

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRMA MERCAN (*Pagellus erythrinus* L., 1758)'DA HİPOFİZ - GONAD
HİSTOLOJİSİ VE ÜREME İLE İLGİLİ HORMONAL DURUMUN BELİRLENMESİ**

B. Ahmet BALCI

**DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2011

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRMA MERCAN (*Pagellus erythrinus* L., 1758)'DA HİPOFİZ - GONAD
HİSTOLOJİSİ VE ÜREME İLE İLGİLİ HORMONAL DURUMUN BELİRLENMESİ**

B. Ahmet BALCI

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Bu tez 2008.03.0121.003 Proje numarasıyla, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma
Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.**

2011

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRMA MERCAN (*Pagellus erythrinus* L., 1758)'DA HIPOFİZ - GONAD
HİSTOLOJİSİ VE ÜREME İLE İLGİLİ HORMONAL DURUMUN BELİRLENMESİ**

B. Ahmet BALCI

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 07/07/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

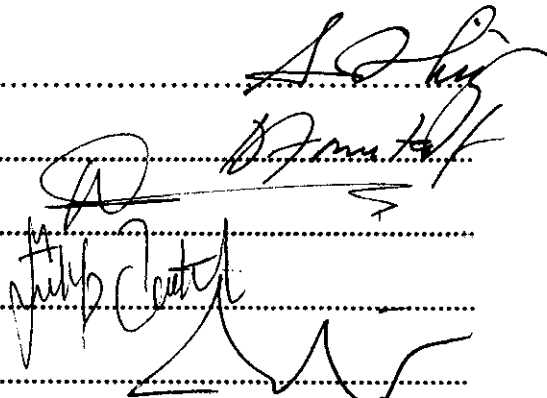
Prof. Dr. Ramazan İKİZ (Danışman).....

Prof. Dr. Beria FALAKALI MUTAF

Prof. Dr. Necdet DEMİR

Doç. Dr. Mehmet Mustafa ERTÜRK

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Rüştü ÖZEN



ÖZET

KIRMA MERCAN (*Pagellus erythrinus* L. 1758)'DA HİPOFİZ - GONAD HİSTOLOJİSİ VE ÜREME İLE İLGİLİ HORMONAL DURUMUN BELİRLENMESİ

B. Ahmet BALCI

**Doktora Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof.Dr Ramazan İKİZ**

Haziran 2011, 141 Sayfa

Bu çalışmada, Antalya Körfezi'nden yakalanan Sparidae familyasına ait Kıрма Mercan balıklarının (*Pagellus erythrinus* L. 1758) hipofiz-gonad histolojisi ve üremedeki hormon değişimleri incelenmiştir.

Kırma Mercan balıklarının protojinik (protogynous) hermafrodit olmaları nedeniyle gonad gelişiminde önce dişilik, sonra geçiş ve daha sonra da erkeklik karakterlerinin geliştiği toplam 15 gelişim evresi ışık mikroskopik incelemelerle tespit edilmiştir. Bu evreler olgunlaşmamış dişi, F₁, F₂, F₃, F₄, F₅, F₆ dişilik evreleri, T₁, T₂, T₃ geçiş evreleri ve M₁, M₂, M₃, M₄, M₅ erkeklik evreleri olarak belirlenmiştir.

Transmission elektron mikroskobu *P. erythrinus* balıklarının gonad ve hipofiz yapılarının ince yapısını incelemek için kullanılmıştır. Oositlerin elektron mikroskopik incelemelerinde normal elektron densitedeki bu hücreler de nukleus, nukleolus, uzantılı sitoplazmik endoplazmik retikulum, mitokondri, golgi kompleksi ve çok sayıda salgı vezikülleri içerdiği görülmektedir. Kıрма mercan balığında spermatozoa, küresel bir baş ve akrozom, koni şeklindeki bir boyun ve uzun bir kuyruğa sahiptir. Boyunda tek bir mitokondrisi bulunur.

Bu çalışmada kırma mercan balıklarının hipofiz bezindeki hücre tiplerinin histokimyasal yöntemlerle belirlenmesi amaçlanmıştır. Organın infundibulum bölgesi, anterior ve posterior lobları oldukça belirgindir. Anterior lopta bölgesel ve hücrel farklılaşmalar farklı boyanma özellikleri şeklinde yansımıştır. Elde edilen örneklerden hipofiz bezinin düzgün dairesel yuvarlak biçimde olduğu görülmüştür.

Özellikle rostral pars distalisinde yer alan asidofil hücreler oldukça yoğun yerleşimli olup, koyu boyanmış bölgeyi oluşturmaktadır. Proksimal pars distalisteki bazofilik hücre sayısı da fazladır. Pars intermedia sınırları çok belirgin olmayıp kolloid varlığı ile ayırt edilmektedir. Küçük asidofillerin ve büyük bazofillerin farklı şekilde boyanmaları, granüllerindeki hormon içeriğinin farklılığını yansıtmaktadır.

Hipofizin elektron mikroskopik incelemelerinde adenohipofizde gonadotrop hücrenin ince yapı özellikleri protein salgılayan endokrin hücreleriyle benzerlik göstermektedir. Hormon sentezi için gerekli iyi gelişmiş bir golgi kompleks ve membrana yakın yerleşimli çok sayıda yuvarlak yada oval ortası daha yoğun salgı vezikülleri bulunmaktadır. Oval ökromatik çekirdeğe sahiptir.

Kan serumunda 17β -estradiol (E2), testosteron (T) ve 11-ketotestosteron (11KT) seviyelerindeki değişiklikler *Pagellus erythrinus*'un yıllık üreme evresi sırasında ovaryum ve testis histolojisine göre vitellojenin konsantrasyonu (VTG), gonadosomatik indeks (GSI) değişimlerin ilişkileri incelendi. Mercan balığının histolojik gelişim evrelerine göre E2 seviyesinin en yüksek değere olgunluk evresi olan F₅'te ulaştığı görülmektedir. Vitellojenin düzeylerinin GSI değerlerine paralel bir dalgalanma gösterdiği tespit edilmiştir. F₁ evresinden F₅ evresine kadar artış olduğu görülmektedir. Erkeklerde GSI değerleri gelişim evrelerine göre incelendiğinde M₁ evresinden M₃ evresine kadar doğrusal bir artma görülmektedir. En yüksek değere M₃ (spermiasyon evresi)'de ulaştığı tespit edilmiştir. 11 KT hormonu spermiogenezis (M₂) ve spermiasyon (M₃) evrelerinde yüksek iken yumurtlama sonrası (M₄) ve dinlenme (M₅) evrelerinde düşüş göstermektedir. Erkek balıklarda T hormon değerlerinin spermiogenez (M₂) ve spermiasyon (M₃) evreleri esnasında önemli ölçüde artış

gösterdiği tespit edilmiştir. Yumurtlama sonrası (M₄) evresinde de bir azalma görülmektedir.

Hipofizde üreme aktivitelerini başlatan salgı hücrelerinin, ışık ve elektron mikroskopik incelemeleri yanısıra gonad gelişiminin histolojik ve elektron mikroskopik incelemelerine paralel olarak, % GSI değerleri, E₂, VTG, T, 11 KT hormon ölçümlerinden elde edilen sonuçlara göre sahillerimizde kırma mercan balıklarının Nisan sonundan-Eylül ayı başına kadar üremelerini gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: *Pagellus erythrinus*, Hipofiz, Gonad Histolojisi, Elektron Mikroskobu, Üreme Hormonları

JÜRİ: Prof. Dr. Ramazan İKİZ (Danışman)

Prof.Dr. Beria FALAKALI MUTAF

Prof.Dr. Necdet DEMİR

Doç.Dr. Mehmet Mustafa ERTÜRK

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Rüştü ÖZEN

ABSTRACT

DETERMINATION OF PITUITARY - GONAD HISTOLOGY and HORMONAL STATUS IN RELATION WITH REPRODUCTION IN COMMON PANDORA (*Pagellus erythrinus* L., 1758)

B. Ahmet BALCI

**PhD Thesis in Fisheries Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Ramazan İKİZ**

June, 2011, 141 Pages

In this work, changes in reproductive activity hormones and pituitary - gonad histology of common pandora (*Pagellus erythrinus* L., 1758) of a Sparid fish caught in Antalya Bay have been investigated.

Because common pandora is protogynous hermaphrodit, 15 developmental stages, in which female, transitional and male characters develop, were determined. These stages were determined as immature female, F₁, F₂, F₃, F₄, F₅, F₆ femaleness stages, T₁, T₂, T₃ transitional and M₁, M₂, M₃, M₄, M₅ maleness development stages.

Transmission electron microscopy were used to investigate the fine structure of the gonads and pituitary gland of *Pagellus erythrinus*. Electron microscopic examination of oocytes, nucleus, nucleolus, the normal electron density in these cells are contained endoplasmic reticulum, mitochondria, Golgi complex and numerous secretory vesicles. The spermatozoon of common pandora has a spherical head and an acrosome, a cone-shaped midpiece and a long tail. The midpiece houses a single mitochondrion.

In this study, with histochemical methods of cell types in the pituitary gland of common pandora have been aimed to identification. Infundibulum region of the organ is

cleared quite the anterior and posterior lobes. In the anterior lobe has reflected in the form of different staining properties the different regional and cellular. The obtained samples, of the pituitary gland has been found round-oval shape.

In the rostral pars distalis are especially located very dense acidophil cells and it constitutes dark-painted the region. There are many the number of basophilic cells in the proximal pars distalis. Pars intermedia boundaries are not very clear but distinguished by the presence of colloid. Painted in different ways small acidophils and large basophils reflect differences in hormone content in granules.

Electron microscopic examination of pituitary are similar to cells endocrine secreting proteins features of the fine structure of gonadotroph in adenohypophysis. Necessary for the hormone synthesis, a well-developed golgi complex and membrane-located near, there are more intense mid-secretory vesicles a large number of round or oval. There are oval euchromatic nucleus.

Hormon Changes in 17β -estradiol (E2), testosterone (T) and 11-ketotestosterone (11KT) were examined in relationships with the changes in gonadosomatic index (GSI), vitellogenin concentration (Vg), according to the histology of the ovary and testis during the annual reproductive cycle of *Pagellus erythrinus*. According to the histology of the ovary during the annual reproductive cycle of common pandora, the highest value in the level of E2 reached during F₅ stage. Vitellogenin levels fluctuated parallel to the GSI values. GSI were seen that increase from level F₁ to level F₅. GSI levels in males examined according to developmental stages and from M₁ to M₃ a linear increase was observed. GSI reached its maximum values in M₃. 11 KT levels were higher during M₂ and M₃ and its level was decreased during M₄ and M₅ stages. In males T hormone levels increased significantly during M₂ and M₃ stages. They then decreased after M₄ stage.

The cells that started secretory activity in pituitary, light and electron microscopic examinations, In addition to studies histological and electron microscopic of gonadal development, GSI%, E2, VTG, T, 11 KT hormone measurements according to the

results obtained from our coasts of common pandora, from late April to beginning of September, have been identified the realized reproduction.

KEY WORDS: *Pagellus erythrinus*, Pituitary, Gonadal Histology, Electron Microscopy
Reproductive Hormones

COMMITTEE: Prof.Dr. Ramazan İKİZ (Supervisor)
Prof.Dr. Beria FALAKALI MUTAF
Prof.Dr. Necdet DEMİR
Assoc.Prof.Dr. Mehmet Mustafa ERTÜRK
Asst.Prof.Dr. Mehmet Rüştü ÖZEN

ÖNSÖZ

Dünyadaki hızlı nüfus artışına paralel olarak deniz ürünlerine olan talep nedeniyle artan avlanma isteği her geçen gün sularımızdaki deniz balıkları populasyonlarında azalmaya sebep olmaktadır. Denizlerimizdeki avlanan balıkların yenileriyle populasyonlarını tamamlayabilmeleri için bunların üremelerine fırsat verilmelidir. Bu nedenle av yasaklarına dikkat edilmeli ve doğal çevre korunmalıdır.

Balık türlerinin doğal ortamlarında nesillerini devam ettirebilmeleri için balıkların gonadal gelişim evrelerinin bilinmesi ve üreme dönemlerinin tespiti ile en küçük av büyüklüğünün belirlenmesi yapılabilecektir. Bunun sonucu olarak özellikle ekonomik önemi olan levrek, orfoz, lahoz, çipura, minekop ve kırma mercan gibi balıkların avlanmalarındaki yaklaşım daha bilinçli bir duruma gelecek, dolayısıyla bu balıkların üremelerine imkan tanınarak hem denizlerimizdeki populasyonlar korunacak hem de ülke ekonomisine daha fazla katkı sağlanacaktır.

Şimdiye kadar yapılan araştırmaların çoğunda balıkların özellikle kas ve karaciğer gibi organlarının lipid, yağ asitleri ve glikojen içeriği araştırılmıştır. Bunun yanında, üreme faaliyetinin başlıca organı olan gonadlarda biyokimyasal mekanizmaların nasıl olduğu konusundaki bilgilerin henüz yeterli olmadığı görülmektedir. Çünkü, kültürü yapılan birçok türde farklı üreme bozuklukları meydana geldiği görülmektedir. Bu bağlamda balıkların üreme olaylarındaki mevsimsel değişimini belirlemek ve bu balıkların üremelerini arttırmak için ileride yapılacak çalışmalara bilgi kaynağı oluşturmak amacıyla bu araştırma planlanmıştır.

Ülkemizin Akdeniz bölgesinin en geniş körfezi olan Antalya Körfezi'ndeki "Kırma Mercan (*Pagellus erythrinus* L., 1758)'da Hipofiz-Gonad Histolojisi ve Üreme ile İlgili Hormonal Durumun Belirlenmesi" konusunu öneren, araştırmayı yöneten ve çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Prof.Dr. Ramazan İKİZ'e, araştırmanın her aşamasında gösterdiği destek ve yardımlarından dolayı sayın hocam Prof.Dr. Beria FALAKALI MUTAF'a ve Doç.Dr. Mustafa ERTÜRK'e çalışmalarında bana yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Necdet DEMİR'e, Yrd.Doç.Dr. M. Rüştü ÖZEN'e, Yrd.Doç.Dr. Mehmet GÖKOĞLU'na, Uzm. Arife DEMİRTOP'a, Uzm. Hakan ER'e, Uzman Esmâ KIRIMLI

KONUK, yüksek lisans öğrencisi Nurullah ARSLAN'a ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen eşim Dr. Umay BALCI'ya teşekkürlerimi arz ederim.

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (2008.03.0121.003) tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	3
2.1. Kıрма Mercan (<i>Pagellus erythrinus</i> L. 1758) Balığının Sistematikteki Yeri...	3
2.2. Kıрма Mercan (<i>Pagellus erythrinus</i> L. 1758) Balığının Biyolojisi.....	4
2.3. Kıрма Mercan Balığının Dünya’da ve Türkiye’deki Dağılımı.....	5
2.4. Kıрма Mercan Balığında Yapılan Çalışmalar.....	5
2.5. Kemikli Balıklarda Gonadların Anatomik ve Histolojik Gelişimi.....	7
2.5.1. Dişi balıklarda eşey organlarının anatomisi.....	7
2.5.2. Dişi balıklarda eşey organların histolojisi.....	8
2.5.3. Erkek balıklarda eşey organların anatomisi.....	9
2.5.4. Erkek balıklarda eşey organların histolojisi.....	10
2.6. Balıklarda Üreme Tipleri.....	11
2.6.1. Eşeyli üreme.....	12
2.6.2. Partenogenetik üreme.....	12
2.6.3. Hermafroditik üreme.....	12
2.6.3.1. Ardışık hermafrodit.....	13
2.6.3.2. Senkronize hermafrodit.....	14
2.7. Üreme Davranışları.....	14
2.7.1. Eşeyssel olgunluk.....	14
2.7.2. Balıklarda eşey farklılaşması.....	15
2.7.2.1. Eşeyssel dimorfizm.....	15
2.7.2.2. Eşeyssel dikromatizm.....	17
2.8. Üreme Stratejileri.....	18

2.9. Üreme Mevsimleri ve Yıllık Üreme Siklusu.....	19
2.9.1. Üreme dönemi ve koordinasyonu.....	20
2.10. Kemikli Balıklarda Üreme Hücrelerinin Şekillenmesi.....	20
2.10.1. Oogenez.....	20
2.10.2. Spermatogenez.....	21
2.11. Kemikli Balıklarda Gonadların Mevsimsel Gelişimi.....	23
2.11.1. Ovaryumların mevsimsel gelişimi.....	24
2.11.1.1. Olgun olmayan ovaryum evresi.....	24
2.11.1.2. Gelişme evresi.....	24
2.11.1.3. Olgunlaşan ovaryum.....	24
2.11.1.4. Olgun ovaryum.....	25
2.11.1.5. Yumurtaların bırakılması.....	25
2.11.1.6. Boşalmış ovaryum.....	25
2.11.2. Dişilikten erkeklığe geçiş döneminde balıklarda gonad gelişimi.....	26
2.11.2.1. İlk geçiş evresi.....	26
2.11.2.2. Eşeyssel evre.....	26
2.11.2.3. Son geçiş evresi.....	26
2.11.3. Testislerin mevsimsel gelişimi.....	27
2.11.3.1. Olgunlaşmamış testis.....	27
2.11.3.2. Olgunlaşan testis.....	27
2.11.3.3. Olgun testis.....	27
2.11.3.4. Boşalma evresi.....	27
2.11.3.5. Boşalmış testis ve yeniden faaliyete geçişi.....	28
2.12. Gonadosomatik İndeks (GSI).....	28
2.13. Yumurta Verimliliği (Fekondite).....	28
2.14. Kıрма Mercan Balıklarının Üreme Özellikleri.....	29
2.15. Balıklarda Hipofiz'in Önemi.....	30
2.15.1. Hipofiz hormonları.....	31
2.16. Balıkların Üremelerinde Çevresel Faktörler ve Hormonal Kontrol.....	34
2.16.1. Çevresel faktörler.....	34
2.16.2. Hormonal kontrol.....	35
2.16.3. Yumurtlamayı teşvik edici hormonlar.....	36

2.17. Taze Hipofiz.....	37
2.18. Vitellojenin (VTG).....	38
3. MATERYAL ve METOD.....	40
3.1. Materyal.....	40
3.1.1. Araştırma yeri.....	40
3.1.2. Araştırmada kullanılan balıklar.....	40
3.1.3. Balıkların yakalanmasında kullanılan av araçları.....	41
3.2. Metod.....	42
3.2.1. Araştırma süresi ve balıkların avlanması.....	42
3.2.2. Metrik çalışmalar.....	42
3.2.3. GSI.....	42
3.2.4. Fekondite.....	42
3.2.5. Balıklarda yaş tayini.....	43
3.2.6. Hipofizektomi.....	43
3.2.7. Gonadektomi.....	45
3.2.8. Histolojik çalışmalar.....	45
3.2.8.1. Işık mikroskopik çalışmalar.....	45
3.2.8.2. Elektron mikroskopik çalışmalar.....	46
3.2.9. Üreme özelliklerinin tespiti.....	47
3.2.10. Hematolojik çalışmalar.....	47
3.2.11. Vitellojenin miktarının tespiti.....	48
3.2.12. Steroid analizleri.....	49
3.2.13. İstatistiki analiz.....	49
4. BULGULAR.....	50
4.1. Balıkların Avlanmaları.....	50
4.2. Balıkların Boy, Vücut Kütleleri ve Yaşları.....	50
4.3. Gonad Gelişimi.....	51
4.3.1. Dişi bireylerde gonad gelişimi.....	52
4.3.1.1. Anatomik bulgular.....	52
4.3.1.2. Histolojik bulgular.....	53
4.3.1.2.1. Olgunlaşmamış dişi.....	53
4.3.1.2.2. Kromatin-nukleolus evresi (F ₁).....	54

4.3.1.2.3. Perinukleolus evresi (F ₂).....	55
4.3.1.2.4. Kortikal alveoli evresi (F ₃).....	56
4.3.1.2.5. Vitellogenez (F ₄).....	57
4.3.1.2.6. Olgunluk (F ₅).....	58
4.3.1.2.7. Yumurtlama sonrası (F ₆).....	59
4.3.2. Geçiş dönemi gonad gelişimi.....	60
4.3.2.1. Anatomik bulgular.....	60
4.3.2.2. Histolojik bulgular.....	61
4.3.2.2.1. Spermatogonia kümeleri (T ₁).....	61
4.3.2.2.2. Geçiş evresi (T ₂).....	61
4.3.2.2.3. Eşey değişim sonrası (T ₃).....	62
4.3.3. Erkeklikte gonad gelişimi.....	63
4.3.3.1. Anatomik bulgular.....	63
4.3.3.2. Histolojik bulgular.....	64
4.3.3.2.1. Spermatogenez (M ₁).....	64
4.3.3.2.2. Spermioenez (M ₂).....	65
4.3.3.2.3. Spermiasyon (M ₃).....	65
4.3.3.2.4. Sperm bırakımı	66
(M ₄).....	
4.3.3.2.5. Dinlenme (M ₅).....	67
4.4. Hipofiz.....	68
4.5. Elektron Mikroskopik Bulgular.....	76
4.5.1. Gonad.....	76
4.5.1.1. Dişi gonad.....	76
4.5.1.2. Erkek gonad.....	82
4.5.2. Hipofiz.....	86
4.6. Üreme Dönemi Verileri.....	92
4.6.1. Deniz suyu sıcaklıkları.....	92
4.6.2. GSI.....	92
4.6.3. Fekondite.....	93
4.6.4. Üreme zamanı.....	93
4.7. Hormon Düzeyleri.....	96

4.7.1. Dişilerde hormon düzeyleri.....	96
4.7.2. Hermafroditlerde hormon düzeyleri.....	99
4.7.3. Erkeklerde hormon düzeyleri.....	101
5. TARTIŞMA.....	104
6. SONUÇ.....	122
7. KAYNAKLAR.....	124
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

D	: Dorsal
A	: Anal
P	: Pektoral
V	: Ventral
LL	: Lateral Line
GSI	: Gonadosomatik İndeks
FSH	: Follikül Uyarıcı Hormon
LH	: Lüteinize Hormon
GnRH	: Gonadotropin Relasing Hormon
GTH	: Gonadotropik hormon
PG	: Prostaglandin
LHRHa	: Luteinizing-Hormone- Releasing Hormone Analogları
VTG	: Vitellojenin
KOH	: Potasyum Hidroksit
H+E	: Hematoksilin-Eosin
PAS	: Periyodik Asit Schiff
TEM	: Transmission Elektron Mikroskobu
ELISA	: Enzyme-Linked Immunosorbent Assays
E2	: Estradiol
11 KT	: 11 Keto Testosterone
T	: Testosterone

Kısaltmalar

m	: Metre
g	: Gram
W	: Kütle
L	: Boy
mm	: Milimetre
mg	: Miligram

µm : Mikrometre
mM : Milimol
MUFA : Mono-unsaturated Fatty Acid
PUFA : Poly-unsaturated Fatty Acid

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kıрма Mercan (<i>Pagellus erythrinus</i> L., 1758) balığı.....	3
Şekil 2.2. <i>Pagellus erythrinus</i> 'un Dünyadaki ve Türkiye'deki dağılımı (FAO).....	5
Şekil 2.3. Yumurta hücresi gelişim döngüsü (McMillan 2007).....	23
Şekil 2.4. Balıklarda beyin-hipotalamus-hipofiz-gonad zincir akışı.....	35
Şekil 3.1. Antalya Körfezi'ndeki örnekleme sahası.....	40
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan kıрма mercan balığı (<i>Pagellus erythrinus</i> L. 1758)	41
Şekil 3.3. Kranial insizyonla çıkarılmış hipofiz bezi.....	44
Şekil 3.4. Hipofiz bezinin beynin hemen altında parasfenoid kemik çukuru içindeki görünümü.....	44
Şekil 3.5. Ventral insizyon uygulanarak gonadların çıkarılması.....	45
Şekil 3.6. Zeiss Leo-906 marka Transmission Elektron Mikroskobu (TEMGA).....	47
Şekil 3.7. Kıрма mercan balığından kan örneğinin alınması.....	48
Şekil 4.1. Kıрма mercan balığında ovaryum yapısı.....	52
Şekil 4.2. Kıрма mercan balığında ovaryumun görünümü.....	52
Şekil 4.3. Kasım ayına ait örnekte olgunlaşmamış oositler (H+E).....	54
Şekil 4.4. Ağustos ayına ait örnekte F ₁ evresinde oositler (H+E).....	55
Şekil 4.5. Şubat ayına ait örnekte F ₂ (Perinukleolus) evresinde oosit (H+E).....	56
Şekil 4.6. Mart ayına ait örnekte F ₃ (Kortikal alveoli) evresi (H+E).....	57
Şekil 4.7. Mayıs ayına ait örnekte Vitellogenez (F ₄) evresi (H+E).....	58
Şekil 4.8. Eylül ayına ait örnekte Olgunluk (F ₅) evresi (H+E).....	59
Şekil 4.9. Ağustos ayına ait örnekte Yumurtlama sonrası (F ₆) evresi (H+E).....	60
Şekil. 4.10. Mart ayına ait örnekte T ₁ evresinde spermatogonia kümeleri (H+E).....	61
Şekil 4.11. Eylül ayına ait örnekte T ₂ evresinin görünümü (H+E).....	62
Şekil 4.12. Temmuz ayına ait örnekte son Eşey değişimi (T ₃) evresi (H+E).....	63
Şekil 4.13. Haziran ayına ait örnekte Spermatogenez (M ₁) evresi (H+E).....	64
Şekil 4.14. Haziran ayına ait örnekte Spermiojeniz (M ₂) evresi (PAS).....	65
Şekil 4.15. Haziran ayına ait örnekte Spermiasyon (M ₃) evresi (H+E).....	66
Şekil 4.16. Eylül ayına ait örnekte Sperm bırakımı (M ₄) evresi (H+E).....	67
Şekil 4.17. Ekim ayına ait örnekte dinlenme (M ₅) evresinde testis tubülleri (H+E)..	68

Şekil 4.18. Eylül ayına ait örnekte mercan balığı hipofizinin genel anatomisi (PAS).....	69
Şekil 4.19. Nisan ayına ait hipofiz'in sagittal kesiti.....	70
Şekil 4.20. Haziran ayına ait örnekte hipofiz'in sagittal kesiti (H+E).....	70
Şekil 4.21. Temmuz ayına ait örnekte mercan balığı hipofizi (H+E).....	71
Şekil 4.22. Nörohipofiz hücreleri (H+E).....	72
Şekil 4.23. Mercan balığında Adenohipofizyal hücre tipleri (PAS).....	73
Şekil 4.24. Mercan balığının üreme zamanında gonadotrop hormon hücreleri (PAS)	74
Şekil 4.25. Mercan balığının üreme döneminde gonadotrop hormon hücreleri (PAS)	75
Şekil 4.26. Mercan balığının üreme döneminden sonra hormonal salgılamayı yapmış vakuollu gonadotrop hormon hücreleri (H+E).....	75
Şekil 4.27. Oogoniumun elektron mikroskopik görünümü.....	76
Şekil 4.28. Kromatin nukleolus evresinde oositin elektron mikroskopik görünümü...	77
Şekil 4.29. Perinukleolus evresinin elektron mikroskopik görünümü.....	78
Şekil 4.30. Kortikal alveoli oluşumu başlangıcının elektron mikroskopik görünümü.	79
Şekil 4.31. Sekonder oosit evresinin elektron mikroskopik görünümü.....	79
Şekil 4.32. Vitellogenez evresinin elektron mikroskopik görünümü.....	80
Şekil 4.33. Olgunlaşmış oositin elektron mikroskopik görünümü.....	81
Şekil 4.34. Farklı bölünme aşamalarında primer spermatozoidlerin elektron mikroskopik görünümü.....	82
Şekil 4.35. Spermatozoid'in elektron mikroskopik görünümü.....	83
Şekil 4.36. Spermatozoid'in yakın büyütmede elektron mikroskopik görünümü.....	83
Şekil 4.37. Spermatozoid'in elektron mikroskopik görünümü.....	84
Şekil 4.38. Spermatozoid'in yakın büyütmede elektron mikroskopik görünümü.....	85
Şekil 4.39. Elektron mikroskopik M ₄ evresindeki bir sperm hücresi.....	86
Şekil 4.40. Gonadotrop hücrenin elektron mikroskopik görüntüsü.....	87
Şekil 4.41. VI ⁺ yaşındaki bireyde gonadotrop hücre ve mitokondriler.....	88
Şekil 4.42. II ⁺ yaşındaki balık hipofizinde gonadotrop hücrede salgı vezikülleri.....	89
Şekil 4.43. Adenohipofizinin elektron mikroskopik görüntüsü.....	90
Şekil 4.44. Adenohipofizinin gonadotrop hücre sitoplazmasında mitokondrilerin elektron mikroskopik görüntüsü	91
Şekil 4.45. Aktif olmayan gonadotrop hücrenin elektron mikroskopik görünümü.....	91
Şekil 4.46. Antalya Körfezi'nde yıllık ortalama deniz suyu sıcaklıkları.....	92

Şekil 4.47. Kıрма mercan balıklarında, GSI değerlerinin aylık değişimi.....	93
Şekil 4.48. Antalya Körfezi'nde <i>Pagellus erythrinus</i> (L., 1758) balıklarının gelişim evrelerine göre yaş skalası.....	95
Şekil 4.49. Kıрма mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre GSI (%) değerleri.....	96
Şekil 4.50. Kıрма mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre E2 değerleri.	97
Şekil 4.51. Kıрма Mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre VTG değerleri.....	97
Şekil 4.52. Dişi kıрма mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre 11 KT değerleri.....	98
Şekil 4.53. Dişi kıрма mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre T değerleri.....	98
Şekil 4.54. Kıрма mercan balığının hermafroditik morfolojik gelişim evrelerine göre GSI (%) değerleri.....	99
Şekil 4.55. Kıрма mercan balığının hermafroditik morfolojik gelişim evrelerine göre E2 seviyeleri.....	99
Şekil 4.56. Kıрма mercan balığında hermafroditik bireylerde morfolojik gelişim evrelerine göre 11 K T seviyeleri.....	100
Şekil 4.57. Kıрма mercan balığının hermafroditik morfolojik gelişim evrelerine göre T seviyeleri.....	100
Şekil 4.58. Erkek kıрма mercan balığında morfolojik gelişim evrelerine göre GSI (%) değerleri.....	101
Şekil 4.59. Kıрма mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre 11 KT hormon seviyeleri.....	102
Şekil 4.60. Kıрма mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre T hormon seviyeleri	102
Şekil 4.61. Erkek kıрма mercan balıklarının morfolojik gelişim evrelerine göre E2 değerleri.....	103

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Kıрма mercan balıklarının yaş, vücut kütlesi ve boy kompozisyonu.....	50
Çizelge 4.2. Gonad gelişim evrelerine göre balık vücut kütlesi ve boy ortalamaları...	51
Çizelge 4.3. <i>Pagellus erythrinus</i> balıklarının dişi, hermafrodit ve erkek bireylerinin olgunluk evrelerinin yıllık frekans tablosu.....	94

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun beslenmesinde giderek yetersiz hale gelen tarım ürünlerinin dışında alternatif gıda kaynakları arayan araştırmacılar; en güvenilir kaynağın su ürünleri olduğunu vurgulamaktadırlar. Genel olarak su ürünleri, besin değeri yüksek gıdalardır. Dolayısıyla deniz ürünlerine olan talebin artması ile ortaya çıkan bilinçsiz avcılık, her geçen gün doğal balık stoklarını azaltmaktadır. Ayrıca su kaynaklarının kirletilmesi veya tamamen tahrip edilmesi gibi birçok faktörün de eklenmesi sonucunda balıklara üreme şansının verilmemesi de bu etkiyi önemli ölçüde arttırmaktadır (Anonim 2008).

Doğadan yapılan balık avcılığında türe en az bir kez üreme şansı verilmesi yaşam alanındaki stoklarının geleceği açısından zorunludur. Balıklar ve diğer canlı stoklarının sınırsız olmadığı biliniyor, yetiştiriciliğin ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olmasına olanak sağlamaktadır. Ülkemizin su ürünleri potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik çalışmaların giderek artması, su ürünleri yetiştiriciliği açısından olumlu gelişmeler göstermekte, ancak bu sektörde bazı sorunlar yaşanmaktadır (Memiş vd 2002).

Akdeniz ülkelerinde ve özellikle ülkemizde deniz balıkları üretimi, ağırlıklı olarak levrek ve çipura balıklarının yetiştiriciliğine dayanmaktadır. Ancak, bu iki türün yetiştiriciliğinde son yıllarda sağlanan gelişme ve üretim artışı sonucunda pazarlama sorunları yaşanmaya başlanmıştır. Bu nedenle pazarlama sorunu olmayan, ekonomik değeri yüksek alternatif türlerin yetiştiricilik sektörüne kazandırılması gerekmektedir (Pulatsü 2003, Korkut 2009).

Alternatif türlerin yoğun akuakültüre kazandırılmasında karşılaşılan problemlerin başında canlının biyotik ve abiyotik gereksinimlerinin bilinmemesi gelmektedir. Ayrıca morfolojisi ve organların gelişim süreçlerinin bilinmesi gerekliliği de son zamanlarda üzerinde en çok durulan konulardan birisidir.

Kırma mercan (*Pagellus erythrinus* L., 1758), özellikle son yıllarda akuakültür sektöründe alternatif türler arasında değerlendirilen ekonomik değeri yüksek bir Sparidae familyası üyesidir (Çelikkale vd 1999, Fostier vd 2000). Olta balıkçılığında

önemli bir yere sahip olmasına rağmen nadir olarak yakalanabilen, geniş bir coğrafi dağılıma sahip ve iyi bir pazarı olan türdür (Valdés vd 2004). Ancak, kırma mercan da diğer Sparidae üyeleri gibi alternatif tür kapsamında değerlendirilmesine rağmen bu türün kültürüne yönelik çok az sayıda çalışma yapılmıştır (Cesaj vd 1993a,b, Özbaş 1997, Güner vd 2004).

Belirtilen balığın kültürünün başarılı olabilmesi için üreme dönemi ve üreme yaşının özellikle üreme fizyolojilerinin iyi bilinmesi gerekir. Kültür balıkçılığında farklı türlerin yetiştiriciliğinin gerçekleştirilmesi için bu balıkların üreme organlarının yapısı, gonad gelişimi ve diğer üreme özelliklerinin tespiti, yapılacak üretim çalışmalarında daha bilinçli ve doğru sonuçların alınmasını sağlayacaktır. Dolayısıyla gerek avlama ve gerekse yetiştiricilik yöntemleriyle balıktan maksimum verimin elde edilmesiyle ülke ekonomisine daha fazla kazanç sağlanacaktır.

Bu bağlamda alternatif tür olarak seçilen mercan balığının kültür üretimi henüz başlangıçta olmasından dolayı bilgi eksikliklerini gidermek için hipofizin yaşamsal olaylara etkilerinin yapısal özellikler ile ilişkilendirilmesi, dolayısıyla da hipofiz ve gonadların anatomik ve histolojik özelliklerinin elektronmikroskopik ve ışık mikroskopik incelenmesi, bu yapıların birbiri ile ilişkisinin ortaya konulması ve hormonal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu nedenle “Kırma Mercan (*Pagellus erythrinus* L., 1758)’da Hipofiz-Gonad Histolojisi ve Üreme İle İlgili Hormonal Özelliklerinin Belirlenmesi”ne yönelik çalışma yapılmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Kıрма Mercan (*Pagellus erythrinus* L. 1758) Balığının Sistematikteki Yeri

Çalışılan kıрма mercan balığı Sparidae familyasından olup, sistematığı aşağıda gösterilen şekilde belirtilmektedir (Blanc vd 1971, Collete ve Banarescu 1977, Akşiray 1987, Mater vd 2002).

Filum: Vertebrata

Altfilum: Pisces

Sınıf: Osteichthyes

Takım: Perciformes

Family: Sparidae

Genus: *Pagellus*

Species: *Pagellus erythrinus*, (Linnaeus, 1758) (Şekil 1).

Sinonim: *Sparus erythrinus* (Linnaeus, 1758)

Pagellus erythrinus, (Valenciennes, 1830)

Pagellus rostratus (Lowe, 1837)

Pagellus canariensis (Valenciennes, 1838)

Türkçe: Kıрма mercan, Kırmızı mercan

İngilizce: Common pandora



Şekil 2.1. Kıрма Mercan (*Pagellus erythrinus* L., 1758) balığı

2.2. Kıрма Mercan (*Pagellus erythrinus* L. 1758) Balığının Biyolojisi

Vücut dikdörtgenimsi, uzun ve yanlardan basıklaşmış, üst profilden baş düz, burun koni şeklindedir. D:XII + 9-11; A: III + 8-9; P: 15 + V; LL: 55-65'tir. Göz çapı burun uzunluğundan çok daha kısadır. Pektoral yüzgeçleri genellikle uzun ve sivri uçludur. Yanak ve operkulum pulludur. Preoperküle pul çok azdır ve kenarları testere gibi dişli değildir. Vücut 24 omurludur. Yanal çizgi kesintisiz olup kuyruğa kadar devam eder. Pullar sikloit tiptedir. Kuyruk yüzgeci büyük ve çatallıdır. Ağız küçük olup çene dişleri iyi gelişmiştir ve dişlerin çoğunluğu koni biçimindedir. Azı dişleri yanlarda olup, damak dişsizdir. Molar dişler üst çenede 2-3 (4) sıra, alt çenede ise 2 (3) sıradır. Vücut parlak pembe olup, üzerinde çok sayıda küçük mavi noktalar bulunmaktadır. Ağız içi beyaz ya da gridir. Pektoral yüzgecin tabanında kırmızı bir leke bulunur. Maksimum vücut uzunluğu 60 cm olup genellikle 20 - 25 cm'dir (Şekil 2.1). Genelde 20-100 m arası derinliklerde yayılım gösteren bu balıklar Akdeniz'de 200 m, Atlantik'te ise 300 m'de kayalık, kumlu, yosunlu veya çamurlu zemine sahip kıyılarda görülürler. 8 ile 29 °C arasında değişen sıcaklıklarda yaşayabilse de optimum 13-26 °C sıcaklık olduğu belirtilmektedir. Hızlı büyüme özelliklerine sahiptirler (Barnabe 1994, Öğretmen 2002).

Bu balıklar omnivor ve çoğunlukla da karnivordurlar. Genelde dip omurgasızlarıyla ve balıklarla beslenirler. Yumuşakçalar, solucanlar ve diğer deniz omurgasızları ve üzerindeki canlıları yerler (Relini vd 1999). Mercan balıkları, diğer Sparidae üyeleri gibi hermafrodit özellik göstermekte ve çoğunda da (*P. erythrinus*, *Pagrus pagrus*, *Pagrus ehrenbergi*, *Pagellus acarne*) protojini (protogynous) hermafroditlik görülmektedir (Devlin ve Nagahama 2002). Mercan balıkları 1-2 yaşında eşeyssel olgunluğa erişirler. Bu balıklar önce dişi olup, 3 yaşından sonra (16-17 cm) eşeyssel dönüşüm başlamaktadır (Fisher vd 1987). Yumurtlama dönemleri ilkbahar aylarıdır. Üreme dönemleri yılda iki kezdir. Yumurtaları pelajik, küresel ve tek yağ damlalıdır. Yumurta sayısı 31 000 ile 151 000 arasında değişmektedir (Larraneta 1964, Tortonese 1975, Fisher vd 1987, Relini vd 1999, Öztürk 2003).

2.3. Kıрма Mercan Balığının Dünya’da ve Türkiye’deki Dağılımı

Demersal bir tür olan kıрма mercan, bütün Akdeniz’de, Batı Avrupa kıyılarında, Afrika’nın batı kıyıları boyunca doğu Atlantik kıyılarında, Norveç’ten Angola’ya kadar olan bölgede ve Sao Tomé-Príncipe ile Kanarya Adalarında dağılım göstermektedir. Ülkemiz’de ise, Akdeniz, Ege, Marmara ve nadiren de Karadeniz’de bulunmaktadır. Ancak, Karadeniz’de yumurta bırakmazlar (Bauchot ve Hureau 1986, Mytilinéou 1989, Pajuelo ve Lorenzo 1998, Somarakis ve Machias 2002, Öztürk 2003, Süzer ve Kamacı 2004) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. *Pagellus erythrinus*’un Dünyadaki ve Türkiye’deki dağılımı (FAO)

2.4. Kıрма Mercan Balığında Yapılan Çalışmalar

Larraneta (1964), Castellon Körfezi’nde (Barcelona/İspanya) yaşayan *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758)’un bazı biyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Castellon Körfezi’nde 0-125 m arasındaki dağılımı incelenmiş olup, en çok 0-25 m derinlikler arasında rastlanılmıştır. Üreme dönemlerinin Mayıs başından Eylül ayı sonuna kadar devam ettiği bildirilmiştir.

Süzer ve Kamacı (2005) farklı ışık yoğunluklarının kırma mercan (*Pagellus erythrinus* L., 1758) larvalarında gelişime olan etkilerini incelemişlerdir. Kırma mercan (*Pagellus erythrinus* L., 1758) balığının larval döneminde (0-35 gün) 3 farklı ışık yoğunluğunun larval gelişime olan etkilerini incelemiştir. Toz yeme geçişin yapıldığı 35. gün sonunda, larvalara ait total boy ve ağırlık gelişimleri incelenmiş, en iyi total boy 18.1 ± 0.09 mm ve 84.33 ± 2.41 mg ağırlık olarak, 30 lüks ışık yoğunluğunda ulaşılmıştır.

Güner vd (2004) kırma mercan (*Pagellus erythrinus* Lin., 1758)'ın yumurtlaması ve larva üretimi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Haziran ve Temmuz ayında 4-7 yaşındaki olgun dişilerden $753-801$ μm çapında 30 bireyden yaklaşık 33,2 milyon yumurta elde etmişlerdir. Yumurta inkübasyonu 19, 21 ve 23°C 'de gelişimleri ve morfolojik değişimleri 50 gün boyunca gözlemlenmiştir. En iyi sonucun 19°C 'de olduğu bulunmuştur.

Bulut vd (2005) döllenmiş *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) yumurtalarının biyokimyasal kompozisyonu üzerine çalışmalar yapmışlardır. Çalışmada kırma mercan balıklarının döllenmiş yumurtalarının biyokimyasal kompozisyonunu, % protein, nem, kül, yağ ve yağ asitleri analizleri yapılarak belirlenmiştir. Kırma mercan yumurtasında yapılan analizlerde; nem % 74.20 ± 0.6 , protein % 11.27 ± 1.15 , kül % 2.03 ± 0.20 ve yağ % 4.73 ± 0.15 olarak saptanmıştır. Araştırma sonucunda doymuş yağ asitleri % 36.88 ± 0.025 , MUFA % 32.61 ± 0.240 , PUFA % 30.42 ± 0.175 olarak belirlenmiştir.

Ercan ve İşmen (2007)'de Kuzey Ege'de kırma mercanın (*Pagellus erythrinus*) üreme özelliklerini araştırmıştır. Boy-ağırlık ilişkisi, GSI değerleri, kondüsyon faktörü, cinsiyet oranları, yumurtlama mevsimi, ilk eşeyssel olgunluk boyu ve yumurta verimi tespit edilmiştir. Boy ağırlık ilişkisi $W=0.0117 * L^{3.0178}$ şeklinde hesaplanmıştır.

İlkyaz ve Metin (2007) İzmir Körfezi Kırma Mercan (*Pagellus erythrinus* Lin., 1758) balığının büyüme parametreleri ve ölüm oranlarını tespit etmişlerdir. Boylarının 4.3 ile 27.8 cm total boyları arasında dağılım gösterdiği, boyu ile ağırlığı arasındaki ilişkinin $W=0.012TL^{2.998}$ ($R^2=0.99$) şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Stoğun, I ile VIII yaşları arasındaki bireylerden oluştuğu gözlenmiştir. Bireylere ait von Bertalanffy büyüme

parametreleri; $L_{\infty}=26.7\text{cm}$, $W_{\infty}=229.8\text{ g}$, $K=0.22\text{ yıl}^{-1}$, $t_0=-0.68\text{ yıl}$ ($R^2=0.99$) olarak hesaplanmıştır.

2.5. Kemikli Balıklarda Gonadların Anatomik ve Histolojik Gelişimi

Omurgalıların üreme organları genellikle gonadlar olup, bunlar dışide ovaryum, erkekte ise testis adını alırlar (Grizzle ve Rogers 1964, Özen 1995, Jobling 1996, Ekingen 2001). Ontogenez başlangıcında diğer omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da gonadlar genital çizgiden bir çift olarak ortaya çıkar (Hibiya 1982, Karataş 2010). Gonadların oluşumu nefrik sistem ile ilişkilidir. Korteks kısmından ovaryumlar, medulla kısmının gelişmesinden de testisler oluşur. Korteks veya medulladan birisi gelişirken diğeri süratle körelir (Timur 2006, Brown 1993). Erkek balıkların üreme organları testis ve kanallarından, dişi balıkların üreme organları ise ovaryum ve kanallarından oluşmuştur (Hibiya 1982, Baran ve Timur 1983, Ekingen 2001, Karataş 2010).

2.5.1. Dişi Balıklarda Eşey Organlarının Anatomisi

Dişi balıklardaki genital organlara diğer omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da ovaryum adı verilir. Ovaryumlar balıklarda internal ve genellikle longitudinal bir yapıda ve çift olarak bulunur. Genellikle vücut boşluğunun dorsal duvarında mezenter ile asılı olarak, hava kesesi varsa bunun tam altında yer alırlar. Büyüklükleri ve vücut içerisinde kapladıkları yer dişi balığın eşeyssel olgunluk derecesine bağlı olarak değişmektedir. Bazı türlerde ovaryumların birisinde bir küçülme görülür. Ancak bu durum fonksiyonel değildir. Eşeyssel olgunluğa ulaşmış balıklarda ovaryumlar vücut ağırlığının %70'ini oluştururlar. Renkleri balığın olgunluk durumuna ve üreme zamanına göre değişiklik göstermektedir. Ovaryumlar, çok genç balıklarda beyazımsı, daha ileri dönemlerde sarı-yeşil, olgun balıklarda ise altın sarısı renktedirler ve daneli bir görünüş kazanır ve yüzeyinde bol miktarda kılcak kan damarları bulunur (Baran ve Timur 1983, Timur 2006, Jobling 1996, Özen 2001).

Eşeyssel olgunluğa ulaşmış kemikli balıklar kıkırdaklı balıklarda olduğu gibi bir kloaka sahip değildir. Bunlarda merkezi ovaryum boşluğuna bırakılan yumurtalar yumurta bırakma kanalı (ovidukt) aracılığıyla dışarı atılırlar. Yüksek kemikli balıklarda yumurta kanalı olmasına karşın salmonid balıklarda ovaryum kanalı yoktur. Kemikli balıkların tümünde, ovaryumdan (yumurtalıktan) dışarı atılacak yumurtalar ovaryum boşluğuna geçmeden önce su alarak şişerler. Ovaryum içerisinde yumurtaların çevresini kılıf ve tanecikli yapıdan oluşan follüküler bir tabaka sarar (Cihangir 1993, Fulton 1998). Bazı kemikli balıklar yumurtalarını doğrudan vücut boşluğuna bırakırlar. Bunlarda ovaryum kanalı, ovaryum zarının posterior uzantısı şeklindedir (Lagler vd 1962, Hoar 1969, Moyle ve Cech 2000).

2.5.2. Dişi Balıklarda Eşey Organların Histolojisi

Kemikli balıklarda ovaryum peritoneumdan gelişmiştir. Ovaryumun yüzeyini kaplayan germinal epitelyum ve onun hemen altındaki bağ doku tüm ovaryum boşluğunu doldurur. Ovaryumda bulunan çok sayıdaki follüküller germinal epitelyumun hemen altındaki ovaryum içerisine doğru uzanan tunika albuginea adı verilen zengin bir bağ dokusuyla desteklenmektedir (Hoar 1969, Gupta 1975). Erken evrelerde yumurta hücreleri (oosit) germinal epitelyum içerisinde veya kenarında bulunan primordial germ hücrelerinden oluşurlar. Her yumurta hücresi az miktarda sitoplazma, birden fazla nukleolus ve belirgin bir nukleus'a sahiptir. Yine erken evrelerde yumurta hücreleri ovaryum follükülleri şeklinde tek katlı epitel hücreleriyle sarılmıştır (Hoar 1969, Gupta 1975, Leake 1975).

Rutin hematoksilen-eosin boyamalarda yumurta hücrelerinde sitoplazma pembe, nukleus ise mavi olarak boyanmaktadır (Gupta 1975). Yumurta hücresi olgunlaşırken etrafını saran epitel hücrelerinin sayı ve büyüklükleri artar. Bu epitel hücreleri belirgin bir kılıf halini alır ve olgun yumurtada glandular granülosa'yı oluşturur. Glandular granülosa yumurta sarısının depolanması, fagositoz ve hormon salgılanması işlemlerini gerçekleştirmektedir. Olgun yumurta hücresi de granülosa'dan zona pellusida veya koryon adı verilen hücresel olmayan bir zarla ayrılmaktadır (Hoar 1969, Gupta 1975, Leake 1975).

Olgunlaşan yumurta hücrelerinin sitoplazmalarında bulunan ve boya almayan küçük veziküller olgunlaşmanın ileri evrelerinde sayı ve büyüklüklerini arttırarak hücre periferinde bir ağ şeklini alırlar. Daha sonraki evrelerde yumurta sarısı globülleri hücre periferinden merkeze doğru ilerleyerek hücre sitoplazmasını doldurmaya başlar. Yumurta sarısı oluşumunun (vitellogenoz) son evresinde yumurta sarısı globülleri tam bir kütle şeklinde kaynaşır ve azan boyası ile kırmızı renge boyanırlar. Bu sırada nukleus zarı belirginsizleşir ve nukleoluslar nukleus içerisine düzensiz olarak dağılırlar. Tam olgunlaşan yumurta hücresinde nukleus şeklini kaybeder, bazılarında ise görünmez hale gelir (Gupta 1975).

Tüm omurgalılarda üretilecek yumurta geliştirmekte olan ovaryum folliküllerinin sayısına bağlıdır. Bazı yumurtalar normal olarak yumurta gelişiminin farklı evrelerinde emilime uğrarlar (Hoar 1969, Gupta 1975).

Korpus luteum adı verilen atretik follikül tüm balık gruplarında görülür. Görevi, hormon üretimi ile yumurta sarısının fagositozu veya ovulasyondan sonra ovaryumdaki doku parçaları ve kan hücrelerinin ortamdan uzaklaştırılmasıdır (Mayer vd 1988, Trippel ve Harvey 1990).

