

Eğirdir Gölü kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) büyüme ve üreme özelliklerinin belirlenmesi*

Yıldız BOLAT^{1**}, Mehmet Ali KAYA²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi - Isparta

²Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Eğirdir – Isparta

Geliş : 01.10.2015

Kabul : 08.02.2016

**Sorumlu Yazar: yldzbolat@sdu.edu.tr

Basılı ISSN: 1300 - 4891E. Dergi ISSN: 1308 - 7517

Özet

Bu çalışma Haziran 2013 ile Haziran 2014 tarihleri arasında Eğirdir Gölü'nde yürütülmüştür. Araştırmada, Eğirdir Gölü kerevitlerinin boy, ağırlık ve eşey kompozisyonu, boy-ağırlık ilişkisi, av verimliliği, kabuk değiştirme mevsimi, üreme dönemi ve yumurta verimliliği belirlenmiştir. Toplam 3008 adet kerevit avlanmış olup, bunların 2456'sı incelenmiştir. Kerevitlerin total boy ortalaması 106,31 mm, canlı ağırlık ortalaması ise 40,33 g olarak hesaplanmıştır. Boy-ağırlık ilişkisinde regresyon denklemi $\text{Log } W = -3,2648 + 2,7918 \times \text{Log } CL$, regresyon katsayısı $r^2 = 0,9016$ olarak bulunmuştur. Deneme sonunda, hem erkek hem de dişi bireylerde negatif allometrik büyümenin olduğu saptanmıştır. Populasyondaki dişi/erkek oranı ise 0,75/1,00 olarak belirlenmiştir. Ortalama yumurta sayısı 309 ortalama yumurta çapı ise 2,53 mm olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kerevit, *Astacus leptodactylus*, Büyüme, Üreme, Eğirdir Gölü, Türkiye

Determination of growth and reproduction properties of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) in Eğirdir Lake-Türkiye

Abstract

This Study was carried out between June 2013 and June 2014 in Eğirdir Lake. The length, weight, sex composition, length-weight relationship, catch efficiency, moulting season, reproductive period and fecundity of crayfish were determined in Eğirdir Lake. In this study, total 3008 crayfish were caught and 2456 of those crayfish were determined as 106.31 mm and 40.33 g, respectively. Regression equation of length-weight relationship was found as $\text{Log } W = -3.2648 + 2.7918 \times \text{Log } CL$ and regression coefficient was determined as $r^2 = 0.9016$. It was found to be negative allometric growth in both males and females. The female-male ratio of population was determined as 0.75/1.00. The mean egg number and egg diameter were determined as 309 and 2.53 mm respectively.

Keywords: Crayfish, *Astacus leptodactylus*, Growth, Reproduction, Eğirdir Lake, Türkiye

*Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

GİRİŞ

Türkiye'nin doğal tatlı su istakozu türü olan *A. leptodactylus*, özellikle Anadolu dışında da geniş bir dağılım alanı olması ve ekonomik önemi bulunması nedeniyle Avrupa'nın en popüler türlerinden biridir (Köksal, 1988).

Kerevitler doğal olarak buldukları tatlı su alanlarında ekolojik dengenin birer parçası halindedirler. Beslenme özellikleri bakımından omnivor olduklarından su kaynaklarındaki pek çok organizmayı tüketebilirler (Huner, 1994). Ayrıca, her türlü organik materyalin işlenmesinde oynadıkları önemli rol nedeni ile ekosistemde enerji dengeleri üzerinde etkindirler (Hessen vd., 1993; Wallace vd., 1997; Zhang vd., 2003). Ayrışmakta olan materyaller üzerinden beslenen, detritusun işlenmesi ve mineralizasyonunda, bentik

çeşitlilik ve organik madde birikiminde önemli etkileri bulunan bu canlılar için “ekosistem mühendisi” benzetmesi yapılmaktadır (Zhang vd., 2004).

Kerevitler ekosistemde oynadıkları bu roller nedeni ile durgun ve akarsu habitatları için anahtar tür olarak görülmektedirler (Hogger, 1988; Momot, 1995; Nyström, 2002). Ortamdan yok olmaları veya yeni bir ortama sokulmaları sucül ekosistemler üzerinde çok ciddi etkiler doğurabilir (Matthews ve Reynolds, 1992; Nyström ve Strand, 1996).

Populasyonların korunması ve sürdürülebilir avcılık için kerevitlerin populasyondaki büyüme ve üreme özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler Eğirdir Gölü’nde yıllara bağlı olarak meydana gelebilecek değişikliklerin izlenmesi ve karşılaştırılmasında hatta avlanma stratejilerinin planlanmasında faydalı olacaktır. Bu amaçla, Eğirdir Gölü’nde yaşayan kerevitlerin eşey gruplarına göre boy ve ağırlık kompozisyonu, boy-ağırlık ilişkisi, kabuk değiştirme mevsimi, av verimliliği, olgunlaşma büyüklüğü, üreme periyodu ve yumurta verimliliği belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Haziran 2013 ile Haziran 2014 tarihleri arasında Eğirdir Gölü’nde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, 34 mm göz açıklığında tek girişli, yönlendirmeli, 2 hazneli kerevit pinterleri kullanılmıştır. Örneklemeler aylık yapılmış olup 13 ay sonunda toplam 2402 adet kerevit pinteri kullanılarak 3008 adet kerevit avlanmıştır. Yakalanan kerevitlerin laboratuvarında cinsiyetleri tespit edilerek gerekli metrik ölçümleri yapılmıştır.

İncelenen kerevitlerin boy ölçümleri için 1 mm hassasiyetli ölçü cetveli, ağırlık ölçümleri için 0,1 g hassasiyetli tartım cihazı kullanılmıştır. Kerevitlerin boy uzunluklarını belirlemek amacıyla Total Boy (TL), Karapaks Boy (CL) ölçümleri alınarak, canlı ağırlıkları (W) tartılmıştır. Kerevitlerin dişi, erkek ve dişi+erkek olmak üzere total boy, karapaks boy ve total ağırlık ortalamaları hesaplanarak boy gruplarına ve ağırlık gruplarına göre frekans dağılımları incelenmiştir.

