

İnci Kefalinde *Chalcalburnus tarichi*, P., 1811) Gonad Gelişiminin Histolojik Olarak İncelenmesi(*)

Güler ÜNAL

Y.Y.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Van-TÜRKİYE

Osman ÇETİNKAYA, Mahmut ELP

Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Van-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 01.08.1996

Özet: Bu çalışmada, Van Gölü ve göle dökülen akarsuların endemik türü, anadrom karakterli, İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi*, P., 1811) balıklarında gonad gelişimi histolojik olarak incelenmiştir. Oogenesis sürecinde, kromatin-nükleolus, perinükleer, kortikal alveoli, vitellogenik, olgunlaşma ve ovulasyon olmak üzere 6 gelişim fazı belirlenmiştir. Oositlerin ovulasyon fazına kadar çapları 31-957 µm arasında değişmiştir. İncelenen fertlerde vitellogenik faz Ekimde başlamış, ovulasyon 36 aylık ve daha yaşlı fertlerde Mayıs-Haziran aylarında gerçekleşmiştir. Ovulasyondan sonra bir miktar yumurta atılmayıp, atretik folikülü oluşturmaktadır. Testislerde spermatogenesis'de, olgunlaşmamış, olgunlaşan ve olgun testis şeklinde 3 gelişim fazı belirlenmiştir. Spermilerin Aralık ayında şekillenmeye başladığı, 36 aylık ve daha yaşlı bireylerde Mayıs-Haziranda bırakıldığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: İnci kefali, *Cyprinidae*, *Chalcalburnus tarichi*, Gonad gelişimi, Oogenesis, Spermatogenesis

Histological Investigation of Gonad Development of *Chalcalburnus tarichi* (P., 1811)

Abstract: In this study, gonad development of *Chalcalburnus tarichi*, an anadromus, endemic fish species of the Lake Van and its inlets was histologically investigated. During oogenesis, six different development phases were histologically identified: chromatin-nucleolus, perinuclear, cortical alveolar, vitellogenic, ripening and ovulation phases. The diameters of oocytes were determined between 31 to 957 µm until the ovulation phase. According to the investigated specimens, vitellogenic phase started onward October and first ovulation was taken place in May-June 36 months and older females. It was found that some unspawned ova remained and formed atretic follicles in ovary after ovulation. Three different development phases were observed during spermatogenesis in testes: as unripened, ripening and ripened. Sperms started to form onward December and were released in May-June by 36 months and older males.

Key Words: *Cyprinidae*, *Chalcalburnus tarichi*, gonad development, oogenesis, spermatogenesis

Giriş

Doğal ortamda ve kültür şartlarında, balıkların üreme biyolojileri ile ilgili anatomik, histolojik, fizyolojik özelliklerin ve kontrol mekanizmalarının araştırılması, popülasyon dinamiği, stokların yönetimi ve yapay üretim çalışmaları açısından önemlidir. Kültür balıkçılığındaki ilerlemeler, doğal popülasyonların ıslahı, yeni popülasyonların oluşturulması, türlerin üreme biyolojileri ve üreme üzerine etkili faktörlerin araştırma ve kontrolüyle sağlanabilmektedir.

Çeşitli balık türlerinde gonadlarının anatomi ve histolojisi (1,2,3,4,5,6) cinsiyet oluşumu ve ayrımı (7,8,9),

sperm gelişimi ve erkeklerde olgunluk (10,11) ovaryan folikülün ince yapısı (12), oosit sayısı, büyümesi ve dişi olgunluğu (13,14,15,16), biseksüalite (17) çevre koşullarının gonad gelişimi üzerine etkileri (5,18,19), üreme sıklığı, gonad gelişimi ve üreme (5,20,21,22), gonad gelişimi ve hormonal ilişkiler (23,24,25) incelenmiştir. Ülkemizde balıklarda gonadların anatomi ve histolojileri ile ilgili; Abant alabalığının dişi üreme sistemi morfolojisi (26), çipura'da gonadların anatomi ve histolojisi (27) sudak'ta gonad gelişimi (28), sardalya balığının üreme biyolojisi (29) üzerinde araştırmalar yapılmıştır.

(*) Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Araştırma Fonu (VAN) tarafından desteklenmiştir (94 FED 317)

İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811), Van Gölü ve göle dökülen akarsuların endemik türüdür. Üremek için akarsulara girer (anadrom), beslenmesini ve kışlamasını Van Gölünde gerçekleştirir. Ortalama 18-20 cm çatal boydaki fertler fanyalı ağlarla avlanır. Yıllık üretim miktarı 10-14 bin ton kadardır. Bölgesel olarak büyük ekonomik öneme sahip bir su ürünüdür. İnci kefali üzerinde; biyo-ekoloji; boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon; büyüme, gonad gelişimi, yumurta verimliliği ve et verim özellikleri konularında bazı araştırmalar bulunmaktadır (30, 31, 32, 33, 34). Türün üreme biyolojisi üzerinde histolojik araştırmalar yapılmamıştır. Bu çalışmada İnci kefalinde, ovaryum ve testis gelişimi histolojik olarak incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırmada, 1994 ve 1995 yıllarında Van Gölü'nden ve Karasu Çayı'ndan avlanan, yaşları I+ ile VI+, boyları 6-22 cm arasında, 32'si dişi 26'sı erkek, toplam 58 adet inci kefali bireyi incelenmiştir. Cinsiyet olgun bireylerde gonad morfolojisinden ve olgunlaşmamış fertlerde mikroskopik incelemeyle belirlenmiştir. Yaş tayini operkular kemik kullanılarak yapılmış, yumurtadan çıkışın Haziran'da gerçekleştiği kabul edilerek yaş ay olarak ifade edilmiştir.

Balıklardan dikkatlice alınan gonadlar, Bouin ve Formol solusyonlarında fikse edilmiş, suyu çekilen parçalar parafin bloklara alınarak mikrotomda 5 µm'luk kesitler alınmıştır. Hazırlanan preparatlar histolojik inceleme için Heidenhain's Haemotoxylyn-Eosin (HE), Heidenhain's Azan (Azan), Mollary's Triple (Triple) ve Weigert's Iron Haemotoxylyn (FeH) ile boyanmıştır (35, 36, 37). Boyanan preparatlar Nikon araştırma mikroskobu ile incelenerek fotoğrafları çekilmiştir. Yumurta gelişiminin kantitatif bir ölçütü olarak aynı oogenesis fazında bulunan oositlerin çapları, ovaryumdan alınan boyuna kesitlerde, oküler mikrometre ile ölçülmüştür. 2+ yaş grubunda yer alan dişilerde Ağustos, Ekim ve Mayıs aylarında oosit çapları frekansı belirlenmiştir (5, 23).

