

KONTROLLÜ KOŞULLARDA SÜBYE (*Sepia officinalis* L.)'NİN YUMURTLAMASI, YUMURTALARIN GELİŞİMİ VE İNKÜBASYONU

Halil Şen*

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Urla, İzmir

Özet:

Bu çalışmada doğadan olta ile avlanan ergin sübyelerin kontrollü koşullarda yumurtlaması, yumurtalarının gelişimi ve açılım oranları incelenmiştir. Yumurtlama, $17.4 \pm 1.1^\circ\text{C}$ su sıcaklığında, 46 günlük bir dönemde aralıklı olarak 32 kez gerçekleşmiştir. Embriyonik gelişim serisi içinde ilk kez dorsal mantoda kromatofor oluşumu safha 23 (Lemaire, 1970); safha XII (Naef, 1928)'de tanımlanmıştır. Kafanın ventralinde ve yüzgeçlerde ilk kromatoforlar safha 28 (XVIII-XIV)'de ve sifon organının sol lateral yüzeyinde ilk kromatoforlar safha 28+ (XVIII-XIX)'da tespit edilmiştir. Safha 29 (XIX)'da tüm vücuttaki kromatoforlar aktiftir. Ayrıca, mürekkep kesesinin mürekkeple dolmaya başlaması ilk kez safha 27 (XVII)'de ve %50'den fazlası dolan mürekkep kesesinin aktif hale gelmesi safha 28 (XVIII)'de saptanmıştır. Embriyonik gelişim, $19.6 \pm 1.7^\circ\text{C}$ su sıcaklığında toplam 52 gün sürmüştür. Yumurtaların inkübasyonu ve paralarvaların (yumurtadan yeni çıkmış sübye yavruları) yumurtadan çıkışı, $21.8 \pm 1.7^\circ\text{C}$ su sıcaklığında, 45 gün sürmüştür. Dorsal manto boyları 5–6 mm olan paralarvaların yumurtadan çıkışı 2–4 günde tamamlanmıştır. Ortalama yumurta açılım oranı $\%78.1 \pm 6.3$ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sübye, *Sepia officinalis*, yumurtlama, yumurta, gelişim, inkübasyon

Abstract: **Spawning, egg development and incubation of cuttlefish (*Sepia officinalis* L. 1758) in controlled conditions**

In this study, spawning, egg development and hatching success of cuttlefish (*Sepia officinalis* L. 1758) caught by jigging were investigated in controlled conditions. The wild female cuttlefish spawned 32 times in 46 days at $17.4 \pm 1.1^\circ\text{C}$ water temperature. In the embryonic development, first chromatophores on the dorsal mantle were firstly described at stage 23/stage XII (Lemaire, 1970/Naef, 1928). Also, first chromatophores on the ventral surface of the head and the fins and on the lateral surface of the siphon organ were determined at stage 28 (XVIII-XIV) and stage 28+ (XVIII-XIX), respectively. At stage 29 (XIX), all chromatophores on the body surface are active. Furthermore, the ink sac begin fill with ink and activation of ink sac after fill over 50% of were determined at stage 27 (XVII) and stage 28 (XVIII), respectively. The embryonic development period lasted 52 days at $19.6 \pm 1.7^\circ\text{C}$ water temperature. The incubation time and the hatching of paralarvae (newly hatchlings) lasted 45 days at $21.8 \pm 1.7^\circ\text{C}$ water temperature. The hatching period of the paralarvae with 5-6 mm of dorsal mantle length lasted 2-4 days. Mean hatching rate success was estimated as $\%78.1 \pm 6.3$.

Keywords: Cuttlefish, *Sepia officinalis*, spawning, egg, development, incubation

* Correspondence to: Halil ŞEN, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35440, Urla, İzmir-TÜRKİYE

Tel: (+90 232) 752 11 62

E-mail: halil.sen@ege.edu.tr

Giriş

Son yıllarda kafadanbacaklı yetiştiriciliğinin önemi artmıştır. Kafadanbacaklılar, fizyoloji, sinirbilim, besin biyokimyası, yaşlanma, moleküler biyoloji ve immünoloji alanlarında olduğu gibi tıbbi ve biyolojik araştırmalarda sinir sistemleri ve duyu organlarından dolayı tercih edilen araştırma modelleridir (Lee, 1994; Oestmann vd., 1997; Koueta ve Bouchaud-Camou, 1999). Dünyanın birçok bölgesinde yüksek fiyatlarla insan gıdası olarak tüketilen değişik türleri vardır (González vd., 1996; Sánchez vd., 1998; Rocha vd., 1999).

Kafadanbacaklılar tüm yaşamları boyunca %3 ile %10 arasında hızlı gelişim oranlarına (Forsythe ve Van Heukelem, 1987), kısa bir yaşama ve yüksek büyüme kabiliyetine sahip canlılardır (Lee, 1994). Günlük olarak vücut ağırlıklarının %20-50'si oranlarında beslenebilirler (Boucher-Rodoni vd., 1987). Bu yüzden yetiştiricilik için potansiyelleri yüksektir (Lee vd., 1998).

Sübye (*Sepia officinalis*) Akdeniz' de ve Kuzey Denizi'nden Doğu Atlantik'e kadar dağılım göstermesine rağmen güneydeki sınırları bilinmemektedir (Roper vd., 1984; Nixon ve Mangold, 1998). Sübye, balık ve krustaselerle beslenir (Blanc vd., 1999). Daha büyük boylara ulaştıkça beslenmede balığın önemi artarken krustaselerin önemi azalmaktadır (Castro ve Guerra, 1990).

Sepia officinalis en kolay yetiştirilebilen kafadanbacaklı türlerindedir. Bu tür, dünya üzerinde 1960'ların sonundan bu yana akvaryumda bakılmakta ve yetiştirilmektedir (Richard, 1971; Pascual, 1978; Boletzky ve Hanlon, 1983; Forsythe vd., 1994; Lee vd., 1998; Domingues vd., 2001a,b,2002,2003a). Laboratuardaki ömrü, su sıcaklığı, beslenme rejimi ve yetiştiricilik yoğunluğuna göre büyük değişkenlik gösterir. Forsythe ve diğerleri (1994), 20°C'de ortalama ömürlerinin 17 ay olduğunu ve üreme dönemlerinin 2 ay sürdüğünü bildirmişlerdir. Richard (1971), 15°C'de bir yıldan fazla yaşayabildiklerini ve hayatlarının son çeyreğinde üremenin gerçekleştiğini belirtmiştir. Bu bulguların aksine Domingues ve diğerleri (2006) 40 gramdan küçük ve 30 günden az süren üreme dönemleri ile ömürlerinin 6 aydan kısa sürdüğünü rapor ederken, Skyes ve diğerleri (2006) sübyelerin 2 ayda olgunlaşabileceğini, ağırlıklarının 40 gramdan az ve 1 aydan daha kısa üreme dönemi gösterdiklerini bildirmişlerdir. Domingues ve diğerleri (2002) 25°C'de yetiştirilen sübyelerin 45 günde

cinsel olgunluğa eriştiklerini ve üreme dönemlerinin 20 gün sürdüğünü bildirmişlerdir. Doğada, sübye ortalama 2 yıl yaşar ve yumurtlama dönemi sıcaklığa bağlı olarak değişir (Guerra, 2006), yumurtlama başladığında dişiler laboratuarda yetiştirilenlerden daha büyük ve daha yaşlıdır. Son 15 yıl boyunca, kafadanbacaklıların beslenmesi için yaş ve kuru peletler (Lee vd., 1991; Castro vd., 1993) ile surimi (yoğunlaştırılmış balık kas-lifi proteini; Castro vd., 1993; Castro ve Lee, 1994; Domingues, 1999; Domingues vd., 2005) test edilmiştir ve önemli bir başarı elde edilememiştir. Bu durum sübye yetiştiriciliği için çözülmesi gereken en önemli konudur. En son elde edilen sonuçlar, kafadanbacaklıların yapay besinlerin emilimi ve özümsemesiyle ilgili bazı sınırlara sahip olduğunu yani besinsel lipidlerin en az sindirilebilir bileşenler olduğunu göstermiştir (Miliou vd., 2005; Petza vd., 2006).

