

T210

+

ANTALYA KÖRFEZİ'NDE YAŞAYAN MÜREKKEP BALIĞI (*SEPIA OFFICINALIS* L. 1758)'NİN EŞEYSEL OLGUNLUK, YUMURTA VERİMİ VE MEVSİMSEL ÜREME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ**

Olgaç GÜVEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2004

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA KÖRFEZİ'NDE YAŞAYAN MÜREKKEP BALIĞI (*SEPIA OFFICINALIS* L. 1758)'NİN EŞEYSEL OLGUNLUK, YUMURTA VERİMİ VE MEVSİMSSEL ÜREME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Olgaç GÜVEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 28/09 2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (90.) not takdir edilerek Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZBAŞ M. Özas
(Danışman)

Prof. Dr. Beria FALAKALI MUTAF B. Falakali Mutaf

Prof. Dr. Mehmet ÖZ M. Öz

ÖZET

Antalya Körfezi'nde Yaşayan Mürekkep Balığı (*Sepia officinalis* L. 1758)'nın Eşeyssel Olgunluk, Yumurta Verimi ve Mevsimsel Üreme Özelliklerinin Belirlenmesi

Olgaç GÜVEN

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZBAŞ

Haziran 2004, 65 Sayfa

Bu çalışmada Antalya Körfezi'nden 1 Eylül 2002 - 23 Mart 2004 tarihleri arasında avlanan mürekkep balığı (*Sepia officinalis* L.) popülasyonuna ait bireylerin eşeyssel olgunlaşması, fekonditesi ve üreme dönemi belirlenmiştir. Avcılığın serbest olduğu dönemde örnekler Antalya Körfezi'nde avcılık yapan trol teknelerinden, yasak olduğu dönemde ise yerel balıkçılar ile işbirliği yapılarak, bizzat uzatma ağları ile avcılık yapılarak temin edilmiştir. Eylül 2002 - Mart 2004 tarihleri arasında 490 adet birey örnek alınmıştır. Örneklerin manto boyu uzunlukları dişi bireylerde 55 - 177 mm, erkek bireylerde 45 - 170 mm arasında değişmektedir. Bireylerin vücut ağırlıkları dişi bireylerde 29.7 - 652.3 g, erkeklerde ise 16.8 - 510.8 g arasında değişim göstermektedir. Dişi ve erkek bireyler için ortalama manto boyu ve vücut ağırlığı değerleri sırası ile 105 ± 1.6 mm, 174.83 ± 7.79 g ve 98.8 ± 0.15 mm, 135.46 ± 5.65 g dir. Bireylerin morfolojik karakterleri ve

gonadların histolojik incelemesi göz önünde bulundurularak her eşey için 4 er farklı olgunluk safhası tespit edilmiştir. Olgunluk safhalarının oranı ve olgunluk indeksleri değerlendirildiğinde üreme dönemi Mayıs – Ağustos ayları olarak tespit edilmiştir. Türün morfolojik özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenen eşeyssel olgunluğa ulaşmada manto boyu dişi bireyler için 66 mm, erkek bireyler için 67 mm olarak bulunmuştur. Fekondite, ovidukt ve ovaryumda bulunan olgun ve ovaryumda bulunan olgunlaşma halindeki yumurtaların sayısı belirlenerek tespit edilmiştir. Örneklerde, dişi bireylerin üreme dönemi içerisinde 50 ile 543 adet arası yumurta taşıdığı saptanmıştır. Bireylerin taşıdığı yumurtaların ortalama sayısı 183.2 ± 9.58 dır.

ANAHTAR KELİMELELER: Antalya Körfezi, mürekkep balığı, *Sepia officinalis*, yumurta verimi, mevsimsel olgunluk, üreme dönemi.

JÜRİ: Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZBAŞ
Prof. Dr. Beria FALAKALI MUTAF
Prof. Dr. Mehmet ÖZ

ABSTRACT

MATURATION, FECUNDITY AND SEASONALITY OF REPRODUCTION OF COMMON CUTTLEFISH (*SEPIA OFFICINALIS* L. 1758), IN ANTALYA BAY

Olgaç GÜVEN

M.Sc. in Engineering of Aquatic Products

Adviser: Asst. Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ

June, 2004, 65 pages

In this study maturity, fecundity and seasonality of reproduction of common cuttlefish (*Sepia officinalis* L. 1758) were studied between 1st September 2002 and 23rd March 2004, which were collected from Antalya Bay. The samples were caught by commercial bottom trawl. Between 1st April 2003 and 1st September 2003 gill nets are used according to the policy of fisheries. 490 individuals are collected during the study. The mantle lengths and total weights of common cuttlefish varied from 55 – 177 mm, 29.7 – 652.3 g for females and 45 – 170 mm, 16.8 – 510.8 g for males respectively. The mean total mantle length and body weight for females and males are 105 ± 1.6 mm, 174.83 ± 7.79 g and 98.8 ± 0.15 mm, 135.46 ± 5.65 g respectively. Four maturity stages were described using morphology and histology. Based on the proportions of each maturity stage, as well as various maturity indices, spawning was found to take place from may to august. The size at maturity for *Sepia officinalis* was 66 and 67 mm for females and males, respectively. Fecundity was estimated by counting the number of mature and maturing ova which varied from 50 to 543. Mean value of ova is 183.2 ± 9.58 .

KEYWORDS: Antalya Bay, common cuttlefish, *Sepia officinalis*,
fecundity, maturity, seasonality of reproduction.

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ
Prof. Dr. Beria FALAKALI MUTAF
Prof. Dr. Mehmet ÖZ

ÖNSÖZ

Dünyada su ürünleri üretimi, 20. yüzyıl başlarında başlayan ve günümüze kadar hızla artan teknolojik gelişimler sonucunda büyük artışlar kaydetmiştir. 1990 yılında denizlerden elde edilen toplam balıkçılık üretim miktarı 80.393.603,2 metrik ton iken, 2001 yılı itibari ile bu miktar 84.977875,8 metrik tona yükselmiştir (FAO 2004 a). Bu artışın nedeni nüfus artışına paralel olarak gıda ihtiyacının da artmasıdır. İhtiyacı karşılamaya yönelik olarak gerçekleştirilen avcılık faaliyetlerinin etkisi altında kalan balık populasyonlarının yoğunluklarında azalmalar görülmektedir. Buna karşın balıkların beslenmesinde önemli bir yere sahip olan Cephalopoda sınıfı üyeleri üzerlerindeki predatör baskısının azalmasından dolayı populasyonlarının yoğunluklarında artışlar kaydedilmiştir. Caddy ve Rodhouse (1998) yaptıkları çalışmada, balıklar üzerine gerçekleştirilen aşırı avcılık faaliyetlerinin Cephalopoda populasyonları üzerinde pozitif bir etki yarattığını belirtmişlerdir. Balık stoklarındaki azalma, tüketicileri ve dolayısı ile avcıları alternatif türlerin avcılığına yöneltmiştir. Avcılık oranlarında artış görülen alternatif gruplar arasında Cephalopodlar da yer almaktadır. 1990 yılında dünya denizlerinden elde edilen toplam Cephalopoda avcılık miktarı 2.371.064 metrik ton iken, 2001 yılında bu miktar 3.346.828 metrik tona ulaşmıştır. Türkiye’de ise 1990 yılı itibari ile avlanan toplam Cephalopoda miktarı 8,077 metrik ton iken bu miktar 2001 yılı itibari ile 2.095 metrik ton civarındadır (FAO 2004 a). 2001 yılında elde edilen avcılık miktarın 465 metrik tonunu *Sepia officinalis* türü oluşturmaktadır (FAO 2004 a). Bu çalışmada, Antalya Körfezi’nde yaşamını sürdüren mürekkep balığı populasyonunun üreme dönemi, yumurta verimliliği ve mevsimsel olgunluk durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada uygulanan metotlar ve elde edilen veriler, Antalya Körfezi’nde *Sepia officinalis* ve benzeri türlere yönelik yapılacak çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Antalya Körfezi'nde Yaşayan Mürekkep Balığı (*Sepia officinalis* L.1758)'nın Eşeyssel Olgunluk, Yumurta Verimi ve Mevsimsel  reme  zelliklerinin Belirlenmesi isimli çalışmamda bana her türlü desteği veren tez danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZBAŞ ve tezimin histoloji çalışmalarında bana yardımcı olan sayın Prof. Dr. Beria FALAKALI MUTAF'a teŐekkürü borç bilirim.

Bu alışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (2003.02.0121.018) tarafından desteklenmiŐtir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURUMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	3
2.1. Cephalopoda Sınıfının Genel Özellikleri.....	3
2.2. Mürekkep Balığı (<i>Sepia officinalis</i> L. 1758).....	6
2.2.1. Mürekkep balığının sistematikteki yeri.....	6
2.2.2. Mürekkep balığının dünyadaki dağılımı ve yaşam alanları.....	6
2.2.3. Mürekkep balığı'nın genel morfolojik özellikleri.....	8
2.2.4. Üreme özellikleri.....	12
2.2.4.1. Eşeyssel olgunluk.....	13
2.2.4.1.1. Dişi bireylerde morfolojik karakterlere bağlı olgunluk safhaları.....	14
2.2.4.1.2. Erkek bireylerde morfolojik karakterlere bağlı olgunluk safhaları.....	15
2.2.4.1.3. Dişi bireylerde histolojik karakterlere bağlı olgunluk safhaları.....	15
2.2.4.1.4. Erkek bireylerde histolojik karakterlere bağlı olgunluk safhaları.....	18
2.2.4.2. Yumurtlama.....	21
2.2.5. Mürekkep balıklarında üreme davranışları.....	22
2.2.6. Büyüme.....	23
2.2.7. Beslenme.....	25
2.2.8. Mürekkep balığının kültür şartlarına uyumu.....	26

3. MATERYAL ve METOT.....	28
3.1. Araştırma Yeri ve Süresi.....	28
3.2. Örneklerin Ölçümlerinin Alınması.....	29
3.3. Olgunluk Durumunun Belirlenmesi.....	30
3.4. Fekonditenin Belirlenmesi.....	31
3.5. Hesaplamalar.....	32
4. BULGULAR.....	33
4.1. Olgunluk Safhası ve Eşey Kompozisyonu.....	33
4.2. Boy Kompozisyonu.....	33
4.3. Ağırlık Kompozisyonu.....	35
4.4. Boy - Ağırlık İlişkisi.....	36
4.5. Olgunluk İndeksleri.....	37
4.6. Gonadlarda Olgunlaşmanın Histolojik Olarak Belirlenmesi.....	39
4.6.1. Dişilerde olgunluk safhaları.....	39
4.6.2. Erkeklerde olgunluk safhaları.....	43
4.7. Fekondite.....	47
5. TARTIŞMA.....	51
6. SONUÇ.....	56
7. KAYNAKLAR.....	57
8. EKLER.....	63
EK-1 <i>Sepia officinalis</i> Türünde Erkek Bireyin Manto Boşluğu.....	63
EK-2 <i>Sepia officinalis</i> Türünde Dişi Bireyin Manto Boşluğu.....	64
EK-3 Mürekkap Balığının Ventral Görünümü.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	66

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

- a Balığın beslilik derecesi
b Balığın büyüme tipi
r Çoklu R

Kisaltmalar

- A Ağırlık
D Dişi bireyler
D + E Dişi ve erkek bireyler
E Erkek bireyler
g gram
GSİ Gonado somatik indeks
log logaritma
MB Manto boyu
mm milimetre
N Birey sayısı
NBA Nidamental bez ağırlığı
NBİ Nidamental bez indeksi
NBUİ Nidamental bez uzunluk indeksi
NBU Nidamental bez uzunluğu
OA Ovaryum ağırlığı
OK Olgunluk katsayısı
SOA Spermatoforik organ ağırlığı
SKİ Spermatoforik kitle indeksi
TA Testis ağırlığı
VA Vücut ağırlığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>Sepia officinalis</i> 'in Dünya Üzerindeki Dağılımı.....	7
Şekil 2.2. <i>Sepia officinalis</i> 'in Hektakotili, Tentakülü ve Dorsal Konumlu Kabuğu.....	9
Şekil 2.3. <i>Sepia officinalis</i> 'in ağız ve kol yapısı.....	9
Şekil 2.4. <i>Sepia officinalis</i> 'in çene yapısı ve radula dişinin 3 sırası.....	10
Şekil 2.5. <i>Sepia dollfusi</i> türünün dişi bireyine ait olgunlaşmamış gonad.....	16
Şekil 2.6. <i>Sepia dollfusi</i> türünün dişi bireyine ait olgunlaşma safhasındaki gonad.....	17
Şekil 2.7. <i>Sepia dollfusi</i> türünün dişi bireyine ait yumurtlama öncesi safhasındaki gonad.....	17
Şekil 2.8. <i>Sepia dollfusi</i> türünün dişi bireyine ait yumurtlama safhasındaki gonad.....	18
Şekil 2.9. <i>Sepia dollfusi</i> türünün erkek bireyine ait olgunlaşmamış gonad.....	19
Şekil 2.10. <i>Sepia dollfusi</i> türünün erkek bireyine ait olgunlaşma safhasındaki gonad.....	19
Şekil 2.11. <i>Sepia dollfusi</i> türünün erkek bireyine ait olgun gonad.....	20
Şekil 2.12. <i>Sepia dollfusi</i> türünün erkek bireyine ait spermatafor bırakma safhasındaki gonad.....	20
Şekil 2.13. Zebra desenine sahip olgun erkek <i>Sepia officinalis</i> bireyi.....	23
Şekil 2.14. <i>Sepia officinalis</i> türünün su sıcaklığına bağlı olarak embriyolojik gelişimi.....	24
Şekil 3.1. Antalya Körfezi.....	28
Şekil 3.2. <i>Sepia officinalis</i> 'in dorsal görünümü.....	29
Şekil 4.1. Dişi, erkek ve dişi - erkek karışımı için boy - frekans dağılımı.....	34
Şekil 4.2. Üreme döneminde dişi ve erkek mürekkep balıklarında manto boyu frekansı dağılımı.....	35
Şekil 4.3. Dişi bireylerde boy - ağırlık ilişkisi.....	36
Şekil 4.4. Erkek bireylerde boy - ağırlık ilişkisi.....	37
Şekil 4.5. Tüm bireylerde boy - ağırlık ilişkisi.....	37
Şekil 4.6. Dişi bireylerde olgunluk indekslerinin aylara göre değişimi.....	38
Şekil 4.7. Erkek bireylerde olgunluk indekslerinin aylara göre değişimi.....	39
Şekil 4.8. Dişi bireyde gonadın olgunlaşma öncesi safhası.....	40
Şekil 4.9. Dişi bireyde gonadın olgunlaşma safhası.....	41
Şekil 4.10. Dişi bireylerde gonadın yumurtlama öncesi safhası.....	42
Şekil 4.11. Dişi bireylerde yumurtlama öncesi ve yumurtlama safhasındaki iki folikül yapısı.....	43
Şekil 4.12. Olgunlaşma öncesi safhadaki testis yapısında seminifer tüpleri.....	44
Şekil 4.13. Erkek bireyde gonadın olgunlaşma safhası.....	45
Şekil 4.14. Erkek bireylerde gonadın tam olgunluk safhası.....	46
Şekil 4.15. Erkek bireylerde gonadın spermatofor bırakma safhası.....	47
Şekil 4.16. <i>Sepia officinalis</i> türünde yumurta sayısı manto boyu ilişkisi.....	48
Şekil 4.17. <i>Sepia officinalis</i> türünde yumurta sayısı vücut ağırlığı ilişkisi.....	49
Şekil 4.18. <i>Sepia officinalis</i> türünde yumurta ovaryum ağırlığı ilişkisi.....	49
Şekil 4.19. <i>Sepia officinalis</i> türünde yumurta sayısı nidamental bez ağırlığı ilişkisi.....	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	1994 - 2002 yıllarında denizlerimizden elde edilen kafadan bacaklıların avcılık miktarı.....	1
Çizelge 2.1.	1990 - 2001 yılları arasında okyanus ve denizlerde gerçekleştirilen avcılık miktarları.....	4
Çizelge 4.1.	<i>Sepia officinalis</i> bireylerinin olgunluk safhalarına ve eşeye bağlı olarak dağılımı.....	33
Çizelge 4.2.	<i>Sepia officinalis</i> bireylerinin olgunluk safhalarına göre ortalama manto boyu dağılımı.....	34
Çizelge 4.3.	<i>Sepia officinalis</i> bireylerinin olgunluk safhalarına göre ortalama vücut ağırlığı dağılımı.....	35
Çizelge 4.4.	<i>Sepia officinalis</i> türü için manto boyu - vücut yaş ağırlığı ilişkisi parametreleri.....	36
Çizelge 4.5.	Mürekkap balıklarında fekonditenin bazı biyometrik değerler ile ilişkisi.....	50
Çizelge 5.1.	<i>Sepia officinalis</i> türünün farklı bölgelerdeki üreme dönemleri ve yaşam süreleri.....	53

1. GİRİŞ

Cephalopoda sınıfı üyeleri, okyanus ve denizlerde geniş bir dağılım alanına sahiptir. Ülkemizde, Akdeniz ve Ege Denizi'nde bu sınıf 43 tür ile temsil edilmektedir (Salman vd 1998 a). Ekonomik önemlerinin yüksek olmasından dolayı sınıf üyeleri üzerine birçok çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. Ülkemizde yapılmış olan çalışmalar genellikle Cephalopoda sınıfı üyelerinin sularımızdaki dağılımını belirlemek amacını taşımaktadır (Katağan vd 1993, Salman vd 1998 b, Salman vd 2002) Bunun yanında, *Sepietta oweniana*, *Eledone cirrhosa*, *Eledone moschata* türlerinin biyolojileri hakkında da çeşitli çalışmalar mevcuttur (Salman 1998, Salman ve Katağan 1999, Salman vd 2000, Laptikhovsky ve Salman 2003)

Türkiye'de 1994 - 2002 yılları arasında, ticari amaçlı kafadanbacaklı avcılığı giderek artan oranlarda gerçekleşmiştir (Çizelge 1.1). Avcılık miktarının önemli bir bölümünü mürekkep balığı (*Sepia officinalis*) türü oluşturmaktadır.

Çizelge 1.1. 1994 - 2002 yıllarında denizlerimizden elde edilen kafadanbacaklıların avcılık miktarları (metrik ton)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Mürekkep balığı (<i>Sepia officinalis</i>)	717	933	644	900	750	537	550	465	909
Ahtapot	659	602	802	1.000	1.450	510	680	1.400	1.502
Kalamar	579	331	364	420	500	360	400	230	330
Toplam	1.955	1.866	1.810	2.320	2.700	1.407	1.630	2.095	2.741

Kaynak: FAO 2004 a

Günümüze kadar *Sepia officinalis* türünün yaşam döngüsü ve biyolojisi ile ilgili birçok çalışma mevcut olup bu çalışmalar ağırlıklı olarak türün Atlantik Okyanusu ve Kuzey Batı Akdeniz'de dağılımı, gösterdiği bölgelerde yoğunlaşmıştır. Belirtilen bölgelerde yapılmış olan çalışmalardan bazıları; İngiliz Kanalı'nda (Dunn 1999), Biscay Körfezi'nde (Bouchaud 1991, Gauvrit vd 1997), Seine Körfezi'nde

1. GİRİŞ

Cephalopoda sınıfı üyeleri, okyanus ve denizlerde geniş bir dağılım alanına sahiptir. Ülkemizde, Akdeniz ve Ege Denizi'nde bu sınıf 43 tür ile temsil edilmektedir (Salman vd 1998 a). Ekonomik önemlerinin yüksek olmasından dolayı sınıf üyeleri üzerine birçok çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. Ülkemizde yapılmış olan çalışmalar genellikle Cephalopoda sınıfı üyelerinin sularımızdaki dağılımını belirlemek amacını taşımaktadır (Katağan vd 1993, Salman vd 1998 b, Salman vd 2002). Bunun yanında, *Sepietta oweniana*, *Eledone cirrhosa*, *Eledone moschata* türlerinin biyolojileri hakkında da çeşitli çalışmalar mevcuttur (Salman 1998, Salman ve Katağan 1999, Salman vd 2000, Laptikhovsky ve Salman 2003).

Türkiye'de 1994 - 2002 yılları arasında, ticari amaçlı kafadanbacaklı avcılığı giderek artan oranlarda gerçekleşmiştir (Çizelge 1.1). Avcılık miktarının önemli bir bölümünü mürekkep balığı (*Sepia officinalis*) türü oluşturmaktadır.

Çizelge 1.1. 1994 - 2002 yıllarında denizlerimizden elde edilen kafadanbacaklıların avcılık miktarları (metrik ton)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Mürekkep balığı (<i>Sepia officinalis</i>)	717	933	644	900	750	537	550	465	909
Ahtapot	659	602	802	1.000	1.450	510	680	1.400	1.502
Kalamar	579	331	364	420	500	360	400	230	330
Toplam	1.955	1.866	1.810	2.320	2.700	1.407	1.630	2.095	2.741

Kaynak: FAO 2004 a

Günümüze kadar *Sepia officinalis* türünün yaşam döngüsü ve biyolojisi ile ilgili birçok çalışma mevcut olup bu çalışmalar ağırlıklı olarak türün Atlantik Okyanusu ve Kuzey Batı Akdeniz'de dağılım gösterdiği bölgelerde yoğunlaşmıştır. Belirtilen bölgelerde yapılmış olan çalışmalardan bazıları; İngiliz Kanalı'nda (Dunn 1999), Biscay Körfezi'nde (Bouchaud 1991, Gauvrit vd 1997), Seine Körfezi'nde

(Koueta vd 1993), İspanya Ria de Vigo' da (Guerra ve Castor 1988), Portekiz Ria Famosa' da, (Coelho ve Martins 1991) dir. Ayrıca Boletzky 1983 yılında yaptığı derlemede, Mangold'un 1966 yılında Kuzey Batı Akdeniz'de türün biyolojisi üzerine, Richard'ın 1971'de İngiliz Kanalı'nda türün yaşam döngüsü üzerine çalıştıklarını bildirmiştir. Bununla birlikte türün dağılım gösterdiği diğer bölgelerde ekolojisine ilişkin yeterince bilgi yoktur. Son yıllarda *Sepia officinalis* türü ile ilgili çalışmalar kontrollü ortamlarda yetiştirilen bireyler üzerine yoğunlaşmıştır (Hanlon ve Messenger 1996). Yaptığımız literatür taramalarında, ülkemiz Akdeniz kıyılarında ve Antalya Körfezi'nde bulunan *Sepia officinalis* popülasyonuna dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamasına karşın, Ege Denizi'nde çalışma (Laptikhovsky vd 2003) mevcuttur.

Ekonomik öneme sahip bu türden yeterince faydalanabilmemiz için, öncelikle türün biyolojik özelliklerini ayrıntılı olarak ele almamız gerektiği açıkça görülmektedir.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

2.1. Cephalopoda Sınıfının Genel Özellikleri

Yumuşakçaların en yüksek organizasyonlu grubunu oluşturan Cephalopoda sınıfı üyeleri, 45 familya içerisinde 150 cins ve 700'e yakın tür ile okyanus ve denizlerde yer almaktadır (Hanlon ve Messenger 1996).

Cephalopodlar, denizlerde yaşayan omurgasızlar içerisinde en yüksek düzeyde evrimleşmiş sınıf olarak kabul edilmektedirler. Aynı zamanda bu sınıf üyeleri karmaşık duyu organları ve büyük beyinleri ile diğer omurgasızlardan ayrılmıştır. Tüm sınıf üyeleri karmaşık üreme, beslenme, korunma ve iletişim davranış özellikleri göstermektedir (Roper vd 1984).