Bulgular

Gonadların Morfolojisi

İnci kefalinde olgun bireylerde gonadların, iki bölmeli simetrik olarak, hepatopankreas ve sindirim kanalının arkasında, vücut boşluğunun dorsalinde, hava kesesinin önünde, median çizgi boyunca uzandıkları görülmektedir. Yavru ve gençlerde gonadların ince iplik formunda olduğu

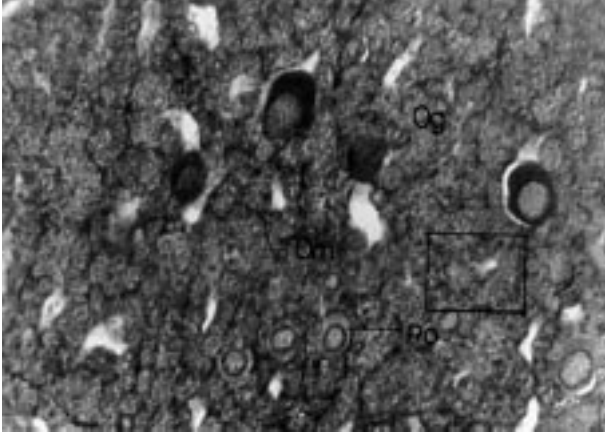
görülmüş ve çıplak gözle ovaryum veya testis olarak ayırt edilememiştir. Olgunlaşmaya başlamış fertlerde ovaryumlar granüllü, testisler düzgün görünüşlü olduğu görülmüştür. Olgun fertlerde ovaryumlar yekpare, oval, kese görünümündedir. Ovaryum zarı, ovaryum içindeki yumurtalar, bağ doku ve kan damarları kolayca görülebilmektedir. Ovaryum'un bazı dişilerde kirli sarı, bazılarında yeşilimsi, bazen gri-sarı renkli olduğu görülmüştür. Testislerin, yaprak biçiminde, median bölgede tek yönlü bir çıkıntıya sahip, krem beyazı veya süt beyazı renginde oldukları saptanmıştır. İncelenen bireylerde ovaryum ve testislerin her iki lobunun aynı büyüklükte oldukları belirlenmiştir.

Ovaryumların Histolojisi

Ovaryum ince ve hassas bir periton ile çevrilidir, altında ince bir bağ dokusu (tunica albuginea) vardır. Periton hafif bir fiziksel etki ile parçalanabilmektedir. Ovaryumun histolojik olarak 4 katmandan oluştuğu görülmüştür. Bunlar germinal epitel, bol kan damarlı (vasküler) bağ dokusundan oluşan stroma, ovaryan foliküller ve atretik foliküllerdir. Germinal epitelde yer alan hücrelerin şekillerinin oogenesis'e bağlı olarak değiştiği saptanmıştır. İnci kefalinde oogenesis sürecinde histolojik olarak 6 faz ayırılmıştır.

Kromatin Nükleolus: Bir yaşlı bireylerde ovaryumlarda oogonial mitoz tamamlanmış haldedir. Primer oogoniumlar bölünerek sekonder oogoniumları oluşturur. Oogoniumlar açık renkli boyanan stoplazma ve iri nükleusları ile dikkati çekmektedirler. Stromayı oluşturan bağ dokusu hücreleri koyu boyanmakta ve nükleusları kolaylıkla ayırdedebilmektedir. Oogoniumlar kümeler halinde bağ doku lifleri arasında toplanmış olarak görülmektedir (Şekil 1). Temmuz sonunda 1+ yaşlı (14 aylık) bir dişinin ovaryumunda kromatin nükleolus fazındaki oositlerde ortalama çap $31.2 \pm 0.9 \mu\text{m}$ (n=20) olarak belirlenmiştir.

Perinükleolar Faz: Mitoz bölünmeyi tamamlayan oogoniumlar tek tabakalı yassı hücreler ile çevrildiği ve ovaryum folikülün şekillendiği görülmüştür (Şekil 2a). Perinükleolar fazda çok sayıda nükleolus görünmektedir. Bu fazda ovaryumun her tarafında Primer oositler görülmüştür. Bu hücrelerin, iri nükleus (germinal vesikül) ve nükleusa göre daha koyu boyanan az miktardaki stoplazmaya sahip oldukları görülmüştür (Şekil 2b). Hücreler büyüdükçe nükleus/hücre oranları da artmaktadır, ancak bu artış büyüme tamamlanıncaya kadar devam etmemektedir. Temmuzda avlanan 2+ yaşlı bir dişinin ovaryumunda perinükleolar fazdaki oositlerin çapları $133.9 \pm 4.3 \mu\text{m}$



Şekil 1. Temmuz sonunda avlanan, 14 aylık dişinin ovaryumundan alınan kesit Og: oogonium, Om: oogonial mitoz, Po: primer oosit, o: Oogonium kümesi (HE, x 140)

(n=22) olarak belirlenmiştir.

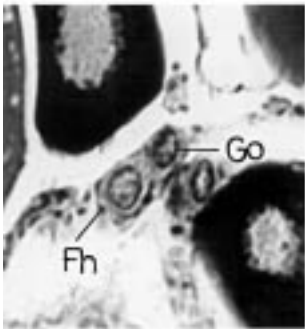
Kortikal Alveolar Faz (Alveolar Faz): Oositler balık iki yaşını tamamladıktan sonra olgunlaşmaya başlamaktadır. Alveolar faz hücre zarının hemen altında alveollerin görülmeye başlaması ile tanımlanır. Bu fazda az sayıda da olsa bazı hücrelerin zarlarında bozulmalar görülmüştür (Şekil 3). Vitellin membranın da bu safhada şekillendiği görülmüştür (Şekil 4). Genç oositlerin nükleuslarının dış kısmında hiç bir boya ile boyanmayan boşluklar görülmektedir (Şekil 4,5). Alveolar fazda ovaryumda büyük kan damarları ve damarlarda alveollere benzer yapılar görülmektedir (Şekil 3,4). Bu fazda oositler büyümeye devam ederken, nükleus büyümesinin durduğu görülmüştür. Perinükleer fazın sonunda zor görülen nükleoluslar, bu fazda daha belirgin hale geldiği belirlenmiştir (Şekil 5). Alve-

oller bu fazın sonuna doğru stoplazmanın büyük bir kısmını doldurmaktadır (Şekil 6). Ağustosta avlanan 3 yaşlı bir dişide, alveolar fazdaki oositlerin çapı $369.8 \pm 9.2 \mu\text{m}$ (n=22) olarak belirlenmiştir.

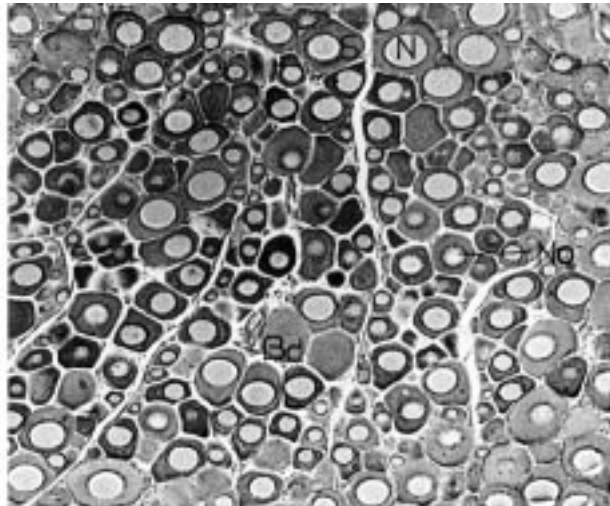
Vitellogenik Faz: İncelenen fertlerde, büyümeye devam eden oositlerin, Ekim-Kasım aylarında, balık 29 aylık olduğunda vitellogenik faza girdiği görülmüştür. Bu faz yaklaşık 7-8 ay kadar sürmektedir. Yağ damlacıklarının arasında, yuvarlak ve mekik şekilli Azan ve Triple ile açık kırmızı boyanan besin granülleri görülmektedir (Şekil 7). Vitellogenik fazın başlaması ile ovaryum zarının histolojik yapısı değişmekte, germinal epitel hücrelerin kübik formdan silindirik forma dönüştüğü gözlenmektedir (Şekil 8). Yirmidokuz aylık bir dişide bu fazdaki oositlerin çapı $773.2 \pm 8.9 \mu\text{m}$ (n=22) olarak belirlenmiştir.