2.5.3. Erkek Balıklarda Eşey Organların Anatomisi

Erkek balıklarda genital organlara testis adı verilir (Timur 2006, Demir 1992, Özen 2001). Testisler, bir çift olarak hava kesesinin altında, mesenteriuma asılı olarak uzunlamasına yer alırlar (Hibiya 1982). Bir çok tübüllerden meydana gelmiştir. Testislerdeki bu tübüllerden spermatozoon'lar oluşur. Büyüklüğü ve rengi balığın olgunluk dönemine göre değişiklik gösteren testislerin ortalama ağırlığı genellikle vücut ağırlığının %12'si kadar olabilmektedir (Timur 2006). Rengi krem beyazı olup, dış yüzeyi düzgün fakat hafif dalgalıdır ve üzerinde kılcak damarları görülmez. (Lagler vd 1962, Hoar 1969, Timur 2006, Demir 1992). Bazı türlerde olgun testislerdeki tübüllerin çok gelişmiş olması granüler bir görünüm vermektedir. Yüksek kemikli balıklarda testislerde oluşan sperm, sperm kanalından dışarı çıkar. Kıkırdaklı balıklarda sperm

kanalı değişime uğramış bir mesonefrik kanaldır. Som balığı ve alabalıklarda (Salmonidae'lerde) sperm kanalı (Vasa defferentia) yoktur. Spermiler önce testisin anterior kısmındaki küçük helezon şekilli tübüllere sonra kuyruk kısmındaki sperm kesesine oradan geçici depolama organı seminal vezikül denilen keseye, buradan da ürogenital sinus ve ürogenital papillaya gelerek ürogenital açıklıktan dışarı verilirler. Testislerin anterior kısmındaki sperm kesesi memelilerdeki epididimis'in karşılığıdır (Küçüktaş 1987, Demir 1992, Jobling 1996, Moyle ve Cech 2000, Timur 2006).

Ürogenital sinus'ların her iki tarafında sağlı sollu birer adet sperm kesecikleri vardır. *Osteichthyes*'lerdeki durum, köpek balığına benzerse de seminal vezikül veya sperm kesesi *Opsanus*'lar gibi bazı türlerde bulunmaktadır (Küçüktaş 1987, Demir 1992).

Mersin balıkları ve bazı kıkırdaklı balıklarda böbrek tübülleri ve mesonefrik kese, spermin dışarı atılması amacıyla kullanılır. Vas deferens *Salmonidae* familyası üyelerinde kısmen, *Anguillidae* familyası üyelerinde ise tamamen dejenere olmuştur. Bunlarda spermatozoa anüsün gerisinde bulunan spermatik açıklık vasıtasıyla dışarı atılır. *Amia*'larda testis tübülleri, Wolf kanalı yoluyla böbrekle ilişkili iken, teleost balıklarda böbrek ile testis arasında bir bağlantı görülmez (Lagler vd 1962, Hoar 1969, Küçüktaş 1987, Demir 1992, Brown 1993, Moyle ve Cech 2000).

2.5.4. Erkek Balıklarda Eşey Organların Histolojisi

Testisin en dış tabakasını oluşturan peritoneum, organın stromasını oluşturan bağ dokuyu (*tunica albuginea*) saran çok ince bir zardır. Stroma, periferden testis içerisine doğru uzanan gevşek bağ doku septalarından oluşmaktadır (Jobling 1996).

Teleostlarda testiküler yapı lobüler ve tübüler olmak üzere iki tipte görülür. Lobüler tipteki testis pek çok teleost balıkta görülür. Bu tip bir testiste birbirinden bağ dokusu ile ayrılmış ince septalar ile çok sayıda lobüller vardır. Bu bağ dokusu testiküler kapsülden lobüllerin içine kadar ve germinal epitelyumun geliştiği lobüllerin çevresine kadar uzanır. Bu epitelyum sertoli hücrelerinin bir tabakası ile bunların içerisine gömülmüş olarak bulunan germ hücrelerinden oluşmuştur. Spermatogenez süresince

spermatogonia pek çok mitotik bölünmeye uğrar. Bu bölünmeler sonucunda sertoli hücreleri tarafından çevrelenmiş cepler oluşturulur. Testislerin her lobülü pek çok cep içerir. Germ hücrelerinin cep içindeki bu hücrelerin hepsi aynı evreleri senkronize geçirerek gelişirler. Ancak lobüllerin içindeki spermatogenetik oluşumların senkronize özellik göstermesi gerekmez. Farklılaşma ve gelişme evrelerindeki germ hücreleri aynı lobülün içerisinde de bulunabilir (Jobling 1996).

Olgunlaşmamış bir testiste stroma ve interlobüler septalar çok belirgindir. Spermatogenez ilerledikçe her iki dokunun kalınlığı da azalır. Stromadan testis içerisine uzanan bağ doku septaları testisi çok sayıda loplara böler. Bu ceplerin içerisinde çoğalmakta olan çok sayıda germ hücrelerinin kümeleri bulunur. Her kümede bir iki adet bölünen ve genellikle olgunlaşmanın aynı evresinde olan spermatogonia vardır (Erençin 1963, Hoar 1969, Gupta 1975, Leake 1975, Küçüktaş 1987).

Olgunlaşan spermler spermatogenez sona erdiğinde, küme etrafındaki zarın yırtılmasıyla serbest kalır (Gupta 1975). Olgunlaşmamış testiste bulunan her spermatogonium ovaldir ve merkezi olarak yerleşmiş yuvarlak, küçük ve koyu boyanan bir nukleusa sahiptir. Olgunlaşma ilerledikçe spermatogonia gelişim süreçleri (spermatosit, spermatid ve spermatozoa) birbirlerinden ayırmak kolaylaşır. Primer ve sekonder spermatositler lobülün merkezi kısımlarında, spermatogonia ise periferde görülür. Primer ve sekonder spermatositler ile spermatidler spermatogonia'dan daha küçüktür. Tam olgunlaşmış bir testiste spermatogonia hücrelerinin sayısı çok azdır, lobüller ise spermatozoon'larla doludur. Olgun bir spermatozoon ince bir kuyruğa ve koyu boyanan yuvarlak bir başa sahiptir (Gupta 1975, Küçüktaş 1987, Timur 2006).

2.6. Balıklarda Üreme Tipleri

Balıklarda üç tip üreme şekli görülür. Bunlar; biseksüel üreme (ayrı eşeyli), partenogenetik üreme ve hermafroditik üreme tipleridir (Karataş 2010).

2.6.1. Eşeyli Üreme

En çok kemikli balıklarda görülen ayrı eşeyli (gonokoristik) üreme şeklidir. Erkek ve dişilik özellikleri ayrı ayrı bireylerde bulunur. Genellikle erkek ve dişi bireyleri dış görünüş bakımından birbirinden ayırmak zordur. Erkek bireyler süt, dişi bireylerde yumurta üretirler. Bu iki eşey hücresinin bir araya gelmesiyle döllenme meydana gelir (Hibiya 1982, Jobling 1996).

2.6.2. Partenogenetik Üreme

Partenogenez olayının “Jinogeni” olarak isimlendirilmesi daha uygundur. Bu durum, döllenme olmadan yavrunun gelişmesi olayıdır (Karataş 2010).

Bu tip üreme, canlı doğuran Amazon moli’si olarak bilinen *Poecilia formosa* türünde görülmektedir. Bu balığın sadece dişi formları bilinmektedir. Bunun da *Poecilia* türlerinden iki yakın akraba türün hibridizasyonu ile oluştuğu düşünülmektedir. *Poecilia*’nın dışisine akraba türün erkekleri tarafından kur yapılı ve çiftleşmeye teşvik edilir. Bu dişiler genellikle genç ve deneyimsiz erkeklerle kur yaparlar. Sperm çiftleşme eyleminin yerine getirilmesinde yalnızca yumurtanın gelişmesini başlatmakta rol oynar. Ancak gametlerin kaynaşması görülmez. Bu yüzden gençlerin genetik yapısı tamamıyla annenin genotipine bağlıdır.

Oluşan yeni nesil, annelerinin genetik olarak tıpatıp benzeri olan ve değişmeden kalan kız kardeşlerdir. Yani yine dişi bireyler oluşturulmuştur (Jobling 1996).

2.6.3. Hermafroditik Üreme

Hermafroditik üremede gerek testisler ve gerekse ovaryumlar aynı birey üzerinde bulunmaktadır. Balık türlerinin bir kısmı hermafrodit özellik gösterir. Hermafroditik; mercan kayalıkları arasında yaşayan derin deniz balıklarında yaygın olarak görülür. Balıklarda senkronize hermafroditik ve ardışık hermafroditik olmak üzere iki tip hermafroditizm görülür. Senkronize hermafroditik, bir parçası ovaryum, bir parçası

testis olan ovotestislerin oluşmasıdır. Bu durumda bir balıkta hem dişi hem erkek özellikler fonksiyonel olarak gelişir. Ardışık hermafroditikte bir balığın yaşamı boyunca eşey değiştirmesi görülür (Jobling 1996).

2.6.3.1. Ardışık Hermafrodit

Farklı balık türlerinde görülen eşey değişimi ardışık hermafroditik (successive hermafroditizm) olarak isimlendirilir. Bir canlının hermafrodit olması, onun belirgin bir şekilde erkek ve dişi doku karakterlerini birlikte taşımasından ileri gelmektedir. Birçok balık türünde özellikle mercan kayalıklarında yaşayan deniz balıklarında yaygın olarak görülen bu durum hermafrodit eşey organlarında gözlenir.

Alabalıklarda, siyah deniz levreklerinde ve tatlisu levreklerinde olduğu gibi bazı balık gruplarında erkek ve dişi üreme hücreleri birbirleri ile denge halindedir. Bu duruma senkronize tip hermafrodit adı verilir. Bazı serranid'lerde (*Epinephelus guttatus*) olduğu gibi hermafrodit balığın kendi kendini dölediği de görülür. Balıklarda, protojini tip hermafrodit ve protandri tip hermafrodit olmak üzere iki tip hermafroditlik görülür (Timur 2006, Jobling 1996).

Protojini tip hermafrodit, mercan balıklarında olduğu gibi ilk oluşum dişilik yönünde olup, daha sonra erkek eşey özelliğini kazanarak balığın erkek eşeye dönüştüğü görülür (Özen 1998, Balcı 2003).

Protandrik tip hermafrodit ise, çipura balıklarında olduğu gibi yukarıdaki durumun tersine bir oluşumla ilk önce erkek karakterleri gelişir, daha sonra balıkların kalıcı dişi eşeye dönüştüğü görülür. Yapılan çalışmalardan edinilen bulgulara göre, kemikli balıklar arasında 13 familyanın bu yapısal karaktere sahip oldukları anlaşılmıştır (Yamamoto 1969, Zohar vd 1988, Garrat 1986, Küçüktaş 1987, Demir 1992, Özen 1998, Balcı 2003).

2.6.3.2. Senkronize Hermafrodit

Senkronize hermafrodit veya eş zamanlı hermafrodit (simultaneous hermafroditizm) olarak da bilinir. Türlerde, her iki bireyin çiftleşmesi ile iki yumurtanın döllenesi aynı anda olabilir. Bu durum, bireysel yumurta üretim kapasitesi diğer faktörler tarafından sınırlandırılmış türler için, geniş bir dağılım gösterdikleri çevrelerinde birbirleriyle temaslarının çok zayıf olması nedeniyle bir avantaj olabilir. Senkronize hermafrodit türler kendi kendilerini dölleyebilmektedir (Hibiya 1982).

Bir balığın yumurta bırakması; alternatif olarak erkek ve dişi şeklinde sürer. Yumurtlamadan önce erkek rolüne hazır balıklar kur yapma ihtiyacı gösterir. Dişi rolündeki balık farklı sesler çıkararak bu kura cevap verir. Bu duruma, balıkların üreme davranışları da eşlik eder ve sonuçta balıklar üreme pozisyonuna girerler. Dişi ses çıkarmayı sürdürürken, bu durumu yumurtaların bırakılması izler. Bu balıklar yumurtaların döllenesini takiben çiftler birbirinden ayrı mola verir ve resiflere sığınır (Hibiya 1982).

Gelecek üreme döneminde bu iki balığın rolleri değişir ve doğal olarak erkek rolü benimseyen balık dişi, orijinal dişiler ise erkek rolünü alır (Hibiya 1982).

2.7. Üreme Davranışları

2.7.1. Eşeyssel Olgunluk

Balıklardaki eşeyssel olgunluğu etkisi altına alan çeşitli faktörler vardır. Bunlar balık türleri arasındaki farklılık, yaş, boy ve bireyin fizyolojik yapısıdır. Genel olarak boyca küçük olan ve yaşam süreci kısa olan balık türlerinin eşeyssel olgunluğa ulaşması, bunun tersi olan uzun boylu ve büyük balıklara göre daha erken olmaktadır. Bazı balıklar ise doğuştan eşeyssel olgunluğa sahiptir. Bir balığın eşeyssel yönden olgunlaşması eşey organlarının tam aktif olması ve üreme özelliğini göstermesi demektir. Bu duruma iç faktörler ve dış faktörler etki etmektedir. İç faktörler; balığın türü, genetik özellikleri, beslenme şekli ve aldığı besinleri değerlendirmesidir. Dış faktörler ise; balığın

çevresinde meydana gelen suyun özellikleri ve sıcaklığında meydana gelen değişiklikler, aydınlık-karanlık periyotları, akıntılar, med-cezir olayları gibi faktörlerdir (Timur 2006). Balıklar arasında dişilik veya erkeklik ayrımında, eşeyssel olgunluk önemli rol oynar. Bazı türlerde erkekler dişilere göre çok daha erken eşeyssel olgunluğa erişir. Bunlara örnek olarak, pasifik salmonları gösterilebilir (Hibiya 1982, Demir 1992).

Üremede zamanlama, morfolojik değişimlerin ayarlanması ve gonad gelişimi için enerjinin harekete geçirilmesi gibi faaliyetler iç salgı bezlerine bağlı olarak gelişir. Örneğin hipofiz bezi bu olaya doğrudan veya dolaylı karışan iç salgı bezlerinin metabolik uyumluluğunu gerektirir (Özen 1990, Wootton 1998, Timur 2006).

2.7.2. Balıklarda Eşey Farklılaşması

2.7.2.1. Eşeyssel Dimorfizm

Bir balıkta eşeyssel olgunluk, süt ve yumurtanın olgunlaşması ile başlar. Karın kısmına yapılan masaj, birçok balığın hangi eşeye sahip olduğunu kolayca ortaya çıkarabilir. İnsanlarda ve balıklarda bu tip belirtilerin yanı sıra, erkek ve dişiliği kanıtlayan bazı bulgular da vardır ki bu duruma eşeyssel dimorfizm adı verilir. Bu karakterlerde bir canlı; birinci veya ikinci derecede eşey farklılığı gösterir. Birinci derecedeki eşey ayırım karakterleri daha çok üretim gücü ile ilişkilidir. Erkeklerde, testisler ve kanalları, dişilerde ise, ovaryumlar ve kanalları şekillenmiştir. Birinci derecedeki eşey ayırım karakterleri genellikle otopsiyi gerektiren bir ayırımdır (Demir 1992).

Petromyzontidae'lerin erkeklerindeki genital papilla ile yine aynı şekilde *Etheostoma nigrum* ve *Morone chrysops* (Beyaz levrek) 'teki papilla'lar belirgin eşey ayrımı gösterir. *Ogcocephalidae*'lerdeki papilla penisin karşılığıdır. Vücut şekli ikinci derecedeki eşey ayırım karakterinde önemli rol oynar (Timur 2006).

Balıklar arasındaki eşey ayrımında, başın yapısındaki bir takım değişikliklerden de yararlanır. *Chimaeridae*'lerde erkek balığın üst kısmı sert kıkırdaksı yapıdadır. Salmon ve alabalıklarda eşeyssel olgunluğa ulaşmış olan erkek balıkların alt çenelerinin yukarıya doğru çengel biçiminde kıvrıldığı görülür (Demir 1992).

Dişi balıkların abdominal kısmı kalınca, erkeklerde ise daha ince yapıdadır. Bu durum yumurta bırakma döneminde çok belirgindir. Yine bazı balıklardaki inci organları veya *nuptial tuberkül* denilen oluşumlar erkeklik eşeyinin işaretidir. Bunlara örnek olarak *Osmeridae*, *Cyprinidae* ve *Catostomidae*'ler gösterebilir. Döl verme mevsiminden bir süre önce oluşan ve döl veriminden sonra kaybolan bu tüberküller tamamen hormonalıdır. Erkeklerde yüzgeçler dişilerdekine göre daha büyükçedir. *Gambusia affinis* (Sivrisinek balığı) *Lepistes reticulatus* (*Poeciliidae*)'lar da anal yüzgeç, gonopodyum olarak şekillenmiştir. Bazı vivipar balıklarda, örneğin *Embiotocidae* (Tatlı su levrekleri) anal yüzgeç üzerinde bez yapıları vardır. Bu yüzgeçler spermilerin içeri alınması için kullanılır. *Catostomus commersoni*'lerin erkeklerinde genişlemiş olan anal yüzgeç su akıntısı içindeki sütun yumurtalar üzerine taşınmasına yardımcı olur. *Cyprinodont*'larda değişime uğramış olan pektoral yüzgeç çiftleşme organı şeklini alarak, dişi balığın ovidukt'una spermilerin yerleştirilmesine yardımcı olur. Pelvik yüzgeç, köpek balığı ve bu balığa akraba olan türlerde iç döllemeye yardımcıdır (Hibiya 1982, Demir 1992).

Balıklarda eşeyi tayin eden karakteristik eşeyssel farklılıklar veya eşeyssel dimorfizm, birincil ve ikincil karakter üretimi ile ilgilidir. Bu karakterlerin ortaya konulması için anatomik ve histolojik incelemelere gerek vardır. Ancak, erkek ve dişi balıklar arasında ikincil eşey karakterlerinin gruplandırılması oldukça güçtür (Karataş 2010).

Dişi balıklarda ovaryum ve kanalları primer karakteri oluşturur. Ovidukt fizyolojisi daha çok *Chondrichthyes*'lerde incelenmiştir. Bu grupta yer alan balıklarda ovidukt yani Müller Kanal (yumurta kanalı) yumurtaları karın boşluğunda toplayarak bunları kloaka taşımakla görevlidir. Ayrıca ovidukt, yumurtaların üzerini kaplayarak, onların korunmasına yardımcı olan sıvının salgılanmasında da rol oynar. Bu kanalın bir başka

görevi de spermlerin içeriye alınmalarını sağlamaktır. Erkek balıklarda ise birincil eşey karakterleri testisler ve testis kanallarından oluşur (Timur 2006).

Eşeyssel karakterler ise iki tiptir; bunlardan birincisinin üreme olayı ile fonksiyonel bir ilişkisi yoktur. Bu tip karakterlere; sazan balıklarında üreme döneminde, baş bölgesinde tüberküllerin oluşması, erkek alabalıklarda vücut renginin parlak, bazı türlerde yüzgeçlerin dişi balıklara göre daha büyükçe oluşu örnek gösterilebilir (Muss ve Dahlstrom 1971, Timur 2006).

İkinci sekonder eşeyssel karakter ise doğrudan üreme ile ilgili kısımda meydana gelen değişimlerdir. Örnek olarak beyaz levrek balıklarının erkeklerinde genital papillanın oluşumu, dişi balıklarda yumurta üretiminden dolayı karın bölgesinin erkek balıklara göre daha şişkince olması gösterilebilir (Karataş 2010).

Bazı balıklarda kuyruk yüzgeci eşeyssel dimorfizm gösterir. Akvaryum balıklarından kılıç kuyruklarda (*Xiphophorus helleri*) kuyruk yüzgecinin alt lobu çok uzuncadır. Bir çok erkek balıkta yine sekonder karakter olarak anal yüzgeç, çiftleşme organı halini almıştır. Bu şekilde görev yapan yüzgeçlere gonopodium adı verilmektedir (Timur 2006).

2.7.2.2. Eşeyssel Dikromatizm

Balıklarda renk eşeyssel bir işaret olarak kabul edilir. Buna eşeyssel dikromatizm denilir. Genel olarak erkek balıklar, dişi balıklara göre daha parlaktırlar. Bu olay kuşlarda da görülür (Karataş 2010). Bazı balıkların erkek ve dişilerinde kuyrukta şekillenen göz pigmenti dişi balığın gelişmesi ile yavaş yavaş ortadan kaybolurken, erkek balıklarda bu renklilik devam eder. Kuyrukta göz benzeri bir halka oluşur (Demir 1992).

İlkbaharda erkek balıklar habitatlarında kendi gruplarını kurarak, diğer gruplara karşı üstünlük gösterisinde buldukları bilinmektedir. Bu dönemlerde erkek balıklarda bazı değişiklikler gözlenir. Örneğin erkek balıkların boyun kısımlarında kırmızılık, karın

kısımlarında sarı renk ve sırt bölgelerinde siyah ve mavi renk dikkati çeken bir özellik olarak belirtilmektedir. İç organlarda meydana gelen fizyolojik değişim sonucu, böbrek tübüllerinin sekresyonu ve salgılanan mukus, yuva yapımında kullanılır. Bu şekilde vücutta değişimi takip eden 20-30 gün içerisinde üreme periyodu tamamlanır. Erkek balıklarda testislerin alınması halinde üremeye yönelik meydana gelen renklerin kaybolduğunun görülmesi ve ayrıca, böbrek tübülleri salgılama görevlerini yapamamakta dolayısıyla da balık yuva yapma iç güdüsünü kaybetmektedir (Çelikkale 1991, Winfield ve Nelson 1991).

2.8. Üreme Stratejileri

Balıkların üreme sistemleri nispeten basit yapılıdır. Eşeyler çoğunlukla ayrılmıştır. Her iki eşeyde vücut boşluğunda bir çift gonad oluşumu görülür. Deniz balıklarının çoğunda gonadlar sadece bazı zamanlarda gamet üretir. Bu nedenle gamet üretiminin zamanlanması bazen karışıklık yaratır. Her iki eşeyde çiftleşmek için aynı zamanda hazır olmalıdır. Eşey hormonları tarafından kontrol altına alınan üreme zamanı; özellikle üreme göçü yapan balıklar için büyük önem taşımaktadır. Üreme zamanı eşey hormonları tarafından kontrol altına alınmıştır. Gonadlarda üretilen bu eşey hormonları küçük miktarlarda kana verilir ve gametlerin olgunlaşmasını uyararak, balıkta çiftleşme davranışlarından önce şekilde ve renkte bir takım değişiklikler oluşturur. Deniz balıklarının çok az bir kısmı hermafrodit özellik gösterir. Böylece kendi yumurtalarını dölleyebilirler. Bu balıklar çoğunlukla bir veya daha fazla bireyle çiftleşebilir. Dölleme farklı bireylerde ayrı ayrı olur. Ancak derin deniz balıkları arasında hermafroditizm de görülmektedir. Bu durum okyanusun diplerinde karşı cinsin bulunmasında oluşabilecek zorluklar için bir adaptasyondur. Balıklar arasında hermafroditizmde eşey dönüşümü veya sıralı hermafroditizm olmak üzere bir farklılaşma vardır (Castro ve Huber 2003).

Buna göre bireyler ya erkek olarak yaşamaya başlar ve bir süre sonra değişerek dişi özelliklerine döner ya da dişi olarak başladıkları yaşamlarında bir süre sonra erkeklik özellikleri kazanır. Bu değişimler eşey hormonları tarafından kontrol altında tutulur. Örneğin, deniz levrekleri, papağan balıkları ve orfozlarda olduğu gibi (Castro ve Huber 2003).

2.9. Üreme Mevsimleri ve Yıllık Üreme Siklusu

Bazı balıklar bir yıl içerisinde birden fazla döl verebilir (Çelikkale 1991). Yılda birden fazla döl verebilen bu balıklarda gonad gelişiminde suyun sıcaklığı ve beslenme gibi dış faktörlerin etkisi diğer balıklara nazaran daha az olup gonad gelişimi kendiliğinden devam eder. Yumurtlama olayı yumurtaların olgunlaştığı zaman ve dişinin erkeği bulmasıyla başlar. Buna karşın mevsime bağlı olarak yumurtlayan balıkların üremesi sadece yılın belirli bir mevsiminde gerçekleşir. Genelde mevsimlik olarak yumurta bırakan balıkların bazıları, aynı mevsim içerisinde birden fazla yumurtlayabilirler. Bu yumurtlamada çok uygun çevre koşullarının bulunması veya bu koşulların yapay olarak sağlanması gerekmektedir. Gerekli çevre koşulları sağlanması halinde, hormon enjeksiyonu ile yılda bir kez yumurtlayan bazı balık türlerinden birden fazla döl alımı mümkündür. Örneğin; bir sazan balığından uygun su sıcaklığı (23-24 °C) ve çevre koşulları altında, hipofiz hormonu enjeksiyonu ile yılda bir kaç kez döl alınabilmektedir (Val-Sella vd 1977, Alpbaz 1984, Çelikkale 1991).

Mevsime bağlı yumurtlayan balıklarda gonad gelişimi belli bir düzene bağlıdır. Uygun çevre koşulları sağlanıncaya kadar gonadlar hareketsiz durumdadır. Yaklaşan mevsim dolayısıyla arzulanan su koşulları gonadal gelişmeyi hızlandırır, bu da yumurtlama ile sonuçlanır. Yumurta gelişmesinin son haftasında artık geri dönülmez. Ancak çevrede meydana gelecek ani değişimler yumurtlama için uygun olmazsa, yumurtaların gelişmesi hareketsiz çevre koşullarının değişimine kadar bekler. Bu olumsuz koşullar daha da devam ederse yumurtalar vücut tarafından emilmeye başlar (Çelikkale 1991).

Doğada ergin balığın arka arkaya gelen yıllarda yumurtlayamaması durumu görülebilir. Örneğin; bir kültür sazanı, ilkbahar ve yaz sezonu serin geçen bazı yıllarda Avrupa'nın kuzey kesimlerinde, hatta orta Avrupa koşullarında yumurtlamazlar. Aynı şekilde nehirlerde yumurtlama özelliğine sahip olan bir balık, kapalı bir suya alınırsa gonadların gelişmesi belli bir aşamaya kadar devam eder ve yumurtalar rezorbe olana kadar hareketsiz durumda kalır. Bu durum yumurtlama olayı gerçekleşmeden yıllar boyu devam edebilir. Buna rağmen bazı balıkların döl vermesi, belli mevsimde

yumurtlama işleminin gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) ve ot sazani (*Ctenopharingodon idella*) gibi balıklarda yapay yöntemlerle uyarılmasıyla gerçekleştirilebilir (Çelikkale 1991).

2.9.1. Üreme Dönemi ve Koordinasyonu

Üreme mevsimsel veya dönemsel bir olgudur. Su sıcaklığındaki yıllık değişim ve fotoperiyotlar bu olguda etkin rol oynamaktadır. Mevsimlerdeki ani değişimler ve çevre koşullarındaki zorlamalar, balıkların üreme hızlarını artırarak, doğaya karşı dengenin kurulmasında yardımcı olmaktadır. Bir ortamda çevre koşulları durağan ise döl verimi sabit kalmakta ve düzenli bir üreme görülür (Timur 2006).

Gonad gelişim döngüsü, metabolizma, davranış ve üreme fizyolojisine bağlı olarak değişim gösterir. Aktif beslenme sonucu vücutta meydana gelen yağ depolanması, balık elektrolit metabolizmasında bir takım değişimlere neden olur. Endokrin sistemin şekillenmesi, çevre koşullarına ve üreme organlarına bağlıdır. Çevre koşullarının değişimi duyu sistemi ve beyindeki özel merkezleri uyararak, hipofiz bezinin aktivitesini kontrol altına alır. Hipofiz bezinin salgıları gametogenez, metabolizma ve davranış üzerinde doğrudan etkilidir. Bu hormonlar aynı zamanda gonadların endokrin dokusundaki gelişmeyi ayarlar (Timur 2006).

2.10. Kemikli Balıklarda Üreme Hücrelerinin Şekillenmesi

2.10.1. Oogenez

Balıklarda yumurta oluşumu ile ilgili dönemleri ifade eden değişik terminolojiler kullanılır. Balıklarda ovarian follüküller germinal epitelyum'dan meydana gelir. Bunlar, ovaryumların yüzeyini mesovarian, yani peritoneum gibi kaplar. Balık ovaryumlarında bulunan çok sayıdaki follüküller, germinal epitelyumun hemen altında yer alan kan damarlarınca zengin bir bağ dokudan oluşan tunika albuginea ile desteklenir (Brown 1993, Timur 2006).

Erken dönemlerde oogonia, germinal epitelyum çevresinden veya primordial eşey hücrelerinden oluşur. Bunlar epitelyal hücrelerle çevrelenerek ovarian follüküllerini oluşturur. Kemikli balıklarda bu epitelyal hücreler tek katlıdır. Kıkırdaklı balıklarda ise çok katlılık gösterir. Follüküllerin değişimi ile ovum erişkin döneme geçer. Bu sırada epitelyal hücreler sayıca ve hacimce artar, koruma içgüdüğü erkek balıklarda gerçekleşir. İşte bu nedenle çalışmalarda erkek balıklar tercih edilir (Hassa ve Aştı 1997, Timur 2006).

2.10.2. Spermatogenez

Spermatogenez ve spermiogenez olayları seminifer tübüllerde olur. Seminifer epitelyum'un bazal tabakasında spermatogonia bulunur. Birbirini takip eden mitotik bölünmelerle tip a ve tip b spermatogoniumlarını verir. Tip a yuvarlak yani küre veya elips şeklinde yoğun kromatin içeren, bu nedenle daha koyu boyanan hücrelerdir. Tip b, zayıf boyanan hücreler olup mayoz bölünmenin I. evresinde primer spermatositleri şekillendirir. Bunlar geniş nukleuslu ve yoğun sitoplazma içeren hücreler olup, kalın ve ince kromatin ipliklerini içerir. Bu hücrede kromozomal bölünme de görülebilir. Primer spermatositler mayoz bölünme geçirerek sekonder spermatositler olarak bilinen kardeş hücreleri oluştururlar. Bu daha küçük spermatositler hemen ikinci mayoz bölünmeye girer. Bundan sonra spermatosit spermatid adı verilen (S_3) hücreleri üretir, böylece daha az görünür hale gelirler. Spermiogenez olarak bilinen uzun bir metamorfoz evresine girerek hareketli ve kendine özgü fonksiyona sahip olan gametleri yani spermatozoon'ları oluşturur.

Bu spermatozoon hücrelerine spermia veya sperm adı verilir. Spermiogenez ile spermatidlerin nukleusları daha da küçülerek daha az granüllü ve daha yoğun, küçük (S_4) spermatozoa'yı şekillendirir. Spermatogonia'dan spermatozoa'ya doğru olan bu gelişme işlemi ile meydana gelen kardeş hücreler birbirlerine sitoplazmik köprülerle bağlanır ve gelişimleri süresince sertoli hücreleri tarafından desteklenir. Bu hücreler seminifer tübül bazal zara yakın bulunan hücrelerdir. Sertoli hücrelerinin nukleusu genellikle üçgen ya da oval şekildedir. Nukleolus ise nispeten homojen bir kromatin içerir. Işık mikroskopunda sertoli hücreleri iyi görülememesine rağmen germinal epitelyuma doğru dallanmış yoğun bir sitoplazma içerir (Wheater vd 1987).

Spermatozoa sperm kanalına gelinceye kadar hareketsizdir. Kanala gelince aktif hale geçmektedirler (Lagler vd 1962, Baran ve Timur 1983). Spermatogenez balıklarda küçük kesecikler veya tübüller şeklindeki testiküler ünitelerde gerçekleşmektedir. Fakat bu tübüller memelilerdeki tubulus seminiferus kontortuslardan farklılık göstermektedir. Spermatogenez tamamlandıktan sonra sperm boşaltılmaya hazırdır (Hoar 1969, Karataş 2010).

Vas deferens adı verilen ana sperm kanalı testis boyunca uzanan ve karmaşık kanallar şeklinde testis dokusuna nüfus eden küçük kanalların (vasa efferentia) birleşmesiyle oluşur. Spermatogenezin sonunda sperm kanalı bez epiteliyle donatılmıştır. Buradan spermin dışarıya atılması için gerekli sıvı salgılanır. Balıklarda spermanın inceltilmesi testis dokusunun hidrasyonu ile gerçekleşmektedir. Burada üretilen sperm hücrelerinin şekli türlere bağlı olarak değişiklik gösterir (Lagler vd 1962, Hoar 1969, Küçüktaş 1987, Timur 2006).

Sperm hücreleri kamçı benzeri bir kuyruğa sahiptir. Kuyruk yardımıyla yumurtaya ulaşan sperm hücrelerinin mikrofil adı verilen delikten girmesiyle döllenme olayı gerçekleşir. Diğer omurgalı canlılarda olduğu gibi her erkek balık milyonlarca sayıda sperm üreterek, döllenmeye olanak sağlar. Sperm kanalında üretilen sıvı ile sperm hücrelerine birlikte "süt" adı verilir. Sperm, sperm kanalında sekresyonun başlaması ile hareketlilik kazanır. Aktif hale gelen sperm kuyruklarına kamçı hareketi yaptırarak hareket ederler. Erkek balığı terk eden sperm yumurtaya ulaşamaz ise belirli bir süre sonra ölürlür. Spermilerin yaşam süresi balık türüne göre değişir. Bu süre bazı çevresel faktörler ile azalır veya artar. Yumurtaların bulunduğu suyun tuz miktarı, erkek balığın vücut sıvısındaki tuzluluğa yakın değerlerde ise, spermilerin ömürleri kısmen daha uzundur. Sperm hücrelerinin aktiviteleri su sıcaklığına bağlı olarak azalır veya çoğalır. Genel olarak yaşamları ve aktiviteleri üzerinde soğuk olan suların pozitif bir etki gösterdiği belirtilmektedir (Timur 2006).

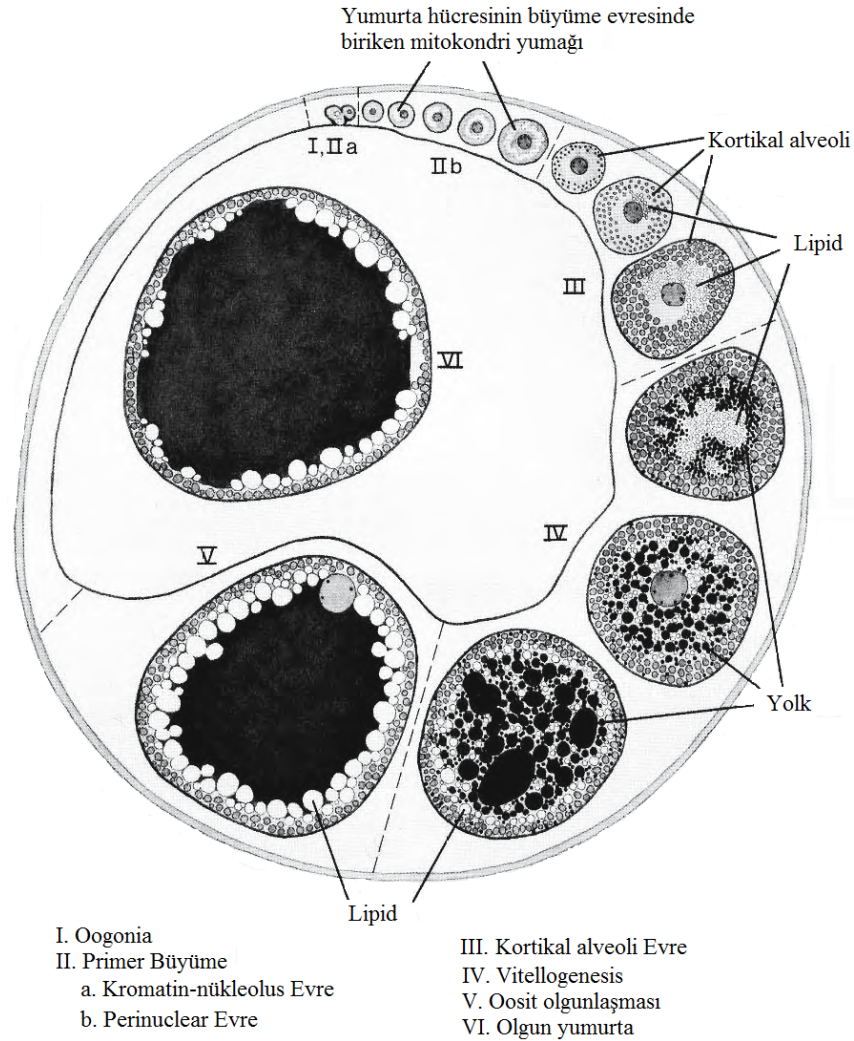
Sperm testis ve meni içerisinde kendiliğinden hareket edemezler. Fakat iki durumda da hareket kabiliyetini etkileyen faktörün potasyum iyonları olduğu bilinmektedir. Testis içerisindeki K^+ iyonları hareket yeteneğinin başlamasını tamamen

engellemez. Tuz eriyiğın 5 mM Ca⁺⁺ ile seyreltilmesi sonucu normal hareket gözlenir. Hareket yeteneğı kazanımının eşey steroidleriyle de ilişkili olduğu bilinmektedir (Emre ve Kürüm 1998).

Spermilerin dondurularak saklanmaları mümkündür. Üreme döneminde testislerde üretilen spermilerin hepsi dışarı atılır. Bu nedenle testis ve kanallarında kalan spermiler, zamana bağılı olarak bozulur ve vücut tarafından absorbe edilir (Timur 2006).

2.11. Kemikli Balıklarda Gonadların Mevsimsel Gelişimi

Kemikli balıklarda gonadlar biçim, renk, hacim ve yumurta büyüklüğü gibi kriterlere bakılarak mevsimsel olgunlaşma evrelerine ayrılabilir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yumurta hücresi gelişim döngüsü (McMillan 2007)

2.11.1. Ovaryumların Mevsimsel Gelişimi

2.11.1.1. Olgun Olmayan Ovaryum Evresi

Henüz yumurtlama faaliyetlerinde bulunmamış genç bireylerde gözlenebilen evredir. Gonadlar bekleme konumunda (üreme dönemi dışı) karın boşluğunda, omurganın hemen altında ve çok küçüktür. Bu evrede ovaryumlar ince bir şerit görünümünde bir yapıya sahiptir. Ovaryum renksiz veya gri renklidir. Çok miktarda oogonia ve küçük oositler içerir. Ovaryumlar, tipik olarak sarı yada pembe renkte olabilirler. Ancak çıplak gözle görülmezler (Howell ve Hunting 1983, Ntiba ve Jaccarini 1990, Cihangir 1993, Balcı 2003, Karataş 2010).

2.11.1.2. Gelişme Evresi

Ovaryumların granüler görünüş kazanmaya başladığı, uzunluk ve ağırlıklarının arttığı evredir. Eşeyssel organların boyu karın boşluğunun 1/2'si kadar olabilmektedir. Ovaryum şeffaf kırmızimsı gri renklidir. Önceki jenerasyondan kalan küresel biçimli ve merkezi nukleuslu oositlerin tek tabakalı follikül evresine geçtiği bu dönem, yeni gelişen oositlerin daha az büyümesi ile karakterizedir (Ntiba ve Jaccarini 1990, Balcı 2003).

2.11.1.3. Olgunlaşan Ovaryum

Opak-sarı renkli ovaryumlarda yumurtaların gözle görülebildiği, yumurta sarısı ve yağ depolanmasının başladığı evredir. Bu evrenin başlangıcında periferde bir sıra halinde bulunan vakuoller, daha sonra merkeze doğru itilerek sitoplazmanın tamamını doldurduğu görülmektedir. Çekirdek zarının silüet haline gelmesiyle nukleus rastgele dağılır. İyi gelişmiş olan oolemma oositleri çevreler. Folliküllerin granülosa tabakası daha fazla göze çarpar bir hale gelir (Ntiba ve Jaccarini 1990, Balcı 2003).

2.11.1.4. Olgun Ovaryum

Gonadlar bütün karın boşluğunu doldurmuştur. Bu dönemde kan damarları önemli oranda artmaktadır. Oositlerde yumurta sarısı ve yağ damlacıklarının kümeleşmeye başladığı bu evre ovaryumun olgunlaşma evresidir. Oldukça incelmış olan tunika hafif bir basınçla patlayabilir. Birkaç vakuol haricinde kromofilik yumurta sarısı ile dolu olan olgun oositlerde nukleusların şekli kaybolmuştur. Yumurtalar tam yuvarlak şekilli veya şeffaf olabilir (Cihangir 1993, Balcı 2003).

2.11.1.5. Yumurtaların Bırakılması

Son olgunluk evresine ulaşan yumurtalar çeşitli faktörlerin etkisi ile bu evrede dışarı atılırlar. En ufak basınçla yumurtaların dışarı çıktığı evredir. Yumurtaların çoğu yuvarlak ve opaktır (Ntiba ve Jaccarini 1990).

2.11.1.6. Boşalmış Ovaryum

Bu dönemde ovaryumlar çok hemorajik görünümündedir. Ovulasyonda yumurtaların atılmasıyla ovaryum boşluğunda serbest olarak bulunan atılmamış olgun yumurta hücreleri ile gelişmemiş ya da az gelişmiş oositler bu evrede bir arada görülebilir. Ovaryum boş değil, ancak hiç opak yumurta kalmamıştır.

Ovulasyondan sonra geri kalan yumurtalar ve folliküler zarlar daha sonra vücut tarafından absorbe edilir. Folliküller, muhtemelen teka eksterna'daki elastik fibriller tarafından bozulmaya uğramaktadır. Granulosa hücreleri kısalarak kalınlaşmakta, teka eksterna'da da kalınlaşmalar olmaktadır. Bu evrede çok fazla bağ dokunun bulunması, boşalmış ovaryumu gelişmiş ovaryumdan ayırmaya yardım etmektedir. Ovaryum duvarı kalınlaşmakta ve kıvrımlaşmaktadır. (Howell ve Hunting 1983, Balcı 2003).

2.11.2. Dişilikten Erkekliğe Geçiş Döneminde Balıklarda Gonad Gelişimi

Balıkların gonadları dişilikten erkekliğe geçiş dönemlerinde çıplak gözle bakıldığında beyazımsı renkte görülmektedir. Gonadların morfolojisi incelendiğinde dişilikteki granüler yapının yerini süngerimsi bir doku almaktadır (Glamuzina vd 1998).

2.11.2.1. İlk Geçiş Evresi

Balıkların gonadlarında atretik folliküller haline gelmiş, dökülmüş veya boşalmış oosit kalıntıları arasında diğer evrelerden daha geniş bir şekilde yayılan erkek üreme hücrelerinin varlığı ilk geçiş evresi olarak adlandırılmaktadır (Glamuzina vd 1998, Balcı 2003).

2.11.2.2. Eşeyssel Evre

Erkekliğe geçişte eşeyssel dönem olarak adlandırılan bu evrede, hem dişi hem de erkek üreme hücrelerinin bir arada görülmesi nedeniyle eşeyssel gonad özelliği taşıdığı belirlenmiştir. Bu evrede atretik yumurta hücrelerinin gruplar oluşturduğu, melanofor makrofaj hücreleri ve bunların etrafında çevrelenmiş atretik yumurta hücrelerinin kümeler oluşturduğu; özellikle erkek üreme hücrelerinin çok daha yaygınlaştığı görülür (Glamuzina vd 1998, Balcı 2003).

2.11.2.3. Son Geçiş Evresi

Bu dönemde atretik previtellogenik oosit kümeleri, yumurta hücrelerinin kalıntıları ve boş bıraktıkları bölgeler görülmektedir. Testiküler dokunun ilk belirtileri ve gelişen erkek üreme hücreleri dişilikten erkekliğe geçiş evresinin son aşaması göstergesidir (Glamuzina vd 1998, Balcı 2003).

2.11.3. Testislerin Mevsimsel Gelişimi

2.11.3.1. Olgunlaşmamış Testis

Morfolojik olarak olgun olmayan ovaryuma benzer. Testis renksiz veya gri renklidir. Bu nedenle olgunlaşmamış testisin kesin teşhis edilebilmesi için de, histolojik inceleme gereklidir. Bu evrede spermatogonium hücrelerini içeren olgun testis lobülleri de görülür. Her spermatogonium yuvarlak şekilli merkezde yer alan ve koyu bir şekilde boyanan nukleusa sahiptir (Timur 2006).

2.11.3.2. Olgunlaşan Testis

Testis lobüllerinin daha iç bölgelerinde yer alan primer ve sekonder spermatositler olgunlaşarak sayıları artar. Spermatogonia primer ve sekonder spermatositlerden daha büyüktür. Testisin rengi kırmızımsı gri renkli ve karın boşluğun yarısına kadarını doldurmaya başlar (Shikhshabekov 1978, Ntiba ve Jaccarini 1990, Sarmaşık 1992).

2.11.3.3. Olgun Testis

Balığın karın bölgesinin sıkıştırılması halinde sütün kolayca çıktığı bu evrede, olgun testis çok az miktarda spermatogonial hücre içerir. Lobüllerin periferinde bir miktar yağ doku, içerisinde ise yeterince spermatozoa bulunur (Ntiba ve Jaccarini 1990, Timur 2006).

2.11.3.4. Boşalma Evresi

Tamamen olgunlaşmış olan spermatozoonların testisten atıldığı evredir (Shikhshabekov 1978, Ntiba ve Jaccarini 1990, Balcı 2003).

2.11.3.5. Boşalmış Testis ve Yeniden Faaliyete Geçişi

Yeni boşalmış bir testiste eşey hücreleri olmadığı için organ çekilerek küçülür. *Tunika albuginea* kalınlaşmış ve tübüller bozularak duvarları birbirine yakınlaşmıştır. Tübüllerde bazı kalıntı spermler ve kan hücreleri bulunur. Yeniden faaliyete başlayan testislerde tübül duvarlarında bölünen germ hücreleri ve spermatogonia grupları görülür. Bu dönemde tübüller dardır. Testisler kalın kıvrımlı tunika'ya sahip olmaları nedeniyle olgun olmayan testisten mikroskopik olarak kolayca ayırt edilebilmektedirler (Balcı 2003, Timur 2006).

2.12. Gonadosomatik İndeks (GSI)

Balık stoklarında üreme zamanını tespit etmek için kullanılan parametrelerden ilki GSI (Gonadosomatik İndeks)'dir. Bu yöntem için tesadüfi olarak alınan örneklerden hesaplanmaktadır. Balıkların üreme periyodunda gonad ağırlığında büyük değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikleri takip etmek için de gonadosomatik indeksten yararlanılmaktadır. Bu indeksler yardımıyla herhangi bir balık stoğunun üreme mevsimi saptanabilir (Karataş 2010).

2.13. Yumurta Verimliliği (Fekondite)

Bir türün fekonditesi, o türle ilgili stok düzenleme çalışmalarında önemli bir faktördür. Yumurtlayan stoğun büyüklüğü ve yumurtlama yoğunluğunun nicel olarak tahmin edilmesidir. Bunun için yumurtanın bırakılmasından başlayarak döllenme, inkübasyon periyodu, pre larval ve post larval dönem ile stoğa katılma süresi boyunca yavrular, çevresel etkilere karşı çok duyarlıdır. Yavrular belirtilen gelişim evrelerinin başlangıcında çevresel değişimlere karşı kendilerini aktif olarak savunamadıklarından, çok çabuk strese girerek oldukça fazla kayıp vermektedirler. Bu tip kayıpların en büyük nedeni; çevreye uyumda gözlenen zorluklar, yumurtanın pasif olması, larval dönemin başlangıcında uzun bir süre pasif olma ve larvaların kendilerini savunma mekanizmaları yönünden erginlere göre daha zayıf olmaları gibi sebepler sayılabilir. Balıkların ilk gelişim dönemlerinde gözlenen bu tip büyük kayıplar nedeniyle, herhangi bir stoğun

kendini devam ettirebilmesi için gerek duyulan en düşük sayıdaki olgun dişilerin tahmin edilmesi sırasında bu kayıpların göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Avşar 1998, Karataş 2010).

Stoktaki olgunlaşmış dişilerin fekonditesi, bu bireylerin büyüklüğüne ve aynı zamanda aldıkları besinlerin kalite ve miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir. Besin miktarı arttıkça doğal olarak fekondite de artar (Karataş 2010).

Balıklarda yumurtanın büyüklüğü türden türe farklılık gösterdiği gibi aynı türün oluşturduğu farklı stoklar içinde de değişiklik gösterebilir. Ringa balıkları, çapı 1 mm civarında olan yumurta üretirken, köpek balıkları 800 mm'den daha büyük çapta yumurta üretebilmektedirler. Ringa balıklarının sıcak ve tuzlu sularda yaşayanları, daha soğuk ve az tuzlu ortamdakilerden daha küçük çapta yumurta oluştururlar. Örneğin, hamsinin Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz stoklarında Akdeniz'den Karadeniz'e doğru gittikçe daha büyük çaplara sahip yumurtalar oluşmaktadır (De Vlaming vd 1982, Avşar 1998).

Yumurtalama zamanı ringa balıklarının farklı stoklarında farklılık gösterir. Bir türün kuzey enlemlerinde dağılışı gösteren popülasyonları, güney enlemlerinde yaşayanlarına oranla yumurtlama periyodunu daha kısa tutarlar. Ringa balıkları yıl içerisinde, kuzey enlemlerdekine oranla eşeyssel olgunluğa daha erken erişirler. Kuzey enlemlerdeki popülasyonlarında vücut kütleleri büyütülmüş ve böylece fekonditeyi artırma yolu görülmüştür. Aynı türün güney enlemlerinde yaşayanları ise, yumurtlama periyodunu uzun tutup, eşeyssel olgunluğa erken ulaşmaları nedeniyle küçük kalmış vücutlarının erittiği az sayıdaki yumurta miktarını artırmak için fasılalı yumurtlamak suretiyle fekonditeyi artırma yoluna gitmişlerdir (De Vlaming vd 1982, Randall ve Farrel 1997, Avşar 1998).

2.14. Kıрма Mercan Balıklarının Üreme Özellikleri

Kırma Mercan balıklarında görülen üreme tipi protojini hermafroditiktir. Yani, önce dişilik sonra erkeklik karakterlerinin görülmesidir. Bu nedenle, daha küçük bireyler

arasında dişilik oranı % 100 (en fazla 13 cm), ve boy uzunluğu arttıkça dişilik azalır. 16 cm üzerinde, erkekler dominanttır ve 23 cm üzerinde olanların oranı % 100 erkektir İki eřey arasındaki vücut uzunluğu ortalama farkı yaklaşık 2,8 cm'dir. Protogonik hermafroditizmden dolayı, dişiler popülasyonda her zaman baskın bulunmaktadır (Vrgoč 2000, Atay ve Bekcan 2000).

