



Determination of Fecundity of *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) Under Culture Conditions

Gülşen Uzun Gören^{1,a,*}, Sedat Karayücel^{1,b}, Birol Baki^{1,c}

¹Faculty of Fisheries, Sinop University, 57200 Sinop, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 18/12/2018 Accepted : 18/02/2019</p> <p>Keywords: <i>Astacus leptodactylus</i> Egg diameter Egg number Fecundity Crayfish</p>	<p>In this study, it was aimed to determine there and fecundity by adapting crayfish (<i>Astacus leptodactylus</i>) obtained from Bafra Fish Lakes (Ulugöl-Samsun) in culture conditions. Crayfish obtained in November 2016 were stocked in tanks and egg and morphometric characteristics of female crayfish with carrying eggs were determined. Correlation analysis were used for the relationship between the determined parameters. The mean total weight and total length of crayfish were 41.79±3.00g, 10.72±0.22cm, respectively whereas the mean number and diameter of eggs were 156.40±33.24 and 2.50±0.12mm. There were positive strong relationship between total length and total weight of crayfish negative relationship was found between egg diameter and total number of eggs, egg diameter and total weight of eggs and egg diameter and number of eggs for per unit of live weight.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(4): 646-651, 2019

Kültür Koşullarında *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)'un Yumurta Verimliliğinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 18/12/2018 Kabul : 18/02/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Astacus leptodactylus</i> Yumurta çapı Yumurta sayısı Yumurta verimliliği Kerevit</p>	<p>Çalışmada Bafra Balık Gölleri'nden (Ulugöl-Samsun) alınan tatlısu istakozlarının (<i>Astacus leptodactylus</i>) kültür koşullarına adaptasyonu sağlanarak yumurta verimliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan tatlısu istakozları, Kasım-2016'da avcılık yolu ile elde edilmiştir. Kerevitlerden yumurtalı olanların morfometrik ve yumurta özellikleri belirlenerek aralarındaki ilişki düzeyleri korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Yumurtalı bireylerin ortalama total ağırlığı 41,79±3,00 g, ortalama total boyu 10,72±0,22 cm olup, ortalama yumurta sayısı 156,40±33,24 adet ve ortalama yumurta çapı ise 2,50±0,12 mm olarak tespit edilmiştir. Tatlısu istakozlarının total boy ve total ağırlık değerleri arasında çok kuvvetli pozitif bir ilişki olduğu, yumurta çapı ile toplam yumurta ağırlığı, yumurta sayısı, birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı arasında ise negatif yönde ilişki olduğu belirlenmiştir.</p>

^a gulsenuzn@hotmail.com
^c bbaki@sinop.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-9109-2921> | karayucels@hotmail.com
^b <https://orcid.org/0000-0002-2414-1145>

^b <https://orcid.org/0000-0002-3874-1010>



Giriş

Dünyada geniş dağılım gösteren 640'dan fazla tatlısu istakozu türü vardır (Crandall ve Buhay, 2008). Tatlısu istakozları, krustase sınıfı dekapod takımının içsularında yaşayan en büyük formlarıdır (Momot, 1995; Balık ve ark., 2006). Tatlısu istakozu orijinal olarak buldukları ortamlardan başka ortamlara, doğal yollarla (göç veya akıntılarla birlikte), tesadüfen (gemilerin balast sularıyla, kanallarla, balık yakalama tuzaklarıyla, kontrol altında tutuldukları ortamlardan kaçmalarıyla, predatörler ya da insanlar tarafından farkında olmadan taşınmalarıyla) veya insanlar tarafından bilinçli olarak (akvaryumda hobi amaçlı, üretim ve yetiştiricilik çalışmaları, su bitkilerinin kontrolü) taşınmışlardır (Holdich, 1999).

Astacus leptodactylus Astacidae familyasına ait olup Polonya, Rusya ve Türkmenistan ile tüm Doğu Avrupa ülkelerinde ve Avrupa'nın batı bölümünde Almanya ve Fransa'da dahil olmak üzere birçok ülkede doğal olarak bulunmaktadır (Köksal, 1988).

Dünyada *A. leptodactylus*, *Cherax quadricarinatus*, *Procambarus clarkii* türlerinin yetiştiriciliği yapılmaktadır (Vasileva ve ark., 2006; Valipour ve ark., 2011; Mohsenpour ve ark., 2014; Stanek ve ark., 2017; Safari ve ark., 2017; James ve ark., 2017). Tatlısu istakozları ile ilgili olarak populasyon dağılımı, büyüme performansı, besin kompozisyonu, yumurta verimliliği, istila durumu, stok yoğunluğu, fotoperiyot, pigmentasyon, kabuk değiştirme, ağır metal içeriği, bağışıklık ve hastalık direnci konularında çalışmalar yapılmıştır (Berticat ve ark., 2000; Vasileva ve ark., 2006; Askari Hesni ve ark., 2009; Valipour ve ark., 2011; Ghiasvand ve ark., 2012; Farhadi ve Jensen, 2016; Rahimi ve Gheysari, 2016; Safari ve ark., 2017).