Populasyonun eşey kompozisyonu tespiti için boy gruplarına göre eşey dağılımı incelenerek, aylara göre dişi- erkek oranları belirlenmiştir. Eğirdir Gölü kerevitlerinin eşeylere göre boy-ağırlık ilişkisi Le Cren (1951)’in $W = aL^b$ üstel ilişki modelinin $\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ Log } L$ şeklindeki doğrusal denklemi kullanılarak hesaplanmıştır (Atay, 1989).

Avlanabilir boydaki bireylerin oranı, boy frekans dağılımında yasal avlanma boyu olan 10 cm ve üzerindeki bireylerin oranı hesaplanarak bulunmuştur.

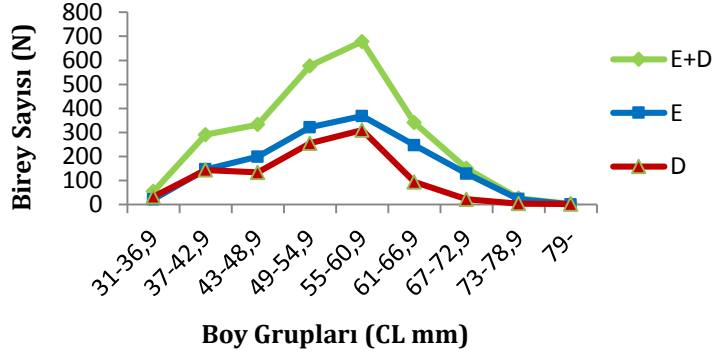
Eğirdir Gölü kerevitlerinin kabuk değiştirme mevsimini belirlemek amacıyla eşeyssel olarak aylara göre kabuk durumları makroskobik olarak kontrol edilmiştir.

Eğirdir Gölü kerevitlerinin olgunlaşma büyüklüğünün tespiti için, ovaryumlarında ve pleopodlarında yumurta bulunan dişiler ile testislerinde sperma hücreleri bulunan en küçük boya sahip erkek bireyler dikkate alınarak belirlenmiştir.

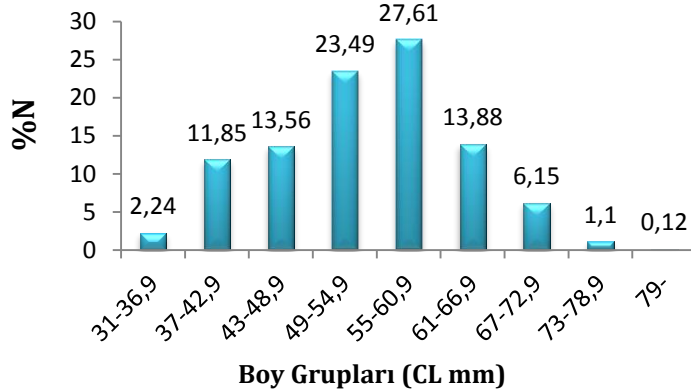
Aralık 2013 ile Haziran 2014 tarihleri arasında temin edilen 7 adet yumurtalı dişiden total boy (TL), canlı ağırlık (W) ile ortalama yumurta sayısı ve ortalama yumurta çapı hesaplanmıştır. Laboratuara getirilen yumurtalı bireylerin yumurtaları bir pens yardımıyla petri kaplarına alınarak yumurta sayıları belirlenmiştir. Kerevitlerin yumurta çapları 0,05 mm hassasiyetli kumpas yardımı ile stereo zoom mikroskop altında ölçülmüştür.

BULGULAR

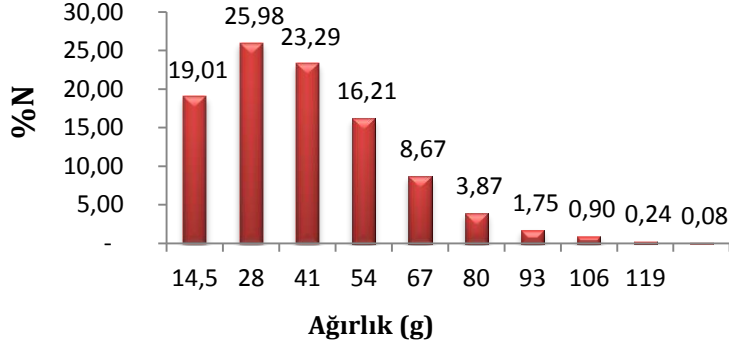
Çalışmada, yakalanan toplam 3008 adet kerevitin 1289 tanesinin (%42,85) dişi, 1719 tanesinin (%57,15) ise erkek olduğu belirlenmiş, dişi/erkek oranı 0,75/1,00 olarak bulunmuştur. Kerevitlerin total boylarının (TL) 66-168 mm, karapaks boylarının (CL) 31-88 mm arasında dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Kerevitlerin total boy ortalama değeri 106,31 mm, karapaks boylarının ortalaması ise 53,74 mm bulunmuştur. Kerevitlerin canlı ağırlık değerinin 8-158,5 g arasında dağılım gösterdiği ve ortalama ağırlık değerinin 40,33 g olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1,2,3).



