



## Determination of reproductive characteristics of *Echelus myrus* (Linnaeus, 1758) from the Aegean Sea

Burcu Taylan<sup>1,a,\*</sup>, İlker Aydın<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Department of Basic Sciences, Faculty of Fisheries Ege University, 35100 Bornova, İzmir, Turkey

<sup>2</sup>Department of Fishing and Processing Technology, Faculty of Fisheries, Ege University, 35100 Bornova, İzmir, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 08/10/2020 Accepted : 24/10/2020</p> <p><i>Keywords:</i> <i>Echelus myrus</i> Fecundity Fecundity-length relationship Aegean Sea Painted eel</p>	<p>The present study which determined the reproduction characteristics of the painted eel <i>Echelus myrus</i> (Linnaeus, 1758) obtained by commercial trawlers from three different regions of Ildır Bay, Çeşme (Aegean Sea) was carried out March-April 2018. The total length-weight values were 55.5-97.0 (70.63±12.85) cm, 180.84-420.83 (276.50±70.50), respectively, and total length-weight relationship was computed as <math>W=0.2936L^{1.61}</math> (<math>R^2=0.96</math>). Fecundity was computed as 25563-55016 (41811±9416) oocyte and a linear relationship between fecundity and total length was calculated as <math>F=658.54L-5603.9</math> (<math>R^2=0.86</math>). Oocyte diameters were determined 0.84-1.09 mm (0.95±0.06).</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(3): 531-535, 2021

## Ege Denizi'nde Dağılım Gösteren *Echelus myrus* (Linnaeus, 1758) Türünün Üreme Özelliklerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 08/10/2020 Kabul : 24/10/2020</p> <p><i>Anahtar Kelimeler:</i> <i>Echelus myrus</i> Fekondite Fekondite-boy ilişkisi Ege Denizi Painted eel</p>	<p>Çalışmada Ildır Körfezi, Çeşme (Ege Denizi)'nin üç farklı bölgesinden Mart-Nisan 2018 tarihlerinde ticari trol teknesi ile elde edilen <i>Echelus myrus</i> (Linnaeus, 1758) bireylerinin üreme özellikleri incelenmiştir. Örneklerde boy ve ağırlık değerleri sırasıyla; 55,5-97,0 (70,63±12,85) cm, 180,84-420,83 (276,50±70,50) g'dır. Boy-ağırlık ilişkisi <math>W=0.2936L^{1.61}</math> (<math>R^2=0,96</math>)'dir. Fekondite; 25563-55016 (41811±9416) oosit olarak tespit edilmiş olup total boy-fekondite arasında <math>F=658.54L-5603.9</math> (<math>R^2=0,86</math>) şeklinde doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Oosit çapları; 0,84-1,09 mm (0,95±0,06) olarak tespit edilmiştir.</p>

<sup>a</sup> [burcu.taylan@ege.edu.tr](mailto:burcu.taylan@ege.edu.tr)

<sup>id</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9311-5189>

<sup>b</sup> [ilker.aydin@ege.edu.tr](mailto:ilker.aydin@ege.edu.tr)

