

Fotoperiyodun Kalamar (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) Yumurtalarının Gelişimine ve İnkübasyon Başarısına Etkisi

Halil Şen

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye
E mail: halilsen35@hotmail.com

Abstract: Effects of photoperiodicity on development and incubation of squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) eggs. In this study, effects of photoperiod on development and incubation of European squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) eggs were investigated. The egg capsules were incubated at 14 h light/10 h dark (P1; daily light period), 10 h light/14 h dark (P2; opposite of daily light period), 12 light/12 h dark (P3), 24 h light (P4) and 24 h dark (P5) of photoperiodicities. The experiments were performed at natural sea water ($37\pm 0.5\%$, $20.3\pm 0.8^\circ\text{C}$). The embryonic development and hatching were observed between 17-20 days at P1, 17-23 days at P2, 17-24 days at P3, 16-22 days at P4, and 16-23 days at P5. The highest hatching rate and hatching success were estimated as 100% at 12 h light/12 h dark and 51.8% at 24 h light of photoperiodicities, respectively. Average dorsal mantle length of the newly hatchlings for all experimental groups was measured as 2.44 ± 0.16 mm.

Key Words: *Loligo vulgaris*, photoperiod, egg, development, incubation.

Özet: Bu çalışmada, fotoperiyodun, Avrupa kalamarı (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) yumurtalarının gelişimine ve inkübasyonuna olan etkileri incelenmiştir. Yumurta kapsülleri, 14 saat aydınlık/10 saat karanlık (P1; doğal gün aydınlanma süresi), 10 saat aydınlık/14 saat karanlık (P2; doğal gün aydınlanma süresinin tersi), 12 saat aydınlık/12 saat karanlık (P3), 24 saat aydınlık (P4) ve 24 saat karanlık (P5) fotoperiyotlarda inkübe edilmiştir. Denemeler, doğal deniz suyunda (37 ± 0.5 ve $20.3\pm 0.8^\circ\text{C}$) yapılmıştır. Embriyonik gelişim ve yumurtadan çıkış süreleri P1'de 17-20 gün, P2'de 17-23 gün, P3'te 17-24 gün, P4'te 16-22 gün ve P5'te 16-23 gün arasında gözlenmiştir. En yüksek yumurta açılım oranı, 12 saat aydınlık/12 saat karanlık rejiminde (%100) ve en yüksek yumurta açılım başarısı 24 saat aydınlık rejimde (%51.8) hesaplanmıştır. Yumurtadan yeni çıkmış yavruların ortalama sırt manto boyları tüm gruplar için 2.44 ± 0.16 mm olarak ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Loligo vulgaris*, fotoperiyot, yumurta, gelişim, inkübasyon.

Giriş

Neritik kalamar *Loligo vulgaris* (Lamarck, 1798) hem önemli bir deneysel model olması (Marthy, 1982; Turk ve diğ., 1986), hem de insan gıdası olarak yüksek miktarlarda avlanmasından (Worms, 1983) dolayı kafadanbacaklılar arasında başta gelen türlerden birisidir. *L. vulgaris*, dünya denizlerinde 55°N - 20°S paralelleri ile 0-500 m arasındaki derinliklerde geniş bir dağılım gösterir ve genellikle 20-250 m arasında yaşar (Roper ve diğ., 1984). Türkiye denizlerinde ise Karadeniz hariç diğer denizlerimizde dağılım göstermektedir (Katağan ve diğ., 1993; Salman ve diğ., 1997; Ünsal ve diğ., 1999; Akyol ve Metin, 2001).

Farklı inkübasyon sıcaklıklarında, *L. vulgaris*'in embriyonik gelişimi ve yumurta açılımı hakkında çok sayıda çalışma olduğu bilinmektedir (Naef, 1928; Jecklin, 1934; Mangold-Wirz, 1963; Boletzky, 1974, 1987; Şen, 2003, 2004).