Sepia officinalis yetiştiricilik için ideal özelliklere sahip bir türdür. Çeşitli ebatlarda ve şekillerdeki yetiştiricilik tanklarına kolaylıkla uyum sağlar, aşırı yetiştiricilik yoğunluklarını en az hastalık yan etkileriyle atlatır ve ömrünün son %75'lik diliminde donmuş karides ve balıkla beslenerek gelişebilir (Forsythe vd., 1994). Bu çalışmada doğadan olta ile yakalanan ergin sübyelerin kontrollü koşullarda yumurtlaması, bazı davranışlarının ve yumurtalarının gelişimi ile açılım oranları incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışmalar 16.03.2008–16.06.2008 tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışmada kullanılan 7 adet olgun (2 erkek, 250–425 gr; 5 dişi, 210–390 gr) *Sepia officinalis*, 16.03.2008 tarihinde İzmir Körfezi'nden olta ile avlanmıştır. İçinde 20 L deniz suyu olan yarı şeffaf dikdörtgen plastik 2 adet kapaklı taşıma kabına (55×35×30 cm; 50 L su hacmi) konulan sübyeler, su değişimi ve havalandırma yapılmaksızın, arabayla yaklaşık 1 saatte Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nin Urla Akuakültür Ünitesi'ne nakledilmiştir. Sübyeler, filtre edilmiş akışkanlı deniz suyuna sahip ve içinde havalandırma bulunan dibi kumlu 2 tonluk kare polyester tanka (2×2×1m) konulmuştur. Yumurtlama periyodu boyunca, aydınlatma tankın merkezinde bulunan 4 adet 33 W lık beyaz flüoresan lamba ile doğal fotoperiyotta yapılmıştır. Tanktaki deniz suyunun ortalama su sıcaklığı 17.4 ±1.1°C ve ortalama tuzluluğu ‰ 37 ±0.5 olarak ölçülmüştür. Bu dönemde sübyeler,

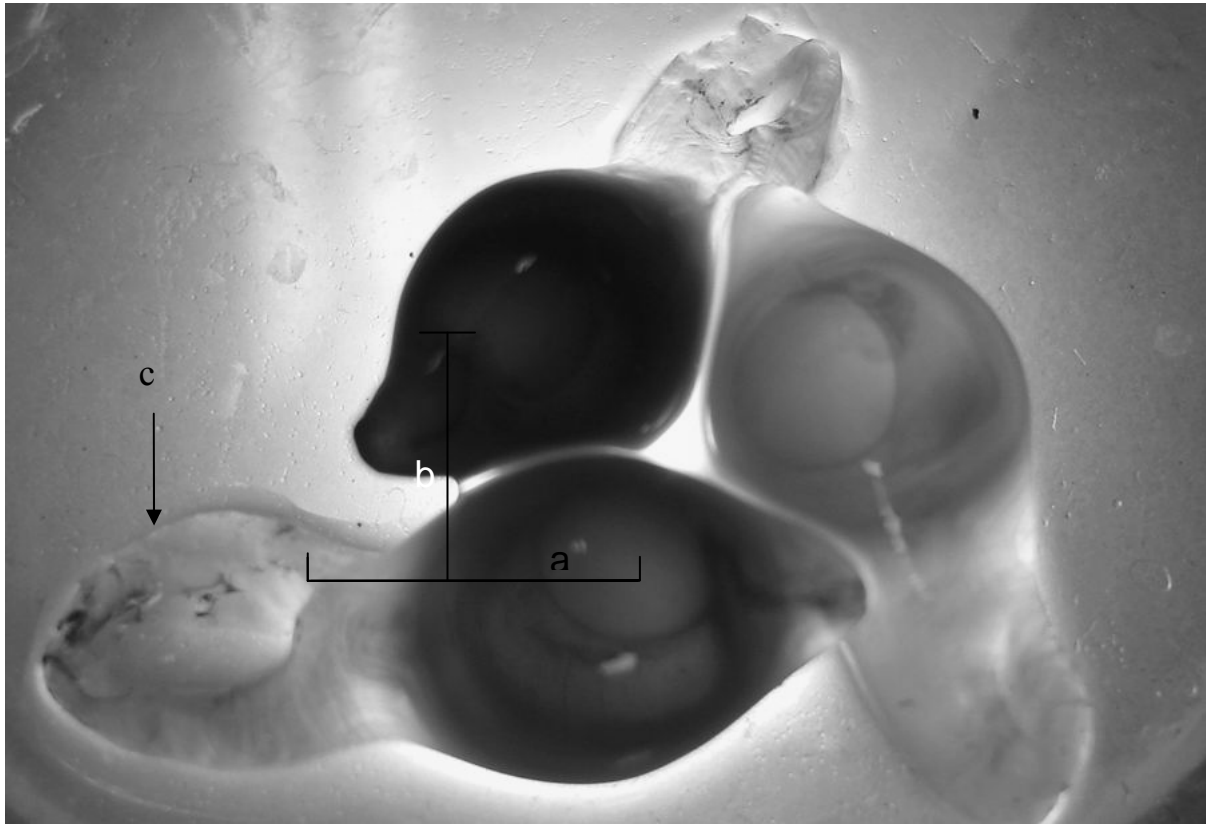
taze cansız sardalye (*Sardina pilchardus*), hamsi (*Engraulis encrasicolus*), kupes (*Boops boops*), canlı ve taze cansız horozbina (*Parablennius gottorugine*), Kömürcü karası (*Gobius niger*), canlı ve taze cansız yengeç (*Goneplax rhomboides*) ve canlı teke (*Paleomon sp.*) ile *ad libitum* olarak beslenmiştir. Yenmeyen yemler ve artıklar ortamdaki uzaklaştırılmıştır.

Sübye yumurtalarının (n=30), boyu ve eninin ölçümleri milimetrik cetvelle yapılmıştır (Şekil 1). Ayrıca, embriyonik gelişimi gözlemek için 200 adet yumurta ve inkübasyon süresi ile açılım oranını tespit etmek için de 96 adet aynı dönemde yumurtlanmış yumurta kullanılmıştır. Bu işlemler için yumurtalar, filtre edilmiş sürekli su giriş sistemine (%80/gün su akışı) ve havalandırmaya sahip 14 tonluk dairesel polyester tank içine yerleştirilen ve içinde havalandırma bulunan, su giriş çıkışını sağlamak için 500 µ göz açıklığına sahip plankton bezi ile çevrili, 10 litrelik kovalara konulmuşlardır. Aydınlatma tankın merkezinde bulunan 4 adet 33 W lık beyaz flüoresan lamba ile doğal fotoperiyotta yapılmıştır.

