



**ERZURUM VE SAKARYA İLLERİNDE
FAALİYET GÖSTEREN ÇİFTLİKLERDE
YETİŞTİRİLEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ
OMEGA-3 YAĞ ASİDİ İÇERİĞİ BAKIMINDAN
İNCELENMESİ**

Hilal BAYIR

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Murat ARSLAN
2016
Her Hakkı Saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ERZURUM VE SAKARYA İLLERİNDE FAALİYET GÖSTEREN
ÇİFTLİKLERDE YETİŞTİRİLEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ OMEGA-3
YAĞ ASİDİ İÇERİĞİ BAKIMINDAN İNCELENMESİ**

Hilal BAYIR

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2016**

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



TEZ ONAY FORMU

**ERZURUM VE SAKARYA İLLERİNDE FAALİYET GÖSTEREN
ÇİFTLİKLERDE YETİŞTİRİLEN GÖKKUŞAĞI ALABALIGININ OMEGA-3
YAĞ ASİDİ İÇERİĞİ BAKIMINDAN İNCELENMESİ**

Prof. Dr. Murat ARSLAN danışmanlığında, Hilal BAYIR tarafından hazırlanan bu çalışma, 29/06/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Murat ARSLAN

Üye : Doç. Dr. Gonca ALAK

Üye : Doç. Dr. Hasan TÜRKEZ

İmza :

İmza :

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 30.06/2016 tarih ve ...23.../...29..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ERZURUM VE SAKARYA İLLERİNDE FAALİYET GÖSTEREN ÇİFTLİKLERDE YETİŞTİRİLEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ OMEGA-3 YAĞ ASİDİ İÇERİĞİ BAKIMINDAN İNCELENMESİ

Hilal BAYIR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat ARSLAN

Bu çalışmada Erzurum ve Sakarya illerinde faaliyet gösteren çiftliklerde yetiştirilen gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) omega-3 yağ asitleri (ekozapentaenoik asit; 20:5n-3; EPA ve dokosahekzaenoik asit; 22:6n-3; DHA) içeriği bakımından incelenmesi amaçlanmıştır. Erzurum ilinde 13, Sakarya ilinde ise 15 çiftlikten ağırlığı 250-300 g olan 3'er adet balık temin edilerek filetoları ayrılmıştır. Elde edilen filetoların yağ ve yağ asidi içeriği belirlenmiştir. Filetoların omega-3 yağ asidi içeriği (EPA+DHA) tespit edildikten sonra, Uluslararası Lipit ve Yağ Asidi Çalışmaları Cemiyetinin (ISSFAL) insan tüketimi için önerdiği haftalık 3,5 g EPA+DHA miktarı baz alınarak, her çiftlik için bir haftada tüketilmesi gereken fileto ve canlı balık miktarı hesaplanmıştır. Her iki ilde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan balıklarda fileto randıman oranı %52 olarak tespit edilmiştir. Erzurum ilindeki çiftliklerden alınan balıkların fileto yağ oranı ortalama $2,7 \pm 1,7$ olarak hesaplanırken, bu oran Sakarya ili için $3,4 \pm 2,1$ olarak tespit edilmiş olup ortalamalar arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P > 0,05$). EPA+DHA miktarı Erzurum ve Sakarya'dan alınan balıkların filetosu için sırasıyla ortalama $236,2 \pm 91,8$ ve $193,8 \pm 75,1$ mg/g yağ olarak tespit edilmiş olup iki il arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P > 0,05$). ISSFAL'ın önerdiği haftalık 3,5 g EPA+DHA miktarını karşılayabilmek için tüketilmesi gereken fileto ve canlı balık miktarları Erzurum ve Sakarya illerinde faaliyet gösteren çiftlikler için sırasıyla 714 ± 215 , 896 ± 590 g ve 1374 ± 413 , 1723 ± 1135 g olarak hesaplanmış olup, iller arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0,05$). Mevcut sonuçlara göre, yeterli miktarda EPA+DHA alabilmek için Erzurum ve Sakarya'da faaliyet gösteren çiftliklerden temin edilecek balıklardan haftada 2 veya 3 kez tüketilmesi gerekmektedir.

2016, 44 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı alabalığı, Omega-3, EPA, DHA, Erzurum, Sakarya.

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATIONS ON OMEGA-3 FATTY ACID CONTENT OF RAINBOW TROUT CULTURED IN DIFFERENT FARMS FROM ERZURUM AND SAKARYA PROVINCES

Hilal BAYIR

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Murat ARSLAN

The present work investigates the omega-3-fatty acids (eicosapentaenoic acid; 20:5n-3; EPA and docosahexaenoic acid; 22:6n-3; DHA) contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in different farms operating in Erzurum and Sakarya provinces. Three fish from each farm (13 farms for Erzurum; 15 farms for Sakarya), weighting 250-300 g, were collected and fillets were separated for further analysis. Fat and fatty acid contents of the fillets were determined. After detecting the omega-3 fatty acids (EPA+DHA) and lipid contents of the fillets, the amount of fillets and whole fish required to obtain weekly intake of 3.5 g EPA+DHA suggested by International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL) for human consumption were calculated for each farms. The fillet yield was 52% in all circumstances. While the lipid content of the fillet of the fish from the farms operating in Erzurum was $2.7\% \pm 1.7$, fillets from Sakarya had $3.4\% \pm 2.1$ lipids, with no significant difference between two provinces ($P > 0.05$). The amount of EPA+DHA for the fillets of fish obtained from Erzurum and Sakarya were determined as 236.2 ± 91.8 and 193.8 ± 75.1 mg/g fat, respectively, with no significant difference between the two provinces ($P > 0.05$). The amount of fillets and whole fish required to obtain weekly intake of 3.5 g EPA+DHA suggested by ISSFAL were calculated as 714 ± 215 , 896 ± 590 g and 1374 ± 413 , 1723 ± 1135 g for Erzurum and Sakarya, respectively, with no significant difference between two provinces ($P > 0.05$). Based on the present results, required EPA+DHA for healthy purposes could be obtained by consuming the fish from the farms operating in Erzurum and Sakarya approximately two or three times a week depending on the portion size.

2016, 44 pages

Keywords: Rainbow trout, Omega-3, EPA, DHA, Erzurum, Sakarya

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmanın araştırma konusunun belirlenmesi, planlanıp yürütülmesi ve tez haline getirilmesinde bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Murat ARSLAN'a, laboratuvar çalışmalarımda yardımlarıyla yanımda olan arkadaşlarım Sinem GÜLEN ve Şeyda TACER'e teşekkürlerimi borç bilirim. Ayrıca laboratuvar imkânı sağlayan Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan öncelikle eşime ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hilal BAYIR

Haziran, 2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Balık Temini ve Muhafazası	17
3.2. Lipit ve Yağ Asidi Analizleri	18
3.3. Omega-3 İhtiyacına Göre Tüketilmesi Gereken Balık Miktarının Hesaplanması	20
3.4. Veri Analizi	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	22
4.1. Yemin Lipit ve Yağ Asidi İçeriği.....	22
4.2. Fileto Yağ İçeriği.....	28
4.3. Fileto Yağ Asidi İçeriği.....	29
4.4. Omega-3 İhtiyacına Göre Haftalık Tüketilecek Fileto ve Canlı Balık Ağırlığı	34
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	38
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	45

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

18C-ÇDYA	: 18 karbonlu çoklu doymamış yağ asitleri
AA	: Araşidonik asit
ALA	: Alfa linoleik asit
ÇDYA	: Çoklu doymamış yağ asitleri
DHA	: Dokosahekzanoik asit
DVP	: Dijital volüm pulse
DYA	: Doymuş yağ asidi
EPA	: Eikosapentaenoik asit
FA	: Folik asit
FMD:	: Flow-mediated dilatation
GLA	: Gamma linolenik asit
LA	: Linoleik asit
LDI	: Lazer doppler iontophoresis
LDL	: Lipoproteinler
n-3	: Omega-3 yağ asidi
n-6	: Omega-6 yağ asidi
NEFAs	: Esterleştirilmemiş yağ asitleri
PUFA	: Uzun zincirli doymamış omega-3 yağ asitleri
TDYA	: Tekli doymamış yağ asidi
UZ-ÇDYA	: Uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri
16:0	: Palmitik asit
18:0	: Stearik asit
18:1n-9	: Alfa linoleik asit
18:2n-6	: Linoleik asit
18:3n-3	: Alfa linolenik asit
20:4n-6	: Araşidonik asit
20:5n-3	: EPA
22:6n-3	: DHA

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırmanın yapıldığı çiftliklerin bulunduğu illerin haritada gösterimi	17
Şekil 3.2. Gökkuşığı alabalığı	18
Şekil 4.1. Erzurum’da faaliyet gösteren çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ içerikleri.....	22
Şekil 4.2. Sakarya’da faaliyet gösteren çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ içerikleri.....	23
Şekil 4.3. Erzurum ilinde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan gökkuşığı alabalığında fileto yağ oranları	28
Şekil 4.4. Sakarya ilinde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan gökkuşığı alabalığında fileto yağ oranları	29
Şekil 4.5. Erzurum ilindeki balık çiftliklerinde haftalık omega-3 ihtiyacının karşılanması için tüketilmesi gereken gökkuşığı alabalığı filetosu miktarı.....	34
Şekil 4.6. Sakarya ilindeki balık çiftliklerinde haftalık omega-3 ihtiyacının karşılanması için tüketilmesi gereken gökkuşığı alabalığı filetosu miktarı.....	35
Şekil 4.7. Erzurum ilindeki balık çiftliklerinde haftalık omega-3 ihtiyacının karşılanması için tüketilmesi gereken gökkuşığı alabalığı miktarı.....	36
Şekil 4.8. Sakarya ilindeki balık çiftliklerinde haftalık omega-3 ihtiyacının karşılanması için tüketilmesi gereken gökkuşığı alabalığı miktarı.....	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Erzurum'daki çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ asidi içeriği (mg/g yağ)	24
Çizelge 4.2. Sakarya'daki çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ asidi içeriği (mg/g yağ).	25
Çizelge 4.3. Erzurum ve Sakarya illerinde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan yemlerin lipit ve yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması	27
Çizelge 4.4. Erzurum'daki çiftliklerden alınan balıkların fileto yağ asidi içeriği (mg/g yağ)	30
Çizelge 4.5. Sakarya'daki çiftliklerden alınan balıkların fileto yağ asidi içeriği (mg/g yağ)	31
Çizelge 4.6. Erzurum ve Sakarya illerinde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan balıklara ait filetoların lipit ve yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması.....	33

1. GİRİŞ

Sağlıklı yaşam bilincinin arttığı son zamanlarda sağlık üzerine olumlu etkileri bilinen çoklu doymamış yağ asitlerini (ÇDYA) içeren yağlara ilgi oldukça fazladır. Bu ÇDYA'lerden en önemli olan yağ asitleri omega-3 ve omega-6'dır. Yapısında çift bağlar bulunduran en önemli omega-3 yağ asitleri arasında alfa linolenik asit (ALA, 18:3n-3), ekozapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) ve dokozaheksaenoik asit (DHA, 22:6n-3) bulunur. En önemli omega-6 yağ asitlerinde ise linoleik asit (LA, 18:2n-6) ve araşidonik asit (ARA, 20:4n-6) yer almaktadır. Eikosanoid olarak bilinen ÇDYA'lar hormon benzeri bileşiklerin öncül maddeleridir ve bu bileşikler insan vücudunda immün sistemin ve gelişme fonksiyonlarının düzenlenmesi ve büyüme gibi pek çok önemli biyolojik fonksiyonun oluşumunda görev alır. Balık ve algler omega-3 yağ asitleri bakımından zengin iken, genellikle bitkisel kaynaklılar omega-6 yağ asitlerince zengindirler.

Omega-3 yağ asitleri, n-3 pozisyonunda çift bağ içeren doymamış yağ asitleridir. Omega-3 ismi, yağın kimyasal yapısından türetilmiştir. Hidrokarbon zincirindeki metil grubunun bulunduğu uç kısımdan itibaren ilk çift bağın üçüncü karbondaki yer almasından dolayı, bu yağ asitleri omega-3 olarak isimlendirilmektedir. Vücut için gerekli olup insan vücudunda üretilemediğinden esansiyel olarak kabul edilerek dışardan alınmaları gerekir. Başlıca omega-3 doymamış yağ asitlerinden ALA, EPA ve DHA sırasıyla 18, 20 veya 22 karbonludur. Bu yağ asitlerinde bir zincirde 3, 5, veya 6 çift bağ bulunmaktadır ve çift bağların hepsi *cis*-biçimindedir. Yani çift bağdaki hidrojen atomları aynı yöndedir. Bu çift bağlar omega-3 yağ asitlerinin esnekliğini artırır. Dolayısıyla hücre zarındaki fosfolipitler doymuş yağ asitli fosfolipitine göre daha gevşek bir şekilde istifler. Bu yüzden bu fosfolipitlerden oluşan membranlar (zarlar) daha akışkan yapıdadırlar. Akışkan fazda olan membranlarda ki proteinler birbiriyle daha serbestçe etkileşim kurabilirler.

ALA her ne kadar omega-3 sınıfına giren bir yağ asidi olsa da insan vücudu için önemli derecede fizyolojik fonksiyona sahip değildir. İnsan vücudu için asıl fizyolojik

fonksiyona sahip omega-3 yağ asitleri EPA ve DHA'dır. ALA, bazı canlılar tarafından (tatlı su balıkları gibi) EPA ve DHA'ya dönüştürülebilmesine rağmen, bu dönüşüm insan vücudunda yeterince gerçekleşmemekte ve dolayısıyla bu yağ asitlerinin direkt olarak dışarıdan (su ürünlerinden) alınması gerekmektedir. Diğer bir deyişle insan sağlığı için omega-3 yağ asitlerinin öneminden bahsedildiğinde, kastedilen yağ asitlerinin EPA ve DHA olduğunun bilinmesi gerekmektedir.

Vücudumuzda daha anne karnında iken omega-3 yağ asidine ihtiyaç başlar, çocukluk, ergenlik, yetişkinlik ve yaşlılık boyunca da bu ihtiyaç devam etmektedir. Omega-3 yağ asitleri hücreden dokulara, dokulardan organlara tüm vücut sistemlerine kadar vücudumuzun her fonksiyonunda görev yapan önemli bileşiklerdir. Ayrıca omega-3 yağ asitleri trigliserit ve kolesterolü düşürerek ateroskleroz ve buna bağlı kalp hastalıkları, kalp krizi ve akut inme riskini azaltır, bağışıklık sistemini güçlendirir, kansere karşı koruma sağlar, beyin, retina, sperm, cilt hücrelerini güçlendirir, kan şekerinin düzenlenmesine yardımcı olur, kanın viskozitesini azaltır ve akışını kolaylaştırır, kanın pıhtılaşmasını önler, beyin ve sinir sisteminin sağlıklı şekilde çalışmasını sağlar, anne karnındaki bebeğin sağlıklı gelişimine katkı sağlar ve enflamasyon önleyici etkisiyle romatizmal ve diğer hastalıklara karşı koruma sağlayan bileşiklerdir. DHA ayrıca beyindeki serotonin hormonuna kaynaklık eder. Vücudumuza olan etkileri tartışılmaz olan omega-3 yağ asitlerinin hangi besinde ne kadar bulunduğu ve bunların ne oranda tüketmemiz gerektiği en önemli diyet gereksinimlerinden biridir.

Omega-3 yağ asitleri balık ve diğer sucul canlılarda, biyotik ve abiyotik faktörlere bağlı olarak farklı oranlarda bulunmaktadır. Bir genelleme yapılacak olursa deniz balıkları omega-3 yağ asitleri bakımından tatlı su balıklarına göre daha zengindir. Çiftlik şartlarında balıkların beslenmesi tamamen kontrollü ve ticari olarak üretilen yeme dayalı olduğu için, içerdikleri omega-3 yağ asitleri de ancak yemle sağlanabilecektir. Ülkemizin gökkuşağı alabalığı üretimi yılda 100 bin tonun üzerine çıkmıştır. Üretim ve tüketim miktarının artması ürün kalitesiyle ilgili kaygıları da beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla, çiftlik şartlarında üretilen alabalıkların omega-3 yağ asidi içeriğinin tespiti

insan beslenmesi açısından ne durumda olduğunun ortaya konması bakımından çok önemlidir.

