
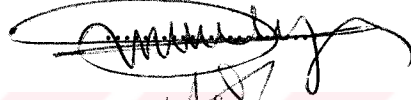


JÜRİ ÜYELERİ

Prof. Dr. M. Sıtkı ARAS

.....



Prof. Dr. Mürkerrem KAYA

.....


Prof. Dr. Mete YANAR

.....


Doç.Dr. Osman ÇETİNKAYA

.....


Yrd. Doç. Dr. N. Mevlüt ARAS

.....


**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

14.06.2001 tarihinde 18/144 kararla kurulan jürimiz iş bu **Doktora** tezini
16 .07.2001 tarihinde kabul etmiştir.

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

FARKLI İŞLETMELERDE YETİŞTİRİLEN GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)'NİN KAS VE ADİPOZ
DOKULARI İLE KARACİĞER VE GONADLARINDAKİ YAĞ
ASİDİ PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Halil İbrahim HALİLOĞLU

109434

Yönetici: Prof. Dr. M. Sıtkı ARAS

Doktora Tezi

109434

ÖZET

Çalışmada farklı fabrikalara ait yemlerin ve bu yemlerin kullanıldığı işletmelerde yetiştirilen gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) alabalıklarının adipoz ve kas dokuları ile gonad ve karaciğerlerinin yağ asidi profilleri belirlenerek aralarındaki ilişkilerin boyutları üzerinde durulmuştur.

Adipoz dokusunun tekli doymamış yağ asidi (MUFA) bakımından zengin, n3 PUFA (çoklu doymamış yağ asidi) bakımından ise daha fakir olduğu görülmüştür. Gonad doymuş (SFA) ve tekli doymamış yağ asidi (MUFA) oranları birbirlerine yakın çıkarken, özellikle n3 (PUFA) oranlarının adipoz dokusuna kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Karaciğer, en yüksek n3 (PUFA) oranına sahip olup, işletmeler arasında n3 (PUFA) oranı bakımından önemli ($P<0.01$) farklılıklar gözlenmiştir. Total çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde n6 (PUFA) oranının daha düşük olduğu müşahade edilmiştir. Kas dokusu karaciğere benzerlik gösterirken çoğunlukla SFA oranları MUFA dan yüksek çıkmıştır. Özellikle Pasinler işletmesinden alınan balıkların kaslarındaki n3 (PUFA) oranı diğer işletmelere kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Yemlerin sahip olduğu yağ asidi profillerinin incelenen doku ve organların yağ asidi profillerinin oluşmasında etkili olduğu, buna bağlı olarak farklı işletmelerdeki balıkların yağ asidi profilleri arasında da istatistiki olarak çok önemli ($P<0,01$) farklılıklar olduğu bulunmuştur. Esansiyel yağ asitlerinden olan eikosapentaenoik asit (20:5 n3) Tortum işletmesindeki balıkların karaciğerlerinde bulunurken, diğer işletmelerdeki ait örneklerde bu yağ asidine rastlanmamıştır. Bir başka esansiyel yağ asidi olan dekosahexaenoik asit (22:6 n3) örneklerin tümünde bulunurken, kas dokusu ile karaciğer ve gonadlarda yüksek miktarlarda tespit edilmiştir.

SUMMARY

A RESEARCH ON FATTY ACID COMPOSITION OF SOME TISSUES OF RAINBOW TROUTS (*Onchorhynchus mykiss*) RAISED IN DIFFERENT FISH FARMS IN ERZURUM.

This study was conducted to determine the differences in the fatty acid profiles in adipose, gonad, liver and muscle tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed by feeds manufactured.

The results showed that adipose tissue was rich in terms of MUFA and poor n3 (PUFA), respectively. In gonad tissue, the percentage amount of SFA and MUFA were found close to each other, while the amount of n3 (PUFA) was higher compared to adipose tissue. Liver among the tissues examined in this study, was containing the highest amount of n3 (PUFA), and significant differences ($P<0.01$) were observed in the n3 (PUFA) percentages of the same tissues obtained from trouts grown in different fish farms. In addition, it was found out that the quantity of n6 (PUFA) was less in total PUFA concentration. Muscle tissues was similar to liver in terms of fatty acid profiles in which percentages of SFAs were mostly more than those of MUFAs. Particularly ratio n3 (PUFA) in muscle tissues of trouts obtained from Pasinler Fish Farm was higher than those from other farms.

Based on our results, the fact that fatty acid ingredients of foods has important role in the development of tissue structures of fishes, therefore, there were significant differences ($P<0.01$) in the fatty acid profiles of tissues of fishes fed by different diets in the farms. An important essential fatty acid, EPA (20:5 n3) could not observed in the tissues of fishes from all of the farms, except for these from Tortum. Another essential fatty acid, DHA (22:6 n3) was found in all the tissues at relatively high percentage, but low in adipose tissue.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım esnasında benden yardım ve desteklerini esirgemeyen hocam sayın Prof.Dr. M.Sıtkı ARAS'a teşekkür ediyorum. Araştırmamın her aşamasında yardımını gördüğüm Doç.Dr. Fikretin ŞAHİN'e, dekan yardımcımız Prof.Dr. Mükerrerem KAYA'ya minnettarlığımı bildiririm. Bölümümüz hocalarından Doç.Dr. Telat YANIK'a Yrd.Doç.Dr. N. Mevlüt ARAS'a, Yrd.Doç.Dr. Abdülkadir ÇİLTAŞ'a Yrd.Doç.Dr., Muhammed ATAMANALP'e ve Dr. Nurinnisa ESENBOĞA'ya bölümümüzde bulunan mesai arkadaşlarıma şükranlarımı sunarım. Ayrıca çalışmalarımın büyük bir kısmını yürüttüğüm Biyoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinin değerli elemanlarına şükranlarımı sunarım.

KISALTMALAR

- FA** : Yağ asidi
- EFA** : Esansiyel yağ asidi
- SFA** : Doymuş yağ asidi
- MUFA** : Tekli doymamış yağ asidi
- PUFA** : Çoklu doymamış yağ asidi
- EPA** : Eicosapentaenoik asit
- DHA** : Deicosapentaenoik asit
- AA** : Araşidonik asit
- HUFA** : Yüksek doymamış yağ asidi
- ALP** : Alkalın fosfataz
- GOT** : Glutamikoxaloasetik asit transaminaz
- LDH** : Laktik dehidrogenaz
- GPT** : Glutamik purivik asit transaminaz
- PI** : Fosfatidilinositol
- TAG** : Triaçilgliserol
- PS** : Fosfatidilserin
- PC** : Fosfatidilkolin
- PE** : Fosfatidiletanolamin

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	I
SUMMARY	II
TEŞEKKÜR	III
KISALTMALAR	IV
GİRİŞ	7
2. MATERYAL VE METOT	40
2.1. Materyal	40
2.1.1. Balık Materyali	40
2.1.2. Yem Materyali	40
2.1.2.1. İşletmelerin Kullandıkları Yemlerin Yağ Asidi Değerleri	41
2.1.3. Yağ Asitlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Gaz Kromatografisi	42
2.1.3.1. Ökaryot Kalibrasyon Miksi	42
2.1.3.2. Dokuların Yağ Asitlerinin Ekstraksiyonunda Kullanılan Çözeltiler	44
2.2. Metot	45
2.2.1. Balıkların Seçilmesi	45
2.2.2. Seçilen Balıkların Nakli ve Muhafazası	45
2.2.3. Doku Örneklerinin Alınması ve Muhafazası	45
2.2.4. Doku Örneklerinden Yağ Ekstraksiyonu	46
2.2.5. Yağ Asitlerinin Belirlenmesi	49
2.2.6. İstatistikî Analizler	49
3. SONUÇLAR	50
3.1. Dokulara Ait Yağ Asidi Değerlerinin Grafikleri	50
3.2. Tortum İşletmesinden Alınan Balıkların Dokularındaki Yağ Asidi Profilleri	55
3.3. Pasinler Merkez İşletmesinden Alınan Balıkların Dokularındaki Yağ Asidi Profilleri	60

3.4. Oltu İşletmesinden Alınan Balıkların Dokularındaki Yağ Asidi Profilleri	66
3.5. Erzurum İşletmesinden Alınan Balıkların Dokularındaki Yağ Asidi Profilleri	71
3.6. İşletmeler Arası Aynı Dokuların Yağ Asidi Değerleri	75
4. TARTIŞMA.....	80
4.1. Yemlerin Yağ Asidi Değerleri.....	80
4.2. Tortum İşletmesi Balık Dokuları Yağ Asitleri	84
4.3. Pasinler İşletmesi Balık Dokuları Yağ Asitleri.....	86
4.4. Oltu İşletmesi Balık Dokuları Yağ Asitleri	88
4.5. Erzurum İşletmesi Balık Dokuları Yağ Asitleri	90
4.6. İşletmelere Ait Adipoz Dokusu Yağ Asitleri.....	91
4.7. İşletmelere Ait Gonad Yağ Asitleri	92
4.8. İşletmelere Ait Karaciğer Yağ Asitleri	93
4.9. İşletmelere Ait Kas Dokusu Yağ Asitleri	94
5. EK AÇIKLAMALAR.....	96
KAYNAKLAR	98

GİRİŞ

İnsanlığın her alanda ihtiyacı arttığı gibi, su ürünlerine olan talep ve ihtiyacı da gün geçtikçe artmaktadır. Artan bu talep yeni kaynakların ve tekniklerin uygulamaya koyulmasıyla azda olsa karşılanmaya çalışılmaktadır. İhtiyaç duyulan su ürünlerinin karşılanmasının yanı sıra rekabeti de beraberinde getirmektedir. Bilinçli tüketicilerin oluşmasıyla, aldığı ürünün kalitesi, orijini besin değeri ve bunun yanı sıra bir çok kriteri göz önünde bulundurmaya başlamıştır. Rekabet ve tüketici hassasiyetinin artması sonucu kültür balıklarının lezzet ve kalitesi ile doğal balıkların lezzet ve kalitesi arasında farklılık bulunup bulunmadığı ve özellikle entansif üretimde yetiştirilen balıkların kalitesi üzerine olan etkileri araştırılmaya ve tartışılmaya başlanmıştır.

Bazen yetiştiricilikte farklı işletmelerden alınan balıkların aynı tür olmalarına rağmen aroma bakımından farklılıklar gösterdiği, bunda daha çok besleme ve su farklılığından kaynaklandığı belirtilmektedir. Ürünün kalitesinin, doğal yada kültür formunun bilinmesi ve buna göre değerlendirme yapılması hem üretici hem tüketici açısından faydalı olacağı önerilmektedir.

Balık ve diğer su organizmalarının yetiştiriciliğinde üretimi artırmanın önemli bir yolu da beslemedir. Beslemenin gayesi canlının ihtiyaç duyduğu en uygun besin maddelerinin nicelik ve nitelik olarak toplanması, işlenmesi, uygun şartlarda sunulması ve sonuçta canlı organizmanın verimliliğinde en yüksek artışın sağlanmasıdır (Akyıldız, 1992; Covey, 1992). Gerek karada gerekse sulara yaşayan canlıların beslenmelerinde ve onların diyetlerinin oluşturulmasında kullanılan besin maddelerinden biri de yağlardır.

Katı ve sıvı yağlar, lipit olarak isimlendirilip suda erimeyen fakat eter, kloroform gibi nonpolar çözücülerde çözünen, fosfatid ve sterollerini içeren çok farklı heterojen bileşiklerdir (Keha ve Küfrevioğlu 2000) Balıklar için de yağlar proteinlerden sonra en önemli bileşikler olup enerji kaynağı olmasından başka vücuttaki metabolik olayların düzenleyicisi olarak, yağda eriyen vitaminlerin kaynağı ve taşıyıcısıdır. Ayrıca katı

ve sıvı yağlar balıkların diyetlerinin hazırlandığı yemlerin yüzeyini kaplamak suretiyle peletlerin aşınmasını önlemekte ve tozlanmayı minimuma indirerek iyi bir tat ve tekstür kazandırmaktadırlar (Akyurt, 1993; Hoşsu ve Korkut, 1996; Yanık, 1997).

Balıklarında diğer hayvanlar gibi lipitlere metabolik enerji kaynağı olarak gereksinim gösterdikleri, uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin hücre zarı geçirgenliği ve esnekliği, enzim aktivasyonu, prostaglandin üretimi ve diğer fonksiyonlar için gerekli olduğu belirtilmiştir (Stickney and Hardy 1989). Ayrıca deniz ve tatlı su balıklarında biyokimyasal olaylar farklılık göstermektedir. Örneğin tatlı su balıkları kendileri için esansiyel olan uzun zincirli yağ asitlerini 18 karbonlu (Linoleik; 18:2 n-6 ve Linolenik; 18:3 n-3) yağ asitlerinden sentezleyebilirler. Fakat bunun aksine deniz balıkları $\Delta 5$ desaturaz enziminden mahrum olduklarından bu dönüşümü gerçekleştiremezler, dolayısıyla deniz balıklarının rasyonlarında araşidonik asit (AA), eikosapentaenoik asit (EPA), dokosaheksaenoik asit (DHA) gibi yağ asitleri normal gelişimin ve büyümenin sağlanabilmesi için esansiyel durumdadırlar (Buzzi et al. 1997).

Balıklarda yağlar ve yağ asidi bileşimleri türlere, cinsiyete, mevsime, beslenme ortamına, besin farklılığına, su sıcaklığına, su kirliliğine, türün kültür yada yabani formda olmasına bağlı olarak değişmektedir. Farklı balık türlerinde yağ ve yağ asitleri yapısal farklılık gösterdiği gibi aynı türe bağlı balıklarda; şayet farklı coğrafik konumlarda yaşıyorlarsa farklılık göstermektedirler. Bu farklılık aynı zamanda vücudun değişik organlarında da görülmektedir (Dutta, et al., 1985; Suzuki, et al., 1986; Crowford et al., 1986; Christiansen et al., 1989; Yılmaz, 1995).

Balıklarda özellikle farklı organların yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi özellikle yetiştiricilikte avantaj sağlayacaktır. Örneğin gonadların yağ asidi profili belirlenmesi damızlıkların diyetlerinde bulunacak yağ asidi kompozisyonu hakkında bilgi vereceği gibi, bu doğrultuda hazırlanan diyetlerle beslenen damızlıkların yumurta kalitesi üzerine etkileri belirlenebilecektir. Kas dokusu yağ asidi profilinde balık etinin n3 ve n6 yağ asitleri bakımından zenginliğini göstereceğinden tercih sebebi olacaktır. Karaciğer ve

adipoz dokusu özellikle yağların dönüşümünde ve depolanmasında önemli rol alırlar (Halver,1988).

Yukarıda belirtildiği gibi balıklarda ve diğer su ürünlerinde yağ asidi kompozisyonunu en fazla etkileyen faktörlerden biri de beslemedir. Örneğin fitoplanktonların zooplanktonlara nazaran daha kısa zincirli yağ asitlerini ihtiva ettikleri, zooplanktonlarla beslenen balık larvalarında ise uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin baskın olduğu, dolayısıyla kullanılan besin maddelerinin yağ asidi kompozisyonları ve miktarları, beslenen canlının vücut kompozisyonuna yansımaktadır (Işık 1995; Navarro ve Amat 1991; Mourente et al., 1995). Bu karşılıklı etkileşimin boyutlarının ne derecede olduğunun bilinmesi ve ortaya konması gerekmektedir.

Hove ve Nielsen (1991), tarafından yürütülen bir araştırmada yedi farklı diyet (2 ticari, 3 capelin roe, 2 herring roe) Salmon (*Salmo salar*) larvalarının başlangıç beslemesinde kullanılmış ve elde edilen sonuçlar 1 ay sonunda kontrol grubuyla mukayese edilmiştir. Sonuçta 14:0, 14:1n5, 16:0, 20:1n9, 20:2n6, 22:1n11 yağ asitlerinin miktarlarının önemli ölçüde artığı, 18:1n9, 18:2n3, 20:3n6, 20:5n3 ve 22:6n3 yağ asitlerinin nisbi miktarlarında ise düşüş olduğu rapor edilmiştir. Yağ asidi kompozisyonları muamele ve kontrol grubu larvalarında önemli varyasyon gösterdiği, fakat bu varyasyonun diyetteki yağ asidi kompozisyonuna bağlı olmadığıda belirtilmiştir.

Artemia sistleri esansiyel yağ asidi bakımından gerek deniz balıkları ve gerekse de kabukluların larvaları için yeterli olmadıkları ve artemiaları zenginleştirmek için *Dunaliella tertiolecta* ve *Tetraselmis suecica* algleriyle beslenmeleri artemia sistlerinin esansiyel yağ asidi kompozisyonu bakımından orijinal sistlerden farklı oldukları ve alglerin yağ asidi profilinin canlının yağ asidi profilini etkilediği bildirilmiştir. EPA kontrol grubunda tesbit edilemezken, *Tetraselmis suecica* ile beslenenlerde % 4.3 ve *Dunaliella tertiolecta* ile belenenlerde ise %1.6 seviyesinde olduğunu kaydetmişlerdir (Navarro ve Amat 1991).

Levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarının iki farklı diyet kullanılarak (PUFA ihtiva eden ve PUFA içermeyen) 5 ay süreyle beslenmelerinde PUFA içermeyen gruplarda balıkların serumlarındaki kolesterol ve trigliserid seviyelerinin önemli derecede farklı olduğu alkalın fosfataz (ALP) glutamikoxaloasetik asit transaminaz (GOT) değerlerinin ise yüksek olduğu belirlenmiştir. Her iki diyetle beslenen balıkların serumlarında laktik dehidrogenaz (LDH) ve glutamik pürivik asit transaminaz (GPT) enzimleri arasında bir fark görülmemiştir. DHA ihtiva etmeyen yemle beslenen balıkların histolojik yapıları incelendiğinde karaciğerin gelişmiş olduğu ve kitlesel yağlanmış nekrotik merkezlerin bulunduğu, DHA ihtiva eden diyetle beslenen balıklarda ise büyük çapta yağlanmalar, safra salgısının çoğaldığı belirtilmiştir. Biyokimyasal parametreler ve histopatolojik araştırmaların balık çiftliklerinde kullanılmalarının ne kadar önemli olduğu ve sağlıklı bir karaciğerin belirlenmesiyle balık türüne verilecek en iyi diyetin tasarlanıp hazırlanmasına yardımcı olacağı kanaatine varılmıştır (Lemaire, et al., 1991).

(Kennish et al., 1992) deniz ortamında tutulan chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) larının beslenmesinde ticari yem ve ringa balığının kullanıldığı bir araştırmada, ilk ayda ringa ile beslenen balıkların dorsal kaslarında total yağ miktarının kontrol grubunun iki katı olduğu, n-3/n-6 oranının ise yine kontrol grubundan %28 daha fazla bulunduğutespit edilmiştir. Bu farklılığın diyetteki 18:2 n-6 seviyesinden kaynaklandığı ve kolesterol seviyesi ringa ile beslenen balıklarda, başlangıçta iki katı fazla olmasına rağmen, daha sonra bu oranın düşüş gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca pazar boyuna gelmiş balıkların yemleri değiştirilerek besin kalitelerinin yükseltilebileceğide belirtilmiştir.

Alınan yağ kaynaklarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 1 g ağırlığındaki *Sparus aurata* yavrularını soya ve morina yağının farklı kombinasyonları ile 5 ay beslenmiştir. Sonuçta soya ve morina yağının büyüme, vücut kompozisyonu ve yağ asidi profillerine etki ettiği, balığın performansının diyetteki morina yağının oranına bağlı olarak arttığı, %6 seviyesinin optimum düzey olduğu kaydedilmiştir. Balıklarda en yüksek karaciğer yağ oranı ve hepatosomatik indeks değerinin ise % 6 dan az morina yağı ihtiva eden grupta olduğu ve bu sonucun esansiyel yağ asidi eksikliğinden ileri geldiği belirtilmiştir.

Esansiyel yağ asidi eksikliği diyetteki morina yağının az olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Vücut kompozisyonunun diyet kompozisyonundan etkilendiği, yüksek protein ve düşük yağ konsantrasyonuna sahip diyetlerle beslenen balıkların karaciğer fosfolipitlerinde EPA ve DHA'nın daha yüksek olduğu ve *Sparus aurata* balıkları için minimum EPA ve DHA gereksinimlerinin %0.9 olması gerektiği belirtilmiştir (Kalogeropoulos et al., 1992).

Kalkan balıklarında (*Scophthalmus maximus L.*) beyinin yağ ve yağ asitleri seviyelerinin tesbiti üzere yürütülen bir çalışmada; kuru ağırlık esasına göre canlı yemlerden (artemia) iki kat EPA ve 13 kat daha fazla DHA içeren peletlerle beslenen gruplarda beyin %21.6 oranında daha büyük bulunmuştur. Buna karşın lipit içerikleri değişmezken fosfatidilinositol (PI) belirgin seviyede düşmüş, DHA birikimi ise daha fazla olmuştur. Bu gruplardaki yüksek yaşama gücünün beyinin yüksek DHA seviyesiyle ilgili olduğu sonucuna varılmıştır (Mourente ve Tocher 1992).

Çipura (*Sparus aurata*) larvalarını yumurta inkübasyonundan sonra ilk iki hafta süresince farklı oranlarda DHA içeren *Nannochloropsis gaditana* ve *Nannochloropsis gaditana x Isochrysis galbana* ve *rhodomonas sp.* türleriyle zenginleştirilmiş rotifer (*Brachionus plicatilis*) ile artemiaların kullanıldığı çalışmada, diyetteki n-3 HUFA ve DHA konsantrasyonunun balıkların büyüme performansını etkilediği, en iyi büyümenin yüksek n-3 HUFA konsantrasyonunda ve en yüksek DHA/EPA oranına sahip yemle gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca larvaların yağ muhteviyatları, besin içerikleri, total yağ ve fosfolipid DHA seviyelerinin diyetin DHA seviyesi ile direk ilgili olduğunda belirtilmiştir (Mourente et al., 1993).

Nematipour ve Gatlin (1993), Sunshine bass (*Morone chrysops* dişi x *M.saxatilis* erkeği) juvenillerinde farklı yağlar (hindistan cevizi, zeytin, safran, keten ve ringa balığı) kullanarak yürüttükleri çalışmalarında balık yağının balıkların büyüme ve ağırlık kazançlarının daha fazla artırdığını ve ölüm görülmediğini bildirmişlerdir. Yeterli büyüme gösteremeyen gruplardaki balıklarda kuyruk yüzgeçlerinde erozyonların, deri üzerinde de kanamaların mevcut olduğu ve ölüm oranlarının %80'e çıktığı belirtilmiştir.

Yemin yağ konsantrasyonunun vücudun yağ ve yağ asidi kompozisyonunu etkilediği, ancak hindistan cevizi yağı ilave edilmiş diyetlerle beslenen balıklarda bu etkinin görülmediği bildirilmiştir. Ayrıca larvaların maksimum büyümeleri, yaşama oranlarının yüksek ve yem değerlendirmelerinin iyi olabilmesi için n-3 HUFA özellikle de 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitlerine gereksinim duydukları vurgulanmıştır.

Whyte et al., (1994), *Anoplopoma fimbria* (Sablefish) larvalarında canlı yem olarak kullanılan rotifer (*Brachionus plicatilis*) ve artemiaların farklı alg türleriyle (*Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata* ve *Chroomanas salina*) beslenmeleri sonunda bu balıkların büyüme, yaşama oranlarına diyet kompozisyonunun etki ettiğini, en yüksek yaşama oranının *N. Oculata*, en düşük ise *C. salina* ile beslenen grupta gözlendiğini belirtmişlerdir. En yüksek protein konsantrasyonu *I. galbana* ile beslenen rotiferlerde görülürken yüksek protein konsantrasyonunun büyüme ve yaşama oranına yansımadığını bildirmişlerdir. Farklı alglerle beslenen artemilarda protein, karbonhidrat ve yağ değerlerinin farklı olmadığı ve larvaların büyüme ve gelişmelerinde önemli farklılığa yol açmadığını ifade etmişlerdir. Yağ asidi miktarları bakımından rotiferlerin artemilara nazaran daha fazla etkilendiklerini; *N oculata* ile beslenen rotiferlerde (EPA) %15, (DHA) 0.3, *I galbanada* EPA %3.3, DHA %5.2 ve *C salina* ile beslenenlerde ise EPA %5.6, DHA %3 seviyesinde olduğunu belirtmişlerdir.

Besin zincirine bağlı olarak değişimlerin tespit edildiği çalışmada Işık (1995), Tilapia zilli larvalarının beslenmesinde *Brachionus calyciflorus*'un (rotifer) farklı yağ oranlarına sahip mikroalg (*Scenedesmus abundans*, *Monoraphidium minutum*, *Chlorella vulgaris*) türleri kullanılarak beslendiğini, *C.vulgaris*'in %17.3, *M minutum* %10.28 ve *S. abundans*'ında %9.22 ve en yüksek yağ oranına sahip rotifer grubunun *C vulgaris* ile beslenen rotiferler olduğunu (%15.59) belirtmektedir. Bu rotiferlerle *S. abundans* ve *C. vulgaris* ile beslenenler arasında yağ miktarı bakımından (%10.69, %10.71) önemli bir farklılığın olmadığını, *M. minutum* ile beslenenlerin yağ oranının daha düşük olduğunu ifade etmiştir. Yağ asidi profilleri bakımından bazı farklılıkların olduğunu, özellikle *C. vulgaris* ile beslenen balıkların yağ asidi profillerinde diğer uygulamalarda görülmeyen EPA (20:5 n-3) ve DHA (22:6 n-3) tesbit edildiğini bildirmiştir. Ayrıca palmitik,

stearik, linoleik, linolenik ve araşidik asitleri en fazla içeren grup olduğu da anlaşılmıştır. Fakat bu farklılıklara rağmen 21 günlük deneme süresi sonunda yaşama oranı ve ağırlık artışı bakımından önemli bir farklılığın olmadığı vurgulanmıştır.

Çipura (*Sparus aurat*) juvenillerinde farklı n-3 HUFA konsantrasyonlarının kas, karaciğer, solungaç, beyin gelişimine etki ettikleri, n-3 HUFA konsantrasyonu düşük olan diyetlerle beslenenlerde, nötral yağlarda EPA ve DHA oranlarının düşüş gösterdiği belirtilmiştir. Çipura juvenilleri için n-3 HUFA ihtiyacının diyetlerde kuru ağırlık olarak %1 olması gerektiği bildirilmiştir (Ibeas et al., 1996).

Yine benzer bir çalışmada Gökkuşluğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonlarında farklı yağ kaynakları kullanımına bağlı olarak yemin yağ asidi bileşiminin kas ve karaciğerin yağ asidi bileşimini etkilediği, doymamış ve n-3 yağ asidi içeriklerinin rasyondaki miktarlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Demir, 1997).

Kalkan (*Scophthalmus maximus*) juvenillerinin farklı yağ kaynakları (balık yağı, keten yağı ve zeytinyağı) katılarak hazırlanan diyetlerle beslenmeleri sonunda keten ve zeytin yağı katkılı diyetlerin spesifik büyüme oranını düşürdüğü ve ölüm nisbetinin yükseldiği ifade edilmiştir. Kaslardaki total yağ asidi profili bakımından keten yağı ile beslenenlerde 18:2 n-6 ve 18:3 n-3'ün arttığı, buna karşılık PUFA (20:5 n-3, 22:6 n-3) miktarında düşüş olduğu, zeytin yağı ile beslenenlerin karkaslarında tekli doymamış yağ asitlerinin toplam yağ asitlerinin 2/3 ünü oluşturduğu 18:2 n-6 yağ asidinin de balık yağı ile beslenenlere göre düşüş gösterdiği, aynı etkilerin karaciğerde de gözlemlendiği belirtilmiştir. Zeytinyağı ile beslenenlerin ölüm oranının keten yağı ile beslenenlerden fazla olması bu diyetdeki 18:3 n-3 miktarının etkili olmasına ve bu yağ asidinde az bulunmasına bağlanmıştır. Sonuçta balıklarda normal büyüme ve gelişme için çoklu doymamış yağ asitlerine gereksinim olduğu özellikle bu yağ asitlerinin diyetlerde yeterli düzeylerde bulunması gerektiği kanaatine varılmıştır (Bell et al., 1999).

Coutteau et al., (2000), *Penaeus vannamei boone* de farklı yağ kaynaklarının kullanımında (soya ve balık yağı) yağların ihtiva ettiği fosfotidilkolin'in postlarva

dönemlerinde %1.5 seviyesinde katılması gelişmeyi olumlu etkilediğini fakat osmatik strese karşı hassasiyeti düşürdüğünü ifade etmişlerdir. Balık yağı ilave edilen grubun büyüme ve yaşama oranlarının daha iyi olduğu ve bunların vücutlarında triaçilgliserol (TAG) ve fosfatidilkolin yükseldiği, serbest sterollerin ise düştüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca soya yağı ilavesiyle *Penaeus vannamei* de DHA ve linoleik asit miktarları yükselirken EPA miktarında bir değişimin görülmediğini de ifade etmişlerdir.

Pek çok balık türünün (deniz ve tatlısu balıkları), karideslerin, deniz kabuklularının beslenmelerinde canlı yem kaynakları olarak fitoplanktonlar ve zooplanktonların kullanıldığı bilinmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde yumurtadan itibaren beslenmelerinin çok zor ve hassasiyet gerektirdiği, başarılı bir yetiştiricilik için canlıların besin ihtiyaçlarının karşılanmasının kaçınılmaz olduğu aşikardır. Dolayısıyla kültür çalışmalarının en önemli kısmı larval besleme olup, bu aşamada pek çok tür için canlı yemler kullanılmaktadır, özellikle son zamanlarda kültür çalışmalarında kullanılan fitoplanktonların ve zooplanktonların yağ asidi kompozisyonları belirlenmeye çalışılmaktadır. Yapılan çalışmalarda fito ve zooplanktonların yağ asitleri kompozisyonlarının canlıların ihtiyaç duyduğu yağ asidi kompozisyonuna cevap veremediği görülmüştür. Bu eksikliği ortadan kaldırmak ve canlıların optimum büyümesini sağlamak amacıyla zooplanktonlar hazırlanan yağ asidi solüsyonlarında tutularak zenginleştirilmekte ve daha sonra canlıların beslenmesinde kullanılmakta veya yağ asitlerince zengin diyetler hazırlanarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca günümüzde oldukça fazla kullanılan artemia yumurtaları yağ asitleri bakımından zenginleştirilmiş olarak satılmaktadır. Bu şekilde zenginleştirilmiş solüsyonlarında kullanılmasıyla yapılmış besleme çalışmalarında olumlu etkilerin olduğu ve bu yemlerin kullanılmasıyla canlıların kompozisyonuna etki ettikleri ayrıca bilinmektedir.

Farklı kaynaklarda alınan SFB (San Fransisco körfezi), GSL (Great Sale gölü) ve GSL'nin HUFACA, (20:5, 22:6) zenginleştirilerek hazırlanmış artemialar Asya levreği (*Lates calcifer*) larvalarının beslenmeleri sonucunda verim özellikleri farklı olmazken sonraki safhada SFB ve zenginleştirilmiş GSL alanların 19. Günde metamorfoza girdiği diğer grupların bu döneme ulaşmadığı gibi bir takım beslenme bozukluklarına bağlı

sendromlar göstermişlerdir. Sendromların belirtisi stress testlerinde 21. ve 25. günlerde görülürken, besleme sonunda n-3 HUFA ca desteklenmiş yani zenginleştirilmiş artemialarla beslenen yavruların üstün bir fizyolojik kondüsyona ve düşük ölüm oranına sahip oldukları ifade edilmiştir (Dhert et al., 1990).

Lemm ve Lemaire (1991), yürüttükleri çalışmada çizgili levrek (*Morone saxatilis*) larvalarında düşük, orta ve yüksek konsantrasyonda HUFA içeren zenginleştirilmiş artemiaların kullanılmasıyla inkübasyondan sonra geçen 24 günlük süredeki yaşama oranı %23 den % 64 e çıktığını, orta derecede yağ asidi içeren (%8.24 EPA ve %3.1 DHA) artemialarla beslenen larvalarda bu oranın ve ağırlık artışının maksimuma çıktığını açıklamışlardır. Larvaların yağ asidi kompozisyonu beslendikleri artemiaların kompozisyonlarıyla benzerlik gösterdiği ve zenginleştirilmiş diyetin büyümeyi önemli derecede etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin larval dönemde esansiyel olduğunu ve ihtiyaç duyulan miktarda karşılanması gerektiğini vurgulanmıştır.

Tuncer ve Harrell (1991), farklı miktarlarda esansiyel yağ asidi ihtiva eden artemiaların çizgili levrek (*Morone saxatilis*) ve Palmetto bass (*M. saxatilis x M. chrysops*) larvaları ile ilgili araştırmalarında n-6/n-3 oranının 6 kat artırılmasının balıkların HUFA miktarlarında 10-30 kat düşüşe neden olduğunu, 28 günlük besleme sonunda Palmetto levreği larvalarında muameleler arasında herhangi bir fark görülmediğini, çizgili levrek larvalarında HUFA ihtiva eden diyetle beslenen grubun diğerlerinden daha iyi sonuçlar verdiğini tesbit etmişlerdir. Ayrıca HUFA ile beslenen grupta metamorfoz safhasında (larvaların juvenil safhasına geçişte) herhangi bir problem olmadığını ve %80 yaşama oranı görüldüğünü, kontrol ve mısır yağı ile zenginleştirilmiş artemiaların kullanıldığı larvalarda esansiyel yağ asidi eksikliği sendromlarına rastlandığını ve %85-99 seviyesinde ölümlerin görüldüğünü bildirmişlerdir. Yapılan regresyon analiziyle HUFA ların büyüme ve yaşama gücünden sorumlu olduklarını ve her iki balık için esansiyel yağ asidi ihtiyaçları diyetteki HUFA seviyesinin artemialarda 5.7mg/g (kuru ağırlık) olması gerektiğini özellikle vurgulamışlardır.