A. leptodactylus Türkiye'de göllerde, baraj göllerinde ve derelerde doğal olarak bulunmaktadır (Holdich, 1999). Türkiye'de son yıllarda *A. leptodactylus* türü ile ilgili avcılık, populasyon, üreme, beslenme, çevresel koşulları, besin kompozisyonu, hastalık konularında çalışmalar yapılmaktadır (Harlıoğlu ve Barım, 2004; Harlıoğlu, 2009; Berber ve ark., 2010; Erol ve ark., 2010; Güner ve Mazlum, 2010; Mazlum ve ark., 2011; Yılmaz ve ark., 2011; Tunca, 2012; Uzun, 2012; Bahadır Koca ve ark., 2013; Barım Öz ve Karatepe, 2013; Sağlamtimur, 2013; Demiroğlu ve Yüksel, 2014; Bolat ve Kaya, 2016; Barım Öz ve Yılmaz, 2017; Harlıoğlu ve Farhadi, 2017).

Tatlısu istakozlarının farklı coğrafik bölgelerde doğal ortamdaki üreme performansı çalışmaları sonucunda farklı yumurta verimliliği değerlerinin elde edildiği bildirilmiştir (Karimpour ve Hosseinpour, 1999; Güner ve Balık, 2002; Harlıoğlu ve ark., 2002; Balık ve ark., 2005; Berber ve Mazlum, 2009; Berber ve ark., 2012; Uzun ve ark., 2013; Aydın ve ark., 2015). Kültür ortamındaki yumurta verimliliği çalışmaları az olmakla birlikte, çoğunlukla çevre şartları ve yem rasyonunun etkilerinin belirlenmesi şeklinde olmuştur (Harlıoğlu ve Türkgülü, 1999; Harlıoğlu ve ark., 2002; Harlıoğlu ve Barım, 2004; Vasileva ve ark., 2006; Harlıoğlu ve Duran, 2010).

Çalışmada Bafra Balık Gölleri'nden (Ulugöl-Samsun) avcılık yolu ile elde edilen tatlısu istakozlarının kültür koşullarına adaptasyonu sağlanarak yumurta verimliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan tatlısu istakozları, Kasım-2016'da Bafra Balık Gölleri Ulugöl (Samsun)'de avcılık yolu ile 48 adet (31 dişi, 17 erkek) temin edilmiştir. Tatlısu istakozlarının avcılığında pinter kullanılmıştır. Pinterler 5 telli, 2 boğazlı, giriş kasnağı yüksekliği 32 cm, genişliği 45 cm olan D şeklindedir. Pinterin ağ göz açıklığı 32 mm, ağ gözü kenar uzunluğu 16 mm ve ip kalınlığı 210D/12'dir. Avlanan tatlısu istakozları ıslatılarak nemlendirilmiş olan strafon kutularla canlı olarak Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma ve Uygulama Birimi'ne getirilmiştir. Tatlısu istakozları su yüksekliği 40 cm olan 200×100×50 cm boyutlarında olan tanklara stoklanmıştır. Kerevitler tek tek alınarak su içinde hafifçe silkelenip, solungaçların su ile dolması ve maksiller arasında kalabilecek muhtemel hava kabarcıklarının yok olması sağlanarak karapaks bölgesinden suya bırakılmıştır. Çalışmada su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve pH değerleri YSI marka multi-parametre ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Tank içi su değişimi günlük %10'u kadar olup, merkezi sistem ile sürekli havalandırma sağlanmıştır. Karanlık ortam oluşturulan tankların içine kanibalizmi önlemek amacıyla gizlenme materyali olarak 70 mm çapında, 150 mm uzunluğunda plastik borular bırakılmıştır. Çalışma başlangıcında tatlısu istakozları adaptasyona tabi tutulmuş, morfolojik ve beslenme performansı uygun olmayanlar ayrılmıştır. Besleme sabah (09⁰⁰) ve akşam (16⁰⁰) günde iki kez yapılmış olup, %48 ham protein ve %18 ham yağ oranına sahip ticari yem kullanılmıştır. Çalışmada çiftleşme tespit edildikten sonra, tüm yumurtalı dişiler bireysel yumurtlama kaplarına (40cm×20cm×15cm, 10 lt) ayrı olarak stoklanmıştır.