Mevcut çalışmada Türkiye'nin doğusu ve batısında yer alan gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Erzurum ve Sakarya illerinde faaliyet gösteren çiftliklerden alabalıklar temin edilmiştir. Temin edilen balıkların filetolarındaki yağ asitleri kompozisyonu analiz edilerek insan sağlığı açısından önemli olan omega-3 yağ asitlerinin miktarını hesaplanmıştır. Balıklarda tespit edilen EPA ve DHA miktarına göre insanların haftalık 3.5g EPA ve DHA gereksinimi karşılayacak fileto ve canlı balık miktarı her çiftlik için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gıda takviyelerinin etkilerini araştırmak üzere 1936 yılında doğan bireyler üzerine gözlemsel bir çalışma yapılmıştır. Mental yeterlilik testleri 1947 yılında, 2000-2001 yıllarında ise bilinçsel zamanlama, diyet, gıda takviyeleri kullanımı, risk faktörleri bakımından vasküler hastalıklar üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Balık yağı kullanıcıları kullanmayanlarla eşleştirilmiş ve bilinçsel fonksiyonlar omega-3 yağ asitleri kompozisyonuyla ilişkilendirilmiştir. Çocuk IQ'su gıda takviyesi alışına göre balık yağı kullanan, vitamin kullanan, hiçbir şey kullanmayan ve diğerleri olarak kategorize edilmiş ve bunlar arasında önemli fark gözükmemiştir. 64 yaşında olan bireylerin ise bilinçsel fonksiyonları gıda takviyesi almayanlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çocukluk IQ'su gıda takviyesi alanların mental hız değeri yüksek bulunmuştur. Balık yağı takviyesi alanlar almayanlara göre C vitamini, sebze ve tahılı daha fazla tüketmiş olduğu gösterilmiştir. Gıda takviyesi alan kişilerdeki omega-3 yağ asitleri seviyesi kullanmayanlara göre daha yüksek olmasına rağmen bilinçsel fonksiyonlarda gruplar arasında fark bulunmamıştır. Gıda takviyeleri kullanımının ve omega-3 içeriğinin bilinçsel yaşlılıkla alakalı olduğunun tespit edildiği çalışmada öneri olarak ise omega-3 ve omega-6 yağ asidi alımının arttırılmasıyla ilerleyen yaşlardaki bilinçsel fonksiyondaki gerilemeyi düzenleyeceği belirtilmiştir (Whalley *et al.* 2004).

Grönland Eskimolarının ve Japon balıkçı köylülerinin üzerine yapılan çalışmada balık yağı ve deniz ürünleri tüketmenin koroner kalp hastalıklarını önlediği bildirilmiştir. Çeşitli laboratuvarlarda diyet çalışmalarında da düzenli balık yağı alımının benzer sonuçlar gösterdiği ifade edilmiştir. Balık yağlarının tüketimi damar yağlanması, kalp aritmisini, pıhtılaşmayı ve ani kardiyak ölümlerini önlediği ortaya konulmuştur. Balık yağının faydalı etkileri omega-3 yağ asitlerini içeren bilhassa EPA ve DHA'ya atfedilmiştir. EPA ve DHA'nın olduğu diyet takviyelerinin kalp hücre fonksiyonlarını etkileyebileceği de belirtilmiştir. Son çalışmalar omega-3 yağ asitlerinin hücresel sinyalleşme mekanizmasında da büyük ölçüde faydalı etkiler gösterildiği ortaya koyulmuştur. Kalpteki kalsiyum homeostazisindeki yollarda bilhassa çok önemli olduğu belirtilmiştir. L-kalsiyum kanalları, sodyum kalsiyum değişimi ve hücre içi

kalsiyum miktarının değişimi kardiyo vasküler sistemi etkileyen en önemli sinyal olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte son çalışmalar fosfolipaz aktivasyonu içeren yolakların diğer sinyalleşmeler, eikozanoidlerin sentezi, reseptör ilişkili enzimlerin düzenlenmesi ve protein kinazların kardiyo vasküler sağlık üzerine omega-3 yağ asitlerinin çok önemli olduğu belirtilmiştir (Siddiqui *et al.* 2008).

Yeni doğanlarda balık yağı takviyesinin alerjik hastalıkların meydana çıkış riskini azaltıp azaltmayacağını ispatlamak için çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada alerjik hastalık gelişme riski olan yeni doğanlara rastgele bir şekilde balık yağı veya zeytinyağı takviyeleri doğduklarından itibaren 6.ayına kadar verilmiştir ve takip eden süreçte alerjik sonuçlar ve yeni doğan nöron gelişimi takip edilmiştir. Tedavi alan gruba balık yağı günlük olarak 650 mg (250-280 mg DHA ve en az 60 mg EPA) olarak verilmiş, diğer gruba ise zeytinyağı doğumdan itibaren 6. aya kadar günlük olarak verilmiştir. Alerjik incelemeler, klinik değerlendirmeler ve alerjik deri pirik testleri yapılmıştır. 18. ayda nöron gelişim testleri, 12, 30 ve 60. aylarda ise konuşma becerileri testleri yapılmıştır. İmmünolojik değerlendirmeler için doğum öncesi anneden, doğumda yeni doğandan ve klinikte 6 ay boyunca kan örnekleri toplanmıştır. Alınan örneklerin eritrosit ve plazmasında yağ asidi kompozisyonu ölçülmüştür. Ayrıca tıbbi süreç, diyet, diğer yaşam stil faktörleri, doğum öncesi ve doğum sonrası periyotta ki tüm bilgiler de toplanmıştır. Yapılan çalışmada alerjik hastalık oluşumunun azaltıldığı ve erken çocukluk dönemi esnasında nöron gelişiminin kolaylaştırıldığı ortaya çıkarılmıştır (Meldrum *et al.* 2011).

Esterleştirilmemiş yağ asitlerinin (NEFAs) endotel fonksiyonu üzerine yapılmış olan çalışmada, NEFA ile zenginleştirilmiş hem doymuş yağ asitleri hem de doymamış omega-3 yağ asitleri (PUFA) ile akut vasküler fonksiyon üzerine etkileri flow-mediated dilatation (FMD), lazer doppler iontophoresis (LDI) ve dijital volüm pulse (DVP) aracılığıyla belirlenmiştir. 30'u erkek 29'u kadın 59 kişi palmstearin veya DHA dan zenginleştirilmiş palmstearin (PUFA) ile sürekli olarak beslenmiştir. Aynı zamanda 60 ile 240 dk boyunca NEFAs heparin infüzyonu sürekli iki kısımda uygulanmıştır. Vasküler fonksiyon NEFAs uygulamasının sonunda ölçülmüştür. Venoz kanda ise

endotel fonksiyonun dolaşımdaki markerları ve lipid ölçümleri yapılmıştır. Doymuş yağ asitlerince zengin içeceklerin tüketimi esnasında NEFAs seviyesi FMD'nin bozulmasıyla ilişkilidir. Doymuş yağ asidi ve PUFA FMD'yi olumlu yönde geliştirmiştir. NEFAs'nın kompozisyonu FMD'yi akut olarak etkileyebileceği belirtilmiştir. PUFA'ların faydalı etkileriyle postprandial vasküler fonksiyonunun yapısını koruduğu, nitrit oksitten bağımsız bir mekanizmayla mümkün olabileceğini göstermektedir (Newens *et al.* 2011).

Omega-3 yağ asitlerinin tümör önleyici özelliklerinin araştırılması amaçlanan çalışmada diyetel folik asit iki yolla tümör hücrelerine taşınmıştır. Düşük yoğunluklu lipoproteinler (LDL) ve albumin kompleksleri, LDL deki yüksek yağ asitleri ve tümör hücrelerindeki LDL reseptörlerinin artışı, LDL reseptörü metabolik yolunun yağ asidinin taşınmasında büyük rol aldığını gösterilmiştir. Yapılan çalışma ile LDL ve albumin ile insan kanser hücrelerine taşınan omega-3 yağ asitlerinin etkileri karşılaştırmıştır. LDL, balık yağı ile zenginleştirilen (omega-3 ya da omega-6 yağ asitleri) diyetle beslenen Afrika Yeşil Maymunlarından izole edilmiştir. MCF-7 ve PC3 kanser hücrelerinde hücre çoğalımı, apoptosis ve genel gen ekspresyonunda ki değişimler gözlemlenmiştir. Hem LDL'nin hem de Folik asidin tümör hücrelerine taşınmasında ve hücredeki fosfolipidlerin bileşiminin değişmesinde etkili olduğu görülmüştür. Fosfatidilkolin ve fosfatidiletanolaminde ki n- 6 ile n- 3 oranı ciddi derecede düştüğü belirlenmiştir. Hücre fosfolipidleri LDL ve albumin ile taşınan Folik asit tarafından benzer bir şekilde yenilenmesine rağmen, hücre çoğalması ve transkripsiyon üzerine etkilerinde belirgin bir şekilde farklılık olduğu belirtilmiştir. LDL ile taşınan omega-3 yağ asitlerinin hücre çoğalımını durdurmada ve apoptozisi uyarmada daha etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar omega-3 yağ asitlerinin tümör önleyici özelliklerinden sorumlu moleküler mekanizmayı aktive etmede LDL reseptörlerinin önemini gösterilmiştir (Edwards *et al.* 2004).

Genetik olarak obez ratlarda, insulin direnci ve doku yağ asidi bileşimi üzerine çoklu doymamış yağ asidi türlerinin etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ratlara 9 hafta boyunca ağırlıklı olarak keten tohumu ve yağı çıkarılmış ringa cinsi balık yağlı diyetle

karıştırılarak beslenilmiştir. Ratlarda kas ve adipoz dokuda omega-3 yağ asitleri artmasına rağmen, oral glikoz toleransı, pancreas fonksiyonu ya da insulin ile ilişkili moleküler belirteçler, glikoz ve yağ metabolizması üzerine diyet yağının hiçbir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, ringa yağ diyeti serbest yağ asitlerini açlıkta azalttığı, diyet lipid sınıfları dengelendiğinde omega-3 yağ asidi bileşiminin rat modelinde insulin direnci ve obeziteyi değiştirmeyeceğini gösterilmiştir (Gillam *et al.* 2009).

Yapılan çalışma Omega-3 yağ asitlerinin miyokardiyal damar tıkanıklığından meydana gelen ani ölüm riskini azalttığını ortaya koymak üzere yapılmıştır. Ani ölüm riskini azaltmanın EPA ve DHA'nın sodyum ve kalsiyum pompasının çalışmasını düzenleyerek meydana getirdiği belirlenmiştir. İlk olarak 20 kalp nakli alıcılarında kırmızı kan hücreleri (RBC) ile kardiyak omega-3 yağ asitleri düzeyleri arasındaki uyumu belirlenmiştir. Daha sonra farklı 25 hastada kardiyak yağ asidi bileşimi, kırmızı kan hücreleri ve plazma lipitleri üzerine omega-3 yağ asitlerinin takviyesinin 6 aylık etkisi incelenmiştir. Kardiyak kırmızı kan hücrelerinin EPA+DHA seviyelerinde önemli oranda etkili olduğu belirlenmiştir. ($P<0,001$) Yağ asidi takviyesi kardiyak dokuda %110, kırmızı kan hücrelerinde %101 ve plazmada %139'a kadar arttığı belirlenmiştir. Her ne kadar incelenen dokuların hiçbiri kardiyak omega-3 yağ asidi içeriği bakımından bir vekil olarak görev almasa da, kırmızı kan hücrelerinde EPA+DHA'nın kardiyak EPA+DHA ile bağlantılı olduğu görülmüştür. Kırmızı kan hücreleri analiz edilmiş ve onların plazmadan daha az çeşitli yağ asidi bileşimine sahip olduğu görülmüştür. Bu yüzden eritrositlerde EPA+DHA kardiyak omega-3 yağ asidi durumları için tercih edilen bir belirteç olabileceği söylenmiştir (Harris *et al.* 2004).

Yapılmış olan çalışma ile omega-3 yağ asitlerinin omurgalı membran lipidlerinin temel bileşenleri ve modern doğu diyetlerinde kritik olarak düşük seviyede olduğunu belirtmiştir. Dünya balık üretiminin %50 den fazlasının şu anda su ürünleri yetiştiriciliği tarafından temin edildiği ortaya konulmuştur. Doymamış yağ asitlerinden yoksun sebze yağları su ürünleri çiftlik balıklarının etli kısmının içeriğine göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmanın ile atlantik somon balığındaki omega-3 miktarının

bulunması ve atlantik somon balığındaki gen aktarımı belirlenmesi amaçlanmıştır. Atlantik somon balığının 48 familyasında kastaki lipid parametreleri analiz edilmiş, farklılıkları yüksek yoğunluklu mikroyarray ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar omega-3 yağ asidi içeriğinin yüksek derecede gen aktarabilme özelliğini gösterilmiştir. Farklı bir şekilde ifade edilen genlerin gen ontoloji analizleri artan hepatik lipid transferini, çok düşük yoğunluklu lipoproteinleri belirlemiştir ve büyüme faktöründe familya farklılığının, transkripsiyon faktörü aktiviteleri gösterilmiştir. Bunları göz önünde bulundurduğumuzda hepatik nükleer faktördeki değişimleri gösteren bu çalışma omega-3 ile ilişkili gen etkileşimi ağlarının nitelikli özelliğinin belirlenmesinde yapılabileceğini göstermiştir ki buda atlantik somon balığı üretiminin sürdürülebilirliğine yardımcı olacağını ve tüketiciler için kritik besinlerinin en uygun seviyesini sağlayacağı belirlemiştir (Leaver *et al.* 2011).

Jarvinen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada omega-3 yağ asitlerinin diyet seviyelerinin bağışıklık sistemine etkisi olduğu bildirilmiştir. Omega-3 yağ asitlerinin kaynağının önemi tartışıldığı çalışmada ana diyetdeki omega-3 yağ asidi kaynağı ve içeriğinin doku yağ asitleri bileşimini nasıl etkilendiği ve yavru farelerdeki ovalbumine bağışıklık yanıtı gösterilmiştir. Laktasyon süresince anne hayvanlar keten tohumu yağı balık yağı veya eksik omega-3 yağ asidi içeren bir diyetle beslenilmiştir. Genel olarak omega-3 yağ asitlerinin süt, akciğer ve dalakta ki içeriğinin kaynağını yansıtmıştır ve beyin fosfolipitinde sadece temel farklar gözlemlenmiştir. Bu kaynak dalaktaki göze çarpan farklarla omega-3 yağ asitleri üzerine etkisini aynı zamanda sınırlandırmıştır. Keten tohumu yağındaki yanıt omega-3 yağ asitlerinde olandan farklı değilken, deniz ürünleri omega-3 yağ asidi grubu kanında total spesifik ovalbumin antikor seviyesi ve OVA-IgG1 antikorlarını düşürdüğü gözlemlenmiştir (Järvinen *et al.* 2007).

Hauguard *et al.* iskelet kasındaki hücre membranı fosfolipid yağ asidi bileşiminin insanlarda insülin yoğunluğunu değiştirdiğini göstermişlerdir. Membran yağ asitleri bileşimi ve insülin yoğunluğu üzerine hipokalorisi düşük yağ diyeti etkisi ortaya çıkarılmıştır. Hipokalorisi düşük yağ diyeti programının omega-3 yağ asidi katmanını arttırdığı görülmüş ve kas membranı fosfolipidlerindeki SFA'yı azalttığını

söylemişlerdir Bunun da insüliniden kaynaklandığı düşüncesini savunmuşlardır (Haugaard *et al.* 2006).

Japon diyeti ile yapılan çalışmada akciğer fonksiyonu ölçümleri omega-3 yağ asidi alımı ve izoflavinlerle ilişkilendirildiği çalışmada, kronik akciğer hastalığı ve nefes darlığı prevalansındaki izoflavinler de önemli oranda düştüğü gösterilmiştir. Ayrıca yüksek omega-3 ve omega-6 yağ asidi alımının nefes darlığı semptomlarını ve kronik akciğer hastalığı riskini azalttığını ortaya koymuştur. Ayrıca çalışma ile kanserojen tütün ürünlerine karşı bu diyetin koruyucu pozitif etkisini ortaya koyduğu belirtmiştir (Hirayama *et al.* 2010).

Omega-3 bakımından zengin yağ ile geliştirilen yeni nutrasötik yumurta ürünlerinin lipid karakterizasyonu ve antioksidan kapasitesi üzerine yapılan çalışmada krill yağı ile omega-3 ile geliştirilmiş yağların bütün deneysel yumurta ürünlerinde trigliseridlerin lipid sınıfının temeli olduğu ve omega-3 eklenmiş bütün yumurtalardan daha fazla fosfolipide sahip olduğu görülmüştür. Tiyobarbitürik asit yöntemi ile deneysel yumurta ürünlerinin lipid oksidasyonu daha düşük ya da omega-3 eklenmiş bütün yumurtalar ile benzer olduğunu göstermiştir. Fakat peroksit değeri tüm yumurta örneklerinde minimum oksidasyon göstermiştir. Diğer bütün yumurta ürünleri ile kıyaslandığında Ringa ve keten tohumu ile geliştirilen bütün deneysel yumurta ürünlerinde antioksidan konsantrasyonun yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir (Kassis *et al.* 2012).

