

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE TİCARİ OLARAK
AVCILIĞI YAPILAN HAMSİ (*Engraulis encrasicolus*)
İSTAVRİT (*Trachurus trachurus*) VE MEZGİT
(*Merlangius merlangus*) BALIKLARININ TOPLAM
YAĞ + FOSFOLİPİT VE YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bekir TUFAN

**TEMMUZ 2008
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE TİCARİ OLARAK AVCILIĞI
YAPILAN HAMSİ (*Engraulis encrasicolus*), İSTAVRİT (*Trachurus
trachurus*) VE MEZGİT (*Merlanguis merlangus*) BALIKLARININ
TOPLAM YAĞ + FOSFOLİPİT VE YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Bekir TUFAN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06.06.2008
Tezin Savunma Tarihi : 09.07.2008**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Sevim KÖSE
Juri Üyesi : Prof. Dr. Muhammet BORAN
Juri Üyesi : Prof. Dr. Nurettin YAYLI**

Enstitü Müdür Vekili : Doç. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2008

ÖNSÖZ

"Doğu Karadeniz Bölgesinde Ticari Olarak Avcılığı Yapılan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*), İstavrit (*Trachurus trachurus*) ve Mezgit (*Merlangius merlangus*) Balıklarının Toplam Yağ + Fosfolipit ve Yağ Asidi Bileşiminin Araştırılması" adlı bu çalışma, K.T.Ü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (Proje no: 2006.117.01.5) desteklenmiş olup yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın deneysel aşamaları KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Su Ürünleri İşleme ve Değerlendirme laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Yüksek Lisans tez danışmanlığımı üstlenerek gerek konu seçimi gerekse çalışmaların sürdürülmesinde bana her konuda yardımcı olan değerli hocam Doç. Dr. Sevim KÖSE'ye teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında tez yazımı ve verilerin istatistiki değerlendirilmesinin yapılmasında yardımcı olan Arş. Gör. Serkan KORAL'a, tezimin deneysel bilgi kısmında desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Muhammet BORAN'a, örnek temini konusunda destek veren Arş. Gör. Cemil ALTUNTAŞ'a, teknik ekipman konusunda imkan sağlayan Doç. Dr. İlhan ALTINOK, Arş. Gör. Şevki KAYIŞ'a, Laboratuvar Görevlileri Şener AKTAŞ ve Turgut TATLI'ya, ayrıca çalışmam süresince desteğini esirgemeyen ailem ve eşime teşekkür ederim.

Bekir TUFAN
Trabzon 2008

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VII
TABLO LİSTESİ	VIII
SEMBOLLER LİSTESİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Lipitler	4
1.2.1 Lipitlerin Sınıflandırılması	5
1.3. Yağ Asitleri	7
1.3.1. Yağ Asitlerinin Adlandırılması	9
1.3.2. Yağ Asitlerinin Fiziksel Özellikleri	10
1.3.3. Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	10
1.4. Araştırmada Kullanılan Balıklar Hakkında Genel Bilgi	13
1.4.1. Hamsi Balığı.....	13
1.4.2. İstavrit Balığı.....	14
1.4.3. Mezgit Balığı.....	15
1.5. Önceki Yapılan Çalışmalar	16
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	23
2.1. Materyal.....	23
2.1.1. Balık Materyali.....	23
2.2. Metot	23
2.2.1. Lipit Ekstraksiyonu	23
2.2.2. Gaz Kromatografisi (GC) Analizi	24
2.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	26
3. BULGULAR	28
3.1. Balıklara Ait Toplam Yağ Bulguları	28
3.2. Hamsinin Et ve Karaciğerine Ait Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları.....	30
3.2.1. Hamsi Etindeki Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları	30

3.2.2.	Hamsi Karaciğerinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları	32
3.3.	İstavritin Et, Karaciğer ve Gonad Yağ Metil Esterleri Bulguları.....	35
3.3.1.	İstavrit Etinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları	35
3.3.2.	İstavrit Karaciğerinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları.....	36
3.3.3.	İstavrit Gonadının Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları	38
3.4.	Mezgitin Et, Karaciğer ve Gonad Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları	41
3.4.1.	Mezgit Etinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları	41
3.4.2.	Mezgit Karaciğerinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları.....	43
3.4.3.	Mezgit Gonadının Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları	45
3.5.	Araştırmada Kullanılan Balıkların Toplam Yağ ve Yağ Asitleri Metil Esterlerinin İstatistiki Olarak Karşılaştırılması.....	47
3.5.1.	Toplam Yağ Miktarlarının İstatistiki Olarak Karşılaştırılması	47
3.5.2.	Yağ Asidi Metil Esterleri Miktarlarının İstatistiki Olarak Karşılaştırılması.....	48
3.5.3.	Araştırmada Kullanılan Hamsi, İstavrit ve Mezgitin Etlerindeki ve Karaciğerlerindeki ÇDYA Miktarlarının Aylık Değişimi.....	49
4.	TARTIŞMA.....	56
5.	SONUÇ	63
6.	ÖNERİLER	65
7.	KAYNAKLAR.....	66

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, ticari öneme sahip üç farklı balık türü olan hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Lin., 1758), istavrit (*Trachurus trachurus*, Lin., 1758) ve mezigit (*Merlangius merlangus*, N., 1840) balıklarının Ekim 2007-Mart 2008 arasında et, karaciğer ve gonadlarındaki toplam yağ miktarı ve yağ asidi metil esterleri GC (gaz kromatografisi) ile belirlenmiştir.

Araştırmada, hamsi balığı etindeki toplam yağ miktarı (g/100g) ortalama %9.27, istavrit balığı etindeki toplam yağ miktarı (g/100g) ortalama %8.26 ve mezigit balığı etindeki toplam yağ miktarı (g/100g) ortalama %0.84 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin Ekim ayından itibaren önemli ölçüde artarak ($p<0.05$), kış aylarında en yüksek seviyeye ulaştığı ve daha sonra azalışa geçtiği tespit edilmiştir. Bu balıklara ait karaciğer ve gonad toplam yağ miktarları ise etteki toplam yağ miktarları ile benzer eğilim göstermiş ve aynı dönemlerde önemli düzeyde artışlar göstermiştir ($p<0.05$).

Buna bağlı olarak toplam doymuş yağ asitleri, toplam çoklu doymamış yağ asitleri, toplam tekli doymamış yağ asitleri, Eikosapentaenoik Asit (EPA), Dekosahegzaenoik Asit (DHA), omega 3 ($\omega-3$) ve omega 6 ($\omega-6$) değerleri kış aylarında bu balıklarda en yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Etlerdeki $\omega-3$ içeriği bakımından hamsi ve istavrit balıkları benzerlik göstermiş ($p<0.05$) ancak mezigit balığı etindeki $\omega-3$ miktarı farklı olup ($p<0.05$) daha düşük miktarda bulunmuştur. Analizi yapılan her bir balığın et, gonad ve karaciğerlerinde tespit edilen yağ asitleri içerisinde $\omega-3$ değerleri $\omega-6$ değerlerinden yüksek bulunmuştur. $\omega-3$ yağ asit miktarının büyük bir kısmını da EPA ve DHA'nın oluşturduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuçları, bu balık türlerinin kış aylarında toplam yağ miktarlarının yükseldiğini ve buna bağlı olarak da EPA, DHA, $\omega-3$ ve $\omega-6$ değerlerinin arttığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Hamsi, İstavrit, Mezigit, Toplam Yağ ve Yağ Asitleri, omega-3, omega-6

SUMMARY

Investigatig of The Total Lipid + Phospholipid and Fatty Acid Composition of Three Commercial Fish Namely; Anchovy (*Engraulis encrasicolus*), Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*) and Whiting (*Merlangius merlangus*) were Caught From Northeast of Black Sea

In this study, total lipid and fatty acid composition in the edible flesh, liver and gonad of three commercial fish species, namely, anchovy (*Engraulis encrasicolus* Lin., 1758), horse mackerel (*Trachurus trachurus* Lin., 1758) and whiting (*Merlangius merlangus* N., 1840) caught from Northeast of Black Sea were investigated between October, 2007-March 2008 (using gas chromatography).

Results showed that average total lipid level (g/100g) in the edible flesh of samples were 9.27 % for anchovy, 8.26 % for horse mackerel and 0.84 % for whiting. The values were increased significantly from October reaching the highest level in winter ($p < 0.05$), then decreased. Similar trend was observed for the samples obtained from the liver and gonad parts of the fishes showing significant increase at the same periods ($p < 0.05$).

Therefore, the total unsaturated fatty acids, total polyunsaturated fatty acid, total monounsaturated fatty acids, eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA), omega 3 (ω -3) and omega 6 (ω -6) values were also found the highest level in winter season. Comparing to species amongst each other, ω -3 results of anchovy for edible flesh were observed similar to horse mackerel values, although no similarities were found for whiting. For each analysed species, the amount of ω -3 in whole parts of fish was found to be higher than ω -6 levels. The higher percentage of ω -3 was comprised of EPA and DHA.

The results of this study showed that in winter months, the total lipid increased together with the levels of EPA, DHA, ω -3 and ω -6 in the analysed fish species.

Key Words: Anchovy, Horse Mackerel, Whiting, Total Lipid and Fatty Acids, omega-3, omega-6

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Lipitlerin sınıflandırılması	6
Şekil 2. Bir yağ asidinin genel yapısı	7
Şekil 3. Yağ asidi zincirinin numaralandırılması.....	9
Şekil 4. Hamsinin yıllara göre av miktarı	14
Şekil 5. İstavritin yıllara göre av miktarı	15
Şekil 6. Mezgitin yıllara göre av miktarı	16
Şekil 7. Araştırmada kullanılan GC cihazı	25
Şekil 8. Lipit ekstraksiyonu ve yağ asidi metil esterleri analizi akış şeması	27
Şekil 9 Hamsi, İstavrit ve Mezgıt etlerindeki DYA'nın aylara göre değişimi	50
Şekil 10. Hamsi, İstavrit ve Mezgıt karaciğerlerindeki DYA'nın aylara göre değişimi	50
Şekil 11. İstavrit ve Mezgıt gonadlarındaki DYA'nın aylara göre değişimi	51
Şekil 12. Hamsi, İstavrit ve Mezgıt etlerindeki TDYA'nın aylara göre değişimi	52
Şekil 13. Hamsi, İstavrit ve Mezgıt karaciğerlerindeki TDYA'nın aylara göre değişimi	52
Şekil 14. İstavrit ve Mezgıt gonadlarındaki TDYA'nın aylara göre değişimi	53
Şekil 15. Hamsi, İstavrit ve Mezgıt etlerindeki ÇDYA miktarının aylık değişimi.....	54
Şekil 16. Hamsi, İstavrit ve Mezgıt karaciğerlerindeki ÇDYA miktarının aylık değişimi	54
Şekil 17. İstavrit ve Mezgıt gonadlarındaki ÇDYA'nın aylara göre değişimi	55

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Türkiye’de su ürünleri üretimindeki 1999-2005 arasındaki yıllık değişim (ton/yıl).....	2
Tablo 2. Bazı balık türlerinde ω -6, Linolenik asit, EPA ve DHA miktarları (%).....	3
Tablo 3. Bazı balık türlerinde toplam yağ ve DYŞA miktarları (g/100g)	4
Tablo 4. Araştırmada kullanılan yağ asidi standartları ve alıkonma süreleri.....	26
Tablo 5. Hamsi, istavrit ve mezgit balıklarının et, karaciğer ve gonadlarına ait toplam yağ miktarlarının aylara göre değişimi (g/100g)	28
Tablo 6. Hamsi etinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g).....	31
Tablo 7. Hamsi karaciğerinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g).....	33
Tablo 8. İstavrit etinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g).....	36
Tablo 9. İstavrit karaciğerinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g).....	37
Tablo 10. İstavrit gonadının yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g).....	40
Tablo 11. Mezgit etinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g).....	42
Tablo 12. Mezgit karaciğerinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g).....	44
Tablo 13. Mezgit gonadının yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g).....	46
Tablo 14. Araştırmada kullanılan balıkların et ve karaciğerindeki toplam yağ miktarlarındaki aylık değişimin istatistikî olarak karşılaştırılması (g/100g).....	47
Tablo 15. Araştırmada kullanılan balıkların etlerindeki yağ asidi metil esterlerindeki aylık değişimin istatistikî olarak karşılaştırılması (g/100g).....	48

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

ALNA	: Alfa-linolenik Asit
ÇDYA	: Çoklu Doymuş Yağ Asitleri
DHA	: Dekosahegzaenoik Asit / Docosahexaenoic Acid
DYA	: Doymuş Yağ Asitleri
DYŞA	: Doymamış Yağ Asi
EPA	: Eikosapentaenoik Asit / Eicosapentaenoic Acid
TDYA	: Tekli Doymamış Yağ Asitleri
ω -3 / n-3	: Omega 3
ω -6 / n-6	: Omega 6

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için suya ihtiyaç duyduğu kadar beslenmeye de ihtiyacı vardır. Bu ihtiyacı karşılamak için tükettiği gıda maddelerinin arasında su ürünleri önemli bir yere sahiptir. Yapılan bilimsel araştırmalar, dengeli ve sağlıklı beslenme açısından su ürünlerinin protein ve yağ içeriği bakımından insanoğlu tarafından tüketilmesi gereken önemli gıda maddelerinin başında geldiğini göstermektedir.

Su ürünleri, diyabetik özelliklerinin olması, yüksek miktarda doymamış yağ asitleri (DYŞA) içermeleri protein, mineral madde ve vitamin yönünden oldukça zengin olmaları ve yetiştiricilik imkânları ile azalan doğal stokların yerine kullanılmaları açısından dünyada gün geçtikçe üzerinde daha çok durulan besin maddeleri olmuşlardır (Yurteri, 1984; Mert, 1986; İnal, 1988).

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde beslenmeye bağlı sağlık problemlerinin artması ile beslenme rejiminde sağlık açısından uygun besinlerin seçilmesine özen gösterilmektedir. Bu nedenle DYŞA yönünden zengin gıdalar seçilmekte ve bu bağlamda ilk sırayı da DYŞA yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri almaktadır (Kaya vd., 2004).

Dünya su ürünleri tüketimi, kırmızı ete göre azımsanamayacak oranda artmıştır. 1986 yılında toplam 95 milyon ton olan su ürünleri tüketimi 2002'de kültür balıkçılığının gelişmesi ile önemli ölçüde artarak 133 milyon tona ulaşmıştır. 1986–2002 yılları arasında kırmızı et tüketimi %62 artarken, bu artış su ürünlerinde %71 oranında olmuştur. Ülkemizde ise avcılık ve yetiştiricilik ile elde edilen su ürünleri miktarında yıllara göre dalgalanmalar gözlenmesine rağmen 2004 yılında en yüksek düzeye ulaşılmıştır. Tablo 1'de ülkemizde su ürünleri üretimindeki 1999–2005 yılları arasındaki değişim gösterilmiştir (TÜİK, 2005).

Su ürünleri etlerinin %64–84 su, %15–24 protein, %0.1–25 yağ, %0.8–2 mineral madde ve %1 civarında karbonhidrat (glikojen) içerdiği bildirilmektedir (Gülyavuz ve Altinkurt, 1991; Tülsner, 1994)

Balıklardan elde edilen ürünler içinde balık yağı, oldukça önemli bir yere sahiptir. Türden türe değişmekle birlikte balıklar genel olarak %0.1–25 arasındaki oranlarda yağ

içerir (Huss, 1988). Yağ balıkların kas dokusunda yeknesak dağılım gösterdiği halde karaciğer gibi bazı organlarda yoğun miktarda bulunabilmektedir (Garcia, 2000).

Tablo1. Türkiye’de su ürünleri üretimindeki 1999–2005 yılları arasındaki yıllık değişim (ton/yıl) (TÜİK, 2005).

YILLAR	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
İç Su Avcılığı	50 190	42 824	43 323	43 938	44 698	45 585	461 15
Deniz Avcılığı	510 000	441 690	465 180	493 446	413 916	456 752	334 248
Yetiştiricilik	63 000	79 031	67 244	61 165	79 943	94 010	118 277
Diğer Deniz Ürünleri	13 634	18 831	19 230	29 298	46 948	48 145	46 133
Toplam	636 824	582 376	594 977	627 847	585 505	644 492	210 525

Balık yağlarının yağ asidi kompozisyonu üzerinde ilk çalışmalar 1952 yılında başlamıştır. Daha sonraki yıllarda yapılan araştırmalar balık yağlarının yapısının daha iyi anlaşılmasını sağlamış, son yıllarda yapılan balık yağlarının insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri balık yağlarına olan ilgiyi artırmıştır (Lee vd., 1985).

Balıklarda farklı organların yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi özellikle yetiştiricilikte avantaj sağlayacaktır. Örneğin, gonadların yağ asidi profili belirlenmesi damızlıkların diyetlerinde bulunacak yağ asidi kompozisyonu hakkında bilgi vereceği gibi, bu doğrultuda hazırlanan diyetlerde beslenen damızlıkların yumurta kalitesi üzerine etkileri belirlenebilecektir. Kas dokusu yağ asidi profili ise balık etinin omega 3 (ω -3) ve omega 6 (ω -6) yağ asitleri bakımından zenginliğini göstereceğinden tercih sebebi olacaktır. Karaciğer ve adipoz dokusu özellikle yağların dönüşümünde ve depolanmasında önemli rol oynar (Halver, 1989).

İnsan vücudu linolenic asidi (ALA; 18:3n₃) sentezleyemediğinden dolayı esansiyel yağ asidi olarak bilinir. ALA’nın ise insan metabolik aktivitelerinde önemli rol oynayan EPA (Eikosapentaenoik Asit) ve DHA (Dekosahegzaenoik Asit) oluşumunun ana kaynağını meydana getirdiği bilinmektedir. Bu nedenle ALA içeren besinlerin tüketilmesi önem taşımaktadır. Ancak insan vücudunun ALA’dan EPA ve DHA sentezleme oranının çok kısıtlı olduğu ve bu dönüşümün farklı etkenlerle sınırlandığı pek çok bilimsel çalışmalar tarafından kanıtlanmış ve bu konudaki araştırmalar devam etmektedir. Bu nedenle insan sağlığı için önemli olan bu iki yağ asidinin gıdalardan ayrıca hazır olarak ta alınmasının yararlı olacağı görüşleri yaygındır. Bu asitlerin özellikle denizde yaşayan yağlı

balıklarda bolca bulunduğu bildirilmiştir (Kinsella, 1987; Leaf ve Weber, 1988; Gordon ve Ratliff, 1992; Pawlosky, 2001 Gyens vd. 2006; URL-1, 2008).

ω -3 miktarı balık türlerine göre farklılık göstermektedir. Özellikle derin denizlerde yaşayan ve koyu etli olan balıklarda bu oran daha yüksektir. Somon, sardalye, uskumru, ton balığı gibi balıklar ω -3 yönünden oldukça zengin olmalarına rağmen kültür balıklarında ω -3 seviyesi biraz daha düşüktür (URL-2, 2002). Tablo 2’de bazı balık türlerinde ω -6, linolenik asit, EPA (Eikosapentaenoik Asit) ve DHA (Dekosahegzaenoik Asit) miktarları gösterilmiştir.

Tablo 2. Bazı balık türlerinde ω -6, Linolenik Asit, EPA ve DHA miktarları (%) (Simopoulos vd., 1986).

Balık Türü	ω -6	LNA	EPA	DHA
Hamsi	0.2	.*	0.5	0.2
Sazan	0.8	0.3	0.2	0.1
Yayın Balığı	0.7	iz	0.1	0.2
Mezgit	iz	iz	0.1	0.2
Uskumru	1.1	0.1	0.9	1.6
Levrek	0.3	iz	0.2	0.1
Atlantik Somonu	0.7	0.2	0.3	0.9
Gökkuşağı Alabalığı	0.6	0.1	0.1	0.4
Dere Alası	0.3	0.2	0.2	0.2

* - analiz edilmedi. LNA: Linolenik asit.

Balıklarda toplam yağ oranı ve yağ asidi bileşimleri türlere, cinsiyete, mevsime, beslenme ortamına, besin faklılığına, su sıcaklığına, su kirliliğine ve türün kültür ya da doğal formda olmasına bağlı olarak değişmektedir. Farklı balık türlerinde yağ ve yağ asitleri yapısal farklılık gösterir. Aynı türe ait balıklar farklı coğrafik bölgede yaşıyorlarsa yine yağ asidi çeşitliliği yönünden farklılık gösterebilir. Bu farklılık aynı zamanda balığın değişik organlarında da görülmektedir (Crowford vd., 1986; Suzuki vd., 1986; Yılmaz, 1995). Türkiye’deki bazı pelajik balık türlerinin toplam yağ ve DYŞA değerleri Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Bazı balık türlerinde toplam yağ ve DYŞA miktarları (g/100g) (Sağlık ve İmre, 2001).

Balık türü	Ham yağ	EPA	DHA	$\Sigma \omega 3$	$\Sigma \omega 6$	$\omega 3/\omega 6$
Palamut	8.71	0.38	1.10	1.87	0.24	7.79
Uskumru	10.22	0.36	0.65	1.57	0.27	5.81
Lüfer*	13.21	0.41	1.06	1.99	0.34	5.85
Çinekop**	16.56	0.62	1.41	2.76	0.45	6.13
Hamsi	14.68	0.86	1.56	2.91	0.27	1.78
Sardalye	14.38	0.70	2.32	3.43	0.39	8.79
İstavrit	10.58	0.49	0.59	1.45	0.25	5.80

* Lüfer: 25–35 cm, ** Çinekop: 10-20 cm

Bu bilgilerin doğrultusunda bu çalışmada Karadeniz bölgesinde yaygın olarak tüketilen hamsi (*Engraulis encrasicolus*), istavrit (*Trachurus trachurus*) ve mezigit (*Merlangius merlangus*) balıklarının toplam yağ ve yağ asitleri (ω -3, ω -6, EPA, DHA vb.) bileşimi bakımından incelenmesi amaçlanmıştır. Balıklarda toplam yağ asidi ve bileşiminin aylara, türlere ve farklı besin kaynaklarına göre farklılık göstereceğinden dolayı üç farklı balık türünün farklı aylardaki bu bileşenler açısından incelenmesi hedeflenmiştir.

1.2. Lipitler

Lipitler yağ asitleri ile doğrudan ya da dolaylı ilişkili olan, nispeten suda çözünmeyen ancak eter, kloroform ve benzen gibi polar olmayan çözücülerde çözünen yapılardır. Yüksek kalorili enerjiye sahip lipitler hem vücutta sentez edilir hem de diyetle alınır. Dışarıdan diyetle alınmaları gereken özellikle vücudumuzda sentezlenemeyen esansiyel yağ asitleri ve yağda çözünebilir vitaminler açısından önemlidir. Lipitler, protein ve karbonhidratlarla beraber organizmaların üç büyük biyomolekül sınıfını oluşturmaktadır. Lipitler, karbonhidrat ve proteinler gibi tüm canlılarda mevcuttur ve hayatın devamlılığı için gereklidir. Yapı ve fonksiyon bakımından çok büyük farklılıklar gösterirler. Lipitler ya hidrofobiktirler (sudan uzaklaşan) ya da amfipatikler (hem polar hem de non-polar grup taşırlar). Lipitlerin her bir grubuna ayrı bir özellik kazandıran ve onların yapılarının esasını oluşturan hidrokarbon zinciridir (Adam, 2000).

1.2.1 Lipitlerin Sınıflandırılması

I) Basit Lipitler

Yağ asitlerinin alkollerle yaptığı esterlerdir.

- a. Yağlar: Yağ asidi + Gliserin
- b. Mumlar: Yağ asidi + Yüksek molekül ağırlıklı monohidrik alkol

Bu gruba giren maddeler;

i) Gerçek mumlar

Yağ asitlerinin, etil alkol $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14} \text{CH}_2\text{OH}]$ veya diğer yüksek zincirli alkollerle yaptıkları esterlerdir. Bu bileşiklerde bulunan yağ asitleri; stearik asit oleik asit veya yüksek zincirli yağ asitleri olur.

ii) Kolesterol Esterleri: Yağ asitlerinin kolesterol ile yaptığı esterlerdir.

iii) Vitamin A esterleri: Palmitik veya stearik asidin Vitamin A ile yaptığı esterlerdir.

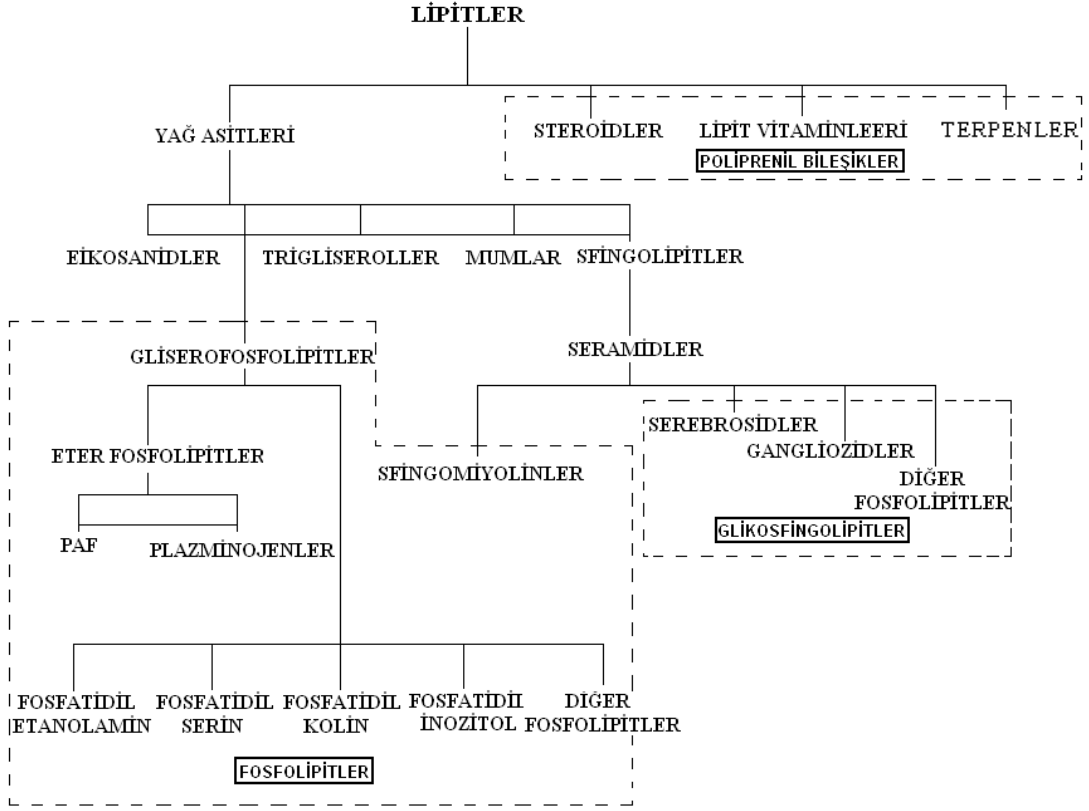
II) Kompleks (Bileşik) Lipitler

Yağ asidi + Alkol + İlave grup

- a. Fosfolipitler: Yağ asidi + Alkol + Fosforik asit + İlave grup
- b. Glikolipitler: Sfingolipit + Karbonhidrat
- c. Diğerleri: Sülfolipitler, aminolipitler ve lipoproteinler

III) Öncül ve Türev Lipitler

Yağ asitleri, mono- ve digliserid, gliserin, steroidler, sterollere ilave alkoller, keton cisimleri, hidrokarbonlar, yağda çözünen vitaminler, bazı hormonlar ve yağ aldehitleridir. Elektriksel yükleri bulunmadığı için trigliserid, kolestrol ve esterlerine nötral lipit denir. Büyük lipit sınıflarını yapısal benzerliklerine göre sınıflandırdığımızda aşağıdaki Şekil 1 ortaya çıkmaktadır (Adam, 2000). Terpen ve terpenoidler, çoğu bitki ve çiçekteki esans yağlarının başlıca bileşkeleridir.



Şekil 1. Lipitlerin Sınıflandırılması (Adam, 2000).

Balık etlerindeki yağlar, trigliserit ve fosfolipit şeklinde bulunurlar. Nötral yağlar olarak da adlandırılan trigliseritler, vücudumuzda bulunan ve besinlerden alınan yağların temel bileşikleridirler ve saf yağların %95'ten fazlasını oluştururlar. Trigliseritler, gliserinin 3 molekül yağ asidi ile sentezlenmesi sonucu oluşurlar. Gliserin molekülünde 3 hidroksil (OH) grubu bulunduğu için, 3 ester grubu taşıyabilirler. Fosfolipitler ise trigliseritlerden farklı olarak gliserinin hidroksil grubunun yağ asitleri ile değil de fosfat içeren moleküllerle esterleşmesi sonucu oluşmuşlardır. Plazmadaki temel fosfolipit, lesitindir. Kolesterol ile birlikte hücre zarının yapısında bulunan önemli bileşiklerden olan fosfolipitler, hücre zarında su ortamı ile lipit ortamı arasında ilişki kurabilirler (Oğuz, 2000). Fosfolipitler, hücre zarlarının yapısını oluştururlar. Genellikle fosfolipitlerin yağ asitleri, trigliseritlerden daha çok doymamış niteliktedirler (Huss, 1995).

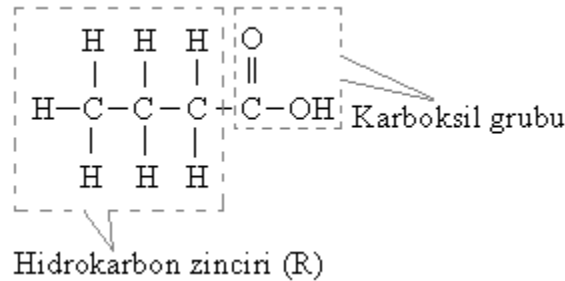
Balık etleri içerdikleri yağların özelliklerine göre yapısal olarak iki gruba ayrılırlar. Bunlardan birincisi beyaz etli balıklardır. Bu tür balıklarda yağ karaciğerde toplandığı için kas dokusu çok az miktarda yağ içerir ya da yağsızdır. Bunlar “yağsız balıklar” olarak isimlendirilirler. İkinci grup balıklar “yağlı ya da kırmızı etli” balıklardır. Bunlarda yağ, deri altında, kaslar arasında ve iç organların çevresinde yoğunlaşmaktadır (Göğüş ve

Kolsarıcı, 1992). Lambertesen (1978) ile Ackman'a (1989) göre balıklar, içerdikleri yağ miktarları açısından dört kısım altında sınıflandırılırlar:

- Yağsız balıklar; %2'den az yağ içeren balıklar (mezgit, morina),
- Az yağlı balıklar; %2-4 arası yağ içeren balıklar (dil, kalkan),
- Orta yağlı balıklar; %4-8 arası yağ içeren balıklar (doğal alabalık, palamut, sardalye),
- Yağlı balıklar; %8'den fazla yağ içeren balıklar (ringa, uskumru, kültür somon).

1.3. Yağ Asitleri

Yağ asitleri, doymuş (DYA) ve doymamış yağ asitleri (DYŞA) olarak iki çeşittirler. DYŞA'leri de tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) olarak gruplandırılmaktadırlar (Ackman ve McLeod, 1988; Witte, 1994; Oğuz, 2000). Yağ asitleri, bir karboksil (COOH) ve bir hidrokarbon zincirinden oluşur. Doğal katı ve sıvı yağlarda esterler halinde bulunurlar. Ancak plazmada taşıyıcı olarak serbest yağ asidi şeklinde de olabilirler. Doğal yağlarda bulunanlar genelde düz zincir türevleridir ve iki karbon biriminden sentezlendikleri için çift sayıda karbon atomları içerirler.



Şekil 2. Bir yağ asidinin genel yapısı (Gorga, 1998).