Yumurtaların embriyonik gelişim safhaları Naef (1928) ve Lemaire (1970)'e göre tanımlan-

mıştır. Deneme süresince yumurtaların embriyonik gelişimleri, rasgele örnekleme yöntemiyle günlük olarak binokülerden (7.5X-30X büyütme) yapılmıştır. Bazı kritik gelişim safhalarının tespiti yumurta kapsülünün ve koryonunun alınması ile canlı embriyolar kullanılarak, Sony DSC W5 model dijital kamerayla, binokülerden direkt fotoğraf çekim tekniği ile yapılmıştır. Çalışma boyunca ortalama su sıcaklığı $19.6 \pm 1.7^\circ\text{C}$ ve ortalama tuzluluk $\%37 \pm 0.5$ olarak saptanmıştır.

Yumurtaların inkübasyon süresinin ve açılım oranının incelenmesi için 96 adet yumurta 3 gruba (her birinde 32 adet yumurta) bölünerek inkübasyona alınmıştır. Yumurtaların açılım oranı [$\text{YAO} = (\text{Açılan Yumurta Sayısı} / \text{İnkübe Edilen Yumurta Sayısı}) * 100$], inkübasyon süreleri ve yumurtadan çıkış yüzdeleri ile süreleri hesaplanmıştır (Şen, 2004). Deneme süresince ortalama su sıcaklığı $21.8 \pm 1.7^\circ\text{C}$ ve ortalama tuzluluk $\%37 \pm 0.5$ olarak tespit edilmiştir. Makale içerisinde değerler, ortalama=standart sapma olarak verilmiştir.



Şekil 1. Sübye (*Sepia officinalis*) yumurtaları (a: boy; b: en; c: tutunma halkası).

Figure 1. Cuttlefish (*Sepia officinalis*) eggs (a: length; b: width; c: basal ring).

Bulgular ve Tartışma

Yumurtlama, $17.4 \pm 1.1^\circ\text{C}$ su sıcaklığında, 46 günlük bir dönemde aralıklı olarak 32 kez olmuştur. Deneme boyunca tankta çiftleşme davranışı tespit edilmemiştir. Ancak erkek sübyenin dişi bireyi koruduğu ve yumurtlamaya teşvik ettiği gözlenmiştir. Sabahın erken saatlerinde ve akşamüstü sübyelerin havalandırma hortumunun üzerine yumurtalarını bıraktıkları tespit edilmiştir (Şekil 2). Beş adet dişi sübye deneme süresince toplam 1567 adet yumurta yumurtlamışlardır ve dişi başına ortalama 313.4 adet yumurta elde edilmiştir. Şekil 3’de sübyelerin yumurtlama sıklıkları, yumurta sayıları ile beslenme sıklıkları verilmiştir. Tablo 1 de yumurta büyüklükleri verilmiştir.

Sübyelerin gün boyu tankın zemininde bulunan kuma kendilerini gömerek kamufle ettikleri ve beslenme, yumurtlama ve erkek sübyenin diğer erkeğe karşı dişiyi koruma ve dişiyi yumurtlamaya teşvik etme davranışının olduğu zamanlar hariç, genellikle dinlenme fazında oldukları gözlenmiştir (Şekil 4 A). Tanka konulan sübyelerin 2 gün içinde yem almaya başladıkları ve 1 hafta içinde de hepsinin yem aldığı gözlenmiştir. Yumurtlama evresinde olan sübyelerin genel olarak yeme karşı isteksiz olmalarına rağmen, verilen yemleri canlı veya cansız olarak ayırmaksızın

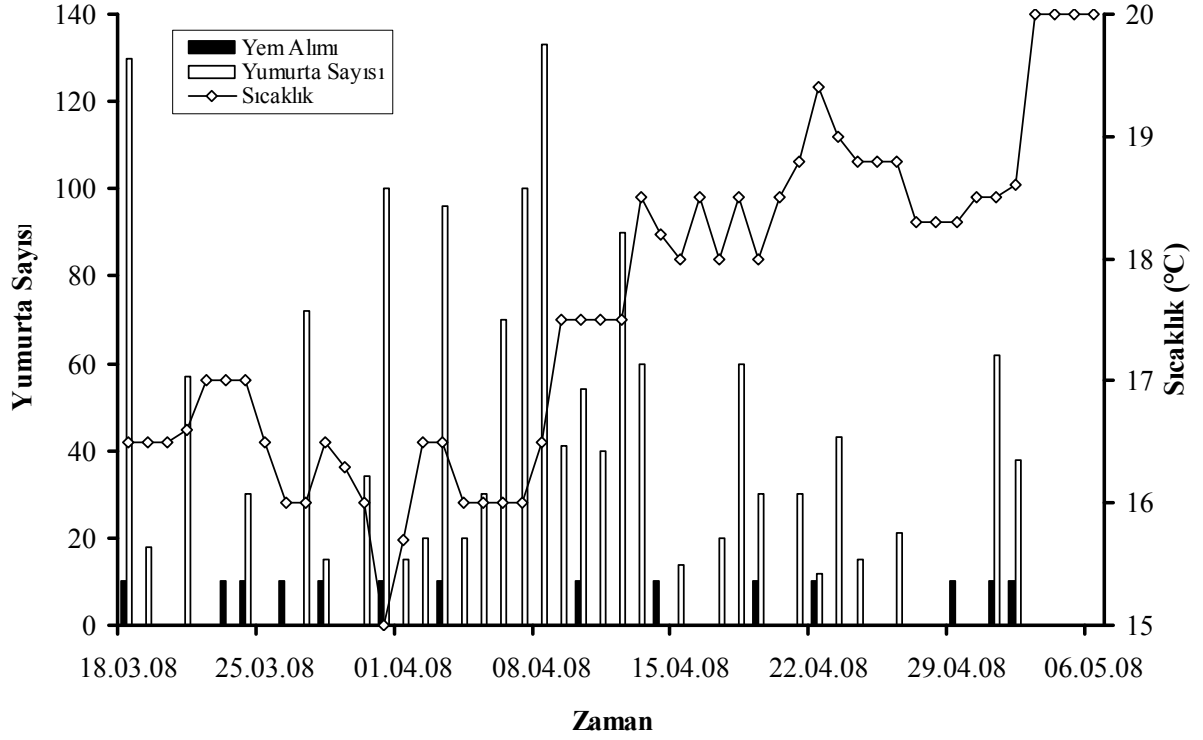
hem tentakülleri ile hem de kolları ile yakalayaarak tankın zemininde sakin bir şekilde (yüzmeksizin) yedikleri tespit edilmiştir (Şekil 4 B). Sübyelere bütün olarak verilen taze cansız ve canlı balıkların kafası hariç vücutlarının tamamı tüketilmiştir. Canlı tekelerin tamamının tüketildiği tespit edilirken, taze cansız ve canlı yengeçlerin kısıkaçları, bacakları ve karapaksları yenmemiştir.