Şekil 1. Kerevitlerin boy gruplarına göre eşey dağılımı

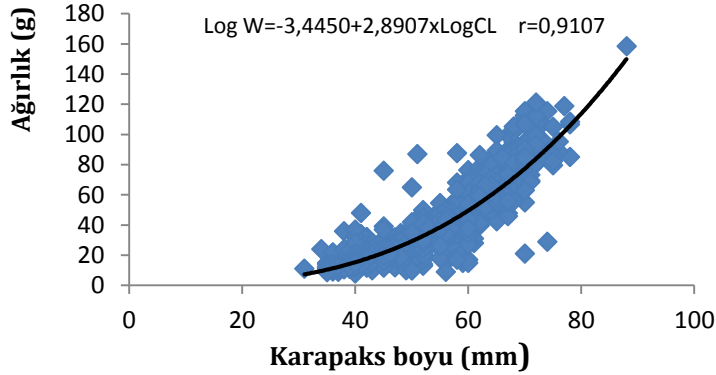


Şekil 2. Kerevitlerin boy frekans dağılımı

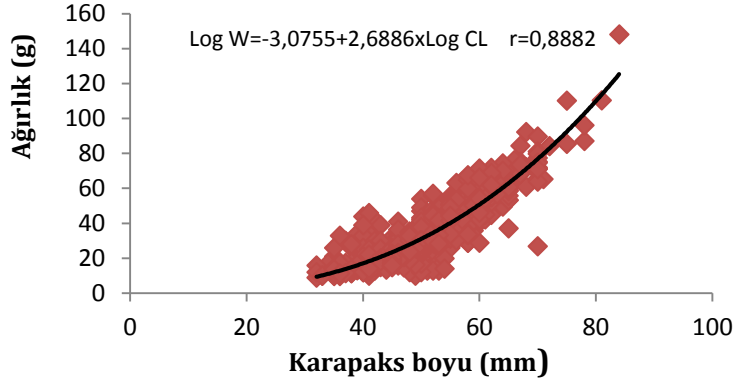


Şekil 3. Kerevitlerin ağırlık kompozisyonu

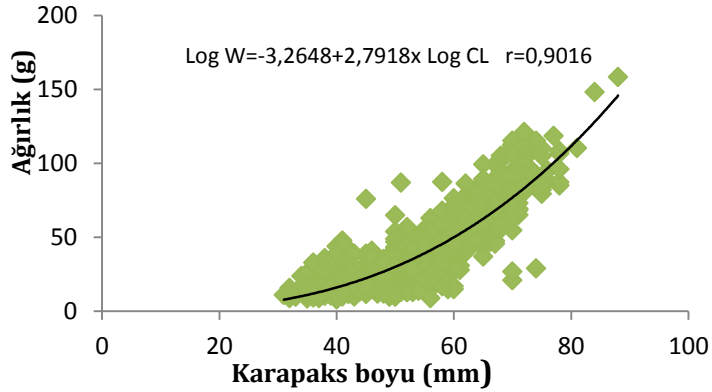
Kerevit popülasyonunun boy-ağırlık ilişkisi 998 dişi, 1458 erkek toplam 2456 adet kerevitin karapaks boyu-canlı ağırlık ilişkileri lineer regresyon analizi ile logaritmik olarak incelenmiş olup, regresyon denklemi erkek kerevitlerde $\text{Log } W = -3,4450 + 2,8907 \times \text{Log } CL$, dişi kerevitlerde $\text{Log } W = -3,0755 + 2,6886 \times \text{Log } CL$, dişi+erkek kerevitlerde $\text{Log } W = -3,2648 + 2,7918 \times \text{Log } CL$ olarak hesaplanmıştır. Eğirdir Gölü kerevitlerinde hem dişi bireylerde hem de erkek bireylerde boy ve ağırlık artışında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (erkek $r=0,91$, dişi $r=0,89$, dişi+erkek $r=0,90$). Regresyon denklemlerinde “b” değeri hem dişi hem de erkek bireylerde 3’ün altında olduğu ve kerevitlerin negatif allometrik büyüme gösterdiği bulunmuştur (dişi $b=2,6886$, erkek $b=2,8907$, dişi-erkek $b=2,7918$) (Şekil 4,5,6).



Şekil 4. Erkek *Astacus leptodactylus* popülasyonunda karapaks boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 5. Dişi *Astacus leptodactylus* popülasyonunda karapaks boy-ağırlık ilişkisi



Şekil 6. Erkek ve dişi *Astacus leptodactylus* popülasyonunda karapaks boy ağırlık ilişkisi

Eğirdir Gölü'nde avlanabilir boyun üzerindeki erkek bireylerin 31-88 mm, dişi kerevitlerin 32-84 mm karapaks boy gruplarında dağılım gösterdiği ve örnek popülasyonun %68,04'ünün avlanabilir boyun üzerinde olduğu bulunmuştur.

Eğirdir Gölü kerevitlerinin kabuk değiştirme mevsimi aylara göre eşeyssel olarak incelenmiş olup dişi bireylerin Haziran-Kasım ayları arasında erkek bireylerin Mayıs-Kasım ayları arasında dişi+erkek bireylerin Ağustos-Eylül ayları arasında yoğun olarak kabuk değiştirdikleri tespit edilmiştir.

Eğirdir Gölü kerevitlerinin olgunlaşma büyüklüğünün tespiti için ovaryumlarında ve pleopodlarında yumurta bulunan dişiler ile testislerinde sperma hücresi bulunan en küçük boya sahip bireyler dikkate alınmıştır ve olgunlaşma büyüklüğü erkeklerde 74 mm, dişi bireylerde ise 77 mm olarak bulunmuştur. Eğirdir Gölünde çiftleşme olayı Ekim ayının son haftası ile Kasım ayının ilk haftasında gerçekleşmiş olup dişilerin genital açıklıklarında sperma kalıntıları 4 Kasım'da gözlemlenmiştir. Çiftleşme olayından 4- 5 hafta sonra pleopodlarında yumurta taşıyan dişilere 20 Aralıkta rastlanmıştır. Yumurtalardan yavru çıkışı yaklaşık 6 aylık inkübasyon süresi sonunda Haziranın ilk haftasında gerçekleşmiştir.

Araştırma kapsamında Eğirdir Gölü kerevitlerinin yumurta verimliliğini belirlemek amacıyla dişi bireylerin yumurta sayıları sayılarak, ortalama yumurta sayısı 309 ve yumurta çapı ölçülerek, ortalama yumurta çapı 2,53 mm bulunmuştur.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Kerevitlerin boyca büyümeleri ancak kabuk değiştirmeleri ile olanaklıdır. Kerevitlerde genelde genç bireyler yılda 2–3 kez, yaşlı bireyler ise yılda 1 kez kabuk değiştirmektedirler. Kerevitlerin ilk yılda 8 kez, ikinci yılda 5 kez kadar kabuk değiştirebildikleri, daha ileri yıllarda ise bu sayının 2 veya 1'e düştüğü bilinmektedir (Erdemli, 1985). Dişi bireyler üreme dönemi sırasında uzun süre abdomenlerinin altlarında yavrularını korurlar bu dönemde erkekler göre daha az beslenirler ve kabuk değişimi yapmazlar (Balık vd., 2005). Bu nedenle yapılan çalışmalarda erkek bireylerin daha ağır ve uzun oldukları bulunmuştur (Adegboye, 1981; Harlıoğlu, 2000). Bu çalışmada incelenen erkek ve dişi kerevitlerin ağırlık ve boy ortalamaları alındığında erkeklerin dişilerden daha uzun ve ağır olduğu saptanmıştır. Erdemli (1982), Karabatak ve Tüzün (1989), Kuşat ve Bolat (1995) tarafından yapılan araştırmalarda bu saptamayla benzerlik göstermektedir (Tablo 1).