Clawson ve Lovell (1992), aynı kaynaktan aldıkları artemialarla *Morone saxatilis* ve *Morone chrysops* balıklarının hibritlerini 23 gün süreyle Çin orijinli, Great salt lake (GSL) ve aynı kaynağa ait artemiaların zenginleştirilmiş formlarıyla beslenmesi üzerine yapılan araştırmada Çin orijinli artemiaların yeterli miktarda n-3 HUFA ihtiva ettiklerinden larvalarda beklenen gelişimi sağlarken, GSL artemiaları n-3 HUFA bakımından yeterli olmadığından larvaların gelişme ve yaşama oranlarının daha düşük olduğunu bildirilmiştir. Menhaden yağı (20:5 ve 22:6) ile zenginleştirilmiş GSL artemiaları Çin orijinli artemiaların yağ asidi değerlerine yakın çıkmıştır. Esansiyel yağ asidi bakımından fakir olan kabukluların basit zenginleştirme metotları uygulanarak besin yönünden artırılmasıyla balık beslemede kullanılmasının çok daha iyi sonuçlar vereceği ifade edilmiştir.

Palmetto levreği (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*) hibritlerinde n-3 HUFA ihtiyacını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, 6 farklı konsantrasyonda n-3 HUFA ca zenginleştirilmiş artemia kullanımının (Kontrol grubu $\leq 0.03\%, 0.33\%, 0.63\%, 0.87\%, 1.26\% \text{ ve } 2.27\%$) yemlerdeki n-3 HUFA seviyesinin düşüşüyle larvaların n-3 HUFA miktarlarında da belirgin düşümlere olduğu ifade edilmiştir. Kontrol grubuyla beslenen balıkların metamorfoz safhasına denk gelen 26-28. günlerde kitlesel ölümlerin olduğu, en yüksek konsantrasyona sahip iki diyetin dışında diğer grupların hepsinde şok sendromlarının gözlemlendiği belirtilmiştir. Deneme sonunda en yüksek konsantrasyona sahip dört diyetle yaşama oranı %73, en düşük konsantrasyona sahip muamele gruplarında %37 olarak tespit edilmiştir. Yoğunluğun artışıyla büyümenin de arttığı, en yüksek seviye ile en düşük arasında iki katı fark olduğu (sırasıyla 99 mg – 52 mg yaş ağırlık) da belirtilmiştir. Sonuç olarak en fazla konsantrasyona sahip 3 diyet arasında önemli bir farklılığın olmadığı ve yetiştiricilikte herhangi bir olumsuzluğun yaşanmaması için en az n-3 HUFA konsantrasyonunun %1.2 olması gerektiği ifade edilmiştir (Tuncer et. al., 1993).

Penous monodon postlarvaları 5 farklı konsantrasyonda hazırlanmış artemialarla beslenerek çoklu doymamış yağ asidi ihtiyaçlarının belirlenmesine yönelik bir araştırmada, yüksek konsantrasyonda n-3 HUFA içeren (31.2 mg/g kuru ağırlık) diyet

büyümeyi teşvik edici veya artırıcı bir etki göstermediğini, orta seviyede n-3 HUFA içeren (12.55 mg/g kuru ağırlık) diyetle beslenenlerde deniz suyuna karşı oluşan osmotik strese karşı dayanıklılığı artırdığı ve postlarva döneminin başlangıcından itibaren 5 gün süreyle yaşama oranının daha yüksek çıktığı kaydedilmiştir (Rees et al., 1994).

Rodriguez et al., (1997), çipura (*Sparus aurata*) larvalarının n-3 HUFA konsantrasyonları aynı fakat EPA/DHA oranları farklı zenginleştirilmiş rotiferlerle beslenmeleri sonunda EPA/DHA oranının artışına bağlı olarak larvalarda büyümenin azaldığını, yağ asitlerinin oranı düştükçe büyümenin arttığını bildirmişlerdir. En düşük büyüme EPA/DHA oranının en yüksek olduğu grupta gözlemlendiğini, dolayısıyla *Sparus aurata* larvalarının gelişmelerinde DHA'nın daha etkili olduğunu ve ilk larval dönemdeki diyetlerinin hazırlanışında EPA/DHA oranının düşük olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Furuita et al., (1999), Japon pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) larvalarında EPA ve DHA ca zenginleştirilmiş artemiaların büyüme, yaşama gücü ve tuzluluğa karşı toleransı etkilediğini, farklı n-3 HUFA konsantrasyonlarında zenginleştirilen artemiaların larvalarda büyümeyi önemli derecede artırdığını belirtmişlerdir. Ancak bu sonucun hangi yağ asidinden kaynaklandığı açıklanamamıştır. Buna karşılık oleik asitle zenginleştirilmiş artemiaların beslendiği larvalarda düşük büyüme ve yaşama oranı tespit edildiği, tuzluluğa karşı toleransın değerlendirilmesinde ‰ 65'lik tuzluluk değerinde DHA ile zenginleştirilmiş artemiaların kullanıldığı grup daha yüksek çıkarken, EPA'nın tuzluluk toleransına karşı etkili olmadığını ve dolayısıyla DHA miktarının total n-3 HUFA içerisindeki payının ‰3 kadar veya artemianın kuru ağırlığındaki DHA miktarının ‰1.6 ve EPA miktarının ise ‰1 olması gerektiği vurgulanmıştır.

Czesny et al., (1999), kültürü yapılan türlerden *Stizostedion vitreumun* n-3 HUFA ihtiyacının belirlenmesi amacıyla 4 farklı kombinasyonda (‰100 balık yağı, ‰60 balık yağı ‰40 n-3 HUFA, ‰40 balık yağı ‰60 n-3 HUFA ve ‰100 n-3 HUFA) hazırlanmış

artemilarla yapılan bir çalışmada EPA ve DHA değerleri bakımından dördüncü muamelelerin ilk muameleden 2 kat fazla olduğu, balıkların yağ asidi kompozisyonunun artemilerin kompozisyonunu yansıttığı ve balık yağı ve n-3 HUFA ile oluşturulan kombinasyonun balıklarda en fazla büyümeyi sağladığı tespit edilmiştir. Sadece balık yağı ile zenginleştirilen artemialarla beslenen balıklarda görülen en yüksek yaşama gücü EPA/DHA oranının düşüşüne bağlanmıştır.

Bütün canlılarda olduğu gibi balıklarda yaşamlarını sürdürebilmeleri için enerjiye ihtiyaç duyarlar, alınan bu enerjinin bir kısmı depo edilmekte, büyüme ve üreme için kullanılmaktadır. Balıklarda üreme dönemi öncesi fazla miktarda besine ihtiyaç duyarlar, alınan yemlerin yağ miktarları ve yağ asidi kompozisyonları damızlık balıkların yumurta verimlerine, yumurtaların kalitesine ve yumurtadan çıkan bireylerin yaşam gücüne olumlu etkileri bulunmaktadır (Rainuzzo, et al., 1997).

Farklı düzeylerde n-3 PUFA (0.8, 3.2, 5.1 ve 8.4 mg/g) ihtiva eden rotiferlerin *Sparus aurata* larvalarında büyüme, yaşama gücü ve yüzme kesesi gelişimine olumlu etkisinin olduğu, konsantrasyon seviyelerinin (n-3 PUFA) artmasının daha çok larval dönemdeki etkinliği artırdığı belirtilmiştir. En yüksek büyüme n-3 PUFA seviyesi 8.4 mg/g DBW, en düşük büyüme ise 0.8 mg/g DBW içeren gruplarda görüldüğü ve büyüme oranlarındaki farklılığın ise 4 kat (En yüksek %1263 – En düşük %312) olduğu belirlenmiştir (Koven, et al., 1990).

Ülkemizde yürütülen bir çalışmada gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) alabalığının yemlerindeki esansiyel yağ asitlerinin büyüme üzerine olumlu etkilerinin olduğu, diyetlerde linolenik asit seviyesi %0.5 den az olduğu durumlarda gelişmede gerileme, kalpte ve kuyruk yüzgecinde deformasyon ve şok sendromlarının gözlemlendiği belirtilmiştir. Linoleik asitin bu olumsuzlukları gidermede etkili olmadığı dolayısıyla diyetlerde linolenik asit seviyesinin %1 olması gerektiğini vurgulamıştır (Demir 1997),

Karayayın (*Clarias gariepinus* Burchell) balıklarının keseli dönemlerinde doymuş yağ asitlerinin miktarının %45.5, MUFA miktarının %29.6, n-3 PUFA %16.8 ve n-6 PUFA miktarının ise %8.2 olduğunu ve bunların içinde embriyonik dönemde n-3 PUFA dışındaki grupların kullanıldığını özellikle 18:1 n-9 yağ asidi oluşunu bildirmiştir (Polat, 1992).

Metin (1992), yapmış olduğu çalışmada *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843 gonadlarındaki total lipit, total yağ asidi ve glikojen içeriğinin özellikle yumurtlama döneminde daha belirgin olduğunu ve bu dönemden sonra ilgili değerlerin düştüğünü, gonadal glikojen seviyesinin total lipit miktarından daha az ve erkek balıklardaki değişimin daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Balıkların tam olarak gonadal gelişimlerini sağlayabilmeleri için lipitlere daha fazla ihtiyaç duyduklarında belirtmiştir.

Santos et al., (1993), Morina (*Gadus morhua* L.) balıklarını farklı yem kaynaklarıyla beslemeleriyle balıkların vücut kompozisyonlarının diyet kompozisyonunu yansıttığını belirtmişlerdir. Kaslarda en fazla fosfolipitlerin, karaciğerde ise triaçilgliserollerin depolandığını, hatta karaciğerde 20:5n-3 yağ asitlerinden daha uzun zincirli (22:6n-3) yağ asitlerinin oluşturulduğunu destekler verilerin varlığını ifade etmişlerdir. Diyetteki 22:1 yağ asidi morina balıklarında enerji kaynağı olarak kullanıldığı ve bu yağ asidi bakımından da ringa balıklarının zengin olduklarını ayrıca yağ asitlerinin büyümeyi olumlu etkilediklerini ifade etmişlerdir.

Çizgili levrek hibritlerinin (*Morone chrysops* x *M. Saxatilis*) diyetlerine farklı oranlarda (%0, %4, %8 ve %12) ringa yağı katılımıyla oluşturulan farklı n-3 seviyelerinin balıklarda büyümeyi etkilediği anlaşılmıştır. Özellikle %4 ve %8 ringa yağı içeren diyetlerle beslenen balıkların büyümeleri, %0 ve %12 seviyelerinde ringa ilave edilenlerden önemli derecede farklı çıkmış, dokulardaki yağ asidi kompozisyonunun diyet profilini yansıtmış, %8 ve %12 ringa yağı içeren gruplarda esansiyel yağ asidi seviyesinin yüksek olduğu ve yağ ilave edilmemiş gruptaki balıkların vücut analizlerinde EPA ve DHA yağ asitlerinde düşüş görülmüştür. Ayrıca %8 ve %12 ringa

yağı ilave edilen gruptaki balıkların dokularında n-3 seviyesi (1g/100g doku) ringa yağı katılmamış gruptan (0.5/100g doku) iki katı fazla ve yoğun yetiştiricilik yapılan işletmelerde diyetteki n-3 yağ asidi; özellikle EPA ve DHA oldukça önemli bulunmuştur (Fair et al., 1993).

McEvoy et al., (1993), kalkan (*Scophthalmus maximus L.*) balıklarının yumurtlama sezonunun başlangıcında, ortasında ve sonunda yumurtaların total, nötral ve fosfolipit seviyelerinde önemli derecede farklılıklar olmadığını, yumurtlama sezonu sonuna doğru yağ miktarının düştüğünü, bu sonucun yumurta çaplarının düşüşünden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Ayrıca özellikle geç dönemde 18:3n-3, 22:4n-6 ve 22:5n-3 konsantrasyonlarında belirgin yükselişler olduğu, 20:5n-3 ve 22:6n-3 miktarlarındaki düşüşün önemli olmadığı, farklı dönemlerdeki yumurtalardan elde edilen juvenillerin yaşama oranları bakımından dikkate değer bir farklılık göstermediğinin de belirtmişlerdir.

Trigliseridlerden n-3 ve n-6 ihtiva eden (18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6 ve 22:6n-3) yağ asitlerinin Çin karideslerinin (*Penaeus chinensis*) ağırlık kazançlarına olumlu etki ettikleri, yaşama oranını artırdığı ve kabuk değişimine de etki ettiği belirlenmiştir. Ayrıca n-3 ve n-6 EFA'nın *Penaeus chinensis* için gerekli olduğu, bu yağ asitlerinin önem sırasının ise 18:2n-6 < 18:3n-3 < 20:4n-6 < 22:6n-3 şeklinde olduğu bildirilmiştir (Xu et al., 1993).

Çipura (*Sparus aurata*) larvalarının optimum büyüme ve yaşama gücü için gerekli olan esansiyel yağ asidi ihtiyacının belirlenmesi amacıyla Salhi et al., (1994), tarafından farklı konsantrasyonlarda n-3 HUFA içeren rotiferler (*Brachionus plicatilis*) kullanılarak gerçekleştirilen araştırmada zengin yağ asidine sahip rotiferlerin balıklarda yaşama oranını olumlu etkilediği ve diyetlerde yağ oranı azaltılsa da yağ asidi oranının düşürülmemesi gerektiği tespit edilmiştir.

Verreth et al., (1994), Afrika yayını (*Clarias gariepinus*) üzerinde yürüttükleri araştırmalarında protein düzeyleri aynı, n-3 HUFA konsantrasyonu farklı iki diyetin

kullanımında, diyetlerin büyüme ve yaşama gücünü etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca diyetteki HUFA seviyesinin balığın yağ asidi kompozisyonunu da etkilediğini, fakat bu farkın istatistikî olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Beslemeye bağlı olarak yaşama oranının %79- 89 arasında olduğunu, yemdeki total yağ miktarı balığın kuru madde miktarını, dokulardaki yağ asidi kompozisyonunu ve karaciğerindeki yağ miktarının değiştiğini ayrıca balık larvalarının ilk başlangıcında DHA (22:6n-3) 17.1 mg/g kuru ağırlık veya total yağ asidinin %28.2 sini oluştururken, balık larvaları büyüdükçe bu değerin 2-4 mg olduğunu belirtmişlerdir.

Vazquez, et al., (1994), *Solea senegalensis*'in döllenmiş yumurtaları ve keseli dönemdeki larvaların özellikle nötral yağlar bakımından zengin, gelişme döneminin ileri safhalarında miktarlarının azaldığını, buna karşılık fosfolipit oranında artış olduğunu, önemli fosfolipitlerden fosfatidilkolin ve fosfatidiletanolaminde ise değişim olmadığını bildirmişlerdir. Enerji temininde doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini (16:0, 16:1n-7, 18:1n-9, 18:1n-7), çoklu doymamış yağ asitlerinden daha fazla kullandıklarını ve yeterli bir gelişim için araşidonik asit (20:4 n-6)'in gerekli olduğunu açıklamışlardır.

Norsker ve Stottrup (1994), kuru ağırlığında %0.1, %1.5 ve %12.8 n-3 HUFA içeren yemlerle beslenen *Tisbe holotriane* yetişkinlerinde ve nauplilerinde yağ asidi profilinin diyetlerin yağ asidi profilini yansıttığını ve n-3 HUFA seviyelerinin özellikle 20:5n-3 ve 22:6n-3 bakımından zengin olduklarını, n-3 HUFA'ca fakir olan diyet gruplarında ise 18:3n-3'ün yüksek olduğunu, üreme performansları mukayese edildiklerinde yüksek n-3 HUFA konsantrasyonuna sahip diyetle beslenenlerden daha iyi sonuç alındığını açıklamışlardır.

Guillou et al., (1995), *Salvelinus fontinalis*'in (nehir alası) diyetlerinde kullanılan soya, kolza ve balık yağının kaslardaki yağ asidi birikimini ve özellikle n-3/n-6 oranının etkilendiğini belirtmişlerdir. Diyetlerde doymuş ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oranları birbirlerinden farklılık gösterirken balıkların yumuşak dokularındaki yağ

asitlerinin bu farklılığı göstermediği ifade etmişlerdir. Diyetle doku arasındaki en büyük farklılığın özellikle EPA (20:5 n-3) açısından görüldüğünü de rapor etmişlerdir.

Uzakdoğuda oldukça yaygın olarak kültürü yapılan milkfish (*Chanos chanos*) postlarva dönemlerinde acı suda yetiştirilmelerinde farklı yağ asid konsantrasyonuna sahip 5 diyet (%9 18:1 n-9, %1 18:2 n-6+ %8 18:1 n-9, %1 18:3 n-3+%8 18:1 n-9, %1 20:4 n-6+%8 18:1 n-9, %1 n-3 HUFA (%60 20:5 n-3+%40 22:6 n-3)+%8 18:1 n-9) ve kontrol yemi olarak %9 18:1 n-9'un kullanıldığı çalışmalarında yaşama oranlarının bütün gruplarda %100 olduğu, spesifik büyümenin farklı çıkmadığı, ayrıca ağırlık kazancı ve yem değerlendirmenin de farklılık göstermediği dolayısıyla hazırlanan diyetlerin rahatlıkla postlarva dönemlerinde devreye girebileceği belirtilmiştir (Alava ve Kanazava 1996), .

Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) damızlıklarının diyetlerinde bulunan farklı yağ kaynaklarında AA, EPA ve DHA gibi yağ asitlerinin oranlarının farklı olduğu, bu farklılıkların yumurta gelişimini, yumurta kalitesini, larvaların yaşama oranlarını etkilediği ve özellikle sinir sisteminde ve görmede önemli oldukları bildirilmiştir (Bell et al., 1997).

Berntson et al., (1997), istiridye *Ostrea edulis* türünün farklı besleme uygulanan damızlıklarından alınan larvalarda büyüme, ölüm oranı ve yağ asidi kompozisyonunun etkilendiğini, aynı şartlar altında tutulan ve 12 günlük besleme sonunda büyüme açısından farklılıklar görülürken yaşama oranlarının benzer olduğunu vurgulamışlardır. Büyümenin daha çok PUFA ile alakalı olduğu halbuki bu yağ asidinin damızlıklara uygulamada farklı olmadığını belirtmişlerdir. Özellikle çift kabukluların (bivalvlerin) PUFA'ları 22:6 n-3 gibi yağ asitlerini çok çabuk değerlendirdikleri ve yetiştiriciliklerinde önemli olduklarını bildirmişlerdir.

Lim et al., (1997) *Penaeus vannamei* juvenillerinin diyetlerinde bulunan n-3 ve n-6 yağ asitlerinin esansiyel olduğunu ve muhakkak surette diyetle birlikte verilmesi gerektiğini, n-3 yağ asitlerinin n-6 ya oranla büyümeyi daha çok teşvik ettiklerini, özellikle HUFA (20:5 n-3, 22:6 n-3) ların 18:3 n-3 e göre daha iyi büyüme sağladığını

ve diyetlerin yağ asidi profillerinin canlıya yansıdığını, dolayısıyla çoklu doymamış yağ asitlerince yeterli olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Almansa et al., (1999), damızlık *Sparus aurata* balıklarını kontrol ve n-3 HUFA bakımından yoksun, fakat oleik (18:1 n-9), linoleik (18:2 n-6) asit bakımından zengin diyetlerle besleme sonucunda yumurta kalitesi ve yumurtaların yağ asidi kompozisyonuna etki ettiklerini, ilk dönemde alınan yumurtaların dölleme ve inkübasyon değerlerine diyetlerin etki etmediğini fakat orta ve son dönemde alınan yumurtalarda önemli farklılığın bulunduğunu ve diyetlerin etkilerinin gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. Bu farklılığın polar lipitlerden ziyade nötral lipitlerde görüldüğünü, yüzen yumurtalarla EPA (20:5 n-3) ve DHA arasında pozitif bir ilişki bulunamamasına rağmen yumurtaların dölleme oranlarıyla 18:1n-9, 18:3 n-3 HUFA konsantrasyonları arasında negatif bir korelasyonun bulunduğunu ifade etmişlerdir. Yumurta membranında bulunan fosfolipitler içinde sadece n- HUFA değil 18:1 n-9 ve 18:3 n-3 yağ asitlerine de ihtiyaç duyulduğunu ve yüksek yumurta kalitesinin elde edilmesi için bu yağ asitlerinin miktarlarının dengeli olması gerektiğininide vurgulamışlardır.

Su kültüründe yetiştiriciliğin yapılabilmesi için, türün biyokimyasal yapısının ve gelişme şartlarının çok iyi bilinmesi gereklidir. Balıkların beslenme özelliklerinin belirlenmesinde yağlar kuşkusuz çok önemlidir. Balıklarda enerji kaynağı olarak kullanılan yağlar sınırlı miktarlarda olması istenir. Yüksek omurgalı canlılarda olduğu gibi balıkların diyetinde de esansiyel yağ asitlerinin ihtiyaç duyulan miktarlarda olması gereklidir. Yağ asidi ihtiyacı balık türlerine göre değiştiğinden her türün yağ asidi kompozisyonu ve diyetlerinde bulunacak yağ asidi miktarları üzerinde hassasiyetle durulmaktadır. Gerek deniz balıklarının gerekse diğer deniz ürünlerinin yağ asidi ihtiyaçları ve kompozisyonları hakkında pek çok çalışma yapılmışken tatlı su balıkları ile ilgili çalışmalar birkaç türle sınırlı kalmıştır.

Günümüzde su ortamında yaşayan fitoplanktonlardan balıklara kadar su ürünlerinde direk yada dolaylı olarak kullanılan pek çok türün yağ asidi kompozisyonu ve yağ asidi ihtiyacının belirlenmesine yönelik olan çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.

Japanese flounder'in (*Paralichthys olivaceus*) n-3 HUFA gereksinimini belirlemek amacıyla 9 farklı n-3 HUFA konsantrasyonuna sahip artemianın kullanıldığı 34 günlük besleme denemesi sonunda en düşük n-3 HUFA (%1.8) konsantrasyonuna sahip artmialarla beslenen balıkların bile uzun zaman hayatta kalabildikleri, fakat bu balıklarda total boy ve vücut ağırlıklarının çok düşük olduğu, n-3 HUFA değeri %3.5'e çıktığında önemli artışların olduğu belirtilmektedir. n-3 HUFA seviyesi %3.5'un üzerine çıktığında ise büyümede önemli artışların meydana gelmediği bildirilmiştir. Balıklardaki nötral ve polar lipit içerisinde 22:5n-3 miktarının yüksek oluşunun, bu yağ asidinin flounder larvalarının metabolizmasında önemli rol oynadığıda belirtilmiştir (Izquierdo et al., 1992).

Abramo ve Sheen (1993), tatlı su karideslerinden *Macrobrachium rosenbergi* diyetlerine 18:3n-3, 18:2n-6, 22:6n-3, 20:4n-6 yağ asitleri nin farklı kombinasyonlarının kullanımıyla karideslerin dokularındaki yağ asidi kompozisyonu diyetin özelliğini yansıttığını, ayrıca doymuş ve doymamış yağ asitlerinin vücut kompozisyonunda PUFA ya (18:3n-3, 20:5n-3, 20:4n-6) dönüştüğünü, C=20:n-3 veya n-6 ihtiva eden diyetlerle beslenen juvenillerde 18:3n-3, 18:2n-6 ile beslenenlerden ağırlık kazancı bakımından önemli bir artış olduğunu ve bu grubun kontrol diyetinden daha iyi sonuç verdiğini ifade etmişlerdir. Deniz kabuklularında n-6 ve n-3 PUFA'nın farklı metabolik fonksiyonlara sahip oldukları, tatlı su karideslerine göre bariz farklılıkların bulunduğu vurgulanmıştır.

Salmonların doğal yemi olan 10 çeşit omurgasızın (Taş sineği=*Stonefly nymphs (Plecoptera)*, beetle larvae (*Coleoptera*), *Chironomidae (Diptera)*, water boatmen (*Corixidae ve Notonecta; Heteroptera*), Mayıs böceği=*mayfly nymphs (Ecdyonurus venosus, Caenis, Ephemerella; Ephemeroptera)*, gammarus=*gammerids (crustaceans)*, *Oligochaeta (anelids)*) total yağlarının %40-70'ini nötral yağların, %26-55'ini ise polar yağların oluşturduğu, Trigliserollerinde total lipitlerin %35 inden fazlasını oluşturduklarını belirtmişlerdir. Fosfolipitlerden fosfotidilkolin ve fosfotidiletanolaminin miktarlarının fazla olduğu, total lipit içinde en zengin olanların ise çoklu doymamış yağ asitleri olurken doymamış yağ asitlerinin oranının ise %20-30

olduğu ifade edilmiştir. Uzun zincirli doymamış yağ asitlerinden n-3 serisinden özellikle 18:3n-3, 20:5n-3, 22:6n-3 çok düşük miktarlarda bulunurken, n-6 serisinden 18:2n-6 ve 20:4n-6'nın daha zengin olduklarını ve smoltların beslendiği ticari yemin yapısıyla mukayese edildiğinde omurgasızların 18:2n-6, 18:3n-3, 20:4n-6 ve 20:5n-3 bakımından zenginken, 22:6n-3 bakımından daha fakir olduklarını, Salmon parr larının iyi bir gelişimi, büyümeleri ve hastalıklara karşı dayanıklılığını artırmak için kullanılan ticari yemin yağ asidi kompozisyonunun tatlı su omurgasızlarınınkinin yağ asidi kompozisyonuna benzer olması gerekliliği savunulmuştur (Bell et al., 1994).

Kalkan (*Scophthalmus maximus*) juvenillerinin diyetlerine farklı oranlarda katılan AA ve DHA'nın yaşama gücü, büyüme ve yağ asidi kompozisyonunu etkilediği, 11 haftalık juvenillerde diyetlerden sadece 20:4n-6 HUFA içeren yemle beslenenlerde yaşama gücü ve büyüme oranı en yüksek oranda olurken, bu yağ asidinin farklı kombinasyonlarının kullanıldığı hiçbir grupta bu sonucun alınmadığı ve yapısında sadece 22:6n-3 HUFA bulunan grupta en düşük büyüme ve yaşama oranını elde edildiği belirtilmiştir. Karaciğerdeki lipit seviyesi diyetlerce etkilenirken, kalp, beyin, göz, solungaçlar ve böbreklerin rasyondaki yağlardan etkilenmediği ifade edilmiştir. Tüm vücuttaki 20:4n-6 ve 22:6n-3 yağ asitlerinin seviyeleri diyetteki yağ asidi oranlarından etkilendikleri, beyin ve gözler 22:6n-3, böbrek ve solungaçlar ise 20:4n-6 bakımından zengin bulunduğu, sonuç olarak kalkan juvenillerinde esansiyel yağ asidinin büyümeyi teşvik ettiği, araşidonik asitin ise esansiyel olduğu ve diyetlerde yeterli düzeyde bulunması gerektiği belirtilmiştir (Castel et al., 1994).

Ibeas et al., (1994), çipura (*Sparus aurata*) balıklarının n-3 HUFA ihtiyacını belirlemek amacıyla farklı n-3 HUFA konsantrasyonuna sahip (%0.76, 1.9, 2.61, 2.94) diyetlerle 8 hafta beslenen balıkların büyüme ve vücut kompozisyonu bakımından önemli farklılıklar gösterdiklerini, HUFA konsantrasyonu %0.76 olan grupta büyüme ve yemden yararlanma oranı düşük olurken, %1.9 HUFA ve üzerindeki HUFA konsantrasyonuna sahip diyetlerle beslenenlerde aynı değerlerin elde edildiğini belirtmişlerdir. Yağ konsantrasyonundan en fazla etkilenen organ karaciğer olurken, kaslar ve solungaçların daha az etkilendiğini belirtmişlerdir. İyi bir yetiştiricilik için

çipura yavrularının yemlerinde %8-10 yağ ve bu yağın içindedeki en az % 1.9 n-3 HUFA içermesi gerektiğini belirlemişlerdir.

Sargent (1995), deniz balıklarının büyümeleri ve normal gelişmeleri için n-3 HUFA'ya ihtiyaç duydukları özellikle de EPA ve DHA ya duyulan ihtiyacın fazla olduğunu belirtmiştir. Deniz balıklarında Δ -5 desaturaz aktivitesi çok düşük olduğundan C20 ve C22 gibi uzun zincirli yağ asitlerini daha kısa zincirli yağ asitlerinden sentezleyemediklerini, özellikle sinir sisteminde beyin ve retina hücrelerinin membranlarında önemli role sahip bu yağ asitlerinin deniz balıkları tarafından alınmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Merican et al., (1996), *Penaeus monodon* türünün n-3, n-6 esansiyel yağ asidi ihtiyacının belirlenmesi için %5 düzeyinde balık yağı ilave edilen diyetlerle beslenen grupta büyümenin yüksek olduğunu ve PUFA ihtiyacının tamamen karşılandığını ifade etmişlerdir. Özellikle 18:3 n-3 ve 22:6 n-3 yağ asidi içermeyen diyetlerde büyümenin önemli derecede düştüğünü ayrıca %1 seviyesinde 22:6 n-3 ilave edilenlerin %1 oranında 20:5 n-3 ilave edilenlerden daha yüksek, n-3 ve n-6 konsantrasyonunun diyetlerdeki artışıyla dokulardaki doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri miktarlarının ise düşük olduğunu belirtmişlerdir. Yine *Penaeus monodon* 'da bazı yağ asitlerinin vücutta değişime uğrayarak daha uzun zincirli yağ asidi formlarına dönüştürülebildiğini açıklamışlardır.

Merican ve Shim (1997), *Penaeus monodon* türü karidesin linoleik ve DHA asit ihtiyaçlarının belirlenmesinde farklı konsantrasyonlarda linoleik (%0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3), DHA (% 0.12, 0.25, 0.5, 1, 1.5, 2) ilave edilmesiyle en uygun konsantrasyonun %2.5 linoleik ve %1.5 DHA seviyesinde gerçekleştiğini, diyetdeki linoleik miktarının bu değerden fazla katılmasıyla büyümenin daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra 22:6 n-3 yağ asidinin miktarının artırılmasıyla büyümeye olumlu etki yaptığı, fakat konsantrasyonlar arası belirgin farklılık bulunmadığından miktarın tam belirlenmesinin güç olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca dokulardaki linoleik ve DHA asit seviyelerinin diyet profillerini yansıttığını da bildirmişlerdir.

Deniz balıklarının ilk larval dönemlerinde n-3 HUFA'ya özellikle DHA ve EPA ya, normal büyüme ve gelişmeleri için ihtiyaç duyduklarını ve DHA'nın biyolojik değerinin EPA'dan daha yüksek olduğunu, dolayısıyla deniz balıklarının özellikle de (*Sparus aurata*) diyetlerinin hazırlanmasında buna dikkat edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Rodriguez et al., 1998).

Bessonart et al., (1999), çipura (*Sparus aurata*) balıklarının diyetlerinde bulunan farklı konsantrasyondaki araşidonik asitin büyüme ve yaşama oranlarına etki ettiğini, kuru ağırlığında %1 ve %1.8 arasında değişen konsantrasyonlara sahip, fakat total n-3 HUFA miktarı bakımından aynı olan diyetlerden özellikle %1 seviyesinde AA içeren diyetlerle beslenen larvaların önemli derecede farklı olduklarını, DHA/EPA oranının da etkili olduğunu açıklamışlardır.

Kafadan bacaklılardan olan (mürekkap balığı) *Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris* ve (ahtapod) *Octopus vulgaris*in yetiştiriciliğinde *O. vulgaris*'in zenginleştirilmiş artemilarla prelarva dönemlerinde beslendiği ve yetiştiriciliği yapılan bu türlerin prelarva safhalarında PUFA, fosfolipit ve kolesterol ihtiyaçlarının yüksek olduğu gözlenmiştir. Diyetlerin yağ asidi kompozisyonunun larvalarda vücut kompozisyonunu etkilediği ve yaşlandıkça HUFA konsantrasyonlarının düştüğü belirtilmiştir (Navarro and Villanueva 2000).

Balıkların yaşamış oldukları ortamların (yabani-kültür) yağ asidi profillerinin değişimine neden olduğu belirtilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Alplerin batısında bulunan Savine gölünde yaşayan Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) ve Alp alası (*Salvelinus alpinus*) balıklarının kaslarındaki yağ asidi profillerinin farklılık gösterdiğini, özellikle tekli doymamış yağ asitleri bakımından *S. alpinus*'un yüksek (%51.6), doymuş (SFA= %39.9) ve çoklu doymamış (PUFA= %47) yağ asitleri bakımından ise *Oncorhynchus mykiss* in daha zengin olduğu görülmüştür. Gölde balıkların beslenmiş oldukları canlı yem kaynakları aynı olduğundan bu farklılığın

türden ve türün beslenme dönemlerinin farklılığından kaynaklandığı belirtilmektedir (Zino et al.,1991).

Aggelousis ve Lazos (1991), Yunanistan tatlı sularında yaşayan Adi çapak (*Abramis brama*), Adi sazan (*Cyprinus carpio*), Tatlı su kefali (*Leuciscus cephalus*), Kırmızı sazan (*Carassius auratus*), *Carassius idus*, Kaba burun (*Chondrostroma nasus*), Sudak (*Lucioperca lucioperca*) ve Yayın (*Silurus glanis*) balıklarında en çok bulunan yağ asitlerinin palmitik (16:0), palmitoleik (16:1), oleik (18:1), eikosapentaenoik asit (20:5) ve dokosaheksaenoik asit (22:6) olduğunu ve bu yağ asitleri içinde palmitik asitin %56'ya varan değeriyle en fazla olduğunu belirtmişlerdir. Tekli doymamış yağ asitleri içinde oleik asitin dominant olduğunu, n-3 yağ asitlerinin miktarlarının ise %12-31.8 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde önemli olan 4 tatlısu balığının Kırmızı balık (*Carassius auratus*), Adi sazan (*Cyprinus carpio*), Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve Tilapia (*Oerochromis mosambicus*) plazmalarındaki serbest yağ asidi (FFA) seviyelerinin *Carassius auratus*'ta 0.95 mmol/ml, sazan ve alabalıkta 0.77 mmol/ml ve tilapialarda 0.30 mmol/ml olarak tespit edilmiştir. *C. auratus* ve *C. Carpio*'da tekli doymamış yağ asitlerinin, tilapialarda ise doymuş yağ asitlerinin dominant olduğu, en yüksek PUFA miktarı (%41) alabalıkların plazmalarında tespit edildiği belirtilmiştir. Diğer türlerde PUFA miktarının %27-29 arasında değiştiği, türler arasında serbest yağ asidi seviyelerindeki bu farklılıkların türlere bağlı olarak yağların depolanması için dönüştürülmelerine ve diğer faktörlere bağlı olduğu bildirilmiştir (Marcel, 1994).