Yağ asitlerinin sınıflandırılması, yağ asitlerinin zincir uzunluğuna ve doymamış çift bağ sayısına göre yapılmaktadır. Yağ asitleri, 4 karbon atomundan 26 karbon atomuna kadar değişebilen çift sıra halinde dizilirler. Eğer yağ asidinin hidrokarbon zincirindeki herhangi bir karbon atomu, en az iki hidrojen atomuna bağlı ise, karbon atomları arasında hiç çift bağ bulunmaz. Böyle yağ asitleri doymuş yağ asidi olarak bilinir. Yağ asitlerinin en basiti olan bütirik asit bir doymuş yağ asididir. Bir yağ asidinin hidrokarbon zincirinde birden fazla çift bağ varsa, bu yağ asidinin çoklu doymamış olduğu ifade edilir. DYŞA ve ÇDYA genellikle daha düşük bir erime noktasına sahip oldukları için oda sıcaklığında sıvı

durumdadırlar (Gorga, 1998). Yağ asitleri çift bağların durumuna göre değişik bölümlere ya da dallara ayrılarak, karbon zincirinde ilk çift bağın bulunduğu yere göre isimlendirilirler. İlk çift bağın, metil (CH₃) grubundan itibaren 3. karbon atomunda bulunduğu ÇDYA'ya ω-3 ya da linolenik asit serisi yağ asitleri denilmektedir. Aynı şekilde ilk çift bağın metil grubundan itibaren altıncı karbon atomunda olduğu DYŞA'ya, ω-6 serisi yağ asitleri veya linoleik asit adı verilmektedir (Huss, 1995).

Genel olarak kara hayvanları yağları DYA grupları içerisinde yer alır. Birçok bitkisel kökenli yağlarda, süt yağlarında, bitkisel kökenli yağlarda ve özellikle yer fıstığı yağında bulunurlar. Miristik asit, palmitik asit, stearik asit ve araşidik asit bu grup yağ asitlerindedir.

TDYA'dan palmitoleik asit özellikle deniz canlılarında ve hayvansal yağlarda, oleik asit tüm yağlarda iz miktarda da olsa bulunmaktadır. Yine TDYA'dan dekosaenoik asit, hardal tohumu ve koza tohumu gibi bitkisel kaynaklı yağlarda bol miktarda bulunmaktadır (Varlık, 2004).

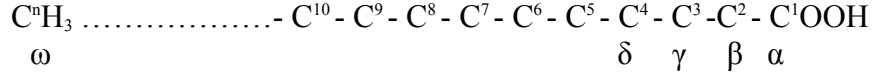
TDYA karbon zincirinde bir tane çift bağ taşıyan doymamış yağ asitleridir. Genelde bitkisel yağlarda bulunurlar. Hemen hemen tüm yağlarda bulunan oleik asit TDYA'ya en iyi örnektir. Zeytin, ceviz, ayçekirdeği, mısır, soya, badem, buğday özü ve yer fıstığı yağında bol miktarda TDYA bulunmaktadır (Gordon ve Ratliff, 1992).

ÇDYA'nın karbon sayısı 18 ile 22 arasındadır, kimyasal yapılarında 2 ile 4 çift bağ bulundurabilirler. ω-3 ve ω-6 serisi yağ asitleri bu gruptaki yağ asitlerindedir. ω-3 yağ asitlerinin en önemlileri olan EPA ve DHA'nın ana kaynağını deniz ürünleri olduğu bildirilmiştir (Gordon ve Ratliff, 1992). Pek çok balık yağı %8–12 EPA ve %10-20 DHA içerir. İnsan beslenmesi için en önemli ÇDYA kaynağı balık ve kabuklu deniz ürünleridir. Fakat keten tohumu ve cevizde az miktarda da olsa ω-3 bulunmaktadır. ω-6 yağ asitlerinin ana kaynağı yüksek oranda linoleik asit içeren mısır ve soya fasulyesi yağıdır. Keten tohumu ve cevizde alfa linolenik asit (ALNA), balık yağlarında ise EPA ve DHA en önemli “ω” serisi yağ asitleridir (Calabrese, 1999).

Genel olarak yağ asitlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimi ile molekül ağırlıkları dolayısıyla zincir uzunlukları arasında çok yakın bir ilişki söz konusudur. Bütün yağ asitleri zayıf asitler olup sudaki çözünürlükleri zincir uzunluğu ile ters orantılıdır (Kayahan, 2003).

1.3.1. Yağ Asitlerinin Adlandırılması

Genel olarak yağ asitlerinin bir yaygın adı olup ayrıca birde International Union of Pure and Applied Chemistry'e (IUPAC) göre isimlendirilmiş sistemik adı mevcuttur. Sistemik adlandırmada yağ asitlerinin sonuna '-oik' eki getirilir. Ancak fizyolojik pH'ta yağ asitleri iyonize olacağından '-at' eki almaları daha uygundur. Yağ asitleri karıştıkları olan hidrokarbonlara göre sınıflandırılırlar. 'Hidrokarbon' adının sonuna eğer yağ asidi doymuş ise 'oik', doymamış ise 'enoik' eki getirilir. Yağ asitlerinin yapısında bulunan karbon atomları karboksil grubundan numaralandırılır. Son karbon atomu ise omega (ω) olarak isimlendirilir (Moran, 1994).



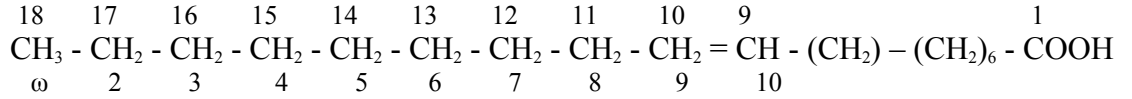
Şekil 3. Yağ asidi zincirinin numaralandırılması

Yağ asitlerinin yapısındaki çift bağların sayı ve yerlerini göstermek için çeşitli düzenlemeler ve semboller kullanılmaktadır.

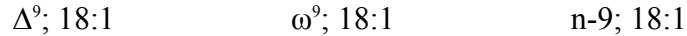
$\Delta 9$: Karboksil gurubundan başladığında yağ asidi karbon zincirinde 9. ve 10. karbonlar arasında bir çift bağ olduğunu gösterir.

$\omega 9$: Metil gurubundan başladığında ω - karbon atomundan itibaren sayıldığında çift bağın 9. karbondaki olduğunu gösterir.

Genellikle yağ asitleri karbon sayıları, çift bağ sayısı ve çift bağların konumu ile birlikte gösterilir (Adam, 2000). Örneğin;



şeklinde yazılan bir yağ asidi şu şekillerde gösterilebilir (Adam, 2000);



Yağ asitleri çift bağların durumuna göre değişik bölümlere ya da dallara ayrılarak, karbon zincirinde ilk çift bağın bulunduğu yere göre isimlendirilirler. İlk çift bağın metil (CH_3) grubundan itibaren, 3. karbon atomunda bulunduğu ÇDYA'ya ω -3/n-3 yada linolenik serisi yağ asitleri denilmektedir. Aynı şekilde ilk çift bağın metil grubundan itibaren altıncı karbon atomunda olduğu DYŞA'ya ise ω -6 serisi yağ asitleri veya linoleik asit adı verilmektedir (Huss, 1995). Örneğin linolenik asit olarak yazılır, ilk numara karbon

atomu sayısını, ikinci numara çift bağıın bulunduğu yeri ve üçüncü numara çift bağıın durumunu yani doymamışlık derecesini gösterir (Pigott ve Tucker, 1990).

1.3.2. Yağ Asitlerinin Fiziksel Özellikleri

On yada daha kısa karbonlu tüm DYA'lar oda sıcaklığında sıvıdırlar. Zincir uzunluğu arttıkça erime noktası yükselir ve katı hale dönüşürler. Oda sıcaklığında 12:0 – 24:0 karbonlu yağ asitleri mumsu yapıya sahiptir. Karbon sayısı 4'ten fazla olan yağ asitlerinin zincir uzunluğu arttıkça suda eriyebilirlikleri azalır. Asetik ve bütirik asitler su ile her oranda karışabilir. Zincirdeki karbon sayısı 10'dan fazla olan yağ asitleri suda çözünmezler. DYA oda sıcaklığında sıvı olup, suda çözünmezler ve uçucu değildirler. Yağ asitlerinin hemen hepsi sıcak alkol, eter, benzen, kloroform gibi organik çözücülerde çözünürler (Kayahan, 2003).

1.3.3. Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Balıkların sağlıklı beslenme için gerekli besin elementlerini yeterli ve dengeli şekilde içerdiği pek çok bilimsel çalışmayla kanıtlanmıştır. Son 20 yıldır bu alanda yapılan bilimsel çalışmalar, özellikle balıklardan elde edilen balık yağının sağlıklı beslenmedeki rolü üzerine yoğunlaşmıştır. Balık yağı üretiminde en fazla kullanılan türler, hamsi, çaça, sardalye, uskumru, ton, ringa, istavrit, morina ve köpek balıklarıdır (Kinsella, 1987; Garcia vd., 2000; Varlık, 2004). Balık yağı, gıda, beslenmeyi destekleyici preparat hazırlanması ve ilaç üretimi gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Son yirmi yılda yapılan çalışmalarda insan sağlığı açısından esansiyel nitelikte olan en önemli ω -3 yağ asitlerinden olan EPA ve DHA'nın balık yağında yüksek oranda mevcut olduğu bilinmektedir. EPA ve DHA'nın, kolesterole bağlı kalp ve damar hastalıkları, alzheimer hastalığı, bazı çocuk hastalıkları, yüksek tansiyon, eklem romatizması, akciğer, bağırsak, prostat kanserleri ve ani kalp krizi gibi sağlık problemlerinin önlenmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Araştırmalar haftada en az bir kez balık tüketen insanların kalp krizi riskinin %50-70 oranında azaldığını göstermiştir (Kinsella, 1987; URL-3, 2002). ω -3 yağ asitlerinin yararının insan beslenmesinde diğer gıdalardan temin edilen fazla oranda ω -6 yağ asidinden olumsuz etkilenebileceği bilinmektedir.

2001 yılında yayınlanan bir araştırmada, keten tohumu yağında yüksek miktarda bulunan ALNA'nın insan metabolizmasında EPA ve DHA esansiyel yağ asitlerine dönüşümü araştırılmıştır. Bu araştırmaya göre ALNA'nın balık yağının ana bileşenleri olan EPA ve DHA yağ asitlerinin yerini almadığı saptanmıştır. Dolayısıyla balık yağının beslenmedeki önemini koruduğu anlaşılmıştır (Pawlosky, 2001). Amerika'da yapılan çalışmalarda, yaşları 40–82 arasında değişen 15 000 kalp hastası yağ miktarları yüksek balıklarla düzenli olarak beslenmişlerdir. 17 yıl süren araştırma sonunda, bu hastaların diğer hastalara göre ani kalp krizinden ölüm oranlarının %81 daha az olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar kalp hastalarında, balık ve balık yağının ani kalp krizi riskini azatlığı sonucuna varmışlardır (Albert, 2002; Rosenberg, 2002).

ω -3 yağ asitlerinin, ischemia (bir dokuya kan akışının kesintiye uğraması) sonucu oluşacak zararı azalttığı bildirilmiştir. Beyin ve kalp gibi organlarda bir damarın tıkanması ve belli dokulara kanın ulaşamaması çok ciddi hayati tehlikeler doğurmaktadır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda bir damar bağlanıp kan akışı durdurulduğu zaman, balık yağı ile beslenen hayvanlarda doku yıkımının çok az olduğu görülmüştür (Kremer ve Robinson, 1990). Bu etkileri sağlayan en güçlü mekanizma ω -3 yağ asitlerinin kan vizkositesini azaltmasıdır. ω -3 yağ asitleri hücre zarını çok akıcı ve değişken yapmaktadır. Böylelikle, kan hücrelerinin büzölmüş veya daralmış damarlardan çok daha kolay geçebilmesine imkan sağlayarak dokuya oksijen temin edebilmektedir (Uysal, 2000).

ω -3 yağ asitlerinin insan vücuduna en önemli faydalarından bir diğeri ise, kan hücreleri aktivitesini düzenlemek ve kan kolesterolünü ayarlamasıdır. Kanın pıhtılaşmasını sağlayan trombositler, kanama sonucu ortaya çıkan tamirci hücrelerdir. Aktif haldeki trombositler, yaralanmaların iyileşmesinde rol oynayarak kan damarı duvarındaki yağları depolar. Kan hücrelerinin vücutta fazlaca olması, atardamarlarda sinir plakalarında yapışmaya neden olur ki bu, damarları tıkararak ani kalp krizi riskini artırır. ω -3 yağ asitleri, kan yağlarının düzenlenmesine yardımcı olur ve damarlarda plak oluşumunu önler. Diğer taraftan bitki yağları ve kümes hayvanlarında bol miktarda bulunan ω -6, kan kolesterolünü düşürücü etkiye sahip olmakla birlikte trombositlerin etkisini de artırır. Pıhtılaşma hücrelerinin artması kalp krizi riskinin ilk adımıdır. ω -3 yağ asitleri kan kolesterolünü etkilemez, trigliserit (kan yağları) seviyesini düşürür, trombositleri dengeler. ω -6 yağ asitleri ise kolesterolü düşürür, trombositleri oluşturur. Alınan gıdalar ile ω -3 ile ω -6 oranının dengelenmesinin büyük önemi vardır (Leaf ve Weber, 1988; Stone, 1996). Balık yağının

en zengin ω -3 yağ asitleri kaynağı olduğu bildirilmiş ve çeşitli balıkların farklı dokularında bulunan miktarları tespit edilmiştir (Uysal, 2000).

Üç hafta süre ile günde 8 g EPA ve DHA alacak kadar (~500 g) balık tüketen kişilerin kanında trigliserit ve kolesterol seviyelerinin azaldığı bildirilmiştir. ω -3 yağ asitlerinden olan EPA ve DHA damar sertliğini önlemekte, tansiyonu düşürmekte, kan akış hızını artırmakta ve böylece daralmış damarların beslendiği dokulara daha fazla oksijen gitmesini sağlamaktadır (Thorngren ve Gustafson, 1981; Schacky, 2000).

ω -3 yağ asitlerinden olan DHA, insan beynindeki hücrelerin yenilenmesine yardım eder ve beyin ile retina hücrelerinin çoğalmasını sağlar. Bu hücrelerde DHA eksikliği depresyon, hafıza kaybı, şizofreni ve görme bozuklukları gibi problemlerin ortaya çıkmasına yol açabilir. Sağlıklı bir insanın beyin faaliyetlerini yerine getirebilmesi için günde 2 g DHA alması tavsiye edilmektedir. Amerika'da yaş ortalaması 75 olan 1188 kişilik erkek denek üzerinde yapılan bir araştırmada, alzheimer hastalarının kanlarındaki DHA miktarının bu hastalığa yakalanmamış olanların kanlarındakine göre daha düşük olduğu ve kanlarındaki DHA miktarı düşük olan deneklerin bu hastalığa yakalanma riskinin daha fazla olduğu saptanmıştır (Kyle, 1999).

Balık yağlarının kanser hastaları üzerinde direkt tedavi edici etkisinden çok, hastalıktan korunma ve ağrıları dindirici etkisi daha yaygın olarak görülmektedir. Bunun yanında kanserli hücrelerle mücadele etmede ω -3 yağ asitlerinin büyük etkisi vardır. Yapılan çalışmalar ile kanda bulunan EPA ve DHA gibi balık yağlarının seviyesi ile prostat kanseri arasında bir ilişkinin olduğu, EPA ve DHA'nın artması ile kanserli hücrelerin etkisinin azaldığı ortaya konmuştur (Terry, 2001). Ayrıca ağrı ve sızılara iyi gelmesi açısından yapılan bir çalışma Malezya'da *Channa* türlerinde yürütülmüştür. Bu çalışmada yüksek ω -3 oranı (özellikle DHA) tespit edilen *Channa striatus* türünün bu ülkede insanların yaralarını iyileştirmede, ağrı ve sızıları azaltmada kullanılması, ω -3'ün yararı ile ilişkili olma ihtimali açısından çok ilginç bir bulgudur (Zuraini vd., 2006). Danimarka'da yapılan bir başka araştırmada, haftada en az bir kez balık veya diğer su ürünleri tüketen kadınların hiç tüketmeyenlere göre 3.6 kez daha az erken doğum veya düşük yapma riski taşıdığı belirlenmiştir (Olsen ve Secher, 2002).

Bazı çalışmalar, insan beslenmesinde ω -6 yağ asidi oranının ω -3 yağ asidine göre fazla olmasının, ω -3 yağ asidinin yararlı etkisini azalttığını ortaya koymuşlardır (URL-4, 2008; URL-5, 2008). Son günlerde ω -3'ün kalp damar hastalıklarına yararını reddeden denekler üzerine yapılan araştırmada kullanılan deneklerin tüketimlerinde ω -6'nın etkisinin

olabileceği ihtimali yüksektir. Bu nedenle besinlerin ω -3 ve ω -6 oranlarının da bilinmesi çok önemli bir konudur.

Günlük olarak alınan DYA miktarı, balık türlerine göre değişmektedir. Levrek, pisi ve mezigit gibi beyaz etli balıkların 15 g'ında ÇDYA miktarı 50 mg civarında iken uskumru, ringa ve yılan balığı gibi yağlı balıkların 15 g'ında 400 mg ÇDYA bulunmaktadır. Bunun için haftada en az 300 g yağlı balık yenilmesinin yeterli olacağı bildirilmiştir (Holub, 2002). Amerikan Kalp Birimi (American Heart Association) haftada en az 2-3 kez balık yemeyi tavsiye etmektedir (Mnari vd., 2007).

1.4. Araştırmada Kullanılan Balıklar Hakkında Genel Bilgi

1.4.1. Hamsi Balığı

Sistematikteki yeri;

Familya : *Engraulidae*

Cins : *Engraulis*

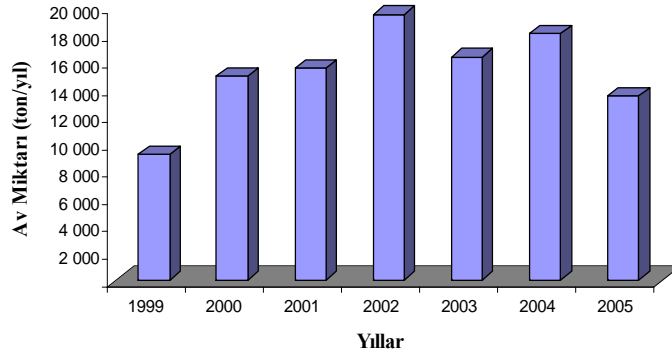
Tür : *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus,1758)

Yaşama alanları; hamsi türleri genellikle bütün tropik ve subtropik denizlerde yaşayıp kıyı kesimlerinde sürüler oluşturur. Hatta zaman zaman nehir deltalarında da görülebilirler. Hamsi özellikle Karadeniz ve Azak Denizi'nde bol miktarda bulunan bir balık türüdür. Hamsilerden Karadeniz hamsisi olarak sıkça bahsedilen türün boyu 18–20 cm'ye kadar büyüyebilir. Karadeniz hamsisi, kuzey-güney yönünde kışlama, beslenme ve üreme göçü yapar (Genç, 2007).

Üremesi; Karadeniz hamsisi cinsel olgunluğa bir yılda ulaşır. Bir yaşındaki genç balıklar ilk kez yumurtlama sezonunun sonuna doğru yumurta bırakırlar. Ortalama bireysel doğurganlık 42 bin yumurta olarak tespit edilmiştir. Hamsinin ömrü 2–3 yıldır (Genç, 2007).

Beslenmesi; Hamsi, plankton yiyen bir balıktır. Beslendiği organizmaları Calanus cinsi Copepoda (kürekayaklılar), Cirripedia (dolaşık ayaklılar) ve Mollusca (yumuşakçalar) larvaları oluşturur. Hamsi, çaça, tirsi, sardalye, taraklılar ve medüzler gibi diğer organizma ve organizma grupları ile aynı besin maddesi için rekabet eder (Genç, 2007).

Hamsi'nin ülkemizdeki avcılığı üreme dönemi (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) dışındaki aylarda gırgır, manyat, tarlakoz ve voli ağları ile yapılmaktadır (URL-6, 2008) Hamsinin 1999-2005 yılları arasındaki av miktarı Şekil 4'te belirtilmiştir.



Şekil 4. Hamsi'nin yıllara göre av miktarı (TÜİK, 2005).

1.4.2. İstavrit Balığı

Sistematikteki yeri;

Familya : *Carangidae*

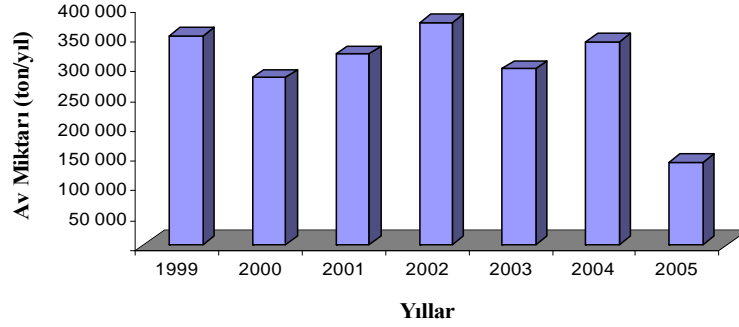
Cins : *Trachurus*

Tür : *Trachurus trachurus* (Linneus, 1758)

Yaşama alanları; Karadeniz ve Akdeniz'de çok yaygındır. Yazın Azak denizinde bulunur. Akdeniz'de bulunanlar ortalama 40 cm olup en fazla 50 cm' ye kadar ulaşır. İstavritin başlıca kışlama alanları Kırım, Kafkasya, Anadolu'nun ılık kıyı suları ile kısmen Marmara Denizidir. Kırım sularında 20–90 m, Kafkas sularında 20–60 m derinliklerde kışlarlar. İlkbahardaki beslenme ve yumurtlama göçü Nisan ayının 2. yarısında ve Mayıs ayının başında başlar. İstavrit sürüleri; İstanbul Boğazı'ndan Bulgaristan ve Romanya kıyıları boyunca kuzeye, Kırım'dan ise; kuzeybatıya doğru hareket ederler. Kafkasya ve Anadolu'nun doğu kıyılarındaki istavrit sürüleri de; Kerch Boğazı açıklarına göç ederler (Ivanov, 1985).

Beslenmesi; sahilden uzakta ve daha büyük sürüler halinde avlanırlar. Kışın 40–50 m derinlikler arasında yaşarlar. Besin aramak için uzun mevsimsel göçler yaparlar. Genç bireyleri zooplankton ile beslenirler. Yetişkin bireyleri ise başlıca küçük balıklarla (hamsi, çaça, gümüş, sardalye, kefal, barbunya ve kaya balıklarının yavruları ile) beslenirler (Ivanov, 1985).

İstavrit'in ülkemizdeki avcılığı üreme dönemi (Mayıs, Haziran, Temmuz) dışındaki aylarda gırgır, istavrit ağları, uzatma ağları ve olta ile yapılmaktadır (URL-7, 2008). İstavrit'in 1999–2005 yılları arasındaki av miktarı Şekil 5'te belirtilmiştir.



Şekil 5. İstavrit'in yıllara göre av miktarı (TÜİK, 2005).

1.4.3. Mezgit Balığı

Sistematikteki yeri:

Familya : *Gadidae*

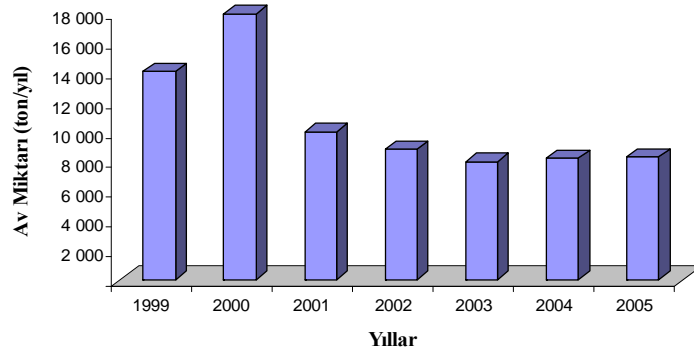
Cins : *Merlangius*

Tür : *Merlangius merlangus* (Nordmann, 1840).

Yaşama alanları; TÜİK (2005) verilerine göre demersal balıklar içerisinde en fazla av veren türdür. Bunun nedenleri; mezgitin yazın oluşan termoklin tabakasının altındaki büyük bir sahayı kullanabilmesi, fekonditesinin yüksek olması ve yıl boyunca üreme özelliği olmasıdır (Chritensen, 1964). Ergin bireyler 5–16°C arasındaki suları tercih ederler. Genç bireyler hayatlarının ilk yıllarında sıcak mevsimler boyunca suların üst tabakalarında bulunur (Parin, 1970). Mezgitler kıyısularda bulunmakla birlikte çamurlu bölgelerin üst kısmında, sığlık yerlerde yaşarlar. Dağılım gösterdiği derinlikler 30–100 m olmasına karşın genellikle 85 m derinliğin altında bulunmazlar (Secor, 1991).

Üremesi; mezgit balığının dişisinin yaklaşık 2 yaşında ortalama 15 cm boyunda üremeye başladığı tespit edilmiş olup üreme sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde çok yoğun olmak üzere yıl boyunca sürer. Yaz mevsiminde ise en az düzeye düşer. Üreme sıcaklığı genelde 7–15°C arasında değişir (Genç, 2001).

Mezgit'in ülkemizdeki avcılığı üreme dönemi dışındaki aylarda (Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül) trol, serpme ağları ve olta ile yapılmaktadır (URL-8, 2008). Mezgit'in 1999–2005 yılları arasındaki av miktarı Şekil 6'da belirtilmiştir.



Şekil 6. Mezzit'in yıllara göre av miktarı (TÜİK, 2005).

Beslenmesi; çoğunluğu etçil olup gündüzleri derinlere inerek uskumru, sardalye ve hamsi gibi balıklarla beslenir, geceleri ise su yüzeyine çıkarak beslenirler. Dipte yaşayan türleri küçük dip balıkları ve kabuklularla beslenir (Seyhan, 1994; Atay, 1985).

1.5. Önceki Yapılan Çalışmalar

Balıklarda yağ asitleri konusunda dünyada farklı türler üzerinde çeşitli bilim adamları tarafından pek çok araştırma mevcuttur. Bu çalışmalarda balıklardaki lipit ve yağ asidi bileşimi, balığın türüne, yaşına, cinsiyetine, mevsim ve aylara, yaşama ortamına, beslenmesine, su sıcaklığına, suyun kirliliğine ve kültür ya da doğal türü olup olmadığına göre değiştiği bildirilmiştir (Gill ve Weatherley, 1984; Dutta vd., 1985; Linko vd., 1985; Crowford vd., 1986; Lahti, 1987).

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

Düzgüneş ve Karaçam (1990), Karadeniz'deki istavrit (*Trachurus mediterraneus*) balıklarının et verimi ve biyokimyasal kompozisyonu üzerine Aralık-Mayıs ayları arasında bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmaya göre Karadeniz'deki istavrit balıklarındaki toplam yağ miktarlarının %2.90-4.54 arasında değiştiğini ve balıklardaki yağ miktarının en yüksek Aralık ayında olduğunu ve bu aydan sonra azalmaya başladığını bildirmişlerdir.

Karaçam ve Düzgüneş'in (1988) yaptıkları bir diğer çalışma ise Kasım ve Mart ayları arasında Karadeniz'deki hamsi (*E. encrasicolus*) balıklarının net et verimi ve besin analizleri üzerinedir. Bu araştırma sonucuna göre hamsideki toplam yağ oranı en yüksek Aralık (%16.0) ayında en düşük (%3.10) ise Mart ayında bulmuşlardır. Ayrıca hamsinin Kasım, Aralık ve Ocak aylarında toplam yağ miktarı yönünden zengin bir içeriğe sahip olduğunu ve diğer aylarda bu miktarın azalmaya başladığını bildirmişlerdir.

Yazıcı vd. (1999), Eylül ve Kasım ayları arasında Karadeniz ve Marmara denizinden avlanan 19 balık türünün toplam yağ değişimi ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmaya göre; Karadeniz'den avlanan hamsi (*E. encrasicolus*) balığı etindeki toplam yağ miktarını %7.1, DYA'yı %57.8, EPA'yı %9.3 ve DHA'yı %16.2 ve yine Karadeniz'den avlanan mezgit (*M. merlangus*) balığındaki toplam yağ miktarını %2.7, ayrıca yağ asidi değerlerini ise DYA'yı %74.6, EPA'yı %1.9 ve DHA'yı %40.8 olarak tespit etmişlerdir. Marmara denizinden avlanan istavrit (*T. trachurus*) balığındaki toplam yağ miktarını %12.8, DYA'yı %62.2, EPA'yı %3.9 ve DHA'yı da %6.6 olarak bulduklarını bildirmişlerdir.

Zlatonos vd. (2006), Yunanistan'ın kuzey bölgesinden bir yıl boyunca iki ayda bir temin ettikleri hamsi (*E. encrasicolus*) balıklarındaki toplam yağ ve yağ asidi değişimleri üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Yaptıkları bu çalışmada, hamsi balığına ait toplam yağ miktarını Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında sırası ile %5.71, %3.41, %1.32, %0.94, %2.99 ve %2.85 olarak bulmuşlardır. Bunun yanında Σ TDYA miktarını en yüksek Ağustos ayında (%22.97) ve en düşük (%11.90) Haziran ayında olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca EPA miktarının en yüksek Nisan ayında (%12.4) ve en düşük Ekim ayında (%2.46) bulduklarını bildirmişlerdir. DHA miktarının ise Haziran ayında en yüksek (%32.46) ve Şubat ayında ise en düşük (%12.23) olduğunu tespit etmişlerdir. Sağlık vd. (2001), toplam yağ ve yağ asidi kompozisyonunu belirlemek için Kasım ayında İstanbul balık halinden satın aldıkları bazı türler üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Yürüttükleri bu çalışmada hamsi (*E. encrasicolus*) ve istavrit (*T. trachurus*) balıklarında toplam yağ miktarını sırası ile %14.68 ve %10.58 bulduklarını açıklamışlardır. Ayrıca bu balıklardaki Σ ÇDYA, EPA ve DHA miktarlarını sırası ile hamside %3.18, %0.16 ve %1.56 ve istavritte ise %1.70, %0.27 ve %0.59 olarak bulduklarını bildirmişlerdir.