Doğal ortamlarda *Astacidae* familyasından olan kerevit popülasyonlarının cinsiyet oranı bire çok yakındır ve çok eşlilik görülür (Reynolds vd., 1992). Bununla birlikte, erkek bireylerin birden fazla dişinin yumurtalarını döllerme yeteneklerinin olması nedeniyle hem kuluçkalanan dişi kerevit sayısını arttırmak hem de yeniden stoklamalarda ve yetiştiricilik ünitelerinde bir erkeğe karşı birden fazla dişi olması hedeflenmektedir (Berber ve Balık, 2006). Popülasyonun eşey kompozisyonu incelendiğinde Kuşat ve Bolat (1995), Balık vd. (2005), Berber ve Balık (2006), Yüksel (2007) bulgularıyla benzerlik göstermiş ve popülasyondaki erkeklerin (%57,15) dişilerden (%42,15) daha yoğun olduğu tespit edilmiştir. Popülasyonun dişi erkek oranı 0,75/1,00 olarak bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Farklı kaynaklarda boy-ağırlık ve eşey dağılımı ile ilgili yapılmış çalışmalar

Çalışma	Kaynak	Eşey	TB±SH	TA±SH	♀/♂	%♂	%♀
Köksal (1980)	Eğirdir	♂♂	101,06±1,221	29,57±1,348	1,09/1,00	47	53
		♀♀	101,17±0,980	24,95±0,784			
Erdemli (1982)	Eğirdir	♂♂	103,02±2,177	32,05±2,209	1,56/1,00	39	61
		♀♀	96,30±2,182	30,65±2,201			
Erdemli (1985)	Hotamış	♂♂	109,92±2,313	35,41±2,316	1,00/1,00		
		♀♀	98,90±2,303	32,18±2,205			
	Mamasın	♂♂	116,72±2,319	42,19±2,516	1,00/1,00		
		♀♀	103,74±2,298	35,24±2,418			
Karabatak ve Tüzün (1989)	Mogan	♂♂	105,44±17,30	36,98±19,65	1,22/1,00	44,9	55,1
		♀♀	104,45±17,09	31,92±15,43			
Kuşat ve Bolat (1995)	Eğirdir	♂♂	107,21±26,12	52,91±37,54	0,60/1,00	54	46
		♀♀	92,67±22,85	29,18±20,04			
Güner (2000)	Işıklı	♂♂	99,75±1,576	32,88±1,689	1,86/1,00		
		♀♀	104,36±1,259	31,72±1,114			
Erdem vd. (2001)	İznic	♂♂	99,30±2,810	30,99±2,320	0,89/1,00		
		♀♀	101,11±2,430	28,59±1,578			
Balık vd., (2005)	Demirköprü	♂♂	90,18±0,832	25,43±0,798	0,49/1,00	67,3	32,7
		♀♀	92,88±1,041	24,19±0,811			

Harloğlu ve Harloğlu (2005)	Eğirdir	♂♂	101,81±4,15	49,94±2,21	1,00/1,00	50	50
		♀♀	103,29±7,08	48,93±3,38			
	İznik	♂♂	100,47±6,70	49,13±3,34	1,05/1,00	48,8	51,2
		♀♀	104,54±7,22	49,23±3,42			
Hirfanlı	♂♂	104,76±5,41	50,59±2,26	0,41/1,00	70,8	29,2	
	♀♀	105,93±4,86	50,64±2,27				
Berber ve Balık (2006)	Manyas	♂♂	82,12±0,559	19,57±0,565	0,53/1,00	65,4	34,6
		♀♀	89,07±1,142	21,85±0,736			
Yüksel (2007)	Keban	♂♂	93±0,01	28,7±0,20	0,81/1,00	55,12	44,88
		♀♀	93±0,01	24,0±0,15			
Bu alışma	Eğirdir	♂♂	106,48±0,424	42,44±0,577	0,75/1,00	57,15	42,85
		♀♀	106,07±0,519	37,25±0,554			

Çalışmada elde ettiğimiz değerlerle geçmiş yıllarda yapılan araştırma sonuçları karşılaştırıldığında boy, ağırlık ve eşey kompozisyon değerleri bakımından benzerlikler olduğu gibi farklılıkların da olduğu gözlenmiştir. Bu konudaki farklılıkların oluşmasına, kerevitlerin çiftleşme, yumurtlama, kabuk değiştirme dönemlerinde avlanması, populasyon üzerindeki av baskısı ve çalışmada kullanılan av aracı gibi kriterlerin etkili olduğu düşünölmektedir.

Araştırmamızda Eğirdir Gölü erkek kerevitleri 31-88, dişileri ise 32-84 mm karapak boy gruplarında dağılım göstermişler ve populasyonun %68,04'ü avlanabilir boyun üzerinde tespit edilmiştir.

Türkiye'de farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda, Eğirdir Gölü'nde örnek populasyonun %36,56'sı (Anonymous, 1980), Hotamış Gölü'nde %73'ü, Mamasın Baraj Gölü'nde %75'i (Erdemli, 1985), Mogan Gölü'nde 60,23'ü (Karabatak ve Tüzün, 1989), Keban Baraj Gölü'nde %73,83'ü (Duman ve Pala, 1998), Eğirdir Gölü'nde %73,83'ü (Bolat, 2001), Dikilitaş Göleti'nde (Köksal vd., 2003) %77,38'i, Sera Gölü'nde (Erkebay, 2004) %66,05'i, Manyas Gölü'nde (Berber ve Balık, 2006) %27,82, Keban Baraj Gölü'nde (Yüksel, 2007) %64,4 avlanabilir boyun üzerinde çıkmıştır (Tablo 2).

Ölkemizde kerevitlerin yasal av boyu 2/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğe göre 2008 yılında 10 cm olarak belirlenmiştir. Eğirdir Gölünde avlanabilir boyun üzerindeki bireylerin toplam populasyon içerisinde %68,04 oranı ile yüksek bulunduğu ve düzenlemenin yerinde bir karar olduğu düşünölmektedir.