Harrell ve Woods (1995), çizgili levrek (*Morone saxatilis*) balıklarının yabani ve kültür ortamında yetiştirilenlerin yumurtalarındaki yağ asidi profillerinin farklılık gösterdiğini özellikle yabani formdaki balıkların yumurtalarında bulunan n-3 HUFA, EPA ve DHA miktarlarının ticari diyetle beslenenlerin yumurtalarındaki miktarlarından daha yüksek olduğunu, özellikle n-3/n-6 oranının yabani formdaki balıkların yumurtalarında daha yüksek olduğunu hatta deniz balıklarında karakteristik olarak belirginleştiğini bildirmişlerdir.

Yabani ve kültür formundaki levrek (*Macquaria australasica*) anaçlarında farklı ortamlarda yetişmiş olan damızlık balıkların kas, karaciğer, gonadlarındaki yağ asidi kompozisyonu farklılıklarının belirlenmesinde aldıkları diyetlerin ve vücut kompozisyonlarının benzerlik gösterdiği, sadece karaciğerlerinde farklılıkların olduğu bildirilmiştir. Özellikle tanklarda yetiştirilenlerde tekli doymamış yağ asitlerinin 16:1 n-7 n-3 HUFA'ya göre fazla ve n-3/n-6 oranının yabani forma göre yüksek olduğunu, ayrıca gonad oluşumunda yabani formun n-6 bakımından yüksek ve her iki ortamda yetişen balıkların organlarının yağ asitleri bakımından farklılık gösterdiği ifade edilmiştir (Eldin, et al., 1996).

Wahbeh (1997), Akabe körfezinden alınan 4 farklı makro alg (*Ulva lactuca Chlorophyta*, *Enteromorpha compressa Chlorophyta*, *Padina pavonica Phaeophyta*, *Laurencia obtusa Rhodophyta*) türünün Şubat, Nisan ve Haziran aylarında alınan örneklerde biyokimyasal kompozisyonlarında çoklu doymamış PUFA yağ asitlerinin oranlarının bütün türler için % 50.1- 66.3 arasında değiştiğini, doymuş yağ asitlerinin SFA ise %15- 30.1 olduğunu ve bu alg türlerinde uzun zincirli EPA ve DHA'nın da tesbit edilemediğini ifade etmiştir.

Saito et al., (1998a), subtropikal bölgede yaşayan *Caesio diadema*, *Caesio tile* ve *Siganus canaliculatus* balıklarından ilk ikisinde 16:0, 18:0, 18:1 n-9, 22:6 n-3 yağ asitlerinin dominant olduğunu ve özellikle kaslarda ve bağırsaklarda DHA'nın en çok bulunan yağ asidi olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle kasta %40 dan fazla DHA olması mide muhteviyatında bulunan %10 luk miktardan önemli derecede farklı çıktığını ifade etmişlerdir. Organlar arasındaki bu farklılığında yağların depolanmasında organların seçici davranmalarından ileri geldiğini belirtmişlerdir. Buna karşılık *S. canaliculatus* kas ve bağırsaklarında en yüksek bulunan yağ asidinin AA (20:4 n-6) olduğunu ve bunun deniz organizmaları için pek rastlanmayan bir durum olduğu söylenmektedir. Genel olarak n-6 PUFA seviyesinin yüksek oluşu bu balığın beslendiği zengin n-6 PUFA konsantrasyonuna sahip alglerden kaynaklandığını ve türün özelliğine bağlı olduğu ifade edilmektedir.

Renaud et al., (1999), Avustralya alglerinden 18 türün (2 *cryptomanas*, 8 *diatoms*, 3 *prasinophytes*, 4 *prymnesiophytes* ve 1 *rhodophyte*) standart şartlar altında (pH 8.3, sıcaklık 25 °C, tuzluluk ‰ 25 ve aynı ışık yoğunluğu) yetiştirilenlerinden alglerin protein ve karbonhidrat değerlerinin farklılık gösterdiğini, yağ asitleri bakımından ise EPA ve DHA miktarının *Cryptomonas sp.*de sırasıyla %12 – 6.6 olduğunu fakat DHA bakımından en zengininin *Isochrysis sp.* (%9.9) olduğunu, AA bakımından ise en zengin *Fragilaria sp.* olduğunu belirtmişlerdir. Aynı familyaya ait türler arasında bile yağ asidi profilleri bakımından farklılıkların olduğunu, bu sonucun ise türe has özelliklerden kaynaklandığını ifade etmiştir.

Balık etleri ihtiva etmiş oldukları besin maddeleri itibariyle insan beslenmesinde tartışılmaz öneme sahiptir. Pek çok araştırmacı yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine olan olumlu etkilerini ortaya koyan araştırmalar gerçekleştirmişlerdir. Vitamin ve mineraller kadar önemli olan çoklu doymamış yağ asitlerinin insan vücudunda kan basıncını, kolesterolü ve trigliserid seviyesini düşürdüğü, kalp krizi riskini azalttığı bilinmektedir. Bütün hücre membranlarının bir bileşiği olmalarının yanı sıra, yağ asitlerinin olmadığı durumlarda hücre membranının katılaştığı ve hücrelerin fonksiyonlarını yitirdiği anlaşılmıştır. Araştırmacılar esansiyel yağ asitlerinin beyin fonksiyonlarında da önemli olduğunu ve eksikliğinde kişinin öğrenme yeteneğinin ve kabiliyetinin bozulduğunu veya zayıfladığını bildirmişlerdir. Özellikle deniz organizmalarında zengin olan (n-3) yağ asitlerinin arterosklerozu önlediğinin bilinmesi bu ürünlere olan ilgiyi daha da artırmıştır (Sağlık, 1989; Bao et al., 1998; Kolanowski et al., 1999; Schacky et al., 1999; Munehira et al., 1999; Stoll et al., 1999; Calabrese et al., 1999).

Sağlık (1989), doymamış yağ asitlerinden linoleik (18:2 n-6), linolenik (18:3 n-3) ve araşidonik (20:4 n-6) gibi yağ asitleri memelilerde sentezlenemediğinden insanlar için oldukça önemli olduğunu, vücuda yeterince alınamadığı durumlarda bazı fizyolojik bozukluklara neden olduğunu belirtmektedir. İnsanlarda n-3 ve n-6 gibi yağ asitlerinin eksikliğinde insanlar üzerinde tesbit edilen semptomların; cilt hastalıkları, trombosit agregasyonunun artması, trombositopeni, anemi, karaciğer yağlanması, yara

iyileşmesinde gecikme, enfeksiyonlara karşı hassasiyetin artması, büyümede yavaşlama, adele zayıflığı ve görme problemlerinin oluştuğunu belirtmiştir.

Stansby (1990), esansiyel yağ asitlerinin hücre membranlarının akışkanlığını, esnekliğini ve geçirgenliğini sağladığını, vücutta oldukça önemli görevleri olan eikosanoidlerin (Prostaglandinler, Tromboxanler, Leukotrinler) ön maddesi olduklarını ve taşınımında ve metabolizmasında rol aldıklarını ayrıca derinin geçirgenlik bariyer oluşunda rol aldıklarını bildirmiştir.

Deniz canlılarında bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinin insanlarda serum trigliseridlerini ve serum kolesterolünü düşürmede, kanın pıhtılaşmasını önlemede bitkisel yağlardan çok daha etkili oldukları, ayrıca bu yağ asitlerinin karaciğer yağ asidi sentezini ve lipoprotein oluşumunu etkili bir şekilde önlediği ve lipoprotein yıkımını artırdığı bildirilmiştir (Sağlık, 1994; Canpolat, 1996).

Steffens (1997), deniz balıklarının n-3 PUFA bakımından özellikle EPA ve DHA bakımından zengin olduklarını, bunun da planktonların kompozisyonundan kaynaklandığını dolayısıyla deniz balıklarının insan beslenmesinde vazgeçilmez önemini bulunduğunu, hatta kardiovasküler hastalıklarının önlenmesinde olumlu etkilerinin olduğunu belirtmiştir. Ayrıca tatlı su balıklarının n-6 PUFA bakımından özellikle de linoleik ve araşidonik asit bakımından zengin, n-3/n-6 oranı bakımından ise tatlı su balıklarının deniz balıklarına nazaran daha fakir olduğunu, deniz balıklarında bu oranın 1-4 arasında değiştiğini, tatlı su balıklarının besin kalitelerinin yükseltilmesi açısından balıkların diyetlerinde n-3 HUFA konsantrasyonu artırılarak n-3 HUFA miktarı bakımından et kalitelerinin yükseltilebileceğini de vurgulamıştır.

Canlıların yaşam ortamlarına adaptasyonunda hücre membranlarının önemli olduğu, ayrıca hücre membranlarının çevre şartlarından etkilendikleri bilinmektedir. Meselâ düşük sıcaklıklarda yaşayan poikiloterm canlıların dokularındaki hücrelerin membran fosfolipitleri, yüksek sıcaklıklarda yaşayan canlıların fosfolipitlerinden daha fazla doymamış yağ ihtiva etmektedirler. Poikloterm canlıların dokularındaki aşırı doymamış

yağ asitlerinin bulunması buldukları ortama adaptasyonları için gereklidir Farklı araştırmacılar balıkların ve diğer su canlılarının tutulmuş oldukları sıcaklıkların onların biyokimyasal kompozisyonlarına ve yağ asidi profillerine etki ettiğini bildirmişlerdir (Morris ve Culkin, 1989).

Hazel (1979), tarafından gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) karaciğer membranındaki lipit bileşimi üzerinde sıcaklık değişiminin etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmalarda soğuk şartlara maruz kalan balıklarda çoklu doymamış yağ asidi miktarlarının arttığı, doymuş yağ asitleri miktarının ise azaldığı belirlenmiştir. Omega 3 yağ asitlerindeki artışın n-6 ya oranla daha fazla olduğu da belirtilmiştir.

Lie et al., (1989), Morina (*Godus morhua*) farklı sıcaklıklardaki (8, 12, 16 °C) kan parametrelerinin ve yağ asidi profillerinin değiştiğini, en yüksek eritrosit, hematokrit ve hemoglobin miktarları 16 °C de görüldüğünü belirtmişlerdir. Eritrosit hücrelerinden tespit edilen yağ asidi kompozisyonunda PC (fosfatidilkolin), PE (fosfatidiletanolamin), PS (fosfatidilserin) ve PI (fosfatidilinositol) miktarlarının da etkilendiğini doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerinin sıcaklık düşüşüyle miktarlarında azalma olduğunu, çoklu doymamış yağ asitlerinin ise tam tersine sıcaklık düşüşüyle miktarlarında artış gözlemlendiğini de vurgulamışlardır.

Denizden elde edilen iki farklı alg türünün 15, 20, 25, 30 ve 35 °C de büyüme, yağ asidi ve amino asit kompozisyonunun sıcaklığa ve türün özelliğine göre farklılık gösterdiği, *Chlorella sp.* de total n3 HUFA içeriğinin sıcaklığın artmasıyla düşüş gösterdiği, en yüksek değer 15°C de (%27.55) elde edildiği ve 25°C deki %20.45'lik değerle önemli farklılık arzettiği belirtilmiştir. Yine uzun zincirli esansiyel yağ asitlerinden linolenik asitin sıcaklık düşüşüyle artış gösterdiği, EPA'nın sadece 25°C de %1.1 seviyesinde tespit edildiği bildirilmiştir (James et al., 1989).

Skuladottir et al., (1990), batı İzlanda'da Hvalfjörður bölgesinde su sıcaklığının -1.8 °C ye düştüğü dönemlerde Atlantic salmon (*Salmo salar*)'larının kalp, karaciğer ve kaslarında yağ asidi profillerinin belirlenmesi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada,

deneme amacıyla -1.4 ve $+6.5$ °C de tutulan iki yaşındaki balıkların kalp ve kaslarında fazla değişiklik olmadığını, karaciğer dokusunun ise hiç değişmediğini belirlemişlerdir. Genellikle iki yaşlı balıklarda -1.4 °C de ölümlerin görüldüğünü, aynı şartlarda tutulan 3 yaşındaki balıkların -1.7 °C de 18:1 n-9 yağ asidinin karaciğerdeki miktarında önemli bir yükselişin 22:6 n-3 seviyesinde ise ciddi bir düşüşün olduğunu belirtmişlerdir. Yaşama oranı bakımından 3 yaşındaki balıkların daha yüksek çıktığı, bununda yağ asidi profilindeki farklılıktan kaynaklandığını ve zenginleştirilmiş diyetlerle beslenen balıklardaki vücut kompozisyonunun diyetin özelliğine bağlı olarak etkilendiği ayrıca ifade edilmiştir.

Üç farklı sıcaklıkta (5, 12 ve 19°C) tutulan gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) açık ve koyu kaslarındaki lipit kompozisyonunun sıcaklığın düşmesiyle çoklu doymamış yağ asitlerinden, özellikle EPA ve DHA miktarlarında artış görüldüğü, kaslardaki total yağ miktarı bakımından bir değişim görülmediği bildirilmiştir. Halbuki sıcaklığın düşüşü ile koyu kaslardaki yağ miktarında artış olduğu ve açık kaslardaki yağların değişimini etkileyen yağ asitleri 16:0, 20:5n-3, 22:6n-3 olurken, koyu kaslarda yağ asidi değişiminin 16:0, 18:1n-9, 22:5n-3, 22:6n-3 yağ asitlerinde olduğu belirtilmektedir (Ingemenson et al., 1993).

Yürütülen bir araştırmada Elazığ Hazar gölünde yaşayan Siraz balığı (*Capoeta capoeta umbla*)'nın dişi ve erkeklerinde yağ asidi profillerinin mevsimsel olarak varyasyon gösterdiği, dişi ve erkek bireylerin yağ asidi kompozisyonlarının ise benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır. Total doymuş yağ asitlerinin miktarının doymamış yağ asitlerine göre fazla olduğu, doymamış yağ asitlerinden çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarının tekli doymamış yağ asitlerine göre fazla olduğu ve çoklu doymamış yağ asitleri içinde n-3'ün n-6 dan fazla bulunduğu özellikle n-3 lerden eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik asitlerinin yıl boyu yüksek değerler gösterdiği anlaşılmıştır. *Capoeta capoeta umbla* nın n-3 bakımından zengin olmasının insan beslenmesinde önemli bir kaynak olduğu da belirtilmiştir (Yılmaz, 1995).

Saito et al., (1998b), derin deniz balıkları türlerinden olan *Coryphaenoides yaquinae* ve *Coryphaenoides armatus* balıklarının doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerini (16:0, 18:0, 18:1 n-9, 20:5 n-3, 22:6 n-3) ihtiva ettiklerini ve depo yağlarından özellikle kas ve karaciğerde tekli doymamış yağ asitlerinin yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu, n-3 PUFA oranı bakımından zengin olduğunu, bu yağ asitlerinin demarsal balıkların vertikal olarak hareket ettikleri zamanlarda düşük sıcaklık (<2 °C) ve yüksek basınçlara (>400 Pa) maruz kaldıklarında yüksek olmayan erime noktasına sahip DHA'nın hücre membranının akışganlığını ve geçirgenliğini sağladığını böylece canlıların bu ekstrem şartlara adapte olmasına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Dominic ve Castel (1999), deniz balıkları için kullanılan canlı yemlerden olan *Amonardia sp.* ve *Tisbe sp.* türlerinin beslenmelerinde *Dunaliella tertiolecta* ve *Isochrysis galbana* alglerini alternatif bir yem kaynağı olabileceğini ve deniz balıklarının beslenmelerinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu *copepodların* EFA ve DHA'yı daha kısa zincirli n-3 yağ asitlerinden sentezleyebildiklerini belirtmişlerdir. *Amonardia sp.* ve *Tisbe sp.* türleri aynı algle (*I. galbana*) farklı sıcaklıklarda (20, 15, 6°C) beslenmeleri sonucu farklı profil gösterdikleri ve n-3 HUFAs seviyelerinin sıcaklığa bağlı olarak 6°C>20°C>15°C değiştiğini belirtmişlerdir.

Acartia tonsa türü *copepod* 4 farklı familyaya ait alg türü ile (*Cryptophyte: Rhodomonas baltica*; *Haptophyte: Isochrysis galbana*; *Diatom: Thalassiosira weissfoggii*; *Dinoflagellate: Heterocapsa triquetra*) beslenmelerine bağlı olarak yağ asidi profilinin değiştiği ve *A. tonsa* yumurtalarının soğukta muhafaza edildiklerinde DHA/EPA (22:6n-3/20:5n-3) oranının en yüksek *I. galbana* ve *H. triquetra* ile beslenen *copepodlarda* tespit edildiğini, soğukta muhafaza edilen yumurtaların 12 hafta sonunda DHA ve EPA değerlerinde önemli düşüşlerin olduğu, besin değerindeki bu düşüş yumurtadan çıkan zooplanktonların yaşama oranını da düşürdüğü belirtilmiştir (Stottrup et al., 1999).

Balıkların yaşamış oldukları çevrenin balık biyokimyasına etki ettiği bütün araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir. Tatlı su ve deniz arasında göç eden balıkların osmotik basınçlarının ayarlanması biyokimyasal değişimlerle sağlanmaktadır. Farklı ortamlarda

yaşayan balıkların yağ asidi profillerinin farklı olduğu bilinmektedir. Bu farklılık aynı zamanda organlarda da görülmektedir. Organlar arasındaki farklılıkta yağların depolanması ve metabolizmaları etkili olmaktadır.

Balıklar yağları kas içerisinde ve karaciğerde depo ederler. Genel olarak demersal balıklarda karaciğer, pelajik balıklarda ise kas lipit depolamada önemli rol alırlar. Ayrıca kültür balıklarının vücut boşluğunda önemli oranlarda lipit depolanır ve karın bölgesinin sarkmasına neden olur. Balıkların vücudundaki kasların lipit dağılımı da farklılık göstermektedir. Abdomen kası ve dorsal yüzgecin hemen önündeki kas kütlesi en yüksek lipit oranına sahipken, kuyruk ve baş bölgelerindeki kasların lipit içeriklerinin daha düşük olduğu bildirilmektedir (Cowey, 1993; Okumuş, 2000).

Yang and Dick (1993), Alp alabalığı (*Salvelinus alpinus*) balıklarında farklı n-3, n-6 HUFA konsantrasyonuna sahip diyetlerin büyüme, yem değerlendirme, hepatosomatik indeks, karaciğer DNA ve RNA konsantrasyonuna etki ettiği, düşük PUFA konsantrasyonuna sahip olan grupta büyüme oranının düştüğünü, diyetteki 18:3 n-3 miktarının artışıyla büyüme ve yem değerlendirme katsayısının yükseldiğini ifade etmişlerdir. Diyetlerde bulunan 22:6 n-3'ün 18: 3n-3'e göre, 18:3 n-3 ünde 18:2 n-3'e nazaran büyümede daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Karaciğer DNA konsantrasyonu artışında 18:2 n-6 nın çok az seviyede etkili, PUFA konsantrasyonun olmadığı diyetlerde, DNA konsantrasyonunun yüksek olduğunu, hepatosomatik indeks değeriyle DNA konsantrasyonu arasında bir korelasyonun varlığını RNA/DNA nispetinin ise büyümenin indikatörü olduğunu belirtmişlerdir

Depolanan yağlar açlık, göç, büyüme ve üreme durumlarında kullanılırlar. Balıklarda üreme aktivitesi canlının biyokimyasal yapısı üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu süreçte dokulardaki protein ve lipit parçalanır ve gonadlara 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 (Shearer, 1994).

Klinger et al., (1996), kanal yayını (*Ictalurus punctatus*) juvenillerinde farklı yağ kaynakları (soya, balık ve sığır iç yağı) kullanımının balıkların hematolojik değerlerden total eritrosit ve lokosit değerlerinde önemli bir farklılığa neden olmadığını, balık yağı ilave edilenlerde düşük hematokrit, yüksek trombosit tesbit edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca bu grupta n-3 HUFA konsantrasyonunun da yüksek olduğu, en düşük n-3 HUFA konsantrasyonunun ise sığır yağı ile beslenen balıklarda tespit edildiğini, eritrositlerin osmotik hassasiyetinin düşük olduğunu ve besin kompozisyonunun kan parametrelerini etkilediğini ifade etmişlerdir.

Kanazawa (1997), deniz balıklarından olan mercan (*Pagrus major*) ve dil balığı (*Limanda yokohamae*) larvalarında DHA ve fosfolipitlerin su sıcaklığı, tuzluluk ve düşük oksijen miktarlarına maruz bırakılan yavruların stres şartlarına karşı toleranslarını artırdığını bildirmiştir.

Silva et al., (1997), *Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus* hibritlerinin 45 gün süreyle aç bırakılmalarıyla karaciğerlerindeki tatol lipit miktarlarının erkek ve dişi bireylerde önemli miktarlarda düştüğünü, bu düşüşün özellikle 24. günde daha belirgin olduğunu, aynı dönemlerde beslenen balıklarda ise total yağ asidinin yükseldiğini ifade etmişlerdir. Açlık dönemlerinde karaciğerdeki tekli doymamış yağ asitlerinin miktarı (MUFA) düşerken çoklu doymamış yağ asidi miktarının (PUFA) arttığını, bu yükselişlerin kas dokusunda karaciğere oranla daha fazla olduğunu ayrıca belirtmişlerdir. Total yağ asidi içerisinde oleik (18:1 n-9), palmitik (16:0) ve DHA'nın %50 lik nispetinde olduğunu belirtmişlerdir.

Yongmanitchai ve Ward (1991), azot, fosfor, tuz, CO₂, sıcaklık, pH gibi farklı etkenlerin *Phaeodactylum tricornutum* alg türünde biomas ve EPA üretimi üzerine etki ettiğini; total yağ asitleri içerisindeki EPA miktarının azot ve üre yoğunluğunun artışıyla yükseldiğini, tuz konsantrasyonunun etkili olmadığını, B₁ ve B₁₂ vitaminlerinin büyümeyi fazla etkilemediğini fakat buna karşılık B₁₂ vitamini ilavesiyle EPA miktarının %65 seviyesine yükseldiğini ifade etmişlerdir. Fakat en yüksek EPA

konsantrasyonunun kültür ortamına verilen havaya %1 oranında CO₂ ilavesiyle gerçekleştiğini ve optimum sıcaklık değerinin 21- 23 °C olduğunu belirtmişlerdir.

Tago et al., (1999), Japon pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) balıklarında EPA ve DHA'nın deniz balıklarında normal büyüme ve yaşama için gerekli olduklarını, larvalarda da normal gelişimin devamı ve stres şartlarına karşı daha toleranslı olması için gerekli olduklarını vurgulamışlardır. Yaklaşık 20 günlük japon pisi balığı larvaları %1 fosfolipit ihtiva eden mikropartikül diyetleriyle beslendikten sonra stres faktörlerinden olan su sıcaklığı, tuzluluk ve düşük oksijen seviyesine maruz bırakıldığında, yüksek sıcaklık ve düşük oksijen seviyesinde 22:6 n-3 ün 20:5 n-3'e göre daha reaktif olduğunu belirtmişlerdir.

Ergin ve ergin olmayan balıkların kas ve karaciğerlerindeki yağ asitlerinin farklılık göstermediği, ancak ergin balıklarda özellikle üreme dönemlerinde total yağ asidi içerisindeki çoklu doymamış yağ asidi miktarlarının belirgin bir artış gösterdiği kaydedilmiştir (Akpınar, 1985).

Akpınar (1987), Mogan gölünde yaşayan *Cyprinus carpio L.* nun kas dokusu yağ asitlerinin cinsiyete ve mevsime bağlı olarak etkilenmediğini belirtmiştir.

Metin (1992), balıklarda üreme mevsiminden önce gonadların gelişimi için protein, karbonhidrat ve yağlara olan ihtiyacın oldukça fazla olduğunu, karaciğerin gonad gelişimi ve gamet oluşturulması için kullanılacak lipitin bir kısmını depo ettiğini, fakat üreme için gerekli olan enerjinin daha çok kaslardan temin edildiğini, ayrıca yumurta veriminin yüksek olması için esansiyel ve çoklu doymamış yağ asitlerine ihtiyaç duyulduğunu bunların eksikliğinde kısırlıkların bile görülebileceğini belirtmiştir.

Soudant et al., (1996), Scallop (*Pecten maximus*) larda farklı yem kaynaklarının kullanılmasının gonad kompozisyonunu ve üreme performansını etkilediğini özellikle 20 ve 22 karbonlu (22:6 n-3,20:4 n-6, 20:5 n-3) yağ asitlerinin diyetlerde bulunmasıyla gametogenesis ve embriyogenesisde rol aldıklarını vurgulamışlardır.

Modie et al., (1989), *Stizostedion vitreum* balıklarının döllenmiş yumurtalarında yumurta çapı ve yağ asidi interaksyonunu araştırdıkları çalışmalarında, yumurta çapı ile yağ asidi miktarının orantılı olduğunu, daha küçük çaplı yumurtalarda n-3 HUFA miktarlarında eksiklik olduğunu, bu yumurtalardan çıkan bireylerde sıklıkla vücut deformasyonlarının görüldüğünü ve %100'e varan ölümlerin gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Bruce et al., (1999), levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıklarının diyetlerine ton balığı yağı ilave edilmesiyle pelet yemlerde n-3, n-6 HUFA miktarının arttığı bu artışa bağlı olarak özellikle AA, EPA ve DHA'nın da arttığı bu durumda yumurtaların inkübasyonuna, çıkış gücüne ve yaşama oranına pozitif etki ettiğini belirtmişlerdir.

Balıkların diyetlerinde bulunan yağ asitlerinin zenginliğine ve kompozisyonuna bağlı olarak hastalık etmenlerine karşı direnci artırdığı ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği belirtilmektedir.

Atlantik salmon (*Salmo salar L.*) juvenilleri yüksek dozda vitamin C ve zengin yağ asitleriyle hazırlanan diyetlerle beslenen balıkların *Vibrio salmonicidia*, *Yersinia ruckeri*'ye karşı spesifik bağışıklık, yaşama oranı ve antikor seviyesinin etkilendiğini belirtmişlerdir. Hücre duvarı sağlamlığı, eritrositlerin fragility testi ve vücudun çeşitli organlarında morfolojik değişikliklerini inceleyerek yaptıkları değerlendirmede enfeksiyona karşı genel yada spesifik dayanıklılıkta önemli bir farklılık görülmezken, yüksek dozda vitamin C ile beslenen balıklarda antikor seviyesinin yükseldiğini, bunun yanı sıra n-3 yağ asitlerinin bağışıklık sisteminin oluşturulmasında muhtemelen düşük seviyede etkisinin olduğunu fakat n-3 seviyesinin artması eritrosit hücre duvarlarının sağlamlığını artırdığı belirtilmiştir (Erdal et al., 1991).

Henderson et al., (1992), Gökkuşluğu alabalıklarının n-3 PUFA ihtiyaçlarının çok iyi bilinmesi gerektiğini bu yağ asitlerinin bazı hastalıklara dayanıklılığı artırması ve yüksek seviyelerde n-3 PUFA içeren yemlerle beslenen Salmonların immun sistemlerinin etkilendiğinin ispatlanmış olmasının önemine dikkat çekmektedirler.

Araştırmacılar göre gerekli olan n-3 PUFA seviyesi antikor sistemini etkilemekte, kan hücrelerine ve dokulara da etki etmektedir. Bununla birlikte total yağ içeriğinin %15, diyetlerde yağ asidi seviyelerinin ise sırasıyla %1.8, %12.9 ve %31.7 olduğu ve yedi haftalık besleme süresi sonunda enjekte edilen *Yersinia ruckeri*'ye karşı antikor sistemleri arasında farklılığın olmadığını vurgulamaktadırlar. Hatta diyetteki farklı yağ asidi konsantrasyonlarının kırmızı ve beyaz kan hücrelerinin lipit muhteviyatları üzerine önemli bir etkilerinin olmadığını belirtmişlerdir.

Kanal yayını (*Ictalurus punctatus*) fingerliklerinin diyetlerinde ringa, kuyruk ve catfish sakatatlarından çıkarılan yağlarla yapılan 10 haftalık besleme denemesinde fingerlikler daldırma yoluyla *Edwardsiella ictaluri* ye maruz bırakılarak büyüme, yem değerlendirme ve yaşama oranı açısından değerlendirilmiştir. Kuyruk yağı ilave edilen yemlerle beslenen balıklarda ölün oranı menhaden (ringa) yağı %21 ve catfish sakatat yağı ilave edilen gruptan da %15 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ringa yağı ile beslenen balıkların karaciğerleri 20:5n-3, 22:6n-3 n-3 HUFA açısından zengin, 20:4n-6 n-6 HUFA bakımından ise diğer yemlerle beslenen balıklardan daha düşük olduğu ve ringa yağının catfish lerin diyetlerine %2 oranında diğer yağlarla birlikte rahatlıkla kullanılabileceğinin bildirilmiştir (Li et al., 1994).

Bu amaçla balık yetiştiriciliğinde gerek balık dokularının yağ asidi profillerinin belirlenmesiyle balıkların diyetlerine ilave edilecek yağ kaynaklarının daha iyi tesbitine yardımcı olacağı kanaatiyle ve tüketilen balıkların besinsel değerlerinin belirlenerek değiştirilebileceği imkanlarının araştırılması amacıyla ve ayrıca kullanılan yemlerin yağ asidi profillerinin balık dokularına etkilerinin belirlenmesi amacıyla çalışmamız planlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Balık Materyali

Araştırmada balık materyali olarak ağırlıkları 139.97 ± 9.82 g. olan 5'er adet pazar boyuna ulaşmış sağlıklı gökkuşağı alabalıklarıdır (*Oncorhynchus mykiss*). Balıklar dört farklı işletmenin (Tortum, Alapınar köyü, Pasinler merkez, Oltu ve Erzurum Su Ürünleri Bölümü Tesisleri) havuzlarından tesadüfi seçilerek alınmıştır.

2.1.2. Yem Materyali

İşletmeler balıkların beslenmelerinde farklı fabrikalarda üretilmiş ticari yemleri kullanmaktadırlar. Tortum işletmesi Erzurum Yem fabrikasının yemini, Pasinler işletmesi kendi hazırladığı rasyonu, Oltu işletmesi Pınar yemi ve Su Ürünleri Bölümü tesislerinde Abalıoğlu yem fabrikasının yemlerini kullanmışlardır. İşletmelerin kullanmış oldukları yemler kuru madde, ham yağ, ham protein ve kül analizlerine tabi tutulmuştur. Kuru madde ve yağ analizleri Akyıldız (1984) tarafından verilen yöntemlere göre papılmıştır. Yemlerin yağ miktarının tayininde ise eter ekstraksiyon yöntemi uygulanmıştır (Anon, 1983). Ham protein miktarının tayininde ise Kjeldahl yöntemi kullanılmış, elde edilen azot miktarı 6.25 katsayısı ile çarpılmıştır (Akyıldız, 1984). Elde edilen sonuçlar Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. İşletmelerin Kullandıkları Yemlerin Kimyasal Analiz Sonuçları

(%) Madde	Tortum	Pasinler	Oltu	Erzurum
Kuru Madde	91.75	88.1	92.3	92.2
Ham Protein	48.3	37.8	45.5	46.6
Ham Kül	11.3	13.28	10	8.4
Ham Yağ	13.2	44.6	18.8	21.5

2.1.2.1. İşletmelerin Kullandıkları Yemlerin Yağ Asidi Değerleri

İşletmelerden alınan yem örnekleri dokulara uygulanan yağ ekstraksiyonu metodu uygulanarak metil esterleştirildikten sonra gaz kromatografisinde değerlendirilmiştir. Tablo 2.2 dede görüldüğü gibi Tortum işletmesine ait değerler içinde 18:1 n9 %48.55 lik değeriyle diğer yemlerden oldukça yüksek çıkmış, Oltu ve Erzurum işletmelerin kullanmış oldukları yemler benzer profil gösterirken, Pasinler işletmesinin yem analiz sonuçları farklılık göstermiştir.

