

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**FARKLI EKOLOJİK BÖLGELERDE YAŞAYAN BAZI
CEPHALOPOD TÜRLERİNİN ÜREME
MEKANİZMASININ HİSTOLOJİK OLARAK
İNCELENMESİ**

Meryem AKALIN

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Alp SALMAN

Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

**Bilim Dalı Kodu: 504.01.01
Sunuş Tarihi:30.01.2015**

Bornova-İzmir

2015

Meryem AKALİN tarafından Doktora tezi olarak sunulan “Farklı Ekolojik Bölgelerde Yaşayan Bazı Cephalopod Türlerinin Üreme Mekanizmasının Histolojik Olarak İncelenmesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 30/01/2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	:	
Raportör Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	
Üye	:	

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Farklı Ekolojik Bölgelerde Yaşayan Bazı Cephalopod Türlerinin Üreme Mekanizmasının Histolojik Olarak İncelenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

29/12/ 2014

Meryem AKALIN

ÖZET

FARKLI EKOLOJİK BÖLGELERDE YAŞAYAN BAZI CEPHALOPOD TÜRLERİNİN ÜREME MEKANİZMASININ HİSTOLOJİK OLARAK İNCELENMESİ

AKALIN, Meryem

Doktora Tezi, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Alp SALMAN

Ocak 2015, 89 Sayfa

Kafandanbacaklılar deniz ve okyanuslarda yüzeyden 7000 m derinliklere kadar dağılım gösteren ayrı eşeyli semelpar canlılardır. Üreme stratejileri değişken olan kafandanbacaklıların çiftleşme şekillerinde ve dolayısı ile spermleri saklama yöntemlerinde farklılıklar görülmektedir.

Bu çalışmada Akdeniz'de dağılım gösteren Sepiolinae subfamilyasına ait türlerden *Sepiola intermedia*, *S. rondeleti*, *S. robusta*, *S. steenstrupiana*, *Sepietta neglecta*, *S. oweniana* ve *Rondeletiola minor*, Rossinae subfamilyasına ait *Rossia macrosoma* ve *Neorossia caroli* türlerinde spermatangiaların dişi bireyler üzerindeki implant konumları ve şekilleri incelenmiştir. Sepiolinae subfamilyasındaki türlere ait erkek bireyler spermatangialarını, dişi bireylerdeki bursa kopulatriks adı verilen depo organa implant etmektedirler. Rossinae subfamilyasındaki erkek bireyler ise spermatangialarını dişi bireylerin manto ve göz çevresinde deri altına implant ettikleri gözlenmiştir. Yapılan histolojik çalışmalarda spermatangiaların oral kısım, sperm kitlesi, sement, kuyruk ve aboral açıklıktan oluştuğu gözlenmiştir. Rossinae subfamilyasında spermatangiaların oral açıklığından sement'in çıkıp semi-jelatinöz dokuya yapışmasını sağladığı düşünülmektedir. Sepiolinae subfamilyasındaki türlerde ise bursa kopulatriks histolojik kesitlerine bakıldığında spermatangialardan sement dışarıya çıkmamakta ve implantasyonda bursa kopulatriks lümenini saran epitel dokunun görev aldığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak; spermatangiaların implantasyon şekilleri familyalar seviyesinde farklılık göstermektedir. Sepiolinae subfamilyasında bursa kopulatriks içinde yüzeysel implantasyon gerçekleşirken, Rossinae subfamilyasında intradermal implantasyon gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sepiolinae, Rossinae, spermatangia, implant, bursa kopulatriks

ABSTRACT

**HISTOLOGICAL INVESTIGATION OF SOME CEPHALOPOD
SPECIES REPRODUCTION MECHANISM INHABITING
ECOLOGICALLY DIFFERENT AREAS**

AKALIN, Meryem

Ph.D in Marine -Inland Water Science and Technology

Supervisor: Prof. Dr. Alp SALMAN

January 2015, 89 Pages

Cephalopods are separate sexual semelpare beings that inhabit the sea and the oceans from the surface to 7000 m in depth. Cephalopods' diverse reproduction strategies cause different mating behaviors and also as a result different sperm storage methods.

This study investigated the spermatangias implantation positions and methods on females of Sepiolinae subfamily species *Sepiola intermedia*, *S. rondeleti*, *S. robusta*, *S. steenstrupiana*, *Sepietta neglecta*, *S. oweniana* and *Rondeletiola minor*, and Rossinae subfamily species *Rossia macrosoma* and *Neorossia caroli* that inhabit the Mediterranean. Sepiolinae subfamily species male individuals spermatangias are implanted to female individuals storage organ which is called bursa capulatrix. Rossinae subfamily male individuals spermatangias were observed to be implanted to female individuals mantle and around the eye under the skin. During the histological examinations spermatangias were made of an oral section, sperm mass, cement body, tail and an aboral opening. In Rossinae subfamily spermatangias cement body which is secreted from the oral opening is thought to help to stick on the semigelatine tissue. When the histological sections of Sepiolinae subfamily species bursa capulatrix it was observed that the cement body was not secreted and during the implantation the epithelium tissue that surrounds the lumens bursa capulatrix was functioned instead.

In conclusion; spermatangias implantation methods differ in family level. It was observed that in Sepiolinae subfamily the implantation is shallow and occurs in bursa capulatrix, and in Rossinae subfamily the implantation is a deep implantation.

Key Words: Sepiolinae, Rossinae, spermatangia, implantation, bursa copulatrix

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince, değerli bilgilerini, katkılarını ve önerilerini esirgemeyen, her zaman yanımda hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Alp SALMAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca yanımda olan eşim Korhan, kızım Ada, annem Sevim ve babam Gökhan AKALİN'ne yanımda olup her zaman destekledikleri için ve laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Elizabeth Greace Tunka ERONAT 'a ayrıca tez içerisindeki çizimlerde emeği olan hocam Doç Dr. Bahadır ÖNSOY'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLERSayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxix
1.GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOD	5
2.1 Tür tayini ve Cinsel olgunluk safhaları.....	5
2.2 Histolojik preparasyon	7
3.BULGULAR	9
4. SONUÇ VE TARTIŞMA	44
KAYNAKLAR DİZİNİ	50
ÖZGEÇMİŞ	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Sepiolinae subfamilyasında manto içerisinde bursa kopulatriks konumu	2
3.1 <i>Sepiolo intermedia</i> dişi bireyindeki bursa kopulatriks şekli ve konumu .	9
3.2 <i>Sepiolo intermedia</i> 'da bursa kopulatriks genel yapısı (PAS) (4X).....	10
3.3 <i>Sepiolo intermedia</i> 'da bursa kopulatrikse spermatangiaların yapışması (PAS) (10X).....	11
3.4 <i>Sepiolo intermedia</i> bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (PAS) (40X).....	12
3.5 <i>Sepiolo intermedia</i> 'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi (PAS) (20X).....	12
3.6 <i>Sepiolo intermedia</i> 'da spermatangia içerisindeki sement (PAS) (20X).....	13
3.7 <i>Sepiolo intermedia</i> 'da spermatangia enine kuyruk kesiti (PAS) (100X).....	13
3.8 <i>Sepiolo robusta</i> dişi dişi bireyindeki bursa kopulatriks şekli ve konumu	14
3.9 <i>Sepiolo robusta</i> 'da bursa kopulatriksin genel yapısı (H&E) (20X).....	15

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.10 <i>Sepiolo robusta</i> 'da bursa kopulatrikste spermatangia yapışması (H&E) (10X).....	16
3.11 <i>Sepiolo robusta</i> bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (PAS) (20X).....	16
3.12 <i>Sepiolo robusta</i> 'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi ve sement (H&E) (20X).....	17
3.13 <i>Sepiolo robusta</i> 'da spermatangianın kuyruk boyuna kesiti (PAS) (20X).....	17
3.14 <i>Sepiolo rondeleti</i> dişi bireyindeki bursa kopulatriks şekli ve konumu ..	18
3.15 <i>Sepiolo rondeleti</i> 'de bursa kopulatriks genel yapısı (PAS) (4X)	19
3.16 <i>Sepiolo rondeleti</i> bursa kopulatriksinde spermtangia yapışması (PAS) (20X).....	19
3.17 <i>Sepiolo rondeleti</i> bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (PAS) (40X).....	20
3.18 <i>Sepiolo rondeleti</i> 'de spermatangia içerisindeki sperm kitlesi ve kuyruk boyuna kesiti (PAS) (20X)	21
3.19 <i>Sepiolo steenstrupiana</i> 'da bursa kopulatriks genel yapısı (H&E) (4X).	22

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.20 <i>Sepiola steenstrupiana</i> bursa kopulatriksinde spermatangialar (PAS) (10X).....	23
3.21 <i>Sepiola steenstrupiana</i> bursa kopulatriksinde spermatangia yapışması (PAS) (20X).....	23
3.22 <i>Sepiola steenstrupiana</i> bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (PAS) (20X).....	24
3.23 <i>Sepiola steenstrupiana</i> 'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi (H&E) (20X).....	24
3.24 <i>Sepiola steenstrupiana</i> 'da spermatangia kuyruk boyuna kesiti (PAS) (20X).....	25
3.25 <i>Rondeletiola minor</i> 'da bursa kopulatriks genel yapısı (PAS) (4X)	26
3.26 <i>Rondeletiola minor</i> bursa kopulatriksinde spermatangiaların yapışması (PAS) (20X).....	26
3.27 <i>Rondeletiola minor</i> bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (PAS) (20X).....	27
3.28 <i>Rondeletiola minor</i> 'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi ve kuyruk boyuna kesiti (PAS) (20X)	28

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.29 <i>Rondeletiola minor</i> 'da spermatangia kuyruk enine kesiti (PAS) (40X)	28
3.30 <i>Sepietta neglecta</i> dişi bireyindeki bursa kopulatriks şekli ve konumu ..	29
3.31 <i>Sepietta neglecta</i> 'da bursa kopulatriks genel yapısı (H&E) (4X)	30
3.32 <i>Sepietta neglecta</i> bursa kopulatriksinde spermatangia yapışması (H&E) (20X).....	30
3.33 <i>Sepietta neglecta</i> bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (PAS) (20X)	31
3.34 <i>Sepietta neglecta</i> 'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi (H&E) (20X)	32
3.35 <i>Sepietta neglecta</i> 'da spermatangia kuyruk boyuna kesiti (PAS) (20X) ..	32
3.36 <i>Sepietta oweniana</i> 'da bursa kopulatriksin genel yapısı (H&E) (4X)	33
3.37 <i>Sepietta oweniana</i> bursa kopulatriksinde spermatangiaların yapışması (PAS) (20X)	34
3.38 <i>Sepietta oweniana</i> 'da bursa kopulatriks epitel doku hücreleri (PAS) (40X).....	35

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.39 <i>Sepietta oweniana</i> 'da spermatangia kuyruk boyuna kesiti (PAS) (20X).....	35
3.40 <i>Sepietta oweniana</i> 'da spermatangia kuyruk enine kesiti (PAS) (40X)..	36
3.41 <i>Rossia macrosoma</i> 'da manto kenarında implant spermatangia ve kuyrukları	37
3.42 <i>Neorossia caroli</i> 'de göz çevresinde implant spermatangia ve kuyrukları	37
3.43 <i>Neorossia caroli</i> 'de semi-jetatinöz doku içerisindeki implant spermatangialar	38
3.44 <i>Neorossia caroli</i> 'nin spermatangiası.....	38
3.45 <i>Neorossia caroli</i> 'de spermatangia şeması	39
3.46 <i>Rossia macrosoma</i> 'da manto içerisindeki implant spermatangia (PAS) (4X).....	40
3.47 <i>Rossia macrosoma</i> 'da implant spermatangia da sement konumu (PAS) (20X).....	40
3.48 <i>Rossia macrosoma</i> manto dokusu içerisindeki implant spermatangialar ve kuyrukları (H&E) (10X)	41

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.49 <i>Rossia macrosoma</i> da implant spermatangianın kuyruk enine kesiti (H&E) (100X).....	41
3.50 <i>Neorossia caroli</i> ’de manto dokusu içerisindeki implant spermatangia (H&E) (4X).....	42
3.51 <i>Neorossia caroli</i> ’de implant spermatangia’da sement konumu (H&E) (10X).....	43
3.52 <i>Neorossia caroli</i> manto dokusu içerisindeki implant spermatangia ve boyuna kuyruk kesiti (H&E) (20X)	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2. 1. Sepiolidae familyasına ait cinsel olgunluk safhaları.....	6

SİMGELER VE KISATMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
μ	Mikron
μm	Mikrometre
Aa	Anal açıklık
Bd	Bağ doku
dk	dakika
C	Sement
cm	Santimetre
Ed	Epitel doku
Eh	Epitel hücleri
g	Gram
Gh	Goblet hücreci
K	Kuyruk
Kz	Kitin zar
L	Lümen
l	Litre
m	Metre
ml	Mililitre

KISATMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
mm	Milimetre
Oa	Oral açıklık
S	Spermatozoon
Sf	Sipiral filament
Sg	Spermatangia
Sh	Silindirik hücreler
Sm	Sperm kitlesi

1.GİRİŞ

Kafadanbacaklılar olarak bilinen Cephalopoda grubu, farklılaşmış başları ve çift taraflı (bilateral) simetri göstermeleriyle dünyadaki tüm yumuşakçaların (Mollusca) en yüksek organizasyonlu sınıfını oluşturur. Kafandanbacaklılarda vücut, baş bölgesi (kollar, tentakül ve sifon) ve manto (iç organlar torbası) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Deniz ve okyanuslarda yüzeyden 7000 m derinliklere kadar dağılım gösteren kafadanbacaklılar 1 cm ile 20 m arasında değişen boylara sahiptirler. Ayrı eşeyli olup, büyük bir çoğunluğu hayatları boyunca sadece bir kez yumurtlayıp (semelpar) daha sonra ölen canlılardır. Üreme stratejileri çok değişken olan kafadanbacaklılar bulunduğu ekolojik ortama göre birkaç yüz ile 10 milyon arasında, çapları ise 2-14 mm arasında değişen yumurtalar üretebilmektedirler. Bu değişken yumurtlama stratejileri farklı çiftleşme şekillerini ve dolayısı ile spermleri saklama konumunda da farklı yöntemleri ortaya çıkarmaktadır (Salman ve ark.,1998).

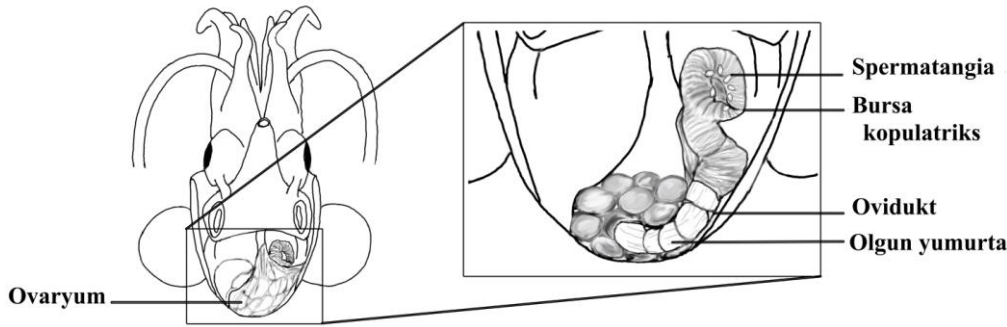
Erkek bireylerin gonadlarında üretilen spermatozoonlar, needham kesesinde tüp şekilli **spermatofor** içerisine çiftleşme gerçekleşene kadar aktarılıp depolanmaktadırlar. Çiftleşme sırasında spermatofor, spermatoforik reaksiyon geçirerek **spermatangialar** oluşmaktadır (Drew, 1919; Hoving and Laptikhovsky, 2007; Hoving et al., 2009; Marian, 2012b).

Dünyada ilk olarak spermatoforik reaksiyon mekanizması 1738 yılında Swammerdam tarafından kayıt edilmiştir (Marian, 2012a). Daha sonra derin bir sesizliğe gömülen bu çalışma konusu Racovitza (1894), Drew (1919) ve Weill (1927) tarafından tekrar gündeme gelmiş ve sadece 3 çalışma halinde kalmıştır. Aradan geçen 50 yıldan sonra konu Mann et al. (1970)'nın yaptıkları çalışma ile spermatoforik reaksiyona dikkat çekerek yeniden gündeme gelmiştir. Son yıllarda ise Hoving and Laptikhovsky (2007) ve Hoving et al. (2008a, 2009, 2010) spermatoforik reaksiyon ve spermatangia implantasyonu üzerine yaptıkları çalışmalarla cephalopodlarda üreme mekanizlarını ortaya koymaya çalışmışlardır.

Çiftleşme sırasında erkek bireyin farklılaşmış kolu olan hektokotili ile dişi bireye transfer edilen spermatoforlar dişi bireyin vücuduna temas etmesi ile ani olarak değişim reaksiyonuna girerek spermatangia haline dönüşmektedir (Hoving et al., 2009; Marian, 2012b). Yumurtaların döllenmesinde kullanılan ve sperm depo eden bu spermatangialar dişi bireylerin vücutlarının farklı yerlerinde veya

farklılaşmış bazı organlarında saklanmaktadır. Üreme detayları yönünden bu subfamilyalar arasındaki en önemli farklılıklardan birisi, dişi bireylerdeki erkek bireylerden gelen spermatangiaları saklayan keseciklerin konumu ve yapısıdır. Nadiren olsa cinsel olgunluğa tam olarak ulaşmamış III. ve IV. Safhaya ait dişi bireylerde de erkek bireylerin transfer ettiği spermatangialara rastlanmıştır (Salman, 2011).

Sepiolinae subfamilyası üyelerinde **bursa kopulatriks** olarak adlandırılan *Sepiola*, *Sepietta* ve *Rondeletiola* genusu dişi bireylerinde spermmler manto içerisinde yer alan ve huniyi andıran ve ovidukt açıklığının uzantısı şeklinde kıvrımlı bir yapıya bırakılmaktadır (Şekil 1.1). Bu yapı Sepiolinae subfamilyasına sahip dişi bireylerde türden türe morfolojik farklılıklar gösterdiğinden Bello (1995) tarafından dişi bireylerin tür tayininde kriter olarak kullanılmıştır.



Şekil 1.1. Sepiolinae subfamilyasında manto içerisinde bursa kopulatriks konumu
(Salman, 2014'ten)

Nesis (1995) spermatangiaların veya spermatoforların dişi bireylerdeki konumlanmalarını; Sepiolida ordosunda bursa kopulatriks, Sepiida ordosunda ağız membranı, *Illex* genusunda manto boşluğuna, Eledoninae subfamilyasında ovaryuma, Octopodinae subfamilyasında ise ovidukal bezin rezervuar oluşunu rapor etmiştir. Bursa kopulatriks, seminal reseptakle veya benzeri olmayan türlerde spermatangianın implantasyonu için dişi bireylerin vucütlerinin spermatangia depolama fonksiyonunu üstlendiğini belirtmiştir.

Heteroteuthinae subfamilyasında ise bursa kopulatriks bulunmayıp bu görevi mantonun içinde ve en uç kısmında yer alan **seminal reseptakle** olarak adlandırılan farklı bir yapı üstlenmektedir (Hoving et al., 2008b).

Rosiinae subfamilyasında ise üreme organlarının yapısı diğer iki subfamilyaya göre daha indirgenmiş olup, gerek bursa kopulatriks gerekse seminal reseptakle olarak tanımlanmış farklılaşmış organlara rastlanmaz. Dişi bireyler erkeklerden gelen spermatoforları, ovidukal açıklığın bulunduğu mantonun üzerinde sol tarafa veya sol göz çevresinde epidermin altında tutarlar (Cuccu et al., 2007, 2011; Salman, 2011).

Doğa bilimcilerinin kafalarını karıştıran başlıca sorulardan biri de; spermatoforik reaksiyon ve implantasyonun nasıl gerçekleştiğidir. Drew (1919)'e göre son şekli ile spermatangia dişi bireyin vücuduna sementin yapışkan özelliği ile, Nesis et al. (1998)'a göre enzimatik madeler aracılığı ile, Takahama et al., (1991)'a göre zorlama ile gerçekleştiği ileri sürülmüştür. Decapodiformes'te spermatangia implantasyonunun süperfisyal ve intradermal olmak üzere iki tipte meydana geldiğine birçok araştırmacı işaret etmiştir (Nesis, 1995; Hoving and Laptikhovsky, 2007; Hoving et al., 2008a, 2009; Marian, 2012b).

Halen birçok türün spermatangia implantasyon mekanizması bilinmediğinden bu çalışma ile Akdeniz'de dağılım gösteren Sepiolidae familyasına ait 9 tür de açıklanmaya çalışılacaktır. Bu türler (*) ile işaretlenmiştir.

Akdeniz'de dağılım gösteren Sepiolida üyelerinin sistematik durumları aşağıdaki gibidir (Reid and Jereb, 2005; Öztürk ve ark., 2014).

Clasis: **CEPHALOPODA**

Ordo: **SEPIOLIDA**

Family: **SEPIOLIDAE** Leach, 1817

Subfamily: **Sepiolinae** Leach, 1817

**Sepiola rondeleti* Leach, 1817

Sepiola affinis Naef, 1912

Sepiola atlantica Orbigny, 1839-1842

Sepiola aurantiaca Jatta, 1896

**Sepiola intermedia* Naef, 1912

Sepiola ligulata Naef, 1912

**Sepiola robusta* Naef, 1912

**Sepiola steenstrupiana* Levy, 1912

**Rondeletiola minor* (Naef, 1912)

**Sepietta neglecta* Naef, 1916

**Sepietta oweniana* Naef, 1916

Sepietta obscura Naef, 1916

Subfamily: **Rossinae** Appellöf, 1898

**Rossia macrosoma* (Dele chiaie, 1830)

**Neorossia caroli* (Joubin, 1902)

Subfamily: **Heteroteuthinae** Appellöf, 1898

Heteroteuthis dispar (Rüppell, 1844)

Stoloteuthis leucoptera (Verrill, 1878)

Bu çalışmada, farklı ekolojik bölgelerde yaşayan Sepiolidae familyasına ait bazı türlerin dişi bireylerindeki implant spermatangialarının histolojik ve sitolojik durumlarından yola çıkılarak implant mekanizmalarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada incelenen bireyler 1997-1998 yılları arasındaki “**Kuzey Kıbrıs Deniz Alanlarının Biyo-ekolojisinin Belirlenmesi**”, 2006-2007 yılları arasında yapılan “**İzmir Körfezi’nde Abiyotik çevresel Faktörlerin Demersal Balık Populasyonları Üzerine Etkisinin İncelenmesi**” isimli ÇAYDAG-106Y029 nolu TÜBİTAK projesinden ve 2007-2009 yılları arasında yapılan “**Sığacık Körfezi’nde Dip trol ağları ile Yakalanan Derin Su Karidesi (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846)’nın bazı Biyolojik ve Populasyon Özelliklerinin Araştırılması**” isimli TÜBİTAK 108Y102 nolu projesinden ve 2008-2009 yılları arasında “**Sığacık Körfezi üst Batial Zonu Demersal Balık Faunasının Yapısı ve Baskın Türlerin Biyolojisi**” isimli “2008/SÜF/004” Nolu BAP projesinden toplanmış ve bunun yanında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Müzesi (ESFM)’nde korunan materyallerden elde edilmiştir.

2.1 Tür tayini ve cinsel olgunluk safhaları

Bu çalışma için kullanılan örnekler %10’luk formalinde fikse edilmiş olarak saklanan Sepiolinae subfamilyasına ait *Sepiola intermedia*, *S. rondeleti*, *S. robusta*, *S. steenstrupiana*, *Rondelotiola minor*, *Sepietta neglecta*, *S. oweniana* ve Rossinae subfamilyasına ait *Rossia macrosoma*, *Neorossia caroli* türlerine ait bireylerden oluşmaktadır. Çalışma materyalini oluşturan türlerin tayini ve ayrımı için Salman ve ark. (1998) kullanılmış, bireylerin cinsel olgunluk safhaları ise Laptikhovsky et al. (2008)’a göre tayin edilmiştir (Çizelge 2.1). İncelenen bireylere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Sepiola intermedia türüne ait manto boyları 14-15 mm (Urla/İzmir, 2009) olan IV. olgunluk safhasına ait 2 birey ve 18-20-22 mm (Urla/İzmir, 2008) olan V. olgunluk safhasında 3 birey,

S. rondeleti türüne ait manto boyları 18 mm (Güzelyurt/ Kıbrıs, 1998) ve 22 mm (Gökçeada, 1996) olan V. olgunluk safhasında 2 birey,

S. robusta türüne ait manto boyları 18-20 mm (Urla/İzmir, 2008) olan V. olgunluk safhasında 2 birey,

S. steenstrupiana türüne ait manto boyları 16 mm (Mağusa Limanı /Kıbrıs,1998), 11-12 mm (Adresan Koyu/Antalya,1995) olmak üzere V. olgunluk safhasına ait 3 birey,

R. minor türüne ait manto boyları 12-15 mm (Midilli Adası/1991) olan V. olgunluk safhasında 2 birey, 18-19 mm (Sığacık Körfezi/İzmir, 2009) olan V. olgunluk safhasında 2 birey ve manto boyu 12 mm (Sığacık Körfezi/İzmir, 2009) III. olgunluk safhası olmak üzere 1 birey,

Sepietta neglecta türüne ait manto boyları 15-18-20 mm (Sığacık Körfezi/İzmir, 2008) olan V. olgunluk safhasında 6 birey,

S. oweniana türüne ait manto boyları 21-22-24-28 mm (Sığacık Körfezi/İzmir, 2009) olan V. olgunluk safhasında 6 birey,

Rossia macrosoma türüne ait manto boyları 48-55 mm (Sığacık Körfezi/İzmir, 2008) olan IV. olgunluk safhasında 2 birey ve manto boyları 56-60 mm (Sığacık Körfezi/İzmir, 2008) V. olgunluk safhasında 2 birey,

Neorosa caroli türünde ise manto boyları 30-35 mm (Sığacık Körfezi/İzmir, 2008) olan IV. olgunluk safhasında 2 birey ve manto boyları 37-45-50 mm (Sığacık Körfezi/İzmir, 2008) olan V. olgunluk safhasına ait 3 birey incelenmiştir.