Tablo 2. Farklı çalışmalarda avlanabilir boyun üzerindeki kerevit miktarı

Araştırmacı	Kaynak	Avlanabilir kerevit (%)
Anonymous, 1980	Eğirdir Gölü	%36,56
Erdemli, 1982	Eğirdir Gölü	%64,66
Erdemli, 1985	Hotamış Gölü	%73
	Mamasın B. Gölü	%75
Karabatak ve Tüzün, 1989	Mogan Gölü	%60,23
Bolat, 1996	Eğirdir Gölü	%65,13
Bolat, 2001	Eğirdir Gölü	%73,8

Erkebay, 2004	Sera Gölü	%77,38
Balık vd., 2005	Demirköprü B. G.	%52,02
Berber ve Balık, 2006	Manyas Gölü	%27,82
Yüksel, 2007	Keban Baraj G.	%64,4
Güner, 2008	Kavaklı Göleti	%87,75(♂),%93,75(♀)
Bu çalışmada	Eğirdir Gölü	%68,04

Kerevitlerde boy ile ağırlık arasındaki ilişkinin, ekonomik olarak işletilen populasyonlar açısından bilinmesi gereklidir. Regresyon denklemleri özellikle populasyonun, kondüsyon, büyüme ve gelişme, eşeyssel olgunluk ve farklı bölgelerdeki populasyonların karşılaştırılmasında kullanılmaktadır. Regresyon analizinden elde edilen “b değeri” organizmanın allometrik veya isometrik büyümesini göstermektedir. Eğer “b değeri” 3’ten büyük ise organizma pozitif allometrik büyüme göstermekte, eğer “b değeri” 3’e eşit ise organizma isometrik büyüme göstermektedir (Romaine vd., 1977).

Bu çalışmada önceki araştırmalara paralel olarak karapaks ile vücut ağırlığı arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yapılan regresyon analizleri sonucunda elde edilen değerlere göre karapaks uzunluğu ile vücut ağırlığı arasında hem erkek (b=2,89) hem de dişi (b=2,69) kerevitlerde negatif allometrik ağırlık artışı saptanmıştır.

Ülkemizde yapılan bazı çalışmalarda Mogan Gölü (Tüzün, 1987), Seyhan Baraj Gölü (Çevik, 1993), Ayrancı Baraj Gölü (Erdem ve Erdem, 1994), Eğirdir Gölü (Bolat, 1996), İznik Gölü (Erdem vd., 2001), Keban Baraj Gölü (Duman ve Pala, 1998) erkek ve dişi bireylerinde ve Sera Gölü (Erkebay, 2004), Demirköprü Baraj Gölü (Balık vd., 2005) ile Keban Baraj Gölü (Yüksel ve Duman, 2012) erkek bireylerinde pozitif allometrik büyüme tespit edilmiştir (Tablo 3).

Keban Baraj Gölü (Harlıoğlu, 1999), Eğirdir Gölü (Bolat, 2001) ve Kavaklı Göleti (Güner, 2008) erkek ve dişi bireylerde negatif allometrik büyüme, Keban Baraj Gölü (Barım, 2007) dişilerde negatif erkeklerde pozitif allometrik büyüme, Dikilitaş Göleti (Köksal vd., 2003) erkek ve dişi bireylerinde, Demirköprü Baraj Gölü (Balık vd., 2005) dişi bireylerinde, Manyas Gölü (Berber ve Balık, 2006) ve Apolyont Gölü (Berber ve Balık, 2009) erkek ve dişi bireylerinde izometrik büyüme özelliği tespit etmişlerdir .

Canlıların gelişme süresinde boyca büyümesine karşın, ağırlıkça büyüme hızının hangi oranda olacağı, genetik yapılarının etkisine bağlı olduğu gibi, besin niteliği ve miktarı gibi beslenme olanaklarının da büyük oranda etkilerinin olduğu bilinmektedir. Tüm bu etkenler kompleks bir yapı içerisinde, türün genel yapısı içinde kalmak koşuluyla, zamana ve ortama göre, populasyondan populasyona hatta aynı populasyonda bile mevsimden mevsime boy ile ağırlık arasındaki ilişkide farklı oranlarda değişikliklere neden olabilmektedir (Berber ve Balık, 2006).

Tablo 3. Farklı çalışmalarda regresyon sabitleri ve katsayıları

Çalışma	N	Eşey	b değeri	R
Mogan Gölü (Karabatak ve Tüzün, 1989)	669	♂♂	3,1758	-
	822	♀♀	3,0498	-
Seyhan Baraj Gölü (Çevik, 1993)	150	♂♂	3,2464	-
	150	♀♀	3,0385	-
Ayrancı Baraj Gölü (Erdem ve Erdem, 1994)	170	♂♂+♀♀	3,0154	-
Eğirdir Gölü (Kuşat ve Bolat, 1995)	505	♂♂	3,1258	-
	307	♀♀	2,7749	-
Keban Baraj Gölü (Duman ve Pala, 1998)	257	♂♂	3,3772	0,993
	177	♀♀	3,1462	0,994
Keban Baraj Gölü (Harlıoğlu, 1999)	208	♂♂	2,6689	0,923
	242	♀♀	2,5152	0,882
Eğirdir Gölü (Bolat, 2001)	1250	♂♂	2,9896	0,963
	550	♀♀	2,6946	0,975
İznik Gölü (Erdem vd., 2001)	250	♂♂+♀♀	3,0041	-
Dikilitaş Göleti (Köksal vd., 2003)	2122	♂♂	3,0092	0,994
	2298	♀♀	3,0797	0,995
Sera Gölü (Erkebay, 2004)	825	♂♂	3,4100	0,975
	588	♀♀	3,0400	0,975
Demirköprü Baraj Gölü (Balık vd., 2005)	233	♂♂	3,2666	0,979
	113	♀♀	3,0546	0,974
Manyas Gölü (Berber ve Balık, 2006)	731	♂♂	2,9763	0,969
	387	♀♀	2,9443	0,987
Mamasın Baraj Gölü (Büyükçapar vd., 2006)	356	♂♂	3,104	0,93
	194	♀♀	2,754	0,86
Keban Baraj Gölü (Barım, 2007)	149	♂♂	3,2438	0,974
	170	♀♀	2,8591	0,952
Keban Baraj Gölü (Yüksel ve Duman, 2012)	2962	♂♂	3,0950	0,884
	2412	♀♀	2,7190	0,855
Bu Çalışma	1458	♂♂	2,8907	0,911
	998	♀♀	2,6886	0,888

Çalışma süresince kerevitlerin kabuk durumları incelenmiş olup, Eğirdir Gölü kerevitlerinin olgunlaşma boyunun üstündeki bireylerin Mayıs ayından Kasım ayına kadar kabuk değiştirerek boy ve ağırlıkça büyüdüğü ve Ağustos-Eylül aylarında yoğun olarak kabuk değiştirdikleri belirlenmiştir.

