

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**XX ve XY Kromozomlarına Sahip Erkek Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)
Spermalarında Yağ Asidi, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeylerinin
Araştırılması**

Meryem TOKGÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Anabilim Dalı: Su Ürünleri Yetiştiriciliği
Danışman: Prof. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ

ELAZIĞ, 2014

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**XX ve XY Kromozomlarına Sahip Erkek Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)
Spermalarında Yağ Asidi, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeylerinin
Araştırılması**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meryem TOKGÖZ

(111128104)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 12.08.2014

Tezin Savunulduğu Tarih: 28.08.2014

TezDanışmanı: Prof.Dr. Kenan KÖPRÜCÜ (F.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Metin ÇALTA (F.Ü.)

Prof.Dr. Seyfettin GÜR (F.Ü.)

ELAZIĞ, 2014

ÖNSÖZ

Bu konunun araştırılmasında beni bilimsel çalışmaya sevk edip, çalışmanın planlanması, yürütülmesi, bulguların değerlendirilmesi ve tezin yazımı sırasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ'ye, Yüksek Lisans Tezime sağladıkları katkılardan dolayı Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Metin ÇALTA'ya, biyokimyasal analizlerin yapılmasında katkı sağlayan Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ'a, araştırmanın yürütülmesi ve örneklerin alınmasında yardımlarını esirgemeyen Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Sayın Halil YAVUZ'a ve Kent Alabalık Yaz Yumurtası Üretim Ltd. Şti. (Pınarbaşı/Kayseri)'ne, eğitimim boyunca her zaman yanımda olan ve bana maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen babam Osman TOKGÖZ, annem Memnune TOKGÖZ, abim Ufuk TOKGÖZ, kardeşlerim Mehtap TOKGÖZ ve Meral TOKGÖZ'e, tez çalışmamı SÜF.12.09 nolu proje ile maddi yönden destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Koordinasyon Birimi'ne ve tüm emeği geçenlere sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Meryem TOKGÖZ

ELAĞIĞ-2014

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VI
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	X
TABLolar LİSTESİ.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sperm Kalitesi	4
1.1.1. Sperm Hareketliliği	5
1.1.2. Hareketlilik Süresi.....	6
1.1.3. Dölleme Kapasitesi	7
1.1.4. Sperm Konsantrasyonu	7
1.2. Yağ Asitleri	7
1.2.1. Lipitlerin Fonksiyonları.....	9
1.2.2. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri	10
1.2.3. Tatlısu Balıklarında Yağ Asitleri	15
1.2.4. Yağ Asitleri ile Vitamin E'nin Yumurtlama Verimliliğine Etkisi	18
1.2.5. Yağ Asitleri ile Vitamin E'nin Fertilizasyona Etkisi	19
1.2.6. Yağ Asitleri ile A ve E Vitaminlerinin Embriyo Gelişimine Etkisi.....	19
1.2.7. Yağ Asitlerinin Larva Kalitesine Etkisi	20
1.3. Kolesterol	21
1.3.1. Balıklarda Kolesterol.....	21
1.4. Yağda Eriyen Vitaminler	23
1.4.1. Vitamin A.....	23
1.4.2. Vitamin D.....	24
1.4.3. Vitamin E	25
1.4.4. Vitamin K.....	25
1.4.5. Deniz Balıklarının Yağda Eriyen Vitamin İhtiyaçları.....	26
1.4.6. Tatlısu Balıklarının Yağda Eriyen Vitamin İhtiyaçları	27

2. MATERYAL VE METOT	29
2.1. Materyal	29
2.1.1. Anaç Balık Materyali	29
2.2. Metot	30
2.2.1. Denemenin Planlanması ve Uygulanması	30
2.2.2. Balıklardan Sperma Örneklerinin Alınması	30
2.2.3. Spermanın Hacim ve pH'sının Belirlenmesi	31
2.2.4. Sperm Hareketlilik Oranı ve Hareketlilik Süresinin Belirlenmesi	31
2.2.5. Sperm Sayısı (Yoğunluğu)'nın Belirlenmesi	31
2.2.6. Kondüsyon Faktörü	32
2.2.7. Testisomatik İndeks	32
2.2.8. Kimyasal Analizler	32
2.2.8.1. Yağ Asitleri Analizi	33
2.2.8.2. Kolesterol ve A, D, E, K Vitaminlerinin Analizi	34
2.2.9. Araştırmada Kullanılan Kaynak Suyunun Analizi	35
2.2.10. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	35
3. BULGULAR	36
3.1. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşáğı Alabalıklarının Canlı Ağırlık, Total Boy ve Kondüsyon Değerleri	36
3.2. XX ve XY kromozomlu Gökkuşáğı Alabalıklarının Testis Ağırlığı ve Testisomatik İndeks Değerleri	37
3.3. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşáğı Alabalıklarının Sperm Özellikleri	37
3.4. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşáğı Alabalığı Spermasının Yağ Asit Düzeyleri	40
3.5. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşáğı Alabalığı Spermelerindeki Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri	47
3.6. XX ve XY Kromozomlarına Sahip Balık Spermelerinde Yağ Asidi, Kolesterol, Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri ile Testis Ağırlığı, Testisomatik İndeks ve Sperm Özelliklerine Ait Değerler Arasındaki İlişkiler	52
3.7. Çalışmada Kullanılan Kuyu Suyunun Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve pH Değerleri	60
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	61
4.1. Testis Ağırlığı ve Testisomatik İndeks Değeri	61
4.2. Sperma Özellikleri	62
4.3. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşáğı Alabalığı Spermelerindeki Yağ Asit Düzeyleri	63

4.4. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşığı Alabalığı Gonadlarındaki Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri	68
4.5. Kullanılan Suyun Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve pH Değerleri	69
4.6. Sonuçlar.....	69
KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ	86

ÖZET

Bu çalışmada, XX ve XY kromozomlarına sahip erkek gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) spermalarında yağ asidi, kolesterol ve yağda eriyen vitamin (A, D, E ve K) düzeyleri araştırıldı. Ayrıca, testis ağırlığı, testisomatik indeks değeri ve sperma özellikleri (sperma hacmi, sperma pH'sı, sperm hareketlilik oranı, sperm hareketlilik süresi ve toplam sperm sayısı) belirlendi. Bu amaçla, 15 adet ortalama ağırlığı 1187 ± 70 g olan 3 yaşındaki XX kromozomlu (dönüştürülmüş) erkek balık ve 15 adet ortalama ağırlığı 1470 ± 35 g olan 3 yaşındaki XY kromozomlu (normal) erkek balık kullanıldı.

XX kromozomlu balıkların ortalama testis ağırlığı (87 ± 21 g), testisomatik indeks ($6,99 \pm 1,23$), toplam sperma hacmi (236 ± 36 ml), sperm hareketlilik oranı ($\%92 \pm 3$), sperm hareketlilik süresi (221 ± 98 sn) ve toplam sperm sayısı ($426,02 \pm 6 \times 10^9$ adet) XY kromozomlu balıkların ortalama testis ağırlığı (22 ± 5 g), testisomatik indeks ($6,99 \pm 1,23$), sperma hacmi (236 ± 36 ml), sperm hareketlilik oranı ($\%92 \pm 3$), sperm hareketlilik süresi (221 ± 98 sn) ve toplam sperm sayısından ($426,02 \pm 6 \times 10^9$ adet) önemli derecede yüksek ($P < 0,01$) bulundu. Bununla birlikte, XX ve XY kromozomlu balık spermalarının pH değerleri (sırasıyla; $7,7 \pm 0,3$ ve $7,9 \pm 0,4$) arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmedi ($P > 0,01$).

Ayrıca, XX ve XY kromozomlu balık spermalarının toplam doymuş (sırasıyla; $\%28,13$ ve $\%26,96$), çoklu doymamış ($\%56,83$ ve $\%54,66$), n-3 ($\%42,74$ ve $\%40,95$) ve n-6 serisi ($\%13,38$ ve $\%12,97$) yağ asit düzeyleri arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0,01$), toplam tekli doymamış yağ asit düzeyleri ($\%15,86$ ve $\%15,83$) arasındaki fark ise önemsiz ($P > 0,01$) bulundu. XX ve XY kromozomlu balık spermalarının dokosaheksaenoik (sırasıyla; $\%24,52$ ve $\%22,93$), linoleik ($\%6,35$ ve $\%6,06$) ve linolenik ($\%1,18$ ve $\%1,05$) asit oranları arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0,01$), eikosapentanoik ($\%14,59$ ve $\%14,42$), araşidonik ($\%5,53$ ve $\%5,46$) ve dokosapentaenoik ($\%1,60$ ve $\%1,67$) asit oranları arasındaki farklılıklar ise önemsizdi ($P > 0,01$).

Diğer yandan, XX kromozomlu balık spermalarındaki kolesterol (1418 mg/100 g), betasterol ($13,05$ mg/100 g), alfa-tokoferol ($23,42$ mg/100 g), alfa-tokoferol asit ($22,42$ mg/100 g), vitamin D₃ ($0,9$ mg/100 g) ve vitamin K₂ ($2,06$ mg/100 g) miktarlarının, XY kromozomlu balık spermalarındaki kolesterol (1663 mg/100 g), betasterol ($28,42$ mg/100 g), alfa-tokoferol ($38,21$ mg/100 g), alfa-tokoferol asit ($38,71$ mg/100 g), vitamin D₃ ($3,3$ mg/100 g) ve vitamin K₂ ($2,17$ mg/100 g) düzeylerinden önemli derecede düşük olduğu tespit edildi ($P < 0,01$). Bununla birlikte, XX kromozomlu balık spermalarının stigmasterol ($27,54$ mg/100 g), r-tokoferol ($0,6$ mg/100 g) ve vitamin K₁ ($2,55$ mg/100 g) miktarları, XY kromozomlu balık spermalarının stigmasterol ($24,78$ mg/100 g), r-tokoferol ($0,3$ mg/100 g) ve vitamin K₁ ($2,12$ mg/100 g) düzeylerinden önemli derecede yüksek bulundu ($P < 0,01$).

Bu çalışmada, hem XX hem de XY kromozomlarına sahip balıkların testis ağırlığı ile testisomatik indeks değeri arasında pozitif yönlü ve çok güçlü ($P < 0,001$) bir ilişki tespit edildi (sırasıyla; $r = 0,868$ ve $r = 0,944$). XX kromozomlarına sahip balık spermasının vitamin D₃ düzeyi ile testisomatik indeks değeri ($r = 0,995$), sperma pH'sı ($r = 0,862$) ve toplam sperm sayısı ($r = 0,989$) arasındaki ilişkilerin pozitif yönlü ve çok güçlü ($P < 0,001$) olduğu görüldü. Benzer ilişkiler sperm hareketlilik oranı ile sperma betasterol ($r = 0,974$), henikosanoik asit ($r = 0,819$) ve alfa-tokoferol asit ($r = 0,799$) düzeyleri arasında da bulundu. Ayrıca XY kromozomlarına sahip balıkların testisomatik indeks değeri ile sperma hacmi ($r = 0,827$) ve sperma vitamin D₃ ($r = 0,995$) düzeyi arasında pozitif yönlü ve çok güçlü ($P < 0,001$) bir ilişki saptandı. Bu balıkların sperma pH'sı ile toplam sperm sayısı ($r = 0,847$), sperma linoleaidik asit ($r = 0,910$), linoleik asit ($r = 0,836$) ve oleik asit ($r = 0,788$) düzeyleri arasında pozitif

yönlü ve çok güçlü ($P<0,001$) bir ilişki tespit edildi. Sperm hareketlilik oranı ile sperma henikosanoik asit ($r = 0,828$) düzeyi arasındaki ilişkinin pozitif yönlü ve çok güçlü ($P<0,001$) olduğu belirlendi. Benzer ilişkiler toplam sperm sayısı ile sperma linoleik asit ($r = 0,950$), oleik asit ($r = 0,922$), linoleaidik asit ($r = 0,858$) ve linolenik asit ($r = 0,840$) düzeyleri arasında da bulundu.

Bu çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında, XX kromozomlu anaç gökkuşuğu alabalıklarının sperm kalitesinin XY kromozomlu olanlarıkinden daha yüksek olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşuğu Alabalığı, Kromozom, Sperm Kalitesi, Yağ Asitleri, Kolesterol, Yağda Eriyen Vitaminler (A, D, E ve K)

SUMMARY

An Investigation on Fatty Acid, Cholesterol and Fat-Soluble Vitamin Levels of Sperm with XX and XY Chromosomes from Male Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

In this study, the fatty acid, cholesterol and fat-soluble vitamin (A, D, E and K) levels of sperm with XX and XY chromosomes from male rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) was determined. In addition, testis weight, testisomatic index value and sperm characteristics (semen volume, semen pH, sperm motility ratio, sperm motility duration and total sperm number) were investigated. For this purpose, it was used the 15 male fish with XX chromosomes (transformed) with mean weight of 1187 ± 70 g at age 3 and 15 male fish with XY chromosomes (ordinary) weighting 1245 ± 151 g and at age 3.

The mean testis weight (87 ± 21 g), testisomatic index value (6.99 ± 1.23), semen volume (236 ± 36 ml), sperm motility ratio ($92 \pm 3\%$), sperm motility duration (221 ± 98 second) and total sperm number ($426.02 \pm 6 \times 10^9$) of the fish with XX chromosomes were found significantly higher than the mean testis weight (22 ± 5 g), testisomatic index value (6.99 ± 1.23), semen volume (236 ± 36 ml), sperm motility ratio ($92 \pm 3\%$), sperm motility duration (221 ± 98 second) and total sperm number ($426.02 \pm 6 \times 10^9$) of the fish with XY chromosomes ($P < 0.01$). However, the difference between pH values (respectively; 7.7 ± 0.3 and 7.9 ± 0.4) of sperm with XX and XY chromosomes fish was not significant statistically ($P > 0.01$).

In addition, the differences in total levels of saturated (respectively; 28.13% and 26.96%), polyunsaturated (56.83% and 54.66%), n-3 (42.74% and 40.95%) and n-6 series (13.38% and 12.97%) fatty acid in sperm with XX and XY chromosomes fish were found to be significant ($P < 0.01$), but the difference in total monounsaturated fatty acid levels (15.86 and 15.83%) was not significant ($P > 0.01$). The differences in levels of docosahexaenoic (24.52% and 22.93%), linoleic (6.35% and 6.06%) and linolenic (1.18% and 1.05%) acid of sperm with XX and XY chromosomes fish were significant ($P < 0.01$), but the differences in levels of eicosapentanoic (14.59% and 14.42%), arachidonic (5.53% and 5.46%) and docosapentaenoic (1.60% and 1.67%) acid were not significant ($P > 0.01$).

On the other hand, the cholesterol (1418 mg/100 g), betasterol (13.05 mg/100 g), alpha-tocopherol (23.42 mg/100 g), alpha-tocopherol acid (22.42 mg/100 g), vitamin D₃ (0.9 mg/100 g) and vitamin K₂ (2.06 mg/100 g) levels of the semen with XX chromosomes fish were determined significantly lower than the cholesterol (1663 mg/100 g), betasterol (28.42 mg/100 g), alpha-tocopherol (38.21 mg/100 g), alpha-tocopherol acid (38.71 mg/100 g), vitamin D₃ (3.3 mg/100 g) and vitamin K₂ (2.17 mg/100 g) levels of semen with XY chromosomes fish ($P < 0.01$). However, the stigmasterol (27.54 mg/100 g), r-tocopherol (0.6 mg/100 g) and vitamin K₁ (2.55 mg/100 g) levels of the semen with XX chromosomes fish were found significantly higher than the stigmasterol (24.78 mg/100 g), r-tocopherol (0.3 mg/100 g) and vitamin K₁ (2.12 mg/100 g) levels of semen with XY chromosomes fish ($P < 0.01$).

In this study, a positif and strong ($P < 0.001$) relation between the mean testis weight and testisomatic index value of both XX ($r = 0.868$) and XY ($r = 0.944$) chromosomes fish was determined. It was showed positif and strong ($P < 0.001$) relation between the sperm vitamin D₃ value with testisomatic index ($r = 0.995$), sperm pH ($r = 0.862$) and total sperm number ($r = 0.989$) values of XX chromosomes fish. Similar relations were also found between the sperm motility ratio with betasterol ($r = 0.974$), heneicosanoic acid ($r = 0.819$) and

alpha-tocopherol acid ($r = 0.799$) values of sperm in XX chromosomes fish. In addition, it was obtained a positif and strong ($P < 0.001$) relation between the testisomatic index value with semen volume ($r = 0.827$) and vitamin D₃ ($r = 0.995$) values of XY chromosomes fish. It was determined a positif and strong ($P < 0.001$) relation between the sperm pH value with linoleadic acid ($r = 0.910$), linoleic acid ($r = 0.836$) and oleic acid ($r = 0.788$) values of sperm with XY chromosomes fish. it was found a positif and strong ($P < 0.001$) relation between the motility ratio and henicosanoic acid value ($r = 0.828$) of sperm with XY chromosomes fish. Similar relations were also found between the total sperm number with linoleic ($r = 0.950$), oleic ($r = 0.922$), linoleaidic ($r = 0.858$) and linolenic ($r = 0.840$) acid values of sperm with XY chromosomes fish.

Under the light of this study, it is concluded that the sperm quality of broodstock rainbow trout with XX chromosomes was higher than those of the fish with XY chromosomes.

Keywords: Rainbow Trout, Chromosome, Sperm Quality, Fatty acids, Cholesterol, Fat-soluble vitamins (A, D, E and K)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Balıklarda gamet kalitesini etkileyen faktörler (Bromage ve Roberts, 1995)	2
Şekil 2.1. Anaç gökkuşağı alabalıklarının lateral görünüşü A) XX kromozomlu erkek (dişiden erkekleştirilmiş) B) XY kromozomlu (normal erkek)	29
Şekil 2.2. SHIMADZU GC 17 model gaz kromatografi cihazı	33
Şekil 3.1. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalıklarının testis ağırlıkları	37
Şekil 3.2. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalıklarının sperma hacimleri.....	39
Şekil 3.3. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı sperminin hareketlilik oranları	39
Şekil 3.4. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı sperminin hareketlilik süreleri	39
Şekil 3.5. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin toplam doymuş yağ asit düzeyleri	41
Şekil 3.6. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin palmitik asit düzeyleri	41
Şekil 3.7. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin stearik asit düzeyleri	42
Şekil 3.8. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin toplam tekli doymamış yağ asit düzeyleri	42
Şekil 3.9. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin oleik asit düzeyleri	43
Şekil 3.10. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin vasetik asit düzeyleri	43
Şekil 3.11. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin palmitoleik asit düzeyleri	43
Şekil 3.12. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin toplam çoklu doymamış yağ asit düzeyleri	44
Şekil 3.13. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin dokosaheksaenoik asit düzeyleri	44
Şekil 3.14. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin linoleik asit düzeyleri	45
Şekil 3.15. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin linolenik asit düzeyleri	45
Şekil 3.16. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermlerinin dokosaheksaenoik asit (DHA) + eikosapentanoik asit (EPA) düzeyleri	46

Şekil 3.17. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin toplam n-3 serisi yağ asit düzeyleri.....	46
Şekil 3.18. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin toplam n-6 serisi yağ asit düzeyleri.....	47
Şekil 3.19. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin alfa-tokoferol düzeyleri	48
Şekil 3.20. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin alfa-tokoferol asit düzeyleri	48
Şekil 3.21. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin vitamin D3 düzeyleri	49
Şekil 3.22. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin vitamin K2 düzeyleri..	49
Şekil 3.23. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin R-tokoferol düzeyleri	50
Şekil 3.24. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin vitamin K1 düzeyleri..	50
Şekil 3.25. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin kolesterol düzeyleri	51
Şekil 3.26. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin betasterol düzeyleri....	51
Şekil 3.27. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin stigmasterol düzeyleri	52

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

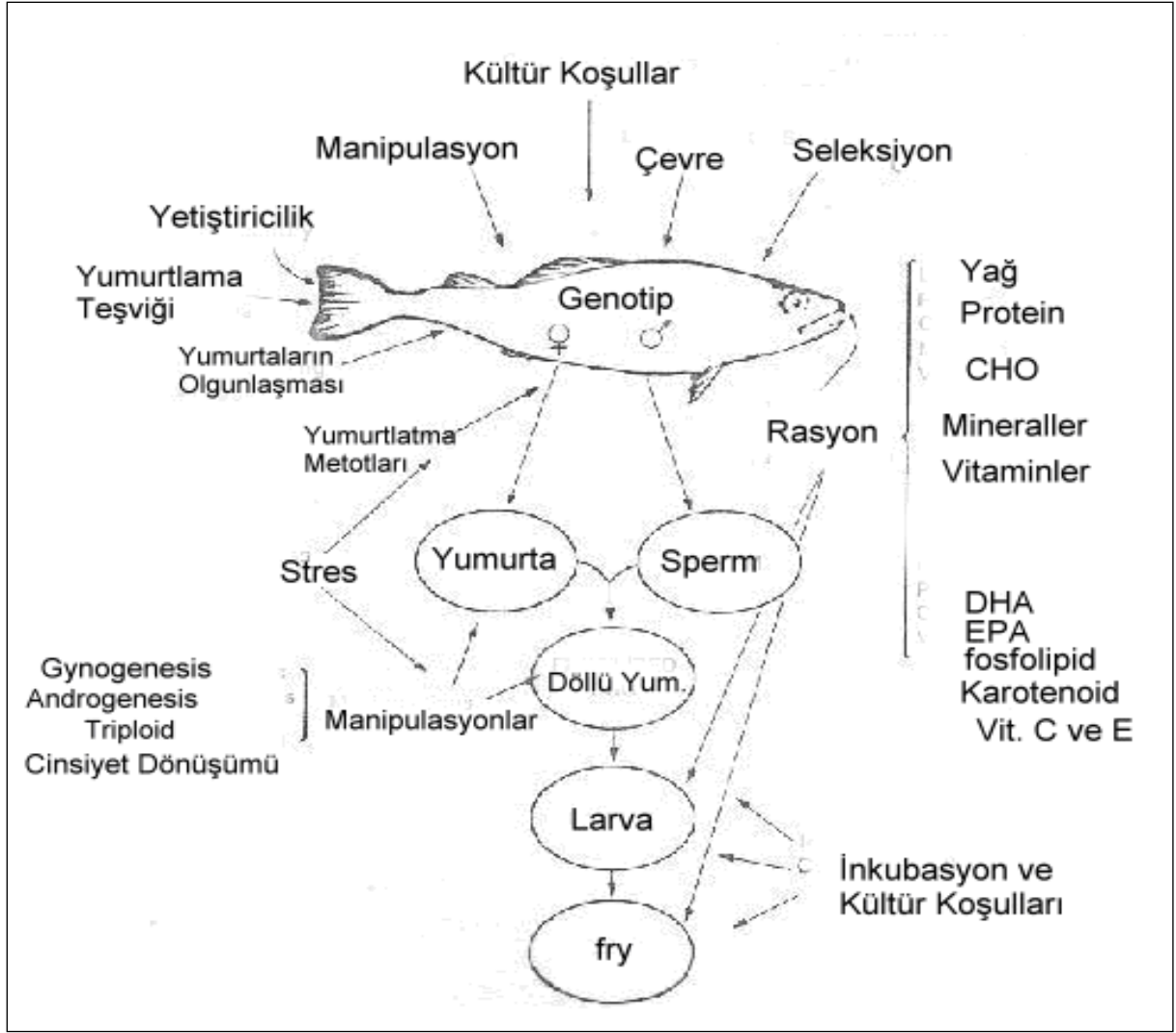
Tablo 1.1. Doymamış yağ asitleri ve kimyasal formülleri (Sargent vd., 2002)	8
Tablo 1.2. Bazı su canlılarının yağ asidi düzeyleri (Jobling, 1994)	9
Tablo 1.3. Deniz balığı larvalarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002).....	12
Tablo 1.4. Yavru, balıkçık ve ergin deniz balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002)	14
Tablo 1.5. Bazı tatlı su balığı yavrularının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002)	16
Tablo 1.6. Genç ve ergin tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002)	17
Tablo 1.7. Bazı balık türlerinin gonadlarındaki esansiyel yağ asidi oranları	18
Tablo 1.8. Farklı balık türlerine ait kolesterol değerleri.....	23
Tablo 1.9. Bazı balık türlerinin yağda eriyen vitamin ihtiyaç düzeyleri (Jobling, 1994).....	28
Tablo 3.1. XX ve XY kromozumlu erkek gökkuşuğu alabalıklarının canlı ağırlık, total boy ve kondüsyon değerleri.....	36
Tablo 3.2. XY ve XX kromozumlu gökkuşuğu alabalıklarının testis ağırlığı ve testisomatik indeks değerleri.....	37
Tablo 3.3. XX ve XY kromozumlu gökkuşuğu alabalıklarının sperma özelliklerine ait değerler	38
Tablo 3.4. XX ve XY kromozumlu gökkuşuğu alabalığı spermasının yağ asit düzeyleri	40
Tablo 3.5. XX ve XY kromozumlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının yağda eriyen vitamin ve kolesterol düzeyleri.....	47
Tablo 3.6. XX kromozomlarına sahip balık spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin düzeyleri ile testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperma özelliklerine ait değerler arasındaki ilişkiler	53
Tablo 3.7. XY kromozomlarına sahip balık spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin düzeyleri ile testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperma özelliklerine ait değerler arasındaki ilişkiler	57
Tablo 3.8. XX ve XY kromozumlu gökkuşuğu alabalıklarının stoklandığı havuzlarda kullanılan kaynak suyunun sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH değerleri	61

1. GİRİŞ

Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), kültürünün oldukça yaygın ve ekonomik değerinin yüksek olması nedeniyle üzerinde en fazla araştırma yapılan balık türlerinden birisidir. Gökkuşığı alabalığı üretimi, gerek potansiyel su kaynaklarının üretime alınması, gerekse yetiştiricilikte karşılaşılan problemlerin (kaliteli yem, hastalıklara karşı mücadele, vb.) çözülmüş olması nedeniyle her geçen yıl artarak devam etmektedir (Akhan ve Canyurt, 2005).

Türkiye'deki toplam balık yetiştiriciliği miktarının türlere göre dağılımına baktığımızda, gökkuşığı alabalığının en önemli tür olduğu görülmektedir. Ülkemizde 2012 yılında yetiştiricilik yoluyla üretilen toplam balık miktarının (212.410 ton/yıl) yarısından fazlasını gökkuşığı alabalığı (114.200 ton/yıl) oluşturmaktadır (TÜİK, 2012). Ülkemizdeki su potansiyelinin değerlendirilmesiyle birlikte tatlı sularda alabalık, denizde ise çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliği her geçen yıl artarak sürdürülmektedir. Ancak, üreticiler yetiştiricilikle ilgili birçok sorunu çözmüş olsalar bile halen damızlık balık ve bu damızlıklardan elde edilen kaliteli aktif sperma ve olgun yumurta temininde sorunlar yaşamaktadır (Okumuş, 2003; Emre ve Kürüm, 2007; Yavuz, 2012).

Günümüzde su ürünleri üretimi yapan işletmelerde kuluçkahane sayısı binlerle ifade edilecek sayıya ulaşmıştır. Balık yetiştiricilerinin genel eğilimi daha fazla yavru üretmektir. Bu nedenle, üretimde kullanılan damızlık balıkların verim özellikleri dikkate alınmamaktadır. Üretim yapılacak yeni potansiyel alanların giderek azalması, su ürünleri yetiştiriciliğindeki artış hızını ileride sınırlandıracaktır. Bu durumun olmaması için, üretimde üstün verim özelliklerine sahip gametlerin kullanılması gerekmektedir. Balıklarda sperma, yumurta ve larva kalitesi birçok faktör tarafından (Şekil 1.1) etkilenmektedir (Bromage ve Roberts, 1995). Bununla birlikte, balık yetiştiriciliğinde kaliteli sperma ve olgun yumurta, ıslah edilmiş veya biyoteknolojik olarak manipüle edilmiş ırklardan (Akhan ve Canyurt, 2005) elde edilmektedir. Örneğin; kısa sürede büyüyen ve hastalıklara karşı dayanıklı ve yem değerlendirme katsayısı yüksek olan gökkuşığı alabalığı ırkları geliştirilmiştir. Aynı zamanda erkek alabalığa kıyasla daha fazla karkas ağırlığına sahip, %100 dişi populasyon üretiminde kullanılan XX kromozomlu dişiden dönüştürülmüş erkek damızlık balıklar üretilebilmektedir (Aegerter, 2004).



Şekil 1.1. Balıklarda gamet kalitesini etkileyen faktörler (Bromage ve Roberts, 1995)

Klasik uygulamada ise XY kromozomuna sahip, 2–3 yaşındaki erkek damızlıklar kullanılmaktadır. Alabalıklarda genellikle erkekler, dişilerden daha erken cinsel olgunluğa ulaşırlar. XY kromozomuna sahip erkeklerin spermeleri testisin kanal boşluklarında toplanır ve uygun çevre şartları oluşuncaya kadar dinlenme durumunda kalırlar. Erkek balıklar üreme mevsiminde gonadotropin hormonlarının etkisiyle sperma vermeye hazır hale gelirler (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Billard ve Cosson, 1995). Yetiştiriciliği yapılan alabalıkların üreme dönemi çevresel şartlara bağlı olarak Kasım-Mart ayları arasında gerçekleşmektedir. Ancak birçok işletmede dişi ve erkek damızlık balıklar arasında, üreme döneminde görülen eş zamanlama uyumsuzluğu nedeniyle, bazen dişilerden yumurta alındığı halde erkek balıklardan sperma alınamamakta veya bunun tersi olmaktadır. Bu durumda üretici, dişilerden yumurta sağımı yaptığında erkek anaçlar sperma vermediği için, sağılan yumurtalar

döllenememektedir. Sonuç olarak, yumurtalar ziyan olmakta veya erkekler olgunlaştığı halde dişilerden yumurta alınamadığında ise sperma kaybı söz konusu olmaktadır. Bu durum üreticilerin, ekonomik kayıplara uğramasına yol açmaktadır (Akhan ve Canyurt, 2005).

Yavru balık üretiminde fazla işgücü ve maliyete neden olan XY kromozomlu erkek damızlık balıklardan ziyade, %100 dişi ve XX kromozomuna sahip dişiden dönüştürülmüş olan erkek damızlıklar kullanılabilir. Bu damızlıkların vücudundaki bütün hücreler XX kromozom taşıyor olsa da, dıştan verilen testosteron hormonu sonucu gelişen testislerin ürettiği spermanın yapısındaki kromozomlar X cinsiyet kromozomudur. Yavru balıkların erkekleştirilmesi işleminde; ilk yem almaya başlayan yavrular 17 α -metil-testosteron hormonu içeren yemlerle 750 (gün-derece) beslenir. Daha sonra balık cinsel olgunluğa kavuşuncaya kadar normal yemle beslenir. Bu yavrular yaklaşık iki yıl sonra cinsel olgunluğa erişir. XX (dişiden dönüştürülmüş) ve XY (normal) kromozomlarına sahip olan erkek gökkuşağı alabalıklarını birbirinden ayırt etmenin tek yolu sağım işlemini gerçekleştirmektir. Sağım sonucunda, XY kromozomlu balıklar sperma verirken, XX kromozomlu balıkların testislerinde sperma kanalının bulunmaması nedeniyle sperma alınamayacaktır. XX kromozomlu damızlık balıklara anestezi uygulandıktan sonra ventral bölgesi ensize edilerek açılıp, sekonder olarak gelişmiş olan testislerdeki sperma dölleme işleminde kullanılır (Akhan ve Canyurt, 2005; Yavuz, 2012).

Sperm kompozisyonu üzerine yapılan araştırmalar; hem spermanın hem de spermanın bulunduğu plazma sıvısının kompozisyonunda intraspesifik ve interspesifik büyük değişimlerin olduğunu göstermektedir. Spermanın ve onun içinde bulunduğu plazma sıvısının kompozisyonunu; genetik değişkenlik (Yavuz, 2012), spermanın intratestiküler yaşı, mevsimler (Munkittrick ve Moccia, 1987; Bromage ve Roberts, 1995), yumurtlama durumu ve stratejisi etkilemektedir. Bununla birlikte, spermanın kalitesi (Köprücü ve Gür, 1999) özellikle de yağ asit (Özgür, 2009; Özcan, 2011; Bağcı, 2013; Harlıoğlu vd., 2013), kolesterol ve yağda eriyen vitamin (Harlıoğlu vd., 2002) düzeyleri onların dölleme başarısını doğrudan etkilemektedir (Canyurt ve Akhan, 2005; Lahnsteiner vd., 2009). Yavuz (2012), XX ve XY kromozomlarına sahip erkek gökkuşağı alabalığı spermalarının dölleme oranlarını araştırmıştır. Ancak, sperm kalitesi yağ asidi, kolesterol ve yağda eriyen vitamin düzeyleri bakımından incelenmemiştir.

Bu nedenle çalışmada, XX ve XY kromozomlarına sahip erkek gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin (A, D, E ve

K) düzeyleri araştırılmış, testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperma özelliklerine ait değerler ile olan ilişkileri irdelenmiştir.