Çizelge 2. 1. Sepiolidae familyasına ait cinsel olgunluk safhaları (Laptikhovsky et al., 2008'den)

	Dişi	Erkek
Safha I	Ovaryum ve nidamental bezler mikroskop altında ayrılabilir. Ovaryum şeffaf ve çok ince	Testis şeffaf ve çok ince, Needham kesesi ve testis mikroskop altında ayrılabilir.
Safha II	Ovaryum içinde küçük oositler ve nidamental bezler gözle ayırt edilmeye başlanmıştır.	Testis ve Needham kesesi gözle ayırt edilmeye başlanmıştır. Testis beyaz renkte
Safha III	Ovaryum içinde irili ufaklı küçük oositler vardır.	Testis beyaz, Needham kesesi içerisinde spermatoforlar gözle ayırt edilmiyor. Spermatoforlar yarı şeffaf
Safha IV	Ovaryum farklı boyutlarda oositler içermekte, ve iç çeperinde belirgin olgun oositlere rastlanmaktadır. Nidamental bezler büyüktür.	Testis büyük ve beyaz, testis kenarları keskin, Needham kesesi içerisinde spermatoforlar gözle ayırt edilmeye başlanıyor, spermatoforun kitin kılıfı belirgin değil.
Safha V	Nidamental bezler büyük ve diğer organların üzerine kaplamaktadır. Bu safhanın en karakteristik özelliği ovaryumdan ovidukta olgun oositler geçmesi ve ovidukt içerisindeki olgun oositlerin varlığıdır.	Needham kesesi içindeki spermatofor kitin kılıfları sertleşmiş ve kese spermatoforlar ile dolu olup, spermatofor açıklığı belirgindir. Bu safhadan sonra çiftleşebilir.

2.2 Histolojik preparasyon

Laboratuardaki örneklerin tür ve cinsiyet ayrımı yapıldıktan sonra çiftleşme davranışı gerçekleştiren dişi bireylerdeki spermatangia rezervuarları olarak görev yapan manto ve bursa kopulatriks dokularının detaylı gösterilmesi amacıyla histolojik preparasyon teknikleri uygulanmıştır.

Tespit solusyonu (%10'luk formalin) içerisindeki *Sepiola intermedia*, *S. rondeleti*, *S. robusta*, *S. steenstrupiana*, *Rondeletiola minor*, *Sepietta neglecta* ve *S. oweniana* türlerinin dişi bireylerinden disekte edilen bursa kopulatriks, *Rossia macrosoma* ve *Neorosia caroli* dişi bireylerinden disekte edilen manto ve baş bölgesindeki dermal parçalara Hematoksilen-Eozin, Periodik Asit Schiff (PAS), boyama metodları uygulanmıştır (Presnell and Schreiber, 1997; Öber, 2004). Boyama metodlarından Hematoksilen-Eozin genel yapıları göstermede, PAS ise protein-polisakkarid kompleksleri olan mukopolisakkaritleri içeren yapıları ortaya koyma amaçlı kullanılmıştır.

Uygulama basamakları tamamlandıktan sonra preparatların incelenmesi için "Olympus CX-41 faz-kontrast" tipi mikroskop ve fotoğraf çekimi için Olympus DP-20" digital kamera ataçmanlı CX41 faz-kontrast- DP2-BSW Olympus görüntüleme yazılım sisteminden yararlanılmıştır.

Çalışmada kullanılan tespit ve boya solüsyonlarının hazırlanışları ile uygulama basamakları aşağıda verilmektedir:

Fiksatif (%10 formalin) hazırlanması:

-%40 formaldehit 1 l
-deniz suyu 9 l

Boya metodları - solusyonları

Mayer'in Hematoksilen-Eozin'i (H&E):

- 1-fiksasyon (%10 formalin)
- 2-yıkama (akar su)
- 3-dehidrasyon (%70, 96, 100 alkol) 15'er dk
- 4-şeffaflaştırma (ksilol) 15 dk (2 defa)
- 5-parafine gömme
- 6-kesit alma (6-7 μ)
- 7-deparafinize işlemi (ksilol) 15 dk (2 defa)
- 8-hidrasyon (%100, 96, 70 alkol) 15'er dk
- 9-boyama (Hematoksilen) 30 dk
- 10-yıkama (akar su) mavileşene kadar

- 11-boyama (*Eosin*) 5 dk
- 12-yıkama (*saf su*)
- 13-dehidrasyon (%70, 96, 100 alkol) 5, 10, 15 dk
- 14-şeffaflaştırma (*ksilol*) 15 dk (2 defa)
- 15-preparatı kapama (*entalen*)

Mayer'in Hematoksilen boyasının hazırlanması:

- hematoksilen 1 g
- saf su 1000 ml
- NaIO₃ 0.2 g
- Al₂(SO₄)₃K₂SO₄24H₂O 50 g
- sitrik asit 1 g
- kloral hidrat 50 g

Eozin boyasının hazırlanması:

- eozin 1 g
- saf su 100 ml

Periodik Asit Schiff (PAS) boya metodu:

- 1-fiksasyon (%10luk formalin)
- 2-yıkama, (*akar su*)
- 3-dehidrasyon (%70, 96, 100 alkol) 15'er dk
- 4-şeffaflaştırma (*ksilol*) 15 dk (2 defa)
- 5-parafine gömme
- 6-kesit alma (6-7 μ)
- 7-deparafinize işlemi (*ksilol*) 15 dk (2 defa)
- 8-hidrasyon (%100, 96, 70, 50, 30 alkol) 15'er dk
- 9-%0,5 periodik asit 5 dk
(0.5g periodik asit ve 100ml saf su)
- 10-yıkama (*saf su*)
- 11-boyama (*Schiff reaktifi*) koyu morumsu-kırmızı oluncaya kadar
- 12-yıkama (*akar su*) 5 dk
- 13-zıt boyama (*Mayer Hematoksilen*) ... 3 dk
- 14-yıkama (*akar su*) mavileşene kadar
- 15-saf su ile çalkalama
- 16-dehidrasyon (%30, 50, %70, 96, 100 alkol) 1, 2, 5, 7, 10 dk
- 17-şeffaflaştırma (*ksilol*) 15 dk (2 defa)
- 18-preparatı kapama (*entalen*)

Lillie'nin soğuk Schiff reaktifinin hazırlanması:

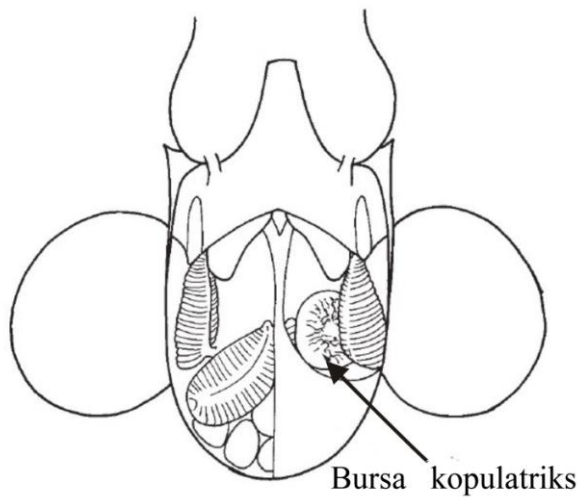
- bazik fuksin 1 g
 - sodyum metabisülfid ... 1.8 g
 - saf su 100 ml
 - HCl 1 ml (2 saat veya gece boyunca serin ve karanlık bir ortamda karıştırılır)
 - Aktif kömür 50 g
- Karıştırılarak filtre edilir ve tekrar saf su ile 100 ml'ye tamamlanır.

3. BULGULAR

Çalışma materyalini oluşturan Sepiolineae subfamilyasına ait 7 tür (*Sepiola intermedia*, *S. rondeleti*, *S. robusta*, *S. steenstrupiana*, *Rondeletiola minor*, *Sepietta neglecta* ve *S. oweniana*) ve Rossinae subfamilyasına ait 2 tür (*Rossia macrosoma* ve *Neorosia caroli*) ayrı ayrı çalışılmıştır. Akdeniz’de dağılım *Sepiola intermedia*, *S. rondeleti*, *S. robusta*, *S. steenstrupiana*, *Rondeletiola minor*, *Sepietta neglecta*, *S. oweniana*’da spermatangialar bursa kopulatrikse erkekler tarafından implant edilmektedir. Sepiolineae subfamilyasına ait dişi bireylerindeki bursa kopulatriks morfolojisi ve büyüklüğü türlerin tayin anahtarında ayırt edici kriter olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle morfolojik olarak birbirleri ile sıklıkla karıştırılabilecek dişi bireylerin bursa kopulatrikslerinin manto içerisindeki konumu ve büyüklüğü her tür için ayrı ayrı verilmeye çalışılmıştır.

***Sepiola intermedia*:**

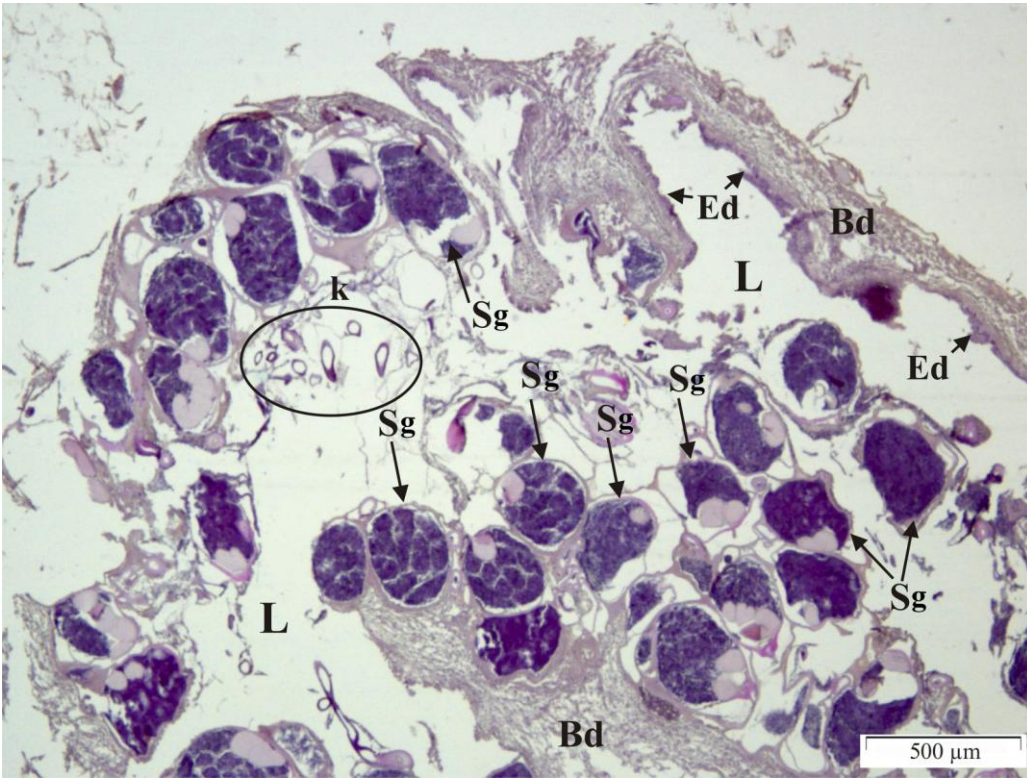
S. intermedia bireylerinin dişi fertlerinde spermatangia rezervuarı olan bursa kopulatriks organı disekte edilerek histolojik olarak incelenmiştir (Şekil 3.1). Çiftleşme esnasında erkek bireyler hektokotilize olmuş dorsal sol I. kol aracılığı ile spermatozoa içeren spermatangiaları bursa kopulatriks içine veya bursa kopulatriksin manto boşluğuna açılan ağız kısmına implant etmektedirler. *S. intermedia*’nın dişi bireylerinde bursa kopulatriks, ovidukal açıklığın manto boşluğunun sol tarafında solungaçtan daha küçük kese şeklinde yer almaktadır.



Şekil 3.1. *Sepiola intermedia* dişi bireyindeki bursa kopulatriks şekli ve konumu (Bello, 1995)

Histolojik yapıları incelenen bursa kopulatriksler, içten dışa doğru epitel doku, bağ doku ve kas dokusundan oluşmaktadır (Şekil 3.2). Bu kesenin iç duvarları ve ağız kısmındaki katlanmalar (villus) parmak şeklinde olup, iç çeperin tamamı tek katlı silli silindirik epitelden ve silindirik hücrelerin arasına yerleşmiş goblet hücrelerinden meydana gelmektedir. Epitel dokunun altında gevşek lifli bağ doku ve bağ dokuyu da ince bir tabaka halinde kas demetlerinin sardığı gözlenmiştir (Şekil 3.2).

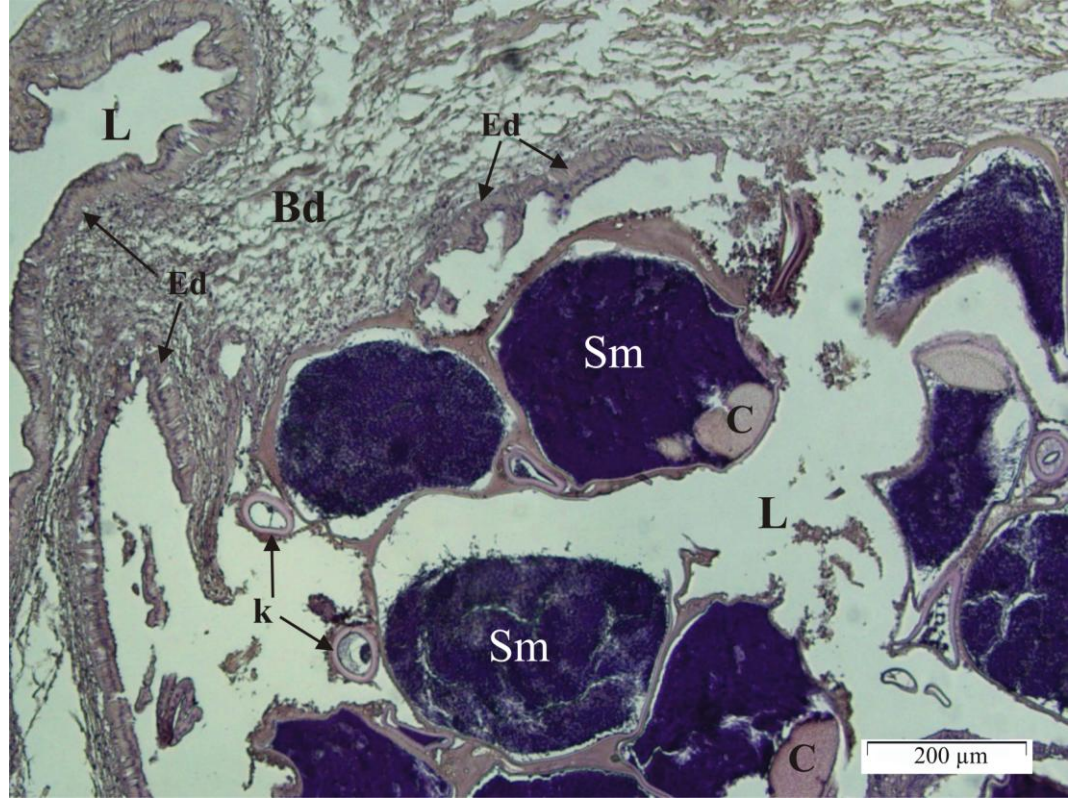
Bursa kopulatriksin villuslu yapısından dolayı spermatangialar villuslar arasında yer almaktadır. Spermatangiaların kendilerini sabitleme esnasında villusların yüzeyinde bulunan epitel dokuyu parçaladıkları gözlenmiştir (Şekil 3.3).



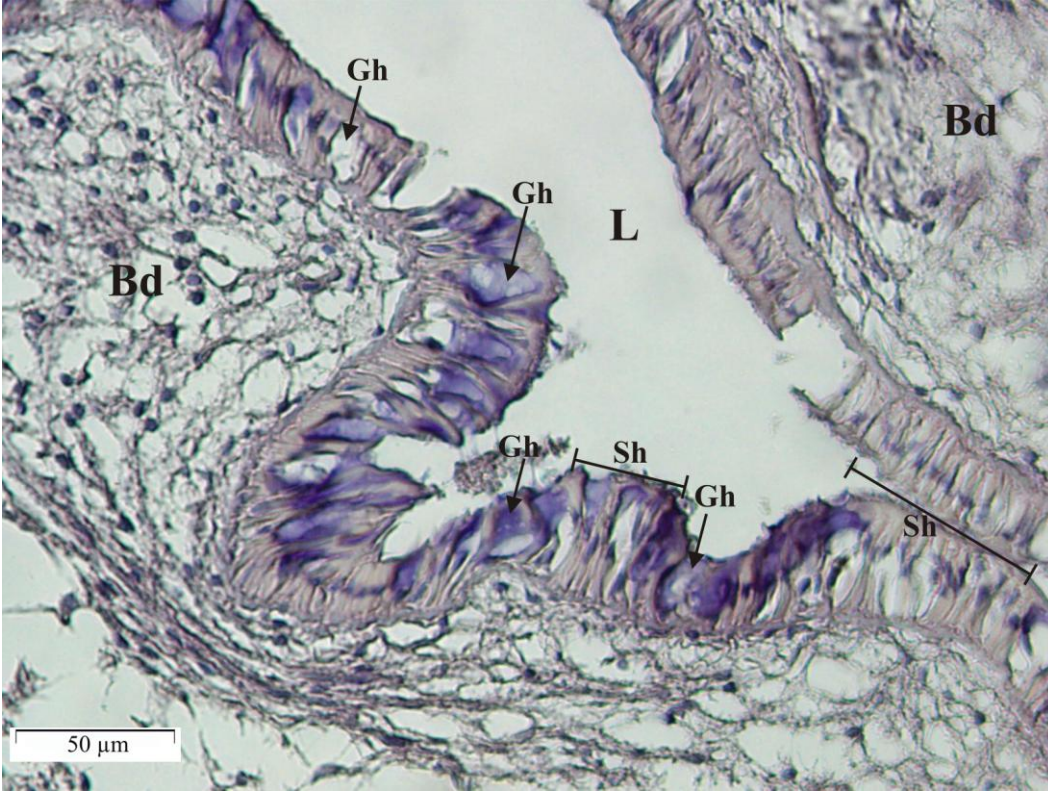
Şekil 3.2. *Sepioloidea intermedia*'da bursa kopulatriks genel yapısı (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, k; kuyruk, L; lümen, Sg; spermatangia) (PAS) (4X)

Epitel doku içerisinde yer alan goblet hücreleri mukus salgılamakta ve implantasyon esnasında spermatangiaların bursa kopulatriksin iç yüzey duvarına sabitlenmesinde rol aldığı düşünülmektedir (Şekil 3.4).

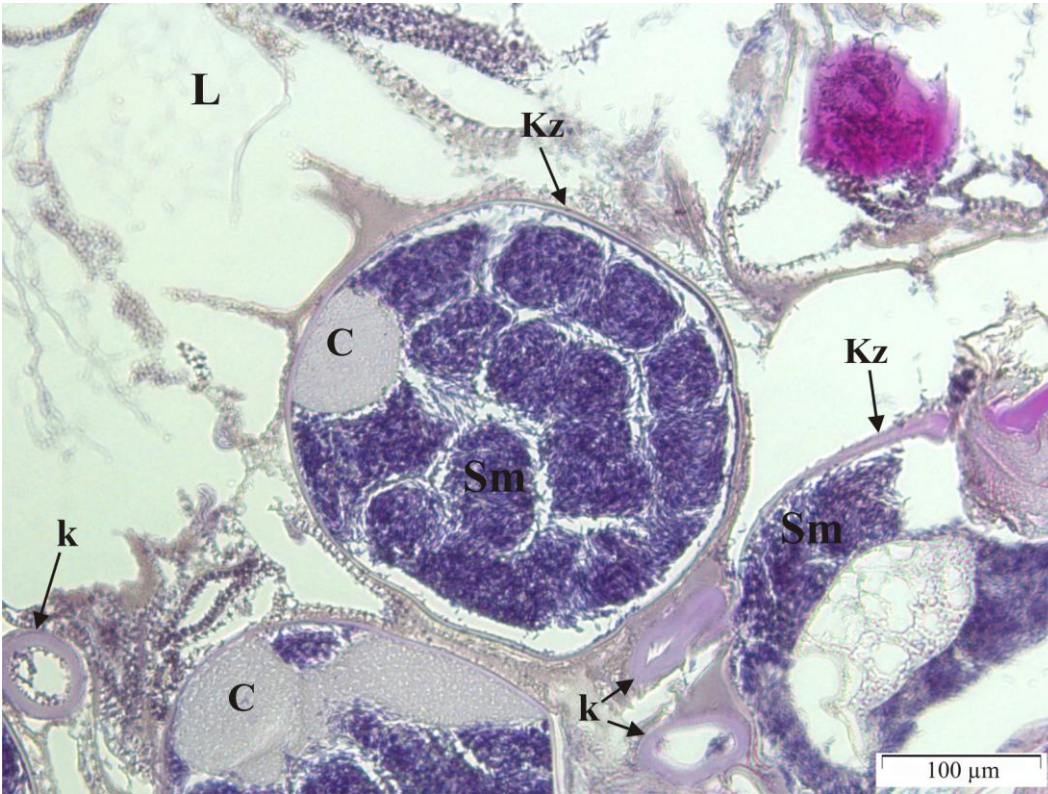
Bursa kopulatriks içerisindeki spermatangiaların kesitlerde, spermatangia sperm kitlesi, sement ve kuyruktan meydana geldiği, sementin spermatangia içerisinde oral açıklıkta spiral şekilde konumlandığı gözlenmiştir. Spermatangia içerisindeki spermatozoonlar demetler halinde bulunmaktadır. Spermatangiaları ise dıştan kitin bir zar sarmaktadır. Bu zarın kitin yapıda olması spermatozoonların dış ortamdan etkilenmelerini önlemek için geliştirilmiş bir koruma mekanizması olduğu düşünülmektedir. Spermatangiaların dış ortam ile (bursa kopulatriks lümeni) bağlantısını sağlayan kuyruk kesitlerinde ise spermatozoonlar gözlenmiştir (Şekil 3.5-7).



