

Levanten su kurbağası, *Pelophylax bedriagae*'nin (Camerano, 1882) (Anura: Ranidae) Sülüklü Göl'deki (Manisa) popülasyon büyüklüğü, yaş yapısı ve yaşam döngüsü

Population size, age structure and life cycle of Levant water frog, *Pelophylax bedriagae* (Camerano, 1882) (Amphibia: Anura: Ranidae) in Lake Sülüklü (Manisa)

İlhan Bayryam İsmail • Kerim Çiçek* 

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 35100 Bornova-İzmir, Türkiye

* Corresponding author: kerim.cicek@ege.edu.tr

Received date: 10.01.2017

Accepted date: 07.03.2017

How to cite this paper:

İsmail, İ.B. & Çiçek, K. (2017). Population size, Age Structure and Life cycle of Levant water frog, *Pelophylax bedriagae* (Camerano, 1882) (Amphibia: Anura: Ranidae) in Lake Sülüklü (Manisa). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(2): 169-177. doi:10.12714/egejfas.2017.34.2.08

Öz: Bu çalışmada, Levanten su kurbağasının (*Pelophylax bedriagae*) Sülüklü Göl'deki bazı popülasyon parametreleri, yaş yapısı ve üreme ekolojisi hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Eylül 2014 - Ağustos 2015 arasında aralıklarla arazi çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen verilere göre; *P. bedriagae* popülasyonunun büyüklüğü 6346 birey (5595-7199), yakalanma olasılığı 0,24, hayatta kalma oranı 0,72 ve popülasyona katılım oranı 0,09 olarak hesaplanmıştır. Popülasyonda ortalama yaş 3,6 yıl (1 - 9) olup, gençlerde 1 yıl, erkeklerde 3,5 yıl (1-7) ve dişilerde 4,3 yıl (1-9) olarak tespit edilmiştir. Bireyler Şubat'ın ikinci yarısından itibaren hibernasyondan çıkmakta ve Nisan ayının ikinci yarısından itibaren amplexuslar gözlenmeye başlanmaktadır. En yüksek aktivite Nisan - Haziran arasında olup, Temmuz ayından itibaren kademeli olarak azalma gözlenmektedir. Laboratuvarda takip edilen yumurtalar 3-6 gün aralığında açılmış, metamorfozun laboratuvar koşullarında 45-60 günde, doğal ortamında ise 75 günde tamamlandığı gözlenmiştir. *Pelophylax bedriagae*'yi tehdit eden başlıca faktörler tarımsal amaçlı sulamaya bağlı su seviyesindeki düşüş, tarımsal ilaçların göle karışması ve predasyon baskısıdır.

Anahtar kelimeler: *Pelophylax bedriagae*, Levanten su kurbağası, Sülüklü Göl, üreme ekolojisi, popülasyon parametreleri

Abstract: In this study, it is aimed to obtain information about some population parameters, age structure and reproductive ecology of Levantine water frog (*Pelophylax bedriagae*) in Lake Sülüklü (Manisa). For that purpose, field studies were conducted between September 2014 and August 2015. According to the data obtained; it was calculated the population size as 6346 individual (5595-7199), the capture probability as 0.24, survival rate as 0.72 and probability of entrance into population as 0.09. The average age was calculated as 3.6 years (1-9), and 1 year for juveniles, 3.5 years (1-7) for males and 4.3 years for females. Frogs begin to emerge from hibernation in the second half of February and couples in amplexus were observed as from the second half of April. The most active period of the individuals is between April and June, and activities were decrease gradually as from July. The eggs were hatched in 3-6 days, metamorphosis were completed in 45-60 days under the laboratory conditions and in 75 days in the natural habitat. The major threats of *P. bedriagae* are decreasing in water level due to agricultural irrigation, pouring agricultural pesticides and predator pressure.

