

## ***Donax trunculus*'ta (Bivalvia: Donacidae) Ovogenezin Sitolojik Özellikleri: Işık Mikroskobu Çalışması**

Cytological Features of Oogenesis in *Donax Trunculus* (Bivalvia: Donacidae): A Light Microscopy Study

**Nadim Yilmazer** 

Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

\* Corresponding author: [nyilmazer@nku.edu.tr](mailto:nyilmazer@nku.edu.tr)

Geliş Tarihi / Received: 04.06.2023  
Kabul Tarihi / Accepted: 07.09.2023

Araştırma Makalesi/Research Article  
DOI: 10.5281/zenodo.8416106

### **ÖZET**

*Donax trunculus* Türkiye için ekonomik değeri ve yurtdışına pazarlanma potansiyeli çok yüksek olan bir çift kabuklu türüdür. Kültürlerinin de yapıldığı göz önüne alındığında çift kabukluların üreme biyolojisi ve özellikle de ovogenezi ile ilgili araştırmalar ayrı bir öneme sahiptir. Ovaryum ve ovogenezin sitolojik ve histolojik yönden araştırılması bir canlının üreme sistemi hakkında temel bilgi sağlar. Bu bağlamda bu çalışmada *Donax trunculus*'un ovogenez süreci ışık mikroskobu düzeyinde araştırılmıştır. Şile (İstanbul) popülasyonuna ait örneklerin ovaryum dokusundan alınan kesitler hematoxilen-eozin (HE) ve fosfotungstik asit-hematoxilen ile boyanmış ve incelenmiştir. Ovogonyumların mitozla sayılarını artırmaları, vitellogenik ovositlerde nukleolar halka oluşumu, nukleus zarı kalınlaşması ve amfinukleolus yapısı gibi sitolojik özellikler ilk kez fotoğraflanabilmiştir. Ovosit folikül hücre ilişkisi her evredeki ovositlerde gözlenmiştir. Ovosit dejenerasyonunun baskın olarak orta ve geç vitellogenik ovositler ile olgun ovositlerde meydana geldiği belirlenmiştir. *Donax trunculus*'da hem vitellogenez tipini tespit etmek hem de folikül hücrelerinin ovogenezdeki ayrıntılı rolünü açığa çıkarmak için işaretleme teknikleri ve enzim aktivitesine yönelik histokimyasal yöntemlerin kullanılacağı çalışmalar yapılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** *Donax trunculus*, Ovosit, Ovogenez, Sitoloji

### **ABSTRACT**

*Donax trunculus* is a bivalve species with high economic value and potential for international marketing in Turkey. Considering their cultivation, research on the reproductive biology, particularly oogenesis, of bivalves holds significant importance. Investigating the cytological and histological aspects of the ovary and oogenesis provides fundamental information about the reproductive system of an organism. In this context, this study investigates the oogenesis process of *Donax trunculus* at the light microscope level. Sections taken from the ovarian tissue of samples belonging to the population of Şile (İstanbul) were stained with hematoxylin-eosin and phosphotungstic acid-hematoxylin and examined. Cytological features such as the increase in the number of oogonia through mitosis, formation of nucleolar rings, thickening of the nuclear membrane and the structure of the amphinucleolus in vitellogenic oocytes have been photographed for the first time. Oocyte follicle cells association has been observed at every stage of oocyte development. It has been determined that oocyte degeneration primarily occurs in middle and late vitellogenic oocytes and mature oocytes. Studies should be conducted in *Donax trunculus* to determine both the type of vitellogenesis and to elucidate the detailed role of follicle cells in oogenesis, using labeling techniques and histochemical methods targeting enzyme activity.

**Keywords:** *Donax trunculus*, Oocyte, Oogenesis, Cytology

## 1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler (BM) Nüfus Birimi dünya nüfusunun 15 Kasım 2022 tarihi itibarıyla 8 milyara ulaştığını bildirmiş ve bu rakamın 2030 yılında 8.5 milyar, 2050 yılında 9.7 milyar ve 2100 yılında ise 10.4 milyar olacağını öngörmüştür (BM, 2022). Dünyamızın sürekli artmakta olan bu nüfusu beslemesi gereklidir. İçeriğinde fazla miktarda protein bulunan hayvansal su ürünleri beslenmede alternatif protein kaynağı olarak oldukça önem kazanmıştır. Balıklardan sonra en çok tüketilen su ürünlerinin başında bazı çift kabuklu (Bivalvia) türleri gelmektedir. Bu nedenle, ekonomik değere sahip çift kabuklu türlerinin kültürlerinin de yapıldığı göz önüne alındığında (Eversole, 1989), çift kabukluların üreme biyolojisi ve özellikle de ovogenezi ile ilgili araştırmalar ayrı bir öneme sahiptir.

Ovogenezin temel özelliklerinden bir kısmı hayvanlar aleminde hemen hemen aynı olsa da ovositin yapısal, kimyasal ve fizyolojik özellikleri bakımından değişik gruplar arasında farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıklar evrimsel açıdan önemlidir ve suda yaşayan canlı türlerinin dağılımını ve bolluğunu, diğer bir ifadeyle üreme başarısını etkiler (Young, 1990; Eckelbarger, 1994). Ovogenez sırasında besin maddelerinin ovosite taşınması, ovositte yumurta sarısının biyosentezi ve birikimi programlanmış bir tarzda meydana gelir (Eckelbarger ve Young, 1999). Ovogenez sürecinin anlaşılması üreme sistemi hakkında temel bilgi sağladığından, sitolojik ve histolojik araştırmaların yapılması ilgili canlıların üreme biyolojisinin açığa çıkarılmasında en doğru yaklaşımdır. Gerek doğadan avcılık yoluyla elde edilen gerekse yetiştiricilik yoluyla üretimleri yapılan çift kabuklu türlerinin üreme biyolojisinin anlaşılması, bunların sağladıkları ekonomik katkıyı artıracaktır. Bu nedenle, bu çalışmada Türkiye için ekonomik değeri ve yurtdışına pazarlanma potansiyeli çok yüksek olan (Çolakoğlu, 2014) çift kabuklu türü *Donax trunculus*'un ovogenez sürecinin sitolojik olarak araştırılması amaçlanmıştır.