Başka bir çalışmada Özoğul vd. (2007b), Akdeniz bölgesinde Kasım ayında balıkçılardan satın aldıkları ve ticari öneme sahip bazı deniz ve tatlı su balık türlerinde yağ

asidi kompozisyonu ve yağ içeriğini araştırmışlardır. Bu çalışmada deniz balıklarındaki Σ DYA oranını %25.2–39.4, Σ TDYA oranını %13.2–29.0 ve Σ ÇDYA oranını ise %25.2–48.2 tespit etmişlerdir. Seyhan gölündeki bazı tatlı su balıklarındaki Σ DYA oranını %28.0–48.2, Σ TDYA oranını %10.7–22.7 ve Σ ÇDYA oranını %23.2–43.7 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya göre tatlı su balıklarındaki Σ TDYA oranı deniz balıklarına göre daha az, Σ ÇDYA oranı ise biraz yakın bulunmuştur. İlgili araştırmacılar ayrıca deniz balıklarındaki ω -3 oranını tatlı su balıklarındaki ω -3 oranından daha yüksek, deniz balıklarındaki ω -6 oranını ise tatlı su balıklarındaki ω -6 oranından daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Araştırmadaki deniz balıkları gurubunda olan mezgit (*M. merlangus*) balığının toplam yağ miktarının ortalama %1.20 olduğunu tespit etmişlerdir. Bu balıktaki Σ DYA miktarının %26.6, Σ DYŞA miktarını %58.8, EPA'sının %6.33 ve DHA'sının ise %28.2 olduğunu bildirmişlerdir. Bandarra vd. (2001), Mayıs 1997 ve Nisan 1998 dönemi arasında Portekiz kıyılarından avlanılan istavrit (*T. trachurus*) balıkları üzerinde toplam yağ ve yağ asitlerini araştırmışlardır. Bu araştırmaya göre toplam yağ miktarını bir yıl boyunca incelemişler ve %1.4-%7.5 arasında değişen oranlarda tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Σ ÇDYA miktarını en yüksek (%43.38) Haziran ayında, en düşük (%35.16) Nisan ayında, EPA (%3.47) ve DHA (%24.47) miktarlarını ise Haziran ayında en yüksek bulduklarını bildirmişlerdir. Özoğul vd. (2007b)'nin başka bir çalışmasında Türkiye denizlerindeki (Ege, Akdeniz, Karadeniz) ticari öneme sahip 8 farklı tür üzerindeki yapmışlardır. Bu çalışmada istavrit (*T. trachurus*) balığına ait toplam yağ miktarını %1.37, Σ DYA %30.1, Σ ÇDYA'yı %59.6, EPA'yı %5.39 ve DHA'yı ise %36.2 olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca bu 8 balık türlerindeki yağ asidi kompozisyonunun %25.5 ile %38.7 arasında DYA, %13.2 ile %27.0 arasında TDYA, %24.8 ile %46.6 arasında da ÇDY'den oluştuğunu belirlemişlerdir. Tüm bu yağ asitlerinin içerisinde, palmitik asit (%15.5–20.5), palmitoleik asit (%2.86–17.0), stearik asit (%3.32–8.18), oleik asit (%6.11–20.8), linoleik asit (%0.93–4.03), EPA (%4.74–11.7) ve DHA'nın (%7.69–36.2) en yüksek orana sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Mohr (1986), balıkların vücudundaki toplam yağ içeriğinin çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmekle beraber yağın vücut içerisindeki dağılım oranının genellikle sabit kaldığını belirtmiştir. Ayrıca, balık vücudundaki bilinen yağların ana kaynaklarını, aldıkları besinlerin oluşturduğunu ve özellikle yapılarında önemli miktarda DYŞA bulunduran karides gibi küçük deniz hayvanları ile beslenen balıklarda, bu tür yağların

birikiminin artırmakta olduğunu ifade etmiştir. Balıkların aç kalmasının ise protein oranının azalmasına ve su oranının artmasına neden olduğunu, beslenme ile ilişkili olarak etin kimyasal durumu, doku ve renk gibi özelliklerinin değişmesinin mümkün olabildiğini ve kullanılan yemler ile istenilen yağ asitlerinin balıklara verilmesi sağlanarak etin kalitesinin önemli ölçüde değiştirilebildiğini bildirmiştir.

Balıklardaki yağ asidi kompozisyonunun mevsimsel değişimi üzerine yapılan çalışmalardan birisi Inhamuns vd. (2008) tarafından Brezilya'nın Amazon bölgesindeki iki tatlı su balığı (*Hypophthalmus sp.* ve *Cichla sp.*) üzerinde olmuştur. Adı geçen çalışmada, her iki türde de yüksek miktarlarda DHA bulunmuştur. Yağmurlu mevsimlerde *Hypophthalmus sp.* türündeki EPA (20 mg/g) ve DHA (18 mg/g) oranı yüksek miktarlarda gözlenmiştir. *Cichla sp.* türünde, DHA (55 mg/g) miktarı sel ve taşkınlarda en yüksek seviyelere ulaşırken, EPA (5 mg/g) konsantrasyonlarında da düşme olduğunu tespit etmişlerdir.

Ülkemizde de balık ya da diğer deniz ürünlerindeki yağ asidi kompozisyonundaki mevsimsel değişimi üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalardan birisi, Yılmaz'ın (1995) *Capoate capoeta umbra* türü üzerinde yaptığı çalışma olmuştur. Bu türün kas dokusu yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimini incelendiği araştırmada; kas dokusunda Σ TDYA oranının yıl içinde %26.7-34.44 arasında, oleik asit oranının da %18.95-25.73 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmacı, dişi bireylerin kas dokusu Σ TDYA oranının sonbahar ve kış mevsimlerinde ilkbahar ve yaz mevsimlerine oranla önemli derecede yüksek olduğunu bildirmiştir. Güler vd. (2008), Beyşehir gölündeki sazan balıkları üzerinde yaptıkları bir çalışmada, Σ ÇDYA'nın ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde DYA'dan, ilkbahar ve yaz aylarında ise Σ TDYA'dan daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. DYA'dan olan palmitik asit ile TDYA'dan olan oleik asit tüm mevsimler boyunca belirleyici yağ asidi olarak sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarında bulunduğunu belirtmişlerdir. Σ ÇDYA türlerinden olan DHA yaz ve kış aylarında yoğun olarak bulunmasına karşın linoleik asit ilkbahar ve sonbahar aylarında belirleyici yağ asidi olarak tespit edilmiştir. Ayrıca kış aylarındaki ω -3 yağ asidi oranı ω -6 yağ asidi oranından daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Balık kasındaki yağ asidi miktarı ve dağılımı türden türe ve balığın yaşadığı bölgeye göre büyük oranda değişim göstermektedir (Testi vd., 2006). Ayrıca yağ ve yağ asidi oranının bir balıkta farklı bölgelerinde farklı oranlarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Buna göre toplam ω -3 ve ω -6 yağ asidi oranlarının balığın farklı dokularında EPA ve DHA

içeriğinde de farklılıklar görülebileceğini ortaya koymuşlardır. Nitekim Testi vd. (2006), alabalık, levrek ve çipura türleri ile yaptığı çalışmalarında, aynı balığın farklı bölgelerindeki yağ ve yağ asidi içeriğinin farklı oranlarda olduğunu, balıkların ventral filetolarının EPA/DHA bakımından dorsal filetoya göre daha zengin olduğunu tespit etmişlerdir. Saito vd. (1999), *Euthynnus affinis*, *Sarda orientalis* ve *Elagatis bipinnulata* balık türleri üzerinde yaptıkları çalışmada, bu türlerin tümünde DYA oranı Σ TDYA ve Σ ÇDYA ya göre daha fazla olduğunu ve bu türlerde DYŞA gurubuna ait ω -3 yağ asidi olan DHA'nın %15–23 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Saito vd. (2005), Japonya'da göçmen bir balık türü olan *Thunnus tonggo* balığını kullanarak yaptıkları bir çalışmada, toplam yağ içeriğinin beyaz kaslarda % 0.7, koyu kaslarda % 3.2, karaciğerde % 2.8, plorik sekalarda %3.1 ve mide içeriğinde ise %2.8 olduğunu tespit etmişlerdir. Dokularda ve iç organlarda ise % 32–38 DYA, % 64–66 DYŞA saptanmıştır. DYŞA'dan olan ω -3 yağ asitlerinden EPA ve DHA miktarlarını ise sırası ile % 4-11, % 21-49 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, ticari balık türlerinden sazan (*Cyprinus carpio*), yayın (*Ictalurus punctatus*), çizgili levrek (*Morone saxatilis*), gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), ton balığı (*Thunnus alalunga*), orkinos (*Thunnus thynnus* ve *Euthynnus pelamis*), yılan balığı (*Anguilla rostrata*), mersin balığı (*Acipenser sturio*), mahmuzlu camgöz (*Squalus acanthias*) ve kırmızı balık (*Sebastes marinus*) türlerinde yağ asidi bileşimleri araştırılmış olup ve en fazla toplam ω -3 yağ asidi (EPA, DHA) miktarının mersin balığında olduğunu tespit etmişlerdir (Kimsey ve Fisk, 1964; Gruger, 1976; Exler, 1976; Reichwals ve Meizies, 1973; Stansby, 1976; Sidwell, 1981).

Miniadis-Meimaroglou vd.'nin (2007), dondurulmuş fangri (*Pagrus pagrus*) balığı üzerinde yaptıkları bir çalışmada toplam yağ oranını %0.81 olarak bulmuşlardır. DYA'dan stearik asit ile palmitik asidi, TDYA'dan ω -9 ve ω -7'yi ve ÇDYA'dan DHA, EPA ve araşidik asidi belirleyici yağ asidi olarak tespit etmişlerdir. DYA/ÇDYA oranının 1.5 ve ω -3/ ω -6 oranının ise 3.02 olduğunu belirlemişlerdir.

Zuraini vd. (2006), Malezya bölgesine ait üç farklı balık (*Channa lucius*, *Channa micropeltes* ve *Channa striatus*) türü üzerinde yaptıkları çalışmada, temel yağ asidinin palmitik asit olduğu ve oranının %25.6 ile % 30.4 arasında değiştiğini, diğer temel yağ asitlerinin de DHA, oleik asit ve stearik asit olduğunu belirlemişlerdir. Araşidik asit oranının (%19.02) *C. striatus* türlerinde oldukça yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Gooch vd. (1987), 70 balık türünün yağ asidi kompozisyonları ile ilgili olarak yapılan çalışmada, DYA olarak palmitik asidin en yaygın olduğu, TDYA arasında ise palmitoleik asit ile oleik asidin fazlaca mevcut olduğu ve bazı türlerde EPA ve erukik asidin dikkate değer miktarlarda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca balıklarda diğer besinlerde az miktarda bulunan ÇDYA'dan linolenik asit, EPA ve DHA tespit edilmiş, tüm balıklarda EPA ve DHA miktarlarının genellikle yüksek olduğunu da bildirmişlerdir.

Ülkemizde avlanan ve yetiştiriciliği yapılan balıklarda toplam yağ asidi içeriği ve yağ asidi profili konusunda fazla çalışma mevcut değildir. Balık yağı ile ilgili çalışmalar genelde toplam yağ içeriği ve mevsimsel dağılımı üzerine yoğunlaşmıştır (Gökoğlu vd. 1999). Samsun vd. (2005), Sinop bölgesinde yaptıkları bir çalışmada, kalkan balığının mevsimsel olarak et verimi, protein ve toplam yağ içeriğini araştırmışlardır. Araştırma sonunda kalkan balıklarında ortalama toplam yağ miktarı erkek bireylerde %1.03, dişilerde ise % 1.15 olarak tespit edilmiştir.

Ülkemizde ve dünyada yürütülen çalışmaların bir kısmı tatlı su ve deniz balıklarının yağ asidi içeriği bakımından karşılaştırılması şeklinde olmuştur. Bu tür çalışmalardan biri, deniz ve tatlı suda yetiştirilen gökkuşuğu alabalıklarının (*O. mykiss*) değişik dokularındaki yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir (Haliloğlu, 2004). Bu çalışmada, suyun tuzluluğunun yağ asidi içeriğini önemli ölçüde etkilediği, EPA ve DHA oranını artırdığı ortaya koyulmuştur.

Denizlerimizde yaşayan levrek, sinarit, mercan, karagöz, dil, uskumru, lüfer, çinekop, kılıç ve sardalye balıklarının kas dokusunda TDYA oranı %18.3-59.0 arasında bulunmuş olup, en yüksek lüfer balığında, en düşük ise kılıç balığında olduğu tespit edilmiştir. Aynı balıkların kas dokusunda oleik asit oranları ise %13.2-28.7 arasında bulunmuş olup, en yüksek karagöz balığında en düşük ise kılıç balığında olduğu bildirilmiştir (Yılmaz, 1995).

Daha önce de belirtildiği üzere, balıklar beslenme bölgelerine göre ω -3 ve ω -6 yağ asitlerini farklı oranlarda içermektedirler. Bunun önemli bir nedeni su canlılarının yaşadığı suyun tatlı ya da tuzlu oluşundan kaynaklanmaktadır. EPA ve DHA sulardaki planktonlar tarafından üretilmekte ve bu planktonlardan beslenen balıklar ya da diğer su canlıları bu yağ asitlerini vücutlarında biriktirmektedirler. Bu balıkların predatörlerinin ise daha fazla EPA ve DHA içermesi beklenmektedir (URL-9, 2007). Deniz suyundaki planktonların tatlı sudakilere göre EPA ve DHA bakımından, tatlı su planktonlarının ise ω -6 yağ asidi içeriği açısından zengin olduğu bildirilmiştir (Justi, 2003). Bu nedenle tatlı su balıklarının ω -6 yağ asidini, deniz suyu balıklarının ise ω -3 yağ asidini daha fazla içereceği beklenmektedir.

Ancak yetiştiriciliği yapılan tatlı su balıklarının yem rasyonlarına ω -3 katılarak bu oranlar değiştirilebilmektedir (Alaşalvar vd., 2002; Justi, 2003).

Doğal ortamla yetiştiricilik ortamıyla üretilen balık ya da diğer türlerin yağ asidi içeriği üzerine çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Mnari vd. (2007), Tunus'ta doğal ortamdan avlanan ve yetiştiricilikle üretilen çipura (*Sparus aurata*) balıklarındaki et ve karaciğer üzerinde yaptıkları bir çalışmada, kültür balıklarındaki yağ içeriğinin doğal ortamdan avlanan balıklarından daha yüksek olduğunu ve en yüksek miktarında karaciğerde olduğunu tespit etmişlerdir. Kültür balıklarındaki ω -3, DHA ve EPA miktarı doğal ortamdaki balıklardan daha yüksek olduğu buna karşın doğal balıklardaki ω -6 miktarının da kültür balıklarından daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca araşidik asit, doğal ortamdaki balıkların temel ÇDYA'sı iken linoleik asit ise kültür balıklarındaki temel ÇDYA olduğunu bulmuşlardır. Kültür balıklarındaki ÇDYA ve özellikle DHA miktarı yüksek olduğundan ω -3/ ω -6 oranının yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak farklı bir çalışmada bu durumun tersi bir gözlem bildirilmiştir.

Buna göre, Kinsella vd. (1977), deniz balıkları yağlarında çoklu ÇDYA'nın en önemli bileşenleri olarak bulunan EPA ve DHA, Σ ÇDYA'nın %60'ını oluşturduğunu ve tatlı su balıklarında ise Σ ÇDYA içerisinde EPA ve DHA toplamının %30-40 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Farkas vd. (1978), deniz ve tatlı su balıklarının biyosentez yoluyla vücut içindeki öncü maddeleri (protein, yağ, mineral madde ve vitamin gibi) veya beslenerek kazandıkları yağ asitlerini DYA ve ÇDYA'ya dönüştürebildiğini bildirmişlerdir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Balık Materyali

Araştırma Ekim 2007 – Mart 2008 tarihleri arasında yapılmış olup deney materyali olarak Doğu Karadeniz’de yaygın olarak hamsi (*E. encrasicolus*), mezigit (*M. merlangus*) ve istavrit (*T. trachurus*) balıkları kullanılmıştır. Balıklar, balık halinden ve balıkçılardan temin edilmiştir.

Çalışma süresince her bir örnekleme için kullanılan balık sayısı (n_1) hamsi için 40–85 adet (ortalama boy: 12.18±1.54 cm – ortalama ağırlık: 10.66±1.97 gr), istavrit için 28-45 adet (ortalama boy: 15.00±1.66 cm – ortalama ağırlık: 29.11±4.62 gr) ve 30-45 adet mezigit (ortalama boy: 15.6±1.06 cm – ortalama ağırlık: 28.64±7.99 gr) balığı kullanılmıştır.

Satın alınan balıklar buz içerisinde Sürmene Deniz Bilimleri İşleme Değerlendirme Laboratuvarına getirilmiştir. Örneklemede kullanılan her parti balık için, balıkların boy ve ağırlık değerleri ölçüldükten sonra karın bölgesinden kesilerek karaciğer (n_k) (Hamsi: 25-60, İstavrit: 18-33; Mezigit: 15-22 adet balıktan alınan karaciğer) ve gonadı (n_g) (Hamsi:9-23; İstavrit:8-15; Mezigit:15-26 adet balıktan alınan gonad) alınarak numune poşetlerine konulup etiketlendi. Ayrıca, balıkların derisi ve yüzgeçleri ayrılarak yaklaşık olarak 20 gr et alınarak aynı şekilde etiketlenip – 40°C’de muhafaza edildi.

2.2. Metot

2.2.1. Lipit Ekstraksiyonu

Lipit ekstraksiyonu için daha önceden hazırlanıp -40°C’de muhafaza edilen et, karaciğer, ve gonad örnekleri analizden önce buzdolabına alınıp +4°C de çözünmeye bırakılmıştır. Bligh ve Dyer (1959) metoduna göre lipit ekstraksiyonları yapılmıştır.

Her bir analiz için örneklemede elde edilen her bir türe ait parti karışımından (n_1) üçerli paralelli (n_2) olacak şekilde yaklaşık 2-5 g arasında örnek hassas terazide 100 ml'lik cam tüpler içerisine tartıldı. Daha sonra üzerine 100 ml (Metanol: Kloroform; 1:2 v/v) karışımı ilave edilip homojenizatörde (IKA T25 Digital Ultra Turrax, Germany) parçalandı. Hazırlanan homojenat daha önceden etüvde (MM, Incucell 55, Germany) sabit tartıma getirilen 100 ml'lik dibi yuvarlak şilifli cam bolanlara Whatman No: 1 filtre kâğıdı ile süzüldü. Süzgeç kağıdında kalan katı homojenat birkaç kez tekrar çözücü ile yıkanarak süzüldü. Süzüntüye 20 ml % 4'lük kalsiyum klorür (CaCl_2) eklendi ve balonlar hava almayacak şekilde parafilm ile kapatılarak bir gece (≈ 15 saat) beklemesi için karanlık bir yerde muhafaza edildi. Bekletilen örnekler ayırma hunisine konuldu. Oluşan iki fazın alt kısmındaki faz tekrar balon içerisine alındı. Balondaki çözücü, bir rotary evaporatör (*Heidolph* Laborota 4000, Germany) yardımı ile uçuruldu. Çözücüsü uzaklaştırılan örnekler etüvde 65°C 'de 45 dakika yağın içerisinde kalan muhtemel çözücünün uçurulması sağlandı. Etüvden çıkarılan balonlar desikatöre alınıp soğutulduktan sonra tartılarak total yağ değerleri kaydedildi. Daha sonra metillendirme işlemi için balonların her birine 8 ml Metanol/2M KOH (1:1) ve 2 ml saf su ilave edildi (Ichihara vd., 1996). Birkaç saat bekletildikten sonra balon içerisindeki çözücü tekrar uçuruldu. Balon içerisindeki sıvı bir santrifüj tüpüne aktarılarak içerisine 2 ml hegzan ve $\frac{1}{4}$ spatül sodyum sülfat (Na_2SO_4) ilave edilerek soğutmalı santrifüjde (MPW 350R, Poland) $+4^\circ\text{C}$ 'de 4000 dk/devirde 10 dk santrifüj yapıldı. Tüplerde oluşan üst faz cam pastör pipeti ile 5 ml'lik cam boş tüplere alınarak hegzan ile gerekli seyreltmeler yapıldı. Son olarak da yağ örnekleri bir filtre (MF-Millipore MCE Mebrane, $0,45\mu\text{m}$, Ireland) yardımı ile süzildükten sonra yaklaşık olarak 1,5-2 ml alınıp iki tekrarlı (n_3 =her bir n_2 gurubunda ki ekstraktın GC analiz tekrarı) olarak Gaz Kromatografisinde (GC-2010 Shimadzu, Japan, Şekil 7.) analiz yapıldı Lipit ekstraksiyonu ve yağ asidi metil esterlerinin elde edilmesi aşamaları ayrıntılı olarak Şekil 8'de gösterilmiştir.

2.2.2. Gaz Kromatografisi (GC) Analizi

Yağ asidi metil esterlerinin cins ve miktar analizleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği ABD'de Su Ürünleri İşleme ve Değerlendirme laboratuvarında mevcut Shimadzu GC 2010 model gaz kromatografisi ile yapılmıştır. Cihazla birlikte FID (alev iyonlaştırıcı dedektör)

kullanılmıştır. Ayırma işleminde, SPTTM-2380 FUSED SILICA Capillary Coulmn (Supelco, USA), 100m x 0.25mm ID, 0,20 µm kolon ve AOC-20i oto enjektör kullanılmıştır. Kolon fırın sıcaklığı 140°C–240°C (4°C/dk) olarak ayarlanmış, taşıyıcı gaz olarak helyum (He) 20 cm/sn kullanılmıştır. Dedektör sıcaklığı 260°C, enjeksiyon bloğu sıcaklığı 260°C'ye ayarlanmıştır. Gaz akışları; He: 30 ml/dk, kuru hava: 400 ml/dk, hidrojen: 40 ml/dk. Taşıyıcı gaz ayarları; basınç: 250.0 kPa, toplam akış: 22.8 ml/dk, kolon akış: 0.94 ml/dk, lineer hız: 18.1 ml/sn, purge flow: 3.0 ml/dk, split oranı: 20.0 olarak belirlenmiştir. Çözücü olarak heptan kullanılmış olup ve her defasında 1µl örnek enjekte edecek şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 7. Araştırmada kullanılan GC cihazı (URL–10, 2008)

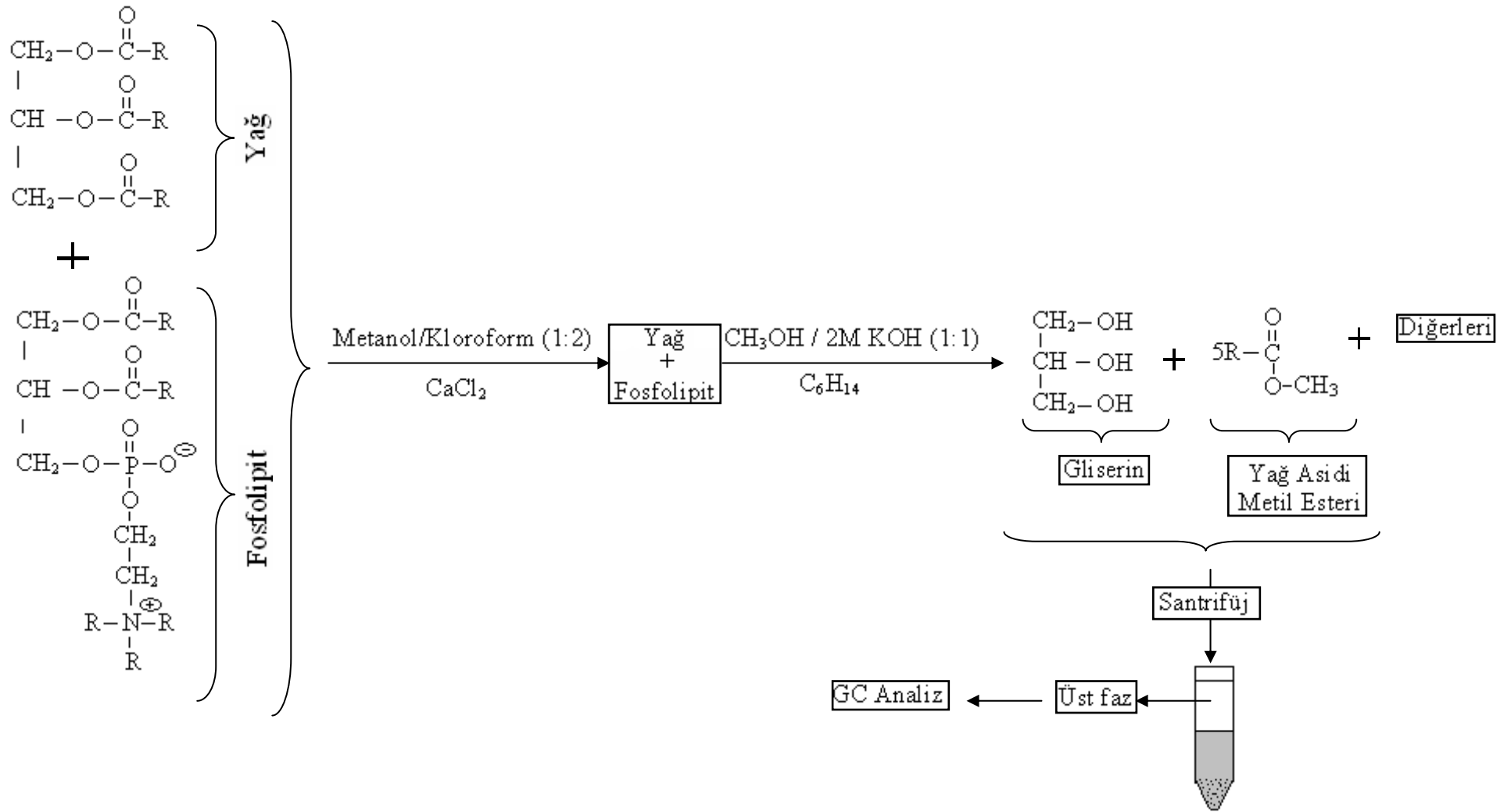
Araştırmada SupelcoTM 37 Component FAME Mix (Cat. No. 47885-U) yağ asidi metil esterleri standardı kullanılmıştır. Yağ asidi metil ester (YAME)'nin % olarak içeriği ve alıkonma süreleri Tablo 4'te belirtilmiştir.

Tablo 4. Araştırmada kullanılan yağ asidi standartları ve alıkonma süreleri

No	Molekül Formülü	Alıkonma Süresi (dk)	Yağ Asidi Metil Esterin Adı	Ağırlıkça %
1	C4:0	11.784	Bütirik Asit Metil Ester	4
2	C6:0	12.498	Kaproik Asit Metil Ester	4
3	C8:0	13.769	Kaprilik Asit Metil Ester	4
4	C10:0	15.898	Kaprik Asit Metil Ester	4
5	C11:0	17.331	Andekanoik Asit Metil Ester	2
6	C12:0	18.983	Laurik Asit Metil Ester	4
7	C13:0	20.804	Tridekanoik Asit Metil Ester	2
8	C14:0	22.732	Miristik Asit Metil Ester	4
9	C14:1	24.400	Miristoleik Asit Metil Ester	2
10	C14:0	24.698	Pentadekanoik Asit Metil Ester	2
11	C15:1	26.382	Cis-10-Pentadekanoik Asit Metil Ester	2
12	C16:0	26.668	Palmitik Asit Metil Ester	6
13	C16:1	28.074	Palmitoleik Asit Metil Ester	2
14	C17:0	28.585	Heptadekanoik Asit Metil Ester	2
15	C17:1	29.977	Cis-10-Heptadekanoik Asit Metil Ester	2
16	C18:0	30.468	Stearik Asit Metil Ester	4
17	C18:1n9	31.321	Trans-Elaidik Asit Metil Ester	2
18	C18:1n9	31.710	Cis-Oleik Asit Metil Ester	4
19	C18:2n6	32.667	Trans-Linolelaidik Asit Metil Ester	2
20	C18:2n6	33.528	Cis-Linoleik Asit Metil Ester	2
21	C20:0	34.155	Araşidik Asit Metil Ester	4
22	C18:3n6	34.873	Gama-Linolenik Asit Metil Ester	2
23	C20:1	35.346	Cis-11-Eikosenoik Asit Metil Ester	2
24	C18:3n3	35.598	Linolenik Asit Metil Ester	2
25	C21:0	35.912	Heneikosanoik Asit Metil Ester	2
26	C20:2	37.136	Cis-11,14-Eikosadienoik Asit Metil Ester	2
27	C22:0	37.688	Behenik Asit Metil Ester	4
28	C20:3n6	38.510	Cis-11,14-Eikosatrienoik Asit Metil Ester	2
29	C22:1n9	38.933	Erusik Asit Metil Ester	2
30	C20:3n3	39.251	Cis-11,14,17-Eikosatrienoik Asit Metil Ester	2
31	C20:4n6	39.494	Araşidonik Asit Metil Ester	2
32	C23:0	39.613	Trikosanoik Asit Metil Ester	2
33	C22:2	40.869	Cis-13,16-Dokosadienoik Asit Metil Ester	2
34	C24:0	41.431	Lignoserik Asit Metil Ester	4
35	C20:5n3	42.042	Cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik Asit Metil Ester	2
36	C24:1	42.876	Nervonik Asit Metil Ester	2
37	C22:6n3	48.410	Cis-4,7,10,13,16,19-Dokosahegzaenoik Asit Metil Ester	2

2.3.Verilerin Değerlendirilmesi

Laboratuar çalışmalarında elde edilen verilerin değerlendirilmesi JMP 5.0.1 paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve farklılık gösteren gruplara Tukey testi uygulanmıştır (Sokal ve Rohlf, 1987).



Şekil 8. Lipit Ekstraksiyonu ve Yağ Asidi Metil Esterleri Analizi Akış Şeması

3. BULGULAR

3.1. Balıklara Ait Toplam Yağ Bulguları

Bu çalışmada ticari öneme sahip ve deniz ortamının farklı zonlarında yaşayan üç farklı balık türü hamsi (*E. encrasicolus*), istavrit (*T. trachurus*) ve mezgit (*M. merlangus*) balıklarının Ekim 2007-Mart 2008 ayları arasında et, karaciğer ve gonadlarında toplam yağ ve yağ asidi metil esterlerinin oranı araştırılmıştır.

Araştırma sonucunda bulunan balık türlerine ait et, karaciğer ve gonadlarındaki toplam yağ değerleri (yağ + fosfolipit) Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Hamsi, İstavrit ve Mezgit balıklarının et, karaciğer, gonadlarına ait toplam yağ miktarlarının aylara göre değişimi (g/100g)

Balık türü	Örnek	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
Hamsi	Et	7.73±1.23 ^a	9.23±0.55 ^b	10.83±0.57 ^c	11.07±0.43 ^c	8.84±0.69 ^b	7.93±0.79 ^a
	Karaciğer	15.28±0.4 ^a	16.89±1.73 ^a	20.31±1.49 ^b	34.28±1.53 ^d	27.63±2.75 ^c	25.68±0.7 ^c
İstavrit	Et	7.26±0.48 ^b	8.42±0.64 ^b	10.57±0.96 ^c	8.99±1.42 ^b	7.74±1.23 ^b	6.57±0.68 ^a
	Karaciğer	26.98±0.15 ^a	28.69±1.12 ^a	30.38±1.44 ^b	27.10±1.12 ^a	35.28±0.49 ^b	32.18±1.16 ^b
	Gonad	11.39±1.10 ^a	12.69±0.97 ^b	13.24±1.23 ^b	13.73±0.54 ^b	12.69±0.28 ^b	13.02±0.29 ^b
Mezgit	Et	0.93±0.08 ^b	0.98±0.05 ^b	1.07±0.12 ^b	0.70±0.02 ^a	0.69±0.07 ^a	0.68±0.04 ^a
	Karaciğer	38.74±0.8 ^a	39.25±0.9 ^a	42.36±1.9 ^b	44.83±1.9 ^c	44.55±1.2 ^c	38.01±1.4 ^a
	Gonad	1.29±0.02 ^a	1.35±0.34 ^a	1.69±0.23 ^b	1.39±0.24 ^a	1.19±0.03 ^a	0.77±0.02 ^c

a, b, c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkı belirtir. (p<0.05). (± SD, n₂=3)

Hamsi etindeki toplam yağ miktarı ortalama %9.26 olarak bulunmuştur. Etteki toplam yağ miktarı Ekim ayından başlayarak istatistiki olarak Ocak ayına kadar artış göstermiştir (p<0.05). Ancak bu artış Aralık ve Ocak ayları arasında önemli olmamıştır. Hamsinin Ocak ayında toplam yağ değeri maksimuma ulaştıktan sonra (%11.07), istatistiki olarak azalma göstererek (p<0.05) Mart ayında % 7.93'lük bir değere gerilemiştir. Hamsinin karaciğerindeki toplam yağ miktarı ise ortalama %23.35'dir.

Hamsinin karaciğerindeki toplam yağ miktarı en düşük değeri olan %15.28 ile Ekim ayından itibaren artışa geçerek Ocak ayında en yüksek (%34.28) değere ulaşmış ve bu aydan sonra tekrar azalmaya başlamıştır. Kasım-Şubat arasındaki değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). İstavrit etinin toplam yağ miktarı ortalama %8.26 olarak belirlenmiştir. Toplam yağ miktarının Aralık ayında en fazla (%10.57) olduğu tespit edilmiştir.