Keywords: *Pelophylax bedriagae*, Levant Water Frog, Lake Sülüklü, breeding ecology, population parameters

GİRİŞ

Paleartik su kurbağaları, *Pelophylax* Fitzinger 1843, Avrasya'da 21 taxa ile temsil edilmektedir (Frost, 2011). Levanten su kurbağası, *Pelophylax bedriagae* (Camerano, 1882), Doğu Akdeniz'de geniş bir dağılım göstermekte, ülkemizde batı ve güney Anadolu'da yaygın olarak yaşamaktadır (Papenfuss vd., 2008; Frost, 2011). Tür genel olarak suyu terk etmeyen, su içinde ve su kenarında veya su yüzeyinde bulunan yaprak dal parçası gibi her türlü nesnelere üzerinde görülmektedir (Başoğlu vd., 1994). Genellikle ovalık alanlarda yaşayan Levanten su kurbağası, deniz seviyesinden

2250 m'ye kadar (Baran, 1969) yüksek rakımdaki göllerde de görülebilmektedir. IUCN Kırmızı Listesinde LC 'Düşük Öncelikli' türler kategorisinde yer alan *P. bedriagae*; habitat tahribatı, kirlilik, kuraklık ve kıyı alanındaki kentleşme gibi baskı unsurları nedeni ile tehdit altındadır (Papenfuss vd., 2008; AmphibiaWeb, 2016).

Levanten su kurbağasının Anadolu'da yaş yapısı (Yılmaz vd., 2005; Gül vd., 2011; Çiçek vd., 2011b), beslenme biyolojisi (Çiçek ve Mermer., 2006, 2007) ve popülasyon dinamiği (Baran

vd., 1992; Kaya ve Erişmiş, 2000; Ayaz vd., 2006; Erişmiş, 2011; Başkale ve Kaya, 2012) üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada; türün Sülüklü Göl'deki (Manisa) (1) popülasyon büyüklüğü, (2) yaş yapısı (cinsel olgunluk yaşı, ortalama yaş), büyüme oranı ve (3) üreme ekolojisi (üreme fenolojisi, fekundite vs.) olmak üzere bazı yaşam öyküsü parametreleri hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı

Sülüklü Göl (Manisa) Spil Dağı'nın kuzey doğu yamacında [38.565035° N, 27.532617° E, 612 m] yer almaktadır. Gölün çevresi kızılçam (*Pinus brutia*) ve kiraz (*Prunus avium*) bahçeleri ile çevrilidir. Göl yüzey alanı yaklaşık 1,72 ha ve derinliği 1-4 m kadardır. Göl ve çevresinde 2 kuyruklu (*Triturus ivanburechi*, *Lissotriton vulgaris*), 4 kuyruksuz kurbağa (*P. bedriagae*, *Bufo bufo*, *Bufo variabilis*, *Hyla orientalis*) ve 3 sucul sürüngen türü (*Emys orbicularis*, *Mauremys rivulata*, *Natrix natrix*) yaşamaktadır. Ayrıca, gölde *Cyprinus carpio* ve sivrisinekle mücadelede kullanılan *Gambusia holbrooki* olmak üzere 2 balık türü gözlenmiştir.

Arazi çalışmaları

Türün popülasyon büyüklüğü, üreme ekolojisi ve yaş yapısı ile ilgili parametrelerin belirlenmesi için; Eylül 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasında ayda bir kez, özellikle üreme döneminde (Şubat-Nisan 2015) haftada 2 kez ve 7 gün markalama çalışmaları olmak üzere aralıklar ile 40 gün yoğun arazi çalışmaları yürütülmüştür. Bu çalışmalarda, Nisan-Mayıs aylarında markalama çalışmaları, diğer arazi çalışmalarında ise türün üreme biyolojisi ve yaşam döngüsü ile ilgili gözlemler yapılmıştır.