<sup>id</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1752-2780>



## Giriş

Balıkçılıkta popülasyon dinamiği çalışmalarında; balıkların cinsel olgunluğa erişme boyları, üreme dönemlerinin süresi, cinsiyet oranları, dişilerin yumurta verimliliği diğer bir ifade ile fekonditeleri gibi üremeye ait bilgiler balıkçılığın düzenlenmesi ve kontrolüne ilişkin yönetim modeli oluşturulmasında ve türlerin stok durumları hakkında bilgi edinmemizde oldukça önemli parametrelerdir (Murua ve ark., 2003, Huppell ve Sullivan, 2000). *Echelus myrus* türü; Anguilliformes ordosuna ait Ophichthidae familyası içerisinde yer almakta olup Biscay Körfezi'nden Akdeniz'i de içeren Pointe Noire ve Kongo'da dağılım göstermektedir (Nelson, 1994, Froese ve Pauly, 2020). 3-550 m derinliklerde, estuarin ve kıyısız lagünlerin kumlu-çamurlu alanlarında dağılım gösteren demersal bir türdür (Wirtz ve ark., 2013). *E. myrus* ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda herhangi bir spesifik çalışmanın olmadığı; diğer türler ile birlikte incelendiği boy-ağırlık çalışmalarının olduğu görülmektedir. Çiçek ve ark. (2006) kuzeydoğu Akdeniz'de 31 türün boy-ağırlık ilişkisini tespit ettikleri çalışmada, Sangun ve ark. (2007) kuzeydoğu Akdeniz'de 39 türün boy-ağırlık ilişkisini tespit ettikleri çalışmada, İlkyaz ve ark. (2008) Ege Denizi'nde dağılım gösteren 62 türün boy-ağırlık ilişkisini tespit ettikleri çalışmada, Bilge ve ark. (2014) Güney Ege Denizi'nde 103 türün boy-ağırlık ilişkisini verdikleri çalışmada, Dor (2014) Güneydoğu Akdeniz'de balıklar için yeni boy-ağırlık ilişkileri ve Lmax değerleri üzerine yapmış olduğu çalışmada türün boy-ağırlık ilişkisini vermiştir. *E. myrus*; insan besini olarak tüketilmemesi ve dolayısıyla ekonomik açıdan önemli olmamasına rağmen yaşadıkları kumlu habitatların karakteristiğini yansıtan ayrıca denizel biyoçeşitliliğin bir parçası olması nedeniyle dikkat çeken bir türdür. Tür hakkında yeterli bilginin bulunmaması bu balıkları red liste least concern (LC) kategorisine taşımıştır (Karmovskaya ve Papaconstantinou, 2015). Gerek dünyada gerekse ülkemiz sularında türün üreme parametrelerine dair daha önce yapılmış herhangi bir çalışma bulunmaması da bu çalışmanın önemini ortaya çıkarmaktadır. Çalışmamız; *E. myrus* türünün Türkiye'nin Ege Denizi kıyılarında fekondite, fekondite-boy ilişkisi, oosit çapı gibi üreme özelliklerinin ilk defa belirlendiği öncü çalışma niteliği taşımaktadır.

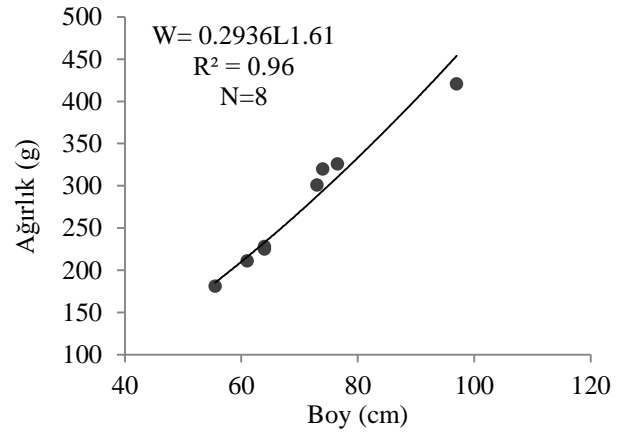
## Materyal ve Yöntem

Ildır Körfezi, Çeşme (Ege Denizi)'nin 3 farklı bölgesinden (38°25'454''N 26°24'518''E, 38°23'426''N 26°20'430''E; 38°24'571''N 26°24'448''E, 38°22'127''N 26°21'368''E; 38°23'247''N 26°20'285''E 38°22'186''N 26°24'553''E) Mart-Nisan 2018 tarihlerinde ticari trol teknesi (24 m ve 550 hp ana motor gücü) ile 40-80 m derinlikler arasında aylık olarak gerçekleştirilen arazi çalışmalarında toplam 8 adet *E. myrus* bireyine rastlanmıştır. Ticari trol operasyonlarında olduğu üzere ortalama çekim süresi 3,1 saat, ortalama çekim hızı ise 3 knot olarak belirlenmiştir. Laboratuvara getirilen balık örneklerinde total boy (cm) ile ağırlıkları (g) ölçüldükten sonra disekte edilerek eşey tayinleri yapılmıştır. Örneklerin boy-ağırlık ilişkisinin değerlendirilmesinde  $W=a \times L^b$  eşitliğinden yararlanılmıştır (Ricker, 1975). Burada W; toplam ağırlığı, L; toplam boyu, a; eğimi ve b; regresyon