Deneme süresince üstü herhangi bir materyalle kapatılmamış olan tanktan dışarı atlama vakası gözlenmemiştir. Tankta ilk ölüm 30.03.2008’ de bir erkek bireyle başlamıştır ve 06.05.2008 tarihinde son dişi bireyin ölümüne kadar değişen aralıklarla devam etmiştir (Şekil 5). Öldükten sonra gonadlarına bakılarak cinsiyet tespiti yapılan bir erkek ve bir dişi sübyenin kafa ve kolları tamamen yenmiştir, ancak ölüm sebeplerinin tam olarak kanibalizmden olup olmadığı anlaşılamamıştır. Diğerlerinin ise yumurtlamayı takiben öldükleri tespit edilmiştir. Ölmek üzere bulunan bireylerin su sathına yakın pasif yüzer konumda oldukları, renk değiştirme kabiliyetlerini yitirerek vücutlarının beyaz ağırlıklı, sarı ve kahverengi parçalı desenlerde kaldığı, tentaküllerini geri çekemedikleri ve aşağıya doğru sarkıttıkları gözlenmiştir. Bu durumda bulunan bireylerin yaklaşık 2-4 saat içerisinde öldükleri saptanmıştır.



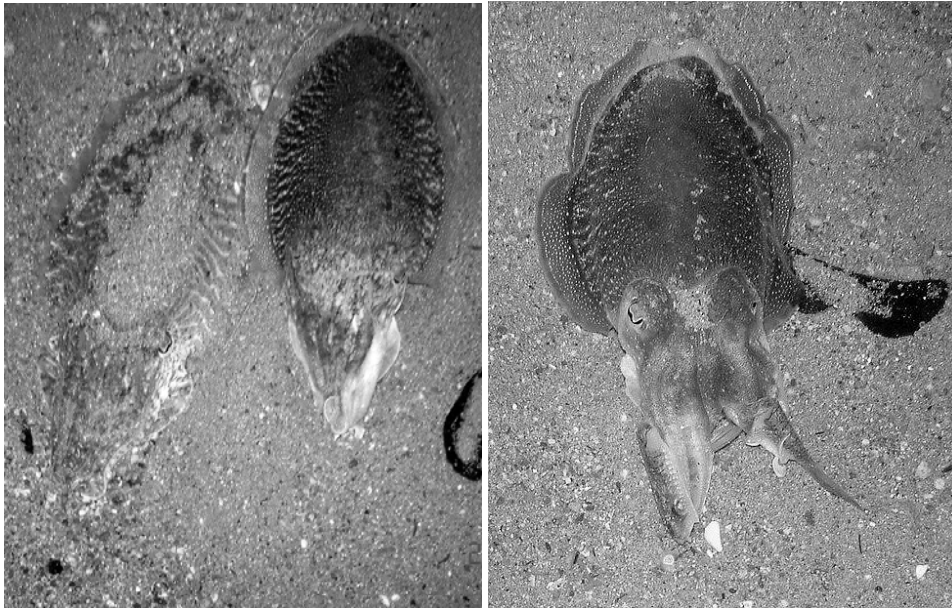
Şekil 2. Dişinin üzerinde yüzen bir erkek sübyenin diğer erkeğe karşı dişiyi koruma davranışı ve havalandırma hortumunun üzerine yumurtlanmış sübye yumurtaları.

Figure 2. A male hovering on a female shows agonistic behavior against another male, and cuttlefish eggs spawned on air pipe.



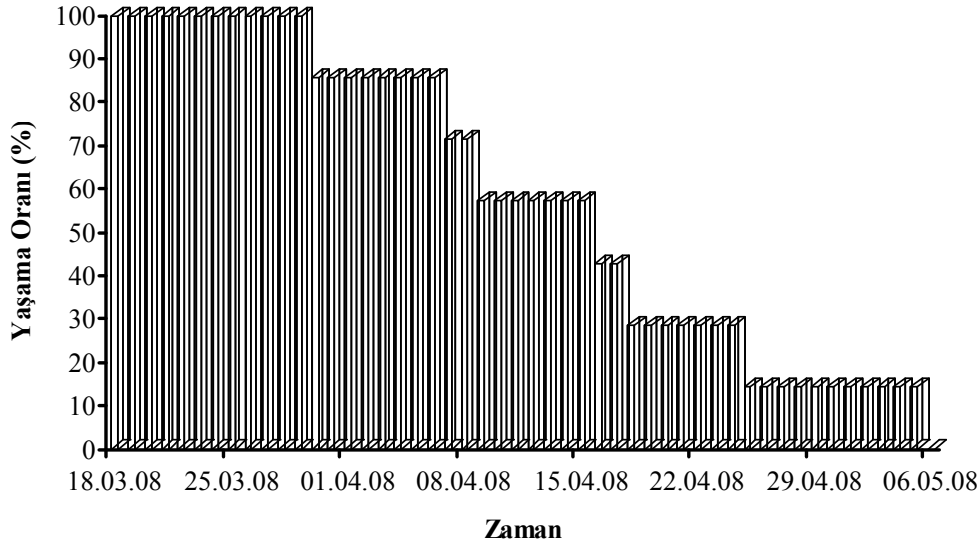
Şekil 3. Deneme süresince ergin sübyelerin yumurta verimi ve yem alımları.

Figure 3. Egg production and food intake of the adult cuttlefish during the experiment.



Şekil 4. A: Tankın zemininde dinlenme fazında olan erkek ve dişi sübye. B: Tankın zemininde balıkla (*S. pilchardus*) beslenen bir sübye.

Figure 4. A: A male and a female cuttlefish are resting on the tank floor. B: A cuttlefish is eating a fish on the tank floor.



Şekil 5. Deneme boyunca sübyelerin yaşama oranları.

Figure 5. Survival rates of the cuttlefish during the experiment.

Tablo 1. *Sepia officinalis* yumurtalarının bazı meristik özellikleri.

Table 1. Some meristic characteristics of *Sepia officinalis*' eggs.

Özellikler	Boy (mm)	En (mm)
N	30	30
Ortalama	13	7.1
Standart Sapma	3.05	1.97
Minimum	8	4
Maksimum	20	10
V	23.4	27.6

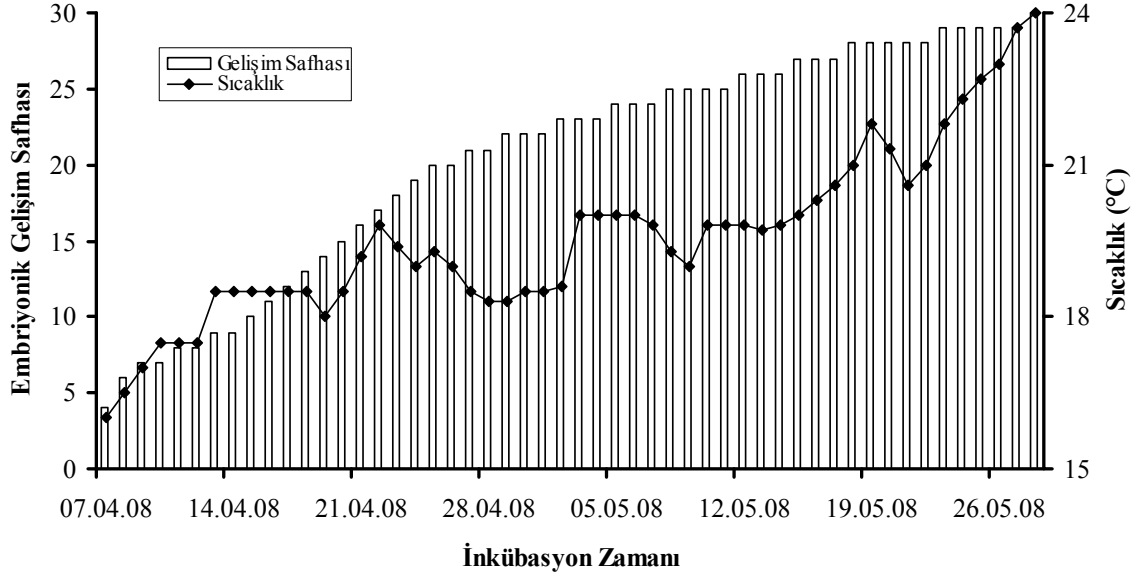
V: varyans katsayısı.