Toplam yağ miktarının en az (%6.57) olduğu ay ise Mart ayı olarak belirlenmiştir. Sadece Ocak ve Mart aylarındaki toplam yağ miktarları diğer aylara ait değerlerle karşılaştırıldığında aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). İstavrit karaciğerindeki toplam yağ miktarı ortalama %30.10 olarak bulunmuştur. Karaciğerdeki toplam yağ değişimi ise Ekim ayında en düşük miktarda (%26.98) belirlenmiş olup Şubat ayında ise en yüksek (%35.28) seviyeye ulaşmıştır. Kasım-Şubat ayları arasındaki karaciğer yağ miktarındaki değişimin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Gonaddaki toplam yağ miktarı ise karaciğerdeki yağlanma ile benzer şekilde en az yağlanma Ekim ayında (%11.39), en fazla ise Ocak ayında (%13.73) olduğu belirlenmiştir. Gonad yağlarındaki değişim ise sadece Ekim ile Kasım ayları arasında önemli bulunmuş ($p<0.05$), daha sonraki aylarda ise önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Mezgit et ve gonadlarındaki toplam yağ değerleri istavrit ve hamsinin et ve gonadları ile karşılaştırıldığında mezgit et ve gonadlarının en az yağ değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Mezgit'in karaciğer değerleri ise diğer balıkların karaciğerlerine göre en fazla toplam yağ değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir. Mezgit etindeki toplam yağ miktarı ortalama %0.84 olarak bulunmuştur. Bu yağ seviyesi Ekim-Aralık ayları arasında istatistiki açıdan önemsiz bir yükselme göstermiş ve Aralık ayında en yüksek düzeye ulaşmıştır (%1.07). Bu aydan sonra doğrusal bir azalma göstererek Mart ayında en düşük seviyeye (%0.68) inmiştir. Aralık ile Ocak ayları arasındaki yağ değerindeki düşüş istatistiki açıdan önemli bulunurken ($p<0.05$) daha sonraki aylardaki değişimin önemsiz olduğu görülmüştür. Mezgit karaciğer yağında aylara göre istatistikî olarak değişim gözlenmiştir ($p<0.05$). Karaciğerdeki yağ miktarı en fazla Ocak ayı (%44.83), en düşük ise Mart ayında (%38.01) gözlenmiştir. Karaciğer toplam yağ miktarındaki artış Kasım-Ocak ayları arasında, azalış ise Şubat ile Mart ayları arasında istatistiki açıdan önemli olmuştur ($p<0.05$). Gonadlardaki toplam yağ değişimi ise etteki değişimle oransal olarak benzerlik göstermiştir. Ette olduğu gibi Aralık ayında en yüksek (%1.69) seviyeye ulaşmış daha sonra azalmaya başlayarak Mart ayında ise en düşük (%0.77) seviyeye gerilemiştir. Gonad

yağlarındaki aylara bağlı değişim Aralık ve Mart ayları ile diğer aylar arasında önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Genel olarak elde edilen toplam yağ değerlerindeki aylara bağlı değişim incelendiğinde, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında hamsi ve istavrit balıklarının etlerindeki toplam yağ miktarlarının istatistikî açıdan benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

3.2. Hamsinin Et ve Karaciğerine Ait Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları

3.2.1. Hamsi Etindeki Yağ Asidi Metil Esteri Bulguları

Hamsi etine ait yağ asidi metil esterlerindeki Σ DYA miktarı etteki toplam yağ asitlerinin ortalama %27.18 ini oluşturmaktadır. Σ DYA miktarındaki en düşük miktar %23.80 ile Şubat ayında en yüksek miktar ise %28.89 ile Aralık ayında olduğu tespit edilmiştir. Σ DYA miktarları Ekim-Ocak ayları arasında istatistiki olarak önemli bir değişim göstermemesine rağmen olup Ocak ayından sonra önemli bir azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Doymamış yağ asitleri içinde önemli bir yere sahip olan palmitik asit (C16:0) Kasım ayında %5.26 değerle en yüksek düzeye ulaşmıştır. Ayrıca Σ DYA miktarının en düşük olduğu (%23.80) Şubat ayında da palmitik asit %3.05 ile en düşük değere rastlanmıştır. Palmitik asit değerinin en yüksek olduğu Kasım ayındaki değeri ile diğer aylardaki değerleri arasındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Σ TDYA miktarları toplam yağ asitlerinin ortalama %7.59'unu oluşturmakla beraber Σ DYA değerleri ile ters orantılı olarak Ekim ve Kasım aylarında sırasıyla %3.92 ile %6.00 değerleri ile en düşük miktarları belirlenmiştir. En fazla miktara ise Ocak ayında ulaşmış olup (%9.75), Şubat ayından itibaren önemli bir şekilde düşmeye başlamıştır ($p<0.05$). Hamsi etinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi Tablo 6'da verilmiştir.

Σ ÇDYA miktarları etteki toplam yağ asitlerin ortalama %41.33'ünü oluşturmuştur. Σ ÇDYA miktarı Ekim ayında en düşük (%35.18) miktarda iken bu aydan itibaren önemli ölçüde artışa geçmiştir ($p<0.05$) ve Aralık ayında en yüksek (%47.45) seviyeye ulaşmıştır. Bu aydan itibaren tekrar önemli ölçüde azalma göstermiştir ($p<0.05$). Bu değerlere bağlı olarak hesaplanan Σ ÇDYA/ Σ DYA oranı, Şubat ayında en yüksek (1.77) ve Ekim ayında ise en düşük (1.28) olduğu tespit edilmiştir. Σ n3 miktarı etteki toplam yağın ortalama %23.28'ini oluştururken en yüksek değeri Aralık ayında (%28.10), en düşük değeri

(%20.25) ise Şubat ayında gözlenmiştir. Bu aylar arasındaki $\Sigma n3$ miktarındaki istatistikî farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Tablo 6. Hamsi etinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g)

Yağ Asidi Cinsi	Aylar					
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
C4:0	2.46±0.13 ^a	2.98±0.17 ^b	3.28±0.14 ^c	4.57±0.11 ^d	4.09±0.13 ^d	2.98±0.11 ^b
C6:0	2.81±0.09 ^b	3.07±0.13 ^b	2.36±0.08 ^a	2.54±0.07 ^a	2.09±0.06 ^a	3.26±0.14 ^b
C8:0	1.97±0.06 ^c	1.08±0.06 ^b	1.92±0.11 ^c	1.02±0.05 ^b	0.63±0.02 ^a	0.98±0.05 ^b
C10:0	5.21±0.14 ^d	3.46±0.17 ^b	4.19±0.15 ^c	4.05±0.17 ^c	3.56±0.11 ^b	2.68±0.09 ^a
C11:0	1.71±0.08 ^a	1.52±0.05 ^a	1.46±0.06 ^a	1.64±0.08 ^a	1.53±0.07 ^a	2.05±0.07 ^a
C12:0	0.23±0.03 ^a	0.29±0.02 ^a	0.38±0.02 ^a	0.30±0.02 ^a	0.85±0.04 ^b	1.69±0.04 ^c
C13:0	0.61±0.04 ^a	0.89±0.04 ^a	0.64±0.02 ^a	0.59±0.03 ^a	0.77±0.05 ^a	0.75±0.03 ^a
C14:0	5.01±0.15 ^d	5.26±0.16 ^d	4.22±0.13 ^c	3.41±0.14 ^b	2.64±0.09 ^a	3.26±0.11 ^b
C16:0	4.22±0.17 ^b	5.26±0.13 ^c	4.02±0.09 ^b	3.98±0.12 ^b	3.05±0.17 ^a	3.39±0.06 ^a
C17:0	0.36±0.04 ^a	0.32±0.03 ^a	0.42±0.03 ^a	0.87±0.07 ^a	0.65±0.03 ^a	0.69±0.04 ^a
C20:0	0.45±0.02 ^a	1.34±0.04 ^b	1.79±0.07 ^b	2.05±0.15 ^b	1.46±0.07 ^b	1.13±0.03 ^b
C21:0	1.74±0.07 ^a	2.36±0.09 ^b	3.25±0.12 ^c	2.97±0.11 ^c	1.84±0.06 ^a	2.46±0.09 ^b
C24:0	0.70±0.04 ^b	1.06±0.05 ^b	0.87±0.06 ^b	0.53±0.03 ^b	0.64±0.03 ^b	0.29±0.02 ^a
ΣDYA	27.48^c	28.80^c	28.89^c	28.52^c	23.80^a	25.61^b
C16:1	1.26±0.09 ^a	1.11±0.07 ^a	1.22±0.08 ^a	1.02±0.03 ^a	0.98±0.04 ^a	0.73±0.03 ^a
C17:1	0.22±0.02 ^a	0.36±0.02 ^a	0.49±0.02 ^a	0.44±0.04 ^a	0.54±0.03 ^a	0.49±0.02 ^a
C18:1n9trs	0.33±0.03 ^a	0.98±0.04 ^b	2.15±0.11 ^c	2.03±0.06 ^c	1.95±0.07 ^c	2.12±0.08 ^c
C18:1n9cis	0.20±0.01 ^a	0.32±0.06 ^a	0.51±0.03 ^a	0.65±0.04 ^a	0.52±0.02 ^a	0.34±0.02 ^a
C20:1	1.68±0.05 ^a	1.97±0.09 ^b	2.64±0.10 ^b	2.54±0.10 ^b	2.06±0.09 ^b	1.95±0.04 ^b
C22:1 n9	0.23±0.03 ^a	1.26±0.04 ^b	2.34±0.07 ^c	3.07±0.13 ^d	2.73±0.08 ^d	2.16±0.07 ^c
ΣTDYA	3.92^a	6.00^b	9.35^d	9.75^d	8.78^d	7.79^c
C18:2n6trs	0.76±0.02 ^a	0.97±0.08 ^a	1.37±0.05 ^a	1.56±0.09 ^a	1.23±0.05 ^a	1.04±0.03 ^a
C18:2n6cis	0.85±0.04 ^a	1.01±0.08 ^a	1.98±0.07 ^b	2.06±0.07 ^b	1.89±0.08 ^b	1.78±0.06 ^b
C18:3 n3	2.11±0.10 ^a	3.21±0.08 ^b	3.06±0.17 ^b	2.87±0.13 ^b	2.09±0.04 ^a	2.18±0.07 ^a
C18:3 n6	4.05±0.13 ^c	4.05±0.08 ^c	3.48±0.14 ^b	3.26±0.17 ^b	2.65±0.12 ^a	2.31±0.11 ^a
C20:2 cis	1.75±0.06 ^b	1.86±0.08 ^b	2.21±0.09 ^b	1.12±0.04 ^a	0.98±0.06 ^a	0.68±0.04 ^a
C20:3 n6cis	0.65±0.03 ^a	0.69±0.08 ^a	0.56±0.02 ^a	0.21±0.03 ^a	0.59±0.02 ^a	0.49±0.03 ^a
C20:4 n6	2.56±0.09 ^a	2.49±0.08 ^a	3.48±0.13 ^b	4.26±0.18 ^b	5.80±0.15 ^c	2.33±0.06 ^a
C20:5 n3	5.28±0.14 ^a	6.24±0.08 ^b	6.59±0.21 ^b	5.34±0.14 ^a	4.95±0.13 ^a	5.24±0.14 ^a
C22:2 cis	4.21±0.08 ^a	5.24±0.08 ^b	6.27±0.19 ^c	7.95±0.19 ^d	8.75±0.16 ^d	6.89±0.17 ^c
C22:6 n3	12.96±0.16 ^a	14.58±0.21 ^a	18.45±0.26 ^b	17.66±0.22 ^b	13.21±0.19 ^a	13.69±0.15 ^a
ΣÇDYA	35.18^a	40.34^b	47.45^c	46.29^c	42.14^b	36.63^a
ÇDYA/DYA	1.28	1.40	1.65	1.62	1.77	1.43
$\Sigma n6$	8.87	9.21	10.87	11.35	12.16	7.95
$\Sigma n3$	20.35	24.03	28.10	25.87	20.25	21.11
n6/n3	0.44	0.38	0.39	0.44	0.60	0.38
DHA/EPA	2.45	2.34	2.80	3.31	2.67	2.61
Belirlenemeyen	33.42	24.77	14.40	15.44	25.28	29.97

a. b. c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistikî farkı belirtir. ($p<0.05$). (\pm SD, $n_2=3$, $n_3=2$)

Σn_6 miktarı ise etteki toplam yağ asitlerinin %10.06'ini oluşturmakla beraber Şubat ayında en yüksek değere (%12.16) ulaşmış ve bu aydan sonra azalmaya başlayarak Mart ayında en düşük seviyeye (%7.95) inmiştir. $\Sigma n_6/\Sigma n_3$ oranı Şubat ayında en yüksek (0.60) değerde iken, Kasım ve Mart (0.38) aylarında en düşük değerde olduğu gözlenmiştir. EPA (C20:5 n3) miktarı etteki toplam yağ asitlerinin ortalama %5.60'ını oluşturmuş olup Aralık ayında en yüksek miktara yükselmiş (%6.59) ve daha sonra önemli bir şekilde azalma göstererek Şubat ayında %4.95 seviyesine gerilemiştir ($p<0.05$).

EPA değerinin aylara göre değişimi, Ekim ile Kasım ayları ve Aralık ile Ocak ayları arasında istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). DHA (C22:6n3) miktarı ise etteki toplam yağ asitlerinin içerisinde ortalama %15.09 olarak tespit edilmiştir. Bu yağ asidi Ekim ayında en düşük seviyede (%12.96) iken bu aydan itibaren artışa geçmiş ve Aralık ayında en yüksek değerine (%18.45) ulaşmıştır. Etteki DHA miktarlarındaki değişimde Aralık ve Ocak ayları arasında önemli bir fark görülmezken bu aylar ile diğer aylardaki DHA değerlerindeki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak diğer ayların kendi aralarındaki değişimin önemsiz olduğu gözlenmiştir. DHA değişimleri oransal olarak EPA değişimleri ile paralellik göstermiştir. Bu değerlerle ilişkili olarak DHA/EPA oranları Ocak ayında en yüksek (3.31), Kasım ayında ise en düşük (2.34) oran da olduğu tespit edilmiştir.

3.2.2. Hamsi Karaciğerinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları

Hamsi karaciğerindeki yağ asidi metil esterlerinin yaklaşık %36.79'unu Σ DYA'nin oluşturduğu belirlenmiştir. Σ DYA miktarı Şubat ayında en düşük (%31.47) düzeyde iken, Kasım ayında en yüksek (%41.37) seviyeye çıktığı belirlenmiştir. Σ DYA değerleri Kasım ayından sonra önemli ölçüde azalma göstererek Mart ayında %34.49'luk değere kadar gerilemiştir ($p<0.05$). Palmitik asit ve stearik asit (C18:0) miktarlarındaki değişim Σ DYA miktarlarındaki değişimle paralellik göstererek Σ DYA değerlerinin en yüksek olduğu Kasım ayında sırasıyla, %9.33 ve %2.42 ile en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Palmitik asit değerlerinin aylar arasındaki değişimi istatistikî açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kasım ayının stearik asit değerleri hariç diğer aylar arasındaki stearik asit değerleri farkı istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur. Hamsi karaciğerindeki yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Hamsi karaciğerinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g)

Yağ Asidi Cinsi	Aylar					
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
C4:0	3.83±0.05 ^c	2.45±0.16 ^b	2.09±0.13 ^b	1.73±0.07 ^a	2.11±0.13 ^b	1.98±0.08 ^b
C6:0	1.71±0.12 ^a	2.22±0.11 ^a	2.31±0.09 ^a	2.08±0.05 ^a	1.78±0.08 ^a	1.66±0.11 ^a
C8:0	0.89±0.04 ^a	2.36±0.14 ^c	0.97±0.06 ^a	1.72±0.09 ^b	1.64±0.06 ^b	1.32±0.06 ^b
C12:0	0.45±0.09 ^a	0.97±0.07 ^b	1.10±0.07 ^b	0.99±0.10 ^b	0.88±0.04 ^b	0.64±0.04 ^a
C13:0	8.33±0.14 ^b	6.54±0.23 ^a	7.33±0.28 ^b	8.29±0.16 ^b	6.59±0.17 ^a	7.98±0.16 ^b
C14:0	3.50±0.05 ^a	4.12±0.13 ^b	4.36±0.14 ^b	5.02±0.23 ^b	3.87±0.12 ^a	4.69±0.13 ^b
C15:0	0.57±0.02 ^b	0.56±0.04 ^b	0.47±0.03 ^b	0.98±0.09 ^c	0.34±0.03 ^a	0.64±0.03 ^b
C16:0	8.22±0.21 ^c	9.33±0.19 ^d	8.17±0.18 ^c	7.58±0.17 ^c	6.45±0.21 ^b	4.28±0.09 ^a
C17:0	0.88±0.03 ^b	0.96±0.05 ^b	0.54±0.04 ^a	0.62±0.04 ^a	0.67±0.07 ^a	0.79±0.04 ^b
C18:0	1.62±0.06 ^a	2.42±0.09 ^b	1.36±0.06 ^a	1.71±0.13 ^a	1.62±0.09 ^a	1.28±0.03 ^a
C20:0	1.12±0.07 ^b	1.32±0.06 ^b	1.07±0.09 ^b	1.18±0.06 ^b	0.71±0.05 ^a	2.07±0.08 ^c
C21:0	0.75±0.02 ^a	0.62±0.03 ^a	0.49±0.03 ^a	0.78±0.07 ^a	0.54±0.03 ^a	0.98±0.05 ^b
C23:0	3.25±0.15 ^b	4.26±0.12 ^c	4.39±0.14 ^c	2.97±0.15 ^b	1.25±0.08 ^a	3.69±0.10 ^b
C24:0	3.06±0.06 ^a	3.24±0.17 ^a	2.36±0.06 ^a	2.59±0.13 ^a	3.02±0.06 ^a	2.19±0.07 ^a
ΣDYA	38.18^c	41.37^d	37.01^c	38.24^c	31.47^a	34.49^b
C15:1	0.16±0.02 ^a	0.27±0.05 ^a	0.24±0.03 ^a	0.33±0.03 ^a	0.18±0.05 ^a	0.11±0.02 ^a
C16:1	1.36±0.05 ^a	1.25±0.05 ^a	1.98±0.08 ^b	2.14±0.08 ^b	2.65±0.12 ^b	1.48±0.06 ^a
C17:1	0.86±0.03 ^b	0.64±0.02 ^b	0.55±0.05 ^b	0.66±0.06 ^b	0.48±0.04 ^b	0.35±0.03 ^a
C18:1n9trs	1.99±0.11 ^b	2.08±0.08 ^b	2.36±0.14 ^b	1.35±0.07 ^a	1.27±0.06 ^a	1.55±0.05 ^a
C18:1n9cis	1.38±0.09 ^a	1.58±0.13 ^a	2.29±0.12 ^b	2.08±0.11 ^b	1.56±0.09 ^a	1.31±0.06 ^a
C20:1	1.57±0.13 ^a	2.04±0.12 ^b	2.23±0.07 ^b	2.56±0.16 ^b	2.08±0.11 ^b	1.26±0.13 ^a
C24:1	1.74±0.08 ^b	1.28±0.07 ^b	2.01±0.09 ^c	0.61±0.04 ^a	0.34±0.03 ^a	2.33±0.09 ^c
ΣTDYA	9.06^b	9.14^b	11.66^c	9.73^b	8.56^a	8.39^a
C18:2n6trs	1.79±0.17 ^a	2.01±0.16 ^b	3.07±0.13 ^c	2.55±0.15 ^b	2.31±0.14 ^b	2.61±0.07 ^b
C18:2n6cis	1.60±0.06 ^a	0.98±0.04 ^a	1.28±0.08 ^a	2.01±0.10 ^a	0.87±0.07 ^a	1.11±0.05 ^a
C18:3 n3	1.04±0.05 ^a	1.23±0.06 ^b	1.56±0.06 ^b	1.69±0.08 ^b	2.04±0.06 ^c	2.11±0.10 ^c
C18:3 n6	0.69±0.03 ^a	0.87±0.03 ^a	0.66±0.04 ^a	0.51±0.05 ^a	0.47±0.04 ^a	0.56±0.04 ^a
C20:2 cis	1.61±0.18 ^a	1.78±0.11 ^a	1.99±0.09 ^a	2.05±0.12 ^a	2.36±0.16 ^a	1.87±0.06 ^a
C20:3 n6cis	0.39±0.03 ^a	0.56±0.04 ^a	0.55±0.04 ^a	0.68±0.06 ^a	0.39±0.05 ^a	0.40±0.04 ^a
C20:4 n6	0.33±0.02 ^b	0.37±0.03 ^b	0.64±0.06 ^b	0.42±0.04 ^b	0.35±0.03 ^b	0.15±0.02 ^a
C20:5 n3	6.58±0.23 ^a	7.12±0.21 ^b	8.24±0.18 ^b	8.01±0.24 ^b	6.48±0.16 ^a	5.87±0.19 ^a
C22:2 cis	0.77±0.07 ^a	0.88±0.08 ^a	0.97±0.05 ^a	1.02±0.06 ^a	1.23±0.07 ^a	1.11±0.05 ^a
C22:6 n3	18.95±0.36 ^b	19.26±0.28 ^b	22.34±0.17 ^c	21.78±0.19 ^c	20.56±0.35 ^c	16.71±0.23 ^a
ΣÇDYA	33.75^a	35.06^b	41.30^c	40.72^c	37.06^b	32.50^a
ÇDYA/DYA	0.88	0.85	1.12	1.06	1.11	0.94
Σn6	4.80	4.79	6.20	6.17	4.39	4.83
Σn3	26.57	27.61	32.14	31.48	29.08	24.69
Σn6/n3	0.18	0.17	0.19	0.20	0.15	0.20
DHA/EPA	2.88	2.71	2.71	2.72	3.17	2.85
Belirlenemeyen	19.01	14.43	10.03	11.31	22.91	24.62

a. b. c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkı belirtir. (p<0.05). (± SD; n_k:3, n_j:2)

ΣTDYA miktarları karaciğerdeki toplam yağ asitlerinin ortalama %9.42'sini oluşturmaktadır. En yüksek değeri Aralık ayında (%11.66) en düşük ise Mart ayında

(%8.39) tespit edilmiştir. Aylara göre değişim ise Kasım-Şubat ayları arasında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

$\Sigma\text{ÇDYA}$ değerleri karaciğerdeki toplam yağ asitlerinin ortalama %36.73'ünü oluşturmakta ve ΣTDYA değerlerinde olduğu gibi en yüksek miktara Aralık ayında (%41.30), en düşük değere ise Mart ayında (%32.50) rastlanmıştır. Ancak aylar arasındaki değişim Ekim ayından itibaren önemli bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Aralık ve Ocak aylarına ait değerler arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca $\Sigma\text{ÇDYA}/\Sigma\text{DYA}$ oranı Aralık ayında 1.12 ile en yüksek iken Kasım ayında ise 0.85'lik bir oranla en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir.

$\Sigma n3$ miktarı toplam karaciğer yağında ortalama %28.59'unu oluşturduğu bulunmuştur. Bu yağ asidi miktarları Aralık ayında en yüksek düzeyde (%32.14) iken, Mart ayında ise en düşük miktarda (%24.69) olduğu tespit edilmiştir. $\Sigma n6$ miktarındaki değişim $\Sigma n3$ değerlerindeki değişim ile paralellik göstermiş olup Aralık ayında en yüksek değerine (%6.20), Şubat ayında ise en düşük değerine (%4.39) rastlanmıştır. Ayrıca $\Sigma n6/\Sigma n3$ oranının da Ocak ve Mart ayında en yüksek (0.20), Şubat ayında ise en düşük (0.15) değerinde olduğu belirlenmiştir.

ω -3 yağ asitlerinden olan EPA miktarının karaciğerdeki toplam yağ asitlerinin ortalama %7.05'ini oluşturduğu tespit edilmiştir. EPA miktarlarındaki aylara göre değişim Ekim ile Kasım ayları arasında önemli ölçüde artmaya başlamış ($p<0.05$) ve Aralık ayında en yüksek değere (%8.24) ulaşmıştır. Daha sonra Mart ayında %5.87'lik bir değerle de en düşük seviyeye gerilemiştir. Kasım-Ocak ayları arasındaki değişimin önemli olmadığı fakat Ocak ayı ile Şubat ayı arasındaki EPA değerlerindeki düşüşün önemli olduğu belirlenmiştir. Bir diğer ω -3 yağ asidi üyesi olan DHA miktarı ise karaciğerdeki toplam yağ asitlerinin ortalama %19.93'ünü oluşturduğu tespit edilmiştir. DHA değerlerindeki artış EPA'daki değişimlerle paralellik göstermiş olup, EPA değerinde olduğu gibi Aralık ayında en yüksek düzeyde (%22.34), Mart ayında ise %16.71'lik değerle en düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca DHA değerleri aylar arasında doğrusal olmayan değişimler göstermiş ve bu değişimlerdeki istatistiki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu değerlerle ilişkili olarak DHA/EPA oranları Şubat ayında en yüksek oran (3.17) bulunmuşken, Kasım ve Aralık ayında ise en düşük oranı (2.71) tespit edilmiştir.

3.3. İstavritin Et, Karaciğer ve Gonad Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları

3.3.1. İstavrit Etinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları

İstavrit etine ait yağ asidi metil esterleri içerisindeki Σ DYA miktarları ortalama %35.56 olarak tespit edilmiştir. En düşük değer (%24.47) Ekim ayında bulunmuş iken bu aydan sonra artış göstererek Aralık ayından en yüksek değere (%42.76) ulaşmıştır. Bu artış esnasındaki önemli değişim Kasım ile Aralık ayları arasında başlamış ($p<0.05$) olup, daha sonra Şubat ayına kadar olan önemsiz olan bir değişim gözlenmiştir. Ancak Şubat ile Mart ayları arasında değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Σ TDYA değerinde Ocak ayına kadar önemli değişimler gözlenmiştir ($p<0.05$). Aralık ayında en düşük (%14.31) seviyeye inmiştir. En yüksek değere ise %18.36 olarak Ocak ayında rastlanmıştır. Bu aydan sonra istatistiki açıdan önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Σ ÇDYA miktarı Aralık ayında en yüksek (%39.04) düzeye ulaşmış bu aydan sonra önemli değişimler göstererek Mart ayında en düşük (%28.10) düzeye gerilemiştir ($p<0.05$). Σ ÇDYA/ Σ DYA oranı Ekim ayında en fazla değerde (1.40) iken, Şubat ayında ise en düşük değere (0.82) rastlanmıştır. Σ n3 miktarı Aralık ayında en yüksek (%27.37) olarak belirlenmiş, en düşük değere ise Mart ayında (%18.26) belirlenmiştir. Ayrıca Σ n6 miktarı da %10.53'lük bir değerle Ekim ayında en yüksek miktara ulaşmış ve bu aydan sonra istatistikî açıdan önemli bir azalma göstererek Mart ayında ise %7.44'lük değere gerilemiştir ($p<0.05$). Σ n6/ Σ n3 oranı yine Ekim ayında 0.49 oranı ile en yüksek değerde iken, Aralık ayında ise 0.32 ile en düşük oran bulunmuştur. İstavrit etine ait yağ asitleri metil esterleri değişimi Tablo 8'de verilmiştir.

EPA miktarı %2.65'lik değerle Mart ayında en düşük miktarda olduğu, %5.26'lük değerle de Aralık ayında en yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir. EPA miktarı Ekim ayından başlayarak Aralık ayına kadar önemli ölçüde artışa geçerek Aralık ayında en yüksek seviyeye ulaştığı gözlenmiştir ($p<0.05$). Bu aydan sonra ise EPA miktarlarında önemli derecede azalmalar belirlenmiştir ($p<0.05$). DHA miktarındaki değişim EPA miktarlarındaki değişimle benzer bir eğilim göstermiştir. Ancak DHA değerleri EPA değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. En düşük DHA miktarı Mart ayında (%13.45), en yüksek ise Aralık ayında (%18.47) olduğu tespit edilmiştir. DHA/EPA oranları Mart ayında en yüksek (5.08) bulunurken, Şubat ayında ise en düşük (3.34) tespit edilmiştir.