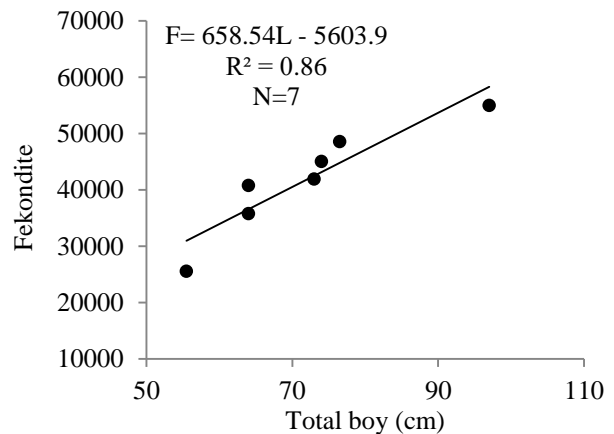
katsayısını, ifade etmektedir. Dişi bireylerin gonad gelişim safhaları Holden ve Raitt (1974) tarafından belirlenmiş olan 5 aşamalı safha (I; olgunlaşmamış, II; olgunlaşmaya başlamış, III; olgun, IV; yumurtlama, V; dinlenme) ayırım yöntemine göre makroskobik olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Fekonditenin belirlenmesi amacıyla %10'luk formalin solüsyonunda fikse edilen ovaryumlardan ovaryum ağırlığının %2-5'i arasında 3 alt örnek (ovaryumun anterior, median, posterior kısımlarından) alınmıştır (NOAA 1985) ve olgun yumurtalar gravimetrik yöntem ile sayılmıştır. Total fekondite ovaryumdaki toplam oosit sayısı;  $F=(n \times G) / g$  formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır (Valladolid ve Przybylski, 2008) ve fekondite-total boy ilişkisi tespit edilmiştir. Her alt örnekteki yumurtalar arasından rastgele 10 adet yumurta çapı ölçülerek minimum, maksimum ve ortalama çap değerleri belirlenmiştir.

## Bulgular

Çalışmada toplam 8 birey incelenmiş olup örneklerde minimum, maksimum, ortalama boy ve ağırlık değerleri sırasıyla; 55,5-97,0 (70,63±12,85) cm, 180,84-420,83 (276,50±70,50) g'dır. Boy-ağırlık ilişkisi  $W=0.2936L^{1.61}$  ( $R^2=0,96$ ) olarak saptanmış olup negatif allometrik özellik gösterdiği görülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. *Echelus myrus* türünün boy-ağırlık ilişkisi  
Figure 1. Length-weight relationship of *Echelus myrus* species.



Şekil 2. *Echelus myrus* türünde total boy-fekondite ilişkisi  
Figure 2. The relationship between total length and fecundity in *Echelus myrus* species.

Çizelge 1. Gonad olgunluk safhaları (Holden ve Raitt, 1974)

Table 1. Gonad maturity stages (Holden ve Raitt, 1974)