Adriyatik'te, *Pagellus erythrinus*'un birinci yılında yumurtlamaya bařladığı bahar ayları ve yaz bařlangıcının yumurtlama dönemleri olduęu belirtilmiřtir (Županović 1961, Grubiřić 1980, Bolje 1992, Jardas 1996).

2.15. Balıklarda Hipofiz'in Önemi

Günümüzde tatlı su ve deniz balıklarının üretiminde sentetik gonadotropinler ve balık hipofizi kullanımı önem kazanmıştır. Özellikle yetiştiriciliği yapılan balıklardaki incelemeler, büyüme, gonad gelişimi, yuva kurma, üreme davranışları, üreme fizyolojileri ve vücutta osmoregülasyon ve elektrolit dengesinin sağlanması gibi pek çok yaşamsal fonksiyonun hipofiz bezinden salgılanan hormonların kontrolünde gerçekteşiği bildirilmektedirler. Bunlar aslında beynin diensephalon bölgesindeki hipotalamusun hipofiz üzerinden etkileridir (Turner ve Bagnara 1976, Özen 1990, Emre ve Kürüm 1998).

Bu hedefler doğrultusunda endokrin sisteminin en önemli organı hipofiz bezidir. Hipofiz, beynin hemen altında sfenoid kemiğinin bir çukuru içinde ve oldukça iyi korunmuş bir bez olup nörohipofiz ve adenohipofiz olmak üzere iki farklı yapıdan oluşmuştur (Demirsoy 1997). Teleost balıklarda hipofiz bezinin morfolojisi, büyüklüğü ve infundibulumun bulunup bulunmaması bakımından farklılıklarının görüldüğü ve bunların bazılarının mevsimsel değişimlere, yaşa ve eşeye bağlı olarak aynı yetiştiricilik koşullarında bile değişebildiği belirtilmiştir (Turner ve Bagnara 1976).

Kültür balıkçılığında balık yumurtalarının hepsinin aynı anda olgunlaşmasının sağlanması, genital organların gelişmesi ve daha çabuk yumurtlamaya uygun hale gelmesi, yumurtaların olgunlaşma zamanının isteğe göre ayarlanabilmesi, hipofiz

uygulanan yumurtalardan çıkan yavruların aynı yaşta olması, üreme periyodunun uzun olduğu ılık iklimlerde birden fazla yavru üretimi ve erken yavru alımının sağlanması ve sonbahardaki soğuk döneme kadar yavruların büyümesinin sağlanması gibi konularda hipofiz ekstraktları uygulamasının önemi büyüktür. Bu tür uygulamalar, çeşitli ülkelerde özellikle Brezilya'da Characidae'ye, Rusya'da havyar üretimi için Acipenseridae ile yapılmaktadır. Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'da da, Salmonidae ve Cyprinidae dahil olmak üzere, çeşitli balıkların kültüründe bu teknikten yararlanılmaktadır (Demir 1992).

2.15.1. Hipofiz Hormonları

Hipofiz tarafından salgılanan değişik hormonlar vardır. Bunlardan 2 tanesi doğrudan üreme ile ilgili olan Follikül uyarıcı hormon (FSH) ve Lüteinize hormon (LH)'dur. Lüteinize hormon (LH), lüteinize eden hormon olarak adlandırılan bu hormon karbonhidrat içeren glikoprotein yapısındadır. Aşağı omurgalılarda ise genellikle Follikül uyarıcı hormon (FSH) ile birlikte hareket ederek ikincil eşey karakterlerinin oluşmasında etkili olmaktadır. FSH, suda eriyebilen, bünyesinde karbonhidrat da barındıran glikoprotein yapıdaki bir hormondur. Saf olarak elde edilebilmiştir. FSH etkisini test etmek için yapılan Hipofizektomi çalışmaları sonrasında bu uygulamanın yapıldığı bireylerde gonadların gelişmediği görülmüştür. Bu hormonun salgılanması kandaki eşey hormonlarının düzeyleri ile ayarlanmaktadır (Özen 1990).

Hipofiz bezi, hormon sisteminin düzenleyicisi ve yöneticisidir. Hormonal düzenleme sadece hormonlar ile ilgili organların değil, aynı zamanda üreme, besin maddelerinin hücreler tarafından kullanımı ile tuz ve sıvı dengesini düzenlemede önemli rol oynar. Çevresel değişimlerin etkisi altında oluşan ve çoğu balıkta görülen dönemsel üremenin gerçekleşmesi her şeyden önce bu çevresel ipuçlarının sağlıklı bir şekilde algılanmasına bağlıdır. Duyusal algılayıcılar tarafından algılanan uyarılar sinirler yoluyla hipotalamusa ve oradan da hipofiz bezine iletilir. Bu iletim hipotalamusun salgılatıcı hormon olarak adlandırılan küçük peptid hormonları ile sağlanır. Böylelikle üreme döneminin geldiği yolundaki karar sonrasında, hipofiz uyarılarak hormonal salgılanım başlatılmış olur. Hipotalamustan salgılanan hormon Gonadotropin Relasing

Hormon'dur (GnRH). Bu hormonun kanda belirli bir düzeye ulaşması ile Follikül Stimulan Hormonun (FSH) ve Luteinize hormonun (LH) salgılanması başlamaktadır. Bu hormonların gonadlara ulaşması ile erkek bireylerde seminifer tüpleri olarak adlandırılan bölgede spermatozoid'ler, dinlenme aşamasından çıkıp dölemeye hazır hale gelirler. Dinlenme aşamasında kandaki düzeyi düşük olan GnRH'nin sperm oluşumu sırasında ve spermatogenez sonunda kandaki seviyesinin yükseldiği bilinmektedir (Erkoçak 1973, Özen 1990).

Dişi bireylerde gonad FSH ve LH salgılanmasına estradiol ve progesteron salgılama ile yanıt verir ve yumurtlama olayı uyarılır. GnRH dinlenme fazı boyunca düşüktür ve vitellogenez boyunca sürekli yükselir. Hipofizden gonadotropinlerin ve buna karşılık eşey bezlerinden de eşey hormonlarının salgılanması ile balıkta yalnızca yumurtlama veya sperm oluşumları değil, aynı zamanda üreme ile ilgili bir takım davranımsal faaliyetler de düzenlenmektedir. Örneğin türlere göre değişen yumurta, larva veya yavruyu koruma, yuva yapma veya çiftleşmenin hemen öncesinde kur yapma gibi davranışlar bu düzenlemeler içerisinde. Hipofiz bezinin dokuz çeşit hormon salgıladığı bilinmektedir (Erkoçak 1973). Dolayısıyla canlı üzerinde etkisi sadece üreme biyolojisi ile kısıtlı olmayıp bütün yaşamsal olayların kontrolünde de geçerlidir. Yetiştiricilikte seçilen balığın fizyolojisine uygun ortam koşulları, örneğin su sıcaklığı, sirkadian ritmine uyumlu fotoperiyod, uygun tuzluluk dereceleri sağlanmadığı takdirde hipofiz bezinin normal çalışması beklenemez ve istenilen verimde de düşüşler olmaktadır. Bu durum göz önünde bulundurularak balıklardan alınan kan örneklerinden hormon ölçümlerinin yapılması gerekmektedir.

Su ürünleri konusunda sektörel başarılar; öncelikle sorunların doğru ve objektif olarak tespitine, bu sorunların çözümüne yönelik araştırmaların yapılmasına ve elde edilen araştırma sonuçlarının başarılı bir şekilde uygulamaya aktarılmasına bağlıdır.

Son yıllarda önemli yeri olan türlerin başında gelen çipura ve levrek balıkları yetiştiriciliğinin yüksek rakamlara ulaşması, bu türlerin yetiştiricilik protokollerinin tamamiyle oturtulması ve yetiştiricilik alanındaki araştırmalarında doygunluğa ulaşmasıyla çipura ve levreğe alternatif yeni bir tür olan kırma mercan balıklarına

yönelim başlamıştır. Ürün çeşitliliğini arttırmak, yetiştiriciliği sürdürülebilir, ulusal ve uluslar arası pazarda rekabet edebilmek ve ülke ekonomisine katkı sağlamak temel amaçtır. Bu bağlamda alternatif tür olarak seçilen mercan balığı kültür üretimi henüz başlangıçta olmasından dolayı bilgi eksikliklerini gidermek için hipofizin yaşamsal olaylara etkilerinin yapısal özellikler ile ilişkilendirilmesi, dolayısıyla da hipofiz ve gonadların anatomik ve histolojik özelliklerinin ışık ve elektronmikroskopik incelenmesi ve bu yapıların birbiri ile ilişkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Günümüzde Akdeniz ülkelerindeki akuakültür sektörü daha çok levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) türlerinin kültürü üzerine yoğunlaşmış durumdadır. Üretimdeki artışa bağlı olarak tüketimde aynı eğilimin elde edilememesi, akuakültür sektörüne yeni bir ivme kazandırabilmek amacı ile alternatif türlerin üretimini gündeme getirmiştir (Shields 2001, Kaiser ve Stead 2002). Alternatif türlerin yoğun akuakültüre kazandırılmasında karşılaşılan problemlerin başında canlıların biyotik ve abiyotik gereksinimlerinin bilinmemesi gelmektedir. Ayrıca morfolojisi ve organların gelişim süreçlerinin bilinmesi gerekliliği de son zamanlarda üzerinde en çok durulan konulardan birisidir. Özellikle yoğun yetiştiriciliğine yeni başlanan sinagrit (*Dentex dentex*) (Santamaria vd 2004), halibut (*Paralichthys californicus*) (Gisbert vd 2004) ve fangri (*Pagrus pagrus*) (Roo vd 1999) balıklarında bu gelişimler ayrıntılı olarak belirlenmiş ve sunulmuştur.

Bu bağlamda, mercan balıkları gösterdikleri hızlı gelişim ve büyüme özellikleri nedeni ile son yıllarda akuakültür sektöründe alternatif türler arasında değerlendirilen ekonomik değeri yüksek bir Sparidae ailesi üyesidir. Ülkemiz için yeni bir tür olan mercan balıklarının gonad ve hipofizlerinin morfolojik ve histolojik gelişimi üzerine yapılacak olan bu çalışmada türün görülebilir ve içsel gelişiminin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu nedenle hipofiz bezinin yapısal özellikleri ve balık fizyolojisine göre ortaya çıkan yapısal farklılıklar immunohistokimyasal ve elektron mikroskopik yöntemlerle en ince ayrıntısına kadar çalışılmalı ve yetiştiricilikte kullanılacak en doğru ve en güvenilir sonuçlara ulaşılmalıdır.

Üreme hormonlarının salgılandığı diğer organlar ise üreme eğiliminin doğrudan gerçekleşmesini sağlayan gonadlardır. Gonadların üreme hücrelerini oluşturan merkezler ve eşey steroidlerinin birinci derecede sentezlendiği yerler olmaları gibi 2 yaşamsal işlevi vardır. Bu organlarca salgılanan eşey hormonları, çoğalma bezleri ve kanallarının gelişmelerini düzenlerler. Ayrıca ikincil eşeysel karakterlerinin gelişmesini de kontrol ederler. Testisler tarafından salgılananların başlıcaları steroidler ve androjenlerdir. Androjen olarak adlandırılan bu grup hormonlar, testesteron ve 11-ketotestesteron'dur. Ovaryumlar ise östrojenler ve progesteronlar olarak adlandırılan 2 grup steroid salgırlar. Östrojenler dişide üreme faaliyetini uyarırken, progesteronlar ise dişi gonad kanallarının farklılaşmasında etken bir rol oynar. Östrojenler; 17- β Östrediol, östron ve östriol'dür. Progesteronlar ise; 17- α -20 di-hidroprogesteron, 17- α Hidroksiprogesteron'dur. Balıklarda saptanmış olan tüm bu hormonlar, yüksek omurgalılardakine yapısal olarak benzer (Timur 2006).

2.16. Balıkların Üremelerinde Çevresel Faktörler ve Hormonal Kontrol

Balıkların üremeleri, dış çevresel faktörlerle düzenlenir, buda iç mekanizmayı tetikler. Üreme periyodunun sonunda yumurtlama ve sperm salınması döllenme ile sonuçlanır. Dış çevresel faktörlerin, üremenin kontrolü üzerine etkisi büyüktür. Bu sonuç için; her türün yumurtlamasındaki özel çevresel koşullar, balığın iç mekanizmasında düzenlenmektedir. Çiftliklerde bazı balıkların yumurtlaması için bazı çevresel koşulları taklit etmek neredeyse imkânsızdır. Hormonla yumurtlamayı teşvik bu tip balıklarda kullanılan bir metottur. Benzer yöntemler, sadece küçük modifikasyonlarla bütün balık türlerinde kullanılmaktadır.

2.16.1. Çevresel Faktörler

Balıkların üreme periyotları için, çevresel faktörler çok önemli rol oynar. Bunlar;

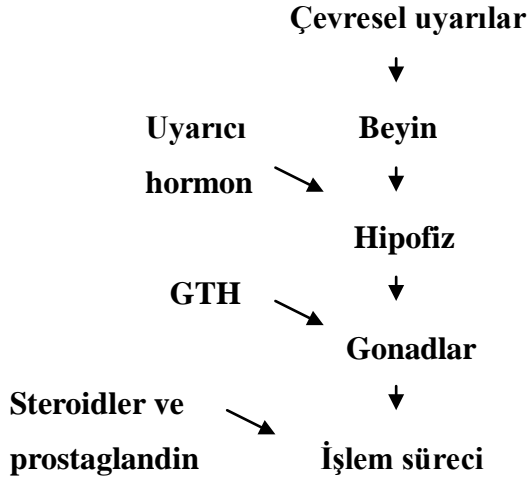
- ✓ Fotoperiyot
- ✓ Su sıcaklığı
- ✓ Su kalitesi (çözünmüş oksijen, PH, sertlik, tuzluluk, alkalinite)
- ✓ Gelgitler ve ayın periyotları

- ✓ Hava durumu (atmosfer basıncı, yağış miktarı)
- ✓ Ölü partikülleri, yumurta parçaları, su bitkileri, çöpler (sap-saman)
- ✓ Hastalıklar ve parazitler
- ✓ Diğer balıkların varlığı

Bu faktörlerin her biri, tek başına fonksiyonel değildir, fakat birbirleriyle ilişkidir. Çevresel koşullar uygun olduğu zaman, üreme sürecini uyarır. Uygun olmayan şartlarda, hiçbir girişim sonuç vermez (Karataş 2010).

2.16.2. Hormonal Kontrol

İç mekanizmada, üreme işlemi balıklarda beyin-hipotalamus-hipofiz-gonad zincir akışı sonucunda şekillenir (Şekil 2.4). Bu mekanizma karmaşıktır ve daima bilimsel bilgi ve bulgular ilave edilmektedir (Timur 2008).



Şekil 2.4. Balıklarda beyin-hipotalamus-hipofiz-gonad zincir akışı

Çevresel uyarılar, beyin tarafından alınır ve iletilir. Üreme için önemli uyarıcı faktörler, beyindeki hipotalamusa gelir. Hipotalamusta GnRH üretilir. Deneysel çalışmalar sonucunda GTH (Gonadotropik hormon)'nin salınmasında, dopaminin inhibe edici olduğu anlaşılmıştır. GnRH hipofizi uyarır. Hipofiz beyin ön lobunda bulunan ve GTH üreten ve salan bir bezdir. Bazı balıklarda yapılan çalışmalarda ovulasyon için

saflaştırılmış hipofiz enjeksiyonu ile kandaki GTH seviyesinde artış olduğu görülmektedir. Eşeyssel olgunluğa erişmemiş gençlerde hipofiz bezinde çok az miktarda gonadotropik hormon bulunur iken, eşeyssel olgunluğa erişmişlerde bu hormon hücrelerde depolanmış şekildedir.

GTH, ovaryum ve testislere (gonadlara) hareket eder. GTH aktivasyonu ile, lokal ovarian mediatörleri –PG (prostaglandin) ve steroidler- hazırlanmaktadır. Kandaki GTH seviyesinin yükselmesi iki farklı ovaryum işlemi tetikler:

1. Steroidlerin (PG vb.) uyarısıyla, follüküllerde yumurtalar son olgunluğa erişir.
2. PG'ler tarafından uyarılan follüküller çatlar (ovulasyon). Erkeklerde sperm oluşumunda steroidler ayrıca hazırlayıcıdır.

2.16.3. Yumurtlamayı Teşvik Edici Hormonlar

Hormonla yumurtlamayı teşvik (yükseltilmesi veya durdurulması) işlemi birkaç aşamadan oluşan mekanizma dizisinden meydana gelir. Hormonla yumurtlamayı teşvikte kullanılan başlıca materyaller;

- Hipofiz özünü çıkartmak
- Uyarılan ovaryum ve testislerden GTH saflaştırılması
- Sadece LHRHa (Luteinizing-hormone-releasing hormone analogları) veya kombine kullanımı
- Dopamin blokörü (Hipofizi uyararak, LHRHa potansiyelinin yükselmesinde etkili olur)
- Steroidler (Gametleri direkt uyarır)

Kullanılmak için hormon hazırlanırken, yumurtlama özelliğinin temeli ve kolay elde edilebilir olması esas alınır. Hormonların enjeksiyonunun, yumurtlamaya ve üremeye etkisi çok değişkenlik göstermektedir (Timur 2008).

1. Balıkların kondüsyon faktörüne,
2. Eşeyssel olgunlaşma seviyesine,
3. Balığın büyüklüğüne,
4. Önceki yumurtlama geçmişine,
5. Su sıcaklığına,
6. Yılın hangi dönemi olduğuna göre değişir.

Ovulasyon ve spermatogenez de büyük rol oynayan GTH, hipofiz ön lobunda üretilir ve depolanır. Enjekte edilen hipofiz materyali (yan yollardan enjektabl.) beyin-hipofiz zincir sistemi ile ovaryum ve testisleri direkt etkiler ve kandaki GTH seviyesi, yumurtlama için artışa geçer (Timur 2008).

2.17. Taze Hipofiz

Yumurtlamanın uyarılması için balıklardan alınan, hipofiz bezleri yumurtlama döngüsüne uygun olarak toplanır. Bu metot hala günümüzde pratikte kullanılmaktadır. Hipofizden kazanç için, kafatasının en tepesinden testere veya bıçak ile bir parça ayrılır. Beyin kafatasından çıkarıldığı zaman, hipofizin birçok özelliği, beyinle ilişkiye devam eder ve hipofiz bezi kafatasının arkasından kesilerek ayrılır. Balıklar, hipofiz alımı sırasında öldürülmek zorunda kalırlar. Çünkü eşeyssel olgunluğa erişmiş, henüz yumurtlamamış balıklarda hormon içeriği çok fazladır. Bu yetişkin balıklarda nadir olarak oluşturulan bir problemdir (Özen 1990).

Taze alınmış hipofiz bezi, hemen kullanılmalı veya hemen dondurulmalı veya asetonla kurutulup steril şişelerde veya plastik kapların içinde kullanılıncaya kadar dondurucuda saklanabilmektedir.

Asetonda kurutma yapılıyor ise 8 ile 12 saat sonra tekrar değiştirilir. 24 saat sonra toplanan bu hipofizleri, havada veya kurutma kâğıdıyla kurutulur. Kurulanmış hipofiz, temiz şişelere yerleştirilip, silikajel konularak mühürlendikten sonra oda sıcaklığında veya desikatörde depolanır. 5 ile 8 yıl arasında saklanabilmektedir.

Dış çevresel faktörler ve balığın iç mekanizması üremede düzenleyici faktörlerdir. Çevresel faktörler, iç mekanizmada hareketi başlatır. İç mekanizmadaki üreme sürecini beyin-hipotalamus-hipofiz-gonad zinciri kontrol eder. Hormonla yumurtlamaya teşvikte hormonların bu sıralı mekanizmaya durdurucu veya yükseltici olarak etkilediği belli olmuştur. Hormonla yumurtlamayı teşvik için kullanılan materyaller;

- 1- Ovaryumları ve testisleri uyarmak için hipofiz özünün alınması ve gonadotropinin saflaştırılması
- 2- Hipofizi uyarması için LHRH analoglarının (LHRHa) yalnız veya dopamin blokörleriyle kombine olarak kullanılmasıdır.

2.14. Vitellojenin (VTG)

Vitellojenin balıklar dahil ovipor omurgalılarda önemli bir yumurta sarısı öncül proteindir. Vitellojenin östrojene cevap olarak karaciğerde sentezlenir ve belirli reseptörler yoluyla oositlerin gelişimine katkıda bulunur. Oosit içinde, VTG küçük yumurta sarısı proteinleri, fosvitin, lipovitellin, ve β -parçalarına ayrılır, bunlar yumurta sarısı globulleri veya granüllerinde biriktirilir. Buda embriyo gelişimi ve larvanın ilk beslenmesi için ana besin rezervlerini sağlar (Mommsen ve Walsh 1988, Hiramatsu vd 2002, Guzmán vd 2008). Vitellogenesis esnasında VTG'nin sentezi ve salgısı yüksek seviyelerde olduğundan dolayı, VTG plazma seviyesinin analizi dişi balıklarda ovaryum gelişiminin bir göstergesi olarak kabul edilir (Guzmán vd 2008). VTG plazma seviyesi, plazma eşey steroidleri, ovaryum gelişimi ve yumurtlama performansı ile ilişkilidir. Bazı balık türlerinde VTG analizi için Immunoassays, Radioimmunoassays (RIAs) (Norberg ve Haux 1988, Tyler ve Sumpter 1990) ve Enzyme-Linked Immunosorbent Assays (ELISAs) (Mañanós vd 1994a,b, Susca vd 2001, Roy vd 2004) yöntemleri kullanılmıştır.

VTG ELISA'nın balıkların üreme fizyolojileri üzerine çalışmalarda kullanımlarına ek olarak, balık araştırmaları ve akuakültür gibi uygulamalarda da kullanılmaktadır. VTG molekülünün dişi özellikleri dikkate alındığında, balık plazmalarında VTG belirlenerek

akuakültürde eşey belirlenmesinde kullanılır. Bu özellikle ikincil eşey karakterleri göstermeyen balıklarda faydalıdır (Guzmán vd 2008).

Genel olarak estradiol'ün vitellojeninin salınımını tetikleyen en önemli streoid olduğu kabul edilir. Eğer sucul ortamda östrojenik aktivite gösteren kimyasallar bulunursa, balığın endokrin sistemi bozularak eşeysel olgunluk zamanı gelmese bile dişi veya erkekdeki karaciğer vitellojenin proteinini üreterek estrojene karşı tepki verir. Estrojenik aktivite gösteren kimyasallara maruz kalan omurgalı hayvanların ve balıkların endokrin sistemlerinin etkilendiği ve üreme sistemlerinin de değiştiği bunların sonucu olarak da karaciğerde vitellojenin olduğu kesin olarak gözlemlenmiştir (Kime 1999, Oğuz 2008). Bu nedenle vitellojenin, ksenoestrojenler ve estrojenik aktivite gösteren kimyasallar için kullanılabilen, çevresel kirliliği ortaya çıkarabilecek önemli bir biyolojik belirteçtir (biomarker) (Oğuz 2008).

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri

Araştırma, Türkiye'nin güneyinde Akdeniz sahillerinden Antalya Körfezi'nde yapılmıştır (Şekil 3.1).

Akdeniz, dünyanın en büyük iç denizidir. Akdeniz sahillerinin 573 km'lik kısmı Antalya Körfezi'ne aittir. Antalya Körfezi'nde yapılan araştırmalarda ortalama derinliğin 1000 m, 18,9 °C, pH'nın 7,8 ve salinitenin %038,5 olduğu bildirilmektedir (Öz 1998, Yeşilçimen 2002).



Şekil 3.1. Antalya Körfezi'ndeki örnekleme sahası (■).

3.1.2. Araştırmada Kullanılan Balıklar

Araştırmada kırma mercan olarak bilinen mercan balıkları (*Pagellus erythrinus* L., 1758) çalışılmıştır. Bu amaçla her ay Antalya Körfezi'nde tespit edilen örnekleme sahalarından ortalama 10 adet olmak üzere toplam 273 adet (n=273) balık kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan kırma mercan balığı (*Pagellus erythrinus* L. 1758)

3.1.3. Balıkların Yakalanmasında Kullanılan Av Araçları

Araştırmada özellikle hormon ve kan analizlerinde canlı balık gerektiği için trol teknesiyle trol çekilerek, küçük balıkçı teknelerinin paraketa ve uzatma ağıları ile örnek toplanmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Araştırma Süresi ve Balıkların Avlanması

Çalışma, Aralık 2008 - Nisan 2010 tarihleri arasında belirlenen Antalya Körfezinde belirlenen avlama sahalarında, uygun hava koşullarında, mevsimsel olarak aylık periyotlarla örnek alınarak 12 ayda tamamlanmıştır.

Örnekleme yapılırken yakalanan balıkların değişik büyüklüklerde olmaları dikkate alınmıştır.

3.2.2. Metrik Çalışmalar

Laboratuara getirilen balıkların, boy, vücut kütlesi ve gonad kütlesi ölçümleri ve yumurta sayımları yapılmıştır. Ölçümlerde balıkların homoserk kuyruk tipine sahip olması nedeniyle, total ve standart boyları ayrı ayrı ölçülerek santimetre cinsinden; vücut ve gonad kütleleri ise gram cinsinden belirlenmiştir (Becer 1995).

3.2.3. GSI

Gonadosomatik İndeksi hesaplamak için balığın toplam gonad kütlelerinin, vücut kütlelerinden gonad kütlesi çıkartıldıktan sonraki kütlelerine bölünüp bulunan değer 100 ile çarpılması gerekmektedir. Böylece Gonadosomatik indeks yüzde olarak hesaplanmış olmaktadır (De Vlaming vd 1982, Ntiba ve Jaccarini 1990, Avşar 1998).

$$GSI = \frac{\text{Gonad kütlesi (g)}}{\text{Vücut kütlesi (g) - Gonad kütlesi (g)}} \times 100$$

3.2.4. Fekondite

Bu amaçla, balıktan alınan yumurtalar iyice kurutulup temizlendikten sonra tartılıp yumurta sayımı yapıldı. Gonad kütlesi yumurta sayısı ile çarpılıp, yumurta kütlelerine bölünerek toplam fekondite hesaplanmıştır (Avşar 1998).

$$F = \frac{\text{Gonad kütlesi (g)} \times \text{Yumurta sayısı}}{\text{Yumurta kütlesi (g)}}$$

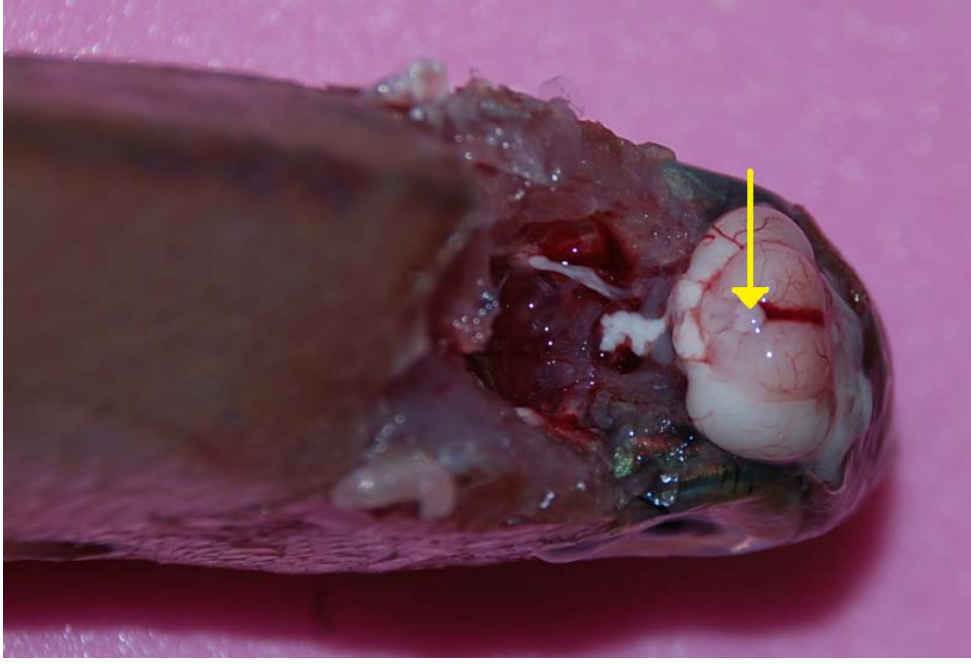
3.2.5. Balıklarda Yaş Tayini

Ölçüm ve tartım işlemi yapılan balıklarda yaş tayini, dorsal yüzgeç ile yanıl çizgi arasındaki bölgeden ince uçlu bir pensle alınan pul örneklerinden yapılmıştır. Bu pulların, yaş halkalarının net görülebilmesi için saf su, % 4'lük KOH ve %96'lık etil alkol serisinden geçirilmiştir. Bundan sonra pullar temiz iki lam arasına kuru olarak yerleştirilerek ışık mikroskobu yardımıyla yaş tayinleri yapılmıştır (Lagler vd 1962, Ricker 1975, Sarmaşık 1992, Becer 1995, Avşar 1998, Karataş 2010).

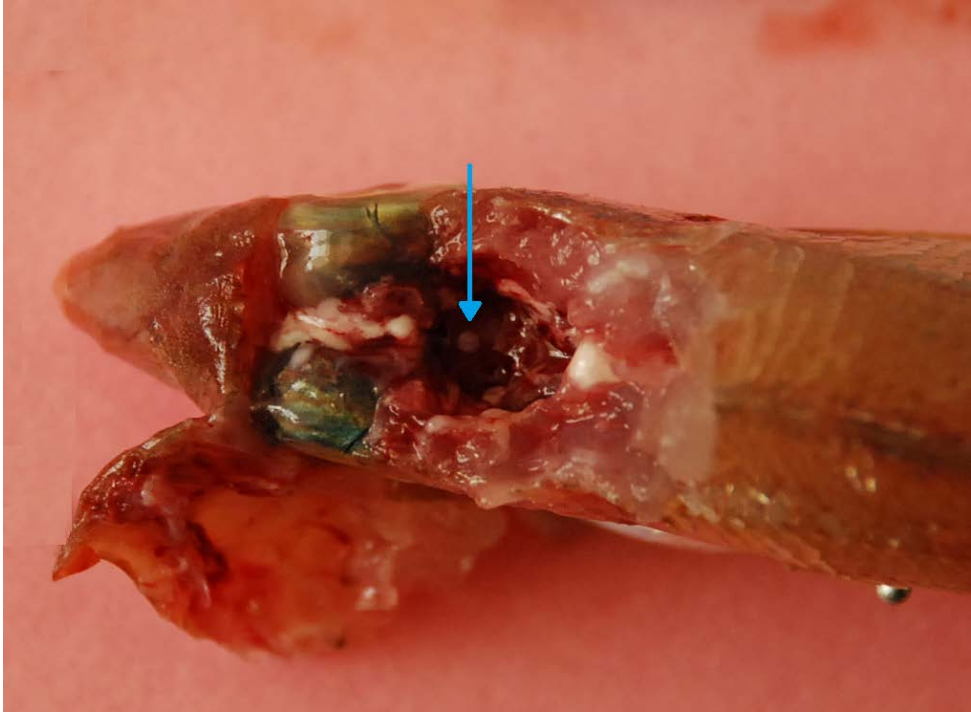
Elde edilen örneklerde, mat-beyaz renkli geniş halkalar yaz büyümesini, ince halkalar ise kış büyümesini ifade ettiğinden, her iki halka bir yaş olarak hesaplanmıştır (Baran ve Timur 1983, Becer 1995, Avşar 1998, Türkmen 2010, Karataş 2010).

3.2.6. Hipofizektomi

Hipofizektomi, balıktan hipofiz bezinin kranial insizyon yöntemiyle çıkarılmasıdır. Yakalanan balıklar hipofizektomi için laboratuvara getirilerek beyin etrafındaki bağ doku temizlenerek optik sinirler uçlarından kesilip ince uçlu bir pensle beyin tutularak önden arkaya doğru kaldırılarak hipofiz bezi beyinle birleşik çıkarılabildiği gibi, bazen de parasfenoid kemiğinde kendine ait çukurlukta kalabilmektedir. Bu durumda da ince uçlu pensle dışarı alınmıştır (Özen 1990, Balcı vd 2006) (Şekil 3.3-3.4).



Şekil 3.3. Kranial İnsizyonla çıkarılmış hipofiz bezi



Şekil 3.4. Hipofiz bezinin beynin hemen altında parasfenoid kemik çukuru içindeki görünümü

3.2.7. Gonadektomi

Balıkların anüsün ön kısmından girilerek iç organlara zarar vermeden ince uçlu bir makas yardımı ile ventral insizyonla operkulumuna kadar kesilir. Sonra karın boşluğu açılarak gonadlar bir pens yardımıyla dışarı alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Ventral insizyon uygulanarak gonadların çıkarılması

3.2.8. Histolojik Çalışmalar

3.2.8.1. Işık Mikroskopik Çalışmalar

Balıklardan alınan gonadlar ve hipofizler uygulanacak histokimyasal tekniğe bağlı olarak Bouin's ve %10'luk nötral formaldehit solüsyonu içerisinde en az 24-48 saat süre ile tespit edilmiştir. Nötral formaldehit içerisinde tespit edilen dokular, tespit sıvısının etkisini gidermek amacıyla bir saat su ile yıkandıktan sonra Bouin's tespit sıvısının kullanımında, dokular ayrıca %30, %50 ve %70'lik alkol kademelerinde tespit sıvısının etkisiyle oluşan sarı renk gidinceye kadar bekletilerek, tespit işleminden sonra uygulanan yöntemle, sıra ile değişik konsantrasyondaki alkollerde belli sürelerde bekletilen dokular, daha sonra ksilol ve parafin banyolarından geçirilip bloklanarak mikrotom ile kesilmeye hazır hale getirilmiştir (Culling 1963, Bancroft ve Stevens 1977, Roberts 1978, Curran 1995, Presnell ve Schreibman 1997, Demir 2001).

Normal histoloji için bloklanan dokulardan, 5 mikron kalınlığında alınan kesitler, albumin-gliserin karışımı yapıştırıcı sürülen lam üzerine alınıp, 40 °C sıcaklıktaki etüvde bir gece bekletilip, lama iyice yapışması sağlanılmıştır. Genel histolojik tanı için

Harris's Hematoksilin-Eosin ve Periyodik Asit Schiff (PAS) boyama yöntemlerinin özelliğine göre işlemler takip edilerek boyanmışlardır. Daha sonra histolojik ayrıntıları tespit etmek için boyanan ve kanada balsamı ile kapatılan preparatların, binoküler araştırma mikroskopunda (Olympus CX21) incelenerek, mikrofotografı çekilip değerlendirmeye alınmıştır (Culling 1963, Gabe 1976, Bancroft ve Stevens 1977, Roberts 1978, Özban ve Özmutlu 1995, Demir 2001).

3.2.8.2. Elektron Mikroskopik Çalışmalar

Elektron mikroskopik çalışma için kullanılan gonad ve hipofiz örneklerini tespit işleminde ise dokular %4'lük gluteraldehitte ön tespit işlemi ve ardından ikinci tespit işlemi için %1'lik osmiyum tetraoksit alınıp, dehidratasyona geçilmiştir. Dehidratasyon devam ederken, %1'lik uranil asetat ile dokulara kontrast vermek amacı ile inkübasyon gerçekleştirilerek dehidratasyon ise uranil asetat aşamasından sonra, artan alkol serileri ile propilenoksite kadar devam ettirilmiştir. Bu aşamadan sonra eşit hacimlerde alınarak hazırlanan propilenoksit-araldit (Araldit CY 212, DDSA, BDMA) karışımında dokular oda sıcaklığında, rotatorda 1 gece bırakılmış, ertesi gün, dokular araldit karışımına alınarak rotatorda 4 saat döndürülmüştür. Ardından gömme işlemine geçilerek, araldite gömülen dokular polimerizasyon için 60 °C'deki etüvde 48 saat bırakılmışlardır. Kapsüllerden çıkarılan doku bloklarından ultramikrotom ile yarı ince (1-2 µm) ve ultra ince (100-200 Å) kesitler alınıp, incelemeye hazırlanmıştır (Altunkaynak ve Altunkaynak 2006).

Elektron mikroskobu için ise Ultratom ile elde edilen ve 1-2 µm kalınlığında yarı ince kesitler toluidin mavisi ile boyanmış ve boyanan tüm kesitler entellan ile kapatıldıktan sonra ışık mikroskopta (Olympus BH 2; Japon) incelenmiştir.

Ayrıca 100-200 Å'luk kesitler ise uranil asetat ve kurşun sitrat ile boyanarak Zeiss Leo-906 Transmission Elektron Mikroskopunda (TEM) sonuçlar değerlendirilerek fotoğraflanmıştır (Şekil 3.6) (Altunkaynak ve Altunkaynak 2006).



Şekil 3.6. Zeiss Leo-906 marka Transmission Elektron Mikroskobu (TEMGA)

3.2.9. Üreme Özelliklerinin Tespiti

Mercan balık örneklerinin eşeyi ve eşeyssel olgunluk dönemleri gonadların makroskopik olarak incelenmesiyle tespit edilmişlerdir.

İncelenen mercan balıklarının gonad gelişim safhaları VALDÉS vd (2004)'nin belirttiği gibi 15 safhada tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.2.10. Hematolojik Çalışmalar

Hematolojik çalışmalar için avlanan balıklar, önce anal yüzgecine yakın yerden veya kalpten enjektör ile yaklaşık 1,5 cc kadar kan örnekleri alınmıştır (Şekil 3.7). Alınan kan örnekleri heparinli tüplere alınarak teknede bulunan içi buz dolu taşıma kabına konmuş ve en kısa sürede hem balıklar hem de kan örnekleri Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarına getirilerek incelemeye alınmıştır (Avşar 1998, Karataş 2010).



Şekil 3.7. Kıрма mercan balığından kan örneğinin alınması

Alınan kan örnekleri 4 °C'de, 15 dakika 3000 devirde santrifüj edildikten sonra plazma kısmı ayrılarak plazmalar ependorf tüplerine konarak ağzı parafinle kapatılıp numaralanarak daha sonra analiz yapılması için, Sağlık Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarında -20 °C'lik derin dondurucunda saklanılmıştır (Lusková 1997, Johnson vd 1998).

Örnekleme bitmesiyle Akdeniz Üniversitesi Sağlık Birimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarında yapılan analizlerle, ELISA yöntemi kullanılarak üreme hormonlarının sonuçlarına bakılmıştır.

3.2.11. Vitellojenin Miktarının Tespiti

Vitellojenin düzeyi homolog (enzyme-linked immunosorbent assays) ELISA yöntemi kullanılarak plazma içerisinde ölçülmüştür.

3.2.12. Steriod Analizleri

Steroid analizi için, plazma örnekleri ilk olarak alkolle ekstrakt edildi. Buzla soğutulmuş metanol, (3000g, 15 min, 4 °C) santrifüj edilmiş ve karıştırılmış plazmaya (6:1 oranında) eklenildi. Pelet (çökelti) 200 µl'lik methanol'le 2 kez tekrar ekstrakt edildi. Supernatantlar toplandı, kurutuldu ve potasyum fosfat tamponu (0.1 M, pH 7.4)'nun 120 µl'de yapısı yeniden düzenlenildi. Daha sonra analiz için -20 °C saklandı. Estradiol (E2), 11 Keto Testosterone (11 KT) ve Testosterone (T)'nun seviyesi ELISA yöntemiyle plazma örnekleri *Argyrosomus regius* (sarı ağız) için geçerli daha önceden kullanılan bir protokolle ölçüldü (Guzmán vd 2005, Mañanós 2009). Steroid ELISA olarak, fare anti-tavşan IgG monoklonal antikora (Cayman Chemical) kaplanmış 96'lık mikrotelater (Maxisorp, 96-well microplates, Nunc) (4 °C) aşağıdaki karışımla (0.2 ml), standart (E2, 11 KT ve T) (Sigma–Aldrich) veya örnek, belirli steroid antikor ve Asetilkolinesteraz inhibitörü (Cayman Chemical) karıştırılarak bir gece inkübe edildi. Daha sonra renk gelişimi Ellman's reaktifi (0.1M potasyum fosfat, pH 7.4'ta, 34 mM asetilkolin ve 27 mM dithiobis-2-nitrobenzoik asit) ilavesiyle elde edildi. Tamamen karanlık bir odada, oda sıcaklığında 4 saat tutularak, absorbansı 405 nm'de ELISA cihazında okutulmuştur (Guzmán vd 2005, Mañanós 2009).

3.2.13. İstatistiki Analiz

Veriler ortalama \pm standart hata şeklinde ifade edildi. ELISA sonuçlarının ifadesi ($\logit (Bi/Bo) = \ln(Bi - NSB/Bo - NSB)$) logit dönüşümü kullanılarak, sigmoid standart eğrinin doğrusallaştırılmasından sonra uygulandı. Belirsiz kör NSB, maksimum kör Bo ve her noktanın körünü de Bi temsil eder.

Araştırma GSI ile E2, T, 11 KT ve VTG arasındaki ilişkileri incelemek için Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır (Anonymous: SPSS for Windows. Release 11.0.0, SPSS Inc. 2001) ($r =$ Pearson korelasyon katsayısı).

4. BULGULAR

4.1. Balıkların Avlanmaları

Balıkların avlanması sırasında su sıcaklığının düştüğü kış aylarında mercan balıklarının kıyıya yaklaştığı, suların ısındığı yaz aylarında ise derinlere doğru gittikleri görülmüştür.

Balıkların üreme faaliyetlerini su sıcaklığının 19–27 °C arasında değişim gösterdiği, anatomik incelemelerinden Nisan ayı ortalarından başlayıp Eylül ayının sonuna kadar yumurta bıraktıkları tespit edilmiştir.

4.2. Balıkların Boy, Vücut Kütleleri ve Yaşları

Yakalanan 273 adet (n=273) Kıрма Mercan balıklarının yaşları 0⁺-8⁺; kütleleri 21.7-426.1 g; total boy uzunlukları 11,6-35,2 cm arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Ayrıca gonadların morfolojik gelişim evrelerinde ortalama kütleleri çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kıрма Mercan balıklarının yaş, vücut kütlesi ve boy kompozisyonu

Yaş	Balık sayısı (n)	Balık kütlesi (min-max) (g) ortalaması±sd	Total boy (min-max) (cm) ortalaması±sd
I	19	21.7-43.8 32.49±5.91	11.6-14.8 13.44±0.85
II	68	33.5-87.7 56.02±11.71	14.0-18.4 16.18±0.98
III	70	52.71-116.9 79.46±16.29	15.7-22.0 18.6±1.17
IV	63	59.2-143.4 113.39±16.45	18.2-23 20.58±1.12
V	42	101.2-236 148.25±19.26	20.0-24.7 22.36±1.35
VI	7	176-290 215.91±25.89	20.9-27.1 24.52±1.78
VII	3	276.1-385.2 340.56±51.13	25.8-28.6 30.12±3.63
VIII	1	426.1 -	35.2 -

Çizelge 4.2. Gonad gelişim evrelerine göre kırma mercan balıklarının vücut kütlesi ve boy ortalamaları

Evreler		Balık sayısı (n)	Balık kütlesi (min-maks) (g) $W \pm SS$	Balık Boyu (min-maks) (cm) $T_L \pm SS$
OLGUNLAŞMAMIŞ EVRE		42	27.7-290 61.45±45.02	12.3-22.7 16.02±2.24
DİŞİLİK EVRELERİ	F ₁	35	21.7-160 63.02±25.95	11.6-22.5 16.65±1.98
	F ₂	10	49.90-164.4 88.53±33.04	15.8-23.5 18.51±2.11
	F ₃	16	62.40-165.2 110.31±26.71	16.9-23.1 20.18±1.88
	F ₄	7	64.33-128.4 112.31±25.28	16.5-21.6 18.47±1.62
	F ₅	39	72.6-211 117.39±31.07	14.5-26.6 19.90±2.14
	F ₆	35	31.0-164.7 79.74±29.45	13.2-23.2 17.84±2.12
GEÇİŞ PERİYODU	T ₁	10	58.3-249.8 103.8±65.17	15.5-24.7 18.82±3.04
	T ₂	5	87.2-388.4 146.0±68.67	16.6-27.5 20.34±3.74
	T ₃	7	85.2-250.7 172.28±102.77	16.8-29.4 21.81±4.20
ERKEKLİK EVRELERİ	M ₁	12	87.2-388.6 125.35±30.81	17.9-29.8 21.1±3.05
	M ₂	15	70.4-320.5 136.5±71.04	17.5-28.6 21.08±3.12
	M ₃	17	59.2-392.2 153.85±79.83	18.6-29.6 22.5±3.11
	M ₄	14	82.7-288.9 149.97±46.27	18.5-23.7 22.03±1.36
	M ₅	8	116.9-426.1 191.56±101.88	18.8-35.2 22.46±5.32

4.3. Gonad Gelişimi

Gonadların histolojik incelemelerinde ilk gelişen eşeyin dişilik daha sonra ise erkeklik olduğu saptanmış, buna göre balıkların protojini (protogynous) tip hermafrodit olduğu anlaşılmıştır.

Bu araştırmada incelenen mercan balıklarının (*P. erythrinus*) eşeyssel yaşamlarının başlıca dört evreden şekillendiği görülmüştür. Bu evreler; olgunlaşmamış dişi, olgun dişi, dişilikten erkekliğe geçiş ve erkeklik evreleridir.

4.3.1. Dişi Bireylerde Gonad Gelişimi

4.3.1.1. Anatomik Bulgular



Şekil 4.1. Kırma mercan balığında ovaryum yapısı



Şekil 4.2. Kırma mercan balığında ovaryumun görünümü

Gonad gelişimini tespit etmek için balıklar da ventral yarık açılarak, ovaryumların, hava kesesinin hemen altında yer aldığı ve mezenterle vücut boşluğuna anterio-dorsal

pozisyonda asılı durumda olduğu görülmüştür. Dişi balıklarda gonadlar makroskobik olarak incelendiğinde iki eşit lobtan meydana gelmiş olduğu ve iki gonad lobunun posterior uçlarında birleşerek kloaka açıldıkları tespit edilmiştir. Posterio-ventralde bulunan idrar kesesi ve mezonefrik kanallar ile vücut boşluğundan ürogenital papillaya açılmaktadır (Şekil 4.1).

Genç bireylerde gonadların daha eşeyssel olgunluğa erişmemiş oldukları ve ince ipliksi beyaz bir zar şeklinde olduğu; ancak stereo-mikroskobik olarak incelendiğinde ise, küçük beyaz şeffaf granüller şeklinde yumurta hücreleri içerdiği gözlemlenmiştir.

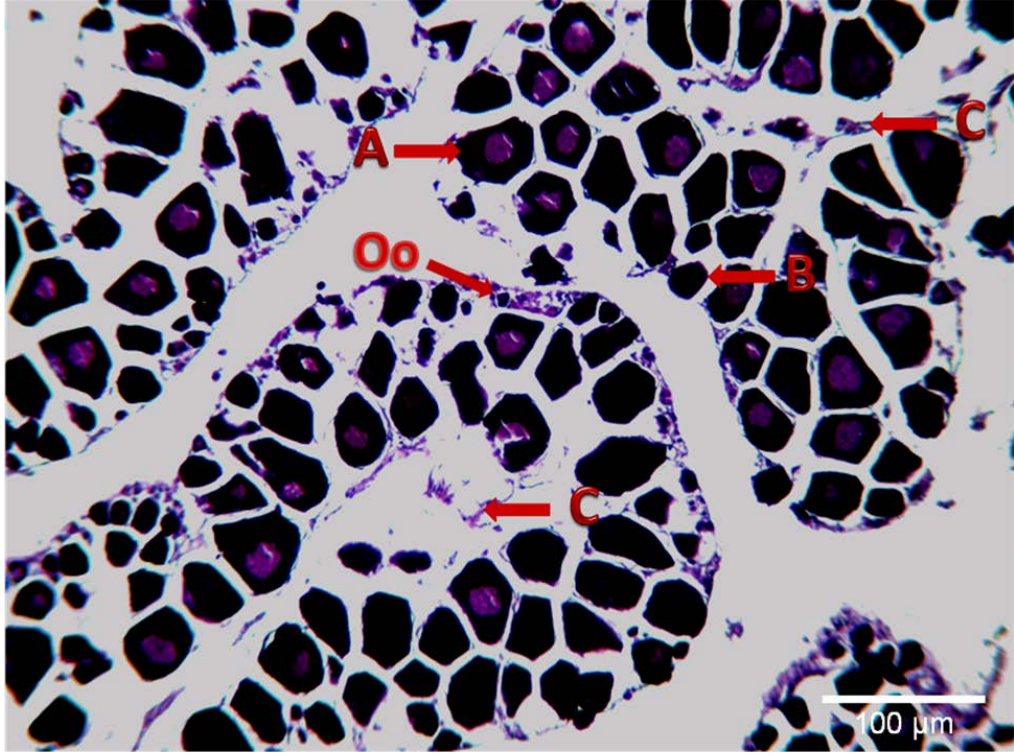
Olgunlaşmış balıklarda, ovaryumların şeffaf bir dış zarla çevrilmiş olduğu, bu zarın açılmasıyla görülmüştür. Eşeyssel olgunluğa ulaşmamış balıklarda ovaryum pembemsi bir renklenme gösterirken, olgunlaşanlarda koyu portakal renkte olduğu belirlenmiştir. Olgun ovaryumların her birisinde dallara ayrılmış iki gonadal damarla vaskülarize olduğu görülmüştür (Şekil 4.2).

4.3.1.2. Histolojik Bulgular

4.3.1.2.1 Olgunlaşmamış Dişi

Bu evrede 0⁺-IV⁺ yaşlarında toplam 42 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri (W) 61.45 g, total boyları ise 16.02 (TL) cm olarak ölçülmüştür. Bu evre en çok Eylül-Mart ayları arasında görülmüştür. En yüksek oranda görüldüğü ay Kasım ayıdır (%47,9) (Çizelge 4.3).

Bu evrede I. yaşında olan balıkların gonadlarına çıplak gözle bakıldığında ip benzeri ince damarlı bir görünüm tespit edilmiştir. Hazırlanan histolojik kesitlerde görülen granülasyonun henüz gelişmemiş ve birbirine çok yakın paketler halindeki koyu boyanmış oositlerin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3).