Cephalopodlar ayrı eşeyli canlılardır. Diğer bazı Mollusca filumu üyelerinde görülen hermafrodizim Cephalopoda sınıfı üyeleri için geçerli değildir (Boyle 1987).

Cephalopodlarda gametler predatörlere ve diğer dış etkenlere karşı özel yapılar ile korunmaktadır. Erkek bireyler spermatozoayı korumak amacı ile spermatoforlar oluştururken, dişi bireyler yumurtalarını korumak amacı ile yumurta zarfları oluştururlar (Boletzky 1983). Tüm Cephalopoda sınıfı üyelerinin erkek bireyleri spermatoforlarını dişi bireylere aktarırlar ancak spermin depolandığı bölge, yumurtlama özellikleri, çiftleşme ve üreme davranışı göz önünde bulundurulduğunda tür bazında önemli farklılıklar göstermektedirler. Yumurta boyutları türün dahil olduğu ana filogenetik dala bağlı olarak geniş çeşitlilik gösterir. Ayrıca yumurtaları bentik veya pelajik özellikte olabilir (Young 2002).

Okyanus ve denizlerde kafadanbacaklıların avcılığı yoğun olarak yapılmaktadır. Gerçekleştirilen ticari amaçlı avcılığın yarısından fazlası Kuzey Batı Pasifik, Kuzey Doğu Pasifik, Kuzey Batı Atlantik ve Kuzey Doğu Atlantik bölgelerinde yapılmasının yanında, dağılım gösterdikleri diğer bölgelerde de ufak çaplı avcılık faaliyetleri gerçekleştirilmektedir (Roper vd 1984).

1990 - 2001 yılları arasında kayıtlara geçen toplam Cephalopoda avcılık miktarı (Çizelge 2.1)' de verilmiştir. Buna göre 2001 yılında yakalanan toplam Cephalopoda miktarı 3.346.828 metrik tondur. Bu miktar 2001 yılında dünyada yapılan denizel organizma avcılığının % 3.9'unu oluşturmaktadır. Avlanan Cephalopodların % 67'sini kalamar türleri, %15.9'unu mürekkep balıkları, % 9.5'ini ahtapot türleri, %7.6'sını ise ticari değeri olmayan Cephalopoda türleri oluşturmaktadır (FAO 2004 a).

Çizelge 2.1. 1990 - 2001 yılları arasında okyanus ve denizlerde gerçekleştirilen avcılık miktarları (metrik ton)

Yıl	Cephalopoda	Denizel Canlılar	% Oran
1990	2 371.064	80 393 603,20	2,9
1991	2 561 100	79 351 899,10	3,2
1992	2 766 970	80 789 698,60	3,4
1993	2 687 779	81 525 614,50	3,3
1994	2 803 421	86 506 994,70	3,2
1995	2 938 392	86 375 564,20	3,4
1996	3 149 764	87 655 247,50	3,6
1997	3 456 670	88 004 204,20	3,9
1998	2 857 620	80 681 138,40	3,5
1999	3 597 670	86 353 127	4,2
2000	3 655 150	87 943 869,20	4,2
2001	3 346 828	84 977 875,80	3,9

Kaynak: FAO 2004 a

Cephalopoda sınıfı üyeleri sub-dominant predatörler olarak ekosistemde belirli bir role sahiptir. Bu sınıf üyeleri ile beslenen veya benzer beslenme özellikleri gösteren canlıların aşırı avcılığı sonucu biomasta oluşan boşluğu, popülasyonlarının büyüklüğünü arttırarak kapatırlar (Caddy ve Rodhouse 1998).

Cephalopodlar, denizel ekosistemlerin besin zincirinde önemli bir rol üstlenmişlerdir (Boletzky 1983, Hanlon ve Messenger 1996). Bunlar karidesler, yengeçler, balıklar ve diğer cephalopodlar ile beslenen fırsatçı ve hareketli canlılardır. Ayrıca ahtapotların diyetinde midye ve istiridyeler de bulunmaktadır. Bunun yanında Cephalopoda sınıfı mensubu canlılar, dişli balinaların, fokların, pelajik kuşların (Penguenler, Albatroslar, vd), balıkların ve köpek balıklarının besinlerinde yer almaktadırlar (Domingues vd 2001, Roper vd 1984).

Günümüzde ticari önem sahip balık türleri üzerindeki giderek artan av baskısı nedeni ile balık türlerinin popülasyon yoğunluklarında azalmalar görülmektedir. Balık stoklardaki azalma ticari amaçlı avcılık faaliyetlerini alternatif stoklara yöneltmiştir. Alternatif stokların başında proteince zengin ete sahip olan cephalopodlar gelmektedir. Bu durum cephalopodların avcılık oranlarının ve dünya pazarlarında değerlerinin artmasına neden olmuştur (Caddy ve Rodhouse 1998).

Avcılık faaliyetlerinin yanında, Cephalopoda sınıfına mensup türler üzerinde yapılan çeşitli çalışmalar (Koueta ve Boucaud – Camou 2001, Villegas 2001, Koueta vd 2002, Villanueva vd 2002) sonucunda bu sınıfa dahil türlerin yaklaşık % 10'unun laboratuvar şartlarında yetiştirilmesi veya kültür ortamına alınması sağlanmıştır (Boyle 1987).

Günümüze *S. officinalis* türünün biyolojisi üzerine yapılmış olan araştırmaları (Budelmann vd 1991, Williamson 1991, Tsacopoulos vd 1991, Jakobs 1991, Cosquer ve Boucaud – Camou 1991, Koueta ve

Boucaud – Camou 1991) gözden geçirdiğimizde, türün biyomedikal araştırmalar için zengin potansiyele sahip bir canlı olduğunu görebiliriz (Boulet 1989). Cephalopodlar, sinir sistemleri ve duyu organlarının yapılarının geniş fizyolojik kapasiteye sahip olması nedeni ile tıbbi araştırmalarda giderek artan oranda denek olarak kullanılmaktadır (Koueta ve Boucaud-Camou 1999). Ayrıca moleküler biyoloji, fizyoloji, immunoloji ve nöroloji anlarında araştırma konusudurlar (Domingues vd 2001).

2.2. Mürekkep Balığı (*Sepia officinalis* L. 1758)

2.2.1. Mürekkep balığı (*Sepia officinalis* L. 1758)'nın sistematikteki yeri

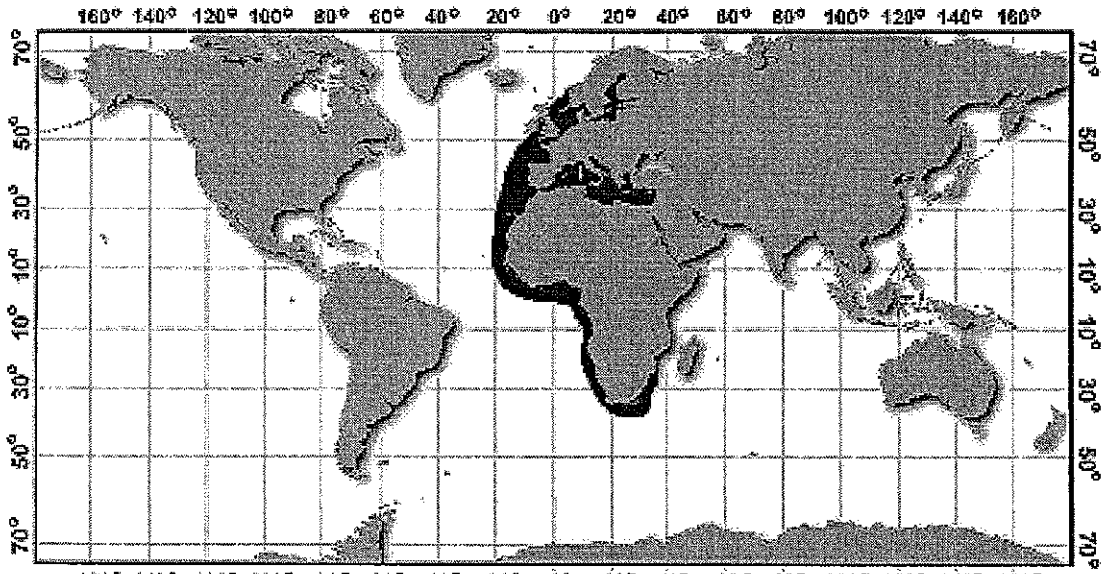
Ülkemiz denizlerinde dağılım gösteren mürekkep balığının sistematikteki yeri aşağıda belirtilmiştir (Hanlon ve Messenger 1996).

Phylum	:	Mollusca
Classis	:	Cephalopoda
Subclassis	:	Coleoidea
Ordo	:	Sepioidea
Familia	:	Sepiidae
Genus	:	<i>Sepia</i>
Species	:	<i>officinalis</i> (Linnaeus, 1758) Mürekkep balığı, Sübye

2.2.2. Mürekkep balığının dünyadaki dağılımı ve yaşam alanları

Cephalopoda sınıfına dahil, *Sepia* cinsine mensup bir tür olan *Sepia officinalis*, Doğu Atlantik ve Akdeniz'de dağılım göstermektedir (Boyle 1987). Söz konusu türün dağılımı Şekil 2.1' de verilmiştir. Yaşam alanları sahil kesiminden, 200 m derinliğe kadar değişen bir bölgeyi

içerir. Özellikle 0 – 100 m derinlikleri yaşam alanı olarak tercih ederler ancak daha büyük bireyler nispeten derin sularda da bulunurlar (Roper vd 1984). Ülkemiz denizlerinde ise *Sepia* cinsine mensup olan *Sepia elegans* ve *Sepia obignyana* türleri ile birlikte Akdeniz ve Ege Denizi'nde dağılım gösterirler (Roper vd 1984, Salman vd 1998 a). Bu türe mensup bireyler kumlu ve çakıllı zemine sahip bölgelerin, alg ve makrofitlerin yoğun olduğu kısımlarında yaşamlarını sürdürürler (Demirsoy 2001, Roper vd 1984). *S. officinalis* türü bireyleri mevsimsel olarak vertikal göçler gerçekleştirir (Roper vd 1984). Türün kayıtlara geçmiş maksimum manto boyu 45 cm'iken, Akdeniz'de bulunan bireylerin manto boyu uzunlukları 15 – 25 cm arasında değişmektedir (Roper vd 1984, Salman vd 1998 a).



Şekil 2.1. *Sepia officinalis*' in Dünya Üzerindeki Dağılımı (FAO 2004 b)

Antik çağlardan günümüze kadar *S. officinalis* türünün canlı olarak incelenmesi, yumurtlamak için sahil sularına göç etmeleri sayesinde gerçekleştirilebilmiştir. Bilinen yazılı ilk çalışma Aristoteles tarafından gerçekleştirilmiştir (Boletzky 1983). Modern biyolojide son 150 yıl içinde *S. officinalis* türü hakkında, başta fizyolojisi olmak üzere birçok farklı konuda çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Boletzky 1983).

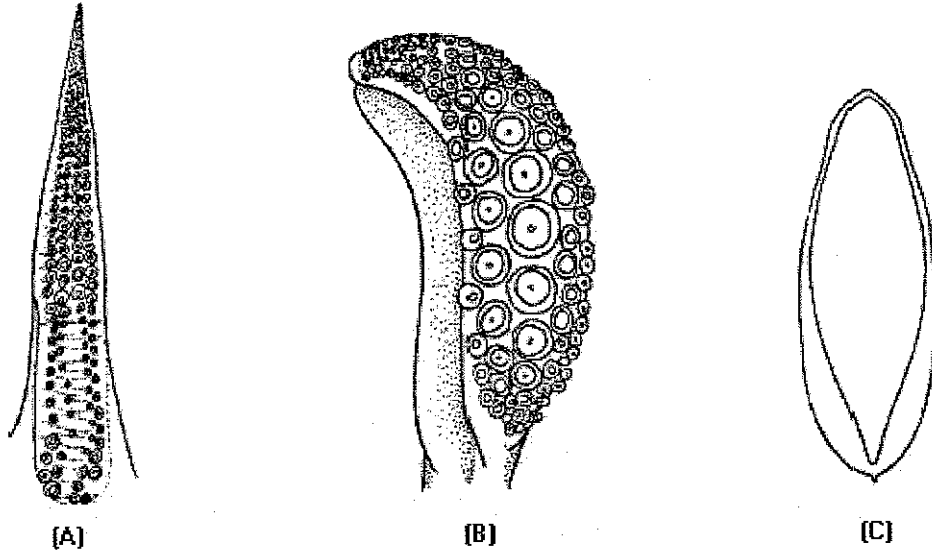
Mürekkkep balığının yaşam döngüsü doğal faktörler ile yakından ilişkilidir (Forsythe ve Heukelem 1987, Gauvrit vd 1997). Su sıcaklığı, ışık, tuzluluk ve su kalitesi türün büyümesine etki eden abiyotik faktörlerin başında gelir (Boletsky 1983). Ortam şartlarına bağlı olarak gerçekleştirdikleri sezonluk vertikal göç hareketleri mürekkep balıklarının çeşitli zemin ve ortam koşullarına uyum sağlamasına neden olmuştur. Bu tür yaşam süresi boyunca değişken tuzluluk derecelerine maruz kalmasından dolayı, tuzluluk değişimlerine karşı tolerans göstermektedir (Boletzky 1983). Boletzky (1983)'e göre, Mangold – Wirtz' in 1963 yılında gerçekleştirdiği incelemelerde Akdeniz'de yaşayan bireylerin ‰ 27'lik tuzluluk oranına sahip lagünlerde dahi bulunabildiklerini bildirmiştir.

2.2.3. Mürekkep balığı'nın genel morfolojik özellikleri

Sepia officinalis türünün iç ve dış vücut yapıları bilateral simetri göstermektedir. Vücut kollar, tentaküller ve sifonu içeren baş kısmı ile iç organların içinde bulunduğu manto kısmından oluşur (Ek 3) (Demirsoy 2001). Manto uzun ve oval şekillidir. Yüzgeçler manto boyunca uzanır ve mantonun arka kısmında birleşmezler. Üzerinde vantuz bulunduran 8 adet kol ve 2 adet tentakülleri vardır (Şekil 2.3, Ek 3). Tentaküller üzerinde bulunan vantuzlar saplıdır ve kitin halkalar taşırlar. Vantuzlar tentaküllerin uç kısımlarında konumlanmışlardır (Şekil 2.2 B, Ek 3). Tentaküller göz altında yer alan ceplere çekilebilir. Soldan IV. kol dip kısmındaki vantuzların ufalması ile çiftleşme esnasında erkek bireylerin spermatoforlarını dişi bireylere aktarması görevi için özelleşmiş olan hektokotil yapısını oluşturur (Şekil 2.2 A).

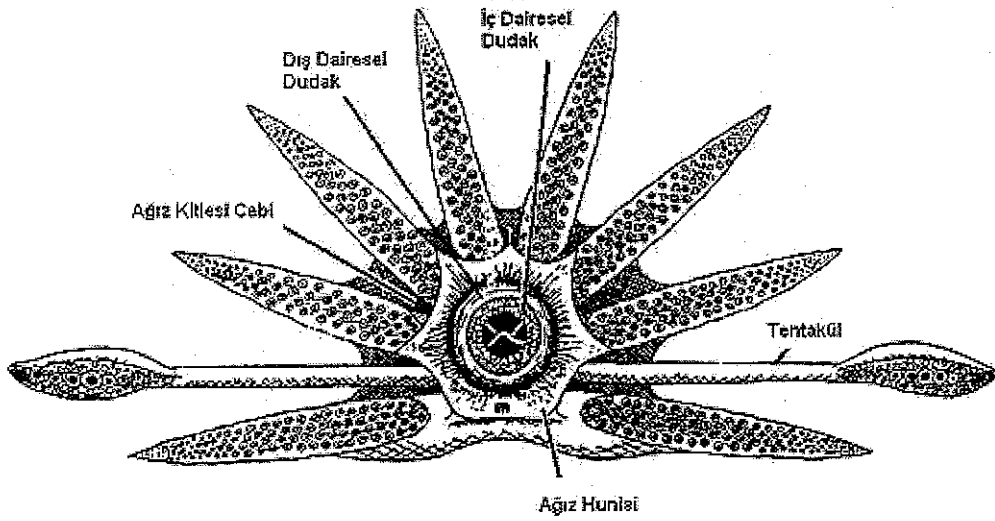
Vücudun manto kısmına destek veren ve su içinde yüzerliliği ayarlama görevi üstlenmiş olan, kalkerli yapıda iç kabukları bulunmaktadır. Bu kabuk epidermis salgısı ile meydana gelir (Şekil 2.2 C). Gaz ile dolu olan dorsal konumlu kabukları sayesinde su içinde

istedikleri derinlikte hareket etmeksizin sabit kalabilme yeteneğine sahiptirler (Boletzky 1983).

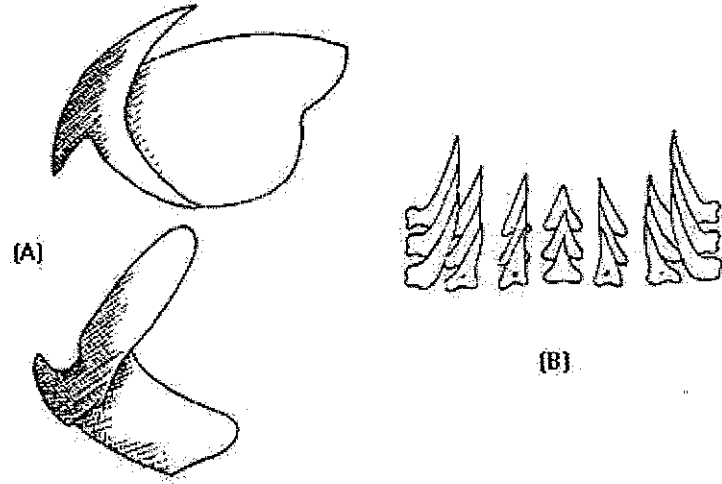


Şekil 2.2. *Sepia officinalis* 'in Hektakoti'i (A), Tentakül'ü (B) ve Dorsal Konumlu Kabuğu (C) (Roper vd 1984' den)

Kuş gagasını andıran ağız yapısındaki çene (Şekil 2.4 A) sayesinde besinlerini keser ve çene tarafından parçalara ayırırlar. Ayrıca kitinsi yapıda olan ve koparılan et parçalarının geriye doğru itilmesinde görev alan keratin dişler ile kaplı radulaları vardır (Şekil 2.4 B). Yutak çok kısadır. Yemek borusu dar ve uzundur (Demirsoy 2001).



Şekil 2.3. *Sepia officinalis*'in ağız ve kol yapısı (Tompsett 1939' den)



Şekil 2.4. *Sepia officinalis*'in çene yapısı ve radula dişinin üç sırası (Tompsett 1939' dan)

Manto boşluğunun içini kaplayan çeper altında, armut şeklinde bir mürekkep bezi bulunur. Bu bez siyah renkli, süspansiyon halinde melanin pigmentinden oluşan mürekkebi salgılar. Salgılanan mürekkep kese şekilli haznede depolanır. Mürekkep kesesi ince – uzun bir kanal ile rektumun anüse yakın bir bölgesinden vücut dışına açılır. Canlı, herhangi bir tehlike karşısında manto boşluğu ve huni aracılığı ile mürekkebi vücut dışına bırakır. Mürekkep salınımı ile canlı gelişmekte olan embriyoyu gözden uzak tutmak amacı ile yumurta zarfını oluşturan nidamental jeli boyar, tehlike anında su içinde siyah bir bulut oluşturarak kendisine siper oluşturur ve tehdit altında kaçmasına olanak sağlar (Hanlon ve Messenger 1996). Ayrıca mürekkebin içinde yer alan alkaloyitler kendilerini avlamaya çalışan canlıların kemo-reseptörlerini uyuştururlar (Demirsoy 2001).

Mantonun iç kısmında konumlanmış bir çift ktenidiyumları (solungaçları) ile solunumlarını gerçekleştirirler. Mantonun kasılma ve gevşeme hareketleri sonucunda, manto boşluğunda sirküle olan su içerisinde bulunan çözünmüş O_2 'in solungaçlar tarafından alınması sonucunda solunum gerçekleşir. Bir çift solungaç kalbi, kanı solungaçlar içerisine pompalar ve kan solungaçlardaki kılcak

damarlardan geçerek gaz değişimini sağlar (Ek. 1). Oksijen kan içerisinde hemosiyanin bileşik proteini ile taşınır (Demirsoy 2001). Mantonun zayıf kasılmaları solunum için gerekli sirkülasyonu, kuvvetli kasılmalarında boşaltım ürünlerinin vücut dışına atılmasını sağlar (Bone ve Brown 1994).

Sinir sistemi ve duyu organları, omurgasız hayvanlar içinde en yüksek düzeye ulaşmıştır (Demirsoy 2001). Diğer yumuşakçalarda sinir kordonu boyunca farklı noktalara dizilmiş sinir düğümleri, *Sepia* cinsinde ön tarafta, yutağın etrafını çeviren bir sinir düğümü kitlesi halinde birleşerek beyini oluşturur. Beyin kıkırdak bir kılıf içinde yer alır. Omurgalıların gözlerine benzer karmaşık yapıdaki gözleri; retina, hareket edebilen bir mercek, iris - diyafram ve korneadan oluşur. Baş kıkırdağı içinde, beynin her iki tarafında bağ dokusu ile çevrilmiş statositler yer alır (Demirsoy 2001). Baş üzerinde 4'ü dorsal 4'ü lateral konumlu olan 8 adet epidermal çizgi mevcuttur. Bu yapılar, balıklarda görülen yanal çizgi yapısı benzeri mekanik duyu organlarıdır ve işlevsel olarak da benzerlik göstermektedirler (Budelmann vd 1991).

Vücut üzerinde renk değişimini sağlayan kromatofor yapıları hayvanlar aleminde eşsizdir. Deri üzerinde yer alan çok sayıdaki kromatofor, iridofor ve leukoforlar sayesinde beyin tarafından doğrudan olarak kontrol edilen renk değişimi gerçekleşir. Sarı, turuncu, kırmızı, mavi, siyah ve kahverengi pigmentler ile dolu olan kromataforların esnek çeperlerine kas hücreleri bağlanmıştır. Kasların kasılması ve gevşemesi pigment alanının genişlemesi veya küçülmesine neden olur. Bu özellik canlının renk değişimini gerçekleştirmesini sağlar. Renk değişimi, canlının beslenmesi, predatörlerden korunması, çiftleşmesi ve diğer bireyler ile iletişim sağlaması esnasında görülür (Hanlon ve Messenger 1996, Demirsoy 2001).

2.2.4. Üreme özellikleri

Sepia officinalis türü de, tüm Cephalopoda sınıfı üyeleri gibi ayrı eşeylidir. Her iki eşeyde de gonad sölomunun duvarında tek bir gonad bulunur. Taşıyıcı kanallar eşeyssel bezlerin uzantısı değil, gonad sölomundan ayrılan yapılardır (Demirsoy 2001). Türün bireylerinde yalnızca sol sperm kanalı veya sol yumurta kanalı gelişmiştir. Sperm kanalı, yumurta kanalı gibi düz bir boru şeklinde olmayıp birçok kıvrım yapar. Bu kısmı bir sperm kesesi ve bir prostat bezi izler. Uç kısımda ise gelişmiş bir spermatofor kesesi yer alır (Demirsoy 2001). Mürekkepbalıklarında döllenme dişi birey tarafından vücut dışında gerçekleştirilir (Hanlon ve Messenger 1996).