1.1. Sperm Kalitesi

Spermin hareketlilik oranı, süresi, sayısı (yoğunluğu), sperma ve seminal plazmanın kimyasal yapısı (pH, yağ asit, kolesterol ve yağda eriyen vitamin düzeyleri) sperma kalitesini ölçmede yaygın olarak kullanılmaktadır (Billard ve Cosson, 1995; Köprücü ve Gür, 1999; Özgür, 2009; Özcan, 2011; Bağcı, 2013; Harlıoğlu vd., 2013). Spermanın kimyasal yapısı üzerine yapılan araştırmalar, sperm yoğunluğu ve seminal plazma kompozisyonunda büyük intraspesifik ve interspesifik değişimler olduğunu göstermektedir. Bu değişimler; genetik değişkenlik, spermanın intratestiküler yaşı, mevsimler (Munkittrick ve Moccia, 1987), yumurtlama durumu ve stratejisine göre olmaktadır.

Yumurtlama sezonu süresince levrek ve salmon balıklarının sperma kalitesinin arttığı belirlenmiştir. Diğer yandan, üreme mevsimi sonrası gökkuşağı alabalığı spermasının yoğunluğu düşmektedir (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Munkittrick ve Moccia, 1987).

Oncorhynchus mykiss, *Salmo trutta*, *Salvelinus fontinalis* ve *Salmo salar* üzerine yapılan araştırmalar, bunların sperm hareketlilik süresinin mevsimlere göre değiştiğini göstermektedir. Yumurtlama mevsiminde aktif olan gökkuşağı alabalığı spermleri 30-35 saniye hareketlidirler. Yumurtlama sezonu sonuna doğru hareketlilik süresi 15 saniyeye kadar düşer. Ayrıca, gökkuşağı alabalıklarında yumurtlama sezonunda aktif olan spermlerin oranı yumurtlama dönemi sonrası büyük oranda düşer (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Munkittrick ve Moccia, 1987).

Seminal plazmanın inorganik ve organik kompozisyonundaki değişimler (Munkittrick ve Moccia, 1987) aynı zamanda spermanın korunmasını da etkileyebilir. Sperm hareketliliğiyle yakından ilgili olan K^+ ve Na^+ (Morisawa ve Suzuki, 1980) gibi iyonların oranı ve konsantrasyonu mevsim sonunda düşer (Munkittrick ve Moccia, 1987).

Abdominal masaj ile toplanan sperma örneklerinde üre kontaminasyonu (sperm kanalı ve üriner kanalın yakınlığından dolayı) kaçınılmazdır. Bundan dolayı sperm yoğunluğu ve seminal plazmanın kimyasal yapısındaki değişim yanlış yorumlanabilir. Bu konuda yapılan araştırmalar, üre kontaminasyonunun sperm yoğunluğunu %80'lere varan oranda

seyreltebildiğini ve ozmotik basıncını azalttığını ortaya çıkarmıştır. Bu tür kontaminasyonlar seminal plazmanın iyonik konsantrasyonunu da değiştirmektedir. Örneğin; üre kontaminasyonu sonucunda *Salmo salar*'ın seminal plazmasındaki K^+ konsantrasyonu 1382 mg/L'den 792 mg/L'ye düşmüştür (Bromage ve Roberts, 1995).

1.1.1. Sperm Hareketliliği

Sperm çoğunlukla genital alanda hareketsiz olup, dış sıvı içinde seyreltikten sonra aktif olurlar. Hareketliliği test etmek için sperm uygun bir seyreltici içinde seyreltilerek bir mikroskop altında incelenir. Hareketlilik ölçümü dikkat gerektirir. Tüm sperm hareketini eş zamanlı başlatmak için, en az 1/1000 oranında seyreltme yapılmalıdır. Daha düşük seyreltmelerde, spermler tümünden aktive olmazlar. Bundan dolayı düşük seyreltmelerde, spermin hareketlilik süresini ve gücünü tam olarak tespit etmek zordur (Bromage ve Roberts, 1995). Bununla beraber artan seyreltme oranı kalkan balığında sperm hareketlilik oranını düşürmektedir (Suquet, 1992).

Balığın sperması kıvamlı ve yapışkan olup seyreltici olmadan karıştırmak zordur. Yüksek seyreltici ile çok fazla karıştırılması sperme zarar verebilir. Yüksek seyreltme sonrası homojen bir sperma süspansiyonu; aktivasyon sonrasında ve esnasında meydana gelen biyokimyasal değişimleri ve eş zamanlı olarak hareketliliği incelemede uygundur. Bunun için iki adım kullanılır. Birincisi 100 birim seyreltici, salmonidlerde olduğu miktar kadar K^+ ilave edilmesiyle veya seminal sıvı olarak aynı ozmotik basınca sahip bir seyrelticiyle spermin aktif olmadığı bir sıvının içinde olduğu bir test tüpü oluşturulur. Sperm aktivasyonu ikinci seyreltme adımında ise direkt olarak mikroskop safhasına geçilebilir. Ön seyreltmesi yapılmış sperm solüsyonunun 1 μ L'si ile ortalama ozmotik basınca sahip aktivasyon solüsyonunun 19 μ L'si bir cam lam üzerinde karıştırılır (Billard ve Cosson, 1995).

Çeşitli metotlar hareketliliğin ölçümünde kullanılır. Geçmişte çok yaygın olarak kullanılan çoğunlukla 0-5 üniteli isteğe göre seçimli bir orana göre spermin tüm hareketinin tespit edilmesi idi. Hareket süresi; toplam hareket süresine (Morisawa ve Suzuki, 1980; Billard ve Cosson, 1995) veya ileri hareket süresine ve spermin %50'sinin yaşama süresine referans eder. Hareketlilik süresi, çoğu zaman yüzme yoğunluğunun tahminleriyle birleştirilir (Baynes vd., 1981). Son zamanlarda yapılan bir çok çalışma, spermin hareketinin %'de olarak ölçüldüğünü göstermektedir (Billard ve Cosson, 1995; Miura vd., 1992). Yapılan birçok

araştırmada spermin hareketi; flagellumun vuruş sıklığıyla ve fotografik veya başın veya kuyruk hareketinin video kaydı ile ölçölmüştür. Hareketlilik, aynı zamanda in vitro reaktivasyon ve demembrasyon teknikleriyle de deneysel olarak araştırılmaktadır (Billard ve Cosson, 1995).

1.1.2. Hareketlilik Süresi

Dış döllenmeye sahip birçok kemikli balık türlerinde spermlerin aktivitesi kısa süreli olup seyreltme sonrası maksimum hıza kavuşur ve hareket esnasında hızı düşer. Hareket flagellumun ön uç kısmı ile gerçekleşir. Spermlerin hareket süresi alabalıklarda 20-25 saniye, sazanlarda ise 1 dakikadan çok daha fazladır. (Bromage ve Roberts, 1995). Salmonidlerde döllenme oranının düşük olmasının temel nedeni, spermaların hareket sürelerinin çok düşük olmasıdır. Yüksek ekstraselöler K^+ konsantrasyonu spermlerin motilitesini engellemektedir. Bu nedenle salmonlarda spermlerin motilitesi ekstraselöler K^+ seyreltici ile aktive edilebilmektedir. Bu seyreltici, aktivasyonu tetikleyen bir membran hiperplazisine neden olmakta ve intraselöler pH'ı etkilememektedir (Bromage ve Roberts, 1995).

Ozmotik basınç, iyonik kompozisyon ve pH sperm aktivasyonunu belirleyen en önemli faktörlerdir. Tatlısu balıklarına göre deniz balıklarında daha yüksek bir osmotik basınç içinde motilite gerçekleşir. Ozmotik basınç, tatlısu balıklarında düşen veya deniz balıklarında seminal plazma ile karşılaştırıldığında artan sperm motilitesinin başlangıcını tetiklemede en yaygın olarak bilinen bir faktördür. Bununla beraber osmotik basınçtan başka diğer faktörlerin de birçok deniz balıklarında sperm motilitesini tetiklemektedir (Morisawa ve Suzuki, 1980).

Salmonidlerde, sperm hareketsizliği yüksek konsantrasyonlardaki K^+ iyonundan dolaydır. Tatlısu balıklarında, seyreltici esnasında K^+ oranı düşer ve motilite başlar. Ca^{++} iyonunda salmonidlerdeki motilitenin başlangıcı için gereklidir. Suyun pH'sı da spermleri aktive etmektedir. Turna balığı (*Esox lucius*) için optimum pH değeri 8 olarak rapor edilmiştir (Morisawa ve Suzuki, 1980).

1.1.3. Dölleme Kapasitesi

Dölleme kapasitesi, sperm kalitesinin en belirgin göstergesidir. Suni inseminasyon ve sperm muhafazası üzerine yapılan birçok çalışmada güncel olarak bu parametre kullanılır. Bununla beraber dölleme kapasitesi, ovaryum sıvısı, seminal sıvı ve gametler arasındaki etkileşim ve yumurtaların kalitesi gibi birçok bağımsız faktörün etkisi altında gerçekleşir. İnseminasyon, seyrelticiyi iyi tanımlanmış hacmi içerisinde tüm döllenebilir yumurtaları döllemek amacıyla minimum sayıda spermleri oluşturmak için spermanın farklı oranlarda seyreltilmesidir. Kullanılan seyreltik hem erkek hem de dişi gametler için uygun olmalıdır. Örneğin; sazanlarda (*Cyprinus carpio*) KCl solüsyonu (50 mM) iyi bir sperm seyreltiğidir. Fakat, 5-10 mM K^+ dan daha fazla tuz içeren solüsyonlar içerisinde seyreltildiklerinde yumurtalar döllenebilir. Gözlenmiş yumurtalar veya yumurtadan çıkmış larvaların yüzdesini belirten dölleme yüzdesi ve ilk beslenmeye alınan larvaların gelişim yüzdesi gamet kalitesinin en iyi göstergeleridir (Bromage ve Roberts, 1995).

1.1.4. Sperm Konsantrasyonu

Sperm konsantrasyonu sperm kalitesini karakterize etmede yaygın olarak kullanılır. Balıklarda sperm konsantrasyonu yıl içerisinde değişiklik gösterir. Sperm sayımında hemositometre veya spektrofotometre tam sonuç verir. Spermatokrit (sperm hacmi) en az 5-10 dk için 10 000 g mikrotüpler içinde spermanın santrifüjlenmesi sonrası oluşturulur. Bununla birlikte sperm sayımı ölçümünde bu zorunlu değildir (Suquet vd., 1992).

1.2. Yağ Asitleri

Bütün yağ asitleri bir ucunda metil grubu, uzun bir hidrokarbon zinciri ve diğer uca da bir karboksil grubu içermektedir. Yağ asitleri çoğu lipidlerin temel yapı taşlarını oluştururlar. Lipitlerin en önemli sınıfını oluşturan yağ asitleri 4-24 karbon atomuna sahip uzun zincirli organik bileşiklerdir (Tablo 1.1). Yağ asidi en basit lipid olup mikroorganizma, bitki ve hayvanların lipidlerinde yüzün üzerinde yağ asidi tanımlanmıştır. Yağ asitleri içerdikleri bağın tek veya çift oluşuna göre de doymuş (tek bağlı) ve doymamış (çift bağlı) yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Doymuş yağ asitlerinin kimyasal yapıları $C_nH_{2n}O_2$ şeklindedir, doymamış yağ asitleri molekül dizilişlerinde karbon atomları arasında çeşitli sayıda çift bağ

içermektedirler. Doymamış yağ asitlerinin belirlenmesinde isimlerin yanında özel nümerik sistemler de kullanılmaktadır. Örneğin; 18:3 (n-3) şeklinde gösterilen linolenik asidin, 3 adet çift bağ içeren 18 karbon atomundan oluştuğu, n-3 ifadesi ise ilk çift bağın 3. ile 4. karbon atomları arasında olduğunu belirtmektedir (Ersoy ve Bayşu, 1986). Ayrıca, molekül dizilişlerinde karbon atomu sayısı 18-20 arasında olan ve 2-4 arasında da çift bağ bulunduran yağ asitlerine PUFA, 20'den fazla karbon atomu ve 4'den fazla çift bağ içeren yağ asitlerine ise yüksek oranda doymamış yağ asitleri (Highly Unsaturated Fatty Acids: HUFA) adı verilmektedir (Sargent vd., 2002).

Tablo 1.1. Doymamış yağ asitleri ve kimyasal formülleri (Sargent vd., 2002)

Yağ asidi	Moleküler formül	Nümerik formül	Yapısal formül
Palmitoleik asit	$C_{16}H_{30}O_2$	16:1n-7	$CH_3.(CH_2)_5.CH=CH(CH_2)_7.COOH$
Oleik asit	$C_{18}H_{34}O_2$	18:1n-9	$CH_3.(CH_2)_7.CH=CH(CH_2)_7.COOH$
Vaksenik asit	$C_{18}H_{32}O_2$	18:1n-7	$CH_3.(CH_2)_5.CH=CH(CH_2)_9.COOH$
Linoleik asit	$C_{18}H_{32}O_2$	18:2n-6	$CH_3.(CH_2)_4.CH=CH.CH_2.CH=CH.(CH_2)_7.COOH$
Linolenik asit	$C_{18}H_{30}O_2$	18:3n-3	$CH_3.CH_2.CH=CH.CH_2.CH=CH.CH_2.CH=CH.(CH_2)_7.COOH$
Araşidonik asit	$C_{20}H_{30}O_2$	20:4n-6	$CH_3.(CH_2)_7.CH=CH.CH_2.CH=CH.CH_2.CH=CH.(CH_2)_3.COOH$

Yağ asitleri suda çözünmez, hücre ve dokularda serbest olarak bulunmazlar, diğer lipidlerle kovalent olarak bağlı halde bulunurlar. Bu nedenle lipidler, dokulardan ya da bulundukları yerlerden enzimatik olarak ve kimyasal hidroliz ile ayrılırlar. Yağ asitleri balıkların vücutlarında sentezlenebilme ve sentezlenememe özelliklerine göre de esansiyel (eksojen) ve esansiyel olmayan (endojen) yağ asitleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Esansiyel yağ asitleri balıklar tarafından vücutlarında sentezlenememektedir. Bu yüzden dışarıdan yemle birlikte verilmeleri zorunludur. Esansiyel yağ asitleri, birden fazla çift bağ içeren n-3 ve n-6 asitlerdir. Balıklara verilen yemlerin bu yağ asitleri bakımından eksik olması

durumunda, gelişimin durmasından ölüm olayına kadar bir çok noksanlık belirtileri görülmektedir (Sargent vd., 2002).

1.2.1. Lipitlerin Fonksiyonları

Karasal organizmaların ve su canlılarının yağ asidi ihtiyaçları arasında olduğu gibi tuzlu ve tatlı su canlılarının arasında da bu açıdan önemli farklılıklar bulunmaktadır (Tablo 1.2). Bu farklılık sadece karasal hayvanlar ve su canlılarındaki trigliseridlerin içermiş olduğu yağ asitlerinin derecelerindeki farklılıktan değil, aynı zamanda besinlerini oluşturan canlıların değişik doymamış yağ asitlerinden de ileri gelmektedir (Jobling vd., 1994).

Tablo 1.2. Bazı su canlılarının yağ asidi düzeyleri (Jobling, 1994)

Yağ asidi (%)	Tatlı su zooplanktonu	Solucan	Krill	Kalamar
18:2 (n-6)	3,8	8,5	2,1	-
20:4 (n-6)	7,8	12,2	1,5	2,7
20:5 (n-3)	17,6	7,8	15,6	14,1
22:6 (n-3)	11,7	-	14,7	14,6
Doymuş	25,9	31,6	23,5	15,1
PUFA	58,0	49,6	43,5	38,6

Genel olarak ele alındığında hayvansal organizmaların ihtiyaç duydukları esansiyel yağ asitleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Sargent vd., 2002):

- * Su canlıları n-3 serisi yağ asitlerine daha fazla ihtiyaç duyarken, karasal hayvanlar için n-6 serisi yağ asitleri daha önemlidir.
- * Deniz balıkları HUFA'ya tatlı su balıklarından ve anadrom balıklardan daha fazla ihtiyaç duyarlar.

- * Esansiyel yağ asitleri deniz balıkları için tatlı su balıklarına oranla çok daha önemlidir. Bu bakımdan tuzluluk esansiyel yağ asitleri üzerinde etkilidir.
- * Soğuk su balıkları, ılık su balıklarına oranla n-3 serisi yağ asitlerine daha fazla ihtiyaç duyarlar.
- * Karidesler için n-3 serisi yağ asitlerinin önemli olması ile birlikte, n-3/n-6 oranı da büyük önem taşır.
- * Yem içindeki PUFA'ların seviyesi ve tipi de önemlidir.

1.2.2. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri

Deniz balığı türlerinin esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarına yönelik yapılan çalışmaların çoğu n-3 PUFA üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak bunun yanı sıra, balıkların eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerine yönelik ihtiyaçlarının da araştırılması gerekmektedir. PUFA (n-3) deniz ortamındaki besin zincirinde birincil üreticiler olan deniz algleri ve fitoplankton tarafından üretilir. Bunlar eikosapentaenoik, dokosaheksaenoik, linolenik ve linoleik yağ asitleri bakımından zengindirler (Sargent vd., 1995a, b).

Balık yumurtalarının lipid bileşimi ve lipid içerikleri türlere göre değişiklik göstermektedir. Ringa (*Clupea harengus*), mezgit (*Malenogrammus aeglefinus*) (Tocher ve Sargent, 1984), morina (*Gadus morhua*) (Fraser vd., 1988) gibi birçok deniz balığı türlerine ait yumurtaların lipid içerikleri (genellikle kuru ağırlığın %5'i kadar) tatlı su balıklarına oranla daha düşüktür (Sargent vd., 1989).

Senegal dil balığı (*Solea senegalensis*) (Vazquez vd., 1994), sinagrıt (*Dentex dentex*) (Mourete vd., 1999), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) (Ronnestad vd., 1998) ve kalkan (*Scophthalmus maximus*) (Siversand vd., 1996) gibi balıkların yumurtalarında nötral lipidlerin oranı (< %50) yüksektir. Bütün türlerde yumurtalar birbirine benzer yağ kürecikleri içerirler. Deniz balıklarının yumurtaları polar lipidler içerisinde yer alan fosfolipitlerce özellikle de sırasıyla fosfaidilkolin, fosfaidiletanolamin ve fosfaidilinositol bakımından zengindirler. Deniz balığı yumurtalarında nötral lipidler içerisinde triasilgliseroller de yer almaktadır. Çoğu deniz balığı yumurtalarında toplam lipidler incelenmiş ve bunların HUFA bakımından zengin oldukları görülmüştür. Bu balıkların diğer dokuları da fosfolipitler ve HUFA'lar bakımından

zengindir (Sargent vd., 1989). Bundan dolayı; ringa, mezgit, kalkan, pisi balığı ve Senegal dil balığı gibi balık türlerinin yumurtalarında eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitleri yüksek miktarda bulunur (Tocher ve Sargent, 1984; Vazquez vd., 1994; Evans vd., 1996; Mourente vd., 1999).

Yumurtalardaki yağ asidi kompozisyonları balığın diğer dokularındaki ve yemlerindeki yağ asidi kompozisyonlarından daha dayanıklıdır. Deniz balıklarının embriyonik ve larval gelişim dönemlerinde lipitlerden ve yağ asitlerinden ne kadar yararlandığını tespit etmek amacıyla yapılan çalışmalarda; Lampuga (*Coryphaene hippopus*) (Ostrowski ve Divakaran, 1991), pisi balığı, kalkan (Rainuzzo vd., 1992) ve deniz levreği'nin (Ronnestad vd., 1998) embriyogenezis ve erken larval döneminde fosfolipitlerin büyük önem taşıdığı görülmüştür (Tocher vd., 1985a,b; Fraser vd., 1988). Lipitler, larval gelişim ve embriyogenesis süresince yüksek oranda katabolize edilirler (Ostrowski ve Divakaran, 1991). Ayrıca, mercan balığındaki nötral yağlar embriyogenesis döneminde kullanılır. Mezgit balığında ise nötral yağların kullanımı yumurtadan çıktıktan sonra başlamaktadır. Deniz balıklarında fosfolipitler enerji sağlamak için yaygın olarak kullanılır. Deniz balıklarının yumurtaları fosfolipitler bakımından zengindirler (Sargent vd., 1989). Deniz balıklarına ait pelajik yumurtalar yüksek oranda lipit içerirler. Mercan ve levrek gibi balıkların yumurtalarındaki yağ kürecikleri, bu balıklarda nötral yağların yüksek miktarda olduğunu gösterir. Deniz balıklarında nötral yağların kullanımı yumurtadan çıktıktan sonra başlamaktadır (Ronnestad vd., 1994, 1998).

Deniz balığı yavrularının başlangıç beslenmesi zor ve problemlidir. Larvalar çok küçük olduğundan ve sindirim sistemleri tam olarak gelişmediğinden dolayı bu dönemde yüksek oranda ölümler meydana gelmektedir. Bu nedenlerle, larvaların ilk beslenmelerinin uygun bir şekilde ve besin ihtiyaçları bakımından dengeli olan yemlerle yapılması gerekmektedir (Sargent vd., 2002). Son yıllardaki teknolojik gelişmelerle birlikte deniz balığı larvalarının beslenmesi konusunda birçok probleme çözüm getirilebilmiştir. Örneğin; mikropartikül yemlerin üretimi ile larvaların beslenmesi daha kolay olmakta ve daha az problem ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, deniz balıklarına ait larvaların esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarını (Tablo 1.3) belirlemeye yönelik çalışmalar fazla değildir (Salhi vd., 1994; Bessonart vd., 1999). Dışarıdan yem almaya başlayan larva, su içerisinde hareketli objelere yönelik hareket etmektedir. Yani hareketli haldeki yemi daha iyi almaktadır. Bunun için ilk olarak canlı yemlerle (Örneğin; özellikle rotifera, artemia ve dafnia gibi zooplanktonik organizmalar) beslenmeleri daha uygundur. Rotiferler, diğer zooplanktonik organizmalara göre daha küçük

olduğundan larvalar ilk dönemlerinde bunlarla, daha sonra ise *Artemia nauplii* ile beslenebilirler. *Artemia*, HUFA'lar özellikle de linolenik ve eikosapentaenoik yağ asitleri bakımından zengindir (Sargent vd., 2002).

Tablo 1.3. Deniz balığı larvalarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002)

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
Atlantik morina (<i>Gadus morhua</i>)	EPA	-
	DHA	1
	n-3 HUFA	5,5 (DHA/EPA=0,3)
Çipura (<i>Sparus aurata</i>)	n-3 HUFA	1,5 (DHA/EPA=2)
	n-3 HUFA	1,5 (fosfolipitteki)
	DHA/EPA	2
	n-3 HUFA	2,1 (%1 DHA ile birlikte)
Kırmızı mercan (<i>Pagrus meyor</i>)	DHA	1-1,6
	EPA	2,3
Kral balığı (<i>Pseudocaranx dentex</i>)	DHA	1,6-2,2
	EPA	<3,1
	n-3 HUFA	3,9 (DHA/EPA=0,5)
Sarıkuyruk (<i>Seriola quinqueradiata</i>)	DHA	1,4 -2,6
	EPA	3,7
Lampuga (<i>Coryphaena hippurus</i>)	n-3 HUFA	0,6-1

EPA: Eikosapentaenoik asit, DHA: Dokosaheksaenoik asit, HUFA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri

Deniz balığı larva yemlerinde eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitleri spesifik olarak kullanılmaktadır (McEvoy vd., 1997; Ando vd., 1997). Ayrıca, bu yemlerde fosfolipitler bakımından zengin olan yem maddeleri kullanılmaktadır (Rainuzzo vd., 1994;

Salhi vd., 1999). Örneğin; lampuga (*Coryphaena hippurus*) larvalarında dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerin strese karşı larvaların dirençlerini arttırdığı belirlenmiştir. Ancak, bu yağ asitleri strese karşı direnci arttırmada n-3 PUFA'lar kadar etkili değildir (Sargent vd., 2002). Yemlerde dokosaheksaenoik asidin bulunması, deniz balıklarında sinirsel dokuların ve görsel gelişimin hızlı bir şekilde tamamlanmasını sağlar. Yine dokosaheksaenoik asidin, larval dönemdeki ringa ve deniz levreği (Bell vd., 1995; Navarro vd., 1997; Bell vd., 1996a), kalkan ve mercan balıklarının gelişimini hızlandırdığı tespit edilmiştir (Sargent vd., 2002).

Araşidonik asit, *Paralichtanckhys olivaceus*'da pigmentasyonun tamamlanması için mutlaka gereklidir (Estevez ve Kanazawa, 1996; Estevez vd., 1997). Bu yağ asidi yıldız başlı mercan larvalarında düzenli bir gelişme için mutlaka gereklidir. Fakat aşırı miktarı sarıkuyruk balığında gelişmede gerilemeye ve ölüm oranında artışa neden olmaktadır. Ayrıca, dokosaheksaenoik, eikosapentaenoik ve araşidonik asitler birçok deniz balığının larvaları için esansiyel özellik taşımaktadır. Ancak bunlardan birinin optimum düzeyi diğerlerinin yemdeki düzeylerine bağlıdır. Bu durum araşidonik, dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerin önemini belirtmektedir (Estevez vd., 1999).

Bununla birlikte, yemlerdeki n-3 HUFA dokosaheksaenoik, eikosapentaenoik ve araşidonik asitlerinin oranının %1-1,5 arasında arttırılması deniz mercanı larvalarında gelişim performansını arttırmıştır (Bessonart vd., 1999; Estevez vd., 1997).

Yavru, balıkçık ve ergin deniz balıklarının esansiyel yağ asidi ve spesifik olarak dokosaheksaenoik asit ve n-3 HUFA ihtiyaçları Tablo 1.4'da verilmiştir. Yavru ve ergin deniz balıkları için dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler esansiyel olup, mutlaka dışarıdan verilmeleri gereklidir (Watanabe, 1993). Bununla birlikte deniz balıklarında dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerine ait ihtiyaçlar balık büyüklüğüne göre değişmektedir. Örneğin; deniz levreği, kaya balığı ve kırmızı mercan balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada; balıklar 11 g iken dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asit ihtiyaçlarının toplam lipid ihtiyacının %0,5'i kadar olduğu, 42 g ağırlığına ulaştıklarında ise bu oranın toplam lipidin %0,9-1'i arasında olması gerektiği belirlenmiştir (Sargent vd., 2002). Kalkan balığı yavrularının sağlıklı olmaları ve optimal gelişimleri için yemlerinde eikosapentaenoik asidin azami oranda kullanılmasının gerektiği bildirilmiştir (Bell vd., 1985).

Tablo 1.4. Yavru, balıkçık ve ergin deniz balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002)

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
<i>Scophthalmus maximus</i>	n-3 HUFA	0,8
		0,3
	20:5n-3 veya n-3 HUFA	0,5
<i>Pagrus major</i>	20:5n-3	1
	22:6n-3	0,5
	n-3 HUFA	0,9 (DHA/EPA=1)
<i>Sparus aurata</i>	n-3 HUFA	1,9 (DHA/EPA=0,5)
	DHA/EPA	0,5
<i>Pseudocaranx dentex</i>	22:6n-3	1,7
<i>Pleuronectes ferrugineus</i>	n-3 HUFA	2,5
<i>Sebastes schlegeli</i>	n-3 HUFA	0,9
	EPA veya DHA	1,0
<i>Sciaenops ocellatus</i>	n-3 HUFA	0,5-1,0 (0,3-0,6 EPA+DHA)

DHA: Dokosaheksaenoik asit, EPA: Eikosapentaenoik asit., HUFA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri

Deniz balıklarının düzenli ve lipitler bakımından da dengeli yemlerle beslenmesi; yeterli sayıda ve kalitede, ortam şartlarına dayanıklı yumurta ve yaşama oranı yüksek larva elde etmede çok önemlidir. Lipitler kaliteli yumurta üretimi için mutlaka gereklidir. Bu nedenle, yağ asitleri büyük önem taşımaktadır (Devauchelle ve Coves, 1988; Bruce vd., 1999). Deniz levreği (Bell vd., 1997), mercan (Mourente ve Odriozola, 1990; Almansa vd., 1999), mezgit (Silversand vd., 1996; Pickova vd., 1997) ve sarıkuyruk (Sargent vd., 2002) balıklarının yemlerine n-3 PUFA, araşidonik, eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerinin katılması; bunların yumurtalarında döllenme, kuluçkalanma, yumurtadan çıkış ve larvaların hayatta kalma oranlarını yükseltmektedir. Bu nedenle, balıkların özellikle lipit ve yağ asidi ihtiyaçlarının iyi araştırılması gerekmektedir. Deniz balıklarının spermeleri dokosaheksaenoik asit bakımından zengin olup, bu yağ asidi spermatolojik özellikler üzerinde etkilidir (Tinoco, 1982). Yapılan bir çalışmada; doğa ve kültür ortamlarındaki deniz levreğinin spermeleri karşılaştırılmış ve ikisinin de aynı özellikte olduğu görülmüştür. Kültür

levreğinin yeminde eikosapentaenoik ve araşidonik asit miktarlarının arttırılması sperma kalitesini yükseltmiştir (Bell vd., 1996b).

1.2.3. Tatlısu Balıklarında Yağ Asitleri

Deniz ve tatlı su balığı türlerinin yumurtalarındaki lipit miktarı ve kompozisyonları birbirinden farklıdır. Bazı tatlı su balıklarının n-3 ve n-6 serisi yağ asidi ihtiyaçları araştırılmıştır. Tatlı su balıklarının çoğunda dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler linolenik asidin görevlerini yerine getirebilmektedir. Omurgalılarda n-3 serisi yağ asitlerinin değişik şekilleri eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerinin biyolojik aktiviteleri sonucu meydana gelir. Bu durum tatlı su balıklarında deniz balıklarına oranla daha belirgindir (Sargent vd., 1989).

Tatlı su balıklarının yumurtaları (yaş ağırlıkta) %2,5-10 arasında lipit içermektedir. Örneğin; kızılöz (*Rutilus rutilus*), tatlı su levreği (*Percia fluviatilis*), turna (*Esox lucius*) ve tilapia (*Tilapia* sp.) gibi balıkların yumurtalarındaki lipit düzeyi %5'in altında iken; salmon, gökkuşağı alabalığı, çizgili levrek ve beyaz balığın yumurtalarındaki lipit oranı %5'in üstünde bulunmuştur. Alabalık ve salmon balıklarının yumurtaları nötral lipitler bakımından zengindir (Halver ve Hardy, 2002). Turna, çizgili levrek (Chu ve Ozkizilcik, 1995), havuz balığı ve mersin balıklarında olduğu gibi tatlı su balıklarının yumurtalarında ve embriyogenesis safhasında yüksek oranda lipit kullanılır. Fosfolipitler, gökkuşağı alabalığında yavaş yavaş ve sürekli metabolize edilirken, triasilgliseroller larvaların yumurtadan çıktıktan sonraki döneme kadar kullanılmazlar (Sargent vd., 2002).

Salmon ve gökkuşağı alabalığı yavrularının ilk beslenmesinde canlı yemlerin kullanılması daha uygundur. Yavrularının iyi gelişmesi, hayatta kalma oranlarının yükseltilmesi ve optimal büyümesinin sağlanmasında verilecek yemlerin yağ asidi miktarı ve kompozisyonunun bilinmesi önemlidir (Tablo 1.5). Salmonidlerin özellikle de alabalık ve anadrom salmonların yavruları başta linolenik asit olmak üzere HUFA'ları içeren yemler ile beslenmeleri durumunda büyüme performansları yükselmektedir. Bu nedenle linolenik, dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler gökkuşağı alabalığı yavruları için esansiyeldir (Sargent vd., 1989).

Tablo 1.5. Bazı tatlı su balığı yavrularının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002)

Balık türleri	Esansiyel yağ Asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	n-6 PUFA	1 (%0,25 18:2n-6)
	n-3 PUFA	0,05
Gökkuşağı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	DHA	-
Çizgili levrek (<i>Menticirrhus saxatilis</i>)	18:3n-3	-
	n-3 HUFA	>0,5

HUFA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri, PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri, DHA: Dokosaheksaenoik asit

Tatlı su balıkları, n-3 PUFA (Örneğin; salmonlar), n-6 PUFA (Örneğin; beyaz balık) ve hem n-3 PUFA hem de n-6 PUFA'ya ihtiyaç duyanlar (Örneğin; kanal yayını ve sazan) olmak üzere üç gruba ayrılabilir (Anderson ve Arthington, 1989).

Tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarının (Tablo 1.6) karşılanmasında, genellikle C₁₈ PUFA, linolenik ve linoleik yağ asitleri tercih edilir. Salmonidler ve beyaz balığın esansiyel yağ asidi ihtiyaçları linolenik yağ asidinin miktarı artırılarak karşılanır (Sargent vd., 1989; Watanabe vd., 1989). Ayrıca, yemdeki n-3 HUFA ve linolenik yağ asitleri HUFA'ların görevini yerine getirebilir. Balıklarda optimal büyüme için bu iki yağ asidinin yemde dengeli bir şekilde bulunması gerekmektedir (Higgs vd., 1992; Chou ve Shiau, 1999).

Tatlı su balıklarının, lipitler özellikle esansiyel yağ asitleri bakımından dengeli olan yemlerle beslenmesi; yumurta verimini, yumurtaların döllenme oranını, çıkan larvaların kalitesi ve yaşama oranını olumlu etkilemektedir. Bununla birlikte, tatlı su balıklarının lipit ihtiyaçları üzerine çok az çalışma yapılmıştır. Mısır yağı, linoleik asit ve n-3 HUFA bakımından zengindir. Nil tilapia balığının yemlerine n-3 ve n-6 PUFA'lar bakımından zengin olan soya yağının katılması üretim performansını arttırmıştır (Sargent vd., 2002). Ayrıca, doğal ortamdan yakalanan tirsi balığının yumurtaları araşidonik asit bakımından zengin olup, bu yumurtaların döllenme ve açılma oranları bu nedenle daha yüksektir (Czesny ve Dabrowski, 1998).