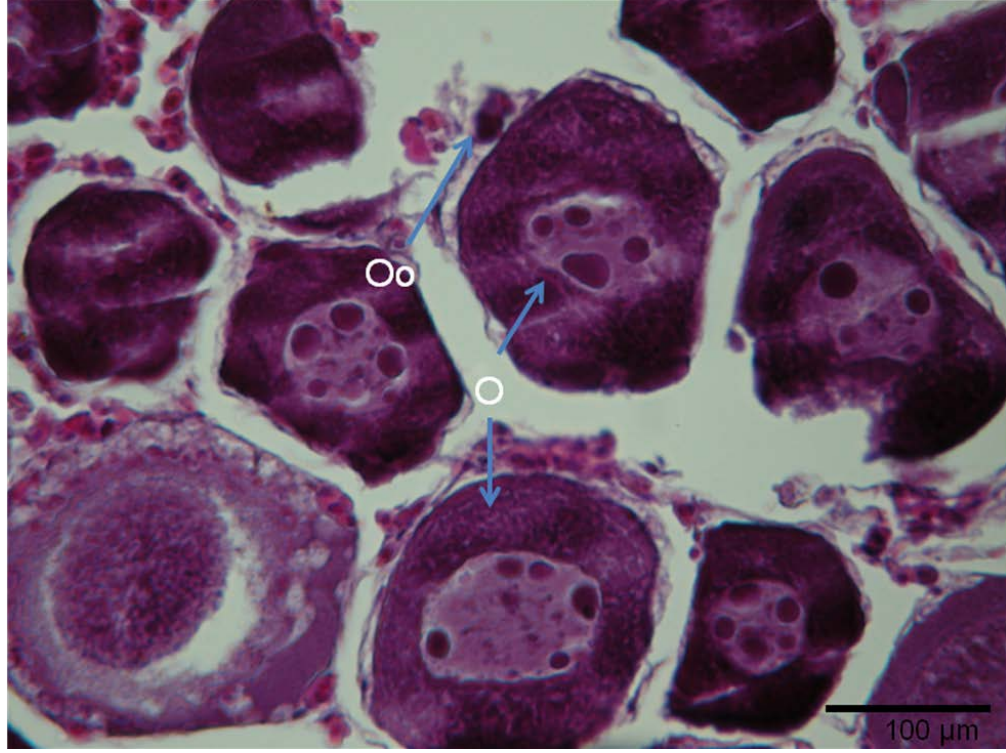
Şekil 4.3. Kasım ayına ait örnekte olgunlaşmamış oositler (H+E)

A: Perinükleer nukleoli B: Koyu boyanmış küçük oosit Oo: Oogonium
C: Ovarian katlantılar

4.3.1.2.2. Kromatin-nukleolus evresi (F₁)

Bu araştırmada F₁ evresinde I⁺-III⁺ yaşlarında toplam 35 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri W=63.02 g, total boyları ise T_L=16.65 cm olarak ölçülmüştür. Bu evre en çok Ağustos-Şubat ayları arasında görülmüştür. En yüksek oranda (%44,4) görüldüğü ay Ocak ayıdır (Çizelge 4.3).

Mayotik profazın ilk evresinde oosit ve oogonia görülmektedir. Henüz fonksiyonel hale gelmemiş ovaryumların granüllü bir görünüş kazandıkları evredir (Şekil 4.4).



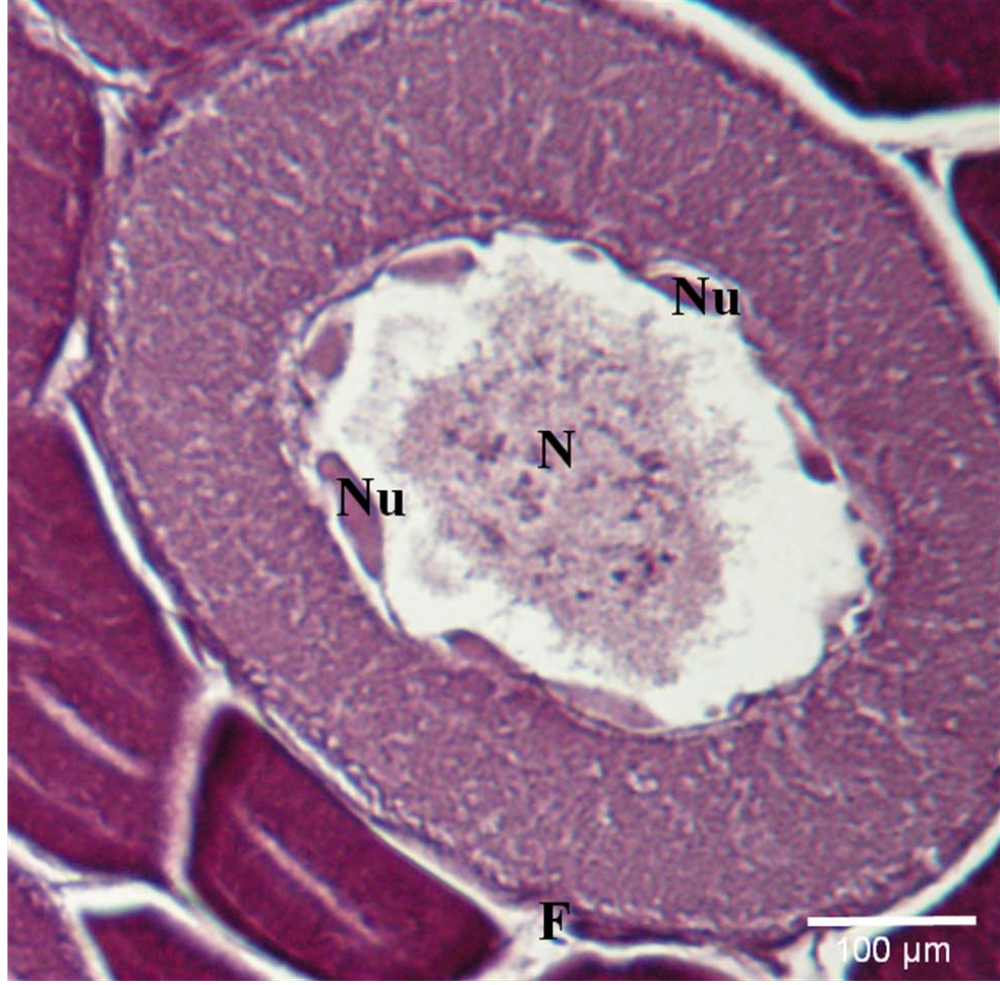
Şekil 4.4. Ağustos ayına ait örnekte F₁ evresinde oositler (H+E)

Oo: Oogonium O: Oosit

4.3.1.2.3. Perinukleolus evresi (F₂)

Araştırmada I⁺-IV⁺ yaşlarında toplam 10 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri W=88.53 g, total boyları ise T_L=18.51 cm olarak ölçülmüştür. Bu evre en çok Ocak-Nisan ayları arasında görülmüştür. En yüksek oranda (%27,8) görüldüğü ay Ocak ayıdır (Çizelge 4.3).

Bu evrede oositler homojen bir sitoplazma, büyük nukleus ve pek çok sayıda küçük uzamış görünüşlü periferik nukleoluslar içermektedir. Önceki evreye göre nukleoluslar daha çok sayıda ve periferik yerleşimlidir. Ayrıca sitoplazma önceki aşamalara göre çok daha bazofilik tespit edilmiştir. Bu evrede, gelişmekte olan oositlerin merkezi olarak yerleşim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.5).



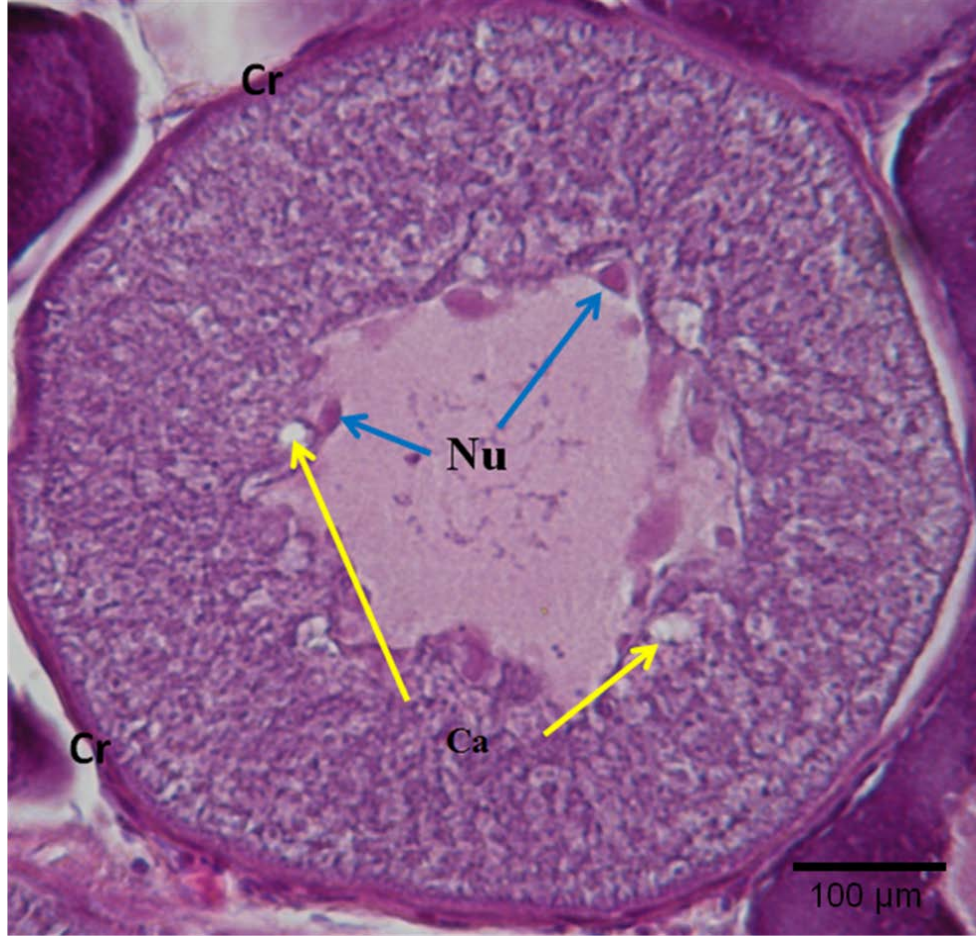
Şekil 4.5. Şubat ayına ait örnekte F₂ (Perinukleolus) evresinde oosit (H+E)

N: Nukleus **Nu:** Nukleolus **F:** Folliküller hücre

4.3.1.2.4. Kortikal alveoli evresi (F₃)

F₃ evresinde II⁺-V⁺ yaşlarında toplam 16 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri; W=110.31 g, total boyları ise; T_L=20.18 cm olarak ölçülmüştür. Bu evre Şubat-Temmuz ayları arasında görülmüştür. En yüksek görülme oranı Mart ayında % 20 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Bu evrede oositlerde bazofilik ve homojen olmayan sitoplazma izlenmiştir. Sitoplazmada bir önceki evrede görülmeyen kortikal alveoliler tespit edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Mart ayına ait örnekte F₃ (Kortikal alveoli) evresi (H+E)

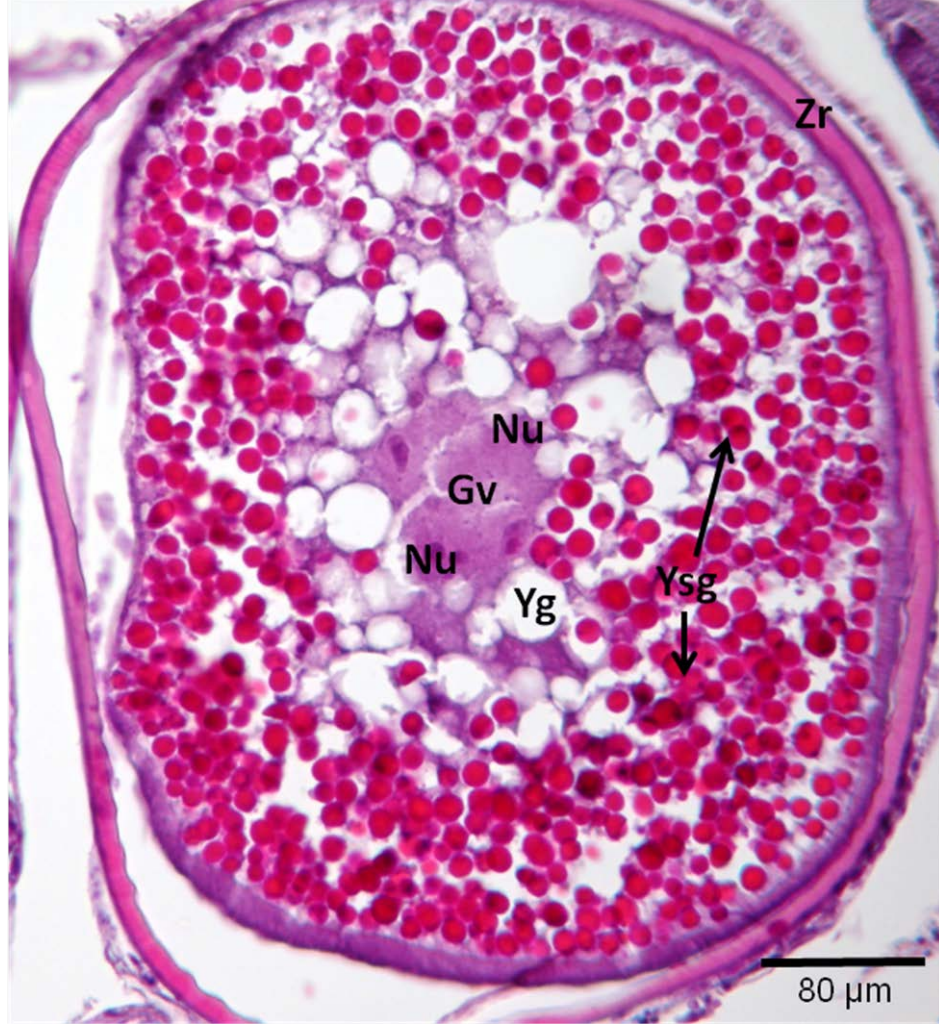
Ca: Kortikal alveoli **Cr:** Koriyon; **Nu:** Nukleolus

4.3.1.2.5. Vitellogeniz (F₄)

Bu araştırmada F₄ evresinde III⁺-V⁺ yaşlarında toplam 7 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri; W=112.31 g, total boyları ise; T_L=18.47 cm olarak ölçülmüştür. Bu evre Mart-Haziran ayları arasında görülmüştür. En yüksek görülme oranı (% 5,7) Mart ayında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Bu evrede sitoplazma içinde kırmızı renkli (asidofilik) yumurta sarısı granülleri oosit çeperine yakın bölgeden başlayarak yaygın olarak görülmüştür. Oosit büyüklüğü bir önceki evreye göre artmış ve yağ damlacıkları büyüyerek daha belirgin bir hale gelmiştir. Oosit büyüklüğündeki artışın sitoplazmada gözlenen çok sayıda besin

birikimiyle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Zona radiata kalınlaşmıştır. Oosit olgunlaşmasının göstergesi olan germinal vezikül izlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Mayıs ayına ait örnekte Vitellogenez (F₄) evresi (H+E)

Gv: Germinal vesicle **Nu:** Nukleolus **Yg:** Yağ globülleri

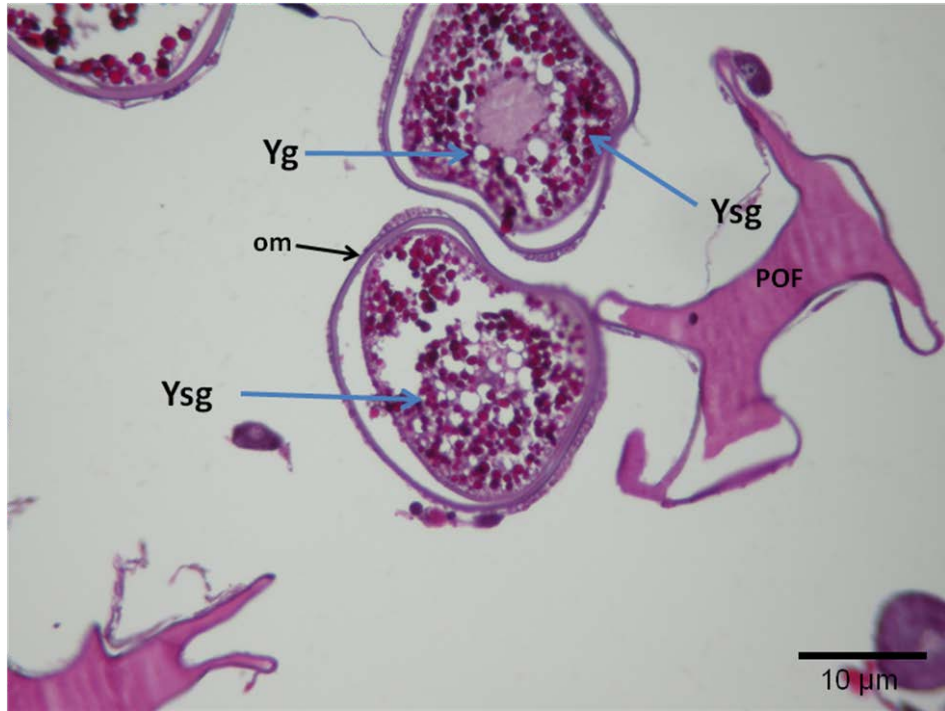
Zr: Zona radiata **Ysg:** Yumurta sarısı granülleri

4.3.1.2.6. Olgunluk (F₅)

F₅ evresinde IV⁺-VI⁺ yaşlarında toplam 39 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri; W=117.39 g, total boyları ise T_L=19.90 cm olarak ölçülmüştür. Bu evre en çok Mart-Eylül ayları arasında görülmüştür. En yüksek görülme oranı %36,5 Mayıs ayında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Bu oositlerde germinal vezikülün animal kutba göçünü tamamladığı, şeklini tamamen yitirdiği ve nukleolusların da sitoplazma içinde kayboldukları saptanmıştır.

F₅ evresinde hidrate büyük oositler ve post ovulatuvar folliküller tespit edilmiştir. Yağ damlacıkları ise artarak veya birleşerek daha büyük görünmektedir. Daha ileri aşamada ise yumurtanın bütün lipid ve protein içeriği karışarak homojen bir yapı almakta ve yumurtanın fazlaca büyümesinden dolayı korion çok incelmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Eylül ayına ait örnekte Olgunluk (F₅) evresi (H+E)

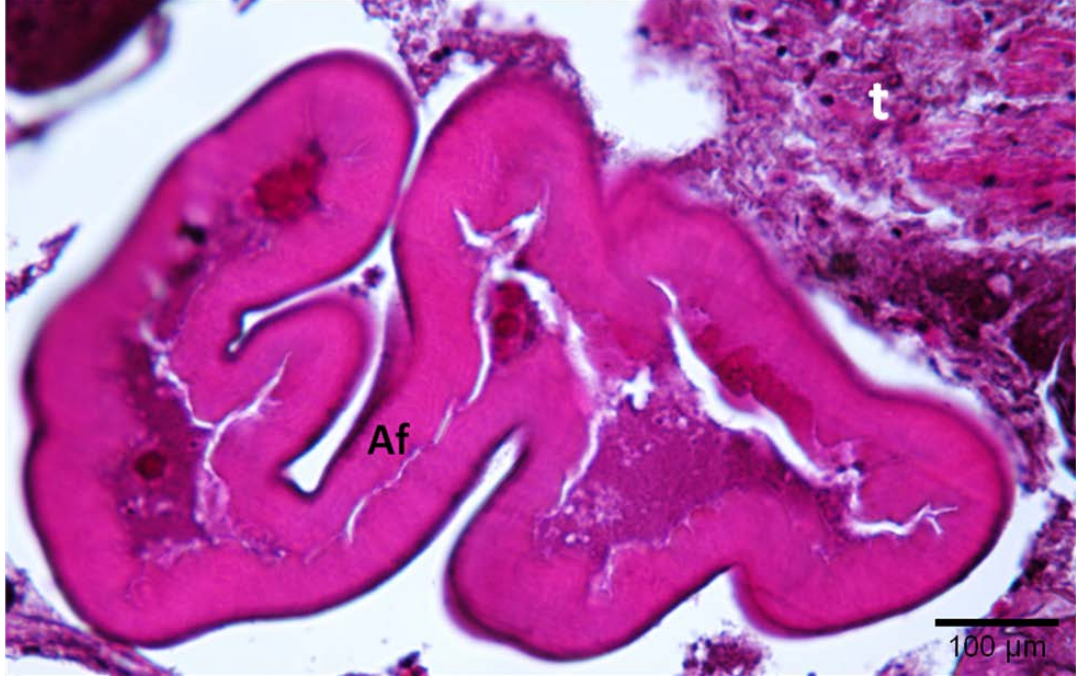
Yg: Yağ globülleri **POF:** Post ovulatuvar follikül

om: incelmış oosit membranı **Ysg:** Yumurta sarısı granülleri

4.3.1.2.7. Yumurtlama sonrası (F₆)

Bu araştırmada III⁺-VII⁺ yaşlarında toplam 35 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri; W=79.74 g, total boyları ise; T_L=17.84 cm olarak ölçülmüştür. Bu evre en çok Nisan-Aralık ayları arasında görülmüştür. En yüksek görülme oranı %37,4 Ağustos ayında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Histolojik gözlemlerde, üreme dönemi sonunda yumurtalıktan atılmamış, çok sayıda atretik follüküle rastlanmıştır. Bu evrede F₄ ve F₅ evresindeki oositlerin varlığı görülmemiştir. Dişi üreme hücreleri arasında ise erkek üreme hücrelerinin kümeleşmeye başladığı tespit edilmiştir. Bu nedenle dişilik karakterinde son aşamaya ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Ağustos ayına ait örnekte Yumurtlama sonrası (F₆) evresi (H+E)

Af: Atretik follükül t: Gelişmekte olan testis dokusu

4.3.2. Geçiş Dönemi Gonad Gelişimi

4.3.2.1. Anatomik Bulgular

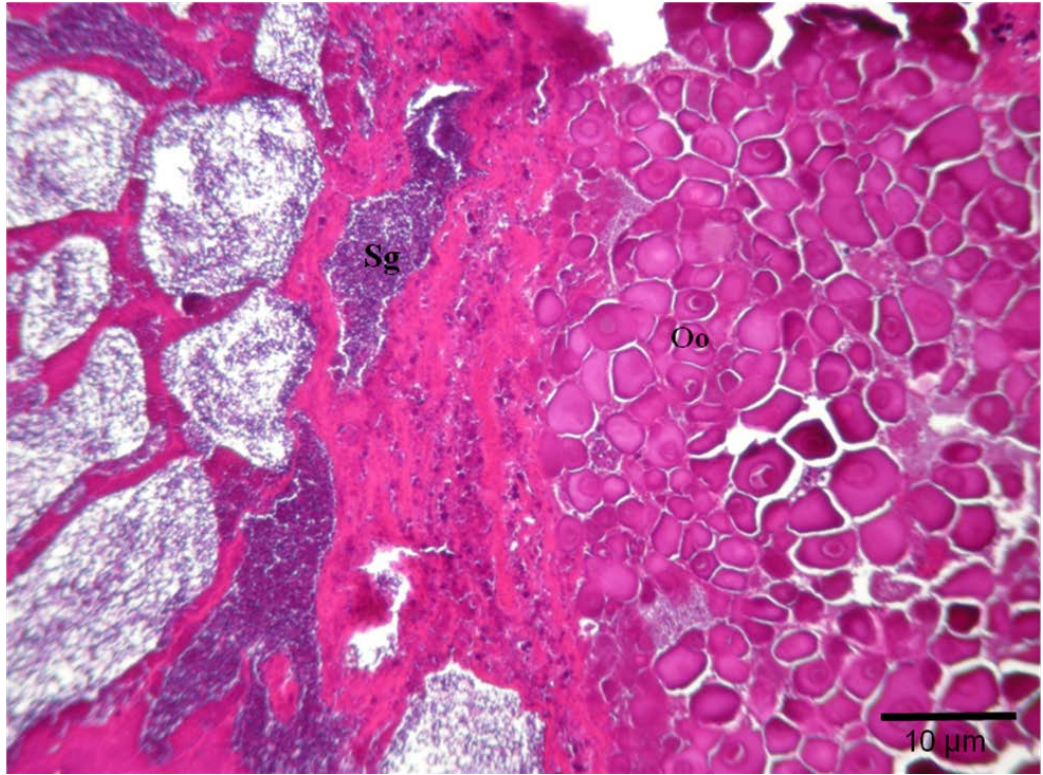
Balıkların dişilikten erkeklığe geçiş dönemlerinde, beyazımsı renkte görünüm verdiği ve önceki granüler yapının yerine süngerimsi bir doku oluşumu dikkat çekmiştir. Geçiş dönemi; spermatogonia kümeleri (T₁), geçiş evresi (T₂) ve son eşey değişimi (T₃) olarak 3 evrede incelenmiştir.

4.3.2.2. Histolojik Bulgular

4.3.2.2.1. Spermatogonia kümeleri (T₁)

Bu araştırmada II⁺-III⁺ yaşlarında toplam 10 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri; W=103.8 g, total boyları ise; T_L=18.82 cm olarak ölçülmüştür. Bu evre Ağustos-Mart ayları arasında görülmüştür. En yüksek görölme oranı % 11,8 Ekim ayında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Ovaryumun periferinde ilk spermatogonia kümelerinin bulunduğu görülmüştür (Şekil 4.10).



Şekil. 4.10. Mart ayına ait örnekte T₁ evresinde spermatogonia kümeleri (H+E)

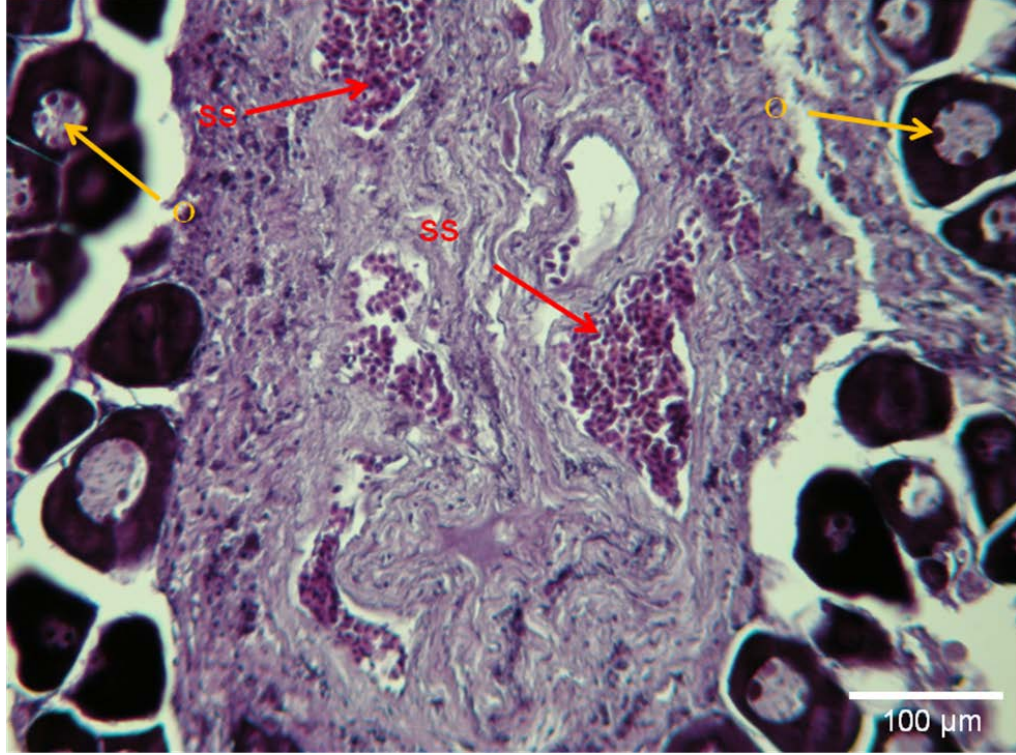
Oo: Oögonia; Sg: spermatogonia

4.3.2.2.2. Geçiş evresi (T₂)

Çalışmada II⁺-IV⁺ yaşlarında toplam 5 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri (W) 146.0 g, total boyları ise 20.34 (T_L) cm olarak ölçülmüştür.

Bu evre Mart-Eylül ayları arasında görülmüştür. En yüksek görülme oranı Ağustos'ta %7,2 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Bozulmamış bir ovaryumun periferinde aktif spermatogenezin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 4.11).



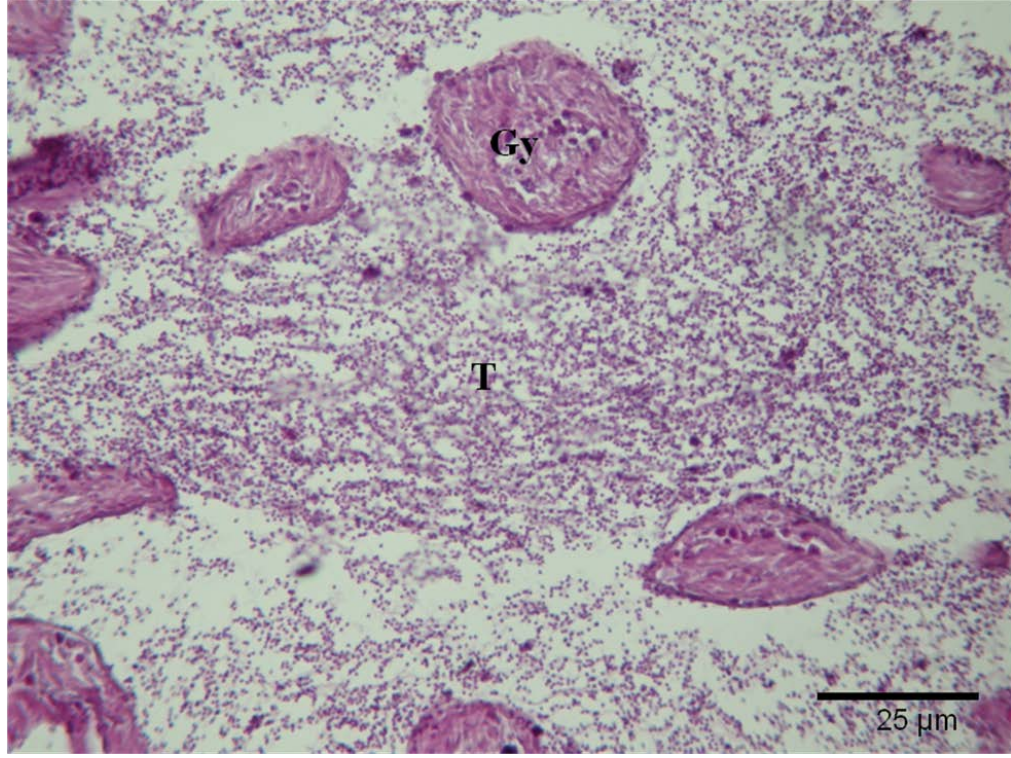
Şekil 4.11. Eylül ayına ait örnekte T₂ evresinin görünümü (H+E)

SS: Sekonder spermatosit **O:** Oosit

4.3.2.2.3. Son eşey değişimi (T₃)

Bu evrede III⁺-VI⁺ yaşlarında toplam 7 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri (W) 172.28 g, total boyları ise 21.81 (T_L) cm olarak ölçülmüştür. Bu evre Mayıs-Kasım ayları arasında görülmüştür. En yüksek görülme oranı Ağustos ayında %12,5 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Ciddi şekilde gerilemiş ovaryum bölgesi ve gelişmeye başlayan testis görülmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Temmuz ayına ait örnekte son Eşey değişimi (T₃) evresi (H+E)

Gy: Gerilemiş ovaryum **T:** Gelişmeye başlayan testis

4.3.3 Erkeklikte Gonad Gelişimi

4.3.3.1. Anatomik Bulgular

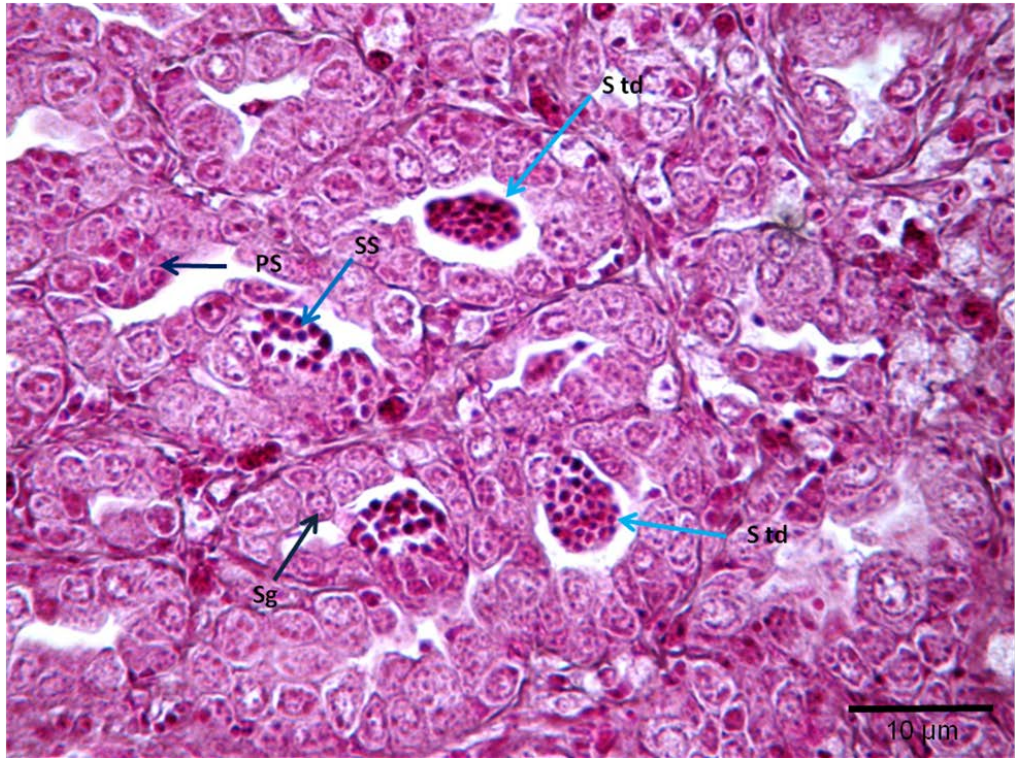
İncelenen erkek balıkların dişi balıklara göre daha büyük ve yaşlı oldukları tespit edilmiştir. Gonadlar dişilerin ovaryumları gibi vücut boşluğunun posteriorunda hava kesesinin ventralinde mezenterler yardımıyla anterio-dorsal de asılı olarak bulunmaktadır. Testislerin olgun erkek balıklarda gri renkli ve birbirine eşit iki lobtan oluştuğu belirlenmiştir. Sperm kanalı da posterior olarak anüse açılmaktadır. Bu eşeysellikte beş evre tespit edilmiştir. Bunlar; spermatogenez (M₁), spermiogenez (M₂), spermiasyon (M₃), sperm bırakımı (M₄) ve dinlenme (M₅) olarak 5 evrede incelenmiştir.

4.3.3.2. Histolojik Bulgular

4.3.3.2.1. Spermatogenez (M₁)

Araştırmada IV⁺-VI⁺ yaşlarında toplam 13 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri; W=125.35 g, total boyları ise; T_L=21.1 cm olarak ölçölmüştür. Bu evre en çok Mayıs-Aralık ayları arasında görölmüştür. En yüksek görölme oranı %22,8 Aralık ayında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Bu evrede, çoğunlukla spermatogonia ve bir miktar primer spermatozit kitlesi görölmektedir (şekil 4.13).



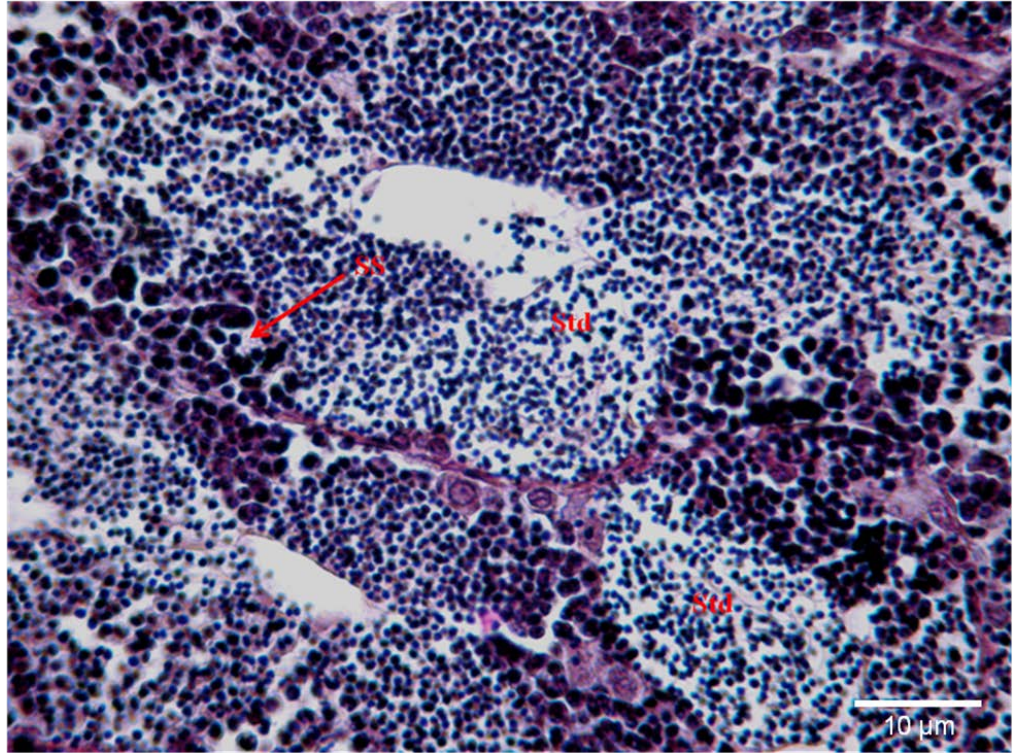
şekil 4.13. Haziran ayına ait örnekte Spermatogenez (M₁) evresi (H+E)

Sg: Spermatogonia **PS:** Primer spermatozit **SS:** Sekonder spermatozit
Std: Spermatid

4.3.3.2.2. Spermiogenez (M_2)

Bu araştırmada III⁺-IV⁺ yaşlarında toplam 15 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri; W=136.5 g, total boyları ise; T_L=21.08 cm olarak ölçölmüştür. Bu evre en çok Kasım-Haziran ayları arasında görölmüştür. En yüksek görölme oranı % 12,5 şubat ayında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

M_2 evresinde, spermatid ve spermatozoa, spermatositlere göre daha yoğun olarak görölmüştür. Ancak, sperm kanalları iyi gelişmemiştir (şekil 4.14).



şekil 4.14. Haziran ayına ait örnekte Spermiogenez (M_2) evresi (PAS)

SS: Sekonder Spermatosit Std: Spermatid

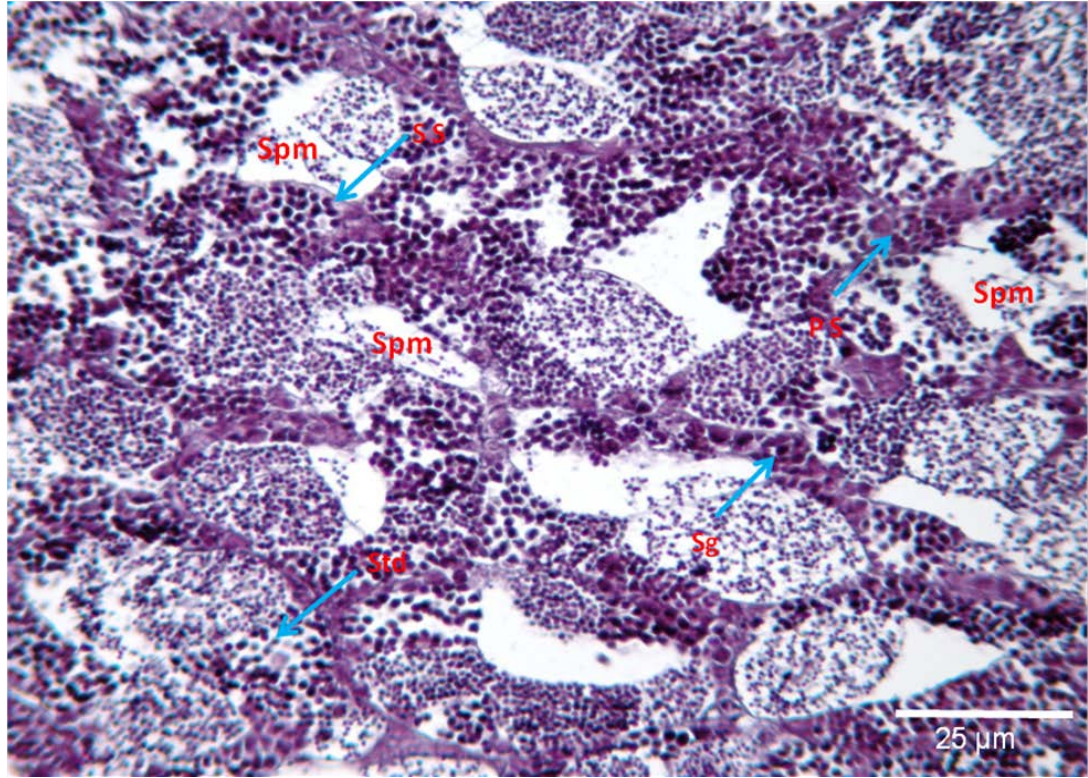
4.3.3.2.3. Spermiasyon (M_3)

M_3 evresinde III⁺-V⁺ yaşlarında toplam 17 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri; W=153.85 g, total boyları ise; T_L=22.5 cm olarak

ölçülmüştür. Bu evre Şubat-Temmuz ayları arasında görülmüştür. En yüksek görülme oranı %20 Mart ve Nisan aylarında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Testiste ve deferens kanallarda bol spermatozoa ile birlikte spermatidlerin varlığı görülmektedir.

Kalın bağ dokusu bölmelerle ayrılmış lobüllerin içerisinde önce spermatogonium sonra primer ve sekonder spermatozoid, sonra spermatid ve son olarakta spermatozoa aşamasına ulaştıkları saptanmıştır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Haziran ayına ait örnekte Spermiyasyon (M₃) evresi (H+E)

Sg: Spermatogonia **PS:** Primer spermatozoid **SS:** Sekonder Spermatozoid

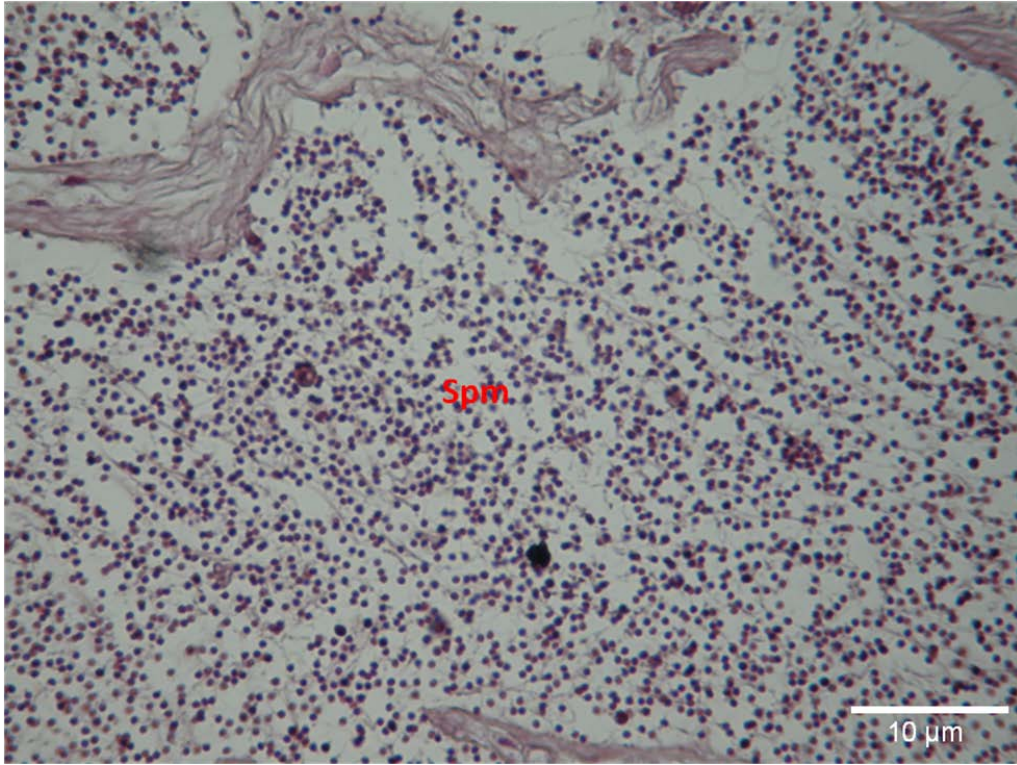
Std: Spermatid **Spm:** Spermatozoa

4.3.3.2.4. Sperm bırakımı (M₄)

Bu araştırmada IV⁺-VI⁺ yaşlarında toplam 14 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri (W) 149.97 g, total boyları ise 22.03 (T_L) cm olarak

ölçülmüştür. Bu evre Mart-Eylül ayları arasında görülmüştür. En yüksek görülme oranı Nisan ayında %16 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Olgunlaşmayı takiben testisin enine kesitinde tübüllerde iyi gelişmiş merkezi lümen ve kısmen boş ancak az sayıda spermatozoa izlenmiştir (Şekil 4.16).



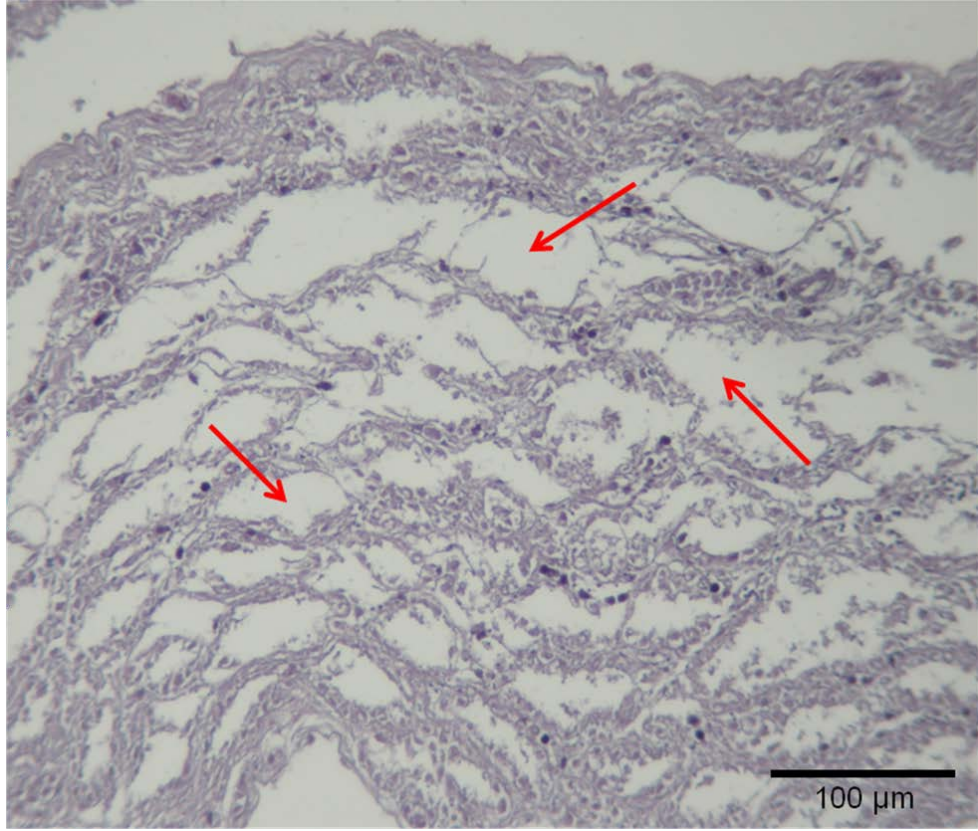
Şekil 4.16. Eylül ayına ait örnekte Sperm bırakımı (M_4) evresi (H+E)

Spm: Spermatozoa

4.3.3.2.5. Dinlenme (M_5)

Bu araştırmada IV^+ - $VIII^+$ yaşlarında toplam 8 adet balık yakalanmıştır. Yakalanan balıkların ortalama total kütleleri (W) 191.56 g, total boyları ise 22.46 (T_L) cm olarak ölçülmüştür. Bu evre Ağustos-Kasım ayları arasında görülmüştür. En yüksek görülme oranı Ekim ayında %11,8 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Üreme sezonu sonunda gerilemiş erkek gonad dokusu tespit edilmiştir. Sperm üretimi yoktur. Boş tubuluslar görülmüştür (Şekil 4.17).



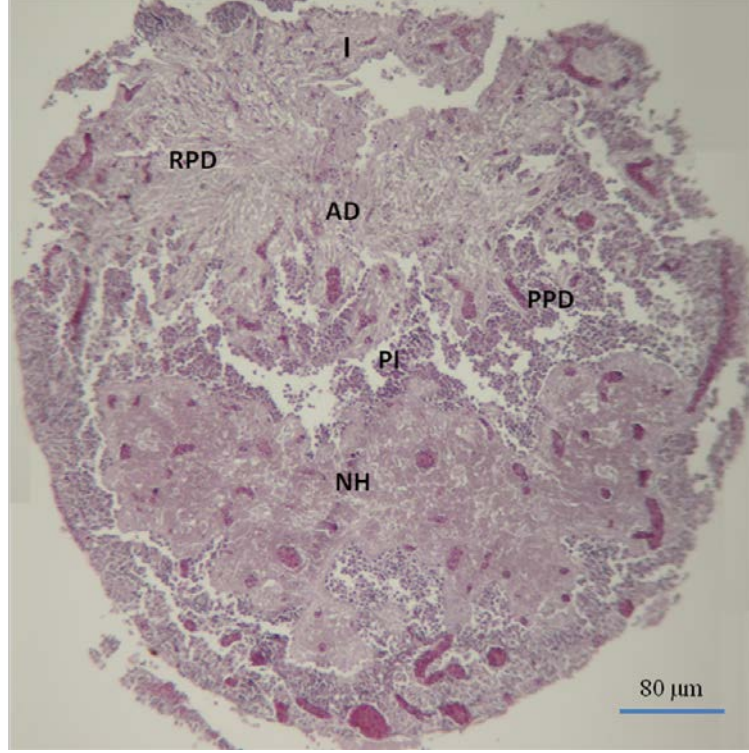
Şekil 4.17. Ekim ayına ait örnekte Dinlenme (M₅) evresinde testis tubülleri (Ok) (H+E)

4.4. Hipofiz

Araştırmada kullanılan balıkların hipofizektomi operasyonu ile kafatasının frontal kısmı açıldığında beyinin koruyucu bir bağ dokusu ile çevrilmiş olduğu görülmüştür. Krem beyazı renkte olan hipofiz bezi, kafatasının parasfenoid kemiğinde bulunan “sella tursika” denilen kendine ait bir çukurluğa gömülü olarak bulunur. Hipofiz sapı denilen infundibulum bölgesi oldukça nazik ve ince bir yapıya sahip olmasından dolayı hipofizektomi sırasında çok çabuk kopabilmekte ve iç boşluğu içeriye doğru uzanmamaktadır. Bununla birlikte bazen beyin ile birlikte çıkarılmıştır. Ayrıca hipofiz bezinin pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğu görülmüştür.