Sübye yumurtaları, $19.6 \pm 1.7^\circ\text{C}$ su sıcaklığında, hücre bölünme safhasını (safha 1–9, Lemaire, 1970; safha I, Naef, 1928) 8 günde, gastrulasyon evresini (safha 10–17, Lemaire, 1970; safha II–VIII, Naef, 1928) 8 günde ve organogenes (organların oluşumu ve yumurtadan çıkış) evresini (safha 18–30, Lemaire, 1970; safha XIX–XX, Naef, 1928) 36 günde tamamlamışlardır. Embriyonik gelişim toplam 52 gün sürmüştür (Şekil 6). Embriyonik gelişim serisi içinde gözün renklenmesi ile paralel dorsal mantonun ön ucunda ve her iki yarısında birer soluk turuncu renkte kromatoforun oluşumu ilk kez safha 23 (Lemaire, 1970); safha XII (Naef, 1928)'de tanımlanmıştır. Safha 24 (XIII)'te dorsal mantonun ön uçlarında 2-3 adet (toplam 4-6 adet) soluk turuncu renkte kromatofor belirgin

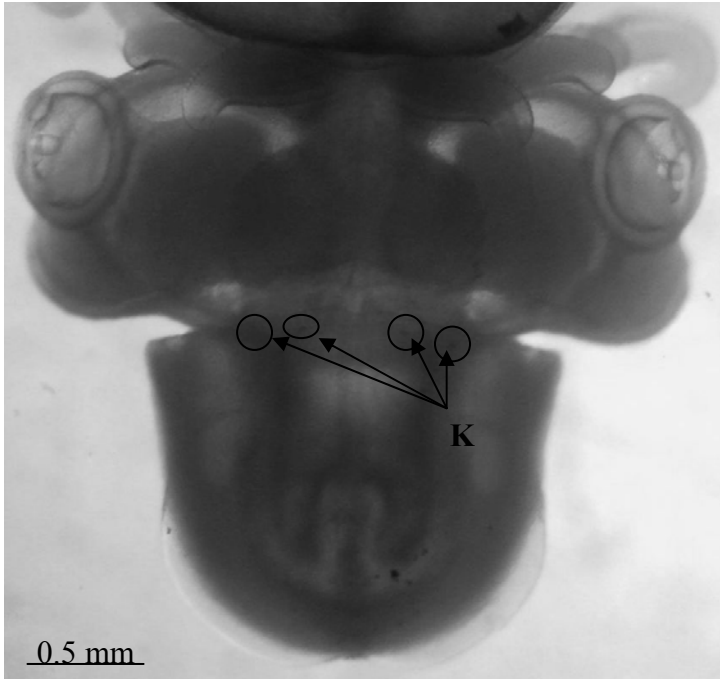
hale gelir (Şekil 7). Kafanın ventralinde ve yüzgeçlerde ilk kromatoforlar safha 28 (XVIII–XIV)'de görülebilmektedir. Sifon organının sol lateral yüzeyinde bir sıra 5–6 adet turuncu-kestane renginde kromatofor ilk kez safha 28+ (XVIII–XIX)'da tespit edilmiştir. Safha 29 (XIX)'da huni organının özellikle sağ ve sol lateralleri olmak üzere ventralinde kromatoforların sayısında artış kolaylıkla görülebilmektedir ve tüm vücuttaki kromatoforlar aktiftir.

Ayrıca, safha 26 (XVI)'da oluşan mürekkep kesesi, sübye kemiğinde ilk odacığın oluşumuna paralel olarak safha 27 (XVII)'de mürekkeple dolmaya başlar (Şekil 8). Safha 28 (XVIII)'de %50'den fazlası dolan mürekkep kesesi aktif hale gelir. Safha 29 (XIX)'da mürekkep kesesinin %100'ünün dolu ve aktif olduğu tespit edilmiştir.

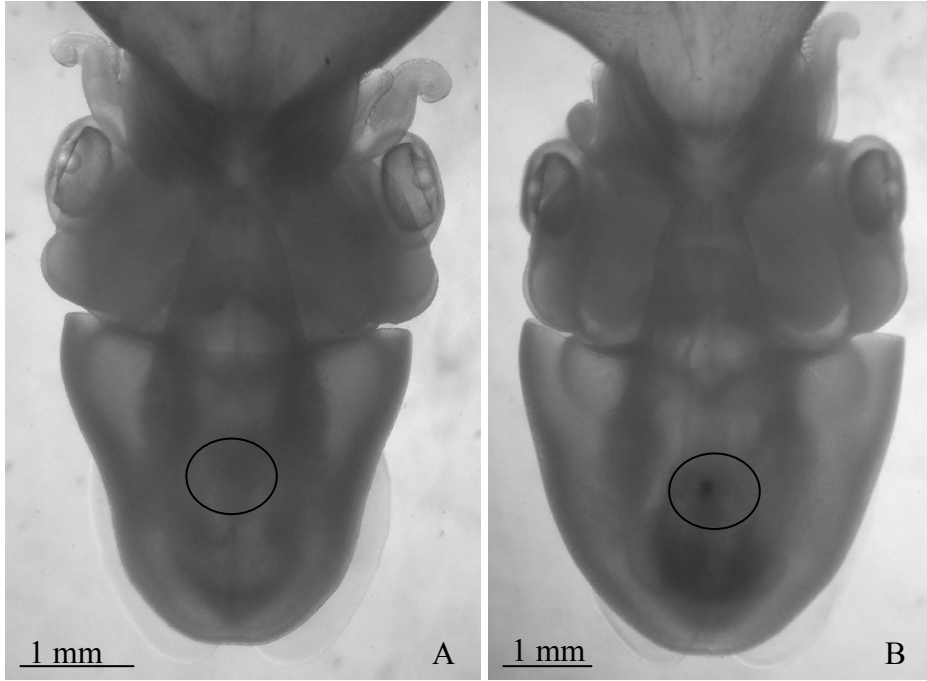
Yumurtaların embriyonik gelişimi tamamlanması ve paralarvaların yumurtadan çıkışı, $21.8 \pm 1.7^\circ\text{C}$ su sıcaklığında toplam 45 gün sürmüştür. Dorsal manto boyları 5-6 mm olan üreme özelliği hariç her şeyi ile ergin sübyeye benzeyen paralarvaların (yumurtadan yeni çıkmış sübye yavruları) yumurtadan çıkışı 2–4 gün sürmüştür (Şekil 9–10). Ortalama yumurta açılım başarısı $\%78.1 \pm 6.3$ olarak hesaplanmıştır. Deneme boyunca prematüre çıkış gözlenmemiştir.