Yumurtalı kerevitlerin total boy, total ağırlık ile yumurta sayısı, yumurta çapı ve yumurta ağırlığı değerleri ölçülmüş, birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı ve birim yumurta ağırlığı hesaplanmıştır. Birim yumurta ağırlığı, bir dişi bireyden elde edilen toplam yumurta ağırlığının toplam yumurta sayısına oranı olarak belirlenmiştir (Uzun ve ark., 2013). Dişilerin pleopodlarına yapışık olan yumurtalar bir pens yardımıyla alınarak, kurutma kağıdında kısa bir süre bekletilmiş ve daha önce darası alınmış küçük petri kapları içinde 0,001 g hassasiyetli elektronik terazide tartılmıştır. Yumurtaların çapı 0,01 mm hassasiyetli elektronik kumpas ile ölçülmüştür. Dişilerden alınan tüm yumurtalar petri kabına konularak sayılmıştır. Elde edilen değerler ortalama±standart hata olarak verilmiştir. Total boy-ağırlık ilişkisi ve Morfometrik veriler (Total Ağırlık: TA, Total Boy: TB, Karapaks Uzunluğu: KU, Karapaks Genişliği: KG, Abdomen Uzunluğu: AU, Abdomen Genişliği: AG, Kısaç Uzunluğu: KU, Kısaç Genişliği: KG) ile yumurta verimliliği ilişkisi korelasyon analizi ile IBM SPSS 21 programında p<0,05 önem derecesinde değerlendirilmiştir.

Bulgular

Çalışmada 40,89±1,50 g ağırlığında ve 11,08±0,16 cm boyunda dişiler (31 adet) ile 48,34±4,61 g ağırlığında ve 10,79±0,26 cm boyunda erkek bireyler (17 adet) kullanılmıştır. Yapılan gözlemlerde çiftleşmeden (10 Ocak 2017) yaklaşık 1 hafta sonrada yumurtlamanın başladığı (16-20 Ocak 2017) tespit edilmiştir. Çalışmada ortalama su

sıcaklık değeri $13,85 \pm 0,55^\circ\text{C}$, pH değeri ortalama $8,39 \pm 0,15$ ve çözülmüş oksijen değeri ise ortalama $4,48 \pm 1,34$ mg/L olarak belirlenmiştir. Stoklanan dişi kerevitlerden pleopodlarında yumurta bulunanlara ait morfometrik ölçüm değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Yumurtalı kerevitler minimum 29,0 g, maksimum 58,6 g ve ortalama $41,79 \pm 3,00$ g ağırlığında olup, minimum 9,8 cm, maksimum 11,9 cm ve ortalama $10,72 \pm 0,22$ cm total boya sahiptir. Ortalama karapaks boyu ve genişliği sırasıyla $49,86 \pm 1,09$ mm, $26,88 \pm 1,17$ mm, ortalama abdomen boyu ve genişliği sırasıyla $55,49 \pm 1,45$ mm, $25,47 \pm 0,77$ mm, ortalama kısıkaç boyu ve genişliği sırasıyla $34,03 \pm 1,92$ mm, $13,80 \pm 0,62$ mm olduğu belirlenmiştir. Kerevitlerde total boy ve ağırlık arasında doğrusal çok kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).

Çalışmada kerevitlerin ortalama bireysel yumurta sayısı $156,40 \pm 33,24$ (38-387) adet olup, birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı $3,59 \pm 0,59$ adet/g olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

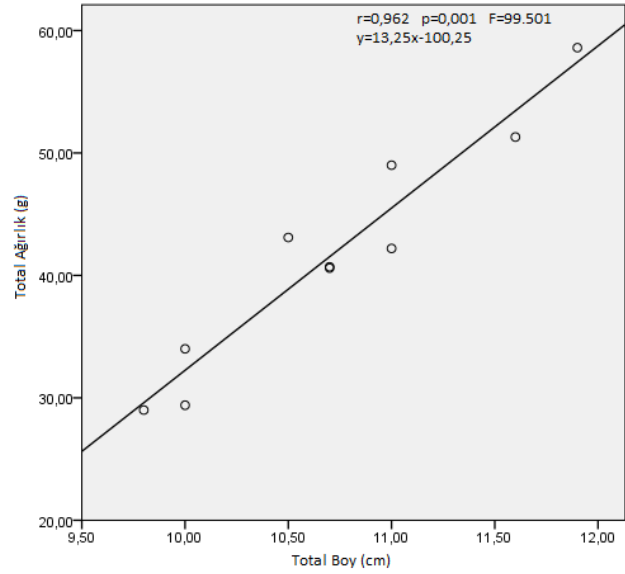
Kerevitlerin ortalama toplam yumurta ağırlığı $3,13 \pm 0,56$ g, birim yumurta ağırlığı $0,022 \pm 0,002$ g olduğu belirlenmiştir. Ortalama yumurta çapı $2,50 \pm 0,12$ mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Tatlısu istakozlarının ağırlık ve boyları ile yumurta çapı, yumurta ağırlığı, yumurta sayısı ve birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı arasındaki ilişki Çizelge 3’de verilmiştir.