Tablo 2.2. İşletmelere Ait Yemlerin Yağ Asidi Profilleri % Oranları

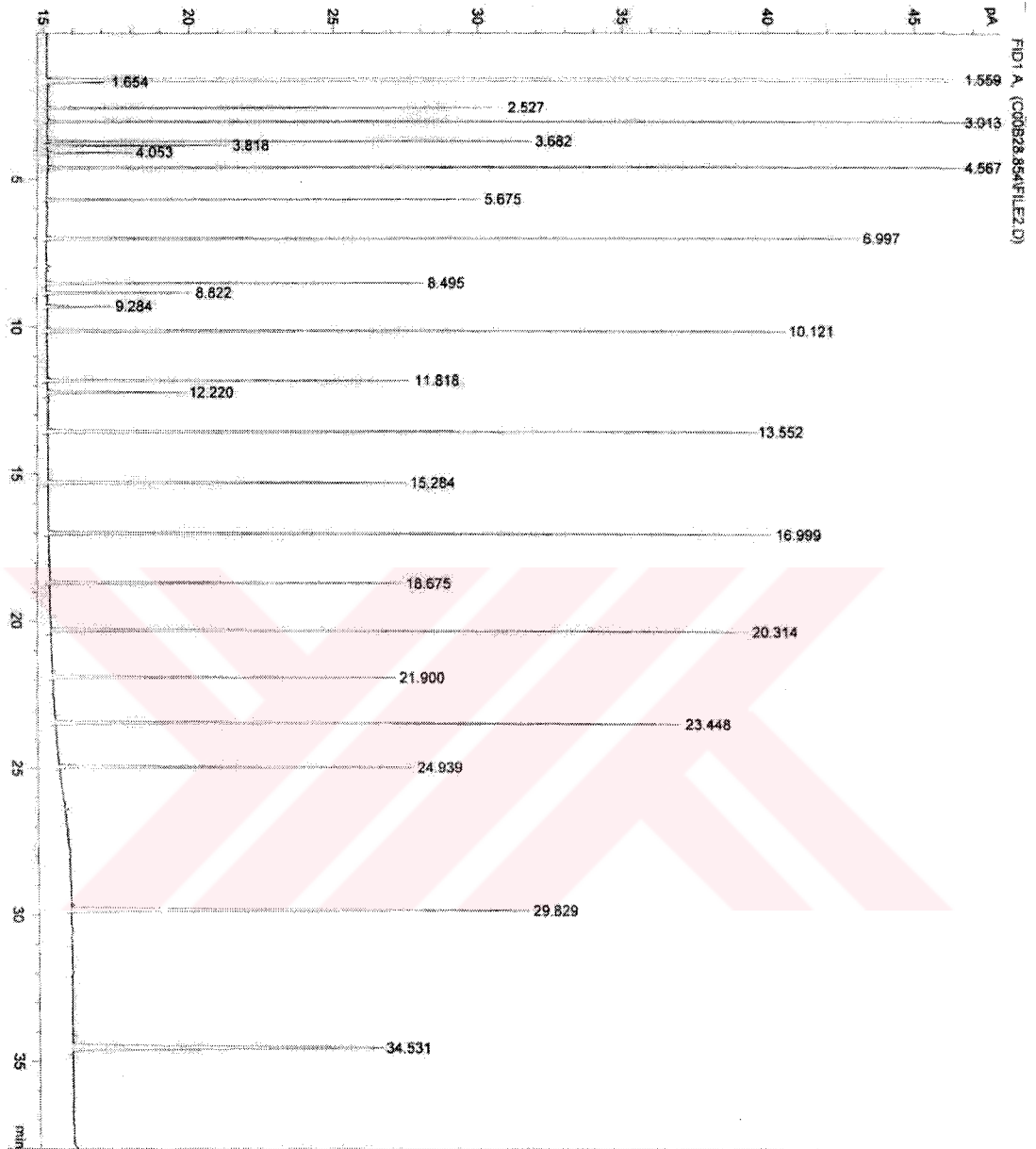
Yağ Asidi	Tortum	Pasinler	Oltu	Erzurum
14:0	2.6	6.31	8.51	8.74
15:0	0.42	0.99	0.96	0.93
16:1 n9	0.18	0.4	0.57	0.61
16:1 n7	2.61	4.82	8.22	9.2
16:0	13.69	26.33	21.67	20.25
17:1 n8	0.29	0.51	0.37	0.39
17:0	0.32	0.84	0.54	0.56
18:3 n6	-	0.16	0.29	0.38
18:4 n3	0.54	0.98	1.62	2.28
18:2 n6	20.22	14.03	14.33	8.67
18:1 n9	48.55	19.73	20.70	20.77
18:0	2.32	6.89	3.72	3.28
20:4 n6	0.32	0.52	0.55	0.79
20:3 n6	-	-	0.15	0.18
20: İSO	-	-	0.5	0.71
20:1 n9	-	0.56	0.67	0.86
22:6 n3	5.46	6.23	6.74	11.72
22:5 n3	0.25	0.34	0.51	0.75
18:1 n9t	1.36	2.13	2.01	2.22
SFA	19.35	41.36	35.4	33.76
MUFA	52.99	28.15	32.54	34.05
n6 PUFA	20.54	14.71	15.32	10.02
n3 PUFA	6.25	7.55	8.87	14.75
n3/n6	0.30	0.51	0.57	1.47

2.1.3. Yağ Asitlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Gaz Kromatografisi

Yağ asitlerinin analizi için Hewlett Packard™ marka gaz kromatografisi cihazı ve bu cihazla entegre olarak çalışan bir bilgisayar yazılımından oluşan 100 örnek kapasiteli ve numuneleri tam otomatik olarak analiz edebilen MIDI Sherlock® sistemi ve ökaryotlara ait veri tabanı kullanılarak yapılmıştır.

2.1.3.1. Ökaryot Kalibrasyon Miksi

Sistemin kalibrasyonunda kullanılan ve 9-30 karbonlu standart yağ asitlerini içeren karışım (HP® Calibration Standards for Eukary Method- Lot No. 697110) kullanılmıştır. Kullanılan standart kalibrasyon miksi grafik sonuçları (Şekil 2.1) de ve grafiğin değerlendirildiği sonuçlar Tablo 2.3 de verilmiştir.



Şekil 2.1. Yağ Asitleri Analizinde Kullanılan Standart Ökaryot Kalibrasyon Miksi

Tablo 2.3. Standart Ökaryot Kalibrasyon Miksi Değerlendirmesi

Kalibrasyon Miksi**KALİBRASYON (ÖKARYOT)**

RT (Geliş zamanı)	ECL (Referans)	Name (İsmlendirme)	% Oranları
1.559	7.009	SOLVENT PEAK	-----
1.654	7.203	-----	-----
2.527	9.000	9:0	3.14
3.013	10.000	10:0	6.68
3.682	11.000	11:0	3.37
3.818	11.153	10:0 2OH	1.31
4.053	11.419	10:0 3OH	0.62
4.567	12.000	12:0	6.75
5.675	13.000	13:0	3.35
6.997	14.000	14:0	6.51
8.495	15.000	15:0	3.25
8.822	15.201	14:0 2OH	1.24
9.284	15.485	Sum in Feature 2	0.57
10.121	16.000	16:0	6.48
11.818	17.000	17:0	3.24
12.220	17.232	16:0 2OH	1.26
13.552	18.000	18:0	6.45
15.284	19.000	19:0	3.23
16.999	20.000	20:0	6.50
18.675	21.000	21:0	3.21
20.314	22.000	22:0	6.61
21.900	23.000	23:0	3.34
23.448	24.000	24:0	6.28
24.939	25.000	25:0	3.48
29.829	28.000	28:0	6.80
34.531	30.000	30:0	6.33
-----	-----	SUMMED FEATURE 2	0.57 12:0 ALDE
-----	-----		

2.1.3.2. Dokuların Yağ Asitlerinin Ekstraksiyonunda Kullanılan Çözeltiler**Çözelti 1: Hücre parçalayıcı****Miktarları**

Sodyum hidroksit (ACS grade)
Metil alkol (HPLC grade)
Saf su (deiyonize)

45 g
150 ml
150 ml

Çözelti 2: Metilasyon Çözeltisi

Hidroklorik asit (6.00 N)	325 ml
Metil alkol (HPLC grade)	275 ml

Çözelti 3: Ekstraksiyon Çözeltisi

Hegzan (HPLC grade)	200 ml
Metil-tert-butil eter (HPLC grade)	200 ml

Çözelti 4: Bazik yıkama Çözeltisi

Sodyum hidroksit (ACS grade)	10.8 g
Saf su (deiyonize)	900 ml

2.2. Metot**2.2.1. Balıkların Seçilmesi**

Araştırmada işletmelere ait havuzlarda mevcut, daha önce hiçbir enfeksiyon geçirmemiş görünüşleri sağlıklı olan gökkuşağı alabalıklarından (*Oncorhynchus mykiss*) seçilmiştir.

2.2.2. Seçilen Balıkların Nakli ve Muhafazası

İşletmelerde havuzlardan çıkarılan balıklar öldürülmüş ve buz kalıpları içine konularak nakli gerçekleştirilmiş ve aynı gün içerisinde balıkların organ ve dokularından örnekler alınmıştır.

2.2.3. Doku Örneklerinin Alınması ve Muhafazası

Balıkların ağırlık değerleri alındıktan sonra balıkların sırt yüzgeçleri ile yan hat (linealateral) arasındaki bölgenin derisi soyularak yeterli miktarda kas örnekleri; daha

sonra makasla anüsden girilerek karın bölgesi açılmış ve iç organların etrafında lokalize olmuş olan adipoz dokusundan ve gonadları gelişmiş balıkların da gonadlarından, son olarak da karaciğerlerinden örnek alınmıştır. Alınan her bir örnek daha sonra yağ ekstraksiyonunda ve yağ asitleri analizlerinin yapılması amacıyla alüminyum folyoya sarılıp etiketlenerek derin dondurucuda -20°C de muhafaza edilmişlerdir (Şahin 1999).

2.2.4. Doku Örneklerinden Yağ Ekstraksiyonu

Dokuların yağ ekstraksiyonu ve yağ asitlerinin gaz kromatografik değerlendirilmesi Atatürk Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde yapılmıştır. Alınan doku örneklerinden yaklaşık 0.5g ağırlığındaki numuneler test tüplerine alınmıştır. Yalnız adipoz dokunun konsantrasyonu daha yüksek olduğu için numune miktarı düşük tutulmuştur. Numunelerin üzerine 1 ml çözelti 1'den ilave edilerek 5-10 saniye vortekste çalkalanmıştır. Çalkalanan örnekler 5 dk süreyle 100°C 'lik su banyosunda bekletilmiş, bu işlemi takiben tekrar 5-10 saniye vortekste karıştırılarak numunenin iyice dağılması ve çözeltiyle karışması sağlanmıştır. İkinci çalkalamadan sonra 25 dk 100°C 'lik su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Bu şekilde dokulardaki hücre çeperleri parçalanarak yağ asitlerinin serbest kalması sağlanmıştır (Şahin 1999).

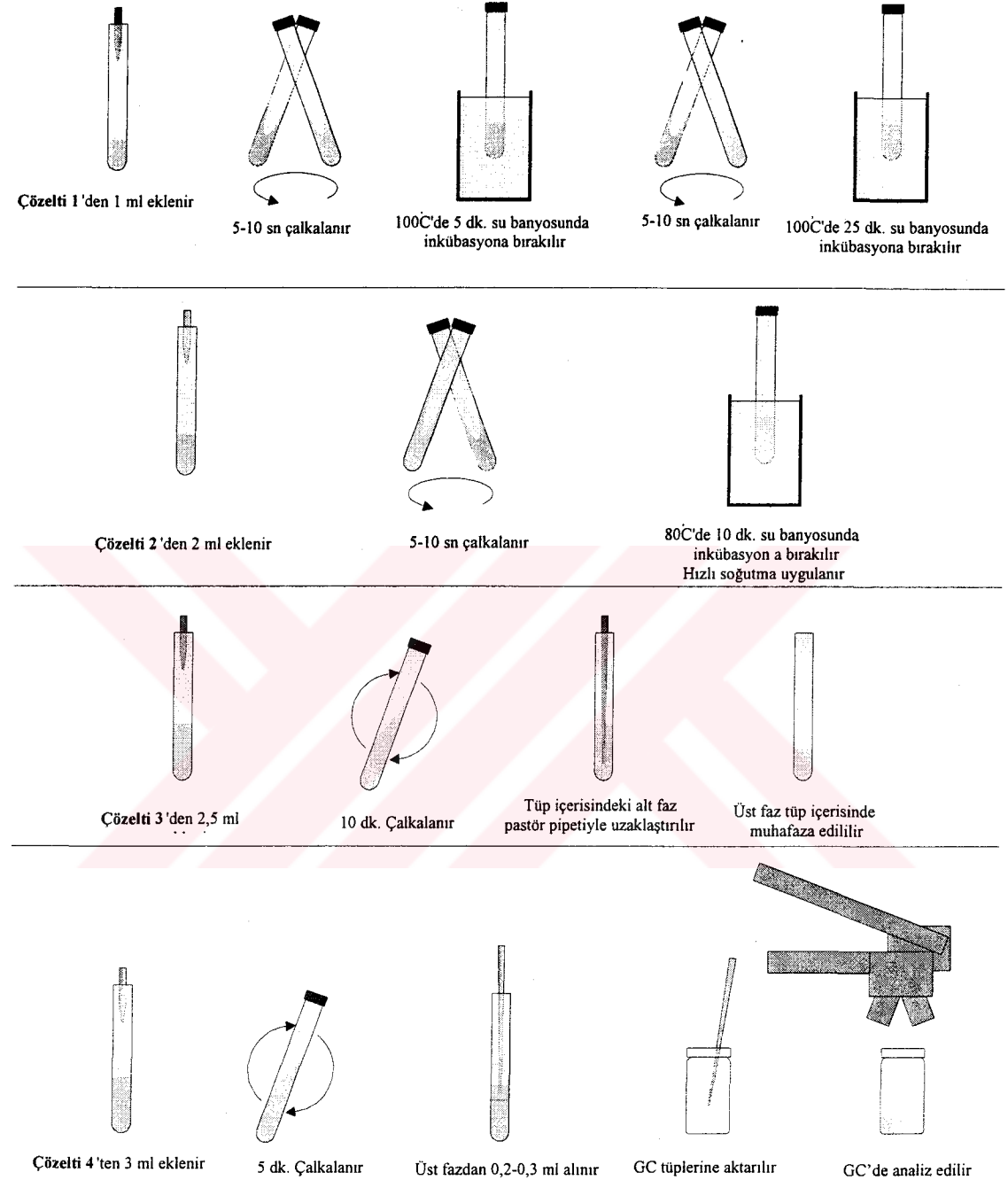
İkinci aşamada test tüplerine 2 ml çözelti 2 den eklenerek 5-10 saniyelik çalkalamadan sonra 80°C 'de 10 dk süreyle su banyosunda bekletilmiş ve hemen akabinde su banyosundan çıkarılan örnekler buz içerisinde hızlı soğutmaya bırakılmıştır. Bu uygulama ile serbest yağ asitlerine ester bağları ile metil eklenmiştir (Şahin 1999).

İyice soğutulmuş tüplere çözelti 3 den 2.5 ml eklenerek 10 dk süreyle çalkalanmış. Böylece alt kısımda asidik, üst kısımda ise organik faz oluşumu sağlanmış. Bir pastör pipeti vasıtasıyla alt kısımdaki asidik faz atılarak üst kısımdaki organik faz tüp içerisinde muhafaza edilmiş, şayet faz oluşumu tam olarak teşekkül etmediyse numuneler santrifüjlenerek faz ayırımı yapılmış ve daha sonra asidik faz pastör pipetiyle uzaklaştırılmıştır (Şahin 1999).

En son aşamada her tüpe 3'er ml çözelti 4 ilave edilip 5 dakika süreyle çalkalandıktan sonra 10 dk oda sıcaklığında bekletilmiş, müteakiben tüp içerisinde ayrışan üst fazdan 0,2-0,3 ml alınarak gaz kromatografisi tüplerine transfer edilmiş. Ağzı sıkıca kapatılan bu tüpler gaz kromatografisindeki örnek depolama tepsisine yerleştirilmiştir. Daha sonra sistem kılavuzunda belirtildiği gibi örnekler ökaryot programı ile çalıştırılarak analiz edilip dokuların yağ asidi profilleri çıkarılmıştır. Yapılan ekstraksiyon işlemleri Şekil 2.2 de şematize edilerek verilmiştir.

Dokuların yağ ekstraksiyonu ve yağ asitleri profilleri gaz kromatografisinde (Şahin, 1999; Anon 2000) kullanmış olduğu metotlara göre yapılmıştır.





Şekil 2.2. Dokulardan Yağ Ekstraksiyonu Metodunun Şematize Edilmesi

2.2.5. Yağ Asitlerinin Belirlenmesi

Biyoteknoloji lâboratuvarında bulunan Hewlett Packard marka gaz kromatografisi yağ asitlerinin total yağ asidi içindeki % miktarlarını, yağ asitlerini numaralandırarak değerlendirme yapmaktadır. Makineye verilen her bir örnek 38 dakika sürmekte, kullanılan kalibrasyon mixini standart kabul ederek ve referans değerlerini de dikkate alarak sonucu vermektedir.

2.2.6. İstatistiki Analizler

Denemeden elde edilen yağ asitleri ve biyokimyasal değerlerin analizinde SAS (1996) paket programının GLM (Genel Linear Modülü) prosedürü ile varyans analizi yapılarak dokular ve işletmeler arası farklar ayrı ayrı istatistiksel olarak test edilmiş, ayrıca dokulara ait ortalamalar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile analiz edilmiştir. Varyans analizi tam şansa bağlı deneme planına göre yürütülmüştür (Yıldız ve Bircan, 1991).

3. SONUÇLAR

Tortum işletmesinden temin edilen bir örnekte adipoz doku tespit edilememiştir. Gonad gelişimi bakımından ise Erzurumdaki işletmeden alınan balıkların tamamında, diğer işletmelerden alınan örnekler içinde ise 6 adet balıkta gonad gelişimi olmadığı için örnek alınamamıştır. Karaciğer ve kas dokusu bütün örneklerde çalışılmış ve her bir doku örneği kendi aralarında farklılıklar göstermiştir.

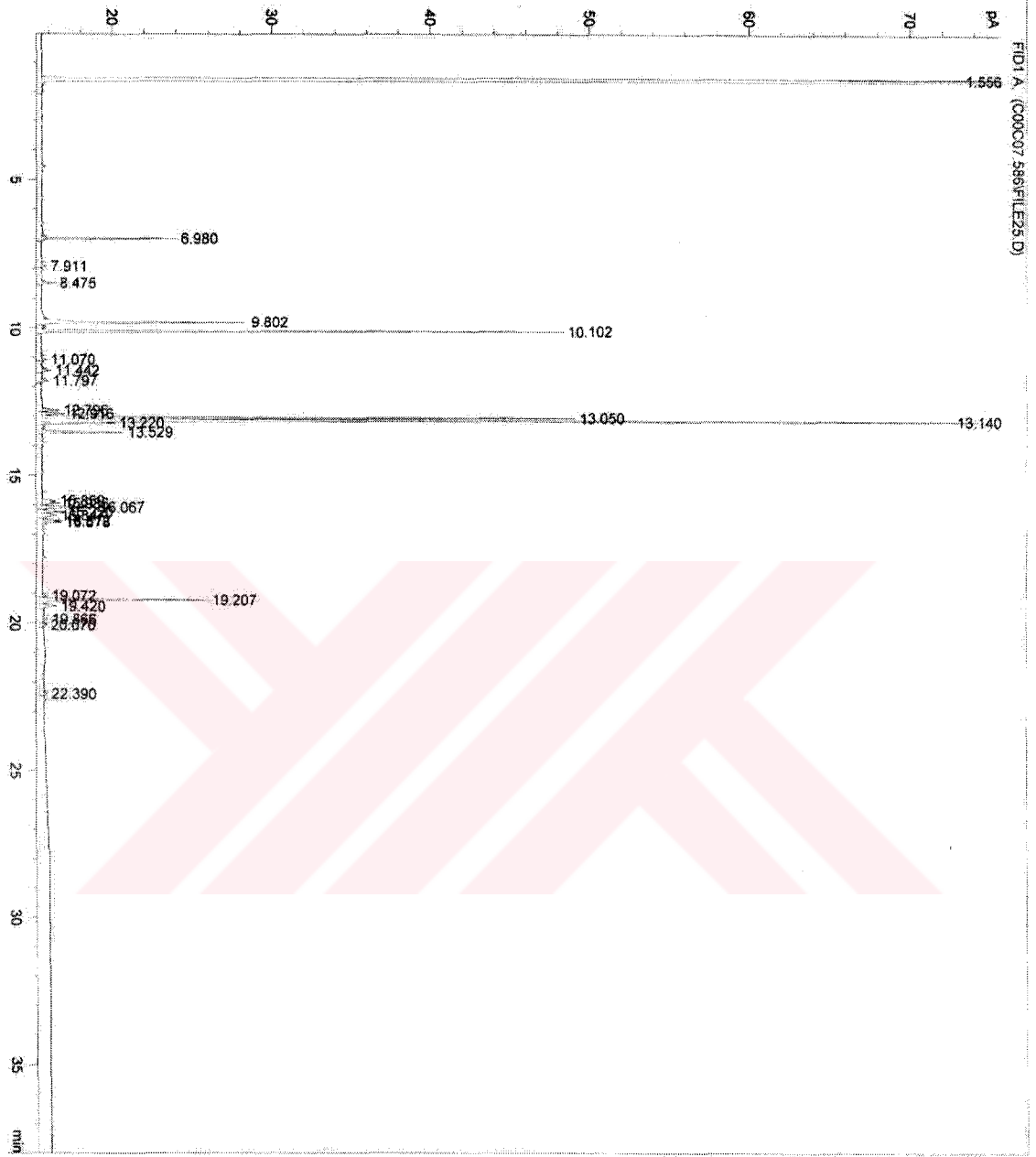
Elde edilen değerler yağ asitlerinin total yağ asidi içindeki % oranları olarak değerlendirilmiştir. Dokular arasında az da olsa farklı yağ asidi değerleri elde edilmiş olup genel değerlendirmede çoğunlukta olan yağ asitleri kullanılmıştır.

Belirlenerek değerlendirilen yağ asitlerinin dışında 12:0, 20:1 n5, 22:2 n6, 20:5 n3 (EPA) gibi yağ asitleri farklı dokularda tespit edilmişlerdir. Bu yağ asitlerinin tespit edildiği örnek sayıları çok az oldukları için değerlendirmeye alınmamışlardır.

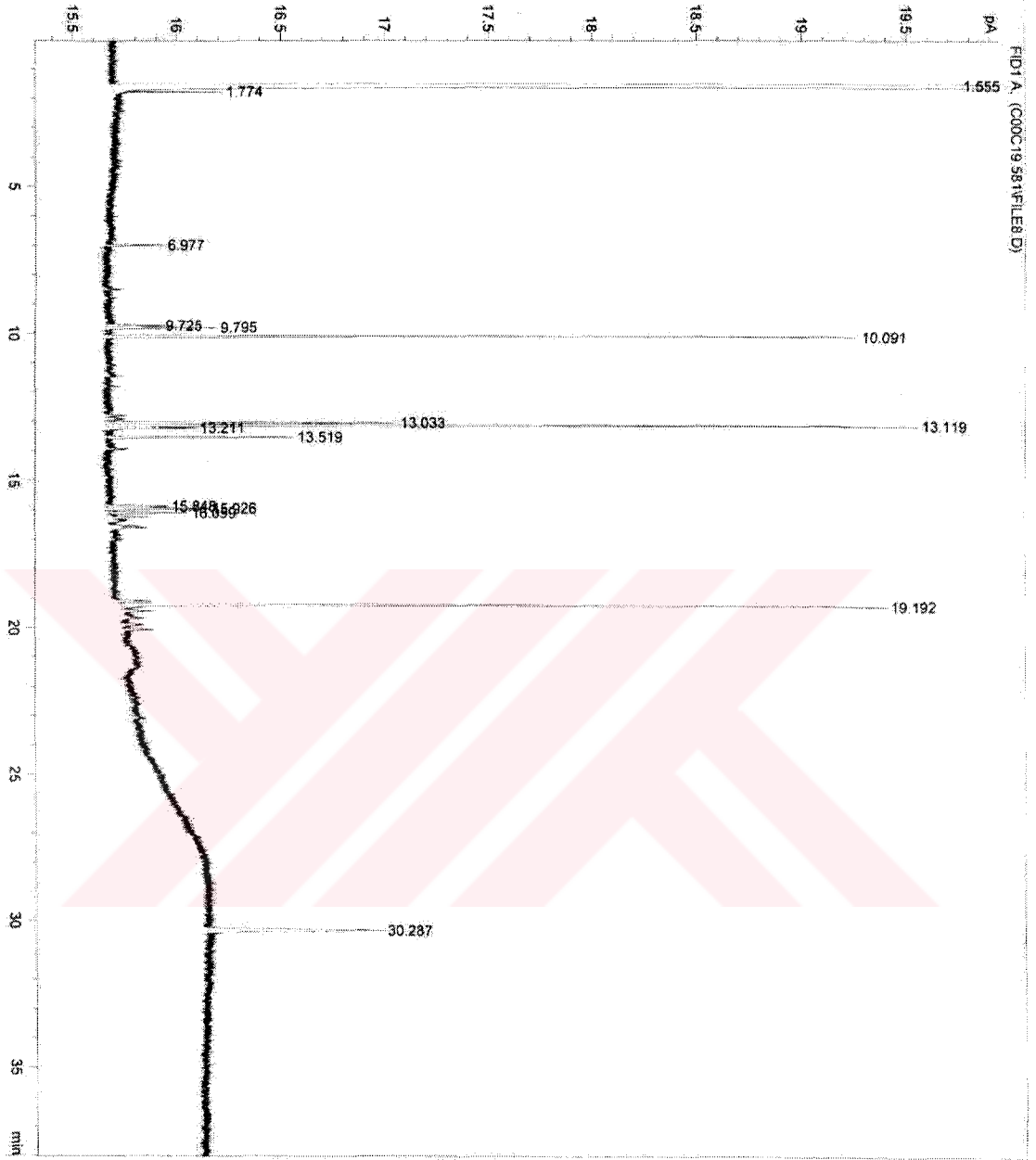
Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 de Oltu işletmesine ait balıklardan seçilen tek bir balığa ait adipoz ve kas dokuları ile gonad ve karaciğere ait yağ asidi profilleri sunulmuştur.

3.1. Dokulara Ait Yağ Asidi Değerlerinin Grafikleri

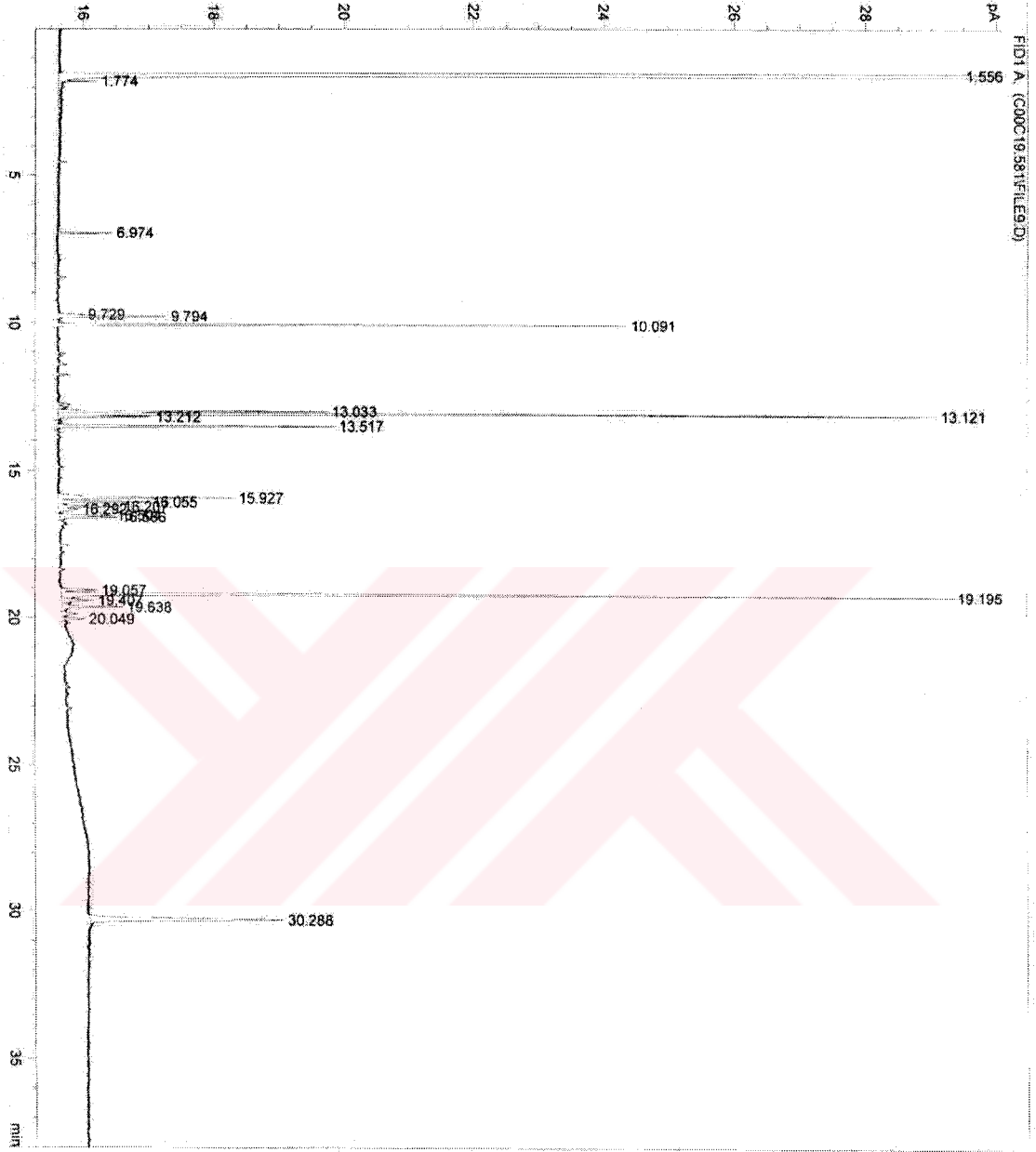
Doku ve organlara ait yağ asidi profilleri ve değerleri örnek teşkil etmesi ve değerlendirmede farklılıkların belirlenmesi amacıyla Oltu işletmesinden alınan balıklardan elde edilen adipoz, gonad, karaciğer ve kasa ait örnekleri grafik ve değerlendirmeleri Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 de verilmiştir. Dokuların grafiklerine bakıldığında özellikle bazı yağ asitlerinin dokulara has olduğu görülmektedir. Örneğin adipoz dokuda geliş zamanı (RT) 13 olan yağ asidi en önemli değeri oluşturmaktadır. Bu durum diğer organlarda görülse de farklı yağ asitleri devreye girmektedir.



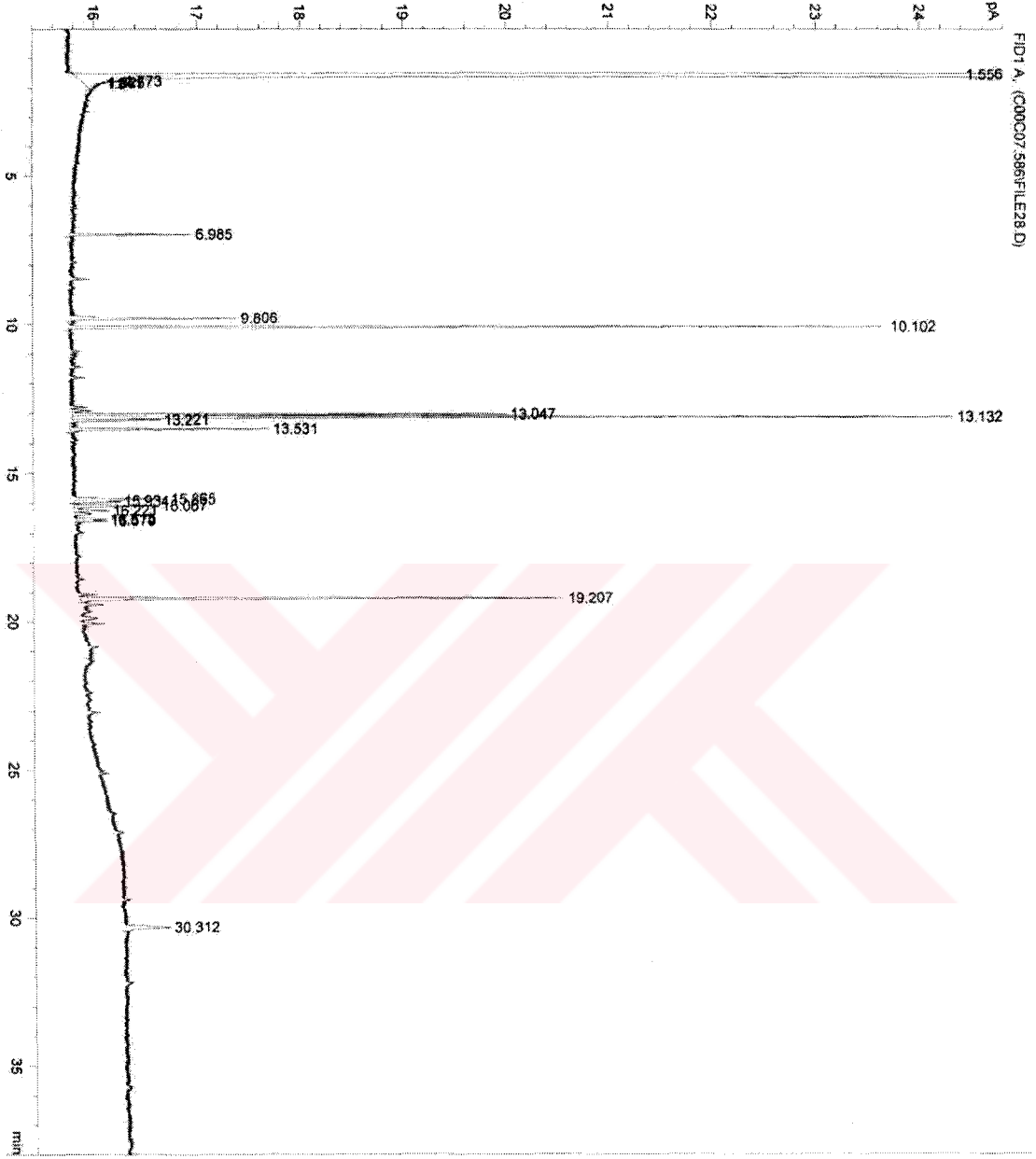
Şekil 3.1. Oltu İşletmesinden Alınan Bir Gökkuşığı Alabalığında (*O. mykiss*) Adipoz Dokusunun Yağ Asidleri Grafiği



Şekil 3.2. Oltu İşletmesinden Alınan Bir Gökkuşığı Alabalığında (*O. mykiss*) Gonad Yağ Asidleri Grafiği



Şekil 3.3. Oltu İşletmesinden Alınan Bir Gökkuşuğu Alabalığında (*O. mykiss*) Karaciğer Yağ Asidleri Grafiği



Şekil 3.4. Oltu İşletmesinden Alınan Bir Gökkuşığı Alabalığında (*O. mykiss*) Kas Dokusunun Yağ Asidleri Grafiği

3.2. Tortum İşletmesinden Alınan Balıkların Dokularındaki Yağ Asidi Profilleri

İşletmeye ait balıklardan alınan doku ve organ örneklerinin analiz sonuçları Tablo 3.1-3.4 de ve çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo3.5 de verilmiştir.