L. vulgaris'in yumurta kümeleri 60-170 mm uzunluğundaki kapsüllerden meydana gelir ve her bir yumurta kapsülü 50 ile 130 adet yumurta içerir (Mangold-Wirz, 1963; Marthy ve Aroles, 1987; Martins, 2001; Şen, 2003, 2004). *L. vulgaris*'in yumurta büyüklüğü 2.0-2.76 mm arasında değişmektedir (Naef, 1928; Worms, 1983; Boletzky, 1987; Şen, 2003, 2004).

Loliginid kalamarlarda yumurtaların embriyonik gelişim

hızları, yumurtaların büyüklüğü ile ters orantılıdır (Segawa ve diğ., 1988). Yumurtadan çıkan yavruların büyüklüğü ise yumurtaların büyüklüğü ile doğru orantılıdır (Segawa ve diğ., 1988; Mangold ve diğ., 1971).

Boletzky (1974, 1979, 1987), Turk ve diğ. (1986) ve Villanueva (1994, 2000), *L. vulgaris*'in yetiştiriciliği ile ilgili çalışmalar yapmış olmalarına rağmen, yeterli başarıya ulaşamadıklarını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, yumurtaların inkübasyonu sırasında farklı fotoperiyot rejimleri kullandıkları halde, bunun yumurtalar üzerine olan etkilerine dair herhangi bir bilgi vermemişlerdir.

Başarılı bir yetiştiriciliğin temelini oluşturan, sağlıklı ve yeterli miktarda yavrunun elde edilmesine imkan sağlayacak ideal inkübasyon koşullarının belirlenmesi çok önemlidir. Bugüne kadar *L. vulgaris* ile yapılan çalışmalar arasında, fotoperiyodun yumurta gelişimine ve yumurta açılım başarısı üzerine etkilerine değinilen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırma, konuyla ilgili mevcut eksikliği kısmen de olsa gidermek ve ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutmak amacıyla planlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Denemeler, 15 Mayıs-06 Haziran 2002 tarihleri arasında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Urla Akvakültür Ünitesi'nde

yapılmıştır. Fotoperiyodun yumurta gelişimine ve açılım başarısına etkisini anlamak için toplam 5 deneme grubu kurulmuştur; 14 saat aydınlık/10 saat karanlık (P1; doğal gün aydınlanma süresi), 10 saat aydınlık/14 saat karanlık (P2; doğal gün aydınlanma süresinin tersi), 12 saat aydınlık/12 saat karanlık (P3), 24 saat aydınlık (P4) ve 24 saat karanlık (P5).

Araştırmada, İskele Limanı'ndaki (Urla/İzmir) balıkçılardan elde edilen *L. vulgaris* yumurtası kapsülleri kullanılmıştır. Denemenin başlangıcında elde edilen yumurta kapsüllerinin boyu 1 mm aralıklı ölçüm tahtası kullanılarak, yumurtaların boy (n=30) ve en (n=30) ölçümleri ile yumurtadan yeni çıkan yavruların dorsal manto boyu (DMB) (n=30) ölçümleri milimetrik oküler ile yapılmıştır. Yumurtaların gelişim safhaları, Novex AP-8 marka binoküler kullanılarak, Naef (1928)'in (Roma rakamı ile gösterilmiştir) ve Arnold (1965)'un (nümerik rakamla gösterilmiştir) gelişim şemalarına göre tespit edilmiştir. Denemelere, safha 2'ye (I) ulaşmış yumurtalar (blastodisk sitoplazmasında mayotik olayların net olarak görülmesi) ile başlanılmıştır.