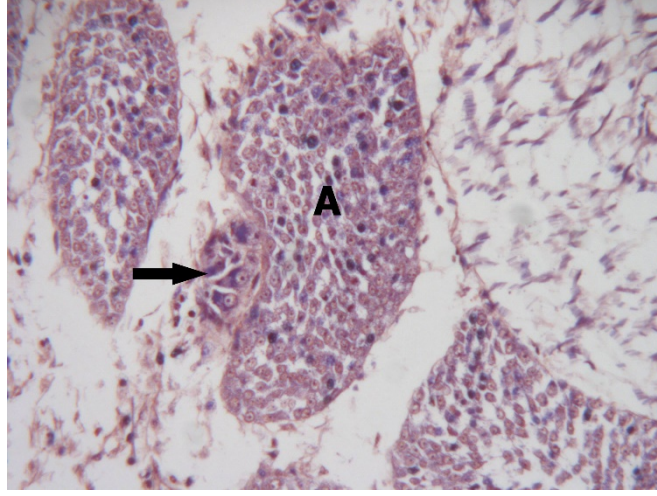
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Üreme zamanının yılın mart ve temmuz ayları arasında olduğu (Deval, 2009; Zeichen ve ark., 2002) bilinen *Donax trunculus* örnekleri nisan ve mayıs aylarında İstanbul'un Şile ilçesinde faaliyet gösteren bir su ürünleri işletme tesisinden temin edildi. Uzunluğu 30 mm civarında olan bireylerin kapama kasları kesilerek kabukları açıldı. Mavi renkli ovaryuma sahip olmaları nedeniyle makroskobik olarak cinsiyet tayini kolaylıkla yapılan dişilerden her ay için rastgele 10 tanesi seçildi ve her birinin ovaryumu çevresindeki dokulardan bir makas ile kesilerek ayrıldı. Çıkarılan ovaryumlar Bouin fiksatifinde 24 saat süreyle oda sıcaklığında tespit edildi. Rutin histolojik yöntem ile hazırlanan parafin bloklardan 3-4 µm kalınlığında kesitler alındı. Ovaryumun genel yapısını belirlemek için kesitler hematoxilen-eozin (HE) ve mordanlayıcı özelliği ile kollajene kolayca girebilen, bu nedenle bağ dokuyu boyayan fosfotungstik asit-hematoxilen ile boyandı (Pearse, 1968). Kesitler dijital kamera taşıyan Leica ICC50 HD marka binoküler ışık mikroskopuyla incelendi ve fotoğraflandı.

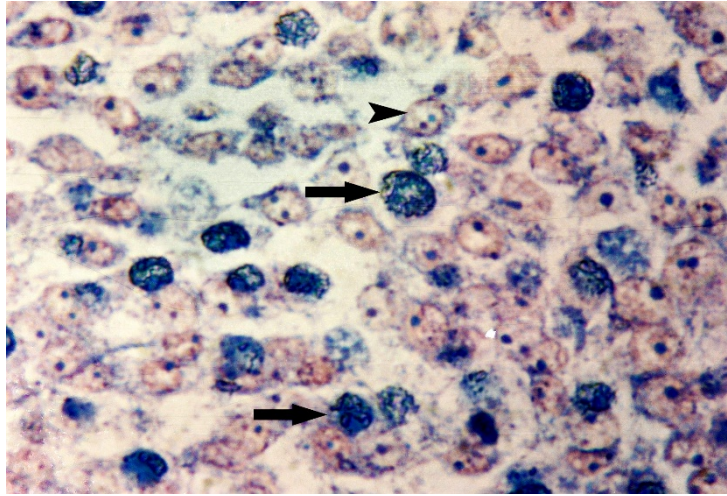
## 3. BULGULAR

Ovaryum gelişiminin başında ovogonyumların depo dokusu bakımından zengin manto dokusu içinde adacıklar şeklinde kümeler oluşturduğu gözlemlendi (Şekil 1). Bu kümelerde mitozla sayılarını arttıran, özellikle profaz olmak üzere mitozun değişik evrelerinde çok sayıda ovogonyumun var olduğu tespit edildi (Şekil 2). Ovaryum gelişimi ilerledikçe küçük, birbirine yakın asinüslerin olduğu görüldü; bu asinüsler depo dokusu ile çevriliydi (Şekil 3). Gelişmekte olan asinüsler ovogonyumlar, previtellogenik oositler ile erken vitellogenik oositler ve bunlarla ilişkili folikül hücreleriyle doluydu (Şekil 4). Vitellogeneze başlayan oositlerden bazılarının leptoten evresinde oldukları, bu evreye