Danimarkalı sağlıklı bebeklerdeki kalp ritm hızı değişiklikleri ile balık yağı ilavesi üzerine etkisinin çalışıldığı araştırmada omega-3 yağ asitlerini içeren balık yağı takviyesi kalp ritm hızı azalışını ortadan kaldırdığı bulunmuştur. Omega-3 yağ asidi ile desteklenmiş gruplarda ortalama kalp ritmi aralığının daha uzun olduğu saptanmıştır. Bu çalışma yetişkinlerde gözlemlendiği gibi bebeklerde de balık yağının kalp ritmini etkileyebileceği göstermiştir (Lauritzen *et al.* 2008).

Kobayashi *et al.* yaptığı çalışmada, omega-3'ün omega-6'ya kıyasla tümör büyüme oranlarını, son tümör hacimlerini ve serum prostat antijen seviyelerini azalttığını

bulmuşlardır. Ayrıca omega-3'ün poliferasyonunu düşürdüğü ve apoptozisi arttırdığı bulunmuştur. Ortamda Omega-3 içeren LAPC-4 hücrelerinin in vitro poliferasyonunu omega-6 grubundan kültürlenmiş ortamdaki LAPC-4 hücrelerine kıyasla %22'ye kadar azalttığı bulunmuştur. Serum ve tümör membranlarındaki omega-3 ve omega-6 yağ asitleri oranı omega-6'ya kıyasla omega-3 grubunda daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca omega-3 grubu tümörleri siklooksijenaz-2 proteinini, PGE2 seviyelerini düşürdüğünü de bulmuşlardır (Kobayashi *et al.* 2006).

Omega-3 yağ asitleri bağışıklık sistemini düzenleme ve antienflamatuvar etkilere sahiptir. Bununla birlikte alerjik hastalıklardaki rolü açık değildir. Alerjik hastalıklar immünolojik olarak heterojeniktir. İn-vivo çalışmalarda da serum omega-3 yağ asidi seviyesinin alerjik hastalıklarda düştüğü belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı farklı atopik hastalıklara sahip kadınlardan elde edilen süt ve serumlardaki yağ asidi içeriğinin araştırılmasıdır. İkinci olarak da düşük omega-3 yağ asidi alımının bu kişileri etkileyip etkilemediğini belirlemektir. Egzama ve solunum alerjisine sahip kadınların omega-3 yağ asidi seviyesi daha düşük olduğu belirlenmiştir. Omega-3/omega-6 oranının da düşük olduğu belirlenmiştir. Omega-3 seviyeleri sağlıklı kadınlarda farklı olmasının yanı sıra sadece solunum alerjisi olanlarda da farklıdır. Düşük omega-3 seviyesine sahip, egzama ve solunum alerjisine sahip kadınlar sağlıklı kadınlardan daha az balık tüketmiş oldukları belirlenmiştir (Johansson *et al.* 2011).

Yapılan çalışmada omega-3 yağ asitlerinin düşük dozlarınca zenginleştirilen yoğurt ile kısa vadede hastalarda kilo düşürücü rejimin etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. 40 obez kadında ya yoğurt ile ya da zenginleştirilmiş omega-3 ile uygulanmıştır. Daha sonra 3 haftalık diyetle önemli bir artışla serum lipitlerinde omega-3 yağ asidi oranının arttığı bulunmuştur. Fosfolipidlerde omega-6 yağ asitlerinin toplamında önemli bir fark bulunmuşken, omega-3 verilenlerde önemli bir azalış ve verilmeyenlerde ise belirli oranlarda artış bulunmuştur (Hlavaty *et al.* 2008).

Yapılan derleme ile son 20 yılda yapılan çeşitli çalışmalarda omega-3 yağ asidi düzeyi yüksek olan diyetle kalp hastalığının oranının azaltıldığı bildirilmiştir. Bunu takiben,

İngiliz Sağlık Bakanlığı'nın son raporunda İngiliz tüketicilere diyetlerinde doymamış yağlara karşı doymuş yağ oranının düşürülmesi tavsiye edilmiştir. Bunun ise, süt ve et bileşenlerin miktarlarının değiştirilmesiyle elde edilebileceği ileri sürülmüştür. Omega-3 yağ asitlerinin, en kolay şekilde hayvan yemlerine balık yağı ve keten tohumu yağı eklenerek verilebileceği bildirilmiştir. Bu derleme, memeli sistemlerde bir dizi prostaglandin sentezini, yemlerdeki omega-3 ve omega-6 çoklu doymamış yağ asidi konsantrasyonunun ve oranının değişmesini etkileyebileceğini göstermiştir. Prostaglandin sentez modelinin değişmesiyle, normal olarak prostaglandin yolu üzerinden hormon salgılama gibi çeşitli fonksiyonları etkileyebileceğini bildirilmiştir. Benzer şekilde, prostaglandin sentezinin, yağ asitlerinin kullanımı yoluyla üreme parametrelerini etkileyebileceği de ortaya koyulmuştur. Sığır ve memelilerde yapılan çeşitli çalışmalarda, dişilerin beslenme veya omega-3 yağ asidi içeriği değişen farklı yağlarla beslenmesiyle, yumurtalık foliküllerinin boyutu, ovulasyon oranı, progesteron üretimi, luteolizis zamanlaması ve gebelik süresinin değişebileceği bildirilmiştir. Ayrıca, son çalışmalar erkekte sperm üretimi üzerine odaklanmış ve kümeste yapılan deneyler hem membran fosfolipid bileşimi hem de döllenme yeteneği üzerine diyet omega-3 yağ asitlerinin etkisi açıkça gösterilmiştir (Abayasekara and Wathes 1999).

Yapılan çalışmayla gıda alerjisi geçiren çocukların plazma yağ asidi bileşimleri incelenmiştir. Bu deney, yirmi beş çocuk (14 erkek, 11 kız) ve yaş $3,8 \pm 1,6$ yıl (dağılım 2-7 yıl) ile çoklu gıda alerjisi ile etkilenen ve bir kesit çalışmaya katılan eliminasyon diyetleri ile yapılmıştır. Plazma yağ asitlerinin sonuçları 61 sağlıklı çocuktan, elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Hastalar, özellikle EPA ve DHA ($p < 0,001$) oranlarının plazma içeriği için önemli ölçüde daha düşük değerlere sahip olduğu bildirilmiştir. Süt, yumurta, balık ve sebze gibi gıdaların sınırlı alımı ile yönetilen gıda alerjisi olan çocuklar, özellikle omega-3 yağ asitlerinin ve esansiyel yağ asitlerindeki eksikliğinin, nörolojik gelişimin, kardiyovasküler sağlığın ve yeterli büyümenin gelişme riski altında olduğu bildirilmiştir (Aldamiz-Echevarria *et al.* 2008).

Barcelo-Coblijn ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, plazmada özellikle EPA ve DHA gibi omega-3 yağ asidi içeriğinin artışının balık yağı ile zenginleştirilmiş

yiyeceklerin tüketilmesinden sonra görüldüğü bildirilmiştir. Keten yağı, balık yağı ve ayçiçeği yağı kapsülleri kardiyovasküler hastalık risk faktörüne maruz kalan 62 itfaiyeciye verilerek bir klinik deney tasarlanmıştır. İtfaiyeciler 12 hafta için rastgele 1,2, 2,4 ya da 3,6 g keten yağı, 0,6 ya da 1,2 g balık yağı, 1 gr ayçiçeği yağı tüketmişlerdir. Her 2 haftada bir kanları alınmış ve kırmızı kan hücrelerinin toplam fosfolipit yağlı asit bileşimi belirlenmiştir. Beklendiği gibi, balık yağı EPA ve DHA yağ asitlerinde hızlı bir artışa neden olmuştur. 2,4 veya 3,6 g keten tohumu yağı kapsül tüketimi eritrositte toplam fosfolipid ALA, EPA ve DHA yağ asiti içeriğini önemli ölçüde artırmada yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca gruplar arasında plazma inflamatuvar belirteçler veya lipid profilinde fark olmadığı ortaya çıkarılmıştır (Barcelo-Coblijn *et al.* 2008).

İltihaplı bağırsak hastalığı ile kolorektal kanserin önlenmesinde ve tedavisinde omega-3 yağ asitlerinin etkisinin araştırıldığı çalışmada kronik inflamasyon ve kolon kanseri arasında işlevsel bir bağlantı olduğu gösterilmiştir. Çevresel risk faktörleri ile ilgili olarak, balık yağında bulunan uzun zincirli omega-3 yağ asitlerinin, insanlarda iltihaplı bağırsak hastalıkları ve kolon kanseri riskini bastırdığına dair kanıtlar bulunmuştur. İnflamasyon / kolit ile ilişkili kolon kanseri riski üzerine omega-3 yağ asitlerinin etkisinin moleküler temeli hala büyük ölçüde bilinmemekle beraber bu çalışma sonucunda, diyet balık yağı tüketiminin kolon kanserinin etkili tedavi yöntemlerinden biri olabileceği bildirilmiştir (Chapkin *et al.* 2007).

Yapılan bu çalışmada, intiharlı ölümlerin sayısı ile intiharın serotonenerjik belirteçleri arasında bir ilişki olup olmadığı, serum fosfolipidlerinde omega-3 yağ asitleri ile ilgili mevsimsel bir değişiklik olup olmadığı, buna omega-3 düşüklüğünün mü yoksa mevsimsel varyasyonun mu neden olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Depresyonun, omega-3 yağ asitleri içindeki bir azalma ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda, intihar ve balık yağı alımının arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bir yıl boyunca 23 sağlıklı gönüllüden aylık kan örnekleri alınarak serum fosfolipitlerindeki omega-3 bileşimi analiz edilmiş ve Belçika'daki intiharların ortalama haftalık sayısının yıllık değişimi ve trombosit bağlanması arasında ilişki olduğuna

bakılmıştır. Ayrıca ARA, EPA ve DHA yağ asitleri miktarı yıllık olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma sonucunda, Belçika'daki intihar ölümlerinde haftalık sayıları ile ARA ve EPA arasında anlamlı bir ilişki olduğu rapor edilmiştir (De Vriese *et al.* 2004).

Dunstan *et al.* yaptıkları çalışmada, omega-3 yağ asitlerinin fazla alınması ile astımın düşük yayılımı ve alerjik hastalıkların önlenmesinde günlük diyet değişiklikleri arasındaki epidemiyolojik ilişkiyi araştırmışlardır. Bu çalışmada, annenin omega-3 yağ asidi seviyesinin kordon kanında, IgE ve sitokin seviyelerine bakılarak yeni doğan bebekte alerjik bir hastalık gelişme riski de incelenmiştir. Çalışmada 83 atopik hamile kadın alınarak her birine hamileliğin 20. Haftasından doğuma kadar 3,7 g omega-3 balık yağı kapsülleri (n=40) veya plasebo kapsülleri (n=43) verilmiştir. Kordon kanı sitokin seviyeleri (IL-4, IL-5, IL-6, IL-10, IL-12, IL-13, TNF- α ve TNF- γ) ve toplam IgE seviyeleri iki grup arasında karşılaştırılarak incelenmiştir. Kırmızı kan hücre membranlarının yağ asidi bileşenleri gaz kromatografisinde analiz edilmiş omega-3, sitokin ve IgE arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda, anneye balık yağı verilmesinden sonra yeni doğan eritrosit membranının da omega-3 yağ asidi seviyesinde önemli bir artış olduğu bildirilmiştir. Balık yağı verilen annelerin yeni doğan çocuklarının plazma IL-13 ($p < 0.005$) seviyeleri kontrol grupla karşılaştırıldığında önemli bir düşüş olduğu gözlenmiştir. IgE ve diğer sitokinlerin seviyelerinde bir farklılık bildirilmemiştir. Bu çalışmayla, anne diyet desteğiyle yeni doğan omega-3 yağ asidi seviyesinin artırılmasıyla yeni doğan sitokin seviyelerinin modifikasyonunun başarılabileceği ortaya çıkarılmıştır (Dunstan *et al.* 2003).

Yapılan çalışmada, gebeliğin farklı dönemlerinde ve doğum sonrası dönemde, anne omega-3 yağ asidi bileşimi üzerine balık yağının etkileri belirlenmiştir. Toplamda 98 kadınla çalışma yapılmış, her bir kadına hamileliğin 20. Haftasından doğuma kadar 4 gr balık yağı (n=52), %56 DHA ve %28 EPA veya plasebo (zeytinyağı) (n=46) verilmiştir. Omega-3 yağ asitleri hamileliğin 20, 30 ve 37. Haftalarında ve doğum sonrası 6. Haftada annenin periferal kanında ve doğumda kordon kanı alınarak ölçülmüştür. Annenin EPA ve DHA seviyeleri kontrol grupla karşılaştırıldığında hamileliğin 30 ve 37. Haftasında ve doğum sonrası 6. Haftada balık yağı alan grupta oldukça yüksek

olduğu bildirilmiştir ($p<0,001$). n-6 çoklu doymamış yağ asidi ARA'nın aynı zaman diliminde balık yağı desteği alan gruplarda önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$). Benzer şekilde EPA ve DHA oranları oldukça yüksek bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucunda, hamileliğin 20. Haftasından doğuma kadar balık yağı desteğinin hem anne hem de yeni doğanın omega-3 yağ asidi durumunu geliştirmede etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca anne omega-3 yağ asidi bileşenlerinin değişiminin doğumdan sonra 6. Haftaya kadar aynı olduğu belirlenmiştir (Dunstan *et al.* 2004).

Yağ asitlerinin glukoz metabolizması üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada yağ asidi maruziyeti, zamanlaması ve yağ asidi tipine göre değişen derecelerde glukoz metabolizmasını bozabileceği bildirilmiştir. Omega-3 yağ asitlerinin insülin hassasiyeti, insülin sekresyonu, enerji metabolizması ve oksidatif stres üzerine akut etkileri yine bu çalışmada incelenmiştir. Bu amaç ile Tip 2 diyabet mellituslu 11 örneğin rastgele ve çaprazlama çalışması yapılmıştır. İnsülin hassasiyeti izoglisemik hiperinsülenemik klemple, insülin sekresyonu ise klemp açıldıktan sonra olmak üzere belirlenmiştir. Omegaven infüzyonu plazma esterleşmemiş yağ asitlerindeki n-3 yağ asiti oranı yalnız intralipit verilene göre karşılaştırıldığında artırmıştır. Bununla birlikte, glukoz kullanımı, insülin sekresyonu ve toplam enerji tüketimi de etkilenmemiştir. Omegaven sadece intralipit ile karşılaştırıldığında daha az yağ oksidasyonu eğiliminde iken n-3 esterleşmemiş yağ asiti ile korele haldedir. Klempleme fosfolipit yağ asiti kompozisyonu, leptin, adinopektin, F2 izoprostan konsantrasyonu omegaven tarafından etkilenmemiştir. Omega-3 yağ asitlerinin esterleşmemiş yağ asitleriyle zenginleşmiş 4 saatlik lipit infüzyonu ise tip 2 diyabetlilerde insülin hassasiyetinde, sekresyonunda, ve oksidatif stres markırlarında bozukluğa neden olduğu bildirilmiştir (Mostad *et al.* 2009).

Danimarkalı sağlıklı hamile kadınların hamileliklerinin erken laktasyon döneminde balık yağının etkisi olduğu belirlemiştir. Buna göre; 44 hamile kadın hamileliğin 30. Haftasından itibaren balık yağı desteği alanlar (günlük 1,3 g EPA ve 0,9 g DHA) ve kontrol grubu olarak rastgele gruplara ayrılmıştır. Balık yağı verilen grupta, doğumda balık yağı desteği kesilen grup ve 30 gün ek olarak balık yağı takviyesinin devam ettiği grup olarak rastgele alt gruplara ayrılmıştır. 36 kadından doğum sonrası 4, 16 ve 30.

günlerde süt örneği toplanmasına karar verilmiştir. Süt örneklerindeki balık yağı bileşeni GC tarafından belirlenmiştir. Laktasyonun 4, 16 ve 30. günlerinde balık yağı alan gruptaki kadınlar (n=12) sırasıyla 2,3 (p=0,001), 4,1 (p=0,001) ve 3,3 (p=0,001) meme sütünde omega-3 yağ asidi içeriği kontrol grubuyla (n=13) karşılaştırıldığında sırasıyla 1,7 (p=0,005), 2,8 (p=0,001) ve 2,8 (p=0,001) rakamlarıyla daha yüksek bulunmuştur. Son grup meme sütündeki omega-3 yağ asidi içeriği ile ilgili kontrol grubu arasında önemli bir fark gözlenmediği bildirilmiştir. Benzer sonuçlar DHA'nın süt içeriğindeki etkileri içinde ayrı olarak analiz edildiğinde saptanmıştır (Boris *et al.* 2004).