Denemelerde toplam 25 adet yumurta kapsülü ve 1810 adet yumurta kullanılmıştır. İnkübasyon, yumurta kapsüllerinin beşerli gruplar halinde, 5 adet 10 lt'lik inkübatörün içinde bulunan ipler üzerine asılması ile gerçekleştirilmiştir. İnkübatörler, kullanılabilir su hacmi 900 lt olan silindir-konik PVC tanklara konulmuştur ve su giriş-çıkışını optimize etmek için 450 µm göz açıklığındaki plankton bezi ile kaplanmıştır. Deneme tanklarına filtre edilmiş deniz suyu girişi (90 lt.saat⁻¹) ve havalandırma yapılmıştır. Deneme tankları, siyah, ışık

geçirmez polyester perdeler ile birbirlerinden ayrılmışlardır. Aydınlatma, tankların 50 cm üstüne yerleştirilen ve zaman rölesi ile kontrol edilen, ışık şiddeti su yüzeyinin 1 cm üstünde 9.5 lüks olarak ayarlanan 100 W'lık ampuller ile yapılmıştır. Denemeler, doğal deniz suyu sıcaklığında sürdürülmüş ve başlangıç sıcaklığı 20°C olarak ölçülmüştür.

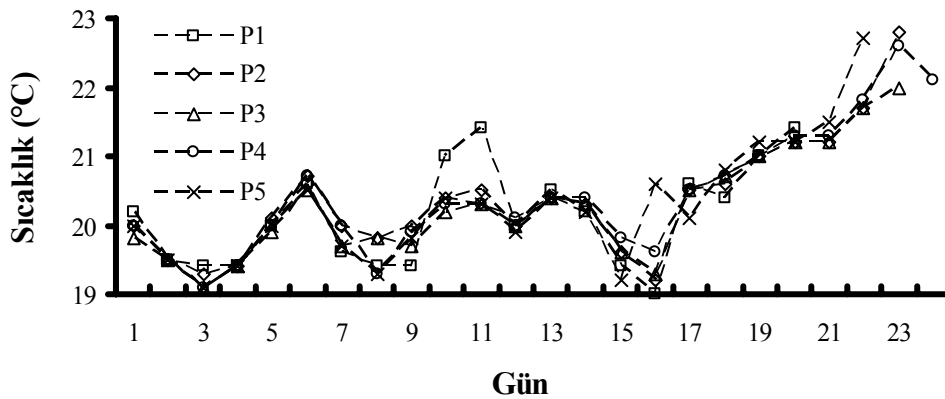
Denemelerde kullanılan yumurtaların toplam inkübasyon süresi (TİS), toplam yumurta açılımı [TYA= (Prematüre Sayısı+Canlı-Yüzen-Paralarva Sayısı/İnkübe Edilen Yumurta Sayısı)*100] ve yumurta açılım başarısı [YAB= (Canlı-Yüzen-Paralarva Sayısı/İnkübe Edilen Yumurta Sayısı)*100] ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Metin içerisinde ölçülen değerler $X_{ort} \pm s.d$ olarak verilmiştir. Yumurta açılım başarısı oranları arasında fotoperiyot uygulamaları yönünden bağımlılık olup olmadığı "Ki-Kare" testi kullanılarak test edilmiştir.

Bulgular

Denemelerde kullanılan yumurtaların kapsül boyu, yumurta boyu, yumurta eni ve yumurtadan çıkan paralarvaların dorsal manto boyları sırası ile 131.4±13.8 mm (100-150 mm), 2.47±0.11mm (2.28-2.68 mm), 1.8±0.09 mm (1.68-2.08 mm) ve 2.44±0.16 mm (2.20-2.76 mm) olarak saptanmıştır. Ayrıca, yumurta kapsülü içindeki yumurta sayısı 58-103 adet (72.4±11 adet) olarak belirlenmiştir.

Denemeler süresince inkübasyon tanklarında ölçülen deniz suyu sıcaklığı 19.0°C ile 22.8°C arasında (20.3±0.8°C) değişmiştir (Şekil 1).