Sepia officinalis türünün yumurtaları ileri telolesital özellik gösterir. Dişi bireylerde manto boşluğunda, eşeyssel açıklığın yakınına açılan bir çift büyük nidamental bez bulunur (Ek 2). Nidamental bezlerin görevi salgıları ile yumurtanın etrafını saran mukus kitlesi (yumurta zarfı) oluşturmaktadır. Yumurtaları oldukça büyüktür ve yumurta zarfı ile çevrilmiştir. Yumurtalar teker teker zeminde yer alan katı cisimlere yapıştırılırlar (Demirsoy 2001).

S. officinalis türü birçok Cephalopoda sınıfı üyesi gibi yaşamı süresince yalnızca kısa bir dönem için ve bir kere üreme davranışı gösteren kısa yaşamlı bir türdür (Boyle 1987). Daha öncede belirtildiği gibi, doğal faktörlerin türün üreme faaliyeti üzerine önemli etkileri vardır. Bu etkilerin biri, farklı su sıcaklıklarındaki yaşam ortamlarında eşeyssel olgunlaşma zamanı ve üreme dönemlerinin değişmesidir. *S. officinalis* türünün dünya üzerinde dağılım gösterdiği bölgenin kuzey bölümünü oluşturan İngiliz Kanalı'nda yaşayan populasyon bireyleri yaşamlarının 2. yılında olgunlaşarak 2 - 3 aylık kısa bir dönem içerisinde üremektedir (Bouchaud - Camou vd 1991). Bunun yanında Portekiz kıyıları, Tunus Körfezi ve Akdeniz gibi sıcak denizlerde

yaşamını sürdüren populasyonlara dahil bireylerin genellikle 1. yıl içinde olgunlaşarak uzun bir dönem boyunca üredikleri görülmektedir (Coelho ve Martins 1991, Gauvrit vd 1997).

Daguzan ve Barbotin (1991) Morbihan Körfezi (Fransa)'nde üreme dönemi boyunca *S. officinalis* populasyonu üzerine yaptıkları çalışmada üç farklı alt populasyonun varlığından bahsetmişlerdir. Çalışmalarında mayıs ayı sonunda populasyonda bulunan büyük bireylerin üreme faaliyeti sonunda ölmesi ile aynı dönemlerde yumurtalarından çıkan birçok ufak mürekkep balığının populasyona dahil olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmaya ek olarak Gauvrit vd (1997) yaptıkları araştırma sonucunda Biscay Körfezi'nde (Fransa) yaşayan *S. officinalis* populasyonuna dahil ve aynı dönemde yumurtadan çıkan bireylerin iki grup halinde olgunlaştıklarını bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada bireylerin bir kısmının birinci yaşlarını tamamlamadan önce olgunlaştığını bunun yanında bir kısmının da ancak ikinci yaşları içinde olgunlaştığını belirlemişlerdir.

2.2.4.1. Eşeyssel olgunluk

Mürekkep balıkları ortam şartlarının etkisi altında eşeyssel olgunluğa farklı boylarda erişebilirler (Boletzky 1983). Mangold-Wirz (1963), *S. officinalis* türünün erkek bireylerinin manto boyu uzunluğu 6 - 8 cm'ye ulaştığı zaman, bireylerin tam anlamı ile eşeyssel olgunluğa (Needham kesesi spermatoforlar ile dolu) ulaştığını bildirmiştir. Ayrıca Boletzky (1983) kendisinin 1979 yılında laboratuvar şartlarında gerçekleştirdiği denemelerde daha kısa manto boyu uzunluğuna sahip erkek bireylerin eşeyssel olgunluğa ulaştıklarını belirtmiştir. Bunun yanında 10 cm manto boyu uzunluğuna sahip erkek bireylerin eşeyssel olgunluğa ulaşmadığı da belirlenmiştir (Boletzky 1983). Benzer bir durum dişi bireyler içinde geçerlidir. Dişi *S. officinalis* bireyleri için

eşeyssel olgunlukta manto boyu uzunluğu 11 - 25 cm arasında değişmektedir (Boletzky 1983).

Gabr ve arkadaşlarının (1998) Süveyş Kanalı'nda *Sepia* cinsine mensup iki tür (*Sepia dollfusi*, *Sepia pharaonis*) üzerine yaptıkları bir çalışmada, bireylerin eşeyssel organlarının gelişimini morfolojik ve histolojik olarak incelemişlerdir. Buna göre, dişi bireylerde morfolojik ve histolojik gelişimler Olgunluk öncesi, Olgunlaşma, Yumurtlama Öncesi ve Yumurtlama, erkek bireylerde ise Olgunluk öncesi, Olgunlaşma, Tam Olgun ve Spermatofor Bırakma olmak üzere 4' er safhada incelenmiştir. Gabr vd. (1998)' e göre bu safhalar;

2.2.4.1.1. Dişi bireylerde morfolojik karakterlere bağlı olgunluk safhaları

I. Safha (Olgunluk öncesi): Nidamental bezler ince ve şeffaf dir. Ovaryumları çok küçük veya gelişmemiştir.

II. Safha (Olgunlaşma): Nidamental bezler rahatça görülebilir. I. Safhaya oranla daha kalın şeffaf - yarı şeffaf görünümde dirler. Nidamental bezlerin rengi krem renginden beje kadar değişim gösterir. Ovaryum gelişmekte olan küçük yumurtalar sayesinde tanecikli bir yapıya sahiptir.

III. Safha (Yumurtlama öncesi): Nidamental bezler beyaz renklidir. Nidamental bezlerin yardımcı kısımları sarı - portakal rengi arasındadır. Ovaryumda küçük - orta boy - büyük sarı çerçevesi ağsı yapı gösteren yumurtalar yer alır.

IV. Safha (Yumurtlama): Nidamental bezler şişkin ve beyaz, bezlerin yardımcı kısımları ise pembe veya mercan rengindedir. Ovaryumda küçük - orta boy - büyük sarı çerçevesi ağsı yapı gösteren yumurtalar

yer alır. Ayrıca oviduktlar olgun yumurtalar ile doludur. Bu safha olgun yumurtaların ovaryumu terk edip ovidukta geçmesi ile rahatça ayırt edilebilir.

2.2.4.1.2. Erkek bireylerde morfolojik karakterlere bağlı olgunluk safhaları

I. Safha (Olgunluk öncesi): Testis ufaktır. Spermatoforik organ oluşmuştur. Hektokotilus gelişimini tam olarak tamamlamamıştır.

II. Safha (Olgunlaşma): Testis büyümüştür. Needham bez kesesi içinde az gelişmiş spermatoforlar görülebilir. Hektokotilus tam anlamı ile gelişmiştir. Bu safha I. safhadan spermatoforik organın özelleşmiş kısımlarının (vasdeferens kanalı, spermatoforik kompleks bezleri, Needham kesesi) rahatça gözlenebilmesi ile ayırt edilir.

III. Safha (Tam olgun): Needham kesesi tamamen spermatoforlar ile doludur. Spermatoforlar gelişimini tamamlamıştır (açıkça görülebilen spiral filament, sperm kitlesi).

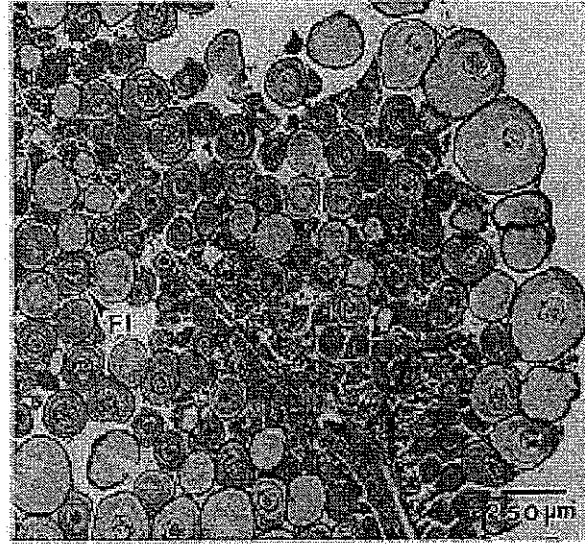
IV. Safha (Spermatofor bırakma): Needham kesesi içinde yer alan spermatoforların % 70'i dejenere olmuştur ve beyaz kitleler halinde gözlenebilir.

2.2.4.1.3. Dişi bireylerde histolojik karakterlere bağlı olgunluk safhaları

Dişi bireylerde gonadlarda bulunan, gelişmiş ve gelişmekte olan yumurtaların içindeki folikül hücrelerinin dağılımı ve miktarı, gonadların gelişimi hakkında yapılan yorumlarda esas alınmaktadır (Gabr vd 1998) Oogenez, germinal hücrelerinin değişime uğrayarak birincil oogoniayı oluşturması ile başlar. Birincil oogonia genişleyerek

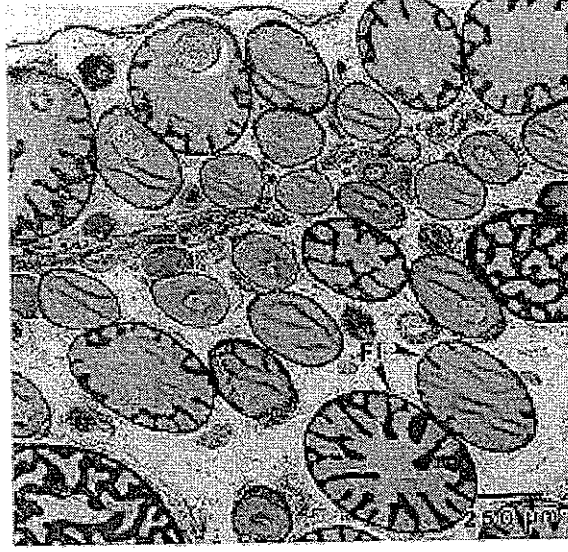
daha sonra oositi oluşturacak olan ikincil oogoniayı oluşturur. Oogenez, folikül hücrelerinin oositin gelişimi süresince değişim gösteren durumlarına göre 4 safhaya ayrılabilir.

I. Safha (Olgunluk öncesi): Gelişmekte olan oositlerin çevresi kısmen yada tamamen pulsu bir tabaka halinde folikül hücreleri ile çevrilidir (Şekil 2.5).



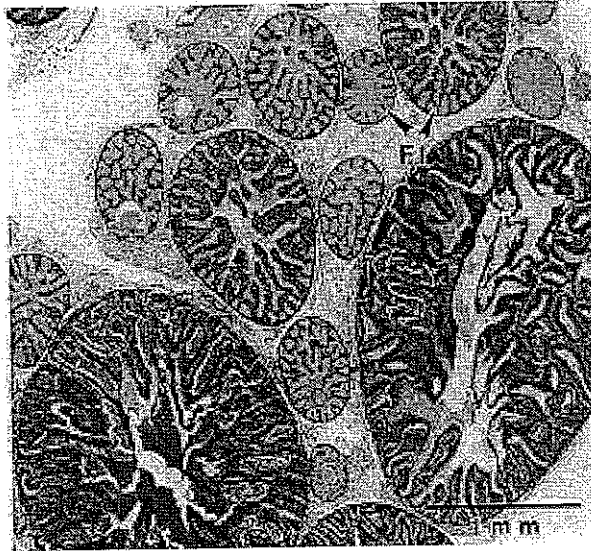
Şekil 2.5. *Sepia dolfusii* türünün dişi bireyine ait olgunlaşmamış gonad (Gabr vd 1998' den) FI: Folikül Hücreleri

II. Safha (Olgunlaşma): Oositlerin çevresi tamamen folikül hücreleri ile çevrilidir. Folikül hücreleri ilk safhaya oranla sayıca ve büyüklükçe artmıştır. Görünümleri pulsu görüntüden oositin merkezine doğru kolonlar oluşturacak şekilde değişir. Bazı folikül hücreleri proliferasyona devam eder ve folikül kıvrımları büyüyen oositin içine yayılım gösterir. Birkaç oosit içinde, folikül hücreleri sinsisyum teşkil eder (Şekil 2.6).



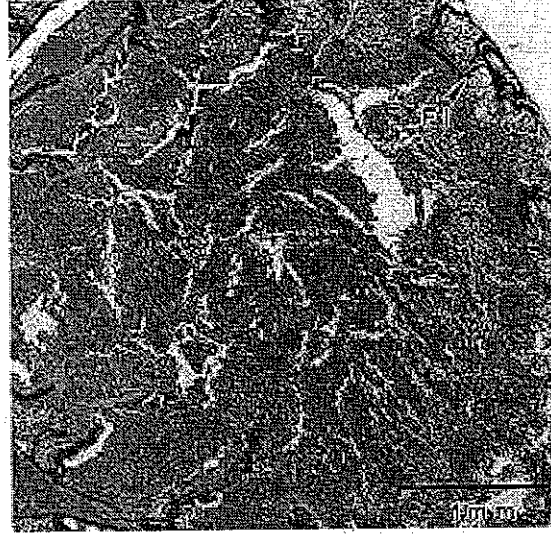
Şekil 2.6. *Sepia dollfusi* türünün dişi bireyine ait olgunlaşma safhasındaki gonad (Gabr vd 1998' den) FI: Folikül Hücreleri

III. Safha (Yumurtlama öncesi): Foliküler epitellum yüksek mitoz oranı ile oositi kaplar. Folikül kıvrımları vitellus kesesi ve koryon oluşumunda etkilidir. Yumurta kesesi folikül sinsisyumunu oositin kenarına doğru baskılar (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. *Sepia dollfusi* türünün dişi bireyine ait yumurtlama öncesi safhasındaki gonad (Gabr vd 1998' den) FI: Folikül Hücreleri

IV. Safha (Yumurtlama): Folikül sinsisyumunun son bozulması gerçekleşir ve olgun yumurtalar ovulasyona hazır halé gelir (Şekil 2.8).

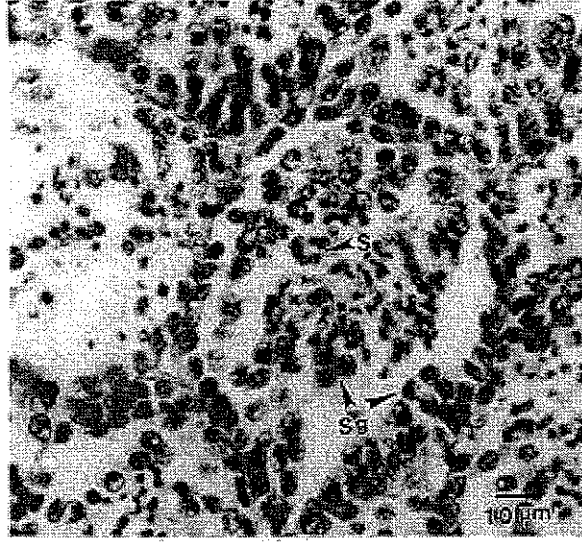


Şekil 2.8. *Sepia dollfusi* türünün dişi bireyine ait yumurtlama safhasındaki gonad (Gabr vd 1998' den) FI: Folikül Hücreleri

2.2.4.1.4. Erkek bireylerde histolojik karakterlere bağlı olgunluk safhaları

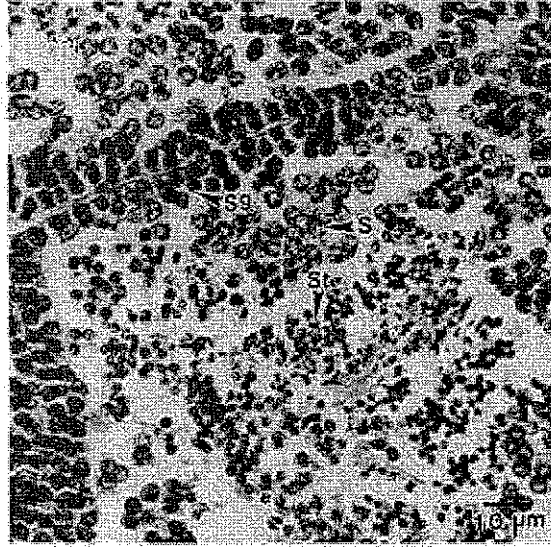
Erkek bireylerde sperma tüplerinin içinde bulunan 4 farklı germ hücrelerinin varlığı ve miktarı testisin gelişimi hakkında yapılan yorumlarda esas alınmaktadır (Gabr vd 1998). Spermatogenez, testisin işlevsel kısmı olan seminifer tüpleri içerisinde gerçekleşir. Olgun bir testis içerisinde yer alan seminifer tüpünün çeperinden merkezine kadar spermatogonyum, spermatidler ve spermatozoa rahatlıkla gözlenebilir. Bu farklı germ hücrelerinin seminifer tüpü içerisindeki gelişiminden faydalanarak spermatogenezini 4 farklı safhaya ayrılabilir (Gabr vd 1998).

I. Safha (Olgunluk öncesi): Sperma tüpünün iç duvarı boyunca çok miktarda spermatogonyum hücreleri yer alır. Ayrıca sperma tüpünün merkezinde birkaç spermatosit hücresi görülür (Şekil 2.9).



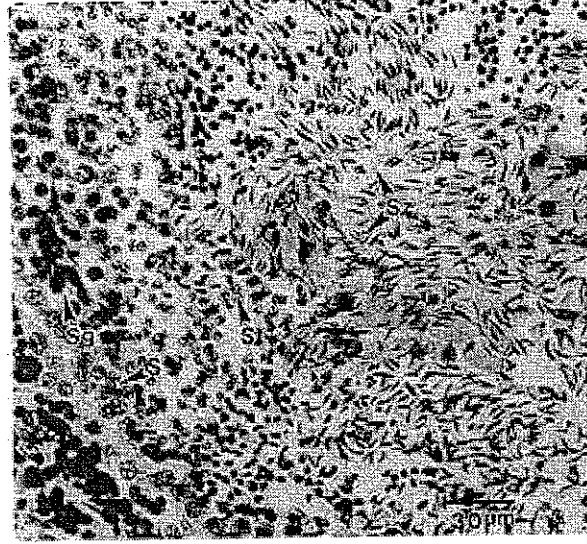
Şekil 2.9. *Sepia dollfusi* türünün erkek bireyine ait olgunlaşmamış gonad (Gabr vd 1998' den) Sg: Spermatogonyum, S: Spermatosit

II. Safha (Olgunlaşma): Bu safhada da spermatogonyum mevcuttur. Ayrıca I. safhaya oranla daha fazla sayıda spermatosit ve erken spermatozoa sperma tüpünün merkezinde görülür. Sperma tüpünün ortasında nispeten küçük bir bölümde spermatozoa görülebilir (Şekil 2.10).



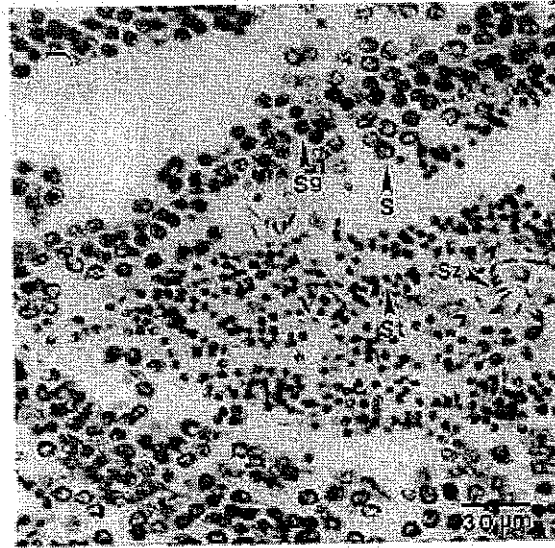
Şekil 2.10. *Sepia dollfusi* türünün erkek bireyine ait olgunlaşma safhasındaki gonad (Gabr vd 1998' den) Sg: Spermatogonyum, S: Spermatosit, St: spermatid

III. Safha (Tamamen olgun): Bu safhada büyük sperma tüpleri ve tüm hücre tipleri (spermatogonyum , spermatozoid, spermatid, spermatozoa) gözlenir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. *Sepia dollfusi* türünün erkek bireyine ait olgun gonad (Gabr vd 1998' den) Sg: Spermatogonyum, S: Spermatozoid, St: spermatid, Sz: Spermatozoa

IV. Safha (Spermatofor bırakma): Tam olgunluk safhasının özelliklerini gösterir ancak spermatozoa miktarı daha azdır. Sperma tüpünün içinde boş kısımlar gözlenir. Sperma tüpünün içinde halen spermatogonyum ve spermatozoidler vardır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. *Sepia dollfusi* türünün erkek bireyine ait spermatofor bırakma safhasındaki gonad (Gabr vd 1998' den) Sg: Spermatogonyum, S: Spermatozoid, St: spermatid, Sz: Spermatozoa

2.2.4.2. Yumurtlama

Mürekkep balıklarında dişi bireyler, yumurtalarını 30 – 40 m 'yi geçmeyen sığ sulara bırakır. Yumurtalar, çevrelerini saran jelatinimsi yapı (yumurta zarfı) ile birlikte 25 – 30 mm boyunda ve 12 – 14 mm çapındadır. Yumurta zarfı siyah renklidir (Boletzky 1983). Neaf (1928) *S. officinalis* türünde ovidukt içerisinde bulunan olgun yumurta çapının 4.8 – 6 mm arasında değişim gösterdiğini ancak derin sularda rastlanan büyük bireylerde yumurta çapının 7 mm'ye kadar artabileceğini ve yumurtaların yüksek oranda besin içerdiğini bildirmiştir. Gauvrit vd (1997) ise olgun yumurtaların çapının 6 mm' den büyük olduğunu bildirmişlerdir.

Akdeniz'de dağılım gösteren *S. officinalis* türü bireyleri sahil sularında bulunan yumurtlama bölgelerine göç etmektedirler (Nixon ve Mangold 1998). Nixon ve Mangold (1998), Ezzeddine – Najai'nın 1995 yılında yaptıkları çalışmada markalanmış bireylerin 0.23 km / gün uzaklığa kadar hareket ettikleri tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Boucaud-Camou vd (1991), Seine Körfezi'nde (Fransa) yaptıkları çalışmada birçok ergin bireyin, juvenil safhalarında terk ettikleri yumurtlama sahalarına döndüklerini bildirmişlerdir. Nixon ve Mangold (1998), yaptıkları çalışmada bazı mürekkep balığı bireylerinin kendilerinin yumurtalarını terk ettikleri sahalara yerine komşu yumurtlama bölgelerine döndüklerini, bu sayede de türe ait farklı popülasyonlar arasında genetik değişimin gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Mürekkep balıklarında yumurtlama yılın her döneminde gerçekleşir ancak özellikle su sıcaklığının 13 – 15 ° C olduğu dönemlerde en yüksek orana ulaşır (Roper vd 1984). Ayrıca ufak boylu bireyler de yaz sonu, sonbahar başlarında üreme faaliyetinde en yoğun dönemi geçirirler. Yumurtlama Batı Akdeniz'de nisan – temmuz ayları

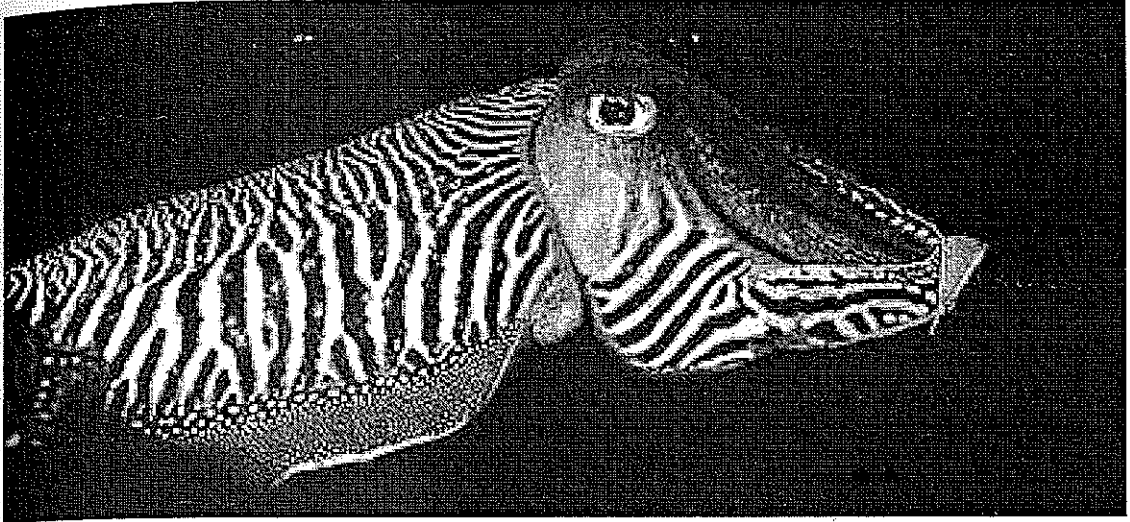
arasında, Senegal'de ve Atlantik Okyanusu'nun Sahra Çölü kıyılarında ocak - nisan ayları arasında gerçekleşir (Roper vd 1984).