Tablo 1.6. Genç ve ergin tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002)

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
Gökkuşağı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	18:3n-3	0,7- 1
	n-3 HUFA	0,4- 0,5
Çam salmonu (<i>Oncorhynchus keta</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	1 (her biri için)
Silver salmonu (<i>Oncorhynchus kisutch</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	1 (her biri için)
Kırmızı renkli salmon (<i>Oncorhynchus masou</i>)	18:3n-3 veya n-3 HUFA	1
Alp alası (<i>Salvelinus alpinus</i>)	18:3n-3	1-2
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	18:2n-6	1
	18:3n-3	0,5-1
Ot sazanı (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	18:2n-6	1
	18:3n-3	0,5
Tilapia (<i>Oreochromis zilli</i>)	18:2n-6	1
Nil tilapia (<i>Oreochromis nilotica</i>)	18:2n-6	0,5
Japon yılan balığı (<i>Anguilla japonica</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	0,5 (her biri için)
Ayu (<i>Plecoglossus altivelis</i>)	18:3n-3 veya 20:5n-3	1
Süt balığı (<i>Chanos chanos</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	0,5 (her biri için)
Kanal yayın balığı (<i>Ictalurus punctatus</i>)	18:3n-3	1-2
	n-3 HUFA	0,5-0,75
Beyaz balık (<i>Coregonus laveratus</i>)	n-3 HUFA	0,5-1,0
	18:3n-3	> 1
Yayın balığı (<i>Silurus glanis</i>)	18:3n-3	1-2
	n-3 HUFA	0,5-0,75
Çizgili levrek (<i>Morone saxatilis</i>)	n-3 PUFA	1

HUFA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri, PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri

Tablo 1.7. Bazı balık türlerinin gonadlarındaki esansiyel yağ asidi oranları

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Gonaddaki oranları	Kaynaklar
<i>Clarias gariepinus</i>	EPA	1,66	Yılmaz vd. (2005)
	DHA	5,05	
<i>Salmo trutta labrax</i>	EPA	—	Aras vd. (2003)
	DHA	15,55	
<i>Chondrostoma regium</i>	EPA	—	Kara ve Çelik (2000)
	DHA	0,92	
<i>Sander lucioperca</i>	EPA	9,25	Uysal (2004)
	DHA	9,77	
<i>Salmo trutta macrostigma</i>	EPA	14,81	Aras vd. (2003)
	DHA	16,82	

EPA: Eikosapentaenoik asit, DHA: Dokosaheksaenoik asit

1.2.4. Yağ Asitleri ile Vitamin E'nin Yumurtlama Verimliliğine Etkisi

Balıklarda yumurta kalitesini ölçmek için kullanılan parametrelerden biri olan fekondite, yemlerinde besin yetersizliğinden etkilenmektedir. Birçok deniz balığında düşük miktardaki fekonditenin beyin-hipofiz-gonad endokrin sistemindeki bir bozukluğa veya yumurtanın biyokimyasal yapısında bozukluğa neden olduğu rapor edilmiştir (Izquierdo vd., 2001).

Kanal yayın balığı (*Siganus guttatus*) için; yemlerindeki lipit miktarının %12-18 arasında değişmesi, döl verimliliği ve yumurtadan çıkma oranını artırmıştır (Duray vd., 1994). Deniz balıklarından çipuraların (*Sparus aurata*) yemlerinde, n-3 serisi HUFA'ların %1,6'nın üzerinde olması yumurta verimliliğini önemli derecede artırmaktadır (Fernandez-Palacios vd., 1995). PUFA, ovulasyon gibi gonadal gelişim, steroid hormonlarının üretimi ve birçok üreme

süreciyle ilgili olan eikosanoid üretimini de düzenleyebilir (Moore, 1995). Balık ovaryumları eikosanoidleri oluşturmada yüksek kapasiteye sahiptirler (Knight vd., 1995).

Vitamin E'nin (Izquierdo ve Fernandez-Palacios, 1997; Fernandez-Palacios vd., 1998; Harlıoğlu vd., 2002) yumurta kalitesini ve verimliliğini etkilediği saptanmıştır. Yemdeki α -tokoferol seviyesinin 125 mg/kg'ın üzerinde olması, çipuralarda toplam yumurta miktarını ve yumurta verimliliğini de artırmıştır (Izquierdo vd., 2001). Bununla birlikte, yemlerinde α -tokoferolün yetersiz veya aşırı fazla olması yumurta verimliliğini düşürmüştür.

1.2.5. Yağ Asitleri ile Vitamin E'nin Fertilizasyona Etkisi

Yemlerde bulunan bazı besleyici elementler balıklarda döllenme oranını arttırmaktadır. Gökkuşaklı alabalığı (Watanabe vd., 1984d; Labbe vd., 1993; Özgür, 2009; Özcan, 2011) ve Avrupa levreği (Asturiano, 1999) gibi türlere ait yemlerindeki esansiyel yağ asidi içeriğinin, sperm kalitesi ve spermin yaşama gücünde olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Birçok balığın (Tinoco, 1982) ve kerevitin (Harlıoğlu vd., 2013) spermlerindeki linolenik yağ asidi spermin kalitesini yükseltmekte, kısırılığı gidermekte ve sperm fonksiyonlarını düzenlemektedir. Yemdeki linolenik ve linoleik yağ asitlerinin dengeli bir şekilde bulunması tatlı su balığı larvalarının beslenmesinde optimal yaşama oranını sağlamaktadır (Higgs vd., 1992). Yine aynı şekilde linolenik, araşidonik ve eikosapentaenoik yağ asitlerinin varlığı tatlı su balıklarının (Pickova vd., 1997; Özgür, 2009) ve kerevitin (Harlıoğlu vd., 2012a, b) yumurtalarında kaliteyi artırmaktadır. Yumurtaların döllenmesinde; vitamin E'nin (Izquierdo ve Fernandez-Palacios, 1997; Fernandez-Palacios vd., 1998) önemli yeri vardır. E vitaminlerinin antioksidan özelliği, spermatogenez süresince ve lipit peroksidasyon riskinin azaltılmasıyla döllenmeye kadar sperm hücreleri için önemli koruyucu rol oynayabilir (Nazirolu vd., 2000).

1.2.6. Yağ Asitleri ile A ve E Vitaminlerinin Embriyo Gelişimine Etkisi

Bazı besin maddeleri, embriyonun normal gelişimi sırasında önemli rol oynamaktadır. Bu besinlerin yemlerinde optimum düzeyde bulunuşu ise yumurta morfolojisine ve kuluçka oranına olumlu etki etmektedir. Balıkların (Fernandez-Palacios vd., 1995) ve kerevitin (Harlıoğlu vd., 2012a) yemlerindeki n-3 serisi HUFA'ların seviyesine bağlı olarak, morfolojik açıdan normal yumurtaların yüzdelilerinin arttığı belirlenmiştir. Çipura larının esansiyel yağ

asidi ihtiyaçları, yemdeki n-3 serisi HUFA'lar için %1,5-2 olup larva için bu değer %0,5-0,8 olarak belirlenmiştir (Izquierdo, 1996). Bu değerler, normal büyüme için n-3 serisi HUFA ihtiyaı yaklaşık %1 civarında olan alabalıklar için belirlenen optimum esansiyel yağ asitleri seviyelerinden daha yüksektir.

Serbest radikaller yumurta membranına ve membranın geçirgenliğine zarar verebilir. Vitamin E serbest radikallerin olumsuz etkilerine karşı koruyucu rol oynamaktadır. Son yıllarda sazan gibi bazı balık türleri ile yapılan çalışmalarda, vitamin E eksikliğinde; olgunlaşmamış gonadlar, düşük kuluçka oranı ve larvanın yaşama oranında azalma görülmüştür (Watanabe, 1990). Hücreler arası ve hücre içi antioksidanı olan vitamin E, hücre ve doku plazmasındaki değişken metabolitlerin homeostasisini sürdürmektedir.

Vitamin A'nın kemik gelişimi, retina oluşumu ve farklılaşması, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, embriyo ve larva gelişimi üzerinde etkisi vardır. Kalkan balığının karaciğerindeki retinol düzeyinin gün boyu arttığı ve buna paralel olarak da gonadların olgunlaşmasının hızlandığı gözlemlenmiştir. Gonadlardaki retinol içeriğinin ise olgunlaşma süresince azaldığı belirlenmiştir (Hemre vd., 1994).

1.2.7. Yağ Asitlerinin Larva Kalitesine Etkisi

Yapılan bir çok araştırma, balıkların besin kalitesinin yükselmesiyle birlikte larva kalitesinin de arttığını göstermiştir. Kanal yayın balığı larında lipit düzeyinin %12'den %18'e yükselmesi sonucunda larva üretimi ve yaşama oranı artmıştır (Duray vd., 1994). Yemlerine eklenen n-3 serisi HUFA'ları (zellikle dokosaheksaenoik asit), balık larvalarının canlı ağırlığını ve onların osmotik şoka karşı direncini artırmıştır (Aby-ayad vd., 1997). Benzer şekilde, ipuralarda yemlerine eklenen n-3 serisi HUFA'ları larvaların yaşama oranını artırmıştır. yemlerinde soya yağı yerine zengin n-3 içeriğine sahip balık yağı kullanılması sonucu, elde edilen larvaların besin kesesini absorbe etme hızı artmış ve yüzme kesesi bozuklukları en aza inmiştir (Tandler vd., 1995). Deniz balıklarının larva yemlerinde EPA, DHA ve araşidonik asit spesifik olarak kullanılmaktadır (Ando vd., 1997). Çünkü bu yağ asitleri birçok deniz balığı larvası için esansiyeldir. Ancak, bunlardan birinin optimum düzeyi diğerlerinin yemdeki düzeylerine bağlıdır. Dengesiz oranlar, özellikle yüksek EPA ve düşük DHA düzeyleri, larvalarda ölümlere yol açabilmektedir. Bu durum araşidonik asit, DHA ve EPA'nın önemini ifade etmektedir (Estevez vd., 1999).

1.3. Kolesterol

Kolesterol, hayvanların vücut dokularındaki hücre zarlarında bulunan ve kan plazmasında taşınan bir sterol, yani bir steroid ve alkol birleşimidir. Daha düşük miktarlarda bitkilerde de bulunur. Kolesterol, özellikle hayvansal gıdalarda bulunur ama vücuttaki kolesterolün az bir kısmı gıda kaynaklıdır; çoğu vücut tarafından sentezlenir. Vücudun her hücresinde bulunmakla beraber, onun sentezlendiği veya hücre zarlarının daha çok olduğu organ ve dokularda, örneğin karaciğer, omurilik ve beyinde, ayrıca arterlerde kolesterolün yoğunluğu daha yüksektir. Kolesterol kanda normalden fazla bulunması halinde damarlarda birikerek damar sertleşmesine (ateroskleroz) yol açar. Bazen de safra pigmentleri ile birleşerek safra taşlarının oluşumunda rol oynar. Kolesterol pek çok biyokimyasal reaksiyonda yer almasına rağmen özellikle lipoproteinlerin kolesterolü taşıma biçimleri ve kandaki kolesterol düzeyleriyle kalp hastalıkları arasındaki bağlantıdan dolayı bilinir. Vücut, kolesterolü kullanarak hormonlar (kortizol, üreme hormonları), D vitamini ve yağları sindiren safra asitlerini üretir. Bu işlemler için kanda çok az miktarda kolesterol bulunması yeterlidir. Eğer kanda fazla miktarda kolesterol varsa kan damarlarında birikir ve sertleşmeye ve daralmaya (ateroskleroz veya arteriyoskleroz) yol açar. Aterosklerozda damar duvarında biriken tek madde kolesterol değildir; akyuvarlar, kan pıhtısı, kalsiyum gibi maddeler de birikir. Ateroskleroza halk arasında damar sertliği, damar kireçlenmesi de denir. Yüksek kan kolesterolünün zararlarından bahsedilirken söz konusu olan "kötü kolesterol", yani düşük yoğunluklu lipoprotein (low density lipoproteins, LDL) tarafından taşınan kolesterol düzeyidir. Yüksek yoğunluklu lipoprotein (high density lipoproteins, HDL) tarafından taşınan kolesterole "iyi kolesterol" denir (URL 1).

1.3.1. Balıklarda Kolesterol

Vassallo-Agius vd. (2001) tarafından yapılan araştırmada gökkuşağı alabalığında seminal sıvıda serbest yağ asitleri ve serbest sterollerin temel lipid bileşikleri olduğu belirtilmekte ve spermanın yağ asidi kompozisyonunun tüketilen yemler tarafından etkilendiği belirtilmektedir. Gökkuşağı alabalığı ve farklı sazan türlerinde seminal plazmada kolesterol, trigliseridler, fosfodikolin ve glikolipidlerin major lipidler olduğu bildirilmektedir (Lahnsteiner vd., 2009). Pustowka vd. (2000) ile Lahnsteiner vd. (2009) gökkuşağı alabalığında spermada kolesterol ve tekli doymamış yağ asitlerinin (Mono Unsaturated Fatty Acids: MUFA) artması ile spermin daha uzun süre dondurularak saklanması

gerçekleştirdiğini rapor etmişlerdir. Labbe ve Maisse (1996) ise spermanın dondurulması işleminde sperma membranında bulunan düşük kolesterol-fosfolipid oranları ile spermanın daha iyi dondurulması arasında bir ilişkinin bulunduğunu belirlemiştir. Membranlardaki doymamış yağ asitleri, fosfolipid düzeyi ve kolesterol içeriği membran akışkanlığının kontrolünde önemli rol oynamaktadır (Farkas ve Csengeri, 1976).

İncelenen balıklarda ortalama kan kolesterol değeri $248,62 \pm 146,248 \text{ mgdL}^{-1}$ olarak bulunurken en yüksek kolesterol değeri *Salmo salar* (Everall vd., 1992) ($714,29 \text{ mgdL}^{-1}$), en düşük kolesterol değeri ise *Ictalurus punctatus* (Smith vd., 1987) türünde ($0,10 \text{ mgdL}^{-1}$) belirlenmiştir (Tablo 1.8).

Aynı balık türü ile yapılan farklı çalışmalarda tespit edilen kan kolesterol değeri değişebilmektedir. Aynı şekilde farklı familyaya ait farklı balık türleri ile yapılan çeşitli çalışmalarda da kolesterol farklı olabilmektedir. Örneğin; *Capoeta capoeta umbla* ile *Chondrostoma nasus* (Luskova vd., 1995), *Tinca tinca* (Svoboda vd., 2001) ile *Cyprinus carpio* (Yamawaki vd., 1986) türleri için birbirine yakın olarak elde edilen kolesterol değeri, *Leuciscus cephalus* (Haşiloğlu vd., 2002) türünde belirlenen kolesterol değerinden ise farklılık göstermiştir. *Pagrus auratus* (Canfield vd., 1994) ile *Chrysophrys major* (Yone vd., 1986) türleri için elde edilen kolesterol değeri birbirinden önemli derecede farklılık gösterirken benzer şekilde *Chionodraco kathleenae*, *Cryodraco antarcticus* ile *Pagothenia bernachii* (Wells vd., 1990) balıkları için tespit edilen kolesterol değerinde de farklılık gözlenmiştir (Tablo 1.8). Farklı familyalar arasında çeşitli balık türleriyle yapılan farklı araştırmaların bazılarında (Chen vd., 2002; Atamanalp, 2000; Erdoğan vd., 2002; Canfield vd., 1994; Çakıcı, 1999; Warner ve Williams, 1977; Smith vd., 1987; Svoboda vd., 2001) kolesterol değeri birbirine yakın bulunurken bazı çalışmalarda (Canfield vd., 1994; Haşiloğlu vd., 2002; Smith vd., 1987; Garcia-Garrido vd., 1990) ise farklılık göstermiştir (Tablo 1.8). Kan kolesterol değerine; toksik maddelerin (Chen vd., 2002; Atamanalp, 2000; Yamawaki vd., 1986; Martinez vd., 2004), üremenin (Çelik, 2004; Shimma vd., 1984; Svoboda vd., 2001; Mustonen vd., 2002; Erdoğan vd., 2002; Garcia-Garrido vd., 1990; MacFarlane vd., 1993), sanayi atıkları ve kirliliğin (Everall vd., 1991; Everall vd., 1992), hastalıkların (Aydın vd., 2000), beslenme durumunun (Lemaire vd., 1991; Yone vd., 1986), cinsiyetin (Svoboda vd., 2001), ay ve mevsimlerin (Çelik, 2004; Shimma vd., 1984; Erdoğan vd., 2002), yılın (Folmar vd., 1992), balık türünün (Jeon vd., 1995) de etkili olduğu bildirilmiştir.

Tablo 1.8. Farklı balık türlerine ait kolesterol değerleri

Balık türleri	Kolesterol (mg/dL) Xort (Minimum-Maksimum)	Kaynaklar
<i>Salmo salar</i>	667,96 (393,83-714,29)	Everall vd. (1992)
<i>Ictalurus punctatus</i>	151,73 (0,10-474,10)	Smith vd. (1987)
	212,0	Warner ve Williams (1977)
<i>Capoeta capoeta umbla</i>	250,87 (168,75-393,0)	Erdoğan vd. (2002)
<i>Chondrostoma nasus</i>	247,87 (115,84-347,50)	Luskova vd. (1995)
<i>Tinca tinca</i>	152,12 (113,13-186,11)	Svobodo vd. (2001)
<i>Cyprinus carpio</i>	147,0 (118,00-192,009)	Yamawaki vd. (1986)
<i>Leuciscus cephalus</i>	420,0	Haşiloğlu vd. (2002)
<i>Pagrus auratus</i>	196,92 (100,39-262,55)	Canfield vd. (1994)
<i>Chrysophrys major</i>	283,25 (185,00-357,00)	Yone vd. (1986)
<i>Chionodraco kathleenae</i>	204,64	Wells vd. (1990)
<i>Cryodraco antarcticus</i>	447,88	Wells vd. (1990)
<i>Pagothenia bernachii</i>	85,72	Wells vd. (1990)

1.4. Yağda Eriyen Vitaminler

Yağda eriyen vitaminlerin en önemli özelliği hipervitaminozis olayına yol açmalarıdır. Bu vitaminler lipitlerle birleşmiş durumda depolandıklarından fazla miktarları vücuttan atılamamaktadır. Bunun sonucunda dokudaki miktarlarına bağlı olarak ölümlere bile yol açabilmektedir (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).

1.4.1. Vitamin A

Retinol adı ile de anılmaktadır. Gözün retina tabakasından izole edilmiştir. A₁ vitamini karada yaşayan hayvanlar ile deniz balıklarının karaciğerinde bulunmaktadır. Tatlı su balıklarında ise vitamin A₁'in %30'u oranında etkili olan A₂ vitamini bulunmaktadır. Vitamin

A etkisine sahip karotenoidler bitkiler tarafından sentezlenmektedir. Bunun yanı sıra karaciğerde, balık yağında, yumurta sarısında, sütte, böbrekte ve tereyağında da vitamin A bulunmaktadır. Vitamin A vücutta karaciğerde depo edilmektedir. Epitel dokular için esansiyel yapıdadır. Dokulardaki keratinizasyonu ve atrofiyi engellemektedir. Vitamin A'nın başka bir görevi de yeni hücrelerin oluşumunda yer almak ve enfeksiyonlara karşı direnç göstermektir. Balıklarda hipovitaminozis A durumunda gelişme ve görme bozuklukları, epitel dokularda keratinizasyon, gece körlüğü, gözün anterior çeperinde kanamalar, yüzgeçlerin tabanında kanamalar ve iskelet sisteminde anormallikler ortaya çıkmaktadır. Hipervitaminozis A durumunda ise karaciğer ve dalakta genişleme, anormal büyüme, epitel dokularda keratinizasyon, iskelet sisteminde lezyonlar, kıkırdakta hiperplazi, kemik oluşumunda anormallikler, omurgada füzyonlar ortaya çıkmaktadır (Halver, 1972).

Balık yağları A vitaminini serbest alkoller veya esterler olarak ihtiva etmektedir. Morina balığının karaciğer yağı en iyi bilinen vitamin A kaynaklarından. Balıklarda A₁ vitamininin ihtiyaçları 2,5 IU/g yem olarak bildirilmektedir. Kilogram yem düzeyinde ise ihtiyaç 2000-10000 IU arasındadır (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).

1.4.2. Vitamin D

D vitamini kalsiyum ve inorganik fosfat açısından esansiyeldir. Başlıca görevleri arasında alkali fosfat aktivitesi, kalsiyumun bağırsakta emilimi ve kemikte paratiroid hormonunun aktivitesini sağlamak vardır. Vitamin D₂ (ergokalsiferol), bu vitaminin biyolojik olarak aktif olan bir formudur. Diğer formu ise D₃ (kolekalsiferol)'dür. Beyaz, kristal yapıdadır, asidik ve orta alkali solüsyonlarda ısıya ve oksidasyona karşı dayanıklıdır (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).

Vitamin D eksikliği konusunda yapılan çalışmalar oldukça yetersizdir. Hipervitaminozis D çalışmalarında ise alabalıklardan yararlanılmış ve bu balıklarda gelişme düzeninin bozulduğu, uyuşukluk ve renkte koyulaşma olduğu belirlenmiştir. Yemlere yüksek miktarda vitamin D ilavesi sonucunda insanlarda hücrelerdeki ve dokulardaki fosfat ile kalsiyum oranının arttığı, iştahsızlık ve gelişme bozukluklarının ortaya çıktığı; fare ve köpeklerde ise atardamar ve böbrekte lezyonlar olduğu bildirilmiştir. Genel olarak balıkların D vitaminine olan ihtiyaçları değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte söz konusu ihtiyaçlar yemde 1600-2400 IU/kg yem olarak tahmin edilmektedir (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).

1.4.3. Vitamin E

Vitamin E hücreler arası ve hücre içi antioksidanlar olarak hücredeki ve doku plazmasındaki dayanıksız metabolitlerin organizmada normal şartlarını korumak amacıyla görev yapmaktadır. Kimyasal yapısı fizyolojik antioksidanlar gibi değişken doymamış yağ asidi şeklindedir. Vitamin E, normal olarak kanın kapillar permabilitesinde etkilidir ve kalp kasının içeriğinde bulunur. Ayrıca balık yumurtalarının oluşumunda ve embriyo membranının yapısında da bulunmaktadır. Bu nedenle vitamin E'ye antisiterilite vitamini adı da verilmektedir. Balıkların E vitaminine olan ihtiyaçları karma yemdeki doymamış yağ asitlerinin içeriğine bağlıdır. Çünkü doymamış yağ asitleri hücreler arası antioksidanlara gerek duymaktadır. Balıkların vitamin E'ye olan ihtiyaçları günde 1 kg'lık canlı ağırlığa karşılık 0,2-0,3 mg'dır (Halver, 1972).

Bitkisel yağlar zengin birer tokoferol kaynağıdır. Sentetik olarak α -tokoferol, asetat ya da fosfat formu şeklinde kullanılabilmektedir. Çünkü bu esterler, serbest formlara oranla daha kararlı durumdadır. Bunun gibi çeşitli antioksidanların katılımı oksidasyonu önlemektedir. Hipervitaminozis E durumunda zayıf büyüme, toksik karaciğer reaksiyonu ve ölüm görülebilmektedir. Hipovitaminozis E durumunda sarıkuyruk ve sazan balığında kas distrofisi, pek çok balıkta ise spesifik olmayan hücre dejenerasyonu görülmüştür (Halver, 1972; Hoşsu vd, 2008).

1.4.4. Vitamin K

K vitamini, bakteriyel enfeksiyonlara karşı alternatif olan güçlü bir yapıdır. Yapısal olarak elektron taşıma sisteminde yer almakla birlikte başlıca görevi kanın pıhtılaşmasını sağlamaktır. Balıklarda vitamin K eksikliği belirtileri anemi, solungaçlarda, gözlerde ve vaskular dokularda hemorajiler ve yaralı balıklarda ölümlerdir. Solungaçlarda hemorajik bölgeler hassas dokularda özellikle solungaçlarda görülür. Kanın pıhtılaşma süresi de artmaktadır. K vitamini, özellikle yüksek populasyon yoğunluğuna sahip entansif stoklarda kullanılmaktadır. Yeşil sebzeler ve yapraklı bitkiler K vitamini açısından zengin bir yapıdadır. Soya fasulyesinde ve hayvanların karaciğerinde ise düşük miktarda bulunmaktadır. Sentetik olarak menadione (K_3) tercih edilmektedir. Yonca en iyi vitamin K kaynağıdır. Doğal vitamin K her ne kadar dış etkilere karşı değişmez yapıda ise de sentetik materyal oksidasyondan ve U.V.'den uzak tutulmaktadır. Balık yemleri kuru tutulmalı ve minimum hava oksidasyonu

sağlanmalıdır. K vitamini ile hazırlanan yemler kısa zaman içerisinde tüketilmeli ve en az vitamin kaybına yol açılmalıdır (Halver, 1972; Hoşsu vd, 2008).

1.4.5. Deniz Balıklarının Yağda Eriyen Vitamin İhtiyaçları

Deniz balıklarının yağları A, D, E vitaminlerinin zengin kaynaklarındandır. Vitamin A, özellikle balık karaciğer yağları içerisinde bulunur. Kalkan ve morina balığı karaciğer yağları, A ve D vitaminleri bakımından oldukça zengindir. Sardalya balığının 100 g'lık etinde 500 IU D vitamini, 4500 IU A vitamini bulunur. Ringa, uskumru ve salmon balığı dokuları değişken miktarlarda D vitamini içerir. Mezgit, karides ve deniztarağı, yaklaşık 0,6 mg/100 g vitamin E içerir. Vitamin E, antioksidan olarak gıda ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabilir. Örneğin, hayvan yemleri PUFA ile zenginleştirilebilir. Ancak bu durumda, lipid oksidasyonu riski artar. Bunu önlemek için yemlere vitamin E ilave edilmelidir (Venugopal, 2009).

Stephan vd. (1995), d- α -tokoferol ilaveli diyetlerin levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve kalkanların (*Scophthalmus maximus*) yağ dokularındaki oksidasyonu önlediğini gözlemlemişlerdir.

Gatta vd. (2000), farklı seviyelerdeki E vitamininin levrek (*D. labrax*)'lerin et kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Başlangıç canlı ağırlığı ortalama 208 g olan balıkları, dört farklı dozda E vitamini (kg yemde sırasıyla 139, 254, 493 ve 942 mg) ilaveli yemlerle beslemişlerdir. Birinci, 3. 6., 9. ve 12. günlerde her tanktan 20 balık örneklemişlerdir. Araştırmacılar bu balıkların fileto E vitamini analizlerini yapmışlardır. Sonuçta, filetonun E vitamini içeriğinin doz artısına bağlı olarak arttığını (gruplara göre sırasıyla, 98,0, 150,7, 225,2 ve 302,0 μ /g lipid) ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ileri sürmüşlerdir ($P>0,05$). Bu gruplardaki balıkların spesifik büyüme oranları (SBO) (sırasıyla, 0,63, 0,54, 0,57, 0,61) ve yem değerlendirme oranlarının (YDO) (sırasıyla 1,28, 1,36, 1,35, 1,30) arasındaki farklılığı istatistiksel olarak önemsiz bulmuşlardır ($P>0,05$).

Izquierdo vd. (2001), düşük oranda E vitamini içeren yemlerle beslenen çipuralarda (*Sparus aurata*) normal yumurtlama yüzdesinde azalma gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Ayrıca, E vitaminin erkek balıklarda spermatogenez süresince ve spermilerin yumurtaları dölleme süresine kadarki dönem için önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Tocher vd. (2002), deniz balıklarının erken dönemlerinde ağırlık artışı, büyüme ve hayatta kalma oranlarının, patolojik değişikliklere neden olan lipid oksidasyon probleminden korunmalarına bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ruff vd. (2003), farklı oranlarda E vitamini ile pazarlama boyuna kadar besledikleri kalkan (*S. maximus*)' larda E vitamininin dokulardaki düzeylerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada, başlangıç canlı ağırlığı ortalama 347 ± 20 g olan kalkanları 4 gruba ayırmışlar ve ticari kalkan diyetlerine (%60 protein, %12 yağ içeren), α - tokoferol asetat ve askorbil-2 monofosfat (sırasıyla 500-100, 1000-100, 100-1000, 100-100 mg α - tokoferol asetat (mg)- askorbil-2 monofosfat (mg/kg yem oranlarında) katmışlardır. On beş hafta sonunda fileto, karaciğer, kalp ve böbrek dokularındaki tokoferol düzeylerinin, yüksek α - tokoferol asetat içeren yemlerle beslenen balıklarda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir ($P > 0,05$).

1.4.6. Tathisu Balıklarının Yağda Eriyen Vitamin İhtiyaçları

Balıkların vitamin gereksinimleri türlere göre farklılık göstermektedir (Shiau ve Hsu, 2002). Shiau ve Lin (2006), yaptıkları çalışmada tilapia türü balıkların vitamin ihtiyaçlarını incelemişler ve her vitaminin birbiriyle etkileşim içerisinde olduğunu belirtmişlerdir.

Sau vd. (2004), sazangiller familyasından olan *Labeo rohita* (Rohu) yavruları ile yaptıkları bir çalışmada, balıkların vitamin E ihtiyaçlarını ve büyüme performanslarını incelemişler ve yavrulardaki en iyi gelişimin 131,91 mg/kg vitamin E ilavesi yapılan yemlerle elde edildiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda en iyi büyüme ve gelişmenin Atlantik Salmonda 120 mg/kg, sazanlarda 80-100 mg/kg vitamin E katkısıyla gerçekleştiği bildirilmiştir (Halver, 2002, Palace ve Werner, 2006).

Watanabe ve Takashima (1977), sazanlarda (*Cyprinus carpio*) E vitamininin artışının ovaryum gelişiminde olduğu gibi, üreme performansında da artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Watanabe (1990), E vitamininin sazan ve ayu (*Plecoglossus altivelis*) balıklarının gonadlarının olgunlaşmasını, yumurtalarının açılma ve yavrularının hayatta kalma oranlarını etkileyen önemli bir besleyici madde olduğunu bildirmiştir.

Frigg vd. (1990), E vitamini aktivitesinde önemli rol oynayan d- α - tokoferol ilaveli diyetlerin, alabalığın yağ dokularındaki oksidasyonu (oksitlenme) önlediğini rapor etmişlerdir.

Santiago ve Gonzal (2000), 22 aylık sazanları (*Aristichthys nobilis*) 20 ay boyunca vitamin A, C ve E diyetleriyle besleyerek bu vitaminlerin üreme performansı üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Bu araştırmada, bu üç vitaminin tümünü içeren grup, 1. diyet grubu olarak adlandırılmıştır. İkinci, 3. ve 4. diyet grupları her bir vitaminin eksiltildiği gruplardan oluşturulmuştur. Besinci diyet grubu ise, hiç vitamin içermeyen kontrol grubundan oluşmuştur. Sonuç olarak, kontrol grubu ve diğer yem grupları karşılaştırıldığında, vitaminlerin tümünü içeren yemle beslenen balıklarda 2-3 ay erken cinsi olgunluğa ulaşma görülmüştür.

Gouillou-Coustans vd. (1998), *Cyprinus carpio* larvaları üzerinde yaptıkları çalışmada balıkların larval aşamadan itibaren büyüme süresince vitamin ihtiyaçlarının giderek arttığını, ancak büyümenin ilk aşaması ile üreme döneminde diğer dönemlere oranla daha fazla gereksinim duyduklarını belirtmişlerdir.

Bazı balık türlerinin yağda eriyen vitamin ihtiyaç düzeyleri (Jobling, 1994) Tablo 1.9’da gösterilmiştir.

Tablo 1.9. Bazı balık türlerinin yağda eriyen vitamin ihtiyaç düzeyleri (Jobling, 1994)

Vitaminler (mg)	Kanal Yayın Balığı	Sazan Balığı	Chinook Salmon Balığı	Yemde Önerilen Miktar (mg/kg)
Yağda Eriyenler				
A	2000 IU	10 000 IU	2500 IU	2500 IU
D	500 IU	-	-	2400 IU
E	50	100	30	50
K	-	-	-	10

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Anaç Balık Materyali

Çalışmada kullanılan XX ve XY kromozomlarına sahip olan anaç erkek gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*), ticari bir balık işletmesinden temin edildi (Şekil 2.1). Aynı çalışmada 3. yaş grubunda olan toplam 15 adet XX (dışiden erkekleştirilmiş), 15 adet XY (normal erkek) kromozomlarına sahip erkek gökkuşağı alabalığı kullanıldı.



A



B

Şekil 2.1. Anaç gökkuşağı alabalıklarının lateral görünüşü A) XX kromozomlu erkek (dışiden erkekleştirilmiş)
B) XY kromozomlu (normal erkek)

2.2. Metot

2.2.1. Denemenin Planlanması ve Uygulanması

Araştırma süresi 1 yıl olarak planlanmış olan bu çalışmada; 3. yaş grubunda olan, aynı su şartlarında bulunan ve aynı ticari damızlık alabalık yemiyle beslenmiş olan XX ve XY kromozomlara sahip olan gökkuşağı alabalıkları kullanıldı. Çalışma, Kayseri Pınarbaşı İlçesinde bulunan özel bir alabalık üretim tesisinde yürütüldü. Denemede kullanılan XX ve XY kromozoma sahip erkek anaç balıklar 5x1,5x1,2 m boyutlarındaki beton havuzlara ayrı ayrı stoklandı. Sperm örnekleri alınıncaya kadar (2 ay süreyle) bu ortamda tutulan balıkların, aynı ticari anaç alabalık yemiyle ve serbest yemleme tekniğine göre beslenmelerine devam edildi.