Popülasyon izleme çalışmaları

Arazi çalışmalarında elle ve balık kepçesi ile yakalanan bireylerde ayırt edici cinsiyet karakterlerine (erkeklerde ses kesesi ve ön üyenin başparmağında üreme döneminde oluşan nasırın bulunuşu) bakılarak, kurbağaların cinsiyetleri belirlenmiştir. Bireylerin boy uzunlukları (burun ucu- kloak açıklığı [BUM]), 0,02 mm hassasiyetli dijital kumpas ve ağırlığı (A) 0,1 gr. hassasiyetli dijital terazi ile ölçülerek kaydedilmiştir. Cinsiyet oranları ki-kare (X^2) (beklenen/gözlenen) testi ile karşılaştırılmıştır. Cinsiyetlerin karşılaştırılmasında Student t-testi kullanılmıştır.

Nisan-Mayıs 2015 arasında altı defa 21.00 – 02.00 saatleri arasında iki kişilik tarafından markalama çalışması yapılmış, yakalanan bireyler görünür implant elastomer UV (Northwest Marine Technology, 2007) boya kullanılarak grup markalama yöntemi ile işaretlenmiştir. Markalama işleminin yapıldığı bölgeye önce lokal anestezi spreyi (Chloroethyl Soğutucu Sprey) sıkılmış ve bu işlem ile bireyin acı çekmesi önlenmiştir. Markalama işleminden sonra bu bölgede kontaminasyonu engellemek için geniş spektrumlu pomad (Furacin, Bacturaban ve Stafine pomad karışımı) sürülmüştür. Ardından markalanan bireyler yakalandıkları alana serbest bırakılmıştır. Daha sonraki

örneklemelerde tekrar yakalanan markalı bireylerde herhangi bir kontaminasyon gözlenmemiştir.

Popülasyon parametreleri açık popülasyon modeli olan Jolly-Seber (1965) formülünün istatistiki açıdan sağlam POPAN modeli (Schwarz ve Arnason, 1996) uygulanmış, MARK programı (Cooch ve White, 2017) ile hesaplanmıştır. Uygun modellerin seçilmesinde en küçük örneklem Akaike'nin Bilgilendirme Kriteri (AICc) kullanılmıştır. Yakalama öykülerinin AICc değerlerine ve biyolojik açıdan uygunluğuna göre değerlendirilmesinde; hayatta kalma oranı sabit, yakalama olasılığı zamana bağlı model [ϕ (.), $p(t)$] seçilmiştir.

Popülasyonun yaşı

Üreme döneminde rastgele seçilen 143 bireyin (16 genç, 51 erkek ve 76 dişi) sağ arka ayak dördüncü parmağın ikinci kemiği alınmış ve %70'lik etil alkolde saklanmıştır. Laboratuvarda kemik üzerindeki deri ve kas tabakası temizlenmiş, %10'luk tamponlu formalinde 24 saat tespit edilmiştir. Kemik örnekleri %5'lik nitrik asitte 4-5 saat bekletilerek dekalsifikasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra, rutin histolojik preparasyon yöntemi ile 15 µm kalınlığında enine kesitler alınmış ve Ehrlich's Haematoxylin-Eosin boyası ile 20 dk boyanmıştır. Elde edilen kesitler Olympus CX31 ışık mikroskopunda 10x ve 40x büyütmelemlerde incelenmiş, periosteal kemikteki gelişimin durduğu çizgiler (LAG) sayılmıştır. Yaş-boy arasındaki ilişki von Bertalanffy (1938) formülünün Hemelaar (1988) tarafından yapılan modifikasyonu ile test edilmiştir [$BUM_t = BUM_{max} - (BUM_{max} - BUM_{met})e^{-k(t-t_{met})}$]. Formülde BUM_t = t yaşındaki ortalama boy (mm), BUM_{max} = maksimum boy (mm), BUM_{met} = ortalama metamorfoz boyu (mm), t = zaman (yıl), t_{met} = metamorfoz süresi (yıl), k = Brody büyüme katsayısıdır.