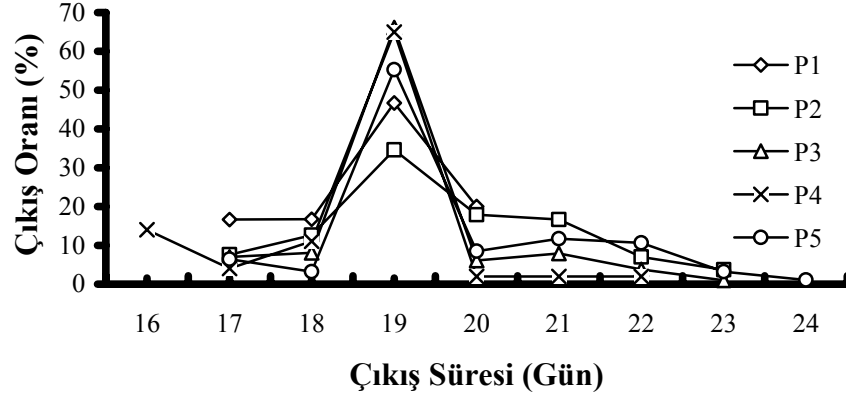


Şekil 1. Deneme süresince su sıcaklığı değişimleri.

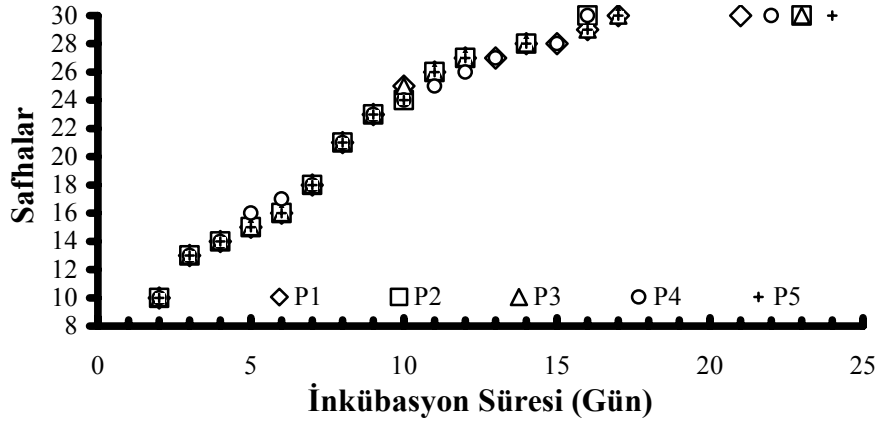
Tüm deneme gruplarında, yumurtaların embriyonik gelişimlerini tamamladığı gözlenmiştir. Yumurtadan yavru çıkışları, P1'de 17-20 gün, P2'de 17-23 gün, P3'te 16-23 gün P4'te 16-22 gün ve P5'te 17-24 gün olarak tespit edilmiştir. P1, P2, P3, P4 ve P5 için TİS sırasıyla, 20, 23, 23, 22 ve 24 gün olarak hesaplanmıştır. TYA, P1'de %88.9, P2'de %99, P3'te %99.7, P4'te %99.2 ve P5'te %100 olarak bulunmuştur. YAB, P1'de %10.7, P2'de %50.6, P3'te %45.5, P4'te %51.8 ve P5'te %24.5 olarak saptanmıştır. Fotoperiyodun yumurta açılım

başarısı üzerine etkisi olduğu bulunmuştur (χ^2 test; $p < 0.05$).

Paralarvaların yumurtadan çıkış süresi P1, P2, P3, P4 ve P5'te sırasıyla, 4 gün, 6 gün, 7 gün, 6 gün ve 7 gün olarak saptanmıştır. *L. vulgaris* paralarvalarının yumurtadan çıkış oranının aynı zamanda pik noktaya ulaşması, fotoperiyodun, yumurtadan çıkış zamanı ve kuluçka süresi üzerinde etkisinin olmadığını göstermiştir (Şekil 2). Fotoperiyot, *L. vulgaris*'in embriyonik gelişimi süresini ve embriyonik safha geçişleri arasındaki zamanı etkilememiştir (Şekil 3).



Şekil 2. İnkübasyon süresince paralarvaların yumurtadan çıkış yüzdesi.