Tablo 3.1. Tortum Alapınar Köyü İşletmesi Gökkuşluğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Adipoz Dokusu Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)	4.Balık (%)
12:0	0.27	-	0.28	-
14:0	2.60	2.64	2.84	2.40
15:0	0.36	0.34	0.32	-
16:1 n9	-	-	-	-
16:1 n7	5.55	5.60	6.48	4.81
16:0	13.46	13.60	12.98	12.83
17:1 n8	-	0.24	-	-
17:0	-	-	-	-
18:3 n6	0.67	0.86	0.63	1.81
18:4 n3	0.84	0.73	0.74	1.01
18:2 n6	17.32	17.35	17.78	16.93
18:1 n9	49.95	48.63	47.90	54.80
18:0	2.01	2.06	1.96	2.58
20:4 n6	0.53	0.96	0.71	-
20:3 n6	0.68	0.66	0.72	-
20: İSO	-	-	-	-
20:2 n6	0.59	0.58	0.65	-
20:1 n9	0.86	0.88	1.05	-
22:6 n3	2.12	2.63	2.63	2.82
22:5 n3	-	-	-	-
18:1 n9t	1.64	1.73	1.78	-
22:1 n6	-	-	-	-
SFA	18.43	18.64	18.1	17.81
MUFA	58	57.08	57.21	59.61
n6 PUFA	19.79	20.41	20.49	18.74
n3 PUFA	2.96	3.36	3.37	3.83
n3/n6	0.14	0.16	0.16	0.2

Özellikle doymuş yağ asitleri %50 yi geçen oranlarıyla dikkat çekmektedir. Balık örneklerinin tümünde benzer değerler elde edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri içinde n3 PUFA miktarlarının düşük olması n3/n6 değerini etkilemiştir.

Tablo 3.2. Tortum Alapınar Köyü İşletmesi Gökkuşığı (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Gonadlarındaki Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)	4.Balık (%)
14:0	1.51	-	-	-
15:0	-	-	-	-
16:1 n9	-	2.97	2.47	2.29
16:1 n7	-	-	2.99	4.96
16:0	28.66	24.85	25.25	22.71
17:1 n8	-	-	-	-
17:0	-	-	-	-
18:3 n6	-	-	-	-
18:4 n3	-	-	-	-
18:2 n6	4.43	6.07	5.92	6.91
18:1 n9	25.22	27.98	30.65	34.6
18:0	7.33	5.54	6.54	3.09
20:4 n6	5.56	4.92	5.24	3.18
20:3 n6	-	-	-	-
20: İSO	-	-	-	-
20:2 n6	-	-	-	-
20:1 n9	-	-	-	-
22:6 n3	28.8	27.68	20.94	18.47
22:5 n3	-	-	-	-
18:1 n9t	-	-	-	2.28
22:1 n6	-	-	-	-
SFA	37.5	30.39	31.79	25.8
MUFA	25.22	30.95	33.12	36.89
n6 PUFA	9.99	10.99	11.16	10.09
n3 PUFA	28.8	27.68	20.94	18.47
n3/n6	2.88	2.51	1.87	1.83

Gonadların yağ asidi profillerine bakıldığında özellikle 22:6 n-3 yağ asidi miktarının adipoz dokusuna kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Yağ asidi değerleri bakımından fazla bir varyasyon göstermeyen 7-8 farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Ayrıca n3/n6 oranı oldukça yüksek çıkmıştır. SFA ve MUFA değerleri birbirine yakın çıkarken, PUFA değerleri adipoz dokusuna oranla daha yüksek çıkmıştır. Örnekler içerisinde 18:1 n9 en yüksek değere sahip olması ayrıca dikkat çekmektedir.

Tablo 3.3. Tortum Alapınar Köyü İşletmesi Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Karaciğer Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)	4.Balık (%)	5.Balık (%)
14:0	1.85	1.06	1.58	1.49	1.68
15:0	-	-	-	-	-
16:1 n9	0.64	-	-	-	-
16:1 n7	9.98	-	9.34	6.18	8.52
16:0	18.23	19.9	21.3	20.49	18.47
17:1 n8	-	-	-	-	-
17:0	-	-	-	-	-
18:3 n6	-	-	-	-	0.47
18:4 n3	-	-	-	-	0.44
18:2 n6	4.16	7.13	2.97	4.19	4.47
18:1 n9	37.17	21.75	27.48	27.32	34.67
18:0	5.37	9.6	5.19	7.01	4.05
20:4 n6	3.39	7.99	5.42	5.01	4.62
20:3 n6	1.16	2.99	1.41	3.41	2
20: İSO	-	-	-	-	-
20:2 n6	-	1.13	-	0.64	0.37
20:1 n9	1.24	1.31	0.93	1.92	1.02
20:5n3	1.12	-	1.85	1.66	1.25
22:6 n3	12.53	21.28	17.57	14.90	12.73
22:5 n3	-	0.72	-	-	0.44
18:1 n9t	2.21	1.39	2.05	2.36	2.28
22:1 n6	-	-	-	0.73	0.41
SFA	-	30.56	28.07	28.97	24.2
MUFA	-	26.05	39.8	37.78	46.49
n6 PUFA	-	19.24	9.8	13.98	12.64
n3 PUFA	-	12.53	17.57	14.9	13.55
n3/n6	-	0.65	1.79	1.06	1.07

Karaciğerdeki yağ asitlerinin en belirgin özelliği diğer doku ve organlarda tespit edilemeyen 20:5 n3 yağ asidinin tespit edilmesidir. EPA sadece diğer dokularda değil aynı zamanda farklı işletmelere ait balıkların dokularında da tespit edilememiştir. EPA (20:5 n3) %1.12- 1.85 lik değeriyle düşük olmasına rağmen varlığı oldukça önemlidir. En yüksek yağ asidi değerini 18:1 n9 oluştururken, bunu 16:0 izlemiştir.

Tablo 3.4. Tortum Alapınar Köyü İşletmesi Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Kas Dokusu Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)	4.Balık (%)	5.Balık (%)
14:0	1.54	1.06	1.58	1.49	1.68
15:0	-	-	-	-	0.42
16:1 n9	-	-	-	-	-
16:1 n7	3.5	-	3.46	3.42	4.92
16:0	17.73	21.56	18.68	16.76	13.64
17:1 n8	-	-	-	-	-
17:0	-	-	-	-	-
18:3 n6	-	-	0.44	-	1.64
18:4 n3	-	-	0.44	-	1.11
18:2 n6	12.49	9.04	11.05	11.55	16.8
18:1 n9	43.35	-	40.74	36.37	48.31
18:0	3.31	6.72	3.73	2.56	1.85
20:4 n6	1.74	3.57	2.06	1.77	1
20:3 n6	0.88	1.53	0.95	1.06	0.74
20: İSO	-	-	-	-	-
20:2 n6	-	-	0.72	0.66	0.36
20:1 n9	-	-	0.88	0.73	0.52
22:6 n3	13.72	-	12.12	16.94	-
22:5 n3	-	1.22	0.39	-	-
18:1 n9t	1.75	-	1.6	1.65	1.73
22:1 n6	-	1.37	0.46	-	-
SFA	22.58	-	23.94	21.15	18.3
MUFA	48.6	-	46.68	42.15	55.48
n6 PUFA	15.11	15.51	15.68	15.04	-
n3 PUFA	13.72	-	12.95	16.94	-
n3/n6	0.9	-	0.82	1.12	-

Kas dokusu profilinde n3/n6 oranı yaklaşık 1 civarında olup bu değer adipoz, gonad ve karaciğerde ayrıldığı görülmektedir. En fazla bulunan yağ asidi 18:1 n9 olurken bunu 16:0, 22:6 n3 ve 18:2 n6 takip etmiştir. Özellikle tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri oranlarının fazlalığı dikkat çekmektedir. Kas dokusunda AA tespit edilemezken esansiyel yağ asitlerinden olan büyüme ve üremede etkili olan DHA (22:6 n3) miktarı değişmiştir. En çok değişkenlik gösteren yağ asitleri tekli doymamış yağ asitleri olurken, bu değerlerin düşük olduğu balıklarda n3 PUFA miktarı yüksek çıkmıştır.

Tablo 3.5. Tortum Alapınar Köyü Alabalıklarının Adipoz ve Kas Dokuları ile Gonad ve Karaciğerlerindeki Yağ Asitlerinin Ortalama Değerleri ile Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Yağ asidi	n	Adipoz	n	Gonad	n	Karaciğer	n	Kas	P
14:0	4	2.62±0.19 ^a	1	1.51	5	1.53 ±0.17 ^b	5	1.62 ±0.17 ^{ab}	**
15:0	3	0.34± 0.01	-	-	-	-	1	0.42	-
16:1 n9	-	-	3	2.57 ±0.35	1	0.64	-	-	-
16:1 n7	4	5.61 ±0.57 ^b	2	3.97 ±0.81 ^b	4	8.50 ±0.57 ^a	4	3.82 ±0.57 ^b	**
16:0	4	13.21±1.02 ^c	4	25.36±1.02 ^a	5	19.53±0.92 ^b	5	17.71±0.92 ^b	**
17:1 n8	1	0.24	-	-	-	-	-	-	-
17:0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18:3 n6	4	0.99 ±0.32	-	-	1	0.06	2	1.04 ±0.45	Ö.S
18:4 n3	4	0.83 ±0.13	-	-	1	0.44	2	0.77 ±0.18	Ö.S
18:2 n6	4	17.34±0.91 ^a	4	5.83 ±0.91 ^c	5	4.64 ±0.81 ^c	5	12.18±0.81 ^b	**
18:1 n9	4	50.32±2.44 ^a	4	29.61±2.61 ^b	5	29.67±2.16 ^b	4	42.2 ±2.44 ^a	**
18:0	4	2.15 ±0.87 ^{ab}	4	5.62 ±0.87 ^a	5	6.24 ±0.78 ^a	5	3.63 ±0.78 ^{ab}	*
20:4 n6	3	0.73 ±0.68 ^b	4	4.72 ±0.59 ^a	5	5.28 ±0.53 ^a	5	2.028±0.53 ^b	**
20:3 n6	3	0.68 ±0.37 ^b	-	-	5	2.19 ±0.28 ^a	5	1.03 ±0.28 ^{ab}	*
20: İSO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20:2 n6	3	0.60 ±0.14	-	-	5	0.71 ±0.14	3	0.58 ±0.14	Ö.S
20:1 n9	3	0.93 ±0.16	-	-	5	1.28 ±1.13	3	0.71 ±0.16	Ö.S
20:5 n3	-	-	-	-	1	1.47	-	-	-
22:6 n3	4	2.55 ±1.73 ^c	4	23.97±1.73 ^a	5	15.73±1.55 ^b	3	14.26±2.01 ^b	**
22:5 n3	-	-	-	-	2	0.58 ±0.31	2	0.80 ±0.31	Ö.S
18:1 n9t	3	1.71 ±0.15	1	2.28	5	2.05 ±0.11	4	1.68 ±0.13	Ö.S
22:1 n6	-	-	-	-	2	0.57 ±0.34	2	0.91 ± 0.34	Ö.S
SFA	4	18.24±1.51 ^a	4	31.37±1.51 ^a	4	27.95±1.51 ^a	4	21.49±1.51 ^b	**
MUFA	4	57.97±2.83 ^a	4	31.54±2.83 ^c	4	37.53±2.83 ^{bc}	4	48.22±2.83 ^{ab}	**
n6 PUFA	4	19.85±1.02 ^a	4	10.55±1.02 ^c	4	13.91±1.02 ^{bc}	4	15.32±1.02 ^b	**
n3 PUFA	4	3.38 ±1.51 ^c	4	23.97±1.51 ^a	4	14.58±1.51 ^b	4	14.53±1.74 ^b	**
n3/n6	4	0.17±0.18 ^c	4	2.27±0.18 ^a	4	1.14±0.18 ^b	4	0,94±0.21 ^{bc}	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilenler istatistiki olarak önemli bulunmuştur

Tek olan veriler değerlendirmeye alınmamıştır Ö.S.= Önemsiz, **=P<0.01, *=P<0.05

Dokuların genel karşılaştırmalarında gonadın adipoz, karaciğer ve kas dokusundan farklı olduğu görülmüştür. Özellikle gonadın farklı olması üremede önemli olan ve gonadların yapısını oluşturan yağ asitlerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Gonadlarda n3 PUFA miktarlarının yüksek olması bu farklılığın oluşmasında etkili olmuştur.

Ayrıca adipoz dokusunun n3 PUFA 3.38 ± 0.35 'lik değeriyle çok düşük olduğu, en yüksek n3 PUFA miktarı 23.97 ± 1.51 'le gonadda tespit edilmiştir. Adipoz dokusunun özellikle tekli doymamış yağ asidi bakımından çok yüksek olurken, n3/n6 oranları bakımından karaciğer ve kasa yakın değerlere sahip olmuşlardır.

En yüksek n3/n6 oranı gonadlarda tespit edilmiştir. Yağ asidi sayısı bakımından adipoz daha zengin olup en fakir gonad olmuştur. Gonadda doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerinin neredeyse eşit değerler vermişlerdir.

Genel olarak dokular arasında SFA, MUFA, n3 PUFA ve n6 PUFA miktarlarının önemli seviyede farklı oldukları belirlenmiştir.

3.3. Pasinler Merkez İşletmesinden Alınan Balıkların Dokularındaki Yağ Asidi Profilleri

Pasinler merkez işletmesinden alınan balıkların karaciğer ve gonad ile adipoz ve kas dokularının yağ asidi değerleri Tablo 3.6-3.9'da ve işletmeye ait verilerin çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir. Balıklara ait değerlerin ferdi varyasyon göstermelerinden ve bazı dokuların bütün örneklerde mevcut olmadığı tablolarda gözükmemektedir.

Tablo 3.6. Pasinler Merkez İşletmesi Gökkuşığı (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Adipoz Dokusu Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)	4.Balık (%)	5.Balık (%)
14:0	-	6.41	4.76	5.69	5.51
15:İSO	0.41	0.32	-	-	-
15:0	1.04	0.85	0.78	0.83	1.08
16:1 n9	1.01	0.79	0.74	0.63	0.63
16:1 n7	11.46	8.75	6.79	7.71	7.72
16:0	17.05	16.57	15.7	18.51	17.72
17:1 n8	0.54	0.48	-	0.5	0.46
17:0	0.4	0.43	-	0.51	0.53
18:3 n6	0.57	0.56	-	0.46	0.44
18:4 n3	2.53	1.72	1.11	1.28	1.23
18:2 n6	14.94	13.93	13.9	13.04	13.33
18:1 n9	27.1	27.87	35.64	32.29	32.93
18:0	1.83	1.67	2.77	2.77	2.53
20:4 n6	0.98	0.86	0.83	0.74	0.78
20:3 n6	0.45	0.42	0.56	-	-
20: İSO	1.16	0.99	1.14	0.95	0.97
20:2 n6	0.53	0.43	0.74	0.45	0.53
20:1 n9	0.67	0.45	1.41	0.66	0.68
22:6 n3	-	12.31	9.05	8.69	8.95
22:5 n3	-	1.29	1.21	1.01	1.11
18:1 n9t	2.45	2.55	2.88	2.73	2.87
22:1 n6	-	-	0.55	-	-
SFA	20.32	25.93	24.01	28.31	26.87
MUFA	44.23	40.89	47.46	44.02	44.83
n6 PUFA	17.47	16.2	16.58	14.69	15.08
n3 PUFA	-	15.32	11.37	10.98	11.29
n3/n6	-	0.94	0.68	0.74	0.74

Balıkların adipoz dokuları yağ asidi değerleri yakın olup, özellikle tekli doymamış yağ asidinin yüksek olması dikkat çekicidir. N3/n6 oranının birin altında çıkması n6 PUFA'nın yüksek olmasından ileri gelmektedir.

Tablo 3.7. Pasinler Merkez İşletmesi Gökkuşığı (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Gonadlarındaki Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)
14:0	3.14	2.69
15:ISO	2.6	-
15:0	-	-
16:1 n9	-	-
16:1 n7	5.64	5.95
16:0	21.74	21.86
17:1 n8	-	-
17:0	-	-
18:3 n6	-	-
18:4 n3	-	-
18:2 n6	7.39	7.16
18:1 n9	23.29	24.24
18:0	4.98	4.21
20:4 n6	3.17	3.38
20:3 n6	-	-
20: ISO	-	-
20:2 n6	-	-
20:1 n9	-	-
22:6 n3	27.01	24.58
22:5 n3	-	-
18:1 n9t	3.43	3.48
22:1 n6	-	-
SFA	29.86	28.78
MUFA	32.36	33.67
n6 PUFA	10.56	10.54
n3 PUFA	27.01	24.58
n3/n6	2.55	2.33

İşletmeden alınan örnekler içerisinde gonad gelişimi sadece iki balıkta tespit edilmiştir. Alınan her iki örneğin değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır. Özellikle doymuş (SFA), tekli doymamış (MUFA), n3 ve n6 (PUFA) miktarları benzer çıkmıştır. Örnek sayısının az olmasına rağmen gonadı karakterize eden yağ asitleri tespit edilmiştir. Bunların içinde 22:6 n3 yağ asidi miktarlarının %27-24 çıkması diğer işletmelerdeki balıkların gonad değerlerinden farklı olmadığını göstermiştir. Ayrıca 18:1 n9 ve 16:0 yağ asitlerinin miktarı ve n3/n6 oranı yüksek bulunmuştur.

Tablo 3.8. Pasinler Merkez İşletmesi Gökkuşacağı (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Karaciğer Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)	4.Balık (%)	5.Balık (%)
14:0	2.78	1.84	1.49	1.82	2.33
15:0	0.6	0.55	0.61	-	0.49
16:1 n9	0.59	0.57	0.44	-	0.62
16:1 n7	4.13	2.82	2.05	2.76	3.54
16:0	20.62	19.34	20.14	20.17	21.23
17:1 n8	-	-	-	-	-
17:0	0.51	0.56	0.74	-	0.53
18:3 n6	-	-	-	-	-
18:4 n3	0.7	-	-	-	-
18:2 n6	6.61	5.02	5.82	5.43	6.07
18:1 n9	18.53	14.96	12.34	19.12	18.03
18:0	5.92	7	7.18	8.76	5.83
20:4 n6	3.81	4.36	4.96	4	3.44
20:3 n6	0.84	0.58	0.64	-	0.52
20: İSO	-	-	-	-	-
20:2 n6	0.92	1.21	1.13	1.14	0.71
20:1 n9	0.77	1.03	0.53	1.46	0.82
22:6 n3	27.07	33.43	36.14	30.28	27.46
22:5 n3	1.23	1.77	1.88	1.01	1.34
18:1 n9t	2.13	2.23	1.95	2.07	2.28
22:1 n6	0.97	1.09	1.14	1.18	1.01
SFA	30.43	29.29	30.16	30.75	30.41
MUFA	26.15	21.61	17.31	25.41	25.29
n6 PUFA	13.15	12.26	13.69	11.75	11.75
n3 PUFA	29	35.2	38.02	31.29	38.8
n3/n6	2.2	2.87	2.77	2.66	3.3

Karaciğerin n3/n6 oranları Tortum işletmesinden alınan balıkların karaciğerlerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca ilk işletmenin balıklarında bulunan EPA (20:5 n3) tespit edilememiştir. DHA (22:6 n3) değerleri de oldukça yüksek çıkarken, 18:1 n9 ve 16:0 nispeten düşük olmuştur. Araşidonik asit, doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri miktarları da örneklerde birbirine yakın bulunmuştur. Özellikle n3 PUFA miktarının çok yüksek çıktığı görülmektedir. Genellikle diğer dokularda 18:1 n9 en yüksek değeri oluştururken karaciğerde 16:0'ın daha yüksek değere sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 3.9. Pasinler Merkez İşletmesi Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Kas Dokusu Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)	4.Balık (%)	5.Balık (%)
14:0	2.8	2.53	3.22	2.36	2.8
15:0	0.67	-	-	-	-
16:1 n9	0.49	-	-	-	-
16:1 n7	3.88	4.23	5.97	3.4	4.4
16:0	23.02	24.24	22.35	24.51	23.68
17:1 n8	-	-	-	-	-
17:0	0.54	-	-	-	-
18:3 n6	-	-	-	-	-
18:4 n3	0.76	-	-	-	-
18:2 n6	7.07	6.39	8.82	5.95	6.47
18:1 n9	19.8	19.47	23.43	18.72	19.17
18:0	4.02	5.71	4.55	6.46	5.62
20:4 n6	1.28	1.51	-	1.7	1.6
20:3 n6	-	-	-	-	-
20: İSO	-	-	-	-	-
20:2 n6	0.17	-	-	-	-
20:1 n9	-	-	-	-	-
22:6 n3	28.28	30.73	27.23	32.89	30.77
22:5 n3	1.96	1.44	1.72	1.62	1.38
18:1 n9t	2.63	2.52	2.71	2.39	3.01
22:1 n6	-	-	-	1.62	-
SFA	31.05	32.48	30.12	33.33	32.1
MUFA	26.8	26.22	32.11	24.51	26.58
n6 PUFA	8.52	7.9	8.82	9.27	8.07
n3 PUFA	31	32.16	28.95	34.51	32.15
n3/n6	3.63	4.07	3.28	3.72	3.98

Kas dokuları yağ asidi değerleri içerisinde özellikle SFA, MUFA, n3 ve n6 PUFA miktarlarının örnekler arasında çok yakın çıkmıştır. İlk örneğin yağ asidi değerleri bazı yağ asitleri bakımından farklılık gösterse de bu durum doymuş ve doymamış yağ asidi oranlarına yansımamıştır. Ayrıca DHA (22:6 n3) miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle çoklu doymamış yağ asidi miktarlarının %40 civarında olması kas dokusunun besin bakımından değerli olduğunu göstermektedir. Kas karaciğerde olduğu gibi 16:0 yağ asidini 18:1 n9 dan daha fazla ihtiva etmiştir.

Tablo 3.10. Pasinler İşletmesi Balıklarının Gonad, Karaciğer ile Adipoz ve Kas Dokuları Yağ Asitlerinin Ortalama Değerleri İle Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Yağ asidi	n	Adipoz	n	Gonad	n	Karaciğer	n	Kas	P
14:0	4	5.95±0.24 ^a	2	2.91 ±0.34 ^b	5	2.05 ±0.22 ^b	5	2.74±0.22 ^b	**
15:0	5	0.91±0.03 ^a		-	4	0.56±0.05 ^b	1	0.67	**
16:1 n9	5	0.76±0.05		-	4	0.55±0.06	1	0.49	Ö.S
16:1 n7	5	8.48±0.54 ^a	2	5.79 ±0.86 ^b	5	3.06±0.54 ^c	5	4.37±0.54 ^{bc}	**
16:0	5	17.11±0.38 ^c	2	21.81±0.61 ^{ab}	5	20.3±0.38 ^b	5	23.56±0.38 ^a	**
17:1 n8	4	0.49±0.03		-		-		-	-
17:0	4	0.46±0.04		-	4	0.58±0.01	1	0.54	Ö.S
18:3 n6	4	0.5 ±0.06		-		-		-	-
18:4 n3	5	1.61 ±0.29		-	1	0.7	1	0.76	-
18:2 n6	5	13.82±0.36 ^a	2	7.27 ±0.57 ^b	5	5.79±0.36 ^b	5	6.94±0.36 ^b	**
18:1 n9	5	31.36±1.19 ^a	2	23.76±1.88 ^b	5	16.59±1.19 ^c	5	20.11±1.19 ^{bc}	**
18:0	5	2.31 ±0.41 ^c	2	4.59±0.64 ^b	5	6.93±0.41 ^a	5	5.27±0.41 ^{bc}	**
20:4 n6	5	0.83 ±0.15 ^c	2	3.27 ±0.24 ^b	5	4.11±0.15 ^a	4	1.52±0.17 ^c	**
20:3 n6	3	0.47 ±0.06		-	4	0.64±0.05		-	Ö.S
20: İSO	5	1.04 ±0.09		-		-		-	-
20:2 n6	5	0.53 ±0.07 ^b		-	5	1.02±0.07 ^a	1	0.17	*
20:1 n9	5	0.77 ±0.16		-	5	0.92±0.16		-	Ö.S
22:6 n3	4	9.75 ±1.38 ^b	2	25.79±1.96 ^a	5	30.87±1.24 ^a	5	29.98±1.24 ^a	**
22:5 n3	4	1.15 ±0.13		-	5	1.44±0.12	5	1.62±0.12	Ö.S
18:1 n9t	5	2.69 ±0.08 ^b	2	3.45±0.12 ^a	5	2.13±0.08 ^c	5	2.65±0.08 ^b	*
22:1 n6	1	0.55		-	5	1.07±0.03	1	1.62	-
SFA	5	25.08±0.84 ^b	2	29.32±1.33 ^a	5	30.2 ±0.84 ^a	5	31.81±0.84 ^a	*
MUFA	5	44.28±1.31 ^a	2	33.01±2.06 ^b	5	23.15±1.31 ^c	5	27.24±1.31 ^{bc}	**
n6 PUFA	5	16.01±0.37 ^a	2	10.55±0.59 ^c	5	12.52±0.37 ^b	5	8.51±0.59 ^d	**
n3 PUFA	4	12.24±1.42 ^c	2	25.79±2.01 ^b	5	32.46±1.27 ^a	5	31.75±1.27 ^{ab}	**
n3/n6	4	0.76±0.15 ^c	2	2.44±0.21 ^b	5	2.76±0.13 ^b	5	3.73±0.13 ^a	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilenler istatistiki olarak önemli bulunmuştur

Tek olan veriler değerlendirmeye alınmamıştır Ö.S.= Önemli, **=P<0.01, *=P<0.05

Dokuların n3/n6 değerleri bakımından en yüksek değere kas dokusunun sahip olduğu, karaciğer, gonad ve adipozun ise kasa oranla daha düşük oldukları görülmüştür. Genel olarak adipoz dokusu PUFA bakımından daha düşük olurken özellikle MUFA bakımından yüksek çıkmıştır. Adipozdaki PUFA miktarının düşüşü 22:6 n3 yağ asidi miktarının azlığından kaynaklanmıştır. SFA, MUFA, n3 PUFA ve n6 PUFA miktarları bakımından dokular arasında çok önemli farklılık görülmektedir.

3.4. Oltu İşletmesinden Alınan Balıkların Dokularındaki Yağ Asidi Profilleri

Oltu işletmesinden alınan örneklerin analiz sonuçları dokulara bağlı olarak sırasıyla Tablo 3.11-3.14' de ve dokular arası yapılan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 3.15 de verilmiştir.

Tablo 3.11. Oltu İşletmesine Ait Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Adipoz Dokusu Yağ asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)	4.Balık (%)	5.Balık (%)
14:0	3.96	3.49	3.61	3.46	3.98
15:ISO	0.2	-	0.19	-	-
15:0	0.46	0.59	0.47	-	0.44
16:1 n9	-	0.6	-	-	-
16:1 n7	7.8	5.54	6.82	6.74	7.72
16:0	16.72	16.26	15.53	16.03	15.58
17:1 n8	0.35	0.29	0.33	-	0.33
17:0	0.29	0.35	0.26	-	0.23
18:3 n6	0.62	0.43	0.5	-	0.7
18:4 n3	0.98	0.74	0.78	0.91	0.98
18:2 n6	18.94	19.15	20.04	17.63	17.93
18:1 n9	33.87	35.51	37.77	36.59	36.21
18:0	2.69	3.02	2.33	3.52	2.52
20:4 n6	0.67	0.98	0.61	0.9	0.83
20:3 n6	0.8	0.85	0.58	0.93	0.89
20: İSO	0.83	0.75	0.64	-	0.87
20:2 n6	0.6	0.98	0.61	1.04	0.72
20:1 n9	0.54	0.84	0.67	1.18	1
22:6 n3	6.09	6.4	5.15	8.46	6.3
22:5 n3	0.53	0.55	0.48		0.51
18:1 n9t	2.28	2.71	2.36	2.62	2.03
22:1 n6	0.18	-	-	-	-
SFA	24.12	23.71	22.2	23.01	22.75
MUFA	44.84	45.49	47.95	47.13	47.29
n6 PUFA	21.81	22.39	22.34	20.5	21.07
n3 PUFA	7.6	7.69	6.41	9.47	7.79
n3/n6	0.34	0.34	0.28	0.46	0.36

Adipoz dokusunun MUFA miktarları %50'ye varan oranlarıyla en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. MUFA içerisinde ise 18:1 n9'un en yüksek paya sahip olduğu, n3/n6 değerinin ise düşüklüğü dikkat çekmiştir. Balıkların adipoz dokusu yağ asidi

profilleri genel olarak benzer oldukları fakat bunun yanı sıra 4. Örnekte bazı yağ asitlerinin bulunmadığı görülmüştür.

Tablo 3.12. Oltu İşletmesine Ait Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Gonadlarındaki Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık(%)	3.Balık(%)
14:0	2.28	2.7	1.63
15:0	-	-	-
16:1 n9	-	-	2.08
16:1 n7	3.98	4.22	3.59
16:0	20.78	22.41	21.27
17:1 n8	-	-	-
17:0	-	-	-
18:3 n6	-	-	-
18:4 n3	-	-	-
18:2 n6	12.9	10.49	8.43
18:1 n9	30.87	29.95	25.67
18:0	6.15	7.09	5.29
20:4 n6	2.59	3.87	3.58
20:3 n6	-	-	-
20: İSO	-	-	-
20:2 n6	-	-	-
20:1 n9	-	-	-
22:6 n3	17.49	19.28	25.64
22:5 n3	-	-	-
18:1 n9t	2.97	-	2.81
22:1 n6	-	-	-
SFA	29.21	32.2	28.19
MUFA	37.82	34.17	34.15
n6 PUFA	15.49	14.36	12.01
n3 PUFA	17.49	19.28	25.64
n3/n6	1.12	1.34	2.13

İşletmeye ait balıklardan sadece 3'ünde gonad gelişimi tespit edilmiş olup alınan örneklerden elde edilen değerler benzerlik göstermiştir. Özellikle 22:6 n3 yağ asidi 3. örnekte diğerlerinden yüksek çıkarken, bu durum n3/n6 oranında yüksek çıkmasına neden olmuştur. MUFA miktarlarının yüksek olmasına rağmen adipoz dokusuyla mukayese edildiğinde düşük olmuştur. Yağ asidi çeşitliliği bakımından fakir olup 9 farklı yağ asidi görülmektedir.

Tablo 3.13. Oltu İşletmesine Ait Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Karaciğer Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)	4.Balık (%)	5.Balık (%)
14:0	1.46	1.83	1.9	1.65	1.26
15:ISO	-	-	-	-	-
15:0	-	-	-	-	-
16:1 n9	0.71	0.66	0.65	0.69	0.65
16:1 n7	3.42	3.14	5.19	3.41	3.11
16:0	15.58	17.14	19.77	15.5	14.14
17:1 n8	-	-	-	-	-
17:0	-	-	-	-	-
18:3 n6	-	-	-	-	-
18:4 n3	-	-	-	-	-
18:2 n6	5.93	11.41	4.83	7.86	7.01
18:1 n9	23.45	26.21	25.2	25.06	23.61
18:0	7.06	5.94	5.3	6.62	7.21
20:4 n6	4.92	3.74	3.06	4.5	5.81
20:3 n6	1.84	1.12	0.68	1.48	1.8
20: İSO	-	-	-	-	-
20:2 n6	1.21	1.39	0.87	1.71	1.37
20:1 n9	1.47	1.14	1.29	1.74	1.64
22:6 n3	25.44	22.04	24.03	24.6	26.3
22:5 n3	1.27	1.19	0.94	1.11	1.24
18:1 n9t	2.46	2.43	2.63	2.37	2.43
22:1 n6	1.15	-	1.01	0.85	0.67
SFA	24.1	24.91	26.97	23.77	22.61
MUFA	31.56	33.58	34.96	33.27	31.44
n6 PUFA	15.05	17.66	10.45	16.4	16.66
n3 PUFA	26.71	23.23	24.98	25.71	27.54
n3/n6	1.77	1.31	2.39	1.56	1.65

Tablo 3.13 de görüldüğü gibi örneklerin tümünde SFA ve MUFA miktarları yakın çıkarken, PUFA miktarları 3. örnek hariç diğerlerinde benzer çıkmıştır. n6 PUFA miktarının düşük oluşu n3/n6 oranının yüksek olması özellikle 18:2n6 yağ asidinin düşük değere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. PUFA yı oluşturan yağ asitlerinden 22:6n3'ün miktarı gonad ve adipoz dokusundan yüksek çıkmış, doymuş yağ asitleri içinde 16:0 en yüksek paya sahip olurken bunu 18:0 ve 14:0 takip etmiştir. Araşidonik asit miktarının düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 3.14. Oltu İşletmesine Ait Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Kas Dokusu Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık(%)	3.Balık(%)	4.Balık(%)	5.Balık(%)
14:0	3.27	2.01	2.14	2.15	2.34
15:0	-	-	-	-	-
16:1 n9	-	-	-	-	-
16:1 n7	5.64	3.57	3.88	3.65	4.08
16:0	22.59	22.29	23.61	22.06	23.14
17:1 n8	-	-	-	-	-
17:0	-	-	-	-	-
18:3 n6	-	-	-	-	-
18:4 n3	-	-	-	-	-
18:2 n6	13.29	10.29	11.47	11.62	9.42
18:1 n9	26.37	22.5	23.95	26.78	20.71
18:0	5.89	7.37	8.19	6.34	6.17
20:4 n6	1.37	2.74	-	2.02	2.52
20:3 n6	1.2	-	-	0.89	1.44
20: İSO	-	-	-	-	-
20:2 n6	0.95	-	-	1.15	0.99
20:1 n9	0.83	-	-	1.35	1.02
22:6 n3	16.04	26.1	26.46	19.6	23.01
22:5 n3	-	-	-	-	0.87
18:1 n9t	2.56	2.46	-	2.39	2.33
22:1 n6	-	-	-	-	1.02
SFA	31.79	31.67	33.94	30.55	31.65
MUFA	35.4	28.53	27.83	34.17	28.14
n6 PUFA	18.81	13.03	11.47	15.68	15.39
n3 PUFA	16.04	26.01	26.46	19.6	23.88
n3/n6	0.85	1.99	2.30	1.25	1.55

Tablo 3.14 dende anlaşılacağı gibi kas dokusunda yağ asidi profilleri ferdi varyasyon göstermiştir. Özellikle 20:2 n6 ve 20:1n9 1, 4 ve 5. balıklarda tespit edilirken 2 ve 3. balıklarda tespit edilememiştir. Ayrıca balıklar arasında mevcut yağ asitlerinin total yağ asidi içerisindeki % miktarları da farklılık göstermiştir. Örneklerde n6 PUFA miktarlarının yüksek olması, n3/n6 oranlarının düşük çıkmasına neden olmuştur. Genellikle bütün dokularda olduğu gibi en yüksek değere sahip yağ asitleri 18:1 n9, 16:0, 22:6 n3, 18: n6 şeklinde sıralanabilir. Aynı işletmeye ait balıklarda bu yağ asitlerinin miktarındaki değişiklik SFA, MUFA ve PUFA miktarlarının değişimine neden olmuştur.

