



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**DOĞU AKDENİZ'DE YAŞAYAN BAZI KIKIRDAKLI BALIKLARIN  
KARACİĞER YAĞLARININ BİYOKİMYASAL KOMPOZİSYONU VE  
DEPOLAMAYA BAĞLI KALİTE KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ**

**AYŞE ÖZYILMAZ**

**DOKTORA TEZİ**

**Antakya/HATAY**  
**EYLÜL-2011**



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Köpek ve Vatoz Balıklarının Genel Özellikleri.....	3
1.2. Köpek ve Vatoz Balıklarının Taksonomideki Yeri.....	4
1.3. Çalışmada Kullanılan Kıkırdaklı Balıklar.....	7
1.4. Yağın Tanımı ve Sınıflandırılması.....	9
1.5. Yağların Önemi ve Özellikleri.....	10
1.6. Karotenodiler ve Tokoferoller.....	11
1.7. Yağlarda Kalite Kriterleri.....	13
1.7.1. Fiziksel Özellikler.....	13
1.7.2. Mikrobiyolojik Özellikler.....	14
1.7.3. Duyusal Özellikler.....	14
1.7.4. Kimyasal Özellikler.....	14
1.8. Yağ asitleri, önemi ve özellikleri.....	17
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	23
2.1. Kıkırdaklı Balıklar.....	23
2.2. Yağ Asitleri.....	26
2.3. Element İçerikleri.....	30
2.4. Toplam Karoten ve $\alpha$ -Tokoferol.....	35
2.5. Serbest Yağ Asitleri, Peroksit Değeri ve Kırılma İndisi.....	37
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	43
3.1. MATERYAL.....	43
3.2. Yöntem.....	49
3.2.1. Kıkırdaklı Balıklarda Ölçümler ve Hepatosomatik İndeks (HSI).....	49
3.2.2. Balık Karaciğerlerinden Yağ Ekstraksiyonu.....	49

3.2.3. Karaciğer Yağlarının Mikro Element İçeriğinin Belirlenmesi.....	50
3.2.4. Karaciğer Yağlarının Toplam Karoten Miktarlarının Belirlenmesi.....	52
3.2.5. Karaciğer Yağlarının Tokoferol Miktarlarının Belirlenmesi.....	52
3.2.6. Karaciğer Yağlarının Depolanması.....	53
3.2.7. Karaciğer Yağlarının Asit Sayısının ve Serbest Yağ Asitleri Miktarının Belirlenmesi.....	54
3.2.8. Karaciğer Yağlarında Peroksit Sayısının Belirlenmesi.....	54
3.2.9. Karaciğer Yağlarının Kırılma İndisinin Belirlenmesi.....	55
3.2.10. Karaciğer Yağlarının Yağ Asitlerinin GC-MS ile Belirlenmesi.....	55
3.2.11. İstatistiksel Analizler.....	56
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	57
4.1. Balıklarda Boy, Ağırlık, Karaciğer Ağırlığı, Karaciğer Yağı Seviyesi ve Hepatosomatik İndeks (HSI).....	57
4.2. Balıkların Karaciğer Yağ Oranı, Toplam Karoten (vitamin A) ve Tokoferol (vitamin E) Miktarları.....	59
4.3. Kıkırdaklı Balık Karaciğer Yağlarının Mikro Element İçeriği.....	61
4.4. Depolama Süresince Serbest Yağ Asitleri Miktarlarındaki Değişimler.....	67
4.5. Depolama Süresince Asit Sayılarındaki Değişimler.....	73
4.6. Depolama Süresince Peroksit Sayılarındaki Değişimler.....	78
4.7. Depolama Süresince Kırılma İndisilerindeki Değişimler.....	84
4.8. Depolama Süresince Yağ Asitleri Kompozisyonlarındaki Değişimler.....	90
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	113
KAYNAKLAR.....	116
TEŞEKKÜR.....	128
ÖZGEÇMİŞ.....	129
EKLER.....	131
EK-1. Adi Köpek Balığına Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı.....	131
EK-2. Büyük Burunlu Köpek Balığına Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı.....	132
EK-3. Kemane Vatoz Balığına Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı.....	133
EK-4. İğneli Vatoza Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı.....	134
EK-5. Kartal Vatoza Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı.....	135
EK-6. İnek Burunlu Vatoza Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı.....	136

## ÖZET

**DOĞU AKDENİZ'DE YAŞAYAN BAZI KIKIRDAKLI BALIKLARIN KARACİĞER YAĞLARININ BİYOKİMYASAL KOMPOZİSYONU VE DEPOLAMAYA BAĞLI KALİTE KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Bu çalışmada Doğu Akdeniz'de yaşayan bazı kıkırdaklı balıkların karaciğer yağlarının biyokimyasal özellikleri incelenmiştir. Balıkların karaciğer yağ seviyeleri, hepatosomatik indeks değerleri (HSI), element içerikleri, toplam karoten (vitamin A) ve tokoferol (vitamin E) miktarları belirlenmiştir. Ayrıca, depolama sıcaklığının ve süresinin balık yağı kalitesi üzerine etkisini incelemek amacı ile bu karaciğer yağları buzdolabı (+4°C) ve oda sıcaklığında 180 gün depolanmıştır. Depolama süresince örneklerin aylık dönemlerde serbest yağ asitleri seviyeleri, asit sayıları, peroksit sayıları, kırılma indisleri ve yağ asitlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Araştırma verileri bu balık karaciğerlerinin oldukça yüksek miktarda yağ içerdiğini göstermektedir. Balıkların HSI değerleri büyük burunlu köpek balığı hariç 4.24-8.25 aralığında tespit edilmiştir. Kıkırdaklı balık karaciğer yağların toplam karoten miktarı en yüksek iğneli, kemane ve kartal vatozda bulunmuştur. Tokoferol miktarı ise balıklar arasında farklılık göstermiş olup bu farklılık büyük burunlu köpek balığı ve kemane vatoz hariç tüm balıklar için önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Araştırılan karaciğer yağlarının sağlık açısından güvenilirliğini belirlemek amacı ile Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn ve Pb seviyeleri incelenmiş ve bu element içeriklerinin seviyeleri düşük bulunmuştur. Türlerdeki en düşük ve en yüksek mikro elementler sırası ile Cd ve Mn olduğu tespit edilmiştir. Türler arasında istatistiksel olarak en önemli farklılık Mn ( $P<0.05$ ) seviyelerinde tespit edilmiş bunu Fe ve Zn elementleri takip etmiştir. Cd, Cr, Cu ve Pb seviyeleri türler arasında farklılık göstermemiştir ( $P>0.05$ ).

Araştırmada kullanılan tüm balıkların serbest yağ asitleri ve peroksit değerleri göz önünde bulundurularak, buzdolabında depolanan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarından kemane ve inek burunlu vatoz 90. günde, kartal vatoz ise 180. günde tüketilebilirlik özelliğini koruduğu görülmüştür. Adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı ve iğneli vatoz karaciğer yağları için bu sürenin 180 günden fazla olduğu belirlenmiştir. Oda sıcaklığında depolanan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarından kemane ve inek burunlu vatoz karaciğer yağı 90. günde, kartal vatoz karaciğer yağı 150. günde ve son olarak iğneli vatoz karaciğer yağı 180. günde tüketilebilirlik sınırını aştığı tespit edilirken sadece büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının hala bu sınıra yaklaşmadığı görülmüştür.

Çalışmada kullanılan tüm kıkırdaklı balıkları karaciğer yağlarının yağ asitleri miktarları arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir ( $P<0.05$ ). Balık karaciğer yağları içerisinde en yüksek DHA seviyesi inek burunlu vatozda, en düşük seviye ise büyük burunlu köpek balığında belirlenmiştir. Araştırılan balıkların karaciğer yağları EPA seviyeleri genelde DHA seviyelerinden oldukça düşük bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Depolama süresince aylık periyotlarda izlenen balık yağlarının EPA ve DHA seviyelerinde değişiklikler izlenmiştir.

2011, 136 sayfa

**Anahtar kelimeler:** kıkırdaklı balık, tokoferol, karoten, serbest yağ asidi, peroksit değeri, element, kırılma indisleri, DHA, EPA, Hepatosomatik indeks

## ABSTRACT

**DETERMINATION OF BIOCHEMICAL PROPERTIES OF LIVER OIL OF SOME CARTILAGINOUS FISH LIVING IN THE NORTHEASTERN MEDITERRANEAN AND QUALITY CHANGES DURING THE STORAGE**

Biochemical properties of liver oil of some cartilaginous fish living in the Northeastern Mediterranean were investigated in this current study. For this purpose, the ratio of hepatosomatic index (HSI) and the levels of oil, element, total carotene (vitamin A), and total tocopherol (vitamin E) of fish livers was primarily analyzed. In addition, in order to search for the storage effects on the quality of oil obtained from fish livers, these oils were stored at both refrigerator (+4°C) and room temperature for a 180-day period. Monthly changes in fatty acid profiles, peroxide values, refractive index, levels of free fatty acid, and acid number were investigated.

Data show that cartilaginous fish liver contains very high amounts of oil. Hepatosomatic index of these fish was found in the range of 4.24 to 8.25, except big nose shark. The amounts of total carotene (vitamin A) were found the highest in needle-string ray liver oil in all cartilaginous fish-liver studied in this present study, followed by common guitar fish and eagle-head rays. The amounts of total tocopherol (vitamin E) varied in all fish liver oils examined in this study. The variations were found statistically significant ( $P < 0.05$ ), except common guitar fish and eagle-head rays.

In order to determine safety of consumption, the levels of trace elements (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn, and Pb) in all cartilaginous fish liver oil were investigated in this current research. In general, liver oils of species had lower amount of micro-elements. The levels of Cd were found to be lowest while those of Mn highest in all species in this present study. The most important differences in the trace elements were statistically observed in the levels of Mn ( $P < 0.05$ ), followed by those of Fe and Zn in all the species studied. The levels of Cd, Cr, Cu, and Pb were found to be insignificant ( $P > 0.05$ ).

Considering levels of free fatty acid and the peroxide values, liver oils of the common guitar fish and cow-nose rays stored in the refrigerator were found to be unacceptable for consumption at the end of the 90<sup>th</sup> day while the liver oils of the eagle-head lasted at 180<sup>th</sup> day of the storage period. However, the liver oils of common shark, big nose shark, and needle-string ray were still acceptable for consumption at the end of the storage. Consumption of the liver oils of fish stored in room temperature lasted up to 90 days for common guitar fish and cow-nose rays, 150 days for eagle-head, and finally 180 days for both common shark and needle-string ray while liver oil of big nose shark was still acceptable.

All cartilaginous fish liver oils measured in this current study were mostly found to be significantly different in terms of fatty acid components ( $P < 0.05$ ). The highest level of DHA was determined to be in liver oil of cow-nose ray while big nose shark liver oil had the lowest amount of DHA. In general, the levels of EPA in liver oil of all fish species studied were found to be lower than those of DHA ( $P < 0.05$ ). The levels of both EPA and DHA in oils analyzed monthly differed during the storage period.

2011, 136 pages

**Key Words:** cartilaginous fish, carotene, tocopherol, free fatty acid, peroxide value, refractive index, element, DHA, EPA, hepatosomatic index

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<b>Simge</b>	<b>Açıklaması</b>
°C	Santigrat derece
ppm	Miligram/kg
mg	Miligram
µg	Mikrogram
ml	Mililitre
Cd	Kadmiyum
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mn	Mangan
Pb	Kurşun
Zn	Çinko
(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> N) <sub>2</sub>	2,2'-bipiridin
FeCl <sub>3</sub> .6H <sub>2</sub> O	Demir üç klorür
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
n	Numune sayısı
Σ	Toplam
SFA	Doymuş yağ asidi
MUFA	Tekli doymamış yağ asidi
PUFA	Çoklu doymamış yağ asidi
DHA	Dokosahekzaenoik asit
EPA	Eikasopentaenoik asit
AA	Araşidonik asit

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 3.1. Elementlerin ölçümünde kullanılan dalga boyları.....	51
Çizelge 4.1. Kıkırdaklı balıklara ait ortalama boy (cm) ,ağırlık (g), karaciğer ağırlıkları (g), hepatosomatik indeks (HSI) değerleri.....	57
Çizelge 4.2.Çalışmada kullanılan kıkırdaklı balıklara ait karaciğer yağ seviyeleri (%), toplam karoten ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) ve tokoferol ( $\text{mg}/\text{kg}$ ) miktarları.....	60
Çizelge 4.3. Çalışmada kullanılan kıkırdaklı balıklara ait karaciğer yağlarının element içeriği ( $\text{mg}/\text{kg}$ ).....	62
Çizelge 4.4. Buzdolabında depolanan karaciğer yağlarında ortalama serbest yağ asitleri miktarları (% oleik asit olarak).....	67
Çizelge 4.5. Oda sıcaklığında depolanan karaciğer yağlarında ortalama serbest yağ asitleri miktarları (% oleik asit olarak).....	68
Çizelge 4. 6. Buzdolabında depolanan karaciğer yağlarının ortalama asit sayıları ( $\text{mg KOHg}^{-1}$ ).....	73
Çizelge 4. 7. Oda sıcaklığında depolanan karaciğer yağlarının ortalama asit sayıları ( $\text{mg KOHg}^{-1}$ ).....	73
Çizelge 4.8. Buzdolabında depolanan karaciğer yağlarında ortalama peroksit sayıları ( $\text{meqO}_2\text{kg}^{-1}$ ).....	78
Çizelge 4.9. Oda sıcaklığında depolanan karaciğer yağlarında ortalama peroksit sayıları ( $\text{meqO}_2\text{kg}^{-1}$ ).....	79
Çizelge 4.10 . Buzdolabında depolanan karaciğer yağlarında ortalama kırılma indisleri.....	85
Çizelge 4.11. Oda sıcaklığında depolanan karaciğer yağlarında ortalama kırılma indisleri.....	85
Çizelge 4.12.Araştırmada kullanılan kıkırdaklı balıkların karaciğer yağlarının yağ asitleri kompozisyonu.....	91
Çizelge 4.13. Buzdolabında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	93
Çizelge 4.14.Oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	94



Çizelge 4.15. Buzdolabında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	96
Çizelge 4.16. Oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	97
Çizelge 4.17. Buzdolabında depolanan kemane balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	99
Çizelge 4.18. Oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	100
Çizelge 4.19. Buzdolabında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	102
Çizelge 4.20. Oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	103
Çizelge 4.21. Buzdolabında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	106
Çizelge 4.22. Oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	107
Çizelge 4.23. Çizelge 4.23. Buzdolabında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim.....	109
Çizelge 4.24. Oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelendeğişim.....	110

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## Sayfa

Şekil 1.1. Triesterlerin oluşumu.....	9
Şekil 1.2. Oksitlenme sonucu aldehitlerin oluşumu.....	11
Şekil 1.3. Deniz ürünlerinde görülen bazı karotenid çeşitleri.....	12
Şekil 1. 4. $\alpha$ -tokoferol ve Tokotrienollerin genel yapısı.....	13
Şekil 1. 5. Yağlarda oksidasyon aşamaları.....	16
Şekil 1. 6. En yaygın olarak bulunan yağ asitlerinden bazıları.....	21
Şekil 3.1. Adi köpek balığı ( <i>Mustelus mustelus</i> ; Linnaeus, 1758).....	43
Şekil 3.2. Büyük burunlu köpek balığı ( <i>Carcharhinus altimus</i> ; Springer, 1950).....	44
Şekil 3.3. Kemane vatoz ( <i>Rhinobatos rhinobatos</i> ; Linnaeus 1758).....	45
Şekil 3.4. İğneli vatoz ( <i>Dasyatis pastinaca</i> ; Linnaeus, 1758).....	46
Şekil 3.5. Kartal vatoz ( <i>Myliobatis aquila</i> ; Linnaeus, 1758).....	47
Şekil 3.6. İnek burunlu vatoz (çiçuna, <i>Rhinoptera marginata</i> ; Geoffroy Saint-Hilaire, 1817).....	48
Şekil 3.7. ICP-AES (Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry) cihazı.....	51
Şekil 3.8. Spektrofotometre (U-1900 model).....	52
Şekil 3.9. GC-MS (Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi).....	56
Şekil 4.1. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim.....	68
Şekil 4.2. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim.....	69
Şekil 4.3. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim.....	70
Şekil 4.4. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranları.....	70
Şekil 4.5. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranları.....	71

Şekil 4.6. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranları.....	72
Şekil 4.7. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (mg KOHg <sup>-1</sup> ).....	74
Şekil 4.8. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (mg KOHg <sup>-1</sup> ).....	74
Şekil 4.9. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişim(mg KOHg <sup>-1</sup> ).....	75
Şekil 4.10. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (mg KOHg <sup>-1</sup> ).....	76
Şekil 4.11. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (mg KOHg <sup>-1</sup> ).....	76
Şekil 4.12. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (mg KOHg <sup>-1</sup> ).....	77
Şekil 4.13. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> ).....	80
Şekil 4.14. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> ).....	80
Şekil 4.15. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> ).....	81
Şekil 4.16. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> ).....	82
Şekil 4.17. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> ).....	82
Şekil 4.18. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> ).....	83
Şekil 4.19. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim.....	86
Şekil 4.20. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim.....	86
Şekil 4.21. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim.....	87

Şekil 4.22. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim.....	88
Şekil 4.23. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim.....	88
Şekil 4.24. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim.....	89

## 1. GİRİŞ

Balık yağının sağlık açısından öneminin anlaşılması ile birlikte bu yağa olan ilgi giderek artmaktadır. Ticari olarak balık yağları ya sıvı olarak şişelerde veya kullanımının kolay olması bakımından kapsül haline getirilip değerlendirilmektedir. Yağlar doğrudan yağ şeklinde satıldıkları gibi ilaç, kozmetik ve hayvan yemi (ör; balık ve tavuk) sanayisinde de hammadde olarak kullanılmaktadır. Balık yağları genelde yağlı balıklarından elde edilen kas yağları veya beyaz etli dip balıklarının karaciğerinden elde edilen yağlardır. Türkiye’de ticari olarak üretilen yağlar genel olarak hamsi, sardalya ve çaç a gibi balıkların kas etlerinden elde edilen yağlardır. Bu tip yağlar daha çok balık unu üretimi için kullanılan hammaddelerden elde edilen yan ürünlerdir. Avrupa ve diğer Kuzey Ülkelerinde ise balık yağı elde etmek için yaygın olarak morina balığının karaciğeri kullanılmaktadır. Uzakdoğ u Ülkelerinde ise balık yağı elde etmek için en çok tercih edilen balık orkinozdur.

Kuzeydoğ u Akdeniz Bölgesinde kıkırdaklı balıkların (köpek balığı ve vatoz) etleri tüketilmekte fakat karaciğ erleri atılmaktadır. Atılan bu karaciğ erler çok büyük oranda yağ içerirler. Bu balıkların vücut ağırlıklarının önemli bir bölümünü teşkil eden karaciğ erleri ise yağ açısından oldukça zengindir. Kıkırdaklı balıkların karaciğ eri ile yapılan çalışmalarda bu balıkların karaciğ er yağlarının yağ asitleri kompozisyonları incelenmiş ve bu yağların çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) bakımından zengin olduğ u tespit edilmiş ve tüketilmesi tavsiye edilmiştir (Ould El Kebir ve ark. 2003, Navarro-Garcia ve ark. 2004 ve Ould El Kebir ve ark. 2007).

Balık yağları çoklu doymamış yağ asitleri içerirler. Bunlardan özellikle omega 3 ve omega 6 sağlıklı bir yaşam için önem taşıyan yağ asitlerindedir. Bu yağ asitlerinin vücuda alınmasının pek çok faydaları vardır. Bunlardan bazıları; vücut gelişimi ve büyüme (Simopoulos, 1991), kalp damar hastalıklarının oluşumunun engellenmesi (Mayneris-Perxachs ve ark. 2010; Connor 2000; Kinsella 1988); hastalıkların engellenmesi (Derevon, 1992), göz ve beyin gelişiminin sağlanması ve bu organların işlev görmesi (Connor, 1992), kanser tedavisi (Fenton ve ark., 2000) ve diş kayıplarının önlenmesidir (Hamazaki ve ark., 2006). Balığın insan sağlığına sağladığı bu gibi faydaları bilimsel açıdan kanıtlanmıştır. Bu nedenle balık sağlıklı yaşamın vazgeçilmez bir parçasıdır.

Köpek balıklarının karaciğerlerinin çok büyük miktarlarda yağ içerdikleri bildirilmektedir. Örneğin, dünyanın en büyük balığı olan balina köpek balığından sonra gelen bir camgöz köpek balığının (*Cetorhinus maximus*, 8.80 metre boy ve 6.50 ton ağırlığındaki) karın boşluğu boyunca uzanan büyükçe yağlı bir karaciğere sahip olduğu tespit edilmiştir. Köpek balıklarının ticari amaçlı karaciğer yağı için avlandığı günlerde 4 metre boyunda iyi beslenmiş bir kaplan köpek balığının karaciğerinden yaklaşık 82 litre yağ elde edilebileceği hesaplanmıştır (Anonymous 2010). Hesaplanan bu miktarlar köpek balığı karaciğerlerinden elde edilebilecek balık yağı miktarlarına iyi örnekler teşkil edebilir. Çünkü Türkiye İstatistik Kurumu su ürünleri istatistikleri 2009 yılı köpek balığına ait üretiminin 618 ton olduğunu bildirmiştir (TÜİK, 2011). Bu balıkların karaciğerlerinden elde edilebilecek yağlar gıda sanayisi başta olmak üzere pek çok sanayide (örneğin, ilaç ve balık yemi gibi ) iyi bir hammadde teşkil edebilir. Örneğin, Peniche ve ark. (2004) köpek balığı karaciğer yağından balık yağı kapsülleri üretmişlerdir. Ayrıca, köpek balığı karaciğerinden elde edilen yağlar ve bu yağların kimyasal kompozisyonları ile ilgili bazı çalışmalar (Navarro-Garcia ve ark. 2000; Remme ve ark, 2006) bu yağların sağlık açısından değerini ortaya koymaktadır.

İnsan sağlığı açısından pek çok faydalara sahip balık yağı depolama süresince bazı değişikliklere maruz kalır ve bozulma gösterir. Bozulan yağlar ise insan sağlığına faydalı olma özelliğini kaybederek zararlı hale gelebilir. Ayrıca, çok büyük bir emek ve iş gücü ile elde edilen yağların bozulması ekonomik kayba sebep olur. Dolayısı ile yağların bozulma süreçlerini bilmek ve buna etki eden etmenleri takip etmek oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, Doğu Akdeniz'de eti tüketilen ve karaciğerleri atılan kıkırdaklı balıkların karaciğer yağlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, ilk olarak atılan bu karaciğerlerin yağ oranının tespit edilmesi ve elde edilen yağların kalite kriterlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Kalite kriterlerinden özellikle yağların tüketim açısından güvenilirliğini tespit etmek amacı ile başta element içeriği tespit edilmiştir. Daha sonra yağın serbest yağ asitleri miktarları, peroksit düzeyleri, kırılma indisleri, toplam karoten (vitamin A) ve tokoferol (vitamin E) oranları, yağ asitleri seviyeleri belirlenmiştir. Ayrıca, yağlar iki farklı şekilde depolanarak depolama süresince yağların kalite kriterlerindeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### 1.1. Köpek ve Vatoz Balıklarının Genel Özellikleri

Kıkırdaklı balıklarda iskelet, birbiriyle birleşmiş omurlara sahiptir. Vücutları fusiform şeklinde ya da yanlardan basık (dorsa-ventral) şekilde yassılaştırmış balıklardır. Vücut sıcaklıkları çevreye bağlı olarak değişen (poikloterm) canlılardır. Deri sert, plakoid kaplı ve bol miktarda mukus bezi içermektedir. Tek ve çift yüzgeçleri mevcuttur. Kuyruk (kaudal) yüzgeci çatallı biçimdedir. Kalpleri bir kulakçık ve karıncık olmak üzere iki gözlüdür. Alyuvarları çekirdekli ve oval yapıdadır. Solungaçları 5-7 çifttir. Hava keseleri bulunmaz. Ağızlarında çok sayıda diş vardır. Köpek balıklarında göğüs yüzgeçleri solungaç yarıklarının arkasından başlarken, vatoz balıklarında baş ve gövdeye bağlanır.

Vatoz balıkları sığ deniz kıyılarında yaşayan yassı vücutlu, ince derili ve karın derisi beyaz olan bir balıktır. Göğüs yüzgeçleri büyük ve vücudun iki yanına bitişiktir. Kuyruğu az çok uzun olup, sırt yüzgeçleri birbirine yakındır. Sırtı lekeli ve çivilidir. Erkekler 70, dişiler 125 cm uzunluğu bulurlar. Kumluklara gömülür, gece avlanırlar. Küçük balıklar ve küçük kabuklularla beslenirler. Yumurtaları zarımsı bir kabukla kaplıdır ve zeminlere tutunmak için ipliksi uzantıları vardır. Kıkırdaklı balıklar genelde denizde bulunmalarına rağmen bazı tropik köpek balıkları ve vatozlar daima tatlı sularda yaşayabilirler. Bu balıklar bu özellikleri nedeni ile akvaryumda süs balığı olarak kullanılabilir (Ünlü, 2011).

Köpekbalıklarının çok az bir kısmının etinin tüketildiği bilinmektedir. Bazı köpekbalıklarının ise yüzgeçlerinin kaynatılmasından elde edilen jel, çorbalara tat ve kıvam vermede kullanılır. Karaciğerlerinden çıkarılan yağ zengin A vitamini içerdiği için besin olarak değerlendirilir. Bu balıklar kıkırdağıyla beraber ilaç yapımında da kullanılabilir (Gözceliğlü 2002).

Ünlü (2011)'nin bildirdiğine göre bazı ülkelerde bu balıkların etleri lüks yiyecekler olarak tüketilirken, diğer bazı ülkelerde, örneğin Uzak Doğu'da yüzgeçleri kaynatılarak çorbalara lezzet veren hammadde elde etmekte kullanılmaktadır. Ayrıca derisinden değerli eşyalar üretilmesinin yanısıra cilt bezleri de yapılmaktadır. Aynı çalışmada karaciğerlerinden elde edilen yağlarda bol miktarda A vitamini bulunduğu ve kansere karşı ilaç geliştirilmesi denemelerinde kullanıldığı bildirilmektedir.

## 1.2. Köpek ve Vatoz Balıklarının Taksonomideki Yeri

OMURGALILAR (Anonim 2010)

Deniz balıkları

Chondrichthyes (Kıkırdaklı balıklar)

Osteichthyes (Kemikli balıklar)

ALT SINIF: CHONDRICHTHYES (KIKIRDAKLI BALIKLAR)

**TAKIM** : PLEUROTREMATA (KÖPEKBALIKLARI)

**1. Familya** : HEXANCHIDAE (CAMGÖZLER)

*Heptranchias perlo* (Bonnaterre, 1788) (Boz camgöz)

*Hexanchus griseus* (Bonnaterre, 1788) (Boz camgöz)

**2. Familya** : ODONTASPIDIDAE (PAMUKBALIKLARI)

*Eugomphodus taurus* (Rafinesque, 1809) (Pamuk Balığı)

*Odontaspis ferox* (Risso, 1810) (Pamuk Balığı)

**3. Familya** : LAMNIDAE (DİKBURUNLU KÖPEKBALIKLARI)

*Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) (Büyük Beyaz Köpekbalığı)

*Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810 (Dikburun Canavar)

*Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) (Dikburun Harhariyas)

**4. Familya** : CETORHINIDAE (DEV KÖPEKBALIKLARI)

*Cetorhinus maximus* (Gunnerus, 1765) (Büyük Camgöz)

**5. Familya** : ALOPIIDAE (SAPANBALIKLARI)

*Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1788) (Sapan balığı, Tilki balığı)

**6. Familya** : SCYLORHINIDAE (KEDİBALIKLARI)

*Galeus melastomus* Rafinesque, 1810 (Lekeli Kedibalığı)

*Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) (Kedi Balığı)

*Scyliorhinus stellaris* (Linnaeus, 1758) (Kedi Balığı)

**7. Familya** : CARCHARINIDAE (HARHARYASLAR)

*Carcharhinus brevipinna* (Muller & Henle, 1841) (Sivri Camgöz)

*Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1841) (Köpek Balığı)

*Carcharhinus melanopterus* (Quoy & Gaimard, 1824) (Köpekbalığı)



*Carcharhinus plumbeus* (Nardo, 1827) (Büyük Camgöz)  
*Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) (Pamuk Balığı)

**8. Familya : TRIAKIDAE (KAYGAN DERİLİ KÖPEKBALIKLARI)**

*Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758) (Camgöz)  
*Mustelus asterias* Cloquet, 1821 (Köpek balığı)  
*Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758) (Köpek Balığı)  
*Mustelus punctulatus* Risso, 1826 (Köpek Balığı)

**9. Familya : SPHYRNIDAE (ÇEKİÇBAŞLI KÖPEKBALIKLARI)**

*Sphyrna tudes* (Valenciennes, 1822) (Çekiç Balığı)  
*Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) (Çekiç Balığı)

**10. Familya : OXYNOTIDAE (DOMUZBALIKLARI)**

*Oxynotus centrina* (Linnaeus, 1758) (Domuz Balığı)

**11. Familya : SQUALIDAE (KATRANBALIKLARI)**

*Centrophorus granulosus* (Schneider, 1801) (Köpek Balığı)  
*Centrophorus uyato* (Rafinesque, 1801) (Köpek Balığı)  
*Dalatias licha* (Bonnaterre, 1788) (Küt burunlu köpekbalığı)  
*Echinorhinus brucus* (Bonnaterre, 1788) (Çivili Köpekbalığı)  
*Etmopterus spinax* (Linnaeus, 1758) (Siyah Köpekbalığı)  
*Squalus acanthias* Linnaeus, 1758 (Mahmuzlu Camgöz)  
*Squalus blainvillei* (Risso, 1826) (Mahmuzlu Camgöz)

**12. Familya : SQUATINIDAE (DENİZ MELEKLERİ, KELERLER)**

*Squatina aculeata* Cuvier, 1829 (Keler)  
*Squatina oculata* Bonaparte, 1840 (Keler)  
*Squatina squatina* (Linnaeus, 1758) (Keler)

**TAKIM : HYPOTREMATA (VATOZLAR)**

**13. Familya : RHINOBATIDAE (KEMAN VATOZLARI)**

*Rhinobatos cemiculus* E.Geoffroy Saint-Hilaire, 1817 (Kemane balığı)  
*Rhinobatos rhinobatos* (Linnaeus, 1758) (Kemane Balığı)

**14. Familya : TORPEDINIDAE (ELEKTRİKLİ VATOZLAR)**

*Torpedo marmorata* Risso, 1810 (Elektrikli Vatoz, çarpan)  
*Torpedo torpedo* (Linnaeus, 1758) (Elektrikli Vatoz, çarpan)  
*Torpedo nobiliana* Bonaparte, 1835 (Elektrikli Vatoz, çarpan)

**15. Familya : RAJIDAE (VATOZLAR)**

*Raja alba* Lacepede, 1803 (Vatoz)  
*Raja asterias* Delaroche, 1809 (Vatoz)  
*Raja batis* Linnaeus, 1758 (Vatoz)  
*Raja clavata* Linnaeus, 1758 (Dikenli Vatoz)  
*Raja fullonica* Linnaeus, 1758 (Vatoz)  
*Raja miraletus* Linnaeus, 1758 (Vatoz)  
*Raja montagui* Fowler, 1910 (Vatoz)  
*Raja naevus* Muller & Henle, 1841 (Vatoz)  
*Raja oxyrinchus* Linnaeus, 1758 (Vatoz)  
*Raja polystigma* Regan, 1923 (Vatoz)  
*Raja radula* Delaroche, 1809 (Vatoz)  
*Raja undulata* Lacepede, 1802 (Vatoz)

**16. Familya : DASYATIDAE (DİKENLİ VATOZLAR)**

*Dasyatis centroura* (Mitchill, 1815) (Rina Balığı, Dikenli Vatoz)  
*Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758) (Rina Balığı, Dikenli Vatoz)  
*Dasyatis tortonesei* Capape, 1977 (Rina Balığı, Dikenli Vatoz)  
*Dasyatis violacea* (Bonaparte, 1832) (Rina Balığı, Dikenli Vatoz)  
*Himantura uarnak* (Forsskal, 1775) (Uzun kuyruklu rina balığı, Dikenli Vatoz)  
*Taeniura grabata* (E. Geoffroy Saint-Hilarie, 1817) (Dikenli Vatoz)

**17. Familya : GYMNURIDAE (KAZIKKUYRUK BALIKLARI)**

*Gymnura altavela* (Linnaeus, 1758) (Kazıkkuyruk Balığı)

**18. Familya : MYLIOBATIDAE (KARTAL VATOZLAR, FOLYALAR)**

*Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758) (Çiçuna)  
*Pteromylaeus bovinus* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Çiçuna)

**19. Familya : RHINOPTERIDAE (İNEKBURUNLU VATOZLAR)**

*Rhinoptera marginata* (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Çiçuna)

**20. Familya : MOBULIDAE (KULAKLI FOLYALAR)**

*Mobula mobular* (Bonnaterre, 1788) (Kulaklı Folya)

### 1.3. Çalışmada Kullanılan Kıkırdaklı Balıklar

**Adi köpek balığı:** Türk Deniz Araştırmaları Vakfının (TÜDAV) bir yayınında adi köpek balıklarının 50-100 cm (max. 120 cm) olduğunu bildirmiştir (Golani ve ark., 2006). Ayrıca, bu balıkların genelde 80-100 cm ve 3-4 kg olan bu köpek balıklarının 150 cm'ye ve 10 kg'ye çıktığı ancak 200 cm ve 15-20 kg olanlarına da rastlandığı bildirilmiştir (Anonim 2011a). Aslen halk arasında camgöz olarak bilirse de camgözler sınıfından değildir. En önemli özelliği iki sırt yüzgecinin önlerinde birer sivri mahmuz bulunmasıdır. Gözleri ise dışarıya doğru çıkık yeşil-mavi renkte olmasıdır.

Ayırt edici özelliklerinden biri dişlerinin mozaik görünümünde sıralanmış olmasıdır. Bir diğerinin ise vücudunda herhangi bir nokta veya herhangi bir işarete sahip olmamasıdır (Golani ve ark., 2006).

Balık sürüleriyle ve ahtopotlarla beslenen ve bu sürüleri takip eden adi köpek balığı, çok keskin dişleriyle profesyonel balıkçıların ağlarına büyük zarar verdikleri bilinir. Köpek balıkları denizde rastladıkları her türlü canlı ve cansız varlığı yerler. Kırlangıç türü dip balıklarını avlayan amatör balıkçıların oltalarına nadiren de olsa takıldıkları söylenir.

Dünyada çapında 1200 kıkırdaklı balık türünün bulunduğu, bunlardan 80'den fazlasını Akdeniz'de yaşadığı bildirilmektedir (Golani ve ark., 2006). Ülkemizde kıkırdaklı balıkların avlanıldığı denizler ortalama av miktarlarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanırsa bu sıranın Karadeniz, Akdeniz, Marmara Denizi ve Ege Deniz olduğu belirlenmiştir (TÜİK, 2007). Denizlerimizde ticari balıkçıları tarafından avlanan kıkırdaklı balıkların hedef tür olarak avlanılmasının yanı sıra, avlanan kıkırdaklı balıkların büyük bir kısmının aslında hedef dışı av olarak yakalandığı bilinmektedir. Ülkemizde ticari olarak avlanılan köpek balıklarından biri bu çalışmada kullanılan adi köpek balığıdır.

**Büyük burunlu köpek balığı:** Dünyada tropikal ve subtropikal bölgelerde bulunmaktadır. Çok hızlı yüzdüğü bilinmektedir. Yetişkin bireyleri 90-500 m derinlikte bulunurken genç bireyler daha sığ suları tercih edebildikleri ve 25 m derinlikte bulunabildikleri belirtilmiştir. Balık ve kafadanbacaklılarla beslenirler. büyük burunlu

köpek balığının büyüklükleri 2-2.5 m. ye ulaştıklarında cinsel olgunluğa ulaşırlar (Golani ve ark., 2006). Büyük burunlu köpek balıkları 3 m uzunluğa ve 168 kg ağırlığa ulaşabilmektedirler (Anonymous 2011a). Bu balık genellikle gece köpek balığı ile karıştırılır. Balığın en belirgin özelliklerinden biri ventral taraftan beyaz, sırt tarafından gri renkli olmasıdır.

**Kemane vatoz:** Bu türe ait ortalama boyun 40-120 cm (en fazla 150 cm) olduğu bildirilmektedir (Golani ve ark., 2006). Bu balığın kendine özgü en önemli özelliği, burun arasında mevcut olan çizginin boyunun göz çapına eşit olmasıdır. Genellikle 100 derinliklerinde, kumlu ya da çamurlu zemin üzerinde sürüler halinde bulunurlar. Küçük bentik omurgasızlar ve balıklarla beslenirler. Avlarını ortaya çıkarmak için yüzeye çıkarmak için güçlü sivri burunlarını kullanır.

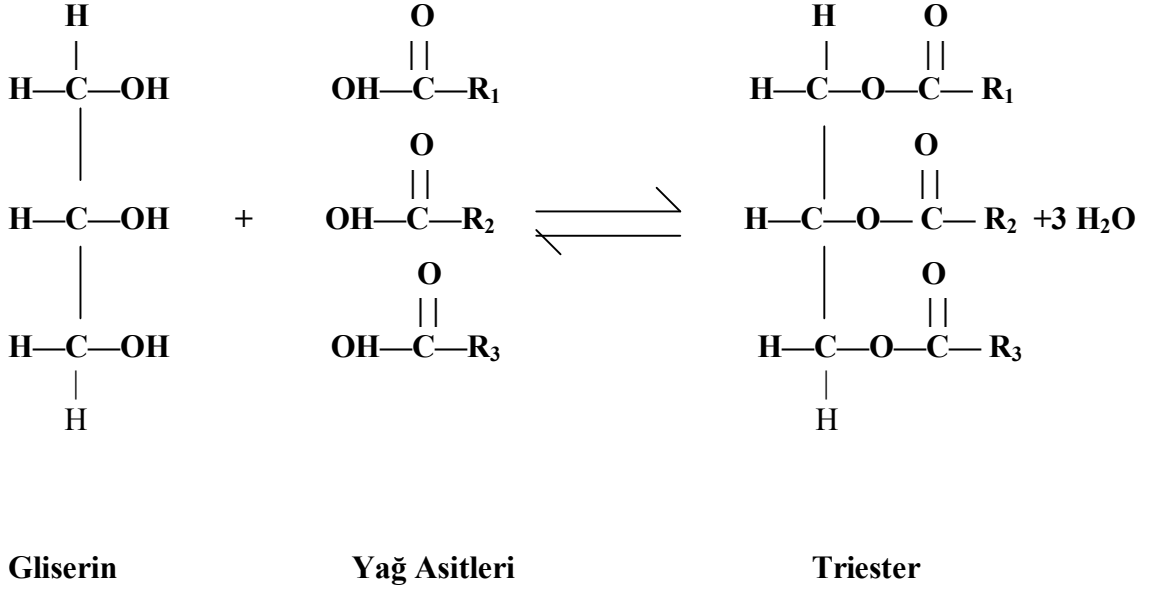
**İğneli vatoz:** Bu türe ait ortalama boyun 20-60 cm (en fazla 80 cm) olduğu bildirilmektedir (Golani ve ark., 2006). Kendine özgü karakteri sivri burnu; kahverengi lekeler üzerinde açık mavi dalgalı bant en uç kısımları turuncumsu ve ağız 5 papilla mevcuttur. Genellikle, 200 m derinliklerde bulunan kumlu ya da çamurlu zemin üzerin için uygun olmalarına rağmen sığ suları (50 m) tercih ederler. Kuyruklarında iğne şeklinde yapılaşmış zehir bezleri mevcuttur. Bundan dolayı iğneli vatoz ismini almışlardır.

**Kartal vatoz:** Bu balıkların kafaları kartal gibi çok sivri değildir ancak vücuttan öne doğru yükselmiş gibidir. Sırt yüzgecinin kökeni pelvik yüzgecinden geridedir ve vücuttan ayrılan kuyruk kısmı kuyruğun uç kısımlarından nispeten daha kalın görünümlüdür. Sürüler halinde dolaşırlar. Aktif orta su yüzücüleridirler. Fakat kumlu ya da çamurlu yüzeylere de inerler. Yumuşakçalar ve kabuklularla beslenirler. Kabuklu deniz ürünleri yetiştirilen yataklara zarar verebilirler.

**İnek burunlu vatoz:** Bu balıkların kafa anteriorları çentik ile ikiye bölünmüş disk burundan yüksektir. Çoğunlukla 20 ve 100 m derinliklerinde kumlu ya da çamurlu zemin yaşarlar, ara sıra orta suda sürüler oluşturur. Genellikle, kabuklu hayvanlar, yumuşakçalar ve balıklar ile beslenir.

#### 1.4. Yağın Tanımı ve Sınıflandırılması

Yağlar, çift karbon sayılı (4-24) doymuş veya doymamış yağ asitlerinin gliserin ile verdiği triesterlerdir (Okudan ve ark., 2008).



Şekil 1.1. Triesterlerin oluşumu

Doymuş yağ asitlerinin zincirlerinde çift bağlar veya başka fonksiyonel gruplar bulunmaz. “Doymuş” terimi hidrojen ile ilişkili olarak kullanılmaktadır. Karboksilik asit [-COOH] grubundaki karbon dışındaki diğer karbonların alabildiğince çok hidrojenle bağ kurmuş olduğu anlamını taşımaktadır. Yani, omega ( $\omega$ ) ucundaki karbondaki 3 hidrojen vardır. Metil zincirindeki karbonların her birisinde ise iki tane hidrojen vardır (-CH<sub>2</sub>-). Doymuş yağ asitleri düz zincirler oluşturdukları için sıkışık bir şekilde istiflenebilirler. Böylece canlıların kimyasal enerjiyi yoğun bir şekilde depolamalarını sağlarlar. Bu nedenle hayvanların yağ dokuları büyük miktarda uzun zincirli doymuş yağ asitleri içerir (IUPAC, 2011).

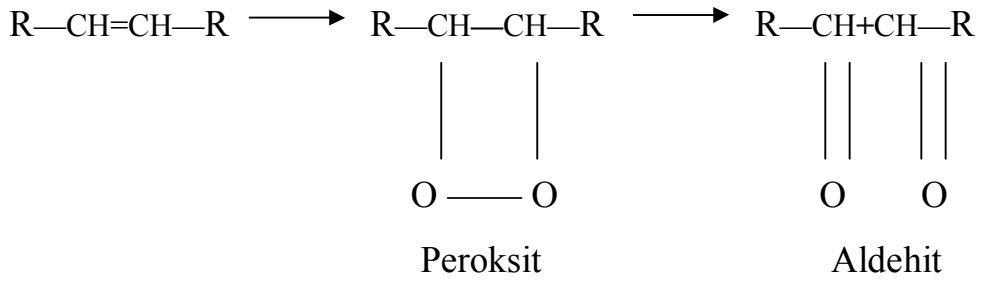
Doymamış yağ asitleri benzer şekillidir. Ancak zincir üzerinde bir veya daha fazla alken grubu vardır. Bir alken grubunda bir "-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-" bağ yerine "-CH=CH-" yani birbirine çift bağla bağlanmış iki karbon vardır.

### 1.5. Yağların Önemi ve Özellikleri

Yağlar önemli depo yakıt maddeleridir. Esansiyel niteliğe sahip çeşitli yağ asitlerini içerirler. Esansiyel yağ asitleri; hormon ve prostaglandinlerin prekürsörüdür.

Yağların özellikleri:

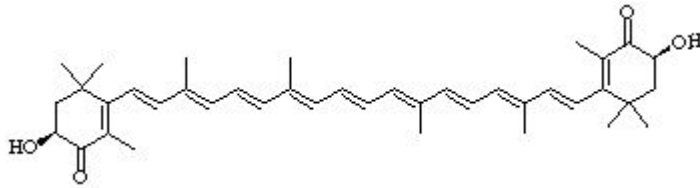
- Yapılarında C, H ve O bulundurlar.
- Proteinden farklı olarak yapılarında N bulundurmazlar.
- Oda sıcaklığında yüksek vizkoziteye sahiptirler.
- Suda çözünmezler, organik çözücülerde çözünürler.
- Yağlar genel olarak renksiz, kokusuz ve tatsızdır. Yağlara rengi içinde bulundurduğu ve yağda çözünen pigmentler verir.
- Ancak balık yağlarının kendilerine has bir kokuları vardır ve bu balıktan balığa değişiklik gösterir.
- Her bir balığın ve içerdiği yağın kendine özgü farklı bir kokusu vardır.
- Bütün yağların yoğunlukları 1 den küçüktür.
- Erime noktaları sabit değildir. İçerdikleri karbon sayısı arttıkça erime noktası artar.
- Yağlar yemeklerden sonra tokluk hissine katkıda bulunurlar.
- Gıdaların daha lezzetli olmasına hizmet ederler.
- Protein ve karbonhidratlar yakıldıkları zaman 4 kcal/g verdikleri halde yağlar 9 kcal/g verirler.
- Yapılarında çift bağ bulduran yağlar kolay oksitlenir.
- Oksitlenme sonucu aldehitler ketonlar ve serbest yağ asitleri oluşur ve yağın kokusunda değişim başlar.



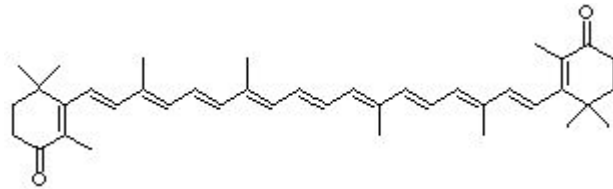
Şekil 1.2. Oksitlenme sonucu aldehitlerin oluşumu

### 1.6. Karotenodiler ve Tokoferoller

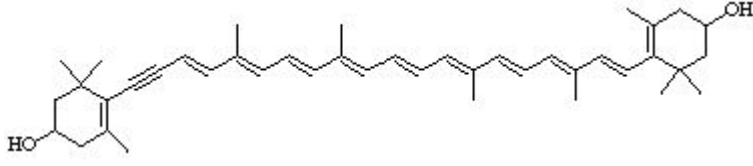
Karotenodiler, katı ve sıvı yağlarda tabii olarak bulunan renkli bileşiklerdir. Renk aralığı sarıdan koyu kırmızıya kadar değişir. Bunlarda rengi veren yapılarındaki konjuge çift bağlardır. Karotenoidler alkali rafinasyonla yağdan ayrılmazlar. Fakat hidrojenasyon işleminde çift bağlar indirgenir ve sonuçta da renk açılır. Karotenoidler ısıya dayanıksız olduklarından dolayı buharlı deodorizasyon işleminde de yağın rengi açılabilir. Karotenoidler sınıfından en yaygın olarak bulunan ve tanınmış bileşikler karotenlerdir. Yağların sarı renklerini bu bileşikler vermektedir. Karotenler A vitamini provitaminidirler (Anonymous, 2011b).