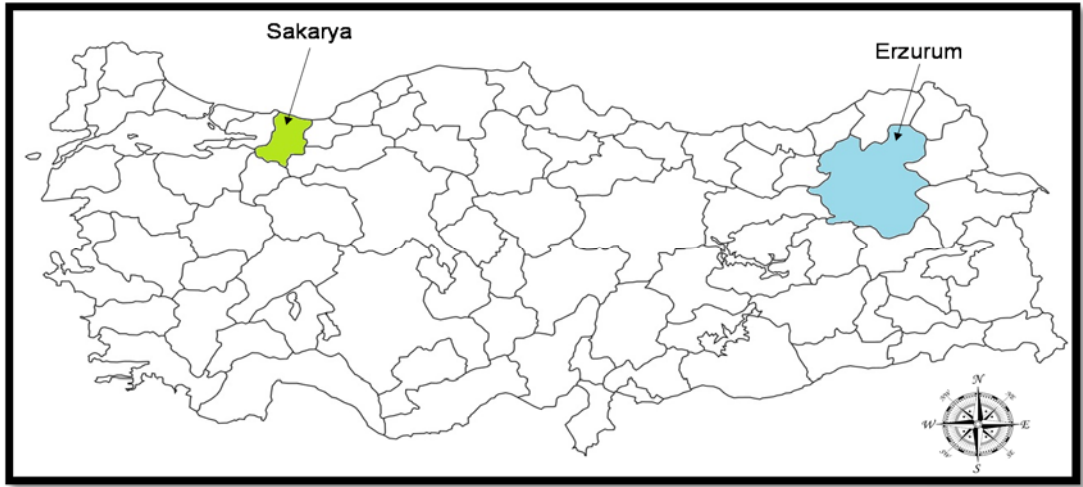
Yapılan bir diğer çalışmada, meme sütünün, bebek bağışıklık gelişimini etkilemek için potansiyeli olan çok sayıda immünomodülatör faktörleri içerdiği belirtilmiştir. Anne diyetindeki balık yağı desteğinin sonucu olarak omega-3 yağ asidi bileşimi anne sütünde değişirse hamilelik sırasında meme sütündeki immünolojik parametrelerin seviyesinin değişebileceği belirlenmiştir. Yapılan çalışmada hamileliğin 20.haftasından doğuma kadar 83 atopik kadına ya 4 gr balık yağı kapsülleri (3,7 g n-3 içeren) (n=40) ya da 4 g zeytinyağı kapsülleri (n=43) verilmiştir. Meme sütü doğum sonrası 3 gün toplanmış ve yağ asitleri gaz sıvı kromatografisi tarafından analiz edilmiş ve IgA, sCD14 ve sitokinlerin (IL-5, IL-6, IL-10 TNF- α ve IFN - γ) seviyeleri ELISA ya da zaman çözünürlüklü floresan (TRF) tarafından belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucu olarak, DHA ve EPA seviyeleri kontrol gruplarındakinden, balık yağı takviyesi yapılmış kadınların meme sütünde önemli derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Meme sütünün araşidonik asit seviyeleri, balık yağı grubu ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli derecede düşük olduğu bildirilmiştir. Meme sütü IgA ile EPA ve DHA arasında pozitif bir ilişki varken, linoleik asitle ters bir ilişki olduğu saptanmıştır. sCD14 seviyesi ile 22:5n-3 arasında pozitif bir ilişki olduğu bulunmuştur. Çalışma grupları arasında meme sütündeki sitokinler, IgA ya da sCD14 seviyelerinde farklılık olmamasına rağmen, IgA sentezinde bulunan sitokinler (IL-10 ve IL-6) önemli derecede hem I g A hem de n-3 yağ asidi seviyeleri ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, hamilelik sırasında balık yağı takviyesinin önemli derecede erken doğum sonrası anne sütü yağ asidi bileşimini değiştirebileceği bildirilmiştir (Dunstan *et al.* 2004).

Yapılan çalışmada, koroner kalp hastalığında bağışıklık hücrelerinden inflamasyonla ilişkili genlerin ifadesi üzerine balık tüketiminin etkisi hakkında mevcut bilginin oldukça az olduğu belirtilmiştir. Yapılan bu çalışmada, yağlı bir balık ya da yağsız bir balıkla beslenmenin periferik kan mononükleer hücrelerindeki inflamatuvar ve endotelial fonksiyonlarıyla ilişkili genlerin modülasyonu ve onun serum yağ asidi profili ve yağ metabolik bileşenleri ile ilişkisi değerlendirilmeye çalışılmıştır. 8 hafta içinde 27 hastanın verileri yağlı balık (n=10, ortalama $\pm$ standart sapma $4,3 \pm 0,4$ haftada balık porsiyon), yağsız balık (n=11, ortalama $\pm$ standart sapma $4,7 \pm 1,1$ haftada balık porsiyon) ve kontrol grubu (n=6, ortalama $\pm$ standart sapma $0,6 \pm 0,4$ haftada balık porsiyon) analiz edilmiştir. mRNA ekspresyonu gerçek zamanlı PCR kullanılarak ölçülmüştür. Bu çalışma sonucunda, çalışılan genlerin mRNA ekspresyonu üzerine etkisinin gruplar arasında farklı olmadığı bildirilmiştir. Fakat yağlı balık grubundaki kolesterol ester ve fosfolipid kısımlarındaki EPA ve DHA asitlerinin oranlarındaki azalma IL-1B mRNA seviyelerindeki değişimlerle güçlü bir şekilde ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yağlı balık ve yağsız balık diyet alımı koroner kalp hastalığına sahip hastaların periferik kan mononükleer hücrelerindeki inflamatuvar ve endotelial fonksiyonu ile ilişkili genlerin ifadesini değiştirmediği saptanmıştır. Fakat yağlı balık grubundaki serum lipitlerindeki ARA, EPA ve DHA'nın oranlarındaki azalma periferik kan mononükleer hücrelerindeki mRNA seviyelerinde anti inflamatuvar cevabı etkileyebileceği belirlenmiştir (de Mello *et al.* 2009).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Balık Temini ve Muhafazası

Mevcut çalışmada, Erzurum ve Sakarya illerinde (Şekil 3.1) faaliyet gösteren 28 adet (Erzurum 13, Sakarya 15) alabalık çiftliğinden temin edilen 3'er adet pazar ağırlığındaki (250-300g) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır (Şekil 3.2). Temin edilen balıklar buz içerisinde laboratuvara nakledilip analizler yapılncaya kadar -20°C 'de muhafaza edilmiştir. Balık numunesi alınan her çiftlikten, yaklaşık 10g yem örneği alınıp daha sonra yapılacak lipid ve yağ asidi analizleri için -20°C 'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırmanın yapıldığı çiftliklerin bulunduğu illerin haritada gösterimi



Şekil 3.2. Gökkuşuğu alabalığı

3.2. Lipit ve Yağ Asidi Analizleri

Balıkların filetoları ayrıldıktan sonra blender ile parçalanarak homojen hale getirilmiştir. Homojen haldeki filetolardan 1 g yemlerden ise 0,5 g örnek alınarak yağ ekstrasyonu için kullanılmıştır. Örneklerden toplam yağın tespiti Folch *et al.* (1957) metoduna göre yapılmıştır. Örnekler saf olarak elde edilen yağlar Metcalfe and Schmitc (1961)'e göre metil esterleri (FAME) hazırlanarak viallere aktarılmış ve gaz kromatografisinde (GC; Marka: Agilent, Model:6890) yağ asitleri analizleri için kullanılmıştır.

Araştırma materyallerinin yağ ekstraksiyonu Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Alınan örneklerden toplam yağ elde etmek için 1 gr ağırlığındaki numuneler 50 ml'lik tüplere aktarılmış ve üzerlerine %0,01 (w/v) butylated hydroxytoluen içeren kloroform/methanol (2:1 v/v) karışımından 20 ml ilave edilmiştir. Daha sonra örnekler 1 dakika ultraturaks ile parçalanmış ve parçalama işleminden hemen sonra vakum altında Whatman No:1 filtre kâğıdı kullanılarak süzölmüştür. Süzme işleminden sonra numuneler temiz ve kuru tüplere aktararak her bir çözeltinin (numunenin) %2'si kadar $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 'dan (20 ml çözelti için 4 ml olacak şekilde) ilave edilmiştir. Sonra tüplere nitrojen doldurularak ve kapakları gazı kaçırmayacak şekilde kapatıldıktan sonra 1 dk vortekslenerek oda sıcaklığında bir gün süreyle faz oluşumu için depolanmıştır. Toplam iki aşamadan oluşan yağ ekstraksiyon işleminin birinci aşaması yukarıda belirtilen şekilde tamamlandıktan sonra pastör

pipetiyle tüplerde oluşan alt faz alınarak temiz ve kuru tüplere aktarılmıştır. Aktarma işleminin ardından örnekler azot evaporatör sistem içerisine yerleştirilerek ısıtma ve nitrojen gazına tabi tutulmuştur. Bir süre evapore edildikten sonra tüplerin daraları alınmış küçük tüplere aktararak mini evaporatörde evaporasyon işlemine devam edilerek belli aralıklarla tartımlar yapılmıştır. Tartımlar ağırlıklar sabitleninceye kadar devam edilmiştir. Yağ miktarları tüplerin ağırlıklarının sabitlenmesi ile birlikte gravimetrik metotla hesaplanmıştır. Ağırlıkları sabitlenen örnekler üzerine kloroform ilave edilerek depolanmıştır (Lebaron and Folch 1957).

Örneklerden saf olarak elde edilen yağlardan 50 mg tartılarak temiz tüplere aktarılmış, ardından 19:0 Methyl nonadecanoate ilave edilmiştir (Fluka 74208). Her 50 mg örnek için 100 ml C19:0 kullanılmıştır (8 mg C19:0, 500 ml hekzan içinde çözülmüştür). Üzerine 1,5 ml 2 M NaOH ilave edilmiştir. Sonra tüplere nitrojen gazı doldurularak 1 saat süreyle 80°C'lik sıcaklığa tabi tutulmuş, böylece sabunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemi takiben soğumaya bırakılan örnekler üzerine 2 ml BF₃ (Brontrifluoride methanol %25'lik) ilave edilerek tüplere tekrar nitrojen doldurulmuş ve 80°C'de yarım saat daha bekletilmişlerdir. İnkübasyon süresinin bitmesinden sonra örnekler tekrar soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örneklerin üzerine 1 ml hekzan ilave edilip vortekslendikten sonra 1 ml ultra saf su ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Daha sonra tüp içerisindeki hekzan tabakası alınarak sodyum sülfat içeren yeni tüplere aktarılmış ve 1 ml daha hekzan ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Oluşan hekzan tabakası hekzan sodyum sülfat içeren tüplere ilave edilmiştir. Daha sonra hekzan içerisindeki çözünmüş olan yağ asidi metil esterleri buradan 2 ml'lik GC viallerine aktarılmış ve viallere nitrojen gazı doldurulmuştur (Metcalf and Schmitz 1961). Bütün bu işlemler tamamlandıktan sonra vialler gaz kromatografisine (GC) analizler için yerleştirilmiştir.

Enjeksiyon için hazırlanan örnekler 100'lü otomatik örnek tablasına yerleştirilerek gaz kromatografisinde (GC) yürütülmüştür. Bireysel yağ asitlerinin tespiti için standart yağ asidi karışımı (Supelco 37 compoment FAME mix) kullanılmıştır. Yağ asitlerinin

kantitatif olarak tespiti için internal standart olarak C19:0 (nanodekonoikasıit) kullanılmıştır.

Cihaz: Agilent 6980 Mass Gaz Kromatografisi (GC/MS) 23 Dedektör: FID Kolon: DB–23 (60mx0,25mmx0,25 µm) Dedektör Sıcaklığı: 200°C Kolon Sıcaklığı: 165°C’de15 dk bekletilir, dakikada 5°C artışla 200°C 47 dk bekletilir. Taşıyıcı Gaz: Hidrojen (5psi) Zaman Sabiti: 200 Akış Hızı: 1/50 (azot/kuru hava) Hava Basıncı: 350 ml/dk Taşıyıcı Gaz Basıncı: 35 ml/dk

3.3. Omega-3 İhtiyacına Göre Tüketilmesi Gereken Balık Miktarının Hesaplanması

Filetodaki yağ ve yağ asidi içeriği belirlendikten sonra, Uluslararası Lipit ve Yağ Asidi Çalışmaları Cemiyetinin (ISSFAL) önerdiği haftalık 3,5 g EPA+DHA miktarı baz alınarak her çiftlik için haftada tüketilmesi gereken fileto miktarı hesaplanmıştır (ISSFAL, 2004). Bunun için aşağıda verilen basit formül kullanılmıştır:

$$\text{Tüketilecek Fileto (g)} = 3,5 / [\text{EPA+DHA (g/g yağ)}] \times [\text{Yağ içeriği (g/g fileto)}]$$

Çalışmada kullanılan gökkuşağı alabalığında fileto randıman oranı %52 olarak belirlendiği için, tüketilmesi gereken canlı balık ağırlığı ise aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Tüketilecek canlı balık (g)} = \text{Tüketilecek Fileto (g)} / 52 \times 100$$

3.4. Veri Analizi

Bütün veriler ortalama±std. sapma olarak verilmiştir. Hesaplanan parametrelerin Erzurum ve Sakarya illeri arasındaki karşılaştırması bağımsız *t* testi ile yapılmış olup

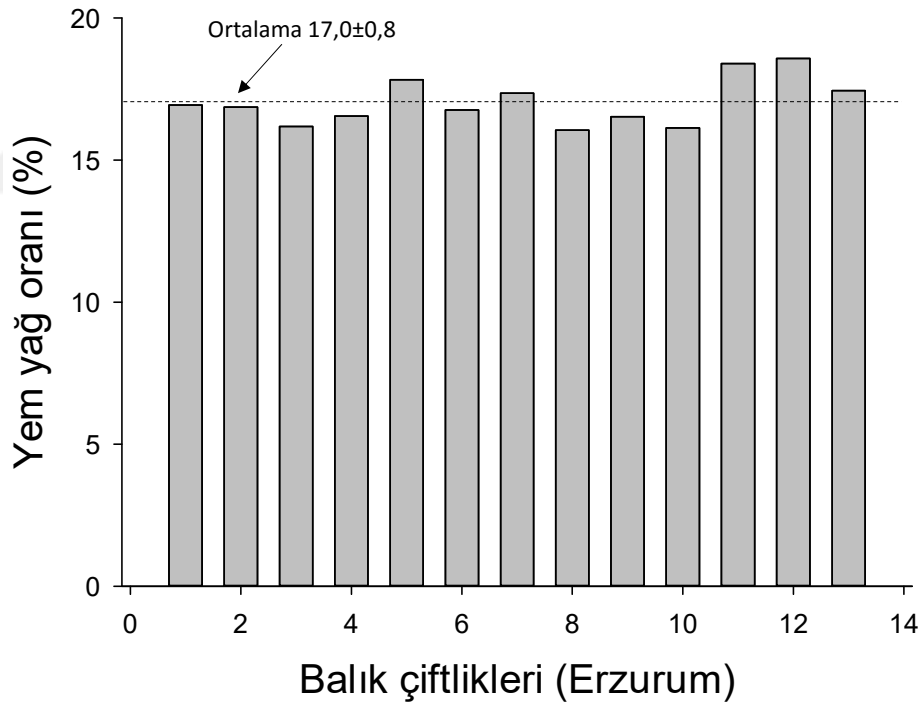
önem seviyesi $P<0,05$ olarak kabul edilmiştir. Veri analizi için STATISTICA 7 yazılımı kullanılmıştır.