Şekil 3.3. *Sepiula intermedia*'da bursa kopulatrikse spermatangiaların yapışması (Bd; bağ doku, C; sement, Ed; epitel doku, k; kuyruk, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (10X)



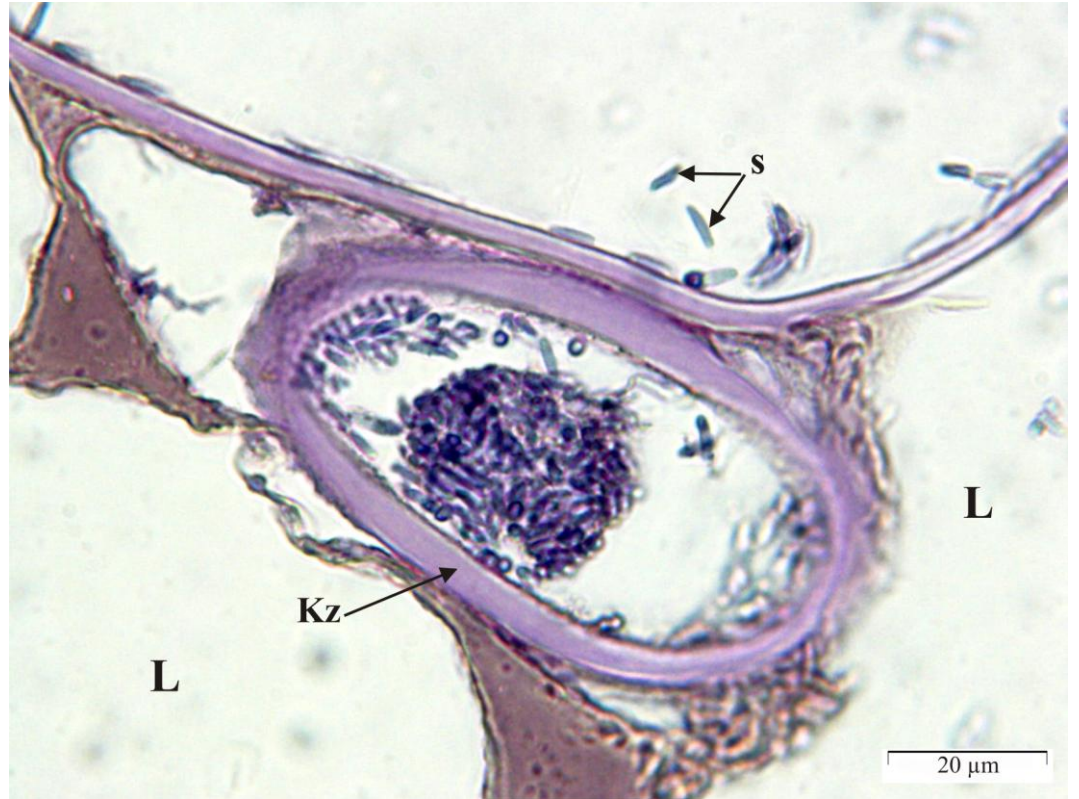
Şekil 3.4. *Sepiolo intermedia* bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (Bd; bağ doku, Gh; goblet hücreleri, L; lümen, Sh; silindirik hücreler) (PAS) (40X)



Şekil 3.5. *Sepiolo intermedia*'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi (C; sement, k; kuyruk, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)



Şekil 3.6. *Sepiolo intermedia*'da spermatangia içerisindeki sement (C; sement, k; kuyruk, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)

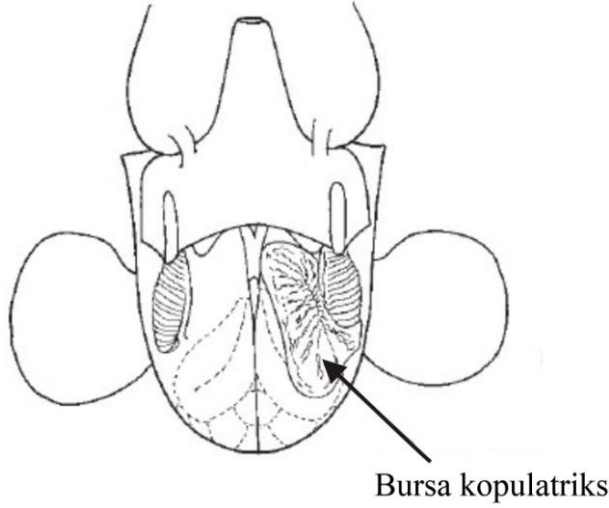


Şekil 3.7. *Sepiolo intermedia* 'da spermatangia enine kuyruk kesiti (Kz; kitin zar, L; lümen, s; spermatozoon) (PAS) (100X)

***Sepiola robusta*:**

S. robusta bireylerinin dişi fertlerinde spermatangia rezervuarı olan bursa kopulatriks organı disekte edilerek histolojik olarak incelenmiştir (Şekil 3.8). Çiftleşme esnasında erkek bireyler hektokotilize olmuş sol dorsal I. kol aracılığı ile spermatozoa içeren spermatangiaları bursa kopulatriks içine veya bursa kopulatriksin manto boşluğuna açılan ağız kısmına implant etmektedirler. *S. robusta* dişi bireylerinde bursa kopulatriks, ovidukt açıklığında, manto boşluğunun sol tarafında, solungaçtan daha uzun ve geniş kese şeklinde konumlanmaktadır.

Bursa kopulatriksin histolojik detayına bakıldığında içten dışa doğru epitel doku, bağ doku ve kas dokudan oluştuğu gözlenmiştir. Bursa kopulatriksin iç yüzeyi ve manto boşluğuna açılan ağızdaki katlanmalar villus şeklinde olup, villusların lümene bakan yüzeyini tamamen tek katlı silli silindirik epitel ve epitel hücreleri arasına yerleşmiş goblet hücreleri sarmaktadır. Epitel dokunun altında gevşek lifli bağ doku ve bağ dokuyu da ince bir tabaka halinde kas demetleri oluşturmaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. *Sepiola robusta* dişi bireyindeki bursa kopulatriks şekli ve konumu (Bello, 1995)

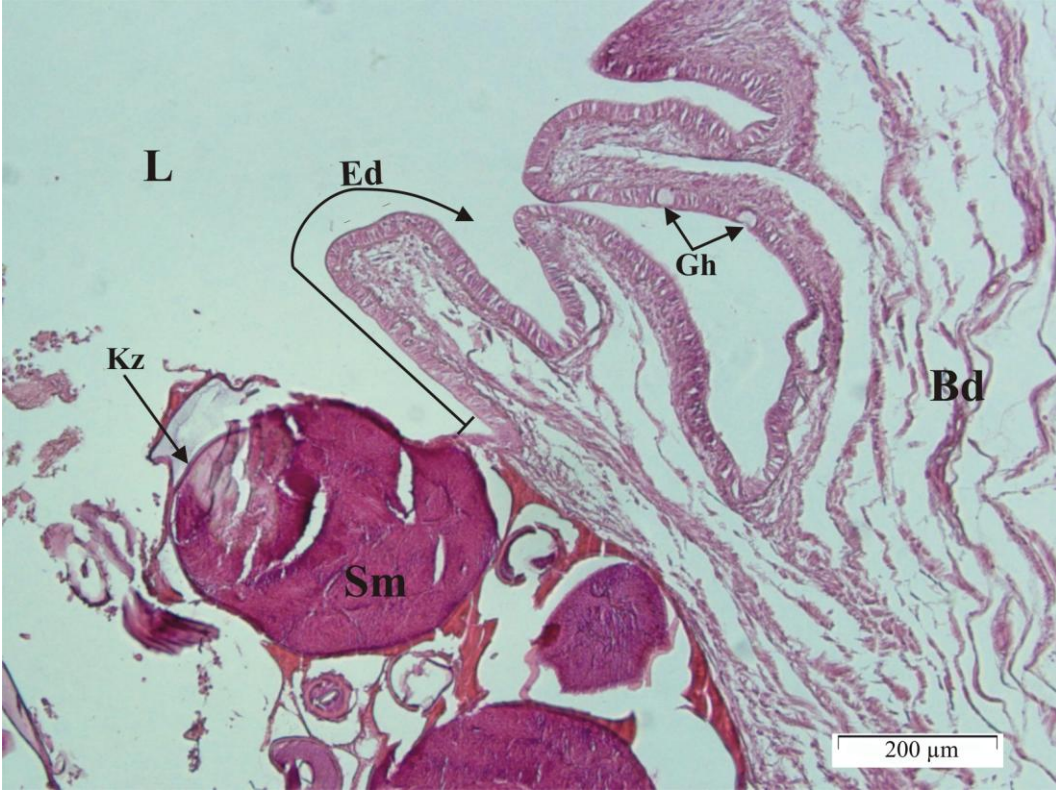
Bursa kopulatriksin villus yapısının özelliğinden yararlanarak spermatangialar kendilerini bu kese içerisine sabitlemektedirler. Spermatangiaların kendilerini sabitleme esnasında villusların yüzeyinde bulunan epitel dokunun parçalanması dikkat çekmiştir (Şekil 3.10).



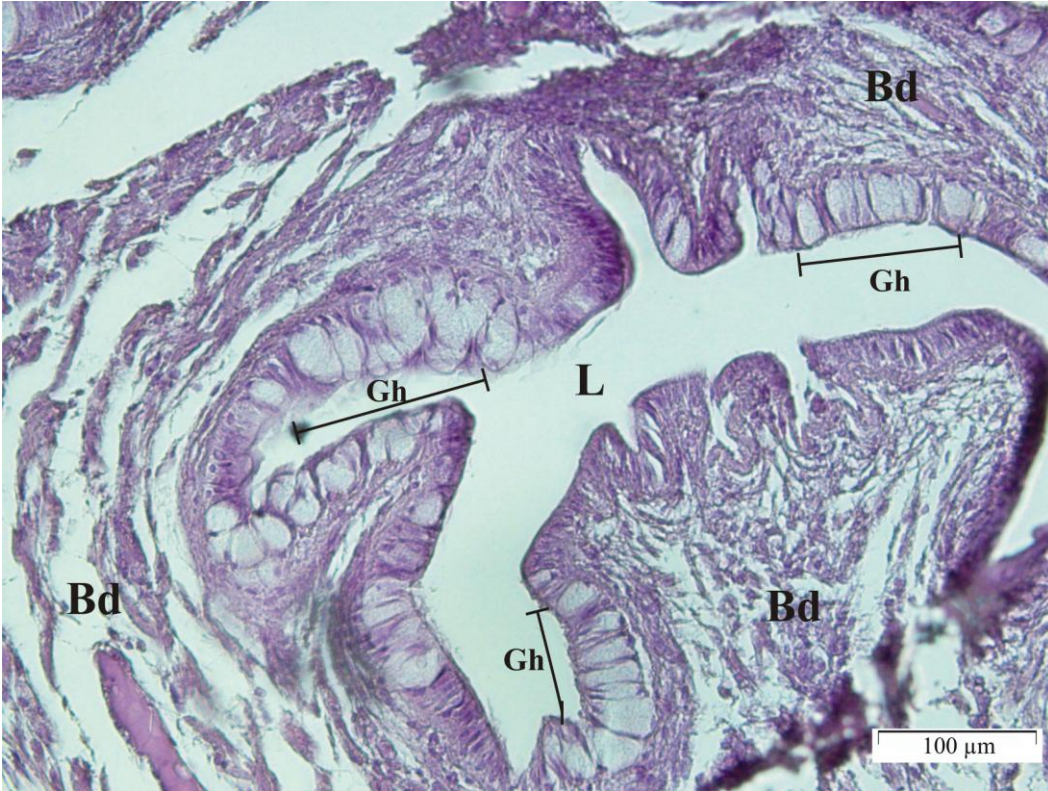
Şekil 3.9. *Sepiola robusta*'da bursa kopulatriksin genel yapısı (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, L; lümen, Sg; spermatangia) (H&E) (4X)

Epitel dokudaki goblet hücrelerinin gerçekleştirdiği mukus salgısının, bursa kopulatriksin lümeninde ve çeperinde spermatangiaların konumlanmasında görev aldığı düşünülmektedir (Şekil 3.11).

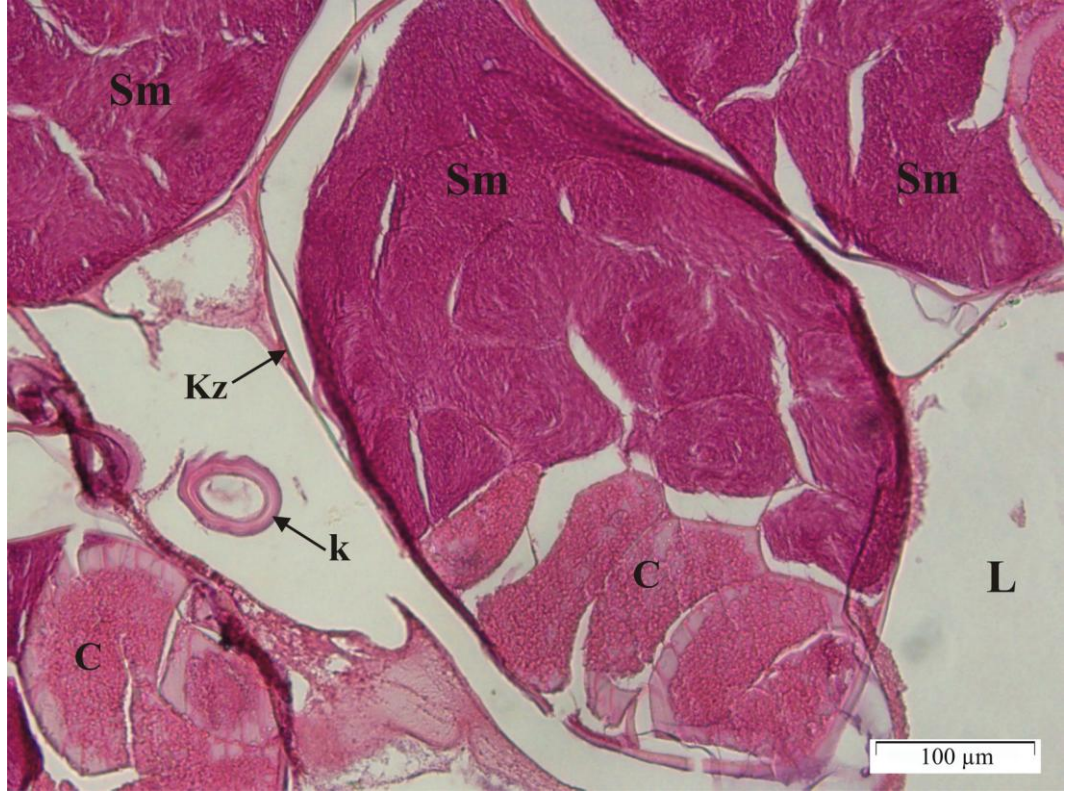
Bursa kopulatriks içindeki spermatangiaların yapılarının detaylarına bakıldığında, spermatangianın sperm kitlesi, sement ve kuyruktan oluştuğu gözlenmektedir. Spermatangiaları ise dıştan kitin bir zar sarmaktadır. Spermatangianın içerisinde oral açıklığında sement spiral şekilde konumlanmakta ve sperm kitlesi içerisinde spermatozoalar demetler halinde bulunmaktadır. Spermatangianın kitin zarla çevrilmiş olması spermatozoonların dış ortamdan etkilenmelerini önlemek için geliştirilmiş bir koruma mekanizması olduğunu düşündürmektedir. Spermatangiaların dış ortam ile (bursa kopulatriks içerisine açılan) bağlantısını sağlayan kuyrukların kesitlerinde spermatozoonlar gözlenmiştir (Şekil 3.12-13).



Şekil 3.10. *Sepiola robusta*'da bursa kopulatriksine spermatangia yapışması (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, Gh; goblet hücreleri, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (H&E) (10X)



Şekil 3.11. *Sepiola robusta* 'da bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (Bd; bağ doku, Gh; goblet hücreleri, L; lümen) (PAS) (20X)



Şekil 3.12. *Sepiola robusta*'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi ve sement (C; sement, k; kuyruk, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (H&E) (20X)

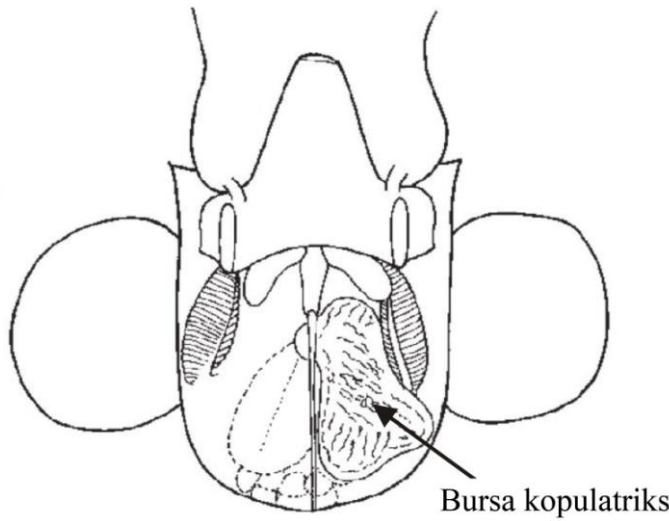


Şekil 3.13. *Sepiola robusta*'da spermatangianın boyuna kuyruk kesiti (Bd; bağ doku, k; kuyruk, Kz; kitin zar, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)

***Sepiola rondeleti*:**

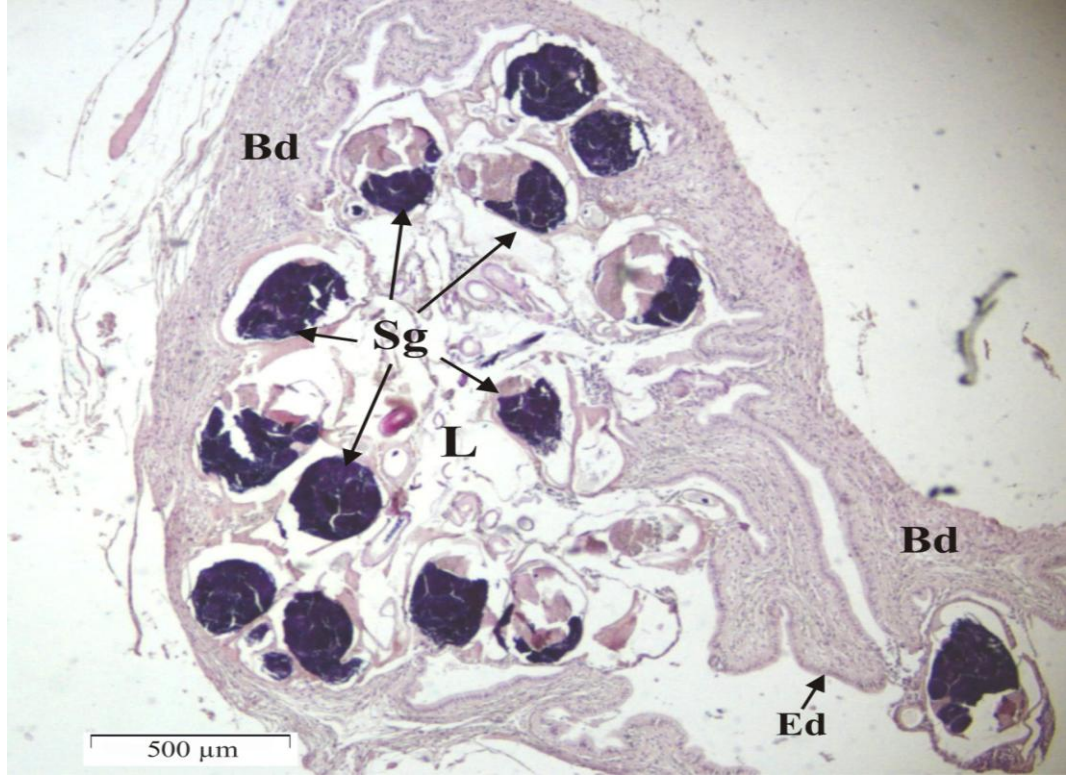
Bu türün dişi bireylerinde bulunan spermatangia rezervuarı, bursa kopulatriks disekte edildikten sonra histolojik olarak incelenmiştir. Çiftleşme esnasında erkek bireyler hektokotilize olmuş sol dorsal I. kol aracılığı ile spermatozoa içeren spermatangiaları bursa kopulatriks içine veya bursa kopulatriksin manto boşluğuna açılan ağız kısmına implant etmektedirler. *S. rondeleti* dişi bireylerinde bursa kopulatriks ovidukt açıklığında ve sol solungacın posterioründe büyük bir kese halinde manto boşluğunda yer almaktadır (Şekil 3.14).

Spermatangia rezervuarı olan bu kesenin iç duvarları ve ağız kısmı villus şeklinde olup, iç çeper tamamı ile tek katlı silli silindirik epitelden ve silindirik hücrelerin arasına yerleşmiş goblet hücrelerinden meydana gelmektedir. Epitel dokuyu gevşek lifli bağ doku ve bağ dokuyu da ince bir tabaka halinde kas demetlerinin sardığı gözlenmiştir (Şekil 3.15).

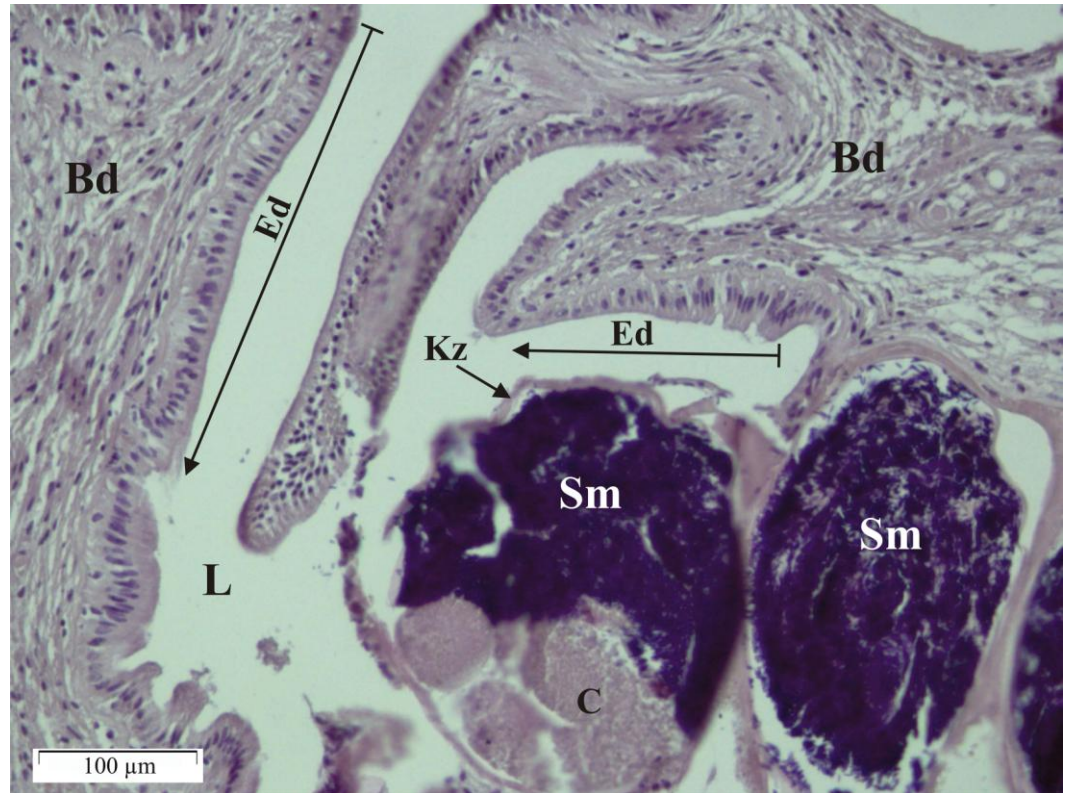


Şekil 3.14. *Sepiola rondeleti* dişi bireyindeki bursa kopulatriks şekli ve konumu (Bello,1995)

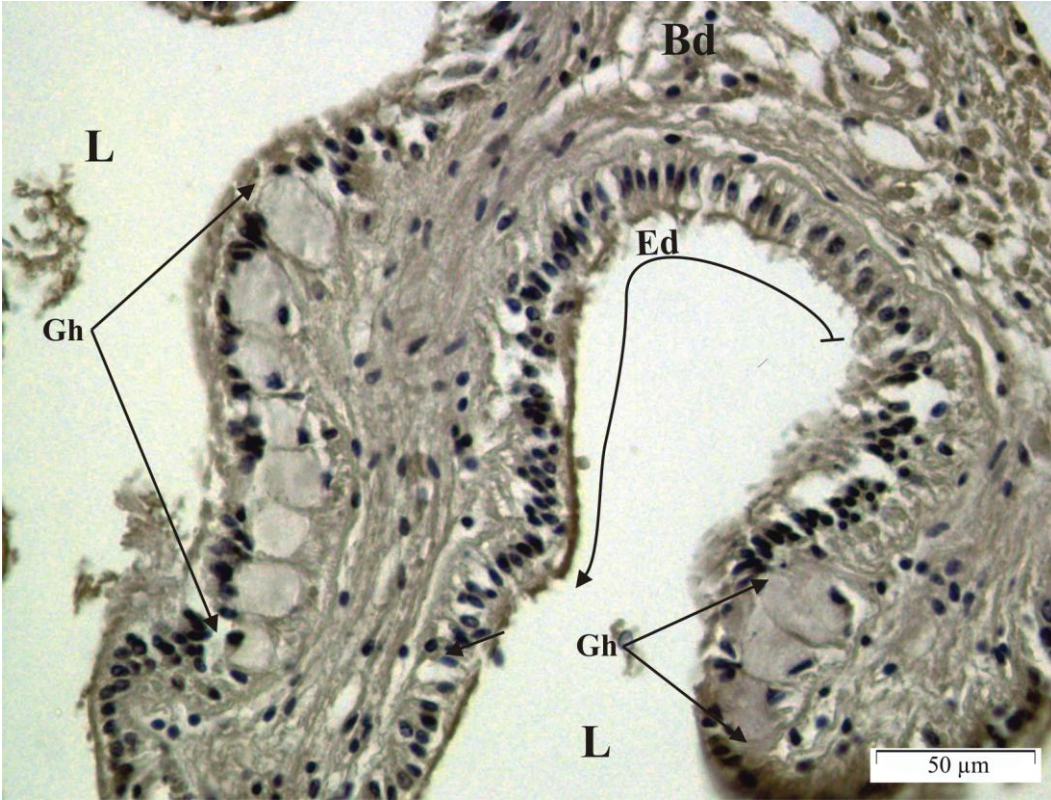
Bursa kopulatriksin villuslu yapısından dolayı erkek bireylerden gelen spermatangialar bursa kopulatriksin iç yüzeyine, villusların arasında sabitlemektedirler. Spermatangiaların sabitlenmesi sırasında bursa kopulatriksin iç yüzeyini saran epitel doku parçalanmaktadır (Şekil 3.16). Tek katlı silli silindirik hücrelerinin arasında yer alan goblet hücrelerinin mukus salgısının implantasyon esnasında spermatangiaların bursa kopulatriksin iç yüzey duvarına sabitlenmesinde görev aldığı düşünülmektedir (Şekil 3.17).