S. officinalis türü bireylerinde yumurta - spermatofor sayısı, yumurta ve spermatofor boyu, bireylerin manto boyu uzunluğu ile doğru orantılıdır. Büyüklüklerine bağlı olarak, *S. officinalis* türüne mensup erkek bireyler 1400' e kadar spermatofor taşıyabilirken, dişi bireyler 150 - 4000 arası yumurta bulundurabilir (Roper vd 1984). Küçük dişi bireyler 4.5 - 6 mm çapında yaklaşık 150 adet olgun yumurta taşırken, daha büyük bireyler 7 - 9 mm çapında 500 adetten fazla olgun yumurta taşımaktadırlar (Boletzky 1983). Erkek bireylerde ise taşıdıkları spermatoforların boyları bireylerin manto boyu uzunluğu ile doğru orantı gösterir ve spermatoforların boyu 5 - 16 mm arasında değişir (Boletzky 1983). Testis tarafından üretilen spermlerden, sperm paketleri (spermatoforlar) oluşturulur. Spermatoforu oluşturan spermatozoa birbirlerine, sperma kanalının özelleşmiş bölgelerinden çıkan salgılarla yapıştırılır. Spermatoforlar çiftleşme (kopulasyon) zamanına kadar sperm kesesi içinde bulunur (Demirsoy 2001).

Erkek bireylerde kollardan biri kopulasyon esnasında döllenmeye yardımcı olmak üzere özelleşmiştir ve "Hectacotyl Kol" (Hektakotil) adını almıştır (Şekil 2.2 A). Kopulasyon sırasında spermatoforlar hektakotil yardımı ile dişi bireyin ağız kitlesi civarında kırılarak spermatozoanın ağız kitlesi etrafında yer alan çiftleşme kesesine aktarımı sağlanır (Hanlon vd 1999).

2.2.5. Mürekkep balıklarında üreme davranışları

Sepia cinsinde kur yapma davranışı söz konusudur. Kur yapma esnasında *S. officinalis* türünün erkek bireylerinde zebra desenleri gözlenmektedir (Şekil 2.13) (Boyle 1987, Hanlon ve Messenger 1996).



Şekil 2.13. Zebra desenine sahip olgun erkek *Sepia officinalis* bireyi (Forsythe 2003)

Erkek bireyler çiftleşme öncesi potansiyel bir eşe yaklaşırken ventral konumlu olan, soldan IV. kollarını (Hektokotil) uzatırlar. Dişi bireyde çiftleşme için hazır durumda ise hareketsiz kalarak çiftleşmenin gerçekleşmesine olanak tanır.

Yumurta oviduktu terk ettikten sonra nidamental bezler tarafından salgılanan jelatinimsi bir bant ile sarılır. Nidamental jel ile eş zamanlı olarak mürekkep kesesinden salgılanan mürekkep ile yumurta zarfı siyah renge boyanır. Daha sonra yumurta manto boşluğundan sifon vasıtası ile ventral kolların kaidesine aktarılır. Burada ağız altında yer alan çiftleşme kesesine bırakılan spermatozoanın yumurtalara aktarımı sağlanır. Yumurtlama, çiftleşmenin ardından birkaç saat sonra gerçekleşir (Boletzky 1983). Döllenme işlemi sonunda yumurta zarfları uygun zeminlere bağlanır (Boletzky 1983).

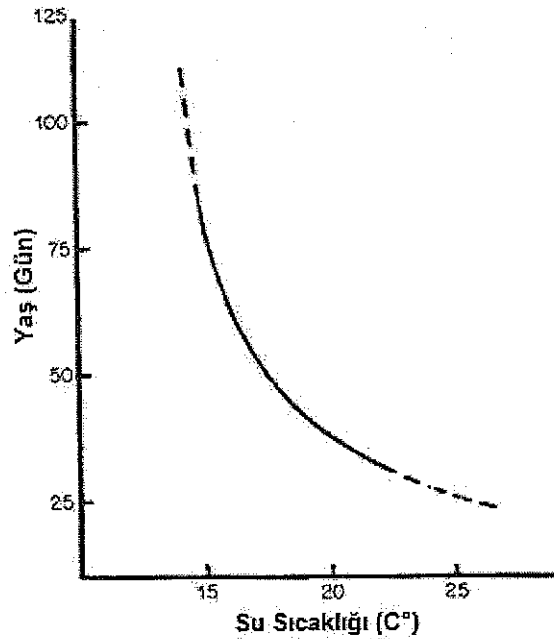
2.2.6. Büyüme

Mürekkep balıklarında yaşam süresi 18 ay ile 24 ay arasında değişmektedir. Türün ergin bireylerinde yumurtlama periyodu ardından kitlesel ölümler görülmektedir. Ancak bazı erkek bireylerin yumurtlama periyodu ardından bir süre daha yaşadıkları bilinmektedir (Boletzky

1983, Medhioub vd 1991). Atlantik sahillerinde yumurtlama periyodu sonunda kitlesel ölümler gözlenirken, Akdeniz sahillerinde benzer bir durum belirlenmemiştir (Boletzky 1983).

Çoğu Cephalopoda türlerinde olduğu gibi *Sepia officinalis* türünde de gelişim metamorfozsuzdur ve yumurtadan çıkan yavrular ana hatları ile ergin bireylere benzerler. Bireyler beslenme durumlarına bağlı olarak sürekli büyüme gösterirler (Demirsoy 2001).

Boletzky (1983) *S. officinalis*' türünü ele alan derleme çalışmasında türün detaylı embriyolojik gelişimi üzerine ilk kayıtların Kölliker (1844) tarafından yayınlandığını ve embriyonik gelişim sıcaklığa bağlı olarak değişim gösterdiğini bildirmiştir. Buna göre belirlenmiş olan sıcaklığa bağlı embriyolojik gelişim süreleri; 20 ° C' de 40 - 45 gün iken 15 ° C 'de 80 - 90 gün civarındadır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14. *Sepia officinalis* türünün su sıcaklığına bağlı olarak embriyolojik gelişimi (Boletzky 1983' den)

Boletzky (1983), Richard'ın 1966, 1971, 1975 yıllarında *S. officinalis*'in laboratuvar şartlarında, farklı ortam koşulları altında (10 -

25 ° C su sıcaklığı değerleri arasında) büyümesini incelediği çalışmalarında, su sıcaklığındaki artışa bağlı olarak bireylerin büyüme oranının arttığını, bunun yanında maksimum büyüklüğe erişme ile yaşam süresi arasında pozitif korelasyon olduğunu belirtmiştir. Ayrıca su sıcaklığı artışına bağlı olarak bireylerin erken eşeyssel olgunluğa ulaştığını ve buna bağlı olarak yaşam sürelerinin kısaldığını bildirmiştir.

Yumurta büyüklüğüne bağlı olarak yumurtadan çıkan larvanın manto boyu (MB) 6 – 9 mm arasında değişir. Bireyin total boyu (TB) manto boyunun 1.7 katıdır. Baş genişliği ise manto boyunun 0.8 katıdır (Boletzky 1983).

2.2.7. Beslenme

Türün genç bireyler zeminde bulunurlar ve yalnızca beslenmek amacı ile zeminden yükselirler. Genç bireylerde de ergin bireylerde gözleendiği gibi gün ışığı kayboluncaya kadar geçen sürede kendini kuma gömme davranışı erken dönemlerden itibaren gözlenir (Boletzky 1983).

Juvenil mürekkep balıkları predatör canlılardır ve besinlerini ağırlıklı olarak canlı yemlerden oluşmaktadır. Yaşamlarının ilk evrelerinde sadece kabuklular (Crustacea) ile, özellikle misid ve küçük karidesleri avlayarak beslenirler (Koueta vd 2002).

Nixon (1987) Cephalopoda sınıfına ait türlerin beslenmesine yönelik yaptığı derlemede, Nagaji ve Ktari'nin 1974 yılında ve Guerra'nın 1985 yılında *Sepia officinalis* türünün beslenmesi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalara değinmiştir. Bahsi geçen çalışmalardan Nagaji ve Ktari'nin Tunus Körfezi'nde 500 *S. officinalis* bireyinin mide içeriklerini inceledikleri çalışmada, bireylerin midelerinde kabuklulara (*Penaeus*

sp., *Sphaeroma* sp., *Cymodocea* sp., Isopodlar, Copepodlar ve Ostracodlar), yumuşakçalara (Octapod ve Decapod Cephalopodlar, Lamellibranchia, Gastropodlar, Pteropodlar) Poliketler ve Nemerten kurtlara rastlamışlardır. Guerra'nın Atlantik Okyanusu'nun İspanya sahillerinde gerçekleştirdiği araştırmada ise 150 *S. officinalis* bireyinin mide içeriğini incelemiştir. Mide içeriklerinden Decapod yengeçlerin % 57.5 oranında (genellikle Porcellanidae), kemikli balıkların % 23.5 oranında (genellikle Gobid, az miktarda Pleuronectidae), bazen de Cephalopodların (*Sepiolo* ve *Sepia* genuslarına dahil türler) *S. officinalis* türünün besinini oluşturduğunu belirlemiştir. Çalışmada değinilen bir başka nokta ise, 20 - 25 mm arası manto boyu uzunluğuna sahip bireylerin ağırlıklı olarak Amphipoda ve Caridae türleri ile, 50 - 90 mm arası manto boyu uzunluğuna sahip bireylerin Porcellinidae türleri ile, 95 - 180 mm arası manto boyu uzunluğuna sahip bireylerin ise Brachyura - Reptantia türleri ile beslendiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca gelişimlerinin ilk evresinden itibaren kemikli balıkları artan oranlarda tüketmektedirler. İlerleyen dönemlerde ise Portanidae türleri ile birlikte kemikli balıklar temel besini oluşturmaktadır.

2.2.8. Mürekkep balığının kültür şartlarına uyumu

S. officinalis ve farklı büyüklüklerdeki diğer *Sepia* türleri Cephalopoda sınıfına dahil kültüre uygun türlerdir. *S. officinalis* yapay ortamlarda kolayca üreyebilen, hastalıklara, yoğun stok şartlarına ve ortam koşullarındaki değişimlere dayanıklı bir türdür. Tüm bu özellikleri *S. officinalis* türünü akuakültürde geleceği olan bir tür haline getirmektedir (Forsythe vd 1991, Domingues vd 2001). Ayrıca, *S. officinalis*' in akvaryum koşullarında birçok generasyon boyunca yetiştirilebilen ilk Cephalopoda sınıfı üyesi olduğunu bildirmiştir (Boletzky 1983, Forsythe vd 1994). Yetiştiricilik alanında karşılaşılan en önemli engel ise, beslemede kullanılan canlı yemlerin maliyetinin

yüksek olmasıdır. Ancak beslemede kullanılan canlı yemlerin yerini daha ucuz bir besin kaynağı ile değiştirilmesi bu problemin aşılmasını sağlayabilecektir (Boletzky 1983)

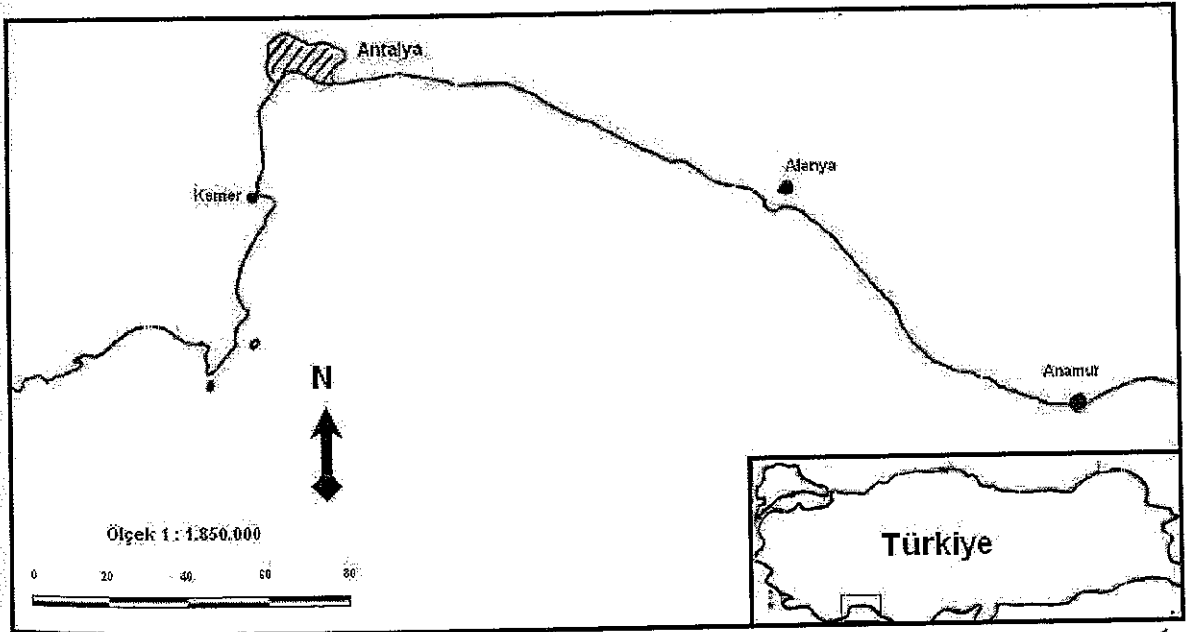
Domingues vd (2001), su sıcaklığının *S. officinalis*'in büyüme üzerine etkisini incelediği çalışmada kültür şartlarında yaşam döngüsünün ilk birkaç haftasında türün beslenmesine yönelik yapılmış olan çalışmalara değinmiştir. Bahsi geçen çalışmalarda bireylerinin mysis veya artemia ile beslediklerini ve yapılan tüm çalışmalarda başarılı sonuçlar elde edildiğini bildirmiştir.

Domingues vd (2001), çalışmada *S. officinalis* türünün kültür şartlarında besin dönüşüm oranlarına ilişkin yapılmış diğer çalışmalarda elde edilen verilere değinmiştir. Bu çalışmalardan birinde (Pascual 1978) 15.8 ° C'den 26 ° C'ye kadar değişen su sıcaklıklarda büyümüş, farklı yaş ve boylardaki *S. officinalis* bireylerinin % 32 ile % 38 arasında besin dönüşüm oranlarına sahip oldukları bildirmişlerdir, Bir diğer çalışmada (De Ruhsa 1989) ise yaş yem ile beslenen bireylerde besin dönüşüm oranını % 39, canlı yem ile beslenen bireylerde % 43 olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Araştırma Yeri ve Süresi

Eşeyssel olgunluk, yumurta verimi ve mevsimsel üreme özelliklerinin belirlenmesi amacı ile incelenen *Sepia officinalis* türüne ait bireyler 1 Eylül 2002 – 23 Mart 2004 tarihleri arasında 16 aylık bir dönem boyunca, batıda Yardımcı Taşlık Burnu, doğuda İçel ili sınırları içinde yer alan Anamur Burnu arasında kalan bölge olan Antalya Körfezi'nden temin edilmiştir (Şekil 3.1). Örneklem avlama mevsimine bağlı olarak 1 Eylül 2002 – 1 Nisan 2003 ve 1 Eylül 2003 – 23 Mart 2004 tarihleri arasında Antalya Körfezi'nde avcılık yapan balıkçı teknelerinden, 1 Nisan 2003 – 1 Eylül 2003 tarihleri arasında ise yerel balıkçılar ile işbirliği yapılarak ve bizzat uzatma ağları ile avcılık yapılarak temin edilmiştir.

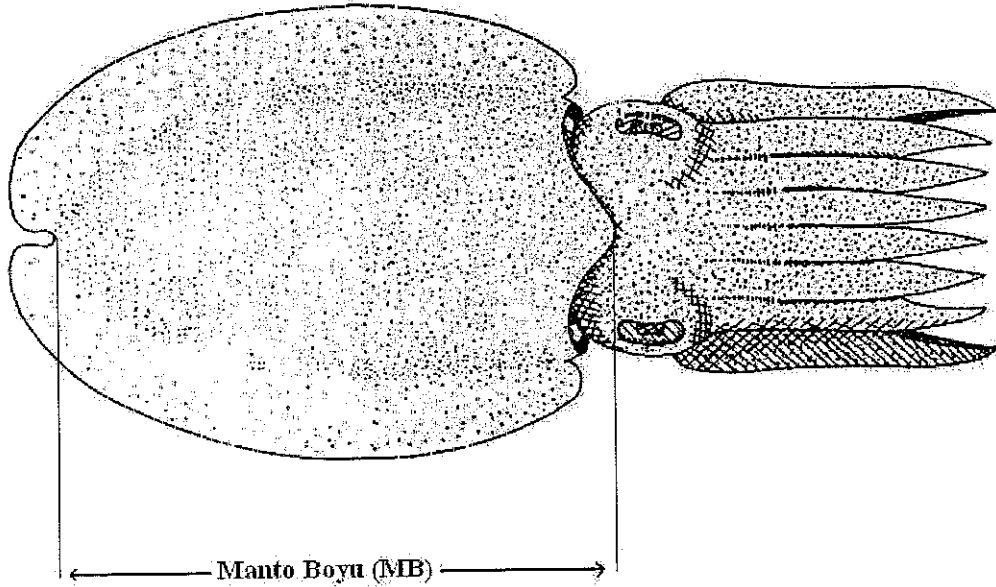


Şekil 3.1. Antalya Körfezi

3.2. Örneklerin Ölçümlerinin Alınması

Çalışma süresince olan Eylül 2002 - Mart 2004 tarihleri arasında 490 adet mürekkep balığı örnek alınmıştır. Temin edilen örnekler gerekli çalışmaların yapılabilmesi amacı ile Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Laboratuvarına getirilmiştir. Gabr vd (1998)'nin de belirttiği üzere, incelenen örneklerde erkek bireyler için; Testis ağırlığı (TA), Spermatoforik organ ağırlığı (SOA), Spermatoforik organ uzunluğu (SOU), dişi bireyler için ise; ovaryum ağırlığı (OA), Nidamental bez ağırlığı (NBA), sağ nidamental bez uzunluğu (NBU) ölçülmüştür. Ayrıca alınan değerlere ek olarak ovidukt içerisinde olgun yumurta bulunup bulunmaması ve reseptakulum seminis içerisinde spermatofor varlığı da gözlenmiştir.

Ağırlık tartılmasında, vücut yaş ağırlığı için 0.1 g, üreme organlarının ağırlığı (testis ağırlığı, spermatoforik organ ağırlığı, ovaryum ağırlığı ve nidamental bez ağırlığı) için ise 0.001 g hassasiyet göstergeli terazi kullanılmıştır. Üreme organlarına ait ölçümler (nidamental bez uzunluğu, spermatoforik organ uzunluğu) ve manto boyu (Şekil 3.2) milimetrik olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.2. *Sepia officinalis*'in dorsal görünümü (Tompsett 1939' den değiştirilerek)

3.3. Olgunluk Durumunun Belirlenmesi

Örneklenen mürekkep balıklarında boy - ağırlık ilişkisinin belirlenmesi amacı ile $\text{Log } W = \log a + b * \text{Log } L$ formülü kullanılmıştır (Avşar 1998).

Dişi ve erkek bireylerin üreme durumunun belirlenmesinde ise aşağıda verilen olgunluk indeksi formülleri kullanılmıştır (Gauvrit vd 1997, Gabr vd 1998, Dunn 1999).

Erkek bireyler için;

$$\text{GSİ} = 100 \times \text{TA} / \text{VA}$$

$$\text{SKİ} = 100 \times \text{SOA} / \text{VA}$$

$$\text{OK} = 100 \times (\text{TA} + \text{SOA}) / \text{VA}$$

Dişi bireyler için;

$$\text{GSİ} = 100 \times \text{OA} / \text{VA}$$

$$\text{NBİ} = 100 \times \text{NBA} / \text{VA}$$

$$\text{NBUİ} = 100 \times \text{NBU} / \text{MB}$$

Her iki eşeyin cinsel olgunluğa ulaşmasında gonadlarda gözlenen gelişmeler Garb vd (1998)'nin de belirttiği üzere olgunluk safhaları dikkate alınarak morfolojik ve histolojik olarak incelenmiştir. Bu gelişimler dişi bireylerde "Olgunlaşma öncesi", "Olgunlaşma", "Yumurtlama Öncesi" ve "Yumurtlama", erkek bireylerde ise "Olgunlaşma öncesi", "Olgunlaşma", "Tam Olgun" ve "Spermatofor Bırakma" olmak üzere 4' er safhada incelenmiştir.

Gonadların histolojik incelemesinin gerçekleştirilebilmesi için, tartım ve ölçümleri yapıldıktan sonra morfolojik olgunluk safhaları göz önünde bulundurularak seçilen gonadlar, Öber (2002)'e göre % 10'luk

formaldehit ve Bouin sıvılarında tespit edilmiş ve incelenecek dokular sırası ile yıkama, dehidrasyon ve şeffaflaştırma işlemlerinden geçirilmiştir. Bu işlemlerden geçirilen dokular kesit alına bilmesi için parafin bloklara gömülmüştür. Kesitlerin alınmasında Leica marka mikrotom kullanılmıştır. 5 µm kalınlığındaki kesitlerin boyanması Demir (2001) tarafından belirtilen Ehrlich'in Hematoksilin - Eosin ile ikili boyama yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Boyama işleminin ardından kanada balzamu ile kapatılarak hazırlanan preparatlardaki gonadların gelişimi "Olympus CX 31" model ışık mikroskobu altında incelenmiş ve "Olympus Camedia" marka dijital fotoğraf makinesi ile fotoğrafları çekilmiştir. Milimetrik oküler yardımı ile kesit büyüklükleri belirlenmiştir.