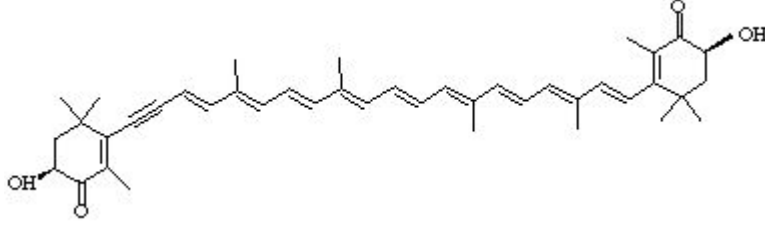
astaksantin



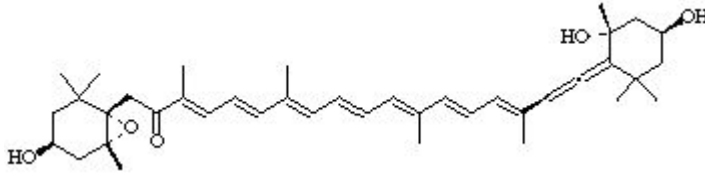
kantaksantin



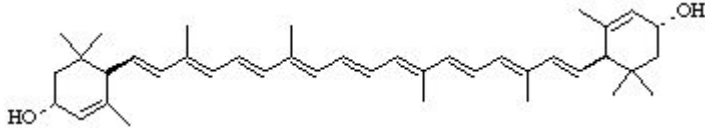
diatoksantin



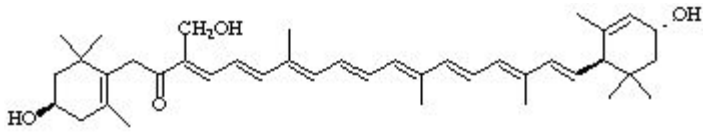
7,8- didehidroastaksantin



fukoksantinol



laktukaksantin



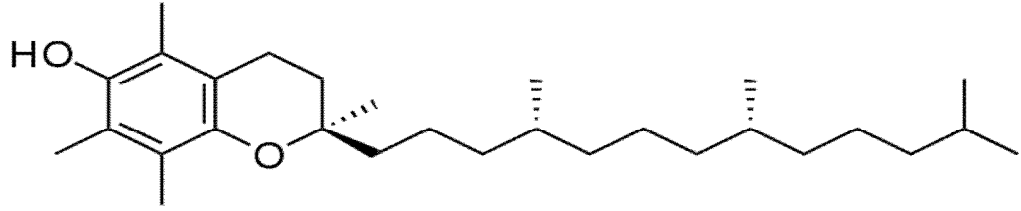
sifonaksantin

Şekil 1.3. Deniz ürünlerinde görülen bazı karotenid çeşitleri (Anonymous, 2011c)

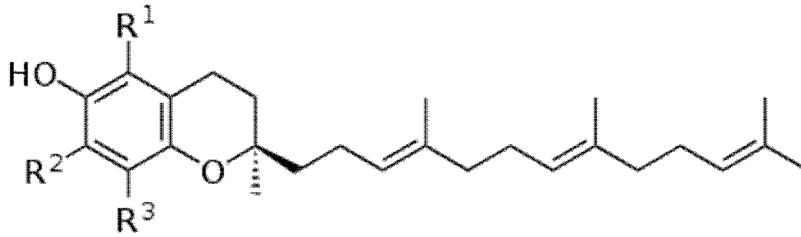
Tokoferoller pek çok bitkisel yağda doğal olarak bulunan önemli izobileşenlerdir. Bunlar bitkisel yağların oksidatif stabiliteyi yönünden yardımcı olan başlıca tabii antioksidanlar olarak kabul edilmektedir. Ayrıca yağda çözünen E vitamininin kaynağıdır. Evans ve ark. (1936), bazı bitkisel yağların sabunlaşmayan fraksiyonundan



$\beta$  ve  $\alpha$  kimyasal bakımdan birbirlerine benzeyen fakat farklı E vitamini (şimdi tokoferoller olarak bilinen) aktivitesine sahip 3 tane bileşiği ilk defa izole etmişlerdir. Pennock ve arkadaşları (1964) çeşitli yağlarda bulunan diğer benzer tokoferolleri tanımlamışlardır. Doymamış yan zincirleri olan bu izomerlere “tokotrienoller” denmektedir (Anonim, 2011b).



$\alpha$ -tokoferol



Tokotrienol (Anonim, 2011c)

Şekil 1. 4.  $\alpha$ -tokoferol ve Tokotrienollerin genel yapısı

## 1.7. Yağlarda Kalite Kriterleri

Yağlarda kalite kriterlerinin belirlenmesinde fiziksel, mikrobiyolojik, duyuşal ve kimyasal yöntemler kullanılabilir.

### 1.7.1. Fiziksel Özellikler

Yağların fiziksel özellikleri yağ hakkında karar vermede kullanılan ölçütlerdendir. Bunlardan bazıları; erime sıcaklığı, renk, özgül ağırlık ve kırılma indisidir (Gökalp ve ark., 2001).

Kırılma indisi, ışığın geliş açısının sinüsünün kırılma açısının sinüsüne oranıdır. Doymamış yağ asitleri ve bunların esterlerinde kırılma indisi yüksektir Yağların

hidrolizi sonucu kırılma katsayıları düşmektedir. Çünkü gliseridlerin ışık kırma güçleri serbest yağ asitlerinden daha yüksektir.

### **1.7.2. Mikrobiyolojik Özellikler**

Yağlarda lipolitik karakterlerdeki mikroorganizmalar yağın hidroliz olmasına neden olacak enzimler üretmekte ve yağın mikrobiyolojik açıdan kalitesini düşürmektedir (Koning, 1999; Gökalp ve ark., 2001).

### **1.7.3. Duyusal Özellikler**

Yağların kalite kriterleri duyusal açıdan değerlendirmede yağın tadına, kokusuna ve rengine bakılabilir. Duyusal açıdan kalite kriterinin belirlenmesi kişiden kişiye değişebilecek bir ölçüt olduğu için bu konuda uzman kişilerin değerlendirme yapması gerekmektedir.

### **1.7.4. Kimyasal Özellikler**

Kimyasal açıdan kalite kriterleri belirlenirken bu konuda geliştirilmiş farklı yöntemler kullanılabilir. Bunlarından en çok tercih edilenleri; yağlarda peroksit değeri, serbest yağ asidi miktarı, iyot sayısı, totoks değeri (toplam oksidasyon), yağ asitleridir.

Serbest yağ asitleri, yağlarda bağlı olmayan yağ asitleri toplamı oleik asit yüzdesi olarak belirtilir. Yağlardaki asitlik durumu, asit yüzdesi olarak belirtildiği gibi 1 g yağın nötürleştirilmesi için gerekli olan KOH in mg olarak ağırlığı şeklinde de belirtilir. Buna asit sayısı denir.

Peroksit değeri, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin miliekivalen gram olarak miktarıdır. Oksijen, doymamış yağ asitlerini parçalayarak daha küçük moleküllü yağ asitlerinin meydana gelmesine neden olur. Peroksit sayısı tayininin esası, potasyum iyodürün yağdaki peroksit oksijeni ile okside olarak iyodun serbest hale geçmesi ve bu serbest haldeki iyodun da tiyosülfat ile titre edilerek miktarının bulunmasıdır.

İyot sayısı, 100 kısım yağın bağlayabildiği iyot miktarını gösterir ve yağın doymuşluk veya doymamışlık derecesi hakkında fikir verir. İyot sayısı tayin edilirken yağ, wijs çözeltisi içindeki iyot monoklorür ile titre edilerek çift bağlara iyot bağlanır.

Sonra ortama KI ilave edilerek yağa bağlanmayan iyot monoklorürdeki iyot, elementel hale getirilir. Sonra ayarlı sodyum tiyosülfat ile titre edilip miktarı bulunur. çünkü iyot ancak elementel haldeyken yükseltgenir ve sodyum tiyosülfat ile bu durumda iken titre edilebilir

Totoks değeri yağda depolamaya bağlı oluşan toplam oksidasyon miktarı hakkında bilgi verir. Totoks değeri, oksidasyon sonucu oluşan peroksit, aldehit ve ketonların toplamını verir.

$$\text{Totox Değeri} = (2 \times \text{PV} + \text{AV})$$

PV: Peroksit Değeri

AV: p-anisidin değeri (aldehitler, ketonlar)

Anisidin Değeri (AV); okside olmuş yağda peroksitler daha ileri safhalarda karbonil gibi dekompoze olmuş ikincil ürünler oluşturur. Anisidin değeri, yüksek molekül ağırlıklı bu karbonil bileşiklerini (aldehitler, 2-alkenler vs.) ifade etmekte kullanılır.

Yağlarda bozulmanın (oksidasyon) birçok sebebi vardır. Bunların başında ısı, ışık, nem, metal enzimler, hava ile temas gelmektedir. Ayrıca, yağın cinsi ve elde edilmiş yöntemi de bozulmada etkili olabilmektedir. Yağın depolama sırasında oksidasyonun azaltılması veya yavaşlatılabilmesi için yağın hava ve metal ile temasının minimuma indirilmesi etkili olabilir. Ayrıca ortam ısının düşürülmesi de faydalı olabilir

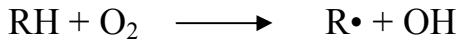
Yağlarda bozulma oksidatif ve hidrolitik olmak üzere iki çeşit olmaktadır. Yağlarda bozulma (oksidasyon) peroksitlerin oluşumu ve daha ileriki aşamalarda bunların parçalanmasıyla meydana gelir. Bu olay genelde başlama, ilerleme ve sonuç olmak üzere üç aşamada meydana gelir (Şekil 1. 5).

Başlangıç aşamasında ortamda bulunan enerjinin etkisi ile doymamış yağ asidinde bulunan çift bağlara komşu karbon atomlarının birinden bir hidrojen ayrılması sureti ile serbest radikal (R•) oluşur. İlerleme aşamasında ortamdaki serbest oksijen (O<sub>2</sub>) moleküllerinden biri başlangıçta oluşan serbest radikal köküne bağlanarak peroksit (ROO•) oluşturması sağlar. Oluşan bu peroksit bir başka yağ asidinden hidrojen kopararak yeni bir kök (R•) ve hidrojenperoksit (ROOH) oluşturur. İlerleme basamağındaki bu olay ortamdaki doymamış yağ asitleri bitene ve serbest kökler

birbirlerini etkisizleştirene kadar devam eder. Sonuç aşamasında ise oksidasyon hızı düşer. Serbest radikaller kendi aralarında birleşerek aldehit, keton, organik asitler, alkoller ve hidrokarbonlar gibi son ürünler oluştururlar.

Daha öncede belirtildiği gibi sıcaklık oksidasyonu hızlandıran en önemli etkenlerden biridir. Saf yağ asitleri ile yapılan araştırmalar sıcaklık artışı ile oksidasyon hızı arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Yağlarda doğal olarak bulunabilen veya sonradan yağa ilave edilebilen antioksidanlar yağın oksidasyon hızını yavaşlatmaktadır. Bu antioksidanların içerdikleri farklı prooksidan ve antioksidan maddeler söz konusu faktörlerden etkilenmelerini azalmaktadır (Altan, 1989).

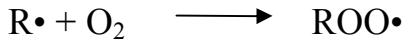
Başlama



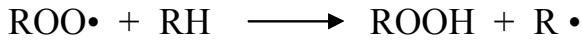
RH: Doymamış yağ asidi

İlerleme

R• : Serbest radikal

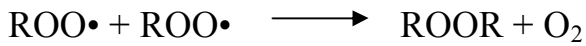
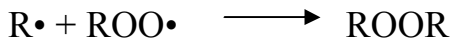
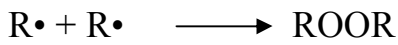


ROO• :Peroksit serbest radikali



ROOH: Hidroperoksit

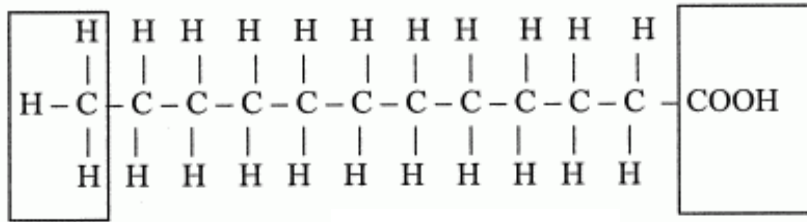
Sonuç



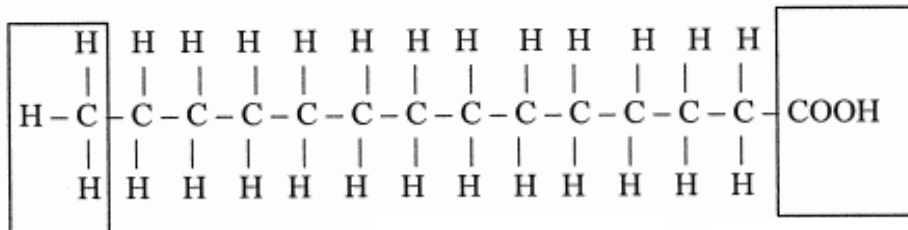
Şekil 1. 5. Yağlarda oksidasyon aşamaları

### 1.8. Yağ asitleri, önemi ve özellikleri

Yağ asitleri, karbon ve hidrojen atomlarından oluşan, değişik boyda alkil zincirleri ve yağ asitlerinin asit fonksiyonunu tayin eden bir karboksil grubu (-COOH) ile karakterize edilir. Doğal olarak oluşan birçok yağ asidi vardır. Yağ asitleri, zincirlerinin uzunluğuna göre ayrılma yanında, metil grupları arasında basit (-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-) ya da çift bağlar (-CH<sub>2</sub>-CH=CH-CH<sub>2</sub>-) içerip içermediğine bakarak, doymuş ya da doymamış olarak ta ayrılır. En yaygın olarak bulunan yağ asitleri, doymuşlar (SFA) arasında laurik asit (C<sub>12</sub>:0), miristik asit (C<sub>14</sub>:0), palmitik asit (16:0) ve stearik asit (18:0); tekli doymamışlar (MUFA) arasında oleik asit (18:1) ve palmitoleik asit (16:1); çoklu doymamışlar (PUFA) arasında linoleik asit (18:2), linolenik asit (18:3), araşidonik asit (20:4), eikosapentaenoik asit (20:5) ve dekosaheksaenoik asittir. (22:6). Ancak, doğal olarak en fazla oluşan çoklu doymamış yağ asidi linoleik asittir.

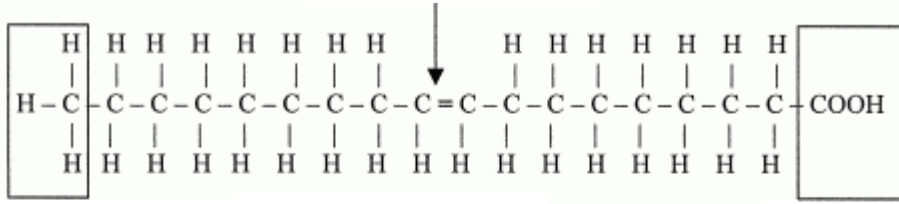


Laurik asit



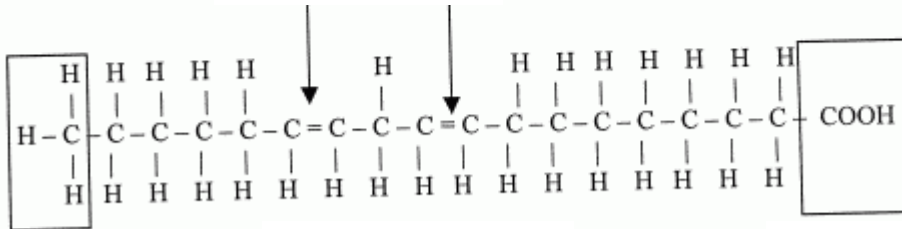
Miristik asit

Çift bağ

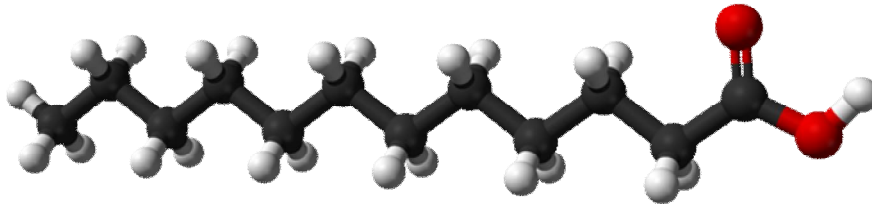


Oleik asit

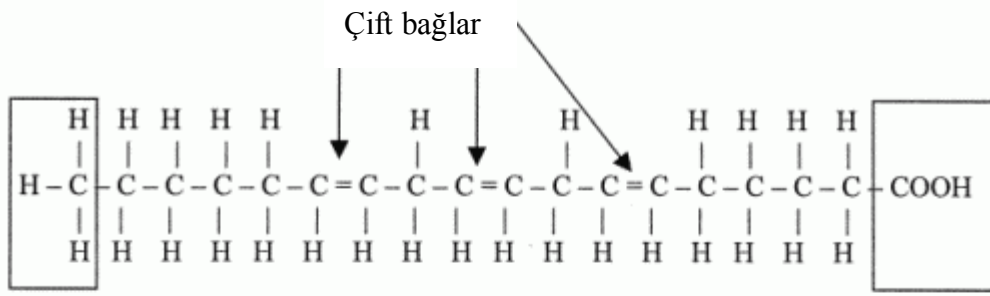
Çift bağlar



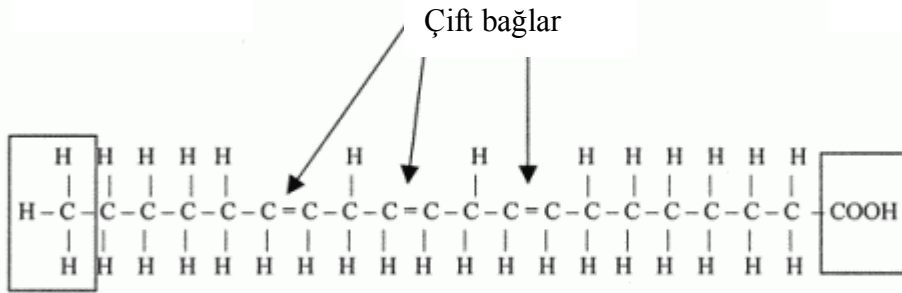
Linoleik asit



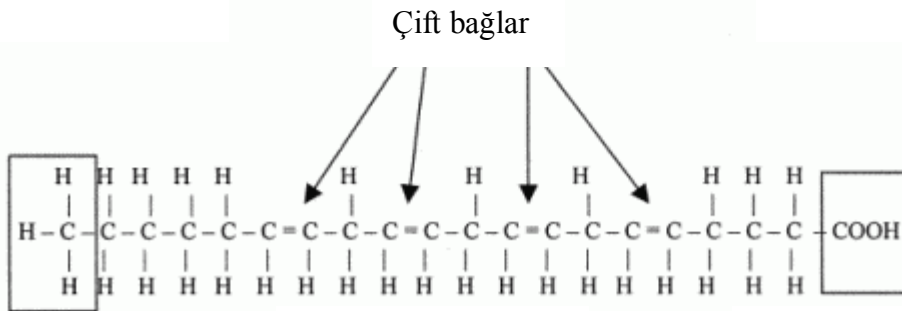
Laurik asit (Anonymous, 2011d)



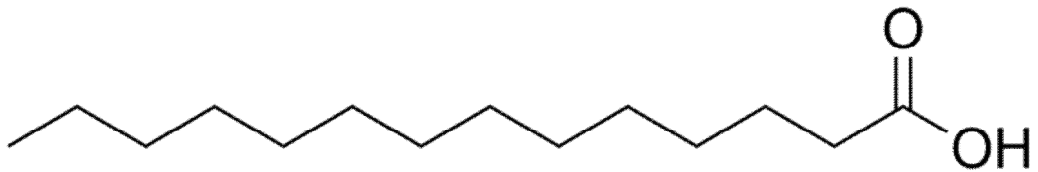
Gama Linoleik Asit (GLA)



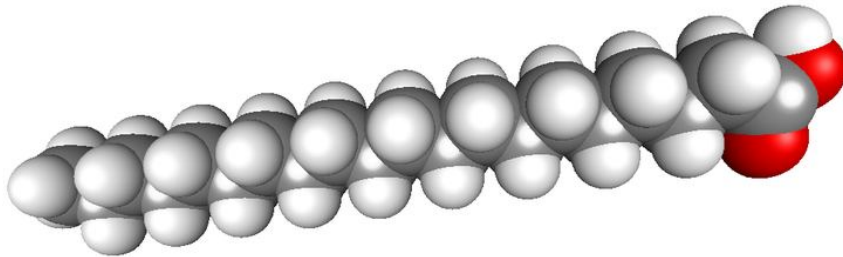
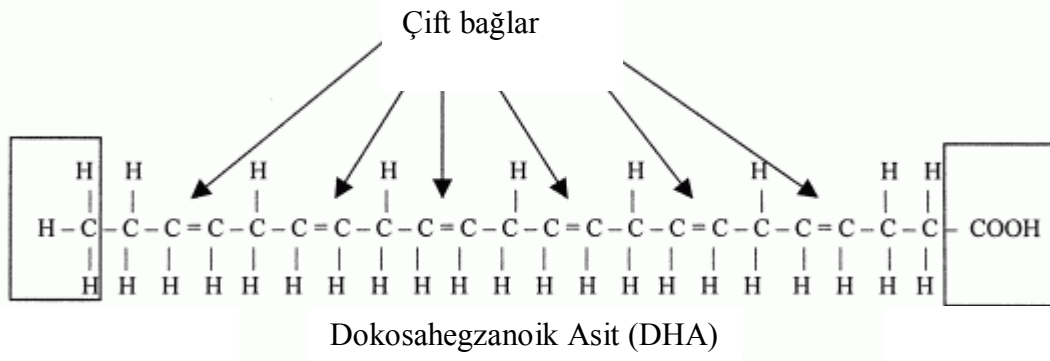
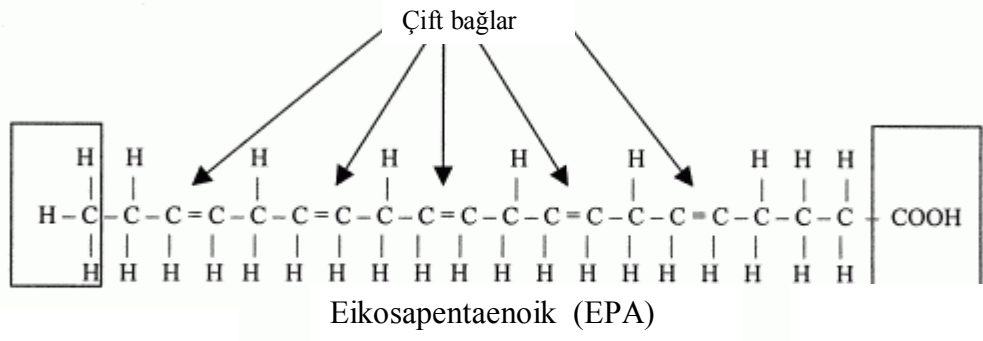
Dihomo Gama LinoleikAsit (DGLA)



Araşidonik asit

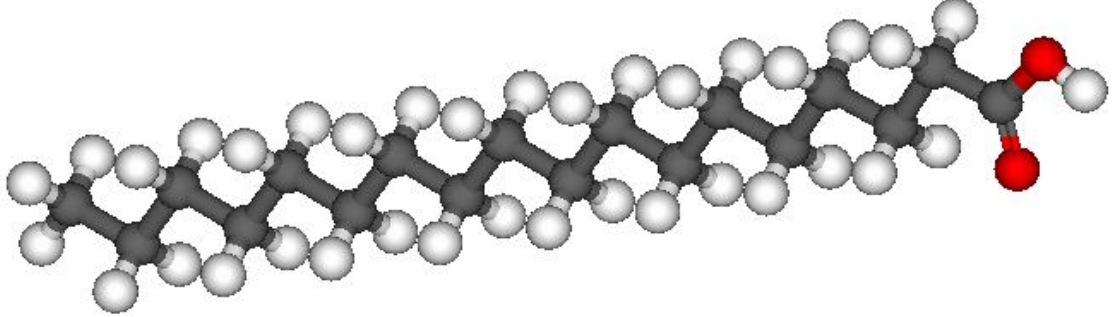


Miristik asit (Anonymous, 2011e)



Araşidik asit (Anonymous, 2011g)





Stearik asit (Anonymous, 2011f)

Şekil 1. 6. En yaygın olarak bulunan yağ asitlerinden bazıları

Günümüz insanı sağlıklı yaşam konusunda oldukça bilinçlenmiş ve bu konuda yeterince duyarlı davranmaya başlamıştır. Çünkü sağlıklı yaşam daha kaliteli bir yaşam demektir. Sağlıklı yaşamın önemli unsurlarından bazıları yeterli, dengeli ve özellikle kaliteli beslenmektir. Günümüz insanın bu konuya verdiği önem bilimsel çalışmaların bu konuda hız kazanmasını sağlamıştır. Yeterli ve dengeli beslenme halkasının en önemli zincirlerinden biri ise balıktır. Çünkü balıklar yüksek miktarda protein %17-20, mineral, vitamin (A, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, D, E) ve doymamış yağ asitleri içerirler (Sidhu, 2003). Kaliteli beslenme ise tüketilen besin maddelerinin kalitesi ile orantılıdır.

Balık içerdiği yağdan dolayı kullanımı son yıllarda giderek artan ve ilgi gören bir gıda maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Balık yağıyla ilgili çok sayıda araştırmalar yapılmış ve balık yağının faydaları üzerine önemli bulgular elde edilmiştir. Kalp hastalıklarından depresyona kadar birçok hastalıkta balık yağının yararları daha fazla bir şekilde gündeme gelmektedir. Balık yağının faydaları içerdiği omega 3 yağ

asidinden kaynaklanmaktadır. Balık yağının içinde EPA ve DHA adı verilen omega-3 yağ asitleri vardır ve sağlıklı bir yaşam için çok gereklidir. Çünkü insan vücudu bu yağları sentezleyemez (Lunn ve Theobald, 2006). Dolayısı ile bunlar vücuda dışarıdan alınmalıdır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Kıkırdaklı Balıklar

İskenderun Körfezi'nde bulunan kıkırdaklı balıklardan *Dasyati. pastinaca*'nın yaş kompozisyonu, büyüme parametreleri, üreme zamanı, ilk cinsi olgunluk boyu ve mide içeriği üzerine yapılan araştırmada, elde edilen balıkların %43'ünün dişi %57'sinin ise erkek bireyler olduğu tespit edilmiştir. Dişi balıkların boy aralıklarının 20.5-88 cm (disk çapı) erkek bireylerin ise 20-73 cm (disk çapı) olduğu belirlenmiştir. Boy-ağırlık ve disk çapı- ağırlık ilişkilerinin ise sırası ile  $W=0.00144L^{3,31}$   $W=0.02168L^{3,26}$  olduğu saptanmıştır. Ayrıca erkeklerin 50 cm (DÇ=26 cm), dişilerin ise 60 cm (DÇ=28 cm) boyda cinsi olgunluğa ulaştıklarını belirlenmiştir. Ağırlıklı olarak kabuklular ile beslendiği belirtilmiştir (Biler, 2001).

Ülkemizin sahip olduğu denizlerdeki ekonomik açıdan önemli olan kıkırdaklı balık türleri ve bunların balıkçılık yönetimlerini içeren konularda yapılan incelemede bu türlerin avcılığı, belirtilen türlerin stoklarının belirlenmesi ve yönetimi üzerinde durulmuştur. bu türlerin biyolojik ve ekolojik koşullarının çalışılması gerektiği tavsiye edilmiştir. Ayrıca, avlanma oranları ile ilgili çalışmalara da ihtiyaç duyulduğu önemle vurgulanmıştır. Önemli bir besin kaynağı ve ihracat ürünü haline getirilebilecek bu balıkların ülke ekonomisine pozitif katkı sağlayabilecek şekilde projelendirilmesi gerektiği ve bu konuda çalışanların teşvik edilmesinin gerekliliği belirtilmiştir (Filiz ve Toğulga, 2002).

Kasım 2000- Ekim 2002 tarihleri arasında Koloccep Adası (Güney Adriyatik Denizi, Elafiti Archipelago) ve Crkvice yerleşim bölgesi (Güney Adriyatik Denizi, Pelješac Peninsula) bölgesinde yakalanan sırası ile *Dasyatis centroura* ve *Gymnura altavela* türlerinin morfolojik özellikleri incelenmiştir. Yakalanan kıkırdaklı balıklardan *Dasyatis centroura*'nın (maksimum boy 398cm, disk genişliği 260cm ve ağırlık 290kg) bu türe kaydedilen en büyük balık olduğu, *Gymnura altavela*'nın ise Adriyatik Deniz'inde ilk defa görüldüğü bildirilmiştir (Dulcic ve ark., 2003).

Karadeniz' deki Mahmuzlu Camgöz (*Squalus acanthias*)'ün büyüme, üreme ve beslenme özellikleri üzerine yapılan bir incelemede erkek bireyler için cinsi olgunluk

boyunun 87.57 cm dişi bireyler için 102.97 cm, cinsi olgunluk yaşının ise erkeklerde 10.49 dişilerde 11.99 olduğu belirlenmiştir. Üreme döneminin temmuz-ağustos, gebelik döneminin ise haziran-ağustos aylarında, doğumun ise eylül-ekim aylarında gerçekleştiği gözlenmiştir. Araştırma bulguları tam bir üreme döneminin yaklaşık 22-23 ay sürebileceğini göstermiştir. Balıkların mide içerikleri incelendiğinde ise bulunan türlerin sayısı ve miktarının örnekleme yöntemi ve mevsime göre değiştiği görülmüştür. Balıkların ilkbahar ve yaz mevsimlerinde mezgıt, yaz mevsiminde mezgıt 513.51 ve farklı oranlarda diğer 3 tür, sonbaharda %21 mezgıt ve farklı oranlarda diğer 12 tür, kış mevsiminde %33.33 oranında hamsi ve farklı oranlarda diğer 10 türlerin olduğu belirlenmiştir (Demirhan 2004).

İskenderun körfezinden toplanan kemane vatozların (*Rhinobatos rhinobatos*) (Linnaeus,1758) üreme zamanı, eşeyssel olgunluğa ulaşma zamanı ve mide içeriğinin incelendiği bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada incelenen dişi kemane vatozların %57'sinin, erkek bireylerin ise %43'ünün eşeyssel olgunluğa eriştiği gözlenmiştir. Ayrıca, dişilerin 86 cm iken erkeklerin ise 70 cm boya ulaştıklarında eşeyssel olgunluğa eriştikleri saptamıştır. Çalışmada yakalanan kemanelerin dişi bireylerinin boylarının 42-147 cm (disk genişliği 13-47 cm), erkek bireylerinin ise 39-124 cm (disk genişliği 12-45 cm) aralığında olduğu ve bu balıkların üreme dönemlerinin temmuz-aralık ayları arasında olduğu gözlenmiştir (Karalar 2005).

Başçınar ve Sağlam (2005), Doğu Karadeniz'de bulunan tiryaki (*Uranoscopus scaber*), iskorpit (*Scorpaena porcus*) ve kıkırdaklı balıklardan vatoz (*R.clavata*) balıklarının beslenme alışkanlıkları ile ilgili yaptıkları araştırmada, 10 ile 100m arasından avlanan vatozların boyları 18-90cm arasında, ağırlıkları ise 15 ile 4800g arasında değiştiği gözlemlenmişlerdir. Çalışma sonuçları, vatoz balıklarının genel olarak kabuklularla, özellikle çamur karidesi (*Upogebia pusilla*) ile beslenirken balıkların ise keserbaş barbunu (*Mullus barbatus*) tercih ettikleri tespit edilmiştir. Besinleri arasında bulunan diğer türlerin, yengeç (*Liocarcinus depurator*), karides larvası ve çalı karidesi (*Crangon crangon*) olduğu bildirilmiştir.

İskenderun ve Mersin Körfez'lerinde avlanan vatozların (*Raja clavata* (Linnaeus, 1758), *Raja asterias* (Delaroche, 1809), *Raja radula* (Delaroche, 1809), *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758), *Gymnura altavela* (Linnaeus, 1758)) biyoeekolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Araştırmada türlerin yaş kompozisyonları, büyüme özellikleri, ilk eşeyssel olgunluk boyları, stok yoğunlukları, habitat seçimi ve beslenme özellikleri belirlenmiştir. Boy-ağırlık ve disk genişliği-ağırlık ilişkileri ile ölüm oranları saptanmıştır (Yeldan, 2005).

Çiçek (2006), Adana Karataş açıklarında dip trolleri ile avlanan ekonomik potansiyele sahip türlerin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, ekonomik değeri yüksek 90 adet balık türü tespit edilmiştir. Bu türler tasnif edildiğinde tüm türlerin 8 tanesi kıkırdaklı olmak üzere 50 familyaya ait olduğu belirlenmiştir. Elde edilen kıkırdaklı balık türleri: *Torpedo marmorata* (Risso, 1810); *Rhinobatos rhinobatos* (Linnaeus, 1758) (kemane vatoz); *Raja clavata* Linnaeus, 1758; *Raja miraletus* Linnaeus, 1758; *Raja radula* Delaroche, 1809; *Dasyatis pastinaca* Linnaeus, 1758 (iğneli vatoz); *Gymnura altavela* (Linnaeus, 1758) ve *Myliobatis aquila* Linnaeus, 1758 (kartal vatoz) olarak kaydedilmiştir.

İskenderun Körfezi'nde bulunan kemane vatozların (*Rhinobatos rhinobatos*) (Linnaeus,1758) yaş ve büyümesi üzerine yapılan bir çalışmada, erkek vatozların 1-15 dişilerin ise 1-24 yaş aralıklarında oldukları tespit edilmiştir. Çalışmada 66 dişi ve 49 erkek birey olmak üzere toplam 115 kemane vatoz örneği incelenmiştir. Balıkların yaş tayininde omurlar kullanılmıştır. İncelenen balıkların dişilerinin 42-147 cm ve erkek bireylerin ise 39-124 cm aralığında oldukları tespit edilmiştir. Total uzunluk ve total ağırlık arasındaki ilişki dişiler için  $TW=0,0014*TL^3,1672$  ( $R^2=0,98$ ), erkekler için  $TW=0,0012*TL^3,1947$  ( $R^2=0,98$ ) ve erkek+dişi karışımında ise  $TW=0,0012*TL^3,1915$  ( $R^2=0,98$ ) olarak bulunmuştur. von Bertalanffy büyüme eğrileri  $L_{inf} = 137.70 \pm 9.38$  cm,  $K= 0.159 \pm 0.047$ ,  $t_0 = -2.180 \pm 0.90$  olarak hesaplanmıştır (Başusta ve ark., 2007).

Doğu Akdeniz İskenderun Körfezi'nde bulunan kemane vatozların (*Rhinobatos rhinobatos*) incelendiği bir çalışmada bu balıkların yaş, büyüme, üreme ve beslenme özellikleri çalışıldı. % 43 dişi ve %57 erkek bireylerin kullanıldığı çalışmada toplam

225 örnek incelendi. Dişilerin boylarının 22,2 ile 81 cm erkek bireylerin ise 22-120 arasında değiştiği belirlenmiştir (İşmen ve ark., 2007).

Kuzeydoğu Akdeniz Kilikya Havzası kıyılarında yakalanan iğneli vatozun (*Dasyatis pastinaca*) büyüme ve beslenme alanı 346 örnekler kullanılarak incelendi. İncelenen kıkırdaklı balıkların 0 ile XII yaş aralığında bulundu. Tüm örneklerin toplam uzunluğunun 14.6 ile 100.9 cm arasında değiştiği ve toplam ağırlıklarının 22.5 ve 6800 arasında g. olduğu gözlemlendi. Toplam uzunluk (TL)-ağırlığı (W) ve disk genişliği (DW) ağırlığı (W) ilişkileri belirlendi. Elde edilen yaş verileri, von Bertalanffy boy ve ağırlık büyüme parametreleri tahmin etmek için kullanıldı. Sonuçlar *D. pastinaca*'nın daha çok kabuklularla beslendiğini gösterdi (Yeldan ve ark., 2009).

## 2.2. Yağ Asitleri

Mevcut kaynak bilgileri tarandığı zaman kemikli balıklara ait yağ asitleri kompozisyonu ile ilgili pek çok bilgiye ulaşılrken, kıkırdaklı balıkların yağ asitleri kompozisyonları ile ilgili çalışmaların oldukça az sayıda olduğu görülmüştür. Dolayısı ile aşağıda verilen çalışmalar yalnızca kıkırdaklı balıklara ait olmayıp, farklı tür balık yağlarının yağ asitleri kompozisyonlarını, yağ asitlerine etki eden faktörlerden bazılarını da içermektedir.

Ould El Kebir ve ark., (2003)'a göre, tropik Doğu Atlantik Okyanusu'nda bulunan ve kuyruk yüzgeçleri için avlanan çok sayıda vatozların az bir miktarının et olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Avlanan bu kıkırdaklı balıklardan Moritanya kıyılarından bulunan *Dasyatis marmorata*, *Rhinobatos cemiculus* ve *Rhinoptera marginata*'nın kas, karaciğer ve gonadlarındaki yağ seviyeleri, yağ asidi kompozisyonu için araştırılmıştır. Araştırmada gaz kromatografisi ve gaz kromatografisi-kütle spektrometresi kullanıldı. Balıkların tür ve cinsiyetinin yağ asidi dağılımında önemli farklılıklar olduğu gözlemlendi. Genel olarak incelenen balıkların yöre halkı tarafından tüketilebileceği kanısına varıldı.

Rodriguez ve ark., (2004), erişkin doğal ve kültür sarıgöz balığının (*Spondyliosoma cantharus*) karaciğer ve kas yağ kompozisyonunun karşılaştırılması ile yağ ve esansiyel yağ asitleri ihtiyacının belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Bu amaçla doğal ortamdan yakaladıkları erişkin balıkların karaciğer ve kas yağlarını 1 yıl boyunca kültüre alınmış balıklarinkilerle karşılaştırmışlardır. Böylece bu balıkların kültüre alınarak potansiyel yetiştiricilik için gereken yağ asitlerini belirlemeye çalışmışlardır. Kültüre alınan balıkların karaciğer ve kas yağ içeriklerinin doğal olanlardan 2,5 kat daha fazla olduklarını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak kültüre alınan balıkların dokularının triasilgliserollerinin çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her iki balıkta bulunan karaciğer ve kas yağ sınıflarının ve toplam yağ miktarlarının dağılımlarının da farklı oldukları belirlenmiştir. Örneğin, 20:4n6, 20:5n6 ve 22:6n3 yüzdeleri doğal ortamda bulunan balıklarda daha yüksek bulunurken 18:1, 20:1, 22:1n9, 18:2n6 ve 20:5n3 seviyeleri kültüre alınan balıklarda çok daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışma sonucunda, ticari yemlerin yağ kompozisyonlarının doğal ortamda beslenenlerden oldukça farklı olduğunu saptamışlardır. Kültüre alınan sarıgöz balıklarının bir yıllık süre içinde hayatta kalma ve iyi gelişme sağlamalarına rağmen, karaciğer ve kaslarda önemli derecede yağlanma ve esansiyel yağ asitlerinde dengesizlikle birlikte yumurtlamanın olmadığı gözlenmiştir.

Navarro-Garcia ve ark. (2004) Kaliforniya körfezinde yakalanmış *Dasyatis brevis* ve *Gymnura marmorata* türü vatozların yağ asit kompozisyonlarının doğal antioksidant özelliklerini (karoten ve tokoferol içeriklerini) incelemişler ve karaciğer yağ oranının *D. brevis* için %25-50 (w/w) ve *G. marmorata* için 38-56% olduğu tespit edilmiştir. Bu iki türden elde edilen yağ asitlerinin EPA ve DHA bakımından zengin olduğu, vatoz karaciğerlerinden elde edilen yağların insan ve hayvan gıdası olarak kullanılabilmesini ve vatozların balıkyağı elde etmede yeni bir tür olarak kullanılabilmesini belirtmişlerdir.

Kıkırdaklı balıkların yağları ile yapılan çalışmalarda daha çok köpek balıkları türleri üzerinde durulmuş ve vatozların bu konuda ihmal edildiklerini düşünen araştırmacılar, üç çeşit vatozların (bu vatozların genellikle kullanılmayıp atılan kısımlarını da çalışmaya dâhil etmişler) yağ asitleri kompozisyonları üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada Doğu Tropical Atlantik Okyanusu'nda bulunan vatoz türlerinden *Dasyatis marmorata*, *Rhinobatos cemiculus* ve *Rhinoptera marginata*'nın kas, karaciğer ve gonad yağ asitleri kompozisyonları araştırılmış ve özellikle çoklu

doymamış yağ asitleri (PUFA) incelenmiştir. Çalışılan balıkların karaciğerlerinin yağ oranının kas ve gonadlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada vatozların kas dokusundaki yağ asitleri kompozisyonları incelenmiş ve vatozların çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) bakımından zengin olduğu tespit edilmiş ve tüketilmesi gerektiği tavsiye edilmiştir. Yağ asitlerinden 20:5n-3 (EPA) en fazla% 5,3, 22:6n-3 (DHA) (en fazla % 20,0) ve 22:5n-3(DPA) en fazla% 7,3, 20:4n-6 araşidonik (ARA) (toplam FA 4,8-8,6%) olarak tespit edilmiştir. Çalışılan kıkırdaklı balıkların kas, karaciğer ve gonadlarının PUFA miktarlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları kıkırdaklı balıklarından vatozların insan gıdası olarak veya endüstride kullanılabileceğini işaret etmektedir (Ould El Kebir ve ark. 2007).

Hindistan'ın doğu kıyısında (Chennai) vatozlar geleneksel olarak kuyruk yüzgeçleri için avlanmakta, kösele veya meşine dönüştürülen derileri hariç vücudun geri kalanı israf edilmektedir. Zıyan edilen bu kıkırdaklı balıklardan *Himantura bleekeri* 2004 yılı Şubat ayında yakalanarak karaciğer yağı ve yağ asidi kompozisyonu açısından incelenmiştir. Karaciğer yağ seviyesi %54 olarak belirlenen bu vatoz türünün nötral yağları % 92 ve triaçilgliserol miktarları % 63 olarak belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) n3 serisi, yani eikosapentaenoik (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) sırası ile %4 ve %16 olarak belirlenmiştir. Karaciğer yağının skualen seviyesi % 22 olarak belirlendi. Araştırma sonuçları, bu yağın n3 yağ asitleri ve diğer değerli yağ bileşikleri bakımından yeterli bir kaynak olduğunu kanıtlamıştır (Nechet ve ark., 2007).

Öksüz ve ark (2009), farklı iki bölgede (Akdeniz ve Karadeniz bölgesi) yakalanan hamsilerin (*Engraulis encrasicolus*) yağ asitleri kompozisyonundaki üzerinde yaptıkları çalışmada, bu balıkta 25 farklı yağ asidi tespit etmişlerdir. Akdeniz ve Karadeniz bölgesinde yakalanan hamsilerde ortalama doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) sırasıyla %38, %14,3 ve % 47,7 ve %35,40, % 29.5 ve %31,27 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada, coğrafik farklılığın SFA üzerinde etkili olmadığını ancak MUFA ve PUFA üzerinde farklılıklar oluşturduğunu belirlemişlerdir. Karadeniz hamsisinin Akdeniz hamsisine oranla daha yüksek MUFA ve daha düşük PUFA içeriğinin olduğunu tespit edildiği



bildirilmiştir. DHA ve EPA oranının Akdeniz hamsisinde 5.91 Karadeniz hamsisinde 1.64 olduğunu belirlemişlerdir. DHA oranının Akdeniz ve Karadeniz hamsisinde belirleyici bir faktör olabileceğine karar vermişlerdir.

Öksüz ve Özyılmaz (2010), Doğu Karadeniz bölgesi hamsilerinin avlama mevsimi süresince besin bileşenleri ve yağ asitleri kompozisyonundaki aylık değişimi incelemişlerdir. Hamsilerin nem oranının ekim ayında en düşük (%64,93) iken nisan ayında ise en yüksek oranda (%74,32) olduğunu hesaplamışlardır ( $p<0.05$ ). Buna bağlı olarak tüm aylardaki yağ seviyeleri ve aralık ve nisan aylarındaki kül miktarlarındaki değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. İlaveten, avlanma mevsimi süresince doymuş yağ asitlerinden (SFA) C16:0, C14:0 ve C18:0, tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) C18:1n9 ve çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) C22:6n-3 (DHA, dekosaheksanoik asit) ve C20:5n-3 (EPA, eikosapentanoik asit) en yüksek oranlarda bulunmuşlardır. Avlama mevsimi boyunca, ortalama omega-3 ve omega-6 değerleri sırası ile %30.33 ve %4.43 olarak hesaplanmışlardır. EPA seviyesinde tedrici olarak bir azalma meydana gelirken, DHA seviyesinde ise ekim ayından nisan ayına kadar bir artış gözlenmişlerdir. Doğu Karadeniz bölgesi bulunan hamsilerinin av mevsimi boyunca yağ asitlerinde ve besin bileşenlerinde oldukça belirgin bir şekilde bir değişim olduğunu gözlemlemişlerdir. yani aynı bölgede yakalanan ve aynı tür balıkların yağ asitleri kompozisyonları aylık periyotlarda değişim göstermiştir. dolayısı ile yağ asitleri kompozisyonuna etki eden etkenlerden pek çok faktörden birinin mevsimsel değişim olduğu saptanmıştır.

Köpek balığı karaciğer yağlarında doğal olarak bulunan alkylglycerolun sağlık üzerine faydalı etkilerinin incelendiği bir çalışmada, Alkylglycerollerin (alkil-Gro) vatoz ve köpekbalıkları gibi bazı kıkırdaklı balık türlerinin karaciğerinde bol miktarda bulunan eter yağları olduğu gözlemlenmiştir. *Centrophorus squamosus* (SLO) köpekbalığı karaciğer yağı ya da bu kaynaktan alkil-Gro karışımı canlılar üzerinde deneysel çalışmalarda hemopoeziste, immünolojik savunma, sperm kalitesinin iyileştirilmesi veya anti-tümör ve anti-metastaz faaliyetlerin uyarılması gibi çeşitli biyolojik faaliyetlerde etkili olduğu gözlenmiştir. Alkil-Gro membran fosfolipid içine katılması ve lipit sinyal etkileşimi ile sonuçlanan bu faaliyetlerin vuku bulmasında pek

çok karışık mekanizmanın olabileceği tahminlerinde bulunulmuştur. Bu köpekbalığı (SLO) karaciğer yağı çok çeşitli zincir uzunluğu ve doymamışlık doğal alkil-Gro karışımı içerir. Bu önemli bileşenlerin altı önemli alkil-Gro bileşenlerinden, 12:00, 14:00, 16:00, 18:00, 16:01 n-7 ve 18:01 sentezlenmiş ve tümör (3LL hücreleri) aşılansmış farelerde anti-tümör ve anti-metastatik etkileri üzerinde test edilmiştir. Alkil-Gro 16:01 ve 18:01 akciğer metastaz sayısını azaltarak güçlü aktivite gösterirken doymuş alkil-Gro, (16:00) çok zayıf etkisi ve 12:00, 14:00, 18:00'in hiç etkisi olmadığı gözlenmiştir. Birden bileşikleri ve mekanizmalar muhtemelen doğal alkil-Gro ve çoklu faaliyetlerde bulunabileceği sonucuna varılmıştır (Deniau ve ark 2010).

### 2.3. Element İçerikleri

Deniz kirliliği nedeniyle 2000-2001 yılları arasında Birleşik Arap Emirliklerinden (BAE), Bahreyn, Umman, Katar kıyı sedimentlerinden ve Umman Körfezinden balık ve çeşitli kabukluların ağır metal birikimleri ile ilgili bir araştırma gerçekleştirildi. Bahreyn'deki bazı sıcak bölgelerde As, Co, Cr, Ni ve Birleşik Arap Emirliklerinde Cu, Hg, Pb, Zn elementlerine rağmen araştırma sonuçlarında sedimentlerin ağır metal yüklerinin çok dikkat çekici olmadığı belirtildi. Yırtıcı balıkların Hg düzeyi, sedimentlerdeki As ve Hg genelde düşük bulunmuş ve halk sağlığı için bir tehdit oluşturmadığı sonucuna varılmıştır. Fakat Güney Umman bölgesinde bazı balık karaciğerlerinde çok yüksek miktarlarda Cd konsantrasyonlarına (en fazla 195 mg g-1) rastlandığı rapor edilmiştir. Bunun nedenlerinden birinin bölgede ara sıra vuku bulan upwellingden kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır. Kabuklularında As konsantrasyonları çok yüksek bulunmuş ve kesin olmamakla birlikte bunun muhtemelen gibi insan kaynaklı kirlenmeden ziyade doğal kökenli olabileceği tahmin edilmiştir (Mora ve ark., 2004).

Özsoy (2004)'un yaptığı çalışmada, Marmara Bölgesi, İzmit Körfezi'nden yakalanan ve ticari öneme sahip iki farklı balık türünün kas, karaciğer, solungaç dokularının (Cu, Pb, Cd, Hg gibi) mikro element düzeylerini incelemiştir. İncelediği balık örneklerine ait kas, karaciğer, solungaç dokularında saptanan Cu, Cd, Pb, Hg seviyelerinin genel ortalama olarak kabul edilen değerleri aşmadığı ancak, bazı örneklerde limit değerlerin üzerinde element seviyesi saptadığını rapor etmiştir.

Turhan ve ark., (2004) tüketilen balıkların element içeriklerine etki eden faktörlerden pişirmenin etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla elektrikli fırında, ızgarada, mikrodalga fırında ve kaynatılarak pişirilen hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balığının özellikle toplam demir ve hem demir içeriğine bakılmıştır. Bu çalışma sonucunda toplam hem demir kayıplarının en fazla ızgara edilmiş örneklerde olduğu, buna karşın en az demir kaybının kaynatma yoluyla pişirilen hamsi balıklarında olduğu belirtilmiştir.

Ikem ve Egiebor (2005) konserve edilerek muhafaza edilen balıkların konserve tekniğine bağlı olarak element içeriğindeki değişimleri incelemişlerdir. Konserve örneklerini hazır olarak piyasada satılan konserve balıklardan elde etmişlerdir. Bu amaçla araştırdıkları bölge (Amerika Birleşik Devletleri'nin Georgia ve Alabama eyalet) piyasasından satın aldıkları 104 adet konserve balık örneğinde civa konsantrasyonu ve 13 iz element seviyelerini incelemişlerdir. Civa konsantrasyonunu belirlemek için Doğrudan Mercury analizörü (DMA) ve diğer elementler için ICP-OES (Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry) kullanmışlardır. Çalışmada elde ettikleri element seviyeleri (yaş ağırlık, mg/kg) aralıkları; Hg (0.02-0.74), Ag (0.0-0.20), As (0.0-1.72). Cd (0.0-0.05). Cr (0.0-0.30). Fe (0.01-88.4). Pb (0.0-0.03). Mn (0.01-2.55). Ni (0.0-0.78). Co (0.0-0.10). Cu (0.01-5.33). Sn (0.04-28.7). V (0.0-0.31) ve Zn (0.14-97.8) şeklinde belirlenmiştir.