Çalışmada total ağırlık ile toplam yumurta ağırlığı, yumurta sayısı ve birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı arasında pozitif yönde ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Total boy ile toplam yumurta ağırlığı, yumurta sayısı, birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı arasında pozitif yönde ilişki olduğu belirlenmiştir. Yumurtalı kerevitlerin total

ağırlık ve total boy değeri ile yumurta çapı arasında negatif yönlü ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Yumurta çapı ile toplam yumurta ağırlığı ($r=0,724$), yumurta sayısı ($r=0,688$), birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı ($r=0,622$) arasında negatif yönde ilişki olduğu belirlenmiştir. Yumurta sayısı ile toplam yumurta ağırlığı ($r=0,958$), birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı ($r=0,952$) arasında pozitif yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir. Toplam yumurta ağırlığı ile birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısındaki ($r=0,891$) ilişki pozitif yönlüdür (Şekil 2).



Şekil 1 Kerevitlerin boy-ağırlık ilişkisi
Figure 1 Length-weight relationship of crayfish

Çizelge 1 Dişi kerevitlerin morfometrik değerleri
Table 1 Morphometric values of female crayfish

Morfometrik Ölçümler	N	Minimum	Maksimum	Ortalama±Standart Hata
TA (Total Ağırlık)	10	29,00	58,60	$41,79 \pm 3,00$
TB (Total Boy)	10	9,80	11,90	$10,72 \pm 0,22$
KU (Karapaks Uzunluğu)	10	45,65	54,90	$49,86 \pm 1,09$
KG (Karapaks Genişliği)	10	22,44	33,38	$26,88 \pm 1,17$
AU (Abdomen Uzunluğu)	10	48,90	62,53	$55,49 \pm 1,45$
AG (Abdomen Genişliği)	10	22,70	29,39	$25,47 \pm 0,77$
KU (Kısıkaç Uzunluğu)	10	25,78	43,08	$34,03 \pm 1,92$
KG (Kısıkaç Genişliği)	10	10,17	17,02	$13,80 \pm 0,62$