Şekil 3. Arnold (1965)'un gelişim şemasına göre safha 2'den safha 30'a kadar *L. vulgaris*'in embriyonik gelişimi (20.3±0.8°C).

Tartışma ve Sonuç

L. vulgaris'in yumurta gelişimine ve yumurta açılım başarısı üzerine fotoperiyotun etkisinin incelendiği bu çalışmada, fotoperiyotun yumurtaların embriyonik gelişimi ve süresi üzerine etkisinin olmadığı, ancak yumurta açılım başarısı üzerine etkisinin olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan yumurta kapsüllerinin boyları (100-150 µm), yumurta boyları (2.28-2.68 mm), yumurta enleri (1.68-2.08 mm) ve kapsül içindeki yumurta sayıları (58-103 adet/kapsül), önceki çalışmalarda saptanan değerlerle benzerlik göstermiştir (Naef, 1928; Mangold-Wirz, 1963; Boletzky, 1974, 1987; Şen, 2003, 2004).

Bu çalışmada, paralarvaların DMB'ları (2.44±0.16 mm), Turk ve diğ. (1986) (3.4 mm) ve Villanueva (1994)'nin (3.06 mm) bildirdikleri değerlerden küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, yumurtaların daha küçük anaçlar tarafından yumurtlanmasından ve bölgesel farklılıklardan ileri gelmiş olabilir (Villanueva ve diğ., 2003).

Elde edilen yumurta açılım oranları (%88.9-100) ve inkübasyon başarısı (%10.7-51.8), Şen (2003)'in

çalışmasındaki (20±1°C'de, <2 lüks ışık şiddetinde ve 24 saat aydınlatma süresinde) sonuçlar (%96.6-98.9 yumurta açılım oranı ve %85-95.9 inkübasyon başarısı) ile yine Şen (2004)'in araştırmasında (12±2°C'de, 1.5 lüks ışık şiddetinde ve 24 saat aydınlatma süresinde) bildirdiği sonuçlarla (%88.5 yumurta açılım oranı ve %82 inkübasyon başarısı) kıyaslandığında, yumurta açılım oranlarının birbiriyle örtüştüğü, ancak inkübasyon başarısının oldukça düşük olduğu bulunmuştur. Yapılan bu denemede, inkübasyon başarısının düşmesine, yumurtadan çıkış aşamasında cereyan eden su sıcaklığı değişimlerinin olumsuz etkisinin sebep olduğu düşünülmektedir.

Denemeler kendi içinde karşılaştırıldığında, *L. vulgaris*'in embriyonik gelişim süresi ve embriyonik safha geçişleri arasındaki zaman üzerinde fotoperiyodun etkisinin olmadığı, paralarvaların yumurtadan çıkış oranının aynı zamanda pik noktaya ulaşmasından ve kuluçka sürelerinin birbirine çok yakın olmasından anlaşılmaktadır. Ikeda ve diğ., (2004), ışık yoğunluğunun *Heteroligo bleekeri*'nin embriyonik gelişimine etkisini inceledikleri çalışmada benzer sonuçlara ulaştıklarını bildirmişlerdir.

Ancak loliginid kalamalarında paralarvaların yumurtadan çıkma süreleri değişkendir ve düzenli bir seyir izlemeyiz (Arkhipkin ve Middleton, 2003). Baeg ve diğ. (1992) *L. bleekeri*'nin yumurtadan çıkış zamanının bir gecede tamamlandığını belirtmesine karşılık olarak bu sürenin *L. opelescens* *L. forbesi*, *L. vulgaris reynaudii*, ve *L. vulgaris*'te sırasıyla 4-6 gün, 7 gün, 3 gün ve 9-12 günde tamamlandığı bilinmektedir (Yang ve diğ., 1986; Segawa ve diğ., 1988; Blackburn ve diğ., 1998; Şen, 2004). Şimdiki çalışmada bu periyot 4-7 gün olarak saptanmıştır.

