

Sübye [*Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758)]'nin iç kabuk gelişimi

The cuttlebone development of common cuttlefish [*Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758)]

Halil Şen

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35440, Urla, İzmir, Türkiye
*Corresponding author: halil.sen@ege.edu.tr

Abstract: The cuttlebone development of *Sepia officinalis*, which is an important criterion for its embryonic development, was redefined as detail during the 30 stages of embryonic development. At stage 24+(XIV), the cuttlebone begins to be formed and the calcareous site can be seen. At stage 26(XV-XVI), first camber can be seen on the cuttlebone, but there is no air in it. At stage 27(XVI-XVII), the first camber is completed, and at the inside instead of its gelatinous-fluid contents, some gas appears in the form of irregular bubble squeezed. At stage 30(XX), newly hatchling has got 7-8 air cambers on the cuttlebone.

Keywords: Cuttlefish, *Sepia officinalis*, embryonic development, cuttlebone.

Özet: *Sepia officinalis*'in önemli embriyonik gelişim kriterlerinden biri olan iç kabuk gelişimi 30 safhalık embriyonik gelişim sürecinde detaylı olarak yeniden tanımlanmıştır. Safha 24+(XIV)'da sübye kemiği oluşumu başlamıştır ve kalsiyum karbonattan oluşan kalkerli yapı görülebilmektedir. Safha 26(XV-XVI)'da sübye kemiğinde ilk bölme görülebilir, ancak henüz hava ile dolmamıştır. Safha 27(XVI-XVII)'de ilk bölme tam olarak oluşmuştur, jelatinimsi akışkan yerini hava kabarcıklarına bırakmıştır. Safha 30(XX)'da yumurtadan yeni çıkmış juvenil 7-8 arasında bölme içeren iç kabuğa sahiptir.

Anahtar kelimeler: Sübye, *Sepia officinalis*, embriyonik gelişim, iç kabuk.

GİRİŞ

İç kabuk, hem yüzerliği sağlayan hem de iskelet görevi gören bir yapı olması itibarı ile sübye [*Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758)] için hayati öneme sahiptir (Denton ve Gilpin-Brown, 1961a; Denton ve Gilpin-Brown, 1961b; Denton ve Taylor, 1964; Boletzky, 1974, 1983; Le Goff vd., 1998; Almonacid-Riosecol vd., 2009). Sübyede kalsiyum karbonattan oluşan bir iç kabuk hayvanın sırt bölgesinde arkadan öne doğru konumlanmıştır ve hacimsel olarak sübyenin yaklaşık %10'u kadardır (Denton ve Gilpin-Brown, 1961a). İç kabuk, iç kabuk kesesi olarak adlandırılan, epitel doku ile kaplıdır. Kemiğin üzeri dorsalde deri tabakasıyla kaplıken ventralde iç organlardan ayıran bir bağdoku bulunur (Tompsett, 1939). İç kabuk epiteli, kendisini çevreleyen hücre dışı ortamdan iyonik ve proteinli bileşenleri kalsiyum karbonatlı bölüme taşır (Appellöf, 1893; Wendling, 1987). İç kabuk, dorsal bir kabuk ve ventral bir bölümden oluşur. Kabuk, 3 sert tabaka ve ince bir kalsiyum karbonat ihtiva eder; dışta "periostracum", ortada "ostracum" ve içte yani organlara en yakın yerde "hyostracum" yer alır (Naef, 1928). Bölme (phragmacone) gelişim boyunca biriken kalkerli katmanlardan oluşur. Ventral bölme yumuşak alandır (phragmacone'un sırt kısmının son bölümüdür) ve bir çizgili alan ya da dairesel bölge ve bir boşlukla sınırlı iki ardışık katmandan meydana gelir. Son bölme oluştuğunda ilk oluşan bölme, canlının posteriorunda yer alır ve sadece sıvı içerir. Orta bölmede, boşluklar çoğunlukla nitrojen gazı ile doludur (Denton ve