Safhalar	Safha Özellikleri
I: Olgunlaşmamış	Ovaryumlar dinlenme konumunda, karın boşluğunda ve çok küçüktür. Cinsiyet çıplak gözle fark edilir. Dişi bireylerde gonadlar hafif mor-pembe-sarımsı renkte ve şeffaf görünümündedir. Yumurtalar çıplak gözle görülmez. Erkek bireylerin gonadları ipliksi biçimde uzun ve açık kırmızı renktedir.
II: Olgunlaşmaya başlamış	Ovaryumlar kırmızı renkte, yarı şeffaf; yumurtalar çıplak gözle kısmen mikroskop altında ise tamamen seçilebilir. Ovaryum zarında giderek bir kalınlaşma başlamıştır. Yumurtalar henüz saydam ve iri taneli değildir.
III: Olgun	Ovaryumlar karın boşluğunun yarı uzunluğundan daha uzundur. Çıplak gözle görülebilen gonadlar açık pembemsi-sarı renkte ve elastiki özellikteki zar ile örtülüdür. Ovaryumun üzeri anüse doğru kalınlaşmış kan damarları ile kaplıdır. Yumurtalar çıplak gözle görülebilir.
IV: Yumurtlama	Ovaryum ve testisler vücut boşluğunun 2/3"sinden daha fazlasını kapsar. Ovaryumlar oranj ya da pembe renkte olup gelişmiş kan damarları ile çevrilmiştir. Büyük saydam ve olgun yumurtalar bulunur. Testisler beyazımsı krem renkli ve yumuşak dokuludur.
V: Dinlenme	Yumurtalar atılmış ve üreme dönemi sonuna gelinmiştir. Yumurtalık bu dönemde dinlenme sürecine girer. Ovaryum koyu kırmızı-menekşe renkte, gevşek görünüşlüdür. Yumurtalık zarı kalınlaşmıştır. Ovaryumlar bu dönem içerisinde kısa bir süre sonra I. safhadaki görünümünü almaya başlar. Mikroskopik olarak yumurtalar tespit edilebilir.

Çizelge 2. *Echelus myrus* türüne ait boy-ağırlık ilişkisinin önceki çalışmalar ile karşılaştırılması

Table 2. Comparison of the length-weight relationship of the *Echelus myrus* species with previous studies

Araştırmacılar	N	Lokalite	W=a*L <sup>b</sup>		
			a	b	R <sup>2</sup>
Çiçek ve ark. (2006)	310	Kuzeydoğu Akdeniz	0.0041	2.66	0.97
Sangun ve ark. (2007)	14	Kuzeydoğu Akdeniz	0.0131	2.28	0.98
İlkyaz ve ark. (2008)	39	Ege Denizi	0.0001	3.41	0.97
Bilge ve ark. (2014)	57	Ege Denizi	0.0029	2.65	0.99
Dor (2014)	36	Güneydoğu Akdeniz	0.0001	3.45	0.96
Bu çalışma	8	Ege Denizi	0.2936	1.61	0.96

Çizelge 3. Anguilliformes ordosuna ait bazı türlerin fekondite değerlerinin karşılaştırılması

Table 3. Comparison of fecundity values of some species belonging to Anguilliformes

Tür	Araştırmacılar	Fecundite (10 <sup>6</sup> oosit)
<i>Anguilla anguilla</i>	Boetius and Boetius (1980)	0.7–2.6
	Van Ginneken ve ark. (2005)	0.8–4.0
	MacNamara ve McCarthy (2012)	0.6–8.0
<i>Anguilla rostrata</i>	Wenner ve Musick (1974)	0.5–2.6
	Barbin ve McCleave (1997)	1.7–20.7
	Tremblay (2009)	3.4–22.0
<i>Anguilla australis</i>	Todd (1981)	0.5–3.1
<i>Anguilla dieffenbachii</i>	Todd (1981)	1.1–20.8
<i>Anguilla japonica</i>	Matsui (1952)	7.2–12.7
<i>Anguilla marmorata</i>	Aoyama ve Miller (2003)	34.8
<i>Ophichthus rufus</i>	Casadevall ve ark. (2001)	1426–23.605

Çalışmada elde edilen bütün bireylerin dişi olduğu tespit edilmiş olup ovaryumlar makroskopik olarak incelendiğinde; 7 bireyin olgun yumurtlama safhasında (IV. safha) olduğu, 1 adet bireyin de olgunlaşmaya başlama (II. safha) aşamasında olduğu görülmüştür. Ovaryumların yapısı incelendiğinde; fırfırlı bir görüntüye sahip oldukları görülmüştür. Fekonditenin belirlendiği bireylerde ovaryum ağırlıkları 7,93-26,58 g (18,64±7,37)'dir. Hesaplanan fekondite değerleri minimum, maksimum ve ortalama değerleri; 25563-55016 (41811±9416) tespit edilmiş olup total boy-fekondite arasında F=658.54L-5603.9 (R<sup>2</sup>=0,86) şeklinde doğrusal bir ilişki saptanmıştır (Şekil 2). Oosit çapları minimum, maksimum ve ortalama değerleri; 0,84-1,09 mm (0,95±0,06) olarak tespit edilmiştir.