3.4. Fekonditenin Belirlenmesi

Fekonditenin belirlenmesi için alınan örneklerden 4. olgunluk safhasında bulunan, 101 adet dişi bireyin ovaryum ve oviduktlarında bulunan olgun veya olgunlaşmakta olan yumurtaların sayıları tespit edilmiştir. Ovidukt içinde bulunan yumurtaların sayısı taze materyal üzerinde sayılırken, ovaryum içinde bulunan yumurtaların sayısı ise % 10'luk formaldehit ile tespit edilmiş olan gonadlardan belirlenmiştir.

Yumurta sayıları tespit edilen bireyler için yumurta sayısı - manto boyu, yumurta sayısı - vücut ağırlığı, yumurta sayısı - ovaryum ağırlığı ve yumurta sayısı - nidamental bez ağırlığı ilişkilerinin belirlenmesinde Avşar (1998)' in kullanmış olduğu.

- $\text{Log } F = \log a + b * \log \text{MB}$
- $\text{Log } F = \log a + b * \log \text{VA}$
- $\text{Log } F = \log a + b * \log \text{OA}$
- $\text{Log } F = \log a + b * \log \text{NBA}$

denklemlerden yararlanılmıştır.

3.5. Hesaplamalar

Örneklerin ortalama manto boyu uzunluğu, ortalama vücut ağırlığı, standart hatanın belirlenmesinde bilinen istatistiksel yöntemler (Avşar 1998, Koray 1998) kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Olgunluk Safhası ve Eşey Kompozisyonu

Eylül 2002 - Mart 2004 tarihleri arasında yakalanan 490 adet mürekkep balığı bireyinin eşeylerine ve olgunluk safhalarına göre dağılımı Çizelge 4.1 de verilmiştir. Buna göre yakalanan örneklerde dişiler 113 birey ile 4. safhada yoğunlaşırken, erkekler ise 110 birey ile 3. safhada yoğunlaştıkları görülmektedir. Dişi - erkek karışımında ise 172 adet birey ile 2. safhada yoğunlaşma dikkati çekmektedir

Çizelge 4.1. *Sepia officinalis* bireylerinin eşeylere ve olgunluk safhalarına göre dağılımı

	I. Safha	II. Safha	III. Safha	IV. Safha	Toplam
Dişi	4	95	34	113	246
Erkek	18	77	110	39	244
Toplam	22	172	144	152	490

4.2. Boy Kompozisyonu

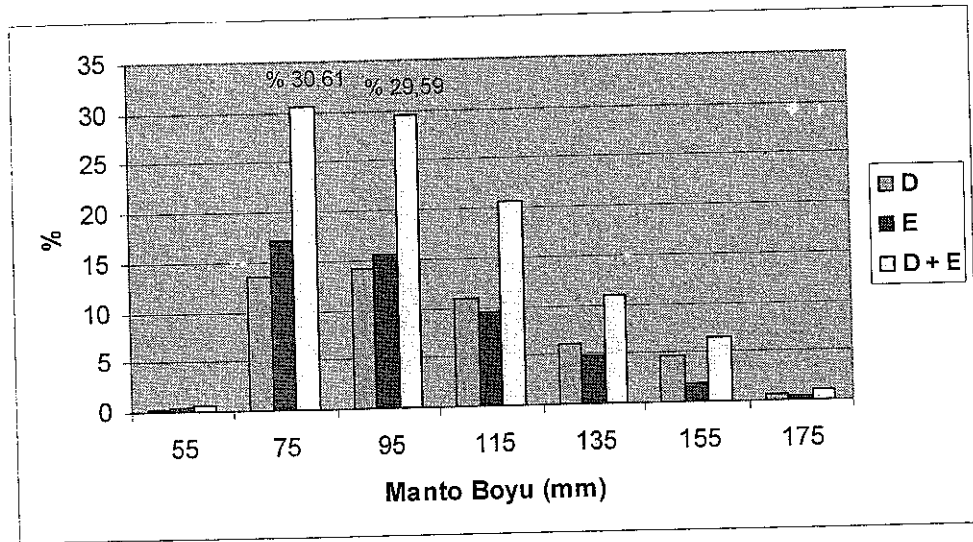
Antalya Körfezi'nde yakalanan mürekkep balığı bireylerinin manto boyu uzunlukları 45 mm ile 177 mm arasında değişmektedir. Dişi bireylerde manto boyları 55 mm ile 177 mm arasında değişim gösterirken, erkek bireylerde 45 mm ile 170 mm arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Avlanan örneklerin % 30.61'ini 65 - 85 mm boy grubundaki bireyler oluşturmaktadır. İncelenen bireyler için boy - frekans dağılımı Şekil 4.1 de verilmiştir.

Yapılan örnekleme sonucu elde edilen veriler ışığında dişi ve erkek bireyler için olgunluk safhalarına göre boy dağılımı Çizelge 4.2 de verilmiştir. Her iki eşey için 3. ve 4. olgunluk safhasında bulunan bireylerin ortalama manto boylarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. *Sepia officinalis* dişi ve erkek bireylerinin olgunluk safhalarına göre ortalama manto boy dağılımı

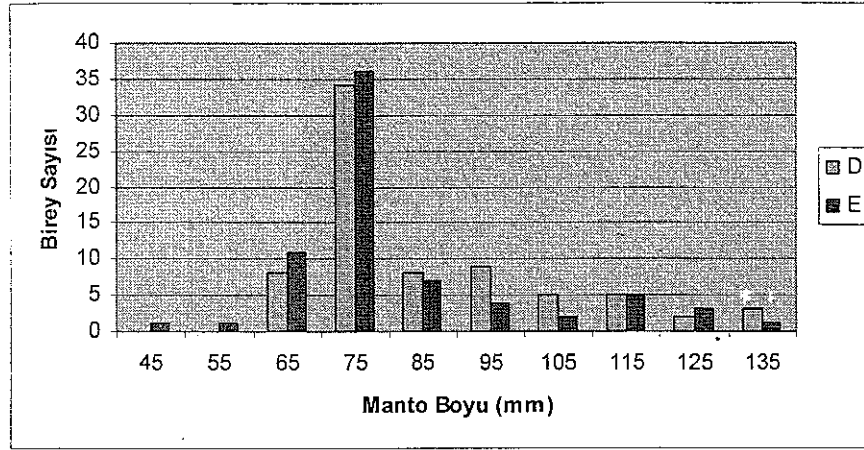
	Dişi	Erkek
	Ortalama manto boyu (mm) ± Sd	Ortalama manto boyu boy (mm) ± Sd
I. Safha	75 ± 0,65 (67 - 82)*	78,7 ± 0,94 (45 - 91)
II. Safha	93,8 ± 2,04 (55 - 149)	87,2 ± 1,29 (62 - 119)
III. Safha	122,4 ± 2 27 (82 - 163)	107,2 ± 2,41 (67 - 167)
IV. Safha	110,2 ± 2.52 (66 - 177)	107,1 ± (74 - 170)

(*) Maksimum ve minimum değerler



Şekil 4.1. Dişi, erkek ve dişi - erkek karışımı için boy - frekans dağılımı

Üreme döneminde örneklenen 145 adet mürekkep balığı bireyinin manto boy frekansı dağılımına incelendiğinde (Şekil 4.2), 70 birey ile 75 - 85 mm boy aralığında yoğunlaştığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Üreme döneminde dişi ve erkek mürekkep balıklarında manto boyu frekans dağılımı

4.3. Ağırlık Kompozisyonu

Örneklenen mürekkep balıklarının olgunluk safhalarına göre ortalama vücut ağırlıkları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Buna göre vücut ağırlıkları 29.7 – 652.3 g arasında değişmekte iken, dişi bireylerde 29.7 – 652.3 g ve erkeke bireylerde 16.8 – 510.8 g

Mürekkep balığı popülasyonunun ağırlık kompozisyonu incelendiğinde örneklerin olgunluk safhalarına göre vücut ağırlıklarının dağılımı Çizelge 4.3 de verilmiştir. Çizelgeye göre, vücut ağırlıkları erkek ve dişi bireylerde 16.8 – 652.3 g dişi bireylerde 29.7 – 652.3 g ve erkek bireylerde 16.8 – 510.8 g arasında değişim göstermektedir.

Çizelge 4.3. *Sepia officinalis* dişi ve erkek bireylerinin olgunluk safhalarına göre ortalama vücut ağırlığı dağılımı

	Dişi	Erkek
	Ortalama vücut ağırlığı (g) ± Sd	Ortalama vücut ağırlığı (g) ± Sd
I. Safha	59,5 ± 14,63 (43,8 – 75,9)*	65,74 ± 16,81 (16,8 – 95,1)
II. Safha	129,19 ± 92,33 (29,7 – 412)	93,32 ± 37,65 (40 – 205,6)
III. Safha	253,07 ± 130,24 (77,9 – 536,1)	165,49 ± 97,2 (43,9 – 483,9)
IV. Safha	193,74 ± 126,15 (43 – 652,3)	166,14 ± 101,72 (50,1 – 510,8)

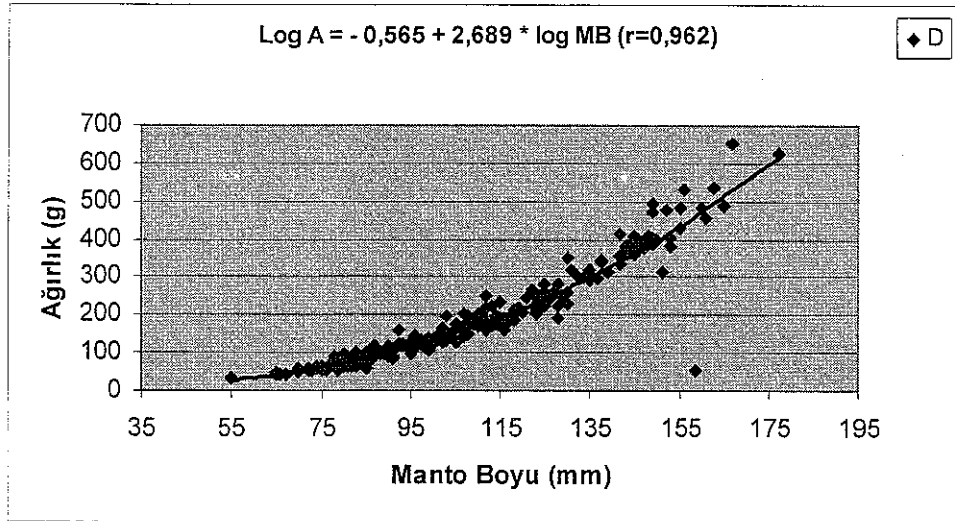
()* Maksimum ve minimum değerler

4.4. Boy – Ağırlık İlişkisi

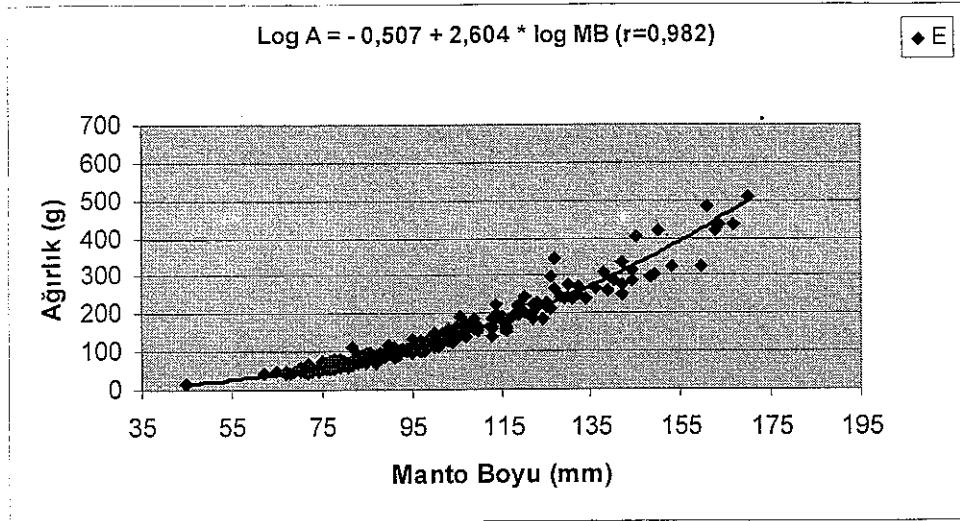
Antalya Körfezi'nde yakalanan 490 adet mürekkep balığı bireyinin linear regresyon analizi sonucu boy – ağırlık ilişkisi, logaritmik ve ütel olarak erkek, dişi ve dişi – erkek karışımı için ayrı ayrı incelenmiş ve bu ilişkiye ait katsayılar ve denklemler Çizelge 4.4 de, boy ağırlık ilişkisi eğrileri ise dişi, erkek ve dişi – erkek karışımı için sırası ile Şekil 4.3, 4.4, 4.5 de verilmiştir. Belirlenen **b** değerleri 3 den küçük olduğundan her iki eşey için de negatif alometrik büyüme söz konusudur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. *Sepia officinalis* türü için manto boyu – vücut yaş ağırlığı ilişkisi parametreleri

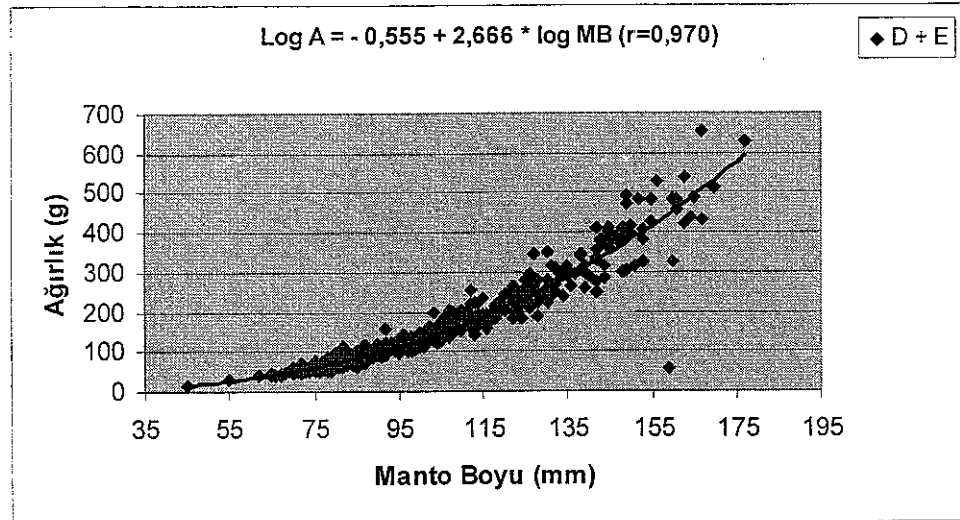
	log a	A	b	r	N
D	-0,565	0,272	2,689	0,962	246
E	-0,507	0,311	2,604	0,982	244
D + E	-0,555	0,278	2,666	0,970	490



Şekil 4.3. Dişi bireylerde boy – ağırlık ilişkisi



Şekil 4.4. Erkek bireylerde boy – ağırlık ilişkisi



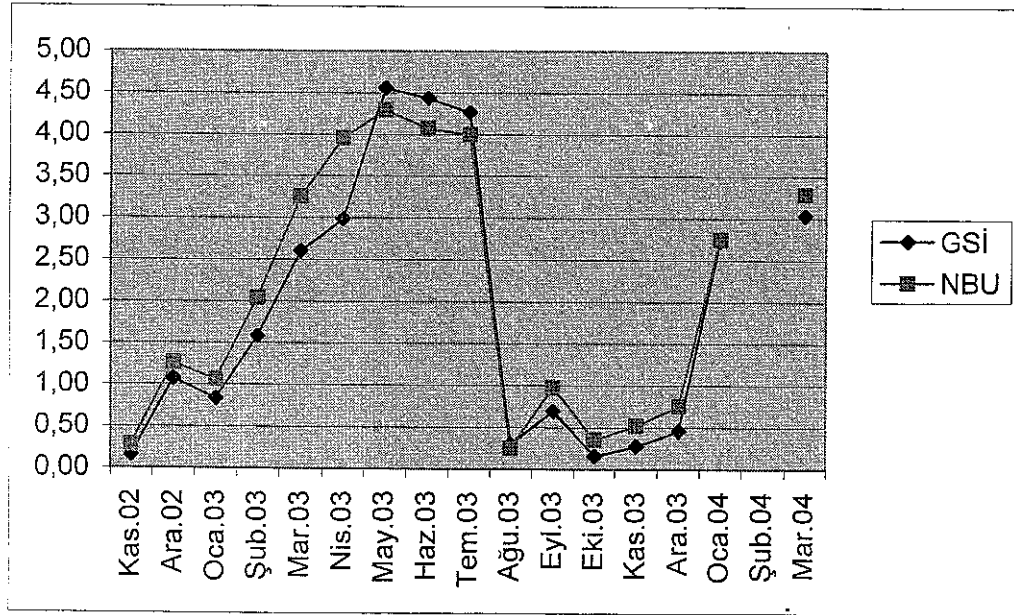
Şekil 4.5. Tüm bireylerde boy – ağırlık ilişkisi

4.5. Olgunluk İndeksleri

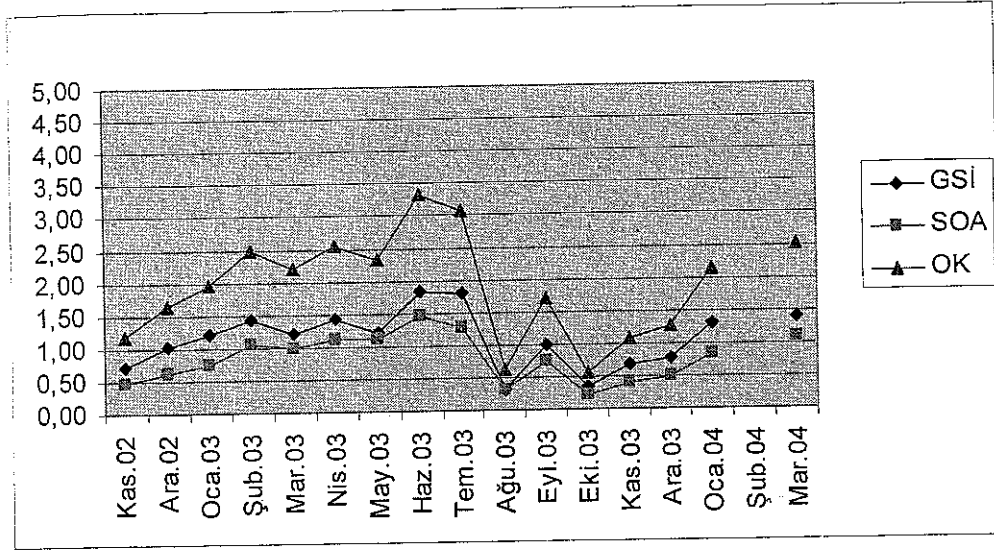
Sepia officinalis' in aylık olgunlaşma durumu dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı olgunluk indeksleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Çalışmada yararlanılan olgunluk indeksleri dişi bireyler için GSI, NBI iken erkek bireyler için GSI, SOİ ve OK dır.

Çalışma sonunda dişi bireylere ait olgunluk indeksleri değerlendirildiğinde her iki indeksinde şubat ayından itibaren artmaya başladığı ve mayıs, haziran, temmuz aylarında üremenin gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 4.6). Erkek bireylere ait olgunluk indeksleri incelendiğinde ise, ocak ayından itibaren değerlerde yükselmenin görüldüğü ve haziran - temmuz aylarında değerlerin düştüğü görülmüştür (Şekil 4.7).

Bu veriler ışığında *Sepia officinalis* türü dişi ve erkek bireylerin mayıs, haziran, temmuz aylarında üreme hazırlığını gerçekleştirdiği ve temmuz ayı sonuna kadar üreme faaliyetini devam ettikleri tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. Dişi bireylerde olgunluk indekslerinin aylara göre değişimi



Şekil 4.7. Erkek bireylerde olgunluk indekslerinin aylara göre değişimi

4.6. Gonadlarda Olgunlaşmanın Histolojik Olarak Belirlenmesi

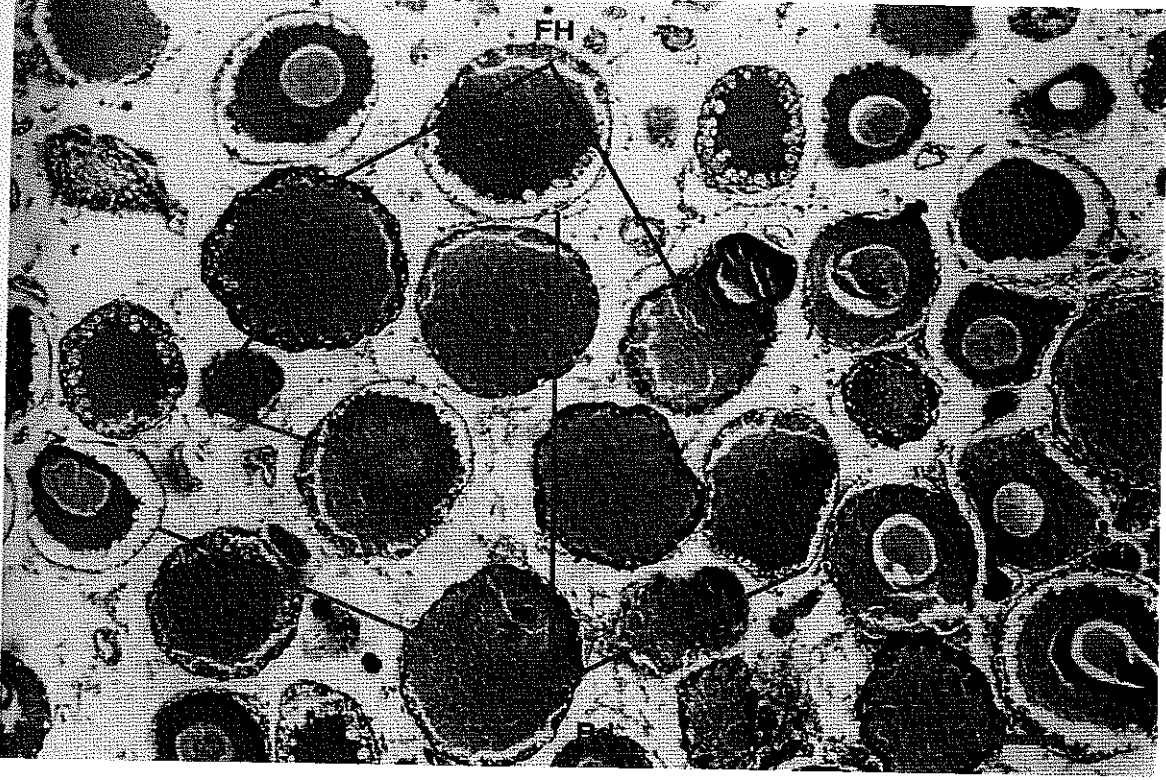
Dişi ve erkek bireylerde morfolojik ve histolojik karakterlere bağlı olarak 4'er olgunluk safhası tespit edilmiştir. Dişi bireyler için oosit içerisinde yer alan folikül hücrelerinin konumları ve sayıları olgunluk safhalarının belirlenmesinde göz önünde bulundurulmuş ve buna göre dişilerde 4 olgunluk safhası belirlenmiştir. Erkek bireyler için ise testis içerisinde yer alan seminifer tüpleri içinde bulunan spermatogonya, spermatosit, spermatid ve spermatozoa hücrelerinin varlığı ve yoğunluğu göz önünde bulundurularak erkeklerde de 4 olgunluk safhası tespit edilmiştir.