Taylor, 1964). Bu gaz bölmelerinin ve diğerlerinin arasında dairesel epitelyum ile bağlantılı olan gaz ve sıvı içeren ara bölmeler vardır. Osmotik mekanizmayla, kemikte bulunan sıvı içeri ve dışarı içsel gaz basıncında değişim olmaksızın hareket ederek, canlının yüzerliğini balıklardaki hava kesesinin yaptığı gibi ayarlamaktadır. Kemikteki her bir odacık birbirinden bağımsızdır ve böylece bir bölmedeki gaz ve sıvı serbestçe hareket edebilir. Kemiğin %93'ü boşluklu bir yapı içerir ki bunun sebebi canlının hem yüzerliğini sağlayacak kadar hafifleyebilmesine olanak vermek hem de artan derinliklerdeki basınca dirençli olabilmektir (Birchall ve Thomas, 1983). Denton ve Gilpin-Brown (1961c) yaptıkları çalışmayla iç kabuğun 20 atm. basınca dayanabildiğini göstermişlerdir. Bu veri yetişkin sübyelerin yaklaşık 200 m derinliğe kadar inebileceğini gösterse de 150 m derinliğe kadar olan dağılımlarını açıklamaktadır (Ward ve Boletzky, 1984; Neige ve Boletzky, 1997).

Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında, kafadanbacaklıların embriyonik gelişimleri hakkında ayrıntılı bilgilere ulaşmak için embriyonik gelişimleri 30 safhada incelenmeye başlanmıştır (Arnold, 1965; Lemaire, 1970; Segawa, 1987; Blackburn vd., 1998; Şen, 2003, 2004, 2005, 2009). Böylece birbirine karışan safha geçişlerinin daha ayrıntılı ve doğru tanımlanması sağlanmıştır. Naef (1928), *S. officinalis*'in embriyonik gelişimi süresince iç kabuk gelişimini

ayrıntılı olarak 20 safhaya ayırmıştır. Lemaire (1970) ise *S. officinalis*'in embriyonik gelişimini 30 safhalık gelişim serisi içerisinde vermiş, fakat iç kabuk gelişimine değinmemiştir. Bu çalışma, *S. officinalis* için iç kabuk gelişimini 30 safhada inceleyerek, tür için hayati önemi olan bu organın embriyonik gelişim sürecinde nasıl oluştuğunu anlamak için yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Nisan-Mayıs 2011 tarihinde Urla Limanı (İzmir) civarından uzatma ağları ile yakalanan 22 olgun (manto boyu 9-15.6 cm ve ağırlığı 150-320 gr arasında olan 10 erkek sübye; manto boyu 10.6-14.8 cm ve ağırlığı 210-360 gr arasında olan 12 dişi sübye) *S. officinalis* bireyinden elde edilen yumurtalar ile yapılmıştır. Yumurtlama periyodu boyunca aydınlatma, tankın merkezinde bulunan 1 adet 40 W beyaz flüoresan lamba ile doğal fotoperiyotta yapılmıştır. Tanktaki deniz suyunun ortalama sıcaklığı $17.4 \pm 1.1^\circ\text{C}$ ve ortalama tuzluluğu $\%37 \pm 0.2$ olarak ölçülmüştür. Bu dönemde sübyeler, taze cansız sardalye (*Sardina pilchardus*), ve hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ile beslenmiştir. Yenmeyen yemler ve artıklar ortamdan uzaklaştırılmıştır.