Daha sonra, balıklara anestezi (5 mL fenoksietanol/L) uygulandıktan (Mattson ve Riple, 1989) sonra; ağırlıkları tartıldı ve boyları ölçüldü. Sonra, XX ve XY kromozomlu balıkların ventral bölgesi steril bir makas ile ensize edilerek testisleri çıkarılıp ağırlıkları tartıldı ve testislerde mevcut olan sperma; sperm özellikleri (sperma hacmi, sperma pH'sı, sperma rengi, sperm hareketlilik oranı, sperm hareketlilik süresi ve toplam sperm sayısı)'nin belirlenmesinde ve kimyasal analizlerde (yağ asidi, kolesterol ve yağda eriyen vitaminler) kullanıldı. Balıkların kondüsyon ve testisomatik indeks değerleri hesaplandı. Ayrıca, XX ve XY kromozomlarına sahip balık spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin düzeyleri ile testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperma özelliklerine ait değerler arasındaki ilişkiler irdelendi.

2.2.2. Balıklardan Sperma Örneklerinin Alınması

XY kromozomlu (normal erkek) balıkların sperma vermeye hazır oldukları, göğüs yüzgeçleri ile anüs arasında karın bölgesine hafif bir şekilde basınç uygulanarak, sperma sağılmasıyla anlaşıldı (Munkittrick ve Moccia, 1987). Dışiden erkekleştirilen (XX kromozomlu) damızlık balıklarda ise sperma kanalı olmadığı için, bu balıklara anestezi uygulandıktan sonra ventral bölgesi ensize edilerek açılıp testisleri alındı. Bu tip erkeklerin sperması kesinlikle idrar, dışkı ve kan ile kontamine olmamaktadır. Fakat XY kromozomlu erkeklerden alınan spermada bu risk her zaman vardır. Bu nedenle çalışmada gruplar arası

standardın sağlanması için, XY kromozomlu balıklardan sperma alınması işlemi de XX kromozomlu balıklara uygulandığı şekilde yapıldı.

2.2.3. Spermanın Hacim ve pH'sının Belirlenmesi

Testislerden çıkarılan spermler ölçülü bir erlene alınıp hacimleri belirlendi. Sperma sıvısının pH'sı dijital pH metre ile elektrotların sperma sıvısı içerisine daldırılması suretiyle ölçüldü (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Gür ve Köprücü, 1999). Hemen sonra diğer sperm özellikleri incelendi.

2.2.4. Sperm Hareketlilik Oranı ve Hareketlilik Süresinin Belirlenmesi

Balıklardan alınan sperm örneklerine ait sperm hareketliliğinin belirlenmesi için, 119 mmol NaCl solüsyonundan 2 ml alınıp tüp içerisine bırakıldı. Daha sonra, üzerine 1 damla sperm ilave edilip karıştırıldı. Bu karışımdan bir damla alınıp, üzerine lamel kapatılarak 400x büyütme ışık mikroskopunda hareketlilik oranı (%) tespit edildi. Sperm hareketinin tamamen durduğu an gözlemlenerek, hareketlilik süresi belirlendi (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984; Billard ve Cosson, 1995; Gür ve Köprücü, 1999; Canyurt ve Akhan, 2005).

2.2.5. Sperm Sayısı (Yoğunluğu)'nın Belirlenmesi

Sperm sayısı ($\times 10^9/\text{ml}$) belirlenirken, mikroskopta sayımı kolaylaştırmak için 119 mmol NaCl solüsyonundan 10 ml alınarak içerisine %3'lük eosin'den 1-2 damla damlatıldı (Şekil 2.10). Hazırlanan bu sulandırıcı ile sperm 1/500 oranında sulandırılıp, Thoma lamı ile "hemositometrik metot" kullanılarak tayin edildi (Büyükhatipoğlu ve Holtz, 1984).

Toplam Sperm Sayısı = $\frac{\text{Sayılan sperm sayısı}}{\text{Sayılan küçük kare adedi}} \times (\text{Toplam küçük kare adedi}) \times (\text{Sulandırma oranı}) \times (\text{Thoma lamı derinliği}) \times 1000$

2.2.6. Kondüsyon Faktörü

Kondüsyon faktörü (K), balıklarda morfolojik yapının en iyi kontrol edildiği formüldür. Beslenme ve gelişme kriterlerinden biridir. Bu faktör balıkların refahıyla ilişkili olarak balığın fizyolojik durumunun bilgisini yansıtır. Kondüsyon faktörünün hesaplanmasında Halver (1972) tarafından belirtilen formül kullanıldı. Böylece, balığa verilen yemin balığın kondüsyonu üzerindeki etkisi sayısal olarak belirlenmiş oldu.

$$K = (BA / L^3) \times 100$$

BA: Balık ağırlığı (g)

L: Balığın total boyu (cm)

2.2.7. Testisomatik İndeks

Testisomatik indeks (TSİ) balıklarda testis gelişimin belirlenmesinde kullanılan bir indekstir. Balığın testis ağırlığının canlı ağırlığına oranı olarak ifade edilmektedir. Çalışmada kullanılan balıkların testisomatik indeks değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı (Halver, 1972).

$$TSİ (\%) = (TA / BA) \times 100$$

TA: Testis ağırlığı (g)

BA: Balık ağırlığı (g)

2.2.8. Kimyasal Analizler

XX ve XY kromozomlarına sahip gökkuşağı alabalıklarından elde edilen spermilerin yağ asit, kolesterol ve yağda eriyen vitamin (A, D, E ve K vitaminleri) analizleri Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümüne ait “Biyokimya Laboratuvarı” nda yapıldı.

2.2.8.1. Yağ Asitleri Analizi

Yağ asitleri analizinde; lipidlerin ekstraksiyonu Hara ve Radin (1978) metoduyla, yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması ve gaz kromatografi analizi ise Christie (1992)'ye göre yapıldı. XX ve XY kromozomlu anaç gökkuşağı alabalıklarından elde edilen sperm örneklerinden lipidlerin ekstraksiyonu için; 1 g örnek 3:2 (v/v) oranında 10 ml hekzan-izopropanol karışımı içinde 30 sn süreyle homojenize edildi. Homojenat santrifüj tüplerine alınarak 7000 rpm'de 10 dk süreyle santrifüj edilerek ve supernatant ağzı kapaklı büyük deney tüplerine alındı ve yağ asitleri analizi için kullanıldı (Hara ve Radin, 1978).

Metil esteri hazırlamak için; hekzan/izopropanol fazı içindeki lipid ekstraktı 25 ml'lik sızdırma yapmayan deney tüplerine alındı. Üzerine %2'lik metanolik sülfürik asitten 5 ml ilave edilip, vorteks ile karıştırıldı. Bu karışım 55 °C'lik etüvde 15 saat süre ile inkübasyona bırakıldı. Oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 5 ml %5 lik sodyum klorür ilave edilerek karıştırıldı. Tüpler içinde oluşan yağ asidi metil esterleri 5 ml hekzan ile ekstrakte edilerek, üzerine 5 ml %2'lik KHCO₃ ilave edilip fazların ayrılması için 4 saat beklenildi. Daha sonra metil esterlerini içeren karışım, 45 °C de ve azot akımı altında çözücüsü uçurulduktan sonra, 1 ml heptan ile çözülerek 2 ml'lik ağzı kapaklı otosamplervialleri içine alınarak SHIMADZU GC 17 gaz kromatografisi ile analizleri yapıldı (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. SHIMADZU GC 17 model gaz kromatografi cihazı

Bu analiz için 25 m uzunluğunda, 0,25 µm iç çapında ve PERMABOND 25 mikron film kalınlığına sahip Machery-Nagel (Germany) kapiller kolon kullanılmıştır. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 120-220°C, enjeksiyon sıcaklığı 240 °C ve dedektör sıcaklığı 280 °C olarak sabitlendi. Kolon sıcaklık programı 120 °C'den 220 °C'ye kadar ayarlandı. Sıcaklık artışı 200 °C'ye kadar 5 °C/dk ve 200'den 220'ye kadar 4 °C/dk olarak belirlendi. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanıldı. Analiz sırasında örnekler için yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar enjekte edilerek, her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlendi. Bu işlemden sonra gerekli programlama yapılarak, örnekler için yağ asidi metil esterleri karışımlarının analizi gerçekleştirildi (Christie, 1992).

2.2.8.2. Kolesterol ve A, D, E, K Vitaminlerinin Analizi

XX ve XY kromozomlu anaç gökkuşuğu alabalıklarından elde edilen spermilerin kolesterol ve A, D, E, K vitamin düzeylerini belirlemek amacıyla CECİL 1100 serisi “yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı (HPLC)” kullanıldı (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. CECİL 1100 model yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı

Kolesterol analizi için, homojenize edilmiş örneklerden 1'er gram alınıp esterleştirme işleminden sonra, kolesterol ekstrakte edildi. Ekstraktlar 5000 rpm'de 5 dk süreyle santrüfjüj

edildi. Daha sonra, üst fazdan alınan numuneden yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazına her seferinde 5 µl enjeksiyon yapıldı. Kolesterol ve A (retinol), D, E, K vitaminleri standartlarına ait kromatogram L'opez-Cervantes vd. (2006)'nin bildirdiği şekilde elde edildi. Kolesterol ve E vitamini 202 nm, A vitamini (retinol) 326 nm, D ve K vitaminleri ise 265 nm dalga boyunda tespit edildi.

2.2.9. Araştırmada Kullanılan Kaynak Suyunun Analizi

Çalışmanın başlangıcında, anaç balıkların stoklandığı beton havuzlarda kullanılan kaynak suyunun; sıcaklığı 1 °C taksimatlı termometre, çözülmüş oksijen miktarı (mg/L) portatif oksijen metre ve pH'sı portatif pH metre kullanılarak günlük olarak ölçüldü.

2.2.10. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan XX ve XY kromozoma sahip damızlık gökkuşağı alabalıklarının; ağırlık, total boy, testis ağırlığı, testisomatik indeks değeri, spermanın yağ asit, kolesterol ve yağda eriyen vitamin düzeylerine ait değerlerin aritmetik ortalaması ve standart hatasının hesaplanması, bu parametrelere ait değerler arasındaki farklılığın önemli olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla “İki örnekli t-testi” uygulandı. Gruplar arası farklılıklar 0,01 önem derecesine göre değerlendirildi. Ayrıca, bu parametrelere ait grup içi farklılıkların önemli olup olmadığının belirlenmesi amacıyla “Bir örnekli t-testi” de kullanıldı. XX ve XY kromozomlarına sahip balık spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin düzeyleri ile testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperma özelliklerine (spermanın hacmi, spermin hareketlilik oranı, spermin hareketlilik süresi ve toplam sperm sayısı) ait değerler arasındaki ilişkileri belirlemek için “Lineer Regrasyon Analizi” uygulandı. Belirtilen istatistiksel analizler bilgisayar ortamından SPSS 10.0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı.

3. BULGULAR

3.1. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşığı Alabalıklarının Canlı Ağırlık, Total Boy ve Kondüsyon Değerleri

Çalışmada kullanılan XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalıklarının canlı ağırlık, total boy ve kondüsyon değerleri Tablo 3.1’de verildi. XX ve XY kromozomlu anaç erkek gökkuşığı alabalıklarının ortalama canlı ağırlıkları sırasıyla; 1245 ± 151 g ve 1187 ± 70 g olarak tespit edildi. XX ve XY kromozomlu balıkların ağırlık değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlendi ($P > 0,01$).

XX ve XY kromozomlu anaç balıkların ortalama total boy değerleri sırasıyla; 36 ± 2 cm ve $35,5 \pm 2$ cm olarak tespit edildi. Farklı kromozomlara ait anaç balıkların total boy değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulundu ($P > 0,01$).

XX ve XY kromozomlu anaç balıkların kondüsyonlarına ait ortalama değerler sırasıyla; $2,54 \pm 0,5$ ve $2,20 \pm 0,5$ olarak hesaplandı. Farklı kromozomlara ait anaç balıkların kondüsyon değerleri arasındaki farklılıkların da istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,01$) olduğu görüldü.

Tablo 3.1. XX ve XY kromozomlu erkek gökkuşığı alabalıklarının canlı ağırlık, total boy ve kondüsyon değerleri

Parametreler*	N	XX Kromozomlu Damızlıklar	XY Kromozomlu Damızlıklar
Canlı Ağırlık (g)	15	1245 ± 151^a (1136–1354)	1187 ± 70^a (1180–1257)
Total Boy (cm)	15	36 ± 2^a (34–38)	$35,5 \pm 2^a$ (33,5–37)
Kondüsyon Faktörü	15	$2,54 \pm 0,5^a$ (2,01–3,05)	$2,20 \pm 0,5^a$ (1,68–2,72)

*Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama $\pm$ standart hata (min–mak) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ($P > 0,01$)

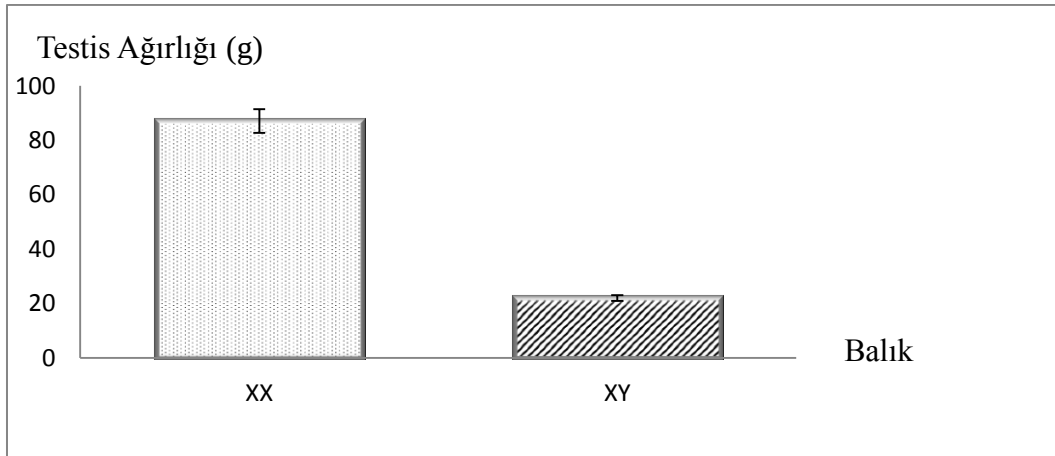
3.2. XX ve XY kromozomlu Gökkuşığı Alabalıklarının Testis Ağırlığı ve Testisomatik İndeks Değerleri

Çalışmada, XX kromozomlu balıkların testis ağırlığı (87 ± 21 g) ve testisomatik indeks değeri ($6,99 \pm 1,23$) XY kromozomlu erkeklerinkinden (sırasıyla: 22 ± 5 g ve $1,85 \pm 0,52$) istatistiksel olarak önemli ($P < 0,01$) derecede yüksek bulundu (Tablo 3.2, Şekil 3.1).

Tablo 3.2. XY ve XX kromozomlu gökkuşığı alabalıklarının testis ağırlığı ve testisomatik indeks değerleri

Parametreler*	N	XX Kromozomlu Damızlıklar	XY Kromozomlu Damızlıklar
Testis Ağırlığı (g)	15	87 ± 21^b (65–108)	22 ± 5^a (17–27)
Testisomatik indeks	15	$6,99 \pm 1,23^a$ (5,71-8,26)	$1,85 \pm 0,52^b$ (2,20-3,25)

*Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama $\pm$ standart hata (min–mak) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0,01$)



Şekil 3.1. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalıklarının testis ağırlıkları

3.3. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşığı Alabalıklarının Sperm Özellikleri

Araştırmada kullanılan XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalıklarının sperm özelliklerine ait ortalama değerler Tablo 3.3’ de verildi.

XX kromozomlu balıkların sperma hacmi (236 ± 36 ml, Şekil 3.2), sperm hareketlilik oranı ($\%92\pm3$, Şekil 3.3), sperm hareketlilik süresi (221 ± 98 sn, Şekil 3.4) ve toplam sperm sayısı ($426,02\pm6 \times 10^9$ adet) XY kromozomlu balıkların sperma hacmi (18 ± 3 ml), sperm hareketlilik oranı ($\%86\pm6$), sperm hareketlilik süresi (46 ± 11 sn) ve toplam sperm sayısından ($352,72\pm3 \times 10^9$ adet) önemli derecede yüksek ($P<0,01$) bulundu.

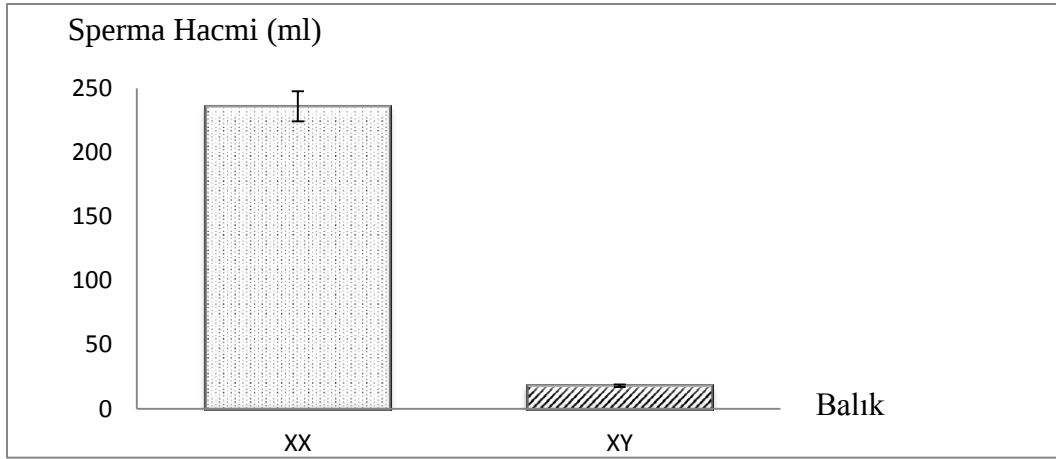
Ayrıca, XX ve XY kromozomlarına sahip erkek balıklara ait sperm sıvısı renginin birbirinden farklı olduğu belirlendi. XX kromozomlu balıklara ait sperm sıvısının koyu krem, XY kromozomlu olanları ise açık krem renginde olduğu görüldü.

Bununla birlikte, XX ve XY kromozomlu erkek balıklara ait sperma pH değerleri (sırasıyla; $7,7\pm0,3$) ve $7,9\pm0,4$) arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmedi ($P>0,01$, Tablo 3.3).

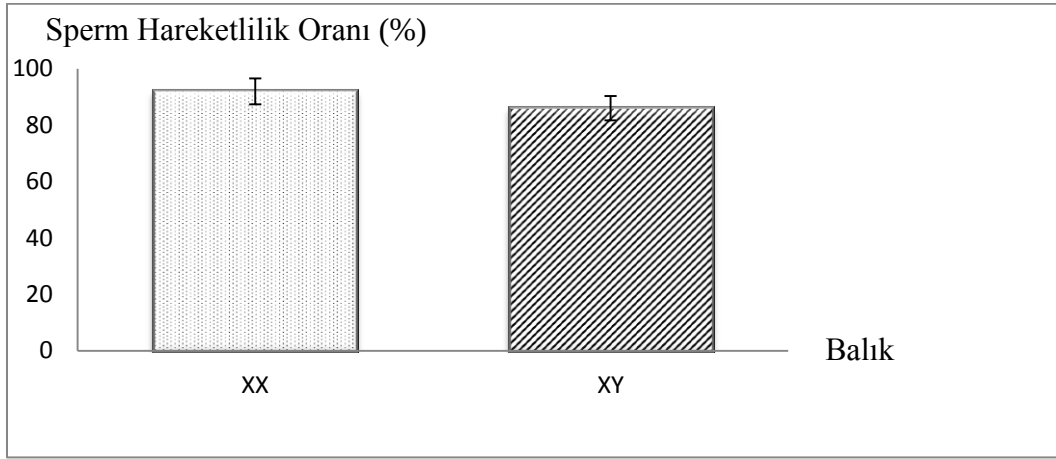
Tablo 3.3. XX ve XY kromozomlu gökkuşağı alabalıklarının sperma özelliklerine ait değerler

Parametreler*	N	XX Kromozomlu Damızlıklar	XY Kromozomlu Damızlıklar
Sperma Hacmi (ml)	15	236 ± 36^b (200–236)	18 ± 3^a (15–21)
Sperma pH'sı	15	$7,7\pm0,3^a$ (7,4–8)	$7,9\pm0,4^a$ (7,5–8,3)
Sperm Hareketlilik Oranı (%)	15	92 ± 3^b (89–95)	86 ± 6^a (81–92)
Sperm Hareketlilik Süresi (sn)	15	221 ± 98^b (150–291)	46 ± 11^a (35–57)
Sperma rengi	15	Koyu krem	Açık krem
Toplam sperm sayısı (... $\times 10^9$)	15	$426,02\pm6^b$ (420,02–432,02)	$352,72\pm3^a$ (349,72–355,72)

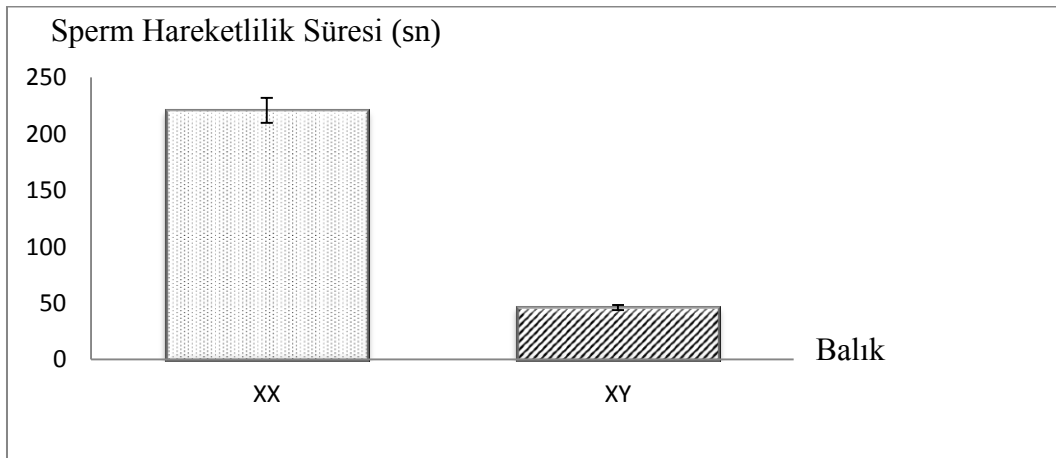
*Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama $\pm$ standart hata (min–mak) değerler arasındaki farklılıklar önemli ($P<0,01$)



Şekil 3.2. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalıklarının sperma hacimleri



Şekil 3.3. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı sperminin hareketlilik oranları



Şekil 3.4. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı sperminin hareketlilik süreleri

3.4. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşığı Alabalığı Spermasının Yağ Asit Düzeyleri

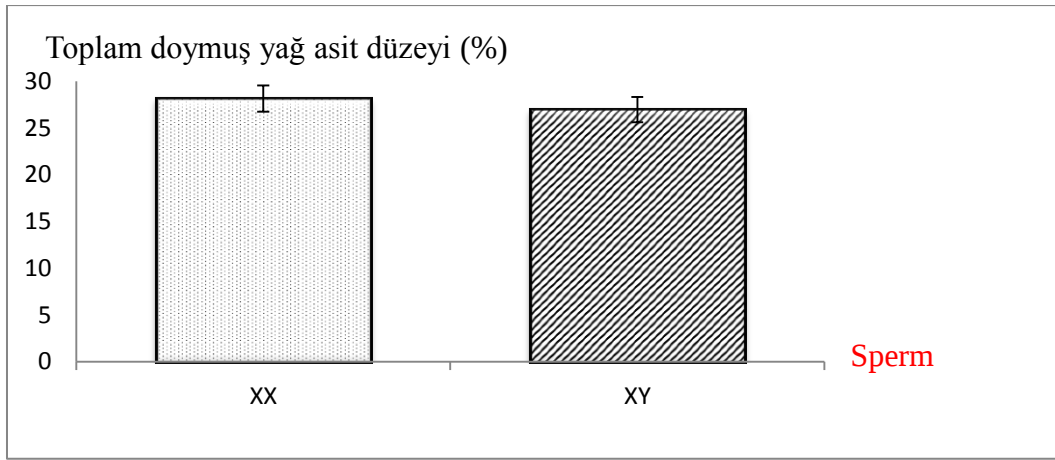
Araştırmada kullanılan XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermasındaki yağ asit düzeyleri Tablo 3.4 'de verildi. XX ve XY kromozomlu balık spermalarında öne çıkan temel yağ asitlerinin (toplam yağ asitlerinin %'si olarak) sırasıyla; dokosaheksaenoik asit (%24,52±1,71 ve %22,93±0,97), palmitik asit (%20,95±0,46 ve %19,15±6,49), eikosapentanoik asit (%14,59±1,16 ve %14,42±1,02), oleik asit (%9,30±1,21 ve %9,04±1,12), linoleik asit (%6,35±0,51 ve %6,06±0,8), araşidonik asit (%5,53±0,48 ve %5,46), vassenik asit (%4,96±0,5 ve %5,01±0,4), miristik asit (%0,82±0,30 ve %0,90±0,07), palmitoleik asit (%1,60±0,26 ve %1,78±0,71), trans- linoleaidik asit (%0,64±0,61 ve %0,61±0,67), alfa-linolenik asit (%1,18±0,13 ve %1,05±0,24), gama-linolenik asit (%0,86±0,9 ve %0,84±0,13), henikosanoik asit (%0,71±0,8 ve %0,74±0,94) ve stearik asit (%4,76±0,32 ve %5,13±0,23) olduğu belirlendi.

Tablo 3.4. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı sperminin yağ asit düzeyleri

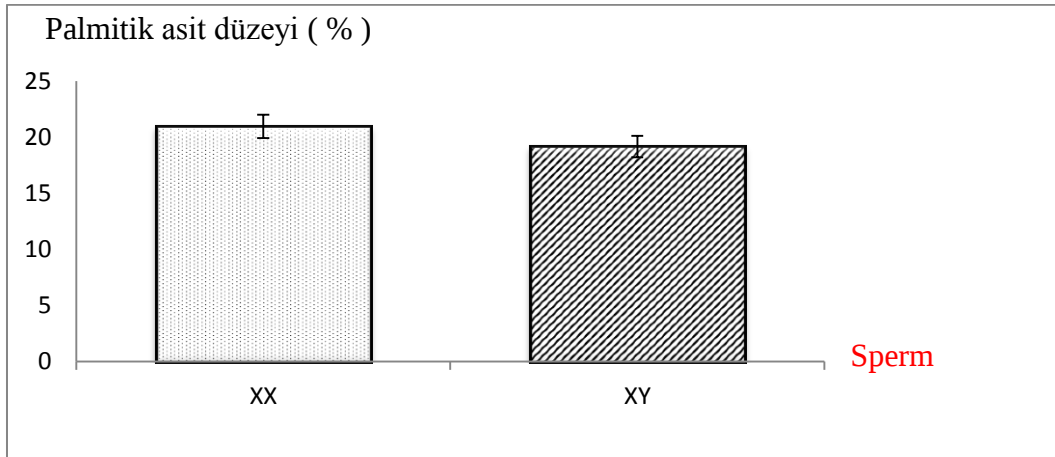
Yağ asitleri* (Toplam yağ asitlerinin %'si olarak)	XX Kromozomlu Damızlıklar	XY Kromozomlu Damızlıklar
C14:0 Miristik asit	0,82±0,30 ^a	0,90±0,07 ^b
C16:0 Palmitik asit	20,95±0,46 ^a	19,15±6,49 ^b
C18:0 Stearik asit	4,76±0,32 ^a	5,13±0,23 ^b
Doymuş yağ asitleri toplamı	28,13^a	26,96^b
C16:1 Palmitoleik asit	1,60±0,26 ^a	1,78±0,71 ^b
C18:1 n-9 Oleik asit	9,30±1,21 ^a	9,04±1,12 ^b
C18:1 n-7 cis-Vassenik asit	4,96±0,5 ^a	5,01±0,4 ^a
Tekli doymamış yağ asitleri toplamı	15,86^a	15,83^a
C18:2 n-6 trans- Linoleaidik asit	0,64±0,61 ^a	0,61±0,67 ^a
C18:2 n-6 cis-Linoleik asit	6,35±0,51 ^a	6,06±0,8 ^b
C18:3 n-3 alfa-Linolenik asit	1,18±0,13 ^a	1,05±0,24 ^b
C20:3 n-6 gama-Linolenik asit	0,86±0,9 ^a	0,84±0,13 ^a
C21:0 Henikosanoik asit	0,71±0,8 ^a	0,74±0,94 ^a
C20:4 n-6 Araşidonik asit	5,53±0,48 ^a	5,46±0,37 ^a
C20:4 n-3 Eikosatetraenoik asit	0,85±0,13 ^a	0,88±0,12 ^a
C20:5 n-3 Eikosapentanoik asit	14,59±1,16 ^a	14,42±1,02 ^a
C22:5 n-3 Dokosapentaenoik asit	1,60±0,12 ^a	1,67±0,11 ^a
C22:6 n-3 Dokosaheksaenoik asit	24,52±1,71 ^a	22,93±0,97 ^b
Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı	56,83^a	54,66^b
n-3 serisi yağ asitleri toplamı	42,74^a	40,95^b
n-6 serisi yağ asitleri toplamı	13,38^a	12,97^b
n-3/n-6 oranı	3,19^a	3,16^a
DHA+EPA	39,11^a	37,35^b

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (P<0,01, N = 15) DHA: Dokosaheksaenoik asit, EPA: Eikosapentaenoik asit.

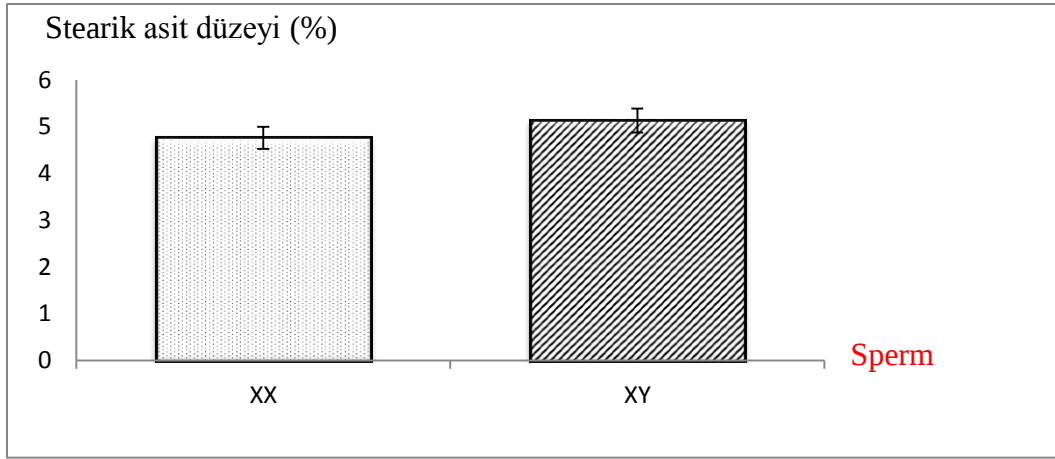
Doymuş yağ asitlerinin, toplam yağ asitleri içindeki oransal miktarı; XX kromozomlu balık spermasında %28,13 ve XY kromozomlu olanlarıkinde ise %26,96 olarak bulundu ($P<0,01$, Şekil 3.5). Doymuş yağ asitleri içinde en yüksek oran sırasıyla, palmitik asit (Şekil 3.6) ve stearik asitte (Şekil 3.7) tespit edildi. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının hem palmitik asit (sırasıyla; $1,60\pm0,26$ ve $19,15\pm6,49$) hem de stearik asit (sırasıyla; $4,76\pm0,32$ ve $5,13\pm0,23$) değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) olduğu saptandı (Tablo 3.4).