Dalman ve ark. (2006), Ege Denizi, Güllük Körfezinde 7 ayrı bölgeden alınan sediment örnekleri ile bu bölgede yetiştirilen levrek balıklarından alınan örneklerde, Pb, Cd, Cu ve Zn değerlerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlarda, Güllük Limanına (Muğla) yakın iki örnekleme alanındaki sediment örneklerinde, limandan açıkta bulunan bölgelerden alınan sediment örneklerine oranla daha fazla Zn, Cd, ve Cu düzeyinin olduğu belirtilmiştir. Ağır metal seviyesi yüksek çıkan sediment örneklerinin bulunduğu bölgelerin limana yakın olmasının ve bu bölgede çok sayıda balık çiftliği bulunmasının elde edilen sonuçlarla bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Alınan levrek örneklerinde ise Pb, Cd, Cu ve Zn değerlerinin genelde düşük bulunduğu belirtilmiştir.

Kayhan (2006), tüm ağır metallerin kaçınılmaz bir şekilde toksik olduğunu vurgulamış ve kadmiyum elementinin yaşayan hiçbir canlı organizma için temel bir element olmadığını ifade etmiştir. Yumuşakçaların kadmiyumu serbest konsantrasyonlarda biriktirdiklerini vurgulayan araştırmacı, dünya çapındaki endüstrileşmenin sürekli artış gösterdikçe kadmiyum gibi aşırı toksik elementlerinde artabileceğine işaret etmiştir. Kadmiyum gibi ağır metallerin su organizmalarına etkilerini daha iyi anlayabilmek için, bu maddenin alımı, birikimi, saklanması ve atılması ile ilgili birçok kimyasal ve fizyolojik yöntemlerin anlaşılmasının kirliliği azaltmada veya yavaşlatmada çok önemli olduğunu belirtmiştir.

Erkan ve Özden (2006), Ülkemiz Ege Denizi'nde yetiştiriciliği yapılan levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) türleri üzerinde sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, manganez, demir, çinko ve iyot değerleri araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda çipura ve levrek balıklarında ki mineral ve ağır metal değerleri önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Demir içeriği bakımından çipura balığından elde edilen değerler levrek balığına oranla yaklaşık 10 kat fazla, çinko değerleri açısından ise levrek balığının çinko değerleri, çipura balığına oranla iki kat fazla bulunmuştur.

Uluözlü ve ark. (2007)'nin, Karadeniz ve Ege Denizi'nden alınan 9 tür balık üzerinde yaptıkları çalışmada, mikrodalga sindirim ve atomik absorpsiyon spektroskopisi (MD-AAS) kullanmışlardır. Bu amaçla örneklerdeki bakır, kurşun, kadmiyum, çinko, manganez, demir, krom ve nikel seviyeleri ölçülmüştür. Balıkların araştırılan element seviyelerinden kurşun ve kadmiyum seviyelerinin insan tüketimi için belirlenmiş sınırların üzerinde olduğunu bildirilmiştir.

Çelik ve Oehlenschläger (2007) tarafından ülkemiz piyasasında satılan çeşitli balık ürünlerinde ağır metal değerleri araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda, dondurulmuş hamsi balığı ürünlerinden elde edilen ortalama değerler; Cd 494.2 µg/kg, Pb 314.2 µg/kg, Zn 566 mg/kg ve Cu 45.7 mg/kg olarak, konserve hamsi filetolarında ise ortalama değerler Cd 25.1 µg/kg, Zn 33.8 mg/kg, Cu 7.1 mg/kg ve Pb 76.1 µg/kg olarak bulunmuştur. Bu araştırma sonucunda elde edilen değerlerin belirtilen yasal

limitlerin üzerinde olduğu belirtilmiş ve daha sıkı bir izleme programının yürütülmesi gerektiği belirtilmiştir

Sekiz farklı tür balıkların kemiklerinin kimyasal bileşimi, mineral içeriği ve amino asitler ve yağ asitlerinin profillerinin araştırıldığı bir çalışmada, balık kemiklerinin toplam yağ seviyelerinin yağ asidi profillerinin balık türleri ile bazı farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Yağsız balık kemiklerinin Ca ve P seviyeleri hemen hemen incelenen tüm balıklarda birbirine benzer oranlarda olduğu bildirilmiştir Balık kemiklerinin kimyasal bileşimlerinin balıktab balığa önemli ölçüde farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Temel farklardan birinin yağ içeriğinde olduğu saptanmıştır. Yağ içeriği en düşük morina (*Gadus morhua*) balığında 23 g/kg ve en yüksek uskumruda (*Scomber scombrus*) 509 g/kg olarak hesaplandı. Genel olarak yağlı balık türlerinin yağsız balık türleri ile karşılaştırıldığında kemiklerin daha yüksek yağ seviyesine sahip oldukları gözlendi (Toppe ve ark., 2007).

Samandağı Körfezinde (Kuzey Doğu Akdeniz, Türkiye) bulunan derin su pembe karidesleri (DWRS) (*Parapenaeus longirostris*) ve kırmızı karideslerinin (*Plesionika martia*) yağ asitleri ve element kompozisyonlarının incelendiği çalışmada, her iki karides türünün yağlarının PUFA miktarlarının SFA ve MUFA miktarlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Her iki karides türünün lipid düzeylerinin deniz balıklarının yağ düzelerinden daha düşük olduğu ve yağ asidi profillerinin deniz balıkları ile mukayese edilebilir olduğu bulunmuştur. Bu karideslerin makro element içeriklerinden Ca, K, Na, P ve Mg ve mikro elementlerden Zn, Fe Cu, Mn, Cd ve Cr belirlendi. Cd ve Cr gibi ağır metaller her iki karides türünde de düşük konsantrasyonlarda tespit edildi (Oksuz ve ark., 2009).

Öksüz ve ark., (2010) Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinde bulunan çarpan ve tavşan balıklarının element kompozisyonları, yağ asitleri profilleri ve besin bileşenleri incelemiştir. Bu çalışmada çalışılan iki balığa ait K ve P seviyeleri incelenen 11 element içersinde en yüksek miktarlarda olduğu ve bunları sodyum, magnezyum ve kalsiyum elementlerinin takip ettiği gözlenmiştir. Belirlenen mikro elementler içinde yalnız bakır miktarı önemli derecede tavşan balığında, çarpan balığından yüksek bulunmuştur. Her iki türde de en yüksek yağ asitleri doymuş yağ asitleri (SFA) olurken, bunları çoklu

doymamış (PUFA) ve tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) izlemiştir. Linoleik ve linolenik yağ asitleri tavşan balığında diğer türe göre daha yüksek bulunmuştur. Çarpan ve tavşan balığına ait DHA/EPA oranları sırası ile 3.58 ve 1.82 olarak hesaplanmıştır. Tavşan balığının yağ içeriği çarpan balığından önemli miktarda ( $P < 0.05$ ) yüksek ve bu iki balığa ait nem miktarları ise hemen hemen aynı olduğu gözlenmiştir.

Tunceli Munzur nehrinde yakalanan kahverengi alabalıkların kas ve derilerinin element düzeylerinin incelenendiği çalışmada en yüksek iki element P ve K olarak belirlenmiştir. Çalışmada element analizinde ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) kullanmışlardır. Toplamda 12 element incelenmiştir. İncelenen kahverengi alabalıkların kas ve derilerinin element düzeyleri birbirlerinden oldukça farklı bulunmuştur. Kahverengi alabalık etinin protein, yağ, nem ve kül düzeyi sırasıyla % 17.48, % 2,3, % 77,8 ve % 1,5, olarak hesaplanmıştır. Bu balık yağında 30 yağ asidi belirlenmiştir. Belirlenen yağ asitleri Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) kullanılmıştır. Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), doymuş yağ asitleri (SFA) ve tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) yüksek bulunmuştur. PUFA içerisinde, dokosaheksaenoik asit (DHA, C22: 6 $\omega$ 3) ve eikosapentaenoik asit (EPA, C20: 5 $\omega$ 3), linolenik asit (LNA, C18: 3 $\omega$ 3) ve linoleik asit (LA, C18: 2 $\omega$ 3) yağ asitleri seviyeleri sırasıyla %11.25, 6.82, 6.30 ve 4.88 olarak bulunmuştur.  $\omega$ 3/ $\omega$ 6 ve DHA / EPA oranları sırasıyla 4.55 ve 1.65 olarak hesaplanmıştır (Kayım ve ark., 2011).

Ülkemiz denizlerinden dil balığı (*Solea solea* L., 1758) türünün kas ve karaciğer dokularında ağır metal düzeylerinin incelendiği bir çalışmada, balıkların Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Ni and Zn seviyeleri araştırılmıştır. Analiz edilen balıklarda ağır metal düzeyleri mg kg<sup>-1</sup> olarak kas dokusunda; Cd: 0,02-0,38, Co: <0,01-0,43, Cr: 0,11-1,78, Cu: 0,30-1,82, Fe: 7,19-59,7, Mn: 0,08-1,11, Ni: 0,01-3,27, Pb: 0,17-1,13, Zn: 4,05-6,80, karaciğerlerde; Cd: 0,07-0,91, Co: 0,19-0,95, Cr: 0,43-3,93, Cu: 1,61-41,7, Fe: 48,0-179, Mn: 0,59-3,64, Ni: 0,35-7,63, Pb: 0,89-4,29, Zn: 13,0-51,2 seviyelerinde tespit edilmiştir. Araştırılan bu balığın karaciğerlerindeki metal düzeylerinin kas dokularındakilerden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Balıkların yenilebilir kas dokularındaki hesaplanan düzeyler insan tüketimi için önerilen tolere edilebilir günlük

(TGA) ve haftalık (THA) alımlarla kıyaslandığında bu değerlerin çok altında olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla analiz edilen balıkların, bölgeler ve çalışmanın yapıldığı zaman açısından değerlendirildiğinde yenilebilir kas dokudaki düzeylerin insan beslenmesinde metal kirliliği bakımından herhangi bir risk oluşturmadığı belirtilmiştir (Türkmen, 2011).

Öksüz ve ark., (2011) Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinde oldukça yaygın bulunan ve ekonomik öneme sahip türlerden altın band barbun (*Upeneus moluccensis*) (Bleeker, 1855) ve çizgili barbunun (*Mullus surmuletus*) (Linnaeus, 1758) toplam yağ, nem, yağ asitleri kompozisyonunu ve mineral madde içerikleri incelemiştir. Bu iki türe ait yağ ve nem içerikleri birbirinden önemli derecede farklı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Çalışmanın sonuçları çizgili barbun yağında bulunan C14:0, C15:0, C16:1, C17:1, C18:1n9, C18:2n6, C20:3n6, C20:5n3 ve C22:5n6 yağ asitleri seviyelerinin altın band barbun yağında bulunandan daha yüksek miktarlarda olduğunu göstermiştir ( $P<0.05$ ). SFA (Doymuş Yağ Asitleri), MUFA(Tekli Doymamış Yağ Asitleri), PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri), DHA(Dekosaheksanoik Asit, C22:6n3)/EPA (Eikosapentanoik Asit, C20:5n-3) ve n3/n6 miktarlarını (%) sırası ile altın band barbunda 39.30, 26.81, 32.18, 3.26 ve 5.35 ve çizgili barbunda ise 36.72, 41.83, 18.92, 0.89 ve 3.31 olduğu tespit edilmiştir. İncelenen mineraller içersinden K ve P değerleri her iki türde en yüksek miktarlarda bulunmuştur. Bu iki tür balıkta incelenen minerallerden yalnızca K, Ca ve Na seviyelerindeki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

#### 2.4. Toplam Karoten ve $\alpha$ -Tokoferol

Sütte yağda çözünen vitaminler ve provitaminlerin microcolumn sıvı kromatografisi ile aynı anda belirlenmesi amacı ile yapılan bir çalışmada, yağda eriyen vitaminlerden A, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, E ve K<sub>1</sub>, retinil asetat, retinil palmitat, tokoferol asetat, ergosterol ve dehidrokolesterol a packed reversed-phase fused-silica microcolumnunda ayrıştırılmış ve UV ile belirlenmiştir. Bu amaçla geleneksel sıvı kromatografik donanım, yüksek verimlik ve hassas analitik sistem sağlamak için uyarlanmıştır. Vitaminlerin retinol için 0.02 ve E vitamini için 2 ng/ml arasında derece derece değişen tespit limitleri modunda ayrılmış olabileceği gözlemlenmiştir. Bütün vitaminlerin 17

dakikadan daha az bir süre içinde ayrıştığı belirtilmiştir. Uygulamanın süt yağında çözünen vitaminlerin miktarının belirlenmesinde önerilen yöntem olduğu bildirilmiştir (Gomis ve ark., 2000)

Mestre Prates ve ark., (2006), ette toplam kolesterol, tokoferol ve  $\beta$ -karoten eşzamanlı belirlenmesi için basit, hızlı ve hassas işlem açıklamışlardır. Bu yöntemde et basit bir hegzan ekstraksiyonu ile direkt sabunlaştırılır. Bu metodoloji kasların toplam kolesterol, tokoferol ve b-karoten içeriklerinin hesaplanmasında kullanıldığı belirtilmiştir.

Morello ve ark.,(2004) yağların depolanması sırasında yağlarda oluşan değişimleri incelemişlerdir. Bu amaçla, farklı bölgelerde yetiştirilen ve farklı zamanlarda hasat edilen Arbequina çeşidi ticari sızma zeytinyağlarının klorofil, karotenoid ve yağların toplam fenol içeriğini incelemişlerdir. Bu yağları 12 ay süre ile depolamışlardır. Depolama sonucunda tüm yağlardaki fenolik bileşiklerde azalma gözlenirken alfa tokoferol ortadan kaybolduğu belirlenmiştir. Depolama süresince oleik asit miktarında bir artış kaydedilmiştir.

Deniz ürünlerinden su yosunlarının da yüksek miktarda protein, yağ asitleri ve mineral maddeler içermektedir. Makro-alglerin biyokimyasal içerikleri tür, ışık, sıcaklık v.b. koşullara bağlı olarak değişmektedir. Tuzluluk ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak Karadeniz, makro-algler bakımından oldukça fazla tür çeşitliliğine sahiptir. Bundan dolayı, Karadeniz'in Sinop kıyılarından toplanan *Ulva spp* üzerinde çalışılmıştır. Örneklerdeki pigmentler (klorofil a ve toplam karotenoit) spektrofotometrik yöntem ile analiz edilmiştir, yağ asitleri Varian GC kullanılarak belirlenmiştir ve  $\alpha$ -tokoferol tespiti için Jasco HPLC kullanılmıştır. Örneklerde toplam doymuş yağ asitleri (SAT) % 37.2, toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) %32.0, toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) % 23,2 olarak tayin edilmiştir. PUFA grubundan 18:3(n-3) % 5.4, 18:3(n-6) % 1.6, 18:4 (n-3) % 6.5 ve 20:5 (n-3) % 4.4 gibi yağ asitlerinin yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. *Ulva spp.*'de  $\alpha$ -tokoferol değeri  $9.1 \pm 0.5 \mu\text{g g}^{-1}$  kuru ağırlık (dw) olarak tespit edilmiştir. Toplam karoten ve toplam klorofil a düzeyleri ise sırasıyla  $311.0 \pm 0.3 \mu\text{g g}^{-1}$  dw ve  $706.8 \pm 0.7 \mu\text{g g}^{-1}$  dw olarak saptanmıştır. Makro-alg türleri ve bunlar arasında *Ulva spp.* Türk sularında en yaygın dağılıma sahip ve yüksek



biyomaslara ulaşan bir Chlorophyceae üyesi olan bu türün yüksek düzeyde pigment, yağ asidi ve vitamin değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. bu içeriğinden dolayı bu türün değerlendirilmesi gerektiği tavsiye edilmiştir (Durmaz ve ark., 2008).

Gökhan ve Sağlam (2009), Elazığ, Keban yöresinde yaşayan, Türk salyangozu olarak da bilinen *Helix lucorum*' da hepatopankreas, bağırsak ve kas dokusunda vitamin A ve  $\beta$ -karoten miktarları ile aylara göre değişimlerini spektrofotometrik yöntemle araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan salyangozların hepatopankreasındaki en yüksek vitamin A düzeyi nisan ayında ortalama  $1,00 \pm 0,37 \mu\text{g/g}$  en düşük vitamin A değeri ekim ayında  $0,49 \pm 0,56 \mu\text{g/g}$ , olarak tespit etmişlerdir. Hepatopankreasta en yüksek  $\beta$ -karoten düzeyi haziran ayında ortalama  $0,37 \pm 0,08 \mu\text{g/g}$  en düşük  $\beta$ -karoten düzeyi mayıs ayında ortalama  $0,09 \pm 0,11 \mu\text{g/g}$  olarak belirlemişlerdir. Bağırsaktaki en yüksek vitamin A düzeyi ağustos ayında ortalama  $0,71 \pm 0,12 \mu\text{g/g}$  olarak, en düşük vitamin A düzeyi ekim ayında ortalama  $0,30 \pm 0,10 \mu\text{g/g}$  olarak tespit etmişlerdir. Bağırsakta en yüksek  $\beta$ -karoten düzeyi haziran ayında ortalama  $0,26 \pm 0,16 \mu\text{g/g}$  en düşük  $\beta$ -karoten düzeyi temmuz ayında ortalama  $0,03 \pm 0,00 \mu\text{g/g}$  olarak hesaplamışlardır. Kas dokusundaki en yüksek vitamin A düzeyi ağustos ayında ortalama  $0,69 \pm 0,08 \mu\text{g/g}$  en düşük vitamin A düzeyi eylül ayında  $0,34 \pm 0,13 \mu\text{g/g}$  olarak bulunmuştur. Kas dokusundaki en yüksek  $\beta$ -karoten düzeyi ise haziran ayında ortalama  $0,27 \pm 0,17 \mu\text{g/g}$  en düşük  $\beta$ -karoten düzeyi ise mayıs ayında  $0,07 \pm 0,07 \mu\text{g/g}$  olarak belirlemişlerdir. Salyangozlarda hepatopankreas dokusundaki vitamin A ve  $\beta$ -karoten miktarlarının aylara göre dağılımları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $p > 0,05$ ), bağırsak dokusundaki vitamin A' nın aylara göre dağılımlarında istatistiksel olarak farkın önemli olduğunu ( $p < 0,05$ ), fakat  $\beta$ -karoten seviyeleri arasında ise farkın önemli olmadığını ( $p > 0,05$ ) belirlenmişlerdir. Kas dokusundaki vitamin A ve  $\beta$ - karoten miktarlarının aylara göre dağılımında ise farkın önemli olduğunu ( $p < 0,05$ ) saptamışlardır.

## 2.5. Serbest Yağ Asitleri, Peroksit Değeri ve Kırılma İndisi

Özden (1995) ortalama yağ miktarı  $\%14,14 \pm 1,20$  olarak hesapladığı sardalya balıklarının (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1972) soğukta ( $+4 \text{ }^\circ\text{C}$ ) depolanma sırasında balık yağında oluşan bozulmaları belirlemek üzere kullandığı duyuşal, fiziksel ve kimyasal kalite kriterlerini dikkate alarak bu balığın  $+4 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki raf ömrünün 6 gün

olduğunu tespit etmiştir. Depolama sırasında sardalya balıklarının yağ asitleri kompozisyonunda önemli değişiklikler olduğunu kaydetmişlerdir.

Koning (1999) yağların bozulmalarına etki eden fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik faktörlerden mikrobiyolojik bozulmaya sebeplerini araştırmıştır. Bu amaçla, yerel üreticilerin ürettiği balık yağlarını seçmiştir. Bu yağların depolama sırasında mikrobiyal bozulmasına *Alcaligenes* familyasına ait bir lipolitik bakterinin yağların serbest yağ asitlerinde hızlı bir yükselme sağlayarak etki ettiğini tespit etmiştir.

Buzdolabında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) ortamında muhafaza edilen mezgit (*Merlangius merlangus* euxinus Nord., 1840) karaciğer yağının iyot sayısı, peroksit sayısı ve kırılma indislerindeki değişimler ile bunların birbiriyle olan ilişkilerini incelemişlerdir. Buzdolabında 9 hafta süreyle muhafaza edilen mezgit karaciğer yağının iyot sayısı başlangıçta 169.39 iken, zamana bağlı olarak azaldığını ve 9. haftada 112.06 olarak ölçüldüğünü belirtmişlerdir. Peroksit sayısı ise başlangıçta 3.56 meqgO<sub>2</sub>/kg iken artarak 9. haftada 15.25 meqgO<sub>2</sub>/kg ulaştığını kaydetmişlerdir. Diğer taraftan başlangıçta 1.4818 olan kırılma indisinin zamana bağlı olarak azalarak muhafazanın sonunda 1.4777'ye düştüğünü kaydetmişlerdir. İyot sayısındaki azalmaya paralel olarak peroksit sayısında artış, kırılma indisinde ise azalma meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. İyot sayısı ile peroksit sayısı arasında  $r^2=0.8885$ , iyot sayısı ile kırılma indisi arasında  $r^2=0.4698$  ve peroksit sayısı ile kırılma indisi arasında  $r^2=0.6802$  ilişkinin olduğu belirlemişlerdir. Yağlarda doymamışlığın bir göstergesi olan iyot sayısının bozulmasının (acılaşmanın) göstergesi olan peroksit sayısı a bağlı olarak değiştiği ve bunlara bağlı olarak ta kırılma indisinin değiştiği sonucuna varmışlardır. Bundan dolayı balık yağlarında iyot sayısı ve peroksit sayısının belirlenmesinin yanında, kırılma indisi değerinin de kalite özellikleri açısından iyi bir belirleyici olduğunu sonucuna varmışlardır (Yapar ve Erdöl, 1999).

Boran 2004 balık yağının kalitesi üzerine etki eden faktörlerden depolama sıcaklığı ve süresini incelemiştir. Bu amaçla Karadeniz bölgesinde yoğun bir şekilde avlanan ve tüketilen balıklardan hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758), istavrit (*Trachurus trachurus*, Linnaeus, 1758), zargana (*Belone belone*, Linnaeus,

1758), tirsi (*Alosa fallax*, Lacepede, 1803) ve altınbaş kefal (*Mugil auratus*, Risso, 1810) balıklarının yağlarının buzdolabı ve derin dondurucuda depolamıştır. Depolama sırasında meydana gelen kalite kriterlerindeki değişimleri belirlemek için yaptığı çalışmada balık yağını çözücü ekstraksiyon metodu ile elde etmiştir. Elde ettiği balık yağlarını +4°C ve - 18 °C olmak üzere iki farklı depolama sıcaklığında 250 gün depolamıştır. Yağlardan +4°C depolananların tümü 90 gün ve - 18 °C depolananlardan hamsi ve tirsi 120 gün bu balıkların haricindeki balıklar 150 günlük sürede tüketilebilirlik özelliklerini koruduklarını gözlenmiştir.

Su ürünlerinde depolama çalışmalarında depolama süresince kalite kriterlerinin belirlenmesinde geleneksel olarak kullanılan metotlardan (TVB-N, TBA, Serbest yağ asitleri, peroksit değeri, yağ asitleri, vb) farklı olarak depolama süresince aminoasit içeriklerinde değişiklikleri üzerine daha güncel çalışmalarda mevcuttur. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Marmara bölgesinden yakalanan hamsiler balık pazarından satın alınan alabalıkları marine edip 120 günlük süre içinde kalite değerlerindeki (aminoasit ve yağ asitleri içeriklerini) değişimleri incelemiştir. Besin kalitesi parametreleri açısından besin bileşenleri, yağ asitleri ve aminoasit profillerini incelemiştir. marine edilmiş hamsilerde depolama süresince çoklu doymamış yağ asitleri konsantrasyonlarında önemli ( $p < 0.05$ ) bir azalma gözlenirken marine edilen alabalıklarda böyle bir azalma gözlenmemiştir. Diğer taraftan, toplam yağ asitleri konsantrasyonu marine edilmiş her iki balıkta önemli bir artış ( $p < 0.05$ ) gözlenmiştir. yağ asitleri ve amino asit seviyelerindeki değişim marine edilmiş balıklarda önemli birer tazelik indeksi olarak bulunmuştur (Özden, 2005).

Özyurt ve ark., (2007) II. IV. ve VI. yaş döneminde olan incedudaklı kefallerin yağ asidi kompozisyonu ve buzdolabında muhafazası sırasında lipit oksidasyonu üzerine yaptıkları çalışmada, tüm yaş gruplarındaki balıkların temel yağ asitlerinin palmitik asit (16:0), stearik asit (18:0), oleik asit (18:1ω9), araşhidonik asit (20:4ω6), eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5ω3) ve dekosahexaenoik asit (DHA, 22:6ω3) olduğu belirlemişlerdir. II. , IV. ve VI. yaş gruplarındaki incedudaklı kefallerin EPA seviyeleri

sırasıyla %13.37, %13.17 ve %12.28 olarak tespit edilirken DHA seviyelerinin ise sırasıyla %18.14, %13.80 ve %13.76 olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma sonucu, herhangi bir yaş grubundaki incedudaklı kefalın günde 100 g tüketilmesinin EPA+DHA yağ asitleri açısından insanların ihtiyacını karşılayabilmede yeterli olduğu belirlenmiştir. Buzdolabında depolama sonunda, II. yaş grubundaki incedudaklı kefallerin pH, serbest yağ asitleri (FFA), peroksit değeri (PV) ve TBA değerleri sırasıyla 6.75, % 4.17 oleik asit, 18.59 meq O<sub>2</sub>/kg ve 0.95 mg malonaldehit/kg olduğu belirlenmiştir. Aynı parametreler IV. yaş grubundaki balıklarda sırasıyla 7.05, %5.26 oleik asit, 17.26 meq O<sub>2</sub>/kg ve 0.67 mg malonaldehit/kg ve VI. yaş grubunda 6.51, % 4.63 oleik asit, 19.73 meq O<sub>2</sub>/kg ve 0.88 mg malonaldehit/kg olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, duyuşal ve kimyasal kalitenin muhafaza süresine bağlı olarak azaldığı ve yaşın kalite üzerine bir etkisinin olmadığını (p>0.05) belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre tüm yaş gruplarında incedudaklı kefallerin buzdolabında depolanma süresini 7 gün olduğu tespit etmişlerdir.

Polat ve ark. (2009). Kuzeydoğu Akdeniz İskenderun körfezinde yakalanan barbunya balığı (*Mullus barbatus*), yağ asidi kompozisyonu mevsimsel değişimlerini incelenmişlerdir. Tüm örnekleme mevsimi süresince, barbunya balığının en önemli yağ asitleri palmitik asit (16:00) stearik asit(18:00), oleik asit (18:01), palmitoleik asit (16:1), eikosapentaenoik asit (EPA, 20:05ω3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, 22:06 ω3) olduğunu belirlemişlerdir. Barbunya balığının yağ asidi içeriğinin, mevsimsel değiştiğini belirlemişlerdir. Çoklu doymamış yağ asit seviyelerini, sonbahar aylarında %17.32, kış aylarında %17,69 ve ilkbaharda% 20.13 olduğunu tespit etmişlerdir. Toplam yağ asitleri DHA ve EPA düzeylerinin sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında sırasıyla %4.36, 8.25, 10.89 ve %7.93, 4.59 ve 4.56 olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonunda, araştırma verilerine dayanarak, sonbahar aylarında 300 g barbunya balığının haftalık tüketiminde ω3 serisi yağ asitleri karşılama açısından iyi bir kaynak olduğunu, kış veya yaz insanların ise EPA + DHA ihtiyacına cevap vermesi açısından tavsiye etmişlerdir.

Navarro-Garcia ve ark., (2010) Meksika Körfez'inde yakalanan ve ticari öneme sahip iki rajiform türüne (*Rhinoptera bonasus* ve *Aetobatus narinari*) ait karaciğer yağı

üzerinde çalışmışlardır. Yağların karakteristik özellikleri fiziksel (özgül ağırlık, sabunlaşma sayısı ve su içeriği) ve kimyasal analizler (yağ asitleri içeriği, karoten ve tokoferol miktarları) ile tespit edilmiştir. Karaciğer yağlarının depolama stabilitesi için peroksit değerleri, serbest yağ asitleri, konjuge dienleri, anisidine değerleri ve dekosaheksanoik asitte (DHA) meydana gelen değişiklikler 25°C'de 87 günlük bir dönemde izlenmiştir. Her iki türe ait karaciğer yağlarının depolanması sırasındaki serbest yağ asitleri, konjuge dienleri, peroksit değerleri anisidine değerlerinde artış ve dekosaheksanoik asit düzeylerinde azalma meydana gelmiştir. Depolanan *Rhinoptera bonasus* ve *Aetobatus narinari* karaciğer yağlarının raf ömürlerini sırası ile 52 ve 66 gün olarak belirlemişlerdir.

Boran ve ark. (2006) depolama süresi ve sıcaklığının balık yağı kalitesi üzerine etkilerinin araştırdıkları çalışmalarında aralık 2002 yılında balıkçılardan temin ettikleri ticari öneme sahip ve cinsi olgunluğa ulaşmış balıklardan; istavrit (*Trachurus trachurus*, L., 1758), tirsi (*Alosa fallax*, Lacepede, 1803), zargana (*Belone belone*, L., 1758) ve altın kefal (*Mugil auratus*, Risso, 1810) balıklarının yağlarını kullanmışlardır. Balık yağlarını +4°C ve derin dondurucuda -18 °C'de 150 gün süre ile depolamışlardır. Depolama süresince kullanılan kalite parametrelerinden ester ve iyot sayısı hariç +4°C ve derin dondurucuda -18 °C'de depolanan yağların tüm kalite kriterlerinde yükselme kaydedildiğini belirtilmişlerdir. Yağların depolama süresince kalite kriterlerini belirlemede yaygın olarak kullanılan metotlardan, peroksit değeri, ester sayısı, iyot sayısı, tiobarbütük asit sayısı, sabunlaşan ve sabunlaşmayan madde miktarını kullanmışlardır. Tirsi balığının kabul edilebilirlik süresini -18 °C'de 120 gün ve altın kefal balığının -18 °C'de 150 gün olarak belirlemişlerdir. Araştırdıkları balık yağları içerisinde oksidasyona en dayanıklı balık yağının zargana yağı olduğunu belirlemişlerdir.

Boran ve ark. (2008) ticari öneme sahip balıklardan hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) balığının kimyasal kompozisyonunda ve hamsi yağının depolama dayanıklılığını mevsimsel olarak incelemişlerdir. Hamsi yağını +4°C ve derin dondurucuda -18 °C'de 150 gün süre ile depolamışlardır. Bu süre içerisinde yağların peroksit değeri, ester sayısı, tiobarbütük asit sayısı ve sabunlaşmayan madde miktarını

kullanmışlardır. Araştırma sonucunda +4°C’de depolanan hamsi yağının 90 ve derin dondurucuda -18 °C’de depolanan yağın ise 120. günde kabul edilebilirlik sınırını aştığını belirlemişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu araştırmada çalışılan balıklardan adi köpek balığı (*Mustelus mustelus*, Linnaeus 1758), kemane vatoz (*Rhinobatos rhinobatos*, Linnaeus 1758), iğneli vatoz (*Dasyatis pastinaca*, Linnaeus 1758), kartal vatoz (*Myliobatis aquila*, Linnaeus 1758) ve inek burunlu vatoz (ıuna, *Rhinoptera marginata*, Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) profesyonel balıkçılar tarafından İskenderun Körfezi'nden avlanmıştır. Büyük burunlu köpek balığı (*Carcharhinus altimus*, Springer, 1950) ise yine profesyonel balıkçılar tarafından Samandağ açıklarında yakalanmıştır.

Bu alışmada Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi İskenderun körfezi açıklarında trol ile yakalanmış altı farklı kıkırdaklı balık türü kullanılmıştır.



şekil 3.1. Adi köpek balığı ( *Mustelus mustelus*; Linnaeus, 1758)

şube: Kordalılar

Sınıf: Kıkırdaklı balıklar

Takım: Köpek balıkları Adi köpek balığı, asıl köpek balığı

Familya: Triakidae

Cins: *Mustelus*

Tr: *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758)



Şekil 3.2. Büyük burunlu köpek balığı (*Carcharhinus altimus*; Springer, 1950)

Şube: Kordalılar

Sınıf: Kıkırdaklı balıklar

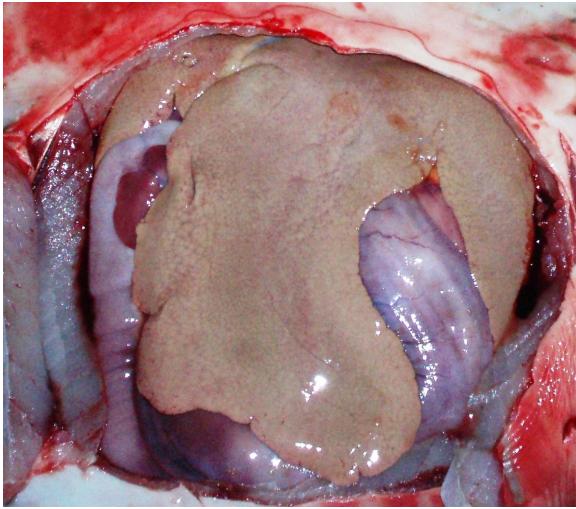
Takım: Köpek balıkları

Familya: Harharyaslar (büyük burunlu köpek balığı, camgöz)

Cins: *Carcharhin*

Tür: *Carcharhinus altimus*, Springer, 1950)





Şekil 3.3. Kemane vatoz (*Rhinobatos rhinobatos*; Linnaeus 1758)

Şube: Kordalılar

Sınıf: Kıkırdaklı balıklar

Takım: Vatozlar

Familiya: Kemane Vatozlar (kemençe balığı)

Cins: *Rhinobatos*

Tür: *Rhinobatos rhinobatos*



Şekil 3.4. İğneli vatoz (*Dasyatis pastinaca*; Linnaeus, 1758)

Şube: Kordalılar

Sınıf: Kıkırdaklı balıklar

Takım: Vatozlar

Familya: Dasyatis, Rina Balığı, Dikenli Vatoz

Cins: *Dasyatis*

Tür: İğneli vatoz (*Dasyatis pastinaca*; Linnaeus, 1758)



Şekil 3.5. Kartal vatoz (*Myliobatis aquila*; Linnaeus, 1758)

Şube: Kordalılar

Sınıf: Kıkırdaklı balıklar

Takım: Vatozlar

Familya: Kartal Vatozlar, Folyalar

Cins: *Myliobatis*, Çiçuna

Tür: Kartal vatoz (*Myliobatis aquila*; Linnaeus, 1758)



Şekil 3.6. İnek burunlu vatoz (çiçuna, *Rhinoptera marginata*; Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)

Şube: Kordalılar

Sınıf: Kıkırdaklı balıklar

Takım: Vatozlar

Familya: İnek burunlular (folya, mandabaş, vatoz)

Cins: *Rhinoptera*

Tür: *Rhinoptera marginata* (E.Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Kıkırdaklı Balıklarda Ölçümler ve Hepatosomatik İndeks (HSI)

Büyük burunlu köpek balığı (Mayıs 2010) hariç diğer tüm balıklar Kasım 2009- Mart 2010 arasında yakalanmıştır. Çalışmada kullanılan balıkların hepsi laboratuara soğuk zincirde ulaştırılmıştır. Her bir balık için tür tespiti yapılmış ve her bir balığın boy ve ağırlık ölçümleri yapıldıktan hemen sonra karaciğerleri çıkartılmıştır. Elde edilen karaciğerlerin ağırlık ölçümleri alınmış ve hepatosomatik indeks (Karaciğere bağlı indeks) değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$HSI = [\text{Karaciğer Ağırlığı (g)}/\text{Vücut Ağırlığı (g)}] \times 100$$

Her bir türe ait en az üç tekerrürlü yağ analizi yapılarak karaciğer yağ miktarları hesaplanmıştır. Hesaplanan karaciğer yağ miktarları ve yapılması belirlenen analizler için her bir balık için depolamada ne kadar karaciğer yağına ihtiyaç olduğuna ve dolayısı ile ne kadar karaciğere ihtiyaç olduğu hesaplanmıştır.

#### 3.2.2. Balık Karaciğerlerinden Yağ Ekstraksiyonu

Kıkırdaklı balıkların karaciğer yağ miktarlarının belirlenmesinde modifiye edilen Bligh ve Dyer ( Hanson ve Olley,1963) metodu kullanılmıştır. Kıkırdaklı balık karaciğeri küçük parçalar halinde doğranmış ve her birinden yaklaşık 10 g numune tartılarak (ağırlık sıfırdan sonra 3 hane hassasiyette terazide tartılarak kaydedilmiş) homojenizasyon tüpüne alınmıştır. Üzerine 8 ml saf su ilave edildikten sonra 20 ml kloroform ve 40 ml metanol eklenerek 1 dakika homojenize edilmiştir. Homejenize edilmiş numuneye 20 ml daha kloroform ilave edilmiş ve 30 sn süreyle tekrar homojenize edilmiştir. Son olarak 20 ml saf su ilave edilerek 30 sn süreyle tekrar homojenize edilmiştir. Homojenat 20 dakika süre ile ve 2000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Faz ayrışımının tam olmadığı durumlarda homojenat üzerine 2ml doymuş NaCl çözeltisi ilave edilerek tekrar santrifüj edilmiştir.

Santrifüj tüplerinde üst kısımda metanol ve su katmanı ve alt kısımda kloroform ve yağ katmanı oluşmuştur. Oluşan bu kloroform ve yağ katmanından 10 ml alınarak darası alınmış balonlara konulmuştur. Kloroform yağ karışımında

bulunan kloroform rotary evaporatörde yaklaşık 55°C de vakum altında buharlaştırıldıktan sonra armudi balonlarda kalan yağ 30 dakika süre ile 105 °C`de etüvde kurutulmuştur. Daha sonra numuneler desikatöre alınıp soğutulduktan sonra son tartımı alınıp kaydedilmiş ve ham yağ oranı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham Yağ} = \frac{(B - A) \times C \times 100}{W}$$

A: Dara (g)

B: Dara+yağ (g)

C: Yağ ekstraksiyonunda kullanılan toplam kloroform hacminin, buharlaştırma için kullanılan kloroform hacmine oranı

W = Örnek ağırlığı (g)

### 3.2.3. Karaciğer Yağlarının Mikro Element İçeriğinin Belirlenmesi

Yaklaşık 1 gr örnek 50 ml erlenlere tartılmış ve üzerine önce 2 ml hidrojen peroksit ilave edilmiş ve çeker ocakta yoğun gaz çıkışı bitinceye kadar (ortalama olarak 2 saat sürmüştür) bekletilmiştir. Daha sonra 10 ml nitrik asit ilave edilmiş ve 1 gece bekletilmiştir. Numuneler çeker ocakta kaynatılmıştır. İyice kaynayıp asit ile sindirilen örnekler çeker ocaktan alınmış ve soğumaya bırakılmıştır. Soğutulan numuneler 25 ml'lik balon jodelere whatman filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Süzölen numuneler ultra saf su ile 25 ml'ye tamamlanmış ve falkon tüplere aktarılmıştır.

Mikro elementlerin miktarının belirlenmesinde yüksek kaliteli çoklu standartlar (High Purity Multi Standard Charleston, SC 29423) kullanılmıştır. Numunelerin okunması Varian ICP-AES (Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry, Varian Model- Liberty series II) cihazı ile yapılmıştır. ICP-AES cihazına çözelti halinde verilen örnekler burada gaz fazına geçmiştir ve daha sonra cihazın torç kısmına ulaşmıştır burada ayrışma gerçekleşmiştir.



Şekil 3.7. ICP-AES (Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry) cihazı

Örneklerin okunmasından önce her elementin balık karaciğer yağında bulunduğu seviyeye göre en az 7 değişik konsantrasyonda standart çözelti hazırlanarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Kalibrasyon için ICP Multi element (Merck, ICP Multi element stocks.11355.0100) marka standartlar kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Elementlerin ölçümünde kullanılan dalga boyları

Elementler	$\lambda$ (nanometre)
Cd	228.802
Cr	267.716
Cu	324.754
Fe	259.940
Mn	257,61
Pb	220,353
Zn	213,856

Elde edilen kalibrasyon eğrisinde en az % 99.0 korelasyon sağlanmıştır. Standart stok solüsyonlar 65 % HNO<sub>3</sub> (100 mL/100 mL) ile asitlendirilmiştir.

### 3.2.4. Karaciğer Yağlarının Toplam Karoten Miktarlarının Belirlenmesi

Kıkırdaklı balıkların karaciğer yağlarının içerdiği toplam karoten (vitamin A) miktarlarını belirlemek için 7.5 g yağ örneği sikloheksanda çözündürülerek hacmi 25 ml ye tamamlanmıştır. Shimadsu Hitachi U-1900 model spektrofotometrede 470 nm'deki absorbansı ölçülerek (Morella ve ark., 2004).

$$\text{Karotenoit miktarı (mg karotenoit/kg yağ)} = (A_{470} \times 106) / (2000 \times 100 \times L)$$

Eşitlikte A=absorbansı

L= ise ışık yolunu (hücre kalınlığı, mm) ifade etmektedir



Şekil 3.8. Spektrofotometre (U-1900 model)

### 3.2.5. Karaciğer Yağlarının Tokoferol Miktarlarının Belirlenmesi

Kıkırdaklı balıkların karaciğer yağlarının içerdiği tokoferol (vitamin E) miktarlarının belirlenmesinde etanollü demir (III) klorür oksidasyonu sonucu meydana gelen demir (II)'nin, 2-2' dipiridil ile reaksiyonunun UV-1700 model spektrofotometrede 520 nm'deki absorbansı ölçülerek yapılmıştır (Anonim, 1987). Ölçümlerde kuvars küvetler kullanılmıştır.



2 g numuneye 1.5 ml absolü alkol ve 0.5 ml benzen ilave edilir ve çözülünceye kadar karıştırılırlar. Bu çözeltiye sırası ile 1ml demir (III) klorür, 1 ml dipiridil çözeltileri ilave edilir. Demir (III) klorür çözeltisi katılmasından 10 dakika sonra absorbans spektrofotometrede etanol çözeltisine karşı okunur.

Aynı miktarda numune 1.5 ml absolü alkol ve 0.5 ml benzen ile çözülür ve çözeltiye 24 ml etanol çözeltisi katıldıktan sonra absorbans spektrofotometrede etanol çözeltisine karşı okunur.

Deney numunesi yerine 2 g tokoferol standart çözeltisi ile yukarıdaki iki işlem tekrarlanır.

$$T = [(A_1 - A_2) / (A_3 - A_4)] * 200$$

Burada:

T= Tokoferol miktarı

A<sub>1</sub>= Demir (III) klorür ve dipiridil çözeltileri katılmış numunenin absorbansı

A<sub>2</sub>= Demir (III) klorür ve dipiridil çözeltileri katılmamış numunenin absorbansı

A<sub>3</sub>= Demir (III) klorür ve dipiridil çözeltileri katılmış tokoferol standart çözeltinin absorbansı

A<sub>4</sub>= Demir (III) klorür ve dipiridil çözeltileri katılmamış tokoferol standart çözeltinin absorbansı

### 3.2.6. Karaciğer Yağlarının Depolanması

Çalışmada kullanılan adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane vatoz, iğneli vatoz, kartal vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağları yağ kahverengi cam şişelerde toplanmış ve çalışma başlangıcında her bir türe ait bu yağlar buzdolabı (+4°C) ve oda sıcaklığında depolanmak üzere ikiye bölünmüştür. Depolamaya haziran ayı başında başlanmış ve aralık ayına kadar 180 gün boyunca depolama sürdürülmüştür. Depolama süresince numunelerin yağ asitlerinde, serbest yağ asitleri seviyelerinde, asit sayılarında, peroksit sayılarında ve kırılma indislerinde meydana gelen değişimler aylık dönemlerde incelenmiştir.

### 3.2.7. Karaciğer Yağlarının Asit Sayısının ve Serbest Yağ Asitleri Miktarının Belirlenmesi

Daha önceden elde edilen yağ numuneleri 5-10 g olacak şekilde 0.01 g duyarlılıkta 250 ml lik bir erlene tartılmıştır. 50-150 ml 1/1 (hacim/hacim) etanol dietil eter karışımı ile çözülmüştür. Çalkalanarak fenolfitaleyn renk verinceye kadar 0.1 N etanollü KOH çözeltisi ile titre edilmiştir (Anonim, 1975; AOCS, 2001) .

Serbest yağ asitleri = (V/m) X 2,8 yüzde olarak oleik asit

ve

Asit Sayısı = (V/m) X 5,6

bir gr numune için gerekli olan KOH mg olarak

V= Harcanan 0,1 N etanollü KOH çözeltisi

m= Numune ağırlığı, mg olarak

### 3.2.8. Karaciğer Yağlarında Peroksit Sayısının Belirlenmesi

Hava ile temas etmeyecek şekilde korunmuş 10 g yağ 0.01 duyarlılıkta tartılarak üzerine asetik asit/kloroform çözeltisi (10/15 mL) eklenmiş ve iyice çalkalanmıştır. Daha sonra 0,5 mL doygun KI ilave edilmiş ve karanlıkta 3 dakika bekletilmiştir. Üzerine 3 damla %1'lik taze nişasta çözeltisi eklendikten sonra çalkalanmış ve 0,002 N sodyum tiyosülfat ile titre edilerek harcanan sodyum tiyosülfat miktarına bağlı olarak peroksit sayısı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Okudan ve ark., 2008).

$$PS = \frac{N \times V \times 1000}{m} \text{ (meg/kg O}_2\text{)}$$

PS= Peroksit Sayısı

N: Ayarlı Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Normalitesi

V: Ayarlı Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sarfiyatı

m: numune ağırlığı

### 3.2.9. Karaciğer Yağlarının Kırılma İndisinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane vatoz, iğneli vatoz, kartal vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğerlerinden elde edilen yağların kırılma indisleri refraktometre ile ölçülmüştür.

Doymamış yağ asitleri ve bunların eserlerinde kırılma indisi yüksektir.

- Yağ asitleri ve esterlerinin zincir uzunluğu arttıkça kırılma indisi yükselir.
- Konjuge çift bağ içeren yağ asitleri ve esterlerinin kırılma indisi yüksektir. Bu nedenle kuruyan yağlarda bu değer yüksek çıkar.
- Kırılma indisi teknolojide en fazla hidrojenasyonun kontrolü için kullanılır. Hidrojene edilen yağların kırılma indisi düşer. Bu özellikten faydalanılarak hidrojenizasyon işleminin bitip bitmediğine karar verilir.
- Yağların hidrolizi sonucu kırılma katsayıları düşmektedir. Çünkü gliseidlerin ışık kırma güçleri serbest yağ asidinden daha yüksektir.
- Oksidatif değişmeler (hidrokarbon zincirine oksidasyon ve keto gruplarının girmesi) ise kırılma katsayısının yükselmesine neden olmaktadır. Bu bakımdan oksidatif bozulma gösteren yağların kırılma katsayıları normal yağlardan daha yüksektir. Kırılma indisi saf suda 1 olarak ölçülür.

### 3.2.10. Karaciğer Yağlarının Yağ Asitlerinin GC-MS ile Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan vatoz ve köpekbalığı balıklarından elde edilen yağlardan yağ asitleri metil esterler hazırlanmış ve metillendirme yapılmıştır.

Esterleştirme için yaklaşık 30-40 mg balık yağı vida kapaklı cam şişelere tartıldıktan sonra üzerine 1.5 ml 0,5 M metanolik NaOH ilave edilerek üzeri azot gazı ile doldurulup, ısıtma bloğunda 115 °C de 7 dak süre ile kaynatılmıştır. Tüpler soğutulduktan sonra üzerine 2 ml %14 lük Metanolik BF<sub>3</sub> ilave edilip 115 °C de 5 dakika kaynatılmıştır. Soğutulan numunelerin üzerine 2 ml Iso-octan ilave edilmiştir. Vorteks ile karıştırılarak ve üst tabakadaki berrak fazdan 2 ml hacimdeki viallere alınmıştır ve daha sonra GC ye enjekte edilmiştir.

Gaz kromatografisi şartları: Yağ asitleri HP 6890 GC cihazı ile HP- Innovax Polietilen Glycol kolonu (30 m 0.32 mm ID 0.25 mikrometre BP20 0.25 µm, USA) kullanılarak belirlenmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırası ile önce 250 °C 'ye

sonra 270 °C seçilmiştir. Bu esnada fırın sıcaklığı 70 C de 1 dakika tutulup dakikada 20 °C artış ile 180 °C 'ye ve dakikada 3 °C artış ile 220 °C ye ulaşp bu sıcaklıkta 10 dakika tutulmuştur. Yağ asitlerinin belirlenmesi (Supelco 47085U PUFA No.3) and Supelco 37 component FAME mix (47885U) standart karışımlarındaki yağ asitlerinin kolonda kalış süreleri ile karşılaştırılarak ve aynı zamanda MS kütüphanesinde bulunan FAMEDBWAX veri tabanı kullanılarak doğrulanmıştır.