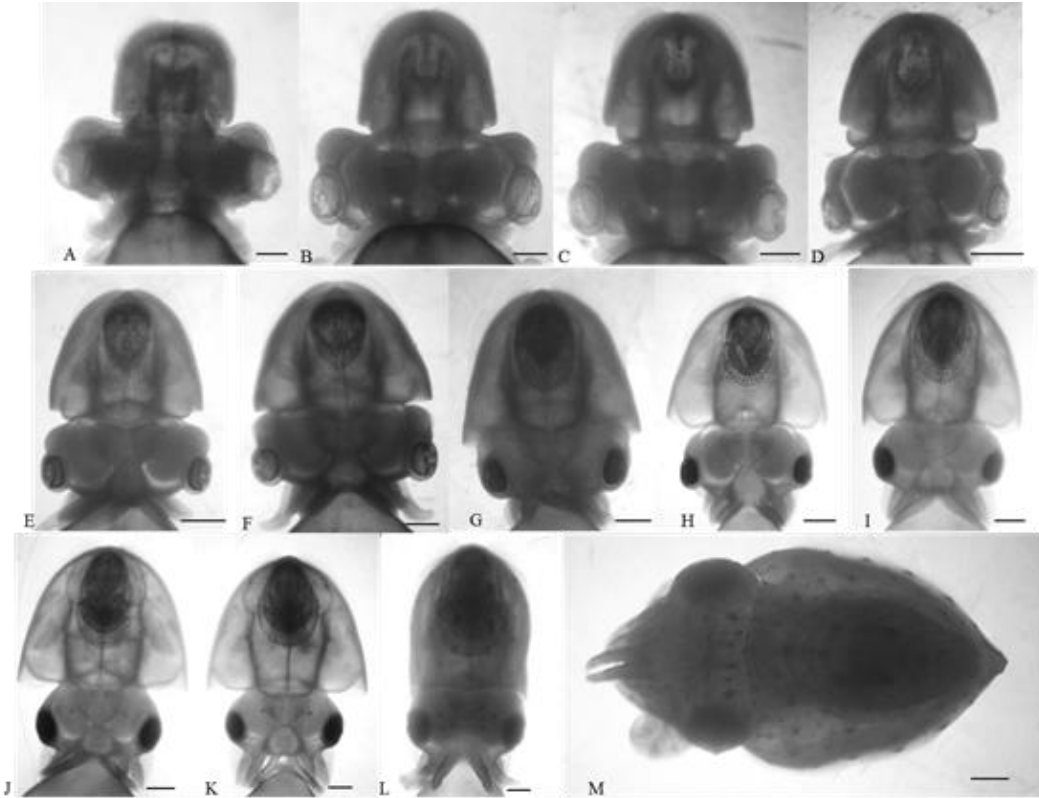
Sübye yumurtalarının embriyonik gelişimi süresince iç kabuk gelişimini saptamak için aynı gün yumurtlanmış olan yaklaşık 200 adet yumurta kullanılmıştır. Bu işlemler için

yumurtalar, filtre edilmiş sürekli su girişi sistemine ($\%80/\text{gün}$ su akışı) ve havalandırmaya sahip 430 litrelik dairesel polyester tank içine yerleştirilen ve içinde havalandırma bulunan, su giriş çıkışını sağlamak için $500 \mu\text{m}$ göz açıklığına sahip plankton bezi ile çevrili, 10 litrelik kovalara konulmuşlardır. Embriyonik gelişim boyunca ortalama su sıcaklığı $20.7 \pm 1.4^\circ\text{C}$ ve ortalama tuzluluk $\%37 \pm 0.5$ olarak ölçülmüştür. Aydınlatma tankın merkezinde bulunan 1 adet 40 W beyaz flüoresan lamba ile doğal fotoperiyot uygulanmıştır.

Yumurtaların embriyonik gelişim safhaları Naef (1928) (Roma rakamı ile gösterilmiştir) ve Lemaire (1970)'e göre tanımlanmıştır. Deneme süresince sübye iç kabuğu gelişimi safha 23(XIII)'ten itibaren yumurta kapsülünün ve koryonunun alınması ile canlı embriyolar kullanılarak, Sony DSC W5 model dijital kamerayla, binokülerden direkt fotoğraf çekim tekniği ile yapılmıştır.

SONUÇ

Sepia officinalis'in embriyonik gelişimi $20.7 \pm 1.4^\circ\text{C}$ su sıcaklığında ve ortalama $\%37 \pm 0.5$ tuzlulukta toplam 51 gün sürmüştür. Bu süreçte iç kabuk gelişimi toplam 26 günlük periyotta gerçekleşmiş ve safhalara göre aşağıda açıklanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Embriyonik gelişim sürecinde *S. officinalis*'in iç kabuk gelişimi (A: Safha 23(XIII); B: Safha 24(XIII-XIV); C: Safha 24+(XIV); D: Safha 25(XIV-XV); E: Safha 26(XV-XVI); F: Safha 26+(XVI); G: Safha 27(XVI-XVII); H: Safha 27+(XVII); I: Safha 28(XVII-XVIII); J: Safha 28+(XVIII); K: Safha 29(XVIII-XIX); L: Safha 29+(XIX); M: Safha 30(XX); Ölçü: 1 mm).