Şekil 3.5. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının toplam doymuş yağ asit düzeyleri

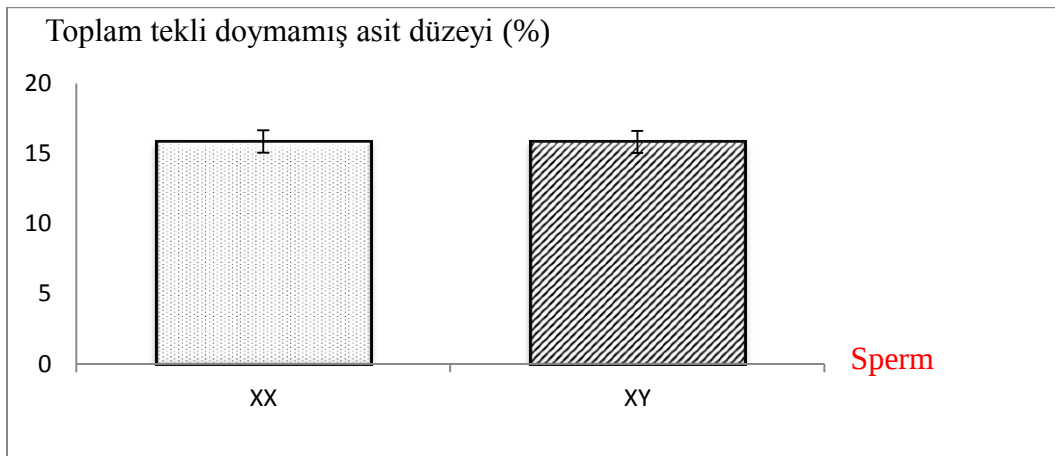


Şekil 3.6. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının palmitik asit düzeyleri

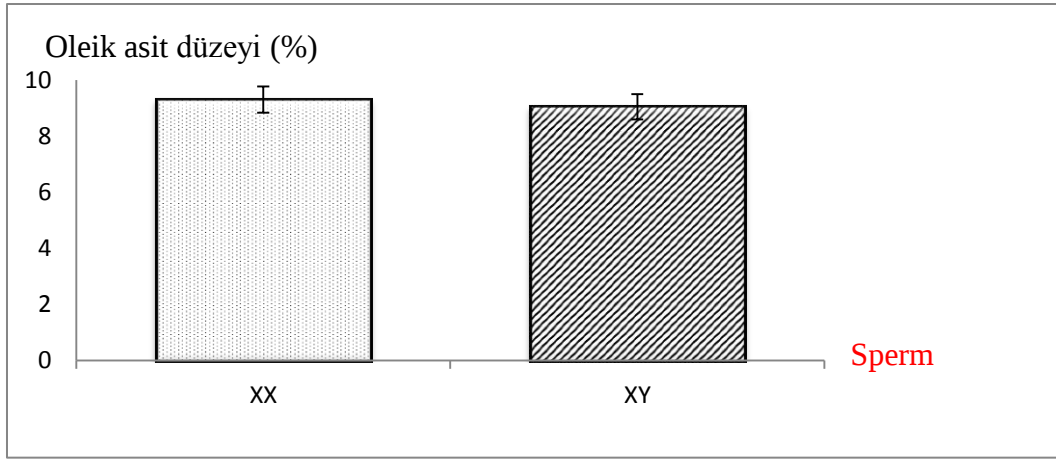


Şekil 3.7. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermlerinin stearik asit düzeyleri

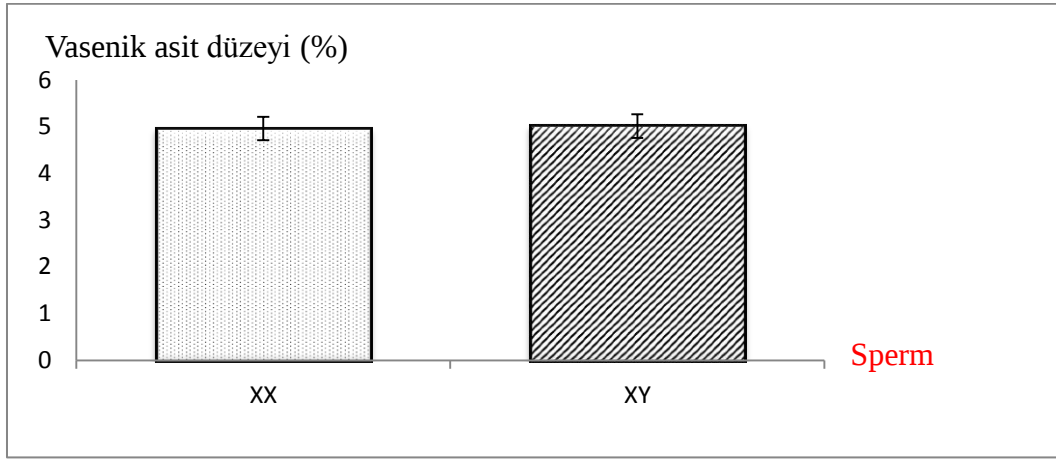
Tekli doymamış yağ asitlerinin, toplam yağ asitleri içindeki oransal miktarı; XX kromozomlu balık spermasında %15,86 ve XY kromozomlu olanlarındaki ise %15,83 olarak bulundu ($P>0,01$, Şekil 3.8). Tekli doymamış yağ asitleri içinde en yüksek oran sırasıyla; oleik asit (Şekil 3.9), vasetik asit (Şekil 3.10) ve palmitoleik asitte (Şekil 3.11) tespit edildi (Tablo 3.4). XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermlerinin hem oleik asit (sırasıyla; $9,30 \pm 1,21$ ve $9,04 \pm 1,12$) hem de palmitoleik asit (sırasıyla; $9,30 \pm 1,21$ ve $1,78 \pm 0,71$) oranları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) olduğu, vasetik asit (sırasıyla; $4,96 \pm 0,5$ ve $5,01 \pm 0,4$) oranları arasındaki farklılıkların ise önem taşımadığı ($P>0,01$) belirlendi.



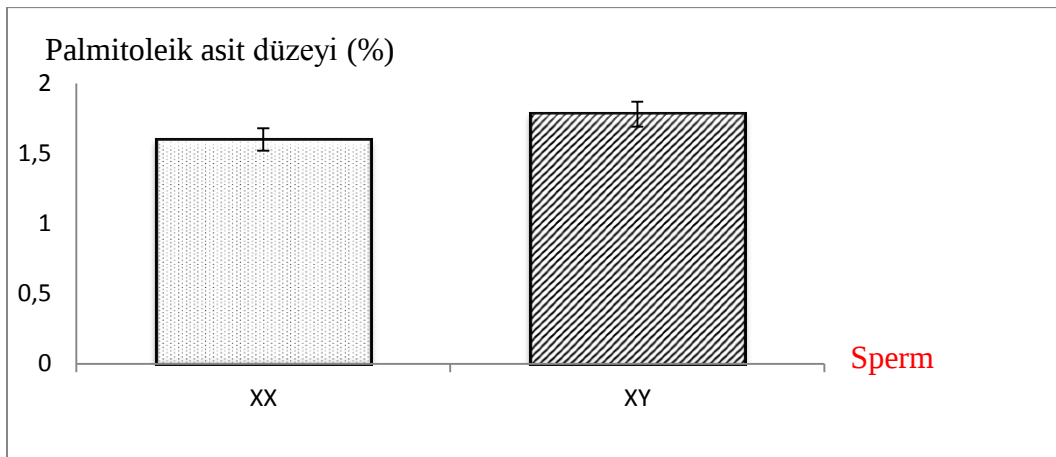
Şekil 3.8. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermlerinin toplam tekli doymamış yağ asit düzeyleri



Şekil 3.9. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğı alabalığı spermalarının oleik asit düzeyleri

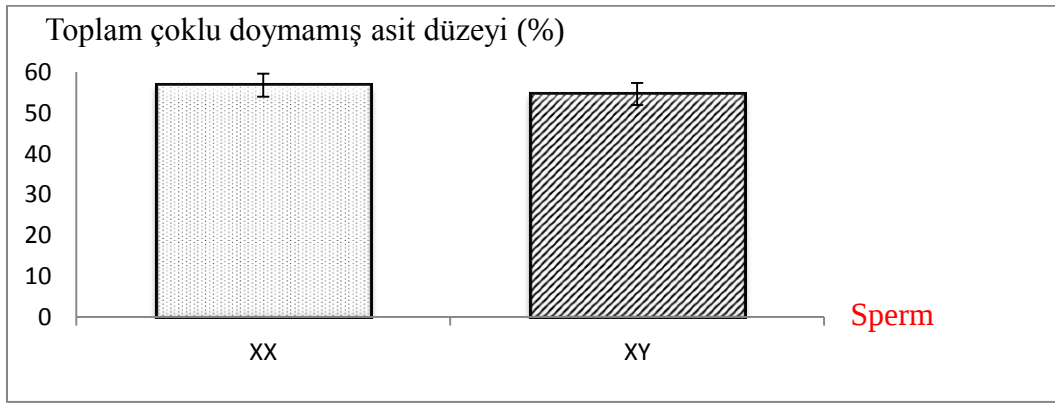


Şekil 3.10. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğı alabalığı spermalarının vaseik asit düzeyleri

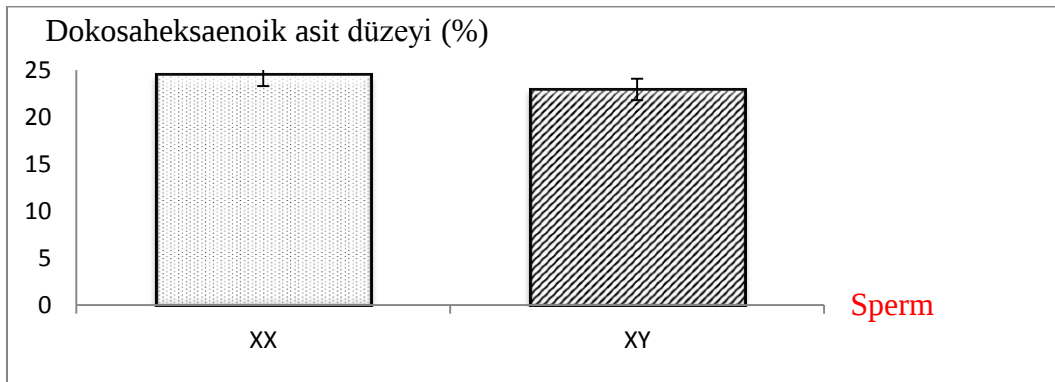


Şekil 3.11. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğı alabalığı spermalarının palmitoleik asit düzeyleri

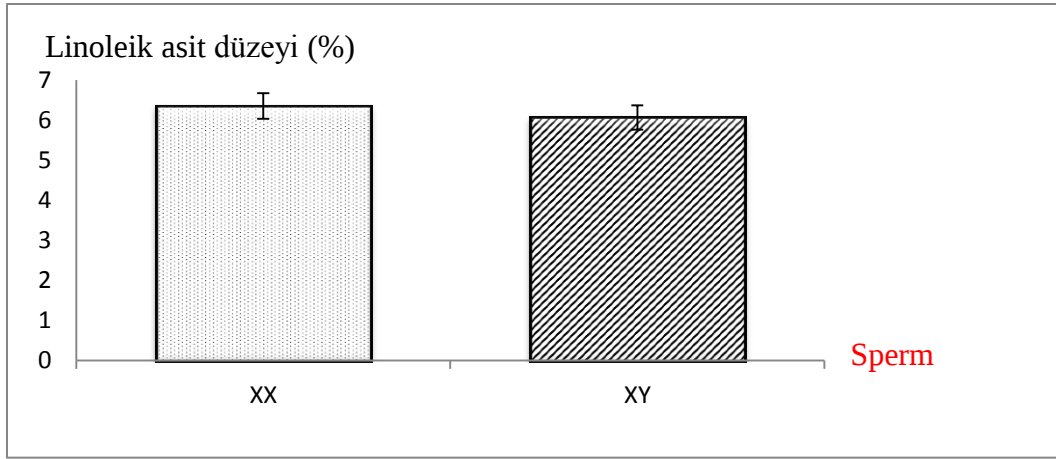
Çoklu doymamış yağ asitlerinin, toplam yağ asitleri içindeki oransal miktarı; XX kromozumlu balık spermasında %56,83 ve XY kromozumlu olanlarındaki ise %54,66 olarak bulundu ($P<0,01$, Şekil 3.12). Çoklu doymamış yağ asitleri içinde en yüksek oranlara sırasıyla; dokosaheksaenoik (DHA, Şekil 3.13), eikosapentanoik (EPA), linoleik (Şekil 3.14), araşidonik, dokosapentaenoik ve linolenik (Şekil 3.15) asitlerin sahip olduğu saptandı. XX ve XY kromozumlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının dokosaheksaenoik asit (sırasıyla; $24,52 \pm 1,71$ ve $22,93 \pm 0,97$), linoleik asit (sırasıyla; $6,35 \pm 0,51$ ve $6,06 \pm 0,8$) ve linolenik asit (sırasıyla; $1,18 \pm 0,13$ ve $1,05 \pm 0,24$) oranları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$), eikosapentanoik asit (sırasıyla; $14,59 \pm 1,16$ ve $14,42 \pm 1,02$), araşidonik asit (sırasıyla; $5,53 \pm 0,48$ ve $5,46$) ve dokosapentaenoik asit (sırasıyla; $1,60 \pm 0,12$ ve $1,67 \pm 0,11$) oranları arasındaki farklılıkların ise önemsiz ($P>0,01$) olduğu tespit edildi (Tablo 3.4).



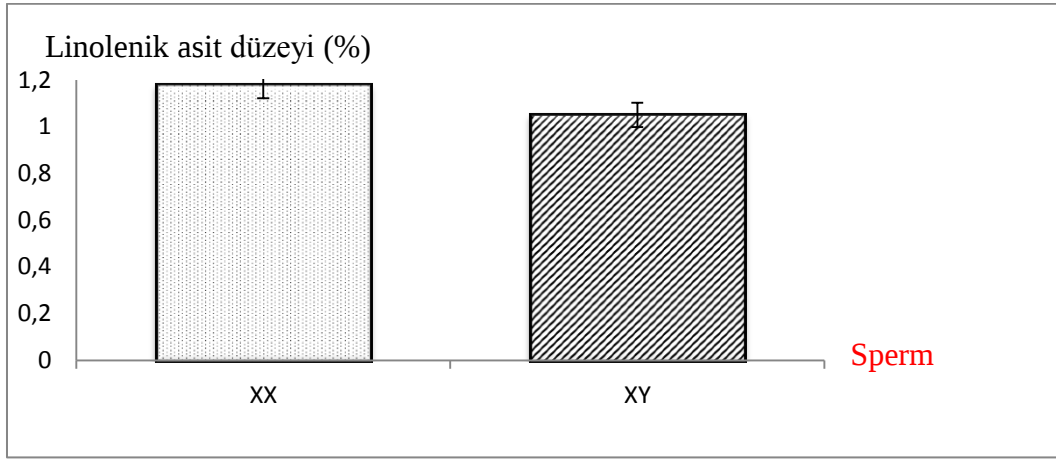
Şekil 3.12. XX ve XY kromozumlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının toplam çoklu doymamış yağ asit düzeyleri



Şekil 3.13. XX ve XY kromozumlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının dokosaheksaenoik asit düzeyleri

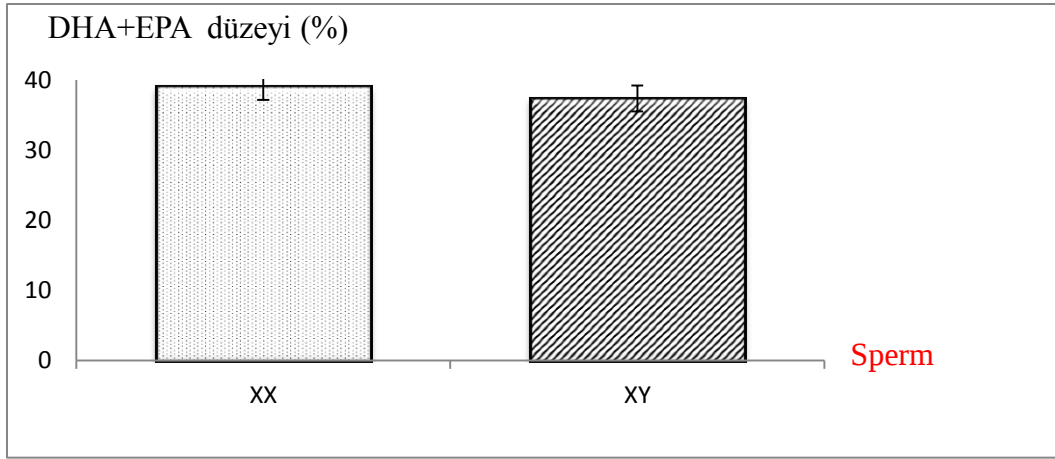


Şekil 3.14. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermalarının linoleik asit düzeyleri



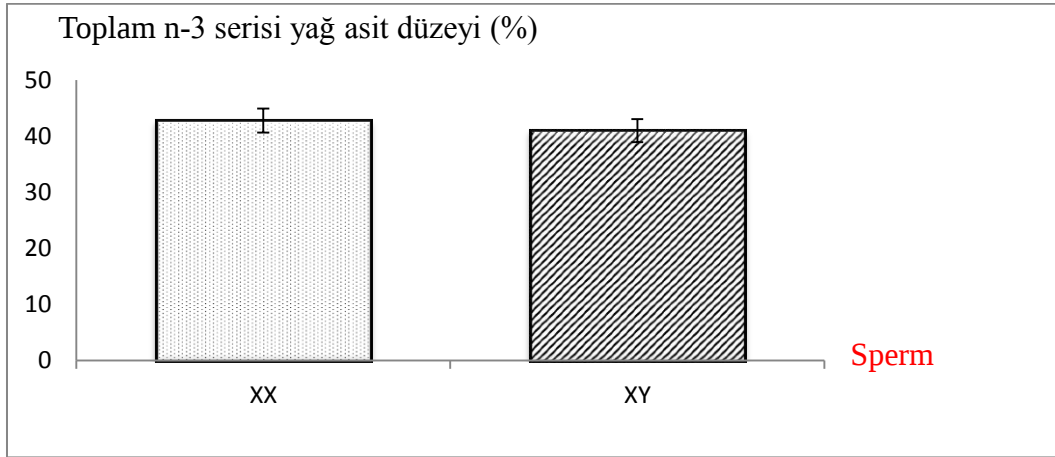
Şekil 3.15. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermalarının linolenik asit düzeyleri

Ayrıca, XX kromozomlu balık spermasının DHA+EPA değerinin (%39.11) XY kromozomlu olanlarından (%37,15) istatistiksel olarak önemli derecede yüksek ($P<0,01$) olduğu saptanmıştır (Şekil 3.16, Tablo 3.4)

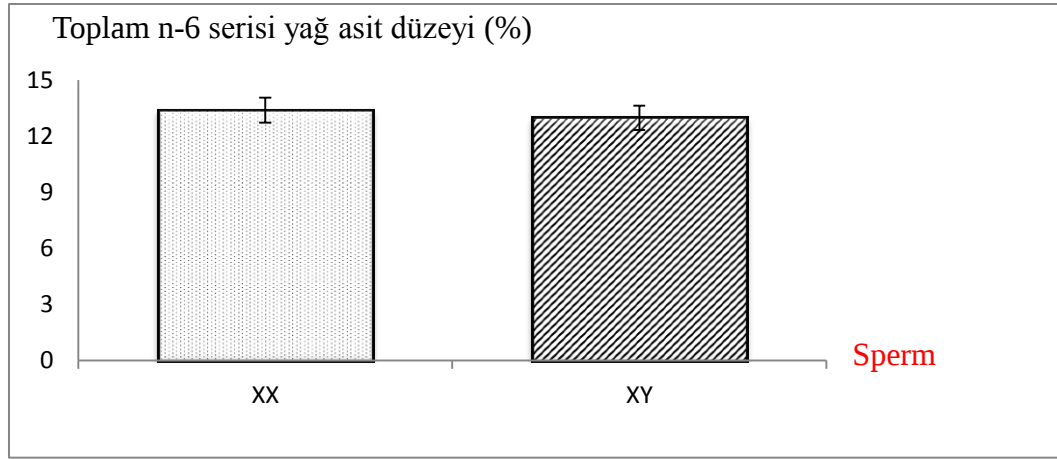


Şekil 3.16. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğı alabalığı spermalarının dokosaheksaenoik asit (DHA) + eikosapentanoik asit (EPA) düzeyleri

XX ve XY kromozomlu gökkuşuğı alabalığı spermalarının hem toplam n-3 serisi (Şekil 3.17) yağ asit (sırasıyla; %42,74 ve %40,95) hem de toplam n-6 serisi (Şekil 3.18) yağ asit (sırasıyla; %13,38 ve %12,97) değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0,01$), n-3/n-6 oranları (sırasıyla; 3,19 ve 3,16) arasındaki farkın ise önemsiz ($P > 0,01$) olduğu belirlendi (Tablo 3.4).



Şekil 3.17. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğı alabalığı spermalarının toplam n-3 serisi yağ asit düzeyleri



Şekil 3.18. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının toplam n-6 serisi yağ asit düzeyleri

3.5. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşuğu Alabalığı Spermlerindeki Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri

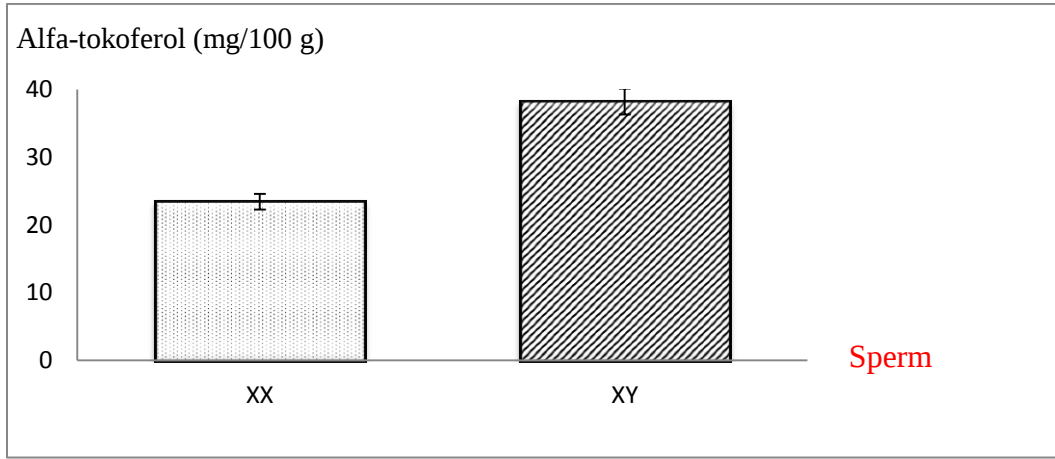
Araştırmada kullanılan XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının yağda eriyen vitamin ve kolesterol düzeyleri Tablo 3.5 'de verildi.

Tablo 3.5. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının yağda eriyen vitamin ve kolesterol düzeyleri

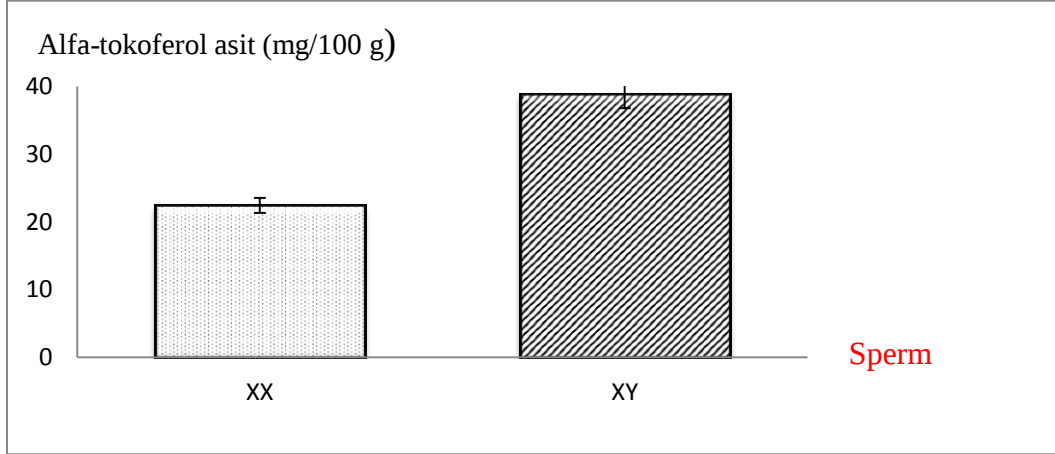
Parametreler* (mg/100 g)	XX Kromozomlu Damızlıklar	XY Kromozomlu Damızlıklar
Alfa-tokoferol	23,42±16,38 ^a	38,21±14,75 ^b
Alfa-tokoferol asit	22,42±14,21 ^a	38,71±8,27 ^b
R-tokoferol	0,6±0,28 ^a	0,3±0,29 ^b
Vitamin D ₃	0,9±0,4 ^a	3,3±1,23 ^b
Vitamin K ₁	2,55±0,8 ^a	2,12±1,30 ^b
Vitamin K ₂	2,06±0,4 ^a	2,17±1,38 ^b
Kolesterol	1418±521 ^a	1663±454 ^b
Stigmasterol	27,54±11,92 ^a	24,78±8,85 ^b
Betasterol	13,05±12,11 ^a	28,42±16,56 ^b

* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli (P<0,01, N = 15)

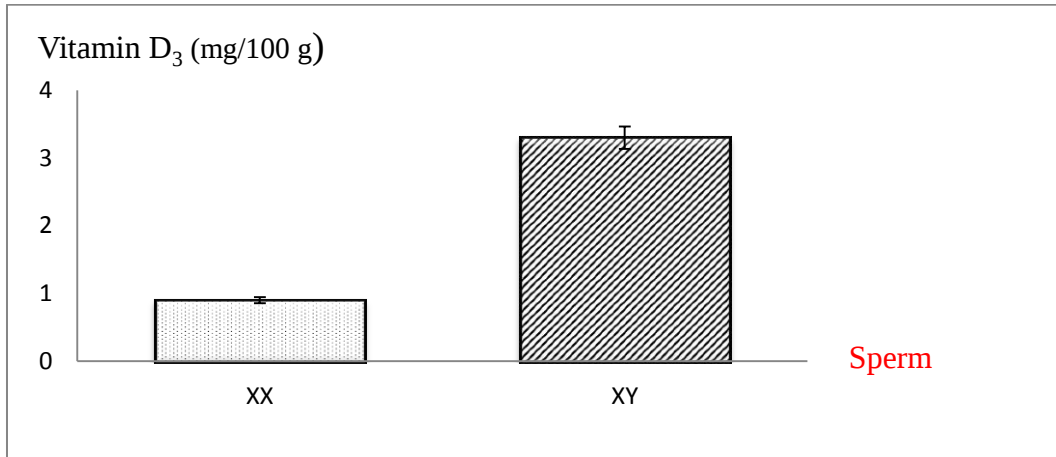
XX kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermelerindeki alfa-tokoferol ($23,42 \pm 16,38$ mg/100 g, Şekil 3.19), alfa-tokoferol asit ($22,42 \pm 14,21$ mg/100 g, Şekil 3.20), vitamin D₃ ($0,9 \pm 0,4$ mg/100 g, Şekil 3.21) ve vitamin K₂ ($2,06 \pm 0,4$ mg/100 g, Şekil 3.22) miktarları XY kromozomlu balıkların spermelerindeki alfa-tokoferol ($38,21 \pm 14,75$ mg/100 g), alfa-tokoferol asit ($38,71 \pm 8,27$ mg/100 g), vitamin D₃ ($3,3 \pm 1,23$ mg/100 g) ve vitamin K₂ ($2,17 \pm 1,38$ mg/100 g) düzeylerinden istatistiksel olarak önemli derecede düşük bulundu ($P < 0,01$).



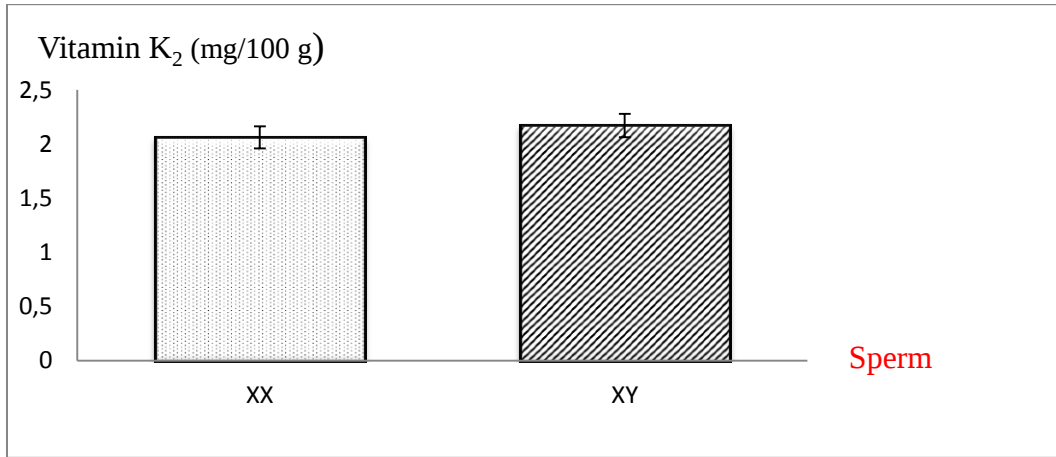
Şekil 3.19. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermelerinin alfa-tokoferol düzeyleri



Şekil 3.20. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermelerinin alfa-tokoferol asit düzeyleri

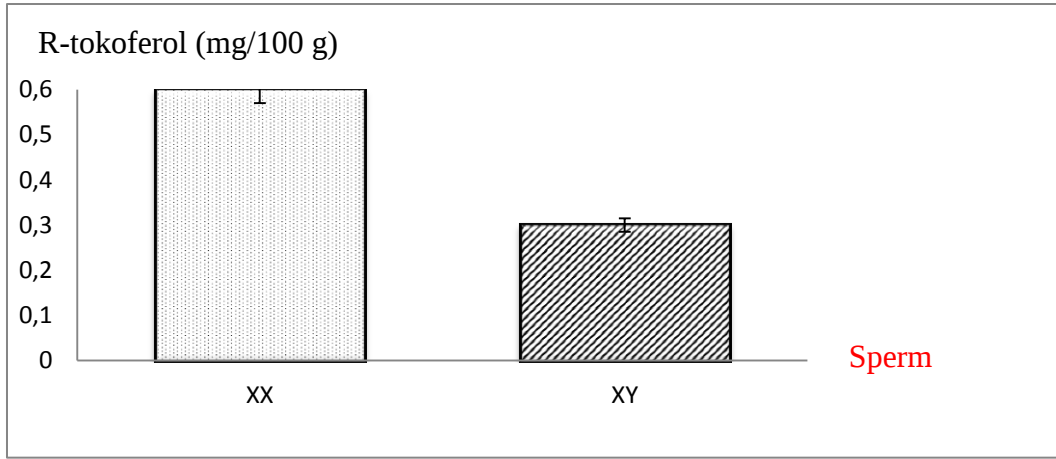


Şekil 3.21. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının vitamin D₃ düzeyleri

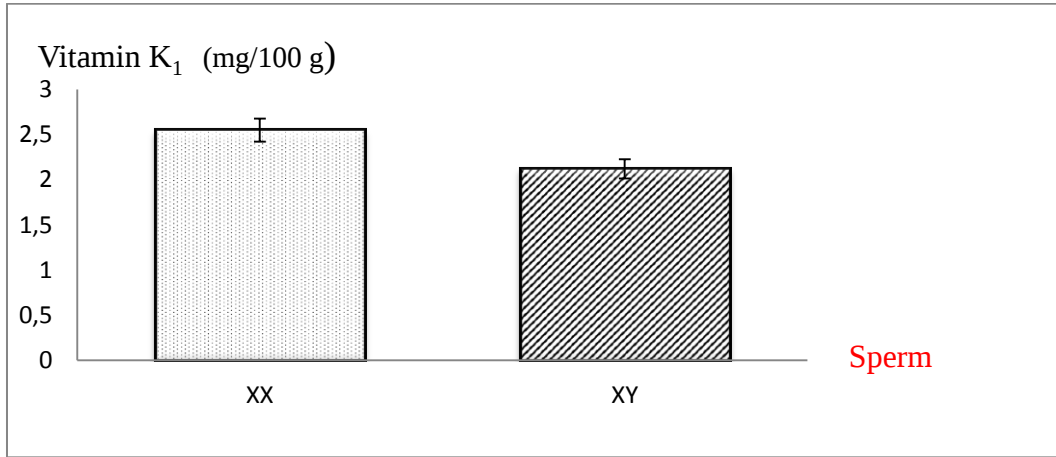


Şekil 3.22. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının vitamin K₂ düzeyleri

Fakat, XX kromozomlu balık spermelerindeki R-tokoferol ($0,6 \pm 0,28$ mg/100, Şekil 3.23) ve vitamin K₁ ($2,55 \pm 0,8$ mg/100 g, Şekil 3.24) miktarlarının XY kromozomlu balık spermelerindeki R-tokoferol ($0,3 \pm 0,29$ mg/100) ve vitamin K₁ ($2,12 \pm 1,30$ mg/100 g) değerlerinden istatistiksel olarak önemli derecede yüksek ($P < 0,01$) olduğu görüldü (Tablo 3.5).