Çizelge 2 Kerevitlerin yumurta verimliliği
Table 2 Egg efficiency of crayfish

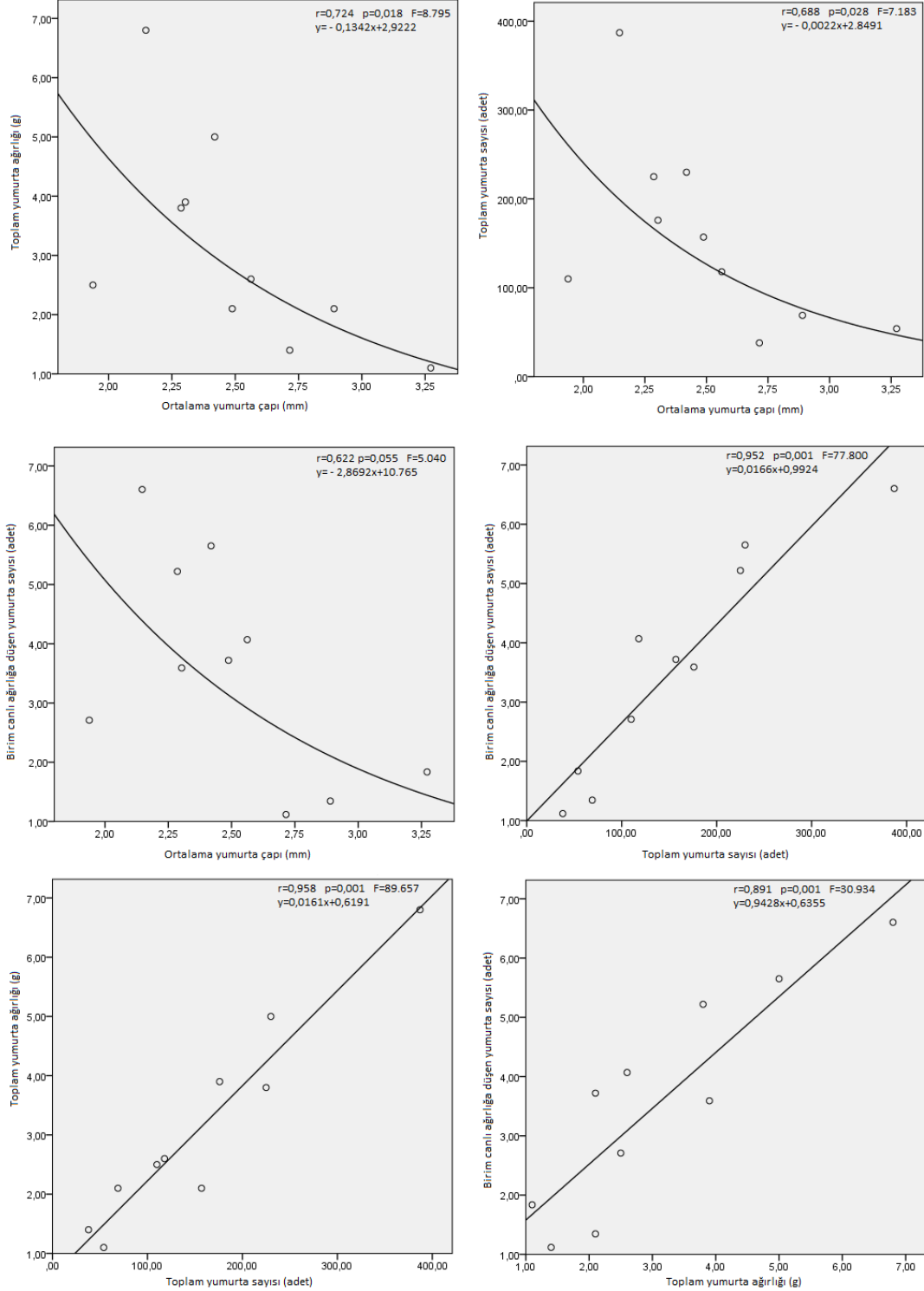
Parametreler	N	Minimum	Maksimum	Ortalama±Standart Hata
TA (Total Ağırlık) (g)	10	29	58,6	$41,79 \pm 3,00$
TB (Total Boy) (cm)	10	9,8	11,9	$10,72 \pm 0,22$
YÇ (Yumurta Çapı) (mm)	10	1,94	3,27	$2,50 \pm 0,12$
YS (Yumurta Sayısı) (adet)	10	38	387	$156,40 \pm 33,24$
TYA (Toplam Yumurta Ağırlığı) (g)	10	1,1	6,8	$3,13 \pm 0,56$
BYA (Birim Yumurta Ağırlığı) (g)	10	0,013	0,037	$0,022 \pm 0,002$
BYS (Birim Canlı Ağırl. Dışın. Ymrt Sayısı) (adet/g)	10	1,12	6,6	$3,59 \pm 0,59$

Çizelge 3 Kerevitlerin total ağırlık ve total boy ile yumurta verimliliği ilişkileri

Table 3 Total weight and total length of egg efficiency relations crayfish

Parametreler	Total Ağırlık			Total Boy		
	r	p	F	r	p	F
YÇ	0,527	0,118	3,069	0,372	0,290	1,286
YS	0,662	0,037	6,249	0,583	0,077	4,126
TYA	0,680	0,031	6,864	0,585	0,076	4,156
BYA	0,001	0,998	0,001	0,091	0,802	0,067
BYS	0,410	0,239	1,621	0,333	0,347	0,997

YÇ: Yumurta Çapı, YS: Yumurta Sayısı, TYA: Toplam Yumurta Ağırlığı, BYA: Birim Yumurta Ağırlığı, BYS: Birim Canlı Ağırlığa Düşen Yumurta Sayısı



Şekil 2 Kerevitlerin yumurta verimliliği ilişkileri
Figure 2 Egg efficiency relationships of crayfish