Yaşam döngüsü ve üreme ekolojisi çalışmaları

Türün yıl içindeki aktivitesinin belirlenmesi için; Eylül 2014 ile Ağustos 2015 tarihleri arasında ayda bir kez ve özellikle üreme döneminde (Şubat-Nisan 2015) haftada 2 kez olmak üzere çalışmaları yürütülmüştür. Gündüz ve gece yürütülen çalışmalarda bireylerin faaliyetleri gözlenmiştir. Gölün çevresinde 30dk boyunca gezilmiş ve gözlenen birey sayısı (genç, ergin) kaydedilmiştir. Üreme fenolojisinin belirlenmesi için, Şubat ayı başından Temmuz ayı sonuna kadar markalama çalışmaları dışında çalışma alanı düzenli aralıklarla ziyaret edilerek bireylerin hibernasyondan çıkışı, üreme davranışları ve larvaların gelişimi doğal ortamlarında takip edilmiştir.

Türün gelişimini laboratuvar şartlarında gözlemleyebilmek için; amplexusta yakalanan iki çift laboratuvar ortamına getirilmiştir. Dişinin yumurtlamasını takiben, yumurta kümeleri bireylerin olduğu ortamdan alınmış ve gelişimlerini sürdürebilecekleri akvaryumlara [Boy x En x Yükseklik, 100 x 60 x 40 cm] aktarılmıştır. Oda sıcaklığında ve doğal fotoperiyotta metamorfoz safhaları Gosner (1960)'a göre gelişim tespit edilmeye çalışılmıştır. Akvaryum suyu fizikokimyasal değişimleri azaltmak için, gölden sağlanmıştır. Larvalar günlük olarak *ad libitum* beslenmiş, erken safhalarda

(25-41) haşlanmış marul ile ileri safhalarda (41-46) ticari balık yemi, solucan, un kurdu vs. ile beslenmiştir. Yumurtlamadan sonraki her saat başı yumurtalar Euromex Holland stereomikroskop ve Euromex HDII görüntüleme aparatı yardımı ile incelenerek, yumurtanın gelişim safhaları belirlenmeye çalışılmıştır. Laboratuvarda Gosner (1960)'a göre safhaları belirlenmiş larvalarda vücut uzunluğu (BUM) ve toplam uzunluk (TU) ölçülmüştür. Yapılan tüm analizler %95 güven aralığında test edilmiş, ortalamalar standart sapmaları ile verilmiştir.

Tablo 1. Sülüklü Göl'de *P. bedriagae*'nin örnekleme göre yakalanan toplam birey sayısı (markalılar dahil), popülasyon yapısı ve cinsiyet oranı
Table 1. The total captured individuals (including marked), population structure, and sex ratio of *P. bedriagae* from Lake Sülüklü to sampling period

Örnekleme	Genç	Erkek	Dişi	Cinsiyet oranı X ² , P
02.04.2015	21 (%9,7)	98 (%45,2)	98 (%45,2)	1,0 X ² = 0, P≤1
04.04.2015	7 (%8,1)	40 (%46,5)	39 (%45,3)	1,0 X ² = 0,01, P≤0,91
05.04.2015	22 (%7,3)	139 (%45,9)	142 (%46,9)	1,0 X ² = 0,02, P≤0,89
22.04.2015	28 (%6,5)	157 (%36,7)	243 (%56,8)	0,6 X ² = 9,05, P≤0,001
23.04.2015	11 (%2,5)	135 (%31)	289 (%66,4)	0,5 X ² = 28,92, P<0,001
04.05.2015	1 (% 0,6)	76 (%46,1)	88 (%53,3)	0,9 X ² = 0,44, P≤0,51
Genel Toplam	90 (%5,5)	645 (%39,5)	899 (%55)	0,7 X ² = 21,04, P<0,001

Elde edilen verilere göre, türün Sülüklü Göl'deki popülasyon büyüklüğü 6346 birey (SE= 408,27; min-maks= 5595–7199) olarak hesaplanmıştır. Ortalama yakalanma olasılığı 0,24 (0,01; 0,03 – 1,00), hayatta kalma oranı 0,72 (0,05; 0,07 – 1,00) ve popülasyona katılım oranı (%) 0,09 (<0,01; <0,01 – 0,43) olarak hesaplanmıştır. Yapılan örnekleme de popülasyonun dengede veya dişi eğilimli olduğu gözlenmiştir. Tüm popülasyon değerlendirildiğinde dişi eğilimlilik (erkek: dişi= 0,7) söz konusudur (Tablo 1).