Histolojik incelemelerinde, hipofiz bezinin düzgün dairesel yuvarlak biçimde olduğu tespit edilmiştir. Organın infundibulum bölgesi, anterior ve posterior lobları oldukça

belirgindir. Çalışılan örneklerden III⁺ yaşına ait kırma mercan balığı hipofizinin genel görüntüsünde ince ve kısa bir infundibulum ile beyne bağlandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.18-19).

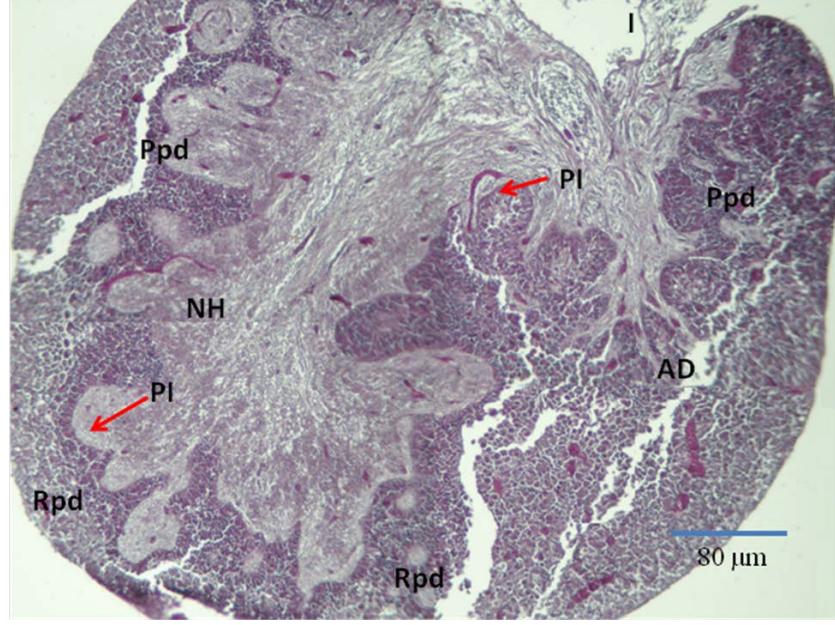


Şekil 4.18. Eylül ayına ait örnekte Mercan balığı hipofizinin genel anatomisi (PAS) **NH:** Nörohipofiz **PI:** Pars İntermedia **AD:** Adenohipofiz **PPD:** Proksimal pars distalis **RPD:** Rostral pars distalis **I:** İfundibulum

Genel olarak diğer omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da hipofizinin koyu boyanan anterior lob (Adenohipofiz) ve soluk boyanan posterior lob (Nörohipofiz) olmak üzere iki esas kısımdan meydana geldiği görülmüştür. Pars intermedia (ara) lob yarık kalıntısı içerir Anterior lob ve posterior lob çok zengin damar ağına sahipken, pars intermedia'da bu özellik bulunmamaktadır. Nörohipofiz bölgesinin parmak şeklinde çıkıntılar ile pars intermedia'ya uzandığı gözlenmiştir (Şekil 4.20-21).

Üreme zamanında adenohipofizinin neurohipofize oranla boyutlarında bir artma belirlenmiştir. Üreme zamanının başladığı Nisan ayına ait örnekte adenohipofiz

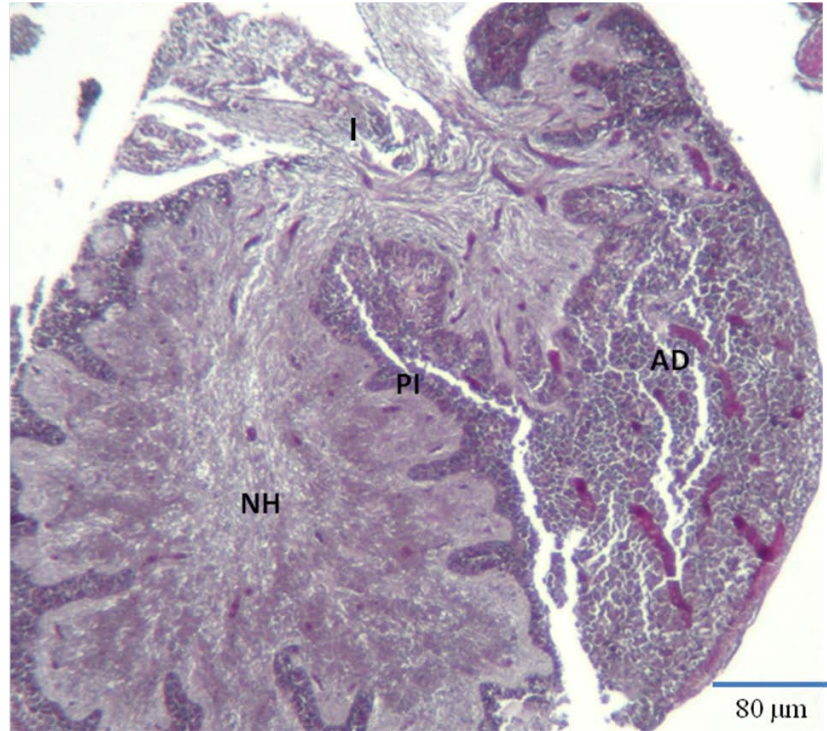
bölümünün daha büyük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.19. Üremesini tamamlamış haziran ayına ait örneğin sagittal kesitinde ise adenohipofizin küçüldüğü görülmektedir (Şekil 4.20).



Şekil 4.19. Nisan ayına ait hipofiz'in sagittal kesiti (H+E)

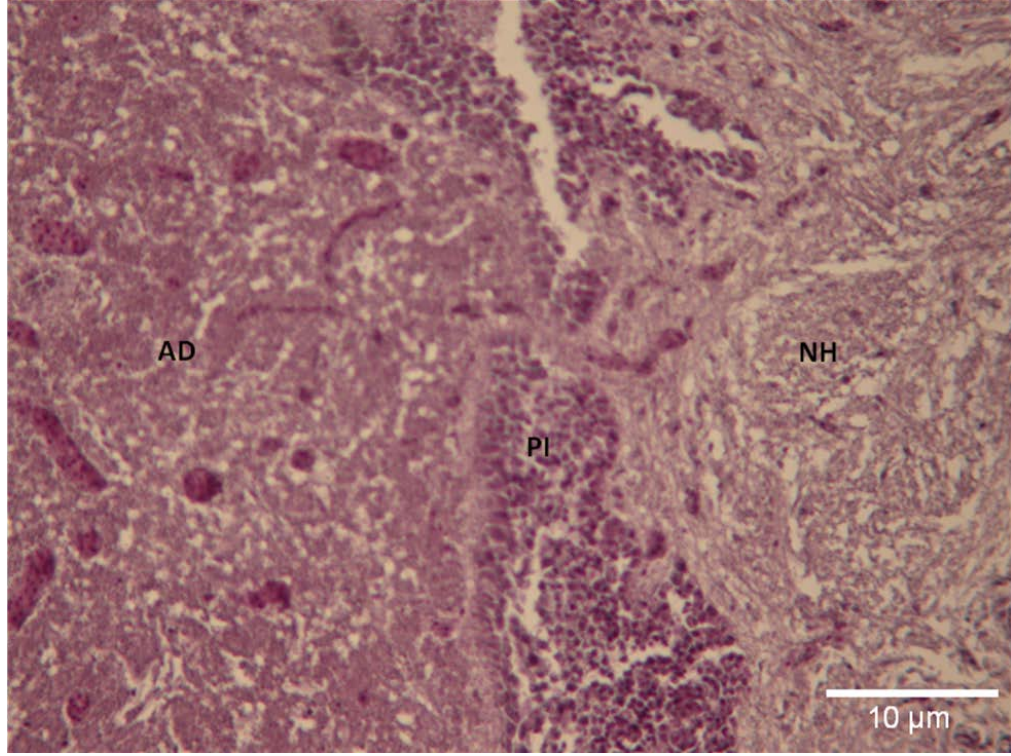
NH: Nörohipofiz **AD:** Adenohipofiz **Ppd:** Proksimal pars distalis

Rpd: Rostral pars distalis **PI:** Pars İntermedia **I:** İnfundibulum



Şekil 4.20. Haziran ayına ait örnekte Hipofiz'in sagittal kesiti (H+E)

NH: Nörohipofiz **PI:** Pars İntermedia **I:** İnfundibulum **AD:** Adenohipofiz

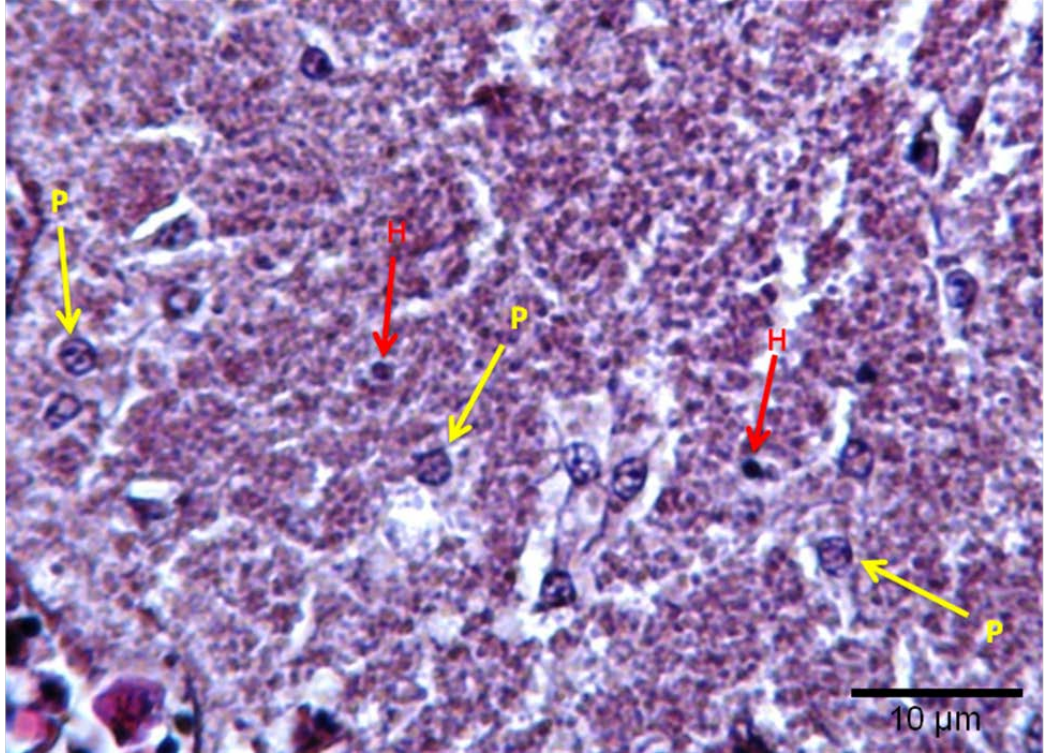


Şekil 4.21. Temmuz ayına ait örnekte mercan balığı hipofizi (H+E)

NH: Nörohipofiz **AD:** Adenohipofiz **PI:** Pars intermedia

Nörohipofiz oldukça kompaktır. Nörohipofiz aksonların dallanarak yayıldığı bölge olarak ayırt edilmektedir ve bu aksonlar hipotalamustaki paraventricüler ve supraoptik nukleuslardan uzanmaktadır (Şekil 4.20). Nörohipofiz’de üreme evrelerinde boyutsal değişim dışında farklılık saptanmamıştır.

Nörohipofizdeki pituisit adını alan özelleşmiş glia hücreleri tespit edilmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Nörohipofiz hücreleri (H+E)

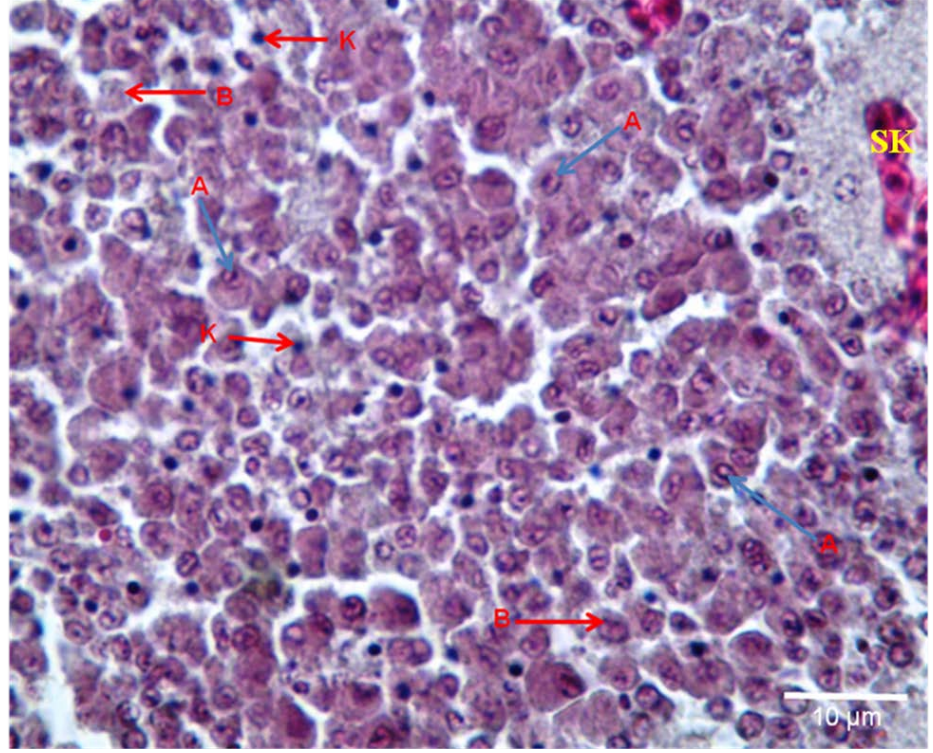
P: Pituisit hücreleri **H:** Herring cisimcikleri

Anterior lopta bölgesel ve hücresel farklılaşmalar farklı boyanma özellikleri şeklinde yansımıştır. Adenohipofiz tipik bir endokrin bez özelliği göstermektedir.

Adenohipofizin pars distalisi birbiriyile anastomoz yapan kordonlar halinde asidofil, bazofil ve kromofob hücre sıralarından oluşmuştur (Şekil 4.23). Özellikle rostral pars distalisinde yer alan asidofil hücreler oldukça yoğun yerleşimli olup, koyu boyanmış bölgeyi oluşturmaktadır. Proksimal pars distalisteki bazofilik hücre sayısı da fazladır. Pars intermedia sınırları çok belirgin olmayıp kolloid varlığı ile ayırt edilmektedir. Küçük asidofillerin ve büyük bazofillerin farklı şekilde boyanmaları, granüllerindeki hormon içeriğinin farklılığını yansıtmaktadır. Parankimal hücre yığınlarının aralarında sinuzoidal kapiller (SK) ağı bulunmaktadır (Şekil 4.23).

Adenohipofiz hücrelerinden salınan hormonları alarak hedef organlara gitmesini aynı zamanda hipotalamohipofizyal portal sistemden gelen uyarıcı ve inhibe edici faktörlerin

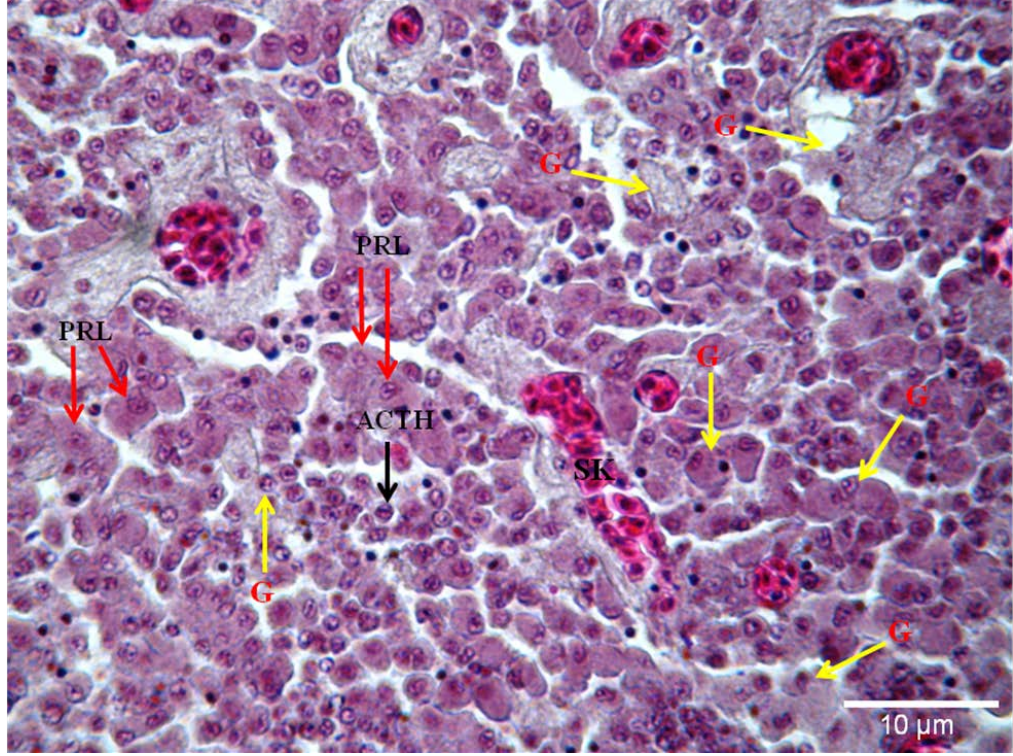
adenohipofizin anterior lobbaki hücreleri besleyen yaygın damar ağı tespit edilmiştir (Şekil 4.23-24-25).



Şekil 4.23. Mercan balığında Adenohipofizyal hücre tipleri (PAS)

A: Asidofilik hücreler **B:** Bazofilik hücreler **K:** Kromofob hücreler
SK: Sinuzoidal kapiller

Uygulanan boya yöntemine göre üreme dönemindeki erkek ve dişi balıkların hipofizinde bazofilik gonadotrop hücrelerinin vakuolasyon göstermedikleri görülmüştür. Gonadotrop hücreleri PAS boyama ile eflatun renkte görülmektedir (Şekil 4.24-25).

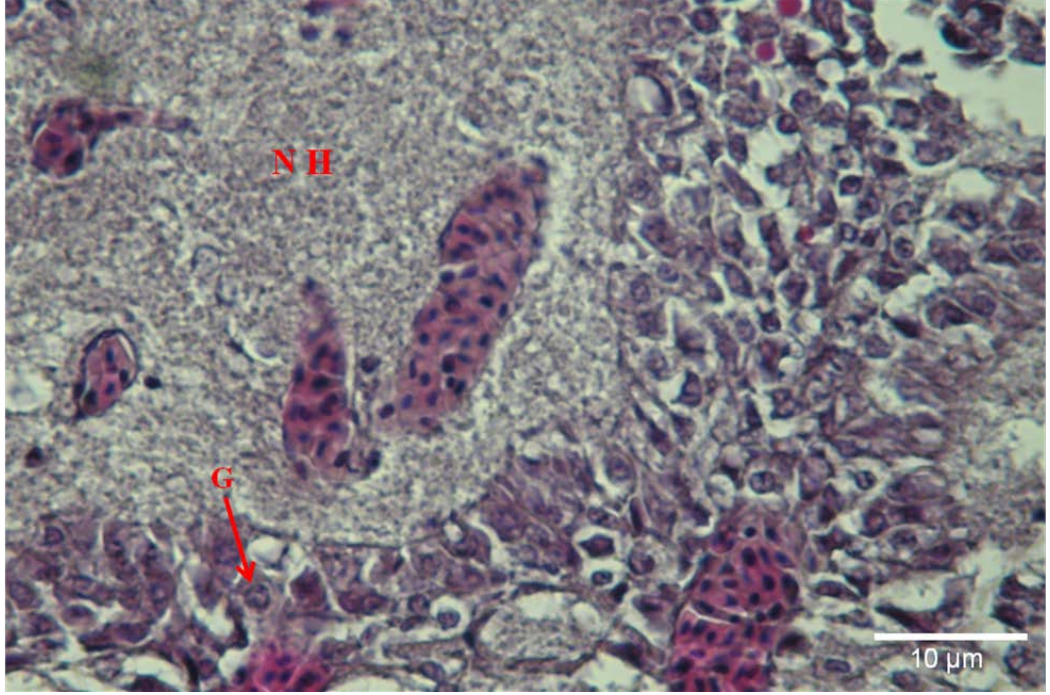


Şekil 4.24. Mercan balığının üreme zamanında gonadotrop hormon hücreleri (PAS)

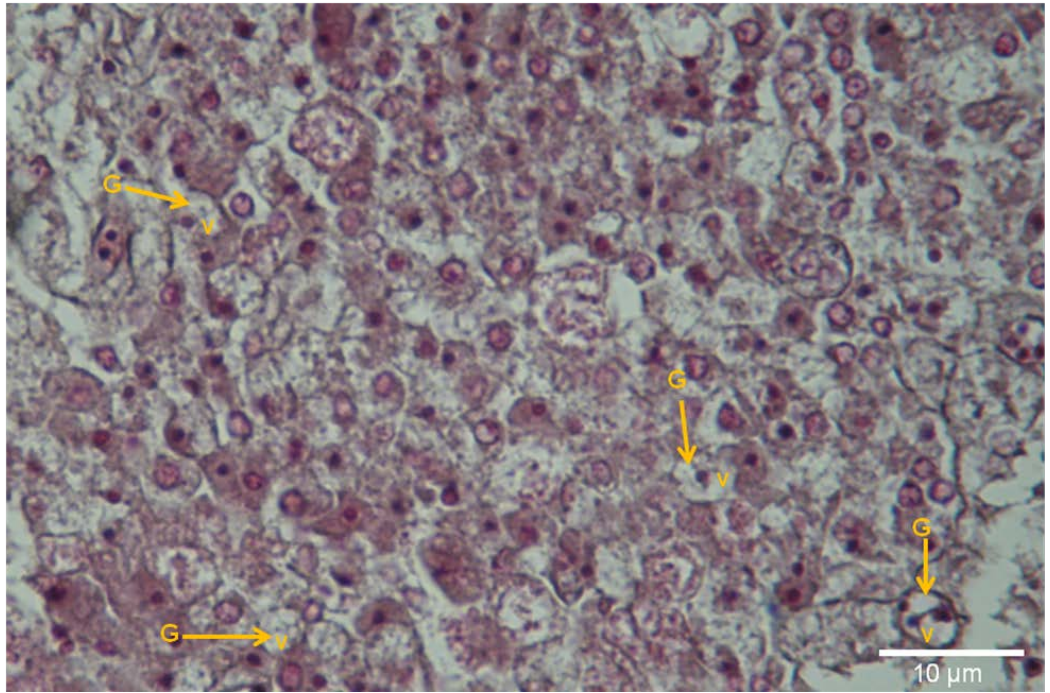
G: Gonadotrop hormon hücreleri **PRL:** Prolaktin hücreleri

ACTH: Adenokortikotropik hormon **SK:** Sinuzoidal kapiller

Mercan balıklarının adenohipofizinin proksimal pars distalis bölgesinde üreme döneminin dışındaki balıklarda sitoplazmasında vakuoler boşluk, üreme döneminde ise sekresyon granülleri içeren gonadotrop hücrelerinin geniş bir alana yayıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.25-26).



Şekil 4.25. Mercan balığının üreme döneminde gonadotrop hormon hücreleri (PAS)
G: Gonadotrop hormon hücreleri **NH:** Nörohipofiz



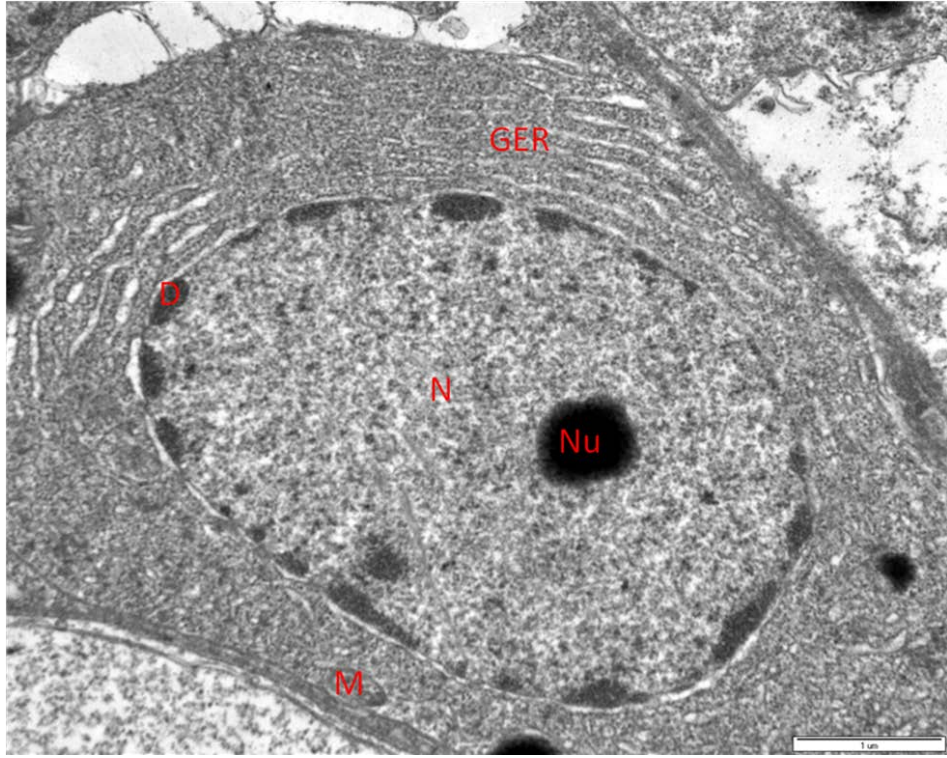
Şekil 4.26. Mercan balığının üreme döneminden sonra hormonal salgılamayı yapmış
vakuollu gonadotrop hormon hücreleri (H+E)
G: Gonadotrop hormon hücreleri **V:** Vakuoler boşluk

4.5. Elektron Mikroskopik Bulgular

4.5.1. Gonad

4.5.1.1. Dişi Gonad

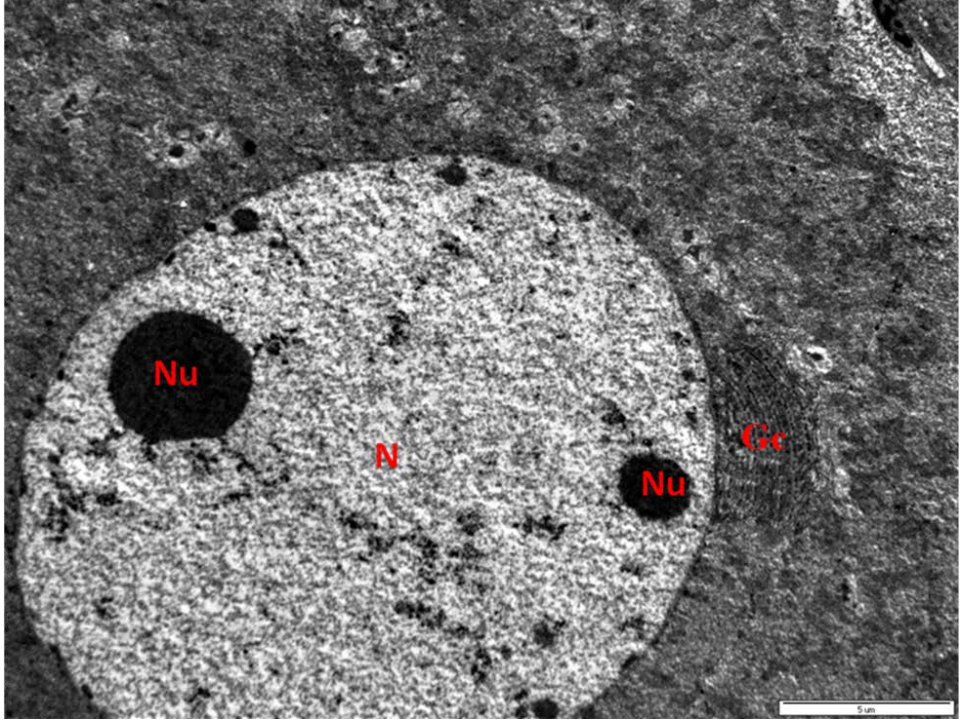
Oogoniumlarda oval nukleus içinde büyük bir nukleolus mevcuttur. Sitoplazma içerisinde mitokondriler ve granüllü endoplazmik retikulum bulunduğu görülmüştür. Kromatin nukleolus evresinde oogonium tespit edilmiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Oogoniumun elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:1µm)

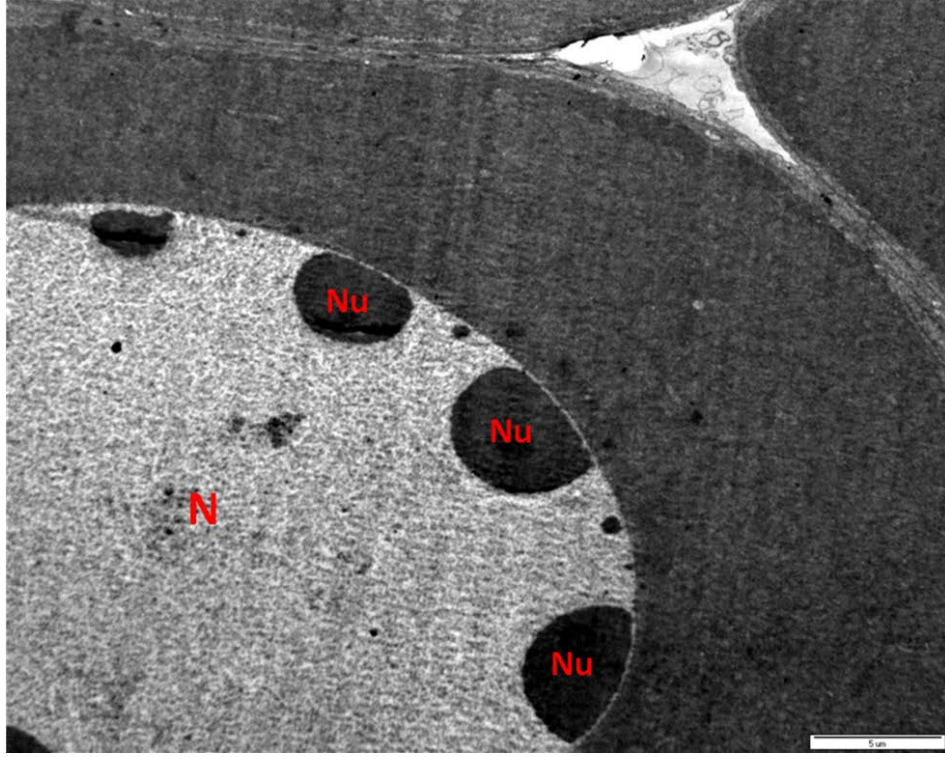
N: Nukleus **GER:** Granüllü Endoplazmik Retikulum **Nu:** Nukleolus
M: Mitokondriler **D:** Yoğun çekirdek materyali

Oositlerin elektron mikroskopik incelemelerinde nukleus, nukleolus, normal elektron yoğunluğunda bu hücreler de uzantılı sitoplazmik endoplazmik retikulum, mitokondriler, golgi kompleksi ve çok sayıda salgı vezikülleri içerdiği görülmektedir. Kromatin nukleolus evresinde oosit tespit edilmiştir (Şekil 4. 28).



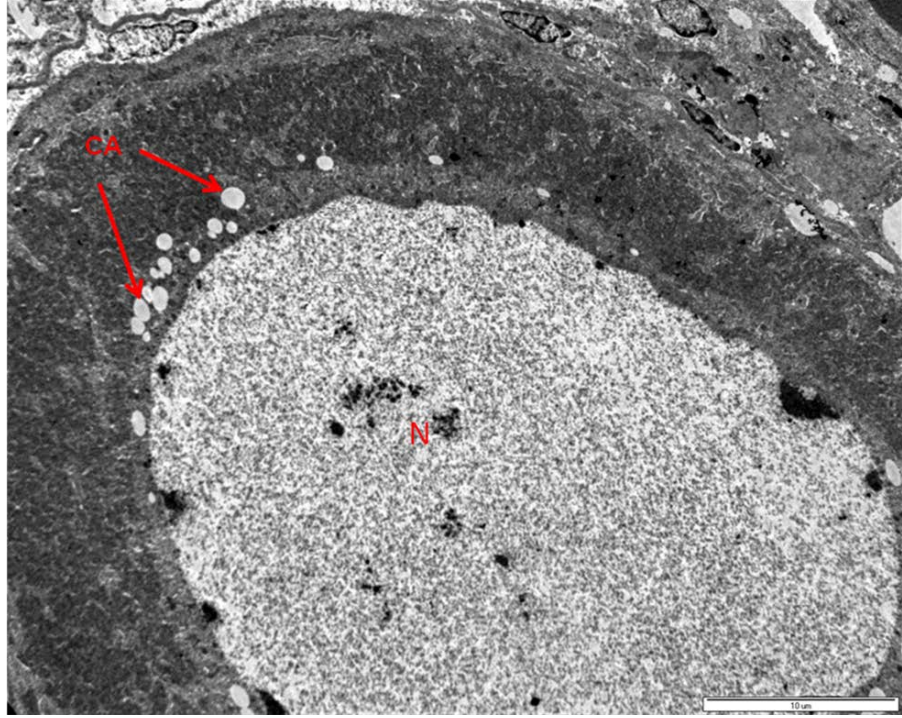
Şekil 4.28. Kromatin nukleolus evresinde oositin elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:5 μ m)
Gc: Golgi kompleksi **N:** Nukleus **Nu:** Nukleolus

Perinukleolus evresinde tespit edilen oositte nukleus küresel ve merkezi bir konumdadır. Nukleolus periferik yerleşimlidir. Oogoniumdan farklı olarak nukleolus periferik yerleşimli ve çok sayıdadır (Şekil 4.29).

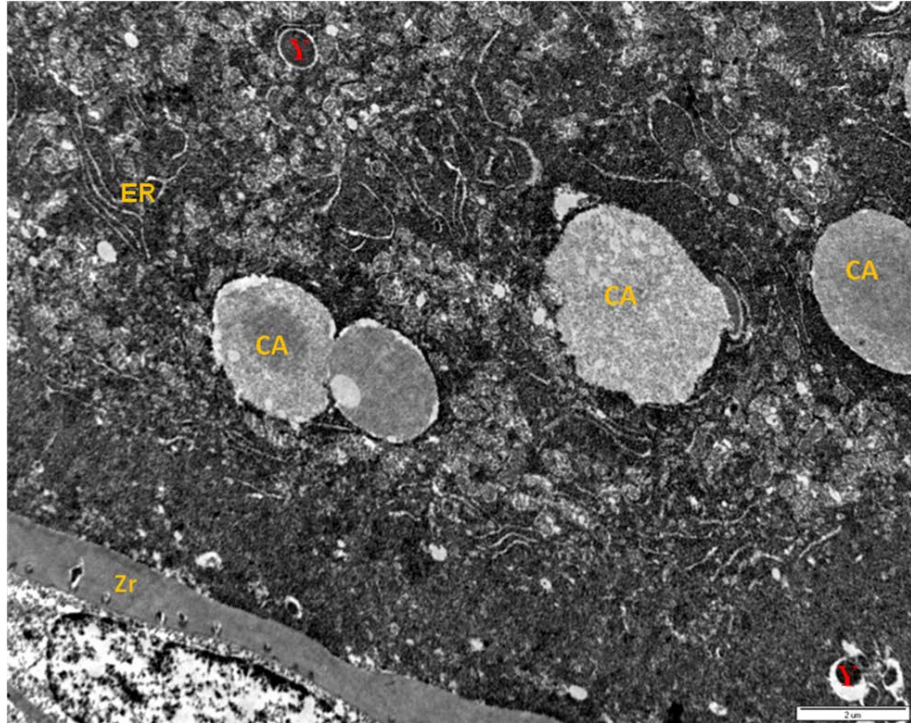


Şekil 4.29. Perinukleolus evresinin elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:5µm) **N**: Nukleus **Nu**: Nukleolus

Kortikal alveoli evresinde, kortikal alveoliler ve yağ granülleri kolayca zona radiata altında görülmektedir. Yağ granüllerinin, elektron yoğunluğunda homojen ve düzgün bir iç yüzeye sahip olduğu görülmüştür. Kortikal alveoli oluşumunun şekil 4.30'da başladığı görülmektedir. Kortikal alveoliler periferik kortekste bulunmaktadır. Bir önceki evreden farklı olarak bu evrede kortikal alveoliler tespit edilmiştir (Şekil 4.30-31).

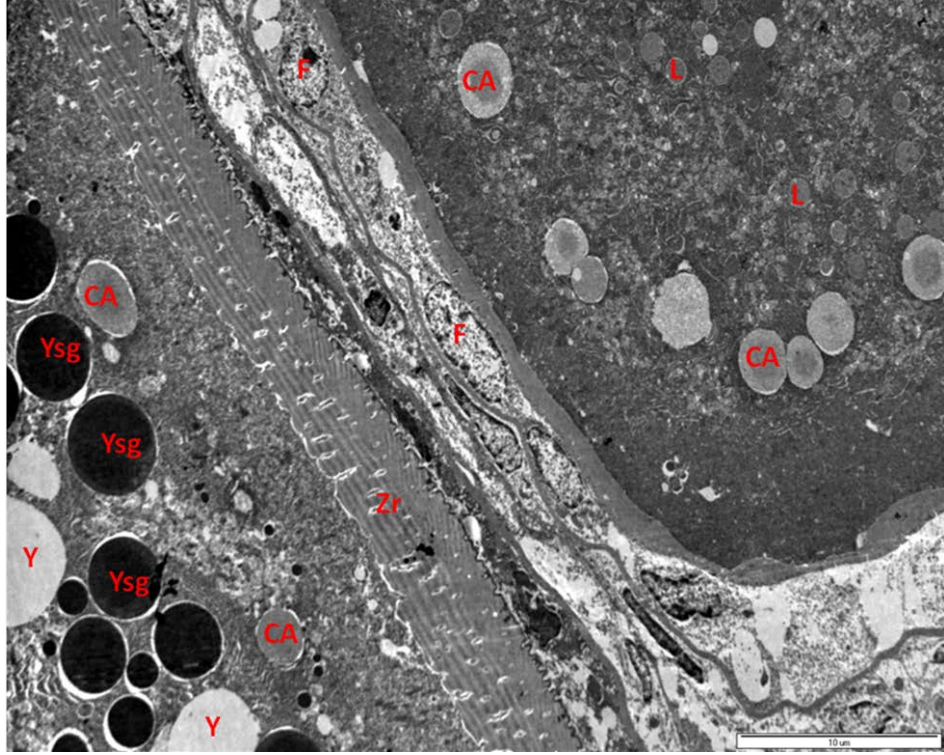


Şekil 4.30. Kortikal alveoli oluşumu başlangıcının elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:10µm) **N:** Nukleus **CA:** Kortikal alveoli başlangıcı



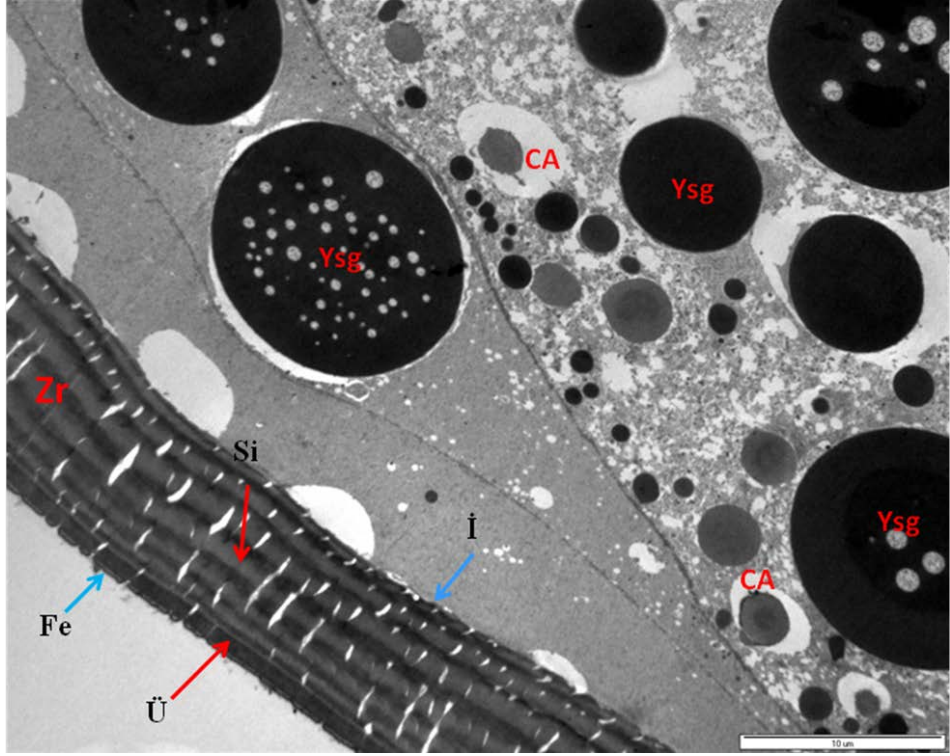
Şekil 4.31. Sekonder oosit evresinin elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:2µm) **CA:** Kortikal Alveoliler **Y:** Yağ Granülleri **Zr:** Zona Radiata **ER:** Granülsüz Endoplazmik Retikulum

Vitellogeniz evresinde oositlerin büyüklüğünün arttığı ve zona radiatanın kalınlaştığı görülmektedir. Oositin gelişmesine göre büyüklüklerinin arttığı yağ damlacıkları ve yumurta sarısı granüllerinin bol miktarda membranda biriktiği görülmüştür. Lizozomların yumurta sarısı granüllerine dönüşmeye başladığı izlenmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Vitellogeniz evresinin elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:10µm) **CA:** Kortikal Alveoliler **Y:** Yağ damlacıkları **Ysg:** Yumurta sarısı granülleri **Zr:** Zona Radiata **F:** Folikül hücreleri **L:** Lizozom

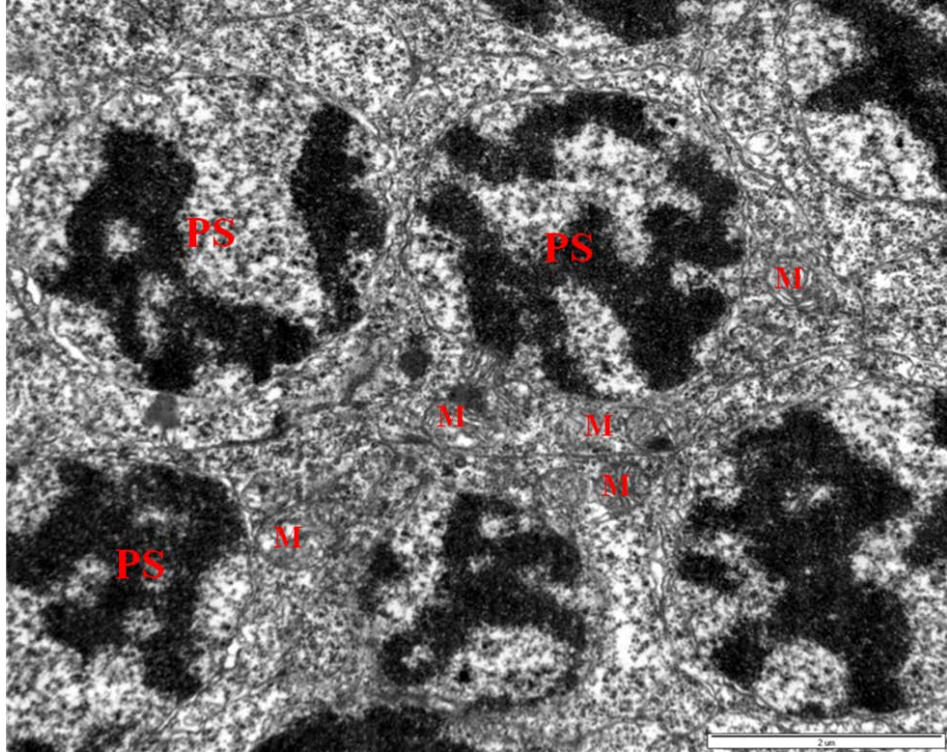
Kırma mercan balığının ovaryumlarının olgunluk evresinin elektron mikroskopik incelemelerinde, iyi gelişmiş olgun yumurtalarda bozulmamış follikül epitelyum, zona radiata ve yağ granülleri görülmüştür (Şekil 4.33). Bu evre çoğunlukla Nisan-Haziran aylarına ait örneklerde görülmektedir.



Şekil 4.33. Olgunlaşmış oositin elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:10µm) **Zr:** Zona Radiata **Ysg:** Yumurta sarısı granülleri **CA:** Kortikal Alveoliler **Fe:** Follikül epitelyum **İ:** İç membran **Si:** Alt iç membran **Ü:** Üst tabaka

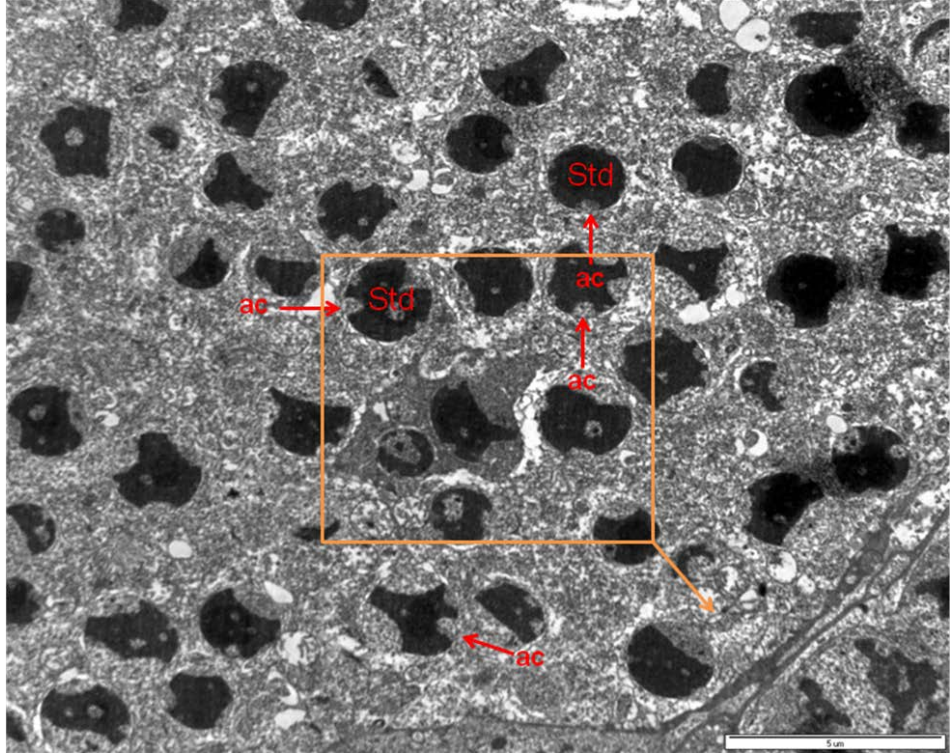
4.5.1.2. Erkek Gonad

Spermatogenez evresinde primer spermatositler özellikle mitokondriler bakımından çok zengindir. Nukleus gevşek kromatin ile merkezdedir (Şekil 4.34). Bu evre Şubat ayında alınan örneklerde tespit edilmiştir.



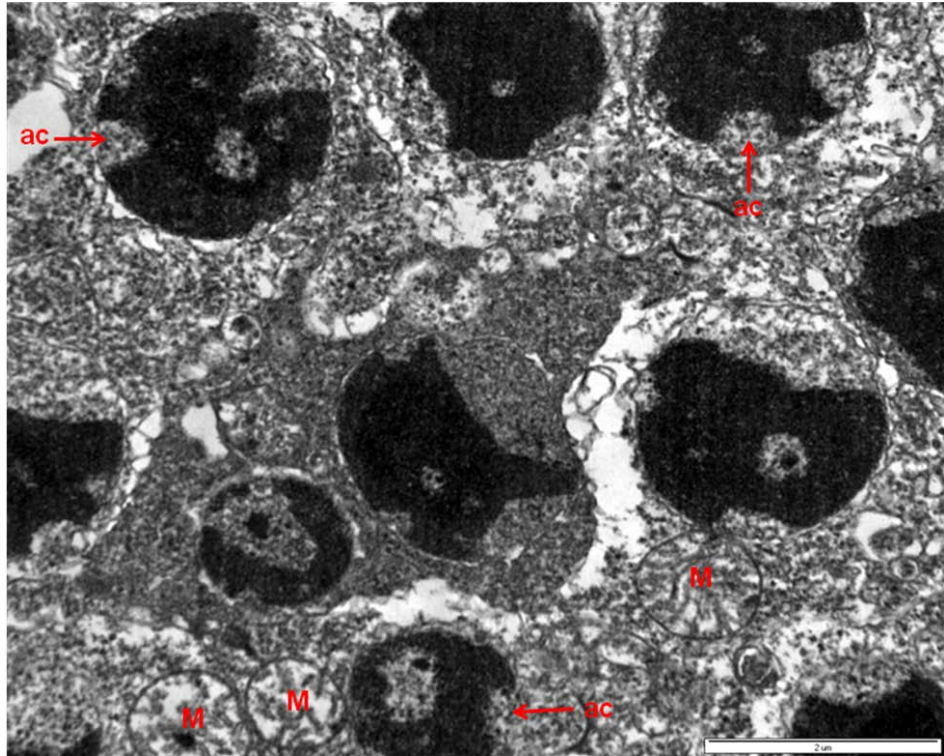
Şekil 4.34. Farklı bölünme aşamalarında primer spermatositlerin elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:2 μ m) **PS:** Primer spermatosit
M: Mitokondriler

Spermiogenez ve spermiyasyon evresinde spermatidler tespit edilmiştir. Spermatidlerde nukleusta kompakt kromatin yapı ve sitoplazmada granüllü endoplazmik retikulum ve mitokondri gibi organeller açısından zengin olarak görülmüştür. Erken spermatid döneminde ise akrosomal ve aksonemal yapıların oluşumaya başladığı izlenmiştir (Şekil 4.35-36).