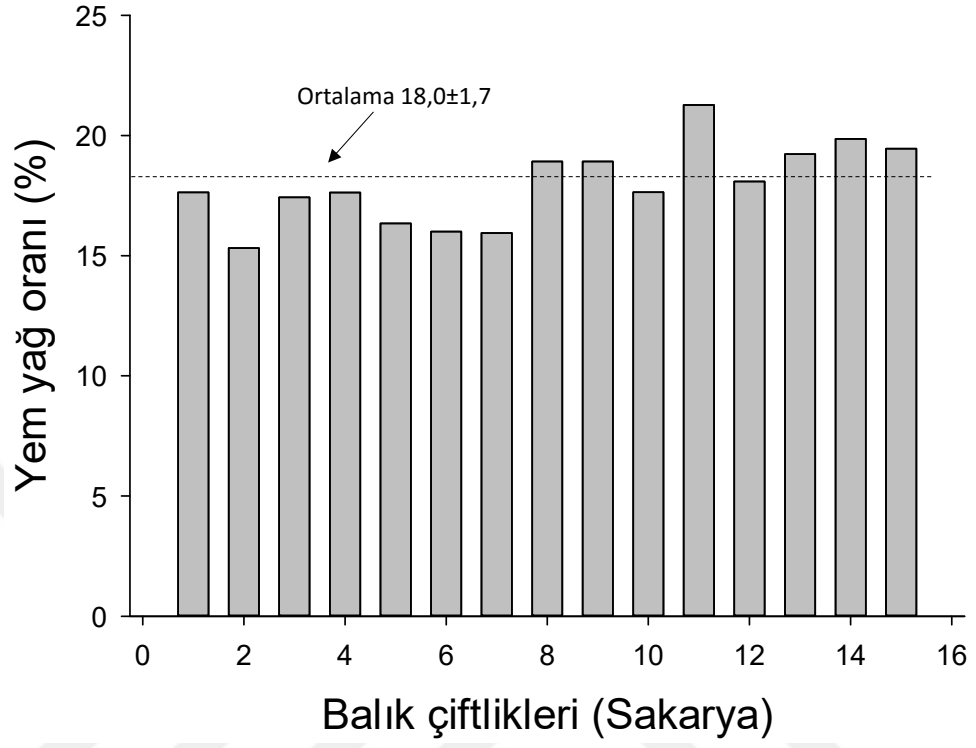
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Yemin Lipit ve Yağ Asidi İçeriği

Örnek alınan 28 adet çiftlikte kullanılan yemlerin yağ içeriği şekil 4.1. ve 4.2.'de verilmiştir. Yemlerin yağ içeriği, Erzurum'da faaliyet gösteren çiftliklerde ortalama $17,0 \pm 0,8$, Sakarya'da faaliyet gösteren çiftliklerde ise ortalama $18,0 \pm 1,7$ olarak tespit edilmiştir. Her iki ilde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan yem örneklerinin lipit düzeyi istatistik olarak benzer bulunmuştur ($P > 0,05$).



Şekil 4.1. Erzurum'da faaliyet gösteren çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ içerikleri



Şekil 4.2. Sakarya’da faaliyet gösteren çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ içerikleri.

Çizelge 4.1. Erzurum'daki çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ asidi içeriği (mg/g yağ)

Yağ Asidi	Balık çiftlikleri												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16:0	123,7	158,2	104,6	95,0	94,4	95,3	90,9	102,6	100,4	93,2	95,2	91,5	99,0
18:0	28,7	38,4	40,2	35,7	33,8	34,8	39,7	37,4	38,0	35,8	42,4	36,2	32,7
18:1n-9	240,1	226,1	332,0	340,5	343,4	328,9	340,7	327,8	336,4	338,5	328,0	331,9	252,1
18:2n-6	92,3	85,2	154,1	164,1	168,3	165,5	159,8	162,8	159,9	161,0	156,4	158,8	248,0
18:3n-3	16,4	18,0	36,7	40,0	45,8	42,5	38,1	39,0	39,9	43,0	40,8	40,6	49,0
20:4n-6	1,9	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
20:5n-3	75,9	67,0	28,0	29,1	22,2	31,9	30,7	31,4	27,8	31,7	33,7	35,4	31,7
22:6n-3	161,0	112,8	37,8	42,5	47,5	45,7	49,5	43,3	41,5	56,1	50,8	52,7	40,9
DYA	174,7	236,8	174,1	146,4	144,7	146,8	143,2	157,5	155,8	144,2	152,2	141,9	152,9
TDYA	302,9	300,7	385,7	393,5	396,5	382,0	391,4	380,8	390,0	388,9	378,8	382,7	297,5
18C-ÇDYA	108,7	103,1	191,3	204,0	214,1	208,0	197,8	201,8	199,9	204,0	197,2	199,3	297,0
UZ-ÇDYA	238,7	184,4	73,8	81,1	69,7	88,2	92,5	84,9	79,3	87,8	96,8	101,0	77,6
n-3	253,3	197,8	110,5	121,1	115,5	130,7	130,6	123,9	119,2	130,8	137,6	141,5	123,6
n-6	94,1	89,7	154,7	164,1	168,3	165,5	159,8	162,8	159,9	161,0	156,4	158,8	251,0
n3/n6	2,7	2,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	0,5

16:0: palmitik asit, 18:0: stearik asit, 18:1n-9: oleik asit, 18:2n-6: linoleik asit, 18:3n-3: alfa linolenik asit, 20:4n-6: araşidonik asit, 20:5n-3: EPA, 22:6n-3: DHA, DYA: doymuş yağ asidi, TDYA: tekli doymamış yağ asidi, 18C-ÇDYA: 18 karbonlu çoklu doymamış yağ asitleri, UZ-ÇDYA: uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri, n-3:omega-3 yağ asidi, n-6: omega-6 yağ asidi

Çizelge 4.2. Sakarya'daki çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ asidi içeriği (mg/g yağ).

Yağ Asidi	Balık çiftlikleri														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16:0	114,1	109,0	113,6	110,9	124,2	137,2	115,8	114,3	114,3	132,0	117,9	113,0	112,4	127,8	141,2
18:0	33,6	35,8	31,4	34,3	41,0	40,8	37,1	34,9	34,9	39,4	34,4	34,7	35,2	39,5	47,1
18:1n-9	253,5	297,1	296,5	301,5	281,6	279,8	258,2	300,7	300,7	273,0	239,7	239,5	240,6	270,4	199,7
18:2n-6	210,1	179,6	163,3	162,1	134,4	131,1	208,5	159,7	159,7	143,7	224,8	228,3	227,0	153,5	255,0
18:3n-3	35,4	40,5	42,2	39,9	43,6	42,7	33,2	38,3	38,3	41,7	36,8	37,3	36,9	41,4	31,9
20:4n-6	4,7	3,2	0,0	3,1	5,7	5,3	4,7	3,1	3,1	5,3	4,6	4,8	4,8	5,3	2,4
20:5n-3	39,0	33,7	40,7	39,6	44,7	40,4	36,5	37,8	37,8	40,2	35,2	36,7	36,7	40,7	27,7
22:6n-3	63,0	46,6	40,8	41,3	51,4	43,7	59,3	41,6	41,6	45,6	39,3	42,1	42,4	47,0	44,9
DYA	167,4	168,6	177,0	173,3	196,4	212,9	172,4	180,0	180,0	207,5	184,3	178,1	177,8	201,4	216,7
TDYA	303,4	350,5	358,9	363,5	345,5	346,9	307,7	361,8	361,8	338,6	298,0	295,6	297,1	333,2	243,8
18C-ÇDYA	245,5	220,1	205,6	202,0	178,0	173,8	241,7	198,0	198,0	185,5	261,7	265,6	264,0	194,9	286,9
UZ-ÇDYA	108,8	85,9	83,5	86,1	105,0	91,4	103,1	85,2	85,2	93,4	81,0	85,6	86,1	95,5	77,6
n-3	139,5	123,2	125,8	123,0	142,0	128,8	131,7	120,4	120,4	129,8	113,2	118,2	118,3	131,5	107,1
n-6	214,8	182,8	163,3	165,2	140,9	136,4	213,2	162,8	162,8	149,0	229,5	233,1	231,8	158,8	257,4
n3/n6	0,6	0,7	0,8	0,7	1,0	0,9	0,6	0,7	0,7	0,9	0,5	0,5	0,5	0,8	0,4

16:0: palmitik asit, 18:0: stearik asit, 18:1n-9: oleik asit, 18:2n-6: linoleik asit, 18:3n-3: alfa linolenik asit, 20:4n-6: araşidonik asit, 20:5n-3: EPA, 22:6n-3: DHA, DYA: doymuş yağ asidi, TDYA: tekli doymamış yağ asidi, 18C-ÇDYA: 18 karbonlu çoklu doymamış yağ asitleri, UZ-ÇDYA: uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri, n-3:omega-3 yağ asidi, n-6: omega-6 yağ asidi

Erzurum'daki çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ asidi içeriğine bakıldığında, tüm çiftliklerde 18:1n-9'un yemlerde en yüksek miktarda bulunan yağ asidi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı 6 numaralı çiftlikte 16:0 alırken, diğer bütün çiftliklerde 18:2n-6 ikinci sırada yer almıştır. Üçüncü sırayıda 6 numaralı çiftlikte 18:2n-6 alırken, diğer bütün çiftliklerde bunun yerini 16:0 yağ asidi almıştır. EPA ve DHA bakımından en zengin olan yem 1 numaralı çiftlikten temin edilirken, en düşük değerler 5 numaralı çiftlikten alınan yemde gözlenmiştir. Doymuş yağ asidi (DYA) en yüksek 2 numaralı, en düşük 7 numaralı çiftliklerden alınan yem örneklerinde tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asidi (TDYA) en yüksek 9 numaralı çiftlikten alınan yemde gözlenirken, en düşük 13 numaralı çiftlikte bulunmuştur. Uzun zincirli çoklu doymamış yağ asidi (UZ-ÇDYA) en yüksek 1 numaralı çiftlikte, en düşük ise 5 numaralı çiftlikten alınan yemde gözlenmiştir. Toplam 18 karbonlu çoklu doymamış yağ asidi (18C-ÇDYA) en yüksek 13 numaralı, en düşük ise 2 numaralı çiftlikten alınan yemde tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Sakarya'daki çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ asidi içeriğine bakıldığında, tüm çiftliklerde 18:1n-9'un yemlerde en yüksek miktarda bulunan yağ asidi olduğu görülmektedir. İkinci sırayı 1 ve 2 numaralı çiftliklerde 16:0 alırken, diğer bütün çiftliklerde ise 18:2n-6 ikinci sırada yer almıştır. Üçüncü sırayı 1 ve 2 numaralı çiftliklerde 18:2n-6 alırken, diğer bütün çiftliklerde bunun yerini 16:0 yağ asidi almıştır. EPA ve DHA bakımından en zengin olan yem 1 numaralı çiftlikten temin edilirken, en düşük değerler 15 numaralı çiftlikten alınan yemde gözlenmiştir. DYA en yüksek 15 numaralı, en düşük 1 numaralı çiftlikten temin edilen yemlerde görülmüştür. TDYA en yüksek 8, 9 numaralı çiftliklerden alınan yemlerde gözlenirken, en düşük 15 numaralı çiftlikte bulunmuştur. UZ-ÇDYA en yüksek 1 numaralı çiftlikte, en düşük ise 15 numaralı çiftlikten alınan yemde tespit edilmiştir. 18C-ÇDYA en yüksek 15 numaralı, en düşük 6 numaralı çiftlikten alınan yemde gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2).

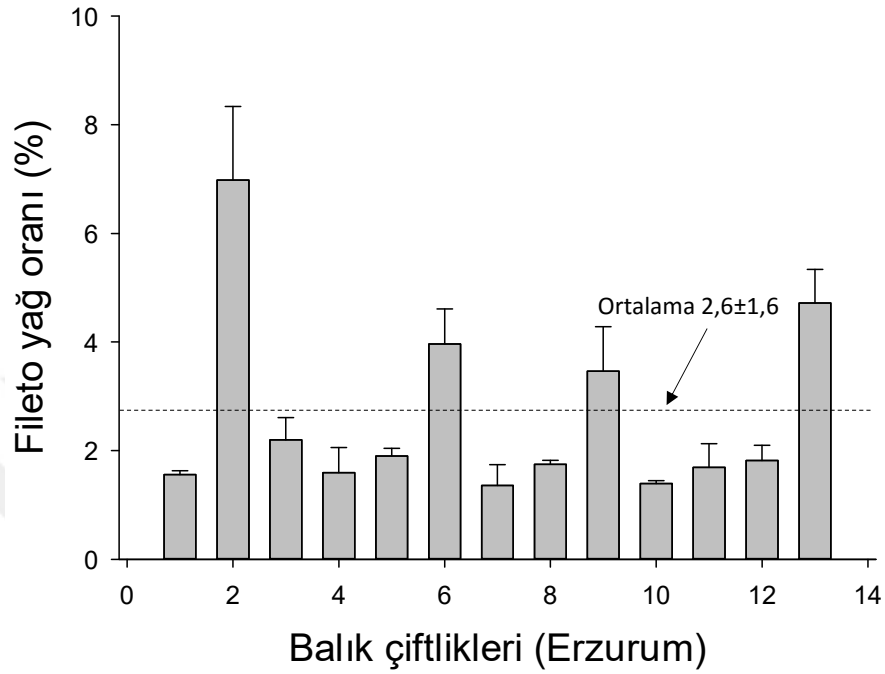
Erzurum ve Sakarya illerinde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan yemlere ait yağ asidi içeriği incelendiğinde bazı yağ asitlerinin iller arasında önemli derecede değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.3). 16:0, ARA ve toplam DYA Erzurum ilinden alınan

çiftliklerdeki yemlerde Sakarya'ya göre önemli derecede düşük belirlenirken, 18:1n-9 ve toplam TDYA'nın ise söz konusu örneklerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Çizelge 4.3. Erzurum ve Sakarya illerinde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan yemlerin lipit ve yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması

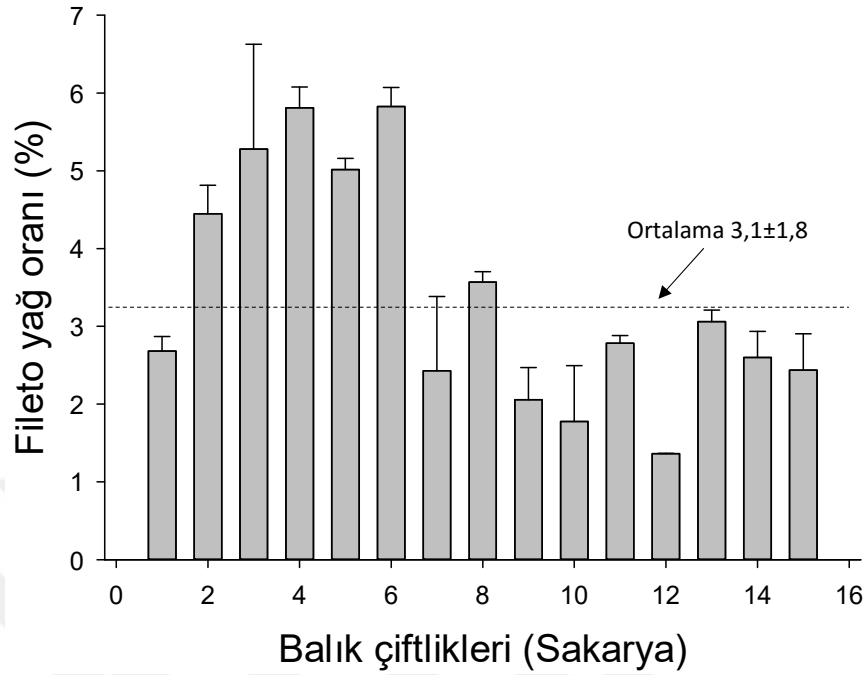
<i>Parametre</i>	Erzurum	Sakarya	<i>P</i>
Lipit	17,0±0,8	18,0±1,7	0,081
16:0	103,4±18,6	119,9±10,2	0,006
18:0	36,5±3,6	36,9±4,0	0,735
18:1n-9	312,8±42,5	268,8±30,0	0,003
18:2n-6	156,7±38,7	182,7±39,4	0,090
18:3n-3	37,7±9,7	38,7±3,5	0,706
20:4n-6	0,7±1,5	4,0±1,5	0,000
20:5n-3	36,7±15,9	37,8±3,9	0,785
22:6n-3	60,2±35,8	46,0±6,9	0,146
DYA	159,3±25,6	186,3±16,4	0,002
TDYA	367,0±38,4	327,1±34,6	0,007
18C-ÇDYA	194,3±47,5	221,4±36,4	0,100
UZ-ÇDYA	104,3±49,7	90,2±9,2	0,290
n-3	141,2±40,0	124,9±9,6	0,135
n-6	157,4±38,3	186,8±39,2	0,056
n3/n6	1,0±0,7	0,7±0,2	0,081

4.2. Fileto Yağ İçeriği



Şekil 4.3. Erzurum ilinde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan gökkuşaağı alabalığında fileto yağ oranları

Erzurum il sınırları içerisinde bulunan 13 tane balık çiftliğinden alınan gökkuşaağı alabalığı fileto yağ oranı Şekil 4.3’de verilmiştir. 13 adet çiftlikten elde edilen sonuçlara göre ortalama fileto yağ oranı $2,6 \pm 1,6$ olarak bulunmuştur. Bu çiftliklerden 2, 6, 9 ve 13 numaralı olanlardan alınan balık filetolarında ortalamanın üstünde yağ tespit edilirken, diğer çiftliklerden alınan balıkların filetosunun ortalamanın altında yağ içerdiği görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.4. Sakarya ilinde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan gökkuşağı alabalığında fileto yağ oranları

Sakarya İl sınırı içerisinde bulunan 15 tane balık çiftliğinden alınan gökkuşağı alabalığının fileto yağ oranı Şekil: 4.4'de verilmiştir. 15 çiftlikten elde edilen sonuçlara göre fileto yağ oranı ortalama $3,1 \pm 1,8$ olarak bulunmuştur. Bu çiftliklerden 2, 3, 4, 5, 6 ve 8 numaralı alabalık çiftliklerinde ortalamanın üstünde fileto yağ oranı bulunurken diğerlerinde ise değişik varyasyonlar görülmesine rağmen hemen hemen ortalamaya yakın bir yağ oranı elde edilmiştir (Şekil 4.4.). Her iki ilde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan balıkların filetosuna ait yağ içeriği iller arasında istatistik olarak önemli derecede değişim göstermemiştir ($P > 0,05$).