Tartışma ve Sonuç

Çalışmada, Samsun ili Bafra ilçesinde bulunan Balık Gölleri'nden (Ulugöl) avcılık yolu ile elde edilen tatlısu istakozlarının kültür şartlarına adaptasyon işlemi sonrasında elde edilen veriler toplam yumurta sayısı, yumurta çapı ve yumurta ağırlığı bakımından genetik ve çevresel faktörlerin yanında total ağırlık ve total boy değerlerinin etkili olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada yumurtalı kerevitlerin ortalama ağırlığı $41,79 \pm 3,00$ g, ortalama total boyu $10,72 \pm 0,22$ cm, ortalama karapaks boyu $49,86 \pm 1,09$ mm, ortalama karapaks genişliği $26,88 \pm 1,17$ mm olarak belirlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda kerevitlerin ortalama ağırlık ve boy değerleri 30 g-10 cm (Mişe Yonar ve ark., 2017), 32,50 g-10,42 cm (Aydın ve ark., 2015), 33,48 g-10,71 cm (Vasileva ve ark., 2006) olarak belirtilmiştir. Karapaks boyu diğer çalışmalarda Harlioğlu ve ark. (2002) 47-76 mm, Harlioğlu ve Türkgülü (1999) 37-58 mm olarak bildirmiştir. Yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında ağırlık değerinin yüksek olduğu, total boy ve karapaks boyu değerlerinin ise benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmada ortalama yumurta sayısı $156,40 \pm 33,24$ adet, ortalama yumurta çapı $2,50 \pm 0,12$ mm olarak tespit edilmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda yumurta sayısı ve yumurta çapı değerleri; Harlioğlu ve Barım (2004) 221,7 adet-2,54 mm, Vasileva ve ark. (2006) 162,7 adet-2,96 mm, Mişe Yonar ve ark. (2017) 200,7 adet-3,22 mm olarak bildirmiştir. Ayrıca yumurta çapı değeri; Harlioğlu ve Türkgülü (1999) 2,59 mm, Aydın (2010) 2,68 mm olarak belirtilmiştir. Doğadan yakalanan yumurtalı kerevitlerle yapılan çalışmalarda ortalama yumurta sayısı ve ortalama yumurta çapı değerlerini Erdem ve ark. (2001) 154 adet-2,50 mm, Balık ve ark. (2005) 137 adet-2,72 mm, Uzun ve ark. (2013) 178 adet-2,11 mm olarak bildirmiştir. Diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında kontrollü şartlarda çiftleşme sonrasında elde edilen yumurta sayısının ve ortalama yumurta çapının düşük olduğu belirlenmiştir. Kerevitlerde ortalama yumurta sayısı ve ortalama yumurta çapı değerlerini birçok faktör etkilemektedir. Çalışmada doğadan avcılık yolu ile elde edilen tatlısu istakozlarının adaptasyon döneminin üreme öncesi dönem olması ve doğal ortamdan transfer sırasında yaşanan stresin yumurta verimliliği üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada yumurtalı kerevitlerden elde edilen biyometrik veriler ile yumurta değerleri arasında yapılan analizler sonucunda, kerevitlerin ağırlık ve boy değerleri ile toplam yumurta sayısı, toplam yumurta ağırlığı, birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı arasında pozitif yönde ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yumurta çapı değerleri ile total ağırlık ve total boy, toplam yumurta ağırlığı, yumurta sayısı, birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı birim yumurta ağırlığı değerleri arasındaki ilişkinin negatif yönlü olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada total ağırlık ve total boy ile toplam yumurta ağırlığı, yumurta sayısı ve birim canlı ağırlığa düşen yumurta sayısı arasında pozitif yönde ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Vasileva ve ark. (2006) benzer bir şekilde kerevitlerin ağırlık ve boyları ile yumurta sayısı ve yumurta ağırlığı arasında pozitif yönlü ilişkinin olduğunu bildirmiştir. Kerevitlerin yumurta sayısının genellikle vücut büyüklüğü ile orantılı olduğu ve büyük kerevitlerin küçüklere oranla daha fazla yumurta verdiği belirtilmektedir (Huner ve Lindqvist, 1991). Çalışmada kerevitlerin ağırlık ve total boy değeri ile yumurta çapı arasında negatif yönlü ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Vasileva ve ark. (2006) ise boy ve ağırlık ile yumurta çapı arasında pozitif yönlü düşük ilişki olduğunu bildirmiştir.