Tablo 3.15. Oltu İşletmesine Ait Balıkların Gonad, Karaciğer ile Adipoz ve Kas Dokuları Yağ Asitlerinin Ortalama Değerleri İle Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Yağ asidi	n	Adipoz	n	Gonad	n	Karaciğer	n	Kas	P
14:0	5	3.7 ±0.17 ^a	3	2.2 ±0.22 ^b	5	1.62±0.17 ^b	5	2.38±0.17 ^b	**
15:0	4	0.49±0.06		-		-		-	-
16:1 n9	1	0.6	1	2.08	5	0.67±0.01			-
16:1 n7	5	6.92±0.36 ^a	3	3.93±0.47 ^b	5	3.65±0.36 ^b	5	4.16±0.36 ^b	**
16:0	5	16.02±0.56 ^b	3	21.48±0.73 ^a	5	16.42±0.56 ^b	5	22.73±0.56 ^a	**
17:1 n8	4	0.32±0.02		-		-		-	-
17:0	4	0.28±0.05		-		-		-	-
18:3 n6	4	0.56±0.12		-		-		-	-
18:4 n3	5	0.87±0.11		-		-		-	-
18:2 n6	5	18.73±0.82 ^a	3	10.6 ±1.06 ^{bc}	5	7.4 ±0.82 ^c	5	11.21±0.82 ^b	**
18:1 n9	5	35.99±0.89 ^a	3	28.83±1.14 ^b	5	24.7±0.89 ^c	5	24.06±0.89 ^c	**
18:0	5	2.81±0.35 ^b	3	6.17±0.45 ^a	5	6.42±0.35 ^a	5	6.79±0.35 ^a	**
20:4 n6	5	0.79±0.31 ^c	3	3.34±0.41 ^{ab}	5	4.4 ±0.31 ^a	4	2.16±0.35 ^{bc}	**
20:3 n6	5	0.81±0.15		-	5	1.38±0.15	3	1.17±0.19	Ö.S
20: İSO	4	0.77±0.1		-		-		-	-
20:2 n6	5	0.79±0.11 ^b		-	5	1.31±0.11 ^a	3	1.03±0.14 ^{ab}	*
20:1 n9	5	0.84±0.11 ^b		-	5	1.45±0.11 ^a	3	1.06±0.14 ^{ab}	*
22:6 n3	5	6.48±1.37 ^b	3	20.8±1.77 ^a	5	24.48±1.37 ^a	5	22.24±1.37 ^a	**
22:5 n3	4	0.51±0.05 ^b			5	1.15±0.04 ^a	1	0.87	**
18:1 n9t	5	2.4 ±0.07 ^b	2	2.89±0.12 ^a	5	2.46±0.07 ^b	4	2.43±0.08 ^b	*
22:1 n6	1	0.18		-	4	0.92±0.1	1	1.02	-
SFA	5	23.15±0.63 ^b	3	29.86±0.81 ^a	5	24.47±0.63 ^b	5	31.92±0.63 ^a	**
MUFA	5	46.56±0.06 ^a	3	35.38±1.36 ^b	5	32.95±0.06 ^b	5	30.81±0.06 ^b	**
n6 PUFA	5	21.62±0.93 ^a	3	13.95±1.19 ^b	5	15.24±0.93 ^b	5	14.47±0.93 ^b	**
n3 PUFA	5	7.79±1.37 ^b	3	20.8 ±1.78 ^a	5	25.63±1.37 ^a	5	22.41±1.37 ^a	**
n3/n6	5	0.36±0.18 ^b	3	1.53±0.18 ^a	5	1.87±0.24 ^a	5	1.59±0.18 ^a	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilenler istatistiki olarak önemli bulunmuştur

Tek olan veriler değerlendirmeye alınmamıştır Ö.S.= Önemsiz, **=P<0.01, *=P<0.05

Genel olarak n3/n6 oranının adipoz dokusunda düşük olduğu, gonad, karaciğer ve kas dokusunda ise yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Adipoz dokusundaki düşük değerlerin n3 PUFA miktarının azlığından ileri geldiği görülmektedir. Tekli doymamış yağ asidi bakımından en yüksek adipoz dokusu, doymuş yağ asitleri bakımından ise kas yüksek çıkmıştır. Örnekler arasındaki SFA, MUFA ve PUFA miktarları adipoz dokusuyla önemli derecede farklı çıkmışlardır.

3.5. Erzurum İşletmesinden Alınan Balıkların Dokularındaki Yağ Asidi Profilleri

İşletmeden elde edilen dokuların yağ asidi profilleri Tablo 3.16-3.118 da ve dokular arası çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.19 de verilmiştir. İşletmeden alınan örneklerde gonad gelişimi olmadığından değerlendirme yapılmamıştır.

Tablo 3.16. Erzurum İşletmesi Gökkuşluğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Adipoz Dokusu Yağ asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)
12:0	-	-	0.13
14:0	4.22	5.15	4.91
15:ISO	-	-	0.29
15:0	1.04	0.84	0.61
16:1 n9	-	-	-
16:1 n7	5.23	7.67	9.53
16:0	23.18	17.08	19.47
17:1 n8	-	-	0.48
17:0	0.75	-	0.4
18:3 n6	-	0.5	0.36
18:4 n3	0.72	1.26	0.36
18:2 n6	16.23	17.68	15.32
18:1 n9	32.53	32.43	31.05
18:0	5.96	2.63	2.97
20:4 n6	-	0.66	0.61
20:3 n6	-	0.66	0.46
20: İSO	-	0.93	0.73
20:2 n6	0.93	0.73	0.62
20:1 n9	1.01	1.12	0.58
22:6 n3	4.38	7.13	6.02
22:5 n3	-	0.78	0.63
18:1 n9t	3.09	2.76	3.17
22:1 n6	-	-	-
SFA	35.15	25.7	28.36
MUFA	41.86	43.98	44.81
n6 PUFA	17.16	20.23	17.37
n3 PUFA	5.1	9.17	7.01
n3/n6	0.29	0.45	0.40

Erzurum işletmesindeki balıklar arasında adipoz dokusu doymuş ve n3 doymamış yağ asitleri miktarları bakımından varyasyon görülmüştür (Tablo 3.16). Yağ asitleri içinde

en yüksek değere 18:1 n9 sahip olurken bunu 16:0 ve 18:2 n6 takip etmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri yüksek çıkmıştır.

Tablo 3.17. Erzurum İşletmesi Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Karaciğer Yağ Asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)
14:0	1.57	1.87	4.91
15:0	0.52	0.7	-
16:1 n9	0.58	0.59	-
16:1 n7	2.13	2.3	1.12
16:0	22.79	21.82	22.49
17:1 n8	-	-	-
17:0	0.5	0.62	-
18:3 n6	-	-	-
18:4 n3	-	-	-
18:2 n6	5.76	4.88	3.96
18:1 n9	13.81	12.77	13.87
18:0	9.01	8.18	5.7
20:4 n6	4.75	6.05	1.21
20:3 n6	1.33	1.53	0.6
20: İSO	-	-	-
20:2 n6	1.28	1.02	0.57
20:1 n9	1.23	0.84	1.6
22:6 n3	29.67	31.48	28.6
22:5 n3	1.17	1.43	0.9
18:1 n9t	1.86	1.78	3.01
22:1 n6	-	1.21	-
SFA	34.39	33.19	30.1
MUFA	19.03	18.28	19.6
n6 PUFA	13.83	14.69	6.34
n3 PUFA	30.84	32.91	29.5
n3/n6	2.22	2.24	4.65

Tablo 3.17 den de görüleceği gibi Erzurum işletmesindeki balıkların karaciğer n3/n6 miktarları yüksek olurken, özellikle 3. örneğe ait değerler çok daha fazla olduğu görülmektedir. Özellikle bu örnekte n6 PUFA miktarının düşük oluşuda dikkat çekmektedir. n3 PUFA miktarları balıklarda yakın çıkarken, n6 PUFA değerleri arasında fark daha yüksek görülmektedir. Ayrıca 16:0 yağ asidi miktarının 18:1n9 dan fazla olduğu, fakat 22:6 n3 den ise düşük olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.18. Erzurum İşletmesi Gökkuşuğu (*Oncorhynchus mykiss*) Alabalıklarının Kas Dokusu Yağ asitlerinin Total Yağ Asidi İçerisindeki % Oranları

Yağ Asidi	1.Balık (%)	2.Balık (%)	3.Balık (%)
14:0	2.52	2.46	2.89
15:0	-	-	-
16:1 n9	-	-	-
16:1 n7	3.57	4.27	5.44
16:0	24.69	27.09	23.61
17:1 n8	-	-	-
17:0	-	-	-
18:3 n6	-	-	-
18:4 n3	-	-	-
18:2 n6	11.05	8.86	11.08
18:1 n9	22.13	19.09	25.79
18:0	5.58	7.15	5.39
20:4 n6	1.81	2.73	1.57
20:3 n6	-	-	0.6
20: İSO	-	-	-
20:2 n6	-	-	0.83
20:1 n9	-	-	0.71
22:6 n3	24.12	28.35	17.59
22:5 n3	1.08	-	1.23
18:1 n9t	2.42	-	3.26
22:1 n6	-	-	-
SFA	32.79	36.7	31.89
MUFA	28.3	23.36	35.3
n6 PUFA	12.86	11.59	14.08
n3 PUFA	25.2	28.35	18.82
n3/n6	1.95	2.44	1.33

Erzurum işletmesine ait balıkların kas dokularında doymuş yağ asitlerinin yüksekliği dikkat çekerken, çoklu doymamış yağ asitlerinden n3 PUFA miktarı nispeten yüksek olduğu ve n3/n6 oranının düşük olduğu gözlenmektedir (Tablo 3.18). Doymuş yağ asitlerini oluşturan 16:0 ve tekli doymamış yağ asidi olan 18:1 n9 en yüksek miktarlara sahip yağ asitleri olmuşlardır. Yine 22:6 n3 miktarı PUFA yı oluşturan yağ asitleri içerisinde en önemli miktarı oluşturmuştur.

Tablo 3.19. Erzurum İşletmesine Ait Balıkların Karaciğer, Kas ve Adipoz Dokuları Yağ Asitlerinin Ortalama Değerleri İle Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Yağ asidi	n	Adipoz	n	Karaciğer	n	Kas	P
14:0	3	4.76±0.18 ^a	3	1.78±0.18 ^c	3	2.62±0.18 ^b	**
15:0	3	0.83±0.11	2	0.61±0.13		-	Ö.S
16:1 n9		-	2	0.58±0.01		-	
16:1 n7	3	7.47±0.81 ^a	3	1.85±0.81 ^b	3	4.27±0.81 ^{ab}	**
16:0	3	19.91±1.19 ^b	3	22.36±1.9 ^{ab}	3	25.13±1.19 ^a	*
17:1 n8	1	0.48		-		-	-
17:0	2	0.57±0.13	2	0.56±0.13		-	Ö.S
18:3 n6	2	0.43±0.09		-		-	
18:4 n3	3	0.78±0.45		-		-	
18:2 n6	3	16.41±0.65 ^a	3	4.86±0.65 ^c	3	10.33±0.65 ^b	**
18:1 n9	3	32.01±1.16 ^a	3	13.48±1.16 ^c	3	22.39±1.16 ^b	**
18:0	3	3.85±0.89 ^b	3	7.63±0.89 ^a	3	6.04±0.89 ^a	*
20:4 n6	2	0.63±0.44 ^b	2	5.4 ±0.44 ^a	3	2.03±0.36 ^b	**
20:3 n6	2	0.56±0.28	3	1.15±0.28	1	0.6	Ö.S
20: İSO	2	0.83±0.14		-		-	
20:2 n6	3	0.76±0.16	3	0.95±0.16	1	0.83	Ö.S
20:1 n9	3	0.9 ±0.19	3	1.22±0.19	1	0.71	Ö.S
22:6 n3	3	5.84±1.92 ^b	3	29.91±1.92 ^a	3	23.35±1.92 ^a	**
22:5 n3	2	0.7 ±0.14	3	1.16±0.11	2	1.15±0.14	Ö.S
18:1 n9t	3	3.01±0.31	3	2.21±0.31	2	2.84±0.37	Ö.S
22:1 n6		-	1	1.21		-	-
SFA	3	28.4±1.45 ^a	3	32.56±1.45 ^a	3	33.79±1.45 ^a	Ö.S
MUFA	3	43.55±2.07 ^a	3	18.97±2.07 ^c	3	28.98±2.07 ^b	**
n6 PUFA	3	18.25±1.68 ^a	3	11.62±1.68 ^a	3	12.84±1.68 ^a	Ö.S
n3 PUFA	3	7.09±1.84 ^b	3	31.08±1.84 ^a	3	24.12±1.84 ^a	**
n3/n6	3	0.38±0.5 ^b	3	3.04±0.5 ^a	3	1.91±0.5 ^{ab}	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilenler istatistiki olarak önemli bulunmuştur

Tek olan veriler değerlendirmeye alınmamıştır Ö.S.=Önemsiz, **=P<0.01, *=P<0.05

Adipoz, karaciğer ve kas arasında en belirgin fark, karaciğer n3/n6 miktarı bakımından yüksek oluşu ve bununda n3 PUFA değerinin fazlalığından ileri geldiği görülmektedir. Esansiyel olan DHA (22:6 n3) karaciğer dokusunda %29 luk değeri kas dokusundan yüksek olurken, adipoz dokusu sahip olduğu %5 lik miktarla çok düşük çıkmıştır. Adipoz MUFA bakımından zengin olurken, karaciğer ve kas doymuş yağ asitlerince zengindirler. SFA ve n6 PUFA dokular arası önemsiz bulunurken, MUFA ve n3 PUFA miktarları bakımından önemli çıkmışlardır.

3.6. İşletmeler Arası Aynı Dokuların Yağ Asidi Değerleri

İşletmelere ait aynı dokuların çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 3.20-3.23 de verilmiştir.

Tablo 3.20. Farklı İşletmelere Ait Balıkların Adipoz Dokusu Yağ Asitlerinin Ortalama Değerleri İle Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Yağ asidi	n	Tortum	n	Pasinler	n	Oltu	n	Erzurum	P
14:0	4	2.62±0.22 ^c	4	5.59 ± 0.22 ^a	5	3.7 ± 0.19 ^b	3	4.76±0.25 ^a	**
15:0	3	0.34± 0.73 ^b	5	0.91 ± 0.57 ^a	4	0.49±0.06 ^b	3	0.83±0.73 ^a	*
16:1 n9		-	5	0.76 ± 0.15	1	0.6		-	-
16:1 n7	4	5.61 ± 0.72	5	8.48 ± 0.64	5	6.92±0.64	3	7.47±0.83	Ö.S
16:0	4	13.21±0.69 ^c	5	17.11±0.61 ^{ab}	5	16.02±0.61 ^{bc}	3	19.91±0.79 ^a	*
17:1 n8	1	0.240	4	0.49 ± 0.01 ^a	4	0.32±0.01 ^b	1	0.48	**
17:0		-	4	0.46 ± 0.05 ^{ab}	4	0.28±0.05 ^b	2	0.57±0.07 ^a	*
18:3 n6	4	0.99 ± 0.15	4	0.5 ± 0.15	4	0.56±0.15	2	0.43±0.22	Ö.S
18:4 n3	4	0.83 ± 0.21	5	1.61 ± 0.18	5	0.87±0.18	3	0.78±0.24	Ö.S
18:2 n6	4	17.34±0.41 ^{ab}	5	13.82±0.37 ^c	5	18.73±0.37 ^a	3	16.41±0.48 ^b	**
18:1 n9	4	50.32±1.26 ^a	5	31.36±1.13 ^b	5	35.99±1.13 ^b	3	32.01±1.45 ^b	**
18:0	4	2.15 ± 0.47	5	2.31 ± 0.37	5	2.81±0.37	3	3.85±0.41	Ö.S
20:4 n6	3	0.73 ± 0.08	5	0.83 ± 0.06	5	0.79±0.06	2	0.63±0.1	Ö.S
20:3 n6	3	0.68 ± 0.06 ^{ab}	3	0.47 ± 0.06 ^a	5	0.81±0.04 ^a	2	0.56±0.07 ^{ab}	*
20: İSO		-	5	1.04 ± 0.04 ^a	4	0.77±0.05 ^b	2	0.83±0.07 ^{ab}	*
20:2 n6	3	0.61 ± 0.08	5	0.53 ± 0.06	5	0.79±0.08	3	0.76±0.08	Ö.S
20:1 n9	3	0.93 ± 0.16	5	0.77 ± 0.12	5	0.84±0.12	3	0.9 ± 0.16	Ö.S
22:6 n3	4	2.55 ± 0.62 ^c	4	9.75 ± 0.62 ^a	5	6.48±0.55 ^b	3	5.84±0.72 ^b	**
22:5 n3		-	4	1.15 ± 0.12 ^a	4	0.51±0.02 ^b	2	0.7 ± 0.1 ^b	**
18:1 n9t	3	1.71 ± 0.12 ^c	5	2.69 ± 0.09 ^{ab}	5	2.4 ± 0.09 ^b	3	3.01±0.12 ^a	**
22:1 n6		-	1	0.55	1	0.18		-	-
SFA	4	18.24±1.03 ^c	5	25.08±0.92 ^{ab}	5	23.15±0.92 ^b	3	28.4±1.03 ^a	**
MUFA	4	57.97±0.84 ^a	5	44.28±0.75 ^b	5	46.56±0.75 ^b	3	43.55±0.97 ^b	**
n6PUFA	4	19.85±0.54 ^{ab}	5	16.01±0.49 ^c	5	21.62±0.49 ^a	3	18.25±0.63 ^{bc}	**
n3PUFA	4	3.38 ± 0.73 ^c	5	12.24±0.73 ^a	5	7.79±0.66 ^b	3	7.09±0.85 ^b	**
n3/n6	4	0.16±0.03 ^c	5	0.77±0.03 ^a	5	0.35±0.03 ^b	3	0.38±0.04 ^b	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilenler istatistiki olarak önemli bulunmuştur

Tek olan veriler değerlendirmeye alınmamıştır Ö.S.= Önemsiz, **=P<0.01, *=P<0.05

Tablo 3.20 de görüleceği gibi işletmelerde SFA, MUFA ve PUFA miktarları önemli seviyede farklı bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asidinin ilk işletmede total yağ asidi miktarının %50 sinden fazlasını oluşturduğu, aynı işletmede n3 PUFA miktarının ise

çok düşük miktarda olduğu görülmektedir. Pasinler işletmesinde tespit edilen 22:6 n3 miktarının işletmeler arasında en yüksek miktara sahip olması dikkat çekmiştir.

Tablo 3.21. Farklı İşletmelere Ait Balıkların Gonadlarındaki Yağ Asitleri Ortalama değerleri İle Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Yağ asidi	n	Tortum	n	Pasinler	n	Oltu	P
14:0	1	1.51	2	2.91 ±0.34	3	2.2 ±0.27	Ö.S
15:0		-		-		-	
16:1 n9	3	2.57 ±0.21		-	1	2.08	-
16:1 n7	2	3.97 ±0.52	2	5.79 ±0.52	3	3.93±0.43	Ö.S
16:0	4	25.36±0.91	2	21.81±1.27	3	21.48±1.04	Ö.S
17:1 n8		-		-		-	
17:0		-		-		-	
18:3 n6		-		-		-	
18:4 n3		-		-		-	
18:2 n6	4	5.83 ±0.74 ^b	2	7.27 ±1.05 ^{ab}	3	10.6 ±0.86 ^a	**
18:1 n9	4	29.61±1.63	2	23.76±2.31	3	28.83±1.88	Ö.S
18:0	4	5.62 ±0.71	2	4.59±1.01	3	6.17±0.81	Ö.S
20:4 n6	4	4.72 ±0.42	2	3.27 ±0.59	3	3.34±0.48	Ö.S
20:3 n6		-		-		-	
20: İSO		-		-		-	
20:2 n6		-		-		-	
20:1 n9		-		-		-	
22:6 n3	4	23.97±2.21	2	25.79±3.11	3	20.8±2.54	Ö.S
22:5 n3		-		-		-	
18:1 n9t	1	2.28	2	3.45±0.05	2	2.89±0.05	Ö.S
22:1 n6		-		-		-	
SFA	4	31.37±1.81	2	29.32±2.56	3	29.86±2.09	Ö.S
MUFA	4	31.54±1.84	2	33.01±2.60	3	35.38±2.12	Ö.S
n6 PUFA	4	10.55±0.55 ^b	2	10.55±0.78 ^b	3	13.95±0.64 ^a	*
n3 PUFA	4	23.97±2.20	2	25.79±2.11	3	20.8 ±2.54	Ö.S
n3/n6	4	2.27±0.23	2	2.44±0.33	3	1.53±0.27	Ö.S

Aynı satırda farklı harfle gösterilenler istatistiki olarak önemli bulunmuştur

Tek olan veriler değerlendirmeye alınmamıştır Ö.S.= Önemsiz, **=P<0.01, *=P<0.05

Genel olarak gonad dokusu n3 PUFA miktarlarının yüksekliği ile dikkat çekmektedir. İşletmeler arasında gonad dokusu SFA, MUFA, n3 PUFA miktarları yakın çıkmıştır ve istatistiki olarak önemsiz bulunmuşlardır. Bu yağ asidi değerleri içinde 22:6 n3 miktarının oldukça yüksek olması dikkat çekmektedir. Gonad sahip olduğu yağ asidi

profili diğer örneklere nazaran az sayıda olmasına rağmen aynı yağ asidini içerenlere oranla miktarları daha fazla çıkmıştır. Tortum ve Pasinler işletmeleri n3/n6 miktarları yakın olurken Oltu işletmesinin sahip olduğu değer düşük olmasına rağmen önemsiz çıkmıştır. Sadece n6 PUFA miktarları ($P<0.05$) önemli çıkmıştır.

Tablo 3.22. Farklı İşletmelere Ait Balıkların Karaciğer Yağ Asitlerinin Ortalama Değerleri İle Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Yağ asidi	n	Tortum	n	Pasinler	n	Oltu	n	Erzurum	P
14:0	5	1.53 ±0.15	5	2.05 ±0.15	5	1.62	3	1.78±0.2	Ö.S
15:0	-	-	4	0.56±0.03		-	2	0.61±0.05	Ö.S
16:1 n9	1	0.64	4	0.55±0.02	5	0.67±0.02	2	0.58±0.03	Ö.S
16:1 n7	4	8.50 ±0.53 ^a	5	3.06±0.47 ^b	5	3.65±0.47 ^b	3	1.85±0.61 ^b	**
16:0	5	19.54±0.63 ^b	5	20.3±0.63 ^{ab}	5	16.42±0.63 ^c	3	22.36±0.81 ^a	**
17:0		-	4	0.58±0.1		-	2	0.56±0.08	Ö.S
18:3 n6	1	0.47		-		-		-	-
18:4 n3	1	0.44	1	0.7		-		-	-
18:2 n6	5	4.64 ±0.73	5	5.79±0.73	5	7.4 ±0.73	3	4.86±0.94	Ö.S
18:1 n9	5	29.67±1.66 ^a	5	16.59±1.66 ^b	5	24.7±1.66 ^a	3	13.48±2.14 ^b	**
18:0	5	6.24±0.68	5	6.93±0.68	5	6.42±0.68	3	7.63±0.88	Ö.S
20:4 n6	5	5.28±0.52	5	4.11±0.52	5	4.41±0.52	2	5.4 ±0.83	Ö.S
20:3 n6	5	2.19 ±0.28 ^a	4	0.64±0.32 ^b	5	1.38±0.28 ^{ab}	3	1.15±0.28 ^{ab}	*
20:2 n6	5	0.71±0.17	5	1.02±0.13	5	1.31±0.13	3	0.96±0.17	Ö.S
20:1 n9	5	1.28 ±0.16	5	0.92±0.16	5	1.45±0.16	3	1.22±0.19	Ö.S
20:5 n3	4	1.47		-		-		-	-
22:6 n3	5	15.73±1.37 ^c	5	30.87±1.37 ^a	5	24.48±1.37 ^b	3	29.91±1.77 ^{ab}	**
22:5 n3	2	0.58 ±0.18 ^b	5	1.44±0.12 ^a	5	1.15±0.12 ^{ab}	3	1.17±0.15 ^{ab}	*
18:1 n9t	5	2.06 ±0.15	5	2.13±0.15	5	2.46±0.15	3	2.22±0.19	Ö.S
22:1 n6	2	0.57±0.11 ^a	5	1.07±0.07 ^b	4	0.92±0.08 ^b	1	1.21	*
SFA	4	27.95±0.91 ^{bc}	5	30.2 ±0.81 ^{ab}	5	24.47±0.81 ^c	3	32.56±1.05 ^a	**
MUFA	4	37.53±2.32 ^a	5	23.15±2.08 ^b	5	32.95±2.08 ^a	3	18.97±2.69 ^b	**
n6PUFA	4	13.91±1.54	5	12.52±1.38	5	15.24±1.38	3	11.62±1.78	Ö.S
n3PUFA	4	14.58±1.36 ^c	5	32.46±1.22 ^a	5	25.63±1.22 ^b	3	31.08±1.57 ^{ab}	**
n3/n6	4	1.14±0.33 ^b	5	2.76±0.3 ^a	5	1.74±0.3 ^b	3	3.04±0.38 ^a	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilenler istatistiki olarak önemli bulunmuştur

Tek olan veriler değerlendirmeye alınmamıştır Ö.S.= Önemsiz, **= $P<0.01$, *= $P<0.05$

Karaciğerdeki çoklu doymamış yağ asidi bakımından özellikle n3 PUFA miktarı Pasinler ve Erzurum işletmelerinde yüksek çıkarken, Tortum ve Oltu daha düşük bulunmuştur. İşletmeler arası yapılan çoklu karşılaştırma testinde SFA, MUFA, n3

PUFA ve n3/n6 oramları önemli seviyede ($P<0.01$) farklı çıkmıştır. EPA sadece Tortum işletmesindeki balıkların karaciğerinde tespit edilmiştir (Tablo3.3). Miktarının düşük olmasına rağmen tespit edilmesi en büyük farklılık olarak görülmektedir. Sadece n6 PUFA miktarı bakımından işletmeler arası farklılık önemsiz bulunmuştur.

Tablo 3.23. Farklı İşletmelere Ait Balıkların Kas Dokusu Yağ Asitlerinin Ortalama Değerleri İle Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Yağ asidi	n	Tortum	n	Pasinler	n	Oltu	n	Erzurum	P
14:0	5	1.62 ±0.19 ^b	5	2.74±0.19 ^a	5	2.38±0.19 ^{ab}	3	2.62±0.256 ^a	*
15:0	1	0.42	1	0.67		-		-	-
16:1 n9		-	1	0.49		-		-	-
16:1 n7	4	3.82 ±0.43	5	4.37±0.39	5	4.16±0.39	3	4.23±0.51	Ö.S
16:0	5	17.71±0.79 ^b	5	23.56±0.79 ^a	5	22.73±0.79 ^a	3	25.13±1.03 ^a	**
17:1 n8		-		-		-		-	-
17:0		-	1	0.54		-		-	-
18:3 n6	2	1.04 ±0.84		-		-		-	-
18:4 n3	2	0.77 ±0.33	1	0.76		-		-	-
18:2 n6	5	12.18±0.84 ^a	5	6.94±0.84 ^b	5	11.21±0.84 ^a	3	10.33±1.08 ^{ab}	**
18:1 n9	4	42.2 ±1.62 ^a	5	20.11±1.45 ^b	5	24.06±1.45 ^b	3	22.39±1.88 ^b	**
18:0	5	3.63 ±0.57 ^b	5	5.27±0.57 ^{ab}	5	6.79±0.57 ^a	3	6.04±0.74 ^{ab}	*
20:4 n6	5	2.03±0.39	4	1.52±0.33	4	2.16±0.33	3	2.03±0.39	Ö.S
20:3 n6	5	1.03 ±0.13		-	3	1.17±0.16	1	0.61	Ö.S
20: İSO		-		-		-		-	-
20:2 n6	3	0.58 ±0.08 ^{ab}	1	0.17	3	1.03±0.08 ^a	1	0.83	*
20:1 n9	3	0.71 ±0.13		-	3	1.06±0.13	1	0.71	Ö.S
22:6 n3	3	14.26±2.17 ^b	5	29.98±1.68 ^a	5	22.24±1.68 ^{ab}	3	23.35±2.17 ^a	**
22:5 n3	2	0.80 ±0.21	5	1.62±0.13	1	0.87	2	1.55±0.21	Ö.S
18:1 n9t	4	1.68 ±0.11 ^b	5	2.65±0.1 ^a	4	2.43±0.11 ^a	2	2.84±0.16 ^a	**
22:1 n6	2	0.91 ±0.45	1	1.62	1	1.02		-	-
SFA	4	21.49±0.91 ^b	5	31.81±0.81 ^a	5	31.92±0.81 ^a	3	33.79±1.04 ^a	**
MUFA	4	48.22±2.19 ^a	5	27.24±1.96 ^b	5	30.81±1.96 ^b	3	28.98±2.53 ^b	**
n6 PUFA	4	15.32±0.67 ^a	5	8.51±0.6 ^b	5	14.47±0.6 ^a	3	12.84±0.77 ^a	**
n3 PUFA	4	14.53±2.06 ^c	5	31.75±1.59 ^a	5	22.41±1.59 ^b	3	24.12±2.06 ^{ab}	**
n3/n6	4	0,95±0.25 ^b	5	3.74±0.19 ^a	5	1.59±0.19 ^b	3	1.91±0.25 ^b	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilenler istatistiki olarak önemli bulunmuştur

Tek olan veriler değerlendirmeye alınmamıştır Ö.S.= Önemsiz, **= $P<0.01$, *= $P<0.05$

Kas dokusu bakımından bütün işletmeler farklılık göstermiştir. Özellikle SFA, MUFA, n3 PUFA, n6 PUFA ve n3/n6 işletmeler arasında istatistiki olarak önemli bulunmuşlardır ($p<0.01$). Tortum işletmesinde MUFA miktarının yüksekliği ve n3

PUFA miktarının düşüklüğü dikkat çekmektedir. DHA (22:6 n3) miktarları Pasinler ve Erzurum işletmelerinde benzer bulunurken sadece Tortum farklı çıkmıştır. Araşidonik asit miktarı bütün işletmelerde düşük olup n6 PUFA miktarını oluşturan en yüksek yağ asidi 18:2n6 çıkmıştır. Ayrıca linoleik asit miktarlarının farklılığı n6 PUFA miktarlarında farklı seviyelerde çıkmasına neden olmuştur. Pasinler işletmesinde görülen yüksek n3/n6 değeri bu işletmeye ait balıkların etlerinde yüksek miktarda doymamış yağ asidi içermesinden kaynaklanmaktadır.



4. TARTIŞMA

4.1. Yemlerin Yağ Asidi Değerleri

Yemlerin yağ asidi profilleri Tablo 2.2. de görüldüğü gibi Oltu ve Erzurum işletmelerinin kullanmış oldukları yemlerin profillerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. En büyük farklılık özellikle Tortumdaki işletmede görülmüştür. Fabrikaların kullanmış oldukları yem materyallerinin farklılığı ve kullanmış oldukları miktarlar bu profillerin oluşmasında etkili olmuştur. Nitekim Demir (1997), yemlerdeki yağ asidi profilleri farklılığının kullanılan kaynakların farklılığından, işleme aşamasında meydana gelen değişikliklerden ve kullanılan tekniklerin etkilendiğini belirtmiştir. Dolayısıyla yemlerde tesbit edilen bu farklılıkların normal olduğu araştırmacının ifadeleriyle benzerlik göstermektedir.

Daha önce ülkemizde yapılmış çalışmaların azlığı nedeniyle standart kabul edilebilecek bir profile sahip değiliz. Dolayısıyla her bir yemin kullanıldığı işletmelerde aynı dokuların farklı çıkması kullanılan yemlerin dokulardaki yağ asidi profilinin oluşumunda etkili olduklarını göstermiştir.

Halver (1988); Santos et al., (1993), Lim et al., (1997); Bessonart et al., (1999), balıkların yağ asidi içeriğinin alınan yeme bağlı olarak etkilendiklerini, 22:6 n3 ü 20:5 n3 den daha fazla içerdiklerini, özellikle alabalıklarda vücut kompozisyonun rasyonun yağ asidi profilini yansıttığını, rasyondaki linolenik yağ asidinin vücutta depolanmadığını belirtmişlerdir.

Yemlerdeki yağ asitleri karbon sayısı doymuş (SFA), tekli doymamış (MUFA), çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olarak bu farklılıkların görülmesi çok daha kolay olmaktadır. Gerek yemlerde gerekse dokularda 25 farklı yağ asidi bulunmuş olup tespit edilen yağ asitleri gökkuşağı alabalığı için bildirdikleri (Greenee and Selivonchick 1990; Demir 1997; Kiessling et al., 2001) yağ asitleriyle benzerlikler göstermiş

olmalarına rağmen özellikle araştırmacıların bildirmiş olduğu yağ asitleri içinde EPA (20:5 n3) ve 18:3 n3 ün yemlerde ve balık dokularında bulunamaması dikkat çekmektedir. Kullanılan yağ kaynaklarının bu yağ asitlerini ihtiva etmemelerinden veya yeterli düzeyde olmamalarından kaynaklanmış olabileceğini akla getirmektedir. Yemlerde bulunamamasının sebebi ise kullanılan yağ kaynaklarının bu yağ asitleri bakımından yoksun veya yemlerin hazırlanışı ve depolanmasından etkilenmiş olabileceği düşünölmektedir.

Oltu ve Erzurum işletmelerinde 20:2 n6 ve 22:1 n6, Pasinler de 20:3 n6, 20:İSO ve Tortum'da 18:3 n6 ve 20:1 n9 yağ asitleri bulunamamıştır. Miristik yağ asidi (14:0) Tortum, Pasinler, Oltu ve Erzurum işletmelerine ait yemlerde sırasıyla % 2.6, 6.31, 8.51 ve 8.74 bulunurken 16:1 n7 ve 16:0 (Palmitik) yağ asitlerinin miktarlarında işletmeler arası 2-3 kat değişim tespit edilmiştir. Yukarıdaki işletme sırasına bağlı olarak 16:1 n7 ve 16:0 değerleri %2.61, 4.82, 8.22 ve 9.2 ; % 13.69, 26.33, 21.67 ve 20.25 şeklinde olmuştur. Bu durum işletmelerin kullandığı yemlerin özelliklerinden kaynaklanabilir.