İncelenen bireylerde ortalama burun ucu urostil arası mesafe (BUM, mm) gençlerde 36,07 mm (SD= 2,31), erkeklerde 59,80 mm (11,10) ve dişilerde 59,78 mm (17,38) olarak ölçülmüştür. Ortalama ağırlık (gr) gençlerde 4,24 gr (0,88), erkeklerde 22,14 gr (13,18) ve dişilerde 30,98 gr (32,78)'dir. Dişiler erkeklere oranla daha uzun ($t_{BUM}=1,76$, $P\leq 0,80$) ve daha ağırdırlar ($t_A=177,97$, $P\leq 0,00$).

Popülasyon yaşı

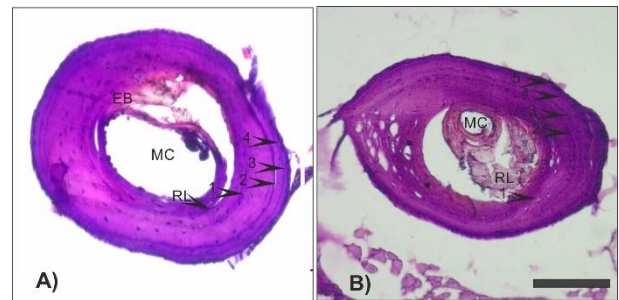
İncelenen bireylerde ortalama yaşın 3,64 yıl (SD= 1,36, min-maks= 1-9) olduğu hesaplanmıştır. Gençlerde ortalama yaş 1 yıl, erkeklerde 3,45 yıl ve dişilerde de 4,33 yıl olarak gözlenmiştir (Şekil 1). Bireyler 2. yaşlarına ulaştıklarında ortalama BUM değeri 49,3 mm (SD= 4,01; 42,0 –55,3mm) olarak ölçülmüş ve bu boyutlarda eşeysel olgunluğa eriştikleri gözlenmiştir. Birinci dinlenme çizgisinin (LAG) eşeysel

BULGULAR

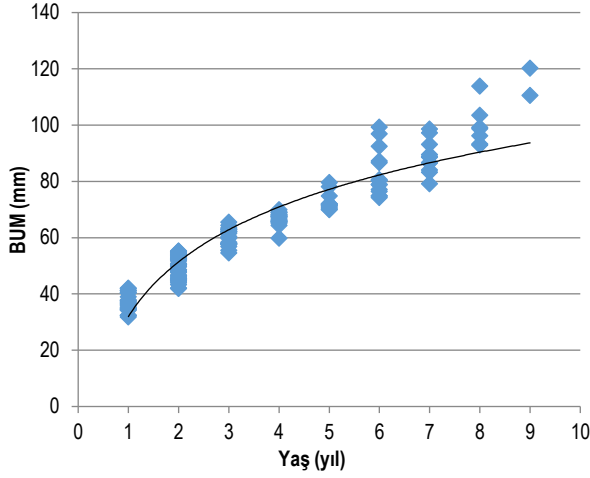
Popülasyon dinamiği

Sülüklü Göl'de yapılan 6 örneklemede; 89 genç, 536 erkek ve 750 dişi olmak üzere toplamda 1375 birey markalanmış ve 259 birey (1 genç, 109 erkek ve 149 dişi) tekrar yakalanmıştır. Çalışma boyunca yapılan tüm örnekleme de (markalı bireyler dahil) 90 genç (%5,5), 645 (%39,5) erkek ve 899 (%55) dişi olmak üzere 1634 birey yakalanmıştır (Tablo 1).

olgunluğa erişmenin ardından genellikle tamamen veya kısmen kayb olduğu gözlenmiştir. İncelenen yaş dağılımları von Bertalanffy (Şekil 2) ile değerlendirilmiş, bireylerin büyüme oranlarının (k) 0,22 ile 0,37 arasında olup, ortalama 0,36 olduğu gözlenmiştir. Asimtotik BUM değeri ise 120–137 mm arasında hesaplanmıştır.