4.3. Fileto Yağ Asidi İçeriği

Çizelge 4.4. Erzurum'daki çiftliklerden alınan balıkların fileto yağ asidi içeriği (mg/g yağ)

Yağ asitleri*	Balık çiftlikleri												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16:0	153,6±1,1	122,3±7,2	124,5±2,5	137,1±2,9	123,2±19,7	126,9±2,2	137,8±1,3	129,4±7,6	128,6±7,2	145,3±2,4	141,2±12,0	133,4±7,8	134,7±2,8
18:0	51,0±2,1	46,0±2,0	44,5±0,9	50,4±2,5	46,8±1,7	43,5±4,9	39,0±13,0	46,4±2,8	41,2±0,2	51,8±1,5	48,4±0,0	45,9±0,8	30,4±0,7
18:1n-9	161,6±25,2	292,3±10,9	255,4±15,1	191,5±18,3	268,8±30,8	303,3±22,6	217,3±24,9	267,2±19,0	299,9±4,9	137,5±16,9	261,5±28,7	262,4±2,3	239,7±5,0
18:2n-6	106,3±18,7	255,8±2,2	119,9±14,1	95,7±19,5	137,7±18,1	148,5±11,4	88,5±1,1	118,5±12,5	152,8±8,3	74,1±3,9	148,1±16,2	161,0±17,0	256,5±5,7
18:3n-3	21,6±2,9	30,7±8,1	22,4±0,7	18,1±4,0	21,7±4,2	26,2±4,4	18,4±4,8	24,2±1,1	29,9±0,4	14,0±1,0	20,4±0,8	23,2±1,0	1,0±0,1
20:4n-6	12,1±0,3	7,8±1,0	14,8±4,5	34,2±2,0	11,0±3,0	9,6±3,5	41,2±2,5	9,3±1,8	8,0±1,0	15,9±1,3	13,8±7,5	17,1±1,7	11,2±0,7
20:5n-3	36,5±1,4	13,1±0,6	29,4±0,4	30,9±3,7	35,0±3,2	25,3±2,9	51,9±3,6	29,6±6,2	23,3±3,7	39,5±2,2	41,8±0,9	31,4±5,0	22,7±3,9
22:6n-3	298,5±7,9	77,4±12,6	210,5±12,6	279,9±2,7	204,9±10,3	154,0±7,1	283,1±18,7	207,6±9,0	151,2±17,5	364,2±3,8	170,6±14,8	138,7±9,6	139,7±8,3
DYA	215,3±5,0	183,3±3,6	187,0±0,4	199,8±8,8	182,7±18,6	186,4±5,5	185,1±12,5	192,7±7,3	187,2±7,8	211,3±13,2	202,4±9,4	191,0±10,6	180,3±2,0
TDYA	196,3±20,0	338,7±14,5	300,2±18,2	229,0±10,7	313,4±20,6	357,1±28,1	261,5±18,2	308,1±14,6	342,0±23,1	168,2±15,8	323,3±36,2	305,2±8,7	287,4±3,5
18C-ÇDYA	128,0±21,6	286,5±10,5	142,3±14,7	113,8±23,5	159,4±22,4	174,7±15,8	106,9±5,9	142,7±13,7	182,7±7,9	88,1±4,8	168,4±17,0	184,2±18,0	257,5±5,8
UZ-ÇDYA	362,4±6,6	105,4±9,3	280,0±22,8	369,4±7,5	266,5±2,7	193,9±24,1	396,3±28,7	258,5±6,4	190,0±23,2	434,3±2,3	237,8±29,7	221,7±37,3	176,8±11,4
n-3	368,7±3,4	122,2±2,6	277,0±17,0	334,3±3,1	273,3±9,5	207,7±16,1	357,5±22,6	264,5±4,8	209,5±23,4	429,1±2,2	241,1±21,4	207,4±21,2	165,5±12,1
n-6	121,7±18,4	268,4±5,7	145,5±9,3	147,7±17,4	151,8±14,3	160,8±7,7	146,0±0,1	136,6±2,5	163,2±8,1	93,4±4,7	165,2±8,8	198,5±1,9	268,8±6,5
n3/n6	3,1±0,5	0,5±0,0	1,9±0,2	2,4±0,1	1,8±0,1	1,3±0,1	2,4±0,2	1,9±0,0	1,3±0,2	4,6±0,3	1,5±0,2	1,0±0,1	0,6±0,1

16:0: palmitik asit, 18:0: stearik asit, 18:1n-9: oleik asit, 18:2n-6: linoleik asit, 18:3n-3: alfa linolenik asit, 20:4n-6: araşidonik asit, 20:5n-3: EPA, 22:6n-3: DHA, DYA: doymuş yağ asidi, TDYA: tekli doymamış yağ asidi, 18C-ÇDYA: 18 karbonlu çoklu doymamış yağ asitleri, UZ-ÇDYA: uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri, n-3:omega-3 yağ asidi, n-6: omega-6 yağ asidi

Çizelge 4.5. Sakarya'daki çiftliklerden alınan balıkların fileto yağ asidi içeriği(mg/g yağ)

Yağ asitleri*	Balık çiftlikleri														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16:0	136,2±4,2	139,7±8,1	130,6±11,4	138,6±0,1	115,0±0,1	120,2±2,7	153,6±15,4	93,8±8,2	143,0±2,7	134,3±8,5	144,4±18,7	160,4±15,2	139,8±3,2	143,8±8,4	131,6±14,7
18:0	38,7±1,5	37,9±0,2	39,2±1,8	38,0±0,3	38,2±0,7	40,8±0,4	49,3±9,7	39,4±0,6	42,1±2,5	47,7±4,7	38,7±1,0	50,0±1,0	39,6±0,4	37,9±4,2	39,2±2,1
18:1n-9	242,5±3,1	267,8±10,1	263,7±23,7	319,6±10,8	282,6±11,9	288,1±12,6	223,7±2,7	268,5±4,6	206,3±11,8	198,0±17,2	273,6±1,0	130,8±5,8	308,2±4,0	238,0±6,9	259,5±1,5
18:2n-6	215,9±1,5	245,9±7,0	234,8±7,9	195,2±5,8	229,9±17,4	198,5±1,6	219,9±10,9	288,0±10,7	150,4±14,7	144,2±5,5	159,1±19,0	87,9±10,4	117,4±1,2	200,1±15,8	150,0±9,1
18:3n-3	1,0±0,0	1,9±0,1	28,4±4,8	1,8±0,1	23,1±4,3	28,3±2,0	4,4±3,7	26,6±0,1	11,0±1,4	22,3±4,2	1,8±0,0	17,3±1,6	2,3±0,1	1,5±0,2	1,8±0,1
20:4n-6	11,5±0,3	10,3±0,3	8,1±0,2	8,4±2,3	7,9±0,8	6,3±0,6	20,5±9,0	12,9±4,2	10,8±1,6	22,3±3,2	10,3±2,6	17,9±2,2	9,4±0,2	10,7±1,0	9,8±0,7
20:5n-3	29,5±0,2	1,9±0,1	25,6±1,6	2,4±0,4	26,3±1,2	26,2±2,5	24,0±5,6	14,6±0,3	39,4±7,0	44,2±5,9	32,5±1,8	61,1±3,9	2,9±0,2	30,0±0,9	44,5±1,9
22:6n-3	164,5±3,5	126,8±6,4	113,2±5,1	113,5±6,5	117,1±7,1	113,6±7,8	126,2±2,4	107,2±4,6	234,4±2,3	242,0±6,6	161,0±9,3	329,1±10,7	189,9±13,1	170,6±6,7	192,0±13,6
DYA	187,9±1,5	192,0±10,0	186,9±11,8	197,0±2,2	168,3±0,6	179,1±2,8	210,8±23,7	142,8±9,3	203,2±5,3	193,2±8,7	202,3±20,4	218,4±14,5	201,5±5,4	196,1±3,8	189,5±16,0
TDYA	285,0±4,6	320,1±9,2	317,9±30,2	380,5±12,2	333,6±13,2	345,4±14,4	257,1±5,2	302,0±5,8	253,0±5,1	237,0±29,9	331,1±5,0	159,6±6,4	373,8±7,1	296,1±18,8	310,4±5,6
18C-ÇDYA	216,9±1,5	247,8±6,9	263,2±12,7	197,1±5,9	252,9±13,1	226,8±0,3	224,3±7,2	314,6±10,6	161,4±13,3	166,6±9,7	160,9±19,0	105,1±12,0	119,7±1,3	201,6±16,0	151,7±9,2
UZ-ÇDYA	212,2±4,6	142,1±6,1	149,9±6,7	127,5±8,6	156,4±12,5	150,7±11,9	179,7±16,9	142,7±4,5	291,1±10,7	314,0±18,6	207,7±6,4	418,9±3,9	207,0±13,8	215,9±4,3	254,9±3,6
n-3	198,7±1,2	132,7±6,6	169,4±11,3	119,9±6,3	169,6±14,5	170,1±8,8	160,2±8,4	153,7±0,4	289,1±8,8	311,8±11,6	197,3±7,9	407,5±5,2	198,1±13,5	203,9±5,5	240,1±10,5
n-6	230,4±1,9	257,1±7,4	243,8±8,1	204,7±8,2	239,7±15,0	207,4±2,7	243,8±1,3	303,5±14,7	163,4±11,5	168,8±2,8	171,3±17,5	116,5±13,3	128,6±1,0	213,6±17,2	166,5±16,2
n3/n6	0,9±0,0	0,5±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,7±0,1	0,8±0,0	0,7±0,0	0,5±0,0	1,8±0,2	1,8±0,1	1,2±0,1	3,5±0,4	1,5±0,1	1,0±0,1	1,5±0,2

16:0: palmitik asit, 18:0: stearik asit, 18:1n-9: oleik asit, 18:2n-6: linoleik asit, 18:3n-3: alfa linolenik asit, 20:4n-6: araşidonik asit, 20:5n-3: EPA, 22:6n-3: DHA, DYA: doymuş yağ asidi, TDYA: tekli doymamış yağ asidi, 18C-ÇDYA: 18 karbonlu çoklu doymamış yağ asitleri, UZ-ÇDYA: uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri, n-3:omega-3 yağ asidi, n-6: omega-6 yağ asidi

Erzurum'daki çiftliklerden alınan balık örneklerinin yağ asidi içeriğine bakacak olursak, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11 ve 12 numaralı çiftliklerde birinci sırayı 18:1n-9 alırken, 1, 4, 7 ve 10 numaralı çiftliklerde ise ilk sırayı DHA'nın aldığı görülmüştür. Diğer çiftliklerden farklı olarak, 13 numaralı çiftlikte birinci sırayı 18:2n-6 almıştır. İkinci sırayı ise 1, 4, 7 ve 13 numaralı çiftliklerde 18:1n-9 alırken 2, 9, ve 12 numaralı çiftliklerde 18:2n-6 almıştır. 3, 5, 6, 8 ve 11 numaralı çiftliklerde ise ikinci sırayı DHA almıştır. 10 numaralı çiftlikte ikinci sırayı 16:0 almıştır. Bunları takiben üçüncü sırayı 10 numaralı çiftlikte 18:1n-9 alırken 5, 6, 11 numaralı çiftliklerde ise 18:2n-6 almıştır. 1-4, 7 ve 8 nolu çiftliklerde üçüncü sırayı 16:0 alırken. 9, 12 ve 13 numaralı çiftlikde ise üçüncü sırayı DHA almıştır. Tüm çiftlikler göz önüne alındığında toplam DYA miktarı 1 numaralı çiftlikde en yüksek iken, 13 numaralı çiftlikde en azdır. Toplam TDYA miktarı 6 numaralı çiftlikte en yüksek iken 10 numaralı çiftlikte düşük miktarda tespit edilmiştir. Toplam 18C-ÇDYA miktarı en yüksek 2 numaralı çiftlikte iken, en düşük 10 numaralı çiftlikte gözlenmiştir. Toplam UZ-ÇDYA miktarı en yüksek 10 numaralı çiftlikte iken en düşük 2 numaralı çiftlikte kaydedilmiştir. n3/n6 oranı en yüksek 2 numaralı çiftlikte iken en düşük 13 numaralı çiftlikte tespit edilmiştir. EPA + DHA miktarı en yüksek 10 numaralı çiftlikte gözlenirken en düşük değerin 2 numaralı çiftlikte olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Sakarya'daki çiftliklerden alınan balık örneklerinin yağ asidi içeriğine bakacak olursak, 1-7, 11, 13-15 numaralı çiftliklerde birinci sırayı 18:1n-9 alırken, 9, 10 ve 12 numaralı çiftliklerde ise ilk sırayı DHA'nın aldığı görülmüştür. Diğer çiftliklerden farklı olarak, 8 numaralı çiftlikte ise birinci sırayı 18:2n-6 almıştır. İkinci sırayı ise 8-10 numaralı çiftliklerde 18:1n-9 alırken, 1-7 ve 14 numaralı çiftliklerde 18:2n-6 almıştır. 11, 13 ve 15 numaralı çiftliklerde ise ikinci sırayı DHA almıştır. 12 numaralı çiftlikte ikinci sırayı 16:0 almıştır. Bunları takiben üçüncü sırayı 12 numaralı çiftlikte 18:1n-9 alırken, 9-11 numaralı çiftliklerde üçüncü sırayı 18:2n-6 almıştır, 2-4, 6, 7, 13 ve 15 numaralı çiftliklerde üçüncü sırayı 16:0 alırken, 1, 5, 8 ve 14 numaralı çiftliklerde ise üçüncü sırayı DHA almıştır. Tüm çiftlikler göz önüne alındığında toplam DYA miktarı 12 numaralı çiftlikte en yüksek iken 8 numaralı çiftlikde en düşük miktarda tespit edilmiştir. Toplam TDYA miktarı 4 numaralı çiftlikte en yüksek iken 12 numaralı

çiftlikte düşük miktarda gözlenmiştir. Toplam 18C-ÇDYA miktarı en yüksek 8 numaralı çiftlikte iken en düşük 12 numaralı çiftlikte kaydedilmiştir. Toplam UZ-ÇDYA miktarı en yüksek 12 numaralı çiftlikte iken en düşük 4 numaralı çiftlikten temin edilmiştir. n3/n6 miktarı en yüksek 12 numaralı çiftlikte gözlenirken en düşük 2 ve 8 numaralı çiftliklerde gözlenmiştir. EPA + DHA miktarı en yüksek 12 numaralı çiftlikte iken en düşük 8 numaralı çiftlikte olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.6. Erzurum ve Sakarya illerinde faaliyet gösteren çiftliklerden alınan balıklara ait filetoların lipit ve yağ asidi içeriklerinin karşılaştırılması

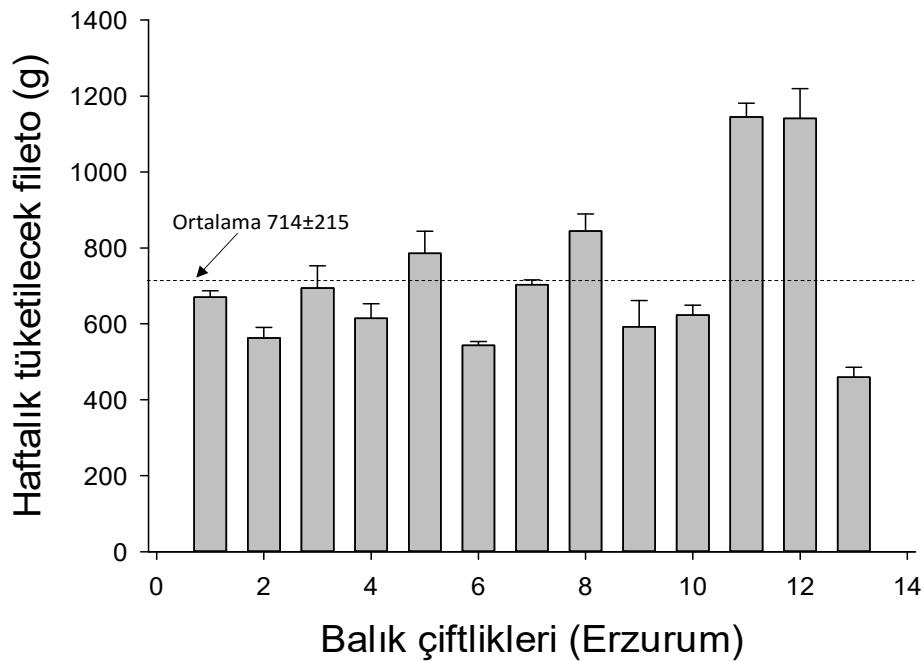
<i>Parametre</i>	Erzurum	Sakarya	<i>P</i>
Lipit	2,6±1,6	3,1±1,8	0,135
16:0	133,7±10,7	135,0±17,4	0,739
18:0	45,0±6,4	41,1±4,8	0,011
18:1n-9	239,9±55,3	251,4±47,5	0,405
18:2n-6	143,3±56,3	189,1±53,1	0,003
18:3n-3	20,9±7,8	11,6±11,3	0,001
20:4n-6	15,8±10,2	11,8±5,1	0,062
20:5n-3	31,6±9,9	27,0±16,6	0,228
22:6n-3	206,2±79,1	166,7±62,1	0,041
DYA	192,7±12,9	191,3±19,6	0,762
TDYA	286,9±58,3	300,2±56,6	0,394
18C-ÇDYA	164,2±56,5	200,7±56,7	0,019
UZ-ÇDYA	268,7±96,1	211,4±79,1	0,018
n-3	266,0±86,3	108,1±75,3	0,009
n-6	166,7±50,8	203,9±50,9	0,009
n3/n6	1,9±1,0	1,2±0,8	0,008

Erzurum ve Sakarya illerinde faaliyet gösteren çiftliklerden temin edilen gökkuşağı alabalığı filetosuna ait yağ asidi içerikleri iller arasında istatistik olarak önemli bazı değişiklikler göstermektedir (Çizelge 4.6). Bireysel yağ asitlerinden 18:0, 18:3n-3 ve DHA miktarları Erzurum'da faaliyet gösteren çiftliklere ait balık filetolarında Sakarya

iline göre önemli derecede yüksek iken, 18:2n-6 ise önemli derecede düşük tespit edilmiştir ($P<0,05$). Toplam 18C-ÇDYA ve toplam n-6 miktarı Sakarya ilindeki çiftliklere ait balık filetolarında Erzurum iline göre önemli derecede yüksek iken toplam UZ-ÇDYA, toplam n-3 ve n-3/n-6 oranı Erzurum iline göre önemli derecede düşük olarak tespit edilmiştir ($P<0,05$). Genel anlamda her iki ildede çiftliklerden alınan yem örneklerinin yağ asidi içeriği filetolara ait yağ asidi içeriğiyle önemli bir ilişki göstermemiştir.