Figure 1. The cuttlebone improvement of *S. officinalis* during embryonic development. (A: Stage 23(XIII); B: Stage 24(XIII-XIV); C: Stage 24+(XIV); D: Stage 25(XIV-XV); E: Stage 26(XV-XVI); F: Stage 26+(XVI); G: Stage 27(XVI-XVII); H: Stage 27+(XVII); I: Stage 28(XVII-XVIII); J: Stage 28+(XVIII); K: Stage 29(XVIII-XIX); L: Stage 29+(XIX); M: Stage 30(XX); Scale: 1 mm).

Embriyonik gelişim serisi içerisinde iç kabuk gelişimi:

Safha 23 (XIII); iç kabuk bezi oluşumu ve iç kabuğun oluşacağı yer belirginleşmeye başlar.

Safha 24(XIII-XIV); iç kabuk bezi oluşmuştur, iç kabuğun oluşacağı yer mantonun dorsalinde ve orta üst kısmında belirgindir, ancak henüz kalker yapı yoktur.

Safha 24+(XIV); iç kabuk oluşumu başlamıştır ve kalsiyum karbonattan oluşan kalkerli yapı görülebilmektedir.

Safha 25(XIV-XV); iç kabuk oluşumu belirgindir, ancak henüz ilk bölme oluşmamıştır.

Safha 26(XV-XVI); iç kabukta ilk bölme görülebilir, ancak henüz hava ile dolmamıştır.

Safha 26+(XVI); ilk bölmenin içi jelatinimsi bir akışkan ile dolar ve ikinci bölmenin gelişimi başlar.

Safha 27(XVI-XVII); ilk bölme tam olarak oluşmuştur, jelatinimsi akışkan yerini hava kabarcıklarına bırakmıştır.

Safha 27+(XVII); üçüncü bölme oluşumu başlamıştır.

Safha 28(XVII-XVIII); üçüncü bölmenin tamamlanmasıyla ikinci bölmenin de içi havayla dolmuştur.

Safha 28+(XVIII); dördüncü bölme oluşumu başlamıştır ve iç kabukta 3. bölme net olarak görülebilmektedir.

Safha 29(XVIII-XIX); beşinci bölme oluşumu başlamıştır, böylece dördüncü bölme tamamlanmıştır ve artık 4 bölmenin de içi hava ile doludur.

Safha 29+(XIX); beşinci bölme oluşmuştur ve altıncı bölme oluşumu başlamıştır.

Safha 30(XX); yumurtadan yeni çıkmış juvenil 7-8 arasında bölme içeren iç kabuğa sahiptir.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, *S. officinalis*'in embriyogenesis sürecinde, iç kabuk gelişimi, 30 safhalık gelişim şemasına göre incelenmiştir. İç kabuğun ilk oluşumu, iç kabuk bezinin ve iç kabuğun oluşacağı yerin belirginleşmesiyle safha 23(XIII)'te başlamıştır. Safha 26(XV-XVI)'da iç kabukta ilk bölme görülebilirse de oluşumunu safha 27(XVI-XVII)'de tamamladığı tespit edilmiştir. Safha 30'da iç kabuk gelişimi tamamlanmıştır. Yumurtadan çıkan yavru sübyelerin iç kabuklarını aktif olarak kullandıkları saptanmıştır. İç kabuk gelişimi ortalama $20.7 \pm 1.4^\circ\text{C}$ 'de toplam 26 günde

tamamlanmıştır.

Lemaire (1970), *S. officinalis*'in embriyonik gelişimini 30 safhada tanımlamış, ancak iç kabuk gelişimine değinmemiştir; bu çalışmayla iç kabuk gelişimi safhalara göre detaylı bir şekilde tanımlanmıştır. Naef (1928) iç kabuk bezi oluşumunu ilk kez Safha XIV(24+)'te tanımlamıştır, oysa şimdiki çalışmada Safha 23(XIII)'te tanımlanmıştır. İç kabukta ilk odacık oluşumunu Naef (1928) Safha XVII(27-27+)'de tanımlamış olmasına rağmen, şimdiki çalışmada Safha 27(XVI-XVII)'de tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan 30 safhalık embriyonik gelişim şeması içerisinde tanımlanan sübye iç kabuk gelişim kronolojisi ile Naef (1928)'in bulguları, araştırmacının kullandığı 20 safhalık embriyonik gelişim şemasından dolayı ufak sapmalar olsa da, genel olarak birbirleriyle uyumlu bulunmuştur. Ayrıca, Şen (2009), iç kabukta ilk odacığın oluşmasını mürekkep kesesinde mürekkebin görüldüğü safha olan Safha 27'de olduğunu bildirmiştir. Bu sonuç ile Şen (2009)'in bulgusu ile uyumlu bulunmuştur.