Şekil 3.15. *Sepiola rondeleti*'de bursa kopulatriks genel yapısı (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, L; lümen, Sg; spermatangia) (PAS) (4X)

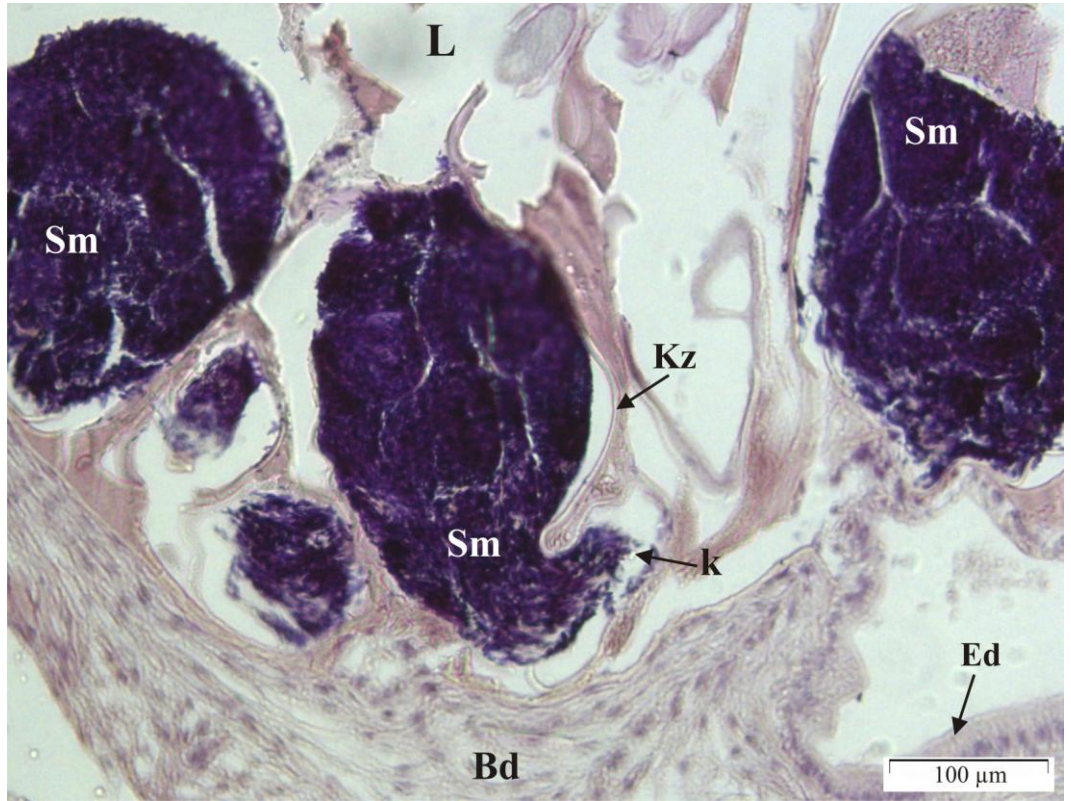


Şekil 3.16. *Sepiola rondeleti* bursa kopulatriksinde spermtangia yapışması (Bd; bağ doku, C; sement, Ed; epitel doku, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)



Şekil 3.17. *Sepiola rondeleti* bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (Bd; bağ doku, Gh; goblet hücreleri, Ed; epitel doku, L; lümen) (PAS) (40X)

Bursa kopulatriksten boyuna geçen kesitlerine detaylı bir şekilde bakıldığında spermatangianın sperm kitlesi, sement ve kuyruktan meydana geldiği ayrıca spermatangiayı dıştan kitin bir zarın sardığı gözlenmiştir. Spermatangia içerisindeki spermatozoonlar demetler halinde bulunmakta ve sement spermatangianın oral açıklığında spiral şekilde konumlanmaktadır (Şekil 3.16, 3.18). Spermatangiaları saran zarın kitin yapıda olması spermatozoaların dış ortamdan etkilenmelerini önlemek için geliştirilmiş bir koruma mekanizması olduğu düşünülmektedir. Spermatangiaların dış ortam ile (bursa kopulatriks içerisine açılan) bağlantısını sağlayan kuyrukların kesitlerinde spermatozoonlar gözlenmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. *Sepiula rondeleti*'de spermatangia içerisindeki sperm kitlesi ve kuyruk boyuna kesiti (Bd; bağ doku, k; kuyruk, Kz; kitin zar, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)

***Sepiula steenstrupiana*:**

S. steenstrupiana bireylerinin dişi fertlerinde spermatangia rezervuarı olan bursa kopulatriks disekte edilerek histolojik olarak incelenmiştir. Çiftleşme esnasında erkek bireylerin hektokotilize olmuş sol dorsal I. kol aracılığı ile spermatozoonları içeren spermatangialar dişi bireylerin bursa kopulatriks içerisinde veya bursa kopulatriksin manto boşluğuna açılan ağız kısmına implant edilmektedirler.

Bu kesenin iç duvarları villus şeklinde olup, iç çeper tamamı ile tek katlı silli silindirik epitelden ve silindirik hücreler arasına yerleşmiş goblet hücrelerinden oluşmaktadır. Epitel dokunun altında gevşek lifli bağ doku ve bağ dokuyu da ince bir tabaka halinde kas demetleri sarmaktadır (Şekil 3.19).



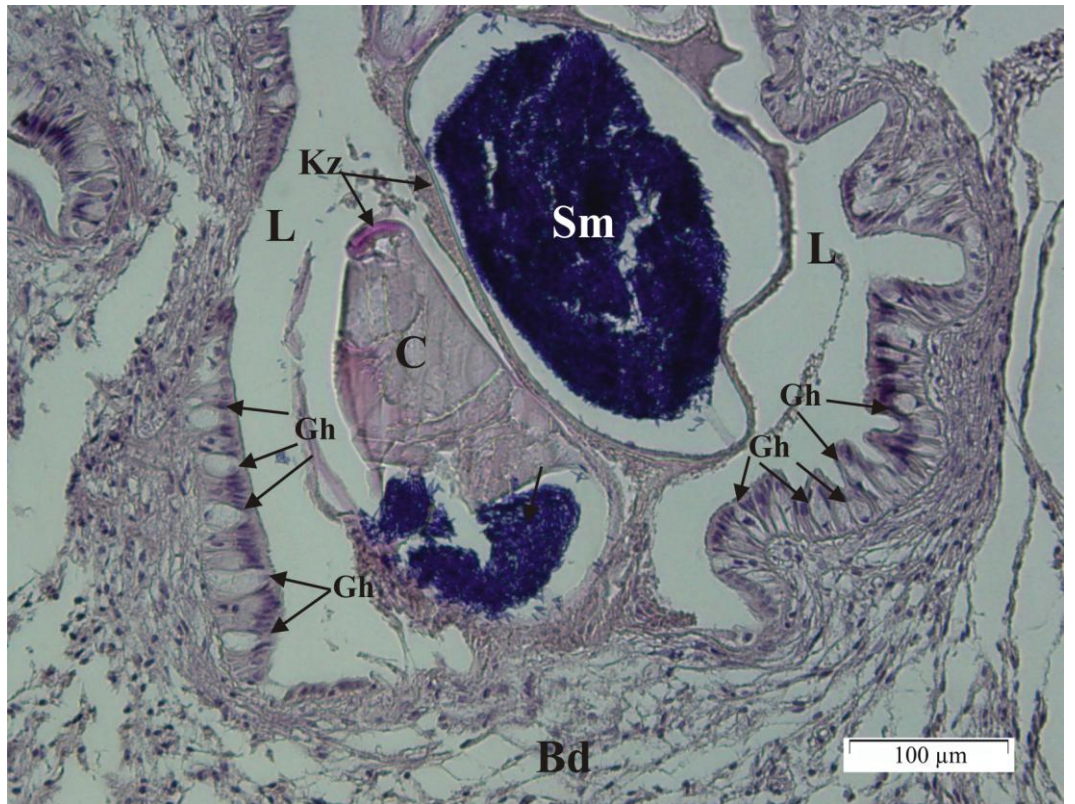
Şekil 3.19. *Sepiola steenstrupiana*'da bursa kopulatriks genel yapısı (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, k; kuyruk, L; lümen, Sg; spermatangia) (H&E) (4X)

Bursa kopulatriksin villuslu yapısından dolayı erkek bireyler spermatangiaları villusların arasına implant etmektedirler. İmplantasyon sırasında villusların yüzeyini saran tek katlı silli silindirik hücrelerin parçalandığı gözlenmiştir (Şekil 3.20-21, 3.23-24). Epitel doku içerisinde yer alan goblet hücrelerinin salgıladığı mukus; spermatangiaların bursa kopulatriksin iç yüzey duvarına sabitlenmesinde rol aldığını düşündürmektedir (Şekil 3.20-22).

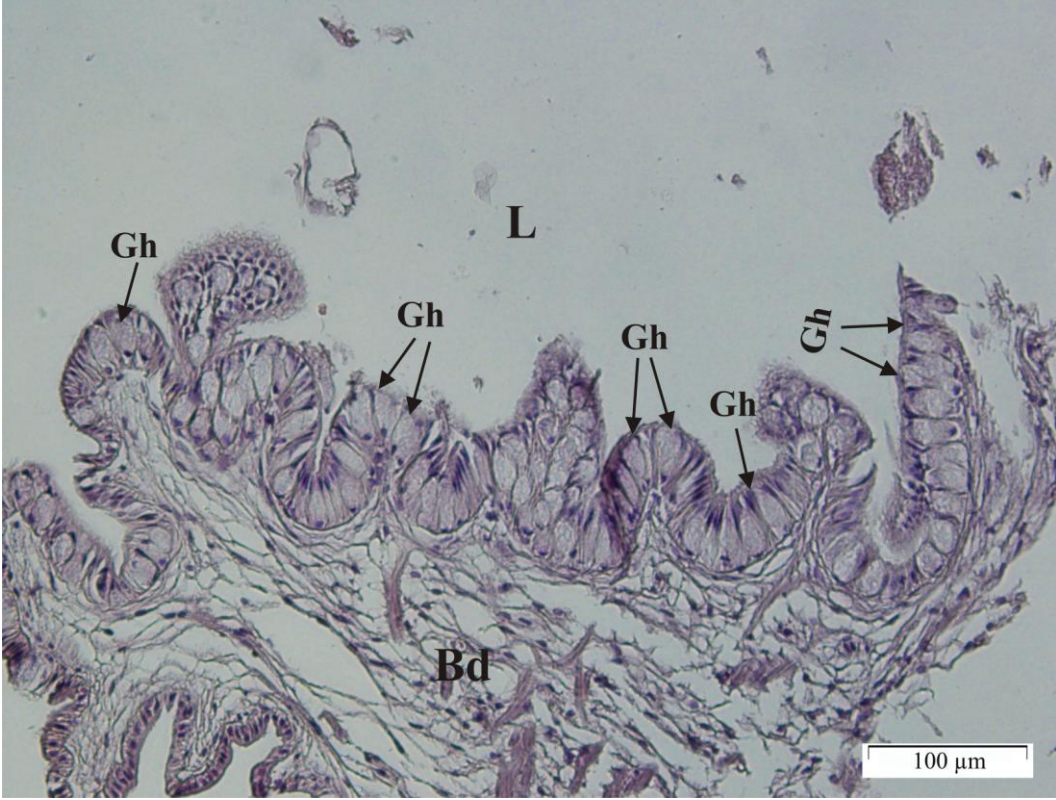
Bursa kopulatriks içerisindeki spermatangiaların histolojik kesitlerde, sperm kitlesi, sement ve kuyruktan meydana geldiği, sementin spermatangia içerisinde oral açıklıkta spiral şekilde konumlandığı gözlenmiştir. Spermatangium içerisindeki spermatozoonlar demetler halinde bulunmaktadır. Spermatangiaları ise dıştan kitin bir zar sarmaktadır. Spermatangiaları saran zarın kitin yapıda olması spermatozoonların dış ortamdan etkilenmelerini önlemek için geliştirilmiş bir koruma mekanizması olduğu düşünülmektedir. Spermatangiaların dış ortam ile (bursa kopulatriks içerisine açılan) bağlantısını sağlayan kuyrukların kesitlerinde spermatozoalar gözlenmiştir (Şekil 3.23-24).



Şekil 3.20. *Sepiula steenstrupiana* bursa kopulatriksinde spermatangialar (Bd; bağ doku, C; sement, Ed; epitel doku, k; kuyruk, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (10X)



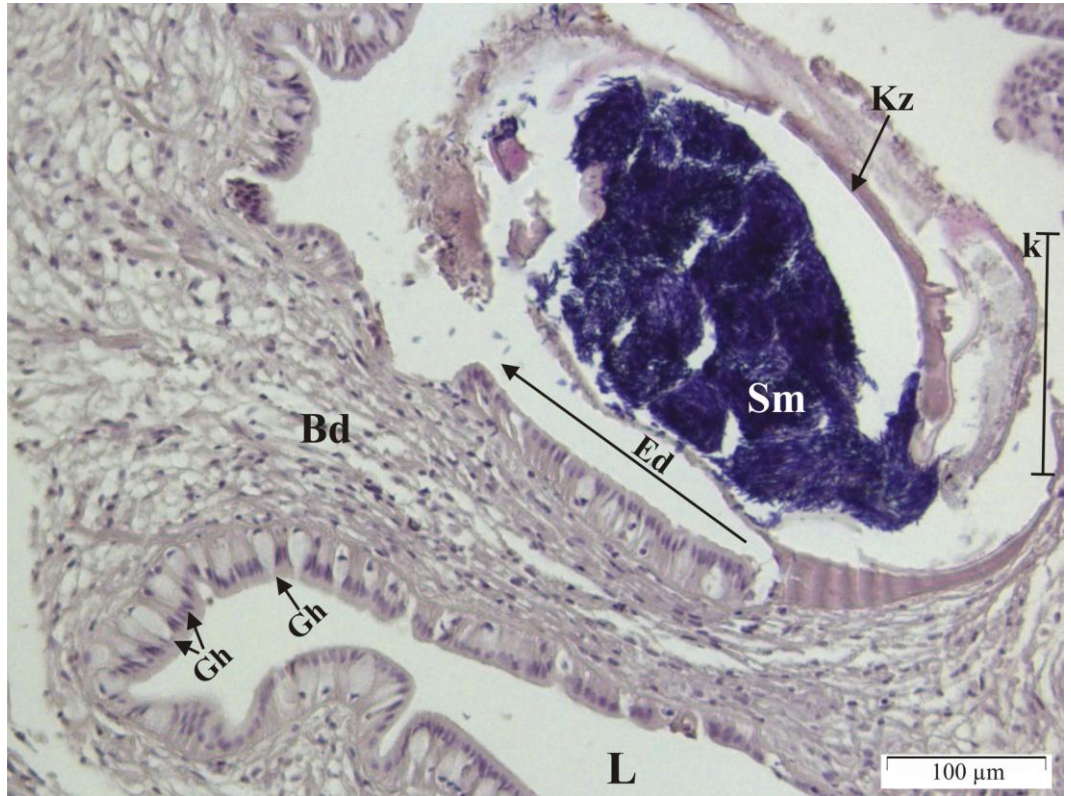
Şekil 3.21. *Sepiula steenstrupiana* bursa kopulatriksinde spermatangia yapışması (Bd; bağ doku, C; sement, Gh; goblet hücreleri, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)



Şekil 3.22. *Sepiola steenstrupiana* bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (Bd; bağ doku, Gh; goblet hücreleri, L; lümen) (PAS) (20X)



Şekil 3.23. *Sepiola steenstrupiana*'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi (Bd; bağ doku, C; sement, Ed; epitel doku, Kz; kitin zar, Sm; sperm kitlesi) (H&E)(20X)



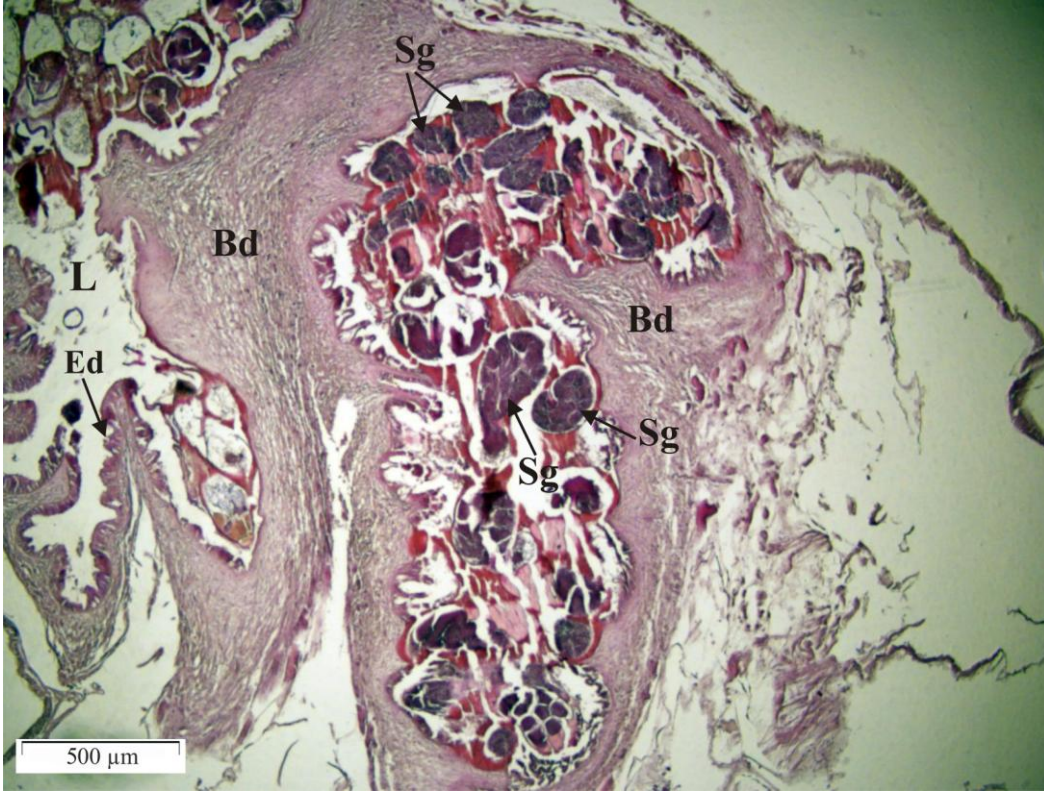
Şekil 3.24. *Sepiola steenstrupiana*'da spermatangia kuyruk boyuna kesiti (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, Gh; goblet hücreleri, k; kuyruk, Kz; kitin zar, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)

***Rondeletiola minor*:**

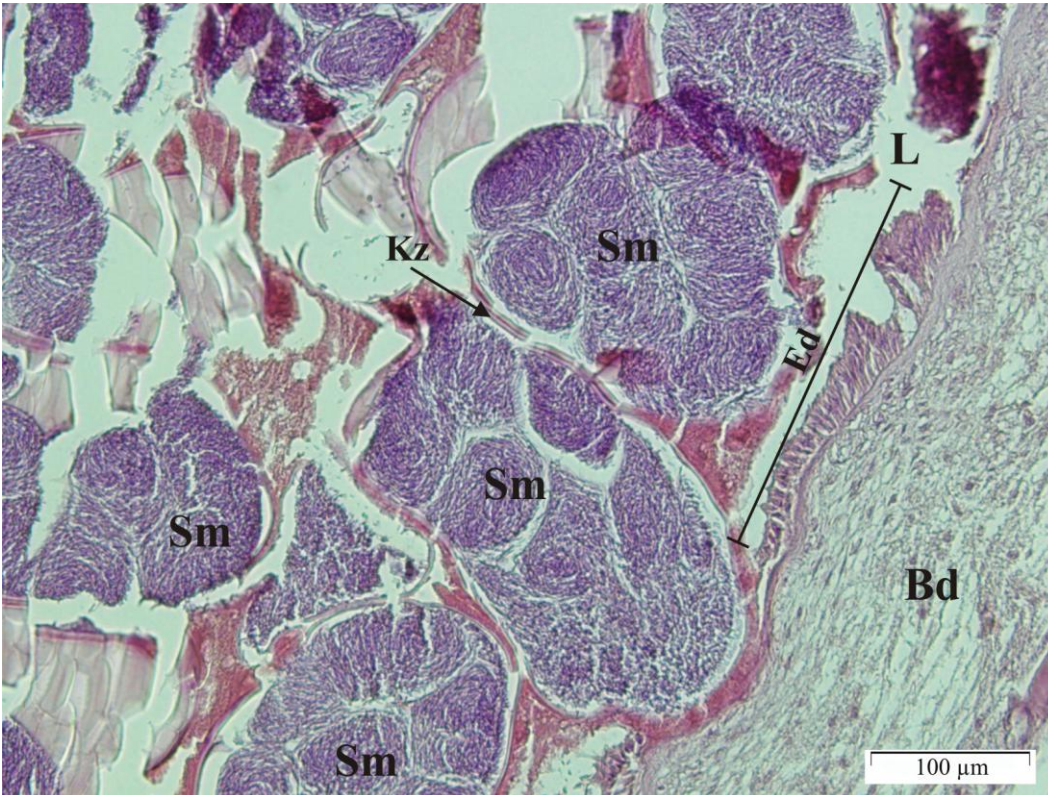
Bu türün dişi bireylerinde spermatangia rezervuarı olan bursa kopulatriks, disekte edildikten sonra histolojik preperasyonda detaylandırılmıştır. Erkek bireylerde bulunan spermatozoonlar, çiftleşme esnasında hektokotilize olmuş sol dorsal I. kol yardımı ile spermatangia halinde, dişi bireylerdeki bursa kopulatriks içerisine veya bursa kopulatriksin ağız kısmına implant edilmektedirler.

Bursa kopulatriks; lümeninden dışa doğru epitel doku, bağ doku ve kas dokudan meydana gelmektedir. Kase villuslardan oluşmakta, villusların yüzeyini tek katlı silli silindirik epitel ve silindirik hücreler arasına yerleşmiş goblet hücreleri oluşturmaktadır. Epitel dokunun altında gevşek lifli bağ doku ve bağ dokuyu da ince bir tabaka halinde kas demetlerinin sardığı gözlenmiştir (Şekil 3.25).

Bursa kopulatriksin villus yapısının özelliğinden yararlanarak spermatangialar kendilerini bu kase içerisine sabitlemektedirler. Spermatangiaların kendilerini sabitleme esnasında villusların yüzeyinde bulunan epitel doku parçalanarak yok olmaktadır (Şekil 3.26-28).