Tablo 8. İstavrit etinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g)

Yağ Asidi Cinsi	Aylar					
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
C4:0	2.07±0.18 ^a	2.15±0.11 ^a	3.36±0.07 ^b	3.15±0.13 ^b	2.32±0.03 ^a	2.03±0.06 ^a
C6:0	1.14±0.04 ^a	1.88±0.05 ^b	3.39±0.14 ^d	2.22±0.09 ^c	1.65±0.06 ^b	1.45±0.11 ^b
C10:0	3.02±0.13 ^b	2.48±0.17 ^a	3.46±0.18 ^c	4.25±0.07 ^d	3.18±0.07 ^b	3.09±0.05 ^b
C12:0	3.62±0.21 ^a	4.09±0.21 ^a	6.59±0.06 ^b	5.27±0.04 ^b	6.63±0.08 ^b	3.48±0.06 ^a
C14:0	2.23±0.16 ^a	2.09±0.03 ^a	2.64±0.09 ^a	2.98±0.08 ^b	3.07±0.04 ^b	3.05±0.08 ^b
C17:0	1.23±0.05 ^a	1.29±0.13 ^a	3.17±0.03 ^c	2.36±0.11 ^b	1.97±0.02 ^b	2.08±0.12 ^b
C18:0	2.36±0.09 ^a	2.46±0.04 ^a	4.41±0.05 ^c	4.16±0.21 ^c	3.24±0.03 ^b	3.62±0.17 ^b
C20:0	0.36±0.03 ^a	0.98±0.03 ^b	1.26±0.04 ^b	1.85±0.16 ^b	2.36±0.06 ^c	1.62±0.03 ^b
C21:0	0.96±0.07 ^a	1.36±0.02 ^a	1.22±0.06 ^a	1.66±0.11 ^a	1.55±0.11 ^a	1.37±0.08 ^a
C22:0	1.13±0.08 ^a	1.89±0.09 ^b	3.49±0.11 ^c	3.24±0.15 ^c	2.69±0.07 ^b	2.08±0.09 ^b
C23:0	2.87±0.11 ^a	3.46±0.07 ^a	4.13±0.14 ^b	3.22±0.06 ^a	5.18±0.13 ^b	3.49±0.04 ^a
C24:0	3.48±0.21 ^a	3.27±0.14 ^a	5.64±0.09 ^b	5.48±0.07 ^b	6.24±0.21 ^b	5.48±0.12 ^b
ΣDYA	24.47^a	27.40^a	42.76^c	39.84^c	40.08^c	32.84^b
C16:1	2.03±0.02 ^a	2.96±0.03 ^b	2.07±0.05 ^a	3.04±0.1 ^b	2.78±0.04 ^b	1.99±0.07 ^a
C17:1	1.13±0.04 ^a	1.34±0.08 ^a	2.02±0.09 ^b	2.89±0.15 ^c	2.22±0.08 ^b	2.36±0.12 ^b
C18:1n9trs	5.06±0.06 ^c	5.29±0.05 ^c	3.64±0.15 ^a	4.26±0.07 ^b	6.21±0.06 ^d	5.21±0.03 ^c
C18:1n9cis	2.69±0.05 ^a	2.95±0.12 ^b	3.22±0.10 ^b	4.26±0.04 ^d	2.44±0.09 ^a	3.48±0.06 ^c
C22:1 n9	4.29±0.07 ^c	3.33±0.18 ^b	2.24±0.08 ^a	3.26±0.22 ^b	4.06±0.13 ^c	4.26±0.22 ^c
C24:1	0.85±0.08 ^a	1.36±0.07 ^b	1.12±0.03 ^b	0.65±0.02 ^a	0.58±0.06 ^a	0.95±0.05 ^a
ΣTDYA	16.05^b	17.23^c	14.31^a	18.36^d	18.29^d	18.25^d
C18:2n6trs	3.69±0.11 ^c	2.04±0.04 ^b	1.54±0.03 ^a	2.05±0.14 ^b	2.61±0.03 ^b	1.38±0.02 ^a
C18:2n6cis	1.68±0.03 ^b	1.09±0.03 ^a	1.26±0.06 ^a	1.39±0.06 ^a	1.01±0.02 ^a	1.69±0.03 ^b
C18:3 n6	2.21±0.06 ^a	3.27±0.05 ^b	3.69±0.07 ^b	3.45±0.09 ^b	2.21±0.12 ^a	2.23±0.07 ^a
C20:3 n3	4.29±0.03 ^c	3.24±0.09 ^b	3.64±0.09 ^c	2.97±0.04 ^b	3.09±0.08 ^b	2.16±0.09 ^a
C20:3 n6cis	2.95±0.02 ^b	3.49±0.02 ^b	2.14±0.04 ^a	1.98±0.02 ^a	2.06±0.11 ^a	2.14±0.08 ^a
C20:5 n3	2.98±0.07 ^a	3.94±0.12 ^b	5.26±0.11 ^c	4.56±0.16 ^b	4.26±0.07 ^b	2.65±0.12 ^a
C22:2 cis	2.31±0.09 ^a	2.43±0.11 ^a	3.04±0.05 ^b	3.26±0.18 ^b	3.25±0.06 ^b	2.41±0.13 ^a
C22:6 n3	14.25±0.21 ^a	16.24±0.08 ^b	18.47±0.04 ^c	17.26±0.28 ^b	14.23±0.05 ^a	13.45±0.2 ^a
ΣÇDYA	34.36^c	35.74^c	39.04^d	36.92^c	32.72^b	28.10^a
ÇDYA/DYA	1.40	1.30	0.91	0.93	0.82	0.86
Σn6	10.53	9.89	8.63	8.87	7.89	7.44
Σn3	21.52	23.42	27.37	24.79	21.58	18.26
n6/n3	0.49	0.42	0.32	0.36	0.37	0.41
DHA/EPA	4.78	4.12	3.51	3.79	3.34	5.08
Belirlenemeyen	25.12	19.63	3.89	4.88	8.91	20.8

a. b. c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistikî farkı belirtir. (p<0.05). (± SD, n₂:3, n₃:2)

3.3.2. İstavrit Karaciğerinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları

İstavrit karaciğerine ait yağ asidi metil esterlerindeki ΣDYA karaciğerdeki toplam yağ asitlerinin ortalama olarak %36.89'unu oluşturduğu tespit edilmiştir. ΣDYA değerleri en düşük %29.46 ile Mart ayında, en yüksek ise %44.76 ile Ocak ayında olduğu belirlenmiştir. ΣDYA değerleri Ekim-Ocak ayları arasında istatistikî olarak önemli bir artış

göstermiştir ($p<0.05$). İstavrit karaciğerine ait yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. İstavrit karaciğerinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g)

Yağ Asidi Cinsi	Aylar					
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
C4:0	3.24±0.28 ^a	4.63±0.59 ^b	3.95±0.02 ^b	5.27±0.03 ^c	3.69±0.38 ^a	4.29±0.08 ^b
C6:0	0.49±0.23 ^a	0.58±0.08 ^a	0.62±0.03 ^a	0.98±0.06 ^c	0.75±0.03 ^b	0.57±0.02 ^a
C10:0	3.01±0.33 ^b	3.04±0.14 ^b	2.59±0.06 ^a	3.48±0.08 ^b	2.36±0.21 ^a	2.31±0.11 ^a
C12:0	2.05±0.07 ^d	2.12±0.03 ^d	1.62±0.02 ^c	1.69±0.01 ^c	0.94±0.13 ^b	0.43±0.06 ^a
C16:0	2.48±0.12 ^b	3.25±0.08 ^c	3.56±0.05 ^c	2.19±0.03 ^b	2.01±0.06 ^b	0.38±0.07 ^a
C17:0	1.59±0.07 ^a	1.87±0.02 ^a	3.15±0.07 ^c	2.85±0.02 ^b	2.68±0.07 ^b	1.97±0.12 ^a
C18:0	2.48±0.16 ^a	3.27±0.13 ^b	3.26±0.16 ^b	3.04±0.06 ^b	2.48±0.12 ^a	2.59±0.16 ^a
C20:0	1.56±0.07 ^a	2.47±0.04 ^b	2.97±0.12 ^b	3.38±0.13 ^c	4.29±0.21 ^d	2.31±0.11 ^b
C21:0	2.09±0.11 ^b	2.68±0.02 ^c	2.66±0.18 ^c	2.04±0.21 ^b	1.36±0.06 ^a	1.28±0.07 ^a
C22:0	3.21±0.04 ^c	2.35±0.08 ^b	3.21±0.21 ^c	3.36±0.14 ^c	2.59±0.09 ^b	2.07±0.04 ^a
C23:0	6.48±0.17 ^a	6.97±0.13 ^a	7.29±0.07 ^b	10.24±0.15 ^c	8.26±0.31 ^b	7.29±0.01 ^b
C24:0	3.46±0.02 ^a	4.98±0.06 ^b	5.24±0.14 ^b	6.24±0.17 ^c	5.28±0.23 ^b	3.97±0.02 ^a
ΣDYA	32.14^b	38.21^c	40.12^d	44.76^e	36.69^c	29.46^a
C14:1	0.36±0.07 ^a	0.28±0.03 ^a	0.57±0.05 ^b	0.98±0.04 ^c	0.68±0.03 ^b	0.29±0.04 ^a
C15:1	1.22±0.11 ^a	1.36±0.07 ^a	1.58±0.03 ^b	2.09±0.09 ^c	2.16±0.12 ^c	1.28±0.06 ^a
C16:1	2.08±0.14 ^a	2.55±0.05 ^a	3.28±0.17 ^a	3.69±0.06 ^c	2.22±0.17 ^a	2.33±0.08 ^a
C17:1	1.12±0.05 ^a	0.97±0.08 ^a	1.04±0.09 ^a	1.12±0.03 ^a	1.65±0.13 ^b	0.89±0.07 ^a
C18:1n9trs	1.89±0.03 ^b	1.56±0.11 ^b	1.09±0.06 ^a	1.67±0.02 ^b	2.34±0.05 ^c	1.46±0.09 ^b
C18:1n9cis	2.36±0.0 ^a	2.96±0.14 ^b	3.48±0.04 ^b	4.02±0.17 ^c	3.22±0.03 ^b	2.47±0.13 ^a
C20:1	1.22±0.02 ^a	1.36±0.07 ^a	1.55±0.07 ^a	1.69±0.12 ^a	1.15±0.06 ^a	1.22±0.09 ^a
C22:1 n9	0.36±0.05 ^a	0.54±0.04 ^a	0.69±0.09 ^a	1.01±0.06 ^b	1.11±0.02 ^b	0.98±0.03 ^b
C24:1	1.32±0.11 ^a	1.56±0.09 ^a	2.05±0.13 ^b	4.01±0.04 ^c	2.04±0.15 ^b	1.45±0.12 ^a
ΣTDYA	11.93^a	13.14^b	15.33^c	20.28^d	16.57^c	12.37^a
C18:2n6trs	1.25±0.08 ^b	1.68±0.06 ^b	2.22±0.13 ^c	1.36±0.05 ^b	1.20±0.02 ^b	0.57±0.04 ^a
C18:2n6cis	4.36±0.15 ^c	5.28±0.07 ^d	5.22±0.17 ^d	4.99±0.09 ^d	3.69±0.09 ^b	2.48±0.13 ^a
C18:3 n6	2.46±0.21 ^a	3.26±0.08 ^b	3.65±0.17 ^b	3.37±0.04 ^b	2.28±0.14 ^a	3.64±0.17 ^b
C20:2 cis	1.32±0.11 ^a	1.57±0.03 ^a	2.04±0.09 ^b	1.99±0.02 ^b	2.25±0.07 ^b	2.19±0.09 ^b
C20:3 n3	2.04±0.09 ^b	1.28±0.09 ^a	1.42±0.06 ^a	1.64±0.11 ^a	2.34±0.05 ^b	2.06±0.07 ^b
C20:3 n6cis	1.54±0.06 ^b	1.24±0.04 ^a	1.56±0.03 ^b	1.23±0.03 ^a	2.37±0.08 ^c	4.25±0.23 ^d
C20:5 n3	2.39±0.05 ^a	3.48±0.09 ^c	3.14±0.08 ^b	2.36±0.06 ^a	3.02±0.13 ^b	3.06±0.16 ^b
C22:2 cis	1.28±0.07 ^a	2.06±0.05 ^b	2.55±0.04 ^c	3.03±0.03 ^d	2.48±0.19 ^c	1.24±0.05 ^a
C22:6 n3	9.56±0.08 ^b	11.58±0.13 ^b	12.63±0.19 ^c	7.89±0.07 ^a	10.75±0.21 ^b	8.54±0.08 ^a
ΣÇDYA	26.20^a	31.43^b	34.43^c	27.86^a	30.38^b	28.03^a
ÇDYA/DYA	0.82	0.82	0.86	0.62	0.83	0.95
Σn6	9.61	11.46	12.65	10.95	9.54	10.94
Σn3	13.99	16.34	17.19	11.89	16.11	13.66
Σn6/n3	0.69	0.70	0.74	0.92	0.59	0.80
DHA/EPA	4.00	3.33	4.02	3.34	3.56	2.79
Belirlenemeyen	29.73	17.22	10.12	7.10	16.36	30.14

a. b. c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkı belirtir. ($p<0.05$). (\pm SD; $n_k:3$, $n_3:2$)

Buna bağılı olarak palmitik asit değeri de Aralık ayında en yüksek seviyeye (%3.56) ulaşmıştır. Stearik asit değeri ise artışın ise en fazla Kasım ayında olduğu tespit edilmiştir. Palmitik asit ve stearik asit değerleri aylar arasında değişimler göstermiş ve bu değişimler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Σ TDYA değeri toplam yağ asitlerinin ortalama %14.93'n oluşturduğu tespit edilmiştir. Σ TDYA ile Σ DYA değerleri tüm aylar boyunca önemli değişimler göstermiştir ($p<0.05$). Ayrıca Σ TDYA değerlerinin Σ DYA değerlerinden daha düşük miktarlarda olduğu gözlenmiştir.

Σ ÇDYA miktarları Σ DYA ve Σ TDYA değerlerine benzer şekilde değişim göstermiştir. Ayrıca tüm aylar boyunca önemli değişimler göstermiştir ($p<0.05$). Buna bağılı olarak en düşük değeri (%26.20) Ekim ayında, en yüksek değer ise %34.43 lk değerle Aralık ayında belirlenmiştir.

Yukarıdaki değerlere bağılı olarak en düşük ve en yüksek Σ ÇDYA/ Σ DYA oranı sırasıyla Ocak (0.62) ve Mart (0.95) aylarında tespit edilmiştir. Σ n3 miktarı toplam karaciğer yağının ortalama %14.86'sını oluştururken, Aralık ayında en yüksek değeri (%17.19) belirlenmiş, en düşük değere ise Ocak ayında (%11.89) rastlanmiştir. Σ n6 miktarı ise istavrit karaciğer yağının ortalama %10.85'ini oluşturduğu tespit edilmiş olup, bu değer Aralık ayında en yüksek (%12.65), şubat ayında ise en düşük (%9.54) olarak gözlemlenmiştir. Bununla ilişkili olarak Σ n6/ Σ n3 oranı Ocak ayında en yüksek (0.92) olurken, şubat ayında ise en düşük (0.59) olarak belirlenmiştir.

EPA miktarı %2.36'lık değerle Ocak ayında en düşük miktarda, %3.48'lik değerle de Kasım ayında en yüksek miktarda olduğu tespit edilmiş olup, aylar arasında önemli varyasyonlar göstermiştir ($p<0.05$). DHA miktarı ise Ocak ayında en düşük (%7.89), Aralık ayında ise en yüksek (%12.63) değeri gözlemlenmiştir. DHA miktarları da aylar arasında önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). DHA/EPA oranları Aralık ayında en yüksek değer (4.02) bulunurken, Mart ayında en düşük değer (2.79) tespit edilmiştir.

3.3.3. İstavrit Gonadının Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları

İstavrit gonadında tespit edilen Σ DYA miktarı toplam gonad yağının ortalama % 24.06'sını oluşturmaktadır. Et ve karaciğer Σ DYA değerlerinde Ekim ayından itibaren

artış ve sonra azalış görülürken, gonad Σ DYA değerlerinde tersine bir durum gözlenmiştir. Bu değerlerde Kasım ayından itibaren önemli ölçüde düşme tespit edilirken, Ocak ayından sonra tekrar yükselmiştir ($p<0.05$). En yüksek miktarı Mart ayında %25.21 olarak görülmesine karşın en düşük değer %22.76 ile Ocak ayında tespit edilmiştir. Palmitik asit değeri Ekim ayında en düşük (%1.99) değerinde tespit edilmişken, Σ DYA değerlerinin en düşük olduğu Ocak ayında ise en yüksek (%3.46) değere ulaşmıştır. Ekim ayındaki değerler ile Ocak ayındaki değerler arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca stearik asit miktarı Kasım ayında %3.14 değerle en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Ancak Kasım ayı dışındaki aylarda istatistiki olarak önemli bir fark görülmemiştir. İstavrit gonadına ait yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi Tablo 10'da verilmiştir.

Σ TDYA değeri toplam yağ asitlerinin ortalama % 12.85'ini oluşturmuştur. Aralık ayında en yüksek değer %15.48 bulunurken, Ekim ayında ise en düşük değer %10.31 olarak tespit edilmiştir. Σ TDYA değeri Ekim ayından başlayarak önemli derecede artarak Aralık ayında en yüksek değere ulaşmıştır ($p<0.05$). Aralık ayından sonra Σ DYA ile ters orantılı olarak değişim göstererek Mart ayında %11.13'lük seviyeye kadar gerilemiştir.

Σ ÇDYA miktarları toplam gonad yağ asitlerinin ortalama %40.25'ini oluşturmasının yanında, Şubat ayında en yüksek miktarda (%44.83) olduğu tespit edilmiştir. Bu verilere paralel olarak Σ ÇDYA/ Σ DYA oranı Ocak ayında en yüksek oranda (1.87), Mart ayında ise en düşük oranda (1.49) olduğu belirlenmiştir. Σ n3 miktarı gonaddaki yağ asitlerinin ortalama %29.27'sini oluşturmaktadır. Bu miktar Şubat ayında en yüksek değerde (%32.71), Ekim ayında ise en düşük değerde (%27.33) tespit edilmiştir. Σ n6 miktarı ise Ocak ayında en yüksek seviyede olduğu bulunmuşken (%8.42), Kasım ayında da en düşük (%5.46) seviyede olduğu belirlenmiştir. Σ n6/ Σ n3 oranı ise, Aralık ve Ocak aylarında en yüksek değerde (0.28), Kasım ayında ise en düşük değer (0.20) bulunmuştur.

EPA miktarı toplam gonad yağ asitlerinin ortalama %11.24'ünü oluşturduğu tespit edilmiştir. En yüksek EPA değeri Şubat ayında (%13.54), en düşük EPA değeri ise %9.28'lik değerle de Mart ayında bulunmuştur. Sadece Ocak ve Şubat aylarının değerleri ile diğer aylar arasındaki EPA değerleri arasında istatistikî fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). DHA miktarı ise toplam gonad yağ asitlerinin içerisinde ortalama %15.83'lük bir miktara sahip olmuştur. Kasım ayında %14.65 ile en düşük değer, Şubat ayında ise %17.13 ile en yüksek değer bulunmuştur. DHA miktarında Ekim-Mart ayları arasında düzenli

olmayan önemli değişimler görülmüştür ($p<0.05$). DHA/EPA oranları Mart ayında en yüksek değer (1.75), Ocak ayında ise en düşük değer (1.23) bulunmuştur.

Tablo 10. İstavrit gonadının yağ asidi metil esterlerin aylara göre değişimi (g/100g)

Yağ Asidi Cinsi	Aylar					
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
C4:0	6.45±0.23 ^a	5.04±0.03 ^a	5.32±0.14 ^a	4.97±0.24 ^a	5.86±0.41 ^a	5.23±0.26 ^a
C6:0	0.86±0.03 ^c	0.47±0.06 ^b	0.38±0.04 ^b	0.55±0.03 ^b	0.45±0.09 ^b	0.15±0.02 ^a
C10:0	1.14±0.08 ^a	1.13±0.08 ^a	1.25±0.02 ^a	1.46±0.12 ^a	1.34±0.13 ^a	1.62±0.08 ^a
C12:0	2.68±0.13 ^a	2.87±0.04 ^a	2.16±0.08 ^a	2.07±0.08 ^a	2.47±0.09 ^a	3.04±0.16 ^a
C14:0	1.23±0.05 ^b	1.22±0.09 ^b	1.41±0.06 ^c	1.19±0.06 ^b	1.42±0.17 ^c	1.04±0.18 ^a
C16:0	1.99±0.07 ^a	2.87±0.02 ^b	3.24±0.04 ^c	3.46±0.08 ^c	3.08±0.16 ^b	3.25±0.26 ^c
C18:0	2.11±0.04 ^a	3.14±0.01 ^b	2.45±0.09 ^a	2.14±0.07 ^a	2.07±0.22 ^a	2.52±0.07 ^a
C20:0	1.78±0.02 ^a	2.02±0.08 ^b	1.47±0.05 ^a	1.54±0.06 ^a	1.35±0.17 ^a	2.54±0.08 ^b
C22:0	4.39±0.08 ^a	4.08±0.05 ^a	3.49±0.02 ^a	3.29±0.09 ^a	4.27±0.31 ^a	3.69±0.14 ^a
C23:0	0.97±0.06 ^a	1.23±0.02 ^a	1.11±0.11 ^a	1.35±0.11 ^a	1.58±0.05 ^a	1.15±0.09 ^a
C24:0	0.54±0.03 ^a	0.49±0.01 ^a	0.64±0.02 ^a	0.74±0.23 ^b	0.89±0.07 ^b	0.98±0.04 ^b
ΣDYA	24.14^b	24.56^b	22.92^a	22.76^a	24.78^b	25.21^b
C16:1	1.23±0.07 ^b	0.98±0.02 ^b	1.28±0.05 ^b	1.11±0.16 ^b	0.87±0.08 ^b	0.53±0.08 ^a
C18:1n9trs	5.26±0.17 ^a	7.14±0.06 ^c	8.64±0.18 ^d	6.98±0.24 ^c	6.46±0.26 ^b	5.91±0.04 ^b
C20:1	2.03±0.09 ^a	2.26±0.08 ^a	2.74±0.07 ^b	3.05±0.12 ^b	2.87±0.18 ^b	2.09±0.02 ^a
C22:1 n9	1.25±0.11 ^a	1.68±0.09 ^a	2.07±0.04 ^b	2.45±0.16 ^b	2.16±0.08 ^b	2.08±0.06 ^b
C24:1	0.54±0.05 ^a	0.69±0.02 ^a	0.75±0.08 ^a	0.65±0.08 ^a	0.87±0.03 ^a	0.52±0.07 ^a
ΣTDYA	10.31^a	12.75^b	15.48^c	14.24^c	13.23^b	11.13^a
C18:2n6trs	4.04±0.12 ^a	3.24±0.23 ^a	4.56±0.32 ^a	4.49±0.06 ^a	4.15±0.14 ^a	3.77±0.04 ^a
C18:2n6cis	1.46±0.07 ^a	1.38±0.15 ^a	2.48±0.06 ^c	2.94±0.07 ^c	2.56±0.12 ^c	1.98±0.08 ^b
C18:3 n6	0.36±0.08 ^b	0.42±0.02 ^b	0.57±0.04 ^b	0.45±0.08 ^b	0.37±0.03 ^b	0.15±0.09 ^a
C20:2 cis	1.34±0.03 ^a	1.24±0.08 ^a	1.73±0.02 ^b	1.87±0.05 ^b	1.65±0.18 ^b	1.49±0.02 ^a
C20:3 n3	1.87±0.02 ^a	1.84±0.13 ^a	2.34±0.11 ^b	2.39±0.0 ^b	2.04±0.21 ^a	2.67±0.14 ^b
C20:3 n6cis	0.58±0.01 ^a	0.42±0.09 ^a	0.64±0.02 ^a	0.54±0.02 ^a	0.34±0.05 ^a	0.29±0.16 ^a
C20:5 n3	10.23±0.33 ^a	11.25±0.22 ^a	10.69±0.22 ^a	12.45±0.33 ^b	13.54±0.43 ^b	9.28±0.06 ^a
C22:2 cis	2.56±0.07 ^b	2.36±0.13 ^b	2.62±0.06 ^b	2.06±0.15 ^a	3.05±0.14 ^b	1.77±0.05 ^a
C22:6 n3	15.23±0.13 ^a	14.65±0.26 ^a	16.50±0.03 ^b	15.27±0.2 ^a	17.13±0.18 ^b	16.25±0.34 ^b
ΣÇDYA	37.67^a	36.8^a	42.13^b	42.46^b	44.83^b	37.65^a
ÇDYA/DYA	1.56	1.50	1.84	1.87	1.81	1.49
Σn6	6.44	5.46	8.25	8.42	7.42	6.19
Σn3	27.33	27.74	29.53	30.11	32.71	28.20
Σn6/n3	0.24	0.20	0.28	0.28	0.23	0.22
DHA/EPA	1.49	1.30	1.54	1.23	1.27	1.75
Belirlenemeyen	27.88	25.89	19.47	20.54	17.16	26.01

a. b. c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkı belirtir. ($p<0.05$). (\pm SD; $n_g:3$, $n_3:2$)

3.4. Mezgitin Et, Karaciğer ve Gonad Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları

3.4.1. Mezgiti Etinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları

Mezgit etindeki metil esterlerindeki Σ DYA oranı etteki toplam yağ asitlerinin ortalama olarak %36.71'ini oluşturmaktadır. Mezgiti etindeki Σ DYA miktarı hamsi ve istavrit etindeki gibi Ekim ayından Ocak ayına kadar önemli bir artış göstermiş, bu aydan sonra azalmaya başlamıştır ($p<0.05$). En düşük değere Ekim ayında (%29.82) rastlanırken, en yüksek değer (%42.06) Ocak ayında tespit edilmiştir. Ocak ayından sonra önemli bir azalma göstererek Mart ayında %31.56'lık bir değere ($p<0.05$) düşmüştür.

Palmitik asit değeri Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla, %3.49 ve %4.21 değerlerine ulaşmış ve tüm aylar boyunca önemli varyasyonlar göstermiştir ($p<0.05$). Stearik asit değerleri ise Aralık ayında %1.29 ile en düşük değerde iken Mart ayında en yüksek (%2.36) değere ulaşmıştır. Stearik asit değerlerinde Ocak ayından sonraki aylarda önemli değişim görülmemiştir. Σ TDYA miktarı etteki toplam yağ asitlerinin ortalama % 15.01'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Mezgiti etine ait yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi Tablo 11'de verilmiştir.

Σ TDYA miktarı ile Σ DYA miktarı arasında ters orantılı bir artış belirlenmiştir. Σ DYA'nın en düşük olduğu Ekim ve Mart aylarında Σ TDYA değerleri sırasıyla, %16.77 ve %17.10 ile en yüksek değerlere rastlanmıştır. Aralık ayında ise en düşük miktar (%12.10) tespit edilmiştir. Σ TDYA değerlerinde Ekim ayından Şubat ayına kadar önemli bir azalma görülmüş, ancak Mart ayında tekrar artış göstererek en yüksek değerine ulaşmıştır ($p<0.05$). Σ ÇDYA miktarı ise Σ TDYA değerinin en düşük olduğu Aralık ayında en yüksek değerde (%36.78), Ekim ayında ise en düşük değerde (%28.80) olduğu tespit edilmiştir. Bunlara paralel olarak Σ ÇDYA/ Σ DYA oranı Ekim ve Mart aylarında sırasıyla, 0.97 ve 0.95'lik oran ile en yüksek olarak bulunmuş, Ocak ayında ise 0.78'lik oranla en düşük olarak belirlenmiştir.

Σ n3 miktarı etteki toplam yağ asitlerinin ortalama %22.35'ini oluşturmuştur. Aralık ayında en yüksek (%25.54), Ekim ayında ise en düşük (%20.13) seviyede olduğu tespit edilmiştir. Σ n6 yağ asidinde ise en yüksek olduğu değer Kasım ayında (%8.21) görülmüş olup diğer aylar arasında önemli varyasyonlar gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Bununla

ilişkili olarak $\Sigma n6/\Sigma n3$ oranı Kasım ayında en yüksek orana (0.37) sahip iken, Şubat ayında ise en düşük oranda (0.25) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 11. Mezgit etinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g)

Yağ Asidi Cinsi	Aylar					
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
C4:0	2.40±0.05 ^a	3.39±0.02 ^b	4.58±0.01 ^c	5.24±0.04 ^d	4.28±0.12 ^c	2.85±0.04 ^a
C6:0	0.85±0.03 ^a	2.42±0.06 ^b	1.98±0.02 ^b	1.67±0.06 ^b	1.89±0.08 ^b	1.85±0.02 ^b
C10:0	0.46±0.02 ^a	0.58±0.14 ^a	0.96±0.01 ^a	1.02±0.07 ^a	0.82±0.04 ^a	0.67±0.01 ^a
C11:0	2.09±0.13 ^a	2.36±0.11 ^a	2.48±0.17 ^a	2.36±0.23 ^a	2.27±0.22 ^a	2.07±0.06 ^a
C12:0	3.68±0.06 ^b	3.98±0.22 ^b	5.45±0.19 ^c	5.86±0.08 ^c	2.49±0.12 ^a	2.63±0.14 ^a
C13:0	1.24±0.01 ^a	1.65±0.01 ^a	1.34±0.09 ^a	1.69±0.11 ^a	2.04±0.21 ^a	1.36±0.08 ^a
C14:0	0.94±0.05 ^b	1.48±0.21 ^b	1.56±0.14 ^b	1.23±0.07 ^b	1.02±0.08 ^b	0.61±0.01 ^a
C15:0	2.08±0.09 ^a	2.56±0.12 ^a	2.48±0.15 ^a	3.57±0.16 ^b	3.24±0.02 ^b	2.69±0.12 ^a
C16:0	1.39±0.02 ^a	2.87±0.06 ^b	3.36±0.16 ^c	3.49±0.17 ^c	4.21±0.26 ^d	3.48±0.09 ^c
C17:0	1.87±0.03 ^b	2.04±0.02 ^c	1.68±0.07 ^b	1.04±0.01 ^b	1.25±0.02 ^b	0.64±0.01 ^a
C18:0	1.98±0.04 ^c	1.62±0.06 ^b	1.29±0.05 ^a	1.58±0.03 ^b	2.04±0.08 ^c	2.36±0.03 ^c
C20:0	3.21±0.09 ^b	3.45±0.04 ^b	2.01±0.06 ^a	3.27±0.02	2.39±0.14 ^a	2.31±0.06 ^a
C21:0	1.46±0.16 ^a	2.98±0.19 ^c	3.02±0.16 ^c	3.34±0.0 ^c	4.04±0.11 ^c	2.59±0.18 ^b
C22:0	1.45±0.04 ^a	1.68±0.08 ^a	1.54±0.10 ^a	1.23±0.06 ^a	0.98±0.08 ^a	1.02±0.01 ^a
C23:0	2.63±0.03 ^b	2.68±0.04 ^b	3.21±0.11 ^c	3.39±0.13 ^c	3.63±0.12 ^c	2.12±0.08 ^a
C24:0	2.09±0.02 ^a	2.35±0.09 ^a	2.97±0.06 ^a	2.08±0.05 ^a	2.26±0.06 ^a	2.31±0.09 ^a
ΣDYA	29.82^a	38.09^b	39.91^b	42.06^c	38.85^b	31.56^a
C14:1	0.43±0.05 ^b	0.19±0.01 ^a	0.28±0.01 ^b	0.34±0.02 ^b	0.56±0.03 ^b	0.23±0.01 ^a
C16:1	1.74±0.02 ^b	1.98±0.05 ^b	2.11±0.10 ^b	1.67±0.06 ^b	1.26±0.07 ^a	1.33±0.09 ^a
C17:1	0.32±0.01 ^a	0.62±0.01 ^a	0.49±0.01 ^a	0.55±0.04 ^a	0.69±0.03 ^a	0.98±0.02 ^b
C18:1n9trs	2.53±0.03 ^a	3.26±0.08 ^b	2.48±0.01 ^a	4.26±0.09 ^c	3.24±0.04 ^b	3.03±0.02 ^b
C18:1n9cis	9.71±0.11 ^c	7.26±0.13 ^b	4.26±0.11 ^a	5.69±0.16 ^a	4.62±0.14 ^a	8.99±0.12 ^c
C24:1	2.04±0.04 ^a	2.14±0.01 ^a	2.48±0.04 ^a	3.02±0.02 ^a	2.75±0.03 ^a	2.54±0.02 ^a
ΣTDYA	16.77^c	15.45^b	12.10^a	15.53^b	13.12^a	17.10^c
C18:2n6trs	2.34±0.02 ^b	2.68±0.03 ^b	1.67±0.05 ^a	1.25±0.04 ^a	1.02±0.02 ^a	0.78±0.01 ^a
C18:2n6cis	2.01±0.06 ^a	2.48±0.06 ^a	3.07±0.09	3.36±0.11 ^b	2.61±0.04 ^a	3.68±0.07 ^b
C18:3 n3	2.09±0.04 ^b	2.98±0.05 ^c	3.24±0.08 ^c	2.32±0.04 ^b	1.25±0.02 ^a	1.21±0.01 ^a
C20:4 n6	2.25±0.02 ^a	3.04±0.02 ^b	3.24±0.03 ^b	2.18±0.02 ^a	2.08±0.04 ^a	1.92±0.01 ^a
C20:5 n3	3.78±0.09 ^a	5.21±0.04 ^b	6.06±0.06 ^c	4.29±0.07 ^a	4.97±0.08 ^b	5.01±0.09 ^b
C22:2 cis	2.07±0.06 ^a	2.17±0.02 ^a	3.26±0.06 ^c	3.21±0.07 ^c	2.45±0.02 ^a	2.79±0.03 ^b
C22:6 n3	14.26±0.16 ^a	14.21±0.18 ^a	16.24±0.14 ^b	16.08±0.22 ^b	16.48±0.21 ^b	14.47±0.19 ^a
ΣÇDYA	28.80^a	32.77^b	36.78^b	32.69^c	30.86^a	29.86^a
ÇDYA/DYA	0.97	0.86	0.92	0.78	0.79	0.95
Σn6	6.62	8.21	7.98	6.79	5.71	6.38
Σn3	20.13	22.4	25.54	22.69	22.7	20.69
Σn6/n3	0.33	0.37	0.31	0.30	0.25	0.31
DHA/EPA	3.77	2.73	2.68	3.75	3.32	2.89
Belirlenemeyen	24.61	13.69	11.21	9.72	17.17	21.48

a. b. c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkı belirtir. (p<0.05). (± SD; n₂:3, n₃:2)

EPA miktarının etteki toplam yağ asitlerinin ortalama %4.88'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Aralık ayında en yüksek miktarda (%6.06), Ekim ayında ise en düşük miktarda (%3.78) olduğu tespit edilmiştir. EPA değerlerinde Kasım-Ocak ayları arasında önemli değişim görülürken ($p<0.05$), Şubat ve Mart aylarındaki değişim istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

DHA miktarı etteki toplam yağ asitlerinin %15.29'unu oluşturmaktadır. Kasım ayında %14.21 ile en düşük değer, Şubat ayında ise %16.48 ile en yüksek değer bulunmuştur. DHA miktarındaki aylara göre artış Kasım ile Aralık aylarında önemli olmuştur ($p<0.05$). Bu artış istatistiki açıdan önemsiz bir şekilde Şubat ayına kadar devam etmiş ve sonra önemli bir şekilde düşme göstermiştir ($p<0.05$). Bu değerlere bağlı olarak hesaplanan DHA/EPA oranları Ekim ayında en yüksek (3.77) bulunmuşken, Aralık ayında ise en düşük (2.68) olarak tespit edilmiştir.

3.4.2. Mezgıt Karaciğerinin Yağ Asidi Metil Esterleri Bulguları

Mezgıt karaciğerine ait yağ asidi metil esterlerindeki Σ DYA miktarı karaciğerdeki toplam yağ asitlerinin ortalama olarak %46.25'ini oluşturmaktadır. Σ DYA miktarının en düşük değerine (%37.21) Ekim ayında rastlanılmıştır. Bu aydan itibaren Şubat ayına kadar artış göstererek en yüksek değerine (%52.92) ulaşmıştır. Şubat ayından sonra ise yine düşüşe rastlanmıştır. Σ DYA değerlerinin en düşük olduğu Ekim ve en yüksek olduğu Şubat ayları ile diğer aylar arasındaki istatistiki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Palmitik asit değeri Ekim ve Kasım aylarında sırasıyla, %6.66 ve %8.24 olarak tespit edilmiştir. En yüksek olduğu Kasım ayı ile diğer aylardaki miktarlarında önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.05$). Stearik asidin en yüksek değeri ise Ocak ayında %5.67 olarak tespit edilmiş olup, Ocak ayı ile diğer aylar arasındaki istatistikî farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Mezgıt karaciğerindeki yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi Tablo 12'de verilmiştir.