Şekil 3.9. GC-MS (Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi)

### 3.2.11. İstatistiksel Analizler

İstatistik analizlerin hesaplanmasında “Windows SPSS 13.00 Software” istatistik paket programı kullanılmış ve veriler %95 güven aralığında incelenmiştir. Balık türleri arasındaki farklılıkların saptanması ve depolama sürelerindeki farklılığın karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Depolama şeklinin ve süresinin balık türleri üzerine etkisini ve bunların bir birleri ile etkileşimini incelemek amacı ile tekrarlayan ölçümlere göre değerlendirilmiştir. Farklılığın önemli belirlendiği yerlerde Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

##### 4.1. Balıklarda Boy, Ağırlık, Karaciğer Ağırlığı, Karaciğer Yağı Seviyesi ve Hepatosomatik İndeks (HSI)

Çalışmada kullanılan tüm kıkırdaklı balıkların boy, ağırlık ve hepatosomatik indeksleri (HSI) Çizelge 4.1' de verilmiştir. Çalışmada kullanılan altı kıkırdaklı balık türü içerisinde ortalama en uzun boy, ağırlık ve ciğer ağırlığına sahip balık büyük burunlu köpek balığı olarak belirlenmiştir. Boy olarak ikinci sırayı kemane vatoz, ortalama vücut ve ciğer ağırlığı olarak ise kartal vatoz almıştır. Çalışılan kıkırdaklı balıklar içerisinde HSI değeri büyük burunlu köpek balığından sonra en yüksek değeri kartal vatoz almıştır.

Çizelge 4.1. Kıkırdaklı balıklara ait ortalama boy (cm) ,ağırlık (g), karaciğer ağırlıkları (g), hepatosomatik indeks (HSI) değerleri

Balık Türleri	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırlık (g)	Ortalama ciğer ağırlığı (g)	HSI (%)
Adi köpek balığı	107.67	5186.67	353.00	6.34
Büyük burunlu köpek balığı			2000.0	
Kemane	135.67	8633.33	368.33	4.24
İğneli vatoz	126.25	6735.00	562.50	8.25
Kartal vatoz	110.67	12296.67	667.67	5.36
İnek burunlu vatoz	104.00	9304.00	481.80	5.15

n=3 (Büyük burunlu köpek balığı hariç)

Çalışmada kullanılan adi köpek balıkları (*Mustelus mustelus*, Linnaeus, 1758) 84-126 cm aralığında ortalama 107.67 cm, 3.20-6.78 kg ortalama ağırlık ise 5.187 kg olarak tespit edilmiştir. Bu balıkların genelde 80-100 cm ve 3-4 kg olan bu köpek balıklarının 150 cm'ye ve 10 kg'ye çıktığı ancak 200 cm ve 15-20 kg olanlarına da rastlandığı bildirilmiştir (Anonim, 2011a). Ayrıca, Türk Deniz Araştırmaları Vakfının (TÜDAV) belirttiğine göre bu köpek balıkları 50-100 cm (en çok 120 cm) aralığında olduğu saptanmıştır (Golani ve ark., 2006). Bu çalışmada kullanılan adi köpek balıklarının çoğu verilen aralıklarda bulduysa da bir kısmı daha önce belirtilen en yüksek değerden (Golani ve ark., 2006) biraz daha fazla olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen büyük burunlu köpek balığının (*Carcharhinus altimus*, Springer, 1950) karaciğer ağırlığı 2 kg olarak ölçülmüştür. Navarro Garcia ve ark., (2000) pelajik köpek balıklarından *Carcharhinus falciformis* türüne ait 7 köpek balığı karaciğer ağırlıklarını 1300-2300 g arasında belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise aynı familyaya ait büyük burunlu köpek balığının karaciğer ağırlığı daha önce belirtilen karaciğer ağırlıkları aralığına yakın değerler aldığı bulunmuştur (Navarro Garcia ve ark., 2000).

Üzerinde çalışılan balıklar içerisinde en yüksek karaciğer ağırlığına sahip balık büyük burunlu köpek balığıdır. Bu balıklarının 3 m uzunluğa ve 168 kg ağırlığa ulaşabildiği bilinmektedir (Anonymous, 2011a). Bu balıkların 2-2.50 m. ye ulaştıklarında cinsel olgunluğa eriştikleri (Golani ve ark., 2006) bildirilmektedir.

Çalışmada kullanılan kemane vatozların (*Rhinobatos rhinobatos*; Linnaeus, 1758) boyları 124-138 cm aralığında ortalama boyları ise 135.50 cm olarak belirlenmiştir. Kemane vatozların ağırlıkları 7.50-10 kg arasında tespit edilmiş olup, ortalama ağırlık 8.63 kg olarak ölçülmüştür. Golani ve ark., 2006 yaptıkları incelemede bu türe ait ortalama boyun 40-120 cm (en fazla 150 cm) olduğu bildirilmektedir. Karalar (2005), kemane vatozların dişi bireylerinin eşeyssel olgunluğa 86 cm iken ve üreme dönemlerine temmuz-aralık ayları arasında ulaştıklarını belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen boy ve ağırlığa ait veriler daha önce bildirilen Karalar, (2005) ve Golani ve ark. (2006) veriler aralığındadır.

Yılmaz ve Akpınar (2003), aynı tür vatozlarda yaptıkları çalışmada, kemane vatozların ortalama boylarını 110 cm ve ağırlıklarını ise ortalama 5905 g olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen boy ve ağırlığa ait veriler daha önce bildirilen bu verilerden oldukça yüksek bulunurken, Golani ve ark., 2006 ve Karalar 2005 tarafından bildirilen veriler aralığında tespit edilmiştir.

Kemane vatoz Uzak Doğu Ülkelerinde, Ege ve Akdeniz kıyılarında restoranlarda döner ve şiş kebab şeklinde tüketilmektedir (Karalar, 2005). Kemane balığı eti kullanımı çok yaygın olmamakla birlikte sevilen ve tüketilen besin kaynakları arasında yer almaktadır.

Çalışmada kullanılan iğneli vatozların (*Dasyatis pastinaca*, Linnaeus 1758) boyları (kuyruk başlangıcına kadar, disk boyu) 32-56 cm aralığında belirlenmiştir. İğneli vatozların ağırlıkları 5.80-7.60 kg arasında tespit edilmiş olup, ortalama ağırlık 6.73 kg olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada elde edilen veriler daha önce bildirilen veriler aralığındadır (Golani ve ark., 2006).

Çalışmada incelenen kartal vatozların (*Myliobatis aquila*; Linnaeus, 1758) boyları 104-120 cm aralığında ortalama 110.67 cm olarak belirlenmiştir. Kartal vatozların ağırlıkları 10.07-15.95 kg arasında tespit edilmiş olup, ortalama ağırlık 12.30 kg olarak ölçülmüştür. Bu araştırmada çalışılan vatozlardan, kartal vatozların ağırlık olarak iğneli vatozlardan oldukça fazla, inek burunlu vatozlara ise yakın olduğu tespit edilmiştir.

Araştırılan balıklardan inek burunlu vatozların (çiçuna, *Rhinoptera marginata*, Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) boyları 75-92 cm aralığında ortalama boy olarak ise 82.60 cm olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen inek burunlu vatozların boylarına ait elde edilen veriler daha önce bildirilen veriler aralığındadır (Golani ve ark., 2006). İnek burunlu vatozların ağırlıkları 6.24-13.70 kg arasında tespit edilmiş olup, ortalama ağırlık 9.30 kg olarak ölçülmüştür.

Navarro Garcia ve ark. (2004)'nın kıkırdaklı balıklardan *Dasyatis brevis* ve *Gymnura marmorata* karaciğer yağı üzerinde yaptıkları çalışmada bu yağların ortalama hepatosomatik indekslerini sırası ile 8.39 ve 6.20 olarak tespit etmişlerdir. Tespit edilen bu veriler bu çalışmada elde edilen kemane, kartal ve inek burunlu vatoz hepatosomatik indekslerinden büyük adi köpek balığı ve iğneli vatoz hepatosomatik indekslerine benzer bulunmuştur.

#### **4.2. Balıkların Karaciğer Yağ Oranı, Toplam Karoten (vitamin A) ve Tokoferol (vitamin E) Miktarları**

Araştırılan kıkırdaklı balıkların karaciğer yağ seviyeleri, toplam karoten (vitamin A) ve tokoferol (vitamin E) miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Karaciğer yağ seviyeleri bakımından çalışmada incelenen türler arasında önemli farklılık bulunmuştur ( $P<0.05$ ). En yüksek karaciğer yağ oranı büyük burunlu köpek balığının karaciğerlerinde (%73.10) en düşük yağ seviyesi ise adi köpek balığı karaciğerinde

(%57.19) belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm kıkırdaklı balık karaciğerlerinin yağ seviyelerinin %57'den fazla olması kıkırdaklı balık karaciğerlerinin oldukça fazla miktarda yağ içerdiğini göstermektedir.

Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan kıkırdaklı balıklara ait karaciğer yağ seviyeleri (%), toplam karoten ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) ve tokoferol ( $\text{mg}/\text{kg}$ ) miktarları

	<b>Karaciğer yağ seviyesi</b>	<b>Toplam Karoten</b>	<b>Tokoferol</b>
<b>Adi köpek balığı</b>	57.19±0 <sup>a</sup>	83.78±3.53 <sup>a</sup>	82.84±0.63
<b>Büyük burunlu köpek balığı</b>	73.10±0.75 <sup>b</sup>	29.26±2.83 <sup>b</sup>	64.15±0.75 <sup>b</sup>
<b>Kemane</b>	69.20±0.52 <sup>c</sup>	249.72±69.6 <sup>c</sup>	60.55±0.57 <sup>b</sup>
<b>İğneli vatoz</b>	68.04±1.17 <sup>c</sup>	401.49±4.06 <sup>d</sup>	101.91±5.17 <sup>c</sup>
<b>Kartal vatoz</b>	65.71±0.68 <sup>d</sup>	104.53±2.10 <sup>a</sup>	77.36±12.55 <sup>a</sup>
<b>İnek burunlu vatoz</b>	58.01±0.85 <sup>a</sup>	73.22±0.35 <sup>a,b</sup>	114.69±6.47 <sup>d</sup>

n=3±std

Aynı sütunda üstsimge olarak verilen farklı harfler istatistiksel olarak  $P<0.05$  düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir

Bilindiği gibi, kıkırdaklı balıklar karaciğerlerinde yağ depolamaktadırlar (Kinsella, 1988). Beklenildiği üzere bu çalışmada kullanılan kıkırdaklı balık karaciğer yağ seviyeleri bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Daha önce kıkırdaklı balıklar üzerinde yapılan çalışmalarda bu doğrultuda sonuç vermiştir (Navarro Garcia ve ark., 2000; Ould El Kebir ve ark., 2003; Navarro Garcia ve ark., 2004; Ould El Kebir ve ark., 2007 ve Nechet ve ark., 2007).

Çalışmada incelenen; adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane vatoz, iğneli vatoz, kartal vatoz ve inek burunlu vatoz toplam karoten miktarları sırası ile; 83.78±3.53, 29.26±2.83, 249.72±69.6, 401.49±4.06, 104.53±2.10 ve 73.22±0.35  $\mu\text{g}/100\text{g}$  olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarının toplam karoten miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur



( $P < 0.05$ ). En yüksek toplam karoten (vitamin A) miktarı iğneli vatoz olduğu bulunmuştur. Bunu kemane ve kartal vatoz izlemiştir. Navarro-Garcia ve ark., (2010) Meksika Körfezinde ticari öneme sahip kıkırdaklı balıklardan *Rhinoptera bonasus* ve *Aetobatus narinari* karaciğer yağı karoten miktarlarını sırası ile  $0.90 \pm 0.0$  ve  $0.60 \pm 0.0$  mg/100mg olarak hesaplamışlardır.

Tokoferol miktarları balık karaciğer yağları arasında farklılık göstermiştir. Bu farklılık büyük burunlu köpek balığı ve kemane vatoz karaciğer yağ hariç tüm balık karaciğer yağları için önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). En yüksek tokoferol miktarı inek burunlu vatoz karaciğer yağında ( $114.69 \pm 6.47$  mg/kg) bulunmuştur. Bunu sırası ile iğneli vatoz ( $101.91 \pm 5.17$  mg/kg), adi köpek balığı ( $82.84 \pm 0.63$  mg/kg), kartal vatoz ( $77.36 \pm 12.55$  mg/kg), büyük burunlu köpek balığı ( $64.15 \pm 0.75$  mg/kg) ve kemane vatoz ( $60.55 \pm 0.57$  mg/kg) karaciğer yağları izlemiştir. Navarro-Garcia ve ark. (2010), *Rhinoptera bonasus* ve *Aetobatus narinari* karaciğer yağı tokoferol miktarlarını sırası ile  $48.70 \pm 0.0$  ve  $69.10 \pm 0.0$  mg/100mg bulmuşlardır.

#### 4.3. Kıkırdaklı Balık Karaciğer Yağlarının Mikro Element İçeriği

Üzerinde çalışılan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarında 7 mikro elementin (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn, ve Pb) konsantrasyonları araştırılmıştır (Çizelge 4.3). Türler arasında bazı farklılıklar gözükse de bu farklılıkların çoğu istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Balıklar arasında, adi köpekbalığı karaciğer yağında Pb, büyük burunlu köpek balığında Cr, kemane balığında Cr, Cu, ve Fe, iğneli vatozlarda Cr ve Cu, ve inek burunlu vatozlardaki Cr, Cu, ve Fe seviyeleri oldukça geniş aralıklarda tespit edilmiştir. Bunun nedenlerinden ilki balıkların farklı metal konsantrasyonlarına sahip olabilmesi, ikincisi yağların element analizleri sırasında homojenliğin sağlanamamış olması ve üçüncüsü ICP'de elementlerin okutulması sırasında cihazın bir okumadan diğerine geçişte olabilecek geçiş problemi olabilir.

Bu çalışmada araştırılan balıklarından elde edilen Cd değerleri ortalama olarak 0.02 ile 0.07 mg/kg arasında değişim göstermektedir. Kemane ve iğneli vatoz karaciğer yağın Cd seviyeleri ortalama 0.03 mg/kg değerleri ile bir birlerine çok yakın değerlerdir ( $P > 0.05$ ). Benzer durum ortalama 0.07 mg/kg seviyesi ile kartal ve inek burunlu vatoz

Çizelge 4.3. Çalışmada kullanılan kıkırdaklı balıklara ait karaciğer yağlarının element içeriği (mg/kg)

<b>Türler Element</b>	<b>Adi köpek balığı</b>	<b>Büyük burunlu köpek balığı</b>	<b>Kemane</b>	<b>İğneli vatoz</b>	<b>Kartal vatoz</b>	<b>İnek burunlu vatoz</b>	<b>F değeri</b>
<b>Cd</b>	0.02±0.02 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>ab</sup>	0.03±0.02 <sup>ab</sup>	0.03±0.01 <sup>ab</sup>	0.07±0.04 <sup>b</sup>	0.07±0.04 <sup>b</sup>	0.086
<b>Cr</b>	0.09±0.02 <sup>a</sup>	0.02-0.81 <sup>a</sup>	0.09-0.73 <sup>a</sup>	0.07-0.44 <sup>a</sup>	0.44±0.11 <sup>a</sup>	0.00-0.25 <sup>a</sup>	0.405
<b>Cu</b>	0.15±0.08 <sup>a</sup>	0.30±0.16 <sup>a</sup>	0.08-0.68 <sup>a</sup>	0.09-0.27 <sup>a</sup>	0.14±0.05 <sup>a</sup>	0.01-1.37 <sup>a</sup>	0.470
<b>Fe</b>	0.07±0.04 <sup>a</sup>	0.05±0.05 <sup>a</sup>	0.32-0.32 <sup>ab</sup>	0.14±0.08 <sup>abc</sup>	1.02-1.07 <sup>bc</sup>	1.18±0.32 <sup>c</sup>	0.039
<b>Mn</b>	0.57±0.03 <sup>a</sup>	0.68±0.14 <sup>a</sup>	0.63±0.01 <sup>a</sup>	0.59±0.05 <sup>a</sup>	0.55±0.09 <sup>a</sup>	0.08±0.06 <sup>b</sup>	0.000
<b>Pb</b>	0.17-1.26 <sup>a</sup>	0.52±0.14 <sup>a</sup>	0.31±0.14 <sup>a</sup>	0.79±0.15 <sup>a</sup>	0.90±0.22 <sup>a</sup>	0.89±0.40 <sup>a</sup>	0.213
<b>Zn</b>	0.33±0.03 <sup>a</sup>	0.52±0.01 <sup>b</sup>	0.39±0.12 <sup>ab</sup>	0.42±0.08 <sup>ab</sup>	0.36±0.15 <sup>a</sup>	0.27±0.02 <sup>a</sup>	0.045

n=3±std

Aynı satırda üstsimge olarak verilen farklı harfler istatistiksel olarak  $P<0.05$  düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

arasında görülmektedir ( $P>0.05$ ). Çalışılan balıkların Cd değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

Kemane ve iğneli vatozun Cd değerleri birbirlerine çok yakın bulunmuştur. Kartal vatoz ve inek burunlu vatozda da benzer durum tespit edilmiştir. Çalışmada en büyük farklılık adi köpek balığı ile inek burunlu vatoz Cd değerleri arasında gözlemlenmiştir ( $P<0.05$ ).

Vücudun kendi kendine oluşturamadığı inorganik maddeler olan elementler yararlı (çinko, demir, magnezyum, potasyum gibi) veya zararlı ve zehirleyici (özellikle mikro elementlerden civa, kurşun, kobalt, arsenik gibi) olabilmektedir. Elementler insan vücudunda çok önemli biyolojik fonksiyonlara sahiptir (Whithney & Rolfes, 2008). Mineraller deniz ortamında doğal olarak bulunmaktadır. Fakat çevresel faktörlerle veya zararlı atıklar gibi doğal dengenin bozulduğu yerlerde olması gerektiğinden fazla olabilmektedir. Nabrzyski (2002)'nin belirttiğine göre, elementler insan gıdasında % 0.20-0.30 oranında bulunmalarına rağmen vücuda alınan gıdaların %99.72'nin kullanılmasında fayda sağlarlar. Dolayısı ile gıda maddelerinin içerdiği element miktarlarının bilinmesi yönetmelikle belirtilen tolere edilebilir element miktarlarının bilinmesi gıdayı güvenli kullanabilme açısından önem taşır.

Çok yüksek miktarda Cd tüketimi vücutta karaciğer ve böbreklerin zarar görmesi gibi bazı problemlere sebebiyet verebilir (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2004). Ulusal ve AB mevzuatında belirtilen gıdalarda maksimum olarak bulunmasına izin verilen kadmiyum değeri 0.10 mg/kg olarak verilmiştir.

Fakat özellikle üzerinde çalışılan türlerin karaciğer yağları Cd seviyesi ile ilgili yapılan literatür araştırılmasında ve Türk gıda kodeksinde kayıtlarında araştırılan bilgilere rastlanmamıştır. Fakat tüketilen çeşitli balık türleri için öngörülen bazı değerler olduğu belirlenmiştir. Belirtilen bu değerlere göre, Türk gıda kodeksinde gıdalarda kabul edilebilir en yüksek Cd değeri 0.10 mg/kg olarak belirlenmiştir (Türk Gıda Kodeksi 2002).

Bu çalışmada kullanılan kıkırdaklı balıkların Cr seviyeleri genelde çok düşük bulunmuştur. Büyük burunlu köpek balığı, kemane vatoz, iğneli vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağlarının Cr seviyeleri sırası ile 0.02-0.81, 0.09-0.73, 0.07-0.44 ve 0.00-0.25 mg/kg aralıklarında tespit edilmiştir. Adi köpek balığı ve büyük burunlu köpek balığı Cr değerleri birbirlerine çok yakın bulunmuştur. Her ne kadar kıkırdaklı

balıkların Cr seviyeleri birbirlerinden farklı düzeylerde olmalarına rağmen bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

Krom vücut için gerekli bir iz elementlerden birisidir. Yüksek miktarlarının pek çok olumsuz etkisinin olduğu belirtilmektedir (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2004). Ancak, belli miktarlarda alınımının insülin hormonun hücrelerde kullanımında ve karbonhidrat ve yağların işlenmesinde önemli görevler yapmasının yanı sıra kan kolesterolünün düşmesinde, diyabet tedavisinde, depresyon seviyesinin düşürülmesinde ve hatta kilo kaybında da etkili olabileceği de savunulmaktadır (Anonymous, 2011h). Cr ile ilgili resmi bir üst seviye belirtilmemekle birlikte kadın ve erkeklerde 51-70 yaş için alınması tavsiye edilen günlük Cr seviyesi sırasıyla 20 ve 30 µg' dır (Institute of Medicine, 2002).

Çizelge 4.3.'te de görüldüğü gibi ortalama Cu miktarı köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı ve kartal vatoz karaciğer yağında sırası ile 0.15±0.08, 0.30±0.16 ve 0.14±0.05 mg/kg olarak bulunurken, kemane vatoz, iğneli vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağında ise sırası ile 0.08-0.68, 0.09-0.27 ve 0.01-1.37 mg/kg aralıklarında hesaplanmıştır. Araştırılan kıkırdaklı balıkların tümünün Cu miktarları ve değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

FAO/ WHO Ortak komitesinin önerisine göre; günlük tolere edilebilir Cu alımı, kişi başına 3 ppm olarak belirlerken aynı komisyon gıdalarda bulunmasına izin verilen maksimum bakır limitini 5 ppm olarak belirlenmiştir. Menzer ve Nelson (1986)'a göre günlük alınan bakırın 10 ppm'den daha yüksek olması bütün gelişmiş canlılar için kronik toksite riski oluşturabilir.

Yetişkin bir insanda 100-150 mg kadar Cu bulunur. Bunun yüzde 90 kadarı kas, kemik ve karaciğerde depolanmış haldedir. Bağırsakta emilme bozukluğu olan kişilerde bakır eksikliği görülebilir. Bu durumda kişide kansızlık, cilt ve kemik kusurları ve zekâ gelişme bozuklukları gibi aksaklıklara sebep olabilir (Anonim, 2011g).

Bakır elzem bir element olmasına rağmen, yağlarda ve yağlı gıdalarda oksidatif acımayı hızlandırabilmektedir (Okudan, 2008). Türk Gıda Kodeksi (2002)'e göre Cu için kabul edilebilir en yüksek değer hayvansal yağlarda 4 mg/kg ve balıklarda ise 20 mg/kg olarak belirtilmiştir. Araştırıldığı kadarı ile balık yağlarına özel bir açıklamaya rastlanmamıştır. Ancak, bu çalışmada üzerinde çalışılan altı kıkırdaklı karaciğer

yağlarının Cu miktarı, Türk Gıda Kodeksinde (2002) hayvansal yağlar ve balık için belirtilen Cu miktarından oldukça düşük bulunmuştur.

Bu çalışmada kullanılan kıkırdaklı karaciğer yağlarının Fe miktarları 0.05-1.18 mg/kg arasında farklı değerler almışlardır. Fe miktarları arasındaki bu farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Fe tuzları Cu'da olduğu gibi yağlarda oksitlenmeyi hızlandırır (Okudan, 2008). Elzem iz elementlerden olan Fe günlük olarak 15 mg alınması tavsiye edilmektedir (Belitz et al., 2004). Gelişme dönemindeki çocuklarda, hamilelikte ve kan kaybı rahatsızlıklarda kaybedilen demirin takviye edilmesi önemli bir etken olduğu da ayrıca belirtilmiştir (Camara ve ark., 2005). Türk Gıda Kodeksi (2002)'e göre kabul edilebilir en yüksek Fe seviyesi hayvansal yağlarda 1.5 mg/kg olarak belirtilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm balık karaciğer yağlarının Fe oranı bu seviyenin altında tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarının Mn seviyeleri ortalama 0.08 ile 0.68 mg/kg arasında farklılık göstermişlerdir. Balıkların Mn seviyeleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). En yüksek yoğunlukta kemikte bulunan Mn karaciğer, gonad dokuları, böbrek ve deride de bulunmaktadır ve pek çok enzimin aktif hale geçmesinde önemli işlev görmektedir (Lall, 1995). Gıdalarda bulunması gereken Mn seviyesi için ulusal mevzuatta belirli bir toksik sınır belirtilmemiştir. Ancak, Nabrzycki (2002), yetişkin bir insanın günlük mangan ihtiyacı 5.60-8 mg arasında değişiklik gösterdiğini ve günlük Mn alımının 2-3 mg/kg olması gerektiğini bildirmiştir.

Çalışılan balık karaciğer yağlarından adi köpek balığı karaciğer yağının Pb değeri 0.17-1.26 aralığında bulunmuştur. Kartal vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağının Pb değeri birbirlerine çok yakın tespit edilmiştir. En düşük Pb seviyesi kemane balığında hesaplanmıştır. Kıkırdaklı balık karaciğer yağlarının Pb seviyeleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

Pb gıdalarda bulunmaması gereken veya çok az dozlarda bulunmasına müsaade edilen toksik elementlerden biridir. Türk Gıda Kodeksi (2002)'e göre kabul edilebilir en yüksek Pb seviyesi iç yağları ve kuyruk yağlarında ve katı ve sıvı yağlarda 0.10, balık etlerinde 0.40 ve çift kabuklu ve yumuşakçalarda 1.5 mg/kg olarak belirtilmiştir. Ancak balık karaciğer yağları ile ilgili herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır. FAO/WHO'ya göre gıdalarda bulunmasına izin verdiği maksimum değer ise 0.30 ppm ve haftalık

tolere edilebilir kurşun alımı kişi başına 3 mg olarak belirlenmiştir. Yukarıda verilen diğer gıdalarda belirtilen değerler adi köpek balık karaciğer yağlarına ait Pb değerlerinin bazıları ve kemane hariç diğer balıklarda Pb oranı yüksek bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarının Zn seviyeleri birbirlerinden farklı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Türk Gıda Kodeksi (2002)'e göre kabul edilebilir en yüksek Zn seviyesi balıklarda 50 mg/kg olarak belirtilmiştir. Ancak Zn seviyesi hakkında balık karaciğer yağları ile ilgili herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır. Araştırmada kullanılan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarının Zn seviyeleri Türk Gıda Kodeksi (2002) balıklarda kabul edilebilir en yüksek Zn seviyesinin oldukça altında yer almaktadır.

Doğada Zn birçok minerale kombine halde bulunabilir. Bu bölgelere göre değişiklik göstermekle birlikte toprakta 100 ppm'e kadar bulunduğu bilinmektedir. Deniz ürünleri, et, tahıl, süt ürünleri, fındık ve baklada çinko düzeyi yüksektir. Bakır ve çinkonun biyolojik birikiminin en çok karaciğerde en az ise kaslarda meydana geldiği belirtilmiştir (Farnondes ve ark, 2007).

Çinko eksikliği cinsî gelişmede bozukluklara, bağışıklık sisteminin zayıflamasına, deride doku bozukluklarına sebep olur. Daha ileriki safhalarda ise enfeksiyonlara, kansızlığa, kalp yetmezliğine, tümör oluşumuna, böbrek rahatsızlıklarına ve sarılığa yol açabilir. Çinko fazlalığı da oldukça tehlikelidir. Damar rahatsızlıkları ve iştahsızlığa sebebiyet verebilir (Anonim, 2011e).

Elzem mikro elementlerden olan ve neredeyse tüm hücrelerde bulunan Zn, hücre bölünmesini, gelişimini, yaraların iyileşmesini, bağışıklık sisteminin uygun şekilde çalışmasını düzenleyen enzimler için gereklidir. Ayrıca, tad alma, koklama ve hayatın çeşitli evrelerindeki biyolojik olaylarda önemli rol almaktadır ve karaciğerlerde oldukça yüksek oranda bulunmaktadır (Anonymous, 2011i).

#### 4.4. Depolama Süresince Serbest Yağ Asitleri Miktarlarındaki Değişimler

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kıkırdaklı balık karaciğer yağları depolama süresince önemli değişimler göstermiştir (Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5). Çalışmada kullanılan her bir balık türü başlangıçta, depolama şekline bağlı olarak ve depolama süresince oluşturduğu serbest yağ asitleri değerleri birbirlerinden farklılık göstermiştir ( $P<0.05$ ). Bu farklılık balık türü ve depolama şekli bakımından istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Fakat çalışmadaki balık türleri, bu türlerin karaciğer yağlarının depolama şekli ve depolama süresi faktörleri açısından bir birleri ile etkileşimleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Depolama şekli ve süresinin karaciğer yağlarının serbest yağ asitleri artışı üzerindeki etkisi farklı olmuştur. Buzdolabında depolanan yağların serbest yağ asitleri miktarları oda sıcaklığında depolananlardan daha yavaş bir azalma göstermiştir. Bu durum sıcaklığın depolama üzerindeki etkisini desteklemektedir. Sıcaklığın azaltılması bozulmanın hızını azaltmıştır. Çünkü aynı yağ oda sıcaklığında daha hızlı bir şekilde bozulma gösterirken buzdolabında daha yavaşlamıştır.

Çizelge 4.4. Buzdolabında depolanan karaciğer yağlarında ortalama serbest yağ asitleri miktarları (% oleik asit olarak)

Türler Gün	Adi köpek balığı	Büyük burunlu köpek balığı	Kemane	İğneli vatoz	Kartal vatoz	İnek burunlu vatoz
1	1.18±0.06 <sup>a</sup>	1.87±0.02 <sup>b</sup>	2.78±0.09 <sup>c</sup>	1.18±0.03 <sup>a</sup>	2.31±0.09 <sup>d</sup>	2.83±0.08 <sup>c</sup>
30	1.27±0.08 <sup>a</sup>	1.88±0.18 <sup>b</sup>	2.85±0.13 <sup>c</sup>	1.29±0.09 <sup>a</sup>	2.39±0.16 <sup>d</sup>	2.93±0.08 <sup>c</sup>
60	1.34±0.08 <sup>a</sup>	1.93±0.13 <sup>b</sup>	2.79±0.17 <sup>c</sup>	1.37±0.04 <sup>a</sup>	2.42±0.06 <sup>d</sup>	2.69±0.11 <sup>e</sup>
90	1.42±0.07 <sup>a</sup>	2.02±0.12 <sup>b</sup>	3.27±0.41 <sup>c</sup>	1.46±0.06 <sup>a</sup>	2.55±0.37 <sup>d</sup>	3.75±0.20 <sup>e</sup>
120	1.45±0.09 <sup>a</sup>	2.04±0.11 <sup>b</sup>	3.50±0.25 <sup>c</sup>	1.42±0.14 <sup>a</sup>	2.65±0.07 <sup>d</sup>	3.98±0.08 <sup>e</sup>
150	1.63±0.07 <sup>a</sup>	2.08±0.09 <sup>b</sup>	3.93±0.16 <sup>c</sup>	1.59±0.07 <sup>d</sup>	2.83±0.16 <sup>a</sup>	3.31±0.2 <sup>e</sup>
180	1.79±0.07 <sup>a</sup>	1.81±0.25 <sup>a</sup>	6.73±0.20 <sup>b</sup>	1.63±0.21 <sup>a</sup>	3.04±0.42 <sup>c</sup>	6.26±0.73 <sup>b</sup>

n=3±std

Aynı satırda üstsimge olarak verilen farklı harfler istatistiksel olarak  $P<0.05$  düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

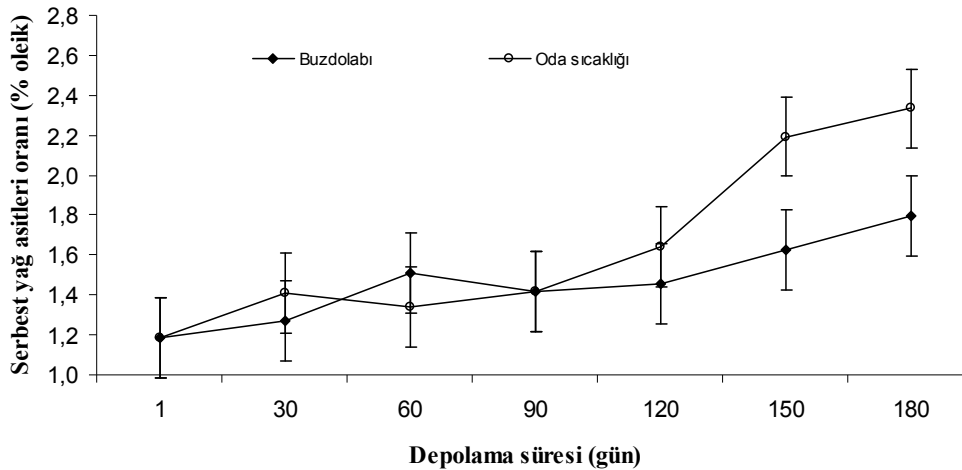
Çizelge 4.5. Oda sıcaklığında depolanan karaciğer yağlarında ortalama serbest yağ asitleri miktarları (% oleik asit olarak)

Türler Gün	Adi köpek balığı	Büyük burunlu köpek balığı	Kemane	İğneli vatoz	Kartal vatoz	İnek burunlu vatoz
1	1.18±0.06 <sup>a</sup>	1.87±0.02 <sup>b</sup>	2.78±0.09 <sup>c</sup>	1.18±0.03 <sup>a</sup>	2.31±0.09 <sup>d</sup>	2.83±0.08 <sup>c</sup>
30	1.41±0.10 <sup>a</sup>	1.91±0.11 <sup>b</sup>	3.22±0.17 <sup>c</sup>	1.44±0.12 <sup>a</sup>	2.75±0.01 <sup>d</sup>	2.98±0.16 <sup>e</sup>
60	1.51±0.10 <sup>a</sup>	1.98±0.12 <sup>b</sup>	3.55±0.04 <sup>c</sup>	1.47±0.13 <sup>a</sup>	2.79±0.14 <sup>d</sup>	3.18±0.16 <sup>e</sup>
90	1.59±0.04 <sup>a</sup>	2.07±0.23 <sup>b</sup>	3.59±0.07 <sup>c</sup>	1.53±0.10 <sup>a</sup>	2.98±0.25 <sup>d</sup>	3.79±0.12 <sup>c</sup>
120	1.64±0.06 <sup>a</sup>	2.24±0.09 <sup>b</sup>	3.71±0.24 <sup>c</sup>	1.66±0.08 <sup>a</sup>	3.19±0.14 <sup>d</sup>	4.51±0.25 <sup>e</sup>
150	2.19±0.18 <sup>a</sup>	2.16±0.21 <sup>a</sup>	7.23±0.09 <sup>b</sup>	1.83±0.12 <sup>c</sup>	3.40±0.16 <sup>d</sup>	4.31±0.29 <sup>c</sup>
180	2.33±0.20 <sup>a</sup>	2.01±0.11 <sup>a</sup>	8.17±0.21 <sup>b</sup>	3.58±0.28 <sup>c</sup>	3.87±0.09 <sup>d</sup>	4.45±0.19 <sup>d</sup>

n=3±std

Aynı satırda üstsimge olarak verilen farklı harfler istatistiksel olarak  $P<0.05$  düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

**Adi köpek balığı:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim Şekil 4.1’de verilmiştir. Depolamanın 90. gününden sonra her iki depolama şeklinde de hızlı bir artış görülmektedir. Ancak bu artış oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğeryağında daha hızlı olmuştur.

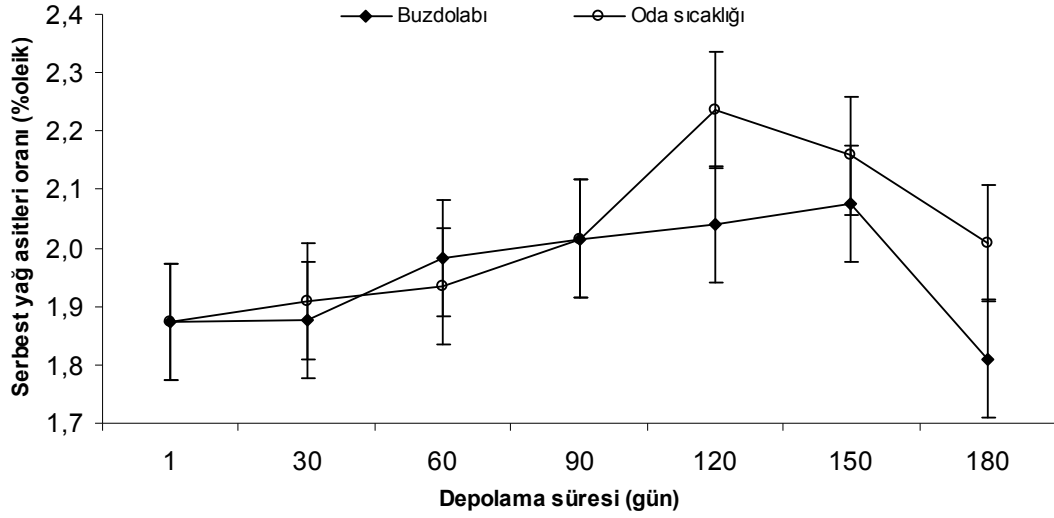


Şekil 4.1. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim

**Büyük burunlu köpek balığı:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim Şekil 4.2’de verilmiştir. Oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu

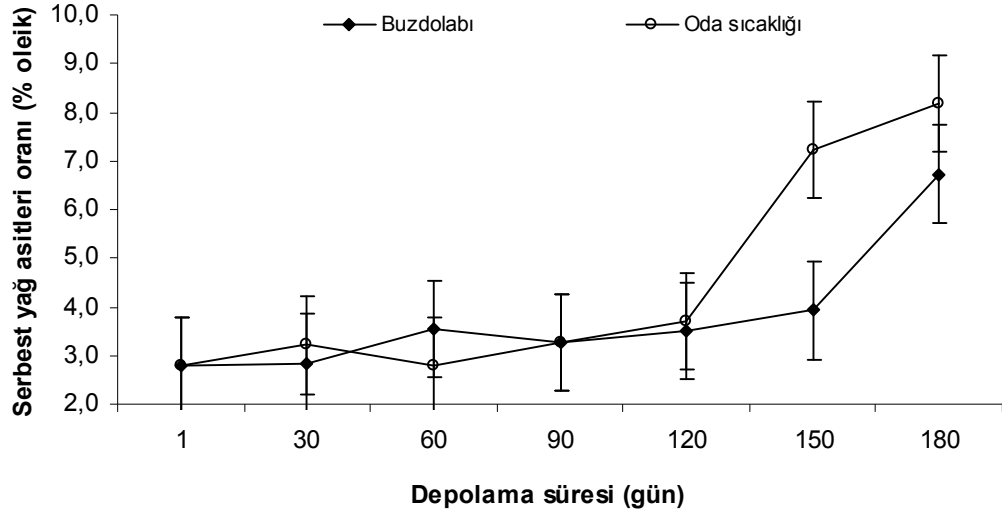


köpek balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki artış 120. güne kadar düzenli bir artış göstermiştir. Ancak 120. günden sonra 180. güne kadar düşüş görülmüştür ( $P<0.05$ ).



Şekil 4.2. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim

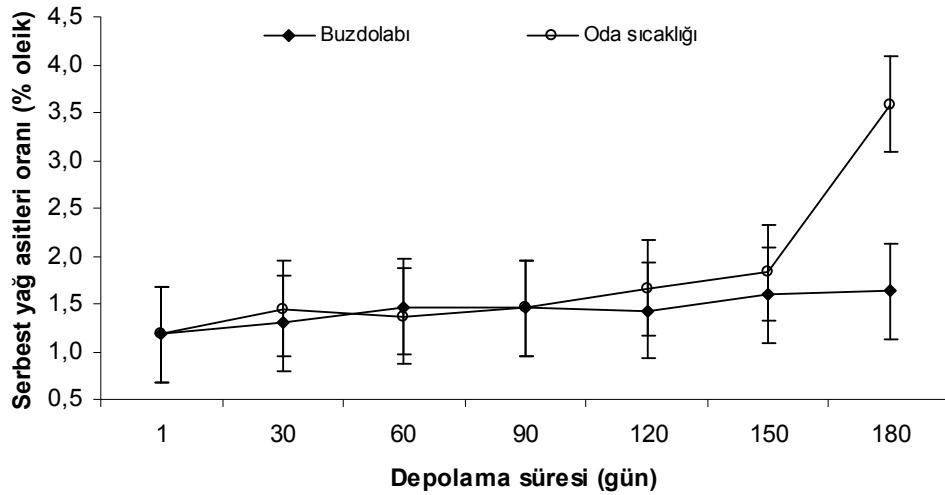
**Kemane vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim Şekil 4.3'te verilmiştir. Buzdolabında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranında ise 150. güne kadar düzenli bir artış ve 180. günde hızlı bir düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.3). Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim adı köpek balığı karaciğer yağına benzer, büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağından farklı olmuştur.



Şekil 4.3. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim

Kemane balığı karaciğer yağı her iki depolama şartında da düzenli bir artış göstermiştir. Ancak bu artış oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağında daha yüksek kaydedilmiştir.

**İğneli vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranları Şekil 4.4'te verilmiştir.

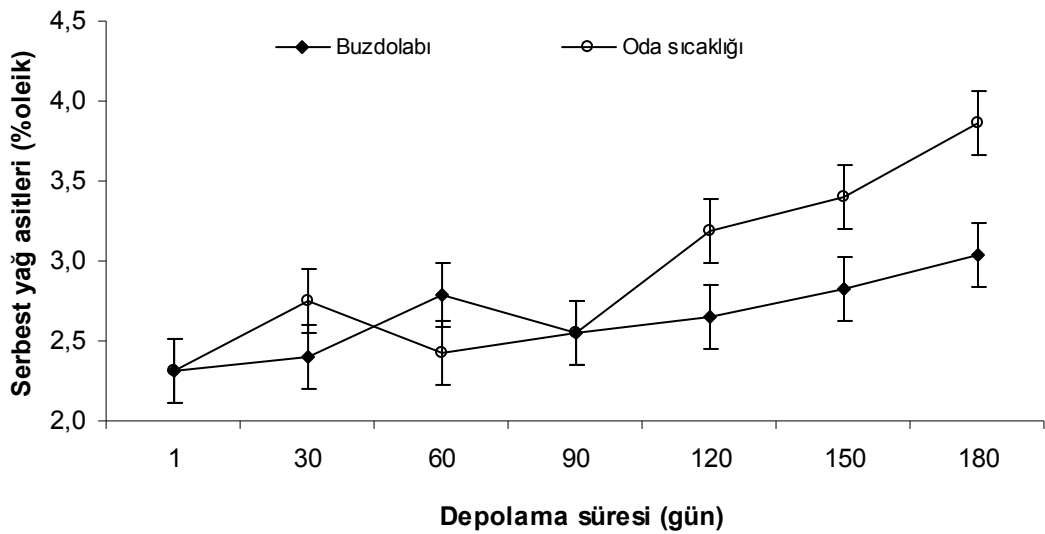


Şekil 4.4. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranları

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki (% oleik asit olarak) değişim her iki şekilde depolanan yağlarda depolamanın 150. gününe kadar yavaş ve durgun depolama sonuna doğru hızlı bir artış şeklinde olmuştur. Ancak bu artış depolamanın 150. gününden sonra oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri seviyeleri için daha fazla olmuştur.

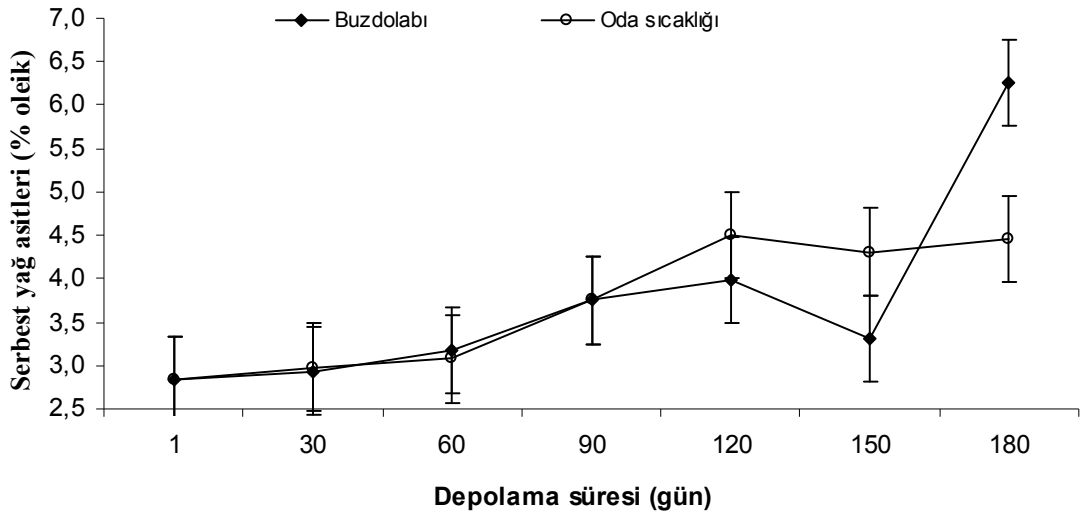
İğneli vatoz karaciğer yağında durum biraz daha farklı olmuştur. Depolama süresince buzdolabında depolanan yağlardaki artış çok fazla olmaz iken oda sıcaklığında depolanan yağlarda 150. günden sonra çok hızlı bir artış gözlenmiştir. Bu artışa rağmen depolama şartları iğneli vatoz karaciğer yağı serbest yağ asitleri miktarı üzerinde çok etkili olmamıştır. Bu durum her iki şekilde muhafaza edilen yağların tüketilebilirlik sınırını aşmamıştır.

**Kartal vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranları Şekil 4.5'te verilmiştir. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranlarında gözlenen değişim Şekil 4.5'te verilmiştir. Depolama süresi ve şekli kartal vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri düzeylerinde farklı etkilere yol açmıştır. Şekilden de görüleceği üzere özellikle 90. günden sonra düzenli bir artış oluşmuştur.



Şekil 4.5. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranları

**İnek burunlu vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranları Şekil 4.6’da verilmiştir. İnek burunlu vatoz karaciğer yağı serbest yağ asitleri seviyelerinde 120. güne kadar çok az bir artma, 120. gün ile 150.gün arasında azalma gözlenmiştir. Bu azalma buzdolabında depolanan yağda daha belirgin olmuştur. Depolamanın 150 ile 180. gün arasında artış kaydedilmiştir. Bu artış buzdolabında depolanan yağda çok daha hızlı olmuştur.



Şekil 4.6. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranları

Boran (2004) farklı balık yağlarının depolanması sırasında serbest yağ asitleri seviyesinde depolama şekline bağlı olarak artış kaydetmiştir. Bu çalışmada adi köpek balığı karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki değişim depolama şekline bağlı olarak artış göstermiştir.

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının serbest yağ asitleri oranındaki değişime benzer bir durum Boran (2004) ve Boran ve ark. (2008) balık yağı depolama üzerine yaptıkları çalışmalarda görülmüştür. Bahsedilen bu iki çalışmada yağların depolama boyunca serbest yağ asitleri seviyelerinde sürekli bir artış kaydedilmiştir.