Şekil 4.35. Spermatid'in elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:5 μ m)

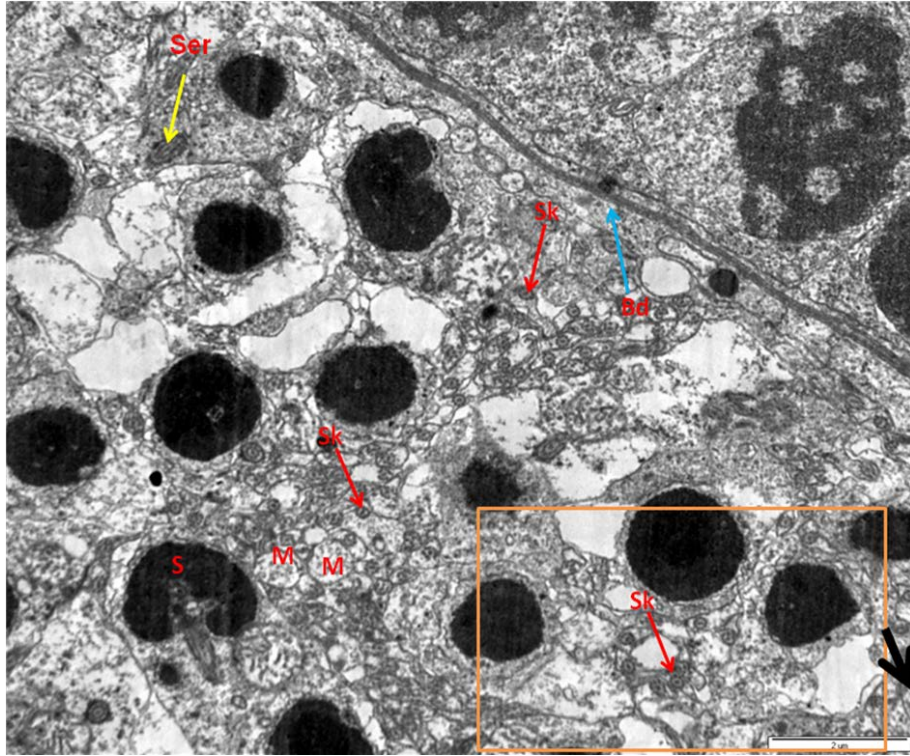
Std: Spermatid **ac:** Akrozom



Şekil 4.36. Spermatid'in yakın büyütmeye elektron mikroskopik görünümü

(Skala bar:2 μ m) **M:** Mitokondriler **ac:** Akrozom

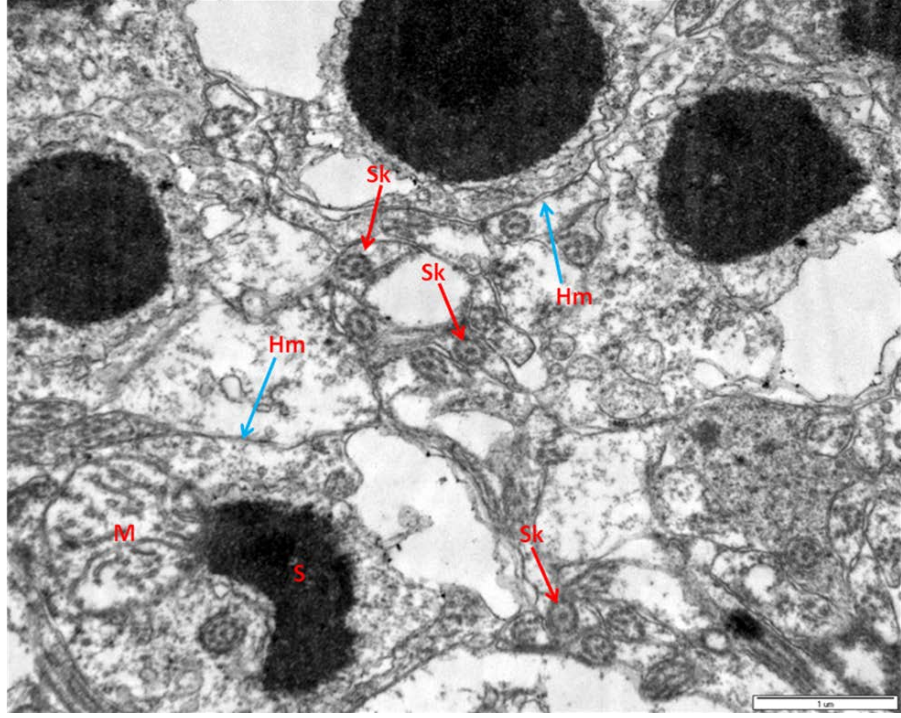
Spermiasyon (M_3) ve sperm bırakımı (M_4) evresinde spermatozoon görülmektedir. Olgun spermatozoon'da baş, boyun, kuyruk ve akrozom bölümleri ayırt edilebilmektedir. Baş çevresinde sarmal dizilen mitokondriler görülmektedir. Kuyruk bölgesi orta parçaya göre daha ince seçilmektedir. Sperm kuyruk enine kesitinde 9+2 mikrotübül dizilimi tespit edilmiştir. Spermatozoon'u kesintisiz olarak hücre zarı çevrelemektedir. Spermatozoa gelişim aşamalarındaki hücelere destek görevi sağlayan sertoli hücreleri oval nukleusu ile görülmüştür (Şekil 4.37-38-39).



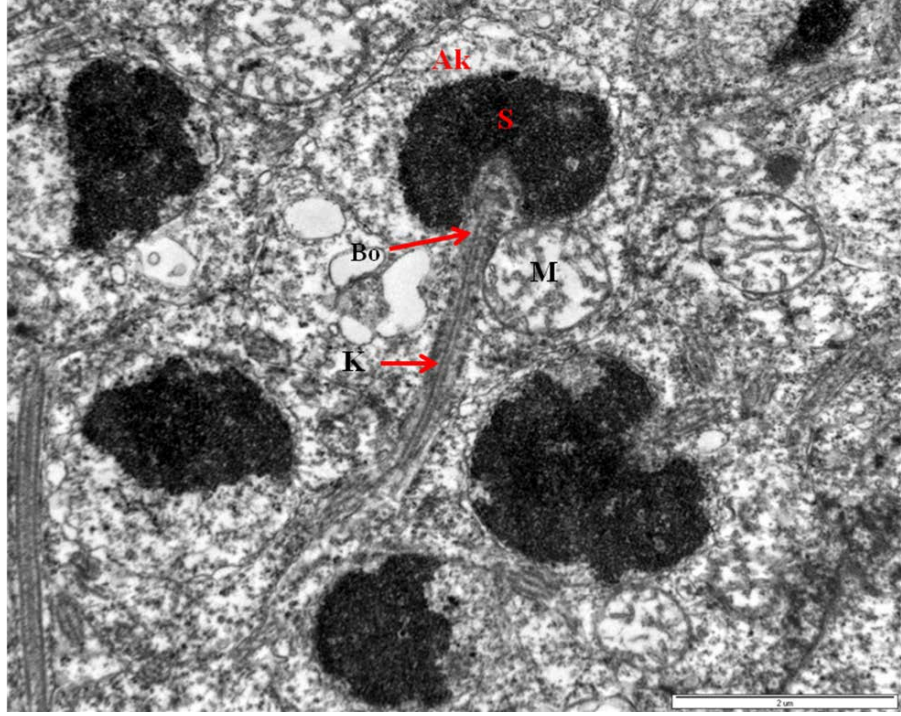
Şekil 4.37. Spermatozoa'nın elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:2 μ m)

Sk: Spermin kuyruk kısmının enine kesitinde mikrotübül dizilimi

S: Sperm başı **M:** Mitokondriler **Bd:** Bağ doku **Ser:** Sertoli hücresi



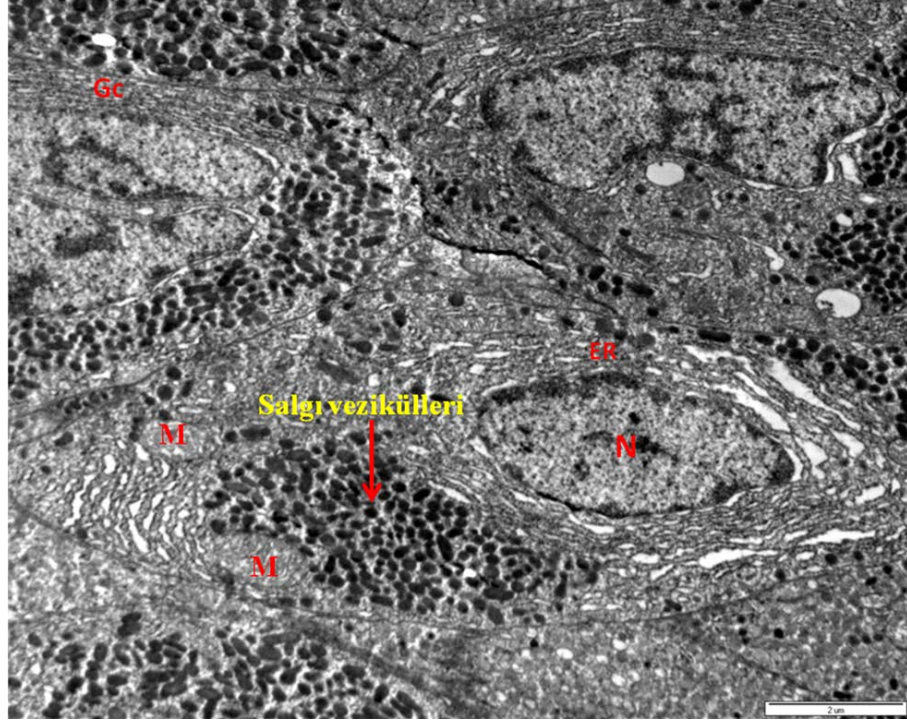
Şekil 4.38. Spermatozoa'nın yakın büyütmeye elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:1μm) **S:** Sperm başı **Hm:** Hücre membranı **Bd:** Bağ doku **Sk:** Spermin kuyruk kısmının enine kesitinde mikrotübül dizilimi **M:** Mitokondriler



Şekil 4.39. Elektron mikroskopik M₄ evresindeki bir sperm hücresi (Skala bar:2μm) **S:** Sperm başı **Ak:** Akrozom **Bo:** Boyun **K:** Kuyruk bölgesi **M:** Mitokondri

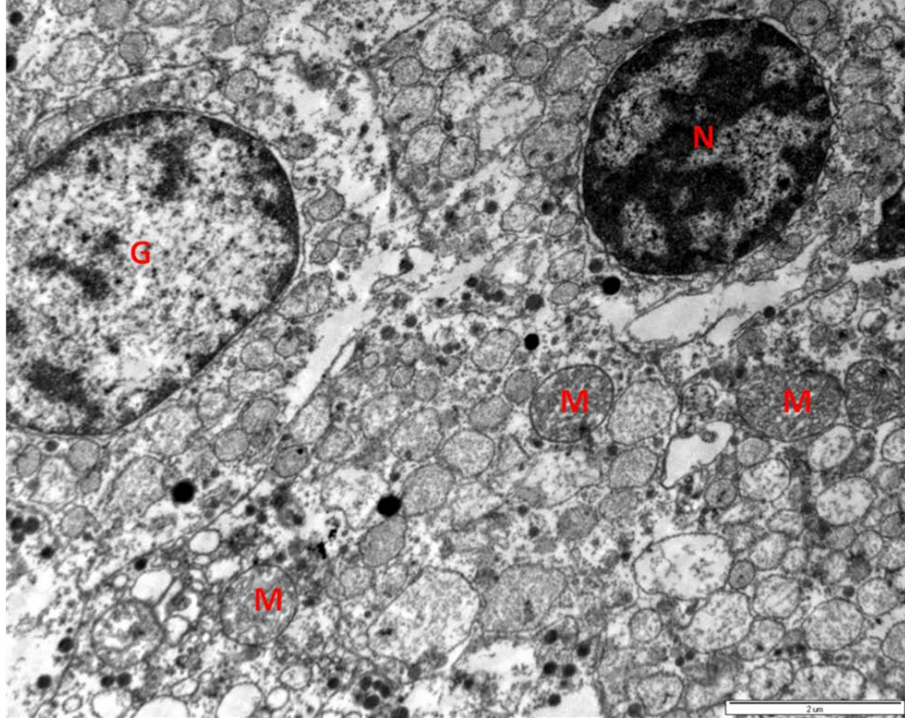
4.5.2. Hipofiz

Adenohipofizde gonadotrop hücrenin ince yapı özellikleri protein salgılayan endokrin hücreleriyle benzerlik göstermektedir. Hormon sentezi için gerekli iyi gelişmiş bir golgi kompleks ve membrana yakın yerleşimli çok sayıda yuvarlak yada oval ortası daha yoğun salgı vezikülleri bulunmaktadır. Oval ökromatik çekirdeğe sahiptir Şubat ayına ait örneklerde gonadotrop hücrelerde bol salgı granülü tespit edilmiştir. Eş zamanlı gonadal gelişme, dişi balıklarda vitellogeniz, erkek balıklarda ise spermatogenez evresine karşılık gelmektedir (Şekil 4.40).



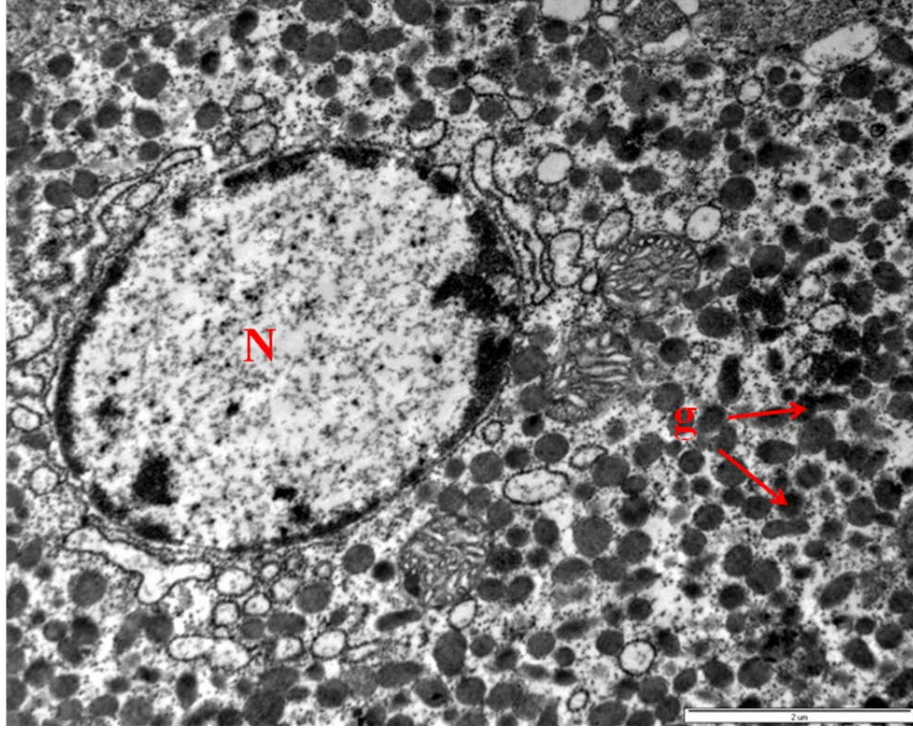
Şekil 4.40. Gonadotrop hücrenin elektron mikroskopik görüntüsü (Skala bar:2μm) **ER:** Endoplazmik retikulum **M:** Mitokondriler **N:** Nukleus **Gc:** Golgi kompleksi

Üreme zamanının olmadığı evrelerde ve yaşlı bireylerde gonadotrop hücrelerde düşük kontrastlı görünüm çok az sayıda ve düzensiz salgı vezikülleri mevcuttur. Kasım ayına ait örneklerde gonadotrop hücrelerde salgı veziküllerinin azaldığı ve vakuolasyonun arttığı tespit edilmiştir Gonadotrop hücreler eşeyssel olgunluğa erişmemiş örneklerde küçük ve dağınık görülmüştür (Şekil 4.41).



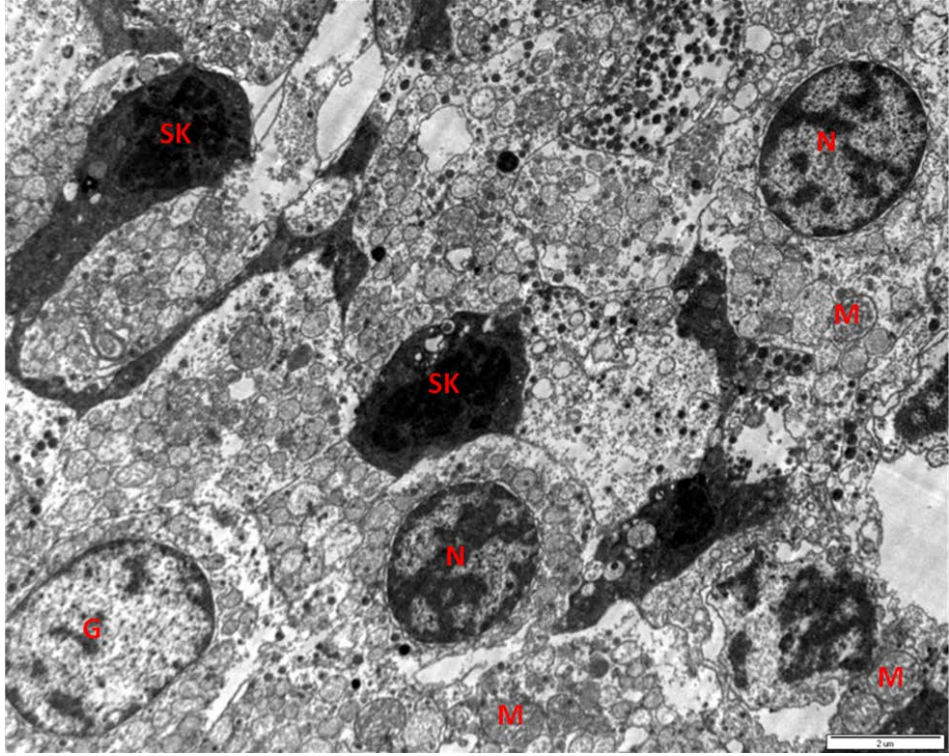
Şekil 4.41. VI⁺ yaşındaki bireyde gonadotrop hücre ve mitokondriler (Skala bar:2µm) **G:** Gonadotrop hormon hücresi **M:** Mitokondriler **N:** Nukleus

Genç yaştaki bireyin hipofizinin elektron mikroskopik incelemelerinde üreme döneminde gonadotrop hücrelerde salgı veziküllerinin daha çok sayıda ve geniş bir alana yayıldığı görülmüştür (Şekil. 4.42).



Şekil 4.42. II⁺ yaşındaki balık hipofizinde gonadotrop hücrede salgı vezikülleri
(Skala bar:2µm) N: Nukleus g: Salgı vezikülleri

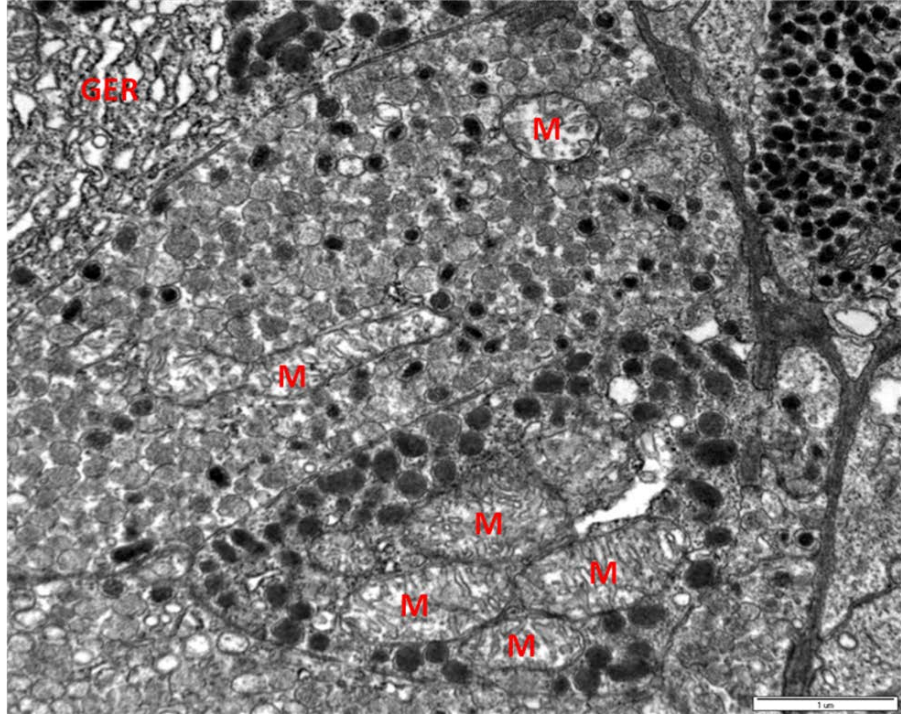
Parankimal hücre yığınlarının aralarında sinuzoidal kapiller (SK) ağı bulunmaktadır. Kapillerde içerisindeki eritrosit nedeniyle elektron yoğunluğunda görünüm vardır. (Şekil 4.43).



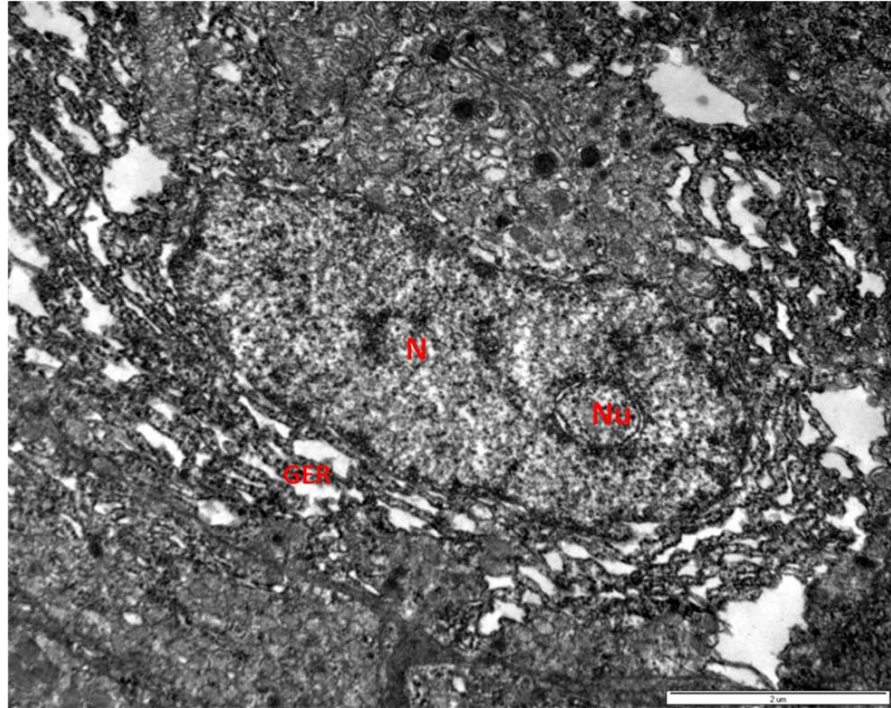
Şekil 4.43. Adenohipofizin elektron mikroskopik görüntüsü (Skala bar:2µm)

G: Gonadotrop hücre **SK:** Sinuzoidal kapiller **M:** Mitokondriler
N: Nukleus

Aktif hücrelerde belirgin golgi kompleksi, çok sayıda mitokondri ve granüllü endoplazmik retikulum ve yoğun salgı vezikülleri bulunmaktadır. Düzgün olmayan şekilli nukleus, bir yada birden fazla nukleolusa sahiptir (Şekil 4.44-45).



Şekil 4.44. Adenohipofizin gonadotrop hücre sitoplazmasında mitokondrilerin elektron mikroskopik görüntüsü (Skala bar:1µm) **M:** Mitokondriler
GER: Granüllü endoplazmik retikulum

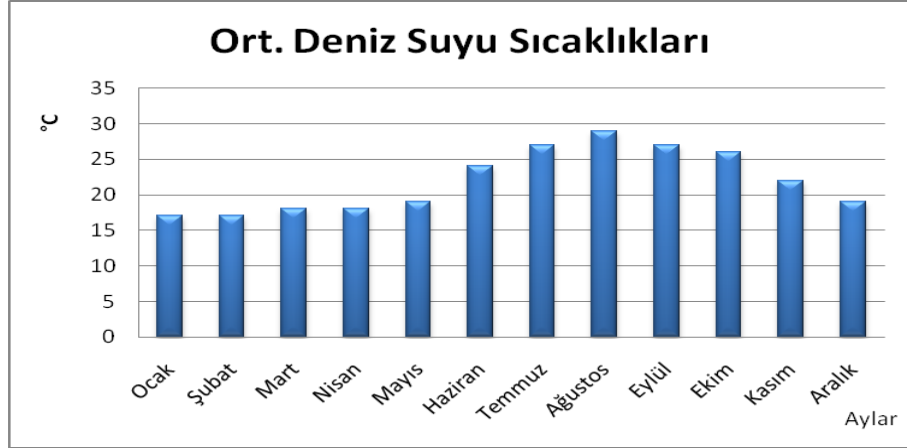


Şekil 4.45. Aktif olmayan gonadotrop hücrenin elektron mikroskopik görünümü (Skala bar:2µm) **N:** Nukleus **GER:** Granüllü Endoplazmik Retikulum
Nu: Nukleolus

4.6. Üreme Dönemi Verileri

4.6.1. Deniz suyu sıcaklıkları

Antalya körfezindeki su sıcaklıklarının aylık değişim ortalamaları şekil 4.46'da verilmiştir.

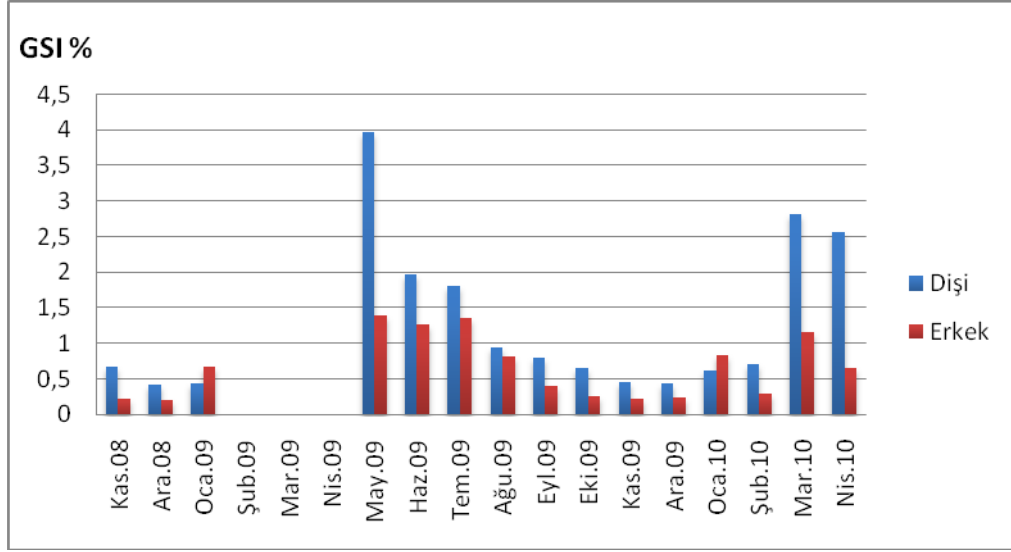


Şekil 4.46. Antalya Körfezi'nde yıllık ortalama deniz suyu sıcaklıkları

4.6.2. GSI

Kırma Mercan balıklarının üreme mevsimlerinde su sıcaklıklarının Mayıs ayından itibaren Ağustos ayına kadar artarken, paralel olarak GSI değerlerinde dişilerde Mart ayından itibaren yükselmeye başladığı Mayıs ayında maksimuma ulaştığı görülmektedir. Erkek balıkların GSI değerlerinde de, Mayıs ve Temmuz da maksimum noktaya ulaştıkları tespit edilmiştir (Şekil 4.47).

Araştırmada kullanılan balıkların gonad gelişim evrelerine göre yıllık frekans dağılımları çizelge 4.3'te ve yaş skalası şekil 4.48'de verilmiştir.



Şekil 4.47. Kırma Mercan balıklarında, GSI değerlerinin aylık değişimi (Not: Şubat-Nisan 2009 ayları arasında yurt-dışı görevlendirilmeden dolayı örnek alınamamıştır.)

4.6.3. Fekondite

Kırma mercan balıklarının yumurta çapları minimum 578 ile 1100 μm arasında ölçülmüştür. Yumurta sayısı 9897-83145 arasında değişmiş ve ortalama 46521 adet yumurtaya sahip oldukları tespit edilmiştir.

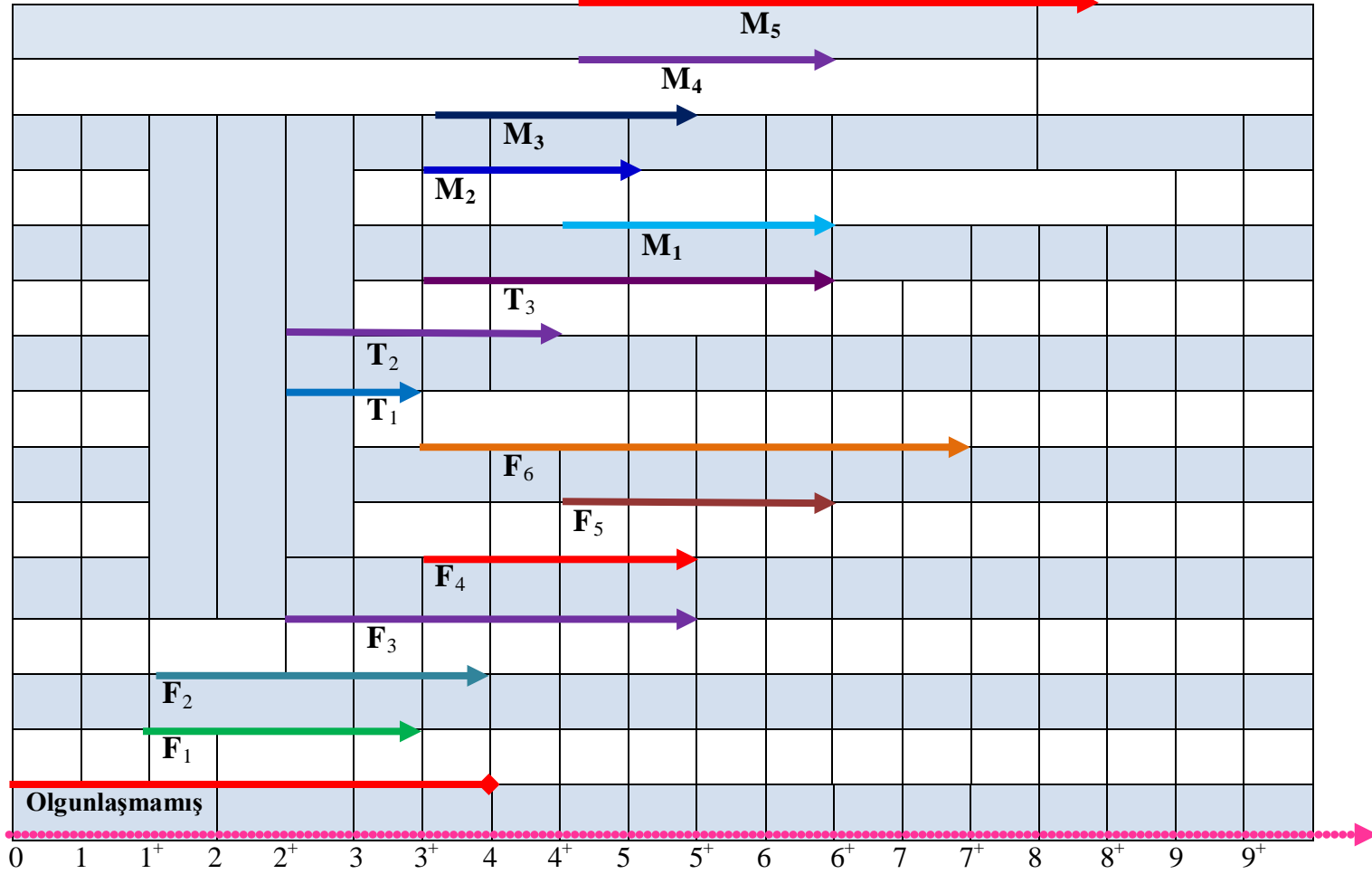
4.6.4. Üreme zamanı

Antalya Körfezi'ndeki mercan balığı bireylerinin üreme zamanlarının Mayıs ayından itibaren başladığı ve üreme faaliyetlerini Ağustos ayının sonuna kadar devam ettirdikleri tespit edilmiştir. Dişi ve erkek bireylerde Mayıs ayında GSI değeri en yüksek değere ulaşmıştır. Bu tarihten itibaren yumurta bırakma işlemi, en yüksek Mayıs ayında görülmüş ve Ağustos ayı sonuna kadar yoğun olarak devam ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.47).

Çizelge 4.3. *Pagellus erythrinus* balıklarının dişi, hermafrodit ve erkek bireylerinin olgunluk evrelerinin yıllık frekans tablosu

Yaş	Dişiler							Hermafrodit			Erkekler					Toplam
	0 ⁺ -IV ⁺	I ⁺ -III ⁺	I ⁺ -IV ⁺	II ⁺ -V ⁺	III ⁺ -V ⁺	IV ⁺ -VI ⁺	III ⁺ -VII ⁺	II ⁺ -III ⁺	II ⁺ -IV ⁺	III ⁺ -VI ⁺	IV ⁺ -VI ⁺	III ⁺ -IV ⁺	III ⁺ -V ⁺	IV ⁺ -VI ⁺	IV ⁺ -VIII ⁺	
Aylar	Olgunlaşmamış	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	T ₁	T ₂	T ₃	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	
Ocak	n=3 %16,6	n=8 %44,4	n=5 %27,8					n=1 %4,5				n=1 %4,5				18 %100
Şubat	n=7 %29,1	n=7 %29,1	n=1 %4,2	n=1 %4,2			n=1 %4,2	n=1 %4,2			n=1 %4,2	n=3 %12,5	n=2 %8,3			24 %100
Mart	n=2 %5,7		n=2 %5,7	n=7 %20,0	n=2 %5,7	n=8 %22,9		n=1 %2,9	n=1 %2,9			n=4 %11,4	n=7 %20,0	n=1 %2,9	n=1 %2,9	35 %100
Nisan			n=1 %4,0	n=2 %8,0	n=1 %4,0	n=6 %24,0	n=2 %8,0		n=1 %4,0			n=3 %12,0	n=5 %20,0	n=4 %16,0		25 %100
Mayıs		n=2 %9,1		n=2 %9,1	n=1 %4,5	n=8 %36,5	n=2 %9,1			n=2 %9,1	n=1 %4,5	n=1 %4,5	n=1 %4,5	n=2 %9,1		22 %100
Haziran	n=1 %5,0	n=1 %5,0		n=2 %10,0	n=1 %5,0	n=6 %30,0	n=2 %10		n=1 %5,0	n=1 %5,0		n=2 %10,0	n=1 %5,0	n=2 %10,0		20 %100
Temmuz	n=1 %6,7		n=1 %6,7	n=1 %6,7		n=5 %33,3	n=3 %20,0				n=1 %6,7		n=1 %6,7	n=2 %13,2		15 %100
Ağustos	n=1 %4,2	n=2 %8,3				n=3 %12,5	n=9 %37,4	n=2 %8,3	n=1 %4,2	n=3 %12,5		n=1 %4,2		n=1 %4,2	n=1 %4,2	24 %100
Eylül	n=9 %30	n=1 %3,3			n=1 %3,3	n=4 %13,4	n=7 %23,4	n=1 %3,3	n=1 %3,3		n=1 %3,3			n=2 %6,7	n=3 %10,0	30 %100
Ekim	n=1 %5,9	n=3 %17,6					n=6 %35,3	n=2 %11,8			n=3 %17,6				n=2 %11,8	17 %100
Kasım	n=11 %47,9	n=4 %17,5					n=2 %8,7	n=1 %4,3		n=1 %4,3	n=1 %4,3	n=1 %4,3			n=2 %8,7	23 %100
Aralık	n=6 %27,3	n=7 %31,8					n=2 %9,1	n=1 %4,5			n=5 %22,8	n=1 %4,5				22 %100
Toplam	42	35	10	16	7	39	35	10	5	7	13	15	17	14	8	273

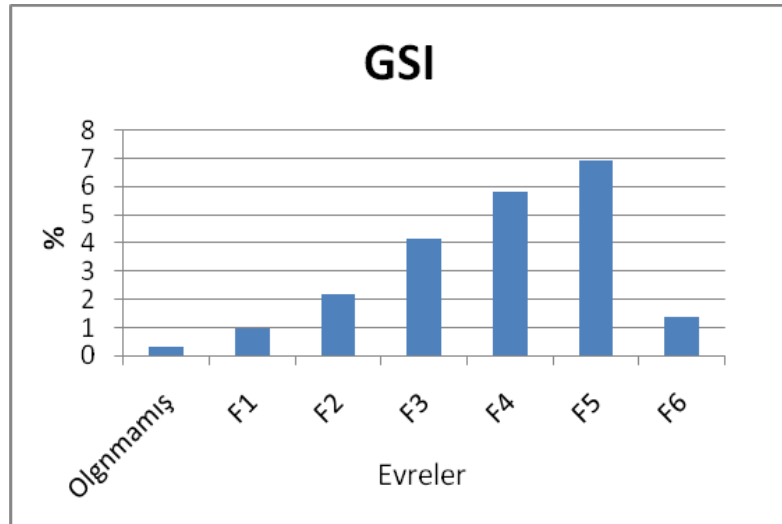
Şekil 4.48. Antalya Körfezi'nde *Pagellus erythrinus* (L., 1758) balıklarının gelişim evrelerine göre yaş skalası



4.7. Hormon Düzeyleri

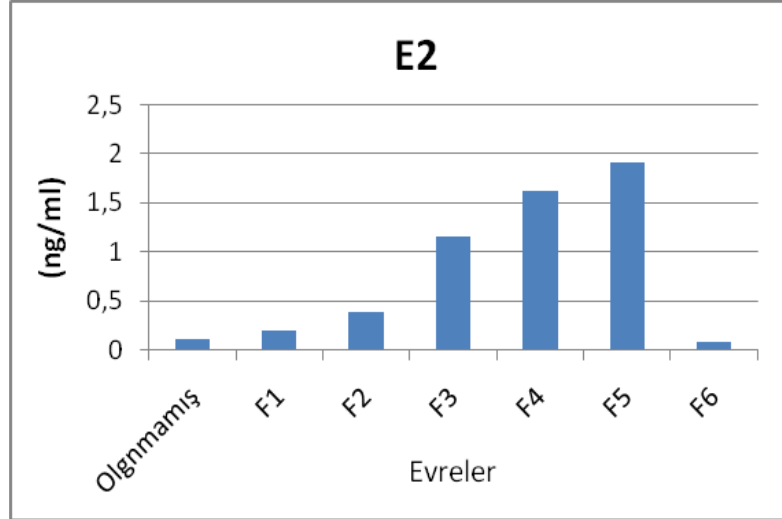
4.7.1. Dişilerde Hormon Düzeyleri

Gonadosomatik indeksin (GSI) gonad gelişim safhalarının gelişmesine paralel olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.49). Üremenin bittiği F₆ evresinde önemli bir düşüş görülmektedir.



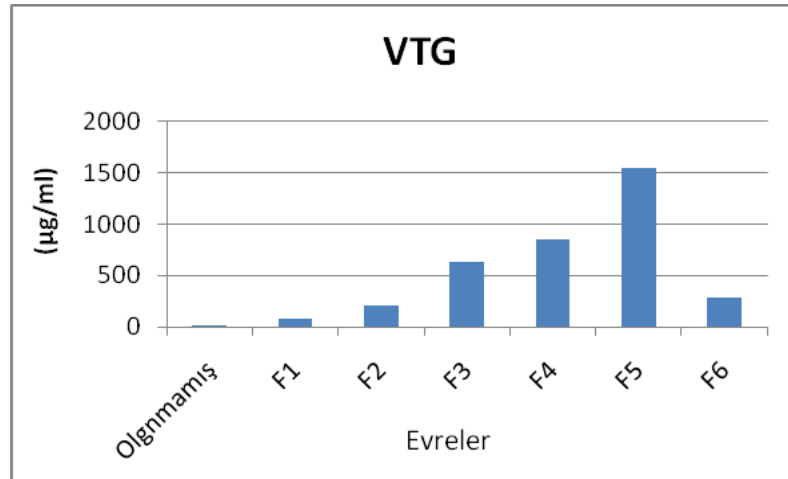
Şekil 4.49. Kırma Mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre GSI (%) değerleri

Mercan balığının histolojik gelişim evrelerine göre 17- β estradiol (E2) seviyesinin en yüksek değere olgunluk evresi olan F₅'te ulaştığı görülmektedir. F₃₋₅ arasında önemli oranda bir artış belirlenmiştir (Şekil 4.50). E2 düzeyleri vitellogenезде artar ve olgunluk evresine kadar yüksek düzeyde kalır. E2 ile GSI arasında pozitif yönde çok kuvvetli ($r = 0.989$) ilişki vardır ($p < 0,01$).



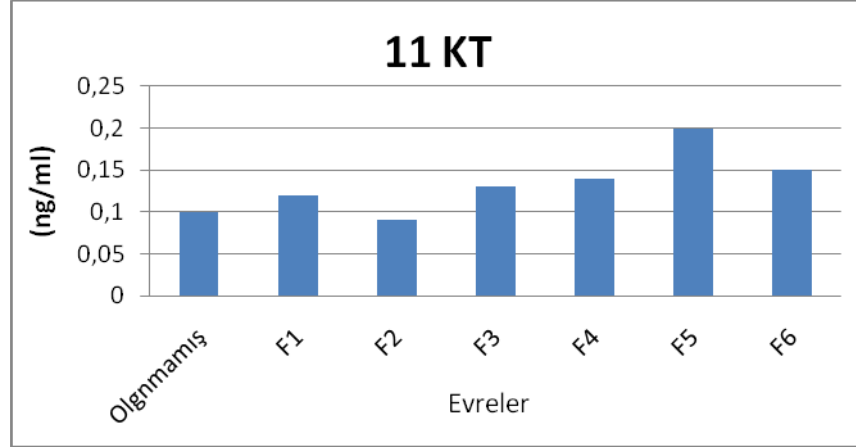
Şekil 4.50. Kıрма mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre E2 değerleri

Plazma vitellogenin (VTG) düzeyleri E2 ve GSI değerlerine paralel bir dalgalanma gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.51). VTG’de F₁ evresinden F₅ evresine kadar artış olduğu görülmektedir. VTG ile GSI arasında pozitif yönde çok kuvvetli ($r = 0.955$) ilişki vardır ($p < 0,01$). Ayrıca E2 ile VTG arasında pozitif yönde çok kuvvetli ($r = 0.939$) bir ilişki vardır ($p < 0,01$).



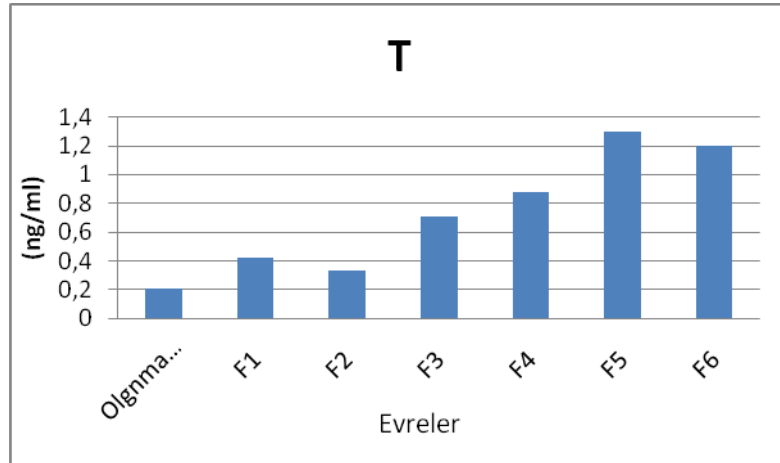
Şekil 4.51. Kıрма Mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre VTG değerleri

Dişi mercan balıklarının morfolojik gelişim evrelerine göre 11 KT (11-ketotestosteron) seviyeleri, T seviyelerine göre düşük bulunmuştur. Olgunluk evresi olan F₅'te ise en yükseğe ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.52). T ile GSI arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki yoktur ($p > 0,05$).



Şekil 4.52. Dişi kırma mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre 11 KT değerleri

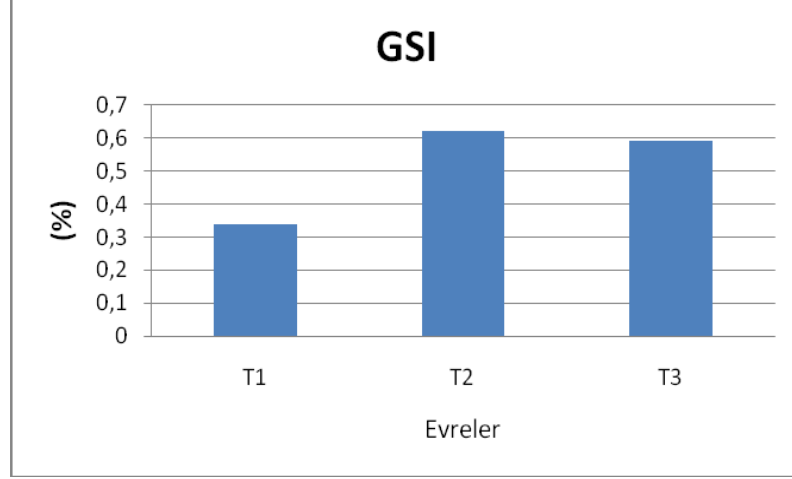
Dişi mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre T (testosteron) seviyesinin en yüksek değere olgunluk evresi olan F₅'te ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.53). T ile GSI arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki yoktur ($p > 0,05$).



Şekil 4.53. Dişi kırma mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre T değerleri

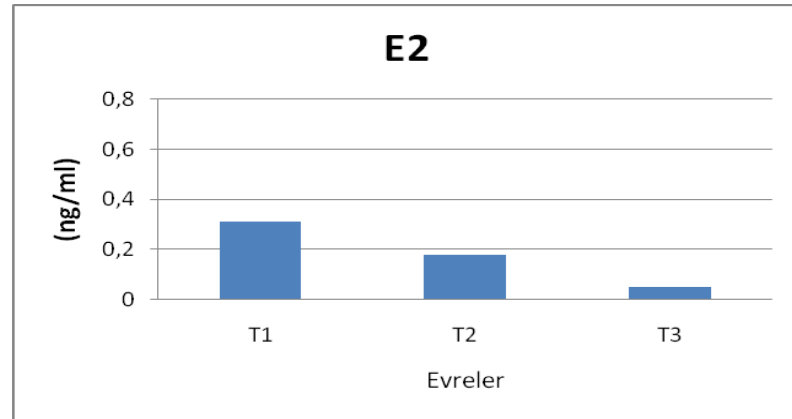
4.7.2. Hermafroditlerde Hormon Düzeyleri

Geçiş evresinde morfolojik evrelere (T₁, T₂ ve T₃) göre GSI değerleri T₂ ve T₃'te yüksek bulunmuştur. T₁ evresinde diğer iki evreye göre düşük olduğu görülmüştür. T₁ ve 11 KT düzeylerindeki benzer bir artış tespit edilmiştir (Şekil 4.54).



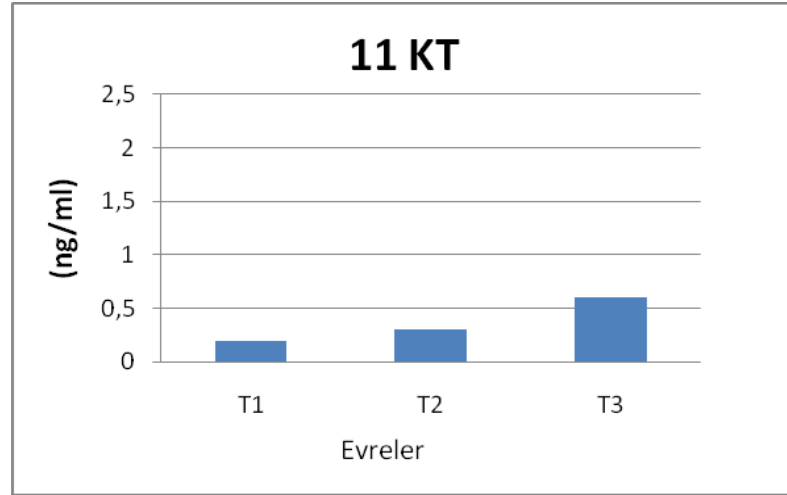
Şekil 4.54. Kırma Mercan balığının hermafroditik morfolojik gelişim evrelerine göre GSI (%) değerleri

Geçiş aşamasında E2 hormon düzeyi gelişim evreleri ilerledikçe ters orantılı olarak azalmıştır. E2 hormonunun düşük olması dişilik hormonunun salgısının azaldığı erkeklik karakterli hormonun artması ile dişilikten erkekliğe geçiş özelliği kazandığı görülmüştür (Şekil 4.55). E2 ile GSI arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki yoktur ($p > 0,05$).



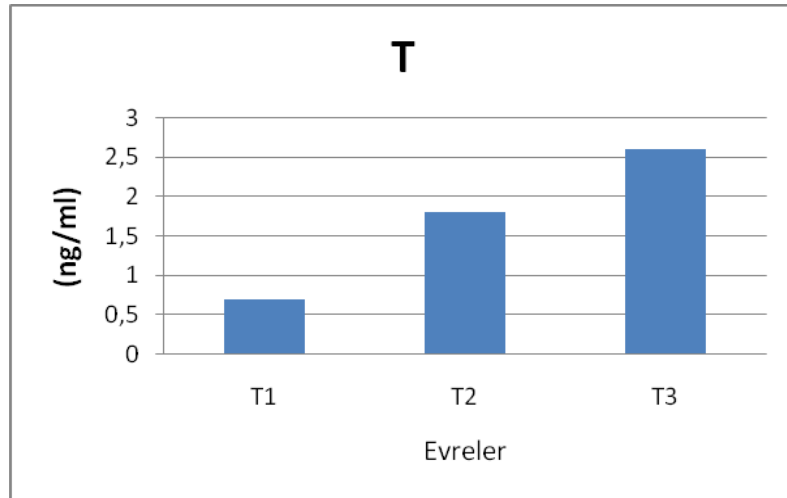
Şekil 4.55. Kırma Mercan balığının hermafroditik morfolojik gelişim evrelerine göre E2 seviyeleri

Kırma mercan balıklarının dişilikten erkekliğe geçiş aşamasının morfolojik evrelerine göre 11 KT hormon düzeyleri ölçülmüş ve bu ölçümde morfolojik gelişim evrelerin ilerlemesine göre 11 KT düzeylerinde artış tespit edilmiştir. Histolojik kesitlerdeki evre özelliklerinden de anlaşılacağı gibi geçiş aşamasındaki histolojik gelişime paralel bir hormon salınımı tespit edilmiştir (Şekil 4.56).