Σ TDYA miktarı karaciğerdeki toplam yağ asitlerinin ortalama %12.01'ini oluşturduğu tespit edilmiştir. Mart ayında %8.47'lik değerle en düşük miktarda, Ocak ayında ise %15.87'lik bir değerle en yüksek olduğu belirlenmiştir. Σ DYA değerinin en yüksek olduğu Şubat ayında Σ TDYA miktarı %10.60 olarak tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerinin Ocak-Mart ayı arasında önemli değişim gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$).

Tablo 12. Mezgit karaciğerinin yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g)

Aylar						
Yağ Asidi Cinsi	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
C4:0	15.26±0.12 ^a	16.68±0.14 ^a	15.26±0.11 ^a	13.45±0.09 ^a	16.27±0.18 ^a	16.45±0.08 ^a
C6:0	0.65±0.02 ^a	0.46±0.03 ^a	0.48±0.03 ^a	0.71±0.02 ^a	0.49±0.11 ^a	0.88±0.04 ^a
C8:0	0.46±0.04 ^a	1.02±0.03 ^b	0.96±0.02 ^b	0.78±0.01 ^a	0.67±0.06 ^a	0.62±0.02 ^a
C11:0	0.12±0.02 ^a	0.16±0.03 ^a	0.15±0.04 ^a	0.21±0.05 ^a	0.98±0.12 ^b	1.23±0.01 ^b
C12:0	0.24±0.03 ^a	0.36±0.08 ^a	0.32±0.04 ^a	0.92±0.06 ^b	0.13±0.02 ^a	0.15±0.04 ^a
C13:0	0.19±0.01 ^a	0.21±0.08 ^a	0.26±0.03 ^a	0.28±0.02 ^a	0.36±0.03 ^a	0.27±0.01 ^a
C14:0	0.55±0.03 ^a	0.47±0.01 ^a	0.65±0.04 ^a	0.74±0.05 ^a	0.85±0.03 ^a	0.42±0.08 ^a
C15:0	2.31±0.03 ^a	3.33±0.05 ^b	4.58±0.08 ^c	4.59±0.11 ^c	6.78±0.16 ^c	5.36±0.14 ^d
C16:0	6.66±0.11 ^c	8.24±0.08 ^d	4.67±0.09 ^a	3.29±0.03 ^a	5.22±0.07 ^b	4.46±0.02 ^a
C17:0	2.06±0.06 ^a	3.26±0.07 ^b	2.58±0.05 ^a	4.89±0.02 ^c	7.24±0.09 ^c	6.45±0.09 ^d
C18:0	3.21±0.05 ^a	3.56±0.02 ^a	4.87±0.15 ^a	5.67±0.09 ^b	4.21±0.02 ^a	4.01±0.04 ^a
C20:0	1.25±0.03 ^a	2.58±0.07 ^b	2.54±0.18 ^b	4.87±0.16 ^d	3.29±0.04 ^c	3.02±0.06 ^c
C21:0	3.01±0.02 ^c	3.27±0.03 ^c	5.24±0.13 ^c	4.26±0.11 ^d	2.56±0.05 ^b	1.36±0.08 ^a
C24:0	1.24±0.11 ^a	2.36±0.16 ^b	2.89±0.09 ^b	4.26±0.08 ^c	3.87±0.05 ^c	2.41±0.04 ^b
ΣDYA	37.21^a	45.96^b	45.45^b	48.92^b	52.92^c	47.09^b
C14:1	0.56±0.07 ^a	0.74±0.11 ^a	0.84±0.06 ^a	0.62±0.04 ^a	0.65±0.07 ^a	0.42±0.05 ^a
C15:1	1.01±0.05 ^c	0.98±0.09 ^c	0.47±0.04 ^b	0.13±0.02 ^a	0.29±0.03 ^a	0.24±0.07 ^a
C16:1	2.92±0.06 ^a	2.65±0.04 ^a	3.84±0.03 ^b	5.26±0.16 ^c	2.87±0.02 ^a	2.65±0.10 ^a
C18:1n9trs	3.24±0.13 ^c	2.65±0.03 ^b	4.98±0.04 ^d	4.36±0.24 ^d	2.89±0.06 ^b	1.49±0.08 ^a
C18:1n9cis	2.56±0.11 ^a	3.24±0.02 ^b	4.56±0.17 ^c	5.24±0.03 ^d	3.78±0.08 ^b	3.56±0.09 ^b
C24:1	0.64±0.03 ^c	0.78±0.03 ^c	0.48±0.11 ^b	0.26±0.02 ^a	0.12±0.07 ^a	0.11±0.02 ^a
ΣTDYA	10.93^b	11.04^b	15.17^c	15.87^c	10.60^b	8.47^a
C18:2n6trs	3.68±0.21 ^a	4.59±0.19 ^b	5.27±0.05 ^b	5.68±0.08 ^b	3.14±0.16 ^a	3.19±0.02 ^a
C18:2n6cis	2.95±0.08 ^c	3.05±0.14 ^c	3.17±0.03 ^c	2.54±0.06 ^b	2.42±0.17 ^b	1.75±0.03 ^a
C18:3 n6	2.47±0.0 ^b	3.24±0.05 ^c	2.26±0.04 ^b	1.98±0.04 ^b	1.18±0.03 ^a	1.26±0.07 ^a
C20:2 cis	0.54±0.01 ^b	0.59±0.07 ^b	0.89±0.08 ^c	0.73±0.06 ^c	0.35±0.04 ^a	0.32±0.06 ^a
C20:3 n6cis	3.67±0.03 ^b	4.69±0.06 ^c	5.68±0.11 ^d	4.89±0.07 ^c	4.24±0.08 ^c	2.27±0.04 ^a
C20:5 n3	0.46±0.07 ^a	0.58±0.04 ^a	0.67±0.03 ^b	0.98±0.06 ^c	0.67±0.04 ^b	0.86±0.05 ^c
C22:2 cis	1.13±0.09 ^a	1.43±0.11 ^a	1.48±0.04 ^a	2.26±0.05 ^b	1.24±0.02 ^a	2.69±0.03 ^b
C22:6 n3	3.64±0.15 ^b	4.24±0.23 ^c	4.47±0.12 ^c	3.57±0.11 ^b	3.48±0.03 ^b	2.36±0.02 ^a
ΣÇDYA	18.54^b	22.41^c	23.89^c	22.63^c	16.72^b	14.7^a
ÇDYA/DYA	0.50	0.49	0.53	0.46	0.32	0.31
Σn6	12.77	15.57	16.38	15.09	10.98	8.47
Σn3	4.10	4.82	5.14	4.55	4.15	3.22
n6/n3	3.11	3.23	3.19	3.32	2.65	2.63
DHA/EPA	7.91	7.31	6.67	3.64	5.19	2.74
Belirlenmeyen	33.32	20.59	15.49	12.58	19.76	29.74

a. b. c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkı belirtir. (p<0.05). (± SD; n_k:3, n₃:2)

ΣÇDYA miktarlarının karaciğerdeki toplam yağ asitlerinin ortalama %19.81'sini oluşturduğu ve ΣTDYA değerlerinin yükselmeye başladığı Aralık ayında ΣÇDYA değeri de artarak maksimum değere (%23.89) ulaştığı tespit edilmiştir. Ocak ayından sonra önemli bir azalma göstererek en düşük %14.70'lik bir değere inmiştir (p<0.05). ΣÇDYA/ΣDYA oranı Aralık ayında en yüksek (0.53), Mart ayında ise en düşük (0.31)

olduğu belirlenmiştir. Mezgitin karaciğerindeki EPA miktarı ise en yüksek Ocak ayında (%0.98), en düşük ise Ekim ayında (%0.46) bulunmuştur. Ekim ayı ile Mart ayı değerlerindeki istatistiki farkın önemli olduğu belirlenmiştir. DHA değerleri ise en yüksek Aralık ayında (%4.47), en düşük ise Mart ayında (%2.36) olduğu tespit edilmiştir. $\Sigma n3$ ise miktarı ise karaciğerdeki toplam yağ asitlerinin ortalama %4.33'ünü oluşturduğu bulunmuştur. Bu yağ asidi miktarları Aralık ayında en yüksek değere (%5.14) ulaşmış iken Mart ayında ise en düşük değerde (%3.22) olduğu tespit edilmiştir.

3.4.3. Mezgit Gonadının Yağ Asidi Metil Esterleri

Mezgit gonadında tespit edilen Σ DYA miktarı toplam gonad yağ asitlerinin ortalama %31.16'sını oluşturmaktadır. Bu miktar Kasım ayında en yüksek (%35.41) olarak bulunmuş olup, Şubat ayında ise en düşük (%29.25) olduğu tespit edilmiştir. Σ DYA değerlerinin aylara göre değişiminde sadece Aralık ve Ocak aylarının verileriyle diğer aylar arasında önemli bir farklılık gözlenmiştir ($p < 0.05$). Palmitik asit değeri Kasım ayında en yüksek (%3.75), Ekim ayında ise en düşük (%2.97) değerde olduğu tespit edilmiştir. Palmitik asit değerlerinin aylara göre değişimi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Stearik asit değerleri ise Kasım ayında %3.49'luk bir değerle en yüksek seviyeye ulaşmış olup, Kasım ayından sonra istatistiki olarak önemli olmayan azalma göstererek devam etmiş, Şubat ayında en düşük (%1.69) değere rastlanmıştır. Mezgit gonadına ait yağ asidi metil esterlerinin aylık değişimi Tablo 13'te verilmiştir.

Σ TDYA değeri toplam yağ asitlerinin ortalama %11.44'ünü oluşturduğu tespit edilmiştir. Aralık ayında en yüksek değeri (%16.52), Şubat ayında ise en düşük değeri (%9.14) belirlenmiştir. Σ TDYA miktarlarında ki artış Ekim-Aralık ayları arasında önemli olurken ($p < 0.05$), daha sonra ise önemsiz bir değişim göstermiştir. Σ ÇDYA değerleri ise toplam gonad yağ asitlerinin ortalama %35.59'ini oluşturmaktadır. Σ TDYA değerleri ile benzer bir değişim göstererek Aralık ayında en yüksek değere (%41.47) ulaştığı ve bu aydan sonra azalarak Mart ayında ise %29.10'luk bir değere düştüğü tespit edilmiştir. En düşük değere ise Ekim ayında (%28.10) rastlanmıştır. Σ ÇDYA değerleri aylara göre önemli olan bir değişim göstermiştir ($p < 0.05$).

Σ ÇDYA/ Σ DYA oranı Ocak ayında en yüksek (1.33) ve Ekim ayında ise en düşük (0.81) olarak bulunmuştur.

Tablo 13. Mezgıt gonadının yağ asidi metil esterlerinin aylara göre değişimi (g/100g)

Yağ Asidi Cinsi	Aylar					
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
C4:0	3.66±0.03 ^a	2.97±0.02 ^a	3.33±0.07 ^a	3.16±0.13 ^a	4.58±0.12 ^b	3.28±0.06 ^a
C6:0	1.86±0.05 ^a	1.59±0.03 ^a	1.87±0.04 ^a	2.49±0.04 ^b	2.68±0.11 ^b	3.01±0.12 ^b
C10:0	0.14±0.02 ^a	0.28±0.05 ^a	0.37±0.02 ^a	0.29±0.03 ^a	0.15±0.03 ^a	0.45±0.06 ^a
C11:0	0.27±0.03 ^a	0.39±0.03 ^a	0.27±0.03 ^a	0.42±0.07 ^a	0.35±0.02 ^a	0.46±0.03 ^a
C12:0	3.41±0.04 ^b	4.21±0.04 ^b	3.17±0.07 ^b	2.28±0.08 ^a	3.27±0.08 ^b	3.68±0.11 ^a
C13:0	0.44±0.08 ^a	0.63±0.02 ^a	0.67±0.09 ^a	0.48±0.02 ^a	0.55±0.07 ^a	0.52±0.02 ^a
C14:0	0.58±0.02 ^a	0.49±0.08 ^a	0.68±0.06 ^a	0.87±0.03 ^a	0.69±0.03 ^a	0.73±0.03 ^a
C15:0	1.11±0.03 ^a	1.46±0.06 ^a	1.54±0.03 ^a	1.24±0.07 ^a	1.13±0.07 ^a	1.12±0.04 ^a
C16:0	2.97±0.04 ^a	3.75±0.13 ^b	3.41±0.08 ^b	3.04±0.08 ^a	3.24±0.14 ^c	3.59±0.03 ^c
C17:0	3.04±0.06 ^c	3.69±0.18 ^c	2.23±0.11 ^b	2.48±0.03 ^b	2.51±0.03 ^b	1.25±0.05 ^a
C18:0	2.03±0.11 ^a	3.49±0.11 ^b	2.39±0.16 ^a	2.12±0.02 ^a	1.69±0.05 ^a	2.03±0.04 ^a
C20:0	4.89±0.12 ^c	5.26±0.23 ^c	7.75±0.16 ^c	6.27±0.04 ^d	2.37±0.08 ^b	1.45±0.03 ^a
C21:0	1.97±0.07 ^b	2.47±0.09 ^c	2.26±0.03 ^c	3.73±0.05 ^d	1.17±0.03 ^a	1.67±0.02 ^b
C22:0	3.67±0.06 ^c	4.58±0.08 ^d	2.58±0.02 ^b	3.21±0.06 ^c	1.42±0.02 ^a	2.39±0.06 ^a
C23:0	1.78±0.02 ^a	1.48±0.04 ^a	2.89±0.05 ^b	2.47±0.11 ^b	2.35±0.09 ^b	2.62±0.05 ^b
ΣDYA	31.82^a	35.41^b	34.55^b	30.15^a	29.25^a	30.00^a
C16:1	3.36±0.13 ^b	3.67±0.04 ^b	2.42±0.04 ^a	3.79±0.09 ^b	2.12±0.02 ^a	2.65±0.05 ^a
C18:1n9trs	2.14±0.05 ^b	2.48±0.03 ^b	3.31±0.02 ^c	4.78±0.05 ^d	2.47±0.03 ^b	1.35±0.11 ^a
C18:1n9cis	4.04±0.03 ^a	6.24±0.05 ^b	5.67±0.06 ^b	6.98±0.02 ^b	4.86±0.05 ^a	4.26±0.16 ^a
C24:1	0.67±0.02 ^a	1.14±0.02 ^a	1.05±0.03	0.97±0.01 ^a	0.68±0.07 ^a	0.88±0.02 ^a
ΣTDYA	9.21^a	12.45^b	16.52^c	10.13^a	9.14^a	10.21^a
C18:2n6trs	2.01±0.04 ^a	1.98±0.06 ^a	1.58±0.05 ^a	2.36±0.03 ^a	1.24±0.03 ^a	1.58±0.11 ^a
C18:2n6cis	2.09±0.03 ^a	2.35±0.07 ^a	3.25±0.04 ^b	3.28±0.01 ^b	2.38±0.02 ^a	2.01±0.06 ^a
C18:3 n3	0.69±0.02 ^a	0.74±0.11 ^a	0.87±0.02 ^a	0.97±0.02 ^a	0.89±0.05 ^a	0.88±0.02 ^a
C20:3 n6cis	1.25±0.11 ^a	1.58±0.03 ^a	2.04±0.07 ^a	3.21±0.08 ^b	1.36±0.04 ^a	1.98±0.07 ^a
C20:4 n6	1.48±0.04 ^a	2.33±0.05 ^b	2.55±0.06 ^b	3.65±0.02 ^c	3.21±0.06 ^c	2.68±0.06 ^b
C20:5 n3	4.69±0.08 ^b	3.24±0.02 ^a	5.36±0.05 ^c	4.28±0.06 ^b	5.24±0.05 ^c	5.18±0.04 ^c
C22:2 cis	2.78±0.03 ^a	3.68±0.12 ^b	4.25±0.09 ^c	3.36±0.04 ^b	2.24±0.08 ^a	1.72±0.02 ^a
C22:6 n3	14.11±0.17 ^a	15.24±0.24 ^a	16.87±0.21 ^b	20.36±0.17 ^c	24.58±0.25 ^c	18.15±0.19 ^b
ΣÇDYA	28.1^a	36.77^b	41.47^c	40.14^c	34.98^b	29.10^a
ÇDYA/DYA	0.81	1.04	1.20	1.33	1.20	0.91
Σn6	6.23	9.42	12.50	8.19	8.25	6.83
Σn3	19.54	23.1	25.61	31.71	25.01	19.49
n6/n3	0.38	0.41	0.49	0.26	0.33	0.35
DHA/EPA	3.01	3.15	4.76	3.94	3.04	3.41
Belirlenmeyen	29.82	15.37	7.46	17.58	26.63	28.87

a. b. c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki farkı belirtir. (p<0.05). (± SD; n_g:3, n₃:2)

Σn3 miktarı toplam gonad yağının ortalama %24.06'sini oluşturduğu belirlenmiştir. Ocak ayında en yüksek değer (%31.71), Mart ayında ise en düşük değer (%19.49) tespit edilmiştir. Σn6 miktarı ise gonad yağının ortalama %8.67'ini oluşturmakla beraber, Aralık ayında en yüksek değere (%12.50) ulaşmıştır. En düşük değer ise Ekim ayında %6.23 olarak bulunmuştur. Σn6/Σn3 oranı Aralık ayında en yüksek (0.49) oran bulunmuş iken, Ocak ayında ise en düşük oran (0.26) tespit edilmiştir.

EPA miktarı toplam gonad yağ asitlerinin ortalama %4.96'sını oluşturduğu tespit edilmiştir. EPA'nın en yüksek değeri (%5.36) Aralık ayında, en düşük değeri ise %3.24 ile Kasım ayında belirlenmiştir. Ekim-Ocak ayları arasındaki değişim istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

DHA miktarı ise Şubat ayında %24.58'lik değer ile en yüksek değere ulaşmış iken, Ekim ayında %14.11'lik değer ile en düşük değerde olduğu belirlenmiştir. DHA miktarlarında Kasım ayından itibaren aylar arasında önemli değişimler gözlenmiştir ($p<0.05$). DHA/EPA oranları ΣÇDYA'nın en yüksek olduğu Aralık ayında en yüksek orana (4.76), Ekim ayında ise en düşük (3.01) oranda tespit edilmiştir.

3.5. Araştırmada Kullanılan Balıkların Toplam Yağ ve Yağ Asitleri Metil Esterlerinin İstatistikî Olarak Karşılaştırılması

3.5.1. Toplam Yağ Miktarlarının İstatistikî Olarak Karşılaştırılması

Araştırmada kullanılan balıkların toplam yağ miktarları aylara göre birbiri ile istatistikî olarak karşılaştırılmış ve bulunan farklılıklar ve benzerlikler Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Araştırmada kullanılan balıkların et ve karaciğerindeki toplam yağ miktarlarındaki aylık değişimin istatistikî olarak karşılaştırılması

Aylar	Et			Karaciğer		
	Hamsi	İstavrit	Mezgit	Hamsi	İstavrit	Mezgit
Ekim	a	a	b	a	b	c
Kasım	a	b	c	a	b	c
Aralık	a	a	b	a	b	c
Ocak	a	b	c	a	b	c
Şubat	a	a	b	a	b	c
Mart	a	a	b	a	b	c

a,b,c: Aynı satırdaki farklı harfler istatistikî farkı belirtir ($p<0.05$).

Etteki toplam yağ oranları karşılaştırıldığında mezgitte bütün aylarda bulunan yağ oranı hamsi ve istavritte bulunan yağ oranları ile istatistikî olarak farklıdır ($p<0.05$).

Hamsi ve istavrit balıklarında ise istatistikî fark Kasım ve Ocak aylarında gözlenmiştir. Karaciğerlerdeki toplam yağ oranı göz önüne alındığında ise balıkların tümünde bütün aylarda elde edilen değerlerin istatistikî olarak farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

3.5.2. Yağ Asidi Metil Esterleri Miktarlarının İstatistiki Olarak Karşılaştırılması

Araştırmada kullanılan balık etlerinin analizlerinden elde edilen yağ asidi metil esterleri sonuçlarının istatistikî karşılaştırılması Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15. Araştırmada kullanılan balıkların etlerindeki yağ asidi metil esterlerindeki aylık değişiminin istatistikî olarak karşılaştırılması

Yağ Asidi Cinsi	AYLAR																	
	Ekim			Kasım			Aralık			Ocak			Şubat			Mart		
	H	İ	M	H	İ	M	H	İ	M	H	İ	M	H	İ	M	H	İ	M
C4:0	a	a	a	a	b	a	a	a	b	a	b	a	a	b	a	a	b	a
C6:0	a	b	b	a	b	c	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b
C10:0	a	b	c	a	b	c	a	a	b	a	a	b	a	a	b	a	a	b
C11:0	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	a
C12:0	a	b	b	a	b	b	a	b	b	a	b	b	a	b	c	a	b	c
C13:0	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	b
C14:0	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	a	b	a	a	b	a	a	b
C16:0	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	a	a	-	b	a	-	a
C17:0	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	b	a	-	b
C18:0	-	a	b	-	a	b	-	a	b	-	a	b	-	a	b	-	a	b
C20:0	a	a	b	a	a	b	a	a	a	a	a	b	a	b	b	a	b	c
C21:0	a	b	a	a	b	a	a	b	a	a	b	a	a	a	b	a	b	a
C22:0	-	a	a	-	a	a	-	a	b	-	a	b	-	a	b	-	a	b
C23:0	-	a	a	-	a	b	-	a	b	-	a	a	-	a	b	-	a	b
C24:0	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
ΣDYA	a	a	a	a	a	b	a	b	c	a	b	c	a	b	b	a	b	b
C16:1	a	b	c	a	b	c	a	b	b	a	b	c	a	b	a	a	b	c
C17:1	a	b	a	a	b	c	a	b	a	a	b	a	a	b	a	a	b	c
C18:1n9trs	a	b	c	a	b	c	a	b	a	a	b	c	a	b	c	a	b	c
C18:1n9cis	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
C22:1 n9	a	b	-	a	b	-	a	a	-	a	a	-	a	b	-	a	b	-
ΣTDYA	a	b	b	a	b	b	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
C18:2n6trs	a	b	c	a	b	c	a	a	a	a	b	c	a	b	a	a	a	b
C18:2n6cis	a	b	c	a	a	b	a	b	c	a	b	b	a	b	c	a	a	a
C18:3 n3	a	-	a	a	-	a	a	-	a	a	-	a	a	-	a	a	-	a
C18:3 n6	a	b	-	a	b	-	a	a	-	a	a	-	a	a	-	a	a	-
C20:3 n6	a	b	-	a	b	-	a	b	-	a	b	-	a	b	-	a	b	-
C20:4 n6	a	-	a	a	-	b	a	-	a	a	-	b	a	-	b	a	-	a
C20:5 n3	a	b	c	a	b	c	a	b	a	a	b	b	a	a	a	a	b	a
C22:2 cis	a	b	b	a	b	b	a	b	b	a	b	b	a	b	c	a	b	b
C22:6 n3	a	b	b	a	b	a	a	a	b	a	a	b	a	a	b	a	a	b
ΣÇDYA	a	a	b	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	b	a	b	b

a,b,c: Aynı ay satırındaki farklı harfler istatistikî farkı belirtir (p<0.05).

- : analiz yapılacak veri yok. (H: hamsi, İ: istavrit, M: mezgit)

Araştırmada kullanılan balık türlerinin etlerinin analizi sonucu elde edilen Σ DYA değerleri Ekim ayında istatistikî bir fark göstermezken Aralık ve Ocak ayında bütün türler arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca Şubat ve Mart aylarında İstavrit ve Mezgıt et değerleri arasında fark bulunmazken hamsiden elde edilen veriler arasındaki fark ise istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Σ TDYA sonuçlarına göre Aralık ayından Mart ayına kadar bütün türlerden elde edilen veriler karşılaştırıldığında istatistikî fark olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$).

Her üç balık türünden bulunan Σ ÇDYA değerleri karşılaştırıldığında Kasım, Aralık, Ocak aylarında bulunan değerler arasındaki fark istatistikî olarak farklıdır. Şubat ve Mart aylarında istavrit ve mezgıt balıklarından elde edilen veriler arasında fark bulunmaz iken hamsi ile aralarında istatistikî olarak fark gözlenmiştir.

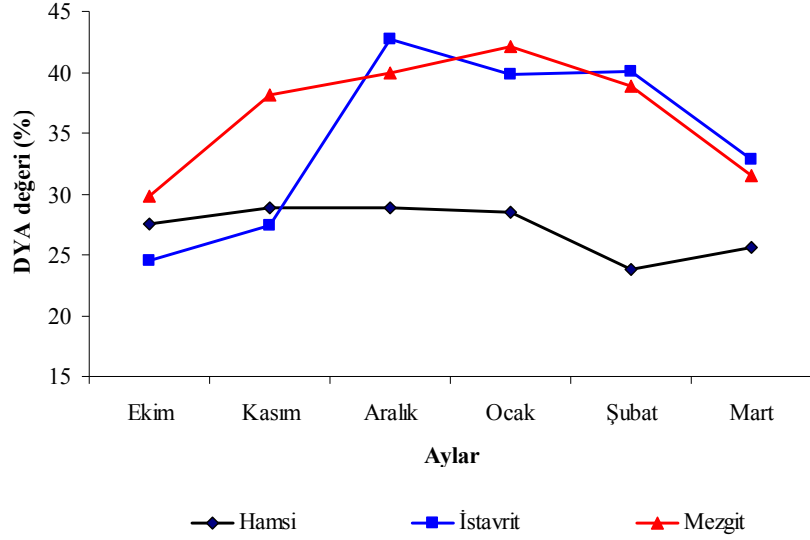
EPA miktarlarında Ekim ve Kasım aylarında bütün türler arasında fark bulunurken Şubat ayında ise türler arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Aralık ve Mart aylarında istavrit ve mezgıt arasında istatistikî olarak fark bulunmamıştır. Ancak bu türler ile hamsiden elde edilen veriler arasında istatistikî olarak farka rastlanmıştır ($p<0.05$).

DHA miktarları karşılaştırıldığında ise Aralıktan Mart'a kadar olan sürede hamsi ve istavrit değerleri arasında fark bulunmazken mezgıt verileri ile karşılaştırıldıklarında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir.

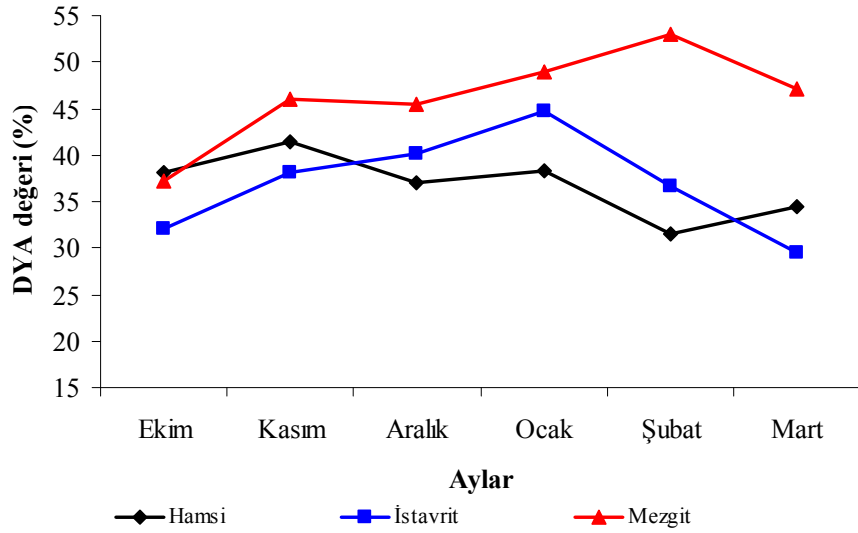
3.5.3. Araştırmada Kullanılan Hamsi, İstavrit ve Mezgıtın Et, Karaciğer ve Gonadlarındaki DYA, TDYA ve ÇDYA Miktarlarının Aylık Değişimi

Hamsi, İstavrit ve Mezgıt etlerinde bulunan DYA'nın aylık değişimi Şekil 9'da verilmiştir. Mezgıt ve istavritteki DYA değerlerindeki aylara bağlı artış ve azalış oranlarında birbirleriyle benzerliklere rastlanırken, hamside genelde az bir değişim gözlenmiştir. Hamsi, İstavrit ve Mezgıt karaciğerlerinde bulunan DYA'nın aylara göre değişimi Şekil 10'da verilmiştir. Mezgıt karaciğer DYA değerleri istavrit değerlerine göre yüksek bulunmasına rağmen, her iki balık türünde de Ocak ayına kadar benzer şekilde artış eğilimi göstermişlerdir. Ancak istavritte Ocak ayında ani düşüşe rastlanırken, mezgıtte ise Şubat ayından sonra düşmeye rastlanmıştır. Hamsi balığında ise Ekim-Şubat ayları arasında düzensiz bir artış ve azalış eğilimi gözlenirken daha an sonra bir artış tespit edilmiştir.

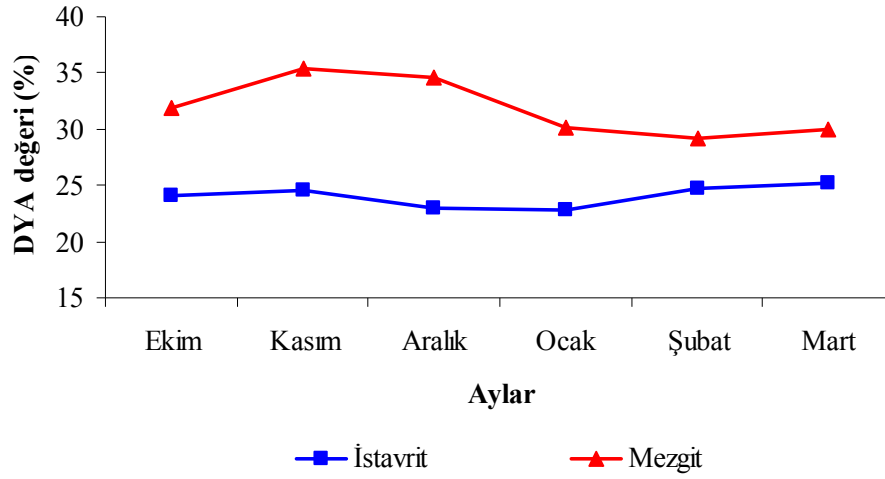
İstavrit ve mezgıt gonadlarında bulunan DY A'nın aylara göre değimi Şekil 11'de verilmiştir. İki balık türüne ait bu yağ asidi değerlerinde Ocak ayından sonra birbirleriyle benzer ancak yavaş bir artış eğilimi görülmüştür.