#### 4.5. Depolama Süresince Asit Sayılarındaki Değişimler

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kıkırdaklı balık karaciğer yağları asit sayılarındaki değişim balık türleri arasında farklılık göstermiştir. Bu farklılıklar Çizelge 4. 6 ve Çizelge 4. 7'de verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Buzdolabında depolanan karaciğer yağlarının ortalama asit sayıları (mg KOHg<sup>-1</sup>)

Türler Gün	Adi köpek balığı	Büyük burunlu köpek balığı	Kemane	İğneli vatoz	Kartal vatoz	İnek burunlu vatoz
1	2.37±0.12 <sup>a</sup>	3.75±0.05 <sup>b</sup>	5.56±0.18 <sup>c</sup>	2.36±0.05 <sup>a</sup>	4.63±0.18 <sup>d</sup>	5.67±0.16 <sup>c</sup>
30	2.54±0.15 <sup>a</sup>	3.75±0.36 <sup>b</sup>	5.69±0.25 <sup>c</sup>	2.59±0.17 <sup>a</sup>	4.79±0.31 <sup>d</sup>	5.87±0.17 <sup>c</sup>
60	2.68±0.15 <sup>a</sup>	3.87±0.26 <sup>b</sup>	5.58±0.34 <sup>c</sup>	2.74±0.07 <sup>a</sup>	4.84±0.13 <sup>d</sup>	5.38±0.21 <sup>e</sup>
90	2.83±0.15 <sup>a</sup>	4.03±0.24 <sup>b</sup>	6.53±0.83 <sup>c</sup>	2.91±0.12 <sup>a</sup>	5.11±0.73 <sup>d</sup>	7.51±0.41 <sup>e</sup>
120	2.91±0.17 <sup>a</sup>	4.08±0.21 <sup>b</sup>	7.00±0.51 <sup>c</sup>	2.85±0.27 <sup>a</sup>	5.30±0.14 <sup>d</sup>	7.96±0.17 <sup>e</sup>
150	3.26±0.14 <sup>a</sup>	4.15±0.19 <sup>b</sup>	7.86±0.31 <sup>c</sup>	3.18±0.14 <sup>a</sup>	5.65±0.33 <sup>d</sup>	6.62±0.40 <sup>e</sup>
180	3.59±0.15 <sup>a</sup>	3.62±0.50 <sup>a</sup>	13.46±0.39 <sup>b</sup>	3.27±0.41 <sup>a</sup>	6.09±0.83 <sup>c</sup>	12.53±1.45 <sup>b</sup>

n=3±std

Aynı satırda üstsimge olarak verilen farklı harfler istatistiksel olarak  $P<0.05$  düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. 7. Oda sıcaklığında depolanan karaciğer yağlarının ortalama asit sayıları (mg KOHg<sup>-1</sup>)

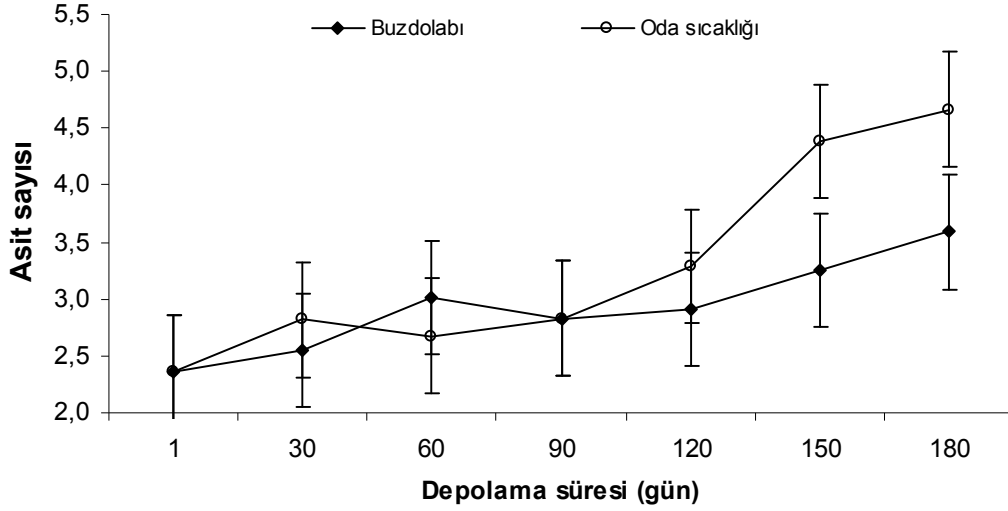
Türler Gün	Adi köpek balığı	Büyük burunlu köpek balığı	Kemane	İğneli vatoz	Kartal vatoz	İnek burunlu vatoz
1	2.37±0.12 <sup>a</sup>	3.75±0.05 <sup>b</sup>	5.56±0.18 <sup>c</sup>	2.36±0.05 <sup>a</sup>	4.63±0.18 <sup>d</sup>	5.67±0.16 <sup>c</sup>
30	2.82±0.19 <sup>a</sup>	3.82±0.21 <sup>b</sup>	6.43±0.34 <sup>c</sup>	2.89±0.24 <sup>a</sup>	5.50±0.01 <sup>d</sup>	5.96±0.31 <sup>e</sup>
60	2.68±0.15 <sup>a</sup>	3.87±0.26 <sup>b</sup>	5.58±0.34 <sup>c</sup>	2.74±0.07 <sup>a</sup>	4.84±0.13 <sup>d</sup>	5.38±0.21 <sup>e</sup>
90	3.18±0.08 <sup>a</sup>	4.14±0.46 <sup>b</sup>	7.18±0.13 <sup>c</sup>	3.06±0.20 <sup>a</sup>	5.96±0.50 <sup>d</sup>	7.57±0.23 <sup>c</sup>
120	3.28±0.12 <sup>a</sup>	4.57±0.19 <sup>b</sup>	7.41±0.48 <sup>c</sup>	3.32±0.16 <sup>a</sup>	6.37±0.27 <sup>d</sup>	9.01±0.51 <sup>e</sup>
150	4.39±0.37 <sup>a</sup>	4.32±0.41 <sup>b</sup>	14.46±0.18 <sup>c</sup>	3.65±0.24 <sup>d</sup>	6.81±0.32 <sup>b</sup>	8.62±0.58 <sup>e</sup>
180	4.67±0.40 <sup>a</sup>	4.02±0.21 <sup>a</sup>	16.34±0.41 <sup>b</sup>	7.16±0.57 <sup>c</sup>	7.74±0.19 <sup>d</sup>	8.69±0.37 <sup>e</sup>

n=3±std

Aynı satırda üstsimge olarak verilen farklı harfler istatistiksel olarak  $P<0.05$  düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

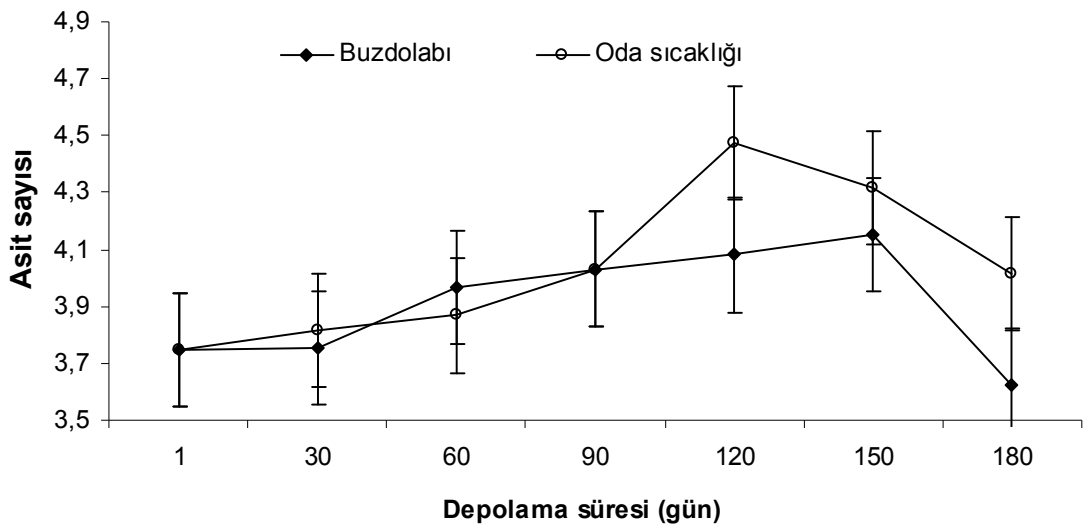
**Adi köpek balığı:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişim Şekil 4.7'de verilmiştir. Depolamanın ilk 90

gününde her iki şekilde muhafaza edilen yağların asit sayılarında çok fazla bir değişim gözlenmedi ise de depolamanın 90. gününden depolama sonuna kadar olan süre içinde düzenli bir artış meydana gelmiştir. Bu artış oda sıcaklığında depolanan yağda daha fazla olmuştur.



Şekil 4.7. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişim(mg KOH<sup>-1</sup>)

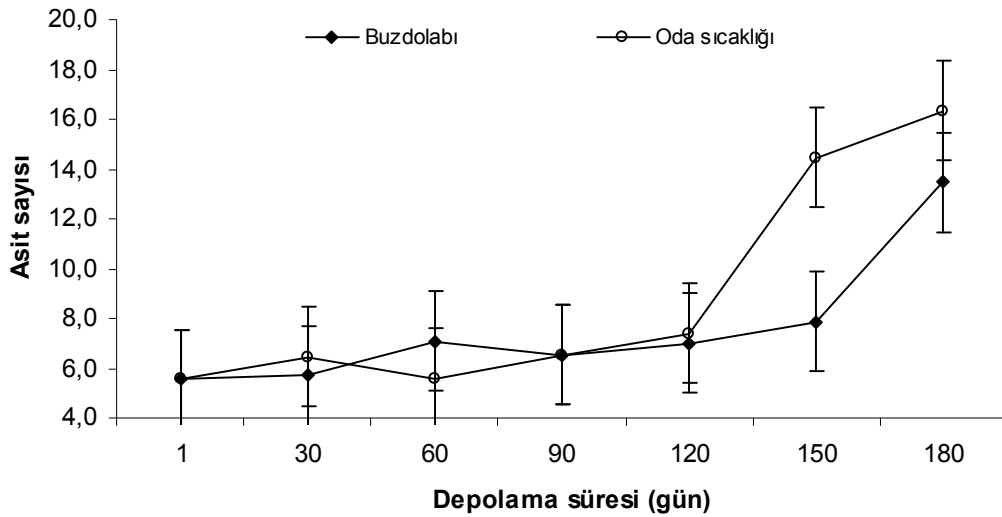
**Büyük burunlu köpek balığı:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (Şekil 4.8.) köpek balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişimden farklı olmuştur.



Şekil 4.8. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (mg KOH<sup>-1</sup>)

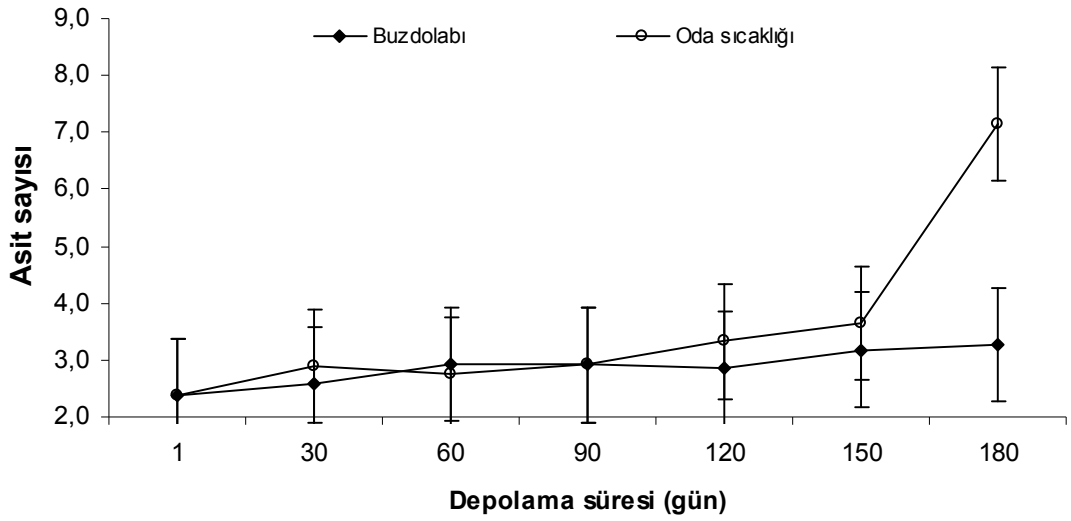
Bu farklılıkta tür etkin bir sebep olabilir. Depolamanın 150. gününden sonra her iki depolama sıcaklığında depolanan balık yağının asit sayısında keskin bir düşüş yaşanmıştır. Büyük bir ihtimalle depolama süresi devam etmiş olsaydı. Bu azalış yerini keskin ve hızlı bir artışa bırakıyor olabilecekti. Çünkü adi köpek balığı ve inek burunlu köpek balığı karaciğer yağlarının depolamanın 60 ile 90. günleri arası belirlenen azalıştan sonra depolama sonuna kadar sürekli bir artış kaydedilmiştir.

**Kemane vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişim Şekil 4.9' da verilmiştir. Depolamanın 120. gününe kadar asit sayısında çok az bir değişim gözlenmesine rağmen 120. günden sonra hızlı her iki şekilde depolanan yağların asit sayılarında hızlı bir yükselme kaydedilmiştir.



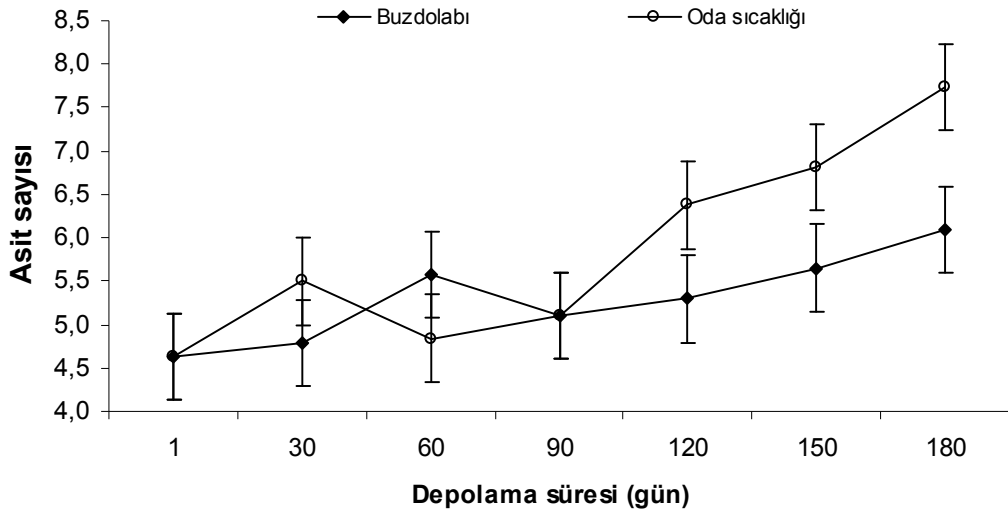
Şekil 4.9. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (mg KOHg<sup>-1</sup>)

**İğneli vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (Şekil 4.10) 150. güne kadar oldukça düşük seviyelerde olmuştur. Oda sıcaklığında depolanan yağın artış oranı buzdolabında depolanan yağ göre biraz daha fazla olmuştur.



Şekil 4.10. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki değişim ( $\text{mg KOHg}^{-1}$ )

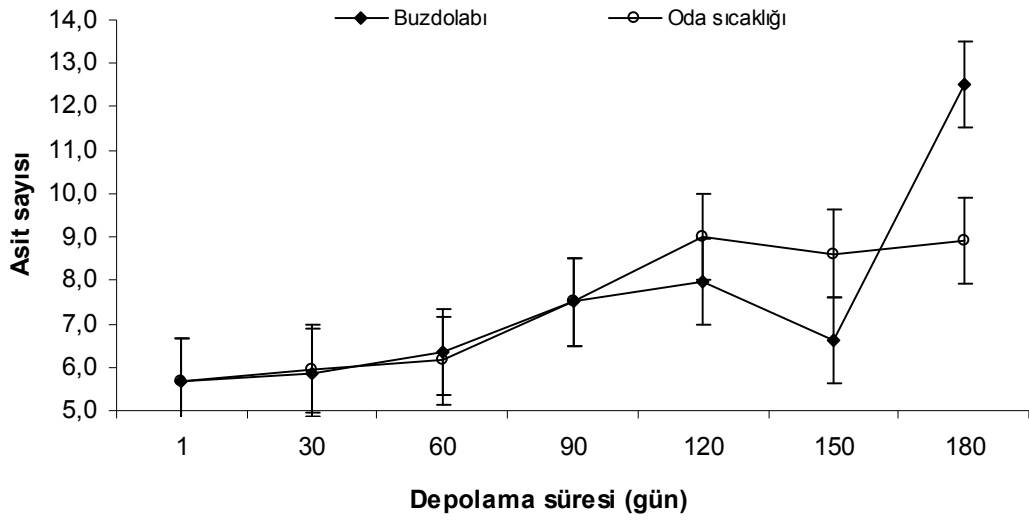
**Kartal vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki değişim Şekil 4.11’de verilmiştir. Değişim depolamanın 90. gününe kadar düzensizlik gösterdiyse de depolamanın 90. gününden depolama sonuna kadar düzenli bir artış şeklinde kaydedilmiştir. Belirtilen bu aralıkta buzdolabında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki artış oda sıcaklığındakine oranla daha düşük olmuştur.



Şekil 4.11. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki değişim ( $\text{mg KOHg}^{-1}$ )



**İnek burunlu vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki değişim (Şekil 4.12.) verilmiştir. Depolamanın 120. gününe kadar inek burunlu vatoz karaciğer yağının asit sayısında düzenli bir artış gözlenirken depolamanın sonlarına doğru düzensiz azalma ve artışlara rastlanmıştır. Benzer şekilde Navarro-Garcia ve ark. (2010) kıkırdaklı balık türleri üzerinde yaptığı depolama çalışmasında türlerin asit sayısında sürekli artış veya sürekli azalış değil depolama süresince artış ve azalışlar gözlemlenmiştir.



Şekil 4.12. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının asit sayısındaki değişim ( $\text{mg KOHg}^{-1}$ )

Navarro-Garcia ve ark., (2010) tarafından bildirildiğine göre yağın insan tüketimini için tavsiye edilen asit sayısı sınırının  $7-8 \text{ mg KOHg}^{-1}$  olduğu belirtilmiştir (Bimbo, 1998). Bu çalışmada balık yağlarının tüketilebilirlik sınırı bu literatür bilgisine, yağların peroksit düzeylerine ve fiziksel özelliklere (özellikle renk ve koku) göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Boran (2004) hamsi, istavrit, zargana, tirsi ve altınbaş kefal balıklarının yağlarının buzdolabı ve derin dondurucuda depolaması sırasında meydana gelen kalite kriterlerindeki değişimleri belirlemek için yaptığı çalışmada bu balıkların başlangıç asit sayıları sırası ile 2.93, 3.97, 4.63, 3.25 ve 1.74  $\text{mg KOH/g}$  olarak bulmuştur. İstavrit, tirsi, zargana ve altınbaş kefal balıkları için ise bu değerler sırası ile 3.97, 4.63, 3.25, 1.74  $\text{mg KOH/g}$  olarak tespit edilmiştir (Boran ve ark., 2006). Bahsedilen bu iki çalışmada da balıkların asit sayıları düzenli bir artış göstermiştir.

Diğer taraftan Navarro-Garcia ve ark. (2010) çalışmalarında 25<sup>0</sup>C depoladıkları *Rhinoptera bonasus* ve *Aetobatus narinari* karaciğer yağlarını 0, 16, 31, 38, 45, 52, 59, 66, 73, 80 ve 87. günlerdeki asit değerlerini sırası ile *Rhinoptera bonasus* için 0, 1.48, 1.58, 1.67, 1.69 mg KOH/g *Aetobatus narinari* için ise 0, 0.64, 0.68, 0.66, 0.66, 0.74, 0.59, 0.67, 0.66, 0.74, 0.59, 0.67, 0.66, 0.73, 0.76 mg KOH/g olarak tespit etmişlerdir. Görüldüğü üzere bu çalışmada ise asit sayısındaki artış düzenli olmayıp artış ve azalışlar şeklinde bir dalgalanma göstermiştir.

Bu değerler balık veya balık karaciğer yağının aynı tazelik derecesine sahip olmasına rağmen başlangıçta kendine özgü farklı asit sayılarına sahip olduğunu ve depolama sırasında farklı şekillerde değişebildiğini göstermektedir. Bu çalışmada incelenen adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane vatoz, iğneli vatoz, kartal vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağlarının depolama sırasında asit sayısındaki değişim depolama sırasında gösterdiği değişim modeli bakımından Boran (2004) ve Boran ve ark., (2006) 'nın çalışmalarından farklı, Navarro-Garcia ve ark. (2010)'nın bulgularına ise benzerlik göstermektedir.

#### 4.6. Depolama Süresince Peroksit Sayısındaki Değişimler

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kıkırdaklı balık karaciğer yağları peroksit sayıları değişimler Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da verilmiştir. Balıkların başlangıç peroksit sayıları 2.71-5.02 meqO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup> aralığında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.8. Buzdolabında depolanan karaciğer yağlarında ortalama peroksit sayıları (meqO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>)

Türler Gün	Adi köpek balığı	Büyük burunlu köpek balığı	Kemane	İğneli vatoz	Kartal vatoz	İnek burunlu vatoz
1	5.02±0.17 <sup>a</sup>	4.40±0.00 <sup>b</sup>	4.40±0.22 <sup>b</sup>	2.75±0.11 <sup>c</sup>	2.71±0.13 <sup>c</sup>	3.63±0.11 <sup>d</sup>
30	5.12±0.19 <sup>a</sup>	4.41±0.15 <sup>b</sup>	4.51±0.11 <sup>c</sup>	2.81±0.12 <sup>d</sup>	3.25±0.08 <sup>c</sup>	3.68±0.12 <sup>c</sup>
60	5.20±0.17 <sup>a</sup>	4.45±0.28 <sup>b</sup>	4.80±0.15 <sup>c</sup>	2.99±0.13 <sup>d</sup>	3.33±0.10 <sup>e</sup>	3.79±0.20 <sup>f</sup>
90	5.44±0.26 <sup>a</sup>	5.47±0.21 <sup>a</sup>	5.61±0.59 <sup>a</sup>	4.68±0.51 <sup>b</sup>	4.15±0.23 <sup>b</sup>	4.26±0.21 <sup>b</sup>
120	4.28±0.02 <sup>ab</sup>	4.78±0.57 <sup>b</sup>	5.02±0.78 <sup>b</sup>	3.50±0.19 <sup>ab</sup>	4.16±0.24 <sup>ab</sup>	4.17±0.57 <sup>ab</sup>
150	4.43±0.28 <sup>a</sup>	5.86±0.33 <sup>b</sup>	4.53±0.18 <sup>a</sup>	3.23±0.59 <sup>c</sup>	3.13±0.27 <sup>c</sup>	5.31±0.21 <sup>b</sup>
180	5.81±0.81 <sup>ab</sup>	4.74±0.20 <sup>a</sup>	6.42±0.69 <sup>b</sup>	6.75±0.85 <sup>b</sup>	6.69±0.32 <sup>b</sup>	8.59±0.80 <sup>c</sup>

n=3±std

Aynı satırda üstsimge olarak verilen farklı harfler istatistiksel olarak  $P<0.05$  düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir

Çizelge 4.9. Oda sıcaklığında depolanan karaciğer yağlarında ortalama peroksit sayıları ( $\text{meqO}_2\text{kg}^{-1}$ )

Türler Gün	Adi köpek balığı	Büyük burunlu köpek balığı	Kemane	İğneli vatoz	Kartal vatoz	İnek burunlu vatoz
1	5.02±0.17 <sup>a</sup>	4.40±0.00 <sup>b</sup>	4.40±0.22 <sup>b</sup>	2.75±0.11 <sup>c</sup>	2.71±0.13 <sup>c</sup>	3.63±0.11 <sup>d</sup>
30	5.27±0.14 <sup>a</sup>	4.77±0.27 <sup>b</sup>	4.79±0.10 <sup>b</sup>	2.92±0.07 <sup>c</sup>	3.26±0.15 <sup>d</sup>	4.04±0.07 <sup>e</sup>
60	5.36±0.19 <sup>a</sup>	4.86±0.05 <sup>b</sup>	4.90±0.05 <sup>b</sup>	3.42±0.25 <sup>c</sup>	3.71±0.16 <sup>d</sup>	4.15±0.14 <sup>e</sup>
90	6.52±0.66 <sup>a</sup>	5.96±0.44 <sup>ab</sup>	5.62±0.35 <sup>bc</sup>	5.02±0.11 <sup>cd</sup>	4.29±0.17 <sup>de</sup>	4.46±0.27 <sup>c</sup>
120	6.95±0.25 <sup>a</sup>	5.93±0.64 <sup>ab</sup>	5.22±0.12 <sup>bc</sup>	3.98±1.16 <sup>d</sup>	5.36±0.51 <sup>bc</sup>	4.46±0.27 <sup>cd</sup>
150	3.87±0.08 <sup>ab</sup>	4.90±0.48 <sup>c</sup>	6.34±0.19 <sup>d</sup>	4.32±0.32 <sup>b</sup>	3.71±0.19 <sup>a</sup>	6.62±0.15 <sup>d</sup>
180	9.23±0.72 <sup>a</sup>	5.82±0.58 <sup>c</sup>	12.32±0.91 <sup>d</sup>	7.27±0.29 <sup>b</sup>	8.22±0.34 <sup>ab</sup>	11.21±1.11 <sup>d</sup>

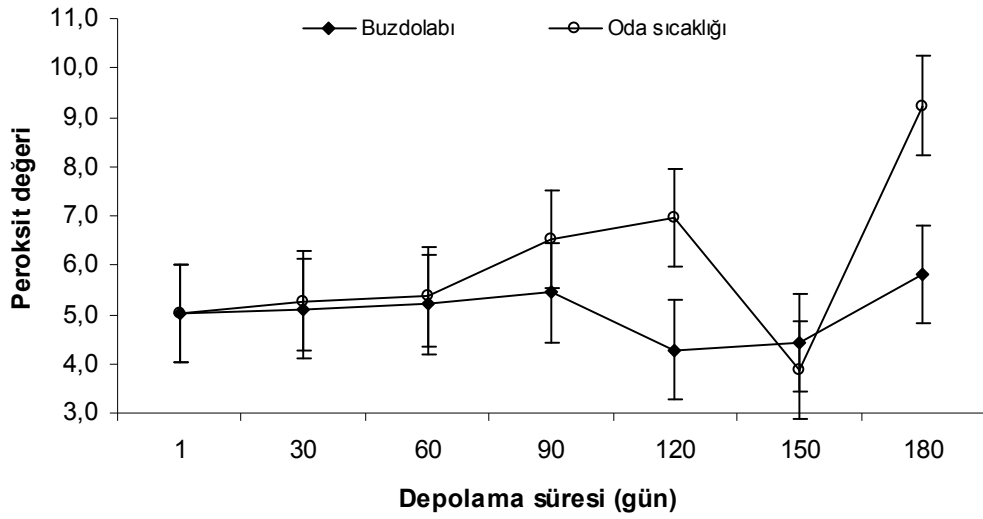
n=3±std

Aynı satırda üstsimge olarak verilen farklı harfler istatistiksel olarak  $P<0.05$  düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir

Çalışmada kullanılan kıkırdaklı karaciğer yağları peroksit değerleri arasındaki farklılıkta türlerinin etkisi, depolama süresi ile türler arasındaki etkileşim istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca peroksit değerleri bakımından depolama şeklinin karaciğer yağlarının bozulmasına etkisi balık türüne göre değişmiştir ( $P<0.05$ ). Depolanan balık türü, depolama şekli ve depolama süresi üçlü etkileşimi de oldukça önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

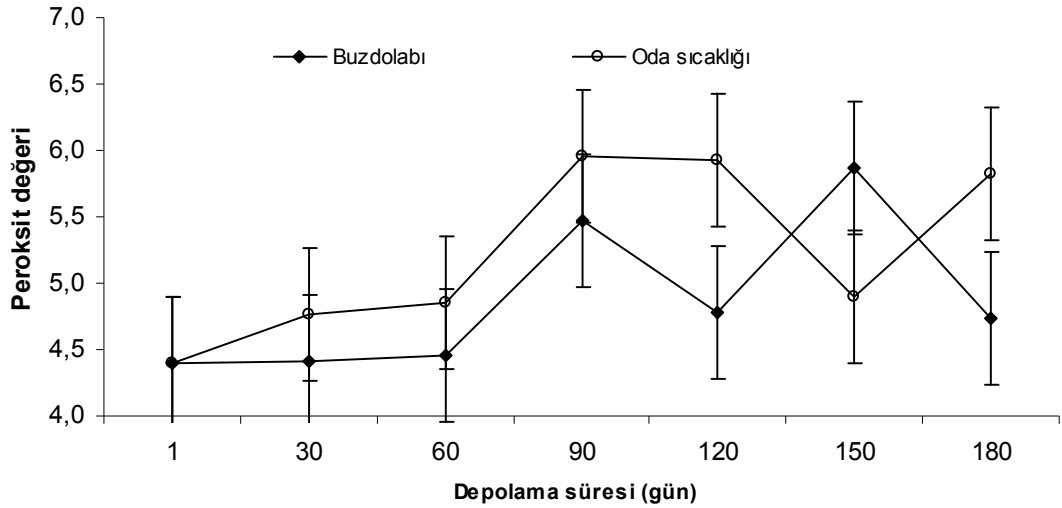
Yağlarda peroksit sayısı yağın kalitesi ve oksitlenme derecesi hakkında fikir veren en yaygın ve en eski analiz yöntemlerinden biridir. dolayısı ile peroksit sayısının bilinmesi o yağın kalitesi hakkında fikir verir.

**Adi köpek balığı:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (Şekil 4. 13.) depolamanın 90. gününe kadar buzdolabında depolanan bu yağlarda daha az olmak üzere bir artış kaydedilmiştir. Depolamanın 90 ve 120. gün aralığında oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarında bir artışla rastlanırken, buzdolabında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarında ise bir azalma kaydedilmiştir. Depolamanın 120 ile 150. günleri arasında ise tam ters bir durum kaydedilmiştir. Depolama sonuna doğru her iki şekilde depolanan yağın peroksit miktarı beklenildiği üzere hızlı bir artış göstermiştir.



Şekil 4.13. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>)

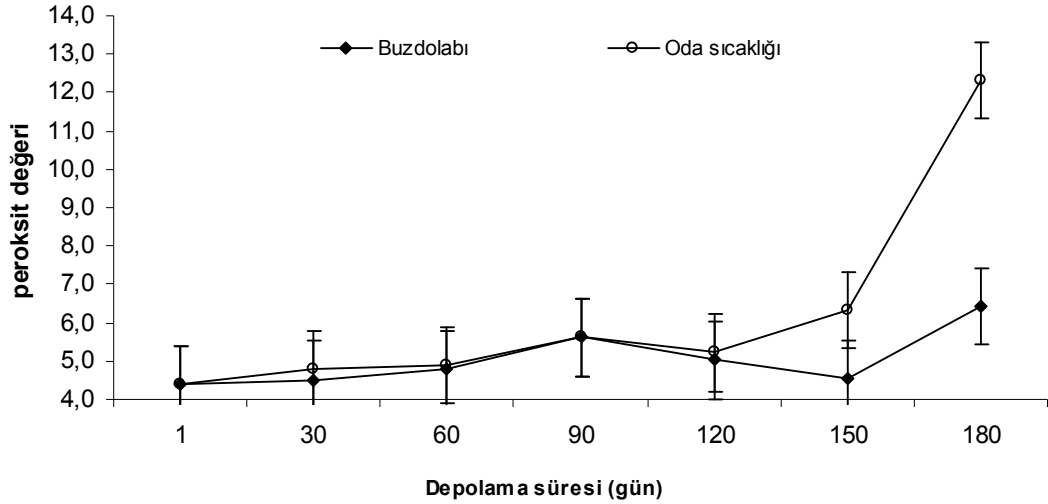
**Büyük burunlu köpek balığı:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim Şekil 4.14'te verilmiştir. Depolamanın ilk 60 günlük periyodunda buzdolabında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim oda sıcaklığında depolanan yağa oranla çok az gözlenmiştir.



Şekil 4.14. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>)

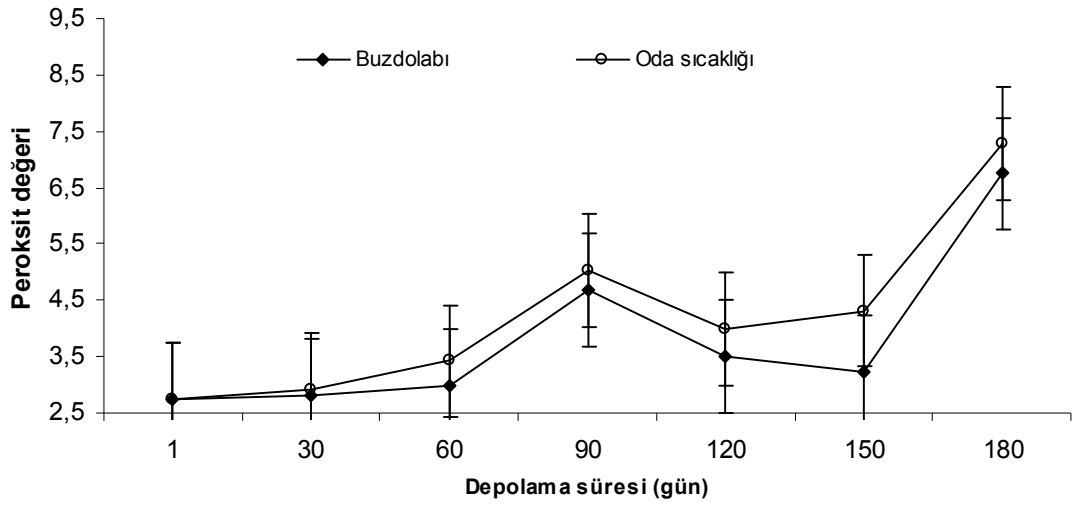
**Kemane vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim Şekil 4.15'te görülmektedir. Depolamanın 60.

gününe kadar kemane balığı karaciğer yağının peroksit miktarında çok az bir artışın kaydedilmiştir. Bundan sonra 90. güne kadar güne kadar peroksit miktarındaki artış hız kazanmıştır. Devam eden sürede buzdolabında depolanan yağda 150. güne kadar azalış ve sonrasında hızlı bir artış gözlemlenirken oda sıcaklığında depolanan yağın peroksit miktarı başlangıç peroksit miktarının 3 katından daha yüksek bir değer almıştır.



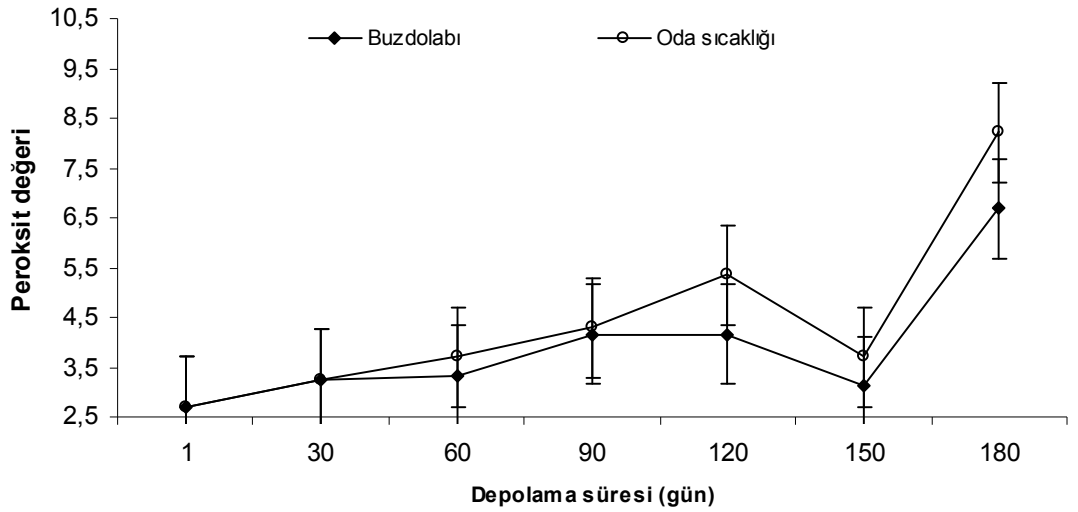
Şekil 4.15. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>)

**İğneli vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim Şekil 4.16’da verilmiştir. Her iki şekilde depolanan yağlar peroksit miktarındaki artış hızları bakımından birbiriyle paralellik göstermişlerdir. Oda sıcaklığında depolanan yağlarda görülen peroksit miktarı depolama boyunca buzdolabında depolanan yağdan fazla olmuştur. Depolanan yağlardan iğneli vatoz karaciğer yağı 2.75 meqO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup> ‘lık peroksit sayısı miktarı ile en düşük depolama başlangıç peroksit sayısına sahip yağlardan biridir.



Şekil 4.16. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>)

**Kartal vatoz:** Kartal vatoz karaciğer yağı çalışılan kıkırdaklı balıklar içerisinde en düşük depolama başlangıç peroksit değerine sahip balıktır. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim Şekil 4.17’de verilmiştir

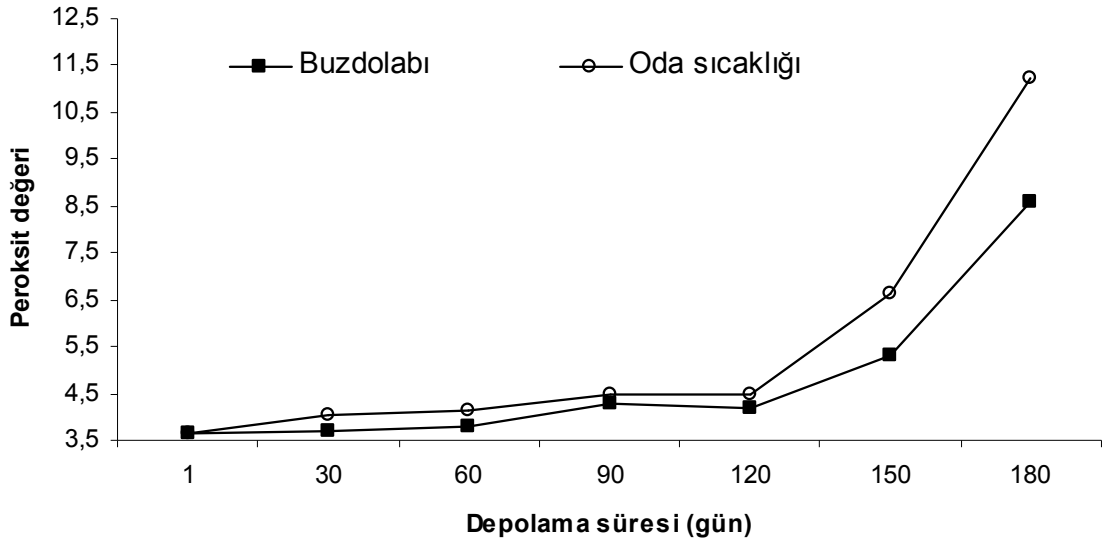


Şekil 4.17. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim (meqO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>)

Oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağında 120. güne kadar düzenli bir artış göstermiş daha sonra hızlı azalma ve çok hızlı bir artışla depolama sonunda ortalama 8.22 meqO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup> ulaşmış ve kullanılabilirlik özelliğini yitirmiştir.

Diğer taraftan, buzdolabında depolanan kartal vatoz karaciğer yağı oda sıcaklığına oranla daha yavaş bir artış göstermiş ve depolamanın sonunda  $6.69 \pm 0.32 \text{ meqO}_2\text{kg}^{-1}$  ulaşmıştır.

**İnek burunlu vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim Şekil 4.18’de verilmiştir. İğneli ve kartal vatoz karaciğer yağları ile karşılaştırdığımızda inek burunlu vatoz karaciğer yağının depolama başlangıcında peroksit değeri neredeyse kartal vatozun depolamanın 60. gündeki değerine yakın ve iğneli vatozun 60. gün peroksit değerinden daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 4.18. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının peroksit miktarındaki değişim ( $\text{meqO}_2\text{kg}^{-1}$ )

Depolamanın 120. gününe kadar çok yavaş bir artış gösteren buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan burunlu vatoz karaciğer yağının peroksit miktarı bu günden depolamanın sonuna kadar sürekli ve hızlı bir artış göstermiştir. Buzdolabında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağı 180. günde oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağı ise 150. günde kullanılabilirlik özelliğini yitirmiştir.

Balık yağının peroksit miktarındaki farklılık türden türe değişebildiği gibi balığın yaşadığı yere yakalanma durumuna, en önemli yağın elde edilme yöntemine göre

değişebilir. Boran (2004) Karadeniz bölgesi balıklardan; hamsi, istavrit, zargana, tirsi ve altınbaş kefal balıklarının yağlarını depolamak için yaptığı çalışmada bu balıkların başlangıç peroksit miktarlarını  $3.15-6.30 \text{ meqO}_2\text{kg}^{-1}$  aralığında bulmuştur. Verilen bu aralık bu çalışmada elde edilen veriler ile paralellik göstermektedir.

Bu araştırmada kullanılan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarının başlangıç peroksit değerleri mezgit balığı karaciğer yağı ile karşılaştırıldığında  $3.561 \text{ meqO}_2\text{kg}^{-1}$  (Yapar ve Erdöl, 1999) iğneli vatoz ve kartal vatozdan düşük, inek burunlu vatoza oldukça yakın köpek balıkları ve kemane balığından küçük olduğu görülür (Boran, 2004).

Depolamanın 60 ve 90. günleri arasında farklı şekillerde depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının peroksit miktarlarındaki değişim birbirlerine benzer şekilde bir artış gözlenmiştir. Daha sonra depolama sonuna kadar oldukça düzensiz artış ve azalışlar kaydedilmiştir. Boran ve ark., (2008) çalışmalarında da hamsi yağının  $-18^\circ\text{C}$ 'de depolanması sırasında yağın peroksit düzeyinde 120. güne kadar bir artış daha sonra bir azalış gösterdiği saptanmıştır. Bu dalgalanmanın bozulma ürünlerinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Navarro-Garcia ve ark., (2010) tarafından bildirildiğine göre yağın tüketimini için kabul edilebilir sınır değerinin  $10-20 \text{ meqO}_2\text{kg}^{-1}$ 'den düşük olması gerektiği belirtilmiştir (Huss, 1998). Bu araştırmada üzerinde çalışılan balık yağlarının tüketilebilirlik sınırı belirlenirken bahsedilen bu literatür bilgisi (peroksit miktarları) ve yukarıda belirtildiği gibi asit sayısı dikkate alınmıştır.

#### 4.7. Depolama Süresince Kırılma İndislerindeki Değişimler

Adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane vatoz, iğneli vatoz, kartal vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağlarının depolama başlangıç kırılma indisleri sırası ile 1.4696, 1.46741, 1.4751, 1.4685, 1.4761, 4798'dir (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11). Yağların kırılma indisleri birbirlerinden farklılık göstermiştir. Bu her balık türünün karaciğer yağının o türe has bir özelliğinden kaynaklanmaktadır. Kıkırdaklı balıklardan köpek balıklarının kırılma indisleri birbirlerine yakın ve iğneli vatoz hariç kartal ve inek burunlu vatozlardan daha düşük değer almıştır. Kartal ve inek burunlu vatozda da aynı durum gözlenmiştir. Kemane balığının kırılma indisi ise köpek



balıklarından yüksek ama kartal ve inek burunlu vatozların kırılma indisinden daha düşüktür.

Çizelge 4.10 . Buzdolabında depolanan karaciğer yağlarında ortalama kırılma indisleri

Türler Gün	Adi köpek balığı	Büyük burunlu köpek balığı	Kemane	İğneli vatoz	Kartal vatoz	İnek burunlu vatoz
1	1.4696±0.00 <sup>a</sup>	1.4674±0.00 <sup>b</sup>	1.4751±0.00 <sup>c</sup>	1.4685±0.00 <sup>d</sup>	1.4761±0.00 <sup>e</sup>	1.4798±0.00 <sup>f</sup>
30	1.4694±0.01 <sup>a</sup>	1.4664±0.00 <sup>b</sup>	1.4737±0.03 <sup>cd</sup>	1.4662±0.00 <sup>b</sup>	1.4725±0.03 <sup>c</sup>	1.4758±0.01 <sup>d</sup>
60	1.4687±0.00 <sup>a</sup>	1.4659±0.00 <sup>b</sup>	1.4729±0.00 <sup>c</sup>	1.4648±0.00 <sup>d</sup>	1.4725±0.00 <sup>c</sup>	1.4751±0.00 <sup>e</sup>
90	1.4683±0.00 <sup>a</sup>	1.4656±0.00 <sup>b</sup>	1.4672±0.00 <sup>ab</sup>	1.4633±0.00 <sup>c</sup>	1.4720±0.00 <sup>d</sup>	1.4752±0.00 <sup>e</sup>
120	1.4682±0.00 <sup>a</sup>	1.4655±0.00 <sup>a</sup>	1.4671±0.00 <sup>a</sup>	1.4618±0.00 <sup>b</sup>	1.4713±0.00 <sup>c</sup>	1.4753±0.00 <sup>d</sup>
150	1.4710±0.00 <sup>a</sup>	1.4648±0.00 <sup>b</sup>	1.4679±0.00 <sup>c</sup>	1.4671±0.00 <sup>d</sup>	1.4772±0.00 <sup>e</sup>	1.4779±0.00 <sup>f</sup>
180	1.4722±0.00 <sup>a</sup>	1.4700±0.00 <sup>b</sup>	1.4672±0.00 <sup>c</sup>	1.4676±0.00 <sup>c</sup>	1.4793±0.00 <sup>d</sup>	1.4813±0.00 <sup>e</sup>

n=3±std

Çizelge 4.11. Oda sıcaklığında depolanan karaciğer yağlarında ortalama kırılma indisleri

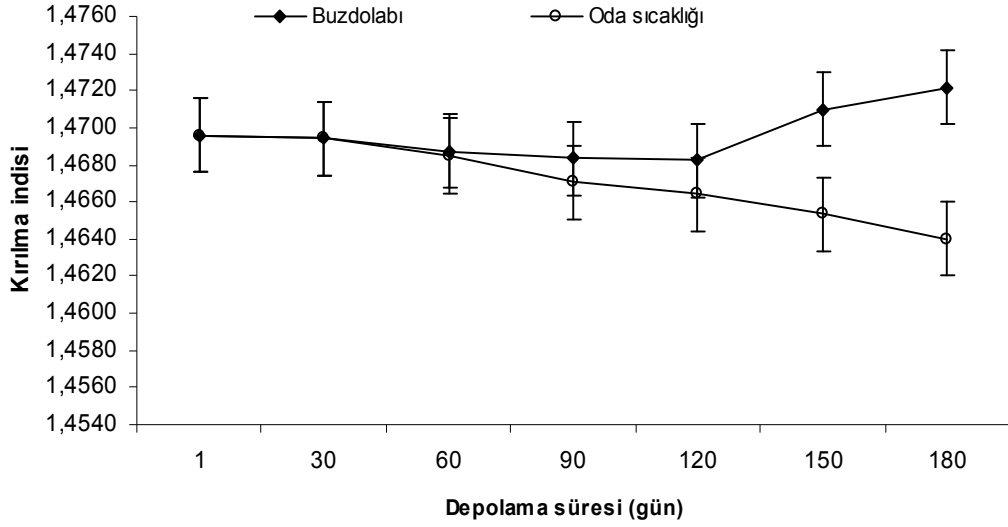
Türler Gün	Adi köpek balığı	Büyük burunlu köpek balığı	Kemane	İğneli vatoz	Kartal vatoz	İnek burunlu vatoz
1	1.4696±0.00 <sup>a</sup>	1.4674±0.00 <sup>b</sup>	1.4751±0.00 <sup>c</sup>	1.4685±0.00 <sup>d</sup>	1.4761±0.00 <sup>e</sup>	1.4798±0.00 <sup>f</sup>
30	1.4694±0.00 <sup>a</sup>	1.4664±0.00 <sup>b</sup>	1.4703±0.00 <sup>a</sup>	1.4684±0.00 <sup>c</sup>	1.4725±0.00 <sup>d</sup>	1.4758±0.00 <sup>e</sup>
60	1.4685±0.00 <sup>a</sup>	1.4664±0.00 <sup>b</sup>	1.4682±0.00 <sup>a</sup>	1.4666±0.00 <sup>b</sup>	1.4731±0.00 <sup>c</sup>	1.4754±0.00 <sup>d</sup>
90	1.4671±0.00 <sup>a</sup>	1.4660±0.00 <sup>b</sup>	1.4672±0.00 <sup>a</sup>	1.4648±0.00 <sup>c</sup>	1.4725±0.00 <sup>d</sup>	1.4754±0.00 <sup>e</sup>
120	1.4664±0.00 <sup>a</sup>	1.4654±0.00 <sup>a</sup>	1.4647±0.00 <sup>a</sup>	1.4647±0.00 <sup>a</sup>	1.4722±0.00 <sup>b</sup>	1.4748±0.00 <sup>b</sup>
150	1.4653±0.00 <sup>a</sup>	1.4650±0.00 <sup>a</sup>	1.4643±0.00 <sup>a</sup>	1.4642±0.00 <sup>a</sup>	1.4715±0.00 <sup>b</sup>	1.4710±0.00 <sup>b</sup>
180	1.4640±0.00 <sup>a</sup>	1.4648±0.00 <sup>a</sup>	1.4623±0.00 <sup>a</sup>	1.4620±0.00 <sup>a</sup>	1.4703±0.00 <sup>b</sup>	1.4707±0.00 <sup>b</sup>

n=3±std

Depolanan kıkırdaklı balık türlerinin kırılma indisleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Kırılma indis değerleri açısından, depolama süresi ile türler arasındaki etkileşim de önemli bulunmuştur. Ayrıca depolama şeklinin karaciğer yağlarının bozulmasına etkisi ( $P<0.05$ ) balık türüne göre farklılık göstermiştir. Bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Depolamada balık türü, depolama şekli ve depolama süresi üçlü etkileşimi de oldukça önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

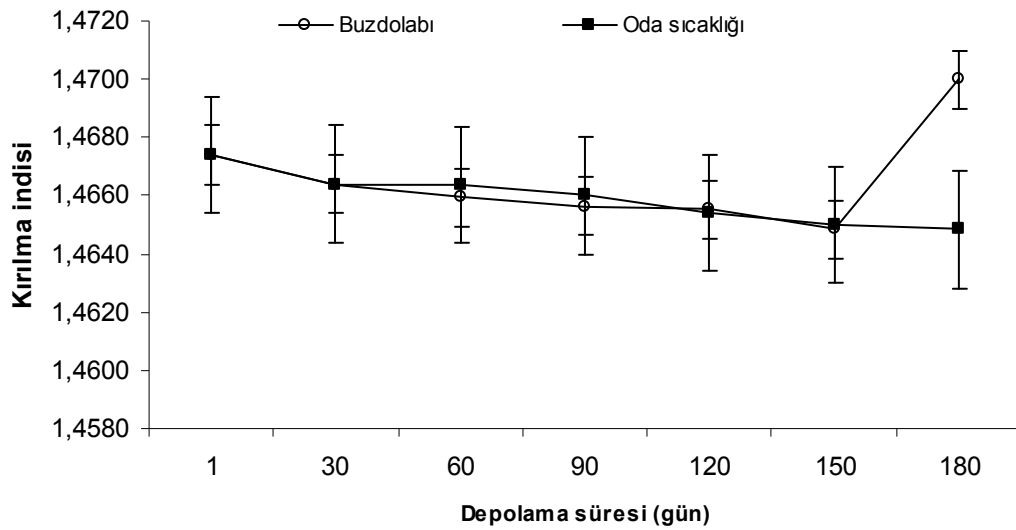
**Adi köpek balığı:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişimi Şekil 4.19'da verilmiştir. Oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağı depolama süresince sürekli bir

azalış göstermiştir. Diğer taraftan buzdolabında muhafaza edilen adi köpek balığı karaciğer yağı depolamanın 120 gününden sonra artmıştır.