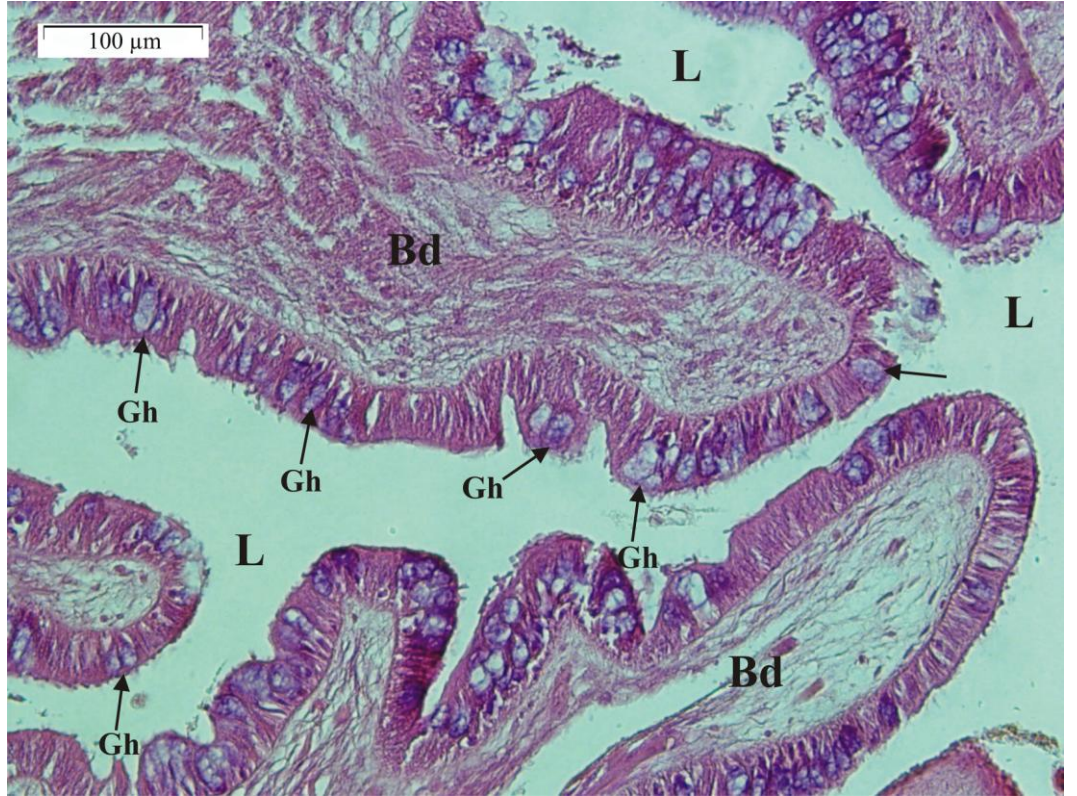
Şekil 3.25. *Rondeletiola minor*'da bursa kopulatriks genel yapısı (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, L; lümen, Sg; spermatangia) (PAS) (4X)



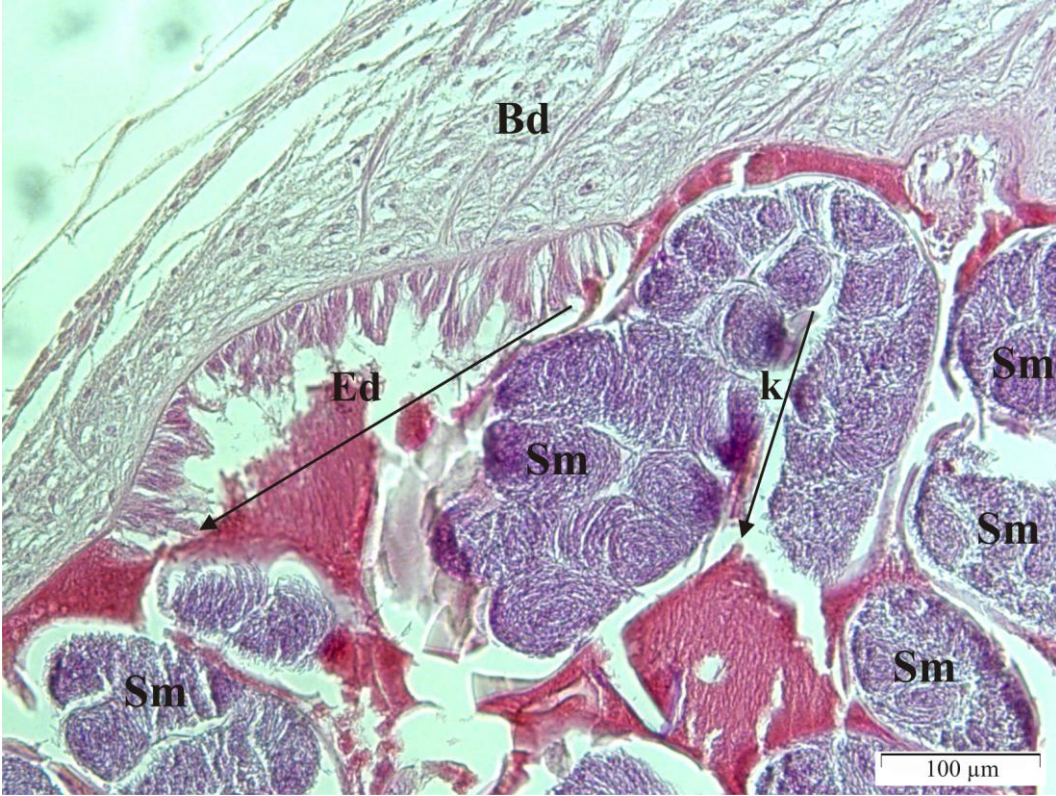
Şekil 3.26. *Rondeletiola minor* bursa kopulatriksine spermatangiaların yapışması (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)

Epitel doku içerisinde yer alan goblet hücreleri mukus salgılamakta ve implantasyon esnasında spermatangiaları bursa kopulatriksin iç yüzey duvarına sabitletmesinde rol aldığı düşünülmektedir (Şekil 3.27).

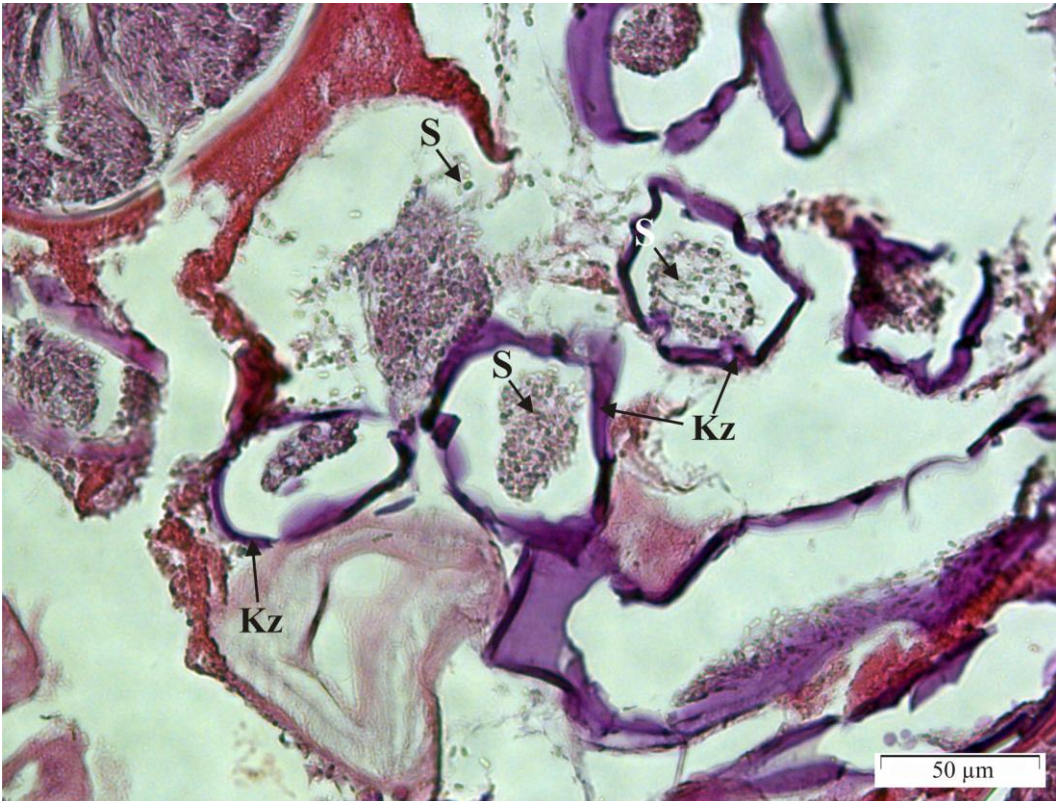
Bursa kopulatriks içerisindeki spermatangiaların yapılarının detaylarına bakıldığında, spermatangia sperm kitlesi, sement ve kuyruktan oluşmaktadır. Spermatangiaları ise dıştan kitin bir zar sarmaktadır. Spermatangianın içerisinde oral açıklığında sement spiral şekilde konumlanmakta ve sperm kitlesi içerisinde spermatozoonlar demetler halinde bulunmaktadır (Şekil 3.28). Spermatangianın kitin zarla çevrilmiş olması spermatozoonların dış ortamdan etkilenmelerini önlemek için geliştirilmiş bir koruma mekanizması olduğunu düşündürmektedir. Spermatangiaların dış ortam ile (bursa kopulatriks içerisine açılan) bağlantısını sağlayan kuyrukların kesitlerinde spermatozoonlar gözlenmiştir (Şekil 3.29).



Şekil 3.27. *Rondeletiola minor* bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (Bd; bağ doku, Gh; goblet hücreleri, L; lümen) (PAS) (20X)



Şekil 3.28. *Rondeletiola minor*'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi ve kuyruk boyuna kesiti (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, k; kuyruk, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)

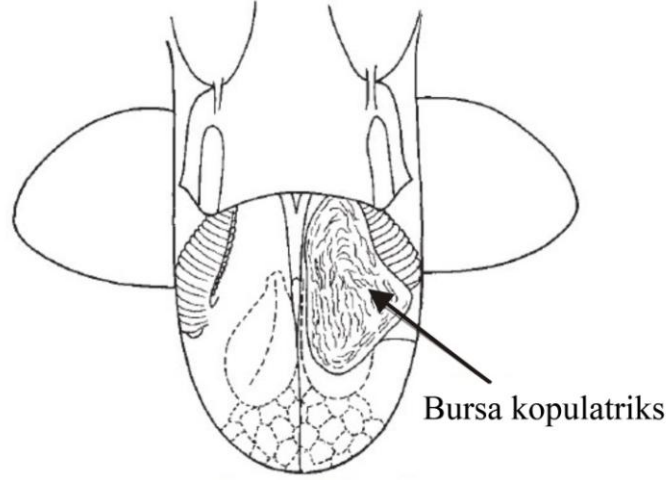


Şekil 3.29. *Rondeletiola minor*'da spermatangia enine kuyruk kesiti (Kz; kitin zar, S; spermatozoid) (PAS) (40X)

Sepietta neglecta

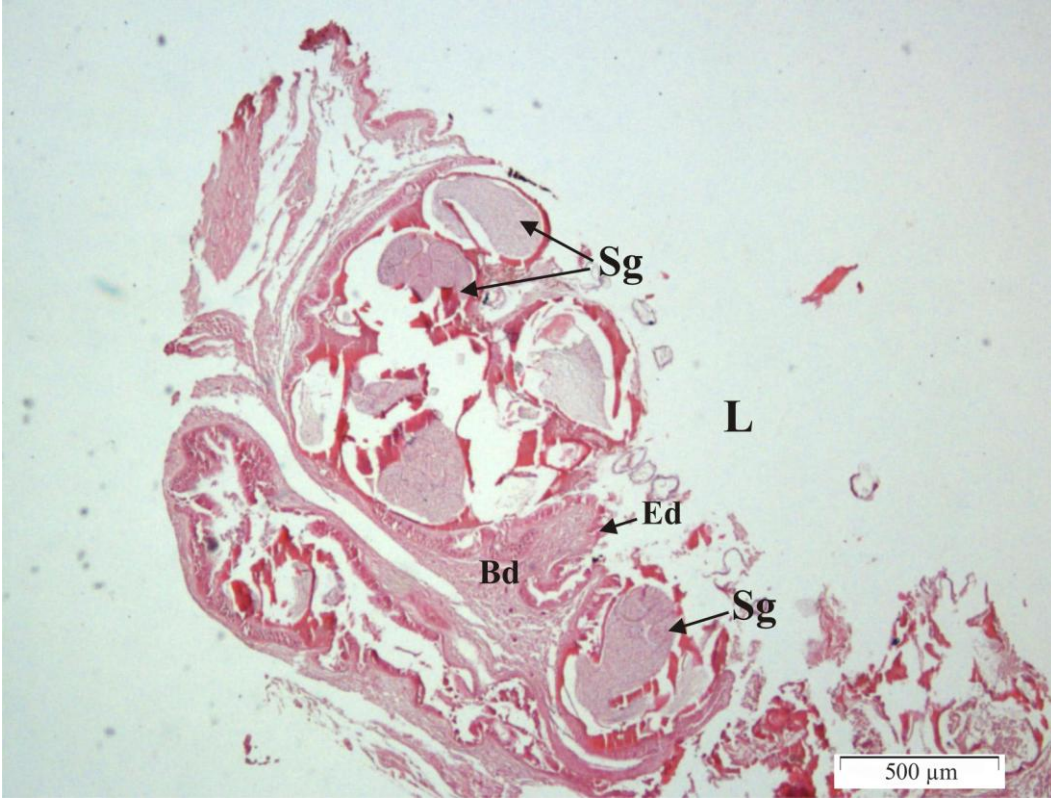
S. neglecta dişi bireylerinde spermatangia rezervuarı olan bursa kopulatriks disekte edildikten sonra histolojik olarak detaylandırılmıştır. Çiftleşme gerçekleşirken erkek bireyler hektokotilize olmuş sol dorsal I. kolları ile spermatozoa içeren spermatangiaları dişi bireylerde spermatangia rezervuarı olarak bilinen bursa kopulatriks içerisine veya ağız kısmına implant etmektedirler. Bu türün bireylerinde bursa kopulatriks ovidukt açıklığında ve sol solungacın posterioründe büyük bir kese halinde manto boşluğunda yer almaktadır (Şekil 3.30).

Bursa kopulatriksin iç yüzeyi ve manto boşluğuna açılan ağız kısmı villuslardan meydana gelmektedir. Kesenin iç çeperi tamamen tek katlı silli silindirik epitelden ve silindirik hücreler arasına yerleşmiş goblet hücrelerinden oluşmaktadır. Epitel dokunun altında gevşek lifli bağ doku ve bağ dokuyu da ince bir tabaka halinde kas demetleri sardığı gözlenmiştir. (Şekil 3.31).

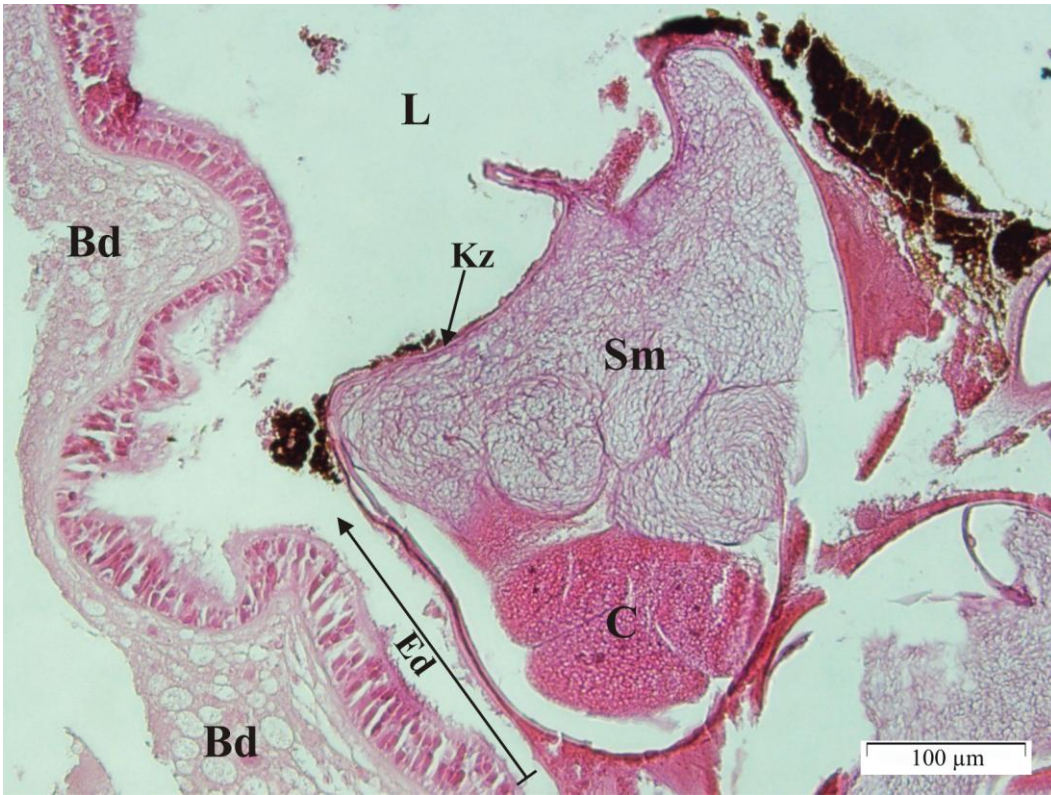


Şekil 3.30. *Sepietta neglecta* dişi bireyindeki bursa kopulatriks şekli ve konumu (Bello, 1995)

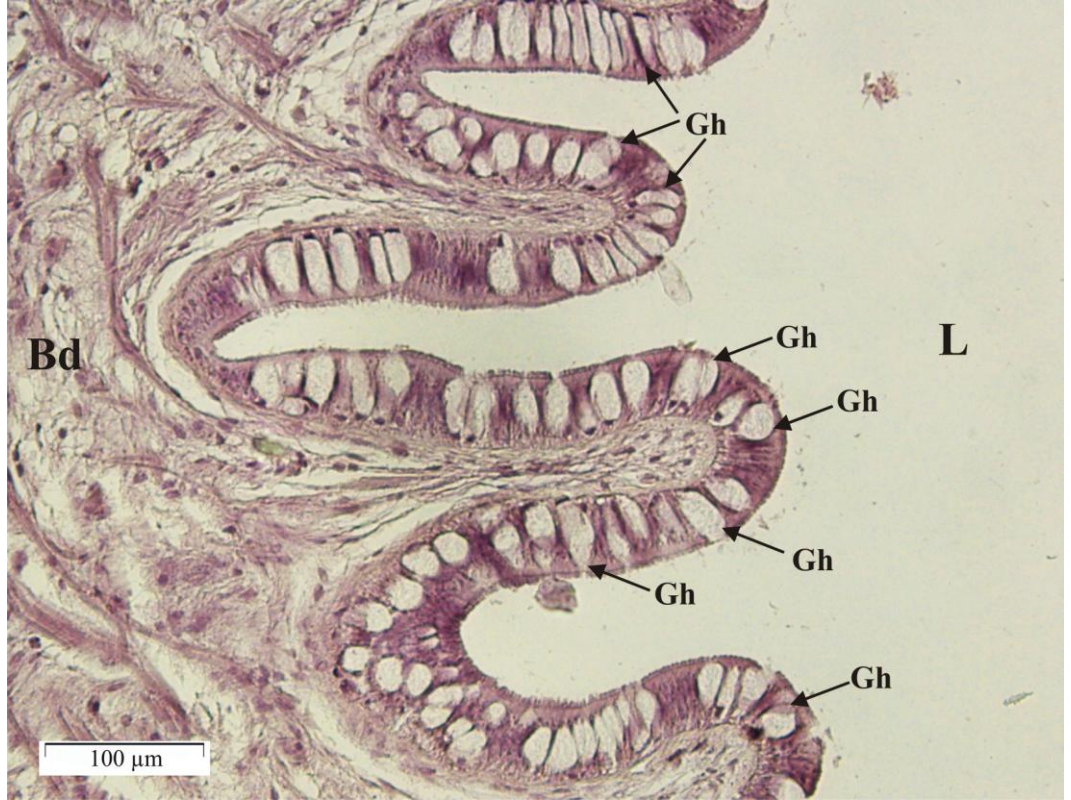
Bursa kopulatriksin villuslu yapısından dolayı erkek bireyler spermatangiaları bursa kopulatriksin iç yüzeyine, villusların arasına sabitlemektedirler. Spermatangiaların sabitlenmesi sırasında bursa kopulatriks'in iç yüzeyini saran epitel doku parçalandığı dikkat çekmiştir (Şekil 3.32). Silindirik hücreler arasında yer alan goblet hücreleri mukus salgılamakta ve spermatangiaların implantasyon esnasında bursa kopulatriks in iç yüzey duvarına tutunmalarına yardımcı oldukları düşünülmektedir (Şekil 3.33).



Şekil 3.31. *Sepietta neglecta* bursa kopulatriks genel yapısı (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, L; lümen, Sg; spermatangia) (H&E) (4X)



Şekil 3.32. *Sepietta neglecta* bursa kopulatriksinde spermatangia yapışması (Bd; bağ doku, C; sement, Ed; epitel doku, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (H&E) (20X)

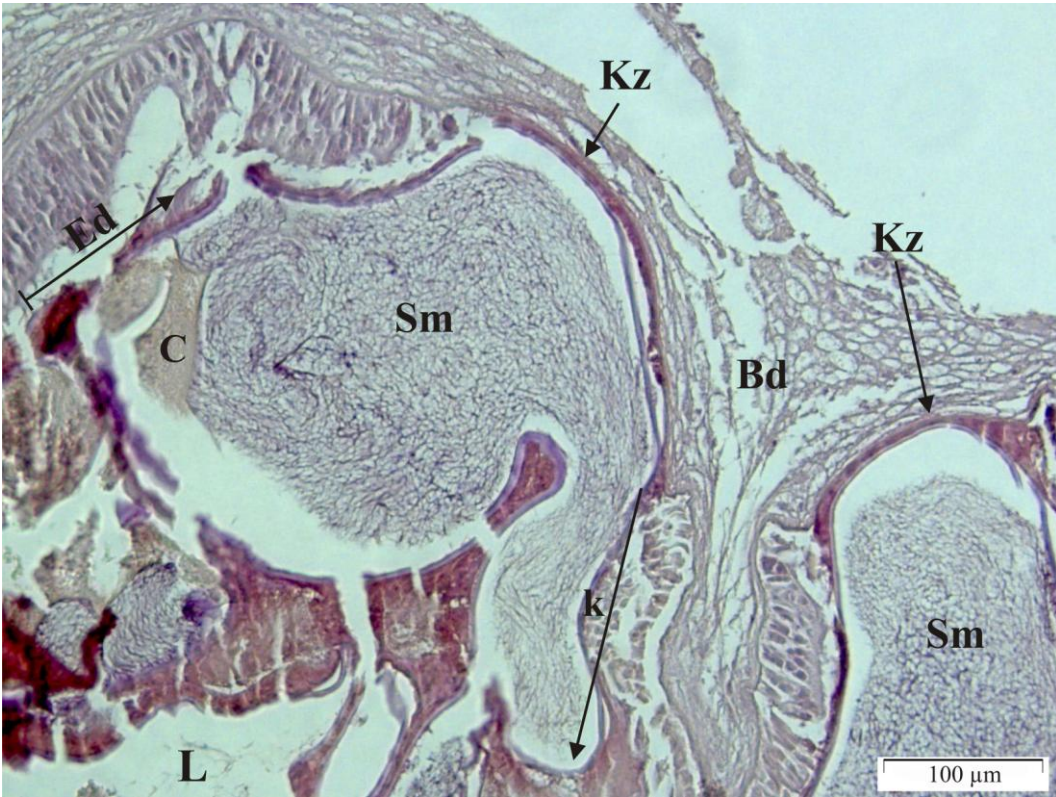


Şekil 3.33. *Sepietta neglecta* bursa kopulatriksinde epitel doku hücreleri (Bd; bağ doku, Gh; goblet hücreleri, L; lümen) (PAS) (20X)

Bursa kopulatriks içindeki spermatangiaların histolojik kesitlerde, spermatangianın sperm kitlesi, sement ve kuyruktan meydana geldiği, spermatangiaların boyuna kesitlerinde sementin oral açıklıkta spiral şekilde konumlandığı gözlenmiştir. Sperm kitlesi içerisindeki spermatozoalar demetler halinde bulunmaktadır (Şekil 3.34). Spermatangiaları dıştan kitin zar sarmaktadır. Kitin yapıda olan zarının spermatozoonların dış ortamdan etkilenmelerini önlemek için geliştirilmiş bir koruma mekanizması olduğu düşünülmektedir. Spermatangiaların dış ortam ile (bursa kopulatriks lümeni) bağlantısını sağlayan kuyrukların kesitlerinde spermatozoonlar gözlenmiştir (Şekil 3.35).