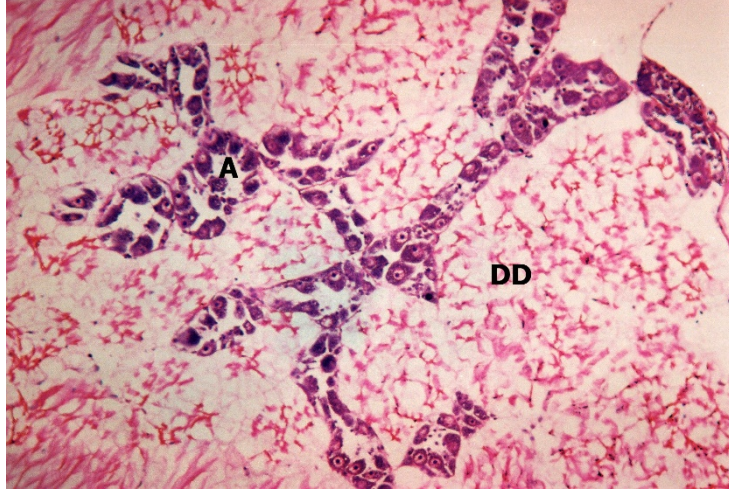
özgü kromatin yapısıyla anlaşılıyordu (Şekil 5). Vitellogenik faza giren ovositlerde nukleolar halka oluşumu barizdi (Şekil 6). Nukleus zarı kalınlaşmış olarak görülüyordu (Şekil 7).



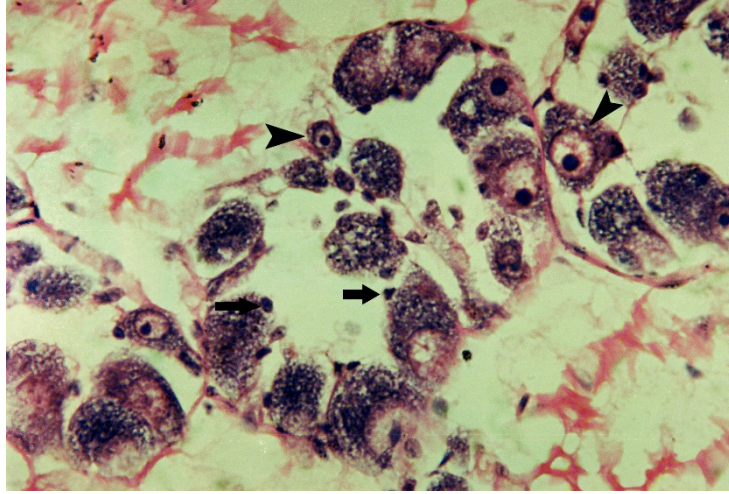
**Şekil 1.** Manto dokusundaki ovogonyum adacıkları (A) ve yeni oluşan küçük bir asinüs (ok). Fosfotungstik asit-hematoksilen; x100



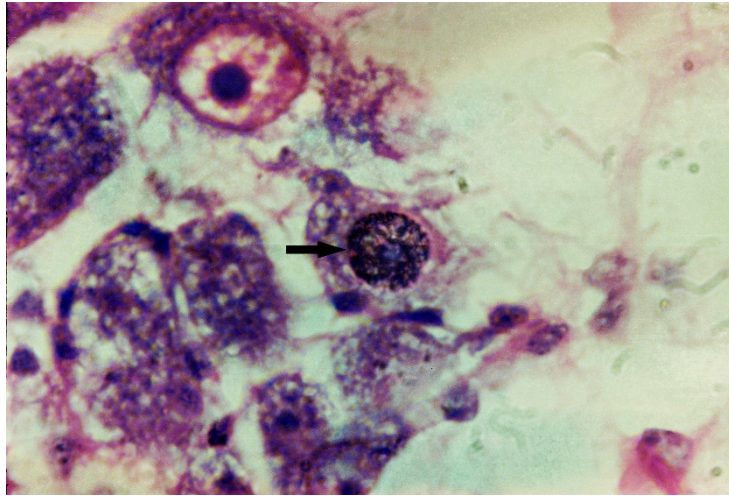
**Şekil 2.** Ovogonyum adacıklarında henüz mitoz bölünmeye veya ovogeneze başlamamış ovogonyumlar (ok başı) ve mitozun profaz evresindeki ovogonyumlar (ok). HE; x1000



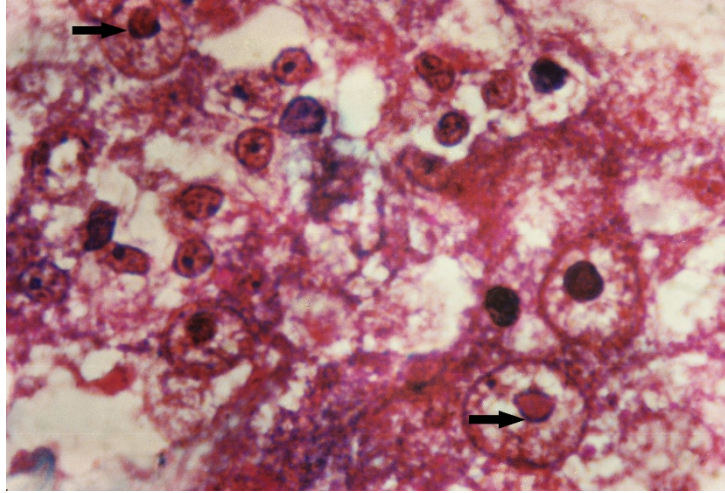
**Şekil 3.** Yeni oluşmaya başlayan asinüsler (A) ve çevresindeki depo dokusu (DD). HE; x100