Olgunlaşma Fazı: Mayıs-Haziran aylarında, balıklar yaklaşık 35-36 aylık olduklarında, oositlerde olgunlaşma fazının başladığı görülmüştür. Bu faz nükleusun animal kutuba göçü ile tanımlanmaktadır. Bu fazda nükleus şeklini kaybetmekte, zarı parçalanmakta, nükleoluslar stoplazma içine dağılmaktadır. Stoplazmadaki besin granülleri de besin kitlesini oluşturmaktadır. Triple ile mavi-mor boyanan alveollerin hücre zarının altında bir tabaka şeklinde toplandıkları görülmektedir (Şekil 9). Olgunlaşma fazındaki oosit çapı $957.5 \pm 8.8 \mu\text{m}$ (n=24) olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma fazının sonunda yumurta şekillenmektedir. Ovaryum zarındaki germinal epitel hücreleri silindirik formda görülmüştür. Bu faz yaklaşık bir ay kadar devam etmektedir.

Ovulasyon Fazı: Balıkların Mayıs-Haziran aylarında 36-37 aylık olduklarında ilk olarak yumurta bıraktıkları

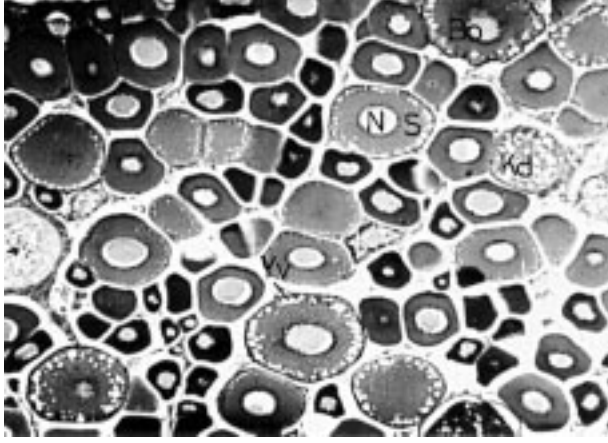


a

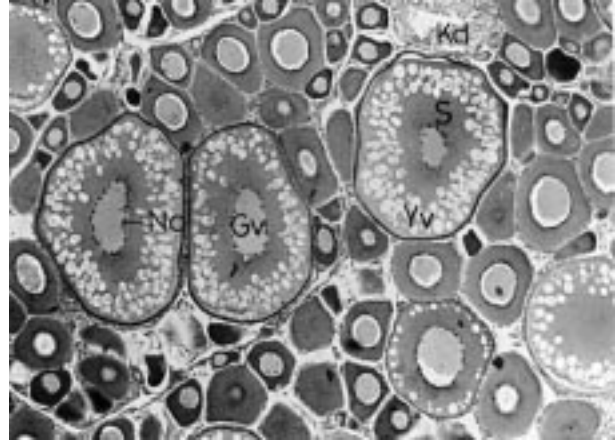


b

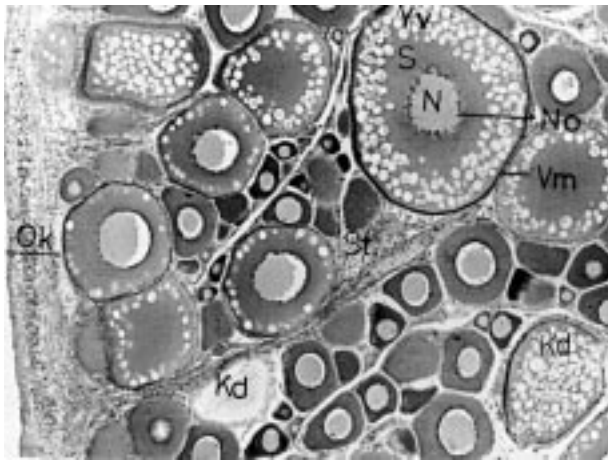
Şekil 2. a) Ağustos başında avlanan 27 aylık bir dişide ovaryan folikül, Go: genç oosit, Fh: yassı folikül hücresi (Triple, x 280) b) Temmuz da yakalanan 26 aylık bir fertte perinükleer fazda ovaryum, N: nükleus, No: nükleolus, S: stoplazma, BD: bağ dokusu (HEx56)



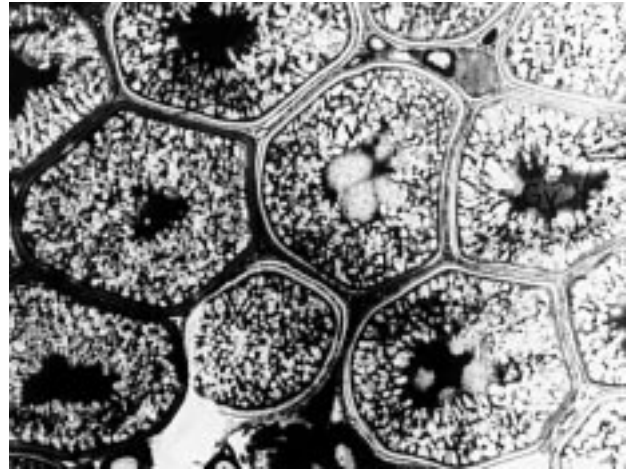
Şekil 3. Ağustosta avlanan, 27 aylık bir ferдин ovaryumunda alveolar fazdaki oositler. N: Nükleus, S: stoplazma, KD: kan damarı, Bo: bozulan oosit, Yv: yağ vakuölü (Triplex56)



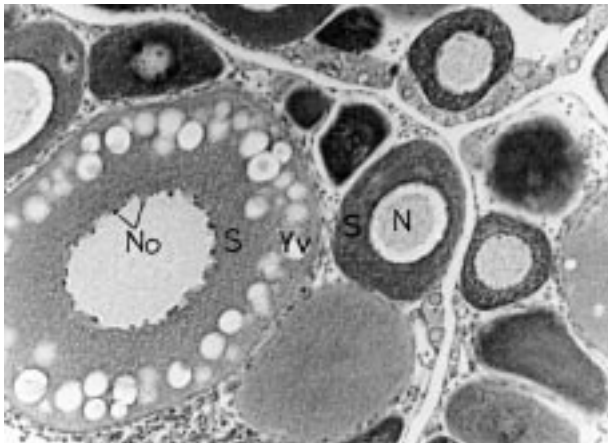
Şekil 6. Ağustosta avlanan, 27 aylık ferдин ovaryumunda alveolar fazdaki oositler. Gv: germinal vesikül (nükleus), No: nükleolus, S: stoplazma, Kd: kan damarları, Yv: yağ vakuölleri, (Triplex56)