Özellikle tekli doymamış yağ asidi olan 18:1 n9 Oranı Tortum işletmesinde % 48.55 olurken diğer işletmelerde % 20 civarında çıkmıştır. Stearik asit grubundan olan 18:2 n6 miktarında da işletmelere bağlı olarak % 6lık bir değişim söz konusudur. Stearik asit 18:0 % 6.89 luk değeriyle en yüksek Pasinler işletmesinin kullandığı yemde mevcut olmuştur. Esansiyel yağ asitlerinden olan 22:6 n3 Erzurum işletmesinin kullanmış olduğu yem (%11.72) olurken bunu Oltu %6.74, Pasinler %6.23 ve Tortum %5.46 takip etmiştir. Yemlerde 22:6 n3 yağ asidinin oldukça önemli olduğunu ve yeterli düzeyde ihtiva etmeleri gerektiğini ve yemlerin yapımında kullanılan kara bitkilerinin özellikle 18:2 n6 bakımından zengin olduklarını belirtmişlerdir (Lowel ve Wilson 1993). Yemlerde tesbit edilen 18 karbonlu yağ asitlerinin fazlalığı özellikle karasal bitkilerin tohumları yada yağlarının kullanılmış olması bunu açıklamaktadır.

Kennish et al., (1992); Nematipour ve Gatlin (1993); Bell et al., (1999), diyetlerde kullanılan yağ kaynaklarının önemli olduğunu ve bu kaynaklara bağlı olarak yemlerin

yağ asid değerlerinin farklılık gösterdiği bu değişime bağlı olarak da yetiştiricilikte kullanılan yemlerin profillerinin oldukça önemli olduklarının bildirmişlerdir. Özellikle PUFA miktarlarının ve n3/n6 değerinin dikkate alınması gerektiğini PUFA değerinin yüksek olduğu diyetlerle yapılan besleme çalışmalarının daha iyi sonuç verdiklerini ifade etmişlerdir.

Çalışmamızda yemlerden elde edilen SFA, MUFA, miktarları bakımından Tortum, Pasinler, Oltu ve Erzurum sırasıyla %19.35, 41.36, 35.4, 33.76; %52.99, 28.15, 32.54 ve 34.05 olarak bulunmuştur. Çoklu doymamış n6 ve n3 yağ asitleri işletme sırasına göre %20.54, 14.71, 15.32, 10.02; %6.25, 7.55, 8.87 ve 14.75 olmuştur. Çoklu doymamış yağ asitlerinin n3/n6 Erzurum işletmesinin kullandığı yemde 1.47, Oltu ve Pasinler işletmelerinde kullanılan yemlerde 0.50 ve Erzurum yeminde 0.3 olarak tespit edilmiştir

Kalogeropoulos et al., (1992); Nematipour ve Gatlin (1993), yemin yağ konsantrasyonunun vücudun yağ ve yağ asidi kompozisyonunu etkilediğini, balıklarda maksimum büyüme, yaşama oranlarının yüksek ve yem değerlendirmelerinin iyi olabilmesi için n-3 HUFA'nın özellikle de EPA (20:5n-3) ve DHA (22:6n-3)'ya gereksinim duyduklarını bildirmişlerdir. Balığın ihtiyaç duyduğu PUFA miktarının karşılanması iyi bir yetiştiricilik için önemli olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmada incelediğimiz yemlerin özellikle 20:5 n3 yağ asidinin yemlerde bulunmadığı, fakat 22:6 n3 yağ asidinin mevcut olması, SFA, MUFA ve PUFA değerlerinin belirlenmesi yemin özelliğini yansıtmıştır.

Buzzi et al., (1997), tatlı su balıkları esansiyel olan uzun zincirli yağ asitlerini (HUFA) 18 karbonlu (Linoleik; 18:2 n-6 ve Linolenik; 18:3 n-3) yağ asitlerinden sentezleyebilseler de özellikle deniz ve tatlı su balıklarının rasyonlarına AA, EPA, DHA gibi yağ asitlerinin muhakkak surette katılmalarının gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Tespit edilen yemlerin yağ asidi profillerine göre 20:5 n3 yağ asidini içermemeleri bir eksiklik olarak değerlendirilse de 22:6 n3 ün mevcudiyeti ve 20:4 n6'nın bulunması EPA'nın bulunmamasından etkilenmemiştir.

Gökkuşığı alabalığının beslenmesinde kullanılan bir çok ticari yem yağ asidi analizlerinde n6 yağ asitlerinin, n3 yağ asitlerine oranla daha çok bulunduğunu, n3/n6 oranlarının 0.14- 0.86 arasında değiştiğini, bu oranın balıkların optimum büyümeleri için gerekli olan esansiyel yağ asitleri yönünden yetersiz (Sargent et al., 1989; Gerene ve selivonchick, 1990) ve n6 yağ asitlerinin rasyon kuru ağırlığının %1 den fazla olması durumunda *Oncorhynchus mykiss* yavrularında büyümenin azalmasına neden olduklarını ve n3 yağ asitlerinin (EPA, DHA) erişkin ve larval dönemlerde balıkların gelişiminde etkili olduklarını belirtmişlerdir. Yemlerin sahip olduğu n3/n6 değerlerinin genel olarak belirtilen değerlerden yüksek olmasının optimum büyümeyi sağlamada yeterli oldukları, hatta Erzurum işletmesinin kullanmış olduğu yem n3/n6 1.47 lik değeriyle belirtilen miktarın üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Demir (1997), gökkuşığı (*Oncorhynchus mykiss*) alabalığı ile yapmış olduğu besleme çalışmasında yemlerde özellikle 20:5 n3 ve 22:6 n3 yağ asitlerini tespit edemediğini, bunu da rasyonlarda ham yağ kaynaklarının kullanımından, yağların elde edilme tekniğinden, oksitlenmeden ve yağ asitlerinin esterleştirildikten sonra uzun süre analizleri için beklenmesine bağlamıştır. Değerlerimiz içinde 20:5 n3 yağ asidinin tespit edilememesi yukarıdaki sebeplerden özellikle yağ kaynaklarına bağlanırken, 22:6 n3 yağ asidi bütün örneklerimizde bulunduğu için kullanılan yem kaynaklarının DHA bakımından yeterli olduğu kanaatindeyiz.

Yemlerde bulunan n3 miktarlarının aşırı miktarlarda olmasının büyümeyi olumsuz etkilediğini ve mümkün olduğu kadar özelliklede yavru yemleri hazırlanırken farklı yağ kaynaklarının rasyona katılması gerektiğini vurgulamışlardır (Henderson ve Castel 1987; Demir 1997). Yemlerde belirlenen n3 değerleri araştırmacıların belirttiği olumsuz duruma neden olacak seviyede olmadığı aksine gerekli düzeyde olduğunu düşünüyoruz.

4.2. Tortum İşletmesi Balık Dokuları Yağ Asitleri

İşletmeye ait balıkların dokuları yağ asitleri bakımından özellikle SFA, MUFA ve PUFA miktarlarının Tablo 3.5. de de görüldüğü gibi önemli seviyede ($P < 0.01$) farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Balıkların lipid bileşimlerini su sıcaklığı, deniz veya tatlı su ortamı, canlının biyolojik özellikleri, fizyolojik aktiviteleri, tükettikleri besinlerin özellikleri, yağ içeriği ve bileşiminin etkili olduğunu belirtmişlerdir (Crowford et al., 1986; Christiansen et al., 1989; Yılmaz 1995).

Doymuş yağ asitleri içinde en fazla 16:0 (Palmitik asit) olurken bunu 18:0 ve 14:0 takip etmiştir. Toplam doymuş yağ asidi miktarı bakımından ise gonad dokusu %31.37 le en yüksek değere sahipken karaciğer %27.95, kas %21.49 ve adipoz %18.24 lük değere sahip oldukları ve önemli farklılıkların ($p < 0.01$) olduğu görülmüştür. Demir (1997), yemdeki doymuş yağ asidi oranı ne kadar yüksek olsa da dokulardaki doymuş yağ asidi oranı yemdeki değerlerinden düşük çıktığını bildirmiştir. Araştırmacının belirttiği durum adipoz dokusu için geçerli olurken, gonad, kas ve karaciğer bunun aksini göstermiştir. Bu durum özellikle işletmenin dereden almış olduğu su kaynağı içindeki canlı yemlerin varlığına bağlanmıştır. Bell et al., (1994), alabalıkların beslenmiş olduğu doğal canlı yemlerde doymuş yağ asitlerinin yüksekliğine dikkat çekmiştir.

Tekli doymamış yağ asitleri bütün dokularda yüksek orana sahip olurken, dokulardaki miktarları adipoz %57.97, gonad %31.54, karaciğer %37.53 ve kasta %48.22 olarak tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek miktarı 18:1 n9 oluştururken, 16:1 n7, 18:1 n9t, 20:1 n9 daha düşük miktarlarda bulunmuşlardır. Adipoz dokusunun total yağ asidi içerisinde %50 lik kısmını 18:1 n9 oluştururken bu miktar diğer organlarda daha düşük çıkmıştır.

Özellikle alabalıklarda vücut kompozisyonunun rasyonun yağ asidi kompozisyonunu yansıttığını rasyondaki linolenik yağ asitlerinin vücut dokularında depolanmadığını,

(Skuladottir et al., 1990), fakat vücutta 22:6 n3 yağ asidine dönüşmüş olarak bulunduğu ve özellikle solmonlarda 20:5n3 ün 22:6n3'e çevrilerek depolandığını bildirmişlerdir. Bu durum dokularda linolenik yağ asidine rastlayamayışımızı açıklamaktadır. Çoklu doymamış yağ asitlerinin total miktarları bakımından gonad ve kas dokuları yakın çıkmasına rağmen özellikle gonad dokusu n3 yağ asidinin % 23.97 lik değere sahip olmasıyla en yüksek n3/n6 oranına sahip olduğu görülmüştür.

Balıkların rasyonlarındaki n6/n3 oranı canlı vücudunda n3 yağ asitleri lehine dönüşebildiklerini (Boggio et al., 1995), açıklamışlardır. Çalışmada işletmelerin kullanmış oldukları yemlerin n6/n3 oranları yüksek olmasına rağmen dokularda n3 lehine dönüştüğü tespit edilmiştir, bu durum araştırmacıların belirtmiş oldukları olayı teyit eder niteliktedir. Gonad dokusunun n3 miktarını oluşturan 22:6 n3 yağ asidi total n3 miktarının çoğunluğunu oluşturması da belirtilen duruma uymaktadır.

Adipoz dokusunun n6 miktarı %19.85 iken n3 miktarı %3.38 çıkmıştır. Bu da dokular arasında en düşük n3/n6 değerinin oluşmasına neden olmuştur, ayrıca n3/n6 değerleri adipoz 0.17, gonad 2.27, karaciğer 1.04, kas 0.94 önemli seviyede ($P < 0.01$) farklı bulunması dokuların farklı özellikler göstermesine, bazı yağ asitlerinin miktarları ve dokulardaki değerlerinin değişmesi ise dokuya has profillerin olduğu balıkların yemle almış oldukları yağ asitlerinin dokularda kullanımı ve dönüştürülmesinin farklılığından kaynaklanmasına bağlanabilir.

İşletmenin kullanmış olduğu yemin n6 PUFA miktarı nispeten yüksek olurken dokuların n6 PUFA miktarları adipoz hariç yemdeki değerden düşük çıkmıştır. Tekli doymamış yağ asidi miktarı yemde ve bütün dokularda en yüksek miktarı oluştururken, SFA gonad hariç yemdeki miktara yakın çıkmıştır.

Diyetteki 18:2 n6 yağ asid miktarının chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) balıklarının kaslarındaki n3/n6 oranını etkilediğini (Kennish et al., 1992), belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde etmiş olduğumuz kas dokusunun n3/n6 oranını

etkilediğini kasdaki 18:2 n6 miktarı %12.18 lik miktarla yemden düşük olmasına rağmen kasdaki n3/n6 PUFA miktarının etkilenmesine neden olduğu belirlenmiştir.

Demir (1997), Gökkuşığı (*Oncorhynchus mykiss*) balıklarının rasyonlarındaki yağ asidi bileşiminin kas ve karaciğer yağ asidi bileşimini etkilediğini, ayrıca kas ve karaciğer dokusunun doymamış ve n3 yağ asidi içeriklerinin rasyondaki miktarlarından daha yüksek çıktığını ifade etmiştir. Çalışmada kas ve karaciğer n3 yağ asidi miktarları araştırmacıyı teyit ederken adipoz ve gonad dokularının n3 değerleri yem n3 miktarına yakın çıkmıştır.

Bell et al., (1986); Ibeas, (1996), balıkların bütün dokularında polar ve polar olmayan lipidlerin yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu özellikle 16:0 ve 18:1 n9 yağ asitlerinin bunu temsil ettiklerini, bu yağ asitlerinin bütün dokularda en büyük enerji kaynağını oluşturmalarından ve n-3 HUFA ihtiyacının karşılanmasında rol aldıklarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda farklı dokulardan elde edilen yağ asitleri değerlendirildiğinde 16:0 ve 18:1 n9 yağ asitlerinin yüksek oranlarda olduğu görülmüştür.

Koven et al., (1989); Tandler et al., (1989); Mourente ve Tocher, (1992), dokularda bulunan hücre membranlarının fosfolipitlerinin farklılık gösterdiğini deniz ve tatlı su balıklarında bu durumun daha belirgin olduğunu, dokulardaki 20:2 n-9 ve 20:3 n-9 yağ asitlerinin 18:1 n-9 dan üretildiğini ve n-9 serisi yağ asitlerinin hücre membranlarında çok önemli olduklarını belirtmişlerdir. İşletmeye ait organlar arasında kas ve adipoz dokuları n-9 serisi yağ asitlerince oldukça zengin iken gonad ve karaciğer dokuları daha düşük değere sahip olmuşlardır. Bu durumun organların hücre membranlarındaki birikimin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

4.3. Pasinler İşletmesi Balık Dokuları Yağ Asitleri

İşletmeye ait doku ve organlar arasında SFA, MUFA, n3 PUFA, n6 PUFA ve n3/n6 değerleri Tablo 3.10 da görülebileceği gibi önemli ($P < 0.01$) seviyede farklı

bulunmuşlardır. Pasinler işletmesi balıklarının adipoz ve gonadları tekli doymamış yağ asitleri yüksek bulunurken, karaciğer ve kas dokusu doymuş ve n3 yağ asitleri %30 luk değere sahip olmuşlardır. İşletmenin kullanmış olduğu yemin n3 PUFA ve MUFA değerleri düşük olmasına rağmen dokularda bu durum görülmemiştir. Özellikle n-9 serisi yağ asitlerinin miktarlarının düşük olması bu yağ oranlarının dönüşümünde etkili olduğu düşünülmektedir.

Stickney ve Hardy (1989), esansiyel olan uzun zincirli yağ asitlerini (HUFA) 18 karbonlu (Linoleik; 18:2n-6 ve Linolenik; 18:3n-3) yağ asitlerinden sentezliyebildiklerini bildirmişlerdir. Özellikle adipoz dokusu hariç diğer dokularda 22:6 n3 yağ asidinin önemli bir paya sahip olması araştırmacıların belirttiği hususu doğrulamıştır. Yemdeki miktarın düşük olmasına rağmen dokularda yüksek olması hatta adipoz dokusunda bile yemdeki değerin üstünde çıkması tatlı su balıklarının kendileri için gerekli olan yağ asitlerini desaturaze enzimi yardımıyla dönüştürebildiklerini göstermektedir. Nitekim (Halver, 1988; Buzzi et al., 1997) tatlı su balıklarının desaturaze enzimine sahip olduklarını ve yemlerindeki 18:1 n-9, 18:3 n-3, 18:2 n-6 yağ asitlerinden daha uzun zincirli yağ asitlerini sentezliyebildiklerini, fakat deniz balıklarının bu enzimden mahrum olduklarını belirtmişlerdir. Dolayısıyla dokulardaki PUFA konsantrasyonunun yüksek oluşu tatlı su balığı olan alabalıklarda bu dönüşümün yapıldığını göstermektedir.

Doymamış yağ asitlerinden n3 PUFA nın n6 ya oranı en düşük adipoz dokusunda 0.76 olurken, en yüksek 3.73 lük değerle kasta görülmüştür. Gonad ve karaciğerin değerleri birbirine yakın 2.44 ve 2.59 çıkmıştır. Dokularda 20:5 n3 yağ asidinin bulunmaması diğer işletmelerde olduğu gibi yem kaynaklarında bulunmamasından ve yetiştirilen ortam şartlarının etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca yüksek rakımda bu bölge için yapılmış bir araştırmanın olmaması bu durumun daha net bilgilerle ortaya koymamızı engellemiştir.

Takeuchi ve Watanabe (1982), esansiyel yağ asitlerince yetersiz rasyonlarla beslenen gökkuşağı alabalıklarının karaciğerinde 20 karbonlu yağ asidinin yüksek oranda

bulunacağını belirtmişlerdir. Araşidonik asit (20:4 n6) miktarı özellikle karaciğerde diğer dokulara oranla yüksek çıkması bu işletmenin yemlerinde bulunan esansiyel yağ asitlerinin yetersizliğine bağlanabilir. Karaciğerin yağların sindiriminde ve depo formlarına dönüştürülmesinde etkili olması özellikle diyetle düşük olup dokuda yüksek çıkmasını açıklamaktadır.

Yağ asitlerinin çeşitliliği bakımından adipoz dokusu daha zengin olup depo formunun çoğunluğunu tekli doymamış yağ asitleri oluşturmuştur. Yemin genel profilinden farklılık gösteren dokular diğer işletmelerin dokularından da ayrılmıştır. Doymuş yağ asitleri içerisinde en yüksek miktara palmitik asit (16:0) sahip olurken bunu 18:0 ve 14:0 yağ asitleri takip etmiştir.

Dosanjh et al., (1988), *Oncorhynchus tshawytscha* balıklarında dokularındaki PUFA miktarlarının yemden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Balıkların kas dokusu PUFA miktarlarının %40'a varan bir değerde olması bu işletmenin kullanmış olduğu total PUFA miktarının iki katına çıkması araştırmacıyla aynı sonuca ulaştığımızı göstermektedir.

4.4. Oltu İşletmesi Balık Dokuları Yağ Asitleri

Dokuların yağ asitlerine ilişkin ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.15 de görüldüğü gibi SFA, MUFA, PUFA ve n3/n6 PUFA değerleri önemli ($P<0.01$) seviyede farklı bulunmuştur. Adipoz dokusunda n3/n6 değeri 0.36 olurken gonad, karaciğer ve kas sırasıyla 1.49, 1.68, 1.54 lük değerlerle birbirine yakın bulunmuştur. Canlı vücudunda n3 lehine bir değişimin olduğu gözlenmektedir.

Her ne kadar (Sowizral et al., 1990; Lowell ve Wilson 1993; Corraze et al., 1993), n3 yağ asitlerini n6 yağ asitlerinden daha yüksek düzeyde içeren rasyonlarla beslenen balıklarda büyümenin iyi olacağını bildirmiş olsalarda, n3 miktarının aşırı yükselmesi ters etki yapacağını ve düşük n3 içeren rasyonlarla beslenen canlıların dokularında n3 lehine bir artış olacağını belirten araştırmacılar da mevcuttur Bu durum çalışmamızda da

tespit edilmiş olup, Oltu işletmesinin kullandığı yemin n3 PUFA oranı %8.87 olurken dokularda adipoz dokusu hariç tümünde yemdeki değerin üzerinde çıkmıştır.

Yemdeki en yüksek konsantrasyonu tekli doymamış yağ asitleri oluştururken dokularda da benzer sonuçlar alınmıştır. Yağ asitleri içinde en yüksek miktarı n-9 serisi yağ asitlerinden 18:1 n9 temsil ederken, bu durum bütün dokular için geçerli olmuştur. Doymuş yağ asitleri içinde 16:0 dokulardaki en yüksek SFA yı oluştururken bunu 18:0, 14:0 ve 17:0 yağ asitleri takip etmiş, esansiyel yağ asitlerinden olan 20:4 n6 nın miktarı en yüksek karaciğerde (%4.4), en düşük adipoz dokusunda (%0.79) bulunmuştur.

İşletmeden alınan balık dokularının tümünde EPA tespit edilemezken, EPA gibi esansiyel olan DHA bütün dokularda varlığını göstermiştir. Tucker et al., (1987), linolenik asitten EPA (20:5 n3) nın sentezlendiğini bildirmiştir. Dolayısıyla yemde ve dokularda linolenik 18:3 n3 asitin bulunmaması EPA nın bulunamayışını açıklamaktadır. Bütün dokularda bulunan DHA miktarında adipoz dokusunda %6.48 lik miktarıyla en düşük değere sahip olurken gonad, karaciğer ve kas değerleri %20- 24 arasında değişmiştir. Balıklar için esansiyel olan DHA farklı ortam şartlarına adaptasyonda, üremede ve hücrelerin geçirgenliğinin sağlanmasında rol alan yağ asitlerinden olduklarını belirtmişlerdir (Santos et al., 1993; Fair et al., 1993; Whyte et al., 1994; Rodriguez et al., 1997; Almansa et al., 1999; Coutteau et al., 2000). Dolayısıyla balık dokularının tümünde varlığını göstermesi esansiyel olan DHA nın balıklar için hayati öneme sahip olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır.

Tatlı su balıklarında uzun zincirli yağ asitlerinin dönüştürülmesinde kullanılan 18:2 n6 yağ asidi miktarı dokular arasında varyasyona sahip olduğu görülmüştür. Total n6 PUFA yı oluşturan yağ asitleri içinde en önemli payı 18:2 n6 nın oluşturduğunu, adipoz, gonad ve karaciğer dokularında tekli doymamış yağ asitleri çoğunluğu oluştururken, kas dokularında doymuş yağ asitleri az bir farkla yüksek çıkmıştır.

4.5. Erzurum İşletmesi Balık Dokuları Yağ Asitleri

Balıkların adipoz, karaciğer ve kas dokusu ortalama yağ asidi değerleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.19 de verilmiştir. Tabloda da görülebileceği gibi karaciğer ile kas ve adipoz dokuları SFA ve n6 PUFA miktarları bakımından önemsiz bulunurken, MUFA, n3 PUFA ve n3/n6 oranı bakımından önemli ($P<0.01$) seviyede farklı bulunmuşlardır.

Karaciğer ve kas benzer çıkarken adipoz dokusu aynı özellikleri göstermemiştir. İşletmenin kullanmış olduğu yem özellikle 22:6 n3 bakımından diğer yemlerden yüksekliği, n3/n6 oranının %1.47 lik değeriyle yemler içinde en yüksek orana sahip olması bu farklılıkların oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Navarro ve Amat, (1991); Mourente et al., (1993); Whyte et al., (1994), Işık (1995), Mourente et al., (1995), balıklarda alınan yeme bağlı olarak özellikle besin zincirinde fitoplanktonların C16 ve C18 n- PUFA ca, zooplanktonların 20:5 n3 ve 22:6 n3 n-3 PUFA bakımından zengin olduklarını ve balıklarda ise 22:6 n3 ün miktarının 20:5 n3 e göre daha fazla olduklarını bildirmişlerdir. Kullanılan yem kaynaklarının ve balıkların beslenmiş oldukları canlı organizmaların özellikleri, sahip oldukları yağ asidi değerleri etkili olduğundan işletmenin kullandığı yemin yüksek DHA içermesi balıkların dokularındaki 22:6 n3 miktarının oluşmasında etkili olmuştur.

Dokularda tesbit ettiğimiz 22:6 n3 miktarı yeterli miktarda olmasına rağmen 20:5 n3 ün bu işletmede tespit edilememesi kullanılan yemden ve canlı yemlerin yetiştirme sisteminde bulunmamasından kaynaklandığı görüşünü öne çıkarmıştır. Yemin n3/n6 değerinin yüksek olması karaciğer ve kas dokularında n3 PUFA miktarlarında etkilemiştir. Bununla ilgili olarak Halver (1988)'e göre pek çok balık türünde n-3 PUFA nın en çok depo edildiği yer karaciğerdir. İşletmeye ait balıkların karaciğer dokularındaki n-3 PUFA miktarı belirtildiği gibi yüksek çıkmasını açıklamaktadır.

Adipoz dokusunda 18:1 n9 yağ asidi %32 lik değerle en yüksek miktara sahipken, karaciğer dokusunda 22:6 n3 kas dokusunda ise 16:0 çoğunluğu oluşturmuştur. Yine karaciğer ve kas dokularında doymuş yağ asitleri %32-33 lük miktarlarla çoğunluğu oluştururken, adipoz dokusunda tekli doymamış yağ asitlerinin baskın olduğu görülmüştür.

Adipoz, karaciğer ve kas dokularının n3/n6 değerleri sırasıyla 0.38, 2.67 ve 1.87 olurken, bu değerlerden karaciğer ve kas dokularının oranı yemin n3/n6 (1.47) oranından yüksek olması balıkların n3 miktarını kendi lehlerine dönüştürdüğünü bir kez daha ispatlamıştır. Diğer işletmelerde de görüldüğü gibi AA (20:4 n6) miktarı en yüksek karaciğer dokusunda (%5.4) tesbit edilmesi daha önce değerlendirdiğimiz işletmelerle paralellik göstermiştir.

Xu et al., (1994); Merican ve Shim (1997), Saito et al., (1998); Bessonart et al., (1999), büyümede, yumurta veriminde ve canlının ortam şartlarında adapte olmasında DHA'nın etkili olduğunu belirtmişlerdir. Canlı vücudunda önemli olan DHA miktarları karaciğer ve kas dokularında (%29.9-%23.35), adipoz dokusunda ise (%5.84) çıkmıştır. Balıklarda gonad gelişimi belirlenemediği için gonad dokusu DHA miktarı hakkında bir değerlendirme yapmamızı engellemiştir.

4.6. İşletmelere Ait Adipoz Dokusu Yağ Asitleri

Farklı işletmelerden alınan balıkların adipoz dokuları yağ asitleri ortalama değerleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.20 de verilmiştir. Tablodada görüleceği gibi SFA, MUFA, PUFA ve n3/n6 miktarları önemli ($P<0.01$) derecede farklı bulunmuştur. Bunların dışında her bir yağ asidi bakımında farklılıklar ve benzerlikler tesbit edilmiştir.

Belirlenen n3/n6 oranları işletmeler arasında farklılıkların olduğu bu değerlerin Tortum, Pasinler, Oltu ve Erzurum işletmelerinde sırasıyla 0.17, 0.76, 0.36 ve 0.38 ve son iki işletme değerlerinin birbirine yakın olması kullanılan yemlerin benzer olmasından

kaynaklanabilir. Pasinler işletmesinin farklılığı ise kendi yemini hazırladığından kullanmış olduğu yağ kaynaklarının özelliklerinden etkilenmiş olabilir.

Özellikle depo formu, balıklarda tirgliseridler olup, yağ asitlerinin gliserolle yapmış olduğu bileşiklerdir. (Sculadottir et al., 1990; Ingemenson et al., 1993; Saito et al., 1998) balıklarda bu yağ asidinin yüksek miktarlarda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Tekli doymamış yağ asitlerinin doymuş ve çoklu doymamış yağ asitlerinden fazla olmaları adipoz dokusunu diğer dokulardan ayıran en belirgin fark olarak görülmektedir. Tekli doymamış yağ asitleri içinde 18:1 n9 un miktarı yukarıdada belirtildiği gibi yüksek olduğu görülmektedir.

4.7. İşletmelere Ait Gonad Yağ Asitleri

Üç işletmeden alınan gonadların ortalama yağ asidi değerleri ve çoklu karşılaştırma testi Tablo 3.21 de sunulmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testine göre gonadlar n6 PUFA bakımından önemli ($P<0.05$) bulunurken SFA, MUFA, n3 PUFA ve n3/n6 miktarları bakımından önemsiz bulunmuşlardır.

Gonadların sahip olduğu yağ asitleri ve total SFA, MUFA, n3 PUFA bakımından önemsiz çıkması balıkların sahip olduğu gonadların diyetle fazla etkilenmediğini balığa has olarak gonadların kendi profillerinin değişmez olduğunu göstermiştir. Gonad dokularında tespit edilen yağ asitleri özellikle Tortum ve Pasinler işletmeleri değişim gösterirken, Oltu işletmesi bunlara benzerlik göstermiştir. Yağ asitleri içinde en yüksek değere MUFA sahip olurken SFA değerleride MUFA ya yakın bulunmuştur. En yüksek n3 PUFA miktarı Tortum işletmesindeki balıklarda (%23.97) tespit edilirken Pasinler ve Oltu'da n3 PUFA %25.79- %20.8 olarak bulunmuştur.

Akpınar (1985), sazan balıklarında üreme sonrası total yağ ve yağ asidi miktarlarında düşüş olduğunu özellikle sıcaklığın artmasıyla doymuş yağ asitlerinde düşüş olacağını

belirtmiştir. Örneklerin alınış zamanı Haziran ayı olması ve üreme döneminin olmayışı çoklu doymamış yağ asitlerinin düşük değerde olmasını sağlamıştır. Balıklarda üreme hücrelerinin oluşturulmasında temel ve aşırı doymamış yağ asitlerine büyük gereksinim olduğunu, yetersiz olması durumunda kısırlığa neden olabileceğini belirtmişlerdir (Billard et al., 1982; Manning ve Kime 1984).

Çoklu doymamış yağ asitlerinin n3/n6 oranları Oltu da 1.49, diğer işletmelerde 2 nin üzerinde çıkması dikkat çekmektedir. Genel olarak n3 serisinden olan 22:6 n3 yağ asidinin gonad dokusunda adipoz dokusuna oranla çok yüksek olduğu görülmektedir. Total doymuş yağ asitleri içinde 16:0, tekli doymamış yağ asitleri içinde ise 18:1 n9 en yüksek miktarı oluşturmuştur. Doymamış yağ asitleri total yağ asitlerinin %70 ini oluşturmakta ve doymuş yağ asitlerinden oldukça yüksek bir değere sahip olması genel olarak literatürlerle uyum gösterdiği gibi gonad gelişimi için gerekli olan temel ve çoklu doymamış yağ asitlerini içerdikleri belirlenmiştir.

4.8. İşletmelere Ait Karaciğer Yağ Asitleri

İşletmelerden alınan balıkların karaciğer yağ asitleri ortalama değerleri ile Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.22 de verilmiştir. Tabloda da belirlendiği gibi karaciğer n6 PUFA miktarları önemsiz iken SFA, MUFA, n3 PUFA ve n3/n6 miktarları önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Boggio et al., (1995), yüksek oranda doymuş yağ asidi içeren rasyonlarla beslenen balıkların karkas ve karaciğerinde aşırı doymamış yağ asidi oranının düşük olacağını belirtmişlerdir. Fakat elde etmiş olduğumuz değerler özellikle karaciğer için Pasinler n3 PUFA %32.46, Erzurum %31, Oltu %25.6 ve Tortum %14.58 lik değerleriyle sadece son işletmenin bu durumu yansıttığı görülmektedir, diğer işletmeler için geçerli olmamıştır.

İşletmeler arasında n6 PUFA nın önemsiz çıkmasına rağmen n3 PUFA miktarlarının önemli derecede farklılıkları karaciğerin n3 bakımından daha zengin olduğunu

göstermiştir. MUFA miktarı bakımından Tortum ve Oltu yüksek çıkarken Pasinler ve Erzurum nisbeten düşük çıkmıştır.

Karaciğer dokusu yağ asidi profilinin rasyonadaki yağ asitlerinin miktarından, yemdeki n3 PUFA miktarından, ve daha çok 18:3 n3 yağ asidinden etkilendiğini bildirmişlerdir (Hung et al., 1983). Dolayısıyla işletmeler arasında görülen PUFA ve MUFA farklılıklarının yemlerdeki n3 PUFA miktarından kaynaklandığı ihtimalini güçlendirmektedir. Ayrıca işletme şartlarına bağlı olarak özellikle Tortum yetiştirme sistemine dere suyunu katması ve bu suyla gelen doğal canlı yemlerin karaciğer yağ asidi profilini etkilediği düşünülebilir. Özellikle karaciğer dokuları içinde sadece bu işletmede EPA'nın tesbit edilmesi bu ihtimali güçlendirmektedir.

4.9. İşletmelere Ait Kas Dokusu Yağ Asitleri

Kas dokularına ait yağ asitleri ortalama değerleri ve Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.23 de verilmiştir. Farklı yem kaynaklarını kullanan bu işletmelerin balık kaslarındaki SFA, MUFA, n3 PUFA, n6 PUFA ve n3/n6 değerleri önemli ($P < 0.01$) seviyede farklı bulunmuşlardır.

Özellikle kas dokularının bu derecede farklı çıkması kullanılan yem kaynaklarının balık dokularındaki yağ asidi profili oluşumunda ne kadar etkili olduklarını göstermektedir. Aynı dokuların farklılıkları balıkların etlerinde kullanılacak yeme bağlı olarak profilini değiştirerek daha kaliteli ve n3 yağ asidi bakımından zengin kaynakların tüketiciye sunulmasına imkan verebilecektir.

Kas dokusu işletmeler arası yapılan karşılaştırma testinde Tortum diğerlerinden farklı çıkmıştır, bu farklılık özellikle n3 PUFA miktarının düşük, n6 PUFA seviyesinin ise diğer işletmelerden daha yüksek olmasına bağlanmıştır. İşletmenin kullandığı yemlerde n6 PUFA'nın yüksekliğine, n3 PUFA miktarının ise düşüklüğüne bağlanabilir.

Boggio et al., (1995), rasyon yağının kaynaklarının kas dokusunu etkilediğini belirtmişlerdir. En yüksek n3 PUFA miktarına Pasinler (%31.75) sahip olurken Oltu ve Erzurum %22-24 çıkmıştır. Son iki işletmenin kas dokularının benzer çıkması, özellikle kullanmış oldukları yemlerin yağ asidi değerlerinin yakın çıkmasından kaynaklanmış olabileceğini akla getirmektedir.