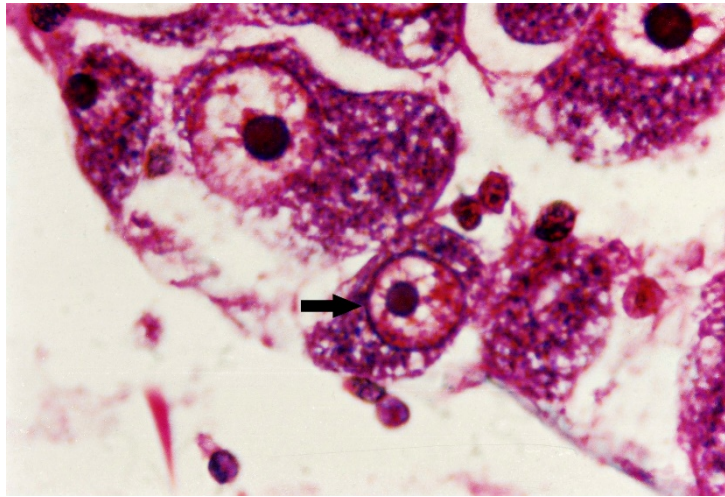
**Şekil 4.** Yeni oluşan asinüslerde gelişmekte olan ovositler (ok başı) ve folikül hücreleri (ok). HE; x400



**Şekil 5.** Leptoten evresinde bir ovosit (ok). HE; x1000

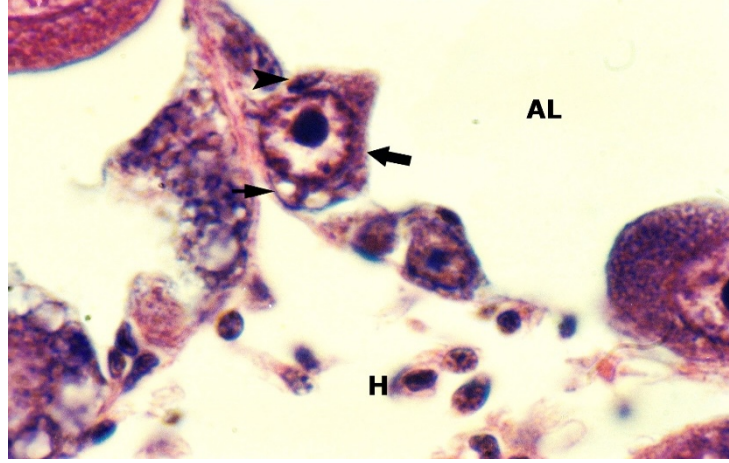


**Şekil 6.** Vitellogenik ovositlerde nukleolar halka oluşumu (ok). HE; x1000

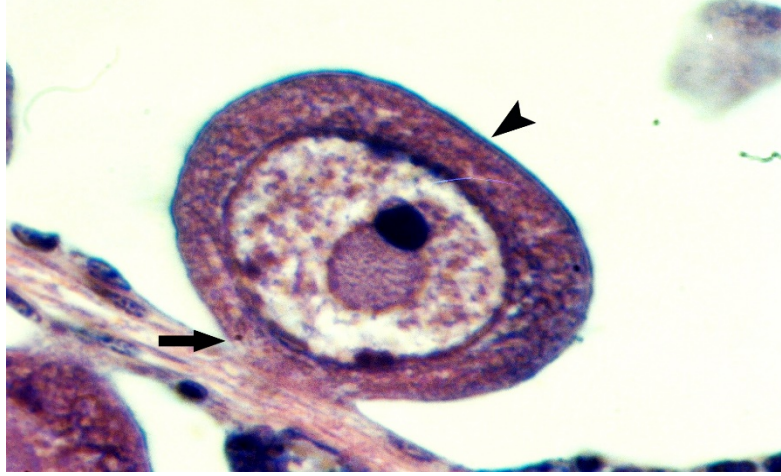


**Şekil 7.** Vitellogeneze giren ovositlerde kalınlaşmış görünen nukleus zarı (ok). HE; x1000

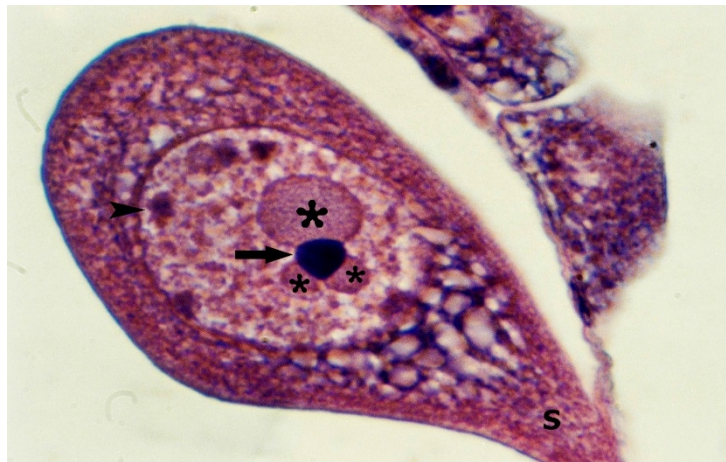
Vitellogenizin başında ovositler (Erken vitellogenik ovositler) büyüyerek asinüs lümenine doğru çıkıntı yapmaya ve eliptik şekil almaya başlamıştı. Sitoplazmada birkaç lipit damlası mevcuttu. Bu ovositler de folikül hücreleri ile temas halindeydi (Şekil 8). Orta vitellogenik ovositlerde nukleus germinal vesikül haline gelmişti ve genellikle büyük bir nukleolus, bazı ovositlerde ise buna ilave olarak bir veya daha fazla sayıda küçük nukleolus içermekteydi. Büyük nukleolus amfinukleolus yapısında olup farklı boyanma özelliklerine sahip iki kısımdan ibaretti; genellikle yan yana bulunan bu kısımlardan koyu kısım (karyozom), daha geniş olan açık kısmın (plasmozom) bir tarafına kısmen gömülüydü, bazen de plasmozom iki veya üç parçalıydı. Küçük nukleoluslar ise tek kısımdan ibaret olup, hemen hemen karyozomla aynı yoğunlukta boyanmıştı. Sitoplazmada çok sayıda yumurta sarısı granülleri ve lipit damlası birikmişti. Ovosit yüzeyinde yumurta örtüsü oluşmuştu. Ovositin asinüs lümenine çıkıntı yapan kısmında (apeks) folikül hücresi yoktu. Ovosit bir sap kısmı oluşturup bu sap ile asinar duvara bağlıydı (Şekil 9). Geç vitellogenik ovositlerde germinal vesikülde tek bir büyük nukleolus ile çok sayıda nukleolusun varlığı devam etmekteydi ve sapı giderek incelmekteydi (Şekil 10).