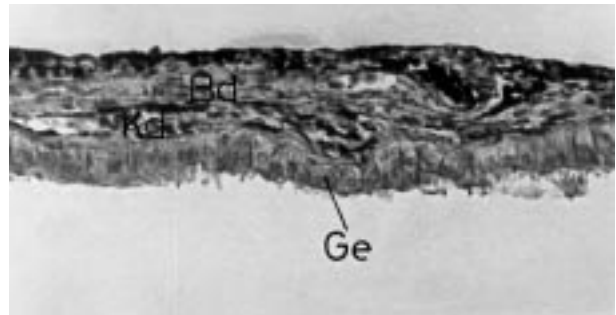
Şekil 4. Ağustosta avlanan 27 aylık dişinin ovaryumunda vitellin membran ve kan damarları, Ok: ovaryum kılıfı, Kd: kan damarı, N: nükleus, No: nükleolus, Vm: membran, St: stroma (bağ dokusu), Yv: yağ vakuölü (Triplex56)



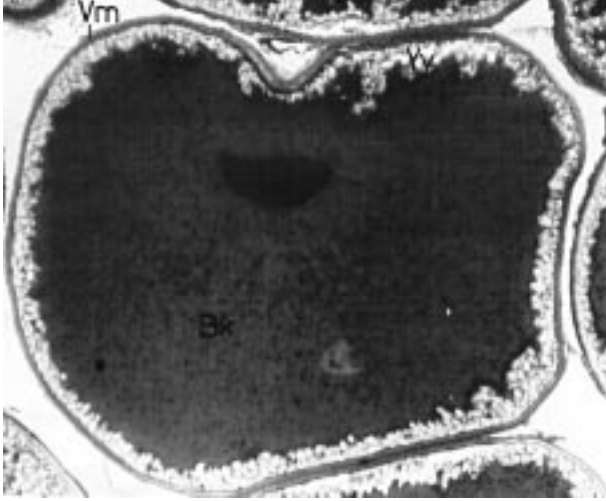
Şekil 7. Ekim'de avlanan 29 aylık dişinin ovaryumunda vitellogenik fazdaki oositler, Gv: germinal vesikül (nükleus), Bg: besin granülleri, Yv: yağ vakuölü, Vz: vitellin zar (Azan, x46)



Şekil 5. Farklı safhalardaki oositlerde nükleuslar. N: nükleus, No: nükleolus, S: stoplazma, Yv: yağ vakuölü (FeHx140)



Şekil 8. Mayıs'ta avlanmış 36 aylık bir fertte vitellogenik fazda ovaryum zarı Ge: germinal epitel tabakası, Bd: bağ dokusu, Kd: kan damarı (HEX160).



Şekil 9. Mayıs'ta avlanan 36 aylık bir ferden ovaryumunda olgunlaşma fazındaki oosit. Gv: germinal vesikül (nükleus), Bk: besin kitlesi, Yv: yağ vakuolleri, Vm: vitellin membran (Triplex64)

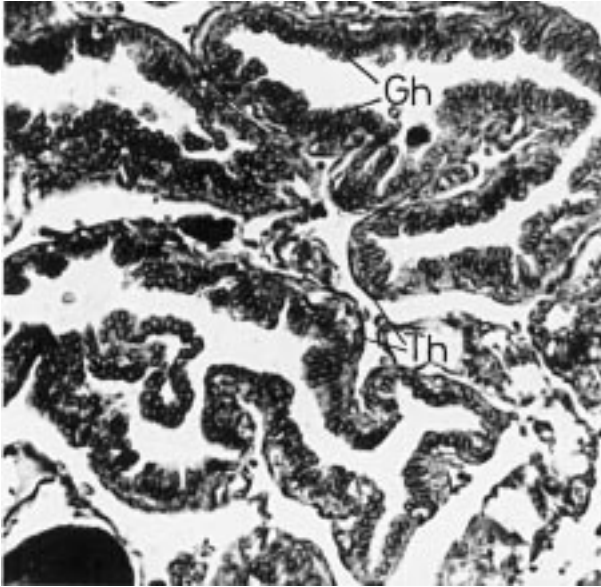
belirlenmiştir. Bu safhaya kadar folikül duvarında yapısal bir değişiklik görülmemiştir. Ovulasyondan sonra, folikülde, dışta tek sıralı yassı theca hücre tabakası ve içte granülosa hücre tabakası ayırt edilebilmektedir (Şekil 10a). Ovaryumda folikülden atılmayan bazı yumurtaların Atretik folikül'ü oluşturduğu görülmüştür. Bu yumurtaların şekillerinin bozulduğu, vitellin zarın parçalandığı ve hücre içeriğinin dağıldığı görülmektedir (Şekil 10b). Ovulasyon-

dan sonra ovaryumun büzülmesi ile ovaryum duvarında kıvrılmalar, katlanmalar görülmüştür. Ovulasyon ile birlikte olgun yumurtalar bırakılmakta ve üreme siklusu tamamlanmaktadır. Ovulasyondan sonra genç oositler kortikal alveolar faza girerek yeni bir siklus başlamaktadır (Şekil 11). İnci kefalinde fazlara göre oosit çapları Şekil 12'de, oositlerin yapılarındaki histolojik değişme şematik olarak Şekil 13'te görülmektedir.

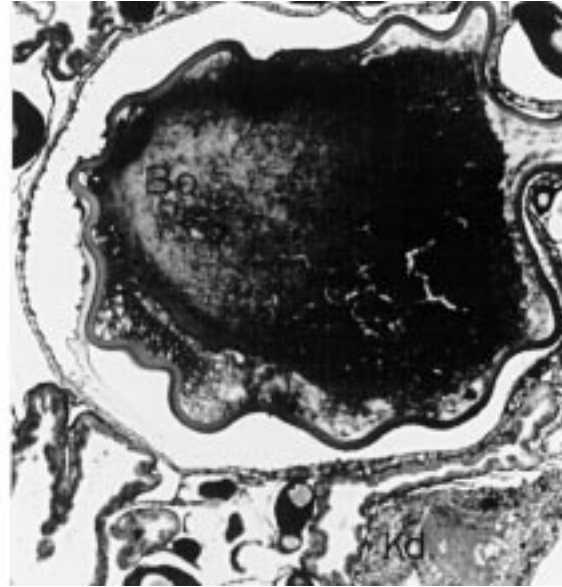
İki ve daha fazla yaşlı dişilerin ovaryumlarında, herhangi bir anda bir-kaç oogenesis fazı birlikte görülebilmektedir. Hatta ovulasyondan önce bütün fazlara rastlanmıştır. Oogenesis fazlarının bir göstergesi olarak, aynı yaş grubundan (2+) seçilen fertlerde. Ağustos, Ekim ve Mayıs'ta belirlenen oosit çapı frekans dağılımı Şekil 14'te görülmektedir.