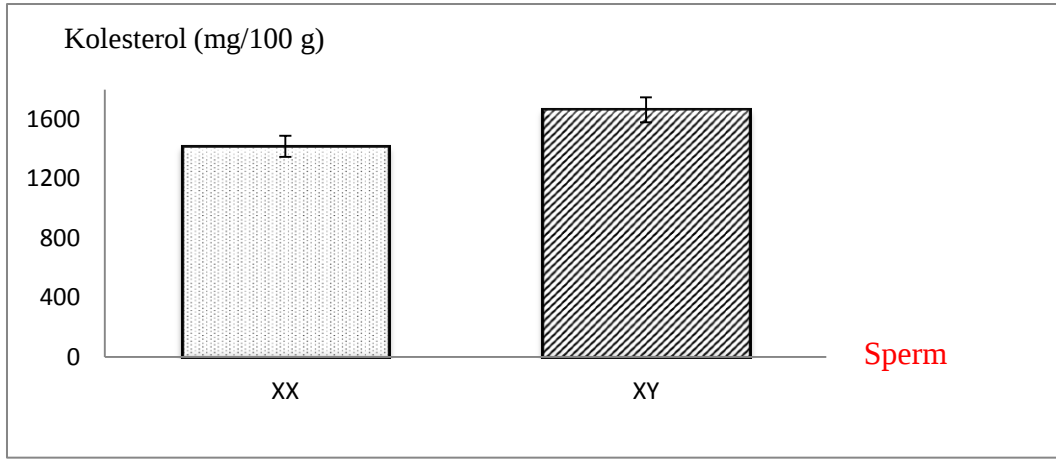


Şekil 3.23. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının R-tokoferol düzeyleri

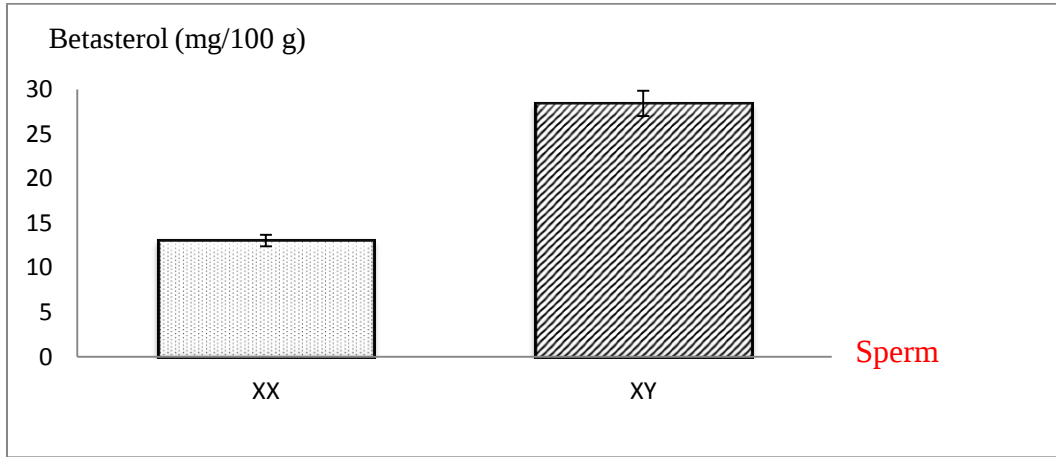


Şekil 3.24. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermalarının vitamin K1 düzeyleri

Ayrıca, XX kromozomlu balık spermelerindeki kolesterol (1418 ± 521 mg/100 g, Şekil 3.25) ve betasterol ($13,05 \pm 12,11$ mg/100 g, Şekil 3.26) miktarlarının, XY kromozomlu balık spermelerindeki kolesterol (1663 ± 454 mg/100 g) ve betasterol ($28,42 \pm 16,56$ mg/100 g) düzeylerinden istatistiksel olarak önemli derecede düşük ($P < 0,01$) olduğu tespit edildi (Tablo 3.5).

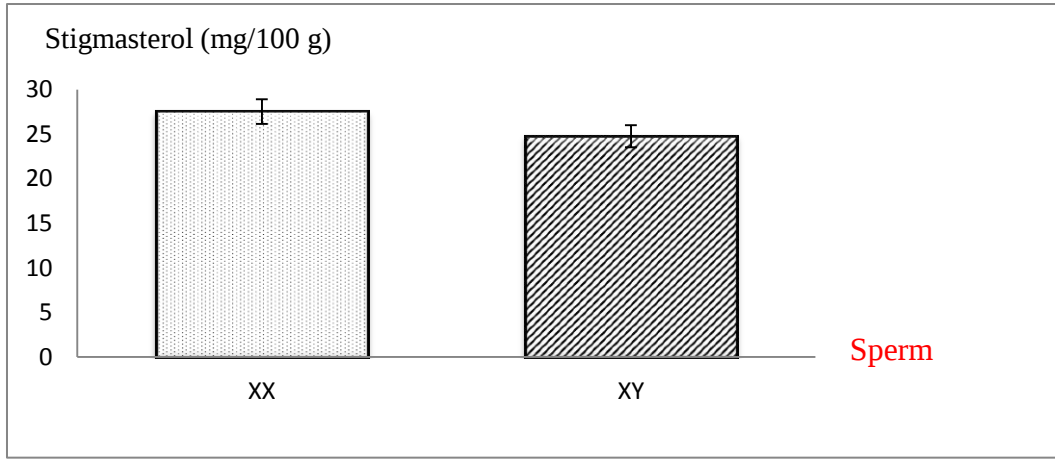


Şekil 3.25. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin kolesterol düzeyleri



Şekil 3.26. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalığı spermlerinin betasterol düzeyleri

Bununla birlikte, XX kromozomlu balık spermlerindeki stigmasterol ($27,54 \pm 11,92$ mg/100 g) miktarı, XY kromozomlu balıklara ait olan değerden ($24,78 \pm 8,85$ mg/100 g) istatistiksel olarak önemli derecede yüksek ($P < 0,01$) olduğu belirlendi (Tablo 3.5, Şekil 3.26).



Şekil 3.27. XX ve XY kromozomlu gökkuşuğu alabalığı spermlerinin stigmasterol düzeyleri

3.6. XX ve XY Kromozomlarına Sahip Balık Spermlerinde Yağ Asidi, Kolesterol, Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri ile Testis Ağırlığı, Testisomatik İndeks ve Sperm Özelliklerine Ait Değerler Arasındaki İlişkiler

XX kromozomlarına sahip balık spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin düzeyleri ile testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperma özelliklerine (sperma hacmi ve pH'sı, sperm hareketlilik oranı, sperm hareketlilik süresi ve toplam sperm sayısı) ait değerler arasındaki ilişkiler Tablo 3.6 verilmiştir.

Tablo 3.6 incelendiğinde, XX kromozomlarına sahip balıkların; testis ağırlığı ile testisomatik indeks ($r = 0,868$), sperma hacmi ($r = 0,713$), vitamin D₃ ($r = 0,792$), dokosapentaenoik asit ($r = 0,682$) ve linoleaidik asit ($r = 0,675$) düzeyleri arasında pozitif yönlü güçlü ($P < 0,01$) bir ilişki olduğu görülmektedir.

Testisomatik indeks değeri ile sperma vitamin D₃ ($r = 0,995$) düzeyi arasında çok güçlü ($P < 0,001$), sperma linoleaidik asit ($r = 0,760$) düzeyi arasında güçlü ($P < 0,01$), sperma hacmi ($r = 0,691$), toplam sperm sayısı ($r = 0,676$) ve oleik asit ($r = 0,586$) düzeyleri arasında da orta düzeyli ($P < 0,05$) olmak üzere pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 3.6).

Sperma hacmi ile sperma pH'sı ($r = 0,619$), sperm hareketlilik oranı ($r = 0,537$), toplam sperm sayısı ($r = 0,502$), sperma vitamin D₃ ($r = 0,622$), eikosatetraenoik asit ($r = 0,553$), henikosanoik asit ($r = 0,615$) ve vasetik asit ($r = 0,614$), düzeyleri arasında orta düzeyli ($P < 0,05$) ve pozitif yönlü (vitamin D₃ hariç) bir ilişki mevcuttur (Tablo 3.6).

Tablo 3.6. XX kromozomlarına sahip balık spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin düzeyleri ile testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperm özelliklerine ait değerler arasındaki ilişkiler

Parametreler	Testis ağırlığı	Testisomatik indeks	Sperma Hacmi	Sperma pH'sı	Sperm Hareketlilik Oranı	Sperm Hareketlilik Süresi	Toplam sperm sayısı	Miristik asit
Betasterol	r=-0,379	r=-0,208	r=-0,487	r=-0,161	r=-0,061	r=0,974	r=-0,061	r=0,908
Stigmasterol	r=-0,046	r=-0,180	r=-0,303	r=-0,307	r=-0,216	r=0,712	r=-0,096	r=0,357
Kolesterol	r=-0,072	r=-0,030	r=0,390	r=0,465	r=-0,289	r=0,586	r=0,359	r=-0,216
Vitamin K ₂	r=0,380	r=0,340	r=0,395	r=-0,017	r=-0,222	r=0,348	r=-0,063	r=-0,327
Vitamin K ₁	r=-0,070	r=-0,081	r=-0,320	r=-0,315	r=-0,247	r=0,710	r=-0,197	r=0,436
Vitamin D ₃	r=0,792	r=0,995	r=0,622	r=0,862	r=-0,622	r=-0,328	r=0,989	r=-0,406
R-tokoferol	r=-0,114	r=-0,245	r=-0,111	r=0,446	r=-0,017	r=-0,312	r=-0,256	r=0,702
Alfa-tokoferol asit	r=-0,050	r=-0,146	r=0,391	r=0,635	r=0,799	r=-0,079	r=0,462	r=-0,089
Alfa-tokoferol	r=-0,125	r=-0,103	r=0,477	r=0,640	r=-0,244	r=0,527	r=-0,244	r=-0,374
Dokosapentaenoik asit	r=0,682	r=0,485	r=0,479	r=-0,217	r=-0,275	r=-0,267	r=-0,137	r=-0,030
Eikosatetraenoik asit	r=-0,254	r=-0,165	r=0,553	r=0,575	r=-0,443	r=0,661	r=-0,057	r=0,901
Araşidonik asit	r=-0,213	r=-0,104	r=-0,222	r=-0,209	r=-0,068	r=0,500	r=-0,081	r=0,579
Henikosanoik asit	r=-0,130	r=-0,369	r=0,615	r=-0,390	r=0,819	r=-0,143	r=-0,060	r=-0,334
Linolenik asit	r=-0,073	r=-0,068	r=-0,167	r=0,559	r=0,488	r=-0,223	r=-0,075	r=-0,003
Linoleik asit	r=-0,194	r=0,403	r=-0,173	r=-0,152	r=0,335	r=-0,142	r=-0,132	r=-0,202
Linoleaidik asit	r=0,675	r=0,760	r=-0,182	r=-0,155	r=-0,253	r=-0,198	r=-0,073	r=0,459
Vasenik asit	r=0,375	r=0,384	r=0,614	r=-0,171	r=0,337	r=-0,207	r=-0,004	r=0,562
Oleik asit	r=0,341	r=0,586	r=-0,291	r=-0,191	r=-0,210	r=0,333	r=-0,171	r=0,440
Palmitoleik asit	r=-0,067	r=-0,269	r=-0,065	r=-0,188	r=-0,324	r=-0,067	r=-0,253	r=-0,265
Stearik asit	r=-0,021	r=-0,237	r=-0,090	r=0,425	r=-0,043	r=0,561	r=0,526	r=0,488
Palmitik asit	r=-0,259	r=-0,162	r=0,430	r=-0,016	r=0,522	r=-0,237	r=-0,118	r=-0,077
Miristik asit	r=-0,168	r=-0,131	r=-0,337	r=0,500	r=-0,274	r=-0,063	r=-0,217	-
Toplam sperm sayısı	r=0,441	r=0,676	r=0,502	r=0,574	r=-0,240	r=-0,281	-	-
Sperm Hareketlilik Süresi	r=-0,071	r=0,372	r=-0,266	r=-0,231	r=-0,107	-	-	-
Sperm Hareketlilik Oranı	r=-0,140	r=-0,165	r=0,537	r=0,675	-	-	-	-
Sperma pH'sı	r=-0,093	r=-0,175	r=0,619	-	-	-	-	-
Sperma Hacmi	r=0,713	r=0,691	-	-	-	-	-	-
Testisomatik indeks	r=0,868	-	-	-	-	-	-	-
Testis ağırlığı	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.6'nın devamı

Parametreler	Palmitik asit	Stearik asit	Palmitoleik asit	Oleik asit	Vasenik asit	Linoleaidik asit	Linoleik asit	Linolenik asit
Betasterol	r=-0,256	r=0,763	r=-0,132	r=-0,088	r=-0,499	r=-0,123	r=-0,406	r=0,988
Stigmasterol	r=-0,281	r=0,459	r=-0,137	r=-0,042	r=-0,088	r=-0,072	r=-0,003	r=-0,257
Kolesterol	r=-0,227	r=-0,247	r=-0,158	r=-0,103	r=-0,125	r=-0,021	r=-0,145	r=-0,064
Vitamin K ₂	r=-0,236	r=0,739	r=-0,287	r=0,659	r=-0,296	r=0,786	r=0,529	r=-0,130
Vitamin K ₁	r=-0,255	r=0,531	r=-0,065	r=-0,020	r=-0,111	r=-0,280	r=-0,040	r=-0,384
Vitamin D ₃	r=0,965	r=0,904	r=0,981	r=0,740	r=-0,397	r=0,897	r=-0,126	r=0,969
R-tokoferol	r=0,836	r=0,630	r=-0,115	r=-0,372	r=-0,025	r=0,413	r=-0,221	r=0,639
Alfa-tokoferol asit	r=0,430	r=-0,259	r=-0,199	r=-0,251	r=-0,007	r=-0,233	r=-0,167	r=0,483
Alfa-tokoferol	r=-0,242	r=-0,319	r=-0,174	r=0,373	r=-0,297	r=0,443	r=-0,130	r=-0,195
Dokosapentaenoik asit	r=0,419	r=-0,145	r=-0,127	r=-0,068	r=0,381	r=-0,134	r=0,336	r=0,939
Eikosatetraenoik asit	r=-0,098	r=-0,193	r=-0,072	r=-0,209	r=0,746	r=-0,268	r=0,469	r=-0,337
Araşidonik asit	r=-0,258	r=0,807	r=-0,194	r=0,461	r=-0,085	r=0,563	r=-0,245	r=-0,191
Henikosanoik asit	r=0,827	r=-0,191	r=-0,071	r=0,846	r=0,745	r=0,918	r=0,557	r=-0,081
Linolenik asit	r=-0,401	r=-0,102	r=-0,162	r=-0,095	r=-0,230	r=-0,311	r=0,510	-
Linoleik asit	r=-0,032	r=-0,321	r=0,505	r=0,537	r=-0,169	r=0,646	-	-
Linoleaidik asit	r=-0,221	r=0,445	r=0,358	r=0,945	r=-0,229	-	-	-
Vasenik asit	r=0,522	r=-0,079	r=-0,112	r=-0,318	-	-	-	-
Oleik asit	r=0,341	r=-0,268	r=0,381	-	-	-	-	-
Palmitoleik asit	r=-0,225	r=-0,094	-	-	-	-	-	-
Stearik asit	r=-0,283	-	-	-	-	-	-	-
Palmitik asit	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.6'nın devamı

Parametreler	Henikosanoik asit	Araşidonik asit	Eikosatetraenoik asit	Dokosapentaenoik asit	Alfa-tokoferol	Alfa-tokoferol asit	R-tokoferol	Vitamin D ₃	Vitamin K ₁	Kolesterol	Stigmasterol	Betasterol
Betasterol	r=0,985	r=0,959	r=0,981	r=-0,567	r=0,604	r=-0,180	r=0,640	r=0,981	r=0,895	r=0,788	r=0,926	-
Stigmasterol	r=0,555	r=0,713	r=-0,086	r=-0,165	r=0,478	r=0,379	r=0,552	r=0,965	r=0,997	r=0,951	-	-
Kolesterol	r=0,471	r=0,570	r=-0,031	r=-0,179	r=0,518	r=0,486	r=0,438	r=0,972	r=0,973	-	-	-
Vitamin K ₂	r=0,520	r=0,859	r=0,788	r=-0,164	r=-0,224	r=-0,061	r=0,411	r=-0,367	r=0,732	-	-	-
Vitamin K ₁	r=0,957	r=0,857	r=-0,156	r=-0,275	r=0,663	r=0,502	r=0,540	r=0,998	-	-	-	-
Vitamin D ₃	r=0,965	r=0,972	r=-0,098	r=0,882	r=0,872	r=0,871	r=0,736	-	-	-	-	-
R-tokoferol	r=-0,297	r=0,669	r=0,754	r=0,381	r=-0,043	r=-0,189	-	-	-	-	-	-
Alfa-tokoferol asit	r=0,653	r=-0,028	r=-0,105	r=-0,297	r=0,370	-	-	-	-	-	-	-
Alfa-tokoferol	r=0,775	r=-0,070	r=0,528	r=-0,220	-	-	-	-	-	-	-	-
Dokosapentaenoik asit	r=-0,008	r=-0,331	r=-0,074	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eikosatetraenoik asit	r=-0,483	r=-0,027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araşidonik asit	r=-0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Henikosanoik asit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sperma pH'sı ile sperma vitamin D₃ ($r = 0,862$) düzeyi arasında güçlü ($P < 0,01$), toplam sperm sayısı ($r = 0,675$), sperma hareketlilik oranı ($r = 0,537$), alfa-tokoferol asit ($r = 0,635$), alfa-tokoferol ($r = 0,640$), eikosatetraenoik asit ($r = 0,575$), linolenik asit ($r = 0,559$) ve miristik asit ($r = 0,500$) düzeyleri arasında da orta düzeyli ($P < 0,05$) olmak üzere pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 3.6).

Sperm hareketlilik oranı ile sperma vitamin D₃ ($r = -0,622$) düzeyi arasında negatif ve sperma palmitik asit ($r = 0,522$) düzeyi arasında ise pozitif yönlü olmak üzere orta düzeyli ($P < 0,05$), sperma alfa-tokoferol asit ($r = 0,799$) ve henikosanoik asit ($r = 0,819$) düzeyleri arasında ise pozitif yönlü güçlü ($P < 0,01$) bir ilişki vardır (Tablo 3.6). Sperm hareketlilik süresi ile sperma betasterol ($r = 0,974$) düzeyi arasında çok güçlü ($P < 0,001$), sperma stigmasterol ($r = 0,712$) ve vitamin K₁ ($r = 0,710$) düzeyleri arasında güçlü ($P < 0,01$), sperma kolesterol ($r = 0,586$), alfa-tokoferol ($r = 527$), eikosatetraenoik asit ($r = 661$), araşidonik asit ($r = 500$) ve stearik asit ($r = 561$) düzeyleri arasında ise orta düzeyli ($P < 0,05$) olmak üzere pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 3.6).

Toplam sperm sayısı ile sperma vitamin D₃ ($r = 0,989$) düzeyi arasında çok güçlü ($P < 0,001$), sperma vitamin K₂ ($r = 0,710$) düzeyi arasında güçlü ($P < 0,01$) ve sperma stearik asit ($r = 526$) düzeyi arasında ise orta düzeyli ($P < 0,05$) olmak üzere pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur (Tablo 3.6).

XY kromozomlarına sahip balık spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin düzeyleri ile testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperma özelliklerine (spermanın hacmi, hareketlilik oranı, hareketlilik süresi ve toplam sperm sayısı) ait değerler arasındaki ilişkiler Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7 incelendiğinde, XY kromozomlarına sahip balıkların; testis ağırlığı ile testisomatik indeks ($r = 0,944$) değeri arasında çok güçlü ($P < 0,001$), vassenik asit ($r = 0,818$) düzeyi, sperma hacmi ($r = 0,756$), sperm hareketlilik oranı ($r = 0,705$), r-tokoferol ($r = 0,702$) ve linoleaidik asit ($r = 0,702$) düzeyleri arasında güçlü ($P < 0,01$), toplam sperm sayısı ($r = 0,623$), oleik asit ($r = 0,634$), araşidonik asit ($r = 0,602$), vitamin K₂ ($r = 0,595$), henikosanoik asit ($r = 0,533$), linolenik asit ($r = 0,506$) ve linoleik asit ($r = 0,533$) düzeyleri arasında orta seviyede ($P < 0,05$) olmak üzere pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir.

Testisomatik indeks değeri ile sperma hacmi ($r = 0,827$), vassenik asit ($r = 0,746$) ve henikosanoik asit ($r = 0,714$) düzeyleri arasında güçlü ($P < 0,01$), sperm hareketlilik oranı ($r =$

0,683), toplam sperm sayısı ($r = 0,527$), linoleaidik asit ($r = 0,606$), vitamin K₂ ($r = 0,580$), oleik asit ($r = 0,578$), linolenik asit ($r = 0,502$) ve araşidonik asit ($r = 0,546$) düzeyleri arasında da orta düzeyli ($P < 0,05$) olmak üzere pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. XY kromozomlarına sahip balık spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin düzeyleri ile testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperma özelliklerine ait değerler arasındaki ilişkiler

Parametreler	Testis ağırlığı	Testisomatik indeks	Sperma Hacmi	Sperma pH'sı	Sperm Hareketlilik Oranı	Sperm Hareketlilik Süresi	Toplam sperm sayısı	Miristik asit
Betasterol	$r = -0,435$	$r = -0,438$	$r = 0,632$	$r = -0,062$	$r = -0,090$	$r = -0,098$	$r = -0,085$	$r = -0,034$
Stigmasterol	$r = -0,154$	$r = -0,097$	$r = -0,099$	$r = -0,040$	$r = 0,345$	$r = -0,269$	$r = -0,126$	$r = 0,408$
Kolesterol	$r = -0,109$	$r = -0,144$	$r = -0,055$	$r = -0,317$	$r = -0,302$	$r = -0,072$	$r = -0,234$	$r = 0,759$
Vitamin K ₂	$r = 0,595$	$r = 0,580$	$r = 0,494$	$r = 0,355$	$r = -0,209$	$r = -0,179$	$r = -0,291$	$r = 0,423$
Vitamin K ₁	$r = -0,020$	$r = -0,101$	$r = -0,096$	$r = -0,034$	$r = -0,048$	$r = -0,058$	$r = -0,190$	$r = -0,147$
Vitamin D ₃	$r = 0,490$	$r = -0,341$	$r = -0,187$	$r = 0,582$	$r = -0,087$	$r = 0,455$	$r = 0,527$	$r = -0,210$
R-tokoferol	$r = 0,702$	$r = -0,101$	$r = 0,667$	$r = 0,520$	$r = -0,045$	$r = -0,183$	$r = -0,209$	$r = -0,105$
Alfa-tokoferol asit	$r = -0,224$	$r = -0,212$	$r = -0,188$	$r = 0,608$	$r = -0,233$	$r = -0,007$	$r = 0,368$	$r = 0,758$
Alfa-tokoferol	$r = -0,116$	$r = -0,172$	$r = -0,225$	$r = -0,242$	$r = -0,003$	$r = -0,026$	$r = -0,069$	$r = 0,456$
Dokosapentaenoik asit	$r = -0,052$	$r = -0,230$	$r = -0,294$	$r = 0,352$	$r = -0,029$	$r = -0,012$	$r = -0,161$	$r = 0,450$
Eikosatetraenoik asit	$r = -0,034$	$r = -0,024$	$r = -0,309$	$r = -0,177$	$r = -0,195$	$r = -0,204$	$r = -0,221$	$r = -0,134$
Araşidonik asit	$r = 0,602$	$r = 0,546$	$r = 0,390$	$r = -0,091$	$r = -0,034$	$r = 0,383$	$r = -0,156$	$r = -0,038$
Henikosanoik asit	$r = 0,533$	$r = 0,714$	$r = 0,698$	$r = -0,101$	$r = 0,828$	$r = 0,520$	$r = -0,123$	$r = -0,259$
Linolenik asit	$r = 0,506$	$r = 0,502$	$r = 0,453$	$r = 0,709$	$r = -0,261$	$r = 0,350$	$r = 0,840$	$r = 0,654$
Linoleik asit	$r = 0,533$	$r = 0,474$	$r = 0,470$	$r = 0,836$	$r = 0,419$	$r = 0,447$	$r = 0,950$	$r = 0,449$
Linoleaidik asit	$r = 0,702$	$r = 0,606$	$r = 0,379$	$r = 0,910$	$r = 0,434$	$r = -0,221$	$r = 0,858$	$r = -0,142$
Vasenik asit	$r = 0,818$	$r = 0,746$	$r = 0,372$	$r = 0,476$	$r = 0,510$	$r = -0,198$	$r = 0,598$	$r = -0,232$
Oleik asit	$r = 0,634$	$r = 0,578$	$r = 0,526$	$r = 0,788$	$r = 0,406$	$r = -0,295$	$r = 0,922$	$r = 0,481$
Palmitoleik asit	$r = -0,284$	$r = 0,444$	$r = 0,774$	$r = 0,363$	$r = -0,285$	$r = 0,496$	$r = 0,424$	$r = 0,580$
Stearik asit	$r = -0,301$	$r = -0,235$	$r = -0,142$	$r = 0,350$	$r = -0,245$	$r = -0,071$	$r = -0,325$	$r = -0,099$
Palmitik asit	$r = -0,150$	$r = -0,045$	$r = -0,320$	$r = -0,136$	$r = -0,138$	$r = -0,091$	$r = -0,035$	$r = 0,553$
Miristik asit	$r = -0,158$	$r = 0,374$	$r = 0,342$	$r = -0,095$	$r = -0,069$	$r = -0,223$	$r = -0,235$	-
Toplam sperm sayısı	$r = 0,623$	$r = 0,527$	$r = 0,578$	$r = 0,847$	$r = 0,602$	$r = 0,502$	-	-
Sperm Hareketlilik Süresi	$r = -0,167$	$r = -0,255$	$r = 0,427$	$r = -0,267$	$r = 0,694$	-	-	-
Sperm Hareketlilik Oranı	$r = 0,705$	$r = 0,683$	$r = 0,700$	$r = -0,284$	-	-	-	-
Sperma pH'sı	$r = 0,421$	$r = -0,271$	$r = -0,307$	-	-	-	-	-
Sperma Hacmi	$r = 0,756$	$r = 0,827$	-	-	-	-	-	-
Testisomatik indeks	$r = 0,944$	-	-	-	-	-	-	-
Testis ağırlığı	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.7'nin devamı

Parametreler	Palmitik asit	Stearik asit	Palmitoleik asit	Oleik asit	Vasenik asit	Linoleaidik asit	Linoleik asit	Linolenik asit
Betasterol	r=0,757	r=-0,120	r=0,791	r=-0,216	r=-0,285	r=-0,112	r=-0,391	r=-0,081
Stigmasterol	r=-0,171	r=-0,099	r=-0,190	r=-0,258	r=-0,328	r=-0,074	r=-0,235	r=-0,318
Kolesterol	r=0,625	r=-0,058	r=-0,221	r=0,517	r=0,404	r=0,401	r=0,489	r=0,670
Vitamin K ₂	r=-0,187	r=-0,195	r=-0,370	r=0,497	r=0,357	r=-0,300	r=-0,345	r=0,368
Vitamin K ₁	r=0,521	r=-0,342	r=-0,231	r=-0,343	r=-0,026	r=-0,096	r=-0,204	r=-0,192
Vitamin D ₃	r=-0,144	r=-0,207	r=-0,023	r=0,718	r=0,469	r=0,645	r=0,568	r=0,635
R-tokoferol	r=-0,019	r=-0,333	r=-0,080	r=-0,351	r=0,481	r=-0,251	r=0,500	r=-0,053
Alfa-tokoferol asit	r=0,575	r=-0,245	r=0,747	r=0,576	r=0,530	r=0,763	r=0,515	r=0,694
Alfa-tokoferol	r=-0,260	r=0,676	r=-0,307	r=-0,146	r=-0,110	r=0,427	r=-0,035	r=-0,146
Dokosapentaenoik asit	r=-0,154	r=0,765	r=0,395	r=-0,050	r=-0,021	r=0,547	r=-0,186	r=-0,013
Eikosatetraenoik asit	r=-0,037	r=0,830	r=0,438	r=-0,199	r=-0,135	r=0,884	r=-0,333	r=-0,105
Araşidonik asit	r=0,431	r=-0,193	r=-0,117	r=-0,217	r=0,465	r=0,568	r=-0,137	r=-0,215
Henikosanoik asit	r=-0,399	r=-0,394	r=0,484	r=-0,400	r=-0,243	r=0,423	r=0,759	r=0,752
Linolenik asit	r=-0,268	r=-0,198	r=0,490	r=0,934	r=0,626	r=0,826	r=0,947	-
Linoleik asit	r=-0,185	r=0,370	r=0,427	r=0,949	r=0,552	r=0,890	-	-
Linoleaidik asit	r=-0,032	r=0,752	r=-0,118	r=0,820	r=0,700	-	-	-
Vasenik asit	r=-0,145	r=-0,141	r=-0,046	r=0,668	-	-	-	-
Oleik asit	r=-0,178	r=-0,194	r=0,419	-	-	-	-	-
Palmitoleik asit	r=-0,261	r=-0,119	-	-	-	-	-	-
Stearik asit	r=-0,042	-	-	-	-	-	-	-
Palmitik asit	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.7'nin devamı

[illegible]

XY kromozomlu balıklarda; sperma hacmi ile sperm hareketlilik oranı ($r = 0,700$) ve sperm palmitoleik asit ($r = 0,774$) düzeyi arasında güçlü ($P < 0,01$), toplam sperm sayısı ($r = 0,578$), sperm henikosanoik asit ($r = 0,698$), oleik asit ($r = 0,526$), α -tokoferol ($r = 0,667$) ve betasterol ($r = 0,632$) düzeyleri arasında orta düzeyli ($P < 0,05$) ve pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur (Tablo 3.7).

Sperma pH'sı ile sperma linoleaidik asit ($r = 0,910$) düzeyi arasında çok güçlü ($P < 0,001$), toplam sperm sayısı ($r = 0,847$), sperm linoleik asit ($r = 0,836$), oleik asit ($r = 0,788$) ve linolenik asit ($r = 0,709$) düzeyleri arasında güçlü ($P < 0,01$), sperm alfa-tokoferol ($r = 0,608$), α -tokoferol ($r = 0,520$) ve vitamin D₃ ($r = 0,582$) düzeyleri arasında da orta düzeyli ($P < 0,05$) olmak üzere pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 3.7).

Sperm hareketlilik oranı ile sperm henikosanoik asit ($r = 0,828$) düzeyi arasında güçlü ($P < 0,01$), sperm hareketlilik süresi ($r = 0,694$), toplam sperm sayısı ($r = 0,602$) ve vassenik asit ($r = 0,510$) düzeyleri arasında orta düzeyli ($P < 0,05$) olmak üzere pozitif yönlü bir ilişki vardır (Tablo 3.7).

Sperm hareketlilik süresi ile toplam sperm sayısı ($r = 0,502$), sperm henikosanoik asit ($r = 0,520$) ve vassenik asit ($r = 0,510$) düzeyleri arasında orta düzeyli ($P < 0,05$) ve pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur (Tablo 3.7).

Toplam sperm sayısı ile sperm linoleik asit ($r = 0,950$) ve oleik asit ($r = 0,922$) düzeyleri arasında çok güçlü ($P < 0,001$), sperm linoleaidik asit ($r = 0,858$) ve linolenik asit ($r = 0,840$) düzeyleri arasında güçlü ($P < 0,01$), sperm vassenik asit ($r = 0,598$), vitamin D₃ ($r = 0,527$) düzeyleri arasında da orta düzeyli ($P < 0,05$) olmak üzere pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 3.7).

3.7. Çalışmada Kullanılan Kuyu Suyunun Sıcaklık, Çözülmüş Oksijen ve pH Değerleri

Araştırmada kullanılan XX ve XY kromozomlu damızlık gökkuşağı alabalıklarının stoklandığı beton havuzlarda kullanılan kaynak suyunun ortalama sıcaklığı $9,90 \pm 0,5$ °C, çözülmüş oksijeni $10,3 \pm 0,15$ mg/L ve pH'sı $8,12 \pm 0,03$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. XX ve XY kromozomlu gökkuşığı alabalıklarının stoklandığı havuzlarda kullanılan kaynak suyunun sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH değerleri

Parametreler	N	Ortalama $\pm$ standart hata (min-mak)	Önem Derecesi
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	60	9,90 $\pm$ 0,5 (9,4-10,4)	P>0,01
Çözünmüş oksijen (mg/L)	60	10,3 $\pm$ 0,15 (10,15-10,45)	P>0,01
pH	60	8,12 $\pm$ 0,03 (8,09-8,15)	P>0,01

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, XX ve XY kromozomlarına sahip erkek gökkuşığı alabalığı spermalarında yağ asidi, kolesterol ve yağda eriyen vitamin düzeyleri araştırılmıştır. Ayrıca, testis ağırlığı, testisomatik indeks değeri ve sperma özellikleri (sperma hacmi, sperma pH'sı, sperma rengi, sperm hareketlilik oranı, sperm hareketlilik süresi ve toplam sperm sayısı) belirlenmiştir. XX ve XY kromozomlarına sahip balık spermalarında yağ asidi, kolesterol, yağda eriyen vitamin düzeyleri ile testis ağırlığı, testisomatik indeks ve sperma özelliklerine (spermanın hacmi, sperm hareketlilik oranı, sperm hareketlilik süresi ve toplam sperm sayısı) ait değerler arasındaki ilişkiler de irdelenmiştir. Araştırmada kullanılan 3. yaş grubunda olan, aynı su şartlarında bulunan, aynı ticari damızlık alabalık yemiyle eşit şartlarda beslenen XX ve XY kromozomlu anaç erkek gökkuşığı alabalıklarının ortalama canlı ağırlık (sırasıyla; 1245 $\pm$ 151 g ve 1187 $\pm$ 70 g), total boy (sırasıyla; 36 $\pm$ 2 cm ve 35,5 $\pm$ 2 cm) ve kondüsyon (sırasıyla; 2,54 $\pm$ 0,5 ve 2,20 $\pm$ 0,5) değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz (P>0,01) olup, çalışmada öngörülen parametrelere ait karşılaştırmaların yapılabilmesi için gerekli standartların sağlandığı görülmektedir.