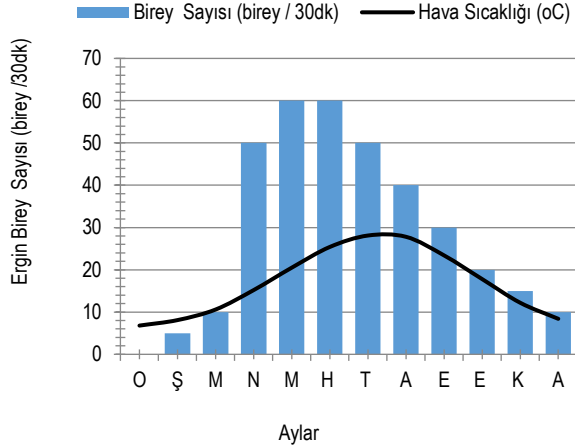
Şekil 1. İncelenen örneklerin falanjlardan enine kesitler. A) 4 yaşındaki erkek BUM= 66,02mm, B) 5 yaşındaki dişi BUM= 70,14mm [MC= kemik iliği boşluğu, ML= metamorfoz çizgisi, EB= endosteal kemik, RL= resorpsiyon çizgisi, rakamlar LAGlar "dinlenme halkaları"]
Figure 1. The phalangeal cross-sections of examined specimens. A) 4 years male BUM= 66,02mm, B) 5 years female BUM= 70,14mm [MC= marrow cavity, ML= metamorphosis line, EB= endosteal bone, RL= resorption line, numbers LAGs "resting lines"]



Şekil 2. Sülüklü Göl'de *Pelophylax bedriagae*'nin Yaş-BUM ilişkisi
Figure 2. The age-BUM relationship of *P. bedriagae* from Lake Sülüklü

Yaşam döngüsü ve üreme ekolojisi

Yıl boyunca yapılan arazi çalışmalarında bireylerin aylara göre aktiviteleri gözlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Sülüklü Göl'de *P. bedriagae*'de ait ergin bireylerin aylara göre gözlenme durumu ve yıllık ortalama hava sıcaklığı [Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (2016)] arasındaki ilişki

Figure 3. The relationship between monthly observation status of adult individuals and annual mean air temperature [from The General Directorate of Meteorology (2016)] of *P. bedriagae* from Lake Sülüklü