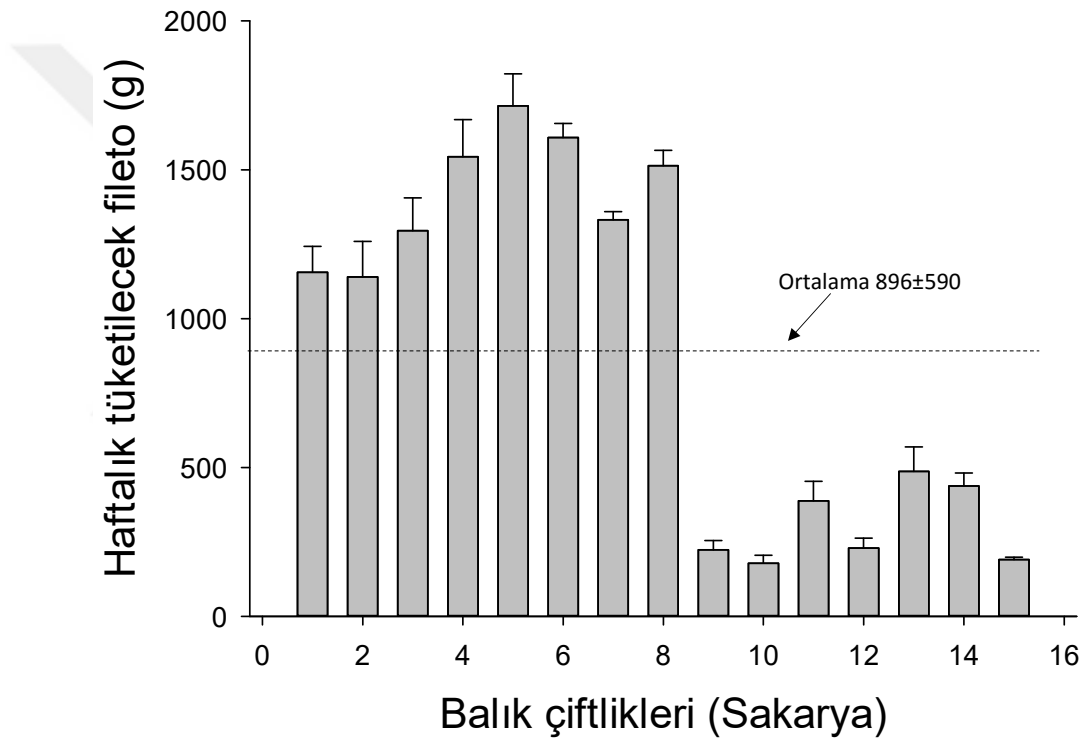
4.4. Omega-3 İhtiyacına Göre Haftalık Tüketilecek Fileto ve Canlı Balık Ağırlığı

Erzurum il sınırları içerisinde bulunan 13 tane balık çiftliğinden alınan gökkuşağı alabalığından haftalık tüketilecek fileto miktarı çiftlikler arasında değişim göstermiş olup, ortalama 714 ± 215 g olarak hesaplanmıştır. Bu çiftliklerin 13 numaralı olanından temin edilecek yaklaşık 460 g fileto tüketimi bir haftalık omega-3 (3,5 g EPA+DHA) ihtiyacını karşılarken, aynı ihtiyacı karşılamak için 11 numaralı çiftlikten temin edilecek gerekli fileto miktarı ise 1145 g olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5).

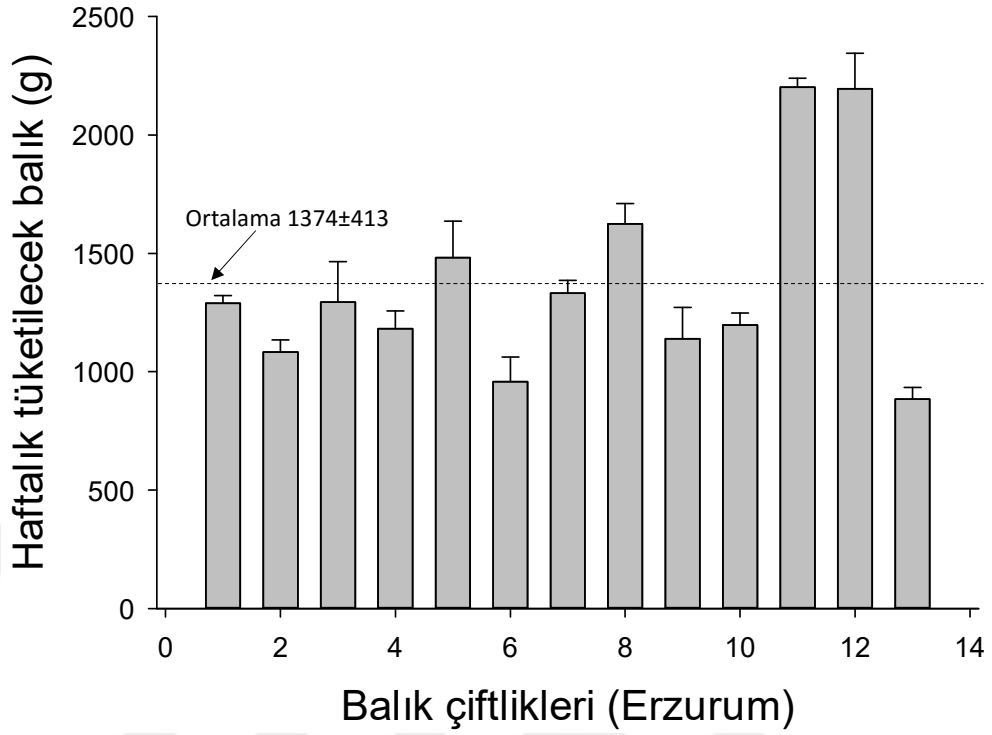


Şekil 4.5. Erzurum ilindeki balık çiftliklerinde haftalık omega-3 ihtiyacının karşılanması için tüketilmesi gereken gökkuşağı alabalığı filetosu miktarı

Genel olarak haftalık omega-3 ihtiyacını karşılayacak fileto miktarı bakımından Sakarya ilinden temin edilen çiftlikler arasında Erzurum'daki çiftliklere göre daha büyük varyasyonlar görülmüştür (Şekil 4.5). Çalışmanın yürütüldüğü 15 çiftlik için tüketilecek haftalık fileto ortalama 896 ± 590 g olarak tespit edilmiş olup, 10 numaralı çiftlikten temin edilen filetonun yaklaşık 180 g'ı haftalık omega-3 ihtiyacını karşılarken, 5 numaralı çiftlikten alınacak filetonun ise ancak 1715 g'ı bu ihtiyaç için yeterli olacaktır (Şekil 4.6).

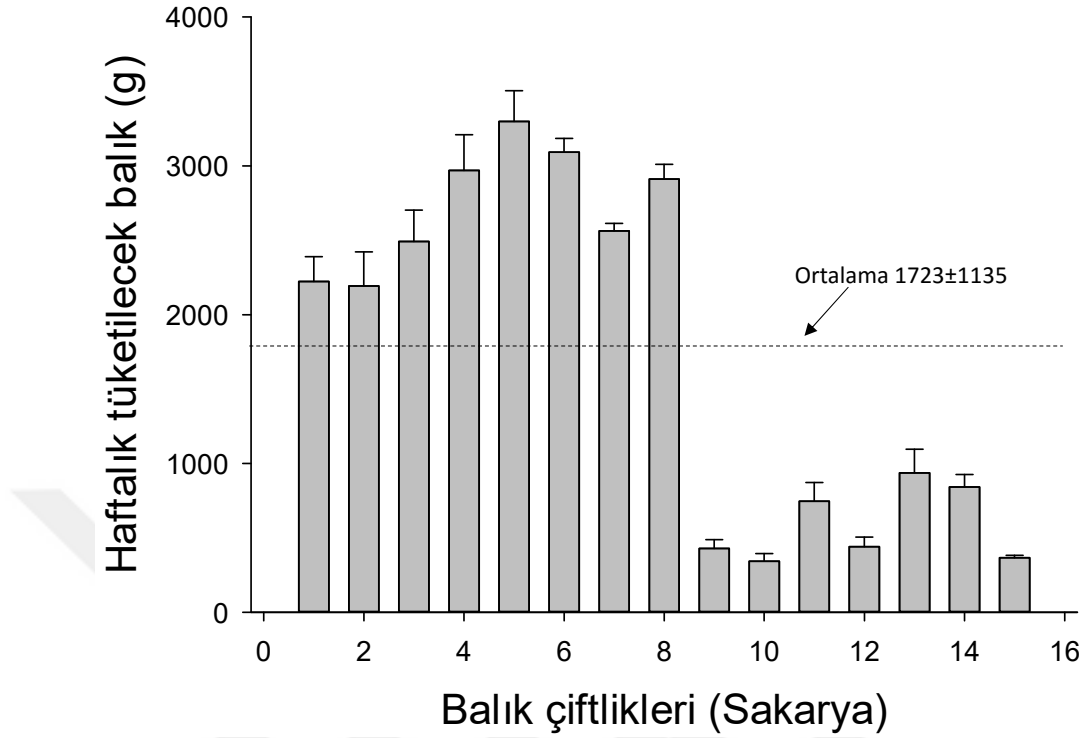


Şekil 4.6. Sakarya ilindeki balık çiftliklerinde haftalık omega-3 ihtiyacının karşılanması için tüketilmesi gereken gökkuşağı alabalığı filetosu miktarı



Şekil 4.7. Erzurum ilindeki balık çiftliklerinde haftalık omega-3 ihtiyacının karşılanması için tüketilmesi gereken gökkuşağı alabalığı miktarı

Erzurum il sınırları içerisinde bulunan 13 tane balık çiftliği için haftalık tüketilmesi gereken balık miktarı ortalama 1374 ± 413 g olarak tespit edilmiştir. Bu çiftliklerden 5, 8, 11 ve 12 numaralı çiftlikler ortalamanın üzerinde iken diğer çiftliklerde ise oran hemen hemen ortalamaya yakındır. Erzurum’da gökkuşağı alabalığı tüketecek birinin ortalama 1374 gr ağırlıkta bir balık (gökkuşağı alabalığı) alması gerekmektedir. Oranlara baktığımızda 13 numaralı çiftlikten 883 g ağırlığında bir balık tükettiğimizde gerekli omega-3 ihtiyacımızı karşılayabilecekken 11 numaralı çiftlikte ise 2201 g ağırlığında bir balık tükettiğimizde gerekli omega-3 miktarını almış oluruz (Şekil 4.7).



Şekil 4.8. Sakarya ilindeki balık çiftliklerinde haftalık omega-3 ihtiyacının karşılanması için tüketilmesi gereken gökkuşağı alabalığı miktarı

Sakarya il sınırları içerisinde bulunan 15 tane balık çiftliğinden alınan gökkuşağı alabalıklarından haftalık tüketilecek balık miktarı (g) ortalama 1723 ± 1135 'dir. Bu çiftliklerden 9, 10, 11, 12, 13, 14 ve 16 numaralı çiftlikler ortalamanın üzerinde iken diğer çiftliklerde ise oran ortalamanın altındadır. Sakarya'da gökkuşağı alabalığı tüketecek birinin ortalama 1723 gr büyüklükte (kiloda) bir balık (gökkuşağı alabalığı) alması gerekmektedir. Oranlara baktığımızda 10 numaralı çiftlikten 342 g ağırlığında bir balık tükettiğimizde gerekli omega-3 ihtiyacımızı karşılayabilecek iken 5 numaralı çiftlikte 3298 g ağırlığında bir balık tükettiğimizde gerekli omega-3 miktarını almış oluruz (Şekil 4.8)

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

EPA ve DHA gibi uzun zincirli omega-3 yağ asitlerinin fizyolojik fonksiyonlarından dolayı insan sağlığı için esansiyel besin maddeleri oldukları bilinmektedir. Diğer bir deyişle bu maddelerin insan vücudu tarafından sentezlenemeyip dışarıdan alınmaları gerekmektedir. Balıklar ve diğer su ürünleri uzun zincirli omega-3 yağ asitlerinin asıl kaynağı olmalarının yanı sıra aynı zamanda yüksek kalitede protein, vitamin ve mineral kaynağıdırlar. Sağlıklı bir yaşam için tüketilmesi gereken EPA ve DHA miktarı konusunda değişik tavsiyeler bulunmasına rağmen, en fazla kabul gören öneri Uluslar Arası Lipit ve Yağ Asidi Çalışmaları Cemiyeti tarafından yapılmıştır. Buna göre haftalık tüketilmesi gereken EPA+DHA miktarı 3,5 g olarak tavsiye edilmiştir (ISSFAL 2004).

Bununla birlikte dünya nüfusunun su ürünleri ihtiyacı giderek artmakta ve artık maksimum sınıra ulaşmış olan balık avcılığı ile de karşılanamayacak duruma gelmiştir. Aynı zamanda artan su ürünleri tüketim ihtiyacı su ürünleri üretim sektörünün gelişmesine sebep olmuş ve bu sektörün son 30 yıl içerisinde dünyada en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü olmasını sağlamıştır. Halen dünyada tüketilen balık ve diğer su ürünlerinin %50'si çiftliklerde üretilmektedir (FAO 2014). Su ürünleri üretim sektöründeki hızlı büyüme doğal olarak artan yem ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Geleneksel olarak su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan yemlerde asıl hammaddeler balık unu ve balık yağından oluşmaktadır. Bu durum yetiştirilen balıkların omega-3 içeriği bakımından yüksek kalitede olmasını sağlasa da dünya balık yağı üretimi maksimum sınırına ulaşmış ve hatta azalmaya başlamıştır. Diğer bir deyişle balık yağı üretimi sürekli büyüyen sektörün ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmayıp balık yemleri için alternatif yağ kaynaklarının kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Balık yemleri için alternatif yem kaynağı olarak bitkisel yağlar ön plana çıkmaktadır. Bitkisel yağların bol miktarda üretiliyor olması, fiyatlarının balık yağına göre daha ucuz olması, dioksinler/furanlar ve poliklorinebifeniller (PCB) gibi organik kirleticiler bakımından düşük seviyede olmaları bitkisel yağların popülaritesini arttırmaktadır. Balık yemlerinde bitkisel yağların kullanımı özellikle tatlı su balıklarında diyetel bitkisel yağlar

büyümede olumsuz bir duruma sebep olmamakta, fakat yağ asidi içeriğinde değişikliklere sebep olmaktadır (Kaushik and Corraze 2004; Arslan *et al.* 2012). Balık yağı yerine bitkisel yağlarla beslenen balıklarda genellikle EPA ve DHA miktarı azalmaktadır (Arslan *et al.* 2008; Arslan *et al.* 2012). Diğer yandan tatlı su balıklarının başta keten tohumu yağı olmak üzere bitkisel yağlarda çokça bulunan 18:3n-3'i EPA ve DHA'ya dönüştürebilme mekanizmasına sahip olması, önemli bir avantaj olarak ön plana çıkmaktadır (Sargent *et al.* 1995; Arslan *et al.* 2012). Şöyle ki tatlı su balıkları yemlerinde balık yağı yerine 18:3n-3 bakımından zengin bitkisel yağlar kullanılsa dahi elde edilecek balık etinde önemli bir seviyede EPA ve DHA birikimi sağlanabilmektedir. Mevcut çalışmada çiftliklerden alınan yemlerin yağ asidi profilleri incelendiğinde genelde 18:1n-9 ve 18:2n-6 yağ asitlerinin ağırlıklı olduğu görülmektedir. EPA ve DHA miktarı ise balık yağında bulunan miktarlara göre oldukça düşüktür. Bu durumda çiftliklerde kullanılan balık yemlerinde ağırlıklı olarak 18:1n-9 ve 18:2n-6 yağ asitlerince zengin bitkisel yağlardan yararlanıldığı anlaşılmaktadır.