Kafadanbacaklılarda embriyonik gelişim süresi sıcaklığa göre değişkenlik gösterir. Sıcaklık arttıkça süre kısalır, düştükçe süre uzar (Mangold, 1963; Boletzky, 1983, 1987, 2003; Boletzky ve diğ., 2006; Şen, 2004, 2005, 2009). 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 vd. (2003), $16.6 \pm 1.2^\circ\text{C}$ 'de bu sürenin 48 gün ve $18.8 \pm 0.8^\circ\text{C}$ 'de 34 gün olduğunu rapor etmiştir. Skyes vd. (2009), laboratuarda yetiştirilen sübyelerden elde edilen yumurtalar için embriyonik gelişimin $21.7 \pm 0.9^\circ\text{C}$ 'de 25 gün ve doğadan elde edilen anaçlardan temin edilen yumurtalar için 30 gün sürdüğünü belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen embriyonik gelişim süresi, sıcaklıklar göz önüne alındığında ($20.7 \pm 1.4^\circ\text{C}$ 'de 51 gün), araştırmacıların bildiklerinden daha uzundur. Bunun sebebi, inkübasyon süresince embriyoların ortalama sıcaklığın altındaki değerlerde daha uzun süre kalmış olmasıdır.

Sonuç olarak, bu çalışmayla, yüksek ticari ve bilimsel değere sahip *S. officinalis*'in embriyonik gelişiminde belirleyici bir özellik olan ve bu canlılar için hayati öneme sahip iç kabuk gelişimi, 30 safhalık embriyonik gelişim serisi içinde detaylı olarak yeniden tanımlanmıştır. Böylece ileride yapılacak araştırmalar için türün embriyonik gelişimi hakkında daha ayrıntılı bilgi edinilmiştir.

KAYNAKLAR

- Almonacid-Riosecol, E., Hernandez-Garcia, V., Solari, A.P., Santana del Pino, A., Castro, J.J. 2009. Sex identification and biomass reconstruction from the cuttlebone of *Sepia officinalis*. *Marine Biodiversity Records*, 2: 1-4. doi: [10.1017/S1755267208000079](https://doi.org/10.1017/S1755267208000079)
- Appellöf, A. 1893. Die Schalen von *Sepia*, *Spirula*, and *Nautilus*. Studien u'ber den Bau und das Wachstum. *Kongl Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, 25:1-106.

- Arnold, J.M. 1965. Normal embryonic stages of the squid *Loligo pealii* (Lesueur). *Biological Bulletin*, 128: 24-32. doi: [10.2307/1539386](https://doi.org/10.2307/1539386)
- Birchall, J.D., Thomas, N.L. 1983. On the architecture and function of cuttlefish bone. *Journal of Materials Science*, 18:2081-2086. doi: [10.1007/BF00555001](https://doi.org/10.1007/BF00555001)