4.6.1. Dişilerde olgunluk safhaları

Dişi bireylerde gonadlarının gelişiminde histolojik olarak, olgunluk öncesi (Şekil 4.8), olgunlaşma (Şekil 4.9), yumurtlama öncesi (Şekil 4.10) ve yumurtlama (Şekil 4.11) olmak üzere 4 safha tespit edilmiştir. Bu safhalar;

a. Dişi bireylerde olgunlaşma öncesi safha

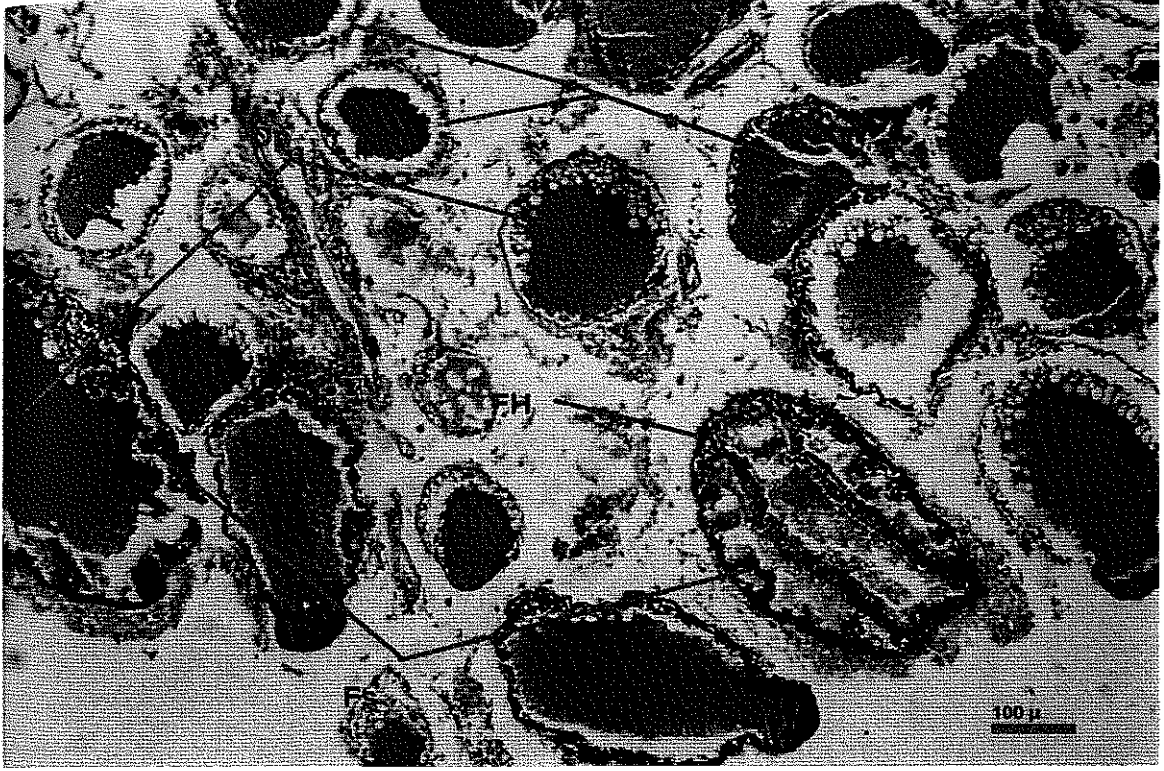
Dişi bireylerin gonadlarının olgunlaşma öncesi safhasında ovaryumda bulunan ve gelişmekte olan oositler folikül hücreleri ile çevrilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Dişi bireyde gonadın olgunlaşma öncesi safhası (FH: Folikül hücreleri, Bd: Bağ doku, Op: Ooplazma)

b. Dişi bireylerde olgunlaşma safhası

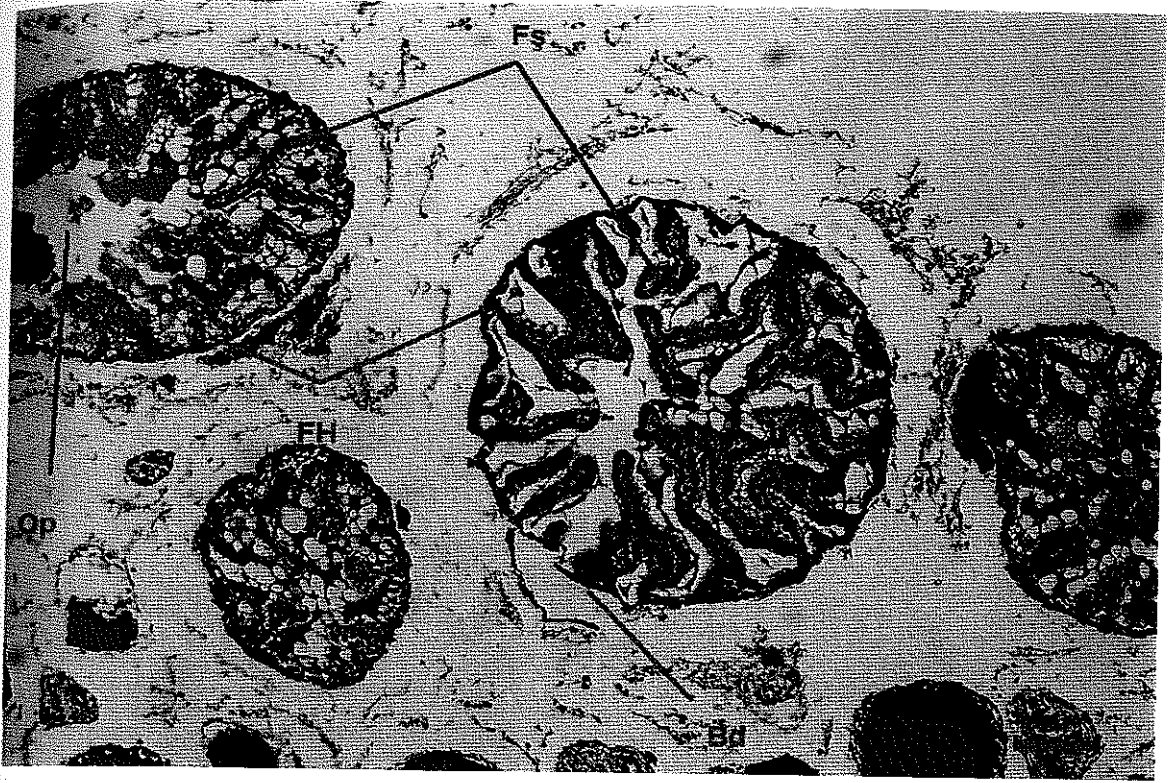
Olgunlaşma safhasında oositler tamamen folikül hücreleri ile çevrilidir. Folikül hücrelerinin sayıca ve oosit çeperlerinde büyüklükçe arttığı görülmektedir. Hücreler oositin merkezine doğru kolonlar oluşturacak şekilde uzantılar yaparlar (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Dişi bireyde gonadın olgunlaşma safhası (FH: Folikül hücreleri, Bd: Bağ doku, Op: Ooplazma, Fş: Folikül şeritleri)

c. Dişi bireylerde yumurtlama öncesi safha

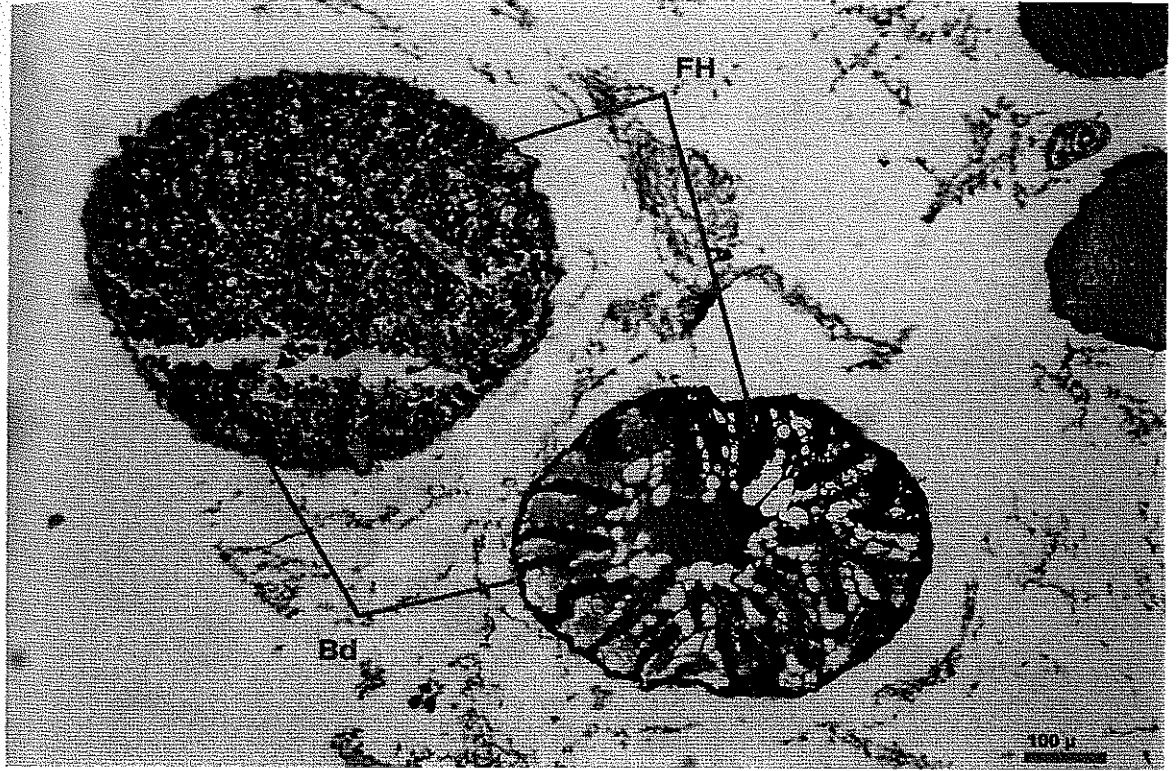
Foliküler epitel oositin ooplazma içerisine doğru uzantılar oluşturur ve besin kesesinin, folikül sinsisyumunu oositin kenarına doğru baskıladığı görülmektedir (Şekil 4 10).



Şekil 4.10. Dişi bireylerde gonadın yumurtlama öncesi safhası (FH: Follikül hücreleri, Op: Ooplazma, Fş: Follikül şeritleri)

d. Dişi bireylerde yumurtlama safhası

Follikül sinsisyumu son bozulmasını tamamlamış ve olgunlaşan yumurtalar ovulasyon için hazır durumdadır (Şekil 4.11). Olgunlaşan yumurtalar ovaryumu terk ederek ovidukt içerisine geçer



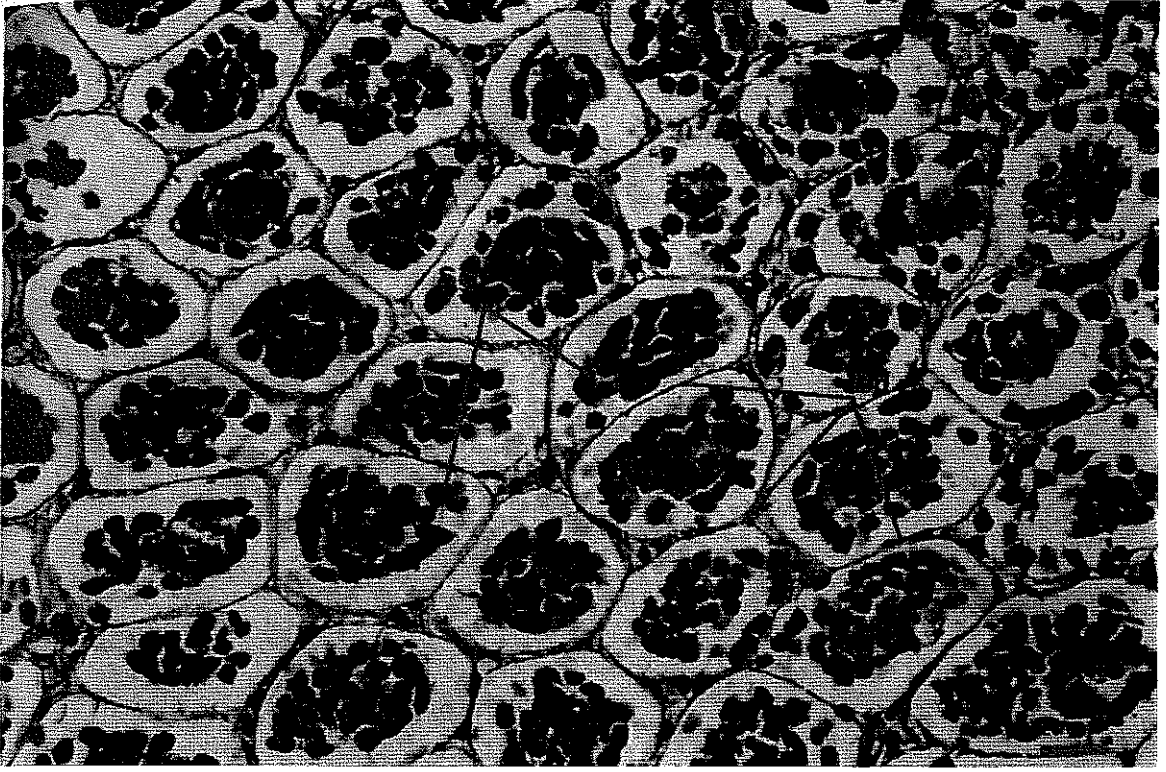
Şekil 4.11. Dişi bireylerde yumurtlama öncesi ve yumurtlama safhasındaki iki folikül yapısı (FH: Folikül hücreleri, Bd: Bağ doku)

4.6.2. Erkeklerde olgunluk safhaları

Erkek bireylere ait gonadların gelişiminde de Olgunlaşmamış, Olgunlaşma, Tam Olgun ve Spermatofor Bırakma olmak üzere 4 safha belirlenmiştir. Bu safhalar;

a. Erkek bireylerde olgunlaşmamış safha

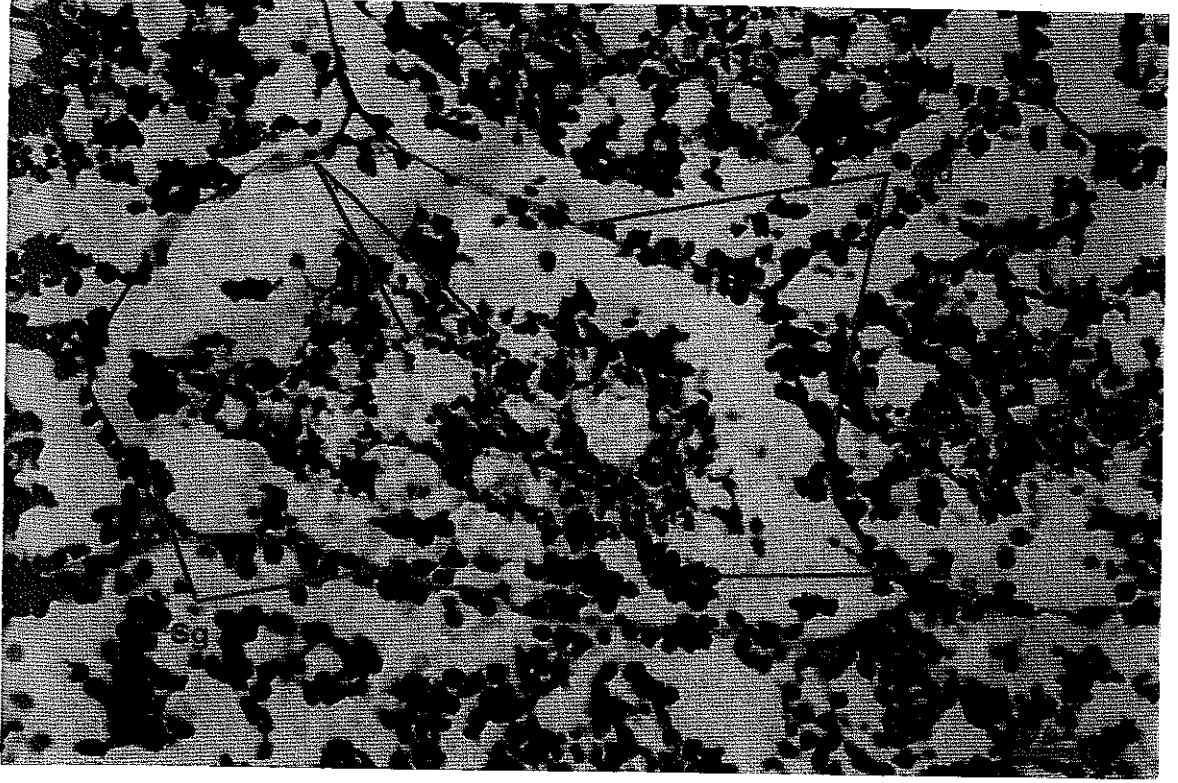
Testis içerisinde yer alan seminifer tüplerinin iç duvarı boyunca spermatogonya hücreleri görülmektedir. Aynı zamanda seminifer tüpünün merkez kısmında spermatozoid hücreleri de görülebilmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Olgunlaşma öncesi safhadaki testis yapısında seminifer tüpleri (Sg: Spermatogonia, Bd: Bağ dokusu)

b. Erkek bireylerde olgunlaşma safhası

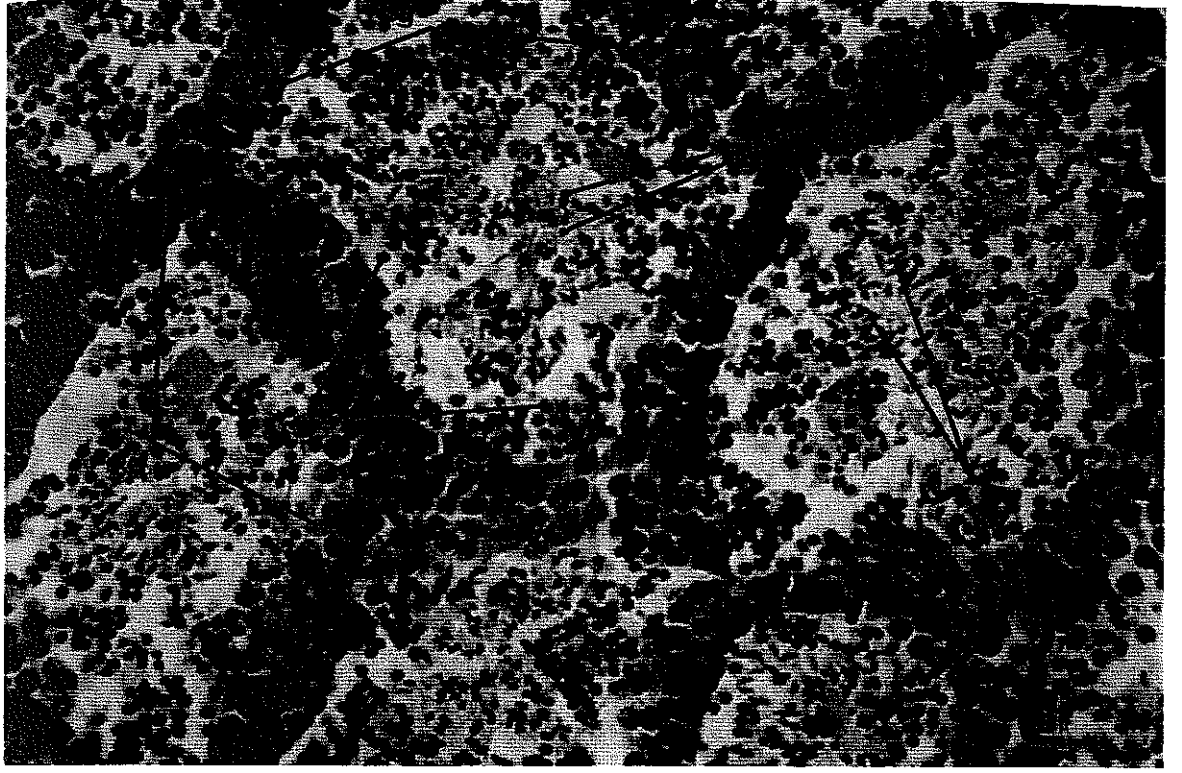
Bu safhada seminifer tüplerinin iç duvarlarında spermatogonyum hücreleri, tüpün merkez kısmında ilk safhaya oranla sayıları artmış olan spermatozoid hücreleri ve birkaç spermatid görülmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Erkek bireyde gonadın olgunlaşma safhası (Sg: Spermatogonia, S: Spermatozoid, St: Spermatozoid, Bd: Bağ dokusu)

c. Erkek bireylerde tam olgunluk safhası

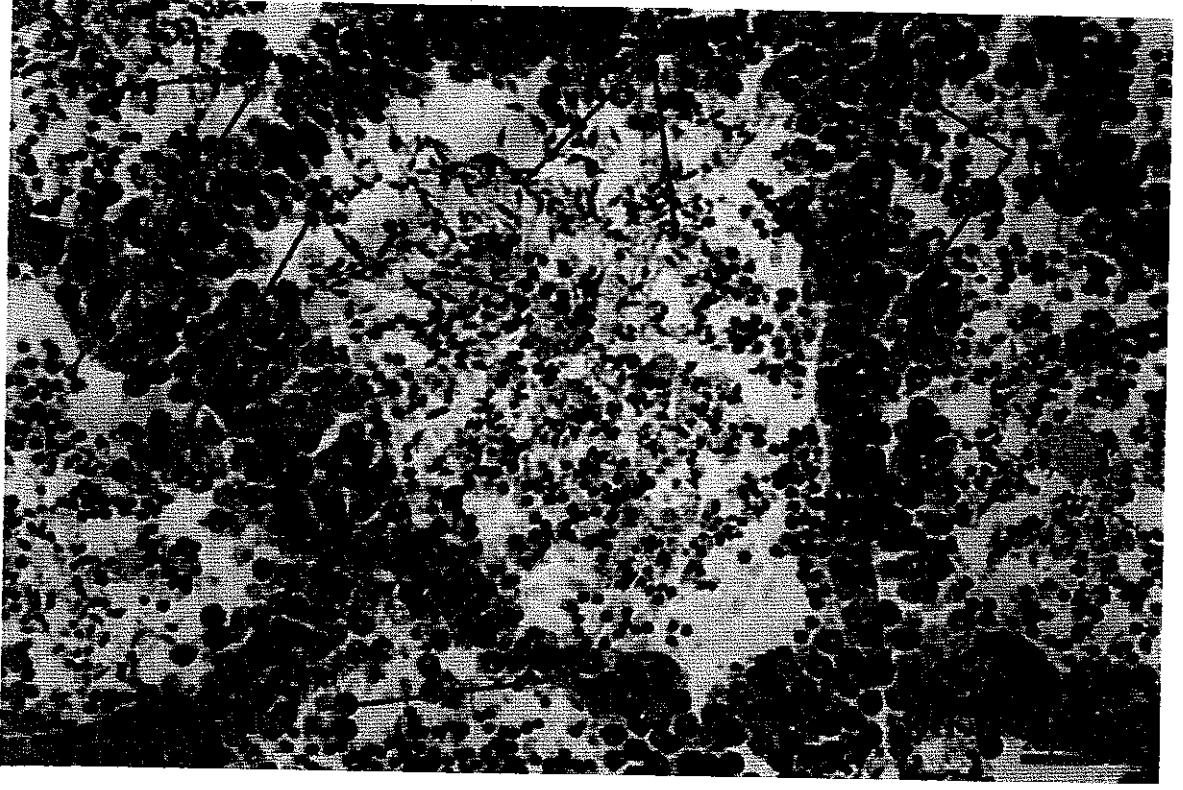
Testisin tam olgunluk safhasında seminifer tüpü içerisinde spermatogonia, spermatozoid, spermatozoid ve spermatozoa tamamı rahatlıkla görülebilmektedir. Seminifer tüpünün merkez kısmında olgun spermatozoa yer alır (Şekil 4.14)



Şekil 4.14. Erkek bireylerde gonadın tam olgunluk safhası (Sg: Spermatogonia, S: Spermatozoid, St: Spermatozoid, Sz: Spermatozoid, Bd: Bağ dokusu)

d. Erkek bireylerde spermatozoid bırakma safhası

Bu safhada, seminifer tüpleri olgunluk safhasında gözlenen tüm özellikleri gösterir. Ancak tüpün merkez kısmında bulunan spermatozoid hücrelerinin sayısı azalmış durumdadır (Şekil 4.15).