Erdemli (1982) ve Bolat (1996) Eğirdir Gölünde farklı zamanlarda yaptıkları çalışmalarında kerevitlerin Haziran-Eylül ayları arasında kabuk değiştirdiklerini bildirmişlerdir. Duman ve Pala (1998), Keban Baraj Gölü Ağın bölgesindeki kerevitlerin kabuk değiştirme zamanlarının Haziran ayı sonlarından itibaren başlayarak Eylül ayına kadar her iki eşeyde de gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Bolat (2001) Mayıs ayından Ekim ayına kadar ve yoğun olarak Ağustos-Eylül ayında kabuk değiştirmenin gerçekleştiğini belirtmiştir. Yüksel ve Duman (2012), yaptıkları çalışmada Keban Baraj Gölü kerevitlerinin Haziran-Eylül ayları arasında kabuk değiştirdikleri ve özellikle Ağustos ve Eylül aylarında kabuk değiştirme olayının daha yoğunlaştığını bildirmişlerdir. Kabuk değiştirme dönemi diğer çalışmaların bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Üreme Dönemi, dişi kerevitlerin gonadları üzerinde sperma kalıntılarının görülmeye başladığı tarih ile yumurtaların açılarak larvaların dişi bireyi terk ettiği tarih arasındaki periyot olarak kabul edilmiştir (Taugbol ve Skurdal, 1989). Çiftleşme olayının Kasım ayında gerçekleştiği, pleopodlarında yumurta taşıyan ilk dişiye Aralık son haftasında rastlanmıştır. Yumurtalarda yavru çıkışı yaklaşık Haziranın ilk haftasında gerçekleşmiştir. Eğirdir Gölü erkek kerevitlerinin 74 mm, dişi kerevitlerinin ise 77 mm'de olgunlaştıkları belirlenmiştir.

Ülkemizde yapılan çalışmalarda olgunlaşma büyüklüğü Eğirdir Gölü erkeklerde 70 mm, dişilerde 71 mm (Erdemli, 1982); Mogan Gölü erkeklerde 80 mm, dişilerde 82 mm (Karabatak ve Tüzün, 1989), Eğirdir Gölü erkeklerde 73 mm, dişilerde 74 mm (Bolat, 1996); Seyhan Baraj Gölü erkeklerde 76 mm, dişilerde 74 mm Çevik ve Tekelioğlu,1997); Eğirdir Gölü erkeklerde 71 mm, dişilerde 72 mm (Bolat, 2001), İznik Gölü dişilerde 72 mm (Erdem vd., 2001), Işıklı Gölü dişilerde 86,9 mm (Güner ve Balık, 2002), Demirköprü Baraj Gölü dişilerde 69-86,9 mm arasındaki total boylarda (Balık ve Ustaoglu, 2006) tespit etmişlerdir.

Populasyondaki bireylerin yumurta verimliliği ortalama yumurta sayısı ve ortalama yumurta çapı değerlerinden hesaplanmıştır. Yumurta sayılarına bakıldığında farklı boy gruplarında düşük ve yüksek yumurta veren bireylere rastlanabilmektedir. Literatürde *A. leptodactylus* türünün ortalama 200 ile 400 adet arasında yumurta ürettiği bildirilmektedir (Erdemli, 1985). Ülkemizde yumurta sayıları ile ilgili yapılan araştırmalarda ortalama yumurta sayıları; Eğirdir Gölünde ortalama 170 (Anonymous, 1980); Eğirdir Gölü'nde 148, Beyşehir Gölü'nde 156, Akşehir Gölü'nde 149, Eber Gölü'nde 161, Apa Baraj Gölü'nde 153; Mamasın Gölü'nde 158, Hotamış Gölü'nde 163 (Erdemli, 1985); Mogan Gölü'nde 175; (Karabatak ve Tüzün, 1989); Seyhan Baraj Gölünde 171(Çevik, 1993); Eğirdir Gölü'nde 277 (Bolat,1996); Keban Baraj Gölü'nde 97-289 (Duman ve Gürel, 2000); İznik Gölünde ortalama 154 (Erdem vd., 2001); Işıklı Gölü'nde 216 (Güner ve Balık, 2002); Demirköprü Baraj Gölü'nde 137 (Balık vd., 2006); Bafra Balık Gölleri'nden Ulugöl'de 178 adet (Uzun vd., 2013) olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada, Aralık-Haziran ayları arasında avlanan kerevitlerin ortalama yumurta sayısı 309 adet olarak belirlenmiş ve diğer çalışmalarda elde edilen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Kerevitlerin yumurta çaplarının 2-3 mm arasında değiştiği, yumurta çapları ile ilgili yapılan çalışmalarda; Eğirdir Gölü için 2,49 mm, Beyşehir Gölü için 2,44 mm, Akşehir Gölü için 2,47 mm, Eber Gölü için 2,43 mm, Apa Baraj Gölü için 2,5 mm (Erdemli, 1983); Hotamış Gölü için 2,43 mm, Mamasın Baraj Gölü için 2,48 mm (Erdemli, 1985); Seyhan Baraj Gölü için 2,52 mm (Çevik,1993); Keban Baraj Gölü Ağın Bölgesi için 2,88-3,03 mm (Duman ve Gürel, 2000); İznik Gölü için 2,5 mm (Erdem vd., 2001); Eğirdir Gölü için 2,77 mm (Bolat, 2001); Işıklı Gölü için 2,45 mm (Güner ve Balık, 2002); Demirköprü Baraj Gölü için 2,72 mm (Balık vd., 2006); Bafra Balık Gölleri'nden Ulugöl'de 2,11 mm (Uzun vd., 2013) olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada örnek populasyondan elde edilen ortalama yumurta çapının 2,53 mm olduğu belirlenmiş olup, diğer çalışmalardaki değerlerin bir kısmından düşük bir kısmından ise büyük olduğu belirlenmiştir.