Şekil 4.19. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim

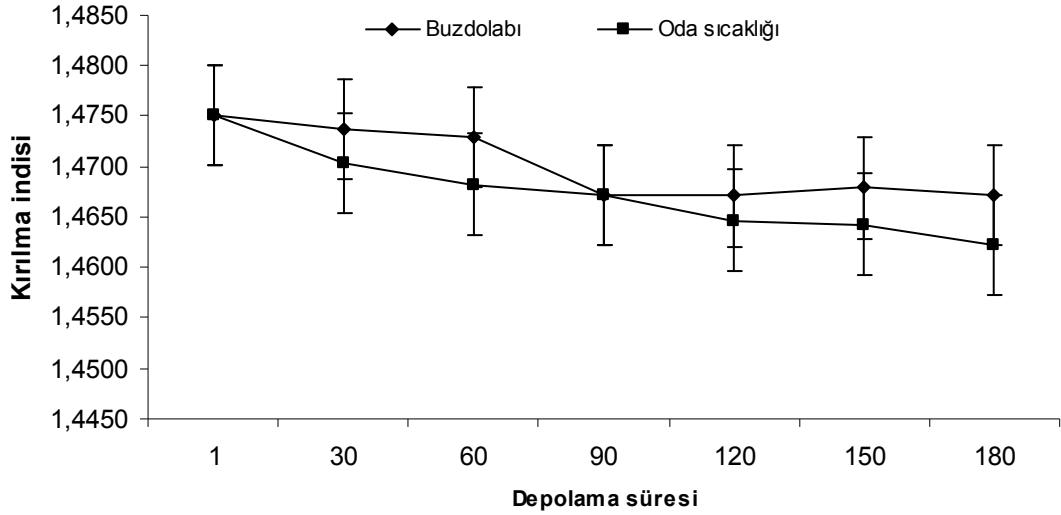
**Büyük burunlu köpek balığı:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim Şekil 4.20’de verilmiştir. Depolamanın ilk 30 günlük periyodunda her iki depolama şeklinde de büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisinde bir düşüş görülmüştür.



Şekil 4.20. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim

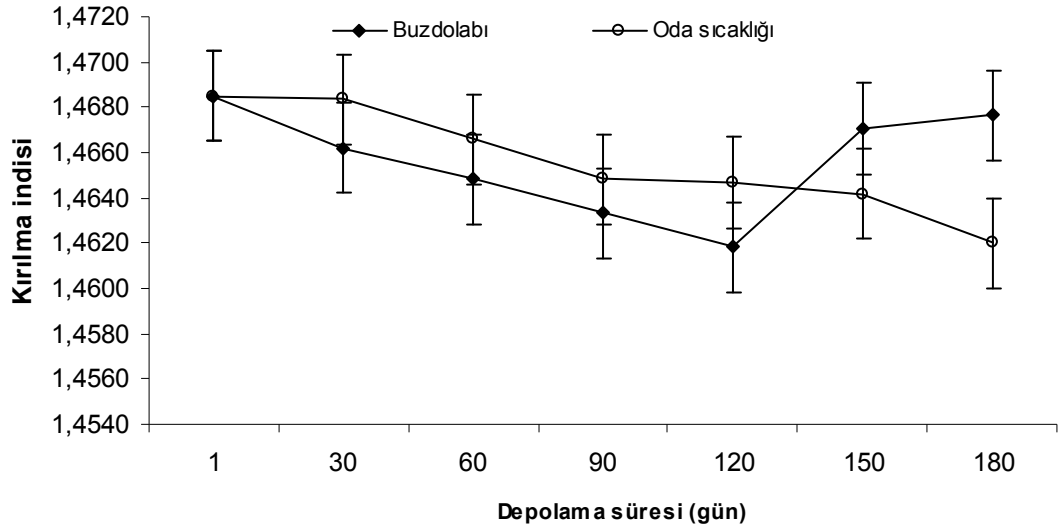
Oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisi beklenildiği gibi düzenli bir azalma gösterirken, beklenin aksine buzdolabında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisi artış göstermiştir.

**Kemane vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim Şekil 4.21’de görülmektedir. Depolama süresince büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının kırılma indisinde görülen değişimin aksine iki farklı şekilde depolanan kemane balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim düzenli ve sürekli azalma şeklinde olmuştur.



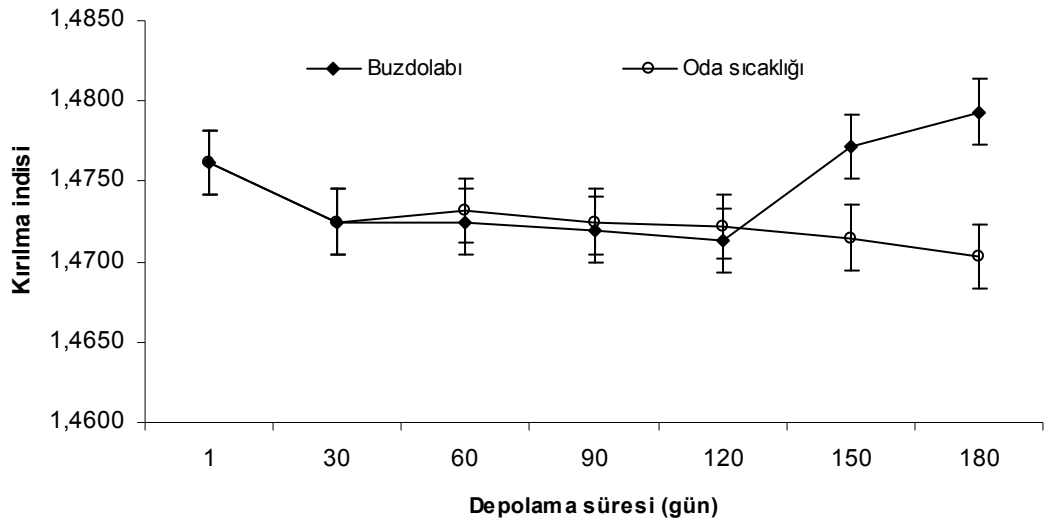
Şekil 4.21. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim

**İğneli vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim Şekil 4.22’de verilmiştir. Her iki depolama şeklinde de depolamanın 120.gününe kadar düzenli bir azalış gösteren iğneli vatoz karaciğer yağı 120.günden sonra depolama şekilleri arasında farklılık göstermiştir. Bu farklılık oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağında düşüş buzdolabında ise yükseliş şeklinde kendini göstermiştir.



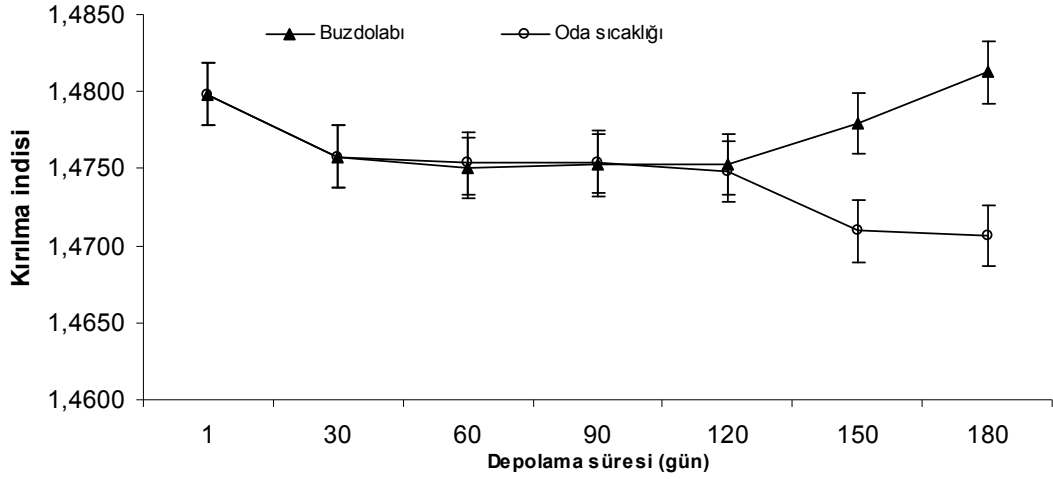
Şekil 4.22. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim

**Kartal vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim Şekil 4.23’de verilmiştir. Depolamanın 120. gününe kadar azalma eğilimi gösteren buzdolabında muhafaza edilen kartal vatoz karaciğer yağı depolamanın sonlarına doğru artış göstermiştir. Diğer taraftan, oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağında depolama süresi boyunca azalma meydana gelmiştir.



Şekil 4.23. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim

**İnek burunlu vatoz:** Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim Şekil 4.24'te görülmektedir. Depolama süresince inek burunlu vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim, depolamanın 90-120. günleri arasındaki değişim haricinde kartal vatoz karaciğer yağının depolama süresince gösterdiği değişime oldukça çok benzemektedir.



Şekil 4.24. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının kırılma indisindeki değişim

Buzdolabında depolanan mezgit balığı karaciğer yağı üzerine yapılan bir çalışmada bu yağın başlangıç kırılma indisi 1.4818 olarak ölçülmüş ve bu değer depolama ile sürekli ve düzenli bir azalış göstererek depolama sonunda 1.4777 değerini aldığı tespit edilmiştir (Yapar ve Erdöl, 1999). Mezgit karaciğer yağının kırılma indisi ile ilgili bahsedilen veriler bu çalışmada kullanılan 6 tür kıkırdaklı balık karaciğer yağları kırılma indislerinden daha yüksek bulunmuştur (Yapar ve Erdöl, 1999).

Bu çalışmada kıkırdaklı balık karaciğer yağlarının kırılma indisleri depolamaya bağlı olarak genelde azalma gösterirken bazı yağlarda beklenen aksine artış kaydedilmiştir. Bunun nedenlerinden biri, yağların hidrolizi sonucu kırılma katsayıları azalır iken, oksitatif değişimler (hidrokarbon zincirine oksijen ve keto gruplarının girmesi) kırılma katsayısının yükselmesine olabilir (Anonim, 2011f).

#### 4.8. Depolama Süresince Yağ Asitleri Kompozisyonlarındaki Değişimler

Bu araştırmada kullanılan kıkırdaklı balıkların karaciğer yağlarının yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 4.12’de görülmektedir. Tespiti yapılan yağ asitlerinden %1’in altında değer alan yağ asitleri genel olarak değerlendirmeye alınmamıştır. Ancak depolama sürecinin bazı aşamalarında %1 civarında veya zaman zaman bu değer üzerinde çıkan bazı yağ asitleri değerlendirme kapsamında tutulmuştur.

Çizelge 4.12’de görüldüğü üzere çalışmada kullanılan her bir balığın yağ asitleri içeriği genelde birbirinden farklı bulunmuştur. Bu veriler her balığın kendine özgü bir yağ asidi profili olduğunu göstermektedir. Çalışılan balıklar içerisinde en yüksek SFA değerine %36.84’lük dilimle kemane vatoz sahip olmuştur. Büyük burunlu köpek balığının karaciğer yağındaki SFA (%24.28) oranı ise diğer tüm balıklardan farklı bulunmuştur. Bu farklılık istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Araştırmada incelenen balıklarından adi köpek balığı, iğneli vatoz, kartal vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağlarının  $\Sigma$ SFA (Toplam Doymuş Yağ Asitleri) yüzdelik dilimlerdeki birbirlerine yakın değerler almışlardır. Fakat bu dört balık karaciğer yağının SFA bileşenleri (özellikle C14:0, C16:0, C18:0) birbirinden farklılıklar göstermiştir. Bu balıkların  $\Sigma$ SFA değerleri sırası ile %34.79, %34.97, %35.10 ve %34.95 olarak hesaplanmıştır ( $P>0.05$ ). Navarro-Garcia ve ark. (2010) çalışmalarında *R. bonasus* ve *A. narinari* karaciğer yağının  $\Sigma$ SFA değerlerini sırası ile % 34.60 ve %35.30 olarak bulmuştur. *R. bonasus* ve *A. narinari* karaciğer yağı için verilen bu değerler bu araştırmada elde edilen değerler aralığındadır.

Yukarıda detaylı olarak bahsedildiği ve Çizelge 4.12’de görüldüğü üzere, araştırmada incelenen balık karaciğer yağlarının  $\Sigma$ SFA değerleri büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağları hariç birbirlerine benzer değerler almışlardır. Fakat araştırmada kullanılan balık karaciğer yağlarının  $\Sigma$ MUFA değerleri  $\Sigma$ SFA değerleri ile karşılaştırıldığında oldukça farklılık göstermiştir. Bu farklılık adi köpek balığı ve iğneli vatoz karaciğer yağı hariç diğer tüm balıklarda istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Çalışılan kıkırdaklı balık karaciğer yağları MUFA değerleri büyük burunlu köpek balığı > adi köpek balığı > iğneli vatoz > kemane > kartal vatoz > inek burunlu vatoz balıklarında yüzdelik dilimleri sırası ile 55.98 > 43.30 > 41.22 > 35.7 > 28.61 > 24.19 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada 18:1 n9 yağ asiti ile 18:1 n7 yağ asitinin Gaz

Çizelge 4.12. Araştırmada kullanılan kıkırdaklı balıkların karaciğer yağlarının yağ asitleri kompozisyonu

<b>Balık türleri</b>	<b>Adi köpek balığı</b>	<b>Büyük burunlu köpek balığı</b>	<b>Kemane</b>	<b>İğneli vatoz</b>	<b>Kartal vatoz</b>	<b>İnek burunlu vatoz</b>
<b>Karbon Zinciri \</b>						
C14:0	1.71±0.25 <sup>a</sup>	1.93±0.07 <sup>a</sup>	1.95±0.07 <sup>a</sup>	2.51±0.25 <sup>b</sup>	1.89±0.01 <sup>a</sup>	1.63±0.34 <sup>a</sup>
C15:0	<1	<1	0.74±0.01 <sup>a</sup>	<1	0.99±0.01 <sup>b</sup>	1.02±0.15 <sup>b</sup>
C16:0	30.88±0.48 <sup>a</sup>	16.59±0.48 <sup>b</sup>	28.63±1.65 <sup>c</sup>	26.86±0.76 <sup>d</sup>	21.16±0.00 <sup>c</sup>	18.63±0.18 <sup>f</sup>
C17:0	<1	1.13±0.14 <sup>a</sup>	1.07±0.01 <sup>a</sup>	1.05±0.07 <sup>a</sup>	1.77±0.02 <sup>b</sup>	1.49±0.23 <sup>c</sup>
C18:0	2.20±0.28 <sup>a</sup>	6.06±2.32 <sup>b</sup>	4.44±0.67 <sup>b</sup>	4.56±0.45 <sup>b</sup>	7.47±0.18 <sup>c</sup>	10.13±0.66 <sup>d</sup>
C20:0	<1	<1	<1	<1	1.84±0.01	2.06±0.28
<b>ΣSFA</b>	<b>34.79<sup>a</sup></b>	<b>24.28<sup>b</sup></b>	<b>36.84<sup>a</sup></b>	<b>34.97<sup>a</sup></b>	<b>35.10<sup>a</sup></b>	<b>34.95<sup>a</sup></b>
C16:1	12.94±0.35 <sup>a</sup>	10.28±0.33 <sup>b</sup>	10.85±0.51 <sup>b</sup>	16.63±0.60 <sup>c</sup>	9.15±0.06 <sup>d</sup>	6.74±0.74 <sup>c</sup>
C17:1	<1	1.11±0.04 <sup>a</sup>	0.96±0.01 <sup>a</sup>	1.09±0.13 <sup>a</sup>	0.98±0.01 <sup>a</sup>	1.96±0.26 <sup>b</sup>
C18:1n9+n7	28.72±1.24 <sup>a</sup>	40.70±1.60 <sup>b</sup>	22.33±0.43 <sup>c</sup>	21.11±0.04 <sup>c</sup>	16.02±0.41 <sup>d</sup>	12.65±0.69 <sup>e</sup>
C20:1n9	1.64±0.14 <sup>a</sup>	3.90±0.09 <sup>b</sup>	1.56±0.72 <sup>a</sup>	2.40±0.46 <sup>c</sup>	1.14±0.15 <sup>a</sup>	1.47±0.59 <sup>a</sup>
C22:1n9	ND	ND	ND	ND	1.32±0.14	1.39±0.26
<b>ΣMUFA</b>	<b>43.30<sup>a</sup></b>	<b>55.98<sup>b</sup></b>	<b>35.7<sup>c</sup></b>	<b>41.22<sup>a</sup></b>	<b>28.61<sup>d</sup></b>	<b>24.19<sup>e</sup></b>
C16:2n4	<1	<1	<1	0.98±0.03	1.43±0.04	
C18:2n6	0.75±0.18 <sup>a</sup>	1.77±0.02 <sup>b</sup>	1.45±0.11 <sup>c</sup>	<1	1.41±0.01 <sup>c</sup>	1.18±0.12 <sup>d</sup>
C20:4n6	1.88±0.10 <sup>a</sup>	0.75±0.06 <sup>b</sup>	3.14±0.97 <sup>c</sup>	2.18±0.21 <sup>ad</sup>	2.38±0.06 <sup>ad</sup>	2.82±0.06 <sup>cd</sup>
C22:4n6	0.89±0.05 <sup>a</sup>	<1	1.62±0.20 <sup>b</sup>	1.56±0.15 <sup>b</sup>	2.29±0.01 <sup>c</sup>	2.63±0.01 <sup>d</sup>
C22:5n6	1.03±0.05 <sup>a</sup>	<1	1.48±0.11 <sup>b</sup>	1.68±0.15 <sup>c</sup>	2.43±0.05 <sup>d</sup>	2.23±0.04 <sup>e</sup>
<b>Σn6</b>	<b>4.55<sup>a</sup></b>	<b>2.64<sup>b</sup></b>	<b>7.69<sup>c</sup></b>	<b>5.41<sup>d</sup></b>	<b>8.49<sup>e</sup></b>	<b>8.85<sup>e</sup></b>
C20:5n3	2.31±0.09 <sup>a</sup>	0.79±0.05 <sup>b</sup>	4.21±0.66 <sup>c</sup>	4.04±0.65 <sup>c</sup>	3.05±0.06 <sup>d</sup>	4.12±0.33 <sup>c</sup>
C22:5n3	1.37±0.08 <sup>a</sup>	0.63±0.02 <sup>b</sup>	2.16±0.51 <sup>c</sup>	1.47±0.18 <sup>a</sup>	2.52±0.04 <sup>cd</sup>	2.78±0.21 <sup>d</sup>
C22:6n3	11.81±0.60 <sup>ac</sup>	4.93±0.46 <sup>b</sup>	13.28±0.41 <sup>cd</sup>	10.17±0.59 <sup>a</sup>	14.27±0.40 <sup>d</sup>	17.57±3.55 <sup>e</sup>
<b>Σn3</b>	<b>15.49<sup>a</sup></b>	<b>6.35<sup>b</sup></b>	<b>19.64<sup>c</sup></b>	<b>15.68<sup>a</sup></b>	<b>20.52<sup>c</sup></b>	<b>24.47<sup>d</sup></b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>20.04<sup>a</sup></b>	<b>8.87<sup>b</sup></b>	<b>27.34<sup>c</sup></b>	<b>22.07<sup>d</sup></b>	<b>30.43<sup>e</sup></b>	<b>34.19<sup>f</sup></b>
<b>n3/n6</b>	<b>3.41<sup>a</sup></b>	<b>2.52<sup>b</sup></b>	<b>2.55<sup>b</sup></b>	<b>2.90<sup>b</sup></b>	<b>2.42<sup>b</sup></b>	<b>2.77<sup>b</sup></b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>5.10<sup>a</sup></b>	<b>6.27<sup>b</sup></b>	<b>3.16<sup>c</sup></b>	<b>2.52<sup>d</sup></b>	<b>4.69<sup>ae</sup></b>	<b>4.26<sup>e</sup></b>

n=3±std

Kromatografide ayrışımı esnasında zaman zaman piklerde iç içe geçme olduğundan dolayı bu yağ asitleri ile ilgili ifadelerde 18:1n9+n7 toplamı ifadesi kullanılmıştır. Kıkırdaklı balık karaciğer yağlarının PUFA değerleri %8.87 (büyük burunlu köpek balığı) ile %34.19 (inek burunlu vatoz) aralığında bulunmuştur. Çalışmada kullanılan altı farklı tür balığa ait karaciğer yağındaki yağ asitleri PUFA değerleri arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Çalışılan balık karaciğer yağlarının  $\Sigma n6$  ve  $\Sigma n3$  seviyeleri sırası ile %2.64 - 8.85 ve %6.35-24.47 aralığında bulunurken, n3/n6 ve DHA/EPA oranları sırası ile 2.42-3.41 ve 2.52 - 6.27 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, bu çalışmada; inek burunlu vatoz, kemane vatoz, kartal vatoz, iğneli vatoz, adi köpek balığı ve büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağı DHA+EPA seviyeleri sırası ile %21.69, 17.49, 17.32, 14.21, 14.12 ve 5.72 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada kullanılan farklı iki tür kıkırdaklı balıklardan *R. bonasus* ve *A. narinari* karaciğer yağında yapılan bir çalışmada EPA+DHA değerlerini sırası ile %13.2 ve %8.0 olarak hesaplamıştır (Navarro-Garcia ve ark., 2010). *R. bonasus* ve *A. narinari* için verilen bu değerler, bu çalışmada elde edilen değerlerden büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağı EPA+DHA seviyesi hariç tüm balıklardan düşüktür.

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim sırası ile Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14'te verilmiştir. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağı yağ asitlerinin  $\Sigma SFA$  ve  $\Sigma MUFA$  değerlerinde genelde bir azalma gözlenirken  $\Sigma PUFA$  seviyesinde genelde bir artış gözlenmiştir. Depolama sonuna doğru  $\Sigma SFA$  bileşenlerinden hem buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan C14:0 ve C18:0 yağ asitlerinde bir artış, C16:0 oranında ise azalmalar gözlemlenmiştir. Özden (1995) sardalya balığının depolanması sırasında C14:0 ve C16:0 ve C18:0 yağ asitlerindeki değişimi incelemiş ve depolama sonunda C14:0 ve C18:0 yağ asitleri başlangıç seviyelerine oranla bir azalma, C16:0 oranında ise bir artış belirlenmiştir.

Ayrıca, araştırmada kullanılan tüm kıkırdaklı balık karaciğer yağları yağ asitlerinden C16:1n9 yağ asidinin depolama süresince belirlenen değişiminde depolama süresinin, depolama süresi ile türler arasındaki etkileşim, depolama süresi ile depolama şekli arasındaki etkileşim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).



Çizelge 4.13. Buzdolabında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim

<b>Karbon Zinciri \ Günler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>30. Gün</b>	<b>60. Gün</b>	<b>90. Gün</b>	<b>120. Gün</b>	<b>150. Gün</b>	<b>180. Gün</b>
C14:0	1.71±0.25	2.19±0.24	2.44±0.16	2.42±0.20	2.48±0.03	1.73±0.01	2.54±0.05
C16:0	30.88±0.48	24.99±1.84	22.66±1.44	25.67±0.57	24.56±0.39	27.82±0.03	25.86±0.14
C18:0	2.20±0.28	3.08±0.27	4.11±0.52	3.35±0.21	3.47±0.04	3.80±0.08	3.98±0.16
<b>ΣSFA</b>	<b>34.79</b>	<b>30.26</b>	<b>29.21</b>	<b>31.45</b>	<b>30.51</b>	<b>33.36</b>	<b>32.38</b>
C16:1	12.94±0.35	14.22±0.81	13.51±0.01	15.33±0.43	14.17±0.15	13.38±0.14	15.10±0.31
C18:1n9+n7	28.72±1.24	23.98±2.57	22.80±2.91	24.29±0.53	22.84±0.23	25.05±0.02	24.56±0.14
C20:1n9	1.64±0.14	1.68±0.12	2.06±0.15	1.89±0.06	1.83±0.02	1.90±0.00	2.05±0.07
<b>ΣMUFA</b>	<b>43.30</b>	<b>39.87</b>	<b>38.36</b>	<b>41.50</b>	<b>38.84</b>	<b>40.32</b>	<b>41.71</b>
C18:2n6	0.75±0.18	0.74±0.04	1.69±0.59	0.76±0.14	0.76±0.01	0.62±0.01	0.61±0.03
C20:4n6	1.88±0.10	2.09±0.16	2.33±0.04	2.14±0.04	2.20±0.06	2.15±0.01	2.25±0.03
C22:4n6	0.89±0.05	1.18±0.12	1.31±0.04	1.32±0.12	1.30±0.04	1.13±0.04	1.25±0.01
C22:5n6	1.03±0.05	1.29±0.10	1.36±0.16	1.28±0.08	1.40±0.02	1.24±0.02	1.43±0.06
<b>Σn6</b>	<b>4.55</b>	<b>5.29</b>	<b>6.69</b>	<b>5.51</b>	<b>5.66</b>	<b>5.14</b>	<b>5.54</b>
C20:5n3	2.31±0.09	2.85±0.18	3.11±0.18	2.96±0.11	2.99±0.04	2.70±0.05	2.95±0.12
C22:5n3	1.37±0.08	1.67±0.10	1.81±0.13	1.67±0.05	1.80±0.02	1.46±0.02	1.84±0.03
C22:6n3	11.81±0.60	11.74±0.83	10.78±0.24	11.79±0.68	11.86±0.05	10.81±0.12	11.52±0.32
<b>Σn3</b>	<b>15.49</b>	<b>16.26</b>	<b>15.70</b>	<b>16.41</b>	<b>16.65</b>	<b>14.97</b>	<b>16.31</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>20.04</b>	<b>21.56</b>	<b>22.38</b>	<b>21.93</b>	<b>22.31</b>	<b>20.12</b>	<b>21.85</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>98.13</b>	<b>91.69</b>	<b>89.95</b>	<b>94.88</b>	<b>91.67</b>	<b>93.79</b>	<b>95.93</b>
<b>n3/n6</b>	<b>3.41</b>	<b>3.07</b>	<b>2.35</b>	<b>2.98</b>	<b>2.94</b>	<b>2.91</b>	<b>2.95</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>5.10</b>	<b>4.13</b>	<b>3.47</b>	<b>3.99</b>	<b>3.97</b>	<b>4.01</b>	<b>3.91</b>

n=3±std

Çizelge 4.14.Oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim

<b>Günler</b> <b>Karbon Zinciri</b>	<b>1. Gün</b>	<b>30. Gün</b>	<b>60. Gün</b>	<b>90. Gün</b>	<b>120. Gün</b>	<b>150. Gün</b>	<b>180. Gün</b>
C14:0	1.71±0.25	2.33±0.36	2.14±0.27	2.21±0.33	2.56±0.21	1.78±0.05	2.42±0.09
C16:0	30.88±0.48	26.90±0.60	29.45±0.95	28.37±1.15	26.21±0.17	29.25±0.40	26.16±0.57
C18:0	2.20±0.28	3.39±0.32	3.64±0.31	3.27±0.22	3.66±0.02	3.93±0.07	4.12±0.02
<b>ΣSFA</b>	<b>34.79</b>	<b>32.62</b>	<b>35.23</b>	<b>33.84±</b>	<b>32.43</b>	<b>34.96</b>	<b>32.70</b>
C16:1	12.94±0.35	14.77±0.28	14.78±0.40	14.76±0.75	13.99±0.06	12.65±0.24	14.47±0.39
C18:1n9+n7	28.72±1.24	24.46±1.00	25.98±1.00	24.70±1.34	23.33±0.24	25.05±0.19	24.37±0.34
C20:1n9	1.64±0.14	1.73±0.41	1.64±0.42	1.54±0.24	1.86±0.02	1.97±0.07	2.00±0.24
<b>ΣMUFA</b>	<b>43.30</b>	<b>40.96</b>	<b>42.40</b>	<b>40.99</b>	<b>39.18</b>	<b>39.67</b>	<b>40.83</b>
C18:2n6	0.75±0.18	0.70±0.08	0.66±0.01	0.63±0.02	0.64±0.06	0.87±0.04	1.12±0.03
C20:4n6	1.88±0.10	2.09±0.12	2.01±0.09	2.07±0.01	2.17±0.06	2.21±0.19	2.18±0.05
C22:4n6	0.89±0.05	1.27±0.12	1.34±0.03	1.11±0.04	1.20±0.03	1.08±0.16	1.11±0.03
C22:5n6	1.03±0.05	1.25±0.07	1.23±0.02	1.21±0.04	1.33±0.02	1.21±0.15	1.31±0.04
<b>Σn6</b>	<b>4.55</b>	<b>5.31</b>	<b>5.23</b>	<b>5.02</b>	<b>5.34</b>	<b>5.37</b>	<b>5.72</b>
C20:5n3	2.31±0.09	2.68±0.12	2.60±0.09	2.57±0.41	2.86±0.02	2.64±0.15	2.72±0.01
C22:5n3	1.37±0.08	1.54±0.07	1.57±0.01	1.63±0.04	1.70±0.06	1.39±0.06	1.71±0.06
C22:6n3	11.81±0.60	10.33±0.10	10.02±0.29	11.45±0.57	11.41±0.04	10.11±0.21	10.41±0.38
<b>Σn3</b>	<b>15.49</b>	<b>14.55</b>	<b>14.19</b>	<b>15.65</b>	<b>15.97</b>	<b>14.14</b>	<b>14.84</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>20.04</b>	<b>19.86</b>	<b>19.42</b>	<b>20.67</b>	<b>21.31</b>	<b>19.51</b>	<b>20.56</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>98.13</b>	<b>93.44</b>	<b>97.05</b>	<b>95.51</b>	<b>92.92</b>	<b>94.14</b>	<b>94.09</b>
<b>n3/n6</b>	<b>3.41</b>	<b>2.74</b>	<b>2.71</b>	<b>3.12</b>	<b>2.99</b>	<b>2.63</b>	<b>2.60</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>5.10</b>	<b>3.86</b>	<b>3.86</b>	<b>4.46</b>	<b>3.99</b>	<b>3.83</b>	<b>3.83</b>

n=3±std

Diğer taraftan, buzdolabında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağının  $\Sigma$ MUFA seviyesinde depolama sonunda görülen azalma C18:1n9+n7 yağ asitleri seviyesindeki azalmadan kaynaklanmaktadır. Çünkü her ne kadar C16:1 ve C20:1n9 seviyelerinde depolama sonunda artış kaydedildiyse de bu artış %C18:1n9+n7 seviyesinde görülen azalmadan daha düşük olmuştur.

$\Sigma$ PUFA bileşenleri yağ asitlerinden DHA en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Bunu EPA ve AA (Araşidonik Asit) takip etmiştir. Depolama süresince DHA seviyesindeki değişim genel olarak oda sıcaklığında depolanan adi köpek balığı karaciğer yağında azalma eğilimi gösterirken buzdolabında depolananda çok fazla bir değişim görülmemiştir.

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim sırası ile Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16'da verilmiştir. Bu çalışmanın en şaşırtıcı bulgularından biri büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının sahip olduğu C18:1n9+n7 (oleik asit) yağ asidi miktarının çok yüksek oluşudur.

Bu miktar araştırmanın başında büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağı için %40.70 olarak tespit edilmiştir. Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının C18:1n9+n7 miktarı depolama sonunda başlangıç düzeyinden % 7.60-11'lik bir azalma kaydetmiştir. Dolayısı ile karaciğer yağının C18:1n9+n7 seviyesi depolanmaya bağlı olarak önemli miktarda azalma göstermiştir

Çalışılan tüm kıkırdaklı balık karaciğer yağları yağ asitleri C18:1n9+n7 açısından incelendiğinde, C18:1n9+n7 yağ asidinin depolama süresince belirlenen değişiminde depolama süresi ile türler arasındaki etkileşim, depolama süresi ile depolama şekli arasındaki etkileşim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca, depolanan balık türü, depolama şekli ve depolama süresi üçlü etkileşimi de oldukça önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağı yağ asitlerinde bir diğer dikkat çeken özellik ise bir köpek balığı karaciğer yağında ve aynı zamanda bir deniz balığında beklenenin çok çok altında EPA ve DHA ve AA içermesidir. Çalışmada incelen diğer tür köpek balığı (adi köpek balığı), kemane vatoz ve vatoz balıkları (iğneli, kartal ve

Çizelge 4.15. Buzdolabında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim

<b>Karbon Zinciri \ Günler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>30. Gün</b>	<b>60. Gün</b>	<b>90. Gün</b>	<b>120. Gün</b>	<b>150. Gün</b>	<b>180. Gün</b>
C14:0	1.93±0.07	2.46±0.43	2.15±0.21	2.18±0.36	2.44±0.08	1.74±0.01	2.53±0.06
C16:0	16.59±0.48	20.91±4.35	18.69±0.34	18.58±1.43	17.46±0.14	17.24±0.21	18.72±0.28
C17:0	1.13±0.14	1.13±0.08	0.95±0.10	0.88±0.12	1.00±0.02	0.77±0.01	1.05±0.03
C18:0	6.06±2.32	5.66±0.59	5.94±0.23	5.55±0.51	5.93±0.05	5.56±0.82	6.52±0.08
<b>ΣSFA</b>	<b>25.70</b>	<b>30.17</b>	<b>27.73</b>	<b>27.19</b>	<b>26.83</b>	<b>25.32</b>	<b>28.82</b>
C16:1n9	10.28±0.33	11.21±1.14	9.92±1.01	10.48±0.80	10.36±0.13	8.18±0.07	10.93±0.32
C17:1	1.11±0.04	1.44±0.05	1.28±0.13	1.20±0.16	1.38±0.03	1.12±0.03	1.44±0.06
C18:1n9+n7	40.70±1.60	35.19±4.82	39.99±4.88	39.59±2.86	35.05±0.87	42.71±0.83	36.22±1.08
C20:1n9	3.90±0.09	4.56±0.32	5.00±0.14	4.93±0.29	4.92±0.12	4.44±0.03	5.57±0.15
<b>ΣMUFA</b>	<b>55.98</b>	<b>52.40</b>	<b>56.19</b>	<b>56.21</b>	<b>51.72</b>	<b>56.45</b>	<b>54.16</b>
C18:2n6	1.77±0.02	2.31±0.49	1.92±0.13	1.99±0.20	2.04±0.01	2.00±0.25	2.02±0.22
C20:4n6	0.75±0.06	1.00±0.31	0.73±0.02	0.71±0.06	0.89±0.04	0.92±0.07	0.79±0.04
<b>Σn6</b>	<b>2.52</b>	<b>3.31</b>	<b>2.65</b>	<b>2.69</b>	<b>2.92</b>	<b>2.92</b>	<b>2.81</b>
C20:5n3	0.79±0.05	0.98±0.13	0.71±0.19	0.93±0.15	1.37±0.07	1.64±0.07	0.84±0.03
C22:5n3	0.63±0.02	1.41±0.56	0.81±0.03	0.75±0.08	0.82±0.04	0.73±0.03	0.90±0.01
C22:6n3	4.93±0.46	5.56±0.18	5.14±0.11	4.09±0.96	5.32±0.12	3.98±0.06	4.92±0.15
<b>Σn3</b>	<b>6.35</b>	<b>7.96</b>	<b>6.66</b>	<b>5.76</b>	<b>7.50</b>	<b>6.35</b>	<b>6.66</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>8.87</b>	<b>11.27</b>	<b>9.31</b>	<b>8.45</b>	<b>10.43</b>	<b>9.27</b>	<b>9.47</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>90.56</b>	<b>93.84</b>	<b>93.24</b>	<b>91.86</b>	<b>88.97</b>	<b>91.03</b>	<b>92.45</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.52</b>	<b>2.40</b>	<b>2.52</b>	<b>2.14</b>	<b>2.57</b>	<b>2.17</b>	<b>2.37</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>6.27</b>	<b>5.66</b>	<b>7.24</b>	<b>4.41</b>	<b>3.88</b>	<b>2.42</b>	<b>5.83</b>

n=3±std

Çizelge 4.16. Oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim

Günler Karbon Zinciri	Günler						
	1. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün	120. Gün	150. Gün	180. Gün
C14:0	1.93±0.07	2.48±0.09	2.32±0.03	2.09±0.31	2.44±0.08	1.73±0.06	2.70±0.09
C16:0	16.59±0.48	18.05±0.40	19.99±0.29	18.04±0.52	19.36±2.72	16.57±0.54	19.80±0.61
C17:0	1.13±0.14	1.07±0.06	1.10±0.11	0.92±0.15	1.00±0.07	0.81±0.08	1.08±0.02
C18:0	6.06±2.32	5.96±0.23	6.70±0.28	5.59±0.51	5.66±0.77	5.29±0.10	7.14±0.19
<b>ΣSFA</b>	<b>25.70</b>	<b>27.57</b>	<b>30.12</b>	<b>26.65</b>	<b>28.46</b>	<b>24.41</b>	<b>30.71</b>
C16:1n9	10.28±0.33	10.41±0.25	9.95±0.72	9.88±0.66	11.00±1.19	8.40±0.22	11.01±0.48
C17:1	1.11±0.04	1.34±0.03	1.44±0.01	1.18±0.15	1.36±0.12	1.14±0.04	1.45±0.02
C18:1n9+n7	40.70±1.60	36.37±1.46	41.27±0.59	41.01±3.02	33.21±3.73	42.46±0.78	37.49±1.24
C20:1n9	3.90±0.09	5.13±0.12	5.52±0.20	4.72±0.33	4.53±1.01	4.63±0.08	6.12±0.29
<b>ΣMUFA</b>	<b>55.98</b>	<b>53.25</b>	<b>58.19</b>	<b>56.78</b>	<b>50.10</b>	<b>56.62</b>	<b>56.07</b>
C18:2n6	1.77±0.02	2.11±0.08	1.89±0.02	1.89±0.18	1.80±0.40	1.90±0.24	2.18±0.10
C20:4n6	0.75±0.06	0.72±0.05	0.75±0.00	0.71±0.10	1.02±0.40	0.76±0.09	0.81±0.03
<b>Σn6</b>	<b>2.52</b>	<b>2.83</b>	<b>2.63</b>	<b>2.60</b>	<b>2.82</b>	<b>2.66</b>	<b>2.99</b>
C20:5n3	0.79±0.05	0.78±0.05	0.78±0.02	0.73±0.06	1.45±0.52	1.24±0.14	0.89±0.05
C22:5n3	0.63±0.02	0.76±0.04	1.60±0.01	1.29±0.07	1.20±0.33	0.81±0.05	1.80±0.26
C22:6n3	4.93±0.46	4.79±0.32	4.27±0.44	4.58±0.37	6.22±2.10	3.92±0.03	5.11±0.17
<b>Σn3</b>	<b>6.35</b>	<b>6.33</b>	<b>6.65</b>	<b>6.60</b>	<b>8.87</b>	<b>5.97</b>	<b>7.80</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>8.87</b>	<b>9.16</b>	<b>9.28</b>	<b>9.20</b>	<b>11.69</b>	<b>8.63</b>	<b>10.79</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>90.56</b>	<b>89.98</b>	<b>97.59</b>	<b>92.63</b>	<b>90.25</b>	<b>89.66</b>	<b>97.58</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.52</b>	<b>2.24</b>	<b>2.53</b>	<b>2.54</b>	<b>3.14</b>	<b>2.25</b>	<b>2.60</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>6.27</b>	<b>6.14</b>	<b>5.45</b>	<b>6.25</b>	<b>4.30</b>	<b>3.15</b>	<b>5.76</b>

n=3±std

inek burunlu vatoz) karaciğer yağları EPA ve DHA ve AA seviyeleri büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağından oldukça fazla bulunmuştur.

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının EPA ve DHA ve AA miktarı depolama başlangıcında sırası ile %0.79, %4.93 ve %0.75 olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda aynı değerler buzdolabında depolanan yağ için sırası ile %0.84, %4.92 ve %0.79 ve oda sıcaklığında depolanan yağ için ise sırası ile %0.89, %5.11 ve %0.81 olarak tespit edilmiştir. Bu balık karaciğer yağında depolama sonucunda C18:1n9+n7'deki düşüşün aksine EPA ve DHA ve AA miktarlarına depolama süresi neredeyse etki etmemiştir.

Araştırılan kıkırdaklı balıkların karaciğer yağlarının C18:2n6 (linoleik asit) yağ asidi düzeyleri incelendiğinde, çalışılan tüm balıklar içerisinde en yüksek C18:2n6 oranının büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağına ait olduğu görülmektedir. İnsan vücudu bazı metabolik faaliyetler için gerekli olan C18:2n6 ve  $\alpha$ -C18:2n6 (alfa linoleik asit) asit hariç, ihtiyaç duyduğu bütün yağ asitlerini kendi oluşturabilir (Anonymous 2011j).

Dolayısı ile bu esansiyel yağ asitlerinin besin yoluyla alınmaları gerekir (Anonymous 2011j). Bu esansiyel yağ asitlerinin prostaglandin adlı hormonumsu bileşiklerin oluşumunda kullanıldığı ve prostaglandinler ise kan basıncı kan pıhtılaşması, kan yağ seviyeleri, bağışıklık ve iltihaplanmalara bağlı yangı tepkimelerini denetledikleri bildirilmektedir (Anonim, 2011h). Ayrıca, C18:2n6 cilt üzerindeki yararlı özellikleri nedeniyle kozmetik ürünleri sektöründe giderek daha popüler hale gelmiştir ve cilt üzerinde anti-inflamatuar, akne azaltıcı ve nem tutucu özellikleri vurgulanmıştır (Letawe ve ark., 1993 ve Darmstadt ve ark., 2002).

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kemane vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim sırası ile Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18'de verilmiştir. Araştırmada incelenen balıklar içerisinde  $\Sigma$ SFA bileşenlerinden C16:0 (palmitik asit) oranı en yüksek kemane vatozda tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Hem buzdolabında ve hem de oda sıcaklığında depolanan kemane vatoz karaciğer yağının C16:0 seviyesinde neredeyse hiç değişim gözlenmemiştir.

Çalışmada kullanılan tüm kıkırdaklı balık karaciğer yağları yağ asitleri C16:0 açısından incelendiğinde, C16:0 yağ asidinin depolama süresince belirlenen

Çizelge 4.17. Buzdolabında depolanan kemane balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim

Günler Karbon Zinciri	Günler						
	1. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün	120. Gün	150. Gün	180. Gün
C14:0	1.95±0.07	2.94±0.06	2.74±0.27	2.62±0.26	2.92±0.09	2.09±0.07	3.07±0.03
C15:0	0.74±0.01	1.12±0.02	1.03±0.13	0.96±0.11	1.08±0.03	0.76±0.02	1.19±0.02
C16:0	28.63±1.65	29.87±0.76	30.48±1.11	30.09±2.08	26.31±0.36	31.13±1.52	27.53±0.95
C17:0	1.07±0.01	1.30±0.16	1.26±0.16	1.07±0.04	1.30±0.12	0.90±0.02	1.52±0.03
C18:0	4.44±0.67	7.06±0.31	6.54±0.47	5.97±0.33	6.22±0.58	6.27±0.15	7.09±0.14
<b>ΣSFA</b>	<b>36.84</b>	<b>42.29</b>	<b>42.05</b>	<b>40.71</b>	<b>37.83</b>	<b>41.14</b>	<b>40.40</b>
C16:1n9	10.85±0.51	10.31±0.48	10.86±0.29	10.86±0.23	11.03±0.26	9.25±0.40	11.59±0.56
C17:1	0.96±0.01	1.16±0.22	1.04±0.09	1.09±0.21	1.19±0.03	0.97±0.04	1.26±0.02
C18:1n9+n7	22.33±0.43	19.23±0.93	21.14±0.90	21.18±0.93	20.29±1.20	20.59±0.50	21.59±0.68
C20:1n9	1.56±0.72	1.16±0.20	1.24±0.14	1.11±0.07	1.41±0.10	1.68±0.08	1.30±0.00
<b>ΣMUFA</b>	<b>35.7</b>	<b>31.86</b>	<b>34.28</b>	<b>34.24</b>	<b>33.92</b>	<b>32.49</b>	<b>35.75</b>
C18:2n6	1.45±0.11	1.06±0.05	1.07±0.09	1.06±0.10	1.24±0.09	1.07±0.04	1.17±0.17
C20:4n6	3.14±0.97	3.12±0.20	3.24±0.08	3.22±0.07	3.43±0.01	3.07±0.16	3.21±0.11
C22:4n6	1.62±0.20	1.19±0.10	1.24±0.03	1.19±0.05	1.38±0.13	1.13±0.01	1.24±0.14
C22:5n6	1.48±0.11	1.30±0.12	1.39±0.04	1.29±0.09	1.48±0.05	1.25±0.02	1.37±0.01
<b>Σn6</b>	<b>7.69</b>	<b>6.7</b>	<b>6.94</b>	<b>6.77</b>	<b>7.54</b>	<b>6.52</b>	<b>6.99</b>
C20:5n3	4.21±0.66	3.43±0.12	3.65±0.08	3.63±0.12	3.81±0.01	3.38±0.12	3.34±0.11
C22:5n3	2.16±0.51	1.93±0.08	2.03±0.05	1.98±0.13	2.13±0.07	1.73±0.02	1.97±0.09
C22:6n3	13.28±0.41	9.53±0.41	10.31±0.59	10.17±0.20	10.40±0.66	9.23±0.26	8.76±0.52
<b>Σn3</b>	<b>19.64</b>	<b>14.89</b>	<b>15.99</b>	<b>15.78</b>	<b>16.34</b>	<b>14.34</b>	<b>14.07</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>27.34</b>	<b>21.56</b>	<b>22.93</b>	<b>22.54</b>	<b>23.88</b>	<b>20.86</b>	<b>21.06</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>99.87</b>	<b>95.71</b>	<b>99.26</b>	<b>97.49</b>	<b>95.62</b>	<b>94.49</b>	<b>97.21</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.55</b>	<b>2.23</b>	<b>2.30</b>	<b>2.33</b>	<b>2.17</b>	<b>2.20</b>	<b>2.01</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>3.16</b>	<b>2.78</b>	<b>2.82</b>	<b>2.80</b>	<b>2.73</b>	<b>2.73</b>	<b>2.62</b>

n=3±std

Çizelge 4.18. Oda sıcaklığında depolanan kemane balığı karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim

<b>Karbon Zinciri \ Günler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>30. Gün</b>	<b>60. Gün</b>	<b>90. Gün</b>	<b>120. Gün</b>	<b>150. Gün</b>	<b>180. Gün</b>
C14:0	1.95±0.07	2.50±0.02	2.77±0.14	2.63±0.25	2.97±0.06	1.97±0.05	3.16±0.12
C15:0	0.74±0.01	0.76±0.02	1.21±0.10	0.94±0.11	1.11±0.02	0.65±0.00	1.21±0.04
C16:0	28.63±1.65	26.74±0.21	29.93±0.68	29.88±1.91	27.85±0.40	28.47±0.58	28.55±0.35
C17:0	1.07±0.01	0.82±0.01	0.84±0.03	1.13±0.20	1.32±0.02	0.82±0.03	1.53±0.06
C18:0	4.44±0.67	3.86±0.26	6.88±0.32	5.68±0.58	6.21±0.09	6.76±0.12	7.13±0.14
<b>ΣSFA</b>	<b>36.84</b>	<b>34.67</b>	<b>41.62</b>	<b>40.26</b>	<b>39.46</b>	<b>38.66</b>	<b>41.58</b>
C16:1n9	10.85±0.51	14.55±0.02	11.65±0.47	11.13±0.17	11.10±0.17	8.72±0.21	11.99±0.21
C17:1	0.96±0.01	0.98±0.04	1.26±0.13	1.03±0.09	1.24±0.03	0.92±0.01	1.24±0.02
C18:1n9+n7	22.33±0.43	24.22±0.11	21.19±0.28	20.87±0.59	19.74±0.27	20.58±0.36	22.16±0.38
C20:1n9	1.56±0.72	2.10±0.13	1.54±0.04	1.30±0.40	1.36±0.24	1.70±0.07	0.73±0.01
<b>ΣMUFA</b>	<b>35.7</b>	<b>41.83</b>	<b>35.63</b>	<b>34.33</b>	<b>33.44</b>	<b>31.92</b>	<b>36.11</b>
C18:2n6	1.45±0.11	0.80±0.02	1.11±0.09	1.06±0.10	1.16±0.01	1.01±0.02	1.14±0.08
C20:4n6	3.14±0.97	2.05±0.01	3.30±0.28	3.18±0.11	3.10±0.10	3.20±0.03	3.32±0.04
C22:4n6	1.62±0.20	1.24±0.13	1.24±0.01	1.20±0.03	1.16±0.02	1.23±0.14	1.34±0.14
C22:5n6	1.48±0.11	1.28±0.08	1.24±0.01	1.29±0.06	1.34±0.03	1.31±0.21	1.38±0.05
<b>Σn6</b>	<b>7.69</b>	<b>5.36</b>	<b>6.90</b>	<b>6.72</b>	<b>6.75±</b>	<b>6.75±</b>	<b>7.18</b>
C20:5n3	4.21±0.66	2.61±0.01	3.39±0.17	3.51±0.16	3.41±0.04	3.95±0.08	3.47±0.03
C22:5n3	2.16±0.51	1.53±0.01	1.87±0.02	1.90±0.06	2.02±0.01	1.87±0.13	2.10±0.04
C22:6n3	13.28±0.41	9.90±0.15	8.53±0.50	9.46±0.48	9.48±0.19	10.31±0.09	9.56±0.24
<b>Σn3</b>	<b>19.64</b>	<b>14.04</b>	<b>13.79</b>	<b>14.88</b>	<b>14.91</b>	<b>16.13</b>	<b>15.13</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>27.34</b>	<b>19.39</b>	<b>20.69</b>	<b>21.60</b>	<b>21.66</b>	<b>22.88</b>	<b>22.31</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>99.87</b>	<b>95.89</b>	<b>97.95</b>	<b>96.20</b>	<b>94.56</b>	<b>93.45</b>	<b>100.00</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.55</b>	<b>2.62</b>	<b>2.00</b>	<b>2.21</b>	<b>2.21</b>	<b>2.39</b>	<b>2.11</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>3.16</b>	<b>3.79</b>	<b>2.52</b>	<b>2.69</b>	<b>2.78</b>	<b>2.61</b>	<b>2.75</b>

n=3±std



değişiminde depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca, depolama süresi ile türler arasındaki etkileşim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Depolanan balık türü, depolama şekli ve depolama süresi üçlü etkileşimi de oldukça önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Yani, araştırmada kullanılan tüm kıkırdaklı balık karaciğer yağları yağ asitlerinden C16:0 oranının depolama süresinceki değişiminde buzdolabı ve oda sıcaklığında depolanma etkisi, zamanın etkisi ve balık türünün etkisi önemli bulunmuştur.