4.1. Testis Ağırlığı ve Testisomatik İndeks Değeri

Çalışmada, XX kromozomlu anaç gökkuşığı alabalıklarının testis ağırlığı (87 $\pm$ 21 g) ve testisomatik indeks değeri (6,99 $\pm$ 1,23) XY kromozomlu erkeklerinkinden (sırasıyla: 22 $\pm$ 5 g ve 1,85 $\pm$ 0,52) istatistiksel olarak önemli derecede yüksek (P<0,01) bulundu.

Gökkuşığı alabalığı üzerine yapılan diğer çalışmalarda gonadosomatik indeks değerini; Kennedy vd. (2007) %4,5-4,8 ve Engin (2008) %3,7-4,5 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada; XY kromozomlu balıklardan elde edilen gonadosomatik indeks değerleri Kennedy vd. (2007)'nin bildirdiği değerlerden düşük olup, Engin (2008)'in bulguları ile paralellik göstermektedir. Çalışmadaki XX kromozomlu balıklardan elde edilen gonadosomatik indeks değeri ise tüm çalışmalardan yüksektir. Bunun nedeni ise XX kromozomlu damızlıkların sperm kanalı olmadığı için üretmiş olduğu spermi depolamasıdır.

4.2. Sperma Özellikleri

Bu çalışmada XX ve XY kromozomlarına sahip olan anaç gökkuşığı alabalığı spermalarının hareketlilik oranları (sırasıyla; %92 ve %86) arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulundu. Bunun nedeni, XX kromozomlarına sahip spermaların yağ asit, kolesterol ve yağda eriyen vitamin (A, D, E ve K vitaminleri) düzeylerinin XY kromozomlu olanlarınkinden önemli derecede yüksek olmasına bağlanılabilir. Sperm hareketlilik oranı ile spermın henikosanoik asit, betasterol ve alfa- tokoferol asit oranları arasında pozitif yönlü ve çok güçlü ($P<0,001$) ilişkilerin tespit edilmiş olması da bu durumu güçlendirmektedir.

Gökkuşığı alabalığı üzerine yapılan diğer çalışmalarda sperm hareketlilik oranını; Yavuz (2012) XX kromozomlu gökkuşığı alabalıklarında %98 ve XY kromozomlu balıklarda %96,5; XY kromozomlu balıklarda Morisawa ve Suziki (1980) %80-85; Billard ve Cosson (1995) %81; Miura vd. (1992) %78; Mansour vd. (2009) %74 olarak bildirmişlerdir. Toplam sperm sayısı (adet sperma/birey... $\times 10^9$) XY kromozomlu alabalıklarda $352,72 \pm 3$ iken XX kromozomlu olan alabalıklarda bu sayı $426,02 \pm 6$ olarak bulundu. Bu farklılığın nedeni XX kromozomlu balık spermalarının yağ asit düzeylerinin XY olanlarınkine göre daha yüksek olmalarına bağlanılabilir. Özellikle sperma linoleik asit, linoleadik ve linolenik yağ asitleri ile toplam sperm sayıları arasındaki çok güçlü ($P<0,001$) ve pozitif yönlü ilişkilerin varlığı da bunu desteklemektedir. Yavuz (2012), toplam sperm sayısını (adet sperma/birey... $\times 10^9$) XY kromozomlu gökkuşığı alabalığında 395,79 ve XX kromozomlu olanda ise 453,81 olarak tespit etmiştir. XY ve XX kromozomlu balık spermalarının toplam sperm sayıları arasında, istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) farklılık olduğu bildirilmiştir.

Uygulanan dayanıklılık testi sonucunda ve mikroskop altında incelenmesinde başlangıç hareketlilik oranı ve toplam hareketlilik süresinin incelenmesi sonucunda; XY kromozomlu spermin toplam hareketlilik süresi 46 ± 11 sn ve XX kromozomlu gökkuşağı alabalıklarında ise toplam hareketlilik süresi 221 ± 98 sn olarak hesaplandı. İstatistiksel olarak bu farklılığın önemli ($P < 0,01$) olduğu görüldü. Bunun nedeni, XX kromozomlu sahip spermlerinin yağ asit, kolesterol ve yağda eriyen vitamin (A, D, E ve K vitaminleri) düzeylerinin XY kromozomlu olanlarıkinden önemli derecede yüksek olmasına bağlanılabilmektedir. Sperm hareketlilik oranı ile betasterol, stigmasterol, vitamin K1 ve dokosapentaenoik asit oranları arasında çok güçlü ($P < 0,001$) ve pozitif yönlü ilişkilerin tespit edilmiş olması da bu durumu güçlendirmektedir. Yavuz (2012), XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı sperminin toplam hareketlilik oranını $96,5 \pm 1,5$, toplam hareketlilik süresini 500 ± 10 sn ve XX kromozomlu olanda ise toplam hareketlilik oranını 98 ± 1 ve toplam hareketlilik süresini 900 ± 10 sn olarak bulmuştur. XY kromozomlu gökkuşağı alabalığı spermilerinin hareketlilik süresi üzerine yapılan diğer çalışmalarda ise bu değeri; Morisawa ve Suziki (1980) 25-30 sn, Billard ve Cosson (1995) 60 sn, Billard vd. (1983) 45-60 sn, Cosson vd. (1991) 20-25 sn, Miura vd. (1992) 60 sn, Aydın ve Çelebi (2000) 320 sn, Güner ve Tekinay (2002) 300 sn ve Mansour vd. (2009) 120 sn olarak bildirmişlerdir. Tespit edilen sperm hareketlilik süreleri yukarıda belirtilen araştırmalarla paralellik göstermektedir.

4.3. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşağı Alabalığı Spermilerindeki Yağ Asit Düzeyleri

Bu çalışmada, araştırma gruplarındaki XX ve XY kromozomlarına sahip olan anaç gökkuşağı alabalıklarından elde edilen spermilerin toplam n-3 ($\Sigma n-3$) serisi yağ asidi oranları XX kromozomlu balıklarda %42,74, XY kromozomlu balıklarda %40,95 ve toplam n-6 ($\Sigma n-6$) serisi yağ asidi oranları XX kromozomlu balıklarda %13,38, XY kromozomlu balıklarda %12,97 arasında bulundu. Bu spermilere ait toplam n-3 serisi yağ asitlerinin, toplam n-6 serisi yağ asitlerine oranını ($\Sigma n-3/\Sigma n-6$) XX kromozomlu balıklarda 3,20, XY kromozomlu balıklarda 3,16 ve DHA+EPA XX kromozomlu balıklarda %39,11, XY kromozomlu balıklarda %37,35 arasında olduğu tespit edildi. Bağcı (2013) *S.t. macrostigma* ile ilgili çalışmasında; toplam n-3 ($\Sigma n-3$) serisi yağ asidi oranının %28,84-38,88, toplam n-6 ($\Sigma n-6$) serisi yağ asidi oranının %7,75-12,61, toplam n-3 serisi yağ asitlerinin, toplam n-6 serisi yağ asitlerine oranının ($\Sigma n-3/\Sigma n-6$) 2,34-4,96 ve DHA+EPA %18,67-29,54 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Alabalık spermilerinin $\Sigma n-3$ ve $\Sigma n-6$ serisi yağ asidi düzeyleri ile $\Sigma n-3/\Sigma n-6$

oranı üzerine yapılan bir araştırmada; Özcan (2011) Kontrol, Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarında sırasıyla; $\Sigma n-3$ serisi yağ asitlerini $\%33,09 \pm 0,53$, $\%24,48 \pm 0,34$, $\%33,30 \pm 0,06$ ve $\%42,65 \pm 1,22$, $\Sigma n-6$ serisi yağ asitlerini $\%9,77 \pm 0,13$, $\%8,82 \pm 0,05$, $\%8,47 \pm 0,05$ ve $\%8,33 \pm 0,02$ ve $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ oranını ise 3,38, 2,77, 3,93 ve 5,12 olarak tespit etmişlerdir. Muller vd. (2008), $\Sigma n-3$ serisi yağ asitlerini $\%10-30$, $\Sigma n-6$ serisi yağ asitlerini $\%7-9$ ve $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ oranını ise 3,04-4,69 olarak bulmuşlardır. Mevcut çalışmadaki bulgular ile Muller vd. (2008) ve Bağcı (2013)'nin $\Sigma n-3$ ve $\Sigma n-6$ yağ asitleri ve $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ oranları paralellik göstermektedir.

Mevcut araştırmada n-3 serisi yağ asitlerinden EPA (C20:5n-3) yağ asidi oranı XX kromozomlu balıklarda $\%14,59 \pm 1,16$, XY kromozomlu balıklarda $\%14,42 \pm 1,02$, DHA (C22:6 n-3) yağ asidi oranı XX kromozomlu balıklarda $\%24,52 \pm 1,71$, XY kromozomlu balıklarda $\%22,93 \pm 0,97$ ve çoklu doymamış yağ asitleri toplamı XX kromozomlu balıklarda $\%56,83$, XY kromozomlu balıklarda $\%54,66$ arasında bulundu. Özcan (2011) *O. mykiss* ile ilgili çalışmasında; Kontrol, Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarında sırasıyla, n-3 serisi yağ asitlerinden EPA (C20:5n-3) yağ asidi oranını $\%8,66 \pm 0,17$, $\%5,54 \pm 0,03$, $\%9,75 \pm 0,04$ ve $\%12,77 \pm 0,02$ ve DHA (C22:6 n-3) yağ asidi oranını $\%22,97 \pm 0,35$, $\%17,48 \pm 0,31$, $\%21,96 \pm 0,01$ ve $\%28,26 \pm 1,19$ olarak bildirmişlerdir. Bağcı (2013) *S.t. macrostigma* ile ilgili çalışmasında, n-3 serisi yağ asitlerinden EPA (C20:5n-3) yağ asidi oranının $\%7,11-11,95$, DHA (C22:6 n-3) yağ asidi oranının $\%10,52-21,20$ ve çoklu doymamış yağ asitleri toplamının $\%37,66-49,24$ arasında olduğunu bildirmişlerdir. Aras vd. (2003) *S. t. macrostigma* ile ilgili çalışmasında, gonadlara ait EPA (C20:5n-3) oranını $\%14,81$ ve DHA (C22:6 n-3) oranını $\%16,82$ olarak bildirmişlerdir. Akpınar vd. (2009) *S.t. macrostigma*'nın karaciğer ve kas yağ asitleri çalışmasında; EPA (C20:5n-3) oranını karaciğerde $\%6,34-7,16$, kas dokusunda $\%6,45-7,88$; DHA (C22:6 n-3) oranını ise karaciğerde $\%12,7-15,6$, kas dokusunda $\%7,38-8,42$ oranları arasında bulunduğunu ifade etmişlerdir. Kara vd. (2005) *Acanthobrama marmid*'in gonad yağ asitleri araştırmasında; EPA oranını $\%3,99-7,05$; DHA oranını $\%1,87-6,12$ arasında bulmuşlardır. Kara (2001) *Chondrostoma regium*'un kas yağ asitleri çalışmasında; EPA oranının $\%1,41-4,49$; DHA oranının $\%0,62-4,89$ arasında olduğunu ifade etmiştir. Mevcut çalışmamızda XX ve XY kromozomlu balıklardan elde edilen spermlerdeki EPA (C20:5n-3) ve DHA (C22:6 n-3) oranları Aras vd. (2003)'nin bildirdiği değerler ile paralellik gösterirken, Özcan (2011), Bağcı (2013), Akpınar vd. (2009) ve Kara vd. (2005)'nin bulgularından ise yüksek bulunmuştur.

Alfa-linolenik asit (C18:3 n-3) oranı XX kromozomlu balıklarda $1,18 \pm 0,13$, XY kromozomlu balıklarda $1,13 \pm 0,24$, gama-linolenik asit (C20:3 n-6) oranı XX kromozomlu balıklarda $0,86 \pm 0,9$, XY kromozomlu balıklarda $0,84 \pm 0,13$, trans- linoleaidik asit (C18:2 n-6) oranı XX kromozomlu balıklarda $0,64 \pm 0,61$, XY kromozomlu balıklarda $0,61 \pm 0,67$, cis-linoleik asit (C18:2 n-6) oranı XX kromozomlu balıklarda $6,35 \pm 0,51$, XY kromozomlu balıklarda $6,06 \pm 0,8$, henikosanoik asit (C21:0) XX kromozomlu balıklarda $0,71 \pm 0,8$, XY kromozomlu balıklarda $0,74 \pm 0,94$ olarak tespit edildi. Özcan (2011) *O. mykiss* ile ilgili çalışmasında, alfa-linolenik asit (C18:3 n-3) oranını Kontrol, Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarında sırasıyla; $1,19 \pm 0,004$, $1,18 \pm 0,01$, $1,31 \pm 0,01$ ve $1,34 \pm 0,01$ olarak belirtmişlerdir. Bağcı (2013), *S. t. macrostigma*'nın gonatlarında alfa-linolenik asit (C18:3 n-3) oranının $2,84-6,58$, trans-linoleaidik asit (C18:2 n-6) oranının $0,83-1,45$ ve cis-Linoleik asit (C18:2 n-6) oranının $1,99-4,78$ arasında olduğunu belirtmişlerdir. Akpınar vd. (2009), alfa-linolenik asit oranının *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde $1,15-2,80$, kas dokusunda ise $5,52-5,71$ arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kara vd. (2005), alfa-linolenik asit oranını *A. marmid*'in gonad dokusunda $2,13-2,92$ aralığında bulmuşlardır. Kara (2001), alfa-linolenik asit oranının *C. regium*'un kas dokusunda $1,83-2,66$ arasında olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen alfa-linolenik asit oranının belirtilen araştırmacıların bulgulardan düşük olarak tespit edilmiştir.

Araşidonik asit (C20:4 n-6) oranı XX kromozomlu balıklarda $5,53 \pm 0,48$, XY kromozomlu balıklarda $5,46 \pm 0,37$, eikosatetraenoik asit (C20:4 n-3) oranı XX kromozomlu balıklarda $0,85 \pm 0,13$, XY kromozomlu balıklarda $0,88 \pm 0,12$, arasında bulundu. Özcan (2011) *O. mykiss* ile ilgili çalışmasında, araşidonik asit (C20:4 n-6) oranını Kontrol, Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarında sırasıyla; $0,47 \pm 0,004$, $0,42 \pm 0,01$, $0,42 \pm 0,01$ ve $0,42 \pm 0,01$ olarak belirtmişlerdir. Bağcı (2013), *S. t. macrostigma* gonadlarında araşidonik asit (C20:4 n-6) oranını $2,66-7,34$, eikosatetraenoik asit (C20:4 n-3) oranını $0,62-1,50$ arasında bulmuşlardır. Aras vd. (2003), *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki araşidonik asit miktarını $5,42$ olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009), araşidonik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde $5,65-6,21$ ve kas dokusunda $2,34-3$ aralığında bulmuşlardır. Kara vd. (2005), araşidonik asit oranının *A. marmid*'in gonad dokusunda $1,33-1,65$ arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kara (2001), araşidonik asit oranının *C. regium*'un kas dokusunda $1,01-2,14$ arasında olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmamızda XX ve XY kromozomlu balıklarda tespit edilen araşidonik asit miktarları Bağcı (2013),

Akpınar vd. (2009) ve Aras vd. (2003)'nin bulgusu ile paralellik gösterip, Kara vd. (2005)'nin bulgularından ise yüksektir.

Dokosapentaenoik asit (C22:5 n-3) oranı XX kromozomlu balıklarda $1,60 \pm 0,12$, XY kromozomlu balıklarda $1,67 \pm 0,11$ olarak tespit edildi. Bağcı (2013), *S. t. macrostigma* gonadlarında dokosapentaenoik asit (C22:5 n-3) oranını $2,33-4,78$ aralığında tespit etmişlerdir. Aras vd. (2003), *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki dokosapentaenoik asit miktarını $6,16$ olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009), dokosapentaenoik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde $4,27-4,61$, kas dokusunda ise $3,40-3,53$ arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Kara vd. (2005), dokosapentaenoik asit oranını *A. marmid*'in gonad dokusunda $0,91-4,81$ aralığında bulmuşlardır. Mevcut çalışmamızda XX ve XY kromozomlu balıklardan elde edilen dokosapentaenoik asit oranları Bağcı (2013), Akpınar vd. (2009) ve Aras vd. (2003)'nin bulgusundan düşük olup, Kara vd. (2005)'nin bildirdiği değerlerden yüksektir.

Palmitoleik asit (C16:1 n-9) oranı XX kromozomlu balıklarda $1,60 \pm 0,26$ ve XY kromozomlu balıklarda $1,78 \pm 0,71$ arasında bulundu. Özcan (2011) *O. mykiss* ile ilgili çalışmasında, palmitoleik asit (C16:1 n-9) oranının Kontrol, Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarında sırasıyla; $5,13 \pm 0,09$, $4,52 \pm 0,13$, $4,38 \pm 0,01$ ve $4,46 \pm 0,03$ olduğunu belirtmişlerdir. Bağcı (2013), *S.t. macrostigma* gonadlarında palmitoleik asit (C16:1 n-9) oranını $4,20-10,21$ arasında bulmuştur. Aras vd. (2003), *S.t. macrostigma* gonad dokusundaki palmitoleik asit miktarının $6,87$ olduğunu ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009), dokosapentaenoik asit miktarını *S.t. macrostigma*'nın karaciğerinde $2,62-3,44$, kas dokusunda ise $6,50-7,31$ aralığında bulmuşlardır. Mevcut çalışmamızda XX ve XY kromozomlu balıklardan elde edilen palmitoleik asit değerlerinin belirtilen araştırmacıların bulgulardan düşük olduğu tespit edilmiştir.

Oleik asit (C18:1 n-9) oranı XX kromozomlu balıklarda $9,30 \pm 1,21$, XY kromozomlu balıklarda $9,04 \pm 1,12$ olarak tespit edildi. Tekli doymamış yağ asitleri toplamı XX kromozomlu balıklarda $15,86$, XY kromozomlu balıklarda $15,83$ olarak tespit edildi. Özcan (2011), *O. mykiss* ile ilgili çalışmasında oleik asit (C18:1 n-9) oranı Kontrol, Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarında sırasıyla, $27,38 \pm 0,28$, $28,30 \pm 0,40$, $28,99 \pm 0,12$ ve $28,44 \pm 0,08$ olduğunu belirtmişlerdir. Bağcı (2013), *S. t. macrostigma* gonadlarında oleik asit (C18:1 n-9) oranını $5,01-8,74$ ve tekli doymamış yağ asitleri toplamını $5,57-20,21$ aralığında tespit etmiştir. Aras vd. (2003), *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki oleik asit

miktarını %15,72 olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009), oleik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %15,6-17,6, kas dokusunda ise %22,1-22,4 aralığında bulmuşlardır. Kara vd. (2005), oleik asit oranını *A. marmid*'in gonad dokusunda %0,72-31,86 aralığında bulmuşlardır. Kara (2001), oleik asit oranının *C. regium*'un kas dokusunda %10,14-19,63 arasında olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmamızda XX ve XY kromozomlu balıklardan elde edilen oleik asit miktarları Bağcı (2013)'nin bildirdiği değerlerden yüksek, Özcan (2011), Aras vd. (2003) ve Kara vd. (2005)'nin bildirdiği değerlerden ise düşüktür.

Palmitik asit (C16:0) oranı XX kromozomlu balıklarda $20,95 \pm 0,46$, XY kromozomlu balıklarda $19,15 \pm 6,49$ arasında bulundu. Özcan (2011) *O. mykiss* ile ilgili çalışmasında palmitik asit (C16:0) oranı Kontrol, Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarında sırasıyla, $8,88 \pm 0,06$, $9,99 \pm 0,02$, $10,04 \pm 0,06$ ve $10,26 \pm 0,04$ olduğunu belirtmişlerdir. Bağcı (2013), *S. t. macrostigma* gonadlarında palmitik asit (C16:0) oranını %18,41-21,99 arasında belirtmişlerdir. Aras vd. (2003), *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki palmitik asit miktarını %21,13 olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009), palmitik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %19,0-19,1, kas dokusunda ise %21,2-21,6 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Kara vd. (2005), palmitik asit oranını *A. marmid*'in gonad dokusunda %29,27-32,80 aralığında bulmuşlardır. Kara (2001), palmitik asit oranının *C. regium*'un kas dokusunda %14,08-26,22 arasında olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmamızda XX ve XY kromozomlu balıklardan elde edilen palmitik asit oranları Bağcı (2013), Akpınar vd. (2009), Aras vd. (2003)'nin bulgularıyla paralellik göstermekte olup, Kara vd. (2005)'nin bildirdiği değerlerden düşük bulunmuştur.

Stearik asit (C18:0) oranı XX kromozomlu balıklarda $4,76 \pm 0,32$, XY kromozomlu balıklarda $5,13 \pm 0,23$, miristik asit (C14:0) oranı XX kromozomlu balıklarda $0,82 \pm 0,30$, XY kromozomlu balıklarda $0,90 \pm 0,07$ ve doymuş yağ asitleri toplamı XX kromozomlu balıklarda %28,13, XY kromozomlu balıklarda %26,96 olarak tespit edildi. Bağcı (2013), *S. t. macrostigma* gonadlarında stearik asit (C18:0) oranını %13,59-28,56, miristik asit (C14:0) oranını %0,77-2,00, doymuş yağ asitleri toplamını %36,94-48,96 olarak tespit etmiştir. Özcan (2011) *O. mykiss* ile ilgili çalışmasında, stearik asit (C18:0) oranı Kontrol, Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarında sırasıyla; $3,04 \pm 0,06$, $2,97 \pm 0,09$, $3,12 \pm 0,02$ ve $3,10 \pm 0,002$ olarak belirtmişlerdir. Aras vd. (2003), *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki stearik asit miktarını %7,81 olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009), stearik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %7,87-11,3, kas dokusunda ise %5,32-5,64 aralığında

bulmuşlardır. Kara vd. (2005), stearik asit oranını *A. marmid*'in gonad dokusunda %0,72-5,39 aralığında bulmuşlardır. Kara (2001) stearik asit oranının *C. regium*'un kas dokusunda %0,50-2,63 arasında olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmamızda XX ve XY kromozomlu balıklardan elde edilen stearik asit oranı Aras vd. (2003) ve Bağcı (2013)'nin bildirdiği değerlerden düşük, Kara vd. (2005)'nin bildirdiği değerlerden ise yüksektir.

Bu çalışmada XX ve XY kromozomlarına sahip olan anaç *O. mykiss*'lerin spermelerinde tespit edilen yağ asidi miktarları ile diğer araştırmacıların bildirmiş oldukları mevcut değerler arasındaki farklılıkların nedeni; balıkların türüne, yaşına, cinsiyetine, vücut büyüklüğüne, mevcut verilerin farklı doku ve organlardan sağlanmasına, mevsimsel değişimlere, su sıcaklığındaki farklılıklara, balıkların beslenmesine ve yaşadığı ortam koşullarına bağlanabilir.

4.4. XX ve XY Kromozomlu Gökkuşluğu Alabalığı Gonadlarındaki Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri

Mevcut çalışmada, araştırma gruplarındaki XX ve XY kromozomlarına sahip olan anaç gökkuşluğu alabalıklarından elde edilen spermelerin kolesterol içeriği XX kromozomlu balıklarda 1418 ± 521 mg/100 g, XY kromozomlu balıklarda 1663 ± 454 mg/100 g olarak bulundu. Özcan (2011) *O. mykiss* ile ilgili çalışmasında, kolesterol içeriğini Kontrol, Deneme 1, Deneme 2 ve Deneme 3 gruplarında sırasıyla; 453, 329, 665, 584 mg/100 g olarak belirtmişlerdir. Osman vd. (2001), bazı deniz balıklarının yağ asidi ve kolesterol içeriği üzerine yaptıkları araştırmada; kolesterol içeriğini 37,1-49,1 mg/100 g olarak belirtmişlerdir. Kandemir (2010) *Esox lucius*'un kolesterol ve vitamin içeriğiyle ilgili çalışmasında, gonadlardaki kolesterol miktarını 47,21 mg/100 g olarak bulmuştur. Kolesterol miktarını Uysal vd. (2008) bazı tatlı su türleri için 103,4-150,1 mg/100 g, Çelik vd. (2008) *O. mykiss* için 35,04 mg/100 g, Imre ve Sağlık (1998) tuzlu su balıkları için 40,3-75,3 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmamızda XX ve XY kromozomlu balıklardan elde edilen kolesterol miktarlarının Uysal vd. (2008)'in bulgularıyla paralellik gösterdiği; Osman vd. (2001), Kandemir (2010), Çelik vd. (2008) ve Imre ve Sağlık (1998)'in bulgularından ise yüksek olduğu görülmektedir. Osman vd. (2001), balıkta kolesterol miktarının pek çok faktör tarafından etkilendiğini ve bu faktörlerden birinin de PUFA miktarı olup, kolesterol miktarıyla ters orantılı olarak değiştiğini bildirmiştir.

Bu çalışmada kullanılan XX kromozomlu balıklarda vitamin K₁ miktarı 2,55±0,8 mg/100 g ve XY kromozomlu balıklarda 2,12±1,30 mg/100 g, vitamin K₂ miktarı XX kromozomlu balıklarda 2,06±0,4 mg/100 g ve XY kromozomlu balıklarda 2,17±1,38 mg/100 g, vitamin E (α-tokoferol ve α-tokoferol asit) miktarı XX kromozomlu balıklarda 23,42±16,38 mg/100 g, XY kromozomlu balıklarda 38,21±14,75 mg/100 g, vitamin D (D₂+D₃) miktarı XX kromozomlu balıklarda 0,9±0,4 mg/100 g ve XY kromozomlu balıklarda 3,3±1,23 mg/100 g, R-tokoferol düzeyi XX kromozomlu balıklarda 0,6±0,28 mg/100 g ve XY kromozomlu balıklarda 0,3±0,29 mg/100 g, stigmasterol miktarı XX kromozomlu balıklarda 27,54±11,92 mg/100 g ve XY kromozomlu balıklarda 24,78±8,85 mg/100 g, betasterol miktarı XX kromozomlu balıklarda 13,05±12,11 mg/100 g ve XY kromozomlu balıklarda ise 28,42±16,56 mg/100 g olarak belirlendi. Kandemir (2010), *E. lucius*'un kolesterol ve vitamin içeriğiyle ilgili çalışmasında, gonadlarda 1,55 mg/100 g vitamin K₁, 3,17 mg/100 g vitamin K₂, 1,91 mg/100 g vitamin D₂, 2,30 mg/100 g vitamin D₃ ve 21,2 mg/100 g vitamin E olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, *O. mykiss*'in gonadlarında tespit edilen A, D, E ve K vitamin miktarları ile yukarıda ifade edilen araştırmalardaki mevcut bulgular arasındaki farklılıkların nedeni; yaşama ortamına, beslenme koşullarına, türe, yağlılık durumuna, su şartlarının farklı olmasına ve mevsimsel ve biyolojik farklılıklara bağlanabilir.

4.5. Kullanılan Suyun Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve pH Değerleri

Alabalıkların üreme döneminde optimum su sıcaklık isteklerinin kuluçka döneminde 8-12 °C ve pH'sının 6,5-8,5 aralığında olması, çözünmüş oksijen miktarının ise 8 mg/L'den az olmaması gerektiği bildirilmektedir (Karaca, 1987). Çalışmada kullanılan kaynak suyunun sıcaklık (9,90±0,5 °C), çözünmüş oksijen (10,3±0,15 mg/L) ve pH (8,12±0,03) değerleri yukarıda verilen literatürlerde belirtilen optimum değerler aralığındadır.

4.6. Sonuçlar

XX kromozomlu balıkların ortalama testis ağırlığı (87±21 g), testisomatik indeks (6,99±1,23), sperma hacmi (236±36 ml), sperm hareketlilik oranı (%92±3), sperm hareketlilik süresi (221±98 sn) ve toplam sperm sayısı (426,02±6 x10⁹ adet) XY kromozomlu balıkların ortalama testis ağırlığı (22±5 g), testisomatik indeks (6,99±1,23), sperma hacmi (236±36 ml), sperma hareketlilik oranı (%92±3), sperm hareketlilik süresi (221±98 sn) ve toplam sperm

sayısından ($426,02 \pm 6 \times 10^9$ adet) önemli derecede yüksek ($P < 0,01$) bulundu. Bununla birlikte, XX ve XY kromozumlu balık spermalarının pH değerleri (sırasıyla; $7,7 \pm 0,3$ ve $7,9 \pm 0,4$) arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmedi ($P > 0,01$).

Ayrıca, XX ve XY kromozumlu balık spermalarının toplam doymuş (sırasıyla; %28,13 ve %26,96), çoklu doymamış (%56,83 ve %54,66), n-3 (%42,74 ve %40,95) ve n-6 serisi (%13,38 ve %12,97) yağ asit düzeyleri arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0,01$), toplam tekli doymamış yağ asit düzeyleri (%15,86 ve %15,83) arasındaki fark ise önemsiz ($P > 0,01$) bulundu. XX ve XY kromozumlu balık spermalarının dokosaheksaenoik (sırasıyla; %24,52 ve %22,93), linoleik (%6,35 ve %6,06) ve linolenik (%1,18 ve %1,05) asit oranları arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0,01$), eikosapentanoik (%14,59 ve %14,42), araşidonik (%5,53 ve %5,46) ve dokosapentanoik (%1,60 ve %1,67) asit oranları arasındaki farklılıkların ise önemsiz olduğu belirlendi ($P > 0,01$).

Diğer yandan, XX kromozumlu balık spermelerindeki kolesterol (1418 mg/100), betasterol (13,05 mg/100 g), alfa-tokoferol (23,42 mg/100 g), alfa-tokoferol asit (22,42 mg/100 g), vitamin D₃ (0,9 mg/100 g) ve vitamin K₂ (2,06 mg/100 g) miktarlarının, XY kromozumlu balık spermelerindeki kolesterol (1663 mg/100), betasterol (28,42 mg/100 g), alfa-tokoferol (38,21 mg/100 g), alfa-tokoferol asit (38,71 mg/100 g), vitamin D₃ (3,3 mg/100 g) ve vitamin K₂ (2,17 mg/100 g) düzeylerinden önemli derecede düşük olduğu tespit edildi ($P < 0,01$). Bununla birlikte, XX kromozumlu balık spermalarının stigmasterol (27,54 mg/100), r-tokoferol (0,6 mg/100) ve vitamin K₁ (2,55 mg/100 g) miktarları, XY kromozumlu balık spermalarının stigmasterol (24,78 mg/100), r-tokoferol (0,3 mg/100) ve vitamin K₁ (2,12 mg/100 g) düzeylerinden önemli derecede yüksek bulundu ($P < 0,01$).

Hem XX hem de XY kromozomlarına sahip balıkların testis ağırlığı ile testisomatik indeks değeri arasında pozitif yönlü ve çok güçlü ($P < 0,001$) bir ilişki tespit edildi (sırasıyla; $r = 0,868$ ve $r = 0,944$). XX kromozomlarına sahip balık spermasının vitamin D₃ düzeyi ile testisomatik indeks değeri ($r = 0,995$), sperma pH'sı ($r = 0,862$) ve toplam sperm sayısı ($r = 0,989$) arasındaki ilişkilerin pozitif yönlü ve çok güçlü ($P < 0,001$) olduğu görüldü. Benzer ilişkiler sperm hareketlilik oranı ile sperma betasterol ($r = 0,974$), henikosanoik asit ($r = 0,819$) ve alfa-tokoferol asit ($r = 0,799$) düzeyleri arasında da bulundu.

Ayrıca XY kromozomlarına sahip balıkların testisomatik indeks değeri ile sperma hacmi ($r = 0,827$) ve sperma vitamin D₃ ($r = 0,995$) düzeyi arasında pozitif yönlü ve çok güçlü

($P < 0,001$) bir ilişki saptandı. Bu balıkların sperma pH'sı ile toplam sperm sayısı ($r = 0,847$), sperma linoleaidik asit ($r = 0,910$), linoleik asit ($r = 0,836$) ve oleik asit ($r = 0,788$) düzeyleri arasında pozitif yönlü ve çok güçlü ($P < 0,001$) bir ilişki tespit edildi. Sperm hareketlilik oranı ile sperm henikosanoik asit ($r = 0,828$) düzeyi arasındaki ilişkinin pozitif yönlü ve çok güçlü ($P < 0,001$) olduğu belirlendi. Benzer ilişkiler toplam sperm sayısı ile sperma linoleik asit ($r = 0,950$), oleik asit ($r = 0,922$), linoleaidik asit ($r = 0,858$) ve linolenik asit ($r = 0,840$) düzeyleri arasında da bulundu.