Paulij ve diğ. (1990) fotoperiyotun *L. forbesi* ve *L. vulgaris*'in yumurtadan çıkış ritmini etkilediğini ve bu durumun *Sepia officinalis* için de geçerli olduğunu bildirmişlerdir (Paulij ve diğ., 1991). Bu çalışmada da paralarvaların yumurtadan çıkış sürelerinin değişkenlik göstermesi, fotoperiyotun paralarvaların yumurtadan çıkış ritmi üzerinde etkisi olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada, elde edilen verilere göre, *L. vulgaris* yumurtalarının inkübasyonunda farklı fotoperiyot rejimlerine bağlı olarak yumurta açılım başarısının değişebileceği, ancak yumurtaların embriyonik gelişim sürelerinin ve gelişim safhası arasındaki geçiş zamanlarının fotoperiyot uygulamaları ile değil, sıcaklıkla ilişkili olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ekonomik değeri çok yüksek olan bu türün temel biyolojik ihtiyaçlarının saptanabilmesi ve konun daha iyi anlaşılabilmesi için yapılacak kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynakça

- Akyol, O., G. Metin, 2001. Investigations on species composition and catch per trawl of cephalopods caught by bottom trawl in the Bay of Izmir (Aegean Sea), (in turkish). Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi Vol.:2-No: 2: 381-385.
- Arkhipkin, A. I., D. A. J. Middleton, 2003. In-situ monitoring of the duration of embryonic development in the squid *Loligo gahi* (Cephalopoda: Loliginidae) on the Falkland shelf. J. Moll. Stud., 69: 123-133.
- Arnold, J. M., 1965. Normal embryonic stages of the squid, *Loligo pealii* [sic] (Lesuer). Biological Bulletin 128: 24-32.
- Baeg, G. H., Y. Sakurai, K. Shimzaki, 1992. Embryonic stages of *Loligo bleekeri* Kefers (Mollusca: Cephalopoda). The Veliger, 35: 234-241.
- Blackburn, S., W. H. H., Sauer, M. R. Lipinski, 1998. The Embryonic Development Of Tha Chokka Squid *Loligo vulgaris reynaudii* d'Orbigny, 1845. The Veliger 41 (3): 249-258.
- Boletzky, S. v., 1974. Elevage de Céphalopodes en aquarium. Vie Milieu, 24, 309-340.
- Boletzky, S. v., 1979. Observations on the early post-embryonic development of *Loligo vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda). Rapp. Comm. int. Mer Médit., 25/26 (10): 155-158.
- Boletzky, S. v., 1987. On Egg and Capsule Dimensions in *Loligo forbesi* (Mollusca: Cephalopoda): A Note. Vie Milieu, 37 (3/4): 187-192.
- Jecklin, L., 1934. Beitrag zur Kenntnis der Laichgallerten und der Biologie der Embryonen decapoder Cephalopoden. Rev. suisse Zool., 41: 593-673.
- Ikeda, Y., I. Kingo, M. Gen, 2004. Does light intensity affect embryonic development of the squid (*Heterolligo bleekeri*)?. J. Mar. Biol. Ass. UK., 84: 1215-1219.
- Katağan, T., M. A. Salman, H. A. Benli, 1993. The Cephalopod fauna of the sea of Marmara. Isr. J. Zool., Vol. 39: 255-261.
- Mangold-Wirz, K., 1963. Biologie des cephalopodes bentiques et nectoniques de la mer Catalane. Vie Milieu, Supp. 13:1-285.
- Mangold, K., S. v. Boletzky, and D. Frosch, 1971. Reproductive Biology And Embryonic Development Of *Eledone cirrosa* (Cephalopoda: Octopoda). *Marine Biology* 8: 109-117.
- Marthy, H., 1982. The cephalopod egg, a suitable material for cell and tissue interaction studies. Embryonic Development, Part B: Cellular Aspects. Alan R. Liss, Inc., New York, N. Y.: 223-233.s.