## Tartışma ve Sonuç

Blüm (1986) observed that segmented ovaries in the shape of lamellae occur in primitive teleosts. Anguilliformes ordosu içerisinde yer alan *Conger conger* ve *Gnathopis mystax* ile ilgili yapılan çalışmalarda da gonadlarda bu tarz lamelli yapıya rastlanmıştır (Casadevall, 1991; O'Sullivan ve ark., 2003; Correia ve ark., 2009).

*Echelus myrus* türüne ait boy-ağırlık ilişkisi; çalışmamızda W=0.2936L<sup>1.61</sup> (R<sup>2</sup>=0,96) olarak belirlenmiş olup negatif allometrik bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Diğer çalışmalarda elde edilen değerler Çizelge 2'de verildiği gibidir (Çizelge 2).

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde iki çalışmada (İlkyaz ve ark., 2008; Dor, 2014) b değeri pozitif allometrik özellik göstermiş olup diğer çalışmalarda bizim çalışmamızla benzer olarak negatif allometrik özellik gösterdiği saptanmıştır. b değerlerinde gözlenen farklılıklar; örnek sayısı, örnekleme alanı ve mevsim etkileri, yakalanan bireylerin boylarındaki farklılıklar, örnekleme zamanı gibi faktörlerden etkilenebilmektedir (Moutopoulos ve Stergiou, 2002). Boy-ağırlık ilişkilerinde gözlenen bazı farklılıkların örnekleme sayımızın az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ancak Froese ve ark. (2011) az sayıda avcılığı yapılan nadir türlerin istatistiki açıdan anlamlı sonuçlar verdiği takdirde kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Örneklememizde Mart-Nisan aylarında elde edilmiş olan bireylerin yedi adetinde ovaryumlar olgun durumdadır. Bauchot (1986) Cezayir Körfezi'nde türün üreme dönemini Ağustos-Eylül olarak belirtmişlerdir. Tür ile daha önce yapılmış bir çalışma bulunmamasıyla birlikte Casadevall ve ark. (2001) kuzeybatı Akdeniz'de dağılım gösteren ve *E. myrus* ile aynı familya içerisinde yer alan *Ophichthus rufus*'un üreme döngüsünü inceledikleri çalışmada gonadların aralık ayında olgunlaşmaya başladığını ve olgunlaşmanın Ağustos'a kadar devam ettiğini saptamışlardır. Yine aynı çalışmada türün fekonditesi 1426-23.605 oosit; fekondite-boy ilişkisi ise  $\log F = -3.07999 + 4.27167 \log TL$  ( $r^2 = 0.86912$ ) şeklinde tespit edilmiştir ve fekondite ile boy arasında çalışmamızda da olduğu şekilde yüksek bir ilişki saptamışlardır (Casadevall ve ark., 2001). Anguilliformes ordosu içerisinde yer alan bazı Anguilla türleri ve Ophichthidae familyasından tek türe ait fekondite değerleri Çizelge 3'de detaylı bir şekilde verilmiştir. Anguilla türlerinin oldukça yüksek fekondite değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Ancak çalışma konumuzu oluşturan *E. myrus* ile aynı familya içerisinde yer alan *Ophichthus rufus* türünde fekonditenin çok daha az olduğu görülmüştür. *E. myrus* ve *Ophichthus rufus* türlerinin fekondite değerlerine bakıldığında Ophichthidae familyasına ait türlerin fekondite değerlerinin daha az olabileceği düşünülmektedir.