Testislerin Histolojisi

İnci kefalinde testisler, yassı mesotelium hücreleri ve fibrilli bağ dokusundan oluşan ince bir periton ile çevrilidir. Mesotelium'un hücre kalınlığı değişmezken, fibrilli bağ doku hücreleri HE ve FeH ile oldukça koyu renkli boyanmakta ve testis içine doğru dağılarak stromayı oluşturmaktadır. Bağ dokusu ile testis loblarına (seminifer tüpleri) ayrılmaktadır. Seminifer tüpleri yassı hücreler ile çevrili haldedir. Bu tüplerin ve stromanın olgunlaşmamış testislerde oldukça belirgin iken olgun testislerde belirgin olmadığı görülmüştür. Seminifer tüplerinde germinal ve so-



a

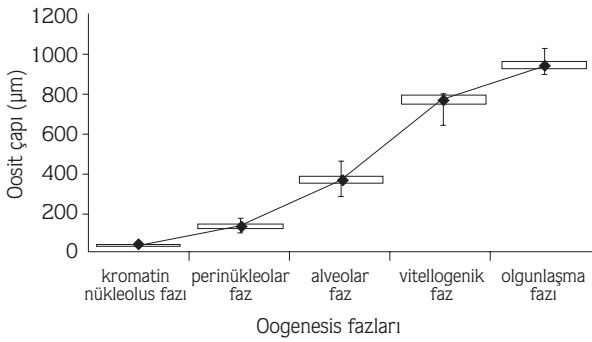


b

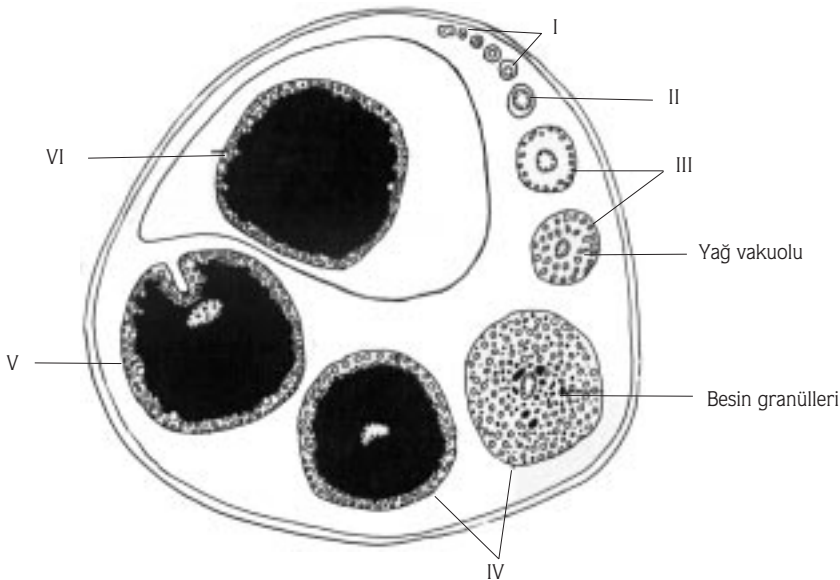
Şekil 10. a) Mayıs'ta avlanan, 5 yaşlı bir dişide ovaryumda ovulasyondan sonraki folikül yapısı, Th: theca hücresi, Gh: granülosa hücresi (HEX140) b) Mayıs'ta te avlanan 6 yaşlı bir ferden ovaryumunda atılmayan yumurta ve folikülü (atretik folikül), Bo: bozulmuş yumurta (HEX56)



Şekil 11. Mayıs'ta avlanan, 5 yaşlı dişinin ovaryumunda ovulasyon sonrası folikülleri ve kortikal alveolar fazdaki oositler. Kao: kortikal alveolar fazdaki oosit, Go: genç oosit, Yv: yağ vakuolu (alveol), Bf: Yumurtası atılmış boş folikül, (HEx56)



Şekil 12. İnci kefalinde (*C. tarichi*) oosit çaplarının oogenesis fazlarına göre değişimi



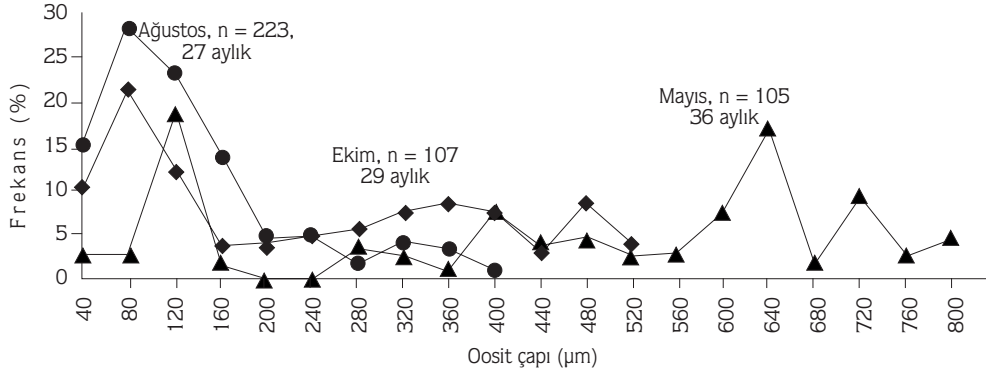
Şekil 13. İnci kefalinde (*C. tarichi*) oosit gelişiminin şematik olarak görünüşü
I: Kromatin nükleolus fazı. II: Perinükleolar faz III: Alveolar faz IV: Vitellogenik faz. V. Olgunlaşma fazı VI. Ovulasyon fazı

matik hücreler bulunmaktadır. Spermatogoniumlar kümeler (kistler) halindedir. Bu hücre gruplarında spermatogenik gelişimin hep aynı safhada olduğu görülmüştür. İnci kefalinde üreme siklusu sırasında tetstislerde 3 ayrı histolojik faz belirlenmiştir.

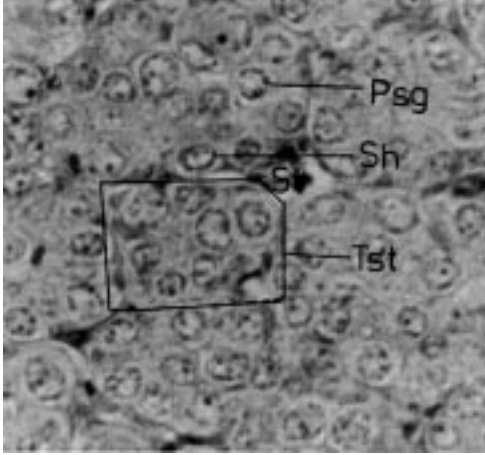
Olgunlaşmamış Testis: On beş aylık erkeklerde seminifer tüplerinin şekillendiği görülmüştür. Seminifer tüplerinin içinde iri nükleuslu primer spermatogoniumlar ve sertoli hücreleri görülmektedir. Sertoli hücreleri, uzun şekilleri ve daha yassı nükleusa sahip olmaları ile primer spermatogoniumlardan ayırt edilmektedir (Şekil 15a). Spermatogonial hücre oluşumunun (mitotik faz), iki yaşına kadar devam ettiği görülmektedir. Bu süreçte seminifer tüpleri büyüyüp, belirginleşmekte ve lümen oluşmaktadır (Şekil 15b).

Olgunlaşmakta olan Testis: Balık iki yaşını tamamlayıp 3. yaşına girdiğinde seminifer tüplerdeki primer spermatogoniumlar yoğun bir mitoz bölünme serisine girer. Bu bölünmeyle oluşan sekonder spermatogonial hücreler kümeler oluşturur. Bu hücreler koyu boyanırlar ve primer spermatogoniumlardan daha küçüktürler (Şekil 16a ve b). Aralık sonlarında yakalanan 4 yaşlı bir erkekte spermatogenesis'in değişik fazları Şekil 17'de görülmektedir. Aralık sonlarına doğru yakalanan 3 ve daha yaşlı erkeklerde az sayıda da olsa spermlerin şekillendiği görülmüştür.