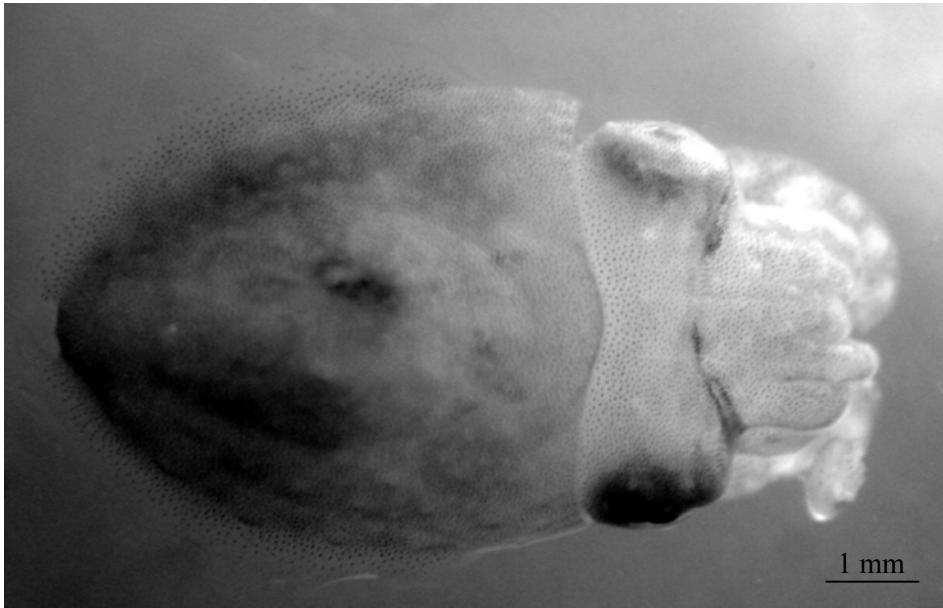
Şekil 6. Lemaire 1970'e göre safha 4'ten itibaren *Sepia officinalis*'in embriyonik gelişimi.
Figure 6. Embryonic development of *Sepia officinalis* from stage 4 according to Lemaire (1970).



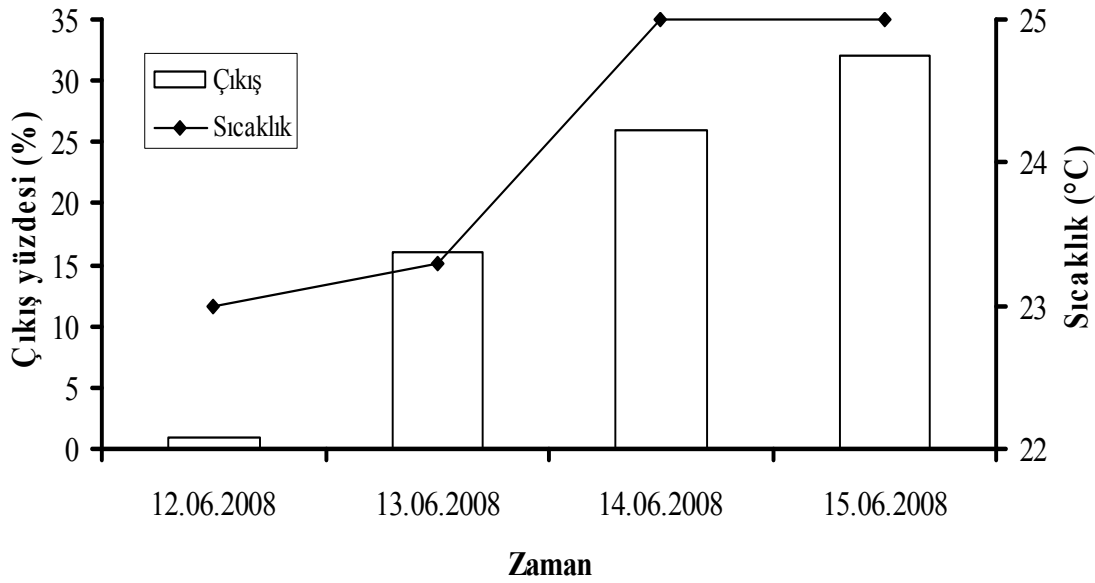
Şekil 7. Mantonun dorsal uç kısmında kromatoforların (K) belirginleşmesi (safha 24/XIII-XIV).
Figure 7. Prominent of chromatophores (K) on the dorsal mantle edge (stage 24/XIII-XIV).



Şekil 8. Mürekkep kesesinin oluşumu (A: safha 26/XVI) ve mürekkeple dolması (B: safha 27/XVII).
Figure 8. Development of the ink sac (A: stage 26/XVI) and fill with ink (B: stage 27/XVII).



Şekil 9. Yumurtadan yeni çıkmış *S. officinalis*'in dorsal görünümü (safha 30/XX).
Figure 9. Dorsal view of a newly hatchling of *S. officinalis* (stage 30/XX).



Şekil 10. Üç gruptaki toplam *S. officinalis* paralarvalarının yumurtadan çıkış yüzdeleri.
Figure 10. Total hatching percentages of *S. officinalis*' paralarvae in the three groups.

Sübyeler aralıklı dönemlerde (kesikli) yumurtlama özelliğine sahip canlılardır (Boletzky, 1987a). Bu yüzden şimdiki çalışmada da ergin sübyelerin yumurtlaması, $17.4 \pm 1.1^\circ\text{C}$ su sıcaklığında, 46 günlük bir dönemde aralıklı olarak 32 kez gerçekleşmiş ve yumurtlamayı takiben sübye ölümleri gözlemlenmiştir. Toplam fekondite hesaplanamamıştır. Çünkü bireyler üreme döneminde doğadan yakalanmışlardır ve doğadayken muhtemelen yumurtlamış olabileceklerinden dolayı bu konuyla ilgili yorumdan özellikle kaçınılmıştır. Ancak sübyelerin 500–2000 adet yumurta yumurtlayabildikleri bilinmektedir (Mangold-Wirz, 1963). Bu çalışmada gözlenen ergin erkek sübyenin dişiye diğer bir erkeğe karşı koruma davranışı, daha önce Tinbergen (1939), Hanlon ve Messenger (1988) ve Adamo ve Hanlon (1996) tarafından da gözlenmiştir. Bu davranış “agonistic behavior” olarak tanımlanmıştır. Ergin erkeğin “zebra deseni” ne bürünmesiyle tanımlanan karakteristik siyah beyaz çizgili vücut desenine sahip olmasıyla ayırt edilir ve savunmada olan veya yaklaşmak isteyen erkek dördüncü kolunu diğer bireye doğru uzatır. Bu davranışın iki sebebi olduğu düşünülmektedir; a) diğer erkeğe kendinin de bir erkek olduğunu göstererek gözdağı vermek ve b) çiftleşme döneminde dişinin diğer erkekle çiftleşmesini engelleyerek kendi

spermlerinin yumurtaları döllemesini garanti altına almak. Şimdiki çalışmada gözlenen davranış daha çok ikinci sebebi kapsar görünmektedir.