Çalışmada üreme dönemi öncesinde doğadan avcılık yolu ile elde edilen tatlısu istakozlarının kültür şartlarına adaptasyon işlemi sonrasında elde edilen veriler toplam yumurta sayısı, yumurta çapı ve yumurta ağırlığı bakımından genetik ve çevresel faktörlerin yanında total ağırlık ve total boy değerlerinin etkili olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Askari Hesni M, Shabanipour N, Zahmatkesh A, Toutouni MM. 2009. Effects of Temperature and Salinity on Survival and Moulting of The Narrow-Clawed Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Decapoda, Astacidea). *Crustaceana* 82 (12): 1495-1507.
- Aydın H. 2010. The growth of the freshwater caryfish (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) juveniles until the first sexual maturity age in concrete fish ponds. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (12): 1720-1723.
- Aydın H, Harlioğlu MM, Deniz T. 2015. An investigation on the population parameters of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Lake İznik (Bursa). *Turkish Journal of Zoology*, 39: 660-668.
- Bahadır Koca S, Yiğit NÖ, Eralp H. 2013. Embriyonic and postembriyonic development of freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 9 (1): 21-30.
- Balık S, Ustaoglu MR, Sarı MH, Berber S. 2005. Demirköprü Baraj Gölü (Manisa) Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823)'nun Bazı Büyüme ve Morfometrik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22 (1-2): 83-89.
- Balık S, Ustaoglu MR, Sarı MH, Berber S. 2006. Demirköprü Baraj Gölü'nde (Manisa) Yaşayan Tatlısu Istakozunun (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Bazı Üreme Özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 2006, 23 (3-4): 245-249.
- Barım Öz Ö, Karatepe M. 2013. Rasyona Astaksantin İlavesinin Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823)'nun Kas ve Hepatopankreasındaki Astaksantin Düzeyinin Karşılaştırılması. *Menba Su Ürünleri Fakültesi Dergisi Araştırma*, 1:33-36.
- Barım Öz Ö, Yılmaz S. 2017. Effects of dietary antioxidants on oxidative stress, antioxidant defence and growth of freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) during the reproductive period in females. *Aquaculture Research* 48(5):2516-2527.
- Berber S, Mazlum Y. 2009. Reproductive efficiency of the narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* in several populations in Turkey. *Crustaceana*, 82(5):531-542.
- Berber S, Yıldız H, Ateş AS, Bulut M, Mendeş MA. 2010. Study on the Relationships between Some Morphological and Reproductive Traits of the Turkish Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Crustacea: Decapoda). *Reviews in Fisheries Science*, 18(1):131-137.
- Berber S, Mazlum Y, Demirci A, Türel S. 2012. Structure, growth, mortality and size at sexual maturity of various populations *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Crustacea: Decapoda) in Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin* 1: 21-27.
- Berticat O, Ne`gre-Sadargues G, Castillo R. 2000. The metabolism of astaxanthin during the embryonic development of the crayfish *Astacus leptodactylus* Eschscholtz (Crustacea, Astacidea) Comparative. *Biochemistry and Physiology Part B* 127:309-318.
- Bolat Y, Kaya MA. 2016. Eğirdir Gölü kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) büyüme ve üreme özelliklerinin belirlenmesi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 12 (1):11-24.