**Şekil 8.** Bir folikül hücresi (ok başı) ile temasta olan erken vitellogenik oositin (kalın ok) sitoplazmasında yağ vakuolleri (ince ok) görülmektedir. Hemosölde çok sayıda hemosit (H) dikkat çekicidir. AL: Asinüs lümeni. HE; x1000

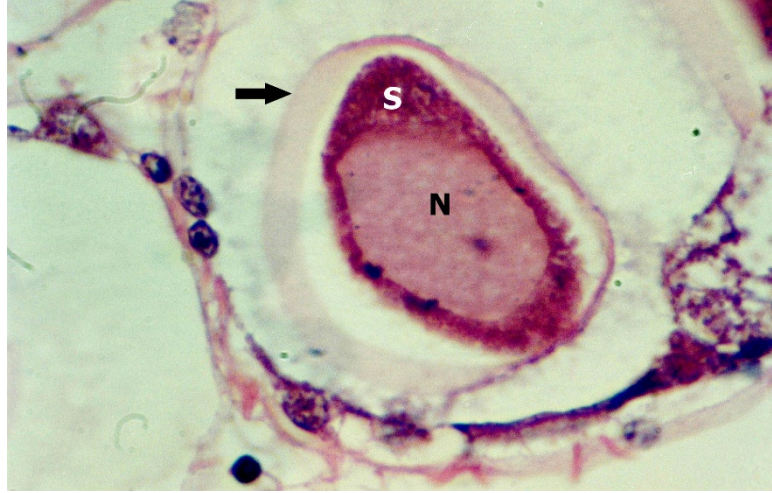


**Şekil 9.** Yeni oluşmakta olan bir sap (ok) ile asınar duvara bağlı bir orta vitellogenik ovosite. Yumurta örtüsü (ok başı) oluşmuştur, nukleus germinal vesikül haline gelmiştir, nukleolus amfinukleolus biçimini almıştır. HE; x1000

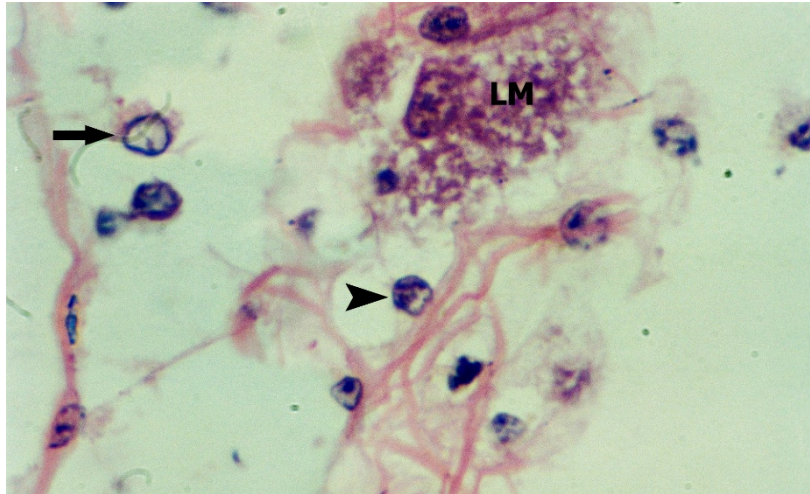


**Şekil 10.** Sapı (S) giderek incelen geç vitellogenik ovositte karyozom (ok) ve plasmozomdan (yıldız) oluşan amfinukleolus ile küçük nukleoluslar (ok başı). HE; x1000

Ovosit gelişimi sırasında, daha çok orta ve geç vitellogenik ovositler ile olgun ovositler olmak üzere kimi ovositlerin bozulmaya (dejenerasyon) uğradığı görüldü. Dejenerasyon sırasında yumurta örtüsünün ovosit yüzeyinden ayrılması, nukleusun karyolize uğraması ve sitoplazmanın çökmesi dikkati çeken değişikliklerdi (Şekil 11). Hücre zarının ve yumurta örtüsünün parçalanması ile litik materyalin asinüs lümeninde dağılmadan globüler bir yapı oluşturduğu görüldü. Litik materyal civarında henüz yıkılmamış veya fagosite edilmemiş nukleuslara da rastlanmaktaydı (Şekil 12).