Kemane vatoz karaciğer yağı C18:1n9+n7 miktarı neredeyse büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının yarısı kadar iken kemane vatoz karaciğer yağı DHA seviyesi büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının 2.5 katından fazla tespit edilmiştir. Ould El Kebir ve ark. (2007) dişi ve erkek kemane vatozlardan *Rhinobatos cemiculus* bireyleri karaciğer yağlarının DHA seviyeleri bu çalışmada kullanılan kemane vatoz DHA oranı ile benzerlik göstermiştir diğer yağ asitleri bileşenleri ile mukayese edildiğinde genellikle sürekli bir düşüş göstermiş ve depolama sonunda her iki depolama şeklinde de önemli derecede azalmıştır.

Bu çalışmada kemane vatoz karaciğer yağının C14:0 ve EPA bulguları dişi ve erkek kemane vatoz (*Rhinobatos cemiculus*) karaciğer yağındaki belirtilen değerler aralığında, C16:0 değerinden ise büyük bulunmuştur (Ould El Kebir ve ark., 2007). Çalışılan balık karaciğer yağları içerisinde en yüksek AA değerine kemane vatoz sahiptir. ( $P<0.05$ ). Üzerinde çalışılan tüm kıkırdaklı balık karaciğer yağları yağ asitleri AA açısından incelendiğinde, AA yağ asidinin depolama süresince belirlenen değişiminde depolama süresi ile türler arasındaki etkileşim, depolama süresi ile depolama şekli arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca, depolanan balık türü, depolama şekli ve depolama süresi üçlü etkileşimi de istatistiksel olarak oldukça önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim sırası ile Çizelge 4.19 ve Çizelge 4.20'de verilmiştir. İğneli vatoz karaciğer yağının yağ asitleri  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma$ n3 ve  $\Sigma$ n6 oranları sırası ile %34.47, %41.22, %22.07, %15.49 ve %4.55 olarak tespit edilmiştir. Bu veriler Doğu Tropikal Atlantik okyanusunda yakalanan üç tür kıkırdaklı balıklardan; *Dasyatis marmorata*, *Rhinoptera marginata* ve *Rhinobatos cemiculus* dişi

Çizelge 4.19. Buzdolabında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim

<b>Karbon Zinciri \ Günler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>30. Gün</b>	<b>60. Gün</b>	<b>90. Gün</b>	<b>120. Gün</b>	<b>150. Gün</b>	<b>180. Gün</b>
C14:0	2.51±0.25	2.47±0.03	2.53±0.08	2.24±0.21	2.53±0.01	1.95±0.03	2.49±0.04
C16:0	26.86±0.76	25.09±0.47	26.21±0.32	24.99±0.16	24.72±0.18	24.84±0.17	25.34±0.92
C17:0	1.05±0.07	1.03±0.06	1.07±0.04	0.98±0.16	1.00±0.00	0.76±0.03	1.12±0.02
C18:0	4.56±0.45	4.62±0.14	4.65±0.18	4.18±0.34	4.54±0.16	4.58±0.07	4.74±0.22
<b>ΣSFA</b>	<b>34.97</b>	<b>33.21</b>	<b>34.46</b>	<b>32.40</b>	<b>32.79</b>	<b>32.13</b>	<b>33.68</b>
C16:1n9	16.63±0.60	15.82±0.15	15.83±0.13	15.97±0.89	15.79±0.11	15.43±0.23	15.18±0.49
C17:1	1.09±0.13	1.18±0.03	1.16±0.06	1.05±0.11	1.24±0.00	1.04±0.05	1.17±0.02
C18:1n9+n7	21.11±0.04	20.38±0.19	20.68±0.59	20.50±0.03	20.03±0.07	20.22±0.21	21.34±0.81
C20:1n9	2.40±0.46	2.01±0.04	1.87±0.02	1.81±0.52	1.84±0.12	2.09±0.10	1.23±0.32
<b>ΣMUFA</b>	<b>41.22</b>	<b>39.39</b>	<b>39.54</b>	<b>39.34</b>	<b>38.89</b>	<b>38.78</b>	<b>38.91</b>
C16:2n4	0.98±0.03	0.86±0.03	0.92±0.06	0.89±0.10	0.93±0.01	0.78±0.03	0.77±0.04
C20:4n6	2.18±0.21	2.53±0.01	2.76±0.14	2.53±0.10	2.56±0.01	2.53±0.02	2.56±0.09
C22:4n6	1.56±0.15	1.78±0.22	1.63±0.04	1.59±0.08	1.62±0.18	1.45±0.05	2.03±0.36
C22:5n6	1.68±0.15	1.79±0.09	1.85±0.12	1.77±0.04	1.83±0.06	1.60±0.02	2.11±0.20
<b>Σn6</b>	<b>5.41</b>	<b>6.10</b>	<b>6.25</b>	<b>5.89</b>	<b>6.01</b>	<b>5.58</b>	<b>6.70</b>
C20:5n3	4.04±0.65	4.09±0.14	3.89±0.06	4.23±0.20	4.14±0.02	4.07±0.05	4.09±0.18
C22:5n3	1.47±0.18	1.46±0.08	1.51±0.03	1.59±0.16	1.53±0.05	1.33±0.02	1.70±0.13
C22:6n3	10.17±0.59	11.67±0.46	11.88±0.10	12.34±0.23	12.17±0.08	11.39±0.27	12.19±0.68
<b>Σn3</b>	<b>15.68</b>	<b>17.22</b>	<b>17.28</b>	<b>18.16</b>	<b>17.83</b>	<b>16.78</b>	<b>17.98</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>22.07</b>	<b>24.18</b>	<b>24.45</b>	<b>24.94</b>	<b>24.76</b>	<b>23.15</b>	<b>25.46</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>98.26</b>	<b>96.77</b>	<b>98.45</b>	<b>96.68</b>	<b>96.44</b>	<b>94.06</b>	<b>98.05</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.90</b>	<b>2.82</b>	<b>2.77</b>	<b>3.08</b>	<b>2.97</b>	<b>3.01</b>	<b>2.68</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>2.52</b>	<b>2.86</b>	<b>3.06</b>	<b>2.91</b>	<b>2.94</b>	<b>2.80</b>	<b>2.98</b>

n=3±std

Çizelge 4.20. Oda sıcaklığında depolanan iğneli vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim

Karbon Zinciri \ Günler	Günler						
	1. Gün	30. Gün	60. Gün	90. Gün	120. Gün	150. Gün	180. Gün
C14:0	2.51±0.25	2.48±0.23	2.53±0.01	2.33±0.21	2.60±0.04	1.83±0.06	2.56±0.11
C16:0	26.86±0.76	25.82±0.99	26.38±0.45	26.10±0.63	25.09±0.29	24.75±0.45	24.90±0.54
C17:0	1.05±0.07	1.00±0.01	1.14±0.01	0.94±0.16	1.03±0.02	0.79±0.01	1.16±0.04
C18:0	4.56±0.45	4.32±0.38	4.96±0.21	4.27±0.34	4.42±0.12	4.28±0.11	5.01±0.13
<b>ΣSFA</b>	<b>34.97</b>	<b>33.61</b>	<b>35.00</b>	<b>33.64</b>	<b>33.13</b>	<b>31.64</b>	<b>33.64</b>
C16:1n9	16.63±0.60	16.51±0.61	15.53±0.56	16.08±0.27	15.88±0.13	14.63±0.05	15.67±0.16
C17:1	1.09±0.13	1.11±0.01	1.16±0.02	1.01±0.09	1.26±0.06	0.97±0.03	1.18±0.03
C18:1n9+n7	21.11±0.04	20.96±0.78	22.00±0.79	21.12±0.57	20.40±0.16	19.75±0.26	21.48±0.65
C20:1n9	2.40±0.46	1.67±0.32	1.80±0.40	1.41±0.54	1.96±0.02	2.09±0.10	1.10±0.08
<b>ΣMUFA</b>	<b>41.22</b>	<b>40.25</b>	<b>40.48</b>	<b>39.63</b>	<b>39.51</b>	<b>37.44</b>	<b>39.43</b>
C16:2n4	0.98±0.03	0.95±0.02	0.93±0.01	0.84±0.11	0.93±0.03	0.72±0.02	0.96±0.02
C20:4n6	2.18±0.21	2.50±0.02	2.46±0.11	2.44±0.05	2.54±0.07	2.49±0.08	2.66±0.18
C22:4n6	1.56±0.15	1.66±0.30	1.62±0.18	1.47±0.05	1.52±0.03	1.53±0.07	1.86±0.28
C22:5n6	1.68±0.15	1.76±0.14	1.73±0.21	1.63±0.02	1.75±0.07	1.62±0.09	1.89±0.03
<b>Σn6</b>	<b>5.41</b>	<b>5.93</b>	<b>5.81</b>	<b>5.53</b>	<b>5.81</b>	<b>5.64</b>	<b>6.41</b>
C20:5n3	4.04±0.65	4.12±0.18	3.61±0.04	3.94±0.12	4.09±0.07	4.03±0.15	4.18±0.14
C22:5n3	1.47±0.18	1.45±0.02	1.53±0.13	1.42±0.06	1.47±0.05	1.27±0.01	1.61±0.06
C22:6n3	10.17±0.59	11.45±0.76	10.34±0.54	11.28±0.38	11.61±0.24	10.49±0.08	11.80±0.72
<b>Σn3</b>	<b>15.68</b>	<b>17.02</b>	<b>15.47</b>	<b>16.64</b>	<b>17.17</b>	<b>15.79</b>	<b>17.59</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>22.07</b>	<b>23.90</b>	<b>22.20</b>	<b>23.01</b>	<b>23.92</b>	<b>22.15</b>	<b>24.96</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>98.26</b>	<b>97.76</b>	<b>97.68</b>	<b>96.28</b>	<b>96.56</b>	<b>91.23</b>	<b>98.04</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.90</b>	<b>2.87</b>	<b>2.66</b>	<b>3.01</b>	<b>2.95</b>	<b>2.80</b>	<b>2.74</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>2.52</b>	<b>2.78</b>	<b>2.86</b>	<b>2.86</b>	<b>2.84</b>	<b>2.60</b>	<b>2.82</b>

n=3±std

ve erkek bireyleri karaciğer yağları yağ asitleri  $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ MUFA'den yüksek  $\Sigma$ PUFA,  $\Sigma n3$  (*Rhinoptera marginata* erkek bireyleri hariç) ve  $\Sigma n6$ 'dan düşük bulunmuştur (Ould El Kebir ve ark., 2003).

Araştırmada kullanılan tüm balık karaciğer yağları dikkate alındığında en yüksek SFA değerine sahip balık iğneli vatozdur. Buna ilaveten, toplam SFA bileşenlerinden en yüksek C14:0 düzeyine yine iğneli vatoz sahiptir ( $P < 0.05$ ).

Bu çalışmada iğneli vatoz karaciğer yağının yağ asitlerinden C14:0 seviyesi Ould El Kebir ve ark. (2007) tarafından başka bir iğneli vatoz türü *Dasyatis marmorata* dişi ve erkek bireylerinin karaciğer yağının yağ asitleri C14:0 düzeyinden ve Atlantik salmonu C14:0 seviyesinden (McClements ve Decker 2008) düşük bulunmuştur.

Navarro Garcia ve ark. (2004) kıkırdaklı balıklardan *Dasyatis brevis* ve *Gymnura marmorata* karaciğer yağı yağ asitlerinin ortalama C14:0 oranını sırası ile 4.6 ve 4.1 olarak tespit etmişlerdir. Tespit edilen bu veriler bu çalışmada elde edilen iğneli vatoz karaciğer yağı ortalama C14:0 oranından yüksek bulunmuştur.

Üzerinde çalışılan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarının hepsi yağ asitleri C14:0 açısından incelendiğinde, C14:0 yağ asidinin depolama süresince tespit edilen değişimler incelendiğinde depolama süresi ile depolama şeklinin bu yağ asidine etkisi önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ). Ancak depolama süresi ile türler arasındaki etkileşim ve depolanan balık türü, depolama şekli ve depolama süresi üçlü etkileşimi de istatistiksel olarak oldukça önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Bu araştırmada iğneli vatoz karaciğer yağının yağ asitlerinden AA, EPA ve DHA seviyeleri sırası ile %2.18, %4.04 ve %10.17 olarak belirlenmiştir. Bu değerler *Dasyatis marmorata* dişi bireyler karaciğer yağında sırası ile %5.07, %1.88 ve %11.6 erkek vatozlarda ise sırası ile %5.66, %3.41 ve %13.4 olarak tespit edilmiştir (Ould El Kebir ve ark., 2007). Aynı değerler *Dasyatis brevis* karaciğer yağı için sırası 3.20, 5.30 ve 4.80 ile ve *Gymnura marmorata* karaciğer yağı için ise sırası ile 2.50, 5.90 ve 10 olarak belirlenmiştir (Navarro Garcia ve ark. 2004).

İğneli vatoz karaciğer yağının buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanması sırasında yağ asitlerinden C14:0, C17:0, C18:0, C20:4n6, C20:5n3 ve C22:6n3 başlangıç düzeyleri depolama sonunda herhangi bir azalmaya uğramazken C16:0, C16:1n9 ve C16:2n4 asit oranlarında azalmalar gözlenmiştir.

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim sırası ile Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'de verilmiştir. Kartal vatoz karaciğer yağının yağ asitleri  $\Sigma$ SFA oranı çalışmada kullanılan tüm kıkırdaklı balık karaciğer yağları içerisinde en yüksek ikinci sırayı almıştır. SFA bileşenlerini içerisinde en yüksek değer %21.16 ile C16:0, ikinci ve üçüncü en yüksek değerleri ise sırası ile %7.47 ile C18:0 ve %1.89 ile C14:0 yağ asitleri almıştır.

Kartal vatoz karaciğer yağı SFA bileşenlerinden C20:0 adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane ve iğneli vatozda %1'in altında tespit edilmişler ve değerlendirmeye alınmamışlardır. Ancak bu yağ asidi kartal ve inek burunlu vatozda %1'in üzerinde ve sırası ile %1.84 ve %2.06 olarak tespit edilmiştir.

Kartal vatoz karaciğer yağının yağ asitleri MUFA bileşenlerinden en yüksek oranlar C18:1n9+n7 ve C16:1 olarak tespit edilmiştir. MUFA bileşenlerinden C22:1n9 (erüsik asit) düzeyinin %2'nin üzerinde olması tavsiye edilmez. Çünkü Amerika Birleşik Devletleri gıdalarla ilgili hazırladığı tüzükte insanlara psikopatolojik açıdan zarar verme olasılığı gerekçesi ile yağ asitleri içeriklerinden %2'yi aşan 22:1n9 miktarına sahip yağlara yasak getirilmiştir (O'brian 2000).

Bu yağ asidi adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane ve iğneli vatozda tespit edilmemiştir. Ancak kartal ve inek burunlu vatozda karaciğeri yağında bu yağ asidi tespit edilmiştir. Fakat tespit edilen miktar sınır değer (O'brian 2000) altında bulunmuştur. Kartal vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağında 22:1n9 sırası ile %1.32 ve %1.39 seviyesinde tespit edilmiştir.

Yalnızca bu iki kıkırdaklı balık karaciğer yağında tespit edilen ve miktarları %2'nin altında olan yağların bu açıdan güvenilir olduğu söylenebilir. Ancak bu yağların depolanmaları sırasında bu yağ asidinin miktarı incelendiğinde, depolama sonunda kartal vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağında sırası ile %1.57 ve %1.65'e oda sıcaklığında depolanarlarda ise sırası ile %1.52 ve %1.80 olduğu görülmüştür. Bu oranın depolamaya bağlı olarak artması depolama sırasında 22:1n9 yağ asidi içeren yağlara bu açıdan dikkat edilmesi gerektiğini gösterir. Diğer taraftan bu alımda bu yağ asidinin depolama süresince bu sınır değer altında kalmış olması bu yağ için olumlu bir özelliktir.

Çizelge 4.21. Buzdolabında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişimn=3±std

<b>Karbon Zinciri \ Günler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>30. Gün</b>	<b>60. Gün</b>	<b>90. Gün</b>	<b>120. Gün</b>	<b>150. Gün</b>	<b>180. Gün</b>
C14:0	1.89±0.01	1.79±0.23	1.61±0.21	1.65±0.26	1.92±0.01	1.39±0.02	1.78±0.12
C15:0	0.99±0.01	0.91±0.08	0.98±0.09	0.87±0.10	0.96±0.01	0.70±0.00	1.02±0.03
C16:0	21.16±0.00	21.14±1.82	22.91±0.18	22.06±1.06	20.19±0.09	23.04±0.50	20.35±0.25
C17:0	1.77±0.02	1.55±0.07	1.73±0.12	1.48±0.16	1.63±0.06	1.17±0.04	1.76±0.08
C18:0	7.47±0.18	6.65±0.17	8.39±0.09	6.73±0.32	6.71±0.08	8.26±1.04	7.45±0.13
C20:0	1.84±0.01	1.56±0.01	2.21±0.07	1.53±0.13	1.64±0.06	2.87±0.10	2.02±0.23
<b>ΣSFA</b>	<b>35.10</b>	<b>33.61</b>	<b>37.83</b>	<b>34.32</b>	<b>33.07</b>	<b>37.43</b>	<b>34.37</b>
C16:1n9	9.15±0.06	9.33±0.08	8.63±0.09	9.25±0.20	9.07±0.05	8.06±0.21	8.99±0.15
C17:1	0.98±0.01	0.89±0.06	0.87±0.06	0.84±0.08	0.95±0.03	0.87±0.02	0.95±0.05
C18:1n9+n7	16.02±0.41	15.22±0.83	15.19±0.47	15.59±0.51	14.96±0.18	14.31±0.78	15.72±0.31
C20:1n9	1.14±0.15	0.86±0.01	1.57±0.31	0.88±0.08	1.01±0.11	0.72±0.04	1.23±0.16
C22:1n9	1.32±0.14	1.27±0.19	1.39±0.44	1.14±0.13	1.16±0.06	1.19±0.08	1.57±0.32
<b>ΣMUFA</b>	<b>28.61</b>	<b>27.58</b>	<b>27.66</b>	<b>27.71</b>	<b>27.14</b>	<b>25.14</b>	<b>28.46</b>
C16:2n4	1.43±0.04	1.27±0.08	1.47±0.11	1.24±0.11	1.33±0.04	1.00±0.02	1.50±0.06
C18:2n6	1.41±0.01	1.31±0.07	1.15±0.12	1.27±0.10	1.34±0.03	1.14±0.06	1.20±0.15
C20:4n6	2.38±0.06	2.54±0.13	2.59±0.05	2.51±0.08	2.47±0.04	2.42±0.07	2.68±0.17
C22:4n6	2.29±0.01	2.44±0.17	2.38±0.05	2.34±0.08	2.32±0.06	2.06±0.07	2.63±0.20
C22:5n6	2.43±0.05	2.77±0.43	2.49±0.03	2.50±0.10	2.57±0.04	2.29±0.08	2.78±0.22
<b>Σn6</b>	<b>8.49</b>	<b>9.06</b>	<b>8.60</b>	<b>8.62</b>	<b>8.70</b>	<b>7.91</b>	<b>9.29</b>
C18:3n3	0.69±0.01	0.55±0.04	0.61±0.01	0.61±0.07	0.69±0.01	0.63±0.05	0.75±0.05
C20:5n3	3.05±0.06	3.53±0.21	2.77±0.05	3.43±0.02	3.38±0.03	3.12±0.06	3.32±0.05
C22:5n3	2.52±0.04	2.85±0.20	2.47±0.01	2.69±0.04	2.76±0.02	2.38±0.06	2.84±0.05
C22:6n3	14.27±0.40	17.83±0.45	14.43±1.30	17.69±1.28	16.91±0.21	17.67±0.48	15.38±0.27
<b>Σn3</b>	<b>20.52</b>	<b>24.75</b>	<b>20.28</b>	<b>24.43</b>	<b>23.74</b>	<b>23.80</b>	<b>22.29</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>30.43</b>	<b>35.08</b>	<b>30.35</b>	<b>34.29</b>	<b>33.77</b>	<b>32.71</b>	<b>33.07</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>94.14</b>	<b>96.27</b>	<b>95.83</b>	<b>96.32</b>	<b>93.98</b>	<b>95.28</b>	<b>95.90</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.42</b>	<b>2.73</b>	<b>2.36</b>	<b>2.83</b>	<b>2.73</b>	<b>3.01</b>	<b>2.40</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>4.69</b>	<b>5.05</b>	<b>5.21</b>	<b>5.15</b>	<b>5.00</b>	<b>5.67</b>	<b>4.63</b>

n=3±std

Çizelge 4.22. Oda sıcaklığında depolanan kartal vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim n=3±std

<b>Karbon Zinciri \ Günler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>30. Gün</b>	<b>60. Gün</b>	<b>90. Gün</b>	<b>120. Gün</b>	<b>150. Gün</b>	<b>180. Gün</b>
C14:0	1.89±0.01	1.83±0.22	1.65±0.24	1.63±0.29	1.79±0.02	1.38±0.04	1.80±0.01
C15:0	0.99±0.01	0.95±0.09	0.90±0.09	0.89±0.09	0.98±0.01	0.69±0.02	1.26±0.43
C16:0	21.16±0.00	22.06±1.64	23.19±1.28	22.46±0.44	21.68±0.54	21.58±0.38	19.74±0.36
C17:0	1.77±0.02	1.61±0.16	1.61±0.16	1.52±0.20	1.62±0.00	1.19±0.03	1.78±0.04
C18:0	7.47±0.18	7.06±0.10	7.48±0.37	6.90±0.31	7.13±0.06	6.29±0.15	7.40±0.23
C20:0	1.84±0.01	1.62±0.05	1.51±0.22	1.60±0.11	1.93±0.07	1.44±0.04	1.90±0.05
<b>ΣSFA</b>	<b>35.10</b>	<b>35.1</b>	<b>36.4</b>	<b>35.0</b>	<b>35.1</b>	<b>32.6</b>	<b>33.9</b>
C16:1n9	9.15±0.06	9.44±0.37	9.29±0.47	9.46±0.24	9.10±0.15	8.29±0.21	8.94±0.18
C17:1	0.98±0.01	0.88±0.09	0.89±0.08	0.86±0.09	0.93±0.01	0.78±0.02	0.96±0.01
C18:1n9+n7	16.02±0.41	15.76±0.81	15.84±0.08	15.96±0.07	15.38±0.02	15.23±0.48	11.89±0.06
C20:1n9	1.14±0.15	0.98±0.09	0.95±0.02	0.87±0.09	1.54±0.01	0.90±0.05	1.15±0.02
C22:1n9	1.32±0.14	1.20±0.11	1.23±0.15	1.16±0.06	1.53±0.18	1.44±0.10	1.52±0.12
<b>ΣMUFA</b>	<b>28.61</b>	<b>28.27</b>	<b>28.20</b>	<b>28.32</b>	<b>28.46</b>	<b>26.63</b>	<b>24.45</b>
C16:2n4	1.43±0.04	1.35±0.10	1.29±0.11	1.27±0.15	1.38±0.01	1.00±0.02	1.39±0.04
C18:2n6	1.41±0.01	1.32±0.10	1.23±0.10	1.31±0.11	1.23±0.06	1.03±0.04	4.10±0.02
C20:4n6	2.38±0.06	2.46±0.05	2.40±0.09	2.48±0.05	2.70±0.06	2.46±0.02	2.46±0.03
C22:4n6	2.29±0.01	2.34±0.06	2.32±0.09	2.29±0.03	2.39±0.13	2.14±0.11	2.69±0.11
C22:5n6	2.43±0.05	2.52±0.05	2.52±0.12	2.45±0.06	2.56±0.10	2.35±0.21	2.73±0.06
<b>Σn6</b>	<b>8.49</b>	<b>8.63±</b>	<b>8.47</b>	<b>8.54</b>	<b>8.88</b>	<b>7.98</b>	<b>11.97</b>
C18:3n3	0.69±0.01	0.68±0.02	0.64±0.05	0.51±0.25	0.71±0.13	1.72±0.07	1.34±0.03
C20:5n3	3.05±0.06	3.32±0.03	3.19±0.12	3.28±0.13	3.07±0.08	3.42±0.13	3.17±0.08
C22:5n3	2.52±0.04	2.68±0.02	2.63±0.11	2.63±0.09	2.63±0.07	2.51±0.06	2.77±0.05
C22:6n3	14.27±0.40	16.58±1.05	16.64±0.55	16.88±1.63	15.60±0.47	16.74±0.57	14.82±0.26
<b>Σn3</b>	<b>20.52</b>	<b>23.26</b>	<b>23.10</b>	<b>23.30</b>	<b>22.01</b>	<b>24.39</b>	<b>22.10</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>30.43</b>	<b>33.24</b>	<b>32.86</b>	<b>33.10</b>	<b>32.26</b>	<b>33.37</b>	<b>35.45</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>94.14</b>	<b>96.65</b>	<b>97.42</b>	<b>96.42</b>	<b>95.84</b>	<b>92.58</b>	<b>93.78</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.42</b>	<b>2.70</b>	<b>2.73</b>	<b>2.73</b>	<b>2.48</b>	<b>3.06</b>	<b>1.85</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>4.69</b>	<b>4.99</b>	<b>5.21</b>	<b>5.15</b>	<b>5.09</b>	<b>4.90</b>	<b>4.68</b>

n=3±std

Araştırmada incelenen tüm kıkırdaklı balık karaciğer yağları yağ asitleri C20:5n3 açısından incelendiğinde, C20:5n3 yağ asidinin depolama süresince belirlenen değişiminde depolama süresi ile türler arasındaki etkileşim, depolama süresi ile depolama şekli arasındaki etkileşim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca, depolanan balığın türü, depolamanın şekli ve depolamanın süresinin balık karaciğer yağlarının yağ asitlerinden C20:5n3'ün değişimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ )

Buzdolabında ve oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim sırası ile Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'te verilmiştir. Bu çalışmada inek burunlu vatoz karaciğer yağının yağ asitleri SFA bileşenlerinden C18:0 (stearik asit) ve C20:0 (araşidik asit) çalışılan balıklar içerisinde en yüksek seviyelerde belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). O'brian (2000) bildirdiğine göre, C12-16 arası karbonlu yağ asitleri serum kolesterolünü yükseltirken stearik asidin ise serum kolesterolünü yükseltmediği bildirilmiştir (Haumann 1998 ve Watking ve ark., 1996).

Bu çalışmada, inek burunlu vatoz karaciğer yağının yağ asitleri MUFA bileşenlerinden 6 tane yağ asidi belirlenmiştir. Bunlar yağlarda bulunuş bolluğuna göre büyükten küçüğe doğru sırayla C18:1n9, C16:1n9, C18:1n7, C17:1, C20:1n9 ve C22:1n9 yağ asitidir. Bu balık karaciğer yağının  $\Sigma$ MUFA oranı % 24.19 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgu Doğu Tropikal Atlantik okyanusunda bulunan dişi ve erkek inek burunlu vatoz karaciğer yağları  $\Sigma$ MUFA seviyelerinden yüksek bulunmuştur (Ould El Kebir ve ark., 2003).

Ayrıca çalışılan balıklar içerisinde en yüksek  $\Sigma$ n3,  $\Sigma$ n6,  $\Sigma$ PUFA ve DHA değerleri inek burunlu vatoz karaciğer yağında bulunmuştur. Bu balığın DHA ve EPA düzeyleri sırası ile %17.57 ve %4.12 bulunmuştur. Navarro-Garcia ve ark. (2010) çalışmalarında Meksika körfezinde yakalanan kıkırdaklı balıklardan ve inek burunlular ailesinden farklı bir tür olan *R. bonasus* karaciğer yağı yağ asitleri bileşenlerinden DHA ve EPA düzeyleri sırası ile %11.10 ve %2.10 olarak belirlenmiştir. Bu seviyeler bu çalışmada elde edilen seviyelerden oldukça düşük bulunmuştur. Buna tür ve çevresel faktörlerin etkisi ile olabileceği gibi yağın çıkarılma tekniğinin etkisi olabilir.

Araştırmada depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının yağ asitlerinden DHA seviyeleri depolama sonunda buzdolabında depolanan yağın DHA seviyesi



Çizelge 4.23. Buzdolabında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim n=3±std

<b>Karbon Zinciri</b> \ <b>Günler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>30. Gün</b>	<b>60. Gün</b>	<b>90. Gün</b>	<b>120. Gün</b>	<b>150. Gün</b>	<b>180. Gün</b>
C14:0	1.63±0.34	1.76±0.06	1.70±0.17	1.48±0.24	1.94±0.10	1.37±0.03	1.65±0.08
C15:0	1.02±0.15	1.08±0.03	1.12±0.02	0.95±0.10	1.17±0.04	0.85±0.04	1.16±0.04
C16:0	18.63±0.18	17.12±0.58	19.39±0.98	17.97±0.84	18.97±0.57	17.88±0.38	17.96±1.61
C17:0	1.49±0.23	1.48±0.05	1.43±0.13	1.41±0.13	1.49±0.05	1.19±0.04	1.61±0.05
C18:0	10.13±0.66	9.56±0.43	11.23±0.22	9.62±0.24	10.15±0.06	10.66±0.11	10.64±0.79
C20:0	2.06±0.28	2.05±0.07	2.05±0.06	1.93±0.09	1.92±0.02	0.65±0.06	2.36±0.08
<b>ΣSFA</b>	<b>34.95</b>	<b>33.04</b>	<b>36.93</b>	<b>33.37</b>	<b>35.64</b>	<b>32.60</b>	<b>35.38</b>
C16:1n9	6.74±0.74	6.86±0.23	6.51±0.27	6.50±0.36	7.22±0.35	6.14±0.06	6.78±0.32
C17:1	1.96±0.26	2.02±0.06	2.13±0.15	1.85±0.16	2.14±0.15	1.66±0.05	2.26±0.01
C18:1n9	8.38±0.40	8.02±0.35	8.15±0.13	8.19±0.14	7.82±0.06	7.23±0.08	9.03±0.66
C18:1n7	4.27±0.29	4.31±0.45	4.21±0.20	4.12±0.16	4.23±0.02	3.92±0.04	4.72±0.49
C20:1n9	1.47±0.59	1.41±0.32	1.23±0.11	0.83±0.04	1.34±0.17	0.93±0.03	1.47±0.07
C22:1n9	1.39±0.26	1.44±0.10	1.37±0.07	1.34±0.18	1.19±0.12	1.63±0.13	1.65±0.14
<b>ΣMUFA</b>	<b>24.19</b>	<b>24.05</b>	<b>23.60</b>	<b>22.83</b>	<b>23.93</b>	<b>21.51</b>	<b>25.90</b>
C20:2	0.88±0.11	0.88±0.02	0.86±0.02	1.17±0.09	0.84±0.01	3.66±0.04	1.04±0.04
C18:2n6	1.18±0.12	1.22±0.03	1.12±0.10	1.13±0.06	1.14±0.04	1.05±0.02	1.24±0.06
C20:4n6	2.82±0.06	2.90±0.03	2.78±0.03	2.91±0.04	2.86±0.16	2.97±0.11	2.69±0.12
C22:4n6	2.63±0.01	2.61±0.06	2.63±0.02	2.62±0.10	2.54±0.12	2.45±0.06	2.47±0.10
C22:5n6	2.23±0.04	2.47±0.07	2.37±0.04	2.33±0.12	2.51±0.09	2.26±0.08	2.32±0.09
<b>Σn6</b>	<b>8.85±</b>	<b>9.20</b>	<b>8.90</b>	<b>9.00</b>	<b>9.06</b>	<b>8.72</b>	<b>8.72</b>
C20:5n3	4.12±0.33	4.35±0.12	4.18±0.19	4.51±0.12	4.62±0.33	4.35±0.05	3.85±0.18
C22:5n3	2.78±0.21	2.99±0.06	2.86±0.10	2.95±0.08	3.04±0.13	2.75±0.08	2.75±0.13
C22:6n3	17.57±3.55	18.02±0.85	18.04±2.19	19.68±1.07	19.31±1.07	19.87±0.18	14.91±1.11
<b>Σn3</b>	<b>24.47</b>	<b>25.36</b>	<b>25.07</b>	<b>27.13</b>	<b>26.96</b>	<b>26.98</b>	<b>21.52</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>34.19</b>	<b>35.45</b>	<b>34.83</b>	<b>37.30</b>	<b>36.86</b>	<b>39.36</b>	<b>31.28</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>93.32</b>	<b>92.54</b>	<b>95.36</b>	<b>93.50</b>	<b>96.43</b>	<b>93.47</b>	<b>92.56</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.77</b>	<b>2.76</b>	<b>2.82</b>	<b>3.02</b>	<b>2.98</b>	<b>3.09</b>	<b>2.47</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>4.26</b>	<b>4.14</b>	<b>4.32</b>	<b>4.37</b>	<b>4.18</b>	<b>4.56</b>	<b>3.87</b>

n=3±std

Çizelge 4.24. Oda sıcaklığında depolanan inek burunlu vatoz karaciğer yağının yağ asitleri kompozisyonunda meydana gelen değişim

<b>Karbon Zinciri</b> \ <b>Günler</b>	<b>1. Gün</b>	<b>30. Gün</b>	<b>60. Gün</b>	<b>90. Gün</b>	<b>120. Gün</b>	<b>150. Gün</b>	<b>180. Gün</b>
C14:0	1.63±0.34	1.80±0.07	1.46±0.16	1.68±0.21	1.73±0.04	1.49±0.01	1.74±0.05
C15:0	1.02±0.15	1.11±0.02	0.94±0.05	1.05±0.06	1.11±0.01	0.78±0.02	1.07±0.03
C16:0	18.63±0.18	17.90±0.27	19.41±0.84	18.53±1.31	27.87±0.44	30.50±0.41	24.35±0.32
C17:0	1.49±0.23	1.57±0.07	1.33±0.11	1.43±0.21	1.72±0.02	1.27±0.03	1.79±0.05
C18:0	10.13±0.66	10.00±0.06	10.25±0.22	0.75±0.03	8.03±0.16	7.12±0.26	8.11±0.13
C20:0	2.06±0.28	1.25±0.04	1.31±0.42	1.19±0.09	2.42±0.03	2.55±0.02	2.67±0.03
<b>ΣSFA</b>	<b>34.95</b>	<b>33.63</b>	<b>34.70</b>	<b>24.62</b>	<b>42.87</b>	<b>43.70</b>	<b>39.75</b>
C16:1n9	6.74±0.74	7.17±0.15	6.56±0.40	6.93±0.35	13.29±0.28	12.56±0.17	12.67±0.16
C17:1	1.96±0.26	2.09±0.01	1.82±0.08	1.97±0.10	1.52±0.04	1.13±0.01	1.06±0.01
C18:1n9	8.38±0.40	8.35±0.10	8.75±0.26	10.08±0.33	9.83±0.13	9.78±0.13	10.01±0.17
C18:1n7	4.27±0.29	4.25±0.07	4.16±0.27	8.51±0.24	5.00±0.05	4.98±0.12	5.09±0.08
C20:1n9	1.47±0.59	2.09±0.05	1.95±0.07	2.06±0.04	1.14±0.02	1.21±0.01	1.35±0.02
C22:1n9	1.39±0.26	1.56±0.08	1.27±0.04	1.49±0.15	1.42±0.09	1.59±0.04	1.80±0.19
<b>ΣMUFA</b>	<b>24.19</b>	<b>25.51</b>	<b>24.50</b>	<b>31.03</b>	<b>32.20</b>	<b>31.25</b>	<b>31.99</b>
C20:2	0.88±0.11	1.49±0.28	1.25±0.16	1.24±0.12	0.86±0.01	0.83±0.01	0.97±0.02
C18:2n6	1.18±0.12	0.65±0.02	1.03±0.02	4.25±0.12	0.75±0.05	0.53±0.01	0.74±0.02
C20:4n6	2.82±0.06	2.85±0.10	2.93±0.13	2.81±0.03	2.63±0.06	2.53±0.03	2.66±0.02
C22:4n6	2.63±0.01	2.74±0.09	2.64±0.05	2.65±0.08	2.13±0.05	1.88±0.04	2.25±0.22
C22:5n6	2.23±0.04	2.43±0.09	2.37±0.03	2.34±0.19	2.08±0.05	1.75±0.04	2.03±0.13
<b>Σn6</b>	<b>8.85±</b>	<b>8.67</b>	<b>8.97</b>	<b>12.04</b>	<b>7.59</b>	<b>6.68</b>	<b>7.67</b>
C20:5n3	4.12±0.33	4.16±0.07	4.50±0.22	4.41±0.07	3.08±0.05	2.83±0.05	2.95±0.04
C22:5n3	2.78±0.21	2.85±0.10	2.92±0.10	2.91±0.06	1.62±0.04	1.31±0.04	1.64±0.06
C22:6n3	17.57±3.55	16.53±0.74	20.19±0.69	18.09±1.15	7.94±0.19	7.12±0.17	7.63±0.12
<b>Σn3</b>	<b>24.47</b>	<b>23.54</b>	<b>27.60</b>	<b>25.41</b>	<b>12.64</b>	<b>11.26</b>	<b>12.22</b>
<b>ΣPUFA</b>	<b>34.19</b>	<b>33.71</b>	<b>37.82</b>	<b>38.68</b>	<b>21.09</b>	<b>18.77</b>	<b>20.86</b>
<b>Belirlenen ΣFA</b>	<b>93.32</b>	<b>92.85</b>	<b>97.02</b>	<b>94.32</b>	<b>96.15</b>	<b>93.72</b>	<b>92.60</b>
<b>n3/n6</b>	<b>2.77</b>	<b>2.72</b>	<b>3.08</b>	<b>2.11</b>	<b>1.67</b>	<b>1.68</b>	<b>1.59</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>4.26</b>	<b>3.97</b>	<b>4.49</b>	<b>4.10</b>	<b>2.58</b>	<b>2.52</b>	<b>2.59</b>

n=3±std

%14.91'e oda sıcaklığında depolanan yağda ise %7.63'e düşmüştür. Oda sıcaklığında depolanan *R. bonasus* karaciğer yağının DHA miktarının azalarak depolama sonunda %7.37'e düştüğü bildirilmiştir (Navarro-Garcia ve ark., 2010). DHA miktarında depolamaya bağlı olarak bildirilen bu azalış bu çalışmada gözlemlene verilerle paralellik göstermektedir

Bu çalışmada kullanılan tüm kırıkdağı balık karaciğer yağları yağ asitleri DHA açısından incelendiğinde, DHA'nın depolama süresince belirlenen değişiminde depolama süresi ile türler arasındaki etkileşim, depolama süresi ile depolama şekli arasındaki etkileşim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca, depolanan balık türü, depolama şekli ve depolama süresinin DHA oranı üzerine etkisi de oldukça önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Daha önceden de belirtildiği gibi, pek çok yağ asitleri vücutta sentezlenebilir. Fakat insan vücudu elzem yağ asitlerinin üretecek enzimlere sahip olmadığı için bu yağ asitlerinin besin yolu ile dışarıdan alınmaları gerekmektedir (Lunn and Theobald, 2006). Amerikan kalp derneğine göre [American Heart Association (AHA)] pek çok fayda sağladığı için haftada iki defa (iki porsiyon) balık (özellikle yağlı balık) yemek tavsiye edilmektedir.

Balık yağının en önemli özelliklerinden biri çok zengin bir doymamış yağ asitleri kompozisyonuna sahip olmasıdır. Bunun sağlık açısından pek çok faydaları vardır. Bunlardan bazıları: hamileliklerde düşük tehlikesinin azaltılmasında ve prematüre doğum riskinin azaltılmasında ve laktasyon döneminde (Olsen ve Secher, 2002; Jensen, 2006), diş sağlığını koruma ve diş kayıplarının azaltılmasında (Hamazaki ve ark., 2006), beyin gelişimi ve organların işlev görmesinde (Connor, 1992), gelişim dönemindeki çocuklarda görülebilecek bazı hastalıkların önlenmesinde (Levy ve Hyman, 2005; Richardson, 2006), kalp sağlığının korunmasında (Tavazzi ve ark, 2008), kardiyovasküler problemlere bağlı ölüm oranının azaltılmasında (Calder, 2004 ve Anderson ve ark, 2009) kalp damar hastalıklarının oluşumunun engellenmesinde (Mayneris-Perxachs ve ark. 2010), depresif bozuklukların engellenmesinde ve ruh sağlığının korunmasında (Mischoulon ve ark, 2009), diyabet problemlerinin azaltılmasında (Woodman ve ark., 2003), kanser tedavisinde (Fenton ve ark., 2000), romatizmal hastalıklara bağlı eklem iltihaplanmalarının azaltılmasında (Galarraga ve

ark, 2008), kanser tedavisinin farklı aşamalarında (Augustsson ve ark., 2003) etkili olduğu bahsedilen bu çalışmalarla desteklenmiştir.

Bu araştırmada incelenen, Doğu Akdeniz’de yaşayan kıkırdaklı balıklarından adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane vatoz, iğneli vatoz, kartal vatoz ve inek burunlu vatoz karaciğer yağlarının yağ asitleri kompozisyonları Çizelge 4.12’de görüldüğü ve detaylı olarak anlatıldığı gibi doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir. Bu karaciğer yağlarının yağ asitleri kompozisyonları ve bu yağ asitlerinin yukarıda sayılı pek çok faydası dikkate alınırsa bu karaciğerlerin içerdikleri yağ bakımından çok değerli olduğu söylenebilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç itibarı ile bu çalışmada Doğu Akdeniz’de yaşayan bazı kıkırdaklı balıkların (adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane vatoz, iğneli vatoz, kartal vatoz ve inek burunlu vatoz) karaciğer yağlarının biyokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan kıkırdaklı balıkların ortalama karaciğer ağırlıkları 353-2000g aralığında ölçülmüştür. Bu balıkların ortalama karaciğer yağ seviyelerinin oldukça yüksek olduğu (%57,19 - %73,10) belirlenmiştir. Araştırılan balıkların HSI büyük burunlu köpek balığı hariç 4.24-6.34 aralığında hesaplanmıştır. Çalışılan balıklar içerisinde en yüksek toplam karoten (vitamin A) miktarı iğneli vatoz karaciğer yağında ( $401.49 \pm 4.06 \mu\text{g}/100\text{g}$ ) ve tokoferol (vitamin E) miktarı ise inek burunlu vatozda ( $114.69 \pm 6.47 \text{ mg}/\text{kg}$ ) tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan türlerin karaciğer yağlarının Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn ve Pb seviyeleri bu balıkların genel olarak element içeriklerinin düşük olduğu bulunmuştur. Bu elementlerin düşük olması bu yağların tüketilmesinin sağlık açısından herhangi bir zarar teşkil etmediğini gösterir. En düşük değerler tüm türlerde Cd’da ( $0.002-0.07 \text{ mg}/\text{kg}$ ) bulunurken en yüksek değerler Mn’da ( $0.08-0.68 \text{ mg}/\text{kg}$ ) tespit edilmiştir. Araştırılan kıkırdaklı balık türlerindeki farklılık Mn, Fe ve Zn ( $P < 0.05$ ) seviyelerinde bulunmuştur.

Ayrıca, depolama sıcaklığının ve süresinin balıkların karaciğer yağı kalitesi üzerine etkisi incelenmiş, yağlar buzdolabı ( $+4^{\circ}\text{C}$ ) ve oda sıcaklığında 180 gün boyunca depolanmıştır. Bu süre içerisinde asit sayıları, serbest yağ asit miktarları ve peroksit değerleri dikkate alındığında, buzdolabında depolanan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarından kemane ve inek burunlu vatoz 90. günün, kartal vatoz ise 180. günün sonunda tüketilebilirlik özelliğini kaybettiği belirlenmiştir. Adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı ve iğneli vatoz karaciğer yağları için bu süre 180 gün olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, oda sıcaklığında depolanan kıkırdaklı balık karaciğer yağlarından kemane ve inek burunlu vatoz 90. günde, kartal vatoz karaciğer yağı 150. günde ve son olarak iğneli vatoz karaciğer yağı 180. günde bozulduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan tüm kıkırdaklı balık karaciğerleri yağları yağ asitleri bakımından balıklar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Bu farklılıklar dikkate alındığında balık türleri arasındaki en dikkat çekici durum büyük burunlu köpek balığı karaciğer yağının DHA ve EPA değerlerini bir köpek balığına göre beklenenin

çok altında çıkması ve yine aynı köpek balığının C18:1n9+n7 yağ asidi seviyesinin çalışılan kıkırdaklı balıklar içerisinde en yüksek orana sahip olmasıdır.

Balıklar içerisinde en yüksek DHA seviyesi inek burunlu vatoz karaciğer yağında belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm balıklar dikkate alındığında, balıkların karaciğer yağlarının EPA seviyeleri genelde DHA seviyelerinden oldukça düşük ve birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca, depolama süresinin pek çok yağ asidi ile birlikte özellikle EPA ve DHA seviyelerinde değişiklikler oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Doğu Akdeniz’de yaşayan bazı kıkırdaklı balıklardan; adi köpek balığı, büyük burunlu köpek balığı, kemane vatoz, iğneli vatoz, kartal vatoz ve inek burunlu vatoz incelenmiştir. Bu balıkların kullanılmayıp atılan karaciğerlerinin oldukça fazla miktarda yağ içerdiği ve bu yağların yukarıda belirlenen biyokimyasal özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu özellikler dikkate alınarak, bu yağların ilaç, kozmetik sanayisinde, hayvan yemi üretiminde kullanılabilir.

Ticari açıdan önemli yemeklik ve insan gıdası olarak tüketilen yağlar ile ilgili genelde bazı referans değerler oluşturulmuştur. Bu referans değerler o yağın kalitesi hakkında fikir vermesi açısından önemlidir. Günümüzde balık yağları giderek önem kazanan bir konu haline gelmesi açısından bu yağların kalite kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısı ile balık karaciğer yağları ile referans değerlerinin oluşturulması gereklidir.