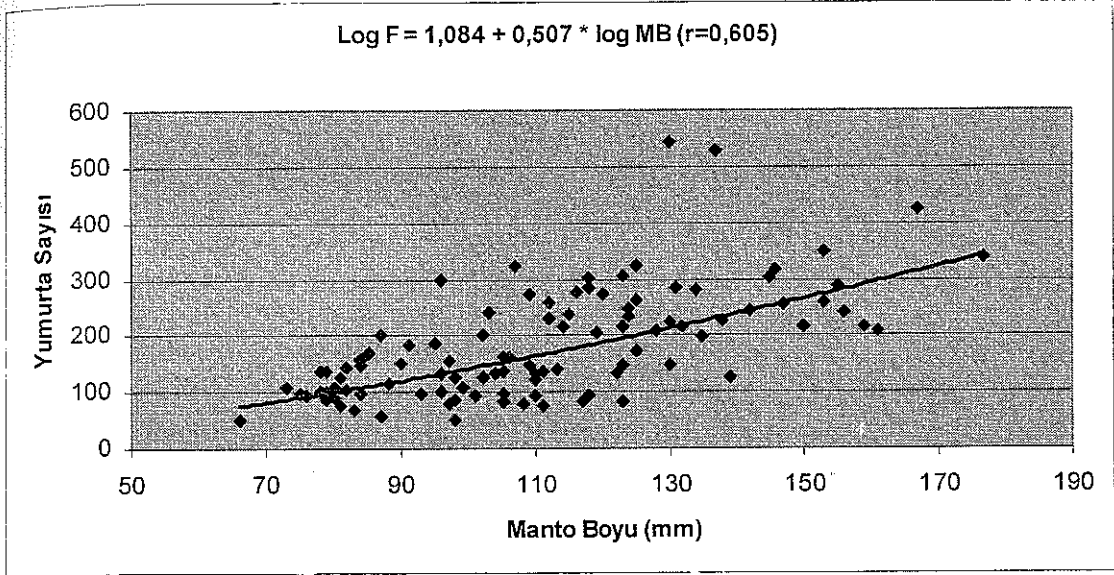
Şekil 4.15. Erkek bireylerde gonadın spermatofor bırakma safhası (Sg: Spermatogonia, S: Spermatozoid, St: Spermatid, Sz: Spermatozoa, Bd: Bağ dokusu)

4.7. Fekondite

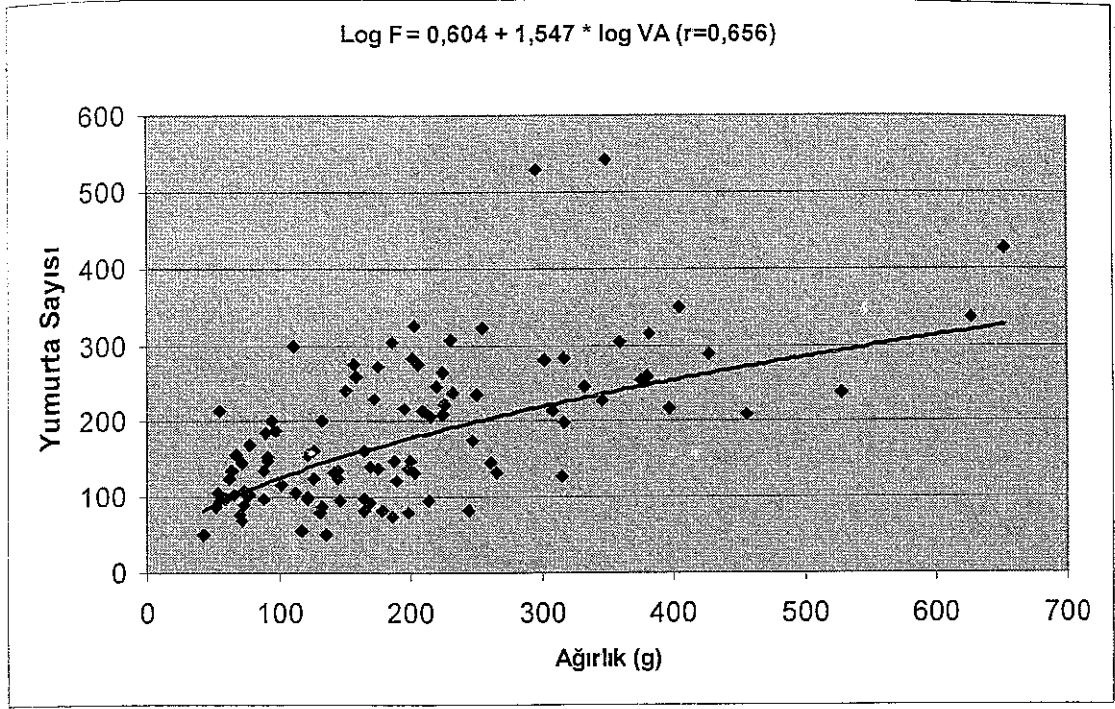
Dişi mürekkep balıklarında fekondite 1 Eylül 2002 - 23 Mart 2004 tarihleri arasında yakalanan 4. olgunluk safhasındaki 101 adet bireyin gonadları ve oviduktlarında bulunan olgun veya olgunlaşmaktaki yumurtalardan belirlenmiştir. Yumurta sayımı yapılan dişi bireylerde yumurta sayısı 50 - 543 adet arasında değişmektedir. İncelenen bireylerde ovidukt içerisinde yer alan olgunlaşmış yumurta çapının 5 - 7 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Mürekkep balıklarının total fekonditesi ile manto boyu, vücut ağırlığı, gonad ağırlığı ve nidamental bez ağırlığı arasındaki ilişkiler logaritmik ve üssel olarak incelenmiştir. Yumurta sayıları belirlenen dişi mürekkep balığı bireylerinde sırası ile yumurta sayısı - manto boyu (Şekil 4.16), yumurta sayısı - vücut ağırlığı (Şekil 4.17), yumurta sayısı - ovaryum ağırlığı (Şekil 4.18) ve yumurta sayısı - nidamental bez

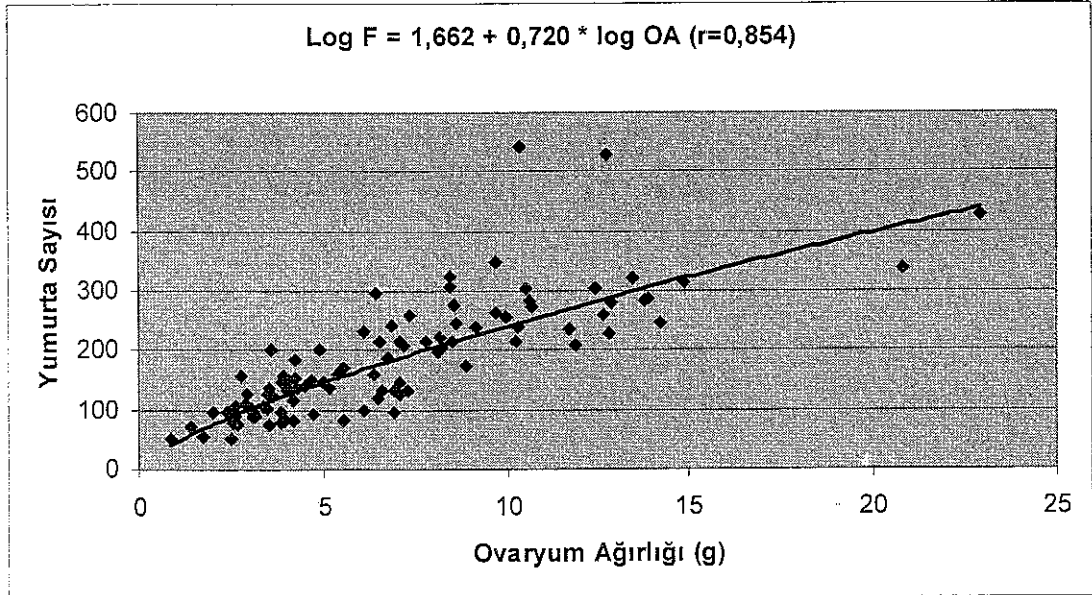
ovaryum ağırlığı ve nidamental bez ağırlığı arasındaki ilişkinin, fekondite ile manto boyu ve ağırlık arasındaki ilişkiye göre daha anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. İlişkilere dair denklemler Çizelge 4.5'de verilmiştir.



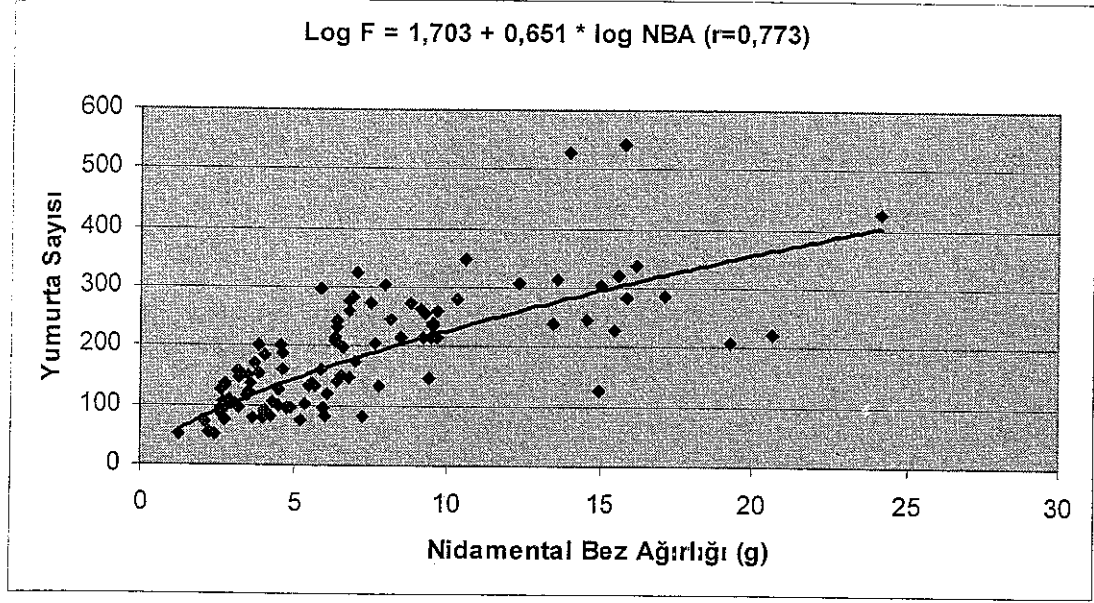
Şekil 4.16. *Sepia officinalis* türünde yumurta sayısı manto boyu ilişkisi



Şekil 4.17. *Sepia officinalis* türünde yumurta sayısı vücut ağırlığı ilişkisi



Şekil 4.18. *Sepia officinalis* türünde yumurta sayısı ovaryum ağırlığı ilişkisi



Şekil 4.19. *Sepia officinalis* türünde yumurta sayısı nidamental bez ağırlığı ilişkisi

Çizelge 4.5. Mürekkep balıklarında fekonditenin bazı biyometrik değerler ile ilişkisi

Denklemler	
Yumurta sayısı – Manto boyu	$\text{Log F} = 1,084 + 0,507 * \text{log MB} (r=0,605)$
Yumurta sayısı – Vücut ağırlığı	$\text{Log F} = 0,604 + 1,547 * \text{log VA} (r=0,656)$
Yumurta sayısı – Ovaryum ağırlığı	$\text{Log F} = 1,662 + 0,720 * \text{log OA} (r=0,854)$
Yumurta sayısı – Nidamental bez ağırlığı	$\text{Log F} = 1,703 + 0,651 * \text{log NBA} (r=0,773)$

5. TARTIŞMA

Sepia officinalis türü okyanus ve denizlerde geniş bir dağılım alanına sahip olmasına karşın, bu tür üzerine yapılan çalışmalar genellikle Atlantik kıyılarında ve İngiliz Kanalı'nda bulunan populasyonlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Ülkemiz Akdeniz sahillerinde ise türün biyolojisi hakkında yapılmış herhangi bir çalışma ile karşılaşmamıştır. Denizlerimizde ticari amaç ile 1957 yılından günümüze kadar avcılığı yapılmasına rağmen, Türkiye denizlerinde dağılım gösteren türün populasyonu hakkında az sayıda bilgi mevcuttur.

Bu çalışmada *S. officinalis* türünün erkek ve dişi bireyleri için 4'er farklı olgunluk safhası temel alınarak eşeyssel gelişmeleri incelenmiştir. Örneklenen 490 bireylerin manto boyu uzunlukları 45 mm ile 177 mm arasında değişmektedir. Yapılmış olan diğer çalışmalara bakıldığında İspanya'nın Atlantik sahillerinde bulunan populasyonun manto boyu uzunluklarının 15 mm ile 273 mm arasında değiştiği (Castor vd 1991), Portekiz'in Atlantik sahillerinde ise 15 mm ile 330 mm arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Coelho ve Martins 1991). Elde edilmiş veriler ile karşılaştırıldığında Atlantik sahillerinde yaşayan populasyon bireylerinin, Akdeniz'de yaşayan bireylere oranla manto uzunluklarının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu fark çalışmaların gerçekleştirildiği bölgelerin ekolojik koşullarındaki farklılıklara bağlı olarak eşeyssel olgunluğun farklı manto boyu uzunluklarında görülmesinden kaynaklanmasındır.

Örneklerin üreme dönemine ait manto boyu frekans dağılımı incelendiğinde üreme faaliyeti içerisinde olan dişi bireylerin 90.6 ± 1.82 mm ortalama manto boyu uzunluğuna erkek bireylerin ise 85.6 ± 1.78 mm ortalama manto boyu uzunluğuna sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca üreme döneminde dişi ve erkek bireylerin manto boyu - frekans

dağılımı incelendiğinde (Şekil 4.2), popülasyona dahil tek bir yaş grubunun üreme faaliyeti gösterdiği belirlenmiştir. Üreme faaliyetindeki dişi bireylerin % 45.9'unun, erkek bireylerin ise % 50.7'sinin, 75 mm ile 85 mm manto boyu uzunlukları arasında yoğunlaştıkları görülmektedir (Şekil 4.2). Gauvrit vd (1997) Biscay Körfezi'nin (Fransa) kuzey kısmında gerçekleştirdikleri çalışmalarında üreme dönemindeki bireylerin iki generasyon halinde üreme faaliyetini gerçekleştirdiklerini belirlemişlerdir. Çalışmalarında üreme dönemi boyunca örnekledikleri I. generasyona dahil dişi bireylerin 150 mm, erkek bireylerin ise 145 mm ortalama manto boyuna sahip olduklarını, II. generasyona dahil dişi bireylerin 220 mm, erkek bireylerin ise 240 mm ortalama manto boyuna sahip oldukları tespit etmişlerdir. Elde ettiğimiz veriler ile araştırmacının üreme zamanında dişi ve erkek bireyler için tespit ettiği ortalama manto boyu verilerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca araştırmacı incelediği popülasyonda iki farklı generasyonun varlığından bahsetmektedir. Çalışmamızda ise tek bir generasyon tespit edilmiştir. Bu farklılıklar incelenen iki popülasyonun farklı ekolojik koşullar altında yaşamlarını sürdürmesinden kaynaklanmaktadır. Bu durum soğuk sularda yaşayan bireylerin daha geç eşeyssel olgunluğa ulaşması ve daha uzun süreler yaşamlarını devam ettirmelerine karşın sıcak sularda yaşayan bireylerin erken eşeyssel olgunluğa ulaşip, üreme faaliyetine başlaması ve daha sonrada ölmeleri ile açıklanabilir.

Antalya Körfezi'nden avlanan mürekkep balıklarının boy - ağırlık ilişkisi incelendiğinde, bireylerin içinde bulunduğu şartlara göre vücut şeklinin (büyüme tipini) belirlemede kullanılan "b" değerleri ise dişi bireylerde 2.689, erkek bireylerde 2.604, dişi - erkek karışımında 2.666, olarak tespit edilmiştir. Dunn (1999), İngiliz Kanalı'nda gerçekleştirdiği çalışmada boy - ağırlık ilişkisini incelediği *Sepia officinalis* bireyleri için "b" değerini dişi bireylerde 2.783, erkek bireylerde 2.639, dişi - erkek karışımında ise 2.564 olarak belirlenmiştir. İncelenmiş olan iki farklı

populasyonun boy - ağırlık ilişkisi karşılaştırıldığında, her iki populasyonda da "b" değerlerini birbirine yakın olduğu ve her iki populasyon için negatif alometrik büyümenin söz konusu olduğu görülmüştür.

Gonad gelişiminin, üreme mevsimi ve süresinin tespit edilmesi amacı ile her iki eşey için olgunluk indeksleri değerlerindeki değişimler aylık olarak incelenmiştir. Olgunluk indeksi değerlerinin her iki eşey içinde ocak ayından itibaren arttığı ve temmuz - ağustos ayları itibari ile düşmeye başladığı görülmektedir (Şekil 4.6, Şekil 4.7). Bu veriler ışığında üreme dönemi mayıs - ağustos ayları arasında kalan dönem olarak belirlenmiştir. Ayrıca üreme faaliyetinin temmuz - ağustos ayları arasında yoğunluk kazandığı da görülmektedir (Şekil 4.6, Şekil 4.7).

Sepia officinalis populasyonlarının okyanus ve denizlerde üreme döneminin belirlenmesine yönelik yapılmış olan çalışmalar Çizelge 5.1 de verilmiştir. Buna göre türün tüm dağılım gösterdiği bölgelerde ilkbahar - yaz dönemlerinde üreme faaliyetini gerçekleştirdiği görülmektedir.

Çizelge 5.1. *Sepia officinalis* türünün farklı bölgelerdeki üreme dönemleri ve yaşam süreleri

Araştırmacı	Çalışmanın yapıldığı Bölge	Üreme Dönemi	Yaşam Süresi
Dunn 1999	İngiliz Kanalı	Mart - Temmuz	12 - 20 ay
Richard 1970 (Boletzky, 1983'den)	İngiliz Kanalı	Nisan - Eylül	18 - 24 ay
Gauvrit vd 1997	Biscay Körfezi (Fransa, Atlantik Okyanusu)	Mart - Haziran	10 - 23 ay
Bouchaud 1991	Morbihan Körfezi (Fransa, Atlantik Okyanusu)	Mart - Ağustos	-
Mangold 1966 (Boletzky, 1983'den)	Akdeniz	Mart - Ağustos	14 - 18 ay
Bu çalışmada 2004	Akdeniz	Mayıs - Ağustos	-

Çalışmamızda belirlenen Antalya Körfezi'nde yaşayan *S. officinalis* türünün üreme dönemi, diğer araştırmacıların gerçekleştirdikleri çalışmalarda elde ettikleri bulgular ile uyumlu olduğu görülmüştür (Çizelge 5.1).

İncelenen örneklerin morfolojik karakterleri göz önünde bulundurularak belirlenen olgunluk safhalarına göre, 4. olgunluk safhasına erişmiş (oviduktunda olgun yumurta bulunan) dişi bireyler için ilk eşeyssel olgunluk boyu 66 mm, 3. olgunluk safhasına erişmiş (Needham kesesi gelişimini tamamlamış spermatoforlar ile dolu) erkek bireylerde ise ilk eşeyssel olgunluk boyu 67 mm olarak belirlenmiştir. İngiliz Kanalı'nda gerçekleştirilen bir çalışmada ise dişi bireyler için ilk eşeyssel olgunluk boyu 142 mm, erkek bireyler için ise 114 mm olarak bildirilmiştir (Dunn 1999). Batı Afrika Sahra Çölü kıyılarında dağılım gösteren *Sepia officinalis* popülasyonunda dişi bireyler için ilk eşeyssel olgunluk boyu 15.5 cm, erkek bireyler için ise 12 – 14 cm arasındadır (Hatanaka 1979). Tunus sahillerinde ise türün ilk eşeyssel olgunluk boyu dişi bireyler için 12 cm, erkek bireyler için ise 10 cm dir (Roper vd 1984). Yapılmış olan çalışmalarda her iki eşey için tespit edilen ilk eşeyssel olgunluk boylarının farklılık gösterdiği görülmektedir. Antalya Körfezi'nden örneklenen bireylerin ilk eşeyssel olgunluk boyunun diğer bölgeler ile karşılaştırıldığında daha kısa olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular diğer araştırmacıların elde ettikleri bulgular ile uyuşmamaktadır. Bunun nedeni karşılaştırılması yapılan popülasyonların farklı ekolojik koşullarda yaşamlarını sürdürmeleridir.

4. olgunluk safhasındaki, olgun yumurta taşıyan 101 adet dişinin ovaryum ve oviduktlarında bulunan olgun veya olgunlaşmakta olan yumurta sayıları belirlenmiştir. Yapılan sayımlar sonucunda, incelenen popülasyonda yer alan ve eşeyssel olgunluğa ulaşmış dişilerin 50 adet ile 543 adet arasında yumurta taşıdıkları tespit edilmiştir. İncelenen bireylerde tespit edilen ortalama yumurta sayısı 183.2 ± 9.58 dir.

Yapılan sayımlar esnasında ovidukt içinde bulunan yumurtaların çaplarının bireyin manto boyuna paralel olarak 5 - 7 mm arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun yanında *Sepia officinalis* türü dişi bireylerinin 150 ila 600 arasında olgun yumurta taşıdıklarını bildirilmiştir (Mangold 1987). Roper vd (1984) ise, dişi bireylerin taşıdığı yumurta sayısının bireyin manto boylarına bağlı olarak 150 - 4000 adet yumurta arasında değiştiğini, yumurta çapının ise 8 - 10 mm arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalardan da görüldüğü gibi dişi bireylerin yumurta sayılarının ve yumurta çaplarının manto boyu uzunluğuna paralel olarak artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Çalışmamızda yumurta sayıları belirlenen dişi bireylerin manto boyu uzunluklarının diğer çalışmalarda (Roper vd 1984, Mangold 1987) incelenen bireylere göre daha kısa olmasından dolayı bireylerin taşıdığı yumurta sayılarının daha az olduğu ve çaplarının daha küçük olduğu görülmüştür. Laptikhovsky vd (2003)'nin Ege Denizi'nde gerçekleştirdikleri örneklemelerle *S. officinalis* türünün potansiyel fekonditesini belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışmada fekondite değerini belirlemek amacı ile ovidukt içinde bulunan olgun yumurtalar ile ovaryum içerisinde bulunan olgun ve olgunlaşma durumundaki yumurtalar ve ek olarak farklılaşmaya uğramamış potansiyel oositlerin de saymışlardır. Bunun sonucunda tür için belirledikleri ortalama potansiyel fekondite değerini, 5871 olarak tespit etmişlerdir.