Şekil 11. Bozulan ovositte ovositten ayrılan yumurta örtüsü (ok), çökme nedeniyle koyu boyanan sitoplazma (S) ve karyolize uğramış nukleus (N). HE; x1000



Şekil 12. Atrezyanın ilerlemesi ile ortaya çıkan litik materyal (LM) ve civarındaki hemositler (ok). Ok başı ise henüz fagosite edilmemiş bir nukleusu göstermektedir. HE; x1000

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

*Donax trunculus*'un üreme periyodu histolojik olarak Bayed (1990), Neuberger-Cywiak ve ark. (1990) ile Tirado ve Salas (1998) tarafından ışık mikroskobu düzeyinde araştırılmıştır. Ancak bu çalışma daha kapsamlı yapılmış olup ovaryum gelişimi ve ovogenezin sitolojik özellikleri ortaya konmuştur. Özellikle ovogonyumların mitozla sayılarını artırmaları, vitellogenik ovositlerde

nukleolar halka oluşumu, nukleus zarı kalınlaşması ve amfinukleolus yapısı gibi sitolojik özellikler ilk kez bu çalışmada fotoğraflanabilmiştir.

Temel ovaryum yapısı ve oogenezin genel özellikleri çoğu çift kabuklu türünde aynıdır. Previtellogenik ovositler, araştırılan diğer türlerdeki gibi bir seri nukleus ve sitoplazma değişikliğiyle karakterize edilir. Nukleusun büyümesi ve nukleolus içermesi, sitoplazmanın hacminin artarak asinüs lümenine doğru çıkıntı yapması, sentetik aktivite artışı ve buna bağlı olarak hücresel büyümenin başladığının bir göstergesidir. Sitoplazmada rastlanan birkaç protein yumurta sarısı granülü de bu sentezin kanıtıdır. *Mytilus edulis* (Pipe 1987), *Pecten maximus* (Dorange ve Le Penec, 1989) ve *Pinna nobilis*'de (De Gaulejac ve ark., 1995) ilk olarak previtellogenik ovositlerde görülen nukleolar halka *Donax trunculus*'da vitellogenik ovositlerde görülmüştür.

Nukleolusun büyüklüğü, sayısı ve organizasyonu ovositlerde oldukça değişkendir (Wourms, 1987). Çift kabuklularda ovosit nukleusunda genellikle iki (Morse ve Zardus, 1997), *Mytilus edulis* (Pipe, 1987), *Brachidontes virgiliae* (Bernard ve ark., 1988), *Pecten maximus* (Dorange ve Le Penec, 1989), *Crassostrea gigas* (Longo ve ark., 1993), *Bathymodiolus childressi* (Eckelbarger ve Young, 1999) ve *Amiantis umbonella*'da (Al-Mohanna ve ark., 2003) bir, *Psidium amnicum* (Araujo ve Ramos, 1999) ve *Macra veneriformis*'de (Chung ve Ryou, 2000) biri büyük diğerleri küçük birkaç nukleolus bulunur. *Donax trunculus*'da ise ovositte genellikle bir, bazen daha küçük olmak üzere iki veya daha fazla sayıda nukleolus tespit edilmiştir. Chung ve ark. (1998) *Ruditapes philippinarum*'da, Araujo ve Ramos (1999) *Psidium amnicum*'da nukleolusun, karyozom ve plasmozomdan ibaret amfinukleolus yapısında olduğunu bildirmişlerdir. Araujo ve Ramos (1999)'a göre yumuşakçalarda gelişmekte olan ovositlerde olağan bir yapı olan plasmozom, nukleus içeriğinin artışı ile birlikte ortaya çıkan geçici bir yapıdır. Yine bu araştırmacılara göre, küçük nukleolular ana nukleolusun (önukleolus) tomurcuklanması ile oluşur. Chung ve ark. (1998) *Ruditapes philippinarum*'da geç vitellogenik ovositlerde dahi amfinukleolusun varlığını izlemişler, karyozomun nukleus zarından sitoplazmaya atıldığını ve yumurta sarısı oluşumuna katıldığını bildirmişlerdir. Işık mikroskobu incelemelerinde *Donax trunculus*'da da birkaç küçük nukleolus ile birlikte amfinukleolusun var olduğu, varlığını geç vitellogenik ovositlerde dahi sürdürdüğü görülmüştür; ancak, karyozomun sitoplazmaya atılarak yumurta sarısı oluşumuna katıldığı gibi bir durum izlenmemiştir.

Bugüne kadar incelenen tüm ovositlerde nukleus zarında porların var olduğu ve sayılarının sentez aktivitesine paralel olarak arttığı bildirilmiştir. Nukleus zarı previtellogenik ovositlerde düzken, vitellogenik oositlerde girintili çıkıntılı olur. Bu durum ovosit nukleusuna loplu bir görünüm verir (Wourms, 1987). Tüm bu özellikler ışık mikroskobunda gözlenen nukleus zarı kalınlaşmasının bir açıklaması olabilir.