Şekil 3.34. *Sepietta neglecta*'da spermatangia içerisindeki sperm kitlesi (Kz; kitin zar, Sm; sperm kitlesi) (H&E) (20X)

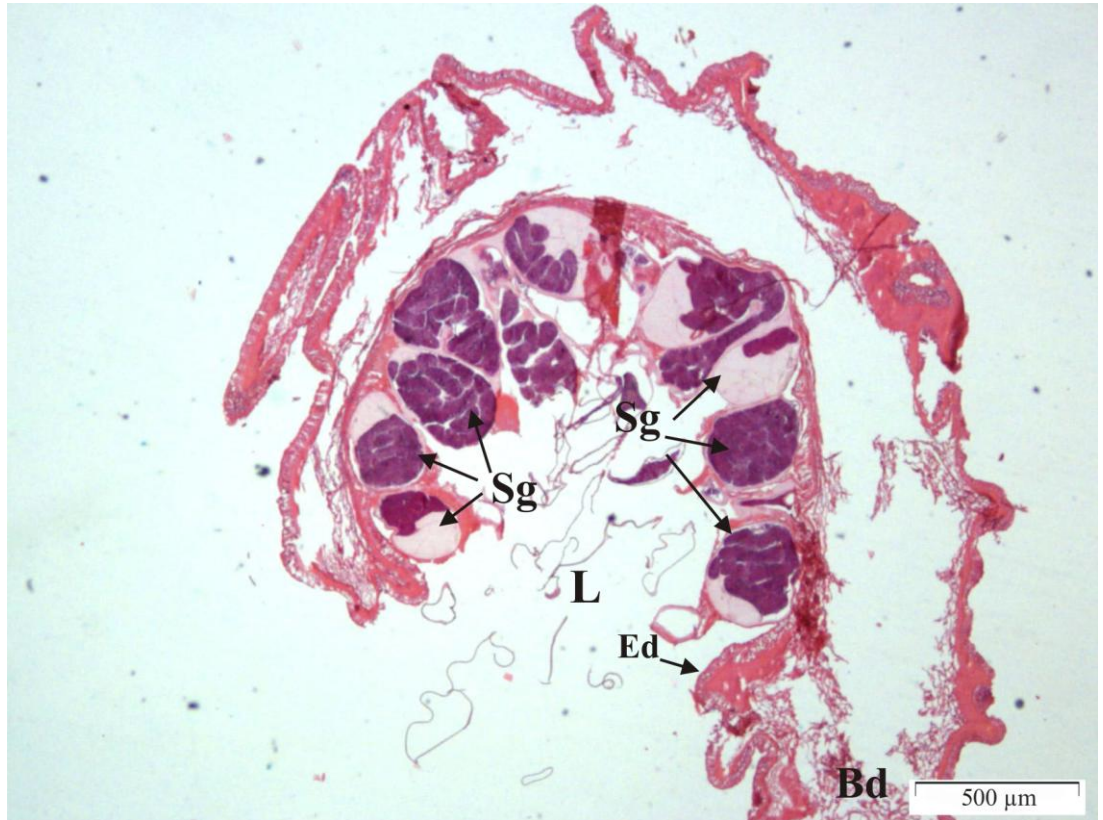


Şekil 3.35. *Sepietta neglecta*'da spermatangia kuyruk boyuna kesiti (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, k; kuyruk, Kz; kitin zar, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)

***Sepietta oweniana*;**

Bu türün dişi bireylerinde spermatangia rezervuarı olan bursa kopulatriks disekte edilerek histolojik olarak incelenmiştir. Çiftleşme gerçekleşirken erkek bireyler hektokotilize olmuş sol dorsal I. kol ile spermatangiaları dişi bireylerin bursa kopulatriks içerisine veya bursa kopulatriksin manto boşluğuna açılan ağız kısmına implant etmektedirler. *S. oweniana* dişi bireylerinde bursa kopulatriks ovidukt açıklığında manto boşluğunun sol tarafında solungaçtan daha uzun ve geniş kese şeklinde yer almaktadır.

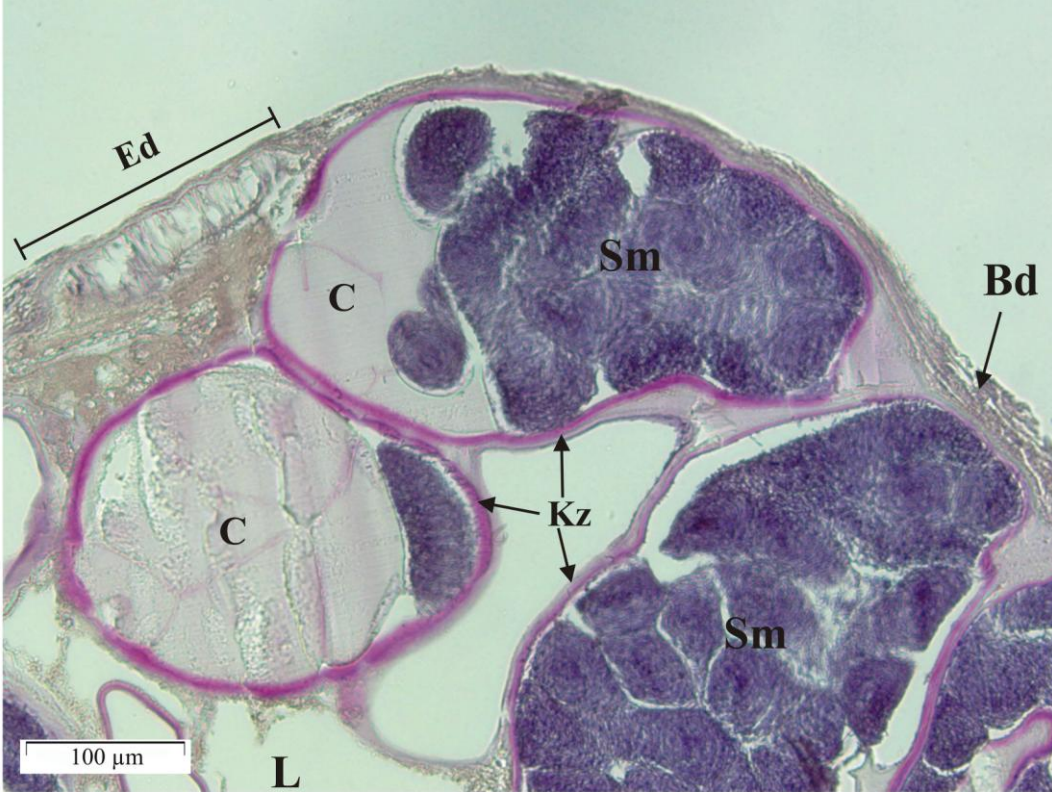
Spermatangia rezervuarı olan bursa kopulatriksin iç yüzeyi villus şeklinde olup, villusların yüzeyi tek katlı silli silindirik epitelden ve silindirik hücreler arasına yerleşmiş goblet hücrelerinden oluşmaktadır. Epitel dokunun altında gevşek lifli bağ doku ve bağ dokuyu da ince bir tabaka halinde kas demetlerinin sardığı gözlenmiştir (Şekil 3.36). Bursa kopulatriksin villuslu yapısından dolayı erkek bireyler spermatangiaları villusların arasına implant etmektedirler.



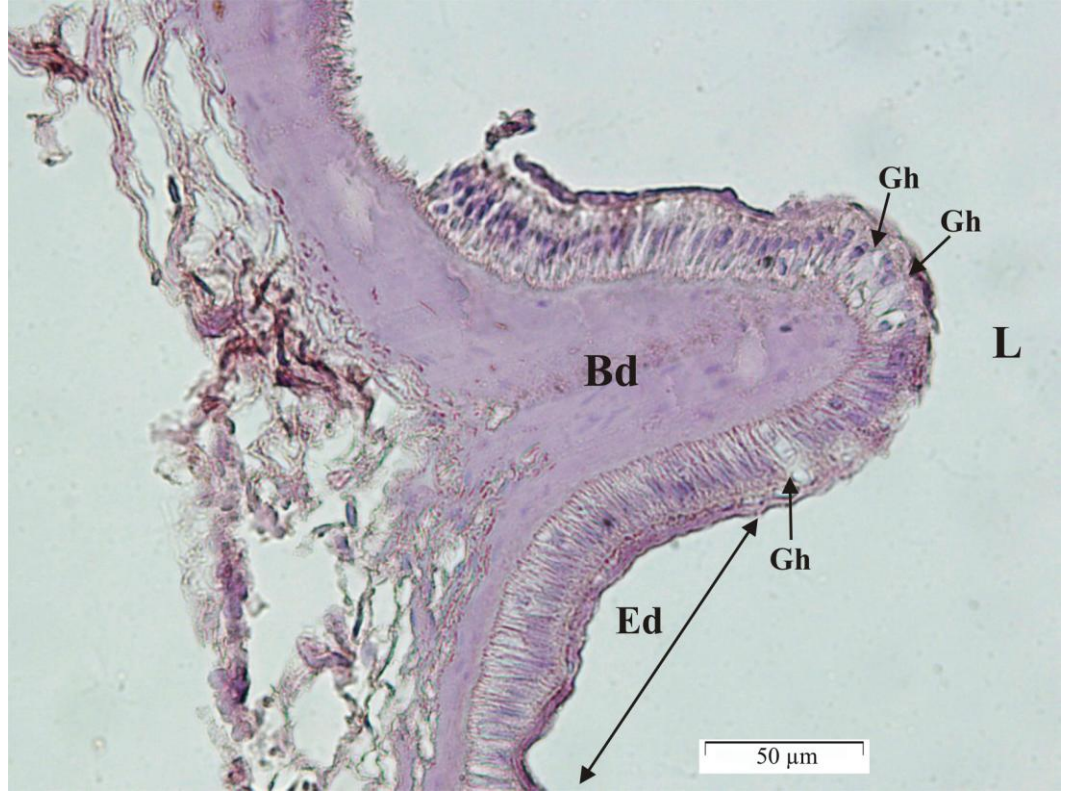
Şekil 3.36. *Sepietta oweniana*'da bursa kopulatriksin genel yapısı (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, L; lümen, Sg; spermatangia) (H&E) (4X)

İmplantasyaon sırasında villusların yüzeyini saran tek katlı silli silindirik hücrelerin parçalandığı gözlenmiştir (Şekil 3.37). Epitel doku içerisinde yer alan goblet hücrelerinin salgıladıkları mukusun spermatangiaların bursa kopulatriksin iç yüzey duvarına tutunmalarında rol aldığı düşünülmektedir (Şekil 3.38).

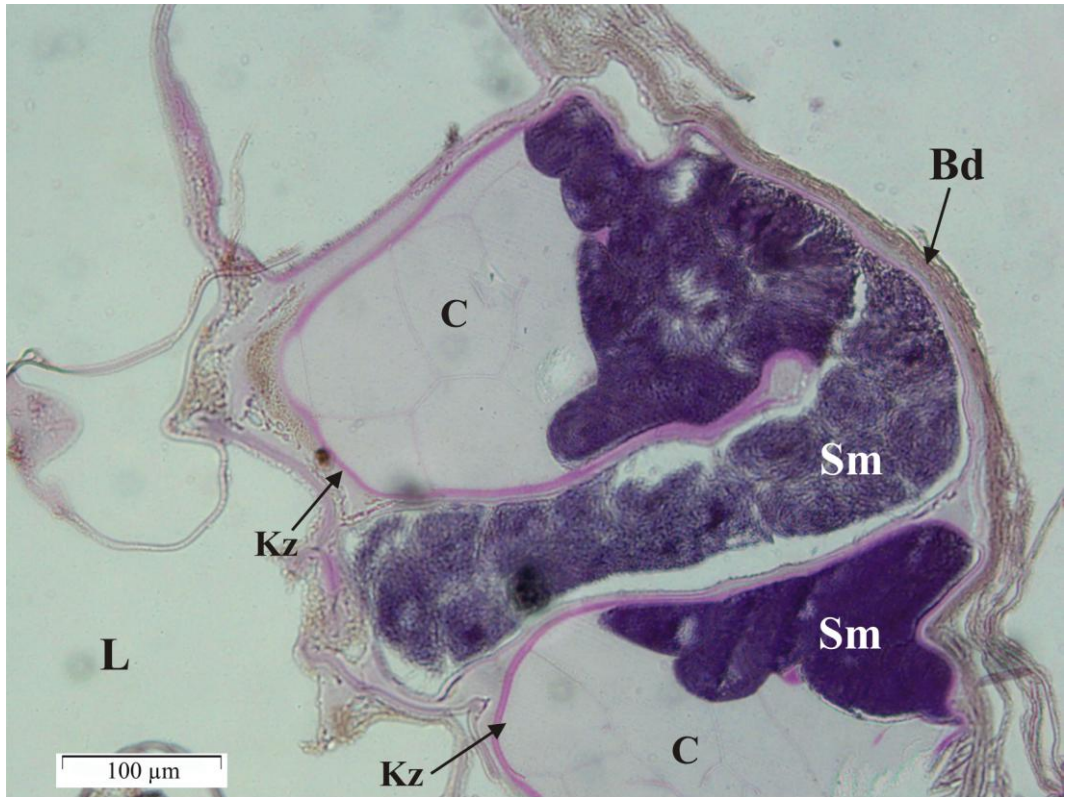
Bursa kopulatriks içerisindeki spermatangiaların boyuna histolojik kesitleri incelendiğinde; spermatangianın sperm kitlesi, sement, kuyruk ve spermatangiaları dıştan saran kitin zardan meydana geldiği gözlenmiştir. Spermatangianın içerisinde; sement oral açıklıkta spiral şekilde, sperm kitlesinde de spermatozoaların demetler halinde olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.39). Spermatangiaları saran zarın kitin yapıda olması spermatozoonların dış ortamdan etkilenmelerini önlemek için geliştirilmiş bir koruma mekanizması olduğu düşünülmektedir. Spermatangiaların dış ortam ile (bursa kopulatriks içerisine açılan) bağlantısını sağlayan kuyrukların kesitlerinde spermatozoonlar gözlenmiştir (Şekil 3.39-40).



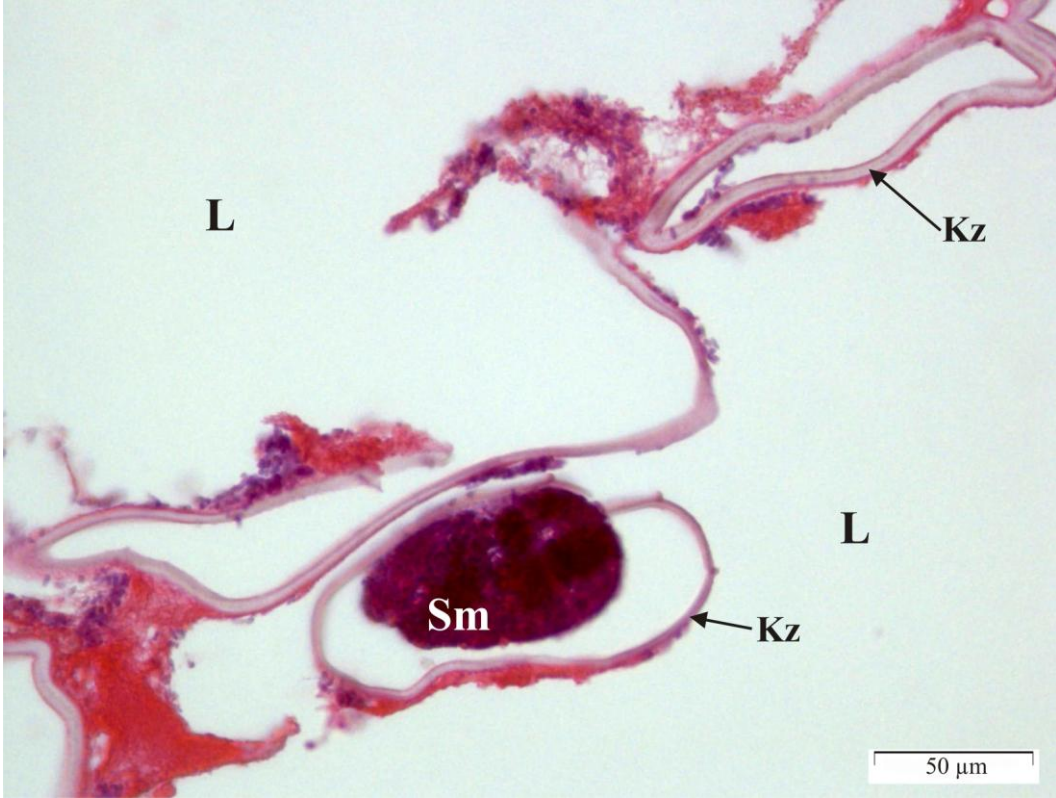
Şekil 3.37. *Sepietta oweniana* bursa kopulatriksinde spermatangiaların yapışması (Bd; bağ doku, C; sement, Ed; epitel doku, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)



Şekil 3.38. *Sepietta oweniana*'da bursa kopulatriks epitel doku hücreleri (Bd; bağ doku, Ed; epitel doku, Gh; goblet hücreleri, L; lümen) (PAS) (40X)



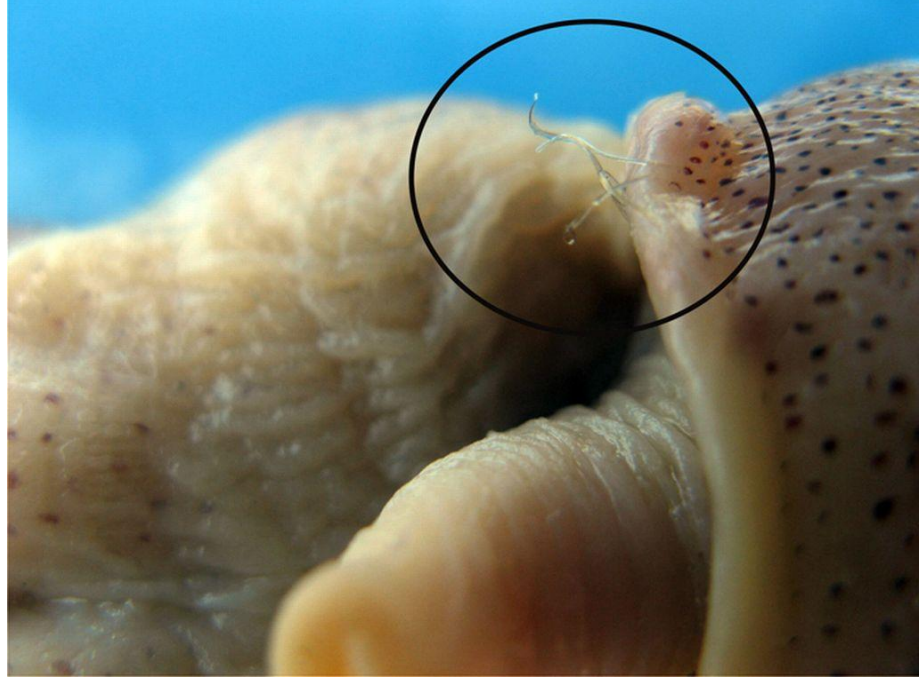
Şekil 3.39. *Sepietta oweniana*'da spermatangia kuyruk boyuna kesiti (Bd; bağ doku, C;sement, Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (20X)



Şekil 3.40. *Sepietta oweniana*'da spermatangia kuyruk enine kesiti (Kz; kitin zar, L; lümen, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (40X)

Rossinae subfamilyasına ait türler;

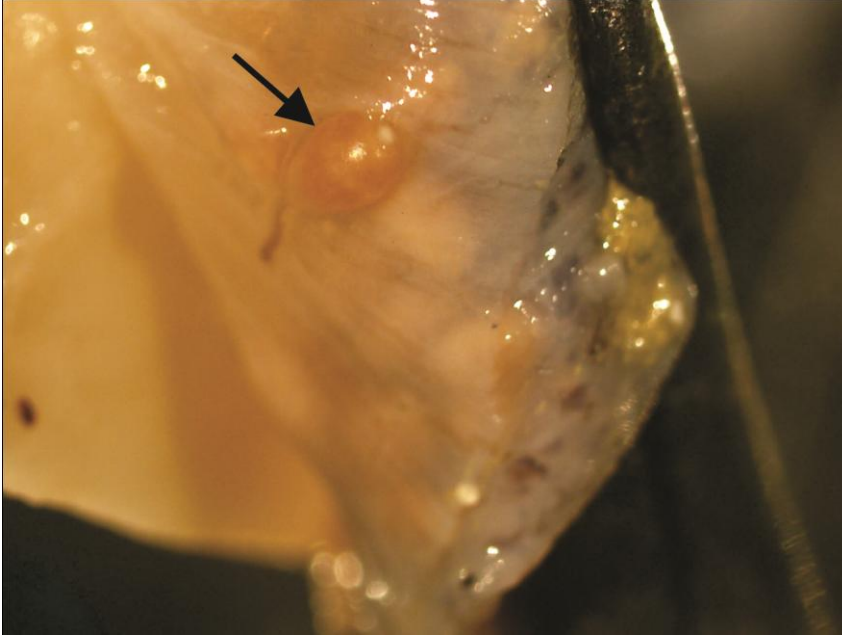
Rossinae subfamilyasının özellikleri arasında bu familyaya ait bireylerde spermatangia rezervuarı olarak bursa kopulatriks olmadığından *Rossia macrosoma* ve *Neorossia caroli* türlerinin erkek bireyleri hektokotil ile spermatangiaları dişi bireylerin baş, göz çevresi ve dişinin ovidukt açıklığı gibi yumuşak dokuların bulunduğu bölgelere ve genellikle ovidukt açıklığının bulunduğu vücudun sol tarafına implant etmektedir. Doku içerisine implant olan spermatangialardan dış ortama bağlantı kurmak için spermatangianın kuyruk kısmı ince kılcal tübül şeklinde dışarıya açılmaktadır (Şekil 3.41-43).



Şekil 3.41. *Rossia macrosoma* 'da manto kenarında implant spermatangia ve kuyrukları

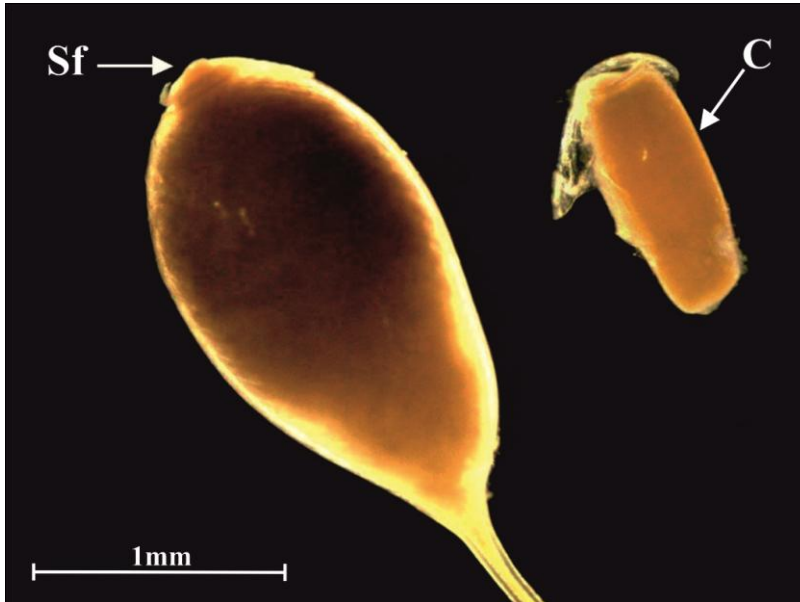


Şekil 3.42. *Neorossia caroli* 'de göz çevresinde implant spermatangia ve kuyrukları



Şekil 3.43. *Neorossia caroli*'de semi-jetatinöz doku içerisindeki implant spermatangialar

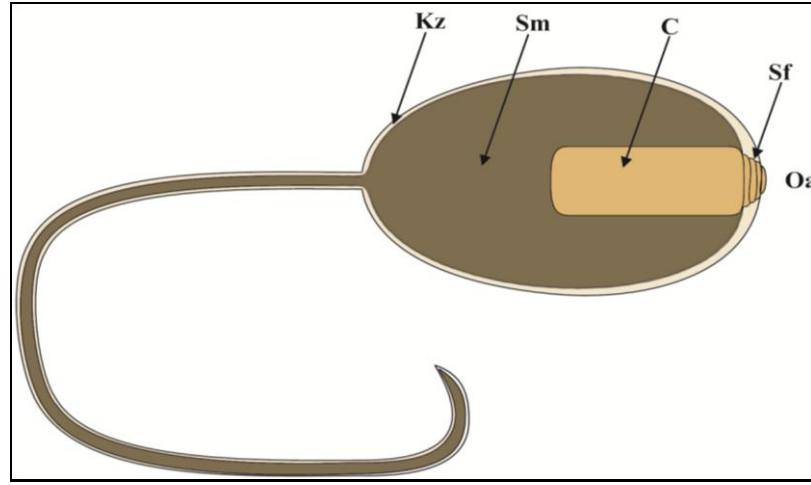
Dişi bireylerin dokularına implant edilen spermatangialar disekte edilerek binoküler altında detaylı incelendiğinde spermatangiaların genel yapı olarak baş ve kuyruk olmak üzere iki kısımdan oluştukları gözlenmiştir (Şekil 3.44).



Şekil 3.44. *Neorossia caroli*'nin spermatangiası (C; sement, Sf; spiral filament)

Spermatangianın baş kısmının oral bölgesinde etrafı sperm kütlesi ile çevrili merkezi konumlu sement, aboral kısmında ise kuyruk yer almaktadır. Spermatangianın oral kısmında sement ile bağlantılı olarak spiral filament yapı

gözlenmektedir. Spermatangianın boyu yaklaşık 2,1 mm olup, içerisinde yer alan sement ise yaklaşık 1,0 mm boyunda ve 0,4 mm eninde silindirik yapıya sahiptir (Şekil 3.45).