- Crandall KA, Buhay JE. 2008. Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae-Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:295-301.
- Demirel F, Yüksel F. 2014. Keban Baraj Gölü'ndeki Kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Populasyonuna Uygulanan Avcılık Tekniğinin Belirlenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni* (1):13-22.
- Erdem Ü, Cebeci M, Selçuk S, Tunç N, Özbay A, Çildem B. 2001. Some bio-ecologic features of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Iznik Lake (in Turkish). XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 04-06 Eylül, Hatay, 449-456.
- Erol KG, Özkök R, Küçükkara R, Çınar Ş. 2010. Tatlısu Istakozu *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) Yetiştiriciliğinde Yavru Dönemde Muhtemel Ölüm Nedenleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6 (2):23-30.
- Farhadi A, Jensen MA. 2016. Effects of photoperiod and stocking density on survival, growth and physiological responses of narrow clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Aquaculture Research*, 47:2518-2527.
- Ghiasiand Z, Matinfar A, Valipour A, Soltani M, Kamali A. 2012. Evaluation of different dietary protein and energy levels on growth performance and body composition of narrow clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 11(1):63-77.
- Güner U, Balık S. 2002. Işıklı Gölü (Çivril-Denizli) Tatlısu Kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Yumurta Verimliliğinin Boy ve Ağırlıkla İlişkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 19 (1-2):109-113.
- Güner Ö, Mazlum Y. 2010. Farklı Protein Seviyelerindeki Diyetlerin Yavru Tatlı Su Kerevitlerinin (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Büyüme, Yaşama Oranları ve Vücut Kompozisyonları Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2):1-10.
- Harlioğlu MM, Türkgülü İ. 1999. The relationship between egg size and female size in freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*. *Aquaculture International* 8:95-98.
- Harlioğlu MM, Köprücü K, Özdemir Y. 2002. The effect of dietary vitamin E on the pleopodal egg number of *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Aquaculture International* 10: 391-397.
- Harlioğlu MM, Barım Ö. 2004. The effect of dietary vitamin E on the pleopodal egg and stage-1 juvenile numbers of freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Science Direct Aquaculture* 236: 267-276.
- Harlioğlu MM. 2009. A comparison of the growth and survival of two freshwater crayfish species, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz and *Pacifastacus leniusculus* (Dana), under different temperature and density regimes. *Aquaculture Int*, 17:31-43.
- Harlioğlu MM, Duran T. 2010. The effect of darkness on mating and pleopodal egg production time in a freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz. *Aquaculture International* 18:843-849.
- Harlioğlu MM, Farhadi A. 2017. Factors affecting the reproductive efficiency in crayfish: implications for aquaculture. *Aquaculture Research*, 48:1983-1997. DOI:10.1111/are.13263.
- Holdich DM. 1999. The negative effects of established crayfish introductions. In: *Crayfish in Europe as Alien Species. How to Make the Best of a Bad Situation?* Ghrardi, F., Holdich, D.M. (eds). Balkema, Rotterdam/Brookfield, pp: 31-47.
- Huner JV, Lindqvist OV. 1991. Special problems in freshwater crayfish egg production. In: *Crustacean Egg Production*, Vol. 7 (eds. A. Wenner and A. Kuris), *Crustacean Issues*, A.A. Balkema, P.O. Box 1675, 3000 BR Rotterdam, pp. 235-246.
- James J, Mrugala A, Oidtmann B, Petrussek A, Cable J. 2017. Apparent interspecific transmission of *Aphanomyces astaci* from invasive signal to virile crayfish in a sympatric wild population *Journal of Invertebrate Pathology* 145: 68-71 DOI: 10.1016/j.jip.2017.02.003.
- Karimpour M, Hosseinpour SN. 1999. Population dynamism and determination of MSY of Arass water reservoir freshwater crayfish *Astacus leptodactylus*, Caspian Sea Bony Fishes Research Center, Bandar Anzali, pp: 186.
- Köksal G. 1988. *Astacus leptodactylus* in Europe. In: D. M. Holdich and R.S. Lowery (Editors), *Freshwater Crayfish. Biology, Management and Exploitation*. Croom Helm, London, pp. 365-400.
- Mazlum Y, Güner Ö, Şirin S. 2011. Effects of Feeding Interval on Growth, Survival and Body Composition of Narrow-Clawed Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 Juveniles. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11: 283-289.
- Mişe Yonar S, Köprücü K, Enis Yonar M, Silici S. 2017. Effects of dietary propolis on the number and size of pleopodal egg, oxidative stress and antioxidant status of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz). *Animal Reproduction Science* 184: 149-159.
- Mohsenpour Azari A, Harlioğlu MM, Mohebbi F, Seidgar M. 2014. Aras Rezervuar (İran)'ında Yaşayan Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus*)'nun Cinsiyet Oranı, Uzunluk ve Ağırlık Dağılımı. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 29(2): 35-47.
- Momot WT. 1995. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. *Reviews in Fisheries Science*, 3:33-63.
- Rahimi E, Gheysari E. 2016. Evaluation of Lead, Cadmium, Arsenic and Mercury Heavy Metal Residues in Fish, Shrimp and Lobster Samples from Persian Gulf. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 22 (2): 173-178.
- Safari O, Paolucci M, Motlagh HA. 2017. Effects of synbiotics on immunity and disease resistance of narrow-clawed crayfish, *Astacus leptodactylus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Fish&Shellfish Immunology*, 64: 392-400.
- Sağlamtimur B. 2013. Farklı Tuzluluk Ortamlarının, Göz Saplı ve Göz Sapı Kesik Yumuşak Kabuklu Kerevitlerin (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Besinsel Kompozisyonu Üzerine Etkileri. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2013, 27(1):79-85.
- Stanek M, Dąbrowski J, Róžański S, Janicki B, Długosz J. 2017. Heavy Metals Bioaccumulation in Tissues of Spiny-Cheek Crayfish (*Orconectes limosus*) from Lake Gopło: Effect of Age and Sex. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 98(6):740-746. DOI:10.1007/s00128-017-2098-2.
- Tunca E. 2012. Ağır Metal Kirliliğinde Kerevitlerin Biyoindikatör Olarak Kullanımı. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 15 (2):29-37.
- Uzun G. 2012. Bafra Balık Gölleri'nden Ulugöl'de Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Bazı Populasyon Parametrelerinin Belirlenmesi. *Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 86 s.
- Uzun G, Baki H, Baki B, Karayücel S. 2013. Bafra Balık Gölleri'nden Ulugöl'de Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Yumurta Verimliliği. *Yunus Araştırma Bülteni* (1):20-26.
- Valipour A, Shariatmadari F, Abedian A, Seyfabadi SJ, Zahmatkesh A. 2011. Growth, Molting and Survival Response of Juvenile Narrow Clawed Crayfish, *Astacus leptodactylus*, Fed Two Sources of Dietary Oils. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 10 (3):505-518.
- Vasıleva P, Zaikov A, Hubenova T. 2006. Investigation on Fecundity and Egg Size in Cultured and Natural Crayfish Population of *Astacus leptodactylus* Esch. in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 12: 208-217.
- Yılmaz E, Harlioğlu AG, Yılmaz A. 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nden Yakalanan Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nda Ağırlık-Uzunluk İlişkisi ve Et Verimi. *Ege Journal of Fisheries Aquatic Sciences* 28(3):75-80.