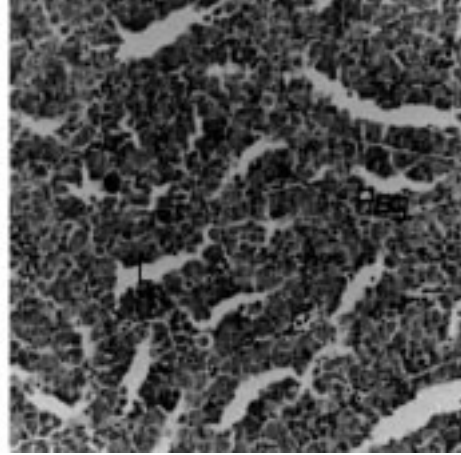
Olgun Testis: Erkekler yaklaşık üç yaşını doldurduğunda testisler olgunlaşmakta, maksimum büyüklüklerine ulaşmakta ve vücut boşluğunu doldurmaktadır. Abdomen bölgesine basınç yapıldığında beyaz süt renkli semen çık-



Şekil 14. İnci kefalinde (*C. tarichi*), 2+ yaş grubu dişilerde, Ağustos, Ekim ve Mayıs'ta oosit çapı frekans dağılımı

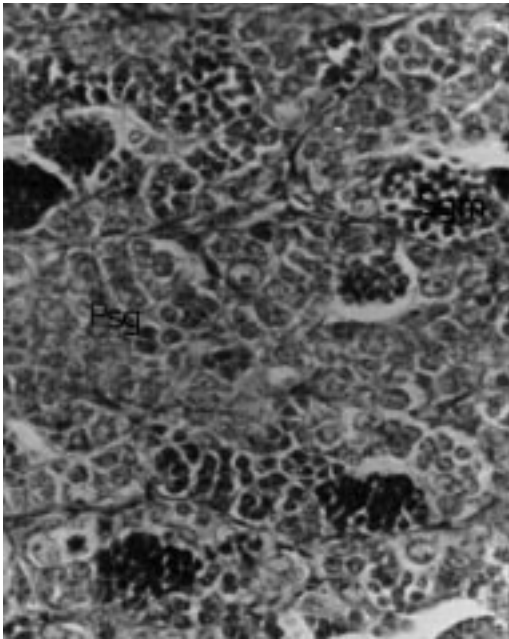


a

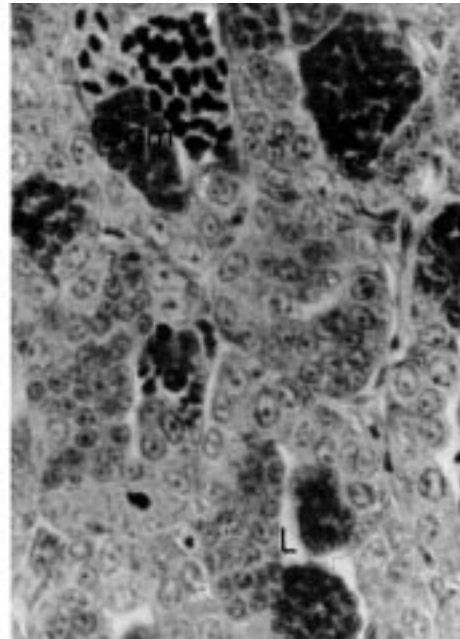


b

Şekil 15 a) Ağustos'ta avlanan 15 aylık bir erkek'te testis. St:stroma, Sh: sertoli hücresi, Tst: seminifer tüpü, (FeHx560) b) Temmuz'da avlanan 27 aylık bir erkek'te testis. Psg: primer spermatogonium, Tst: seminifer tüpü, (FeHx160)



a

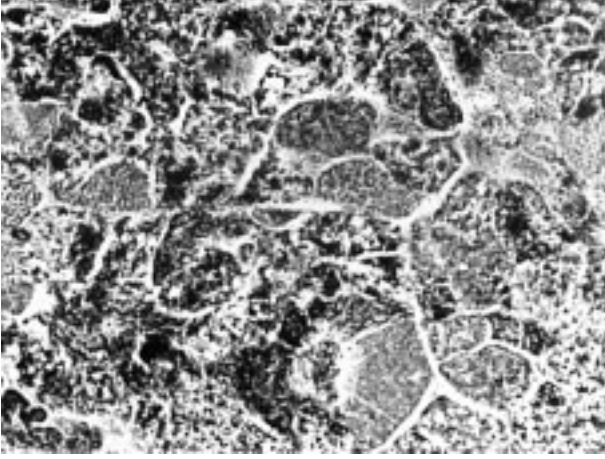


b

Şekil 16 a) 26.5.1994'te avlanan bir erkekte olgunlaşmakta olan testis Sgm: spermatogonial mitoz, Psg: primer spermatogonium (FeHx240) b) 11.8.1994'te avlanmış, 39 aylık bir erkek bireyin spermi boşalmış testisinde spermatogonial mitoz fazı, Sgm: spermatogonial mitoz L: seminifer tüpü lümeni, (HEX560)

maktadır. Daha önce sperm vermiş, olgun balıklarda spermatogenesis'i izlemek ve germ hücrelerinin (kök hücreleri) görmek daha kolay olmaktadır (Şekil 18a). olgun tes-

tiste seminifer tüpleri, şekillenmiş sperm ve az sayıda mayoz safhada hücre kümesi (kistler) ile dolu haldedir. Tüplerin periferik bölgesinde birkaç tane primer sperma-



Şekil 17. Aralık'ta avlanan 4 yaşlı ferte olgunlaşmakta olan testis (FeHx140)

togonium da görülebilmektedir. Olgunlaşmış spermilerin başlarının daha koyu boyandıkları görülmüş, ancak spermilerin kuyrukları belirgin olarak ayırdedilememiştir (Şekil 18b).

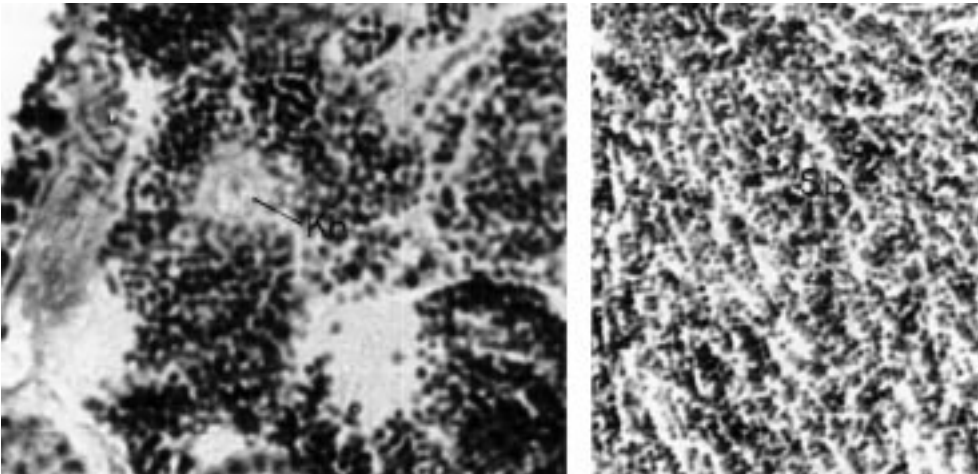
Tartışma

İnci kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*) olgun fertlerde ovaryum ve testisler birbirinden, renk, görünüş ve yapı bakımından kolayca ayırd edilebilmektedir. Diğer balık türlerinde de bildirildiği gibi (2,18), genç fertlerde (juvenillerde) eşey ayrımı mikroskopik incelemeyle yapılabilmektedir. İnci kefalinde ovaryumların histolojik yapısı ve oosit büyümesinin mekanizması birçok teleost balıkta olduğu gibidir. Hermofradizim görülen bazı familyalarda (Salmonidae, Serranidae, Percidae vd.) (6,17,21,27) ve

tatlısularda yaşayan melez ancak steril bireylerde ise (5) ovaryum testis ile birlikte (ovo-testis) bulunmaktadır. Gonadları incelenen tüm *C. tarichi* bireylerinde ayrı eşeylilik görülmüştür.