Şekil 9. Hamsi, İstavrit ve Mezgıt etlerindeki DY A'nın aylara göre değimi

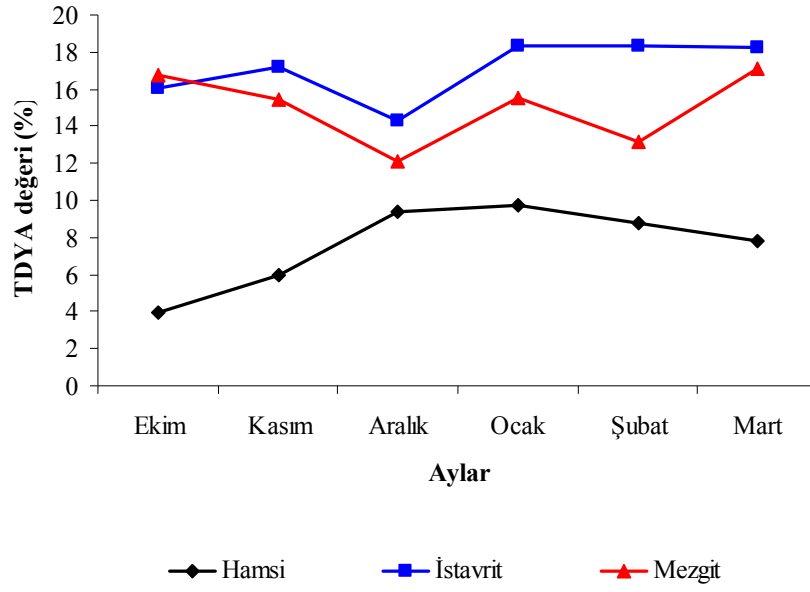


Şekil 10. Hamsi, İstavrit ve Mezgıt karaciğerlerindeki DY A'nın aylara göre değimi

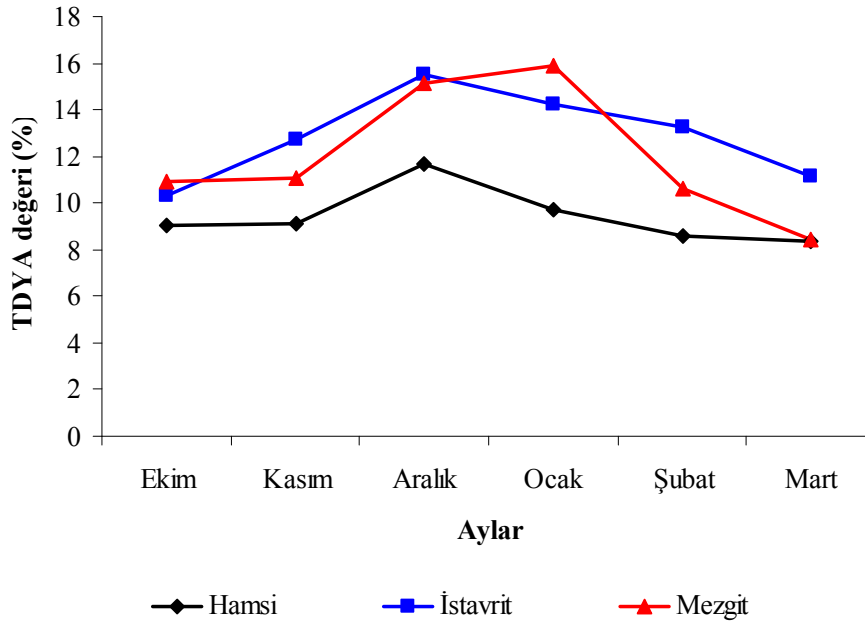


Şekil 11. İstavrit ve Mezgit gonadlarındaki TDYA'nın aylara göre değişimi

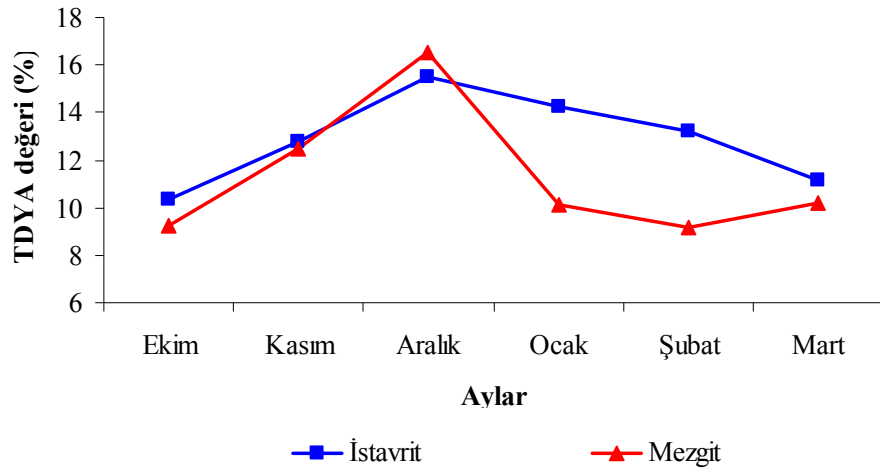
Hamsi, istavrit ve mezgit etlerinde bulunan TDYA'nın aylık değişimi Şekil 12'de verilmiştir. TDYA değerlerindeki aylara göre değişim genelde mezgit ve istavrit balığında benzer bulunmuştur. Ancak karaciğerdeki bu yağ asitleri ile ilişkili değişimdeki benzerlik (aylara göre artış ve azalış eğilimi) daha çok istavrit ve hamside rastlanmıştır. Hamsi, istavrit ve mezgit karaciğerlerinde tespit edilen TDYA'nın aylara göre değişimi Şekil 13'te verilmiştir. İstavrit ve mezgit gonadlarında bulunan TDYA'nın aylara göre değişimi ise Şekil 14'te verilmiştir. Gonadlardaki TDYA'nın aylık değişimdeki benzerlik iki tür arasında Ekim-Aralık arasında belirgin olmuştur. Daha sonraki aylarda genelde farklı bir artış ve azalış eğilimi göstermişlerdir.



Şekil 12. Hamsi, İstavrit ve Mezgit etlerindeki TDYA'nın aylara göre değişimi

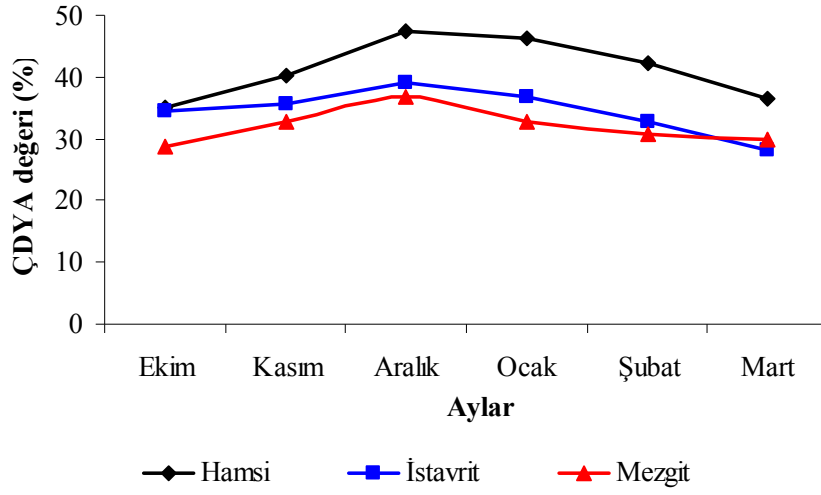


Şekil 13. Hamsi, İstavrit ve Mezgit karaciğerlerindeki TDYA'nın aylara göre değişimi

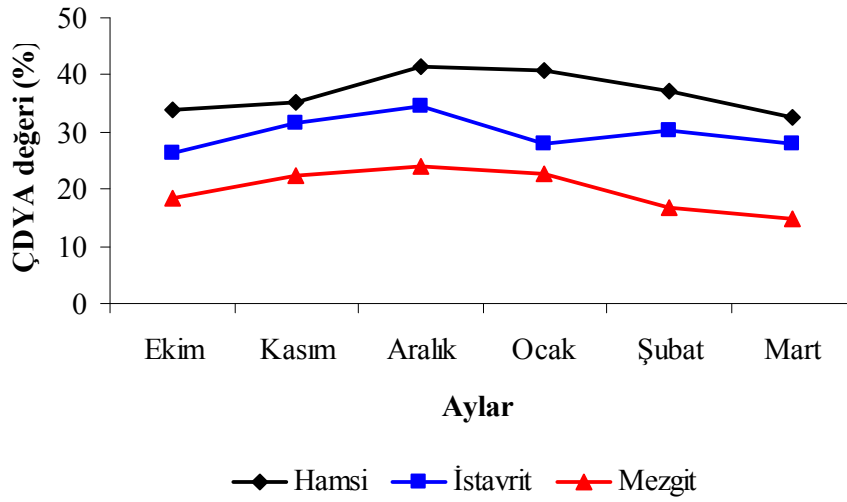


Şekil 14. İstavrit ve Mezgıt gonadlarındaki TDYA'nın aylara göre değişimi

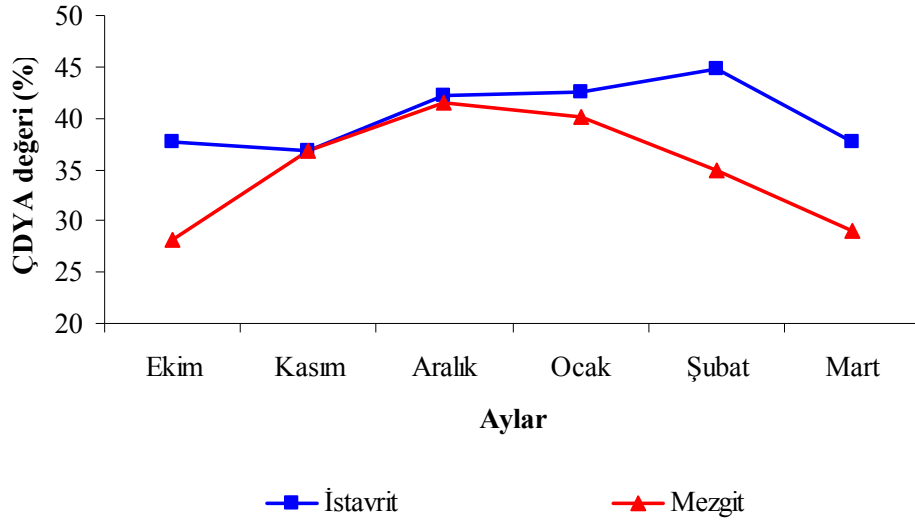
Her üç balık türünün etlerindeki ÇDYA miktarlarında aylara göre benzer şekilde artış ve azalış eğilimi görülmüştür. Ancak hamsideki bu yağ asidi değerleri diğerlerine göre yüksek çıkmıştır. Hamsi, istavrit ve mezgıt etlerindeki ÇDYA'nın aylara göre değişimi Şekil 15'te verilmiştir. Karaciğerdeki ÇDYA değerlerinde ise Ocak ayındaki veriler hariç genelde istavrit ve hamsi değerlerindeki aylara göre değişimde benzerliklere rastlanmıştır. Mezgıt balığına ait bu yağ asidiyle ilgili veriler daha düşük çıkmıştır. Ancak bazı aylardaki değişim diğer balıkların değerlerine benzer bir artış ve azalış eğilimi göstermiştir. Hamsi, istavrit ve mezgıt karaciğerlerindeki ÇDYA'nın aylara göre değişimi Şekil 16'da verilmiştir. İstavrit ve mezgıt gonadlarında bulunan ÇDYA'nın aylara göre değişim ise Şekil 17'de verilmiştir. Her iki balık türünün değerlerindeki değişim eğrisi Ekim ayı hariç benzer bulunmuştur. Kasım ve Aralık aylarının iki farklı türe ait verisi Tablo 15'ten de görüleceği üzere istatistik açıdan benzer olarak tespit edilmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 15. Hamsi, İstavrit ve Mezgit etlerindeki ÇDYA miktarının aylık değişimi



Şekil 16. Hamsi, İstavrit ve Mezgit karaciğerlerindeki ÇDYA miktarının aylık değişimi



Şekil 17. İstavrit ve Mezgıt gonadlarındaki ÇDYA'nın aylara göre değişimi

4. TARTIŞMA

Balıklarda bulunan toplam yağ (yağ + fosfolipit) bileşiminin miktar ve çeşitliliği, temel olarak balık türlerinin farklı olmasından ileri gelmektedir. Doğal olarak her bir türün kendine özgü yapısı, fizyolojisi ve yaşadığı ortamın özellikleri bu farklılığın oluşmasında önemli bir etkidir (Dutta vd., 1985; Linko vd., 1985; Crowford vd., 1986).

Yapılan bu çalışmada, balık türlerine göre balıkların toplam yağ bileşimine bakıldığında tüm aylar boyunca ortalama olarak hamsi, istavrit ve mezgitte sırasıyla %9.27, %8.26 ve %0.84 olarak belirlenmiştir. Buna ilaveten bu üç balık türündeki toplam yağ miktarı Kasım, Aralık ve Ocak aylarında artışa geçmiş daha sonra ilkbahar başlarına doğru azalma göstermiştir. Yapılan çalışmada hamsideki toplam yağ miktarı Ekim ayında en düşük (%7.73), Ocak ayında ise en yüksek değere (%11.07) ulaştığı ve yağlanmanın kış aylarında daha belirgin artış gösterdiği belirlenmiştir. Karaçam ve Düzgüneş'nin (1988) Karadeniz'deki hamsi etlerinde yaptıkları bir çalışmada bizim bulgularımızı destekleyici sonuçlar elde etmişlerdir. Ancak ilgili araştırmacılar en fazla yağlanmanın Aralık ayında olduğunu belirtmelerine rağmen bu çalışmada en fazla yağlanmanın Ocak ayında olduğu gözlenmiştir. Yazıcı vd.'nin (1999) Eylül-Kasım arasında Karadeniz'den avladıkları hamsi etlerindeki toplam yağ miktarlarını %7.10 olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlar Ekim ayı başında hamsilerdeki toplam yağ oranı (%7.73) ile benzerlik göstermekte ve çalışmamızı desteklemektedir. Gökoğlu vd.'nin (1999) Marmara bölgesinden elde ettikleri hamsi etlerinde yaptıkları çalışma sonuçlarına göre en yüksek yağlanmanın olduğu ayın Kasım ayı olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulgular çalışmamızdaki bulgularla benzerlik göstermemektedir. Bunun en önemli sebebinin ise bölgesel farklılığın ve beslenme çeşitliliğinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zlatanov vd.'nin (2006) Akdeniz kıyılarından temin edilen hamsilerin etleri üzerinde yaptıkları çalışmada ise, hamsilerdeki en fazla yağlanmanın Şubat ayında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada en fazla yağlanmanın kış aylarında olması yönünden çalışmamızdaki bulgularla benzerlik göstermekte, ancak yağlanmanın farklı aylarda en yüksek değerlerinin bulunmasının sebebi olarak çevresel faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre istavrit etindeki toplam yağ miktarı en yüksek Aralık ayında (%10.57) ve en düşük Mart ayında (%6.57) bulunmuştur. Ayrıca toplam yağ miktarının genelde kış aylarında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Düzgüneş ve Karaçam'ın (1991) Karadeniz'den temin ettikleri istavrit eti üzerine yaptıkları çalışmada istavritteki yağlanmanın en fazla Aralık ayında olduğunu bildirmeleri bu araştırmada elde edilen sonuçları desteklemektedir. İlgili araştırmacıların Aralık ayındaki yağ miktarlarının bu çalışmadaki aynı aya ait bulgulardan farklı olmasının sebebinin ise tür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sağlık ve İmre'in (2001) Kasım ayında İstanbul'dan temin ettikleri istavrit etindeki toplam yağ miktarı (%10.58), bu çalışmadaki Aralık ayındaki değerle benzerlik göstermektedir. Ayrıca Bandarra vd.'nin (2000) yaptıkları bir çalışmada Portekiz kıyılarından avladıkları istavrit etinde yaptıkları mevsimsel çalışmada en fazla yağlanmanın Ağustos ayında (%7.5) olduğunu ve kış aylarında ise yağ miktarının düştüğünü bildirmişlerdir. Bu yağlanmanın sebebi olarak o bölgede bulunan ve istavritin temel besin kaynağını oluşturan sardalyeden ileri geldiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada kullandığımız istavritlerin kış aylarındaki besin kaynağını yavru hamsiler oluşturduğu düşünüldüğünden kış aylarında istavritteki yağlanmada artış görülmüş, hamsi sezonundan sonra ise istavritteki yağlanma da azalma görülmüştür. Toplam yağ miktarındaki azalmanın sebeplerinden biri olarak hamsinin ortamdaki miktarının azalması olduğu gösterilebilir. Toplam yağ miktarındaki azalmayı besin tüketimi yönünden değerlendirdiğimiz zaman Bandarra vd.'in (2000) çalışması yaptığımız çalışmayı desteklemektedir. Çelik (2006), Akdeniz'den temin ettiği istavritte Ocak, Nisan ve Kasım aylarındaki toplam yağ miktarlarını araştırmıştır. İlgili çalışmaya göre istavritin kış aylarında en az yağlı, sonbaharda orta yağlı ve en fazla yağ miktarının ise ilkbahar da olduğunu bildirilmiştir. Çelik'in (2006) çalışmasındaki bulgular ile bu araştırmadaki bulgular farklılık göstermektedir. Benzer bir çalışmada Özoğul ve Özoğul (2007) tarafından Akdeniz'den avlanan istavrit üzerine yapılmıştır. Yaptıkları çalışmada istavrit etindeki yağ miktarını %1.38 bulduklarını bildirmişlerdir. Bu farklılıkların temel nedeni ise tür farklılığı, beslenme çeşitliliği ve bölgesel farklılıklardan ileri geldiği tahmin edilmektedir. Eşeyssel olgunlaşma döneminde depo yağları yumurta ve sperm oluşumu için kullanılmaktadır (Agreen vd., 1987). Bu nedenle istavritteki yağ miktarının Mart ayına doğru düşmeye başlaması üreme dönemine hazırlanmasından ve su sıcaklıklarının yükselmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mezgitteki toplam yağ miktarı da istavrit ile benzerlik göstermiş olup en yüksek Aralık ayında (%1.07), en düşük ise Mart ayında (%0.68) tespit edilmiştir. Yazıcı vd.'nin (1999) Eylül ve Kasım aylarında Marmara bölgesindeki mezgit balıkları üzerine yaptıkları çalışmada mezgitteki yağ miktarını %2.7 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Özoğul

vd.'nin (2007) Akdeniz'den avlanılan mezgitlerde yaptıkları çalışmada toplam yağ miktarını %1.20 olarak tespit etmişlerdir. Yine benzer bir çalışma Sigurgisladottir ve Palmadottir (1993) tarafından Kasım-Mart ayları arasında İzlanda'daki mezgıt balıkları üzerine yapılmış ve toplam yağ miktarını %1.3 olduğunu bildirmişlerdir. İlgili araştırmacıların bulguları ile bu çalışmadaki bulgular farklılık göstermektedir. Bu farklılığın temel nedenleri bölgesel farklılıklar, su sıcaklıkları ve besin guruplarının farklı olmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Ancak yaptığımız çalışmadaki istavrit ve hamsideki toplam yağ miktarındaki artış zamanları mezgitteki yağ miktarı artış zamanları ile benzerlik göstererek bu artışlar kış aylarında gözlenmiştir. Bu artışın nedeninin başında ise mezgitin temel besin kaynaklarından birisi olan hamsi popülasyonunun kış aylarında fazla olmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Bunun yanında mezgitin aktif üreme dönemi çalışmayı yaptığımız aylardadır (Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart). Mezgitteki toplam yağ değişimi Agreeen vd. (1987)'nin belirttiği gibi üreme döneminde yağ miktarında azalma görülmesi görüşüyle çelişmektedir. Bunun sebebinin ise bu dönemlerde mezgitin temel besin kaynağının hamsi olduğu ve yağlanmanın artmasının nedeni ise tükettiği bu besin gurubundan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Hamsi sezonunun bitiminde mezgitteki yağ miktarının azalması ve araştırmamız boyunca yaptığımız ek bir çalışmada mezgitin mide içeriğinin genelde hamsiden oluşması bu görüşü desteklemektedir.

Balıklardaki yağ asidi kompozisyonu, balığın türüne, cinsiyetine, üreme dönemine, su sıcaklığına, mevsimlere, besin öğelerinin miktar ve çeşitliliğine göre önemli değişimler göstermektedir (Crowford vd., Suzuki vd., 1986; 1986; Yılmaz, 1995). Bu çalışmada, hamsi etindeki Σ DYA miktarı ortalama %27.18 bulunmuş olup, en düşük miktar %23.80 ile Şubat ayında en yüksek miktar ise %28.89 ile Aralık ayında olduğu tespit edilmiştir. Σ TDYA miktarı Ekim ve Kasım aylarında sırasıyla, %3.92 ve %6.00 değerleri ile en düşük miktarlarda olduğu belirlenmiştir. En fazla miktara ise Ocak ayında (%9.75) ulaşmış olup, Şubat ayından sonra da önemli bir şekilde düşmeye başlamıştır ($p < 0.05$). Σ ÇDYA miktarları ise etteki toplam yağ asitlerin ortalama %41.33'ünü oluşturmuştur. Σ ÇDYA miktarı Ekim ayında en düşük miktarda (%35.18) iken, bu aydan itibaren artışa geçmiş ve Aralık ayında en yüksek (%47.45) seviyeye ulaşmıştır. Σ n3 miktarı Aralık ayında en yüksek değeri (%28.10), Ekim ayında ise en düşük değeri (%20.35) gözlenmiştir. Σ n6 miktarı ise Şubat ayında en yüksek değere (%12.16) ulaşmış ve bu aydan sonra azalmaya başlayarak Mart ayında ise (%7.95) en düşük seviyeye rastlanmıştır. Σ n6/ Σ n3 oranı Şubat ayında en yüksek (0.60) olurken, Kasım ve Mart aylarında ise en düşük olduğu

gözlenmiştir. EPA miktarı Mart ayında %5.24 seviyelerine ulaşmıştır. Zlatonos vd. (2007)'nin çalışmasında toplam yağ ile birlikte yağ asidi metil esterlerini de çalışmalarında tespit etmişlerdir. İlgili çalışmanın bulgularına göre, Nisan ayında Σ DYA miktarını %29.13, Ekim ve Kasım aylarında Σ n3 miktarını sırası ile, %28.75 ve 29.32, DHA değerlerini ise Aralık ve Şubat aylarında sırası ile, %17.33 ve %12.23 olarak belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada bulunan değerler ile adı geçen araştırmacıların bulguları karşılaştırıldığında Aralık ayındaki Σ DYA, Σ n3 değerleriyle ve DHA miktarları ise Ekim ve Ocak aylarındaki değerlerle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Zlatonos vd.'nin (2007) bulgularının bu çalışmadaki aynı türe ait verilerin farklı aylar için benzerlik göstermesi, bu çalışmada kullanılan türün yaşam alanlarının farklı olmasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir.

Yazıcı vd.'nin (1999) çalışmasında toplam yağ miktarının belirlenmesinin yanında hamsi etinde yağ asitleri metil esterlerini de araştırılmıştır. Araştırmacılar, Eylül ve Kasım aylarında ortalama olarak hamsinin Σ DYŞA miktarını %57.8, DYŞA miktarını %29.1, DHA miktarını %16.2, Σ n6 değerini ise %5.49 olarak tespit etmişlerdir. İlgili çalışmanın bulguları, araştırma sonuçlarımızdaki Aralık ve Ocak aylarındaki DYŞA ile benzerlik göstermektedir.

Yaptığımız bu çalışmada istavrit etine ait yağ asidi metil esterleri içerisindeki Σ DYA miktarı Aralık ayından en yüksek değere (%42.76) ulaşmışken, Ekim ayında ise en düşük değerde (%24.47) olduğu belirlenmiştir. Ancak bu değerler Şubat ayından sonra dikkate değer bir azalma göstererek %32.84'lük bir değere gerilemiştir ($p < 0.005$). Σ TDYA değeri ise Aralık ayında en düşük (%14.31) seviyeye inmiştir. Σ ÇDYA miktarı Aralık ayında en yüksek (%39.04) düzeye ulaşmış, bu aydan sonra önemli değişimler göstererek Mart ayında en düşük (%28.10) düzeye gerilemiştir ($p < 0.05$). Σ n3 miktarı Aralık ayında en yüksek (%27.37) olarak belirlenmiş, en düşük ise Mart ayında %18.26 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Σ n6 miktarı ise %10.53'lük bir değerle Ekim ayında en yüksek miktara ulaştığı belirlenmiştir. EPA miktarı %2.65'lik değerle Mart ayında en düşük miktarda olduğu, %5.26'lık değerle de Aralık ayında en yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir. EPA miktarı Ekim ayından başlayarak Aralık ayına kadar önemli ölçüde artışa geçerek Aralık ayında en yüksek seviyeye ulaştığı gözlenmiştir. DHA miktarındaki değişim ile EPA miktarlarındaki değişim paralellik göstermiştir. Ancak DHA miktarı EPA

miktarından daha yüksek bulunmuştur. En düşük DHA miktarı Mart ayında (%13.45), en yüksek (%18.47) ise Aralık ayında olduğu tespit edilmiştir.

Bandarra vd.'nin (2001) istavrit üzerine yaptıkları Eylül ve Mart ayları arasındaki Σ DYA miktarı, Ocak ve Kasım aylarındaki değerlerimizle benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Mayıs ayında EPA miktarını ilgili araştırmacılar %5.97 bulmuşlardır. Bu değerler bizim çalışmamızdaki Aralık ayındaki EPA değerleri ile uyum göstermiştir. DHA miktarlarını ise Ekim ve Ocak ayları arasında ortalama %16.14 olarak bulmuşlardır. Bu değerler bu çalışmanın Ekim, Kasım, Ocak ve Şubat aylarındaki DHA bulgularıyla paralellik göstermiştir. Ek olarak, yapılan çalışmadaki Σ n3 değerleri de ilgili çalışmayla benzer bulunmuştur. Buna göre, Portekiz kıyılarındaki istavrit balığının Karadeniz bölgesindeki aynı türün yağ asidi metil ester değerleri bakımından benzer oldukları sonucuna varılmıştır.

Özoğul vd.'nin (2007) istavrit üzerine yaptıkları bir çalışmada, toplam yağ asidi değerleri yakın olmamasına rağmen istavrit etindeki doymuş ve doymamış yağ asitleri bakımından benzerlik göstermiştir. İlgili çalışmada araştırmacılar Σ DYA değerlerini %30.1, Σ TDYA %13.2 ve Σ ÇDYA %46.4 olarak bildirmişlerdir. Özoğul vd.'nin (2007) Kasım ayındaki Σ DYA değerleriyle paralellik göstermesine rağmen EPA, Σ TDYA ve Σ ÇDYA değerleri bu çalışma ile ancak Aralık ayında tespit ettiğimiz değerlerle benzerlik göstermiştir. Aynı yağ asidi metil esterlerin farklı aylarda benzerlik göstermesinin nedeni her iki çalışmada farklı bölgelerde yapılmış olmasından ve örneklemede kullanılan balık miktarlarının farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, mezzit etindeki metil esterlerindeki Σ DYA oranı etteki toplam yağ asitlerinin ortalama olarak %36.71'ini oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu miktarın en yüksek Ocak ayında (%42.06), en düşük ise Ekim ayında (%29.82) olduğu tespit edilmiştir. Σ TDYA miktarı ise Ekim ve Mart aylarında sırası ile %16.77 ve %17.10 ile en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiş ve Aralık ayında ise en düşük (%12.10) miktara rastlanmıştır. Σ ÇDYA miktarı Ekim ve Mart aylarında sırasıyla, %28.80 ve %29.86 değerlerle en düşük seviyede olduğu bulunmuştur. Σ n3 miktarı Aralık ayında en yüksek (%25.54), Ekim ayında ise en düşük seviyede (%20.13) olduğu tespit edilmiştir. Σ n6 yağ asidinin aylık değişiminde en yüksek olduğu değer Aralık ayında (%8.20) görülmüştür. EPA miktarı %6.06'lık değerle Aralık ayında en yüksek miktarda, %3.78'lük değerle de Ekim ayında en

düşük miktarda olduğu tespit edilmiştir. DHA miktarı ise Kasım ayında %14.21 ile en düşük değer, Şubat ayında ise %16.48 ile en yüksek değer bulunmuştur.

Yazıcı vd. (1999)'nin mezgıt etinde yapmış oldukları bir çalışmada Σ DYA miktarlarını ortalama %25.4 olarak tespit etmişlerdir. Bulmuş oldukları Σ DYA değerleri ile bizim Ekim ayındaki Σ DYA değerlerimizle benzerlik göstermektedir. Ayrıca mezgıt etindeki Σ n6 değerlerini ise %5.6 olarak belirlemişler, bu değerler ile de bu çalışmadaki Ekim ayı değerleri ile benzerlik göstermiştir. Ancak Yazıcı vd.'nin (1999) mezgıt eti üzerinde diğer aylara ait araştırma yapmadıklarından bu aylardaki eksiklikler bu çalışma ile desteklenmektedir.

Sigurgisladottir ve Palmadottir'in (1993) İzlanda bölgesinden Kasım ile Mart aylarında avlanmış olan 35 balık türünün toplam yağ ve yağ asidi içeriğini araştırmışlardır. Bu araştırmada, Σ DYA miktarını ortalama %24.0 ve DYA'nın önemli bileşenlerinden birisi olan palmitik asit değerini ise %9.30 olarak bulmuşlardır. Araştırmamız sonucunda aynı aylardaki bulgularımız farklılık göstermesine rağmen, diğer aylarda Σ DYA değerleri ve EPA değerleri benzerlik göstermiştir. Mart ayındaki palmitik asit miktarları ilgili çalışmayla uyum göstermiştir.

Özoğul vd.'nin (2007b) mezgıt etinde yağ asidi kompozisyonu üzerine yaptıkları çalışmada Σ DYA, Σ TDYA ve Σ ÇDYA değerleri sırası ile %29.6, %19.2 ve %28.2 olarak belirlemişlerdir. Σ n6 değerlerini %2.16 EPA değerlerini ise %6.33 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Ancak ilgili araştırmacılar araştırmayı hangi aya ait örneklerde yaptıklarını belirtmediklerinden dolayı çalışmamızın sonuçları sağlıklı şekilde karşılaştırılamamıştır. Buna rağmen, ilgili çalışmanın bulguları bizim çalışmamızın Ekim, Aralık ve Mart aylarındaki Σ DYA, Σ TDYA, Σ ÇDYA, EPA ve Σ n6 değerleri ile benzerlik göstermiştir.

Balıklardaki karaciğer yağları da etteki yağ asidi metil esterlerinin artışına paralellik göstererek artmıştır. Yine etlerdeki yağ asitleri ile benzer olarak kış aylarında karaciğerdeki yağ asitlerinin arttığı tespit edilmiştir. Araştırma süresince istavrit ve mezgitten alınan karaciğer ve gonad örneklerindeki yağ asidi miktarlarının kış aylarında diğer aylara göre daha yüksek çıkmasının nedeni, bu balıkların temel besinlerinden biri olan hamsinin ortamda bol miktarda bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

En önemli ω -3 yağ asitlerinden olan EPA ve DHA'nın ana kaynağını deniz ürünleri oluşturmaktadır. Denizdeki canlılar ALA içeren algleri tüketerek ALA besin zincirine dahil olur. Besin zincirindeki canlılar bu ALA sayesinde daha uzun zincirli ω -3 ve ω -3'ün

türevleri olan EPA ve DHA'yı üretir (URL-11, 2008). Başka bir araştırmaya göre EPA ve DHA zooplanktonlar için esansiyel besin gurupları içerisinde yer almaktadır (Breteler vd., 1999). Yapılan bu çalışmada hamsi ve istavrit etindeki DHA değerlerinin benzerlik göstermesi hamsi ve istavritin temel besin gurubunu zooplanktonların ve küçük kabuklu larvalarının oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca mezigit balığının temel besin gurubu içerisinde hamisinin olması dolayısı ile biyolojik birikme sonucunda mezigit etindeki EPA ve DHA miktarlarının Ekim ve Şubat aylarında hamsi den daha yüksek miktarlarda çıktığı tespit edilmiştir. Gordon vd. (1992)'nin ve Akyurt (1993)'un yaptıkları çalışma bulguları bu konudaki bulgularımızı desteklemektedir. Mezigit etindeki EPA ve DHA miktarları diğer aylarda ise hamsi etindeki değerlerden düşük çıktığı belirlenmiştir. Bunun sebebinin ise mezigit balığının tek temel besininin hamsi olmaması ve hamsinin dışında dip balıkları ile de beslenmesinden kaynaklanabileceği düşünülse de farklı faktörler de bu durumu etkilemiş olabileceği dikkate alınmalıdır.