Şekil 4.56. Kırma Mercan balığının hermafroditik morfolojik gelişim evrelerine göre 11 KT seviyeleri

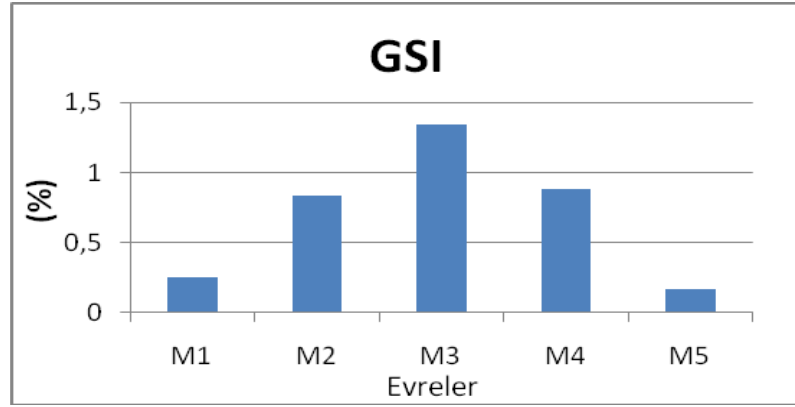
Dişilikten erkekliğe geçiş aşamasında T hormon düzeyleri morfolojik evrelerinin gelişimine paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. T₃ evresinde maksimum seviyeye ulaşmaktadır (Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Kırma Mercan balığında hermafroditik bireylerde morfolojik gelişim evrelerine göre T seviyeleri

4.7.3. Erkeklerde Hormon Düzeyleri

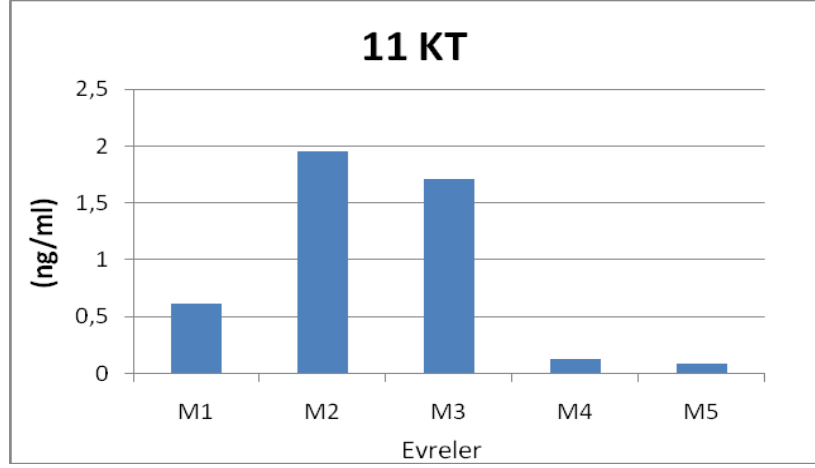
GSI değerleri gelişim evrelerine göre incelendiğinde M₁ evresinden M₃ evresine kadar doğrusal bir artma görülmektedir. En yüksek değere M₃ (spermiasyon evresi)'de ulaştığı tespit edilmiştir. Bu evrede spermatidlerin ve spermatozoa'nın yoğun olarak bulunduğu evrenin olduğu saptanmıştır. M₄ evresinden itibaren bir düşüş görülmektedir. En düşük değer M₅ evresinde hesaplanmıştır (Şekil 4.58).



Şekil 4.58. Erkek Kıрма Mercan balığında morfolojik gelişim evrelerine göre GSI (%) değerleri

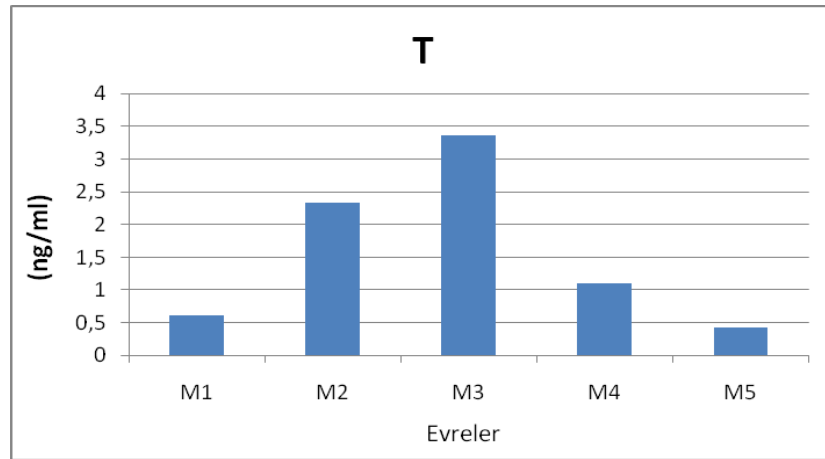
11-ketotestosteron (11 KT) hormonu spermiogenez (M₂) ve spermiasyon (M₃) evrelerinde yüksek iken sperm bırakımı (M₄) ve dinlenme (M₅) evrelerinde düşüş göstermektedir. M₅ evresinde ise en düşük seviyeye ulaşmaktadır (Şekil 4.59).

Spermatogenez esnasında testosteron (T) ve 11-ketotestosteron (11 KT) hormon değerlerindeki değişikliklerin benzer olduğu görülmektedir (Şekil 4.59). 11 KT düzeyleri ile GSI değerleri arasında hem anlamlı hem de pozitif ilişki bulunmuştur ($p < 0,05$).



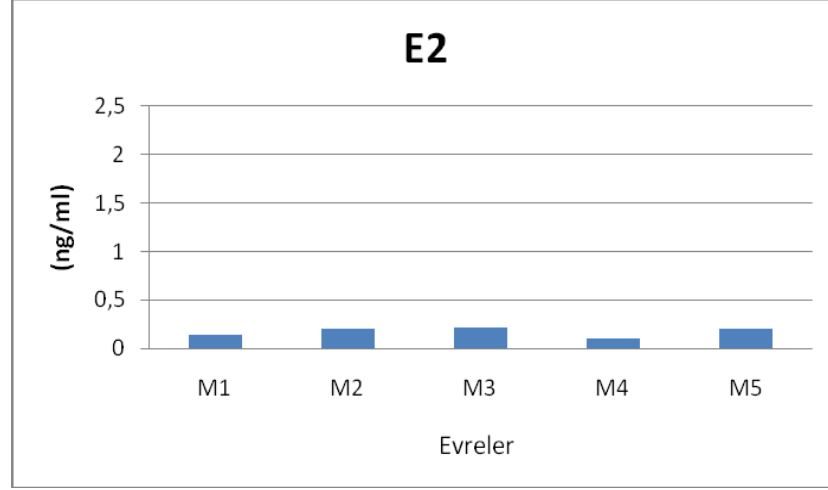
Şekil 4.59. Kıрма Mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre 11 KT hormon seviyeleri

Erkek balıklarda T hormon değerleri spermiogenez (M₂) ve spermiasyon (M₃) evreleri esnasında önemli ölçüde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Yumurtlama sonrası (M₄) evresinde de bir azalma görülmektedir. Dinlenme evresinde (M₅) en düşük seviyeye ulaşmıştır. T hormon seviyeleri ile GSI değerleri arasında paralel bir artış görülmektedir. M₅ evresinde ise GSI, 11 KT ve T'nin düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.60). T ile GSI arasında pozitif yönde çok kuvvetli ($r = 0.908$) ilişki vardır ($p < 0,05$).



Şekil 4.60. Kıрма Mercan balığının morfolojik gelişim evrelerine göre T hormon seviyeleri

Erkek kırma mercan balıklarının E2 düzeyleri düşük miktarlarda ve önemli farklılıkların olmadığı birbirine yakın değerlerin olduğu görülmektedir (Şekil 4.61). E2 ile GSI arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki yoktur ($p > 0,05$).



Şekil 4.61. Erkek kırma mercan balıklarının morfolojik gelişim evrelerine göre E2 değerleri

5. TARTIŞMA

Son yıllarda akuakültür sektöründe alternatif türlerin gündeme gelmesi, başta sinagrit (*Dentex dentex*) olmak üzere fangri (*Pagrus pagrus*), kıрма mercan (*Pagellus erythrinus*), sargos (*Diplodus sargus*) ve sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) gibi Sparidae üyelerinin öneminin artmasına neden olmuştur. Bu çalışmada, kıрма mercan (*Pagellus erythrinus* L., 1758) balıklarının hem ışık ve hemde elektron mikroskopik düzeyde hipofiz, gonad histolojileri ve üreme ile ilgili hormonal değişimleri incelenmiştir.

Çalışmada 273 adet kıрма mercan balığı örneklenmiştir. Körfezden örneklenen kıрма mercan balıklarının total boy uzunlukları 11,6-35,2 cm, kütleleri 21,7-426,1 g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Taşlı (2005) aynı bölgede total boylarını 11,5-29,5 cm, kütlelerini 21,3-392,2 g arasında bulmuştur.

Dişi, hermafrodit ve erkek bireyler arasındaki kütle ve boy dağılımları ise, dişiler için 27,7-290 g kütle, 12,3-26,6 cm total boy; geçiş periyodu (hermafroditler) için 58,3-388,4 g kütle, 15,5-29,4 cm total boy; erkekler için ise 59,2-426,1 g kütle, 17,5-35,2 cm boy, arasında değişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Taşlı (2005), dişilerin 11,5-25,5 cm boy, 21,3-228 g kütle; hermafrodit bireylerin 15-25,5 cm boy, 43,3-258,8 g kütle ve erkek bireylerinde 12,2-29,5 cm boy, 21,7-392,2 g kütle grupları arasında dağılım gösterdiklerini tespit etmiştir.

Relini ve Romero (1985) Ligurian denizi kıyı alanlarında yaşayan *P. erythrinus* örneklerinin 0-VIII, Özaydın (1997) Ege Denizi'nde 0-IX, Çiçek (2006) Karataş (Adana) açıklarında 0-VI, Girardin ve Quinard (1985) Lion Körfezi'nde 0-IX ve Taşlı (2005) Antalya Körfezi'nde I-VII yaşları arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada Antalya Körfezi'nde yakalanan *Pagellus erythrinus* örneklerinin 0-VIII yaşları arasında tespit edilmiştir. Antalya Körfezi'nde ve diğer bölgelerde tespit edilen yaşlar arasında benzerlik gösterdikleri tespit edilmiştir.

Çalışmada incelenen yumurta çapları 578 ile 1100 μm $839 \pm 42.6 \mu\text{m}$ olarak tespit edilmiştir. Valdés vd (2004) *Pagellus erythrinus*'un olgunluk evreleri ve GSI'deki mevsimsel değişikliklerini incelediği çalışmada, olgunluk döneminde yumurta çapının 581,5–1008,7 μm arasında değiştiğini bildirmiştir. Süzer ve Kamacı (2005), Kıрма mercan yumurtalarının çapını $802.01 \pm 2.9 \mu\text{m}$ olarak tespit etmişler ve yumurta boyutları arasında fark tespit edilmemiştir. Bu değerler, çalışmada ölçülen yumurta çapı değerleri ile paralellik göstermektedir.

Sparidae familyasından olan Kıрма mercan (*P. erythrinus*) balıkları protojini hermafrodit olmaları nedeniyle diğer araştırmacıların da bildirdiği gibi gonad gelişiminde önce dişilik, sonra geçiş periyodu ve daha sonra da erkeklik karakterlerinin geliştiği saptanmıştır (Aleksiev 1982, Devlin ve Nagahama 2002, Valdés vd 2004, Suzer ve Kamacı 2005, Taşlı 2005).

Bu çalışmanın histolojik incelemelerinden *P. erythrinus*'un eş zamanlı olmayan üreme sergiledikleri saptanmıştır. II yaşında eşeyssel olgunluğa ulaştıkları, II-V yaşlarında dişi III-VI arasında dişilikten erkekliğe geçiş ve IV ile VIII yaş arasında erkeklik özellikleri gösterdikleri tespit edilmiştir.

Valdés vd (2004) kıрма mercan balıklarının yaşamlarının dört evrede olduğu, bu dört evrenin de balığın eşeyssel olgunluğuna bağlı olarak alt evrelere ayrıldığını bildirmektedir.

Bu çalışmada da incelenen kıрма mercan balıkların da belirtilen dört ana evre ve bunları açıklayan alt evreleri ayrı ayrı tespit edilmiştir. Bu ana evreler I. olgunlaşmamış dişi, II. olgunluk evresindeki dişi, III. dişilikten erkekliğe geçiş ve IV. erkeklik evreleridir.

Bu evrelerden ilki, henüz eşeyssel olgunluğa ulaşmadığı evredir. Bu evrede gonadlardan alınan histolojik kesitlerde kısa ve birbirine yakın ovarian katlantıların ovarian boşluğa açılması ilk üreme hücreleri, oogonia ve küçük previtellogenik oositler lamellaların olduğu eksen ve kenar boyunca görülmesi Valdés vd (2004)'ni

desteklemektedir. Çalışmada gelişmeye henüz başlayan olgun olmayan ovaryumun granüler bir yapıda olduğu görülmüştür. Ancak, bu granüler yapıyı oluşturan oositlerin, birbirine yakın olarak paketlenmiş gibi görünen oositler, oogonia ve previtellogenik oositler oldukları saptanmıştır.

Fostier vd (1987) ve Kokokiris vd (2001) dişilik evrelerini beş evrede incelemişlerdir. Glamuzina vd (1998), Balcı (2003), Valdes vd (2004) dişilik evrelerini olgunlaşmamış dişilik ve olgunluk evresindeki dişi olarak ikiye ayırmış ve olgunluk dönemindeki dişileri morfolojik olarak 6 ayrı alt evrede sınıflandırmışlardır. Bu çalışmada da dişilik evreleri Valdes vd (2004) ile benzer şekilde incelenmiştir.

Kromatin nukleolus evresinde (F_1 evresi), oogonyumların açık renkli boyanan sitoplazmaları ve iri nukleusların varlığı bildirilmektedir (Valdés vd 2004). Oogonium ve mayotik profazın ilk evresinde oosit görülmektedir. İncelenen balıklardan henüz fonksiyonel hale gelmemiş ovaryumların bu evrede (F_1 evresi) granüler görünüş kazandıkları ve koyu boyanmış oositlerin varlığı tespit edilmiştir.

Ovaryum katlarının periferi boyunca lokalize olan perinukleolus evresinde (F_2 evresi) küçük previtellogenik oositlerin göze çarptığı belirtilmektedir. Ayrıca dişi gonad dokusunda dağılmış olarak birkaç spermatogonia cebi ve çok geniş olarak ovaryum katları boyunca çok geniş olarak görülen melanofor makrofaj merkezleri görüldüğü bildirilmektedir (Sarmaşık 1992, Marino vd 2001). Araştırmada incelenen balıklardan oositler homojen bir sitoplazma, büyük nukleus ve pek çok sayıda küçük uzamış görünümlü periferik nukleoluslar içermektedir. Ayrıca sitoplazma önceki aşamalara göre çok daha bazofilik olduğu ve gelişmekte olan oositlerin F_2 evresinde olduğu gibi merkezi olarak yerleşim gösterdiği saptanmıştır.

Çelik (2005), McMillan (2007) ve Çakıcı (2007) tarafından kortikal alveoli evresinde (F_3), oositin sitoplazmasında glikoprotein yapıda dış yüzeye yakın kortikal alveolileri içerdiği bildirilmektedir. Çalışmada bu evrede sekonder oosit büyümesi yanısıra bazofilik, F_3 evresini yansıtan kortikal alveoliler içeren ve homojen olmayan sitoplazmanın varlığı görülmüştür.

Sitoplazmada eozinofilik yumurta sarısı granülleri ile oosit ve zona radiatanın kalınlaştığı bu evrede Valdés vd (2004) tarafından bildirildiği gibi oositler içerisinde vitellogenin olduğu Vitellogenez evresi (F₄) gözlenmiştir.

Olgunluk evresi adı verilen F₅ evresine gelen oositlerin su almaya başladığı, farklı gelişim evrelerindeki vitellojenik oositlerin bunlar arasında yer aldığı bildirilmektedir. Sarmaşık (1992), Cihangir (1993) ve Valdés vd (2004) tarafından bu evredeki kılıfının oldukça incelendiği ve hafif bir basınçla patlayabilecek bir duruma geldiği bildirilmektedir. Çalışmamızda ışık mikroskopik incelemelerde bu evredeki (F₅ evresi) balıkların oositlerinin su aldığı, oositleri saran zarın yumurta gelişiminin başlangıç aşamalarındaki kalınlığının giderek azaldığı hatta kırıldığı, farklı gelişim evresindeki oositlerin bunlar arasında dağıldığı, bu hücreler arasında yer yer erkek üreme hücrelerin yer aldıkları görülmüştür.

Bununla birlikte F₅ evresinde büyük oositlerin varlığı ve post ovuluar folliküller tespit edilmiştir. Oositlerin bazılarının bütün lipid ve protein içeriği karışarak homojen bir yapı aldığı ve yumurtanın fazlaca büyümesinden dolayı korion çok incelendiği belirlenmiştir.

Yumurta olgunlaşmasının F₆ evresi üreme sonrasında atretik folliküllerin varlığı bildirilmektedir (Valdés vd 2004). Ovaryum folliküllerinin çoğu folliküler hücreler ve oositin ölümü halinde gerilemeye maruz kalır ve fagositoz yapan hücreler tarafından ortadan kaldırıldığı ve follikül gelişiminin her safhasında atresia durumuna rastlanabileceği de rapor edilmektedir (Junqueira vd 1992).

Araştırmada incelenen balıkların F₆ evresinde, Valdés vd (2004) tarafından da belirtildiği gibi şekillenen eozinofilik hücreler ve Junqueira vd (1992) bildirdiği gibi atretik folliküllerin varlığından bu balıkların dişilik karakterinde en son aşamaya ulaştığı anlaşılmıştır. Ayrıca erkek üreme hücrelerinin bu hücreler arasında daha yaygın yer alması balıkların bundan sonra erkek eşey özelliklerini kazanacağına işaret etmektedir.

Protojini hermafroditizm özelliklere sahip olan bu balıklarda dişilikten erkeklığe geçiş yaptığı bildirilmektedir (Alekseev 1982, Devlin ve Nagahama 2002, Valdés vd 2004, Taşlı 2005, Suzer ve Kamacı 2005). İncelenen örnek histolojik kesitlerden protojini tip hermafroditizm özelliği görülmüş, yakalanan balıkların yaşamlarının ilk evrelerindeki dişi özelliğinin daha sonra erkek eşeye dönüştüğü tespit edilmiştir.

İki eşey arasındaki evre geçiş dönemi olarak belirtilmiş ve morfolojik olarak ayırt edilebilen üç alt evreye ayrılmıştır. Bu evreler spermatogonia kümeleri (T_1), geçiş evresi (T_2) ve son eşey değişimi (T_3)'dir (Balcı 2003, Valdés vd 2004). Bu dönemde gelişmekte olan testiküler dokunun giderek baskın hale geldiği bildirilmektedir (Marino vd 2001, Balcı 2003). Bu araştırmada da Valdés vd (2004)'in belirttiği gibi T_1 , T_2 ve T_3 aşamaları ayrı ayrı tespit edilmiş testiküler dokunun her alanda daha geniş bir yayılım göstermesi Valdés vd (2004) bulgularına paralellik göstermektedir.

T_1 evresinde intersitial dokuda bir artış yanı sıra vitellojenik oositlerin eozinofilik hale geldiği ve ovaryumun periferinde ilk spermatogonia kümelerin şekillendiği belirlenmiştir.

Geçiş evresinin T_2 evresini şekillendiren gonadlarda her iki üreme hücresinin varlığı görülürken ovaryumlarda herhangi bir dejenerasyon oluşumuna dair bir belirtinin olmadığı bildirilmektedir (Valdés vd 2004). Çalışmada incelenen bu evredeki gonadlarda diğer araştırmacıların belirttiği gibi her iki üreme hücreleri de bir arada bulunduğu görülmüştür. Bozulmamış bir ovaryumun periferinde aktif spermatogenezin varlığı daha da yaygın hale gelmiş testiküler dokunun daha önce bu konuda bildirilen bulgulara benzerlik gösterdikleri tespit edilmiştir.

Geçiş evresindeki son aşama olan T_3 evresi testiküler dokunun daha belirgin olarak şekillendiği ancak ovaryum dokusunun ise dejenere olduğu evredir (Johnson vd 1998, Valdés vd 2004). Bu araştırmada T_3 evresindeki gonadların histolojik yapılarında benzer değişimler görülmüştür. Yaygın bir alanda gözlenen iyi gelişmiş testiküler dokunun içerisindeki kümeler halinde dejenere hücreler ve atretik yumurta hücrelerinin

kalıntıları ve boş alanlardan, bu evrenin Johnson vd (1998), Valdés vd (2004) tarafından bildirilen geçiş dönemindeki son aşama olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışmada kullanılan erkek balıkların dişi balıklara göre daha büyük ve yaşlı oldukları görülmüştür. Yapılan otopsilerde testislerin olgun erkek balıklarda gri renkli ve birbirine eşit iki lobtan oluştuğu Valdés vd. (2004)'nin tespitlerine paralellik göstermektedir. Sperm kanalı da posterior olarak anüse açılmaktadır.

Fostier vd (1987), Kokokiris vd (2001) ve Valdes vd (2004) isimli araştırmacıların çalışmalarında belirtildiği gibi bu çalışmada erkeklik gonad gelişimi beş morfolojik evrede ele alınmıştır.

Spermatogenez (M_1) evresindeki testis dokusunun lobüller içerisinde çeşitli gelişim evrelerindeki bazofilik boyanmış erkek üreme hücreleri Valdés vd (2004)'nin bulgularına paralellik göstermektedir. Bu evrede çoğunlukla spermatogonia ve az miktarda primer spermatozoidler mevcuttur. Genellikle Ekim ve Aralık aylarında olduğu görülmüştür.

Valdés vd (2004) ve Kokokiris vd (1999) Spermiogenezde (M_2) spermatid ve spermatozoidlerin varlığını bildirmektedir. Spermiogenez evresindeki testiküler dokuda spermatozoidler ve spermatozoa görülmüş ve en yüksek oranda Mart ve Nisan ayında belirlenmiştir. Birincil spermatozoidler ve az miktarda spermatozoa olmasına karşın sperm kanalı iyi gelişmemiş olması bu çalışmada incelenen örneklerde tespit edilmiştir.

Spermiasyon (M_3) evresindeki erkek gonadın deferens kanallarında ve testiste çok sayıda spermatozoanın varlığı bildirilmektedir (Valdés vd 2004). Testiste ve deferens kanallarda bol spermatozoa ile birlikte spermatid görülmüştür. Testis dokusunda kalın bağ dokusu bölmelerle ayrılmış lobüllerin içerisinde önce spermatogonium sonra primer ve sekonder spermatozoid, sonra spermatid ve son olarakta spermatozoa aşamaları belirlenmiştir. Mart'tan Temmuz'a kadar saptanabilir ancak spermiogenez aşamaları (M_3) Mart-Nisan ayları arasında yüksek oranda meydana gelmiştir.

Sperm bırakımı (M₄) evresindeki testis dokusunda çoğunlukla tübüllerin boş olmasına rağmen bazen spermatozoa'nın çok küçük miktarlarının olduğu bildirilmektedir (Valdés vd 2004). Olgunlaşmış sperm bırakımı sonrası kısmen boş tübüller, testisin bir bölümünde iyi gelişmiş bir merkezi lümen varken, az sayıda spermatozoa görülmüştür.

Dinlenme (M₅) evresine ulaşan erkek balıkların testis dokusu incelendiğinde diğer araştırmacıların belirttiği gibi artık spermatozoa üretimi yoktur (Valdés vd 2004, Kokokiris vd 1999). Üreme mevsimi bittiği için erkeklik dokusu gerilemiştir. Bu çalışmada da benzer özellikler görülmüştür.

Hormonal tüm yaşamsal aktivitelerde olduğu gibi üreme faaliyetlerinin de kontrolünün yapıldığı hipofiz bezinin anatomik ve histolojik yapısının incelendiği çalışmalarda balıklarda bu bezin diğer omurgalılarda olduğu gibi beynin hemen altında, kafatasında parasfenoid kemiğin sella tursika adı verilen çukurluğuna gömülmüş olarak bulunduğu belirtilmektedir (Özen 1990, Balcı vd 2006). Çalışılan örneklerden Hipofiz bezi, kafatasının parasfenoid kemiğinde ki "sella tursika" yani Türk eğeri adı verilen kendine ait bir çukurluğa gömülü olarak bulunmuştur.

Kuşlarda ve bazı memelilerde bulunmayan pars intermedia bölgesinin balıklarda bulunduğu belirtilmiştir (Garcia-Hernandez vd 1996, Özen 1990). Ancak bu kaynaklarda gösterildiği kadar belirgin olarak ayırt edilmediği gözlenmiştir. Nörohipofiz, diğer kemikli balıklarda tanımlandığı gibi (Özen, 1990) miyelinsiz sinir liflerinin oluşturduğu bölge olarak ayırt edilmekte ve dağınık glial hücreler gözlenmektedir.

Özen (1990) hipofiz bezini sazan balıklarında meşe palamutu, eğrez balıklarında yuvarlak ve sudak balıklarında koni şeklinde olduğunu bildirmektedir. Ayrıca makroskobik olarak görülmesi zor olan kısa ve ince bir infundibulum ile beyne bağlı olduğu belirtilmektedir (Özen 1990, Özen ve Timur 1993). İfundibulum'un Orfoz'da, Lahoz'un kine nazaran daha büyük olduğu bu durumun türe özgü farklılık olabileceği bildirilmektedir (Balcı vd 2006). Teleost balıklarda hipofiz bezinin morfolojisi,

büyüküğü ve infundibulumun bulunup bulunmaması bakımından farklılıklarının görüldüğü ve bunların bazılarının mevsimsel değişimlere, yaşa ve eşeye bağlı olarak aynı koşullarda bile değişebildiği ayrıca belirtilmiştir (Turner ve Bagnara 1976, Özen 1993). Organın infundibulum bölgesi, anterior ve posterior lobları oldukça belirgindir. Hipofiz sapı denilen infundibulum bölgesi oldukça geniş olup, iç boşluğun içeriye doğru uzanmadığı görülmüştür. Çalışılan örneklerden de hipofiz'in kısa bir infundibulum ile beyne bağlandığı tespit edilmiştir. Anterior lobta bölgesel ve hücrenel farklılaşmalar farklı boyanma özellikleri şeklinde yansımıştır. Elde edilen örneklerden hipofiz bezinin düzgün dairesel yuvarlak biçimde olduğu görülmüştür. Orfoz ve lahoz balıklarında belirtildiği gibi hipofiz bezi düzgün yuvarlak biçimdedir (Balcı vd 2006).

William vd (2007) tarafından anterior loba dahil olan pars distalis ve posteriyor loba dahil olan nörohipofiz arasındaki histolojik farklılıklar daha belirgin olarak görüldüğü ve anterior lobun yapısındaki çok sayıdaki sıkıca bir araya gelmiş parankimal hücre topluluğundan dolayı koyu boyanan bez epiteli özelliğinden bahsedilmektedir. Ayrıca posteriyor lob sinir dokusundan meydana geldiği ve bu nedenle de daha açık görüldüğü vurgulanmıştır (William vd 2007). İncelenen örneklerden genel olarak koyu boyanan anterior lob (Adenohipofiz) ve soluk boyanan posterior lob (Nörohipofiz) görülmüştür. Pars intermedia bezin adeno ve nörohipofiz bölgeleri arasında sinir hücrelerini içermekte ve anterior lob ve posterior lob çok zengin damar ağına sahipken, pars intermedia'da bu özelliğın bulunmadığı tespit edilmiştir. Nörohipofiz ve adenohipofiz'in parmak şeklinde çıkıntılar ile pars intermedia'ya uzandığı gözlenmiştir.

İncelenen örneklerde adenohipofiz'in pars distalis bölgesi, bezin % 60'ını oluşturmaktadır. Bu bölgenin en küçük parçası olan rostral pars distalis, sazanlarda bezin %15'ini oluşturduğu belirtilmiş ve postero-dorsalde yer alan bu bölgeye anterior lob, anterior glandular bölge, pro-adenohipofiz ve Hauptlappe isimleri verilmiştir (Valsella vd 1977, Özen 1990). Üreme zamanında adenohipofizin neurohipofize oranla boyutlarında bir artma görülmüştür.

Nörohipofiz aksonların dallanarak yayıldığı bölge olarak ayırt edilmektedir (Balcı vd 2006). Çalışmada nörohipofizin kompakt bir yapıya sahip olduğu ve aksonların

dallanarak yayıldığı bölgenin ayırt edildiği görülmüştür. Nörohipofizde düzensiz şekilli oval çekirdekli hücreler olan pituisitler bildirilmektedir (William vd 2007). Nörohipofizdeki pituisit adını alan özelleşmiş glia hücreleri belirlenmiştir.

Memelilerde adenohipofizin pars distalisinde bulunan kromofilik (asidofilik ve bazofilik özelliğe sahip hücreler) ve kromofobik (boya almayan) özellikte hücrelerin adenohipofiz'e ait histolojik kesitlerde olduğundan bahsedilmektedir (Özen 1990, Ball ve Baker 1969). Adenohipofizin pars distalisi birbiriyle anastomoz yapan kordonlar halinde asidofil, bazofil ve kromofob hücre sıralarından oluştuğu görülmüştür. Özellikle rostral pars distalisinde yer alan asidofil hücreler oldukça yoğun yerleşimli olup, koyu boyanmış bölgeyi oluşturduğu tespit edilmiştir. Proksimal pars distalite bazofilik hücre sayısının fazla olduğu görülmüştür. Pars intermedia sınırları çok belirgin olmayıp kolloid varlığı ile ayırt edilebildiği tespit edilmiştir. Küçük asidofillerin ve büyük bazofillerin farklı şekilde boyanmaları, granüllerindeki hormon içeriğinin farklılığını yansıttığı, Parankimal hücre yığınlarının aralarında sinuzoidal kapiller ağın bulunduğu belirlenmiştir.

Pars distalite gonadotrop hücrelerin sadece erişkin balıklarda bulunduğu, gonadların gelişmekte olduğu olgunlaşma dönemi olan bahar aylarında büyük olduğu belirtilmiştir (Massoud vd 1983). Mercan balıklarının adenohipofizinin proksimal pars distalis bölgesinde üreme döneminin dışındaki balıklarda sitoplazmasında vakuolar boşluk, üreme döneminde ise salgı granülleri içeren gonadotrop hücrelerinin geniş bir alana yayıldığı tespit edilmiştir.

Hipofiz'de proksimal pars distalis bölgesinin yaygın durumu örnek balıkların yoğun bir üremeye hazırlık döneminde olduğu yorumu getirilebilir. Bu yapısal durum Garcia-Hernandez vd (1996) ile Johnson vd (1998) tarafından bildirilmiş olan gonadotropin salgılayan hücrelerin bazofilik olduğu ve hipofizinin proksimal pars distalisinde yer aldığı açıklamaları ile uyumluluk göstermektedir.

Adenohipofiz'in rostral ve pars distalis'inde dağılmış olarak bulunan az sayıdaki, küçük uzunca şekilli, yuvarlak nükleus'lu bazofilik gonadotrop hücrelerin farklı

histokimyasal boyalarla (PAS, OFG) eflatun renge boyanmaktadır (Özen 1990). Uygulanan boya yöntemine göre üreme dönemindeki erkek ve dişi balıkların hipofizinde bazofilik gonadotrop hücrelerinin çeşitli renklere boyanarak vakuolasyon göstermedikleri belirlenmiştir FSH ve LH hormonu ürettikleri bildirilen (Junqueira vd 1992) gonadotrop hücreleri pas boyama ile eflatun renkte görülmektedir.

Bir oositin elektron mikrografının incelenmesinde oval nukleus, nukleolus ve sitoplazma içerisinde mitokondriler ve endoplazmik retikulum varlığı belirtilmektedir (McMillan 2007). Bu çalışmada da oositlerin elektron mikroskopik incelemelerinde normal elektron yoğunluğunda nukleus, nukleolus, endoplazmik retikulum, mitokondriler, golgi kompleksi ve çok sayıda salgı vezikülleri içerdiği görülmektedir.

İnci kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, P., 1811) yaşlı bireylerde ovaryumlarda oogonial mitozun tamamlandığı belirtilmektedir (Ünal vd 1999). Kıırma mercan balıklarında, *Thunnus thynnus* ve *Chirostoma humboldtianum*'taki çalışmalardaki gibi (Abascal ve Medina 2005, Cárdenas vd 2008), oogoniumlarda mitotik çoğalma alınan kesitlerde tespit edilememiştir.

Bu konuda yapılan ultrastrüktürel çalışmalarda, Abdalla ve Cruz-Landim (2004) germ hücrelerinde genellikle çok az endoplazmik retikulum profilleri, sitoplazma da birçok küresel mitokondriler ve onların hacimlerinin büyük bir kısmını kaplayan büyük nukleus olduğunu belirtmektedir. Çalışmada TEM incelemelerinde oogoniumlarda oval nukleus içinde büyük bir nukleolus'un varlığı; ayrıca sitoplazma içerisinde mitokondriler ve endoplazmik retikulum yapıları dikkati çekmiştir.

Perinukleolus evresinde primer oositte sitoplazmada mitokondriler ve ribozomların çok olmasından dolayı bu evrenin belirlenmesi kolaydır. Diğer kemikli balık türlerinin çoğunda olduğu gibi periferde çok sayıda nukleolusun bulunması bu evrede oosit için genel olduğu belirtilmektedir (Selman ve Wallace 1986, Cerdà vd, 1997, Blazer 2002, Patiño and Sullivan 2002, Patiño vd 2003, Cárdenas vd, 2008). İncelenen örneklerde benzer şekilde primer oosit evresinde küresel, merkezi konumda nukleus yapısı ile nukleolusun nukleus plazmasına dağılmış ve daha çok periferik yerleşimli olarak görülmüştür.

Cárdenas vd (2008) kortikal alveoli evresinde, elektron yoğunluğunda kortikal alveoli ve ince yağ granüllerin görüldüğünü bildirmektedir. Çalışmada Kortikal alveoli evresinde, kortikal alveoliler ve yağ granülleri kolayca zona radiata altında yer aldığı tespit edilmiştir. Yağ granüllerinin, elektron yoğunluğunda homojen ve düzgün bir iç yüzeye sahip olduğu görülmüş ve periferik kortekste kortikal alveolilerin varlığına rastlanılmıştır.

Vitellogeniz (F₄) evresinde, oosit büyüklüğünde önemli bir artış ile karakterize olduğu ve oosit büyüklüğündeki artmanın yağ granüllerinin sitoplazmada bol miktarda birikmesinden kaynaklandığından bahsedilmektedir. Ayrıca, bazı vakuoller sitoplazma içerisinde görülür. Bu vakuol yapıların çokluğunun yüksek steroid sentezin olduğuna işaret ettiği öne sürülmektedir (Nagahama 1983, Nakamura ve Nagahama 1993, Nagahama 1997, Cárdenas vd 2008). İncelenen örneklerden vitellogeniz evresinde, oositlerin büyüklüğünün arttığı ve zona radiatanın kalınlaştığı görülmektedir. Ayrıca sitoplazmada vakuoller görülmektedir.

Wourms (1976) zona radiatanın follikül kökenli olduğunu ve follikül hücrelerin büyük olasılıkla vitellusun oluşumunda taşıma veya üretim yoluyla katkıda bulduklarını belirtmişlerdir. Yapılmış olan önceki çalışmalarda zona radiatanın karbonhidrat ve protein yapıda olduğu ve birçok teleostta olduğu gibi belirgin bazı farklı bölgeler içerdiği belirtilmiştir (Mayer vd 1988, Khoo 1979, Gökçe vd 2003, Koç 2006). Gökçe vd (2003) yaptığı çalışmada zona radiata oluşumunun, Lagos'larda ikinci büyüme evresinden itibaren ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bu çalışmada elektron mikroskopik incelemelerde zona radiata oluşumunun F₃ evresinden itibaren belirgin olarak görüldüğü, gelişimin ilerlemesiyle birlikte zona radiatanın iç ve üst olmak üzere birbirinden farklı iki yapı oluştuğu görülmektedir. Gökçe vd (2003) belirttiği gibi radiatanın esnek yapılı bir filtre olduğunu desteklemektedir.

Olgunluk (F₅) evresinde oosit büyümeye devam eder ve bu evrenin en önemli olayı mayoz bölünmenin devam etmesidir. Animal kutuba germinal vezikül göçü ile başlar. Bundan sonra, germinal vezikül bozular. Yumurta sarısı bileşenlerinin hidrolizi

nedeniyle oosit ortasında düzensiz bir kitle ile sonuçlanan dağınıklığa uğrar. Vitellojeniz sırasında birikmiş yağlarla birlikte çeşitli şekillerde yağ damlacıkları katılır. Bu olayların hepsini oositin hidrasyonu takip eder (Cárdenas vd 2008). Kırmızı mercan balığının ovaryumlarının elektron mikroskopik incelemelerinde, iyi gelişmiş olgun yumurtalarda bozulmamış follikül epitelyum, zona radiata ve daha büyük yağ granülleri görülmüştür. Ayrıca olgunluk evresinde nukleusun dağılıp kaybolduğu da tespit edilmiştir.

Lee vd (2006) tarafından spermatidlerin sitoplazmasında mitokondriler, endoplazmik retikulum ve ribozomlar içerdiği bildirilmektedir. Örneklerin TEM incelemelerinde spermatidlerde daha kompakt kromatin, sitoplazmasında endoplazmik retikulum ve mitokondriler açısından zengin olarak görülmüştür.

Massoud vd (1983) tarafından Proximal pars distalis bölgesinde gonadotropin salgılayıcı hücrelerin olgunluğa erişmiş balıklarda görüldüğü belirtilmektedir. İlkbahar aylarında olgun gonadotropin salgılayıcı hücrelerin oluştuğu ve gonadların geliştiğini tespit etmişlerdir. Pars intermedia bölgesinde olgunlaşmamış balıklarda gametogenetik gonadotropin salgılayıcı hücrelerin oluştuğu ve gametogenezin meydana geldiği sonbahar aylarında hücre büyüklüklerinin arttığı bildirilmektedir. Örneklerin elektron mikroskopik incelemelerinde *P. erythrinus*'un genç yaştaki birey ile ileri yaştaki bireyin hipofizinde yaşlı bireylerde salgı veziküllerinin azaldığı ve vakuolasyonun arttığı görülmüştür. Adenohipofizin parsdistalis bölgesinde üreme dönemine erişmemiş veya üreme dönemi dışındaki balıkların sitoplazmasında vakuoler boşluk, üreme döneminde gonadotropin salgılayıcı hücrelerde salgı veziküllerinin daha yoğun ve geniş bir alana yayıldığı tespit edilmiştir.

P. erythrinus'ta spermatozoon genellikle tipik bir dış döllenenmede bulunan bir akrozomu ve tek kamçılı akuasperm biçimi sergiler (Jamieson 1991). *Pagellus erythrinus*'ta spermatozoon tek kamçılı bir hücredir. Ayrıca kısa bir boyun ve baş ile ayırt edilir (Maricchiolo vd 2004). Elde edilen örneklerden de olgun spermatozoon'da baş, boyun ve kuyruk bölümleri ayırt edilebilmektedir.

Maricchiolo vd (2004) akrozomu gözlemediklerinden bahsederken bu çalışma da elde edilen örneklerden akrozom görülmüştür.

P. erythrinus'ta spermatozoon gelişimi sırasında spermiogenez evresindeki spermatozoonlarda tek ve büyük bir mitokondri yapışık olarak bulunur (Mattei 1988, Maricchiolo vd 2004, El-Gharabawy vd 2007). Benzer durum bu çalışmada da görülmektedir.

Gonadotrop hücrenin ultrastrüktürel özellikleri protein salgılayan endokrin hücrelerin tipik örnekleridir. Hormon sentezi için gerekli birçok organeller örneğin golgi kompleksi ve hücre membranına yakın salgı vezikülleri bulunmaktadır (William vd 2007). Çalışmada bu hücrenin hormon sentezi için gerekli iyi gelişmiş bir golgi kompleksi, hücre zarına yakın yerleşimli çok sayıda yuvarlak yada oval yoğun salgı vezikülleri ve oval ökromatik çekirdeğin bulunduğu tespit edilmiştir. Hormon sentezinin arttığı (üreme dönemi) aktif hücrelerde belirgin golgi kompleksi, çok sayıda mitokondri, granüllü endoplazmik retikulum ve yoğun salgı vezikülleri içeriği bulunmuştur. Ayrıca düzgün olmayan şekilli nukleus, bir yada birden fazla nukleolus tespit edilmiştir. Üreme zamanının olmadığı evrelerde ise çok az sayıda ve düzensiz salgı vezikülleri görülmüştür.

Elektron mikroskopi ile birlikte immunositokimyada kullanıldığı takdirde salgı granüllerinin tiplerini ayırmak mümkün olmaktadır. Salgı granüllerin çapı, şekli ve boyanma özellikleri ile birlikte immunositokimyasal boyanması da göz önünde tutulduğunda ince yapıda hücre tanımlanması mümkün olabilecektir (Karaöz 2002, William vd 2007).

Kırma mercan balıkları ile ilgili kaynak taramalarında gonad gelişimi, gametogenez ve onun endokrin kontrolü ile ilgili çok az literatüre rastlanılmıştır. Bu çalışmada histolojik olarak gonad gelişimleri belirlenerek vitellojenin ve eşey steroidlerini ölçmek amacıyla ve yıllık üreme dönemlerini belirlemek için yıl boyunca aylık örnekleme yapılmıştır.

Sparidae familyasının geniş coğrafik dağılıma sahip olmasına rağmen üreme mevsimleri zamanlarında farklı bölgeler arasında çok önemli farklılık görülmediği ve Doğu Akdeniz’de Şubat sonundan Mayıs ayma kadar maksimum olabileceği Vassilopoulou ve Papaconstantinou (1992) tarafından bildirilmektedir. Bu bizim üreme dönemi değerlerimize yakınlık göstermektedir.

Bu araştırmada Ocak ayında hem GSI ve hemde VTG’deki artış, vitellogenizin başladığını göstermektedir. *Pagellus erythrinus* (Kırma mercan) balıklarının erkeklerin büyük bir kısmı Mart ayında aktif spermiyasyon varlığına sahipken *Pagrus pagrus*’ta bu durum Şubatta meydana gelmiştir (Kokokiris vd 2000). GSI maksimum seviyeye Martta ulaşmaya başladığı ve Temmuz sonuna kadar devam ettiği görülmüştür.

E2 seviyeleri F₅ evresine kadar artarak F₅ evresinde en yüksek seviyeye ulaştığı yapılan araştırmalarda, asenkron yumurtalık gelişimi ile diğer çoklu yumurtlayan balıklar içinde bildirilmektedir. Örneğin, *Carassius auratus* (Kagawa vd 1983), *Gobio gobio* (Rinchar d vd 1993), *S. aurata* (Kadmon vd 1985), *Dicentrarchus labrax* (Prat vd 1990) ve *P. major* (Matsuyama vd 1988, Ouchi vd 1988) veya *P. auratus* (Carragher ve Pankhurst 1993, Scott vd 1993) verilmiştir. Bu balıklarda ovulasyondan sonra ovaryumda F₄ evresinde hala oositler bulunmaktadır. Bu kalan vitellojenik oositlerden ovulasyona katıldıktan sonra E2 üretildiği bildirilmektedir (Kagawa vd 1983).

Vitellogeniz aşamasında, E2 plazma konsantrasyonu önemli ölçüde artmıştır. Bu diğer teleost bulgularına benzerlik göstermektedir (Pankhurst ve Conroy 1987, Berlinsky ve Specker 1991, Rinchar d vd 1993, Kokokiris vd 2000). E2 konsantrasyonları ile VTG seviyeleri arasında önemli bir ilişki vardır.

Vitellojenin (VTG) seviyeleri, vitellogenizin başlamasından önce çok düşük seviyelerdeydi. Gelişim evrelerinin artmasına paralel olarak son olgunluk evresi olan F₅’te en yüksek düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. Bu son evrede VTG’nin yüksek olmasının sebebi bu yumurtlayan türün oogenezi ile ilgili olabilir. Vitellogenizin, E2 plazma düzeyi sonucuna bakılarak yumurtlama mevsimi esnasında hala aktif durumda olduğu görülmektedir. Yumurtlama işlemi bittikten sonraki F₆ evresinde, E2 seviyesi

ciddi bir düşüş göstermektedir. Yumurtlama sonrası farklı bir oosit grubunun yumurtlamaya hazır olması vitellogenesezi meydana getirir. Bu *Sparus aurata* gibi diğer sparid'lerde de bildirilmektedir (Kadmon vd 1985, Zohar vd 1988, Kokokiris vd 2000). Gonad gelişim safhalarına göre ölçülen E2 hormon seviyeleri ile VTG seviyelerindeki artışların birbirlerine paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Vitellogenезде estradiol (E2) plazma düzeyleri önemli ölçüde artmaktadır. Böyle bir artışın öncelikli olarak görülmesi estradiolün VTG'nin hepatik sentezinde rolünü desteklemektedir. Davail vd (2006) F₃ evresinde oositte VTG reseptörlerinin en yüksek seviyede olduğu belirtilmiştir. Araştırmada da bu bulgulara benzer olarak VTG seviyelerinin yüksek olması kortikal alveoli fazındaki bulguları desteklemektedir.

Dişi balıklarda 11 KT rolü bilinmemektedir. *Pagrus pagrus*'ta Kokokiris vd (2000) tarafından yapılan çalışmada anlamlı değişiklik dişi üreme döneminde tespit edilememiş ve düzeyi düşük olarak tespit edilmiştir. Atlantik salmonunda oosit gelişiminde rolü olabileceği Idler vd (1981) tarafından öne sürülmektedir. Bu çalışmada 11 KT düzeyi çok düşük miktarda tespit edilmiştir. Kokokiris vd (2000)'nin bulgularını desteklemektedir.

Dişilikte T hormonunun rolünün tam olarak ne olduğunun bilinmediği belirtilmektedir. Lipit sentezindeki rolü veya FSH'yı vitellogenesezin başlangıcını tetiklemesi ile ilgili olabileceği bildirilmektedir. T düzeyi periovulatuvar periyot boyunca dişi balıklarda diğer kemikli balıklardaki gibi yüksek tespit edilmiştir. Plazma T düzeyi olgunluk evresinden önce arttığı görülmüştür (Kokokiris vd 2000). Çalışmamızda da dişilikte T hormon düzeyi F₄₋₆ arasında artış varken F₅ evresinde maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir.

Morfolojik gelişimlerine göre, T hormon düzeylerinin artması ile mercan balıklarının dişilikten erkekliğe geçişin tamamlanması ve erkeklik karakterlerinin kazanıldığı görülmüştür. 11 KT hormon düzeylerinin T hormon düzeylerindeki benzer bir artışın olduğu, ancak düşük düzeylerde olduğu ve E2 düzeylerinin ise giderek azaldığı tespit edilmiştir. Bu bulguları dişilikten erkekliğe geçiş aşamasındaki ışık ve elektron

mikroskopik bulgularla birlikte desteklemektedir. Bu konuda yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Erkeklerde T serum düzeyleri spermiogenez (M₂) evresinde büyük bir artış göstermesine rağmen maksimum düzeye spermiyasyon (M₃) evrelerinde ulaştığı tespit edilmiştir. T serum seviyesinde benzer bir artışın diğer tür balıklardada olduğu ve bunun erkeklerde germ hücre farklılaşmasını düzenlediği bildirilmiştir (Schreck vd 1972, Billard vd 1978). Böyle bir artışın GSI değerlerinde de göstermesi ve testislerde spermatid görünümü ile örtüşmektedir.

11 KT seviyeleri, T seviyelerinden balık türlerinin çoğunda; Pasifik ve Atlantik salmonları (Schmidt ve Idler 1962, Idler vd 1971), *Oncorhynchus mykiss* (Scott vd 1980), *Salvelinus fontinalis* (Sangalang ve Freeman 1974), *Cyprinus carpio* (Barry vd 1990), *Stizostedion vitreum* (Malison vd 1994) ve *P. auratus* (Carragher ve Pankhurst, 1993)'dan daha yüksek bulunmuştur. Buna karşılık bu çalışmada 11-KT seviyeleri önemli oranda T seviyelerinden daha düşük bulunmuştur. Ancak iki steroid'te plazmada aynı görevi yapmaktadır.

Erkek gametogenesisi sırasında T ve 11 KT artışı, diğer erkek teleostlarda açıklanan durumlara benzerlik göstermektedir (Pankhurst ve Carragher 1991). Androjenlerin başlangıç ve ana testiküler gelişimdeki rolünü içeren hipotezi (Carragher ve Pankhurst 1993) desteklemektedir.

Birçok kemikli balık türlerinde T, 11 KT erkeklik hormonlarında ani bir düşüşün olması yumurtlama işleminin bitmiş olduğunun kanıtını gösterdiği bildirilmektedir (Scott ve Baynes 1982, Scott vd 1984, Baynes ve Scott 1985, Liley vd 1986, Barry vd 1990, Malison vd 1994, Kokokiris 2000). Bu çalışmada da M₅ evresinde T, 11 KT hormonlarının ani düşüşü görülmüştür.

11-KT düzeyleri spermatidler ve olgun spermatozoa hemen hemen tamamiyle testis dolduğu zaman yükseldiği ve sperm bırakımı esnasında da yüksek kaldığı görülmüştür. *Pagrus pagrus*'ta 11 KT profili, M₂ ve M₃ sürecini bu steroidin düzenlendiği hipotezi

ile uyumlu olduğu bildirilmektedir (Billard vd 1982, Fostier vd 1983, Fostier vd 1987, Nagahama 1987, Borg 1994).