Yumurta büyüklüğü materyale tutunma kısmı hariç maksimum 2.5–3 cm boy ve 1.2–1.4 cm en (ortalama 2 cm boy ve 1 cm en) olarak bildirilmiştir (Jecklin, 1934). Bu çalışmada elde edilen ortalama yumurta büyüklüğü, bildirilen ortalama değerden küçüktür. Bu farkın sebepleri yumurtlayan sübyelerin büyüklüğü ve bölgesel ekomorfolojik farklılıklar olarak düşünülmektedir.

Kafadanbacaklılarda embriyonik gelişim süresi sıcaklığa göre değişkenlik gösterir; sıcaklık arttıkça süre kısalır, sıcaklık düştükçe süre uzar (Boletzky, 1983,1987b,2003; Boletzky vd., 2006; Şen, 2004,2005). Sübyenin embriyonik gelişimi 20°C 'de 40-45 gün, 15°C 'de 80-90 gün sürebilir (Boletzky, 1983). Mangold-Wirz (1963) bu sürenin 21.4°C 'de 31 gün, 18.4°C 'de 47 gün, 17.2°C 'de 52 gün, 15.9°C 'de 69 gün ve 15°C 'de 87 gün olduğunu bildirmiştir. Domingues ve diğerleri (2003b), $16.6 \pm 1.2^\circ\text{C}$ 'de bu sürenin 48 gün ve $18.8 \pm 0.8^\circ\text{C}$ 'de 34 gün olduğunu rapor etmiştir. Sykes ve diğerleri (basımda), $21.7 \pm 0.9^\circ\text{C}$ 'de embriyonik gelişimin laboratuvarında yetiştirilen sübyelerden elde edilen yumurtaları için 25 gün ve doğadan elde edilen anaçlardan temin

edilen yumurtalar için 30 gün sürdüğünü belirtmiştir. Şimdiki çalışmada elde edilen embriyonik gelişim süreleri, sıcaklıklar göz önüne alındığında araştırmacıların bildirdiklerinden daha uzundur.

Genel olarak kafadanbacaklı embriyolarının gelişiminde önemli kriterlerden biri olan ilk kromatofor oluşumu sübye için Naef (1928) tarafından safha XIV-XV/25 ve Lemaire (1970) tarafından safha 26/XV- XVI olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada ise ilk kromatoforun oluşumu bildirilen safhalardan daha erken safhada (safha 23/XII) tanımlanmıştır. Ayrıca yine ilk kez sifon organı üzerindeki kromatofor oluşumu ve kromatoforların aktivasyon safhası bu çalışmada tanımlanmıştır.

Kafadanbacaklı embriyolarının gelişiminde diğer önemli bir kısıta mürekkep kesesinin oluşumu ve mürekkeple dolmasıdır. Sübye için mürekkep kesesi oluşumunu Naef (1928) safha XVI-XVII/27 ve Lemaire (1970) safha 26/XV-XVI olarak tanımlamışlardır. Ancak araştırmacılar mürekkep kesesinin mürekkeple dolduğu ve aktive olduğu safhaları belirtmemişlerdir. İlk kez bu çalışmada daha detaylı olarak mürekkep kesesinin gelişimi incelenmiştir; safha 26/XV-XVI'da oluştuğu, safha 27/XVI-XVII'de mürekkeple dolmaya başladığı ve safha 28 (XVIII)'de aktif hale geldiği tanımlanmıştır.

Forsythe ve diğerleri (1994) yumurtaların inkübasyon sıcaklığını net olarak belirtmemekle birlikte yumurta açılımını İngiliz Kanalı'ndan temin ettiği yumurtalar için %98 ve Fransa kıyılarından temin ettiği yumurtalar için %47 olarak vermiştir. Domingues ve diğerleri (2003b) laboratuarda yetiştirdikleri sübyelerden elde ettikleri yumurtaların 16.6 ±1.2°C'de açılım oranını %33 ve 18.8 ±0.8°C'de %85 olarak rapor etmişlerdir. Bildirilen bu değerler şimdiki çalışmada hesaplanan yumurta açılım oranı (%78.1±6.3) ile uyumlu bulunmuştur. Sykes ve diğerleri (*basımda*) laboratuarda yetiştirilen sübyelerden elde edilen yumurtalardan yavru çıkışını 5 gün ve doğadan temin edilerek laboratuarda yumurtlatılan anaçlardan alınan yumurtalardan yavru çıkışını 2 gün (sıcaklık 21.7 ±0.9°C) olarak bildirmişlerdir. Bu veriler şimdiki bulgularla paraleldir.

Sonuç

Doğadan olta ile yakalanan ve canlı olarak teste getirilen sübyelerin taşıma ve ellemeye karşı son derece dayanıklı oldukları, kontrollü koşullara kolaylıkla adapte olarak yumurtladıkları ve

beslendikleri yapılan bu çalışmayla bir kez daha görülmüştür. Ayrıca, detaylı embriyonik gelişimleri incelenen sübyenin (*S. officinalis*) ilk kromatofor oluşum evreleri ve mürekkep kesesi gelişimi yeniden tanımlanmıştır.

Kaynaklar

- Adamo, S.A., Hanlon, R.T., (1996), do cuttlefish (Cephalopoda) signal their intentions to conspecifics during agonistic encounters? *Animal Behavior*, **52**: 73-81.
- Blanc A., Pincznon du Sel G.,Daguzan J., (1999), Relationships between length of prey/predator for the most important prey of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca: Cephalopoda). *Malacologia*, **41**: 139-145.
- Boletzky, S.v., (1983). *Sepia officinalis*, in Boyle P.R. ed, *Cephalopod Life Cycles*. Vol. I., 31-52, Academic Press, London, UK.
- Boletzky, S.V, Hanlon, R.T., (1983), A Review of the Laboratory Maintenance, Rearing and Culture of Cephalopod Molluscs. *Memoirs of the National Museum Victoria*, **44**: 147-187.
- Boletzky, S.V. (1987a), Fecundity variation in relation to intermittent or chronic spawning in the cuttlefish, *Sepia officinalis* (Mollusca, Cephalopoda). *Buletin of Marine Science*, **40**: 382-387.
- Boletzky, S.V., (1987b), Embryonic phase, in Boyle, P.R. ed *Cephalopod Life Cycles*, Vol. II., 5-31, Academic Press, London, UK.
- Boletzky, S.V., (2003), Biology of early life stages in cephalopod molluscs. *Advances in Marine Biology*, **44**: 143-203.
- Boletzky, S.V., Erlwein, B., Hofmann, D.K., (2006), The *Sepia* egg: a showcase of cephalopod embryology. *Vie et Milieu*, **56**: 191-201.
- Boucher-Rodoni R., Boucaud-Camou, E., Mangold, K., (1987), Feeding and digestion, in: Boyle P.R. ed, *Cephalopod Life Cycles*, Vol. II, 85-108, Academic Press, London, UK.
- Castro, B.G., Guerra, A., (1990), The diet of *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) and *Sepia elegans* (Blainville, 1827) (Cephalopoda, Sepioidea) from the Ría de Vigo (NW Spain). *Scientia Marina*, **54**: 375-388.