Bu çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında, XX kromozomlu anaç gökkuşağı alabalıklarının sperm kalitesinin XY kromozomlu olanlarınkinden daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aby-ayad, S.M.E.A., Melard, C., Kestemont, P.,** 1997. Effects of fatty acids in Eurasian perch broodstock diet on egg fatty acid composition and larvae stress resistance. *Aquacult. Int.*, **5**, 161-168.
- Aegerter, S., Jalabert, B.,** 2004. Effects of post-ovulatory oocyte ageing and temperature on egg quality and on the occurrence of triploid fry in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, **231**, 59–71.
- Aegerter, S., Jalabert, B., Bobe, J.,** 2004. Messenger RNA stockpile of cyclin B, insulinlike growth factor I, insulin-like growth factor II, insulin-like growth factor receptor Ib, and p53 in the rainbow trout oocyte in relation with developmental competence. *Mol. Reprod. Dev.*, **67**, 127–135.
- Akhan, S., Canyurt, M. A.,** 2005. Üç farklı kuluçkahanedeki damızlık gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792*) stokları arasında genetik çeşitliliğin RAPDPCR yöntemiyle belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ege üniversitesi. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **22** (1-2), 25-30.
- Akpınar, M.A., Görgün, S., Akpınar, A.E.,** 2009. A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*. *Food Chemistry*, **112**, 6–8.
- Almansa, E., Perez, M.J., Cejas, J.R., Badia, P., Villamandos, J.E., Lorenzo, A.,** 1999. Influence of broodstock gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) dietary fatty acids on egg quality and egg fatty acid composition throughout the spawning season. *Aquaculture*, **170**, 323-336.
- Anderson, A.J., Arthington, A.H.,** 1989. Effect of Dietary Lipid on The Fatty Acid Composition of Silver Perch (*Leiopotherapon bidyanus*) Lipids. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, **93 (3)** 715-720.
- Ando, Y., Kotake, M., Ota, T.,** 1997. Lipids and fatty acids in *Artemia nauplii* enriched with fish oil triacylglycerols containing docosahexaenoic acid in different positional distribution patterns. *Fisheries Sci.*, **63**, 605-609.
- Aras, S., Karaca, O., Yanar, M.,** 1986. Aras Nehri'nin kaynak kollarından Madrek Deresi'nde yaşayan alabalıkların (*Salmo trutta* L.) biyoekolojileri üzerine araştırmalar. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **1**, 69-77.

- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Bayır, A., Atamanalp, M., ve Sirkecioğlu A.N.,** 2003. Karasu Havzası Yeşildere Çayı Olgun Dere Alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril,1858)'nda Farklı Dokuların Yağ Asidi Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **27**, 887-892.
- Asturiano, J.F.,** 1999. El proceso reproductivo de la lubina europea (*Dicentrarchus labrax* L.) Efectos de los acidos grasos de la dieta: estudios in vivo e in vitro. *PhD Thesis*, Valencia University, Spain, 251 pp. (Only abstract).
- Atamanalp, M.,** 2000. Bir Sentetik Piretroit İnsektisit (Cypermethrin) Subletal Dozlarının Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'na Makroskopik, Histopatolojik, Hematolojik ve Biyokimyasal Etkileri, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Aydın, S., Gültepe, N., Yıldız, H.,** 2000. Natural and Experimental Infections of *Campylobacter cryaerophila* in Rainbow Trout: Gross Pathology, Bacteriology, Clinical Pathology and Chemotheraphy, *Fish Pathology*, **35 (3)**, 117-123.
- Bağcı, E.,** 2013. Munzur Çayı (Tunceli)'ndan Yakalanan *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın Gonadlarında Yağ Asitleri, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeylerinin Araştırılması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), Elazığ, 68s.
- Baynes, S.M., Scott, A.P.,** 1985. Seasonal variations in parameters of milt production and in plasma concentration of sex steroids of male rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Gen. Comp. Endocrinol*, **57**, 150–160.
- Bell, M.V., Henderson, R.J., Pirie, B.J.S., Sargent, J.R.,** 1985. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid deficiencies on mortality, growth and gill structure in the turbot, *Scophthalmus maximus*. *Journal of Fish Biology*, **26**, 181–191.
- Bell, J.G., Castell, J.D., Tocher, D.R., McDonald, F.M., Sargent, J.R.,** 1995. Effects of different dietary arachidonic acid: docosahexaenoic acid ratios on phospholipid fatty acid compositions and prostaglandin production in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus*. *Fish. Physiol. Biochem.*, **14**, 139-151.
- Bell, M.V., McEvoy, L.A., Navarro, J.C.,** 1996a. Deficit of didocosahexaenoyl phospholipid in the eyes of larval sea bass fed an essential fatty acid deficient diet. *Journal of Fish Biology*, **49**, 941-952.
- Bell, M.V., Dick, J.R., Thrush, M., Navarro, J.C.,** 1996b. Decreased 20:4n-6/20:5n-3 ratio in sperm from cultured sea bass, *Dicentrarchus labrax*, broodstock compared to wild fish. *Aquaculture*, **144**, 189-199.

- Bell, M.V., Dick, J.R., Buda, C.S.,** 1997. Molecular speciation of fish sperm phospholipids: large amounts of dipolyunsaturated phosphatidylserine. *Lipids*, **32**, 1085-1091.
- Bessonart, M., Izquierdo, M.S., Salhi, M., Hernández-Cruz, C.M., Gonzalez, M.M., Fernandez-Palacios, H.,** 1999. Effect of dietary arachidonic acid levels on growth and survival of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae. *Aquaculture*, **179**, 265-275.
- Billard, R.,** 1983. Ultrastructure of trout spermatozoa: changes after dilution and deepfreezing. *Cell Tissue Res*, **228**, 205–218.
- Billard, R., Cosson, J., Crim, L.W., Suquet, M.,** 1995. Sperm physiology and quality. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.), Broodstock Management and Egg and Larval Quality. *Cambridge University Press, Cambridge*, 53–76.
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J. and Barker, G.,** 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, **100**, 141-166.
- Bromage, R.N., Roberts, J.R.,** 1995. Broodstock Management and Egg Larval Quality. *Blackwell Science Ltd., Cambridge*, 424 p.
- Bruce, M., Oyen, F., Bell, G., Asturiano, J.F., Farndale, B., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., Bromage, N.,** 1999. Development of broodstock diets for the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) with special emphasis on the importance of n-3 and n-6 highly unsaturated fatty acid to reproductive performance. *Aquaculture*, **177**, 85-97.
- Büyükhatisopoglu, S., Holtz, W.,** 1984. Sperm output in rainbow trout (*Salmo gairdneri*)—effect of age, timing and frequency of stripping and presence of females. *Aquaculture*, **37**, 63–71.
- Canfield, P.J., Quartararo, N., Griffin, D.L., Tsoukalas, G.N., Cocaro, S.E.,** 1994. Haematological and Biochemical Reference Values for Captive Australian snapper, *Pagrus auratus*, *Journal of Fish Biology*, **44**, 849-856.
- Chen, C.Y., Wooster, G.A., Getchell, R.G., Bowser, P.R., Timmons, M.B.,** 2002. Blood Chemistry of Healthy, Nephrocalcinosis-Affected and Ozone-Treated Tilapia in A Recirculation System, with Application of Discriminant Analysis. *Aquaculture*, **218**, 89-102.
- Chou, B.S., Shiau, S.Y.,** 1999. Both n-6 and n-3 fatty acids are required for maximal growth of juvenile hybrid tilapia. *North Am. J. Aquacult.*, **61**, 13-20.
- Christie, W.W.,** 1992. Gas Chromatography and Lipids. The Oil Press, Glaskow, 302 p.

- Chu, F.L.E., Ozkizilcik, S.,** 1995. Lipid and fatty acid composition of striped bass (*Morone saxatilis*) larvae during development. *Comp. Biochem. Physiol.*, **111B**, 665-674.
- Czesny, S., Dabrowski, K.,** 1998. The effect of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated walleye (*Stizostedion vitreum*). *Aquatic Living Resources*, **11**, 371-378.
- Çakıcı, H.,** 1999. Farklı işletmelerde Yetiştirilen Gökkuşluğu Alabalığının (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum) Kan Özelliklerinin Karşılaştırılmalı Olarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Çelik, E.Ş.,** 2004. Çanakkale Boğazı'nda Bulunan İskorpit (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) Balığının Hematolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Üremenin ve Mevsimlerin Etkisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s.171.
- Çelik, M.,** 2008. Seasonal changes in the proximate chemical composition and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the northeastern Mediterranean Sea. *Int. J. Food Sci. Tech*, **43**, 933-938.
- Devauchelle, N., Coves, D.,** 1988. The Characteristic sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) eggs: Description, biochemical composition and hatching performances. *Aquat. Living Resour.*, **1**, 223-230.
- Duray, M., Kohno, H., Pascual, F.,** 1994. The effect of lipid enriched broodstock diets on spawning and on egg and larval quality of hatchery-bred rabbitfish (*Siganus guttatus*). *Philipp. Sci.*, **31**, 42-57.
- Emre, Y., Kürüm, V.,** 2007, Havuz ve Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği, ikinci baskı 2007, İstanbul, 272.
- Erdoğan, O., Haliloğlu, H.İ., Çiltaş, A.,** 2002. Annual Cycle of Serum Gonadal Steroids and Serum Lipids in *Capoeta capoeta umbla*, Güldenstaedt, 1772 (Pisces: Cyprinidae), *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, **26**, 1093-1096.
- Ersoy, E., Bayşu, N.,** 1986. Biyokimya Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Yayın No: 408, Ankara Üniversitesi Basımevi Ankara, 989s.
- Estevez, A., Kanazawa, A.,** 1996. Fatty acid composition of neural tissues of normally pigmented and unpigmented juveniles of japanese ounder using Rotifer and Artemia enriched in n-3 HUFA. *Fisheries Science*, **62**, 88-93.
- Estevez, A., Ishikawa, M., Kanazawa, A.,** 1997. Effects of arachidonic acid on pigmentation and fatty acid composition of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck and Schlegel). *Aquacult. Res.*, **28 (4)**, 279-289.

- Estevez, A., McEvoy, L.A., Bell, J.G., Sargent, J.R.,** 1999. Growth, survival, lipid composition and pigmentation of turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae fed live-prey enriched in Arachidonic and Eicosapentaenoic acids. *Aquaculture*, **180** (3-4), 321-343.
- Evans, R.P., Parrish, C.C., Brown, J.A., Davis, P.J.,** 1996. Biochemical composition of eggs from repeat and first-time spawning captive Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture*, **139**, 139-149.
- Everall, N.C., Mitchell, D.B., Groman, D.B., Johnston, J.A.A.,** 1991. Tracing of Haematotoxic Agents in Water with the Aid of Captive Fish: A Study with Captive Adult Atlantic Salmon *Salmo salar* in the River Don, Aberdeenshire, Scotland, *Diseases of Aquatic Organisms*, **10**, 75-85.
- Everall, N.C., Mitchell, C.G., Robson, J.N.,** 1992. Effluent causes of the 'pigmented salmon syndrome' in wild adult Atlantic salmon *Salmo salar* from the River Don in Aberdeenshire, *Diseases of Aquatic Organisms*, **12**, 199-205.
- Farkas, T., Csengeri, I.,** 1976. Biosynthesis of fatty acids by the carp, *Cyprinus carpio* L., in relation to environmental temperature. *Lipids*, **11** (5) 401-407.
- Fernandez-Palacios, H., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M., Vergara, J.,** 1995. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, **132**, 325-337.
- Fernandez-Palacios, H., Izquierdo, M.S., Gonzalez, M., Robaina, L., Valencia, A.,** 1998. Combined effect of dietary α -tocopherol and n-3 HUFA on egg quality of gilthead seabream broodstock (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, **161**, 475-476.
- Folmar, L.C., Moody, T., Bonomelli, S., Gibson, J.,** 1992. Annual Cycle of Blood Chemistry Parameters in Striped mullet (*Mugil cephalus* L.) and Pinfish (*Lagodon rhomboides* L.) From the Gulf of Mexico, *Journal of Fish Biology*, **41**, 999-1011.
- Fraser, A.J., Gamble, J.C., Sargent, J.R.,** 1988. Changes in lipid content, lipid class composition, and fatty acid composition of developing eggs and unfed larvae of cod (*Gadus morhua*). *Mar. Biol.*, **99**, 307-313.
- Frigg, M., Prabucki, A.L., Rhudel, E.U.,** 1990. Effect of dietary vitamin E levels on oxidative stability of trout fillets. *Aquaculture*, **84**, 145-158.
- Garcia-Garrido, L., Chapuli, R.M., Andres, A.V.D.,** 1990. Serum Cholesterol and Triglyceride Levels in *Scyliorhinus canicula* (L.) During Sexual Maturation, *Journal of Fish Biology*, **36**, 499-509.

- Gatta, P.P., Pirini, M., Testi, S., Vignola, G., Monetti, P.G.,** 2000. The influence of different levels of dietary vitamin E on sea bass *Dicentrarchus labrax* flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, **6**, 47-52.
- Gouillou-Coustans, M.F., Bergot, P., Kaushik, S.J.,** 1998. Dietary ascorbic acid needs of common carp (*Cyprinus carpio*) larvae. *Aquaculture*, **161**, 453-461.
- Halver, J.E.,** 1972. Fish Nutrition. Academic Press Inc., New York.
- Halver, J.E.,** 1989. The vitamins. In: Halver, J.E. (Ed.), Fish Nutrition. Academic Press, San Diego, USA, pp. 32-111.
- Halver, J.E., Hardy, R.W.,** 2002. Fish Nutrition. Third Edit., Academic Press, New York, 824 p.
- Hara, A.R., Radin, N.S.,** 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Analytical Biochemistry*, **90 (1)**, 420-426.
- Harhoğlu, M. M., Köprücü, K., Özdemir Y.,** 2002. The Effect of Dietary Vitamin E on the Pleopodal Egg Number of *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), *Aquaculture International*, **10 (5)**, 391-397.
- Harhoğlu, A.G., Yılmaz, Ö.,** 2011. Fatty acid composition, cholesterol and fat-soluble vitamins of wild-caught freshwater spiny eel, *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792). *J. appl. Ichthyol.*, **27**, 1123-1127.
- Harhoğlu, M.M., Köprücü, K., Harhoğlu, A.G., Yılmaz, Ö., Aydın, S., Mişe Yonar, S., Çakmak Duran, T., Özcan, S.,** 2012. The effects of dietary n-3 series fatty acid on the fatty acid composition, cholesterol and fat-soluble vitamins of pleopodal eggs and stage 1 juveniles in a freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz). *Aquaculture*, **356-357**, 310-316.
- Harhoğlu, M.M., Köprücü, K., Harhoğlu, A.G., Mişe Yonar, S., Çakmak Duran, T., Çakmak, M.N., Aksu Ö., Özcan, S., Kutluyer, F., Gündoğdu, H.,** 2013. Effect of dietary n-3 series fatty acids on sperm production in the freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz) (Atacidae). *Aquaculture International*, **21**, 273-282. doi: 10.1007/s10499-012-9549-x.
- Haşiloğlu, M.A., Atamanalp, M., Haliloğlu, H.İ.,** 2002. Demirdöven Baraj Gölü (Erzurum) Tatlısu Kefali (*Leuciscus cephalus*) Populasyonunun Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Tespiti, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, **33 (2)**, 213-216.

- Hemre, G.I., Mangor-Jensen, A., Lie, O.,** 1994. Broodstock nutrition in turbot (*Scophthalmus maximus*) effect of dietary vitamin E. *Fiskeridir. Skr., Ser. Ernaer.*, **8**, 21-29.
- Higgs, D.A., Dosanjh, B.S., Plotnikoff, M.D., Markert, J.R., Lawseth, D., McBride, J.R., Buckley, J.T.,** 1992. Influence of dietary protein to lipid ratio and lipid composition on the performance and marine survival of hatchery reared chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, **92-3**, 46-48.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat, A.,** 2003. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası), Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 50, Bornova, İzmir, 276s.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat, A.,** 2008. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 50, İzmir, 276s.
- Izquierdo, M.,** 1996. Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae. *Aquacult. Nutr.*, **2**, 183-191.
- Izquierdo, M., Fernandez-Palacios, H.,** 1997. Nutritional requirements of marine fish larvae and broodstock. *Cah. Options Mediterr.*, **22**, 243-264.
- Izquierdo, M., Fernandez-Palacios, H., Tacon, A.G.J.,** 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish, *Aquaculture*, **197**, 25-42.
- Imre, S., Sağlık, S.,** 1998. Fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish fish species. *Turk. J. Chem*, **22**, 321-324.
- Jeon, J.K., Kim, P.K., Park, Y.J., Huh, H.T.,** 1995. Study of Serum Constituents in Several Species of Cultured Fish. *J. Korean Fish. Soc.*, **28 (2)**, 123-130.
- Jobling, M.,** 1994. Fish Bioenergetics. Chapman & Hall, London, 294 p.
- Kandemir, S.,** 2008. Farklı Mevsimlerde Seyhan Baraj Gölünde Avlanan Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın Yağ Asitleri Kompozisyonundaki Değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kandemir, S.,** 2010. The fatty acid composition and cholesterol and vitamin contents of different muscles of *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) living in Lake Ladik. *J. Anim. Vet. Adv.*, **9 (7)**, 1179-1190.
- Kara, C., Çelik, M.,** 2000. Fatty acid composition of gonad tissue in female and male *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) living in Ceyhan River, Kahramanmaraş, Turkey, *C.Ü. Fen ve Müh. Derg*, **3 (1)**, 160-166.

- Kara, C.,** 2001. Sır Baraj Gölü (Kahramanmaraş)’nde Yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)’un Dişi ve Erkek Bireylerinin Kas Dokusu Yağ Asitlerinin Değişimi, *K.S.Ü. Fen ve Müh. Dergisi*, **4 (1)**, 74-78.
- Kara, C., Kurtul, N., Çalışlar, S.,** 2005. Üreme Zamanına Bağlı Olarak *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843)’in Dişi ve Erkek Bireylerinde Gonad Yağ Asidi Bileşiminin İncelenmesi, *Fen ve Mühendislik Dergisi*, **8 (2)**, 23-26.
- Köprücü, K., Gür, S.,** 1999. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.)’nin sperma ve yumurta kalitesinin dölverimi üzerine etkisi. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, **9(1-2)**, 81-86.
- Köprücü, K.,** 2000. Gökkuşığı Alabalığı Rasyonlarına Farklı Oranlarda Sentetik Esansiyel Aminoasitlerin Katılmasının Büyüme Performansına Etkisi. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Köprücü, K., Özdemir, Y.,** 2002. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) Etindeki A2, C ve E Vitamin Miktarları, Fırat Üniversitesi, *Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **14 (12)**, 227-232.
- Knight, J., Holland, J.W., Bowden, L.A., Halliday, K., Rowley, A.F.,** 1995. Eicosanoid generating capacities of different tissues from the rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. *Lipids*, **30 (5)**, 451-458.
- Labbe, C., Loir, M., Kaushik, S., Maisse, G.,** 1993. The influence of both rearing and dietary lipid origin on fatty acid composition of spermatozoan polar lipids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Effect on sperm cryopreservation tolerance. *Fish Nutrition in Practice*, Biarritz (France), June 24–27, 1991. Ed. INRA, Paris 1993, (Les Colloques, no. 61), pp. 49-59.
- Labbe, C. ve Maisse, G.,** 1996. Influence of rainbow trout thermal acclimation on sperm cryopreservation relation to change in the lipid composition of the plasma membrane. *Aquaculture*, **145**, 281–294.
- Lahnsteiner, F., Mansour, N., McNiven, M. A. ve Richardson, G. F.,** 2009. fatty acids of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen: Composition and effects on sperm functionality. *Aquaculture*, **298**, 118-124.
- Lemaire, P., Draï, P., Mathieu, A., Lemaire, S., Carriere, S., Giudicelli, J., Lafaurie, M.,** 1991. Changes With Different Diets in Plasma Enzymes (GOT, GPT, LDH, ALP) and Plasma Lipids (Cholesterol, Triglycerides) of Sea-Bass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, **93**, 63-75.

- L'opez-Cervantes, S'anchez-Machado DI, R'ios-V'azquez NJ.**, 2006. High performance liquid chromatography method for the simultaneous quantification of retinol, tocopherol and chosterol in shrimp waste hydrolysate. *Journal of Chromatography A*, **1105**, 135-139.
- Luskova, V., Lusk, S., Halacka, K.**, 1995. Yearly Dynamics of Enzyme Activities and Metabolite Concentrations in Blood Plasma of Chondrostoma Nasus, *Folia Zoologica*, 44.
- MacFarlane, R.B., Norton, E.C., Bowers, M.J.**, 1993. Lipid Dynamics in Relation to the Annual Reproductive Cycle in Yellowtail Rockfish (*Sebastes flavidus*), *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **50**, 391-401.
- Martinez, C.B.R., Nagae, M.Y., Zaia, C.T.B.V., Zaia, D.A.M.**, 2004. Acute Morphological and Physiological Effects of Lead in the Neotropical Fish *Prochilodus lineatus*, *Braz. J. Biol.*, **64** (4), 797-807.
- Miura, T., Yamauchi, K., Takahashi, H., Nagahama, Y.**, 1992. The role of hormones in the acquisition of sperm motility in salmonid fish. *J. Exp. Zool.*, **261**, 359–363.
- Moore, P.K.**, 1995. Prostanoids: Pharmacological, Physiological and Clinical Relevance. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Morisawa, M., Suzuki, K.**, 1980. Osmolality and potassium ion: their roles in initiation of sperm motility in teleosts. *Science*, **210**, 1145–1147.
- Muller, K., Muller, P., Pincemy, G., Kurz, A., Labbe, C.**, 2008. Characterization of sperm plasma membrane properties after cholesterol modification: consequences for cryopreservation of rainbow trout spermatozoa. *Biol. Reprod.*, **78**, 390–399.
- Munkittrick KR, Moccia RD.**, 1987 Seasonal changes in the quality of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) semen: effect of a delay in stripping on spermatocrit, motility, volume and seminal plasma constituents. *Aquaculture*, **64**, 147 - 156
- Mustonen, A-M., Nieminen, P., Hyvärinen, H.**, 2002. Liver and Plasma Lipids of Spawning Burbot. *Journal of Fish Biology*, **61**, 1318-1322.
- Navarro, J.C., McEvoy, L.A., Bell, M.V., Amat, F., Hontoria, F., Sargent, J.R.**, 1997. Effect of different dietary levels of docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) on the DHA composition of lipid classes in sea bass larvae eyes. *Aquaculture International*, **5**, 509-516.
- Navarro, J.C., Henderson, R.J., McEvoy, L.A., Bell, M.V., Amat, F.**, 1999. Lipid conversion during enrichment of Artemia. *Aquaculture*, **174**, 155–166.

- Naziroğlu, M., Gür, S., Şimşek, H., Köprücü K.,** 2000. Relationship Between Levels of Beta-Carotene, Vitamin A, Vitamin E in the Seminal Plasma, Spermatozoa, Blood Serum and Liver of Rainbow Trout, *The Veterinary Record*, **147**, 484-486.
- Okumuş, İ.,** 2003. Rainbow Trout Broodstock Management and Seed Production in Turkey: Present Practices, Constraints and the Future. *Turkish J. Fisheries and Aquatic Sciences*, **2**, 41-56.
- Osman, H., Suriah, A.R., Law, C.,** 2001. Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in malaysian waters. *Food. Chem.*, **73**, 55-60.
- Ostrowski, A.C., Divakaran, S.,** 1991. Energy Substrates for eggs and prefeeding larvae of the dolphin *Coryphaena hippurus*. *Marine Biology*, **109**, 149-155.
- Özcan, S.,** 2011. N-3 Serisi Yağ Asitleri Katılan Yemlerle Beslenen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda Sperma Kalitesinin Araştırılması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (*Yüksek Lisans Tezi*), Elazığ, 80 s.
- Özgür, M.E.,** 2009. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Üretiminde Yumurta, Embriyo ve Larva Kalitesine Yeme Katılan n-3 Serisi Esansiyel Yağ Asitlerinin Etkisi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (*Doktora Tezi*), Elazığ, 101s.
- Palace, V.P., Werner, J.,** 2006. Vitamin A and E in the maternal diet influence egg quality and early life stage development in fish: a review. *Scientia Marina*, 70S2, ISSN: 0214-8358, 41-57.
- Pickova, J., Dutta, P.C., Larsson, P.O., Kiessling, A.,** 1997. Early embryonic cleavage pattern, hatching success and egg-lipid fatty acid composition: comparison between two cod stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **54**, 2410-2416.
- Pustowka, C., McNiven, M. A., Richardson, G. F. ve Lall, S. P.,** 2000. Source of dietary lipid affects sperm plasma membrane integrity and fertility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) after cryopreservation. *Aquaculture Research* **31**, 297-305.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Jorgensen, L.,** 1992. Comparative study on the fatty acid and lipid composition of four marine fish larvae. *Comp. Biochem. Physiol.*, **103B**, 21-26.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Jorgensen, L., Olsen, Y.,** 1994. Lipid composition in turbot larvae fed live feed cultured by emulsion of different lipid classes. *Comp. Biochem. and Physiol.*, **107(4)**, 699-710.

- Ronnestad, I., Koven, W.M., Tandler, A., Harel, M., Fyhn, H.J., 1994.** Energy metabolism during development of eggs and larvae of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Mar. Biol.*, **120**, 187-196.
- Ronnestad, I., Koven, W.M., Tandler, A., Harel, M., Fyhn, H.J., 1998.** Utilization of yolk fuels in developing eggs and larvae of European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, **162**, 157-170.
- Ruff, N., Fitzgerald, R.D., Cross, T.F., Hamre, K., Kerry, J.P., 2003.** The effect of vitamin E and C level of on market-size turbot (*Scophthalmus maximus*) filet quality. *Aquaculture Nutrition*, **9**, 91-103.
- Salhi, M., Izquierdo, M.S., Hernandez-Cruz, C.M., Gonzales, M., Fernandez-Palacios, H., 1994.** Effect of lipid and n-3 HUFA levels in microdiets on growth, survival and fatty acid composition of larval gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, **24**, 275-282.
- Salhi, M., Hernandez-Cruz, C.M., Bessonart, M., Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., 1999.** Effect of different dietary polar lipids levels and different n-3 HUFA content in polar lipids on the gut and liver histological structure of seabream (*Sparus aurata*) larvae. *Aquaculture*, **179**, 253-263.
- Santiago, C.B., Gonzal, A.C., 2000.** Effect of prepared diet and vitamins A, E and C supplementantion on the reproductive performance of cage-reared bighead carp *Aristivhthys nobilis* (Richardson). *J. Appl. Ichthyol.*, **16**, 8-13.
- Sargent J.R., Henderson R.J., Tocher D.R. 1989.** *The Lipids*. pp. 153–218.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J., Tocher, D.R., 1995a.** Origin and functions of n 3 polyunsaturated fatty acids in marine organisms. p. 248-259. In G. Ceve and F. Paltauf (Eds.), *Phospholipids: Characterization, Metabolism and Novel Biological Applications* Am. Oil Chem. Soc. Press, Champaign, II, USA.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J., Tocher, D.R., 1995b.** Dietary origins and functions of longchain (n-3) polyunsaturated fatty acids in marine fish. *J.Mar. Biotechnol.*, **3**, 26-28.
- Sargent, J.R., Toche D.R., Bell, J.G., 2002.** The Lipids. pp.182-257. *In*: Halver, J.E. and Hardy, R.W. (Eds.), *Fish Nutrition*, 3rd ed., Academic Pres., San Diego
- Sau, S.K., Paul, B.N., Mohanta, K.N., Mohanty, S. N., 2004.** Dietary vitamin E requirement, fish performance and carcass composition of rohu (*Labeo rohita*) fry. *Aquaculture*, **240**, 359-368.

- Shiau, S., Hsu, C.,** 2002. Vitamin E sparing effect by dietary vitamin C in juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. *Aquaculture*, **210**, 335-342.
- Shiau, S., Lin, Y.,** 2006. Vitamin requirements of tilapia. VIII. Simposium Internacional de Nutricion Acuicola, Mexico, ISBN 970-694-333-5.
- Shimma, Y., Shimma, H., Ikeda, K., Akiyama, T., Suzuki, R.,** 1984. A Rearing Test of 2-Year-Old Rainbow Trout a 15°C Pond from June to Spawning in December with Reference to Plasma Constituents. Bull. Natl. Res. Inst., *Aquaculture*, **6**, 33-43.
- Silversand, C., Norberg, B., Haux, C.,** 1996. Fatty-acid composition of ovulated eggs from wild and cultured turbot (*Scophthalmus maximus*) in relation to yolk and oil globule lipids. *Mar. Biol.*, **125**, 269-278.
- Smith, J.B., Bealeu, M.H., Waterstrat, P., Tucker, C.S., Stiles, F., Bowser, P.R., Brown, L.A.,** 1987. Biochemical Reference Ranges for Commercially Reared Channel Catfish, The Prog. *Fish-Cult.*, **49**, 108-114.
- Stephan, G., Gullaume, J., Lamour, F.,** 1995. Lipid peroxidation in turbot (*Scophthalmus maximus*) tissue: effect of dietary vitamin E and dietary n-6 or n-3 polyunsaturated fatty acids. *Aquaculture*, **130**, 251-268.
- Svoboda, M., Kouril, J., Hamackova, J., Kalab, B., Savina, L., Svobodova, Z., Vykusova, B.,** 2001. Biochemical profile of blood plasma of tench (*Tinca tinca* L.) during pre-and postspawning period. *Acta Vet. Brno.*, **70**, 259-268.
- Tandler, A., Harel, M., Koven, W.M., Kolkovsky, S.,** 1995. Broodstock and larvae nutrition in gilthead seabream *Sparus aurata* new findings on its involvement in improving growth, survival and swim bladder inflation. *Isr. J. Aquacult. Bamidgeh*, **47**, 95-111.
- Tinoco, J.,** 1982. Dietary requirements and functions of α -linolenic acid in animals. *Prog. Lipid Res.*, **21**, 1-45.
- Tocher, D.R., Sargent, J.R.,** 1984. Studies on triacylglycerol, wax ester and sterol ester hydrolases in intestinal caeca of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed diets rich in triacylglycerols and wax esters. *Com. Biochem. Physiol.*, **77 B (3)**, 561-571.
- Tocher, D.R., Fraser, A.J., Sargent, J.R., Gamble, J.C.,** 1985a. Fatty acid composition of phospholipids and neutral lipids during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Clupea harengus*, L.). *Lipids*, **20(2)**, 69-74.

- Tocher, D.R., Fraser, A.J., Sargent, J.R., Gamble, J.C., 1985b.** Lipid class composition during embriyonic and early larval development in Atlantic herring (*Cuplea harengus* L.). *Lipids*, **20**, 84-89.
- Tocher, D.R., Mourente, G., Van Der Eecken, A., Evjemo, J.O., Diaz, E., Bell, J.G., Geurden, I., Laves, P. Olsen, O., 2002.** Effects of dietary vitamin E on antioxidant defence mechanisms of juvenil turbot (*Scomhthalmus maximus* L.), halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition*, **8**, 195-207.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2012.** Su Ürünleri İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/balikkilikdagitimapp/balikkilik.2ul>
- URL 1., 2012.** <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kolesterol>
- Vassallo-Agius, R., Watanabe, Takeshi, Yoshizaki, G., Satoh, S., Takeuchi, Y., 2001.** Quality of eggs and spermatozoa of rainbow trout fed an n-3 essential fatty acid-deficient diet and its effects on the lipid and fatty acid components of eggs, semen and livers. *Fisheries Science* **67**, 818-827.
- Vazquez, R., Gonzalez, S., Rodriguez, A., Mourente, G., 1994.** Biochemical composition and fatty acid content of fertilized eggs, yolk sac stage larva and first-feeding larvae of the Senegal sole (*Solea senegelensis* Kaup). *Aquaculture*, **119**, 273-286.
- Venugopal, V., 2009.** Marine Products for Healthcare: Functional and Bioactive Nutraceutical Compounds from the Ocean. CRC Pres Taylor & Francis, USA, 239-259.
- Yamawaki, K., Hashimoto, W., Fujii, K., Koyama, J., Ikeda, Y., Ozaki, H., 1986.** Hemochemical Changes in Carp Exposed to Low Cadmium Concentrations, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, **52 (3)**, 459-465.
- Yavuz, H., 2012.** Farklı Kromozomlara (XX ve XY) Sahip Erkek Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Spermlerinin Dölleme Kalitesi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 79 s.
- Yılmaz, E., Naz M., Akyurt İ., Türkmen M., 2005.** Karabalıklarda (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) üreme periyodu ve larvaların gelişim dönemlerine ait kimyasal kompozisyonlarının tespiti üzerine bir araştırma. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **72**, 213-218.
- Yone, Y., Hossain, M.A., Furuichi, M., Kato, F., 1986.** Effect of fermented scrap meal on proximate compositions of muscle and liver hematological characteristics and chemical

- components in blood plasma of sea bream. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **52** (8), 1461-1464.
- Warner, M.C., Williams, R.W.**, 1977. Comparison between serum values of pond and intensive raceway cultured channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *Journal of Fish Biology*, **11**, 385-395.
- Watanabe, T., Izquierdo, M.S., Takkeuchi, T., Satoh, S., Kitajima C.**, 1989. Comparison between eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in larval red seabream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55** (9), 1636-1640.
- Watanabe, T.**, 1993. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. *J. World Aquacult. Soc.*, **24** (2), 152-161.
- Wells, R.M.G., Macdonald, J.A., DiPrisco, G.**, 1990. Thin-blood Antarctic Fishes: A rheological comparison of the haemoglobin-free Icefishes *Chionodraco kathleenae* and *Cryodraco antarcticus* with a Red-Blooded Nototheniid, *Pagothenia bernacchii*, *Journal of Fish Biology*, **36**, 595-609.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ ilinde 1989 yılında doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Elazığ'da tamamladıktan sonra, 2007 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde lisans eğitimime başladım. 2011 yılında mezun oldum ve aynı yıl Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimime başladım.

Meryem TOKGÖZ