Anguilliformes ordosu içerisinde yer alan bazı türlerde yapılan fekondite çalışmalarında *A. rostrata* (Wenner ve Musick, 1974; Barbin ve McCleave, 1997; Tremblay, 2009), *A. australis* and *A. dieffenbachii* (Todd, 1981) fekonditenin artan vücut büyüklüğü ile doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiş olup çalışmamızın paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Olgun oosit çap değerleri çalışmamızda; 0,84-1,09 mm (0,95±0,06) olarak saptanmıştır. Castle (1984) ihtiyoplanktonda *E. myrus* türüne ait yumurta çapını 1,60-1,85 mm olarak belirtmiştir. Yumurta çapının ihtiyoplanktonda daha büyük çıkması olağandır. Çünkü yumurtalar döllenikten sonra su alarak şişmekte ve çapları büyümektedir (Nakano, 1956). Casadevall ve ark. (2001) *Ophichthus rufus* türü üzerine yapmış olduğu çalışmada yumurta çaplarının ortalamam 1 mm olduğunu saptamış olup çalışmamızın paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Fekondite ve dişi balık büyüklüğü ile olan ilişkisi; yumurta verimi potansiyelini (Chondar, 1977), balık stoklarının üreme kapasitesini ve potansiyel yavru sayısının (Qasim ve Qayyum, 1963) tahmin edilmesine yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada amaç daha önce herhangi bir bilgi bulunmayan tür ile ilgili bilgi elde etmek ve balıkçılık yönetimine katkı sağlamaktır.

## Teşekkür

Bu araştırma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Komisyonu tarafından desteklenen 2015-SÜF-v026 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