Mürekkap balıklarının total fekonditesi ile manto boyu, vücut ağırlığı, gonad ağırlığı ve nidamental bez ağırlığı arasındaki ilişkiler logaritmik ve üssel olarak incelendiğinde (Çizelge 4.5), fekondite ile ovaryum ağırlığı ve nidamental bez ağırlığı arasındaki ilişkinin, fekondite ile manto boyu ve ağırlık arasındaki ilişkiye göre daha anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan literatür taramalarında benzer bir araştırmaya rastlanmadığından dolayı elde edilen bulguların karşılaştırılması yapılamamıştır.

6. SONUÇ

Antalya Körfezi'nde gerçekleştirilen, *Sepia officinalis* türünün mevsimsel olgunluk durumu, fekonditesi ve üreme mevsiminin belirlenmesi amacı ile gerçekleştirdiğimiz çalışma sonucunda, incelemenin gerçekleştirildiği alan olan Antalya Körfezi'nde yaşamını sürdüren *Sepia officinalis* türünün biyolojisi hakkında çeşitli veriler elde edilmiştir. Bu veriler ışığında türün üreme mevsiminin Mayıs - Ağustos aylarına denk geldiği ve en belirgin üreme faaliyetinin Temmuz - Ağustos aylarında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Türün ilk eşeyssel olgunluk manto boyunun dişi bireyler için 66 mm, erkek bireylerde 67 mm olduğu belirlenmiştir. Dişi bireylerin ovaryumlarında bulunan, olgunlaşmaktaki ve olgunlaşmış yumurtaların sayısı ile ovidukt içerisinde bulunan olgun yumurtaların sayılarının tespit edilmesi ile incelenen dişi bireylerin 50 ile 543 adet arasında olgun yumurta taşıdıkları görülmüştür. Bireylerin taşıdıkları yumurtaların sayısı ile ovaryum ağırlığı ve nidamental bez ağırlığı arasında güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. İncelenen örneklerden elde edilen veriler doğrultusunda Antalya Körfezi'nde bulunana mürekkep balığı popülasyonunun, türün farklı dağılım alanlarında bulunan popülasyonlara oranla daha erken eşeyssel olgunluğa ulaştığı, tek bir generasyonun üreme faaliyeti gerçekleştirdiği ve yaşam sürelerinin de daha kısa olduğu görülmüştür.

Çalışmamızdan elde edilen veriler Antalya Körfezi'nde ve Akdeniz'de gelecek dönemlerde gerçekleştirilecek bu tür ile ilgili daha ileri düzeydeki çalışmalara zemin oluşturabilecektir. Ayrıca bölgede bulunan popülasyonun biyolojisine ilişkin elde edilen verilerden de, türün yetiştiriciliğine yönelik yapılabilecek çalışmalarda da yararlanılabilecektir.

7. KAYNAKLAR

- AVŞAR, D., 1998. Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı No: 5, ISBN: 975-96039-1-7
- BOYLE, P.R., 1987. Cephalopod Life Cycles Vol II. Comparative Reviews Academic Press Inc. LTD. London.
- BOLETZKY, S.V., 1983. *Sepia officinalis* In: Boyle, P.R. (Ed.), Cephalopod Life Cycles. Vol I. Academic Pres, 31 - 52 pp.
- BONE, Q. and BROWN, E.R., 1994. On the respiratory flow in the cuttlefish *Sepia officinalis*. *J. exp. Biol.* 194, 153-165
- BOUCAUD-CAMOU, E., KOUETA, N., BOISMERY, J. AND MEDIHIOUB, A., 1991. The sexual cycle of *Sepia officinalis* L. from the Bay of Seine. In : The Cuttlefish (E. Boucaud - Camou, ed.), 141-151. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- BOUCHAUD, O., 1991. Etude de la reproduction de la seiche commune *Sepia officinalis* L. Danse le Golf edu Morbihan : premiers resultats. In : The Cuttlefish (E. Boucaud - Camou, ed.), 153 - 166. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- BOULET. P.C., 1989. The future of the cuttlefish in biomedical research. 1st. International Symposium on the cuttlefish *Sepia*, 297 - 298 pp.
- BUDELMANN, B.U., RIESE, U. and BLECKMANN, H., 1991. Structure, function, biological significance of the cuttlefish lateral lines. In : The Cuttlefish (E. Boucaud - Camou, ed.), 201 - 209. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- CADDY, J.F. AND RODHOUSE, P.G., 1998. Cephalopod and groundfish landings: evidence for ecological change in global fisheries? Reviews in Fish Biology and Fisheries. 8: 431 - 444 pp.
- CASTOR, B.G., GUERRA, A. AND JARDON C.M.F., 1991. Variations in digestive gland weights of *Sepia officinalis* and *Sepia elegans* through their life cycles. In : The Cuttlefish (E. Boucaud - Camou, ed.), 99 - 105. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- COELHO, M.L. and MARTINS, M.C., 1991. Preliminary observations on the biology of *Sepia officinalis* in Ria Formosa, Portugal. (E. Boucaud - Camou, ed.), 131 - 139. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- COSQUER, L. and BOUCAUD - CAMOU, E., 1991. Isolation, separation and culture of cells from the gonads of *Sepia officinalis* L. : preliminary result. (E. Boucaud - Camou, ed.), 263 - 270. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.

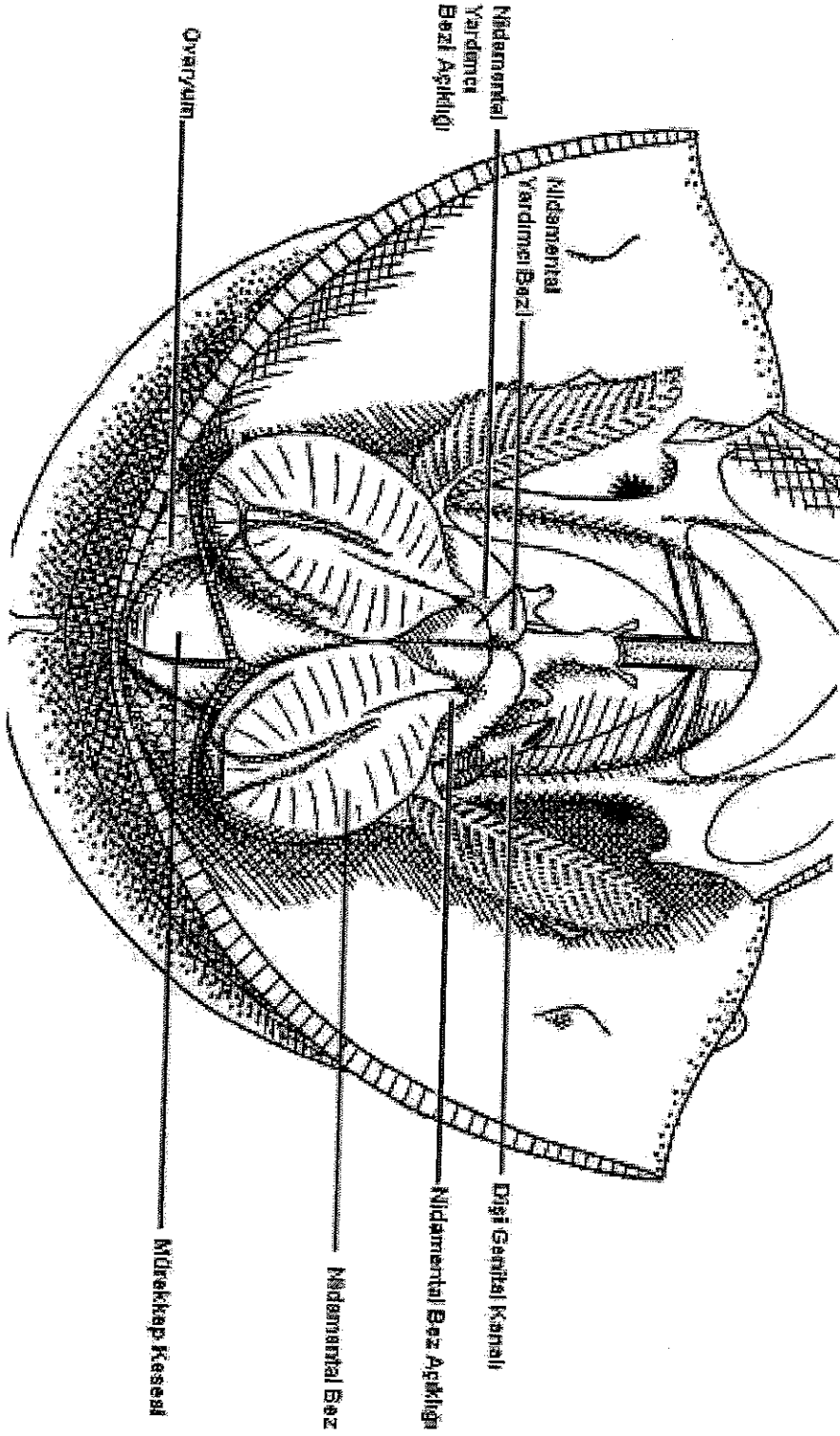
- DAGUZAN, J. and BARBOTIN, Y., 1991. Main biometric characteristics of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. in the Morbihan Bay during the breeding season : possibility of use the crystalline lens as a morphometric parameter. (E. Boucaud - Camou, ed.) 194 pp. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- DEMİRSOY, A., 2001. Yaşamın Temel Kuralları (Omurgasızlar) Cilt II / Kısım I. 1112 s. ISBN: 975 - 7746 - 26 - 6
- DEMİR, R., 2001. Histolojik Boyama Teknikleri. Palme yayıncılık, 320 p. ISBN 975-7477-91-5
- DOMINGUES, P.M., KINGSTON, T., SYKES, A. and ANDRADE, J.P., 2001. Growth of young cuttlefish, *Sepia officinalis* (Linnaeus 1758) at the upper end of the biological distribution temperature range. Aquaculture Research, 32 : 923 - 930.
- DUNN, M.R., 1999. Aspects of the stock dynamics and exploitation of cuttlefish, *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758), in the English Channel. Fisheries Research. 40 (3): 277-293 pp.
- FAO, 2004 a. Fisheries Department Statical Data bases, On-line Statistical Databases. <http://www.fao.org/fi/statist/statist.asp>
- FAO, 2004 b. FAO Species Identification and Data Programme (SIDP) <http://www.fao.org/fi/sidp/default.htm>
- FORSYTHE, J.W., 2003. Mature male *S. officinalis* showing Intense Zebra Display. <http://www.cephbase.utmb.edu/imgdb>
- FORSYTHE, J.W., DERUSHA R.H. and HANLON, R.T., 1994. Growth, reproduction and life span of *Sepia officinalis* (Cephalopoda: Mollusca) cultured through seven consecutive generations. Journal of Zoology, London. 233 : 175-192
- FORSYTHE, J.W., HANLON, R.T. and DE RUSHA R.H., 1991. Pilot large-scale culture of *Sepia* in biomedical research. (E. Boucaud - Camou, ed.), 313 - 323. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- FORSYTHE, J.W. and VAN HEUKELEM W.F., 1987. Growth. In: Boyle, P.R. (Ed.), Cephalopod Life Cycles. Vol II. Academic Press. 135 - 156 pp.
- GABR, H.R., HANLON, R.T., HANAFY, M.H. and EL-ETREBY, S.G., 1998. Maturation, fecundity and seasonality of reproduction of two commercially valuable cuttlefish, *Sepia paraonis* and *S. dollfusi*, in Suez Canal. Fisheries Research, 36 : 99 - 115.
- GAUVRIT, E., LE GOFF, R. and DAGUZAN, J., 1997. Reproductive cycle of the cuttlefish, *Sepia officinalis* L. in the northern part of the Bay of Biscay. Journal of Molluscan Studies, 63 : 19 - 28.
- GUERRA, A. AND CASTRO, B.G., 1988. On the life cycle of *Sepia officinalis* (Cephalopoda, Sepioidea) in the Ria de Vigo (NW Spain). Cah. Biol. Mar. 29 : 395-405 pp.

- HANLON, R.T. and MESSENGER, J.B., 1996. Cephalopod Behavior. Cambridge University Press, p 220.
- HANLON R.T., AMENT S.A. and GABR, H. 1999. Behavioral aspects of sperm competition in cuttlefish, *Sepia officinalis* (Sepioidea: Cephalopoda). *Marine Biology*. 134 (4) : pp 719
- HATANAKA, H. 1979. Spawning season of cuttlefish, *Sepia officinalis* L., off the northwest coast of Africa. *CECAF/ECAF Ser.*, 78/11: 135 - 46.
- JAKOBS, P., 1991. Effects of FMRFamide and some analogues on the isolated systemic heart of *Sepia officinalis* L. in orthograde perfusion. (E. Boucaud - Camou, ed.), 237 - 247. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- KATAGAN T., SALMAN A. and BENLI, H.A., 1993. The Cephalopod fauna of the Sea of Marmara. *Israel Journal of Zoology*. 39 : pp 255-261
- KORAY, T., 1998. Su Ürünleri Araştırmalarında Biyometrik Yöntemler. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No. 45. Ege Üniversitesi Basımevi, İZMİR.
- KOUETA, N. and BOUCAUD-CAMOU, E., 1991. Aspartate transcarbamylase activity, a bioassay for a gonial mitosis stimulating factor from the optic gland of *Sepia officinalis* L. (E. Boucaud - Camou, ed.), 271 - 279. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- KOUETA, N. and BOUCAUD-CAMOU, E., 1999. Food intake and growth in reared early juvenile cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca : Cephalopoda). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 240 : 93 - 109.
- KOUETA, N. and BOUCAUD-CAMOU, E., 2001. Basic growth relations in experimental rearing of early juvenile cuttlefish *Sepia officinalis* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 265 : 75-87 pp.
- KOUETA, N., BOUCAUD-CAMOU, E. and NOEL, B., 2002. Effect of enriched natural diet on survival and growth of juvenile cuttlefish *Sepia officinalis* L. *Aquaculture*, 203 : 293 - 310.
- KOUETA, N., BOUCAUD-CAMOU, E. AND RENOU, A.M., 1993. Cytological study of germ cells and follicular cells during sexual maturation of cuttlefish (*Sepia officinalis*) population from the Bay of Seine. *Cah. Biol. Mar.*, 34: 461 - 476 pp.
- LAPTIKHOVSKY V. and SALMAN, A., 2003. On reproductive strategies of the epipelagic octopods of the superfamily *Argonautoidea* (Cephalopoda: Octopoda). *Marine Biology*. 142 : pp 321-326
- LAPTIKHOVSKY V., SALMAN, A., ÖNSOY, B. and KATAĞAN, T., 2003. Fecundity of the common cuttlefish, *Sepia officinalis* L. (Cephalopoda, Sepiidae): a new look at an old problem. *SCI. MAR.*, 67 (3): 279 - 284 pp.

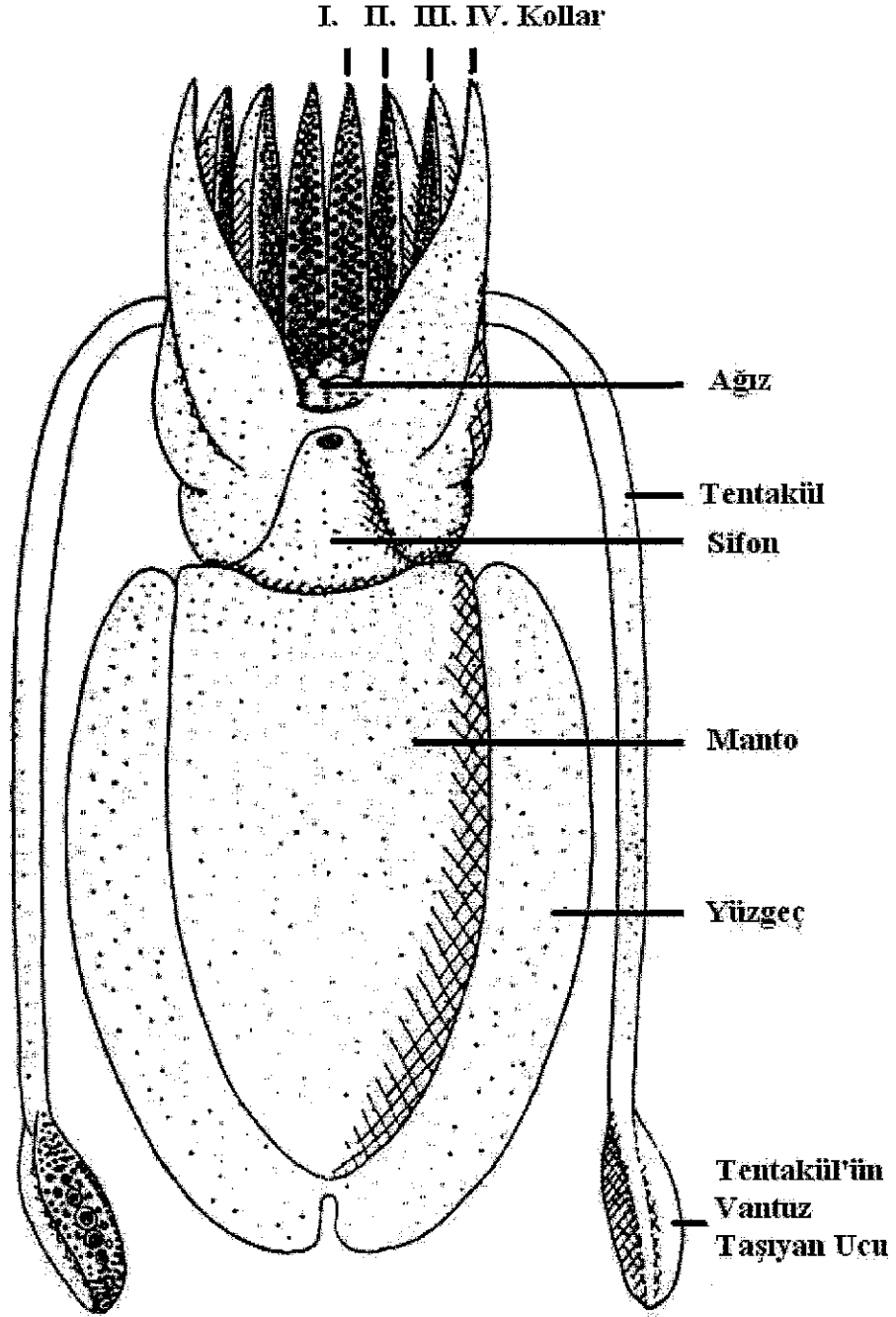
- MANGOLD, K., 1987. Reproduction. In: Boyle, P.R. (Ed.), Cephalopod Life Cycles. Vol II. Academic Pres, 157 – 200 pp.
- MANGOLD – WIRZ, K., 1963. Biologie des Cephalopodes benthiques et nectonique del la Mer Catalane. Vie Milieu, 13 : 1 - 285
- MEDHIOUB, A., BOISMERY, J. and BOUCAUD-CAMOU E., 1991. Growth of *Sepia officinalis* from the Bay of Sein. (E. Boucaud – Camou, ed.), Acta of the first international symposium on the cuttlefish Sepia, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- NEAF, A., 1928. Cephalopod Embryology Part I, Vol II, Fauna and Flora THE BAY OF NAPLES. SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES (2000), USA, 460 p.
- NIXON, M., 1987. Cephalopod diets. In: Boyle, P.R. (Ed.), Cephalopod Life Cycles. Vol II. Academic Press, p 201.
- NIXON, M. and MANGOLD, K., 1998. The early life of *Sepia officinalis*, and the contrast with that of *Octopus vulgaris* (Cephalopoda). Journal of Zoology London, 245 : 407 – 421.
- ÖBER, A., 2002. Zoolojide Laboratuar Teknikleri., Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi No: 185, 168 p.
- ROPER, C.F.E., SWEENEY M.J. and NAUEN, C.E., 1984. Species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop., (125) Vol. 3 : 277 p.
- SALMAN A., 1998. Reproductive biology of *Sepietta oweniana* (Pfeffer, 1908) (Sepiolidae: Cephalopoda) in the Aegean Sea. *Scientia marina*. 62 (4) : pp.379
- SALMAN A. ve KATAGAN, T., 1999. Ege denizi'nde *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798) ve *Eledone moschata* (Lamarck, 1799)'nin (Cephalopoda: Octopoda) Bolluğu ve Dağılımı. *Tr J of Zool*. 23 : pp.695-701
- SALMAN, A. ve KATAĞAN, T. ve BENLİ, H.A., 1998 a. Türkiye Kafadanbacaklıları (Clasis: *Cephalopoda*) ve Yetiştiriciliği. T.C. Tarım Ve Köy işleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bodrum, Seri A, Yayın No,12:162p.
- SALMAN A., KATAGAN T. and BENLI, H.A., 1998 b. On the Cephalopod fauna of northern Cyprus. *Israel Journal of Zoology*. 44 : pp.47-51
- SALMAN A., KATAGAN T. and BENLI, H.A., 2002. Cephalopod fauna of the Eastern Mediterranean. *Turk J Zool*. 26 : pp.47-52
- SALMAN, A., KATAGAN, T. and GUCU, A.C. 2000. The distribution and fishing of two Mediterranean *Eledone* spp. (Octopoda: Cephalopoda) in the Aegean Sea. *Turk J Zool*. 24 : pp.165-171
- TOMPSETT, D.D., 1939. *Sepia*. *LMBC Memoirs*, vol. XXXII (ed. R. T. Daniel), pp. 184. Liverpool: The University Press of Liverpool)

- TSACOPOULOS, M., MÉTIVIER, CH and VON BOLETZKY, S., 1991. Explorations of relationships between function and energy metabolism in the isolated retina of *Sepia officinalis*. (E. Boucaud - Camou, ed.), 223 - 235. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- VILLANUEVA R., KOUETA N., RIBA J. and E. BOUCAUD-CAMOU, 2002. Growth and proteolytic activity of *Octopus vulgaris* paralarvae with different food rations during the first feeding, using *Artemia nauplii* and compound diets. *Aquaculture*, 205 : 269-286 pp.
- VILLEGAS, P., 2001. Growth, life cycle and fishery biology of *Loligo gahi* (d'Orbigny, 1835) off the Peruvian coast. *Fisheries Research*, 54 : 123-131 pp.
- WILLIAMSON, R., 1991. The responses of the sensory hair cells in the statocyst of *Sepia* (E. Boucaud - Camou, ed.), 211 - 221. Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*, Centre de Publication de l'Université de Caen.
- YOUNG, C.M., 2002. Atlas of marine invertebrate larvae (Phylum Mollusca : Cephalopoda). Academic Press, ISBN : 0-12-773141-5, 327-337 pp.

Ek 2. *Sepia officinalis* Türünde Dişi Bireyin Manto Boşluğu (Tompsett 1939' den)



Ek 3. Mürekkep Balığının Ventral Görünümü (Tompsett 1939'den)



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ

ÖZGEÇMİŞ

Olgaç GÜVEN, 1977 yılında İstanbul'da doğdu. İlkokulu 1988 yılında Sakarya'da, orta ve lise öğrenimini 1995 yılında Antalya ilinde tamamladı. Lisans öğrenimini İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde 2000 yılında tamamladı. 2002 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. 2003 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı ve halen aynı bölümde görevine devam etmektedir.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