- Marthy, H. J., L. Aroles, 1987. In vitro Culture of Embryonic Organ and Tissue Fragments of the Squid *Loligo vulgaris* with Special Reference to the Establishment of a Long Term of Ganglion-Derived Nerve Cells. Zool. J.b. Physiol 91, 189-202.
- Martins, M. C., 2001. Effects of temperature on the condition of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Mollusca: Cephalopoda) Late Embryos and Paralarvae. LARVI'01 – FISH & SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM. European Aquaculture Society, Special Publication No.30, Oosterde, Belgium, 2001.
- Naef, A., 1928. Die Cephalopoden. Fauna Flora Golfo Napoli, 35. monogr., part I, vol. 2, 357 pp., 37 pl.(first publ. 1923).
- Paulij, W. P., P. M. J. Herman, E. L. Van Hannen, J. M. Denuce, 1990. The impact of fotoperiodicity on hatching of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi*. J. Mar. Biol. Ass. UK.,70: 597-610.
- Paulij, W. P., P. M. J. Herman, M. E. F. Roozen, J. M. Denuce, 1991. The influence of fotoperiodicity on hatching of *Sepia officinalis*. J. Mar. Biol. Ass. UK.,71: 665-678.
- Roper, C. F. E., M. J. Sweeney, C. E. Nauen, 1984. Cephalopods of the World an annotated and illustrated Catalogue of species of interest to Fisheries FAO. Fish. Jynop. No: 125,3: 1-257.
- Salman, A., T. Katağan, H. A. Benli, 1997. Bottom trawl teuthofauna of the Aegean Sea. Arch. Fish. Mar. res. 45(2), 183-196.
- Segawa, S., W. T. Yang, H. J. Marthy, R. T. Hanlon, 1988. Illustrated embryonic stages of the eastern Atlantic squid *Loligo forbesi*. The Veliger, 30 (3): 230-243.
- Şen, H., 2003. Incubation and Embriyonic Development of Squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) Eggs (in turkish). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, s.101, İzmir.
- Şen, H., 2004. A Preliminary Study On The Effects Of Salinity On Egg Development Of European Squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798). The Israeli Journal Of Aquaculture-Bamidgeh Vol. 56(2):93-99.
- Turk, P. E., R. T. Hanlon, L. A. Bradford, W. T. Yang, 1986. Aspects of feeding, growth and survival of the European Squid *Loligo vulgaris* Lamarck, 1799, reared through the early growth stages. Vie Milieu, 26(1):9-13.
- Ünsal, İ., N. Ünsal, M. H. Erk, H. Kabasakal, 1999. Demersal cephalopods from the Sea Marmara with remarks on some ecological characteristics. Acta Adriatica, 40 (1): 105-110.
- Villanueva, R., 1994. Decapod crab zoeae as food for rearing cephalopod paralarvae. Aquaculture 128, 143-152.
- Villanueva, R., 2000. Differential Increment-Deposition Rate In Embryonic Statoliths Of The Loliginid Squid *Loligo vulgaris*. *Marine Biology*, 137: 161-168.
- Villanueva, R., A. Arkhipkin, P. Jereb, E. Lefkaditou, M. R. Lipinski, C. Peralas-Raya, J. Riba, F. Rocha, 2003. Embryonic life of the loliginid squid *Loligo vulgaris*: comparison between statoliths of Atlantic and Mediterranean populations. Mar. Eco. Prog. Ser. Vol. 253: 197-208.
- Worms, J., 1983. *Loligo vulgaris*. Pp 143-157 in P. R. Boyle (ed.), Cephalopod Life Cycles. Volume-I. Species Accounts. Academic Press: London.
- Yang, W. T., R. F. Hixon, P. E. Turk, M. E. Krejci, W. H. Hulet, R. T. Hanlon, 1986. Growth, behavior, and sexual maturation of the market squid, *Loligo opalescens*, cultured through the life cycle. Fishery Bulletin, 84: 771-798.