## Kaynaklar

- Aoyama J, Miller MJ. 2003. The silver eel. In Eel Biology, pp. 107-117. Ed. by K. Aida, K. Tsukamoto, and K. Yamauchi. Springer, Tokyo. 497 pp.
- Bagenal TB, Tesch FW. 1978. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water. Blackwell Scientific Publication, Oxford, UK., pp: 101-136.
- Barbin GP, McCleave JD. 1997. Fecundity of the American eel *Anguilla rostrata* at 458N in Maine, U.S.A. Journal of Fish Biology, 51: 840-847.
- Bauchot ML. 1986. Ophichthidae (including Echelidae). p. 577-585. In PJP Whitehead ML, Bauchot JC, Hureau J, Nielsen and E Tortonese (eds.) Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. volume 2. UNESCO, Paris.
- Bilge G, Yapıcı S, Filiz H, Cerim H. 2014. Weight-length relations for 103 fish species from the southern Aegean Sea, Turkey. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 44 (3): 263-269. doi:10.3750/AIP2014.44.3.11.
- Blüm V. 1986. Vertebrate Reproduction. 405 p. Berlin: Springer-Verlag.
- Boetius I, and Boetius J. 1980. Experimental maturation of female silver eels, *Anguilla anguilla*. Estimates of fecundity and energy reserves for migration and spawning. Dana, 1: 1 - 28.
- Casadevall M. 1991. Aspectes anatòmics i biològics d'alguns Anguilliformes i Ophidiiformes del Mediterrani occidental. 343 p. Unpubl. PhD dissertation, Univ. of Girona, Spain.
- Casadevall M, Muñoz M, Carrasson M, Matallanas J. 2001. The Reproductive Cycle of *Ophichthus rufus* (Anguilliformes) in the Northwest Mediterranean. Cybium 25(1): 53-65.
- Castle PHJ. 1984. Notacanthiformes and Anguilliformes: development. p. 62-102. In American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Ontogeny and systematics of fishes, based on an international symposium dedicated to the memory of E.H. Ahlstrom, 15-18 August 1983, La Jolla, California. Spec. Publ. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. (1):1-760.
- Chondar SL. 1977. Fecundity and its role in racial studies of *Gudusia chapra* (Pisces: Clupeidae). The Proceedings of the Indian Academy of Sciences 86: 245-254.
- Correia AT, Manso S, Coimbra J. 2009. Age, growth and reproductive biology of the European conger eel (Conger conger) from the Atlantic Iberian waters. Fisheries Research 99: 196-202.
- Çiçek E, Avsar HY, Ozutok M. 2006. Length-weight relationships for 31 teleost fishes caught by bottom trawl net in the Babadillimani Bight (northeastern Mediterranean). Journal of Applied Ichthyology 22: 290-292.
- Dor E. 2014. New length-weight relationships and Lmax values for fishes from the Southeastern Mediterranean Sea. Journal of Applied Ichthyology 30: 521-526.
- Froese R, Tsikliras AC, Stergiou KI. 2011. Editorial note on weight-length relations of fishes. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 41(4): 261-263. doi: 10.3750/AIP2011.41.4.01.
- İlkyaz AT, Metin G, Soykan O, Kınacıgil HT. 2008. Length-weight relationship of 62 fish species from the Central Aegean Sea, Turkey. Journal of Applied Ichthyology, 24:699-702. doi: 10.1111/j.1439-0426.2008.01167.x
- Holden MJ, Raitt DFS. 1974. Manual of fisheries science. Part 2- Methods of resource investigation and their application. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Huppell SA, Sullivan CV. 2000. Reproduction of blue fin tuna: Assessing maturity using sex specific compounds present in muscle. Proceeding of a workshop on the biology of blue fin tuna in the mid Atlantic 5-7 May 2000 Bermuda.
- Karmovskaya E, Papaconstantinou C. 2015. *Echelus myrus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T194984A45162015. Downloaded on 17 June 2020.
- Matsui I. 1952. Studies on the morphology, ecology and pond culture of the Japanese eel (*Anguilla japonica* Temminck and Schlegel). Journal of the Shimonoseki College of Fisheries, 2: 1-245.
- Moutopoulos DK, Stergiou KI. 2002. Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). Journal of Applied Ichthyology 18: 200-203.
- Muchlisin ZA. 2014. A General Overview on Some Aspects of Fish Reproduction, Aceh International Journal of Science and Technology, 3(1): 43-52. doi: 10.13170/AIJST.0301.05.
- Murua H, Saborido-Rey F. 2003. Female Reproductive Strategies of Marine Fish Species of the North Atlantic. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 33:23-31.
- Murua H, Kraus G, Saborido-Rey F, Witthames PR, Thorsen A, Junquera S. 2003. Procedures to Estimate Fecundity of Marine Fish Species in Relation to their Reproductive Strategy. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 33:33-54.
- Nakano E. 1956. changes in the egg membrane of the fish egg during fertilization. Embryologia, 3(1): 89-103.
- Nelson JS. 1994. Fishes of the world. Third edition. John Wiley and Sons, Inc., New York. 600 p.
- NOAA Technical Report. 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS 36, 105 pp.
- O'Sullivan S, Moriarty C, FitzGerald RD, Davenport J, Mulcahy MF. 2003. Age, growth and reproductive status of the European conger eel, *Conger conger* (L.) in Irish coastal waters. Fisheries Research 64: 55-69.
- Qasim SZ, Qayyum A. 1963. Fecundities of some freshwater fish. Proceedings of the National Institute of Sciences of India 29: 373-382.
- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of Fisheries, Board Can. 191, 382 p.
- Sangun L, Akamca E, Akar M. 2007. Weight-Length Relationships for 39 Fish Species from the North-Eastern Mediterranean Coast of Turkey, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 7: 37-40.
- Tremblay V. 2009. Reproductive strategy of female American eels among five subpopulations in the St. Lawrence River watershed. In Eels at the Edge: Science, Status and Conservation Concerns, pp. 85 -102. Ed. by J. Casselman, and D. K. Cairns. American Fisheries Society Symposium 58. 460 pp.
- Todd PR. 1981. Morphometric changes, gonad histology, and fecundity estimates in migrating New Zealand freshwater eels (*Anguilla* spp.). New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 15: 155-170.
- Valladolid M, Przybylski M. 2008. Life history traits of the endangered Iberian loach *Cobitis calderoni* in the River Lozoya, central Spain. Folia Zoologica 57 (1-2): 147-154.
- Van Ginneken, Vianen G, Muusze B, Palstra A, Verschoor L, Lugten O, Onderwater M. 2005. Gonad development and spawning behaviour of artificially-matured European eel (*Anguilla anguilla* L.). Animal Biology, 55: 203 -218.
- Wenner CA, Musick JA. 1974. Fecundity and gonad observations of American eel, *Anguilla rostrata*, migrating from Chesapeake Bay, Virginia. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 31: 1387 -1391.
- Wirtz P, Brito A, Falcón JM, Freitas R, Fricke R, Monteiro V, Reiner F, Tariche O. 2013. The coastal fishes of the Cape Verde Islands- new records and an annotated check-list. Spixiana 36(1):113-142.