- Blackburn, S., Sauer, W.H.H., Lipinski, M.R. 1998. The embryonic development of the Chokka Squid *Loligo vulgaris reynaudii* d'Orbigny, 1845. *The Veliger*, 41(3): 249-258.
- Boletzky, S.v. 1974. Effects de la Sous-nutrition prolongée sur le développement de la coquille de *Sepia officinalis* L. (Mollusca, Cephalopoda). *Buletin de la Société Zoologique de France*, 99: 667-673.
- Boletzky S.v. 1983. *Sepia officinalis*. In *Cephalopod Life Cycles*, Vol. I, Boyle P.E. (ed.), Academic Press, London, UK, pp. 31-53.
- Boletzky, S.v. 1987. Embryonic phase. In *Cephalopod Life Cycles*, Vol. II, Boyle, P.R. (ed.), Academic Press, London, UK, pp. 5-31.
- Boletzky, S.v. 2003. Biology of early life stages in cephalopod molluscs. *Advances in Marine Biology*, 44: 143-203. doi: [10.1016/S0065-2881\(03\)44003-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(03)44003-0)
- Boletzky, S.v., Erlwein, B., Hofmann, D.K. 2006. The *Sepia* egg: a showcase of cephalopod embryology. *Vie et Milieu*, 56: 191-201.
- Denton, E.J., Gilpin-Brown, J.B. 1961a. The buoyancy of the cuttlefish. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 41: 319-342. doi: [10.1017/S0025315400023948](https://doi.org/10.1017/S0025315400023948)
- Denton, E.J., Gilpin-Brown, J.B. 1961b. The effect of light on the buoyancy of the cuttlefish. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 41: 343-351. doi: [10.1017/S002531540002395X](https://doi.org/10.1017/S002531540002395X)
- Denton, E.J., Gilpin-Brown, J.B. 1961c. The distribution of gas and liquid within the cuttlebone. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 41: 352-363. doi: [10.1017/S0025315400023973](https://doi.org/10.1017/S0025315400023973)
- Denton, E.J., Taylor, W. 1964. The composition of gas in the chambers of the cuttlebone of *Sepia officinalis*. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.*, 44: 203-207. doi: [10.1017/S0025315400024747](https://doi.org/10.1017/S0025315400024747)
- Domingues, P., Sykes, A., Sommerfield, A., Almansa, E., Lorenzo, A., Andrade, J. 2003. 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. doi: [10.1023/B:AQU1.0000004195.92236.3a](https://doi.org/10.1023/B:AQU1.0000004195.92236.3a)
- Mangold, K. 1963. Biologie des cephalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu*, 13(suppl): 1-285.
- Le Goff R., Gauvrit E., Pinzon du Sel G., Daguzan J. 1998. Age group determination by analysis of the cuttlebone of cuttlefish *Sepia officinalis* L. in reproduction in the Bay of Biscay. *Journal of Molluscan Studies*, 64: 183-193. doi: [10.1093/mollus/64.2.183](https://doi.org/10.1093/mollus/64.2.183)
- Lemaire, J. 1970. Table de développement embryonnaire de *Sepia officinalis* L. (Mollusque Céphalopode). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 95: 773-782.
- Naef, A. 1928. Die Cephalopoden. Fauna und Flora Golf Neapel. 35 B: Monogr 2, p. 357.
- Neige, P., Boletzky, S.v. 1997. Morphometrics of the shell of three *Sepia* species (Mollusca: Cephalopoda): intra- and interspecific variation. *Zoologische Beitrage N. F.*, 2:137-156.
- Sykes, A.V., Almansa, E., Lorenzo, A., Andrade, J.P. 2009. Lipid characterization of both wild and cultured eggs of cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) throughout the embryonic development. *Aquaculture Nutrition*, 15: 38-53. doi: [10.1111/j.1365-2095.2008.00566.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2008.00566.x)
- Segawa, S. 1987. Life history of the oval squid *Sepioteuthis lessoniana* in Kominato and adjacent waters central Honshu, Japan, *Journal of the Tokyo University of Fisheries*, 74(2): 67-105.
- Şen, H. 2003. Kalamar (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) yumurtalarının embriyonik gelişimi ve inkübasyonu. Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, 101 s.
- Şen, H. 2004. Sıcaklığın kalamar (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) yumurtalarının gelişimine ve inkübasyonuna etkisi. E.Ü. *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.
- Şen H., Fırat, K., Saka, Ş. 2008. Kontrollü koşullarda stoklama yoğunluğunun *Loligo vulgaris* (Lamarck 1798) yumurtalarının inkübasyonuna etkisi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20 (2): 289-294.
- Şen, H. 2009. Kontrollü koşullarda sübye (*Sepia officinalis* L.)nin yumurtlaması, yumurtaların gelişimi ve inkübasyonu. *Journal of FisheriesSciences.com*, 3(3): 169-180. doi: [10.3153/jfscm.2009021](https://doi.org/10.3153/jfscm.2009021)
- Tompsett, D.H. 1939. *Sepia*. L.M.B.C. Memoirs on typical British marine plants and animals. University Press of Liverpool, 32, 200p.
- Ward, P., Boletzky, S.v. 1984. Shell implosion depth and implosion morphologies in three species of *Sepia* (Cephalopoda) from the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.*, 64:955-966. doi: [10.1017/S0025315400047366](https://doi.org/10.1017/S0025315400047366)
- Wendling J. 1987. On the buoyancy system of *Sepia officinalis* L. (Cephalopoda). Dissertation, University of Basel, Switzerland.