Malison vd (1994) tarafından 11 KT, spermatozoa'nın varlığı ve spermin depolanmasında önemli bir role sahip olması olasılığından sözedilmektedir. Bu durumun bizim çalışmamızda da görölmektedir. Aynı zamanda bu durum M_2 ve M_3 'te de olmaktadır. Aynı durumun Prat vd (1990) tarafından *D. labrax*'ta da gözleendiği bildirilmektedir.

Erkek kırma mercan balıklarında E2 düzeyleri spermatogenezin ilk evrelerinde dalgalanma görölmeye rağmen testiküler olgunluk evresiyle önemli ilişkisi görölmemiştir.

Türler arasındaki steroid konsantrasyonlarındaki farklılıklar populasyonun orjininden veya örnekleme prosedüründeki farklılıklardan kaynaklandığı Pickering vd (1987) ve Kokokiris vd (2000) tarafından bildirilmektedir.

Mercan balıkları ile ilgili gonad gelişimi, gametogenez ve endokrin kontrolü arasındaki ilişkiler ile ilgili çalışmalar yoktur (Kokokiris vd 2000). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda diğer yumurtlayan türlerin gametogenezi esnasındaki plazma steroid düzeylerindeki değişiklikler tartışılmıştır. Protojini hermafrodit olan *P. erythrinus* üzerine yapılan çalışmada, 11 KT, T, VTG ve E2'nin eşeyssel gelişimlerine bağlı olarak eşeye özgü hormon özellikleri tespit edilmiştir.

6. SONUÇ

Sonuç olarak kırma mercan balıkları protojini hermafrodit olmaları nedeniyle gonad gelişiminde önce dişilik, sonra geçiş dönemi ve daha sonra da erkeklik karakterlerinin geliştiği saptanmıştır. Bu evreler; olgunlaşmanın olmadığı (immature) evre, dişilikteki F₁, F₂, F₃, F₄, F₅, F₆ evreleri, erkeklığe geçişin başladığı T₁, T₂, T₃, geçiş evreleri ve tamamen erkeklik evreleri olan M₁, M₂, M₃, M₄, M₅ olmak üzere toplam 16 evre saptanmıştır.

Gonadların mikroskopik kesitlerinden F₁ evresindeki gonad gelişimi ile E2 ve GSI'nin değerlerine bakıldığında beklendiği gibi E2 düzeyinin düşük olmasına paralel olarak gonadların gelişimini henüz tamamlamış olduğu görülmüştür. Bu evrede hipofiz'in mikroskopik incelemelerinde gonadotrop hücrelerde vakuoler boşluğun oluştuğu tespit edilmiştir.

F₂ evresi, ışık mikroskopik kesitlerinde, oositler homojen bir sitoplazma, büyük nukleus ve pek çok sayıda küçük uzamış görünüşlü periferik nukleoluslar içermektedir. Gelişmekte olan oositle paralel olarak GSI, E2 ve VTG düzeylerinde artış vardır. Gonadotrop hücrelerinin sayılarında da artışın başladığı görülmüştür.

F₃ evresinin ışık ve elektron mikroskopik olarak en önemli olayı kortikal alveolilerinin oosit periferinde görülmesi olmuştur. GSI, E2 ve VTG hormonlarının plazma seviyelerinde hızlı bir artış görülmüştür. Eşeyssel olgunluğa erişmiş bireylerde gonadotrop hücrelerinin sayılarının arttığı ve bol salgı granülleri içerdiği izlenmiştir.

F₄ evresinin histolojik kesitlerinde başlıca olay karaciğer kaynaklı yumurta sarısı granüllerinin birikimidir. VTG bu evrede oositin büyümesinden sorumludur. GSI, E2 ve VTG hormonlarının bir önceki evreye göre daha da yüksek oldukları görülmüştür. Gonadotrop hücrelerde bol salgı granülleri görülmüştür.

F₅ evresinin histolojik kesitlerden ve TEM mikrofotografılardan germinal vezikülün animal kutba göçünü tamamladığı, şeklini tamamen yitirdiği ve nukleolusların da

sitoplazma içinde kayboldukları, yağ damlacıkları ise artarak veya birleşerek daha büyük görünmektedir. Daha ileri aşamada ise yumurtanın bütün lipid ve protein içeriği karışarak homojen bir yapı almakta ve yumurtanın fazlaca büyümesinden dolayı korionun çok incelmekte olduğu tespit edilmiştir. GSI, E2 ve VTG hormonlarının dişilik evresinde en yüksek düzeye ulaşmış oldukları görülmüştür. Üreme döneminde ise hipofizin salgı granülleri içeren gonadotrop hücrelerin geniş bir alana yayıldığı görülmüştür.

F₆ evresinin histolojik kesitlerden atretik foliküllerin görülmesi, GSI, E2 ve VTG hormonlarının seviyelerindeki ani düşüşlerin görülmesi yumurtlama olayının sonlandığını göstermektedir.

T₁, T₂ ve T₃ evrelerinde, mikroskobik olarak spermatogonia kümelerinden başlayarak spermatogenezin ilerlediği ve gelişmeye başlayan testis dokusu görülmüştür. GSI ve T hormon seviyesinde hızlı artış vardır. E2 düzeyinde de hızlı bir azalış görülmüştür. Hermafroditik evrenin hipofiz örneklerinde gonadotrop hücrelerin geniş bir alana yayılmış olduğu tespit edilmiştir.

M₁ evresinde histolojik kesitlerde çoğunlukla spermatogonia ve bir miktar primer spermatozoid kitlesi görülmüştür. GSI, 11 KT ve T hormon seviyesinde hızlı artış vardır. E2 düzeyi düşük miktardadır. Gonadotrop hücrelerde salgı granülleri görülmüştür.

M₂ evresinde mikroskobik olarak spermatidler ve spermatozoa yoğun olarak görülmesiyle birlikte GSI, 11 KT ve T hormon seviyelerinde artış vardır. E2 düzeyi düşük miktardadır.

M₃ evresinde seminifer tübüllerin spermatozoa ile dolu oldukları saptanmıştır. GSI, 11 KT ve T hormon seviyeleri erkeklik döneminde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Gonadotrop hücrelerde bol salgı granülleri görülmüştür.

M₄ evresinde tübüllerde spermatozoa azalmış ve bununla birlikte GSI, 11 KT ve T hormon seviyelerinde de azalma tespit edilmiştir.

M₅ evresi, Işık mikroskopik bulgularda sperm üretiminin olmaması ve gerilemiş erkek gonad dokusu bulguları üremenin bittiğinin kanıtına paralellik göstermektedir. GSI, 11 KT ve T hormon seviyelerinde de belirgin azalma tespit edilmiştir. Gonadotrop hücreler dağınık yerleşimlidir.

Hipofizde üreme salgı aktivitelerini başlatan hücrelerin, ışık ve elektron mikroskopik incelemelerinin yanısıra Gonad gelişiminin histolojik ve elektron mikroskopik incelemeleri ve % GSI değerleri, E2, VTG, T, 11 KT hormon ölçümlerinden elde edilen sonuçlara göre; bu balıkların Nisan sonundan Eylül başına kadar üreme aktivitesi gösterdiği anlaşılmıştır. Ayrıca, bu aylarda alınan gonad örneklerinden yapılan gonad histolojisi çalışmalarından bu bireylerin eş zamanlı olmayan üreme sergiledikleri saptanmıştır. Elde edilen verilerden *P. erythrinus*'un II yaşında eşeyssel olgunluğa ulaştıkları, II-V yaşlarında dişi III-VI arasında dişilikten erkekliğe geçiş evreleri gösterdikleri ve IV ile VIII yaş arası da erkeklik özellikleri kazandıkları tespit edilmiştir.

Akdeniz'in en değerli balıklarından olan kırma mercanın yeni nesillerle popülasyonlarını dengede tutabilmeleri ve sürdürülebilmeleri için üremelerine en az bir kere fırsat verilmelidir. Bu nedenle balıkların sahillerimizde üreme mevsimi olan Nisan sonundan Eylül ayı başlarına kadar avlanmamaları daha uygun olacaktır.

Ayrıca Akdeniz'in Sparidae üyelerinin üretim protokolleri çıkarılarak, ülkemiz akuakültür sektörü için alternatif bir tür olarak değerlendirilen kırma mercan balıklarının diğer teknolojilerin kullanımının yanı sıra biotik ve abiotik koşullarının saptanmasına yönelik yeni çalışmalara da gereksinim vardır. Bu çalışmalar sonucunda kırma mercan balıklarının kültüre alınmaları ile ekonomiye katkıları sağlanacaktır.

Bu balıkların üremesini tamamladıktan sonra doğadan yakalanarak kültüre alınması ve adaptasyonları sağlanarak üreme öncesinden (Şubat-Mart) itibaren hipofiz hormonu uygulanması gerektiğini düşünmekteyiz.

7. KAYNAKLAR

- ABASCAL F.J. and MEDINA A., 2005. Ultrastructure of oogenesis in bluefin tuna *Thunnus thynnus*. J. Morphol. 264: 148-160.
- ABDALLA F.C. and CRUZ-LANDIM C., 2004. Occurrence and Ultrastructural Characterization of "Nuage" During Oogenesis and Early Spermatogenesis of *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Teleostei). *Braz. J. Biol.*, 64(3B): 555-561
- AKŞIRAY F., 1987. Türkiye Deniz Balıkları ve Tayin Anahtarı. İ.Ü. Rektörlüğü Yayınları No, 3490, II. Baskı, İstanbul, 811 s.
- ALEKSEEV F.E., 1982. Hermaphroditism in Sparid Fishes Perciformes, Sparidae: I. Protogyny in Porgies, *Pagrus pagrus*, *P. orphus*, *P. ehrenbergi*, and *P. auriga*, from West Africa, J. Ichthyol., 22: 85-94
- ALPBAZ A., 1984. Su Ürünleri Yetiştiriciliği (Genel Bilgiler ve Sazan Üretimi), E.Ü. Ziraat Fakültesi Yay. No:6, İzmir, 109-121 s.
- ALTUNKAYNAK, B.Z. ve ALTUNKAYNAK M.E., 2006. Farklı Fiksasyon İşlemlerinin Karaciğer Boyutu Üzerine Etkisi: Stereolojik Bir Çalışma. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 13(3) 151-156.
- ANONİM, 2008. Çalışma Raporu, Trabzon Tarım İl Müdürlüğü, Kontrol Şube Müdürlüğü Çalışmaları (<http://www.trabzontarim.gov.tr/pdf/sube/kontrol.pdf>)
- ATAY D. ve BEKCAN S., 2000. Deniz Balıkları ve Üretim Tekniği. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın no: 1515, Ankara, 468 s.
- AVŞAR D., 1998. Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği Ders Kitabı No: 5, Çukurova Univ. Su Ürünleri. Fak., Su Ürünleri Temel Bil. Böl. Deniz Biyolojisi A.B.D., Adana. 303 s.
- BABIN P.J., CERDA J., LUBZENS E., 2007. The fish oocyte: from basic studies to biotechnological application. Springer. Netherlands, 482
- BALCI B.A., 2003. Seasonal gonadal development and determination of sexual maturity age of Dusky Grouper (*Epinephelus guaza* L. 1758) in Antalya Bay. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eğirdir, Isparta, 79 s.

- BALCI B.A., İKİZ R., FALAKALI MUTAF B., 2006. Orfoz (*Epinephelus guaza* L., 1758) ve Lahoz (*Epinephelus alexandrinus* V., 1828) Balıklarında Hipofiz Bezinin Histo-Morfolojik Karşılaştırılması. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 2006, Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/2): 183-186
- BALL J. and BAKER B.I., 1969. The Pituitary Gland Anatomy and Histophysiology. In W.S. HOAR and D. J. RANDALL (Ed.) Fish Physiology. Vol. II, Academic Press, New York and London, 240 p.
- BANCROFT J.D. and STEVENS A., 1977. Theory and Practice of Histological Techniques. Churchill livingstone, Medical Div. Longman Group Ltd. Edinburgh, London and New York. 436 p.
- BARAN İ. ve TİMUR M., 1983. Ichthyologie, Balık Bilimi. ANKARA Üniv.Vet. Fak. Yayın No, 392. A.Ü. Basımevi-Ankara, 123 s.
- BARNABE G., 1994. Aquaculture biology and ecology of cultured species. Ellis Horwood. London
- BARRY A.T.P., SANTOS A.J.G., FURUKAWA K., AIDA K. and HANYU I., 1990. Steroid profile during spawning in male common carp. Gen. Comp. Endocrinol. 80: 223–231.
- BAUCHOT M.L. and HUREAU J.C., 1986. Sparidae. In: P.J.B. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.). Fishes of the Northeastern Atlantic and the Mediterranean. UN, Paris, 891 pp.
- BAYNES S.M. and SCOTT A.P., 1985. Seasonal variations in parameters of milt production and in plasma concentration of sex steroid of male rainbow trout *Salmo gairdneri*. Gen. Comp. Endocrinol. 57: 150–160.
- BECER Z.A., 1995. Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758) Populasyonunun Yapısı ve Gelişmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı Eğirdir/Isparta, 63 s.
- BERLINSKY D.L. and SPECKER J.L., 1991. Changes in gonadal hormones during the oocyte development in the striped bass, *Morone saxatilis*. Fish Physiol. Biochem. 9: 51–62.
- BILLARD R., BRETON B., FOSTIER A., JALABERT B., WEIL C., 1978. Endocrine control of the teleost reproductive cycle and its relation to external factors: salmonid and cyprinid models. In: Comparative Endocrinology. pp. 37-48.

Edited by P.J. Gaillard P.J. and H.H. Boer. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam.

- BILLARD R., FOSTIER A., WEIL C., BRETON B., 1982. Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 65–79.
- BLANC M., GAUDET J.L., BANARESCU P., HUREAU J., 1971. *European Inland Water Fish A Multilingual Catalogue Fishing. News (Books) Ltd. London, England.* 728 p.
- BLAZER V.S., 2002. Histopathological assessment of gonadal tissue in wild fishes. *Fish Physiol. Biochem.* 26: 85-101.
- BOLJE A., 1992. Kvantitativna i kvalitativna analiza kočarskih naselja u tršćanskom zaljevu. Master thesis. Sveučilište u Zagrebu., 64 pp.
- BORG B., 1994. Androgens in teleost fishes. *Comp. Biochem. Physiol.* 109C: 219–245.
- BROWN L., 1993. *Aquaculture for Veterinarians Fish Husbandry and Medicine*, Pergamont Press, Oxford, New York, Seoul, Tokyo, 26-27.
- BULUT M., ÇELİK İ., BİLEN S., 2005. Biochemical Composition of Fertilized Striped Bream *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758) Eggs. *Pakistan J. Biol. Sci.* 8 (10): 1342-1345.
- CARRAGHER J.F. and PANKHURST N.W., 1993. Plasma levels of sex steroids during sexual maturation of snapper, *Pagrus auratus* (Sparidae), caught from the wild. *Aquaculture* 109: 375–388.
- CÁRDENAS R., CHÁVEZ M., GONZÁLEZ J.L., ALEY P., ESPINOSA J. & JIMÉNEZ-GARCIA L. F., 2008. Oocyte structure and ultrastructure in the Mexican silverside fish *Chirostoma humboldtianum* (Atheriniformes: Atherinopsidae). *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 56 (4): 1825-1835.
- CASTRO P., HUBER M.E., 2003. *Marine Biology*. M.C. Graw-Hill Co. Inc. 1221 Avenue, Newyork, 10020, 468 p.
- CERDA J., SELMAN K., HSIAO S.M., WALLACE R., 1997. Evidence for the differential regulation of ovarian follicle responsiveness to human chorionic gonadotropin in vitro in a serranid teleost, *Centropristis striata*. *Aquaculture* 159: 143-157.

- CESAJ J., JEREZ S., SANTAMARIA F., SAMPER M., 1993a. Preliminary studies on reproduction and larval rearing of common pandora (*Pagellus erythrinus*) in captivity. Actas del IV Conresso Natcional de Acuicultura Pontevedra Spain centro de investigaciones marines, pp. 61-65.
- CESAJ J., SAMPER M., JEREZ S., FORES R., VILLAMENDOS J., 1993b. Culture perspectives of common pandora (*Pagellus erythrinus*) and white sea bream (*Diplodus sargus*); Preliminary growth results in comparison with gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Actas del IV Conresso Natcional de Acuicultura Pontevedra Spain centro de investigaciones marines, 127-132.
- ÇİHANGİR B., 1993. Ege Denizi'nde Sardalya Balığı, *Sardina pilchardus* (Wabaum, 1792)'un Üremesi. Tr. J. of Zoology, 20, 33-50.
- COLLETE B.B. and BANARESCU P., 1977. Systematics and Zoogeography of Fishes of the family Percidae. J. of Fish Res. Board Can. 34, 1450-1463.
- CULLING C.F.A., 1963. Handbook of Histopathological Techniques. Second Edition, Butterworths. 553 p.
- CURRAN R.C., 1995. Colour Atlas of Histopathology. Harvey Miller Publisher Oxford Univ. Pres. Oxford OX2 6DP. London 292 p.
- ÇAKICI Ö. ve İŞİSAĞ ÜÇÜNCÜ S., 2007. Oocyte Development in the Zebrafish, *Danio rerio* (Teleostei: Cyprinidae). E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 137-141
- ÇELİK F., 2005. Değişik Oranlarda Yeme Katılan E Vitaminin *Oreochromis niloticus* L., 1758 Türünün Büyüme Parametreleri ve Bazı Dokularının Histolojisi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Adana 60 s.
- ÇELİKKALE M.S., 1991. Balık Biyolojisi, Karadeniz Teknik Üniv. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Trabzon, 387 s.
- ÇELİKKALE M.S., DÜZGÜNEŞ E., OKUMUŞ İ., 1999. Türkiye Su Ürünleri Sektörü. Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. İstanbul Ticaret Odası, İstanbul, 414 s.

- ÇİÇEK E., 2006. Karataş (Adana) Açıklarında Dip Trolleriyle Avlanan Ekonomik Potansiyele Sahip Türlerin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 146 s
- DAVAIL B., PAKDEL F., BUJO H., PERAZZOLO L.M., WACLAWEK M., SCHNEIDER W.J., Le MEN 2006. Evolution of oogenesis: the receptor for vitellogenin from the rainbow trou. Journal of Lipid Research, (39): 1929-1937
- DEMİR N., 1992. İhtiyoloji, İstanbul Üniv. Fen Fakültesi Yayın No, 3668 İstanbul, 391s.
- DEMİR R., 2001. Histolojik Boyama Teknikleri. Palme Yayınları:180 I.Baskı, Ankara, 320 s.
- DEMİRSOY A., 1997. Yaşamın Temel Kuralları Omurgalılar/Anamniota Cilt III, Kısım I, Hacettepe Üniv. Fen Bil. Biyoloji Bölümü, Meteksan A.Ş. Ankara, 684 s.
- DE VLAMING V., GROSSMANN G., CHAPMANN F., 1982. On the Gonadosomatik Index. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 73/A, No: 1, 31-39.
- DEVLIN R.H. and NAGAHAMA Y., 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences, Aquaculture, 208: 191-364
- EKİNGEN G., 2001. Balık Anatomisi. Mersin Üni. Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:1, 254 s.
- EL-GHARABAWY M.M., FAHMY A.F., ASSEM S.S., 2007. Steroid Hormone in Serum of Male *Mugil cephalus* From Lake Quaron in Relation to Ultrastructure of Steroidogenic Secreting Tissue. Egyptian Journal of Aquatic Research ISSN: 1687-4285 Vol:33 No:3, 156-178
- EMRE Y. ve KÜRÜM V., 1998. Havuz ve ağ Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği Teknikleri. Minpa Matbaa. Tic. Ltd. Şti. 232 s.
- ERENÇİN Z., 1963. Özel Histoloji, Üniv. Vet. Fak. Yay. Yayın No, 161, Ankara.
- ERCAN H. ve İŞMEN A., 2007. Kuzey Ege'de Kıрма mercanın (*Pagellus erythrinus*) üreme özellikleri. XIV Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. 4-7 Eylül. Muğla.
- ERKOÇAK A., 1973. Özel Histoloji, Ajans Türk Matbaası, Ankara, 74-97 s.

- FISHER W., SCHNEIDER M., BAUCHOT M.L., 1987. Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Vol. I – II., Rome, FAO. 1-2: 760 p.
- FOSTIER A., JALABERT B., BILLARD R., BRETON B., ZOHAR Y., 1983. The Gonadal Steroids. *In: Fish Physiology*, Vol. 9, Part A. pp. 277–372. edited by W.S. Hoar, D.J. Randall D.J. and E.M. Donaldson. Academic Press, New York.
- FOSTIER A., LE GAC F., LOIR M., 1987. Steroids in male reproduction. *In: Proc. 3rd Int. Symp. Redrod. Physiol. Fish*, pp. 239-245. Edited by D.R. Idler, L.W. Crim and J.M. Walsh. Memorial University Press, St. Johns.
- FOSTIER A., KOKOKIRIS L., LE MENN F., MOUROT B., PAVLIDIS M., DIVANACH P., KENTOURI M., 2000. Recent advances in reproductional aspects of *Pagrus pagrus*, CIHEAM- Cahiers Options Méditerranéennes, 47: 181-192
- FULTON T.W., 1998. On the growth and maturation of the teleostan fishes. Annual Rep. Fish. Bd. Scott., 16: 88-124.
- GABE M., 1976. Histological Techniques. Laboratoire d'évolution Faculté de Sciences, Paris, France, 986-1007 pp.
- GARCIA-HERNANDEZ M.P., GARCIA-AYALA A., ELBAL M.T., AGULLEIRO B., 1996. The Adenohypophysis of Mediterranean yellowtail, *Seriola dumerilii* (Risso, 1810): an immunocytochemical study. *Tissue & Cell*, 28 (5) 577-585.
- GARRAT P.A., 1986. Protogynous Hermaphroditism in the Slinger, *Crysolephus puniceus* (Gand T 1908) Teleostei Sparidae, *J. Fish Biol.* 28, 297-306.
- GIRARDIN M. and QUIGNARD J.P., 1985. Croissance de *Pagellus erythrinus* (Pisces:Téléostéens Sparidae) dans le Golfe du Lion. *Cybiu* 9(4), pp.359–374
- GISBERT E., PIEDRAHITA R.Y., CONKLIN D., 2004. Ontogenetic development of the digestive system in California halibut (*Paralichthys californicus*) with notes on feeding practices. *Aquaculture*, 232: 455-470.
- GÖKÇE M.A., CENGİZLER İ., ÖZAK A.A., 2003. İskenderun Körfezinden Yakalanan Lagos (*Epinephelus aeneus*)'larda üreme Modeli ve Gonat Histolojisi. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 27 957-964

- GLAMUZINA B., SKARAMUCA B., KOZUL V., 1998. Oogenesis of the Dusky Grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) In Captivity. (In Aquaculture and Water Fish Culture, Shellfish Culture and Water Usage, European Aquaculture Society/Special Publication No: 26, Oosende, Belgium, 95-96.
- GRIZZLE J.M. and ROGERS W.A., 1964. Anatomy and Histology of the Channel Catfish Auburn Univ. Agricultural Experiment Station R. Dennis Rouse, Director/ Auburn, Alabama, 94 p.
- GRUBIŠIĆ F., 1980. Prilozi za poznavanje sezona mriještenja nekih jadranskih riba u području srednje Dalmacije. *Morsko Ribarstvo* 32 (4): 151-152.
- GUPTA S., 1975. The Developments of Carp Gonads in Warm Water Aquaria, *J. Fish Biol.* 7, 775-782.
- GUZMAN J.M., MARULL E., RAMOS J., MYLONAS C.C., OLMOS V., MAÑANÓS E.L., 2005. Inducción hormonal a la puesta del lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) mediante la administración de sistemas GnRHa de liberación sostenida. Actas X Congreso Nacional de Acuicultura. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain, pp. 490–491.
- GUZMÁN J.M., NORBERG B., RAMOS J., MYLONAS C.C., MAÑANÓS E.L., 2008. Vitellogenin, steroid plasma levels and spawning performance of cultured female Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *General and Comparative Endocrinology* 156 (2008) 285–297. Elsevier Inc
- GÜNER Y., ÖZDEN O., ALTUNOK M., KORU E., KIZAK V., 2004. Spawning and Larvae Production of Common Pandora, *Pagellus erythrinus* L. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgah* 56 (3), 209-217.
- HASSA O. ve AŞTI R.N., 1997. Embriyoloji. Yorum basın yay. San. Ltd. Şti., Ankara, 147 s.
- HIBIYA T., 1982. An Atlas of Fish Histology Normal and Pathological Features, Kodonsha Ltd. Tokyo, 104-111.
- HIRAMATSU N., MATSUBARA T., WEBER G., SULLIVAN C., HARA A., 2002. Vitellogenesis in aquatic animals. *Fish Sci.* 68, 694–699.

- HOAR W.S., 1969. Reproduction, in Fish Physiology, Vol. III. Reproduction and Growth Bioluminescence, Pigment and Poisons (Edj. Hoar, W.S, Randall, D.J.) Academic Press, New York, London, 59 s.
- HOWELL W. and HUNTING B., 1983. Seasonal changes in the ovaries of adult yellowtail flounder, *Limanda ferrugine*. Fish Bul. Vol. 81, No:2, 341-356.
- IDLER D.R., HORN D.A., SANGALANG G.B., 1971. Identification and quantification of the major androgen in testicular and peripheral plasma of Atlantic salmon (*Salmo salar*) during sexual maturation. Gen. Comp. Endocrinol. 16: 257–267.
- IDLER D.R., HWANG S.L., CRIM L.W., REDDIN D. 1981. Determination of sexual maturation stages of Atlantic salmon *Salmo salar* captured at sea. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 405–413.
- İLKYAZ A.T. ve METİN G., 2007. İzmir Körfezi Kırmızı Mercan (*Pagellus erythrinus* Linn., 1758) Balığının büyüme parametreleri ve ölüm oranları. XIV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Poster sunumları, 481 s., 4-7 Eylül Muğla
- JAMIESON B.G.M., 1991. Fish Evolution and Systematic Evidence from Spermatozoa. pp. 230–295, Cambridge University Press, Cambridge
- JARDAS I., 1996. Jadranska ihtiofauna (Adriatic ichthyofauna), Školska knjiga, Zagreb, 536 pp.
- JOBLING M., 1996. Environmental biology of fishes. Chapman and Hall, 2-6 Boundary Row. London SE1, 8HN, UK. 455 p.
- JOHNSON A.K., THOMAS P., WILSON JR, R.R., 1998. Seasonal Cycles of Gonadal Development and Plasma Sex Steroid Levels in *Epinephelus mario*, A Protogynous Grouper in The Eastern Gulf of Mexico. Journal of Fish Biology 52, 502-518.
- JUNQUEIRA L.C., CARNEIRO J., KELLEY R.O. 1992. Basic Histology. Seventh Edition. Appleton & Lange, 522 p.
- KADMON G, YARON Z., GORDIN H., 1985. Sequence of gonadal events and estradiol levels in *Sparus aurata* (L.) under two photoperiod regimes. J. Fish Biol. 26: 609–620.

- KAGAWA H., YOUNG G., NAGAHAMA Y., 1983. Changes in plasma steroid hormone levels during gonadal maturation in female goldfish, *Carassius auratus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49: 1783–1787.
- KAISER M. ve STEAD S.M., 2002. Uncertainties and values in European aquaculture: communication, management and policy issues in times of “changing public perceptions”. Aquaculture International, 10: 469-490.
- KARAÖZ E., 2002. Özel histoloji. Süleyman Demirel Üniv. Yayın no:29, SDÜ Basımevi, 253 s
- KARATAŞ M., 2010. Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri. Nobel kitap dağıtım, 2. Baskı, 504 s
- KHOO K.H., 1979. The histochemistry and endocrine control of vitellogenesis in goldfish ovaries. Can. J. Zool. 57: 617-626.
- KIME D.E., 1999. A strategy for assessing the effects of xenobiotics on fish reproduction. The Science Of the Total Environment, (3): 3-11.
- KOÇ N.D., 2006. Sarıkuyruk İstavrit (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) Ovaryumunun Mikroskopik Özellikleri E.U. J. Fish. Aquat. Sci. Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/1): 109-112
- KOKOKIRIS L., BRUSLÉ S., KENTOURI M., FOSTIER A., 1999. Sexual maturity and hermaphroditism of the red porgy, *Pagrus pagrus* (Teleostei, Sparidae). Mar. Biol. 134:621-629.
- KOKOKIRIS L., MOUROT B., Le MENN F., KENTOURI M., FOSTIER A., 2000. Endocrine changes during the annual reproductive cycle of the red porgy, *Pagrus pagrus* (Teleostei, Sparidae). Fish Physiology and Biochemistry 23:1–11.
- KOKOKIRIS L., Le MENN F., KENTOURI M., KAGARA M., 2001. Seasonal cycle of gonadal development and serum levels of vitellogenin of red porgy, *Pagrus pagrus* (Teleostei: Sparidae). Mar. Biol. 139:549-559.
- KORKUT A.Y., 2009. Su Ürünleri Sektörünün Gelişmesi İçin Neler Yapılmalı? Su Dünyası, Aylık Su Ürünleri Dergisi. Ocak-Şubat 2009.

- KÜÇÜKTAŞ H., 1987. Çipura Balığında (*Sparus auratus*) Gonadların Anatomik ve Histolojik Yapıları Üzerinde Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi) Akdeniz Üniv. Fen Bil. Enst. Su Ürünleri A.B.D. Isparta.
- LAGLER K.F., BARDACH J.E., MILLER R.R., 1962. Ichthyologie, The Study of Fishes. The University of Michigan, U.S.A. 506 p.
- LARRANETA M.G., 1964. Sobre la biología de *Pagellus erythrinus* (L.) especialmente de las costas de Castellon. *Investigacion Pesquera*, 27: 121-146.
- LEE T.H., CHIANG T.H., HUANG B.M., WANG T.C., YANG H.Y., 2006. Ultrastructure of Spermatogenesis of the Paradise Fish, *Macropodus opercularis*, *Taiwania*, 51(3): 170-180.
- LEAKE D.L., 1975. Comparative Histology, An Introduction to the Microscopic Structure of Animal, Academic Press, London, 738 p.
- LILEY N.R., BRETON B., FOSTIER A., TAN E.S.P., 1986. Endocrine changes associated with spawning behavior and social stimuli in a wild population of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). I. Males. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 62: 157–167.
- LUSKOVA V., 1997. Annual cycles and normal values of hematological parameters in fishes. *Acta Sc. Nat. Brno*, 31(5): 70 pp.
- MALISON J., PROCARIONE L.S., BARRY P.T., KAPUSCINSKI A.R., KAYES T., 1994. Endocrine and gonadal changes during the annual reproductive cycle of the freshwater teleost, *Stizostedion vitreum*. *Fish Physiol. Biochem.* 13:473-484.
- MAÑANÓS E., ZANUY S., LE MENN F., CARRILLO M., NUÑEZ J., 1994a. Sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) vitellogenin. I: Induction, purification and partial characterization. *Comp. Biochem. Physiol.* 107B, 205–216.
- MAÑANÓS E., NUÑEZ J., ZANUY S., CARILLO M., LE MENN F., 1994b. Sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) vitellogenin. II: Validation of an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Comp. Biochem. Physiol.* 107B, 217–223.
- MAÑANÓS E., DUNCAN N., MYLONAS C., 2009. Reproduction and control of ovulation, spermiation and spawning in cultured fish. 3–80. In: Cabrita E., Robles V., Herraes P. (eds.): *Methods in Reproductive Aquaculture: Marine and Freshwater Species*. CRC Press, Florida. 549 pp.

- MARICCHIOLO G., GENOVESE L., LAURÀ R., MICALE V., MUGLIA U., 2004. Fine structure of spermatozoa in the common pandora (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) (Perciformes, Sparidae). *Histol Histopathol* 19: 1237-1240
- MARINO G., AZZURRO E., MASSARI A., FINOIA M.G., MANDICH A., 2001. Reproduction in the dusky grouper from the southern Mediterranean. *Journal of Fish Biology*. 58 (4): Academic Press Ltd, London, 909-927.
- MASSOUD A.A., SIMCO B.A., DAVIS K.B., 1983. Annual changes in basophilic cell types in the pituitary gland of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 74:513-520.
- MATER S., KAYA M., BİLECENOĞLU M., 2002. Türkiye Deniz Balıkları Atlası. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:68, pp. 86-95, İzmir
- MATTEI X., 1988. The flagellar apparatus of spermatozoa in fish. *Ultrastructure and evolution*. *Biol. Cell* 63, 151-158.
- MATSUYAMA M., ADACHI S., NAGAHAMA Y., MATSUURA S., 1988. Diurnal rhythm of oocyte development and plasma steroid hormone levels in the female red sea bream, *Pagrus major*, during the spawning season. *Aquaculture* 73: 357–372.
- MAYER I., SHACKLEY S.E., RYLAND J.S. 1988. Aspects of reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. A Histological and histochemical study of oocyte development. *Journal of Fish Biology* 33, 609-622.
- McMILLAN D.B. 2007. *Fish Histology: Female Reproductive Systems*. Kluwer Academic Publishers, Hardcover - 09-2007, 598 p
- MEMİŞ D., DEMİR N., EROLDOĞAN O.T., KÜÇÜK S., 2002. Aquaculture in Turkey. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 54(1):34-40.
- MOMMSEN T., WALSH P., 1988. Vitellogenesis and oocyte assembly. *Fish Physiol.* 11A, 347–406.
- MOYLE P.B., CECH J.J., 2000. *Fishes An Introduction to Ichthyology*. Fourth edition, Department of Wildlife, Fish and Conservation Biology University of California, 123-144.

- MUSS B.J., DAHLSTROM P., 1971. Collins Guide the Freshwater Fishes of Britain and Europe, Collins Ltd. St. James Place, London, 118-119.
- MYTILINÉOU C., 1989. Données biologiques sur le pageot, *Pagellus erythrinus*, des côtes orientales de la Grèce centrale. FAO Fish. Rep., 412: 77-82.
- NAGAHAMA Y., HIROSE K., YOUNG G., ADACHI S., SUZUKI K., TAMAOKI B.-I., 1983. Relative in vitro effectiveness of 17 α ,20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one and other pregnene derivatives on germinal vesicle breakdown in oocytes of ayu (*Plecoglossus altivelis*), amago salmon (*Oncorhynchus rhodurus*), rainbow trout (*Salmo gairdneri*), and goldfish (*Carassius auratus*). Gen. Comp. Endocrinol. 51, 15–23.
- NAGAHAMA Y., MIURA T., KOBAYASHI T., DING J., 1997. The role of activins in spermatogenesis in fish. In: Aono, T., Sugino, H., Vale, W.W. (Eds.), Inhibin, Activin and Follistatin. Springer, New York, pp. 196–203.
- NAGAHAMA Y., 1987. Gonadotropin action on gametogenesis and steroidogenesis in teleost gonads. Zool. Sci. 4: 209–222.
- NAKAMURA M. and NAGAHAMA Y., 1993. Ultrastructural study on the differentiation and development of steroid producing cells during ovarian differentiation in amago salmon, *Oncorhynchus rhodurus*. Aquaculture 112: 237-251.
- NTIBA M.J. and JACCARINI V., 1990. Gonad Maturation and Spawning Times of *Siganus sutor* Off the Kenya Coast: evidence for definite spawning seasons in a tropical fish. Journal of Fish Biology, 37: (2) Academic Press, London, 315-323.
- NORBERG B. and HAUX C., 1988. An homologous radioimmunoassay for brown trout (*Salmo trutta*) vitellogenin. Fish Physiol. Biochem. 5, 59–68.
- OĞUZ A.R., 2008. İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi palas*, 1811)'nde bazı doğal hormonların ve östrojen benzeri kimyasalların vitellogenin sentezine etkisinin in vivo ve in vitro olarak araştırılması. Yüzüncüyıl Üniv. Fen Bil. Enst. Biyoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi, Van, 80 s.
- OUCHI K., ADACHI S., NAGAHAMA Y., 1988. Changes in plasma levels of steroid hormones during the maturation of female red sea bream *Pagrus major*. Nippon. Suisan. Gakkaishi. 54: 585–591.

- ÖĞRETMEN F. 2002. Gökova körfezi (Muğla) balık faunasının araştırılması. Muğla Üniv. Fen Bil. Enst. Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Muğla, 100 s.
- ÖZ B., 1998. Antalya Yaman Sazlığı Cladocera Faunası ve Bazı Ekolojik Özelliklerinin Araştırılması. Akdeniz Üniv. Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı, 89s.
- ÖZAYDIN O., 1997. Ege Deniz'nde Yaşayan Bazı Sparid (Pisces, Sparidae) Türlerinin Biyolojisi ve Beslenme Rejimi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniv., 127 pp.
- ÖZBAN N. ve ÖZMUTLU Ö., 1995, Mikropreparasyon Yöntemleri. İstanbul Üniv. Basımevi, 427 s.
- ÖZBAŞ M., 1997. The Feding of Red Pandora (*Pagellus erythrinus*, L. 1758) Larvae Until Feeds on the Artificial Pellet food (In Turkish). Ph.D. Thesis, Istanbul University, Institute of Natural and Applied Sciences, 84 pages, İSTANBUL.
- ÖZEN M.R. 1990. Eğirdir Gölü Balıklarında Hipofiz Bezinin Anatomik ve Histolojik Yapısı Üzerinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans tezi, A.Ü. Fen Bil. Enst. Eğirdir/Isparta 90 s.
- ÖZEN M.R., 1995. *Alburnus orontis* ve *Phoxinellus handlirschi* Balıklarının Yapay Üretimi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı Eğirdir/Isparta, 93 s.
- ÖZEN M.R. ve TİMUR G., 1993. Sazan, Sudak ve Eğrez Balıklarında Hipofiz Bezindeki Hücre Tiplerinin Histokimyasal Yöntemlerle Işık Mikroskopik İdentifikasyonu (!) Doğa- Tr. J. Of Biology 17 (1993), 311-320.
- ÖZEN M.R., 1998. Eğirdir Gölünde Yaşayan Sudak Balıklarına Yem Olan Bazı Balıkların Yapay Üretimleri ve Gölün Faunistik Restorasyonuna Genel Bir Bakış. S.D.Ü. Isparta'nın Dünü Bugünü ve Yarını Sempozyumu II, Bildiriler Cilt 2, 89-98.
- ÖZEN M.R., 2001. Balık Embriyolojisi Yüksek lisans Ders notları, S.D.Ü. Fen Bil. Enst. Yetiştiricilik A.B.D. Eğirdir/Isparta 75 s. (Basılmamış).
- ÖZTÜRK D., 2003. Hisarönü Körfezi (Muğla/Marmaris) Balık Faunası Üzerine Bir Araştırma. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümü. "Yüksek Lisans Tezi" Muğla, 66-67s.

- PAJUELO J.G. and LORENZO J.M., 1998. Population biology of the common pandora *Pagellus erythrinus* (Pisces: Sparidae) off the Canary Islands. *Fisheries Research*, 36: 75-86.
- PANKHURST N.W. and CONROY A.M., 1987. Seasonal changes in reproductive condition and plasma level of steroids in the blue cod, *Papapercis colias* (Bloch and Schneider) (Mugiloididae). *Fish Physiol. Biochem.* 4: 15–26.
- PANKHURST N.W. and CARRAGHER J.F., 1991. Seasonal endocrine cycles in marine teleosts. *In: Proc. 4th Int. Symp. Reprod. Physiol. Fish*, Norwich. pp. 131–135. Edited by A.P. Scott, J.P. Sumpter, D.E. Kime and M.S. Rolfe. The University of East Anglia, Sheffield.
- PATIÑO R. and SULLIVAN C.V., 2002. Ovarian follicle growth, maturation, and ovulation in teleost fish. *Fish Physiol. Biochem.* 26: 57-70.
- PATIÑO R., THOMAS P., YOSHIZAKI G., 2003. Ovarian follicle maturation and ovulation: an integrated perspective. *Fish Physiol. Biochem.* 28: 30-308.
- PICKERING A.D., POTTINGER T.G., CARRAGHER J., SUMPTER J.P., 1987. The effects of acute and chronic stress on the levels of reproductive hormones in the plasma of mature male of Brown trout, *Salmo trutta* L. *Gen. Comp. Endocrinol.* 61: 120–126.
- PRAT F., ZANUY S., CARILLO M., DE MONES A., FOSTIER A., 1990. Seasonal changes in plasma levels of gonadal steroids of sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Gen. Comp. Endocrinol.* 78: 361–373.
- PRESNELL J.K. and SCHREIBMAN M.P., 1997. *Humason's Animal Tissue Techniques*. Fifth Edition, The Johns Hopkins University Press Baltimore-London, 572 p.
- PULATSÜ S., 2003. Türkiye’de su ürünleri politikaları üretim ve dış ticaret yapıları. AB’ne Üyelik Sürecinde Su Ürünleri Sempozyumu, TMMOB Ziraat Müh. Odası, Ankara, 46-53.
- RANDALL D.J. and FARRELL A.P. 1997. *Deep-Sea Fishes*. Academic Press, 24-28 Oval road, London, NV.1, 7 DX, UK. PP., 388 p.
- RELINI L.O. and ROMERO G., 1985. Vertical distribution, age, Growth and Mortality of *Pagellus erythrinus* on Trawled Coastal Areas of The Ligurian Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, 29 (8):103-106

- RICKER W.E., 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bull. Fish. Res. Can., 191-382.
- RINCHARD J., KESTEMONT P., KUHN E.R., FOSTIER A., 1993. Seasonal changes in plasma levels of steroid hormones in an asynchronous fish, the gudgeon *Gobio gobio* L. (Teleostei, Cyprinidae). Gen. Comp. Endocrinol. 92: 168–178.
- ROBERTS R.J., 1978. Fish Pathology. Balliere Tindall, London, 318 p
- ROO F.J., SOCORRO J., IZQUIERDO M.S., CABALLERO M.J., HERNANDEZ-CRUZ C.M., FERNANDEZ A., Y FERNANDEZ-PALACIOS H., 1999. Development of red porgy *Pagrus pagrus* visual system in relation with changes in the digestive tract and larval feeding habits. Aquaculture, 171: 499-512.
- ROY R.L., MORIN Y., COUTENAY S.C., ROBICHAUD P., 2004. Purification of vitellogenin from smooth flounder (*Pleuronectes putnami*) and measurement in plasma by homologous ELISA. Comp. Biochem. Physiol. 139B, 235–244.
- SANGALANG G.B. and FREEMAN H.C., 1974. Effect of sublethal cadmium on maturation and testosterone and 11-ketotestosterone production *in vivo* in brook trout. Biol. Reprod. 11: 429–435.
- SANTAMARIA C.A, MARIN DE MATEO M., TRAVESET R., SALA R., GRAU A., PASTOR E., SARASQUETE C., Y CRESPO S., 2004. Larval organogenesis in common dentex, *Dentex dentex* L. (*Sparidae*): histological and histochemical aspects. Aquaculture, 237: 207-228.
- SARMAŞIK A., 1992. Eğirdir Gölünde Sudak Balıklarında Gonad Gelişimi ve Seksüel Olgunluğa Ulaşma Yaşının Tesbiti Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Fen Bil. Enst. Su Ür. Müh. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 77 s.
- SCHRECK, C.B., LACKEY, R.T., HOPWOOD, M.L. 1972. Evaluation of diel variation in androgen levels of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Copeia 4: 856–868.
- SCHMIDT, P.J. and IDLER, D.R. 1962. Steroid hormones in plasma of salmon at various stages of maturation. Gen. Comp. Endocrinol. 2: 204–214.
- SCOTT A.P., BYE V.J., BAYNES S.M., 1980. Seasonal variations in the sex steroids of female rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish Biol. 17: 587–592.

- SCOTT A.P. and BAYNES S.M. 1982. Plasma levels of sex steroid in relation to ovulation and spermiation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). In: Proc. Int. Symp. Reprod. Physiol. Fish. pp. 103–106. Edited by C.J.J. Richer and H.J.T. Goo. Pudoc, Wageningen.
- SCOTT A.P., MACKENZIE D.S., STACEY N.E., 1984. Endocrine changes during natural spawning in the white sucker, *Catostomus commersoni*. II. Steroid hormones. Gen. Comp. Endocrinol. 56:349–359.
- SCOTT S.G., ZELDIS J.R., PANKHURST N.W., 1993. Evidence of daily spawning in natural populations of the New Zealand snapper *Pagrus auratus* (Sparidae). Env. Biol. Fishes 36: 149–156.
- SELMAN K. and WALLACE R.A., 1986. Gametogenesis in *Fundulus heteroclitus*. Am. Zool. 26, 173–192.
- SHIKHSHABEKOV M.M., 1978. Sexual Cycles of the Catfish, *Siluris glanis*, the Pike, *Esox lucius*, The Perch, *Perca fluviatilis* and The Pike-Perch, *Lucioperca lucioperca*. J. Ichthyol, 18, 457-468.
- SHIELDS R.J., 2001. Larviculture of marine finfish in Europe. Aquaculture, 200:55-88.
- SOMARAKIS S. and MACHIAS A., 2002. Age, growth and bathymetric distribution of red pandora (*Pagellus erythrinus*) on the Cretan shelf (eastern Mediterranean). J. Mar. Biol. Ass. U.K. 82: 149-160
- SUSCA V., CORRIERO A., BRIDGES C.R., DE METRIO G., 2001. Study of the sexual maturity of female bluefin tuna: purification and partial characterization of vitellogenin and its use in an enzyme-linked immunosorbent assay. J. Fish Biol. 58, 815–831.
- SUZER C. and KAMACI H.O., 2005. Farklı Işık Yoğunluklarının Fangri (*Pagrus pagrus*, L. 1758) Larvalarında Gelişime Olan Etkileri. Science and Eng. J of Fırat Univ. 17 (4), 613-620.
- TAŞLI A., 2005. Antalya Körfez’i Mercan balığı (*Pagellus erythrinus* L., 1758) popülasyonunun bazı büyüme ve üreme özelliklerinin tespiti. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Müh. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, Antalya, 45 s.
- TİMUR M., 2006. Balık Fizyolojisi, Nobel Yayın No: 957, 192 s.

- TİMUR G., 2008. Balık Anatomisi, Nobel Yayın No: 1332, 184 s.
- TORTONESE E., 1975. Fauna d'Italia. Osteichthyes. Pesci Ossei. pp. 407-408. Bologna: Edizioni Calderini.
- TRIPPEL E.A. and HARVEY H.H., 1990. Ovarian Atresia and sex ratio imbalance in white sucker, *Catostomus commersoni*. Journal of Fish Biology 36, 231-239.
- TURNER C.D. and BAGNARA J.T., 1976. General Endocrinology. W.B. Saunders Company. Philadelphia-London-Toronto,
- TÜRKMEN M, BAŞUSTA N., DEMİRHAN S.A., 2010. Balıklarda yaş tayini (In Research Techniques in Fish Biology (Ed.By M Karataş). Nobel Kitabevi, Ankara, pp: 35-62
- TYLER C.R. and SUMPTER J.P., 1990. The development of a radioimmunoassay for carp, *Cyprinus carpio*, vitellogenin. Fish Physiol. Biochem. 8, 129–140.
- ÜNAL G., ÇETİNKAYA O., ELP M., 1999. İnci Kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, P., 1811) Gonad Gelişiminin Histolojik Olarak incelenmesi. Tr. J. of Zoology 23 (1999) Ek Sayı 1, 329-338
- VALDES P., GARCÍA-ALCAZÁR A., ABDEL I., ARIZCUN M., SUÁREZ C., ABELLÁN E., 2004. Seasonal Changes on Gonadosomatic Index and Maturation Stages in Common Pandora *Pagellus erythrinus* (L.) Aquaculture International. 2004; 12(4-5): 333-343.
- VAL-SELLA M. V., GUIFFRIDA R., SAWAYA P., 1977. Morphology of the Carp Hypophysis (*Cyprinus carpio* L.). Anat.Anz. 142., 403-409 pp.
- VASSILOPOULOU V. and PAPACONSTANTINO C., 1992. Age, growth and mortality of the red porgy, *Pagrus pagrus*, in the eastern Mediterranean Sea (Dodecanese, Greece). Vie Milieu 42(1):51-55.
- VRGOČ N., 2000. Struktura i dinamika pridnenih zajednica riba Jadranskog mora. Disertacija. Sveučilište u Zagrebu. 198 pp.
- WHEATER P.R., BURKITT H.G, DANIELS V.G., 1987. Functional Histoloji., A Text and colour Atlas. Second Edition. Drawin by P.J. Deakin. Curchill livingstone Edinburg, London, Melbourne and New York. Medical Division of longman Group UK limited., 348 p.

- WILLIAM K.O., PATRICK C.N., FRANK H.N., 2007. Netter's Essential Histology With Student Consult Online Access. Publisher: W.B. Saunders Company, 493p
- WINFIELD I.J. and NELSON J.S., 1991. Fish and Fisheries Series J Chapman Hall London, New York, Melbourne, Madras. 384-392.
- WOOTTON R.J., 1998. Ecology of Teleost Fishes. Second Edition, Kluwer Academic Publisher, Fish and Fisheries 24, Boston, London. 107-174 p.
- WOURMS J.P., 1976. Annual fish oogenesis. I. Differentiation of the mature oocytes and formation of the primary envelope. Dev. Biol. 50:338-354.
- YAMAMOTO T., 1969. Sex Differentiation, in Fish Physiology, Vol. III, (Eds. Hoar, W. S., Randall, D.J.) Academic Press, New York, London, 117-158.
- YEŞİLÇİMEN H.Ö., 2002. Antalya Körfezi'nde Trol Balıkçılığı İle Yakalanan Ekonomik Balık Türlerinin Aylara Göre Dağılımı. Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Eğirdir/Isparta, 54s.
- ZOHAR Y., PAGELSON G., TOSKY M., 1988. Daily changes in reproductive hormone levels in the female gilthead sea bream *Sparus aurata* at the spawning period. In: Reproduction in Fish: Basic and Applied Aspects in Endocrinology and Genetics. Les Colloques de l'INRA, Vol. 44, pp. 119–125. Edited by Y. Zohar and B. Breton. INRA Publications, Paris.
- ŽUPANOVIĆ Š., 1961. Kvantitativno-kvalitativna analiza ribljih naselja kanala sednjeg Jadrana. Acta Adriat. 9(3):151 pp.

ÖZGEÇMİŞ

B. Ahmet BALCI 1973 yılında Antalya'da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. 1993 yılında girdiği Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta Meslek Yüksekokulu Elektronik Programından 1995 yılında mezun oldu. Aynı yıl girdiği SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Bölümü'nden 1999 yılında Su Ürünleri Mühendisi olarak mezun oldu. 2000-2003 yılları arasında, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2005 yılında Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora öğrenimine başladı. 2000 yılından beri Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.