Şekil 3.45. *Neorossia caroli*'de spermatangia şeması (C; sement, Kz; kitin zar, Oa; oral açıklık, Sf; spiral filament, Sm; sperm kitlesi) (Salman ve Önsoy, 2014)

Rossia macrosoma:

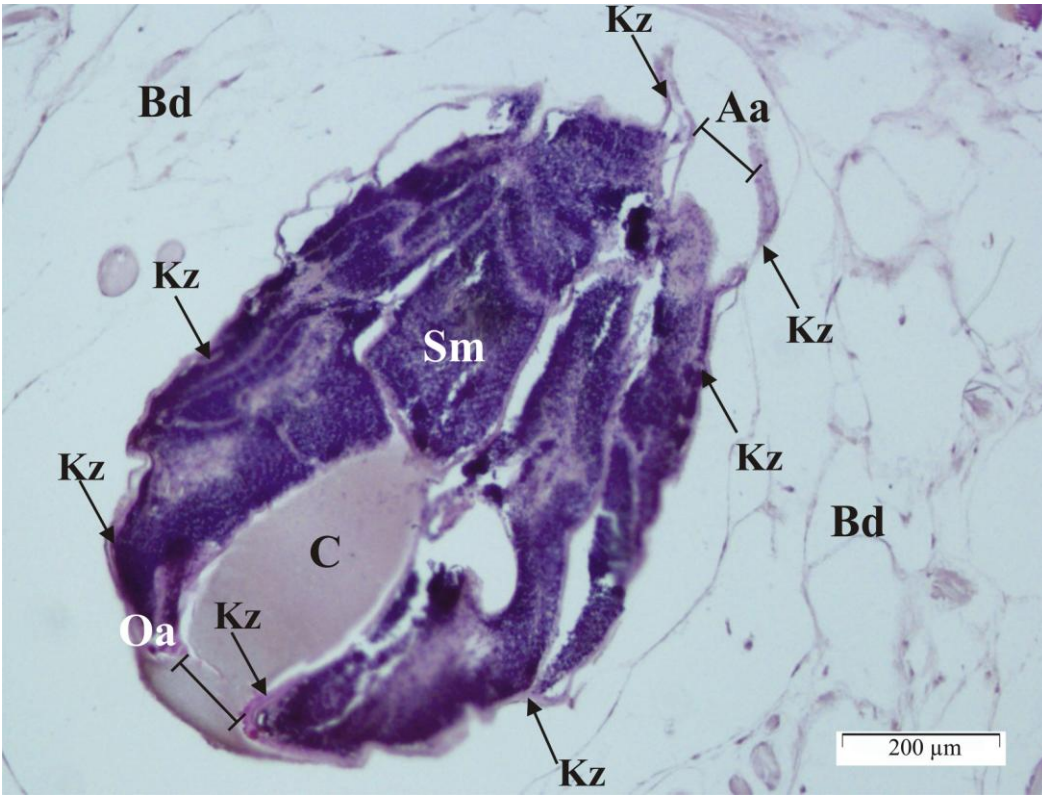
R. macrosoma dişi bireylerinin mantolarında implant halde bulunan spermatangiaların histolojik kesitlerde, spermatangianın oral açıklık, sperm kitlesi, sement ve kuyruktan (aboral bölge) meydana geldiği ve sement spermatangia içerisinde oral açıklıkta ve spermatangianın oral açıklığından dışarı çıkmış şekilde yer aldığı gözlenmiştir. Spermatangiayı dıştan kitin zar sarmaktadır. İmplantasyon sırasında spermatangiaların oral açıklığından sementin dışarıya çıkması spermatangianın semi-jelatinous dokuya yapışıp sabit bir şekilde kalmasını sağlamaktadır (Şekil 3.46).

Spermatangiaların oral açıklığında bulunan sement spermatangianın dokuya yapışmasında adeziv olarak görev aldığı düşünülmektedir. Döllenmede görev alan spermatozoalar ise spermatangianın aboral tarafında yer alan kuyruktan dış ortama (su içerisine) çıkmaktadır (Şekil 3.47).

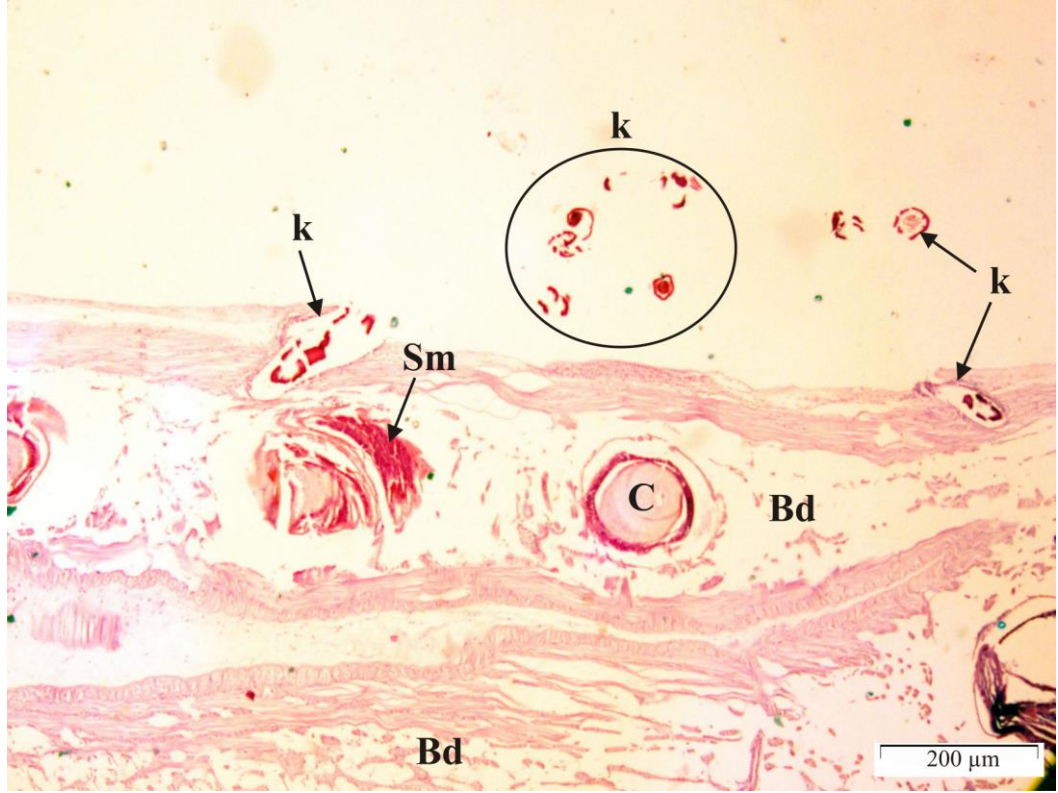
Spermatangiaların manto dokusu içerisinde dışarıya doğru uzanan kuyruk yapısı (Şekil 3.48) ve bu kuyrukların dış ortamdaki açıklıkları kesitlerde halka şeklinde gözükmemektedir (Şekil 3.48). Kuyrukların gözlenen enine kesitlerinde bazılarının boş, bazılarının içinde ise spermatozoon ve semente birlikte rastlanmıştır (Şekil 3.49).



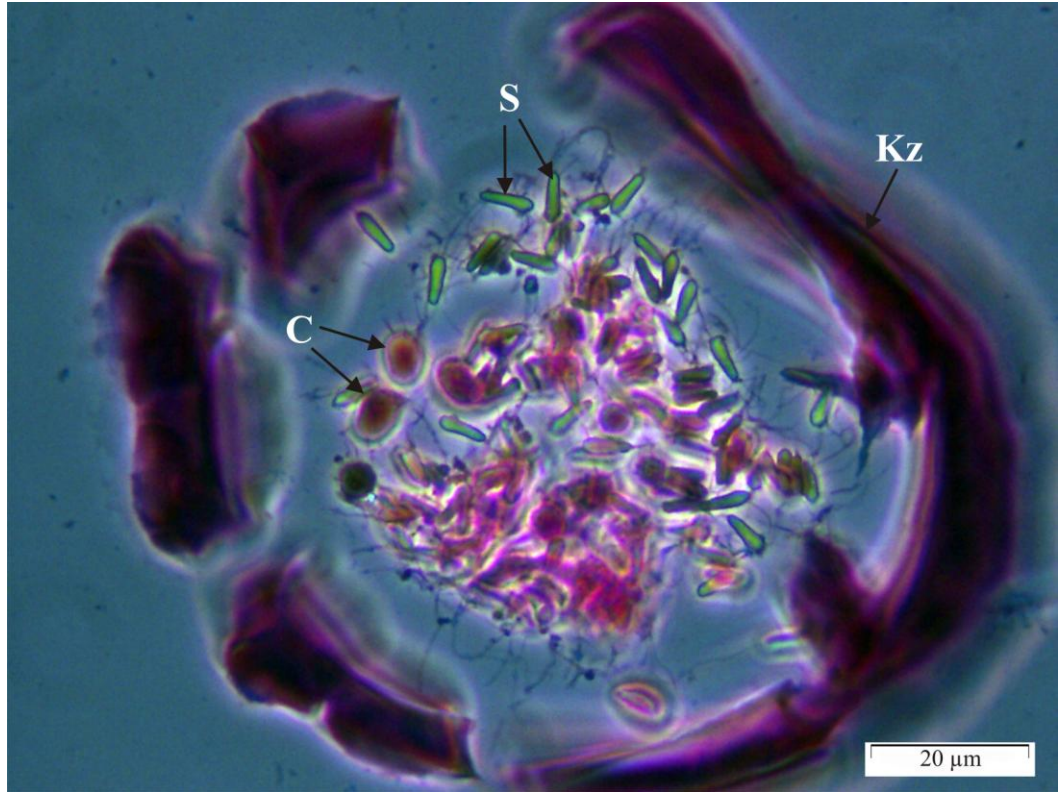
Şekil 3.46. *Rossia macrosoma*'da manto içerisindeki implant spermatangia (Aa; anal açıklık, Bd; bağ doku, C; sement, k; kuyruk, Oa; oral açıklık, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (4X)



Şekil 3.47. *Rossia macrosoma*'da implant spermatangiada sement konumu (Aa; anal açıklık, Bd; bağ doku, C; sement, Kz; kitin zar, Oa; oral açıklık, Sm; sperm kitlesi) (PAS) (10X)



Şekil 3.48. *Rossia macrosoma* manto dokusu içerisindeki implant spermatangialar ve kuyrukları (Bd; bağ doku, C; sement, k; kuyruk, Sm; sperm kitlesi) (H&E) (10X)

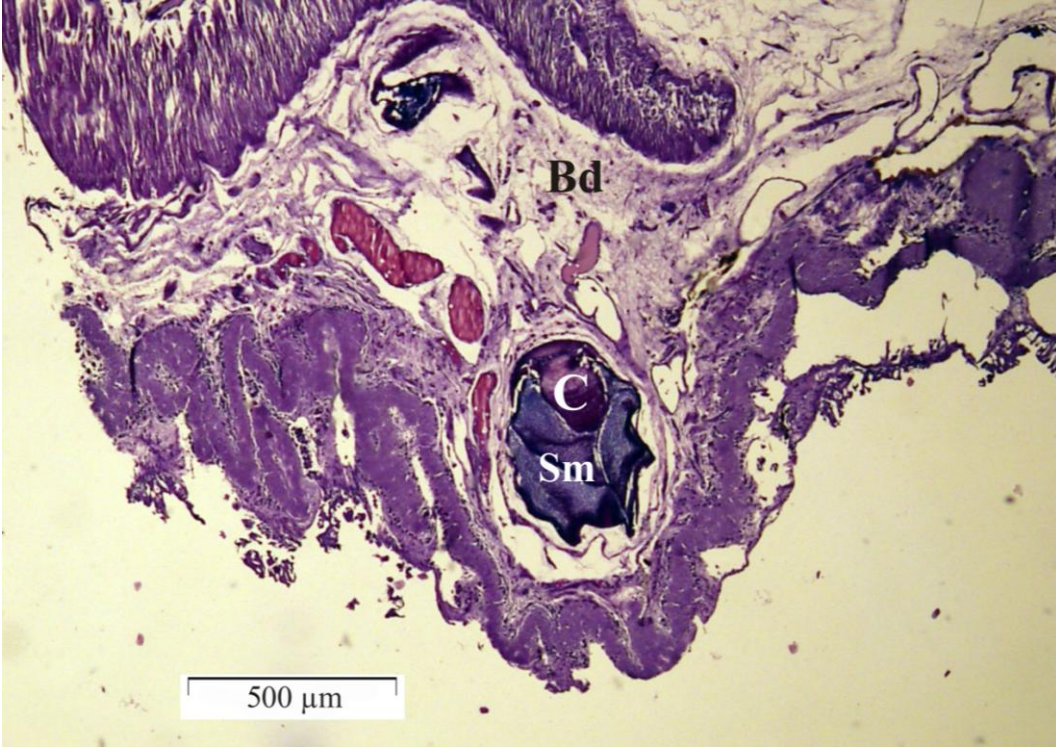


Şekil 3.49. *Rossia macrosoma*'da implant spermatangianın kuyruk enine kesiti (C; sement, Kz; kitin zar, S; spermatozoid) (H&E) (100X)

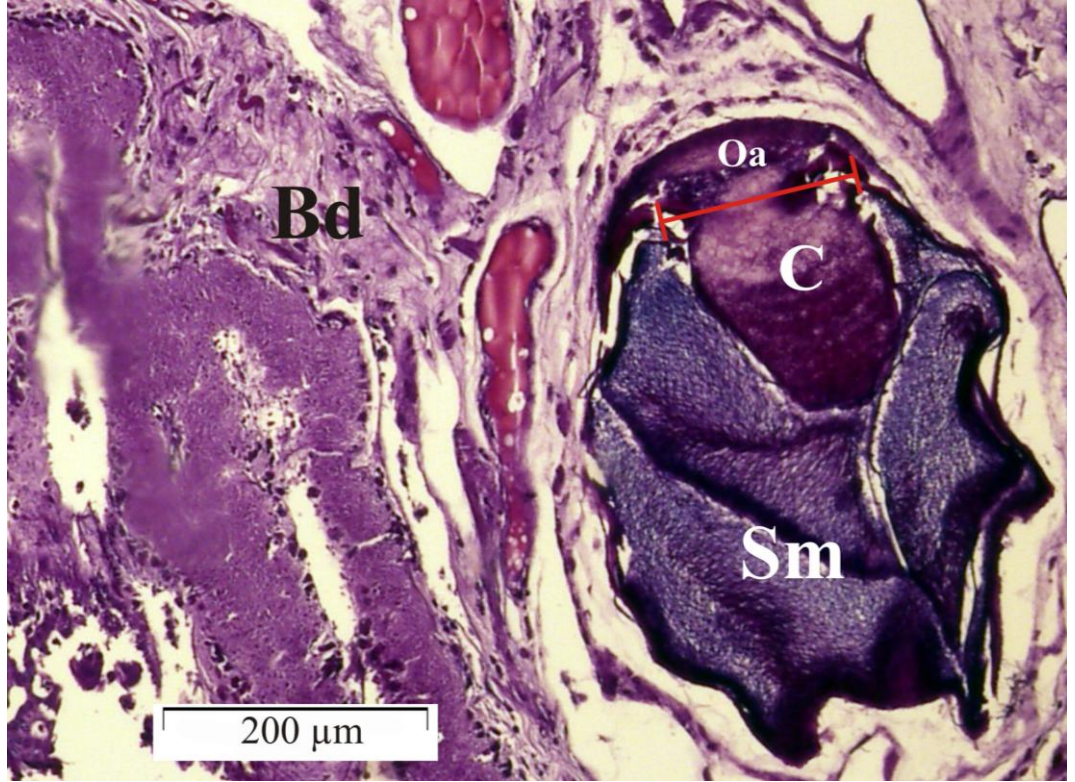
***Neorossia caroli*:**

N. caroli dişi bireylerinin mantolarında implant halde bulunan spermatangiaların kesitleri incelendiğinde, spermatangianın oral açıklık, sperm kitlesi, sement, kuyruk (aboral bölge) ve spermatangiyayı dıştan saran kitin zardan oluştuğu ve sementin spermatangianın oral açıklığında yer aldığı gözlenmiştir (Şekil 3.50). İmplantasyon sırasında sement spermatangiaların oral açıklığından dışarıya çıkarak spermatangianın semi-jelatinous dokuya yapışıp stabil şekilde kalmasını sağlamaktadır (Şekil 3.50-51). Spermatangiaların oral açıklığında bulunan sement spermatangiaların dokuya yapışması ve spermatozoonların korunmasında görev aldığı düşünülmektedir. Döllenmede görev alan spermatozoonlar ise spermatangianın aboral tarafında yer alan kuyruktan dış ortama (su içerisine) çıkmaktadır.

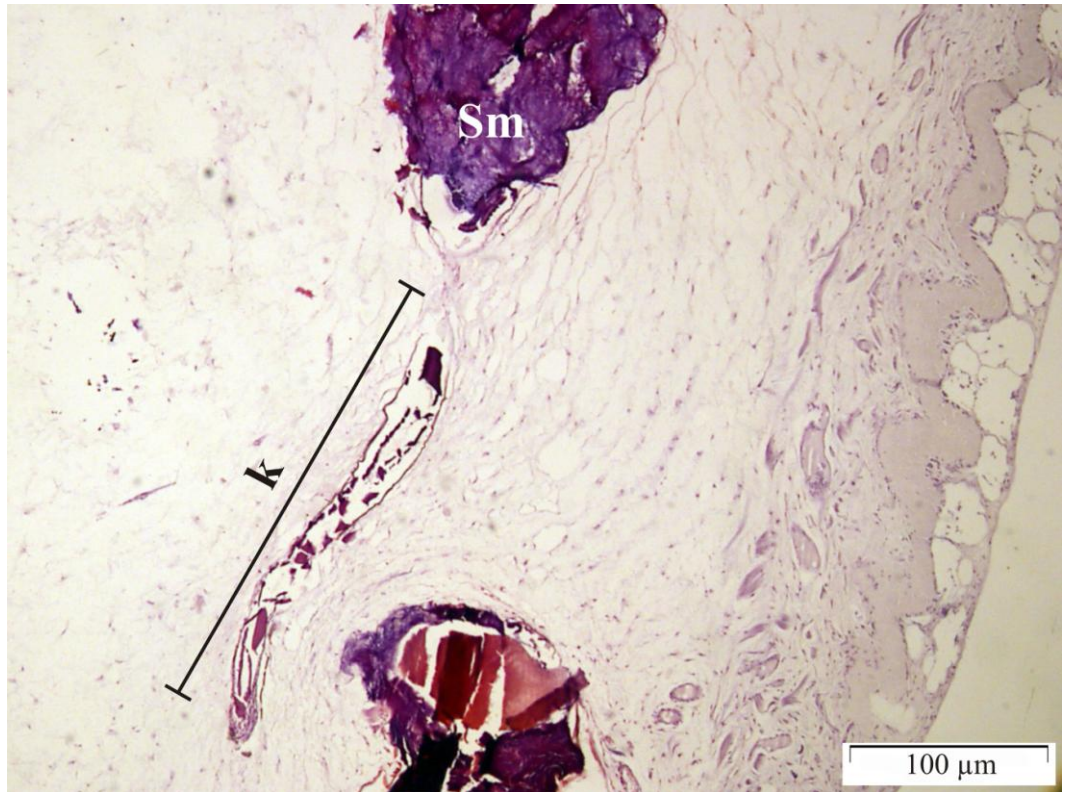
Spermatangiaların manto dokusu içerisinde dışarıya doğru uzanan boyuna kuyruk yapısı ve kuyruk içerisinde spermatozoon ve semente birlikte rastlanmıştır (Şekil 3.52).



Şekil 3.50. *Neorossia caroli*'de manto dokusu içerisindeki implant spermatangia (Bd; baş doku, C; sement, Sm; sperm kitlesi) (H&E) (4X)



Şekil 3.51. *Nerossia caroli* 'de implant spermatangia'da sement konumu (Bd; bağ doku, C; sement, Oa; oral açıklık, Sm; sperm kitlesi) (H&E) (10X)



Şekil 3.52. *Neorossia caroli* manto dokusu içerisindeki implant spermatangia ve boyuna kuyruk kesiti (k; kuyruk, Sm; sperm kitlesi) (H&E) (20X)

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Kafadanbacaklıların üreme stratejileri yaşadıkları ekolojik ortamlara göre değişkenlik göstermektedir. Bu üreme stratejileri yaşadıkları ortamların morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle yaşadıkları ortamlara adaptasyonları ve üreyebilmeleri kopulasyon organlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Kopulasyon organlarındaki değişikliklere göre de spermatofor transferinde ve implantasyonunda farklılıklar doğmaktadır (Bello, 1996; Marian, 2012b). Bu farklılıklar kafadanbacaklılar sınıfı içerisinde familyalar hatta subfamilyalar düzeyinde değişiklikler göstermektedir.

Sepiolidae familyasına ait Akdeniz’de dağılım gösteren Sepiolinae, Rossinae ve Heteroteuthinae subfamilyalarına ait türlerde yapılan çalışmalarda genel olarak araştırmacılar dişi bireyler üzerindeki spermatangiaların konumlarını belirtmiştir (Bello, 1995; Boletzky, 1983; Cuccu et al., 2011; Gabel-Deickert, 1995; Hoving et al., 2008b, 2009; Laptikhovsky et. al., 2008; Mangold-Wirz, 1963; Reid, 1991; Salman, 1998, 2011, 2014; Salman ve Önsoy, 2004; Villanueva and Sanchez, 1993; Yau and Boyle, 1996; Zumholz and Frandsen, 2006).

Sepiolinae subfamilyasına ait türlerden, *Sepiola affinis* (Bello, 1995; Gabel-Deickert, 1995), *Sepiola rondeleti* (Bello, 1995; Gabel-Deickert, 1995), *Sepiola intermedia* (Gabel-Deickert, 1995; Salman ve Önsoy, 2004; Salman, 2014), *Sepiola robusta* (Boletzky, 1983; Gabel-Deickert, 1995; Salman ve Önsoy, 2004) *Sepiola atlantica* (Yau and Boyle, 1996), *Sepiola steenstrupiana* (Salman ve Önsoy, 2004), *Sepietta oweniana* (Mangold-Wirz, 1963; Gabel-Deickert, 1995; Salman, 1998) ve *Sepietta obscura* (Bello, 1995; Gabel-Deickert, 1995)’da spermatangiaların dişi bireylerin bursa kopulatrikslerine implant ettikleri rapor edilmiştir.

Heteroteuthinae subfamilyasına ait *Heteroteuthis dispar* türünde erkek bireyler spermatangialarını dişi bireylerde bulunan seminal reseptakle adı verilen modifiye olmuş dokulara implant edildiği Hoving et al. (2008b) tarafından belirtilmiştir. Villanueva and Sanchez (1993) Heteroteuthinae subfamilyası üyesi olan *Stoloteuthis leucoptera* türünde spermatangiaların dişi bireylerin baş ve kollarına implant edildiğini rapor etmiştir.

Rossinae subfamilyasında ise spermatangialar dişi bireylerde; *Semirossia patagonica*’da (Laptikhovsky et al., 2008) ovidukt açıklığının etrafına, *Neorossia*

caroli'de (Reid, 1991; Cuccu et al., 2007; Salman, 2011) manto üzerine ovidukt açıklığı etrafına, *Rossia moelleri*'de (Zumholz and Frandsen, 2006; Hoving et al., 2009) baş ve manto üzerine, *Rossia macrosoma* 'da (Mangold-Wirz, 1963; Gabel-Deickert, 1995) ovikdukt etrafına, baş ve manto üzerine implant edildiğini belirtilmişlerdir.

Bu çalışmada incelenen ve Akdeniz'de dağılım gösteren dokuz Sepiolidae türü, daha önce yapılan çalışmalar temel alınarak Sepiolinae ve Rossianae subfamilyalarına ait üreme stratejileri de göz önünde bulundurularak subfamilyalar şeklinde ayrılmıştır.

Çalışmada disekte edilen Sepiolinae subfamilyasına ait *Sepiola intermedia*, *S. rondeleti*, *S. robusta*, *S. steenstrupiana*, *Rondelotiola minor*, *Sepietta neglecta* ve *S. oweniana* türlerinde erkek bireylerin spermatangiaları dişi bireylerin bursa kopulatrikslerinde implant halde gözlenmiştir. Sepiolidae familyasına ait incelenen ikinci subfamilya olan Rossinae'ye ait türlerden *Rossia macrosoma* ve *Neorossia caroli*'de ise spermatangialar dişi bireylerin vücudunun ovidukt açıklığının bulunduğu sol tarafındaki, göz kenarındaki ve mantonun ventro lateral sol tarafındaki, semi-jelatinöz dokusu içerisine olmak üzere vücutlarının farklı bölgelerine implant edildiği gözlenmiştir. İncelenen *Rossia macrosoma* ve *Neorossia caroli* türlerinde manto üzerine implant edilen spermatangia yapılarının benzer olduğu kanısına varılmıştır.