Bu çalışmada yaklaşık üç yaşlı *C. tarichi* bireylerinde gonadların olgunlaştığı görülmüştür. Bazı araştırmacılar *C. tarichi*'nin 2+ ve 3+ yaşlarda cinsel olgunluğa ulaştıklarını bildirmiştir (30, 32, 33). Balıklarda ilk olgunluk yaşı bireysel ve ekolojik nedenlerle aynı popülasyonda, bireysel, bölgesel ve yıllara göre farklılık gösterebilir (20, 21,22). Yumurtalar ovulasyondan hemen önce şekillenirken, testiste spermier, bırakılmadan 5 ay önce şekillenmeye başlamaktadır. Spermierin daha önce şekillenmesi bazı cyprinid türlerinde de görülmektedir (5,18). Birçok balık türünde de erkekler dişilerden daha önce olgunlaşır (21). İnci kefalinde oogenesisinde belirlenen 6 gelişim fazı, bazı balıklarda bildirilen fazlara uyum gösterirken (2,4,9,14,23,27,28), bazı türlerde daha çok (6) fazlarında ise daha az (16) faz ayırdedilmektedir. Oogenesis fazlarında görülen farklılıklar, türlerin bir dönemde bir veya daha fazla yumurta bırakmaları (grup olgunluğu) (16), fazlara katılım zamanı ve fazların süresi ile ilgilidir (23). Genç oositler ovaryum gelişmesinin her safhasında görülmektedir, kromatin nükleus ve perinükleolar fazlarda sayıları daha fazladır. Olgun bireylerde bir anda farklı gelişim safhasında yumurtalar bulunmakla birlikte (Şekil 14) dişilerin tüm yumurtalarını bir defada bıraktıkları görülmektedir. Ovaryumda bir anda farklı safhalarda oositlere diğer cyprinid türlerinde de rastlanmaktadır (5).

Kromatin nükleolus fazında oositler, sazan ve diğer bir çok teleost balıkta olduğu gibi (2,5,18,23) tek tabakalı yassı hücrelerin oluşturduğu ovaryan folikül ile çevri-



a

b

Şekil 18. Mayıs'ta avlanan 4 yaşlı bir erkekte olgun testisin histolojik yapısı a) Kh: kök hücre, b) Sb: sperm başları (FeHx560)

lidir (Şekil 2a). Perinükleer fazda çok sayıda nükleolu, nükleusun dış kısmına göç eder (9,18). Bu dönemde oosit büyümesine paralel olarak nükleus'ta büyür. Kortikal alveolar fazda hücre zarının altında yağ vakuolleri görülmüştür (Şekil 5,6). Benzer şekilli vakuoller kan damarlarında da görülmektedir. Bunların karaciğerde sentezlenip dolaşım ile oositlere taşındığı (22,3) bildirilmektedir. Bu fazda oosit nükleuslarının dış bölgesinde kromatin büzülmesini andıran boşluklar görülmüştür. Bu durum ilgili yayınlarda bildirilmemekle birlikte Küçüktaş (27)'in çalışmasında da oosit nükleusunda benzer boşluklar, boyanmamış alanlar dikkati çekmektedir. Bu oluşumun incelenmesi gerekmektedir. Vitellojenik fazda, yuvarlak ve mekik şeklindeki besin partikülleri De Vlaming (23)'in de belirttiği gibi fazın sonunda bir araya gelerek besin kütesini oluşturmaktadır (Şekil 7,9). Bazı türlerde vitellin zarın bu fazda şekillendiği bildirilmekle birlikte (2,9), İnci kefalinde vitellin zarın vitellojenik fazdan önce, alveolar fazda şekillendiği görülmüştür (Şekil 4). Olgunlaşma fazında mayoz I bölünmenin tamamlandığı, nükleusun animal kutba hareket ederek kaybolduğu belirtilmektedir (2,12,15,18,23,25). İnci kefalinde olgunlaşma fazında hücre çöküntüsü, nükleusun dağılarak kaybolması gözlenmiştir (Şekil 9).

Ovulasyon fazında, yumurtanın atılmasından sonra folikül duvarında granuloza ve theca hücreleri olmak üzere iki tabaka ayırtedilmiştir (Şekil 10a). Folikül duvarındaki

bu farklılaşmanın bazı balıklarda perinükleer fazda olduğu belirtilmektedir (2,12,23). *C. tarichi*'de bu farklılaşma ışık mikroskobu ile ancak ovulasyondan sonra görülebilmıştır. İnci kefalinde gelişim sürecinde ovaryum duvarında farklılaşma meydana gelmektedir. Germinal epitel hücreleri özellikle vitellogenesis, olgunlaşma ve ovulasyon fazlarında kübik formdan silindirik forma dönüşmektedir (Şekil 8). Bu farklılaşmanın bir çok balık türünde de gözlemlendiği belirtilmektedir (2, 26).

C. tarichi'de testislerin histolojik organizasyonu ve spermatogenesis pek çok balıkta olduğu gibidir (2,3,9,10,18,24). Ancak testis gelişiminde ele alınan fazların sayısı balık türüne göre farklı sayıdadır (2,7,11,18). Spermatogenesis'in devamlılığını sağlayan germinal hücrelerin (kök hücreleri) seminifer tüplerinde buldukları (2,5) ve bu hücrelerin büyük balıklarda daha kolay ayırtedilebildikleri bildirilmektedir (2). Kök hücreleri İnci kefal testislerinde, seminifer tüplerinde gözlemlenmiştir (Şekil 18). Tüplerde spermatogonial hücreler kümeler halinde bulunmaktadır (2, 10, 18). *C. tarichi* testislerinde de bu hücrelerin aynı gelişim safhasında olduğu görülmektedir.

İnci kefalinde testisler balık yaklaşık 31 aylık iken olgunlaşır. Sperm bırakımı ise 36 aylık ve daha yaşlı fertlerde Mayıs-Haziran aylarında gerçekleşir. Testis duvarının histolojik yapısının spermatogenetik aktiviteye bağlı olmadığı, farklı olgunlaşma dönemlerinde duvarın aynı yapıyı koruduğu görülmüştür.