- Castro, B, DiMarco, P., DeRusha, R., Lee, P., (1993), The effects of surimi and pelleted diets on the laboratory survival, growth and feeding rate of the cuttlefish *Sepia officinalis* L. *Experimental Marine Biology and Ecology*, **170**: 241–252.
- Castro, B., Lee, P., (1994), The effects of semi-purified diets on growth and condition of *Sepia officinalis* L. (Mollusca: Cephalopoda). *Comparative Biochemistry and Physiology*, **109A**(4): 1007–1016.
- Domingues, P., (1999), Development of alternative diets for the mass culture of the European cuttlefish *Sepia officinalis*. *PhD thesis*, University of the Algarve, Portugal.
- Domingues, P., Kingston, T., Sykes, A., Andrade, J., (2001a), Growth of young cuttlefish, *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) at the upper end of the biological distribution temperature range. *Aquaculture Research*, **32**: 923–930.
- Domingues, P., Sykes, A., Andrade, J., (2001b), The use of *Artemia* or mysids as food for hatchlings of the cuttlefish *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758; effects on growth and survival throughout the life cycle. *Aquaculture International*, **9**: 319–331.
- Domingues, P., Sykes, A., Andrade, J., (2002), The effects of temperature in the life cycle of two consecutive generations of the cuttlefish *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758), cultured in the Algarve (South Portugal). *Aquaculture International*, **10**: 207–220.
- Domingues, P., Poirier, R., Dickel, L., Almansa, E., Sykes, A., Andrade, P., (2003a), Effects of culture density and live prey on growth and survival of juvenile cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Aquaculture International*, **11**: 225–242.
- Domingues, P., Sykes, A., Sommerfield, A., Almansa, E., Lorenzo, A., Andrade, J., (2003b), Effects on feeding live or frozen prey on growth, survival and the life cycle of the cuttlefish *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture International*, **11**: 397–410.
- Domingues, P., DiMarco, F., Andrade, J., Lee, P., (2005), The effects of diets with amino acid supplementation on the survival, growth and body composition of the cuttlefish *Sepia officinalis*. *Aquaculture International*, **13**(5): 423–440.
- Domingues, P.M., Bettencourt, V., Guerra, A., (2006), Growth of *Sepia officinalis* in captivity and in nature. *Vie et Milieu*, **56**: 109–120
- Forsythe, J.W., Van Heukelem, W.F., (1987), Growth, in Boyle P.R. ed, *Cephalopod Life Cycles*. Vol. 2. 135–155, Academic Press, London, UK.
- Forsythe, J., DeRusha, R., Hanlon, R., (1994), Growth, reproduction and life span of *Sepia officinalis* (Cephalopoda: Mollusca) cultured through seven consecutive generations. *Journal of Zoology London* **233**: 175–192.
- González, A., Rasero, M., Guerra, A., (1996), La explotación de omastéridos *Illex coindetii* y *Todarodes eblanae* (Mollusca: Cephalopoda) en aguas de Galicia. *Nova Acta Científica de Compostela (Biología)* **6**: 191–201.
- Guerra, A., (2006). Ecology of *Sepia officinalis*. *Vie et Milieu*, **56**: 97–107.
- Hanlon, R.T., Messenger, J.B., (1988), Adaptive coloration in young cuttlefish (*Sepia officinalis* L.): the morpholog and development of body patterns and their relation to behavior. *Philosophical Transactions of Royal Society London., Ser. B.* **320**: 437–487.
- Jecklin, L., (1934), Beitrag zur Kenntnis der Laichgallerten und der Biologie der Embryonen decapoder Cephalopoden. *Revue Suisse Zoologie*, **41**: 593–673.
- Koueta, N., 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.
- Lee, P.G., (1994), Nutrition of cephalopods: fueling the system. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, **25**: 35–51.
- Lee, P.G., Forsythe, J.W., DiMarco, F.P., DeRusha, R., Hanlon, R.T., (1991), Initial palatability and growth trials on pelleted diets for cephalopods. *Buletin of Marine Science*, **49**: 362–372.
- Lee, P., Turk, P., Forsythe, J., DiMarco, F., (1998), Cephalopod culture: physiological, behavioural and environmental

- requirements. *Suisanzoshoku*, **46**(3): 417–422.
- Lemaire, J., (1970), Table de développement embryonnaire de *Sepia officinalis* L. (Mollusque Céphalopode). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, **95**: 773–782.
- Mangold-Wirz, K., (1963), Biologie des cephalopodes benthiques et nectoniques de la mer Catalane. *Vie et Milieu*, **Supp. 13**: 1-285.
- Miliou, H., Fintikaki, M., Kountouris, T., Verriopoulos, G., (2005), Combined effects of temperature and body weight on growth and protein utilization of the common octopus *Octopus vulgaris*. *Aquaculture*, **249**: 245–256.
- Naef, A., (1928), Die cephalopoden. fauna flora Golfo Napoli, 35. monogr., part I, vol. 2, 357, 37 pl.(first publ. 1923).
- Nixon, M., Mangold, K., (1998), The early life of *Sepia officinalis*, and the contrast with that of *Octopus vulgaris* (Cephalopoda). *Journal of Zoology, London*, **254**: 401–425.
- Oestmann, D.J., Scimeca, J.W., Forsythe, J.W., Hanlon, R.T., Lee, P.G., (1997), Special considerations for keeping cephalopods in laboratory facilities. *Contemporary Topics Laboratory Animal Science*, **36**: 89–93.
- Pascual, .,E (1978), Crecimiento y alimentación de tres generaciones de *Sepia officinalis* en cultivo. *Investagaciones Pesqueras*, **42**(2): 421–442.
- Petza, D., Katsanevakis, S., Verriopoulos, G., (2006), Experimental evaluation of the energy balance in *Octopus vulgaris*, fed ad libitum on a high-lipid diet. *Marine Biology*, **148**: 827–832.
- Richard, A., (1971), Contribution a` l`e`tude expérimentale de la croissance et de la maturation sexuelle de *Sepia officinalis* L. (Mollusque, Ce`phalopode). *The`se* 248, Univ. Lille, France.
- Rocha, F., Guerra, A., Prego, R., Piatkowski, U., (1999), Cephalopod paralarvae and upwelling conditions off Galician waters (NW Spain). *Journal of Plankton Research*, **21**: 21–33.
- Roper, C.F.E., Sweeney, M.J., Nauen, C.E., (1984), F.A.O. Species Catalogue, Cephalopods on the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Species of Interest to Fisheries, in *F.A.O. Fisheries Synopsis*, 1–277.
- Sánchez, F.J., Iglesias, J., Otero, J.J., (1998), Growth of octopus (*Octopus vulgaris*) males and females under culture conditions. *Aquaculture Europe* 98, 3 pp. 330 Bordeaux.
- Sykes, A., Domingues, P.M., Correia, M., Andrade, J.P., (2006). Cuttlefish culture – State of the art and future trends. *Vie et Milieu*, **56**: 129–137.
- Skyes, A.V., Almansa, E., Lorenzo, A., Andrade, J.P., (in press), Lipid characterization of both wild and cultured eggs of cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) throughout the embryonic development. *Aquaculture Nutrition*, DOI: 10.1111/j.1365-2095.2008.00566.x
- Şen, H., (2004), Sıcaklığın kalamar (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) yumurtalarının gelişimine ve inkübasyonuna etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **21**(1–2): 89–92.
- Şen, H., (2005), Temperature tolerance of Loliginid squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) eggs in controlled conditions. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **5**: 53–56.
- Tinbergen, L., (1939), Zur Fortpflanzungsethologie von *Sepia officinalis* L. *Archives Neerlandaises de Zoologie*, **3**: 323–364.