Tatlısu istakozları ile ilgili yapılan çalışmalarda yumurta büyüklüğü üzerinde parazitlik, predatör baskısı, su kalitesi, beslenme gibi çevresel faktörlerin etkisinin olduğu (Corey, 1991; Huner ve Lindqvist, 1991) ve dişi kerevitin total ağırlık, karapaks boyu ile yumurta büyüklüğü ve ağırlığı arasında bir bağlantının olmadığı bildirilmektedir (Harlıoğlu ve Türkgülü, 2000; Güner ve Balık, 2002; Uzun vd., 2013). Yumurta verimliliğinin ekolojik faktörlerden daha çok genetik faktörlerce kontrol edildiği belirtilmektedir (Erdemli, 1985).

Sonuç olarak; Eğirdir Gölü kerevitlerinin üreme ve büyüme özellikleri bakımından daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırıldıklarında normal biyolojik özelliklerini korudukları ve bu döngüde herhangi bir sapmanın olmadığı tespit edilmiştir.

Teşekkür: Bu çalışmayı destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne teşekkür ederiz (Proje No:3532-YL1-13).

Alıntılama

Bolat Y., Kaya M. A.2016. Eğirdir Gölü kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) büyüme ve üreme özelliklerinin belirlenmesi. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi. 12(1), 11-24.

KAYNAKLAR

- Adegboye, D., 1981 The "Crayfish Condition Factor" a tool in crayfish research, International Symposium on Freshwater Crayfish (5. 1981: Davis, Claif.) The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Anonymous, 1980. Investigation of reproduction and population of crayfish in Eğirdir Lake, Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Isparta Su Ürünleri Bölge Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 2, Isparta.
- Atay, D., 1989. Populasyon Dinamigi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları Ders Kitabı, No:324, 306 s.
- Balık, S. Usataoğlu, M.R., Sarı, M.H., Berber, S., 2005. Demirköprü Baraj Gölü (Manisa) Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823)'nun Bazı Büyüme ve Morfometrik Özelliklerinin Belirlenmesi., Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 22(1-2),83-89.
- Balık, S. Usataoğlu, M.R., Sarı, M.H., Berber, S., 2006. Demirköprü Baraj Gölü (Manisa) Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823)'nun Bazı Üreme Özellikleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 23(3-4), 245-249.
- Barım, Ö., 2007. Keban Baraj Gölü, Çemişgezek Bölgesi Tatlı Su İstakozu, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823'un Morfometrik Analizi ve Et verimi. Science and Eng. J of Fırat Üniversitesi 19(3), 301-307.
- Berber, S., Balık, S., 2006. Manyas gölü (Balıkesir) tatlısu istakozunun (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) bazı büyüme ve morfometrik özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürün Dergisi 23(1-2), 83-91.
- Berber, S., Balık, S., 2009. Apolyont Gölü (Bursa-Türkiye) Tatlısu İstakozunun (*Astacus Leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Boy-Ağırlık İlişkisi ve Et verimi. Journal of FisheriesSciences.com, 3(2), 86-99.
- Bolat, Y., 1996. Eğirdir Gölündeki Kerevit (*Astacus leptodactylus salinus* Eschscholtz, 1842)Popülasyonunun Bazı Özellikleri ve Hastalığının Morfolojik İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Bolat, Y., 2001. Eğirdir Gölü Tatlı Su İstakozlarının Populasyon Büyüklüğünün Tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.
- Büyükçapar, H. M., Alp, A., Kaya, M., Çiçek, Y., 2006. Mamasın Baraj Gölü (Aksaray-Türkiye) Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Boy-Ağırlık İlişkisi ve Et Verimi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 23(1-2), 21-25.
- Corey, S., 1991. Comparative potential reproduction and actual production in several species of North American crayfish. In: Wenner, A., Kuris, A. (Eds.), Crustacean Egg Production, *Crustacean Issues*, vol. 7, Rotterdam, 69-76.
- Çevik, C., 1993. Seyhan Baraj Gölünde Yaşayan Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823)'nun Bazı Biyo-Ekolojik, Morfometrik Özellikleri ile Hastalık Durumunun Saptanması. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 40s, Adana.

- Çevik, C., Tekelioğlu, N., 1997. Seyhan Baraj Gölünde Yaşayan Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus*, Esch., 1823)'nun Bazı Biyo-Ekolojik, Morfometrik Özellikleri ile Hastalık Durumunun Saptanması, IX. Su Ürünleri Sempozyumu, Eğirdir/Isparta, 1, 270-279.
- Duman, E., Pala, M., 1998. Keban Baraj Gölü Ağın Bölgesinde Yaşayan Kerevit (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) Populasyonunun Büyüme Özelliklerinin İncelenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 15(1-2), 9-17.
- Duman, E. Gürel, A., 2000. Keban Baraj Gölü Ağın Bölgesi'nde Yaşayan Kerevitin (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) Üreme Özelliklerinin Belirlenmesi. Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu, 141-150.
- Erdem, U., Erdem Ü., 1994. Ayrancı baraj gölündeki (Karaman) Tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823)'nun bazı ekolojik ve morfometrik özelliklerinin incelenmesi, XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Hidrobiyoloji Seksiyonu, 358-360, Edirne.
- Erdem, Ü., Cebeci, M., Selçuk, S., Tunç, N., Özbay, A. Ve Çildem, B., 2001. İznik Gölü'ndeki Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Bazı Biyo-Ekolojik Özelliklerinin İncelenmesi. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 04-06 Eylül, Hatay, 449-456.
- Erdemli, A. Ü., 1982. Beyşehir, Eğirdir, Akşehir ve Eber Gölleriyle Apa Baraj Gölü Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) Populasyonları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma, Doğa Bilim Dergisi: Veterinerlik ve Hayvancılık, 313-318.
- Erdemli, A. Ü., 1985. Hotamış gölü ve Mamasın baraj gölünde tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) populasyonlarının bazı biyolojik ve morfolojik özellikleri üzerine bir araştırma. Türkiye Bilimsel Araştırma Kurumu Matematik, Fizik ve Biyoloji Araştırma Grubu, Proje No: TBAG 594, 73s.
- Erkebay, C., 2004. Sera Gölü (Trabzon) Kerevit (*Astacus leptodactylus*, Esc, 1828) Stoğunun Biyolojik Özellikleri, Stok Yapısı ve Doğu Karadeniz Şartlarında Yetiştiricilik olanakları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 70.
- Geldiay, R., Kocataş A., 1970. Taxonomical Determination and Distribution of Turkish *Astacus* (Decapoda) Populations (In Turkish). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İlimi Raporlar Serisi 94,3-7.
- Güner, U., 2000. Some Biologic properties of Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Işıklı Lake (Denizli). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, 65s.
- Güner, U., Balık, S., 2002. Işıklı Gölü (Çivril-Denizli) Tatlı su Kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) Yumurta Verimliğinin Boy ve Ağırlıkla İlişkisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 19(1/2), 109-113.
- Güner, U., 2008. Kavaklı Göleti (Edirne-Meriç) Kerevitleri *Astacus Leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)'un Bazı Morfolojik Özellikleri İle Büyüme Parametreleri, Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi (BİBAD).1(1), 37-42.
- Harlıoğlu, M, M., 1999. Keban Baraj Gölü Ağın Yöresi Tatlı Su İstakozu, (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz) Populasyonunda Ağırlık-Uzunluk İlişkisi ve Et Verimi, Tr. J. Zoology 23 (1999) Eksayı 3, 949-957.
- Harlıoğlu, M.,M., 2000. The relationship between egg size and female size in freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*, Aquaculture International 8, 95-98.
- Harlıoğlu, M.M. ve Türkgülü, İ., 2000. The relationship between egg size and female size in freshwater crayfish, (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823), Aquaculture International, 8,95-98.
- Harlıoğlu, M.M., Harlıoğlu, A.G., 2005. Eğirdir, İznik Gölleri ve Hirfanlı Baraj Gölünden avlanan tatlı su istakozu *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)'un morfometrik analizleri ile et verimlerinin karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 17(2), 412-423.