Marian (2014)'a göre spermatoforların dişi bireylerdeki implant yerlerine göre 3 tip penetrasyon mekanizması olduğuna işaret etmiştir. Bu penetrasyon mekanizmaları, örneğin kalamarlar ve Sepiolidlerde yani Decapodiform'larda gerçekleşen 1-süperfisial veya shallow (yüzeysel), 2- derin veya intradermal, 3- Incirrata ahtapotlarda gözlenen plugged (ovidukal bez içerisine dolgu şeklinde yerleşme) implantasyon olarak adlandırılmaktadır. Yüzeysel implantasyonda spermatangia dişi bireyin vücuduna yüzeysel olarak sement ve adezif yapılarla yapışmaktadır. Bu tip implantasyon Decapodiformes gruplarından Loliginidlerde, Ommastrephidlerde, Sepiidlerde gözlenmektedir. İntradermal implantasyonda ise spermatangia dişi bireyin dokularına kendiliğinden penetre olarak gömülmektedir. Bu implantasyon stratejisine bazı derin deniz ve oseanik türlerde (Hoving et al., 2008a; Nesis et al., 1998) ayrıca bazı Sepiolidlerde (Hoving et al., 2009) rastlanmaktadır.

Son yıllarda araştırmacılar intradermal implantasyon üzerine odaklanıp çalışmalar yapmışlardır (Nesis et al., 1998; Jackson and Jackson, 2004; Hoving and Laptikhovsky, 2007; Hoving et al., 2008a, 2009). Bu çalışmalar, oseanik Decapodiformlarda sperm transferi konusunda büyük ilerlemeler sağlamasına rağmen, intradermal implantasyon sürecinin nasıl gerçekleştiğine tam olarak yanıt vermemektedir. Dolayısıyla bu güne kadar yapılan çalışmalar kısmen yetersiz kalmaktadır ve tam anlamıyla kabul görmemişlerdir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda intradermal implantasyonu açıklayabilmek için araştırmacılar tarafından bazı hipotezler öne sürülmüştür. Bu hipotezlerden ilki terminal organ (penis) hidrolik pompa görevi üstlenerek spermatangiyayı dişi bireyin dokularına sokmasıdır. Özellikle bu türlerde penis olarak adlandırılan organ yeterince uzundur (Norman and Lu, 1997; Jackson and O'Shea, 2003; Jackson and Jackson, 2004). İkinci hipotez ise, implantasyon esnasında erkek bireylerin dişleri, tentaküllerinde yer alan kancaları ve vantuzları ana rolü üstlenmektedir. İmplantasyon öncesinde erkek birey dişi bireyin mantosunu kancaları ve dişleri ile keserek spermatangiyayı yerleştirmektedir (Nesis, 1995; Nesis et al., 1998). Bu iki hipotezle birlikte Hoving et al. (2010) spermatangianın impanlasyonu esnasında dokuda yaraların ve kesiklerin olmasının spermatangianın dokuya girmesi için bir ön koşul olmadığını, implantasyon esnasında oluşabileceklerini düşünmektedirler. Hoving and Laptikhovsky (2007)'in ve Hoving et al. (2009) yaptıkları çalışmalarda spermatoforun dişi bireylerin dokusuna kendiliğinden girebildiğine işaret edilmiştir. Üçüncü hipotezde, spermatoforun doku içerisine penetrasyonu esnasında kimyasal (sement içindeki proteolitik enzimler) maddelerin rol aldığı savunulmaktadır (Nesis et al., 1998; Hoving et al., 2009). Halen implantasyonun nasıl gerçekleştiğine dair yeni bir kanıt ortaya konmamıştır.

Marian (2012b)'a göre doku delinmeleri yalnızca histolitik maddeler sayesinde gerçekleşmemektedir. Hoving and Laptikhovsky (2007)'in, Hoving et al. (2009) ve Marian (2012a)'nın yaptıkları çalışmalarda teorik olarak spermatofor içerisinde mevcut olan histolitik enzimler dokuya penetrasyonu kolaylaştırmakta ve penetrasyon süresi oldukça kısa sürmektedir. Marian (2012b) intradermal implantasyon mekaniği ile ilgili öne sürülen üç hipotezin tek başlarına tamamen geçerli olmadığını öne sürmüştür.

Marian (2012b)'nın dördüncü teorik modeline göre spermatangianın dişi dokularına implantasyonunda spermatoforun yapısında bulunan ejakulatör aparat

tübünde yer alan spiral filament (spiral halka) ve spiral filament üzerinde yer alan yıldız şekilli histolitik maddeler görev almaktadır. Spermatofor içerisindeki histolitik maddelerin kaynağı olarak sement işaret edilmekte ve bu maddeler enzimatik ve aşındırıcı olarak belirtilmektedir. Ayrıca araştırmacı, yüzeysel ve intradermal implantasyon mekanizmalarının aynı şekilde gerçekleştiğini ifade etmiştir.

Bu çalışmadaki Sepiolinae subfamilyasına ait *Sepiola intermedia*, *S. rondeleti*, *S. robusta*, *S. steenstrupiana*, *Rondeletiola minor*, *Sepiatta neglecta* ve *S. oweniana* türlerinde ise Marian (2014)'nın yaptığı çalışmasındaki şemaya göre spermatangiaların dişi bireylerin bursa kopulatriks içerisine yüzeysel implant olduğu düşünülmektedir. İncelenen Sepiolinae subfamilyasına ait türlerde spermatangiaların implantı organ içerisindeymiş gibi gözükmesine rağmen, yapılan histolojik çalışmalar sonucunda spermatangianın sadece bursa kopulatriks lümenini saran epitel dokuyu parçalayıp yapışması ve kopulatriks lümeninde gözlenmesi nedeniyle yüzeysel implantasyon olarak adlandırılabilir.

İncelenen türlerden Sepiolinae subfamilyasına ait *Sepiola steenstrupiana*, *S. rondeleti*, *S. intermedia*, *S. robusta*, *Sepiatta neglecta*, *S. oweniana* ve *Rondeletiola minor*'da manto boşluğu içerisinde yer alan bursa kopulatriksin incelenen tüm türlerde aynı fonksiyonu üstlenmesine rağmen büyüklüğü ve manto içerisindeki konumu yönünden farklılık göstermektedir. Bursa kopulatriksin şekli ve büyüklüğü türler için sistematikte ayırt edici bir özellik olmasının yanı sıra, yapılan bu histolojik çalışmada tüm türlerin bursa kopulatrikslerinin aynı doku organizasyonuna (epitel, bağ ve kas doku) sahip oldukları ve histolojik yapılarının tamamen birbirlerine benzer olduğu kanısına varılmıştır. Bursa kopulatriksin lümenini saran epitel dokunun içerdiği goblet hücrelerinin varlığı Sepiolinae subfamilyasında spermatangiaların implant şeklinin Rossinae subfamilyasına göre farklı olduğunu düşündürmektedir.

Sepiolinae subfamilyasına ait dişi bireylerin bursa kopulatrikslerine implante edilen spermatangiaların goblet hücrelerinin salgıladığı mukus ile bursa kopulatriksin epitel dokusunu parçalayarak lümen boşluğuna askıda gibi tutundukları gözlenmiştir. İmplant edilen spermatangiaların histolojik kesitlerinde sementin spermatangianın oral kısmında spiral şekilde konumlanmakta ve oral açıklıktan dışarıya çıkmadığı gözlenmiştir. Salman (2014)'nın *Sepiola intermedia* üzerine yaptığı çalışmada bursa kopulatriks içerisinde yer alan spermatangiaların

oral açıklıklarının olduğuna işaret edilmiş ama oral açıklıktan bursa kopulatriks lümenine sement çıkışı gözlenmediğini belirtmiştir. Bu iki bulgu göz önünde bulundurularak bu çalışmada yer alan Sepiolinae subfamilyası üyelerinde penetrasyonda goblet hücrelerinin mukusunun görev aldığı kanısına varılmıştır. Kalamarlardan Idiosepiidae familyasına ait *Idiosepius paradoxus* (Sato et al., 2010) türünde dişi bireylerin spermatozoon rezervuarı olan bukkal membranına açılan seminal reseptakül içerisinde yer alan goblet hücrelerinin mukus ile spermatozoonları immobilize ettiği ve besin sağladığına işaret edilmiştir. Bu çalışmada da bursa kopulatriks içerisinde spermatangiaların stabil kalmasını ve korunmasını mukus salgılayan goblet hücrelerinin sağladığı düşünülmektedir. *Idiosepius paradoxus* (Sato et al., 2010) ve Sepiolinae subfamilyasındaki türlerde spermatangia rezervuar görevi üstlenen bursa kopulatrikstekki goblet hücrelerinin fonksiyonlarının aynı olabileceği tahmin edilmektedir.

Marian (2014)'nın yaptığı çalışmaya göre, bu çalışmada yer alan Rossinae subfamilyasına ait türlerden *Rossia macrosoma* ve *Neorossia caroli* 'de spermatangialar dişi bireylerdeki implant şeklinin intradermal implantasyon olduğunu belirtmiştir.

Intradermal implantasyonda spermatangia dişi bireyin dokuları içerisine gömülmektedir. Bu çalışmada incelen *Rossia macrosoma* ve *Neorossia caroli* 'de spermatangiumların dişi bireylerde semi-jelatinous doku içerisinde konumlandığı gözlenmiş olup *Rossia moelleri* (Hoving et al., 2009) ile benzerlik göstermektedir. *Rossia macrosoma* ve *Neorossia caroli* 'nin spermatangiasının oral kısmında gözlenen spiral filament, histolojik kesitlerde gözlenmemektedir.

Rossinae'de daha önce *Rossia moelleri* (Hoving et al., 2009) ve bu çalışmada incelenen *Rossia macrosoma* ve *Neorossia caroli* de dahil olmak üzere üç türde de spermatangiaların morfolojik yapısının Teuthoidlerden farklı olduğu gözlenmiştir. Loliginidlerdeki spermatoforların aboral kısımdaki sementin yapışkan bir madde içermesinden dolayı spermatangiaların dişinin vücuduna tutunabildiği Drew (1919) tarafından rapor edilmiştir. *Loligo peali* 'de (Drew, 1919) implantasyon yüzeysel tip olarak gerçekleşmektedir. Özellikle Teuthoidlerden *Octopoteuthis sicula* (Hoving et al., 2008a), ve *Taningia danae* (Hoving et al., 2010)'de spermatangiaların aboral kısmında yer alan çapa şeklindeki yapı *Rossia macrosoma*, *Neorossia caroli* ve *Rossia moelleri* (Hoving et al. 2009) türlerinde de gözlenmemiştir. Bu yapının Teuthoidlerde

spermatangianın dokuya penetrasyonu sırasında sementin aboral kısımda konumlanan çapa şeklindeki yapıdan dışarı atılarak dokuda lysis yapmasında kullanıldığı, bunun aksine çapa şeklindeki yapı bulunmayan bu çalışmada yer alan Rossiinae subfamilyası üyelerinde (*Neorossia caroli* ve *Rossia macrosoma*) spermatangiaların oral kısmında bulunan spiral flament penetrasyonu sağlanmakta ve spermatangiaların histolojik kesitlerine gözlenen oral açıklıkta bulunan sement sayesinde de dokuya yapışıp implant olması gözlenmiştir.

Bu çalışmadaki Sepiolinae ve Rossiinae subfamilyalarında spermatangiaların implantasyonları farklı olarak gerçekleşmektedir. Sepiolinae subfamilyasında spermatangiaların bursa kopulatrikse implantlarında epitel dokuve goblet hücreleri rol alırken, Rossiinae subfamilyasında sementin semi-jelatinous dokuya yapışma görevini üstlendiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, Sepiolinae ve Rossiinae subfamilyalarında spermatangiaların implantasyon konumları farklılık göstermektedir. İmplantasyon konumlarında gözlenen bu farklılığın spermatangiaların farklı morfolojilerinden meydana geldiğinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Morfolojik özellikler olarak Sepiolinae subfamilyasında sement yapı spermatangianın dışına çıkmazken Rossiinae subfamilyasında sement yapı spermatangianın oral kısmından dışarıya çıkmaktadır. Bu morfolojik farklılık ve penetrasyon alanlarına göre implantasyon mekanizmalarından hangisi olabileceğine ışık tutmaktadır. Sepiolinae subfamilyasında implantasyon şeklinin yüzeysel, Rossiinae subfamilyasında ise intradermal tipte olması spermatangiaların morfolojik yapılarından kaynaklanmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Bello, G., 1995.** A key for the identification of the Mediterranean Sepiolid (Mollusca: Cephalopoda). *Bull.Inst. Oceanogr.*: 41-55 pp.
- Bello, G., 1996.** Biodiversity of Mediterranean Benthic Cephalopods. *Biol. Mar. Medit.*, 3(1): 88-93 pp.
- Boletzky, Sv., 1983.** *Sepiolo robusta*. In Boyle PR (ed) Cephalopod life cycles. Academic Pres, London, 53-67 pp.
- Cuccu, D., Mereu, M., Cannas, R., Follesa M.C., Cau, A. and Jereb, P., 2007.** Egg clutch, sperm reservoirs and fecundity of *Neorossia caroli* (Cephalopoda: Sepiolidae) from the southern Sardinian Sea (western Mediterranean). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 87: 971-976 pp.
- Cuccu, D., Mereu, M., Masala, P., Cau, A. and Jereb, P., 2011.** Male reproductive system in *Neorossia caroli* (Joubin 1902) (Cephalopoda: Sepiolidae) from Sardinian waters (western Mediterranean Sea). *Invertebrate Reproduction & Development*, 55-1: 16-21 pp.
- Drew, G. A. 1919.** Sexual activities of the squid *Loligo pealeii* (Les.). II. The spermatophore; its structure, ejaculation and formation. *J. Morphol.*, 32: 379-435 pp.
- Gabel-Deickert, A., 1995.** Reproductive patterns in *Sepiolo affinis* and other Sepiolidae (Mollusca, Cephalopoda). *Bull. Inst.Oceanogr.*16: 73-83 pp.
- Hoving, H.J.T. and Laptikhovsky, V., 2007.** Getting Under the Skin: Autonomous Implantation of Squid Spermatophores, *Biol. Bull.* 212: 177-179 pp.
- Hoving H.J.T., Laptikhovsky, V., Piatkowski, U. and Önsoy, B., 2008b.** Reproduction in *Heteroteuthis dispar* (Rüppell, 1844) (Mollusca:Cephalopoda): A sepiolid reproductive adaptation to an oceanic life style. *Mar.Biol.*, 154: 219-230 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hoving, H.J.T., Lipinski, M.R. and Videler J.J., 2008a.** Reproductive system and the spermatophoric reaction of the mesopelagic squid *Octopoteuthis sicula* (Rüppell 1844) (Cephalopoda: Octopteuthidae) from southern African waters, *African Journal of Marine Science*, 30(3): 603-612 pp.
- Hoving, H.J.T., Nauwelaerts, S., Van Gene, S., Stamhuis, E.J. and Zumholz, K., 2009.** Spermatophore implantation in *Rossia moelleri* Stenstrup, 1856 (Sepiolidae; Cephalopoda), *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 372: 75-81 pp.
- Hoving, H.J.T., Lipinski, M.R, Videler, J.J. and Bolstad, K.S.R., 2010.** Sperm storage and mating in the deep-sea squid *Taningia danae* Joubin, 1931 (Oegopsida:Octopoteuthidae), *Mar.Biol*, 157: 393-400 pp.
- Jackson, G.D. and Jackson, C.H., 2004.** Mating and spermatophore placement in the onychoteuthid squid *Moroteuthis ingens*, *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 84: 783-784 pp.
- Jackson, G.D. and O'Shea, S., 2003.** Unique hooks in the male scaled squid *Lepidoteuthis grimaldi*. *J. Mar. Bio. Ass. U.K.*, 84: 783-784 pp.
- Laptikhovsky, V.V., Nigmatullin, C., Hoving, H.J.T., Onsoy, B., Salman, A., Zumholz, K. and Shevtsov, G.A., 2008.** Reproductive strategies in female polar and deep-sea bobtail squid genera *Rossia* and *Neorossia* (Cephalopoda:Sepiolidae). *Polar Biol*, 31(12): 1499-1507 pp.
- Mangold-Wirz, K., 1963.** Contribution a l'etude de *Rossia caroli* Joubin. *Vie. Milieu*. 14: 205-224 pp.
- Mann, T., Martin, A.W. and Thiersch. J.B., 1970.** Male reproductive tract, spermatophores and spermatophoric reaction in the giant octopus of the North Pacific, *Octopus dofleini martini*. *Proceedings of the Royal Society, Ser. B*, 175: 31-61pp.
- Marian, J.E.A.R., 2012a.** Spermatophoric reaction reappraised: Novel insights into the functioning of the loliginid spermatophore based on *Doryteuthis plei* (Mollusca: Cephalopoda). *Journal of Morphology*, 273: 248-278 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Marian, J.E.A.R., 2012b.** A model to explain spermatophore implantation in cephalopods (Mollusca:Cephalopoda) and a discussion on its evolutionary origins and significance. *Biological Journal of the Linnean Society*, 105: 711-726 pp.
- Marian, J.E.A.R., 2014.** Evolution of spermatophore transfer mechanisms in cephalopods. *Journal of Natural History*, 49: 1-33 pp.
- Nesis, K.N., 1995.** Mating, spawning and death in oceanic cephalopod:a review. *Ruthenica*, 6(1): 23-64 pp.
- Nesis, K., N., Nigmatullin, Ch.M. and Nikitina, I.V., 1998.** Spent females of deepwater squid *Galiteuthis glacialis* under the ice at the surface of the Weddel Sea (Antartic). *J.Zool.Lond.*, 244: 185-200 pp.
- Norman, M. and Lu, C.C., 1997.** Sex in giant squid. *Nature*, 389: 683-684 pp.
- Öber, A., 2004.** Zoolojide Laboratuar Tekniği, Ege Üniversitesi Basımevi, Fen Fakültesi Yayınları No:185, Bornova-İzmir.
- Öztürk, B., Doğan, A., Bitlis-Bakır, B. and Salman, A., 2014.** Marine molluscs of the Turkish coasts:an updated checklist. *Turk. J. Zool.*, 38: 832-879
- Presnell, J.K. and Schreibman, M.P., 1997.** Humason's Animal Tissue Techniques, 5th edn, Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- Racovitza, E.G., 1894.** Notes de biologie. III. Moeurs et reproduction de la *Rossia macrosoma* (D.Ch.). *Archives de Zoologie Experimentale et Generale*, 2: 491-539 pp.
- Reid, A., 1991.** Taxonomic review of the Australian Rossiinae (Cephalopoda: Sepiolidae), with a description of a new species, *Neorossia leptodons*, and redescription of *N. caroli* (Joubin, 1902). *Bull. Mar. Sci.*, 49 (3): 748-831 pp.
- Reid, A. and Jereb P., 2005.** Family Sepiolidae Leach, 1817. In: Jereb P. and Roper CFE. (eds.). Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Chambered Nautilus and Sepioids (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*Rome, FAO, 1(4): 153-203 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Salman, A., 1998.** Reproductive biology of *Seppietta oweniana* (Pfeffer, 1908) (Sepiolidae:Cephalopoda) in the Aegean Sea. *Sci. Mar.*, 62(4): 379-383 pp.
- Salman, A., 2011.** Reproductive biology of *Neorossia caroli* (Cephalopoda: Sepiolidae) in the Aegean Sea. *Sci. Mar.*, 75 (1): 9-15 pp.
- Salman, A., 2014.** Reproductive Biology of *Sepiola intermedia* (Sepiolidae: Cephalopoda) in the Aegean Sea, Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14: 777-784 pp.
- Salman, A., Katagan,T. ve Benli, H. A., 1998.** Türkiye kafadanbacaklıları (Classis:Cephalopoda) ve Kafadanbacaklı Yetiştiriciliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bodrum, Seri A No: 12, 159 s.
- Salman, A. and Önsoy, B., 2004.** Analysis of fecundity of some bobtail squids of the genus *Sepiola* (Cephalopoda:Sepiolidae) in the Aegean Sea (eastern Mediterranean). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 84: 781-782 pp.
- Salaman, A. and Önsoy,B., 2010.** Reproductive biology of the Bobtail Squid *Rossia macrosoma* (Cephalopoda: Sepiolidea) from the Eastern Mediterranean. *Tr. J. Fish Aquat. Sci.*, 10: 81-86 pp.
- Sato, N., Kasugai, T., Ikeda, Y. and Munehara, H., 2010.** Structure of the seminal receptacle and sperm storage in the Japanese pygmy squid. *Journal of Zoology*, 282(3): 151-156 pp.
- Takahama, H., Kinoshita, T., Sato, M. and Sasaki, F., 1991.** Fine structure of the spermatophores and their ejaculated forms, sperm reservoirs, of the japanese common squid, *Todarodes pacificus*. *Journal of Morphology*, 207: 241-251 pp.
- Villaneueva, R. and P. Sánchez. 1993.** Cephalopods of the Benguela Current off Namibia: new additions and considerations in the genus *Lycoteuthis*. *J. Nat. Hist.*, 27: 15-46 pp.
- Weill, R., 1927.** Recherches sur la structure, la valeur systematique et le fonctionnement du spermatophore de *Sepiola atlantica* d'Orb. *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique*, 61: 59-92 pp.

- Yau, C. and Boyle, P.R., 1996.** Ecology of *Sepiola atlantica* (Mollusca:Cephalopoda) in the shallow sublittoral zone. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 76: 733-748 pp.
- Zumholz, K. and Frandsen, R.P, 2006.** New information on the lifehistory of cephalopods off west Greenland. *Polar Biol.*, 29: 169-178 pp.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Meryem AKALIN
 Doğum Yeri ve Yılı : Lefkoşa, 17.12.1984
 Uyuşu : Türkiye Cumhuriyeti
 Medeni Hali : Evli ve bir kız annesi
 Yabancı Dili : İngilizce

Öğrenim Durumu

Lise :2001, 20 Temmuz Fen Lisesi, Lefkoşa
Üniversite :2001-2006, E.Ü. Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji
 Anabilim Dalı, Bornova, İzmir
Yüksek Lisans:2007-2008, E.Ü. Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji
 Anabilim Dalı, Bornova, İzmir
Doktora :2008-2015, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü,
 Bornova, İzmir

Makale:

- ✓ Akalin, M., Öber, A., Turgay İzzetoğlu, G., 2009, Bombyx mori (Lepidoptera; Bombycidae)'de besin stresine bağlı gelişim, BİBAD, 2 (1);1-5
- ✓ Salman A., Akalin M., 2012, A Rare Pelagic Cephalopod Ocythoe tuberculata (Octopoda: Argonautidae): The Record Fecundity for Octopoda and New Data on Morphometry, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12: 339-344
- ✓ Dursun D., Eronat E.G.T., Akalin M., Salman A., 2013, Reproductive biology of pink cuttlefish *Sepia orbignyana* in the Aegean Sea (eastern Mediterranean), Turk Journal Zoology, 37: 576-581

- ✓ Laptikhovskya V., Salman A., Önsoy B., Akalin M., Ceylan, 2014, Reproduction in rare bathyal octopods *Pteroctopus tetracirrhus* and *Scaevurgus unicirrhus* (Cephalopoda: Octopoda) in the east Mediterranean as an apparent response to extremely oligotrophic deep seas, Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research 92: 85-92

Proje Deneyimi:

- ✓ 2008-2009, İpekböceklerinde besin miktarına bağlı olarak sindirim borusunun gelişimi, Ege Üniversitesi 2008 Fen 027 no'lu Bilimsel Araştırma Projesi
- ✓ 2009-2011, İzmir Körfezinde yaygın olarak dağılım gösteren *Alloteuthis media*'nın gonad safhalarının, içerdiği yumurta gelişim düzeylerinin histolojik olarak karşılaştırılması, Ege Üniversitesi 2009 Su 031 no'lu Bilimsel Araştırma Projesi
- ✓ 2014-2017, Ege Denizi Gediz Nehir ağzındaki acı sularda dağılım gösteren yeşil yengeç'in (*Carcinus aestuarii*, Nardo 1847) biyolojisi, Ege Üniversitesi 140016 no'lu Bilimsel Araştırma Projesi

Katılan Kongreler:

- ✓ Adli Bilimlerde Güncel Gelişmeler Sempozyumu
21-25 Mart 2005, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye
- ✓ XIX. Ulusal Biyoloji Kongresi
23-27 Haziran 2008 Karadeniz Teknik Üniversitesi-Sözlü Bildiri, Trabzon, Türkiye
- ✓ XIV. Su Ürünleri Sempozyumu
25-27 Ekim 2011 Akdeniz Üniversitesi-Sözlü Bildiri, Antalya, Türkiye