5. SONUÇ

Bu çalışma Ekim 2007 – Mart 2008 tarihleri arasında yapılmıştır. Türkiye’de Doğu Karadeniz Bölgesinde ticari öneme sahip denizel ortamın farklı bölgelerinde yaşayan hamsi (*E. encrasicolus*), istavrit (*T. trachurus*) ve mezigit (*M. merlangus*) olmak üzere üç farklı balık türü deney materyali olarak kullanılmıştır. Bu balıkların et, karaciğer ve gonadlarındaki toplam yağ ve yağ asitleri metil esterleri belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda, hamsi etinde toplam yağ miktarının %7.73 - %11.07 arasında, istavrit etindeki toplam yağ miktarları %6.57 - %10.57 arasında ve mezigit etindeki toplam yağ miktarlarının ise %0.68 - %1.07 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan üç balık türündeki Σ DYA ve Σ DYŞA oranlarının Kasım, Aralık, ve Ocak aylarında artış gösterdiği ve bu yağ asitlerinin bu aylarda daha fazla bulunduğu sonucuna varılmıştır. Yağ asidi miktarlarında ilkbahar başlarına doğru (Mart ayı) azalma görülmüştür. Bu azalmaların sebepleri ise türlere göre farklılık göstermektedir. Hamsideki azalma nedeni hamsinin göçmen bir tür olması ve bölgemizdeki beslenme periyodunu tamamladıktan sonra su sıcaklığının daha düşük olduğu bölgelere giderek üreme faaliyetlerini yerine getirecek olmasından kaynaklanmaktadır. İstavritteki azalma da hamsi davranışı ile benzerlik göstermektedir. Üreme dönemine girecek olmasından dolayı vücuttaki yağı üreme faaliyetleri için kullandığından, yağ ve yağ asitleri oranlarında belli bir azalma görülmüştür. Mezgitte ise tersi bir durum ortaya çıkmıştır. Aktif üreme döneminde yağ ve yağ asitlerinin miktarlarının düşmesi beklenirken bir artış söz konusu olmuştur. Bunu sebebinin ise kış aylarındaki temel besin kaynağı olan hamsi popülasyonunun ortamda yoğun bir şekilde bulunmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Balıkları Σ DYA bakımından karşılaştırdığımızda hamsi ve istavritteki DHA değerleri Ekim ve Şubat ayı dışındaki aylarda benzer bulunmuştur. Bunun nedeni olarak, hamsi ve istavrit’in temel besinlerinin arasında zooplanktonların yer almasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca istavritteki DHA miktarı Ekim ve Şubat ayında, mezgitteki DHA miktarı ise Ekim ve Mart aylarında hamsideki DHA miktarlarından daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. İstavrit ve mezgitteki DHA miktarlarının hamsideki DHA miktarından yüksek çıkmasının bir nedeni olarak hamsinin istavrit ve mezigitin temel besin gurubu içinde yer almasını gösterebiliriz. Balıkları kış aylarındaki ω -3 içeriği yönünden karşılaştırdığımızda Hamsi>İstavrit>Mezigit sonucu elde edilmiştir.

Her bir balık türünün et, karaciğer ve gonadlarındaki toplam yağların ve yağ asidi metil esterlerinin miktarları genel olarak kış aylarında artış göstermiş ve üreme dönemine gireceği aylarda bu miktarlar düşmeye başlamıştır.

Ülkemizde Doğu Karadeniz Bölgesinde ticari öneme sahip bu üç tür balık üzerine av sezonlarına ait toplam yağ ve yağ asidi metil esterleri hakkında geniş kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma ile bu üç tür balığa ait toplam yağ ve yağ asidi kompozisyonları belirlenerek hem tüketicilerin bilinçli beslenmesine hem de literatürdeki eksikler giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. ÖNERİLER

Yapılan bu araştırmanın sonucunda elde edilen veriler göz önüne alındığında şu öneriler yapılabilir;

Bu üç balık türünün Doğu Karadeniz dışında Orta ve Batı Karadeniz'den avlanmış balıklarda da çalışılması bölgesel farklılıkların ve çevre faktörlerindeki değişikliğinin yağ ve yağ asitleri üzerinde nasıl bir değişim gösterdiği incelenebilir.

İstavrit ve mezgitte Ekim-Mart aylarındaki yağ asidi ve toplam yağ miktarı belirlenmiştir. Bu ayların dışındaki aylarda da analizlere devam edilerek mevsimsel yağ asidi kompozisyonu tam olarak belirlenebilir. Bu çalışma ilgili projenin bir kısmını oluşturduğu için analiz edilen türlerin diğer aylara ait yağ ve yağ asidi bileşimi ile ilgili çalışma devam etmektedir.

Lipit ekstraksiyonu bu çalışmada Bligh ve Dyer yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışma soxhlet metoduna göre de yapıp olası farklılıklar kontrol edilebilir.

Yağ asidi metil esterleri analiz metodunda değişiklikler yapılarak tespit edilemeyen bazı yağ asidi gurupları belirlenebilir.

GC -MS ile aynı örnekler analiz edilip olası farklılıklar kontrol edilebilir.

7. KAYNAKLAR

- Ackman, R. G. ve McLeod, C., 1988. Total Lipids and Nutritionally Important Fatty Acids of Some Nova Scotia Fish and Shellfish Food Products, Can. Inst., Food Sci. Tech. J., 21, 390.
- Ackman, R. G., 1989. Nutritional Composition of Fats in Seafoods, Progress in Food and Nutrition Science, 13, 160-241.
- Adam, B., 2000. Temel Biyokimya, Nobel Yayın Dağıtımını Ltd. Şti., 16-18, Yayın No: 150, Ankara.
- Agren, J., Muje, P., Hanninen, O., Herranen, J. ve Penttila, I., 1987. Seasonal Variation of Lipid Fatty Acids of Boreal Freshwater Fish Species, Comp. Biochem. Physiol., 88 B, 3, 905-909.
- Akyurt, İ., 1993. Fish Feeding Technology (in Turkish), Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Ders Kitabı, Yayın No: 156, s. 75, Erzurum.
- Alaşalvar, C., Taylor, K. D. A., Zubcov, E., Shahidi, F. ve Alexis. M., 2002. Differentiation of Cultured and Wild Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*): Total Lipid Content, Fatty Acid and Trace Mineral Composition, Food Chemistry, 79, 145-150.
- Albert, C. M., 2002. Blood Levels of Long-Chain n-3 Fatty Acids and The Risk of Sudden Death, New England Journal of Medicine, 346, 11, 1113-1118.
- Arlı, M., 1983. Beslenme İlkeleri, A. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları, Teksir no: 115, s 206, Ankara.
- Atay, D., 1985. Deniz Balıkları ve Üretim Tekniği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 943, Ders Kitabı No: 268, Ankara 1985.
- Bandarra, N. M., Batista, I., Nunes, M. L. ve Empis, J. M., 2001. Seasonal Variation in The Chemical Composition of Horse-Mackerel (*Trachurus trachurus*). European Food Research and Technology, 212, 535-539.
- Bligh, E. G. ve Dyer, W. J., 1959. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, Can. J. Biochem. Physiol., 37, 911-917.
- Breteler, W. C. M., Schogt, N., Baas, M., Schouten. S. ve Kraay, G. W., 1999. Trophic Upgrading of Food Quality by Protozoans Enhancing Copepod Growth, Role of Essential Lipids, Marine Biology, 135, 191-198.
- Bowers A. B., 1957. Breeding and Growth of Whiting (*Gadus merlangus*, L.) in Isle of Man Waters, J. Mar. Biol. Ass., 33, 97-122.

- Calabrese, J. P., 1999. Fish Oil and Dipolar Disorder, Archives of General Psychiatry, 56, 413–414.
- Chritensen, J. M., 1964. Burning of Otoliths A Technique for Age Determination of Sole Other Fish, ICES Journal of Marine Science, 1, 73.
- Crowford, R. H., Cusack, R. R. ve Parle, T. R., 1986. Lipid Content and Energy Expenditure in Spawning Migration of Alewife (*Alosa pseudoharengus*) and Bulebase Herring (*Alosa aestivalis*), Canadian J. of Zool., 64, 1902-1907.
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E. ve Candeğer, A. F., 1993. Av Araçları ve Avlanma Teknolojisi, KTÜ Basım, Trabzon.
- Dutta, H., Das, A. B. ve Farkas, T., 1985. Role of Enviromental Temperature in Seasonal Changes of Fatty Acid Composition of Hepatic Lipid in An Airbreathing Indian Teleost, (*Channa punctatus*, Bloch), Comp. Biochem. Physiol., 81B, 341-347.
- Düzgüneş, E. ve Karaçam, H., 1991. Some Population Aspects, Meat Yield and Biochemical Composition of Mediterranean Horse Mackarel, (*Trachurus Mediterraneus*), in The Black Sea, Tübitak, Doğa-Tr. J. of Zoology 15; 195–201.
- Erkoyuncu, İ., 2000. Technology of Chill and Freze Lesson Notes (in Turkish), O.M.Ü. Su Ürünleri Fak., Sinop.
- Exler, J. ve Weihrauch, J. L., 1976. Comprehensive Evaluation of Fatty Acids in Foods, VIII Finfish, J.D.A.A., 69, 243–248.
- Garcia, G. N., Aguilar, R. P., Cordova, B. V., Suarez, J. C. R. ve Bolanos, A., 2000. Lipid Composition of The Liver Oil of Shark Species from The Caribbean and Gulf of California Waters, Journal of Food Composition and Analysis, 13, 791-798.
- Genç, Y., 2001. Doğu Karadeniz'deki Önemli Demersal Balıkların Üreme Özellikleri, SÜMEA Yunus Araştırma Bülteni, Aralık, 1, 2.
- Genç, Y., 2007. Son 20 yılda Türkiye'deki Hamsi Avcılığı, SÜMEA Yunus Araştırma Bülteni, Haziran, 7, 2.
- Gill, H. S. ve Weatherley, A. H., 1984. Protein, Lipid and Caloric Content of Bluntnose Minnow, *Pimephales notatus*, Rafinosque, During Growth at Different Temperatures. J. of Fish Biol., 25, 491-500.
- Gooch, J. A, Hale, M. B., Brown, T., Bonnet, C. J., Brand, C. G., ve Regier, L. W., 1987. Proximate and Fatty Acid Composition of 40 Southeastern U. S. Finfish Species. NOAA Technical Report NMFS 54.
- Gordon, D. T. ve Ratliff, V., 1992. The Implications of Omega-3 Fatty Acits in Human Healty, Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality, Ed. By George L. Flick, 406.

- Gorga, C., 1998. A New Selected Comments on Lipids, Quality Assurance of Seafood Appendix 1, 245 sh.
- Goyens, L. L. P., Spilker, E.M., Zock, L. P., Katan, M. B., ve Mensink, M. P., 2006. Conversion of α -Linolenic Acid in Humans is Influenced by The Absolute Amounts of α -Linolenic Acid and Linoleic Acid in The Diet and not by Their Ratio, American Journal Of Clinical Nutrition, 84, 1, 44-53.
- Göğüş, A. K., ve Kolsarıcı, N., 1992. Su Ürünleri Teknolojisi Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ankara.
- Gökoğlu, N., Özden, Ö., Erkan, N., Baygar, T. ve Metin, S., 1999. Seasonal Variation in Fat Content of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*), International Journal Food Science and Technology, 34, 401-402.
- Gruger, E. H. Jr., 1976. Fatty Acid Composition in Fish Oils: Their Chemistry, Technology, Stability, Nutritional Properties and Uses, M. E. Stansby (ed.) Avi Publishing Co., Westport, Conn.
- Güler, G. O., Kıztanır, B., Aktümsek, A., Çitil, O. B. ve Özparlak, H., 2008. Determination of The Seasonal Changes on Total Fatty Acid Composition and ω 3/ ω 6 Ratios of Carp (*Cyprinus carpio*, L.) Muscle Lipids in Beyşehir Lake (Turkey), Food Chemistry, 108, 689-694.
- Gülyavuz, H. ve Altinkurt, K., 1991. Besin İşleme Teknolojisi, Milli Eğitim Bakanlığı Basımevi, 320, İstanbul.
- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M., Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, Ders Kitabı, S.D.Ü., Eğirdir Su Ürünleri Fak., 366, Isparta, 1999.
- Haliloğlu, H. I., Bayır, A., Sirkecioglu, A. N., Aras, N. M. ve Atamanalp. M., 2004. Comparison of Fatty Acid Composition in Some Tissues of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Living in Seawater and Freshwater, Food Chemistry, 86, 55-59.
- Halver, J. E., 1989. Fish Nutrition, Academic Pres, Inc., 2nd Edition, 798.
- Herold, P. M. ve Kinsella, J. E., 1986. Fish Oil Consumption and Decreased Risk of Cardiovascular Disease, a Composition of Findings From Animal Human Feeding Trials, American J. Clin. Nutr., 43, 566-598.
- Holub, B. J., 1992. Potential Health Benefits of The Omega-3 Fatty Acids in Fish, Chapter 5, In:Seafood Science and Technology, Ed. By Graham Bligh, Fishing News Boks, 40-45.
- Hsieh, R. J. ve Kinsella, J. E. 1989. Oxidation of Polyunsaturated Fatty Acids: Mechanism, Products and Inhibition with Emphasis on Fish, Adv. Food Nutr. Res., 33, 233-238.

- Huss, H. H., 1988. Fresh Fish Quality and Quality Changes, FAO, Rome, Italy.
- Huss, H. H., 1995. Quality and Quality Changes in Fresh Fish, FAO Fisheries Technical Paper, No: 348, Rome.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K. ve Nakayama, T., 1996. An Improved Method for Rapid Analysis of The Fatty Acids of Glycerolipids, Lipids, 31, 535–539.
- Inhamuns, A. J. ve Franco, M. R. B., 2008. EPA and DHA Quantification in Two Species of Freshwater Fish From Central Amazonia, Food Chemistry, 107, 587–591.
- Ivanov, L. ve Beverton, R. J. H., 1985. The Fisheries of The Mediterranean, Part 2: Black Sea, Etud. Rev. CGPM/Stud. Rev. GFCM 60, 135.
- İnal, T., 1988. Balıkların Muhafaza Usulleri, Besin Hijyeni, İ. Ü. Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 356–442.
- Justi, K. C., Hayashi, C., Visentainer, J. V., de Souza, N. E. ve Matusushita. M., 2003. The Influence of Feed Supply Time on The Fatty Acid Profile of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed on A Diet Enriched With n-3 Fatty Acids, Food Chemistry 80, 489–493.
- Karaçam, H. ve Düzgüneş, E., 1988. Hamsi Balıklarında Net Et Verimi ve Besin Analizleri Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu, Su Ürünleri Dergisi, 5, 19-20.
- Karayücel, S., 1996. Influence of Environmental Factors on Spat Collection and Mussel (*Mytilus edulis*) Culture in Raft Systems in Two Scottish Sea Lochs, University of Stirling, 297 (PHd. Thesis).
- Kaya, Y., Duyar, H. A ve Erdem, M. E., 2004. Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 21, 3-4, 365-370.
- Kayahan, M., 2003. Yağ Kimyası, 1. Basım, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., Ankara.
- Kayalı, E., 1998. Doğu Karadeniz Ekosistemindeki Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) Balıkların Biyo-ekolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kiessling, A., Johansson, L. ve Storebakken, T., 1989. Effects of Reduced Feed Ration Levels on Fat Content and Fatty Acid Composition in White and Red Muscle From Rainbow Trout, Aquaculture, 79, 169-175.
- Kimsey, J. B. ve Fisk, L. O., 1964. Freshwater Hongame Fishes of California, California Dept. of Fish and Game, Sacramento.

- Kinsella J. E., Yu, P. H. ve Mai, J. B., 1977. Kidney Lipids: Changes Caused by Dietary 9-Trans, 12-Trans Octadecadienoate, Institute of Food Science, Cornell University, Ithaca, NY 14853.
- Kinsella, J. E., 1987. Sea Foods and Fish Oils in Human Health and Disease, Marcel Dekker Inc., New York.
- Kinsella, J. E., 1991. α -Linolenic Acid: Functions and Effects on Linoleic Acids Metabolism and Eicosanoid-Mediated Reactions, Advantures in Food an Nutrition Research, 35, 2-160.
- Kremer, J. M. ve Robinson, D. W., 1990. Studies of Dietary Supplementation with ω -3 Fatty Acids in Patients with Rheumatoid Arthritis, Word Review of Nutrition and Dietetics, 66, 367-382.
- Kyle, D. J., 1999. Low Serum Docosaheaxaenoic Acid is a Significant Risc Factor for Alzheimer's Dementia, Lipids, 34, 245.
- Lahti, E., 1987. Total Lipid and Cholesterol of Liver and Muscle in Some Fish Species, Especially Vendace (*Coregonus Albula*, L.) in Filland, Arch. Hydrobiol., 110, 142.
- Lambertesen, G., 1978. Fatty Acids Composition on Fish Fats, Comparisons Based on Eight Fatty Acids, Fisk. Dir. Skr., Serie Ernaering, 1, 4, 105-116.
- Leaf, A. ve Weber, P. C., 1988. Cardiovascular Effects of ω -3 Fatty Acids, N. Engl. J. Med., 318, 549-557.
- Lee, T. H., Hoover, R. L., Williams, J. D., Sperling, R. J., Ravalese, J., Spur, B. W., Robinson, D. R., Corey, W., Lewis, R. A., Austen, K. F., 1985. Effect of Dietary Enrichment with Eicosapentaenoic Acids on in vitro Neutrophil and Monocyte Leukotrine Generation and function. New. Eng. J. Med. 24, 312-317.
- Linko, R. R., Kaitaranta, J. K. ve Vuorela, R., 1985. Comparison of The Fatty Acids in Balting Herring and Available Plankton Feed, Comp. Biochem., Pysiol., 82b, 699-705.
- Mert, İ., 1986. Su ürünleri Potansiyelimiz İle Stoklarımıza Olumlu Yönde Etki Yapan Faktörler, Su Ürünleri Sektörünün Bugünkü Durumu ve Sorunları Sempozyumu, Yayın No: 7, İzmir, 25-44.
- Metin, K., 1992. Topardıç Deresindeki (Kangal-Sivas) *Cyprinion macrostomus*, Heckel, 1843, (Osteichthyes: Cyprinidae)'ların Gonadal Total Lipid, Total Yağ Asidi ve Glikojen İçeriğinin Mevsimsel Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Sivas.
- Miniadis-Meimaroglou S., Dimizas, C., Loukas V., Moukas, A., Vlachos, A., Thomaidis, N., Paraskevopoulou, V. ve Dasenakis, M., 2007. Proximate Composition, Fatty Acids, Cholesterol, Minerals in Frozen Red Porgy, Chemistry and Physics of Lipids, 146, 104-110.

- Mnari, A., Bouhlel, I., Chraief, I., Hammami, M., Romdhane, M. S., El Cafsi, M., Chaouch, A., 2007. Fatty Acids in Muscles and Liver of Tunisian Wild and Farmed Gilthead Sea Bream, *Sparus aurata*, Food Chemistry, 100, 1393–1397.
- Mohr, V., 1986. Control of Nutritional and Sensory Quality of Cultured Fish, 490–495, In: D. E. Kramer und Liston (Ed), *Seafood Quality Determination*, Elsevier, Amsterdam.
- Moran, L. A., Scrimgeour, K. G., Horton, H. R., Ochs, R. S. ve Rawn., J. D., *Lipids, Biochemistry*, Englewood Cliffs, Neil Patterson Publishers, 1994.
- Namara, D. J., 1992. Dietary Fatty Acid, Lipoproteins and Comparison of Rapid Methods for Analysis of Bacterial Fatty Acids, Applied Microbiology, 28, 80-85.
- Nettleton, J. A., 1995. *Omega-3 Fatty Acids and Healty*, Chapman and Hall, 115 Fifty Ave., New York, NY 10003, 21-30.
- Nettleton, J. A., 2000a. Fatty Acids in Cultivated and Wild Fish. IIFET (International Institute of Fisheries and Economics and Trade) 2000, Microbehavior and Macroresults, Oregon State University, USA, Oral Presentation.
- Nordmann, A. von, 1840. Observations sur la Fauna Pontique, In: A. de Démidoff. *Voyage dans la Russie Méridionale et la Crimée*, Vol. III. Paris, Voyage Russie Mérid., 353-635.
- Oğuz, A., 2000. Plazma Lipoproteins and Their Mesurement Methods, Hiperlipidemia and Aterosklerosis (in Turkish), 30-31.
- Olsen, S. F. ve Secher, N. J., 2002. Low Consumption of Seafood in Early Pregnant as A Risk Factor for Preterm Delivery, Prospective Cohort Study, British Medical Journal, 324, 23, 1-5.
- Özoğul, Y. ve Özoğul F., 2007a. Fatty Acid Profiles of Commercially Important Fish Species from The Mediterranean, Aegean and Black Seas, Food Chemistry, 100, 1634–1638.
- Özoğul, Y., Özoğul F. ve Alagöz S., 2007b. Fatty Acid Profiles and Fat Contents of Commercially Important Seawater and Freshwater Fish Species of Turkey, A Comparative Study, Food Chemistry, 103, 217–223.
- Parin N. V., 1970. *Ichthyofauna of The Epipelagic Zone*, Moscow: Nakua Press. p 187 (Translated from Russian by Israel Program for Scientific Translation) Jerusalem, 1970. Jerusalem: Keter Press.
- Pawlosky, R. J., 2001. Physiological Compartmental Analysis of Alpha-Linolenic Acid Metabolisim in Adult Humans, Journal of Lipid Research, 42, 1257-1265.

- Pigott, G. M. ve Tucker, B. W., 1990. Seafood Effect of Technology on Nutrition, Marcel Dekker, Inc. New York.
- Reichwald, J. ve Meizies, A., 1973. Die Fettsäuren der Lipide im Fleisch von Süßwasserfischen und Seefischen, Z. ErnährWiss., 12, 86–91.
- Ringo, E. ve Nilsen, B., 1987. Hatchery-Reared Landlocked Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*, L.) from Lake Takvatn, Reared in Fresh and Sea Water, I. Biochemical Composition of Food and Lipid Composition of Fish Reared in Fresh Water. Aquaculture, 67, 343–356.
- Rosenberg, I. H., 2002. Fish, Food The Calm The Heart, New England Journal of Medicine, 346, 11, 1102-1103.
- Sağlık, S. ve Imre, S., 2001. ω -3-Fatty Acids in Some Fish Species from Turkey, Journal of Food Science, 66, 2, 210–212.
- Saito, H., Yamashiro, R., Ishihara, K. ve Xue, C., 1999. Lipids of There Highly Miratory Fishes: *Euthynnus affinis*, *Sarda orientalis*, *Elagatis bipinnulata*, Biosci.Biotechnol. Biochem, 11, 2028–2030.
- Saito, H., Seike, Y., Ioka, H., Osako, K., Tanaka, M., Takashima, A., Keriko, J. M., Köse, S. ve Souza, J. C. R., 2005. High Docosaehaenoic Acid Levels in Both Neutral and Polar Lipids of a Highly Migrotary Fish: *Thunnus Tongool* (Bleeker), Lipids, 40, 9, 869–986.
- Samsun, N., Samsun, O. ve Kalaycı, F., 2005, Sinop Bölgesinde Avlanan Kalkan (*Scophthalmus maeotikus*, Palas, 1811) Balığının Verimi ile Protein ve Yağ Oranlarının Mevsimsel Değişimi, Science and Eng. J. of Firat Univ., 17, 4, 629-635.
- Schacky, C., 2000. n-3 Fatty Acids and The Prevention of Cronary Atherosclerosis, American Journal of Clinical Nutrition, 71, 224-227.
- Secor, D. H., Dean, J. M. ve Laban, E. H., 1991. Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination, Belle W Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research.
- Seyhan, K., 1994. Gastric Emptying, Food Consumption and Ecological Impact of Whiting, (*merlangius merlangus*), in The Eastern Irish Sea Marine Ecosystem, Ph. D. Thesis, University Collage of Northwales, U.K.
- Sidwell, V. A., 1981. Chemical and Nutritional Comaposition of Finfishes, Whales, Crustaceans, Mollusks and their Products, NOAA Technical Memorandum, NMFS F /SEC-11.
- Simopoulos, A. P, Kifer, R. R ve Martin, R. E, 1986. Health Effects of Polyunsaturated Fatty Acids in Seafoods, Academic Press, Orlando.

- Sigurgisladottir, S. ve Palmadottir, H., 1993. Fatty Acid Composition of Thirty-Five Icelandic Fish Species, American Oil Chemmists Society, 70, 11.
- Singer, P., Jaeger, W., Wirth, M., Voigt, S., Naumann, E., Zimontkowski, S., Hadju, I.ve Goedicke, W., 1983. Lipid and Blood Pressure-Lowering Effect Mackerel Diet in Man., Atherosclerosis, 49, 99-108.
- Slastenenko E., 1956. Karadeniz Havzası Balıkları, Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınlarından, İstanbul, 90-96, p 259-260.
- Sokal, R. R. ve Rohlf, F. J., 1987. Introduction to Biostatistics, 2nd ed., New York. W.H. Freeman and Company, p 349.
- Stansby, M. E., 1969. Nutritional Properties of Fish Oils. World Rew. Nutr. Diet., 11, 46-105.
- Stansby, M. E., 1976. Chemical Characteristics of Fish Caught in The Northheast Pacific Ocean, Marine Fisheries, Review Paper, 1198.
- Stoll, A. L., 1999. Omega-3 Fatty Acids in Bipolar Disorder, Archives of General Psychiatry, 56, 407-412.
- Stone, J. N., 1996. Fish Consumption, Fish Oil, Lipids and Coronery Hearty Disease, America Heart Association, 94, 2337-2340.
- Suzuki, H., Okazaki, K., Hayakawa, S., Wada, S. ve Tamura, S., 1986. Influnece of Commercial Dietary Fatty Acids on PUFA of Cultured Freshwater Fish and Comparison with Those of Wild Fish of The Same Species, J. Agric. Food Chem. 1986, 34, 58-60.
- Şahin, C., Kogur, N., Gözler, A. M., Verap, B. ve Hacımurtezaoğlu, N., 2006. 2004-2005 Av Sezonunda Doğu Karadeniz'deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) Populasyonunun Yapısı, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi , Cilt 23, Ek (1/3): 497-503.
- Tanakol, R., Yazıcı, Z., Sener, E. ve Sencer, E., 1999. Fatty Acid Composition of 19 Species of Fish from The Black Sea and The Marmara Sea, Lipid, 34, 3, 291-297.
- Tanscanen, A., 2001. Fish Consumption, Depression, and Suicidatily in A General Population, Archives of General Psychiatry, 58, 512-513.
- Tato, A., 1993. Conserns for Utilization of Marine Lipids and Oils, Food Technology, 5, 151-155.
- Terry, P., 2001. Fatty Fish Consumption and Risk of Prostate Canser, The Lancet, 357, 1764-1766.
- Testi, S., Bonaldo, A., Gatta, P. P. ve Badiani, A., 2006. Nutritional Traits of Dorsal and Ventral Fillets from Three Farmed Fish Species, Food Chemistry. 98, 104-111.

- Thorngren, M. ve Gustafson, A., 1981. Effect of 11 Weeks Increases in Dietary EPA and Bleeding Time, Lipids and Platelet Aggregation, The Lancet, 2, 1190-1193.
- Tülsner, M., 1994. Fischverarbeitung Band 1, Rohstoffergenschaften von Fische und Grundlagen der Verarbeitungs Prozesse, Behr's Verlag-Hamburg, 19, 23, 55-66.
- TÜİK, 2005. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- URL-1: <http://www.dhaomega3.org/index.php?category=overview&title=Conversion-of-ALA-to-DHA>, 22 Haziran 2008
- URL-2: http://www.kadınlar.com/genel_saglık/omega-3.htm, Hepgül, S., 12 Kasım 2002
- URL-3: <http://www.oilofpisces.com/fishnews.html>, Fish Oil and Angina / Heart Attack, Health Benefits of Fish Oils, 13 Ocak 2002
- URL-4: <http://www.umm.edu/altmed/ConsSupplements/Omega6FattyAcidscs.html>, 12 Temmuz 2008
- URL-5: http://www.barfworld.com/html/learn_more/efa.shtml, 24 Mayıs 2008
- URL-6: http://www.kkgm.gov.tr/birim/su_urn/Deniz1/hamsi.html, 26 Temmuz 2008
- URL-7: http://www.kkgm.gov.tr/birim/su_urn/Deniz1/istavrit.html, 26 Temmuz 2008
- URL-8: http://www.kkgm.gov.tr/birim/su_urn/Deniz1/mezgit.html, 26 Temmuz 2008
- URL-9: http://www.feap.info/consumer/nutrition/fat_en.asp?&printable, 23 Kasım 2007
- URL-10: <http://www.ssi.shimadzu.com/products/product.cfm?product=gc-2010>, 07 Nisan 2008
- URL-11: <http://www.courtoftthesilverking.co.uk/alternatives.html>, 01 Ağustos 2008
- Uysal, K., 2000. Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion lucioperca*, Lin. 1758) Balıklarının Total Lipit, Total Yağ Asidi ve Yağ Asidi Bileşiminin Mevsimsel İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Temel Bil. ABD, Doktora Tezi, s. 17-18, Isparta.
- Üner, S., 1960, Balık ve Balıkçılık, Et Balık Kurumu Umum Müdürlüğü, Ocak-Şubat, Cilt 8, Sayı 1-2.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T., 2004. Su ürünleri İşleme Teknolojisi, İstanbul Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayın., Yayın No. 7, İstanbul, 491s.
- Witte, L., 1994. Fettesavre Spektren Wiehtiger, Fette Saifen Anstrichmittel, 3, 81- 85.
- Wolfram, G., 1989. ω -3 und ω -6 Fettsauren-Biochemisch Ebesonderheitenund Biologische Wirkungen, Fette Saifen Anstrichmittel, 12, 459-468.

- Yazıcı, Z., Şener, E. ve Sencer, E., 1999. Fatty Acid Composition of 19 Species of Fish from The Black Sea and The Marmara Sea, Lipids, 34, 3.
- Yılmaz, Ö., 1995. Elazığ Hazar Gölünde Yaşayan *Capoate capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Total Yağ Asidi Miktarı ve Yağ Asitleri Cinslerinin Mevsimlere Göre Değişimi, Fırat Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Biyoloji ABD, Doktora Tezi, s. 120, Elazığ.
- Yurteri, A., 1984. Ülkemizin Su Ürünlerinden Yararlanma Durumu ve Tüketim Fazlası Ürünlerin Değerlendirilme İmkanları, Su Ürünlerinin Planlı Üretimi, İşlenmesi, Soğuk Muhafazası ve Pazarlama Paneli, Yayın No: 6, İzmir, s. 89-108.
- Yücecan, S. ve Baykan, S., 1981. Food Chemistry, Food Control and Analyses (in Turkish), Yayın No:5, s.51-53, M.E.B. Temel Ders Kitabı, İstanbul.
- Zlatanov, S. ve Laskaridis K., 2006. Seasonal Variation in The Fatty Acid Composition of Three Mediterranean Fish–Sardine (*Sardina Pilchardus*), Anchovy (*Engraulis Encrasicolus*) and Picarel (*Spicara Smaris*), Food Chemistry 103 725–728.
- Zuraini, A., Somchit, M. N., Solihah, M. H., Goh, Y. M., Arifah, A. K., Zakaria, M. S., Somchit, N., Rajion, M. A., Zakaria Z. A. ve Mat Jais, A. M., 2006. Fatty Acid and Amino Acid Composition of Three Local Malaysian *Channa* sp. Fish, Food Chemistry, 97, 674–678.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara'da tamamladı. 2000-2001 eğitim öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği bölümünde lisans öğrenimine başladı ve 2004 yılı Haziran ayında bu fakülteden mezun oldu.

2004–2005 eğitim öğretim yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Kasım 2005 tarihinde KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü 50/d kadrosuna araştırma görevlisi olarak atandı ve Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği bölümüne görevlendirildi. Ağustos 2007 yılında evlendi. Orta derecede İngilizce bilmektedir. Halen bu fakültede Araştırma Görevlisi olarak devam etmektedir.