Çift kabuklular için tipik olan ovosit-folikül hücre ilişkisi *Donax trunculus*'da da her evredeki ovositlerde gözlenmiştir. Folikül hücreleri ovogenez sırasında sadece previtellogenik ve erken vitellogenik ovositleri tamamen çevirir. Orta ve geç vitellogenik ovositlerle ilişkisini, bu ovositlerin sap kısmı ile asinüs duvarı arasında veya bu ovositlerin bazal kısmı ile asinüs duvarı arasında kalarak sürdürür. Folikül hücrelerinin çift kabuklularda ovogenezdeki fonksiyonu çok iyi anlaşılmamıştır. Pipe (1987) *Mytilus edulis*'de folikül hücrelerinin, muhtemelen gelişmekte olan ovositler tarafından kullanılan materyalleri sentez edebileceğini ileri sürmüştür; ayrıca, ovositlerle aralarındaki desmozom benzeri bağlantılara dayanarak, bu hücrelerle ovositler arasında küçük molekül ve iyon alışverişi olabileceğini de vurgulamıştır. Eckelbarger ve Young (1999), *Bathymodiolus childressi*'de oldukça gelişmiş granüllü endoplazmik retikulum ve lizozomal sistem içeren folikül hücrelerinin ovosit beslenmesinde muhtemel bir rol oynayabileceklerini ileri sürmüşlerdir. Genel olarak, çift kabuklularda folikül hücrelerinin kafadan bacaklılar ve karından bacaklılardakine göre daha az biyosentetik aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir (De Jong-Brink ve ark., 1983; Eckelbarger ve Blades-Eckelbarger, 1989). Bir çift kabuklu olan *Sphaerium striatinum*'da folikül hücreleri ovosit tarafından doğrudan resorbe edilir. Aynı durum karından bacaklı olan *Lamellaria perspicua* ve



*Crepidula fornicata*'da da bildirilmiştir (Eckelbarger ve Davis, 1996). Çift kabuklularda folikül hücreleri sadece ovosit gelişiminin ilk evrelerinde ovositlerle temastadır; birkaç folikül hücresi previtellogenik ve erken vitellogenik ovositleri çevirir, ovosit yüzeyinde mikrovilluslar ve vitellin örtü oluşmaya başlayınca folikül hücreleri gelişmekte olan ovositlerin bazal kısmında ovosit olgunlaşınca kadar kalır (Morse ve Zardus, 1997). *Donax trunculus*'da folikül hücreleri ovogenezde, doğrudan proteosentetik bir rol oynamak yerine, Eckelbarger ve Davis'in (1996) de *Crassostrea virginica*'nın folikül hücreleri için ileri sürdüğü gibi, hemolenften ovosite küçük iyon ve molekül gibi metabolitlerin akışını düzenleyerek ve/veya aracılık ederek ovositin etrafındaki mikroçevreyi kontrol etme görevini üstlenmiş olabilir (Yılmazer, 2005).

Ovosit dejenerasyonu yumuşakçalar arasında yaygın olarak gözlenen, ama az bilinen bir süreçtir ve bu konuyla ilgili makale sayısı azdır (De Jong-Brink ve ark., 1983; Pipe, 1987; Dorange ve Le Pennec, 1989; De Gaulejac ve ark., 1995; Ituarte, 1997). Bu süreç çift kabuklularda, ya ovosit sitoplazmasının vakuolizasyonu ve sıvılaşması olarak ya da gelişemeyen veya yumurtlanmayan ovositleri fagosite etmek üzere asinüs lümenini işgal eden hemositler (amoebositler) tarafından meydana getirilen bir reaksiyon süreci olarak tanımlanmıştır. Daha çok geç vitellogenik ovositler ile olgun ovositlerde rastlansa da, ovosit dejenerasyonu ovosit gelişiminin her evresinde meydana gelebilmektedir. Bununla birlikte, *Biomphalaria glabrata* ve *Lymnaea*'da sadece olgun ovositlerin dejenere olduğu bildirilmiştir (De Jong-Brink ve ark., 1983). *Donax trunculus*'da ise ovosit dejenerasyonunun baskın olarak orta ve geç vitellogenik ovositler ile olgun ovositlerde meydana geldiği gözlenmiştir. Ituarte (1997) *Eupera platensis*'de ve Araujo ve Ramos (1999) *Pisidium amnicum*'da asinüsler içinde litik kalıntılar ile bir arada bulunan nukleuslar gözlemişler ve bunların henüz fagosite edilmeyen ovosit nukleusları olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da *ovaryum asinüslerinde* litik kalıntılar ile beraber gözlenen nukleuslar henüz fagosite edilmemiş ovosit nukleusları olabilir.

Sonuç olarak, ovogenez ışık mikroskopunda sitolojik olarak incelenen *Donax trunculus*'da işaretleme teknikleri ve enzim aktivitesine yönelik histokimyasal yöntemlerin kullanılacağı çalışmalar, hem vitellogenez tipini tespit etmek hem de folikül hücrelerinin ovogenezdeki ayrıntılı rolünü açığa çıkarmak için gereklidir.

### Teşekkür

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından T-66/23072002 no'lu proje ile desteklenmiştir.

### KAYNAKÇA

- Al-Mohanna, S.Y., Al-Rukhaıs, L.B. & Meakins, R.H. (2003). Oogenesis in *Amiantis umbonella* (Mollusca: Bivalvia) in Kuwait Bay, Kuwait. *J Mar Biol Ass U.K.* 83, 1065-1072.
- Araujo, R. & Ramos, M.A. (1997). Evidence of intrafollicular fertilization in *Pisidium amnicum* (Müller, 1774) (Mollusca: Bivalvia). *Invertebrate Reproduction and Development*, 32(3), 267-272.
- Bayed, A. (1990). Reproduction de *Donax trunculus* sur la côte Atlantique marocaine. *Cah Biol Mar*, 31, 159-169.
- Bernard, R.T.F., Davies, B.R. & Hodgson, N. (1988). Reproduction in a brackish-water mytilid: gametogenesis and embryonic development. *The Veliger*, 30(3), 278-290.
- BM (United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division) (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3, United Nations Publication, New York, ABD. 38 sayfa (Erişim tarihi: 27.03.2023).