Kaynaklar

1. Berra, T.M., Reproductive anatomy of the Australian grayling, *Prototroctes maraena* Gunther J. Fish Biol. 25, 241-251, 1984.
2. Takashima, F., Gonads In: An atlas of fish histology normal and pathological features 2 nd Ed. (Eds. Takashima, F., Hibiya, T.) Kodansha Ltd. Tokyo, p. 128-153, 1995.
3. Shimuzu, A., Aida, K., Hanyu, I., Annual reproductive cycle in an autumn-spawning bitterling *Acheilognathus rhombea*. Nippon Suisan Gakkaishi, 53 (4), 529-536, 1987.
4. Asahina, K., Iwashita, I., Hanyu, I., Hibiya, T., Annual reproductive cycle of a bitterling *Rhodeus ocellatus ocellatus* Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 46(3), 299-305, 1980.
5. Fishelson, L., Goren, M., Van Vuren, J. and R. Manelis, Some aspect of the reproductive biology of *Barbus* spp., *Capeota damascina* and their hybrids (Cyprinidae, Teleostei) in Israel. *Hydrobiologia* 317: 79-88, 1996.
6. Micale, V., Perdichizzi, F. and G. Basciano, Aspects of the reproductive biology of the sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo* (Ceti, 1777). I. Gametogenesis and gonadal cycle in captivity during the third year of life. *Aquaculture* 140: 281-291, 1996.
7. Takashima, F., Patino, R., Nomura, M., Histological studies on the sex differentiation in rainbow trout, Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 46 (11), 1317-1322, 1980.
8. Parmentier, H.K., Timmermans, L.P.M., The differentiation of germ cells and gonads during development of carp *Cyprinus carpio*. A study with anti-carp sperm monoclonal antibodies J. Embryol. Exp. Morph., 90, 13-32, 1985.
9. Anderson, E., The formation of primary envelope during oocyte differentiation in teleosts. J. Cell. Biol., 35, 193-212, 1967.
10. Grier, H.J., Aspects of germinal cyst and sperm development in *Poecilia latipinna* (Teleostei: Poeciliidae) J Morph. 146, 229-237, 1975.

11. Matsuura, S., Matsuyama, M., Ouchi, Y. and T. Hidaka, Maturity classification and Group maturity of the red sea bream *Pagrus major* II. Male Maturity, *Marine Biology* 96, 169-172, 1987.
12. Matsuyama, M., Nagahama, Y., Matsuura, S., Observations on ovarian follicle ultra structure in the marine teleost, *Pagrus major*, during vitellogenesis and oocyte maturation *Aquaculture* 92, 67-82, 1991.
13. Takashima, F., Changes in oocyte number during maturation of female Masu Salmon. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 52(2), 231-237, 1986.
14. Wallace, R.A., Selman, K., Cellular and Dynamic Aspects of Oocyte Growth in Teleost. *Am. Zool.* 21: 325-343, 1981.
15. Begovac, P.C., Wallace, R.A., Stages of oocyte development in the pipe fish, *Syngnathus scovelli*, *J. Morph.* 197: 353-359, 1988.
16. Matsuyama, M., S. Matsuura, Y. Ouchi and T. Hidaka, Maturity classification and Group maturity of the red sea bream *Pagrus major* I. Female Maturity, *Marine Biology* 96, 163-168, 1987.
17. Matsuyama, M., Lara, R.T. and S. Matsuura, Juvenile bisexuality in the red sea bream, *Pagrus major*, *Environmental Biology of Fishes* 21: 1, 27-36 (1988).
18. Gupta, S., The development of carp gonads in warm water aquaria, *J. Fish. Biol.*, 7, 775-782, 1975.
19. Shimuzu, A., Hanyu, I., Environmental regulation of spawning period in an autumn spawning bitterling *Pseudoperilampus typus* *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 49 (6), 895-900, 1983.
20. Hoar, W.S., Reproduction: In *Fish Physiology* Vol. 5 (Eds. Hoar W.S., Randal, D.J.), Academic Press New York, p. 1-73, 1971.
21. Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R., Passino, D.R.M., *Ichthyology* (2nd ed.) John Wiley and Sons New York, 506 p., 1977.
22. Legendre, M., Jalabert, B., *Physiologie de la reproduction*, In: *Biologie et ecologie des poissons d'eau douce Africains* (Eds. Leveque, C., Bruton, M.N., Ssentongo, G.W.) De L'Orstom, Paris p. 153-175, 1988.
23. De Vlaming, V., Oocyte Development Patterns and Hormonal Involvements among Teleost In *Control Processes in Fish Physiology* (Eds. Rankin, J. C., Pitcher T.J., Duggan, R.T.) Croom Helm Ltd. Manuka Australia p. 177-199, 1983.
24. Idler, D.R., Horne, D.A., Sangalang, G.B., Identification and quantification of the major androgens in testicular and peripheral plasma of Atlantic salmon *Salmo salar* during sequential maturation. *Gen. Comp. Endocrinol.* 16, 257-267, 1971.
25. Shimuzu, A., Aida, K., Hanyu, I., Endocrin profiles during the short reproductive cycle of an autumn-spawning bitterling *Acheilognathus rhombea*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 60, 361-371, 1985.
26. Ergüven, H., Abant Alabalığının (*Salmo trutta abanticus*) Dişi Üreme Sistemi Morfolojisi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yay. No: 321, 22s. 1971.
27. Küçüktaş, H., Çipura balığında (*Sparus auratus*) Gonadların Anatomik ve Histolojik Yapıları Üzerinde Bir Araştırma (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Akd. Üni. Fen Bil. Enst. Su Ürünleri A.B.D. Isparta, 1987.
28. Sarmaşık, A., Timur, M., Eğirdir Gölünde Sudak (*Stizostedion lucioperca* L. 1758) Balıklarında Mevsimsel Gonad Gelişimi ve Cinsi Olgunluğa Ulaşma Yaşının Tesbiti. *Tr. J. of Biology* 18 (1994) 9-26, 1994.
29. Cihangir, B., Ege Denizindeki Sardalya (*Sardina pilchardus* Walb. 1752) nin Üreme Biyolojisi ve Büyümesi (Yayınlanmamış Doktora Tezi) D.E.Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir, 84 s. 1991.
30. Akgül, M., Van Gölü Kapalı Havzasında Yaşayan İnci Kefali'nin *Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811 Biyo Ekolojisi Üzerinde Araştırmalar, TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi Biyoloji Tebliğleri, s. 533-544, 1980.
31. Özdemir, N., Van Gölünde Yaşayan (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) nin Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Faktörü Üzerinde Bir Araştırma, Fırat Üni. Fen. Fak. Derg. 2, 12-15, 1982.
32. Akyurt, İ., Aras, M.S., Yanar, M., Van Gölü Havzasında Yaşayan *Chalcalburnus tarichi*, (Pallas 1811) nin Büyüme Durumu, Gonad Gelişimi, Yumurta Verimliliği ile Et Verim Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma, *Et Balık Derg.* Cilt 7, Sayı 43, 13-20, 1985.
33. Danulat, E., Selçuk, B., Life History and Environmental Conditions of the *Anadromus Chalcalburnus tarichi* (Cyprinidae) in the Highly Alkaline Lake Van, Eastern Anatolia, Turkey, *Arch. Hydrobiol.* 126: 105-125, 1992.
34. Çetinkaya, O., Elp, M., 1995, İnci Kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Morfolojik Anatomisi ve Sistematik Özellikleri II. Doğu Anadolu Su Ürünleri Sempozyumu, 14-16 Haziran 1995, Erzurum (s. 713-722).
35. Culling, C.F.A., *Handbook of histopathological techniques* (2nd Ed.) Butterworths, London 553 p., 1963.
36. Drury, R.A.B., Wallington E.A., Cameron R., *Carleton's histological technique*, 4th ed. Oxford Univ. Press London, 33-137 p., 1967.
37. Kierman, J.A., *Histological and histochemical methods: Theory and Practice* 2nd Ed. Pergamon Press Oxford, New York, 443 p., 1989.