Su ürünleri yetiştiricilik sektörü çoğu zaman diğer çiftlik hayvanları yetiştiricilik sektörlerine göre daha fazla eleştirilmektedir. Tüketiciler arasında en fazla karşılaşılan yanlış değerlendirme çiftliklerde yetiştirilen balıkların besin madde kalitesi bakımından doğadan yakalananlara göre daha düşük seviyede olduklarının düşünülmesidir. Gerçekte çiftliklerde yetiştirilen balıkların en az doğadan yakalananlar kadar ve hatta çoğu durumda tüketilen porsiyon başına onlardan daha fazla EPA+DHA miktarına sahip oldukları bilinmektedir (EFSA 2005; USDA 2015). Çiftliklerde yetiştirilen balıklar genel anlamda doğadan yakalananlara göre daha yüksek oranda yağ fakat daha düşük oranda EPA ve DHA içermektedirler. Dolayısıyla tüketilecek birim porsiyon açısından düşünülecek olursa doğadan yakalanan balıkların yağ oranı düşük olduğu için sağladıkları toplam tüketilen EPA ve DHA miktarı çiftliklerde yetiştirilen balıklara göre daha az olmaktadır (USDA 2015).

Balık yağı içeren yemle beslenen Atlantik salmonundan haftada yaklaşık 200 g tüketildiğinde ISSFAL'ın tavsiyesi olan 3,5 g'lık EPA ve DHA ihtiyacı karşılanmış olmaktadır. Diğer yandan bu ihtiyacı karşılamak için tamamen bitkisel yağ içeren yemle

beslenen salmondan 750 g, içerdği yağın %75'i bitkisel yağ olan yemle beslenen salmondan ise 450 g tüketmek gerekmektedir. İçeriğinde sadece balık yağı bulunan yemlerle beslenen gökkuşağı alabalığının 340 g'ı ISSFAL'ın haftalık tavsiye ettiği EPA+DHA miktarını karşılarken, bu ihtiyacı karşılamak için tamamen bitkisel yağ içeren yemlerle beslenen gökkuşağı alabalığından 650 g tüketmek gerekmektedir. Deniz balıklarından tamamen balık yağı ile beslenmiş çipuranın 580 g'ı haftalık ihtiyacı karşılarken aynı balığın tamamen bitkisel yağ içeren yemlerle beslenmesi halinde bu ihtiyacı karşılamak için haftada 2300 g tüketilmesi gerekmektedir (Bell 2008). Bizim çalışmamızda ise, ISSFAL'ın tavsiye ettiği haftalık EPA ve DHA ihtiyacını karşılamak için tüketilmesi gereken gökkuşağı alabalığı fileto miktarı Erzurum'daki çiftlikler için 460-1145 g arasında değişmiş olup ortalama 714 g olarak tespit edilmiştir. Tüketilmesi gereken bu miktar Sakarya'da faaliyet gösteren çiftlikler için 180-1715 g arasında değişmiş olup, ortalama olarak ise 896 g olarak hesaplanmıştır. Haftalık EPA ve DHA ihtiyacını karşılayacak fileto miktarı her iki ilde de çiftlikler arasında büyük varyasyonlar göstermektedir. Bununla birlikte tüketilmesi gereken ortalama fileto miktarı Erzurum ve Sakarya arasında önemli derecede değişim göstermemiştir. Çiftlikler arasında görülen bu varyasyonun sebebi ise gerek filetoların EPA ve DHA içeriği gerekse yağ içeriğinden kaynaklanmaktadır. Balıkların filetolarında farklı oranlarda yağ depolaması sıcaklık gibi çevresel faktörlerin yanında genetik faktörlerden kaynaklanmış olabilir. Fileto yağlarına ait EPA ve DHA miktarı arasındaki varyasyonlar farklı biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisi altında olan yağ asidi metabolizmasındaki değişimlerden kaynaklanabilir (Sargent *et al.* 1995). Mevcut çalışmada çiftliklerden alınan yemlerin yağ asidi içeriğinin aynı çiftliklerden alınan balık filetolarına ait yağ asidi içeriği ile önemli ilişki göstermediği tespit edilmiştir. Bu durum çiftliklerde tüm yetiştirme periyodu boyunca tek tip bir yemin kullanılmamasından kaynaklanmış olabilir. Başka bir deyişle çiftliklerde farklı dönemlerde farklı yağ asidi profiline sahip değişik yemlerin kullanılmış olma ihtimali çok yüksektir.

Mevcut araştırma sonuçlarına göre çalışmamıza konu olan çiftliklerden temin edilecek gökkuşağı alabalığından porsiyon büyüklüğüne göre haftada ortalama iki veya üç kez

tüketilmesi ISSFAL'ın tavsiyesi olan haftada tüketilmesi gereken 3.5 g'lık EPA ve DHA miktarını karşılayacaktır.



KAYNAKLAR

- Abayasekara, D.R.E. and Wathes, D.C., 1999. Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 61(5), 275-287.
- Aldamiz-Echevarria, L., Bilbao, A., Andrade, F., Elorz, J., Prieto, J.A. and Rodriguez-Soriano, J., 2008. Fatty acid deficiency profile in children with food allergy managed with elimination diets. *Acta Paediatr*, 97(11), 1572-1576.
- Arslan, M., Rinchar, J., Dabrowski, K. and Portella, M.C., 2008. Effects of different dietary lipid sources on the survival, growth, and fatty acid composition of south american catfish, *Pseudoplatystoma fasciatum*, surubim, juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39(1), 51-61.
- Arslan, M., Sirkecioglu, N., Bayir, A., Arslan, H. ve Aras, M., 2012. The influence of substitution of dietary fish oil with different vegetable oils on performance and fatty acid composition of brown trout, *Salmo trutta*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(3), 575 - 583.
- Barcelo-Coblijn, G., Murphy, E.J., Othman, R., Moghadasian, M.H., Kashour, T. and Friel, J.K., 2008. Flaxseed oil and fish-oil capsule consumption alters human red blood cell n-3 fatty acid composition: A multiple-dosing trial comparing 2 sources of n-3 fatty acid. *Am J Clin Nutr*, 88(3), 801-809.
- Bell, J.G., 2008. Improving farmed fish quality and safety. Alternative lipid sources for fish feed and farmed fish quality. CRC Press, Cambridge, England.
- Boris, J., Jensen, B., Salvig, J.D., Secher, N.J. and Olsen, S.F., 2004. A randomized controlled trial of the effect of fish oil supplementation in late pregnancy and early lactation on the n-3 fatty acid content in human breast milk. *Lipids*, 39(12), 1191-1196.
- Chapkin, R.S., McMurray, D.N. and Lupton, J.R., 2007. Colon cancer, fatty acids and anti-inflammatory compounds. *Curr Opin Gastroenterol*, 23(1), 48-54.
- de Mello, V.D.F., Erkkila, A.T., Schwab, U.S., Pulkkinen, L., Kolehmainen, M., Atalay, M., Mussalo, H., Lankinen, M., Oresic, M., Lehto, S. and Uusitupa, M., 2009. The effect of fatty or lean fish intake on inflammatory gene expression in peripheral blood mononuclear cells of patients with coronary heart disease. *European Journal of Nutrition*, 48(8), 447-455.
- De Vriese, S.R., Christophe, A.B. and Maes, M., 2004. In humans, the seasonal variation in poly-unsaturated fatty acids is related to the seasonal variation in violent suicide and serotonergic markers of violent suicide. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 71(1), 13-18.
- Dunstan, J.A., Mori, T.A., Barden, A., Beilin, L.J., Holt, P.G., Calder, P.C., Taylor, A.L. and Prescott, S.L., 2004. Effects of n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in pregnancy on maternal and fetal erythrocyte fatty acid composition. *Eur J Clin Nutr*, 58(3), 429-437.
- Dunstan, J.A., Mori, T.A., Barden, A., Beilin, L.J., Taylor, A.L., Holt, P.G. and Prescott, S.L., 2003. Maternal fish oil supplementation in pregnancy reduces interleukin-13 levels in cord blood of infants at high risk of atopy. *Clin Exp Allergy*, 33(4), 442-448.

- Dunstan, J.A., Roper, J., Mitoulas, L., Hartmann, P.E., Simmer, K. and Prescott, S.L., 2004. The effect of supplementation with fish oil during pregnancy on breast milk immunoglobulin a, soluble cd14, cytokine levels and fatty acid composition. *Clin Exp Allergy*, 34(8), 1237-1242.
- Edwards, I.J., Berquin, I.M., Sun, H., O'Flaherty J, T., Daniel, L.W., Thomas, M.J., Rudel, L.L., Wykle, R.L. and Chen, Y.Q., 2004. Differential effects of delivery of omega-3 fatty acids to human cancer cells by low-density lipoproteins versus albumin. *Clin Cancer Res*, 10(24), 8275-8283.
- EFSA, 2005. Efsa, european food safety authority opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the european parliament related to the safety assessment of wild and farmed fish. *Efsa j.* 236, 1–118 (2005).
- FAO, 2014. Food and agriculture organisation (FAO). The state of the world fisheries and aquaculture 2012. (FAO, Rome, 2014).
- Gillam, M., Noto, A., Zahradka, P. and Taylor, C.G., 2009. Improved n-3 fatty acid status does not modulate insulin resistance in fa/fa zucker rats. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 81(5-6), 331-339.
- Harris, W.S., Sands, S.A., Windsor, S.L., Ali, H.A., Stevens, T.L., Magalski, A., Porter, C.B. and Borkon, A.M., 2004. Omega-3 fatty acids in cardiac biopsies from heart transplantation patients: Correlation with erythrocytes and response to supplementation. *Circulation*, 110(12), 1645-1649.
- Haugaard, S.B., Madsbad, S., Hoy, C.E. and Vaag, A., 2006. Dietary intervention increases n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in skeletal muscle membrane phospholipids of obese subjects. Implications for insulin sensitivity. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 64(2), 169-178.
- Hirayama, F., Lee, A.H., Binns, C.W., Hiramatsu, N., Mori, M. and Nishimura, K., 2010. Dietary intake of isoflavones and polyunsaturated fatty acids associated with lung function, breathlessness and the prevalence of chronic obstructive pulmonary disease: Possible protective effect of traditional japanese diet. *Mol Nutr Food Res*, 54(7), 909-917.
- Hlavaty, P., Kunesova, M., Gojova, M., Tvrzicka, E., Vecka, M., Roubal, P., Hill, M., Hlavata, K., Kalouskova, P., Hainer, V., Zak, A. and Drbohlav, J., 2008. Change in fatty acid composition of serum lipids in obese females after short-term weight-reducing regimen with the addition of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids in comparison to controls. *Physiol Res*, 57 Suppl 1, S57-65.
- ISSFAL, 2004. International society for the study of fatty acids and lipids (issfal). Report of the sub-committee on: Recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults. (issfal, brighton, 2004).
- Järvinen, R., Knekt, P., Rissanen, H. and Reunanen, A., 2007. Intake of fish and long-chain n-3 fatty acids and the risk of coronary heart mortality in men and women. *British Journal of Nutrition*, 95(04), 824.
- Johansson, S., Wold, A.E. and Sandberg, A.S., 2011. Low breast milk levels of long-chain n-3 fatty acids in allergic women, despite frequent fish intake. *Clin Exp Allergy*, 41(4), 505-515.
- Kassis, N.M., Gigliotti, J.C., Beamer, S.K., Tou, J.C. and Jaczynski, J., 2012. Characterization of lipids and antioxidant capacity of novel nutraceutical egg products developed with omega-3-rich oils. *J Sci Food Agric*, 92(1), 66-73.

- Kaushik, S. and Corraze, G., 2004. Substitution des huiles de poisson dans les aliments pour poissons. . *AquaFilia*, 2, 5-9.
- Kobayashi, N., Barnard, R.J., Henning, S.M., Elashoff, D., Reddy, S.T., Cohen, P., Leung, P., Hong-Gonzalez, J., Freedland, S.J., Said, J., Gui, D., Seeram, N.P., Popoviciu, L.M., Bagga, D., Heber, D., Glaspy, J.A. and Aronson, W.J., 2006. Effect of altering dietary omega-6/omega-3 fatty acid ratios on prostate cancer membrane composition, cyclooxygenase-2, and prostaglandin e2. *Clin Cancer Res*, 12(15), 4662-4670.
- Lauritzen, L., Christensen, J.H., Damsgaard, C.T. and Michaelsen, K.F., 2008. The effect of fish oil supplementation on heart rate in healthy danish infants. *Pediatr Res*, 64(6), 610-614.
- Leaver, M.J., Taggart, J.B., Villeneuve, L., Bron, J.E., Guy, D.R., Bishop, S.C., Houston, R.D., Matika, O. and Tocher, D.R., 2011. Heritability and mechanisms of n-3 long chain polyunsaturated fatty acid deposition in the flesh of atlantic salmon. *Comp Biochem Physiol Part D Genomics Proteomics*, 6(1), 62-69.
- Lebaron, F.N. and Folch, J., 1957. Structure of brain tissue lipides. *Physiol Rev*, 37(4), 539-561.
- Meldrum, S.J., D'Vaz, N., Dunstan, J., Mori, T.A. and Prescott, S.L., 2011. The infant fish oil supplementation study (ifos): Design and research protocol of a double-blind, randomised controlled n-3 lcpufa intervention trial in term infants. *Contemp Clin Trials*, 32(5), 771-778.
- Mostad, I.L., Bjerve, K.S., Basu, S., Sutton, P., Frayn, K.N. and Grill, V., 2009. Addition of n-3 fatty acids to a 4-hour lipid infusion does not affect insulin sensitivity, insulin secretion, or markers of oxidative stress in subjects with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism-Clinical and Experimental*, 58(12), 1753-1761.
- Newens, K.J., Thompson, A.K., Jackson, K.G., Wright, J. and Williams, C.M., 2011. Dha-rich fish oil reverses the detrimental effects of saturated fatty acids on postprandial vascular reactivity. *Am J Clin Nutr*, 94(3), 742-748.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J. and Tocher, D.R., 1995. Requirement criteria for essential fatty acids. *Journal of Applied Ichthyology*, 11, 183-198.
- Siddiqui, R.A., Harvey, K.A. and Zaloga, G.P., 2008. Modulation of enzymatic activities by n-3 polyunsaturated fatty acids to support cardiovascular health. *J Nutr Biochem*, 19(7), 417-437.
- USDA, 2015. United states department of agriculture and department of health and human services (usda), scientific report of the 2015 dietary guidelines advisory committee. (2015). Available at: [Http://health.Gov/dietaryguidelines/2015-scientific-report/pdfs/scientific-report-of-the-2015-dietary-guidelines-advisory-committee.Pdf](http://health.gov/dietaryguidelines/2015-scientific-report/pdfs/scientific-report-of-the-2015-dietary-guidelines-advisory-committee.Pdf) (accessed: June 2016).
- Whalley, L.J., Fox, H.C., Wahle, K.W., Starr, J.M. and Deary, I.J., 2004. Cognitive aging, childhood intelligence, and the use of food supplements: Possible involvement of n-3 fatty acids. *Am J Clin Nutr*, 80(6), 1650-1657.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Sakarya’da doğdu. İlk ve orta ve lise öğrenimi Sakarya’da tamamladı. 2007 yılında Erzurum Atatürk Üniversitesi Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine başladı, 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim dalında yüksek Lisans eğitimine başladı.