- Chung, E.Y., Park, G. & Kim, B. (1998). Ultrastructure of germ cell development and sexual maturation of the shortnecked clam, *Ruditapes phillipinarum* (Bivalvia: Veneridae), on the west coast of Korea. *The Yellow Sea*, 4, 17-29.
- Chung, E.Y. & Ryou, D. (2000). Gametogenesis and sexual maturation of the surf clam *Macra veneriformis* on the west coast of Korea. *Malacologia*, 42(1-2), 149-163.
- Çolakoğlu, S. (2014). Population structure, growth and production of the wedge clam *Donax trunculus* (Bivalvia, Donacidae) in the West Marmara Sea, Turkey. *Turk J Fish Aquat Sc*, 14, 221-230.
- De Gaulejac, B., Henry, M. & Vicente, N. (1995). An ultrastructural study of gametogenesis of the marine bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) I. Oogenesis. *J Moll Stud*, 61, 375-392.
- De Jong-Brink, M., Boer, H.H. & Joosse, J. (1983). Mollusca. *Reproductive biology of invertebrates. Volume I: Oogenesis, oviposition, and oosorption (editörler: K. G. Adiyodi ve R. G. Adiyodi)*, John Wiley & Sons Ltd., 297-355.
- Deval, M.C. (2009). Growth and reproduction of the wedge clam (*Donax trunculus*) in the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 551-558.
- Dorange, G. & Le Pennec, M. (1989). Ultrastructural study of oogenesis and oocytic degeneration in *Pecten maximus* from the Bay of St. Brieuc. *Marine Biology*, 103, 339-348.
- Eckelbarger, K.J. & Blades-Eckelbarger, P.I. (1989). Ovotestis structure and evidence for heterosynthetic incorporation of yolk precursors in the oocytes of a nudibranch mollusc. *Journal of Morphology*, 201, 105-118.
- Eckelbarger, K.J. (1994). Diversity of metazoan ovaries and vitellogenic mechanisms: Implications for life history theory. *Proc Biol Soc Wash*, 107(1), 193-218.
- Eckelbarger, K.J. & Davis, C.V. (1996). Ultrastructure of the gonad and gametogenesis in the eastern oyster, *Crassostrea virginica*. I. Ovary and oogenesis. *Marine Biology*, 127, 79-87.
- Eckelbarger, K.J. & Young, C.M. (1999). Ultrastructure of gametogenesis in a chemosynthetic mytilid bivalve (*Bathymodiolus childressi*) from a bathyal, methane seep environment (northern Gulf of Mexico). *Marine Biology*, 135, 635-646.
- Eversole, A.G. (1989). Gametogenesis and spawning in North American clam populations: implications for culture. *Clam mariculture in North America (editörler: J. J. Manzi ve W. Castagna)*, Elsevier, New York, 75-108.
- Ituarte, C. (1997). The role of the follicular epithelium in the oosorption process in *Eupera platensis* Doello Jurado, 1921 (Bivalvia: Sphaeriidae): A light microscopic approach. *The Veliger*, 40(1), 47-54.
- Longo, F.J., Mathews, L. & Hedgecock, D. (1993). Morphogenesis of maternal and paternal genomes in fertilized oyster eggs (*Crassostrea gigas*): Effects of cytochalasin B at different periods during meiotic maturation. *Biological Bulletin*, 185, 197-214.
- Morse, M.P. & Zardus, J.D. (1997). Bivalvia. *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Volume 6A: Mollusca II (editörler: F. W. Harrison ve A. J. Kohn)*, Wiley-Liss, Inc., 7-118.
- Neuberger-Cywiak, L., Achituv, Y. & Mizrahi, L. (1990). The ecology of *Donax trunculus* Linnaeus and *Donax semistriatus* Poli from the Mediterranean coast of Israel. *J Exp Mar Biol Ecol*, 134, 203-220.
- Pearse, A.G.E. (1968). *Histochemistry. Theoretical and applied. Cilt 1 ve 2*. J. A. Churchill, London.

- Pipe, R.K. (1987). Oogenesis in the marine mussel *Mytilus edulis*: an ultrastructural study. *Marine Biology*, 95, 405-417.
- Tirado, C. & Salas, C. (1998). Reproduction and fecundity of *Donax trunculus* L., 1758 (Bivalvia: Donacidae) in the littoral of Málaga (Southern Spain). *Journal of Shellfish Research*, 17(1), 169-176.
- Wourms, J.P. (1987). Oogenesis. *Reproduction of marine invertebrates. Vol. IX. General aspects: seeking unity in diversity* (editörler: A. C. Giese, J. S. Pearse ve V. B. Pearse), Blackwell Scientific Publications ve the Boxwood Press, 50-157.
- Yilmazer, N. (2005). *Donax trunculus* (Bivalvia: Donacidae) ovaryumunun morfolojisi ve oogenezinin ince yapısı. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, 125 sayfa.
- Young, C.M. (1990). Larval ecology of marine invertebrates: a sesquicentennial history. *Ophelia*, 32, 1-48.
- Zeichen, M.M., Agnesi, S., Mariani, A., Maccaroni, A. & Ardizzone, G.D. (2002). Biology and population dynamics of *Donax trunculus* L. (Bivalvia: Donacidae) in the South Adriatic Coast (Italy). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54, 971-982.