Bu çalışmada kullanılan kıkırdaklı balık karaciğer yağları buzdolabında ve oda sıcaklığında olmak üzere iki farklı şekilde depolanmıştır. Ancak bu yağlar derin dondurucuda ve oda sıcaklığı yerine sabit sıcaklıkta (örneğin 20 °C veya 25°C) da depolanabilir ve bu şartlarda depolanan karaciğer yağlarının kalite kriterlerine etkisi ayrıca incelenebilir.

Araştırmada yağı ekstakte edilen karaciğerlerin kalan kısımlarının protein kalitesi araştırılabilir. Çünkü ciğerin yağdan ayrılmış kısmı yüksek miktarda protein içerdiğinden, proteince zengin bu kısım balık yemi üretiminde protein kaynağı olarak kullanılabilir.

Yağların kalite kriterlerini ölçmede peroksit değeri, serbest yağ asitleri, asit sayısı, kırılma indisi, totoks değeri, karoten miktarı ve tokoferol seviyesi gibi çok çeşitli ölçütler kullanılmaktadır. Her bir ölçüt için mevcut farklı analiz yöntemleri mevcuttur.

Örneğin yağın tokoferol miktarının belirlenmede HPLC (Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi), GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi)ve spektrofotometreye ait yöntemler kullanmak mümkündür. Bu yöntemler birbirleri ile karşılaştırarak en güvenilir metotlar seçilebilir.

Yağ analizlerinde kullanılan yağın miktarları araştırmacı için önemli olan konulardan biridir. Çünkü araştırmacı ihtiyaç duyduğu yağ miktarını belirlemek ve araştırma için gereken yağı elde etmek zorundadır. Yapılacak yağ analizlerinde yağ miktarının az olması araştırmacı için avantaj sağlayabilir.

Doğal ve kültür balıkları arasındaki bazı farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıkların temel nedenlerinden biri kültür balıkları için hazırlanan rasyonlardan kaynaklanmaktadır. Bilindiği üzere, balık rasyonlarında balık yağları kullanılmaktadır. Bu rasyonlarda kullanılan balık yağlarına ek olarak, kullanılmayıp denize atılan kıkırdaklı balık karaciğer yağları kullanılabilir.

**KAYNAKLAR**

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2004. **Agency for Toxic Substances and Disease Registry**, Division of Toxicology, Clifton Road, NE, Atlanta, GA, available at: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/>
- Anderson, S.G., Sanders, T.A.B., Cruickshank, J. K., 2009. Plasma Fatty Acid Composition as a Predictor of Arterial Stiffness and Mortality. **Hypertension (American Journal Of Clinical Nutrition)**, 53: 839-845.
- AOCS, 2001. in D. E. Firestone (Ed). Official methods and recommended practises of AOCS (4th edition). Illinois: **The American Oil Chemists Society**, AOCS Press.
- Altan, A., 1989. Yemelik yağ teknolojisi ders notları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği notları, Adana.
- Anonim, 1975. Yemelik bitkisel yağlar muayene metotları. TSE, 894, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1987. Hayvansal ve Bitkisel Yağlar, Tokoferollerin (Vitamin E) Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2010. [http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/TR\\_tur\\_listesi/liste\\_index.htm](http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/TR_tur_listesi/liste_index.htm)
- Anonim, 2011a. <http://www.kesfetmekicinbak.com/doga/08100/index.php?crrpgdv=5>
- Anonim, 2011b. <http://www.gidacilar.net/yaglarin-siniflandirilmesi-t63.html>
- Anonim, 2011c. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Tokol>
- Anonim, 2011d. [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/tr/1/15/Yag\\_asitleri.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/tr/1/15/Yag_asitleri.jpg)
- Anonim, 2011e. <http://www.bilgininadresi.net/Madde/37890/%C4>
- Anonim, 2011f. <http://www.gidacilar.net/yagli-tohumlarda-kalite-kontrolu-t137.html>
- Anonim, 2011g. <http://www.genetikbilimi.com/genbilim/madenler.htm>
- Anonim, 2011h [http://tr.wikipedia.org/wiki/Ya%C4%9F\\_asidi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Ya%C4%9F_asidi)
- Anonymous1, 2010. [http://www.elasmo-research.org/education/topics/p\\_liver\\_size.htm](http://www.elasmo-research.org/education/topics/p_liver_size.htm)
- Anonymous, 2011a. <http://marinebio.org/species.asp?id=496>



### escription & Behavior

- Anonymous, 2011b. <http://www.food-info.net/tr/caro/stru.htm>,  
and <http://www.carotenoidsociety.org/>
- Anonymous, 2011c. <http://dcb-carot.unibe.ch/carotint.htm> and
- Anonymous, 2011d. <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lauric-acid-3D-balls.png>
- Anonymous, 2011e. [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Myristic\\_acid.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Myristic_acid.png)
- Anonymous, 2011f. [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Octadecanoic\\_acid  
\(stearic\).png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Octadecanoic_acid_(stearic).png)
- Anonymous, 2011g. [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Arachidic\\_Acid.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Arachidic_Acid.png)
- Anonymous, 2011h. <http://www.wellnessletter.com/html/ds/dsChromium.php>
- Anonymous, 2011i <http://www.wellnessletter.com/html/ds/dsZinc.php>
- Anonymous, 2011j. [http://en.wikipedia.org/wiki/Essential\\_fatty\\_acid](http://en.wikipedia.org/wiki/Essential_fatty_acid)
- Augustsson, K, Michaud, D.S., Rimm, E.B., et al. 2003. A Prospective Study of Intake of Fish and Marine Fatty Acids and Prostate Cancer. **Cancer Epidemiology Biomarkers Prevention**, 12 (1): 64–7.
- Başçınar, S. N. ve Sağlam, H., 2005. Doğu Karadeniz bulunan tiryaki Vatoz (*Raja clavata*), iskorpit (*Scorpaena porcus*) ve Tiryaki (*Uranoscopus scaber*) Balıklarının Beslenme Alışkanlıkları. **Türk Sucul Yaşam Dergisi**, Ulusal Su Günleri, 165-169, Trabzon.
- Başusta, N., Demirhan, S. A., Çiçek, E., Başusta, A. ve Kuleli, T., 2007. İskenderun Körfezi'nde Bulunan Kemane Vatozun (*Rhinobatos rhinobatos*) Yaş Tayini ve Büyümesi. **XIV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, 42, Muğla.
- Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P., 2004. Minerals. **Food Chemistry**, Springer, 427-433, Berlin; New York.
- Biler, N., 2001. **İskenderun Körfezi' nde Dikenli Vatozun (*Dasyatis pastinaca* L. 1758) Yaşı, Büyümesi, Üremesi ve Beslenmesi**. M.K.Ü. Fen Bil. Esnt. S.Ü. Temel Bilimler Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 49 s, Hatay.
- Boran, G., 2004. **Balık Yağı Kalitesinin Depolama Sıcaklığına ve Süresine Bağlı Değişimi**. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, 58 s, Trabzon.

- Boran, G., Karaçam, H. ve Boran, M., 2006. Changes in the quality of fish oils due to storage temperature and time. **Food Chemistry**, 98: 693-698.
- Boran, G., Boran, M. ve Karaçam, H., 2008. Seasonal Changes in Proximate composition of anchovy and storage stability of anchovy oil. **Journal of Food Quality**, 31: 503-513.
- Calder, P. C. 2004. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. **Clinical Science (Lond)**, 107 (1): 1–11.
- Camara, F., Amaro, M. A., Barbera, R., and Clemente, G., 2005. Bioaccessibility of minerals in school meals: comparison between dialysis and solubility methods. **Food Chemistry**, 92: 481-489.
- Connor, W. E., Neuringer, M., and Reisbick, S., 1992. Essential fatty acids: the importance of n-3 fatty acids in the retina and brain. **Nutrition Review**, 50: 21-9.
- Connor, W. E., 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease *The American Journal of Clinical Nutrition*, 17 (1): 171-175.
- Çelik, U. ve Oehlenschläger, J., 2007. High contents of cadmium, lead, zinc and copper in popular fishery products sold in Turkish supermarkets. **Food Control**, 18 (3): 258-261.
- Çiçek, E., 2006. **Adana Karataş açıklarında dip trolleri ile avlanan ekonomik potansiyele sahip türlerin incelenmesi.** Çukurova Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim dalı doktora tezi, 146s, Adana.
- Dalman, Ö., Demirak, A., and Balcı, A., 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry **Food Chemistry**, 95: 157–162.
- Darmstadt, G. L., Mao-Qiang, M., Chi, E., Saha, S. K., Ziboh, V. A., Black, R. E., Santosham, M., and Elias, P. M., 2002. Impact of topical oils on the skin

- barrier: possible implications for neonatal health in developing countries". **Acta Paediatrica**, 91 (5): 546–554.
- Demirhan, S. A., 2004. **Karadeniz’deki Mahmuzlu Camgöz’ün (*Squalus acanthias*, Linnaeus, 1758) Biyoekolojik Özellikleri**. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 173 s. Trabzon.
- Deniau, A. L., Mosset, P., Pedrone, F., Mitre, R., Le Bot, D., 2010. Multiple Beneficial Health Effects of Natural Alkylglycerols from Shark Liver Oil. **Marine Drugs**, 8: 2175-2184.
- Derevon, C. A., 1992. Marine oils and their effects. **Nutrition Review**, 50: 38-45.
- Dulcic, J., Jardas, I., Onofri, V., Bolotin, J., 2003. The Rougtail strinray *Dasyatis centroura* (Pisces: Dasyatidae) and Spiny Butterfly Ray *Gymnura altavela* (Pisces: Gymnuridae) from the Southern Adriatic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 871-872.
- Durmaz, Y., Duyar, H. A., Gökpınar, Ş., Öğretmen, Y. Ö. ve Bandarra, N., 2008. *Ulva spp.* (Sinop, Karadeniz) Türünün Yağ Asitleri, A-Tokoferol Ve Toplam Pigment Miktarının Araştırılması. **Journal of Fisheries Science**, 2 (3): 350-356.
- Erkan, N., and Özden, Ö., 2006. Proximate composition and mineral contents in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS, **Food Chemistry**, 102 (3): 721-725.
- Fenton, W. S., Hibbeln, J., and Knable, M., 2000. Essential fatty acids, lipid membrane abnormalities, and the diagnosis and treatment of schizophrenia. **Biological Psychiatry**, 47 (1): 8–21.
- Farnondes, C., Fontainhas-Fernandes, A., Peixoto, F., Salgada, M.A., 2007. Bioaccumulation of heavy metals in *Liza salines* from the Esmoriz-Paramos coastal lagoon, Portugal, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 66: 426-431.

- Filiz, H. ve Toğulga, M., 2002. Türkiye denizlerindeki Ekonomik Elasmobranş Türleri, Balıkçılık yönetimi. **Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı** 5-8 Kasım, İzmir 2002: 717-727.
- Galarraga, B., Ho, M., Youssef, H. M., Hill, A., McMahon, H., Hall, C., et al. 2008. Cod liver oil (n-3 fatty acids) as an non-steroidal anti-inflammatory drug sparing agent in rheumatoid arthritis. **Rheumatology (Oxford)**, 47(5): 665–669.
- Golani, D., Öztürk B. ve Başusta N., 2006. Fishes of the Eastern Mediterranean. **Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV)**, ISBN 975 8825-12-7, Beykoz/İstanbul, Türkiye.
- Gomis, D. B., Fernandez, M. P., and Gutierrez, M. D., 2000. Simultaneous determination of fat-soluble vitamins and provitamins in milk by microcolumn liquid chromatography. **Journal of Chromatography**, 891: 109-114.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y. ve Zorba, Ö., 2001. **Et ve Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu**, Dördüncü baskı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gökhan, H. B. ve Sağlam, N. 2009. Elazığ, Keban Yöresinde Yaşayan Salyangoz (*Helix lucorum*, Linnaeus, 1758 ) 'da Vitamin A ve  $\beta$ -karotenin Araştırılması. **Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi**, 21 (1): 45-52.
- Gözcelioğlu, B., 2002. Köpekbalıkları. **Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi**, 421,80.
- Hamazaki, K., Itomura, M., and Savazaki, S., 2006. Fish oil reduces tooth loss mainly through its anti-inflammatory effects. **Medical Hypotheses**, 67 (4): 868-870. <http://intl.elsevierhealth.com/journals/mehy>.
- Hanson, S. W. F. and Olley, J., (1963). Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. **Biochemical Journal**, 89: 101-102.
- Ikem, A., and Egiebor, N. O., 2005. Assesment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and

- Alabama (U.S.A.) **Journal of Food Composition and Analysis**, 18: 771-787.
- Institute of Medicine, (2002). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. **Institute of Medicine of the National Academies**, The National Academy Press, 2101 Constitution Avenue, NW, 773. Washington, DC.
- Ismen, A., Yığın C. and Ismen P., 2007. Age, growth, reproductive biology and feed of the common guitarfish (*Rhinobatos rhinobatos* Linnaeus, 1758) in İskenderun Bay, the eastern Mediterranean Sea. Short communication, **Fisheries Research**, 84: 263-269.
- IUPAC, 2011. The **International Union of Pure and Applied Chemistry** ([www.iupac.org/](http://www.iupac.org/)).
- Jensen, C. L., 2006. Effects of n-3 fatty acids during pregnancy and lactation. **American Journal of Clinical Nutrition**, 83 (6): 1452–1457.
- Karalar, M. 2005. **İskenderun Körfez’ inde Kemane Vatozun (*Rhinobatos rhinobatos*) (Linnaeus,1758) Üremesi ve Beslenmesi**. M.K.Ü. Fen Bil. Esnt. S.Ü.Temel Bilimler Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 29 s. Hatay.
- Kayhan, F. E., 2006. Su Ürünlerinde Kadmiyumun Biyobirikimi ve Toksisitesi. **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi**, 23 (1-2): 215-220.
- Kayım, M. Oksuz, A., Ozyılmaz A., Kocabaş, M., Can, E., Kızak, V., ve Ateş M., 2011. Proximate Composition, Fatty Acid Profile and Mineral Content of Wild Brown Trout (*Salmo trutta* sp.) From Munzur River in Tunceli, Turkey. **Asian Journal of Chemistry**, 23 (8): 3533-3537.
- Kinsella, J. E., 1988. Food components with potential therapeutic benefits: the n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils Food Technology. 40 (2) p. 89-97, 146 Fish and seafoods: nutritional implications and quality issues. **Food Technology**, 146–149.

- Koning, A. J., 1999. The free acid content of fish oil, part V. The effect of microbial contamination on the increase in free fatty acid content of fish oils during storage at 25 °C. **Fett/Lipid**, 101 (5): 184-186.
- Lall, S. P., 1995. Macro and trace elements in fish and shellfish. In A. Ruiter, **Fish and fishery products**. U. K: CAB International, 187-215.
- Letawe, C., Boone, M. and Pierard, G. E. 1998. Digital image analysis of the effect of topically applied linoleic acid on acne microcomedones. **Clinical & Experimental Dermatology**, 23 (2): 56–58.
- Levy, S. E. and Hyman, S. L., 2005. Novel treatments for autistic spectrum disorders". **Mental Retardation Development Disabilities Res Rev**, 11 (2): 131–142.
- Lunn, J. and Theobald, H. E., 2006. The health effects of dietary unsaturated fatty acids. (Briefing paper) **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, 32: 178-224.
- Mayneris-Perxachs, J., Bondia-Pons, I., Serra-Majem, L., Castello, A. I. and López-Sabater, M. C., 2010. Long-chain n-3 fatty acids and classical cardiovascular disease risk factors among the Catalan population. **Food Chemistry**, 119: 54–61.
- McClements, D. J. and Decker, E. A., 2008. Lipids. **Fennema's Food Chemistry (forth edition)** Damodaran, S., Parkin, K. L., Fennema. syf 161, Boca Raton.
- Mestre Prates, J. A., Gonçalves Quaresma, M. A., Branquinho Bessa, R. J., Andrade Fontes, C. M. G. ve Mateus Alfaia, C. M. P., 2006. HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and b-carotene in Barrosa~PDO veal. **Food Chemistry**, 94: 469–477.
- Mischoulon, D., Papakostas, G. I., Dording, C. M., et al. 2009. A double-blind, randomized controlled trial of ethyl-eicosapentaenoate for major depressive disorder. **Journal of Clinical Psychiatry**, 70 (12): 1636-1644.
- Mora, S., Scott, W. F., Wyse, E., and Azemard, S., 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Gulf and Gulf of Oman, **Marine Pollution Bulletin**, 49: 410-424.

- Morello, J. R., Motilva, M. J., Tovar, M. J., and Romero, M. P., 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. **Food Chemistry**, 85: 357–364.
- Nabrzyski, M., 2002. Mineral Components (Ed. Z. E. Sikorski) **Chemical and Functional Properties of Food Components**. CRC Press: 51-80.
- Navarro-Garcia, G, Pacheco-Aguilar, R., Vallejo-Cordova, Ramirez-Suarez, J.C. and 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.
- Navarro-Garcia, G., Pacheco-Aguilar, R., Bringas-Alvarado, L., Ortega-García. J., 2004. Characterization of the lipid composition and natural antioxidants in the liver oil of *Dasyatis brevis* and *Gymnura marmorata* rays. **Food Chemistry**, 87: 89–96.
- Navarro-Garcia, G., Ramirez-Suarez, J.C., Cota-Quiñones, E., Márquez-Farías, F., and Bringas-Alvarado, L., 2010. Storage stability of liver oil from two ray (*Rhinoptera bonasus* and *Aetobatus narinari*) species from the Gulf of Mexico. **Food Chemistry**, 119: 1578–1583.
- Nechet, S. L., Dubois, N., Gouygou, J. P., and Berge, J. P. ark., 2007. Lipid composition of the liver oil of the ray, *Himantura bleekeri*. **Food Chemistry**, 104: 559–564.
- O'brian, R. D., Walter E. F., and Pater J. W. 2000. Introduction to fats and oils technology. Champaign, III, Illinois, AOCS Pres, 618 s, America.
- Oksuz, A., Ozyilmaz, A., Aktas, A., Gercek, G., and Motte, J., 2009. Comparative Study on Proximate, Mineral and Fatty Acid Compositons of Deep Seawater Rose Shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas 1846) and Golden Shrimp (*Plesionika martia*, A. Milne-Edwards, 1883) **Journal of Animal and Veterinary Advances**, 8 (1): 183-189.
- Okudan, A., Güler, E., Tekeli, Y., Baş, S.Z., Karataş, E., Alici, Ö. ve Bayrakçı, M., 2008. **Endüstriyel Kimya Laboratuvarı, (Ders Notu)**, Konya,
- Olsen, S. F. and Secher, N. J., 2002. Low consumption of seafood in early pregnancy as a risk factor for preterm delivery: prospective cohort study. **BMJ (Clinical Research Ed.)**, 324-447.

- Ould El Kebir M. V., Barnathan, G., Gaydau, E. M. Siau, Y., Miralle's J., 2007. Fatty acid in liver, muscle, and gonad of three tropical rays including Non-Methylene-Interrupted Dienoic fatty acids. **Lipids**, 42: 525-535.
- Ould El Kebir, M. V., Barnathan, G., Siau, Y., Miralle's, J., and Gaydou, E. M., 2003. Fatty acid distribution in muscle, liver and gonads of rays (*Dasyatis marmorata*, *Rhinobatos cemiculus* and *Rhinoptera marginata*) from the East tropical Atlantic Ocean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 51: 1942–1947.
- Öksüz, A., Özyılmaz, A., Turan, C., 2009. Comparative Study on Fatty Acid Profiles of Anchovy from Black Sea and Mediterranean Sea (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) **Asian Journal of Chemistry**, 21 (4): 3081-86.
- Öksüz, A. and Özyılmaz, A., 2010. Changes in Fatty Acid Compositions of Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.1758) During Catching Season. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 10: 381-385.
- Öksüz, A., Özyılmaz, A., and Sevimli H., 2010. Element Compositions, Fatty Acid Profiles, And Proximate Compositions of Marbled Spinefoot (*Siganus rivulatus*, Forsskal, 1775) and Dusky Spinefoot (*Siganus luridus*, Ruppell, 1878). **Journal of Fisheries Sciences**, 4 (2): 177-183. DOI: 10.3153/jfsc.com.2010018.
- Öksüz, A., Özyılmaz, A., and Küver, Ş., 2011. Fatty Acid Composition and Mineral Content of *Upeneus moluccensis* and *Mullus surmuletus*. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 11: 71-77.
- Özden, Ö., 1995. **Sardalya balığının, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) soğukta depolanması sırasında yağında oluşan bozulmaların belirlenmesi**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 55 sayfa, İstanbul.
- Özden, Ö., 2005. Changes in amino acid and fatty acid composition during shelf-life of marinated fish. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 85: 2015–2020.
- Özsoy, M., 2004. **İki Farklı Balık Türünde Civa, Kurşun, Kadmiyum ve Bakır Kalıntılarının ICP-Hidrür Tekniği ile Saptanması**, Ankara Üniversitesi,



Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı  
Doktora Tezi, 108 s, Ankara.

- Özyurt, G., Tokur, B., Özoğul, Y., Korkmaz, K. ve Polat A., 2007. İncedudaklı Kefal (*Liza ramada*)'in Yağ Asidi Kompozisyonu Ve Buzdolabında Muhafazası (4°C) Sırasında Lipit Oksidasyonu. **Journal of Fisheries Sciences**, 1 (4): 160-167.
- Peniche C., Howland I., Carrillo O., Zaldivar, C., and Argüelles Monal (2004). Formation and stability of shark liver oil loaded chitosan/calcium alginate capsules. **Food Hydrocolloids**, 18: 865-871.
- Polat A., Kuzu, S., Özyurt, G., and Tokur, B., 2009. Fatty Acid Composition of Red Mullet (*Mullus Barbatus*): A Seasonal Differentiation **Journal of Muscle Foods**, 20(1): 70-78.
- Remme, J. F., Larsen, W. E., Bruheim, I., Saebo, P. C., Saebo, A., and Stoknes, I. S., 2006. Lipid content and fatty acid distribution in tissues from Portuguese dogfish, leafscale gulper shark and black dogfish. **Comparative Biochemistry and Physiology**. Part B., 143: 459-464.
- Richardson, A. J., 2006. Omega-3 fatty acids in ADHD and related neurodevelopmental disorders". **International Review of Psychiatry** (Abington, England), 18 (2): 155–172.
- Rodrigueza, C., Acostaa, C., Badia P., Cejasb, J. R., Santamaria, F. J., and Lorenzo, A., 2004. Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondylisoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. **Comparative Biochemistry and Physiology**, 139 (B): 619–629.
- Sidhu, K. S., 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 38: 336-344.
- Simopolous, A. P., 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and development **American Journal of Clinical Nutrition**, 54: 438-63.
- Tavazzi, L., Maggioni, A. P., Marchioli, R. ve diğerleri, 2008. Effect of n-3 polyunsaturated fatty acids in patients with chronic heart failure (the GISSI-HF trial): a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. **The Lancet**, 372 (9645): 1223-1230.

- Toppe, J., Albrektsen, S., Hope, B. and Aksnes, A., 2007. Chemical composition, mineral content and amino acid and lipid profiles in bones from various fish species. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part B 146: 395–401.
- Turhan, S., Ustun N. S., and Altunkaynak T. B., 2004. Effect of cooking methods on total and heme iron contents of anchovy (*Engraulis encrasicolus*), **Food Chemistry**, 88: 169–172.
- TÜİK, 2007. Su Ürünleri İstatistikleri, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu.
- TÜİK, 2011. Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb\\_id=47&ust\\_id=13](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=47&ust_id=13)  
(<http://www.tuik.gov.tr/Start.do;jsessionid=cnZbN16dLHvPZzfqYrLbP GPXlnSvpQprGLVymKxTYhxq43zv7pT7!1155295864>)
- Türkmen, A., 2011. Türkiye Denizleri'nden Yakalanan Dil Balığı (*Solea solea* L., 1758) Türünün Kas ve Karaciğer Dokularında Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. **Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Sciences ISSN: 1309-4726**, 2 (1): 139-151.
- Uluözlü, O. D., Tüzen, M., Mendil, D., and Soylak, M., 2007. Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. **Food Chemistry**, 104 (4): 835-840.
- Ünlü, E., 2011. Omurgalı Hayvanlar Bölüm 3. Vertebrata Chondrichthyes (Kıkırdaklı Balıklar) 02.02.2011 Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, **Ders notları**, Diyarbakır.
- Whithney, E., and Rolfes, S. R., 2008. Water and Major Minerals and The Trace Minerals. **Understanding nutrition** (11<sup>th</sup> ed.). West Publishing Company: 396-475, MN, USA.
- Woodman, R. J., Mori, T. A., Burke, V., Puddey, I. B., Barden, A., Watts, G. F., et al., 2003. Effects of purified eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on platelet, fibrinolytic and vascular function in hypertensive type 2 diabetic patients. **Atherosclerosis**, 166-1: 85–93.

- Yapar, A. ve Erdöl, M., 1999. Buzdolabında Muhafaza Edilen Mezgit (*Merlangius merlangus euxinus* Nord., 1840) Karaciğer Yağının Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişmeler. **J. of Veterinary and Animal Sciences**, 23: 333-336.
- Yeldan, H., 2005. **İskenderun ve Mersin Körfez'lerinde Avlanan Vatozların (*Raja clavata* (Linnaeus, 1758), *Raja asterias* (Delaroche, 1809), *Raja radula* (Delaroche, 1809), *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758), *Gymnura altavela* (Linnaeus, 1758) Biyoekolojik Özelliklerinin Belirlenmesi.** Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, 137s, Adana.
- Yeldan, H., Avşar, D. ve Manaşırılı, M., 2009. Age, growth and feeding of the common stingray (*Dasyatis pastinaca*, L., 1758) in the Cilician coastal basin, northeastern Mediterranean Sea. **Journal of Applied Ichthyology**, 25(1): 98-102.
- Yılmaz, A. B. ve Akpınar, D. 2003. Kemani Vatozun (*Rhinobatos rhinobatos* L., 1758) Besin Madde İçeriğinin Tespiti ve Dondurularak Muhafazası Süresince Kalite Değişiminin Belirlenmesi. **Turkish Journal of Veterinary Animal science**, 7: 207-212.

## TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun seçiminde ve tez çalışmalarım boyunca bana yardımını esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Abdullah ÖKSÜZ'e (M.K.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü), bilgi tecrübe ve deneyimleri ile araştırmaya başlamadan ve başladıktan sonra araştırmamın her aşamasında araştırmamın gelişmesine değerli katkıları ile yardımcı olan Prof. Dr. Abdurrahman POLAT (Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü) ve Doç Dr. Erdal YILMAZ (M.K.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü), analizlere hazırlık, kimyasal ve cihaz temininde ve özellikle kimya bilgilerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Yener Tekeli'ye (M.K.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü), değerli katkılarından dolayı Doç. Dr. Bahar Tokur'a (Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü) ile yağ konusundaki bilgileri, önerileri ve özellikle analiz yöntemleri konusunda yardımcı olan Dilşat Bozdoğan Konuşkan'a (M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü), istatistiksel analizler hesaplamalar ve yorumlar konusunda yardımlarından dolayı Prof. Dr. Suat Şahinler'e, araştırmada kullanılan balıkların temini ve tür tespitinde yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Aydın Demirci ve Doç. Dr. Sefa Ayhan Demirhan'a, hayatımın ve çalışmamın her anında yanımda olan eşim Yrd. Doç. Dr. Adnan ÖZYILMAZ'a (M.K.Ü. İktisadi İdari Bilimler Fakültesi), babam Haydar NADİR'e (Emekli Başmüdür), annem Saadet NADİR'e, kardeşlerime, oğlum Ercüment Kayhan'a, kızım Şule İlçim'e, projemin (Proje no: 04 Y 0126) yürütülmesinde maddi destek sağlayan Mustafa Kemal Üniversitesi B.A.P. Komisyon Başkanlığı'na, bilimsel kaynak temininde yardımcı olan Üniversitemiz Kütüphane ve Dökümantasyon Daire Başkanlığı'na özellikle Erhan Güler ve Sekine Yılmaz'a, Fen Bilimleri Araştırma Uygulama Merkezi çalışanlarına, yağ analizlerinde Seher MISIROĞLU'na, element analizlerinde Tuğba Özdemir'e ve Doç. Dr. Veli Uygur'a, M.K.Ü. çalışanlarına, arkadaşlarıma ve tezin gerçekleşmesinde emeği geçen adını saymadığım herkese teşekkür ederim.

## ÖZGEÇMİŞ

1972 yılı Akçaabat/Trabzon doğumluyum. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümünden 1994 yılında üçüncülükle mezun oldum. Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama İşleme Bölümü Yüksek Lisans eğitimini 2007 yılında tamamladım ve aynı yıl doktora eğitimine başladım. Evli ve iki çocuk annesiyim. İyi derecede İngilizce biliyorum (TOEFL CBT puanı 230 (Eski sistemde 570, KPDS/ÜDS eşdeğer puanı 90). Beş tanesi SCI bir tanesi hakemli dergi olmak üzere toplam 6 yayınım bulunmaktadır.

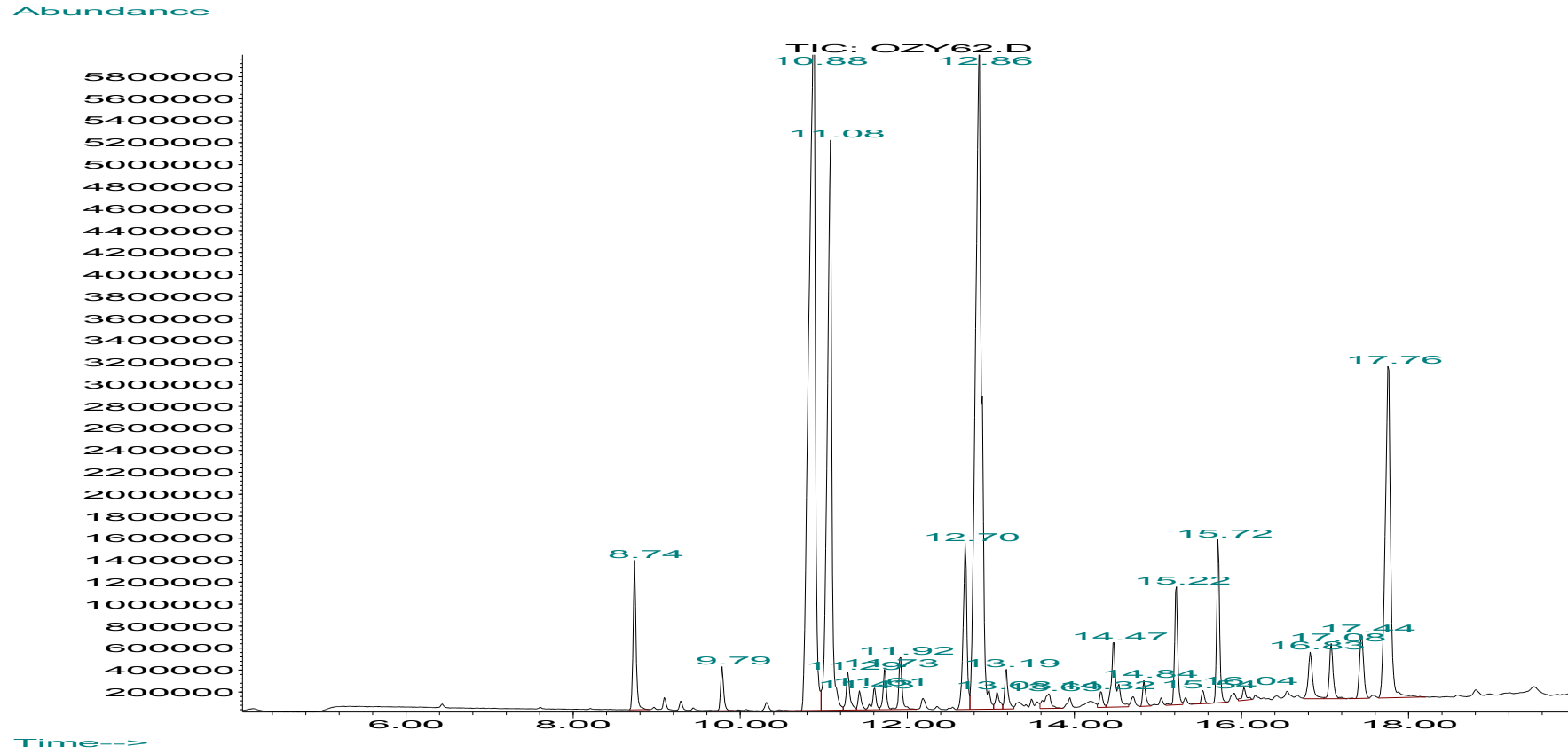
### Yayımlarım:

- Öksüz, A., **Özyılmaz, A.**, Küver 2011. Fatty Acid Composition and Mineral Content of *Upeneus moluccensis* and *Mullus surmuletus*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 11: 71-77.
- Kayım, M. Öksüz, A., **Özyılmaz, A.**, Kocabaşı, M., Can, E., Kızak, V. ve Ateş M., 2011. Proximate Composition, Fatty Acid Profile and Mineral Content of Wild Brown Trout (*Salmo trutta* sp.) From Munzur River in Tunceli, Turkey. Asian Journal of Chemistry; Vol. 23, No. 8 (2011), 3533-3537.
- Öksüz, A. and **Özyılmaz, A.**, 2010. Changes in Fatty Acid Compositions of Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.1758) During Catching Season. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 10: 381-385.
- Öksüz, A., **Özyılmaz, A.**, and Sevimli H., 2010. ELEMENT COMPOSITIONS, FATTY ACID PROFILES, AND PROXIMATE COMPOSITIONS OF MARBLED SPINEFOOT (*Siganus rivulatus*, Forsskal, 1775) and DUSKY SPINEFOOT (*Siganus luridus*, Ruppell, 1878). Journal of Fisheries Sciences. 4(2): 177-183 (2010) DOI: 10.3153/jfscom.2010018.
- Öksüz, A., **Özyılmaz, A.**, Turan., C., 2009. Comparative Study on Fatty Acid Profiles of Anchovy from Black Sea and Mediterranean Sea (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Asian Journal of Chemistry, 21,4,3081-86.
- Oksuz, A. **Ozyilmaz, A.**, Aktas, A., Gercek, G. and Motte, J., 2009. Comparative Study on Proximate, Mineral and Fatty Acid Compositons of Deep Seawater Rose Shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas 1846) and Golden Shrimp

(*Plesionika martia*, A. Milne-Edwards, 1883) Journal of Animal and Veterinary Advances 8 (1): 183-189.

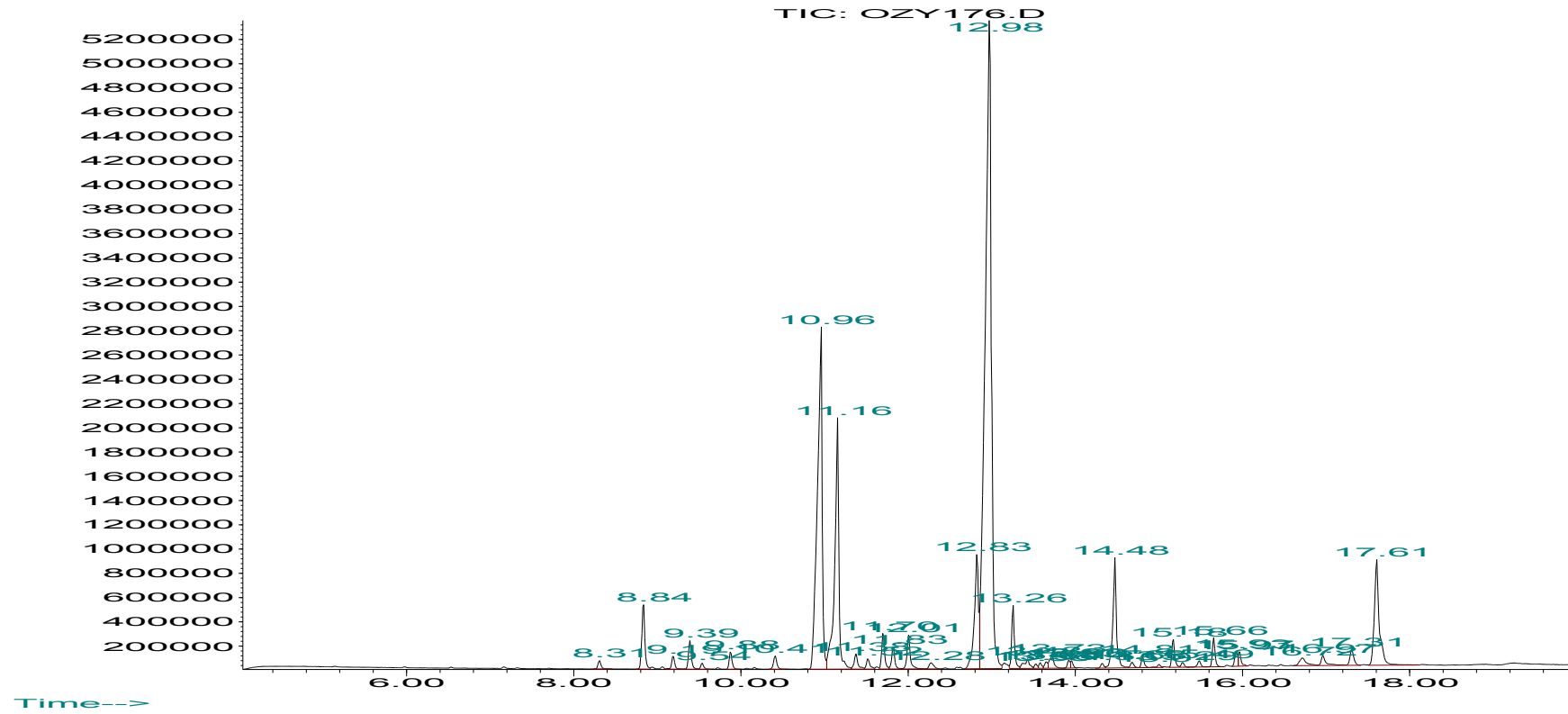
## EKLER

## EK-1. Adi Köpek Balığına Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı



## EK-2. Büyük Burunlu Köpek Balığına Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı

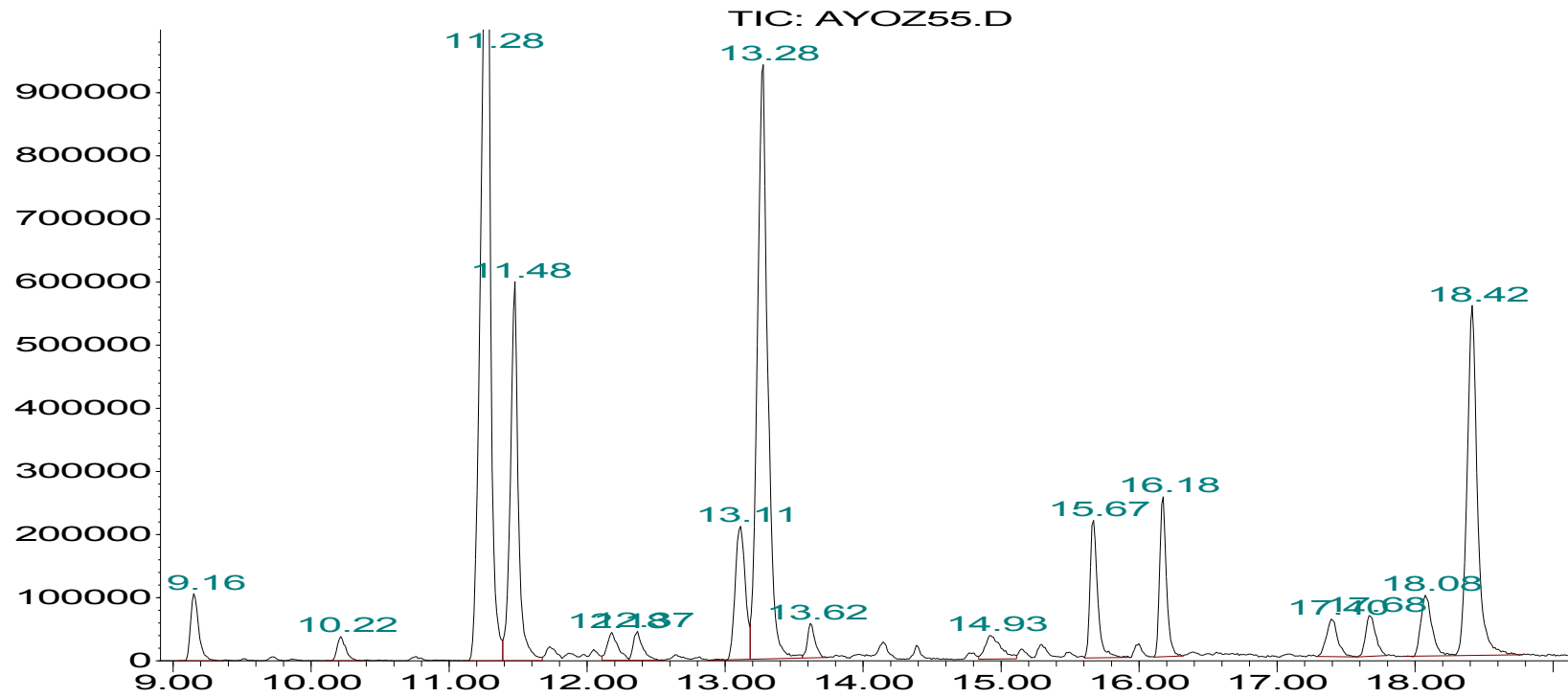
Abundance





## EK-3. Kemane Vatoz Balığına Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı

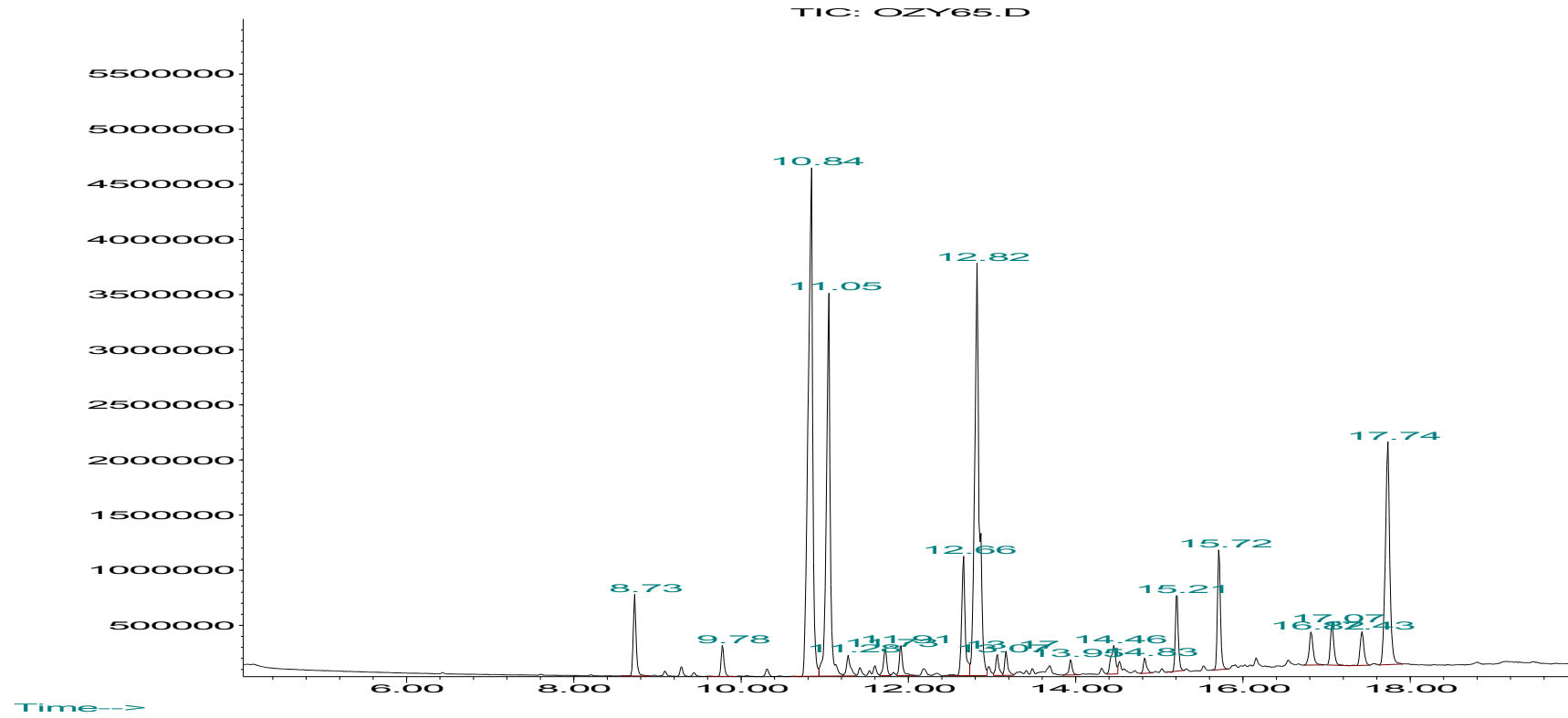
Abundance



Time--&gt;

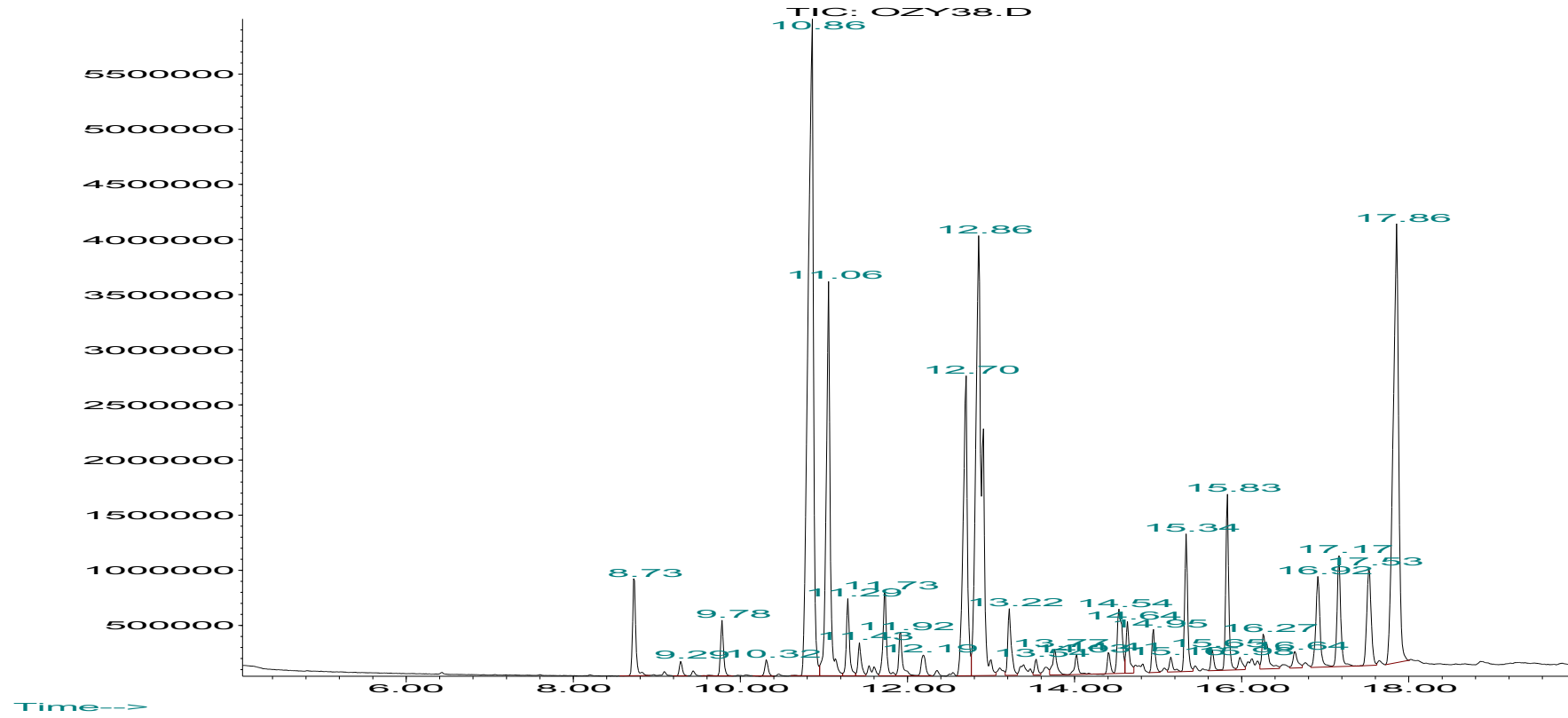
## EK-4. İğneli Vatoza Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı

Abundance



## EK-5. Kartal Vatoza Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı

Abundance



## EK-6. İnek Burunlu Vatoza Ait Bir Yağ Asidi Kromotogramı