- Hessen, D.O., Kristiansen, G., Skurdal, J., 1993. Nutrient Release From Crayfish, and Its Potential Impact on Primary Production in Lakes, *Freshwater Crayfish*, 9, 311-317.
- Hogger, J.B., 1988. Ecology, population biology and behaviour, *Freshwater crayfish: Biology, Management and Exploitation* (Eds. Holdich, D.M.; Lowery, R.S.), Chapman & Hall, London, 114-144.
- Huner, J. V. and Lindqvist, O. V., 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.
- Huner, J.V., 1994. *Freshwater Crayfish Aquaculture in North America, Europe, and Australia: Families Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae*, Food Products Press, New York, USA, 312s.
- Karabatak, M., Tüzün, İ., 1989. Mogan gölündeki kerevit (*Astacus leptodactylus*, Esch, 1823) populasyonunun bazı özellikleri, *Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Dergisi* 2, 1-34.
- Köksal, G. (1980). Biometric analysis on the freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*, Esch., 1823) Which is produced in Turkey, relationship between the major body components and meat yield. *Ank. Üniv., Veteriner Fak., Derg.*, C : XXVI (3-4), 93-114.
- Köksal, G., 1988. *Astacus leptodactylus* in Europe. *Freshwater Crayfish Biology, Management and Exploitation* (Eds. Holdich, D.M.; Lowery, R.S.), Croom Helm, London, 365-400.
- Köksal, G., Korkmaz, A.Ş. ve Kırkağaç, M., 2003. Ankara-Dikilitaş Göleti Tatlı Su İstakozu (*Astacus leptodactylus*, Esch., 1823) Populasyonunun İncelenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, ss: 51-58.
- Kuşat, M., Bolat, Y., 1995. Eğirdir Gölü Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus*, Esch., 1823)'nun Boy-Ağırlık Dağılışı ve Kerevit Vebası Hastalığının İncelenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 12(1-2), 69-74.
- Le Cren, E.D. (1951). The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol. Cambridge* 20, 201-219.
- Matthews, M., Reynolds, J.D., 1992. Ecological impact of crayfish plague in Ireland, *Hydrobiologia*, 234, 1-6.
- Momot, W.T., 1995. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems, *Reviews in Fisheries Science*, 3, 33-63.
- Nyström, P., Strand, J.A., 1996. Grazing by a native and an exotic crayfish on aquatic macrophytes, *Freshwater Biology*, 36, 673-682.
- Nyström, P., 2002. Ecology. *Biology of Freshwater Crayfish* (Ed. Holdich, D.M.), Blackwell Scientific, Oxford, 192-235.
- Reynolds, J.D., J.D. Celada, J.M. Carral. and M.A. Matthews. 1992. Reproduction of astacid crayfish in captivity-current developments and implication for culture, with special reference to Ireland and Spain. *Invertebr. Reprod. Dev.* 22(1-3), 253-266.
- Romare, R.P., Forester J.S. and Avault, J.V., 1977. Length-weight relationships of two commercially important crayfishes of the genus *Procambarus*. *Freshwater Crayfish* 3, 463-470.
- Taugbol, T., Skurdal, J. (1989). Effect of indoor, culture conditions on maturation and fecundity of wild-caught female noble crayfish, *Astacus astacus*, *Aquaculture*, 81, 1-12.
- Tüzün, İ., 1987. Mogan Gölü'ndeki Kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'in Biyolojisi Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 48s.
- Uzun, G., Baki, B., Baki, B., Karayücel, S., 2013. Bafra Balık Gölleri'nden Ulugöl'de Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Yumurta Verimliliği. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2013(1), 20-26.
- Wallace, J.B., Eggert, S.L., Meyer, J.L., Webster, J.R., 1997. Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs, *Science*, 277, 102-104.

- Yüksel, F. 2007. Keban Baraj Gölü Kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Populasyon Büyüklüğünün Araştırılması, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Yüksel, F., Duman, E., 2012. Keban Baraj Gölü Kerevitlerinin (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) Bazı Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Journal of FisheriesSciences. com, 6(4), 271-281.
- Zhang, Y., Negishi, J.N., Richardson, J.S., Kolodziejczyk, R., 2003. Impact of marine-derived nutrients on stream ecosystem functioning, Proceedings of the Royal Society of London, Series B, 270, 2117-2123.
- Zhang, Y., Rihardson, J.S., Negihi, J.N., 2004. Detritus processing, ecosystem engineering and benthic diversity: a test of predator-omnivore interference, Ecology Journal of Animal, 73, 756-766.