MUFA miktarı yemlerle paralellik göstermiş olup en yüksek Tortum işletmesine ait balıklarının kas dokularında olmuştur. MUFA bakımından diğer işletmeler ise yakın değerlere sahip olmuşlardır. Burada dikkati çeken başka bir nokta ise MUFA seviyesinin yüksek olduğu durumda SFA oranı düşük, MUFA nın düşük olduğu işletmelerde ise SFA miktarının nisbeten yüksek oluşudur.

Hove ve Nielsen, (1991), Mourente et al., (1993), rasyonda kullanılan lipitlerin esansiyel yağ asitlerince yetersiz olması durumunda üretilen balığın kimyasal bileşimini olumsuz yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Tüketilen balıklarda özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarının yüksek olması istendiğine göre balıkların kas dokusu PUFA miktarının fazla olması tercih sebebi olabilir. Buna göre işletmeler arasında en düşük total PUFA miktarına sahip olan Tortum işletmesi bu yönden olumsuzluk arz etmektedir.

5. EK AÇIKLAMALAR

İşletmelerin kullanmış oldukları yemlerin yağ asidi profilleri farklı olup, özellikle Tortumdaki işletmeye ait yemin MUFA miktarı diğer işletmelerden daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak yemlerin muhteviyatına katılan yağ kaynakları bu farklılığın oluşmasında etkili olmuştur.

Yemlerdeki yağ asidi değerleri balıkların yağ asidi kompozisyonunun oluşmasında etkili oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle MUFA miktarı en yüksek olan ve Erzurumdaki fabrikanın yemini kullanan Tortum işletmesine ait balıkların dokularında tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) en yüksek orana sahip oldukları belirlenmiştir.

Oltu ve Pasinler işletmelerinde dokuların her biri farklı çıkarken, Erzurum işletmesinde karaciğer ve kas dokusu benzerlik göstermiştir. Dokulardaki yağ asitleri sahip oldukları miktarlarla belirgin farklılıklar gösterip, dokulara has profiller sergilemişlerdir.

Aynı dokuların işletmeler arası yapılan mukayeselerinde adipoz dokusu Oltu ve Pasinler benzer, Tortum ve Erzurum farklı çıkmıştır. Gonad, adipoz dokusuyla benzerlik gösterirken, karaciğer Tortum ve Erzurum da yakın, diğer işletmelerde bunlara paralel değerler göstermiştir. Kas farklılığın en çok belirlendiği doku olup, Tortum işletmesi balıklarının değerleri belirgin farklılık göstermiştir.

Yetiştiricilikte özellikle kültür balıklarının larval besleme dönemlerinde oldukça önemli olan yağ asitlerinin bölgemizde yaşayan balıklar içinde benzer çalışmaların yapılması gerektiği inancındayız. Özellikle belirlenen yağ asidi profili bir kriter olarak kabul edilecek olursa diyetlerin yağ asidi bakımından dengeli olmasını sağlayacaktır.

Balıklarda üremenin ne kadar önemli olduğu dikkate alınırsa gonad dokusunun yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesiyle damızlıkların bu yağ asitlerince zengin diyetlerle beslenmesi faydalı olacaktır. Bunun damızlıklardan elde edilen yumurtalara ne derecede etki ettiği ve yetiştiricilikteki faydaları üzerinde durulmalıdır Ayrıca

yetiştiricilikte kullanılan canlı yemlerin yağ asid profillerinin belirlenmesiyle yetiştirilen canlının ihtiyaç duyduğu yağ asidi profiline sahip olup olmadığı belirlenmelidir.

Canlının vucudunda tüm hücrelerde mevcut yağ asitleri özellikle esansiyel olan uzun zincirli doymamış yağ asitleri canlının adaptasyon kabiliyetini artırarak ekstrem şartlarda canlının hayatta kalmasını sağlayarak yetiştiricilere ne derecede yarar sağlayacağının araştırılması faydalı olacaktır.

Ayrıca balıklardaki yağ asidi profillerinin hangi çevre faktörlerinden etkilendiği, aynı balık için farklı dönemlerde değişimin olup olmadığı belirlenmelidir. Elde edilen bilgiler ışığında yetiştirme faaliyetlerinin sürdürülmesi daha avantajlı olacaktır. Belirtmiş olduğumuz noktalarda araştırcıların yapacağı çalışmalar ülke balıkçılığına katkıda bulunacağı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

- Abramo, L.R., and Sheen, S.S., 1993, polyunsaturated fatty acid nutrition in juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquacult, 115: p 63-86.
- Aggleousis, G., and Lazos, E.S., 1991, Fatty acid composition of the lipids from eight freshwater fish species from Greece. J.of Food Comp and Analysis, 4: p 68-76.
- Akpınar, M.A., 1985, *Cyprinus Carpio L.* (Osteichthyes Cyprinidae)'nın Ergin Olmayan ve Ergin Bireylerinde Gonatların Total Lipid ve Yağ Asidi Bileşimleri.Doktora Tezi Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyolaoji Anabilim Dalı, Sivas.
- Akpınar, M.A., 1987, *Cyprinus carpio, L.* (Osteichthyes, Cyprinidae) nın kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi, Doğa Türk Biyoloji, V. 11, Num. 1.
- Akyıldız, A.R., 1984, Yemler Bilgisi ve Labaratuvar Kılavuzu, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:895, Uygulama Kitabı 213-236.
- Akyıldız, R., 1992, Balık Yemleri ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi yayınları:1280: s 180.
- Akyurt, İ., 1993, Balık Besleme, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:156
- Alava, V.R., and Kanazawa, A., 1996, Effects of dietary fatty acids on growth of milkfish *Chanos chanos* fry in brackish water. Aquacult, 144: p 363-369.
- Almansa, E., Perez, M.J., Cejas, J.R., Badia, P., Villamandos, J.E., and Lorenzo, A., 1999, Influence of broodstock gilthead seabream (*Sparus aurata L.*) dietary fatty acids on egg quality and egg fatty acid composition throughout the spawning season. Aquacult, 170: p 323-336.
- Anon, 1983, Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Gıda İşleri genel Md., Genel Yayın NO:65, Ankara, s-769.
- Anon, 2000. Sherlock Microbial Identification System, Version 4 MIS Operating Manuel, Newark, DE, USA.

- Bao, D.Q., Mori, T.A., and Burke, V., 1998, Effects of dietary fish and weight reduction on ambulatory blood pressure in overweight hypertensives. *Hypertension*, 32: p710-717
- Bautista, M.N., Valle, M.J., and Orejana, F.M., 1991, Lipid and fatty acid composition of brackishwater and freshwater reared milkfish (*Chanos chanos* Forskal). *Aquacult*, 96: p 241-248.
- Bell, M.V., Henderson, R.J., and Sargent, J.R., 1986. The role of polyunsaturated fatty acids in fish. *Comp.Biochem. Physiol*, 4: p 711-719
- Bell, J.G., Ghioni, C., and Sargent, J.R., 1994, Fatty acid composition of 10 freshwater invertebrates which are natural food organisms of Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) : a comparison with commercial diets. *Aquacult*, 128: p 301-313.
- Bell, J.G., Farndale, B.M., Bruce, M.P., Navas, J.M., and Carillo, M., 1997, Effects of broodstock dietary lipid on fatty acid composition of eggs from sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquacult*, 149: p 107-119.
- Bell, G., Tocher, D.R., Farndale, B.M., McViar, A.H., and Sargent, J.R., 1999, Effects of essential fatty acid deficient diets on growth, mortality, tissue histopathology and fatty acid composition in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Fish Physiol and Biochem*, 20: p 263-277.
- Berntsson, K.M., Jonsson, P.R., Wangberg, S.A., and Carlsson, A.S., 1997, Effects of broodstock diets on fatty acid composition, survival and rates in larvae of the European flat oyster, *Ostrea edulis*. *Aquacult*, 154: p 139-153.
- Bessonart, M., Izquierdo, M.S., Salhi, M., Hernandez, C.M., Gonzalez, M.M., and Palacios, H.F., 1999, Effect of dietary arachidonic acid levels on growth and survival of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae. *Aquacult*, 179: p265-275.
- Billard, R., Fostier, A., Well, C., and Breton, B., 1982, Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. *Can.J. Fish. Aqu. Sci.* 39: p 65-79.
- Boggio, S.M., Hardy, R.W., Babbitt, J.K., and Brannon, E.L., 1995, The Influence of dietary lipid source and alpha-tocopherol acetate level on product quality of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacult*, 51: p 13-24.
- Borlongan, I.G., and Benitez, L.V., 1991, lipid and fatty acid composition of milkfish (*Chanos chanos* Forsskal) grown in freshwater and seawater. *Aquacult*, 104: p 79-89.

- Bruce, M., Oyen, F., Bell, G., Asturiano, J.F., Farndale, B., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., and Bromage, N., 1999, Development of broodstock diets for the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) with special emphasis on the importance of n-3 and n-6 highly unsaturated fatty acid to reproductive performance. *Aquacult*, 177: p 85-97.
- Buzzi, M., Henderson, J., Sargent, J.R., 1997, Biosynthesis of docosahexaenoic acid in trout hepatocytes proceeds via 24-carbon intermediates. *Comparative Biochem and Physio*. 116: (2) p 263-267.
- Calabrese, J.R., Rapport, D.J., and Shelton, M.D., 1999, Fish oils and bipolar disorder. *Arch Gen Psychiatry*. 56: p 413-4.
- Canpolat, A., 1996, Keban Baraj Gölünde En Çok Bulunan *Barbus rajanorum mystaceus* (Heckel, 1843) ve *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın Üreme Mevsiminde Total Yağ ve Yağ Asitlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Elazığ.
- Castel, J.D., Bell, J.G., Tocher, D.R., and Sargent, J.R., 1994, Effects of purified containing different combinations of arachidonic and docosahexaenoic acid on survival, growth and fatty acid composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquacult*, 128: p 315-333.
- Christiansen, J.S., Ringo, E., and Farkas, T., 1989, Effect of sustained exercise on growth and body composition of first feeding fry of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L), *Aquacult*, 79: p 329-335.
- Clawson, J.A., and Lovell, R.T., 1992, Improvement of nutritional value of Artemia for hybrid striped bass/white bass (*Morone saxatilis* x *M. Chrysops*) larvae by n-3 HUFA enrichment of nauplii with menhaden oil. *Aquacult*, 108: p 125-134.
- Corraze, G., Larroquet, L., and Medale, F., 1993, Differences in growth rate and fat deposition in three strains of rainbow trout, 14th. International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, (Editors S.J. Kaushik et P. Luquet) Fish Nutrition in Practice, Paris, p 67-72.
- Coutteau, P., Kontara, E.K.M., and Sorgeloos, P., 2000, Comparison of phosphatidylcholine purified from soybean and marine fish roe in the diet of postlarval *Penaeus vannamei boone*. *Aquacult*, 181: p 331-345.
- Covey, C.B., 1992, Nutrition estimating requirements of Rainbow trout. *Aquacult*, 100: p177-189.

- Cowey, C.B., 1993, Some effects of nutrition on flesh quality of cultured fish. In: S.J. Kaushik and P. Luquet (Editors), *Fish Nutrition in Practice*. INRA, Paris, p-227-236.
- Crowford, R.H., Cusack, R., and Parle, T.R., 1986, Lipid content and energy expenditure in spawning migration of alewife (*Alosa pseudoharengus*) and bluebase herring (*Alosa aestivalis*), *Canad. J. Zool.* 64: p 1902-1907.
- Czesny, S., Kolkovski, S., Dabrowski, K., and Culver, D., 1999, Growth, survival, and quality of juvenile walleye *Stizostedion vitreum* as influenced by n-3 HUFA enriched *Artemia nauplii*. *Aquacult.* 178: p 103-115.
- Demir, O., 1997, Lipid Kaynakları ve Lipid Düzeyleri Farklı Rasyonların Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın Büyüme gelişme ve Yağ Asidi Bileşimine Etkileri. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Dhert, P., Lavens, P., Duray, M., and Sorgeloos, P., 1990, Improved larval survival at metamorphosis of Asian seabass (*Lates calcarifer*) using 3- HUFA-enriched live food. *Aquacult.* 90: p 63-74.
- Dominic, A.N., and Castell, J.D., 1999, The effects of temperature and dietary fatty acids on the fatty acid composition of harpacticoid copepods, for use as a live food for marine fish larvae. *Aquacult.* 175: p 167-181.
- Dosanjh, B.S., Higgs, D.A., Plotnikoff, M.D., Markert, J.R., and Buckey, J.T., 1988, Preliminary evaluation of canola oil, pork lard and marine lipid singly and in combination as supplemental dietary lipid sources for juvenile fall chinok salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquacult.* 68: p 325-343.
- Dutta, H., das, A.B., and Farkas, T., 1985, Role of environmental temperature in seasonal changes of fatty acid composition of hepatic lipid in an air breathing indian teleost, *Channa punctatus* (Bloch). *Comp. Biochem. Physiol.* 81 B: p 341-347.
- Eldin, M.S., Silva, S.D., Anderson, T.A., and Gooley, G., 1996, Comparison of fatty acid composition of muscle, liver, mature oocytes, and diets of wild and captive macquarie perch, *Macquaria australasica*, broodfish. *Aquacult.* 144: p 201-216.
- Erdal, J.I., Evensen, O., Kaurstad, O.K., Lillehaug, A., Solbakken, R., and Thorud, K., 1991, Relationship between diet and immune response in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) after feeding various levels of ascorbic acid and omega-3 fatty acid. *Aquacult.* 98: p 363-379.

- Fair, P.H., Williams, W.P., and Smith, T.I.J., 1993, Effect of dietary menhaden oil on growth and muscle fatty acid composition of hybrid striped bass, *Morone chrysops* x *M. Saxatilis*. *Aquacult*, 116: p 171-189.
- Furuita, H., Konishi, K., and Takeuchi, T., 1999, Effect of different levels of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in artemia nauplii on growth, survival and salinity tolerance of larvae of the japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquacult*, 170: p 59-69.
- Greene, D. H.s., and Selivonchick, D.P., 1990, Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipids and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacult*, 89: p 165-182.
- Guillou, A., Soucy, P., Khalil, M., and Adambounou, L., 1995, Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Aquacult*, 136: p 351-362.
- Halver, J.E., 1988, Fish Nutrition. Academic Press Inc. California 92101. P-186-187.
- Harrell, R.M., and Woods, L.C., 1995, Comparative fatty acid composition of eggs from domesticated and wild striped bass (*Morone saxatilis*). *Aquacult*, 133: p 225-233.
- Hazel, J.R., 1979, Influence of thermal acclimation on membrane lipid composition of rainbow trout liver. *Am. J. Physiol.* 236: p 91-101.
- Henderson, R.J., and Castell.J.D., 1987, The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Lipid Res*, 26: p 281-347.
- Henderson, R.J., Tatner, M.F., and Lin, W., 1992, Antibody production in rainbow trout fed diets of different (n-3) polyunsaturated fatty acid content. *Aquacult*, 100: p 232-242.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., 1996, Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık besleme fizyolojisi ve biyokimyası) Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No 50, Ders kitabı dizini no 19.
- Hove, T.H., and Nielsen, O.G., 1991, Fatty acid composition of start-feeding salmon (*Salmo salar*) larvae. *Aquacult*, 96: p 305-319.

- Hung, S.S.o., Waker, B.L., and Slinger, S.J., 1983, Effect of oxilized oil on the liver fatty acids of Rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Comp. Biochem. Physiol. 76: p 349-353.
- Ibeas, C., Izquierdo, M.S., and Lorenzo, A., 1994, Effect of different levels of n-3 highly unsaturated fatty acids on growth and fatty acid composition of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquacult, 127: p 177-188.
- Ibeas, C., Cejas, J., Gomez, T., Jerez, S., and Lorenzo, A., 1996, Influence of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids levels on juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*) growth and tissue fatty acid composition. Aquacult, 142: p 221-235.
- Ingemenson, T., Olsson, N.U., and Kaufman, P., 1993, Lipid composition of light and dark muscle of rainvow trout (*Oncorhynchus mykiss*) After thermal accilimation: a multivariate approach. Aquacult, 113: p 153-165.
- Işık, O., 1995, Farklı Mikroalg Türleri (*Chlorella vulgaris*, *Monoraphidium minitum*, *Scenedesmus abundans*) ve Bunlarla Beslenen Rotifer (*Brachionus calyciflorus*) İle, beslenmeleri Rotiferle Yapılmış Tatlısu Çipurası (*Tilapia zilli*) Larvalarında Yağ Asidi Kompozisyonu. Doktora Tezi Çukurova Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Adana.
- Izquierdo, M.S., Arakawa, T., Takeuchi, T., Haroun, R., and Watanabe, T., 1992, Effect of n-3 HUFA levels in Artemia on growth of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquacult, 105: p 73-82.
- James, M., Al-Hinty, S., and Salman, E.A., 1989, Growth and w3 fatty acid and amino acid composition of microalgae under different temperature regimes. Aquacult, 77: p337-351.
- Kalogeropoulos, N., Alexis, M.N., and Henderson, R.J., 1992, Effect of dietary soybean and cod liver oil levels on growth and body composition of gilthead bream (*Sparus aurata*). Aquacult, 104: p 293-308.
- Kanazawa, A., 1997, Effects of docosahexaenoic acid and phospholipids on stress tolerance of fish. Aquacult, 155: p 129-134.
- Keha, E., ve Küfrevioğlu, Ö.İ., 2000, Biyokimya, ISBN: 975-6755-20-02, Bölüm 6 Erzurum.
- Kennish, J.M., Sharp-Dahl. J.L., Chambers. K.A., Thrower. F., and Rice. S.D., 1992, The effect of herring diet on lipit compositiyion, fatty acid composition, and

cholesterol levels in the muscle tissue of pen reared chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquacult*, 108: p 309-322.

- Kiessling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgard, T., Storebakken, T., and Kiessling, K.H., 2001, Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. *Food Chem*, 73: p 271-284.
- Klinger, R.C., Balzer, V.S., and Echevarria, C., 1996, Effects of dietary lipid on the hematology of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Aquacult*, 147: p 225-233.
- Kolanowski, W., Swiderski, F., and Berger, S., 1999, Possibilities of fish oil application for food products enrichment with omega-3 PUFA, *Int. J. Food Sci. Nut.* 50: p39-49.
- Koven, V.M., Kissil, G.W., and Tandler, A., 1989, Lipid and n-3 requirements of *Sparus aurata* larvae during starvation and feeding. *Aquacult*, 79: 185-191.
- Koven, W.M., Tandler, A., Kissil, G.W., Sklan, D., Friezlander, O., and Harel, M., 1990, The effect of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids on growth, survival and swim bladder development in *Sparus aurata* larvae. *Aquacult*, 91: p 131-141.
- Lemaire, P., Draï, P., Mathiue, A., Lemaire, S., Carriere, S., Giudicelli, J., and Lafaurie, M., 1991, Changes with different diets in plasma enzymes (GOT, GPT, LDH, ALP) and plasma lipids (Cholesterol, triglycerids) of sea-bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquacult*, 93: p 63-75.
- Lemm, C.A., and Lemaire, D.P., 1991, Survival and growth of larval striped bass (*Morone saxatilis*) fed Artemia enriched with highly unsaturated fatty acids (HUFA), *Aquacult*, 99: p 117-126.
- Li, M.H., Wise, D.J., Johnson, M.R., and Robinson, E.H., 1994, Dietary menhaden oil reduced resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri*. *Aquacult*, 128: p 335-344.
- Lie, Q., Lied, E., and Lambersen, G., 1989, Hematological values and fatty acid composition of Erythrocyte phospholipids in cod (*Gadus morhua*) fed at different water temperatures. *Aquacult*, 79: p 137-144.
- Lim, C., Ako, H., Brown, C.L., and Hahn, K., 1997, Growth response and fatty acid composition of juvenile *Penaeus vannamei* fed different sources of dietary lipid. *Aquacult*, 151: p 143-153.

- Lowell, R.T., and Wilson, R.P., 1993, Nutrition requirements of fish: Revised NRC Bulletin Fish Nutrition in Practice IV, International Symposium on Fish nutrition and Feeding (Editors S.J. Kaushik et P, Luquet) Paris, p 839-846.
- Manning, N.J., and Kime, D.E., 1984, Temperature regulation of ovarian steroid production in the common carp, *Cyprinus carpio L.* in vivo and in vitro. Gen.Comp. Endocrinol, 56: p 376-388.
- Marcel, T.M., 1994, The level and composition of fatty acids in the plasma of freshwater fish in a post absorptive condition. Comp. Biochem. Physiol, 4: p 1067-1074.
- McEvoy, L., Holland, D., and McEvoy, J., 1993, Effect of spawning fast on lipid and fatty acid composition of eggs of captive turbot (*Scophthalmus maximus L.*). Aquacult, 114: p 131-139.
- Merican, Z.O., and Shim, K.F., 1996, Qualitative requirements of essential fatty acid for juvenile *Peneus monodon*. Aquacult, 147: p 275-291.
- Merican, Z.O., and Shim, K.F., 1997, Quantitative requirements of linolenic and docosahexaenoic acid for juvenile *Peneus monodon*. Aquacult, 157: p 277-295.
- Metin, K., 1992, Topardıç Deresindeki (Kangal- Sivas) *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843 (*Osteichthyes: Cyprinidae*)'ların Gonadal Total Lipid, Total Yağ Asidi ve Glikojen İçeriğinin Mevsimsel Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Sivas.
- Modie, G.E.E., loadman, N.L., Wiegand, M.D., and Mathias, J.A., 1989, Influence of egg characteristic on survival growth and feeding in larval walleye (*Stizostedion vitreum*). Can. J. Fish. Sci. 46: p516-521.
- Morris, R.J., and Culkin, F., 1989 Marine Lipids: Analytical Techniques and Fatty Acid Ester Analyses, Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 14: p391-433.
- Mourente, G., and Tocher, D.R., 1992, Effects of weaning onto a pelleted diet on docosahexaenoic acid (22:6 n-3) levels in brain of developing turbot (*Scophthalmus maximus L.*). Aquacult, 105: p 363-377.
- Mourente, G., Rodriguez, A., Tocher, D.R., and Sargent, J.R., 1993, Effects of dietary docosahexaenoic acid (DHA; 22:6 n-3) on lipid and fatty acid composition and growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata L.*) larvae during first feeding. Aquacult, 112: p 79-98.

- Mourente, G., Medina, A., Gonzalez, S., and Rodriguez, A., 1995, Variations in lipid content and nutritional status during larval development of marine shrimp *Penaeus kerathurus*. *Aquacult*, 130: p 187-199.
- Munehira, J., Matsumoto, M., and Iwai, K., 1999, Effects of eicosapentaenoic acid on the physical properties of the common carotid artery in elderly patients with atherosclerosis. *Curr Ther. Res.* 60, p112-118.
- Navarro, J.C., and Amat, F., 1991, Effect of algal diets on the fatty acid composition of brine shrimp, *Artemia sp.*, cysts. *Aquacult*, 101: p 223-227.
- Navarro, J.C., and Villanueva, R., 2000, Lipid and fatty acid composition of early stages of *cephalopods*: an approach to their lipid requirements. *Aquacult*, 183: p 161-177.
- Nematipour, G.R., and Gatlin, D.M., 1993, Effects of different kinds of dietary lipid on growth and fatty acid composition of juvenile sunshine bass, *Morone chrysops* & female; *xM.saxatilis* & male; *Aquacult*, 114 p 141-154.
- Norsker, N.H., and Stottrup, J.G., 1994, The importance of dietary HUFAs for fecundity and HUFA content in the harpacticoid, *Tisbe holothuriae* Humes. *Aquacult*, 125: p 155-166.
- Okumuş, İ., 2000, Kültür balıklarında kalite ve 'doğal balık- kültür balığı' tartışması. Doğu Anadolu Bölgesi 4. Su Ürünleri Sempozyumu, 28-30 Haziran Erzurum p843-864.
- Polat, A., 1992, Karayayın (*Clarias gariepinus* Burchell) Larvalarında, keseli Dönem (Prelarva) Süresince ve Daha Sonraki Açlık Dönemlerindeki Protein, Yağ, Enerji, Aminoasit ve yağ Asitleri metabolizması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, Adana.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., and Olsen, Y., 1997, The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. *Aquacult*, 155: p 103-115.
- Rees, J.F., Cure, K., Piyatiratitivorakul, S., Sorgeloos, P., and Menasveta, P., 1994, Highly unsaturated fatty acid requirements of *Penaeus monodon* postlarvae: an experimental approach based on *Artemia* enrichment. *Aquacult*, 122. P 193-207.
- Renaud, S.M., Thinh, L.V., and Parry, D.L., 1999, The gross chemical composition and fatty acid composition of 18 species of tropical Australian microalgae for possible use in mariculture. *Aquacult*, 170: p 147-159.

- Rodriguez, C., Perez, J.A., Diaz, M., Izquierdo, M.S., Palacios, H.F., and Lorenzo, A., 1997, Influence of the EPA/DHA ratio in rotifers on gilthead seabream (*Sparus aurata*) larval development. *Aquacult*, 150: p 77-89.
- Rodriguez, C., Perez, J.A., Badia, P., Izquierdo, M.S., Palacios, H.F., and Lorenzo, A.H., 1998, The n-3 highly unsaturated fatty acids requirements of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae when using an appropriate DHA/EPA ratio in the diet. *Aquacult*, 169: p 9-23.
- Sağlık, S., 1989, Ülkemizde Besin Olarak Tüketilen Bazı Balık Cinslerinin Yağ Asidlerinin Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü Analitik Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Sağlık, S., 1994, Bazı Balık, Midye ve Karides Türlerinin Yağ Asidi Kompozisyonları ve Kolesterol İçeriklerinin Gaz Kromatografik İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Saito, H., Alasalvar, C., and Yamashiro, R., 1998a, Lipids of three subtropical fish species, *Caesio diagramma*, *Caesio tile*, and *Siganus canaliculatus*. The Proceeding of the first International Symposium on Fisheries and Ecology, s 297-304; 2-4 Eylül Trabzon- Turkey.
- Saito, H., Alasalvar, C., Lin, M.Q., Akamine, S., Morishita, T., and Yoshida, K., 1998b, Lipids of the deep sea fish, *Coryphaenoides armatus* and *Coryphaenoides yaquinae* caught from the abyssal zone. The Proceeding of the first International Symposium on Fisheries and Ecology, s 321-328, 2-4 Eylül Trabzon- Turkey.
- Salhi, M., Izquierdo, M.S., Cruz, C.M., Gonzalez, M., and Palacios, H.F., 1994, Effect of lipid and n-3 HUFA levels in microdiets on growth, survival and fatty acid composition of larval gilthead seabream (*sparus aurata*). *Aquacult*, 124: p 275-282.
- Santos, J., Burkow, I.C., and Jobling, M., 1993, Patterns of growth and lipid deposition in cod (*Gadus morhua* L.) fed natural prey and fish based feeds. *Aquacult*, 110: p 173-189.
- Sargent, J., Henderson, R.J., and Tocher, D.R., 1989, The Lipids. In J.E:Halver Fish Nutrition, Second Edition , Academic Press, Inc. London p 153-218.

- Sargent, J.R., 1995, Origins and functions of egg lipid. In Bromage, N.R., Roberts, R.J., (Eds), Broodstock Management and egg and larval quality. Blackwell, Oxford, p 353-372.
- SAS, 1996. SAS Institute., N.C., USA.
- Schacky, C., Angerer, P., and Kothny, W., 1999, The effect of dietary omega-3 fatty acids on coronary atherosclerosis - A randomised, double-blind, placebocontrolled trial. *Ann.Internal.Med.* 130:p554-562.
- Shearer, K.D., 1994, Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquacult*, 119: p63-88.
- Silva, S.D., Gunasekera, R.M., and Austin, C.M., 1997, Changes in the fatty acid profiles of hybrid red tilapia, *Oreochromis mossambicus x O. Niloticus*, subjected to short-term starvation, and a comparison with changes in seawater raised fish. *Aquacult*, 153: p 273-290.
- Skuladottir, G.V., Schiöthe, H.B., Gudmundsdottir, E., Richards, B., Gardarsson, F., and Jonsson, L., 1990, Fatty acid composition of Muscle, heart and liver lipids in Atlantic Salmon (*Salmo salar*), at extremely low environmental temperature. *Aquacult*, 84: p 71-80.
- Soudant, P., Marty, Y., Moal, J., Robert, R., Quere, C., LeCoz, J.R., and Samain, J.F., 1996, Effect of food fatty acid and sterol quality on *Pecten maximus* gonad composition and reproduction process. *Aquacult.* 143, p 361-378.
- Sowizral, K.C., Rumsey, G.L., and Kinsella, J.E., 1990, Effect of dietary linolenic acid on n-3 of Rainbow trout. *Lipids*, 25: p 246-253.
- Stansby, M.E. 1990, Nutritional properties of fish oil for human consumption-early developments. *Fish oils in Nutrition*. Van nostrand Reinhold, New York, p 268-288.
- Steffens, W., 1997, Effect of variation in essential fatty acid in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquacult*, 151: p 97-119.
- Stickney, R.:R., and Hardy, W.R., 1989, Lipid requirements of some warmwater species. *Aquacult*, 79: p 145-156.
- Stoll, AL, Severus, W.E., and Freeman, M.P., 1999, Omega 3 fatty acids in bipolar disorder. *Arch. Gen. Psychiatry.* 56: p401-412, 415-416.

- Stottrup, J.G., Bell, J.G., and Sargent, J.R., 1999, The fate of lipids during development and cold storage of eggs in the laboratory reared calanoid copepod, *Acartia tonsa* Dana, and in response to different algal diets. *Aquacult*, 176: p 257-269.
- Suzuki, H., Okazaki, K., Hayakawa, S., Wada, S., and Tmura, S., 1986, Influence of commercial dietary fatty acid on polyunsaturated fatty acid of cultured freshwater fish and composition with those of wild fish of the some species. *J. Agric. Food. Chem*, 34: p 50-58.
- Şahin, F., 1999, Mikroorganizmaların Yağ asitleri profillerine göre tanısı. Küfrevioğlu, İ., (Ed.) Uygulamalı Moleküler Biyoloji Teknikleri Kursu, Atatürk Üniversitesi, Biyoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, 13-24 Eylül, Erzurum, s 48-53.
- Tago, A., Yamamoto, Y., Teshima, S., and Kanazawa, A., 1999, Effects of 1,2-di-20:5-phosphatidylcholine (PC) and 1,2-di-22:6-PC on growth and stress tolerance of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) larvae. *Aquacult*, 179: p 231-239.
- Takeuchi, T., and Watanabe, T.T., 1982, Effects of various polyunsaturated fatty acids on growth and fatty acid composition of rainbow trout *Salmo gairdneri*, coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, and Chum salmon, *Oncorhynchus keta*. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, 48: p 1745-1752.
- Tandler, A., Watanabe, T., Satoh, S., and Fukusho, K., 1989, The effect of food deprivation on the fatty acid and lipid profile of red seabream larvae (*Pagrus major*). *Br. J. Nutr*, 5: p 229-239.
- Tucker, B.W., Heck, N.E., and Pigott, G.M., 1987, Proceeding AOCS hort Course on polyunsaturated fatty acids and eicosanoids (W.E.M. Lands, ed.). American Oil Chem. Soc., Champagne, IL. p 540-541.
- Tuncer, H., and Harrell, R.M., 1991, Essential fatty acid nutrition of larval striped bass (*Morone saxatilis*) and palmetto bass (*M. saxatilis* x *M. chrysops*). *Aquacult*, 101: p 105-121.
- Tuncer, H., Harrell, R.M., and Chai, T., 1993, Beneficial effects of n-3 HUFA enriched *Artemia* as food for larval palmetto bass (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*). *Aquacult*, 110: p 341-359.
- Vazquez, R., Gonzalez, S., Rodriguez, A., and Mourente, G., 1994, Biochemical composition and fatty acid content of fertilized eggs, yolk sac stage larvae

- and first-feeding larvae of the Senegal sole (*Solea senegalensis* Kaup). Aquacult, 119: p 273-286.
- Verreth, J., Coppoolse, J., and Segner, H., 1994, The effect of HUFA – and high HUFA enriched Artemia, fed at different feeding levels, on growth, survival, tissue fatty acids and liver histology of *Clarias garepinus* larvae. Aquacult, 126: p 137-150.
- Wahbeh, M.I., 1997, Amino acid and fatty acid profiles of four species of macroalgae from Aqaba and their suitability for use in fish diets. Aquacult, 159: p 101-109.
- Whyte, J.N.C., Clarke, W.C., Ginther, N.G., Jensen, J.O.T., and Townsend, L.D., 1994, Influence of composition of *Brachionus plicatilis* and Artemia on growth of larval sablefish (*Anoplopoma fimbria* Pallas), Aquacult, 119: p 47-61.
- Xu, Xueliang., Ji, W., Castell, J.D., and Odor, R., 1993, The nutritional value of dietary n-3 and n-6 fatty acids for the Chinese prawn (*Penaeus chinensis*). Aquacult, 118: p 277-285.
- Xu, X.L., Ji, W.J., Castell, J.D., and Odor, R.K., 1994, Essential fatty acid requirement of the Chinese prawn, *Penaeus chinensis*. Aquacult, 127: p 29-40.
- Yang, X., and Dick, T.A., 1993, Effects of dietary fatty acids on growth, feed efficiency and liver RNA and DNA content of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L). Aquacult, 116: p57-70
- Yanık, T., 1997, Balık Yemi Formülasyonu ve Hazırlanması, Ders Notları, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Su Ürünleri Böl. Erzurum.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1991, Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üni. Yayınları No: 697, Ziraat Fak. No: 30, Ders Kitapları Serisi No: 57, Erzurum,
- Yılmaz, Ö., 1995, Elazığ Hazar Gölünde Yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Total Yağ Asidi Miktarı ve Yağ Asitleri Cinslerinin Mevsimlere Göre değişimi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Elazığ.
- Yongmanitchai, W., and Ward, P.O., 1991, Growth of and omega-3 fatty acid production by *Phaeodactylum tricornutum* under different culture conditions. Applied and Environ. Microbiol, Feb: p 419-425.

Zino, M., Boccignone, M., Forneris, G., Leuzzi, U., Palmegiano, G.B., Saitta, M., and Salvo, F., 1991, Natural food and chemical composition of salmonids from west alps river. *Aquacult. Environ.*, 14: p327-328.