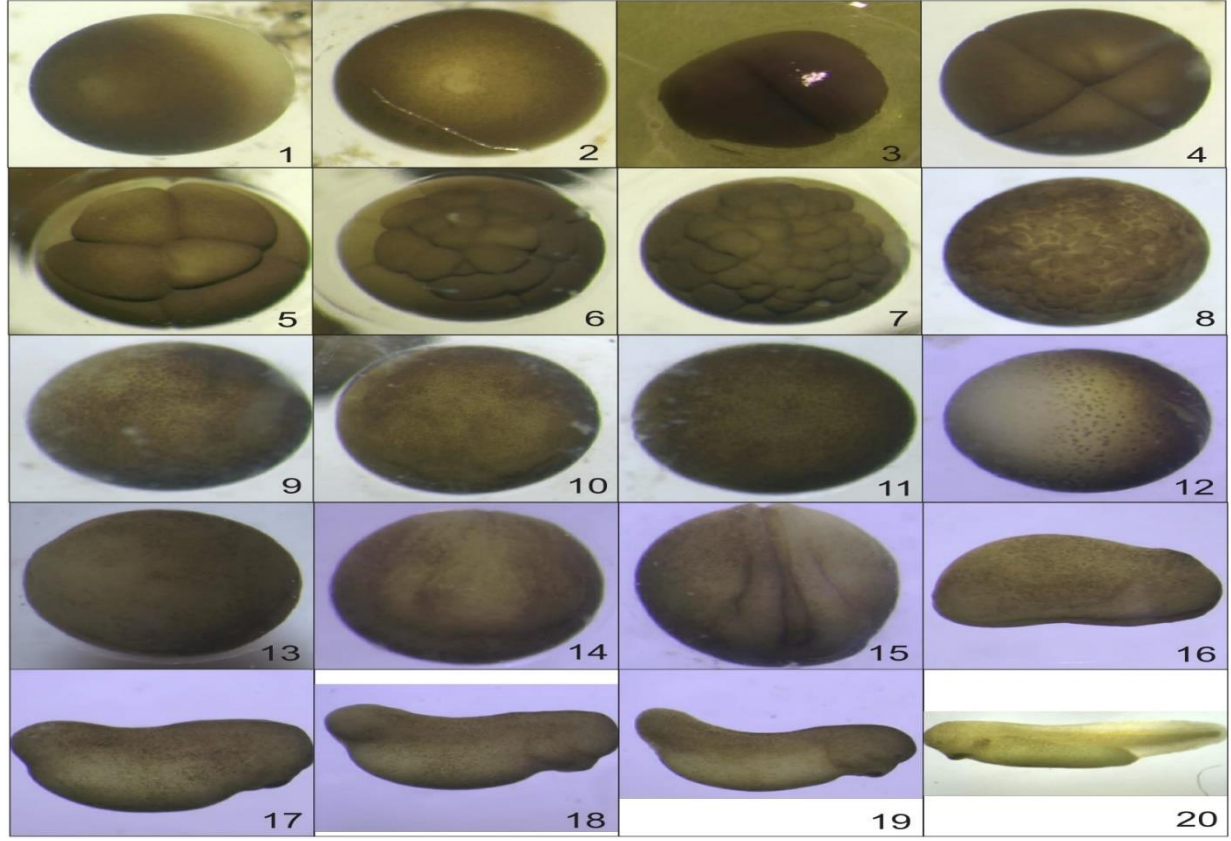
Ocak ayında gölün tamamen buz tuttuğu tespit edilmiş, birey aktivitesi tespit edilmemiştir. Şubat'ta taş altında ve keçe ile göl kenarında az sayıda birey gözlenmiştir. Havanın soğuk ve su sıcaklığının düşük olduğu (7,6°C) bu dönemde, gözlenen bireylerin hareketleri oldukça yavaştır. Mart ayında çok sayıda birey gölün kıyısında ve su yüzeyinde gözlenmiş, çok sayıda reklam çağırısı duyulmuş ve üreme döneminin Mart ayının ikinci yarısından itibaren başladığı kaydedilmiştir. Nisan'ın ikinci yarısında amplexuslar yoğun olarak gözlenmiştir. Mayıs'ta çok

sayıda birey görülmesine karşın, sadece 2 çift amplexus tespit edilmiş ve az sayıda reklam çağırısı duyulmuştur. Haziran'da Gosner (1960)'a göre 30. ve daha ileri safhalarda larvalar gözlenmiştir. Temmuz'da 42. ve 45. safhadaki larvalar sık gözlenmiş, metamorfozunu tamamlamış bireyler ilk defa bu dönemde görülmüş ve az sayıda ergin bireye rastlanmıştır. Ağustos'ta suyun azalmasına ve kıyı şeridindeki bitkilerin artmasına bağlı olarak, bireylerin görülmesi zorlaşmış ve az sayıda reklam çağırısı duyulmuştur. Bu dönemde çok sayıda metamorfozu tamamlamış genç birey gözlenmiştir. Eylül'deki gözlemlerde, gençler yetişkinlere oranla daha çok sayıda görülmüştür. Ekim'de yetişkin sayısında azalma gözlenmiş ve çoğunlukla gençler gözlenmiştir. Kasım'da az sayıda yetişkin ve genç bireye rastlanmıştır. Aralık'ta 5-10 arasında yetişkin ve genç birey görülmüştür. Aralık sonunda göl çevresinde herhangi bir birey gözlenmemiş olup, aktivitenin sonlandığı ve bireylerin hibernasyona girdikleri tespit edilmiştir. Hibernasyon başlangıcının Aralık sonu ve Hibernasyon bitiminin Ocak sonu olduğu gözlenmiştir.

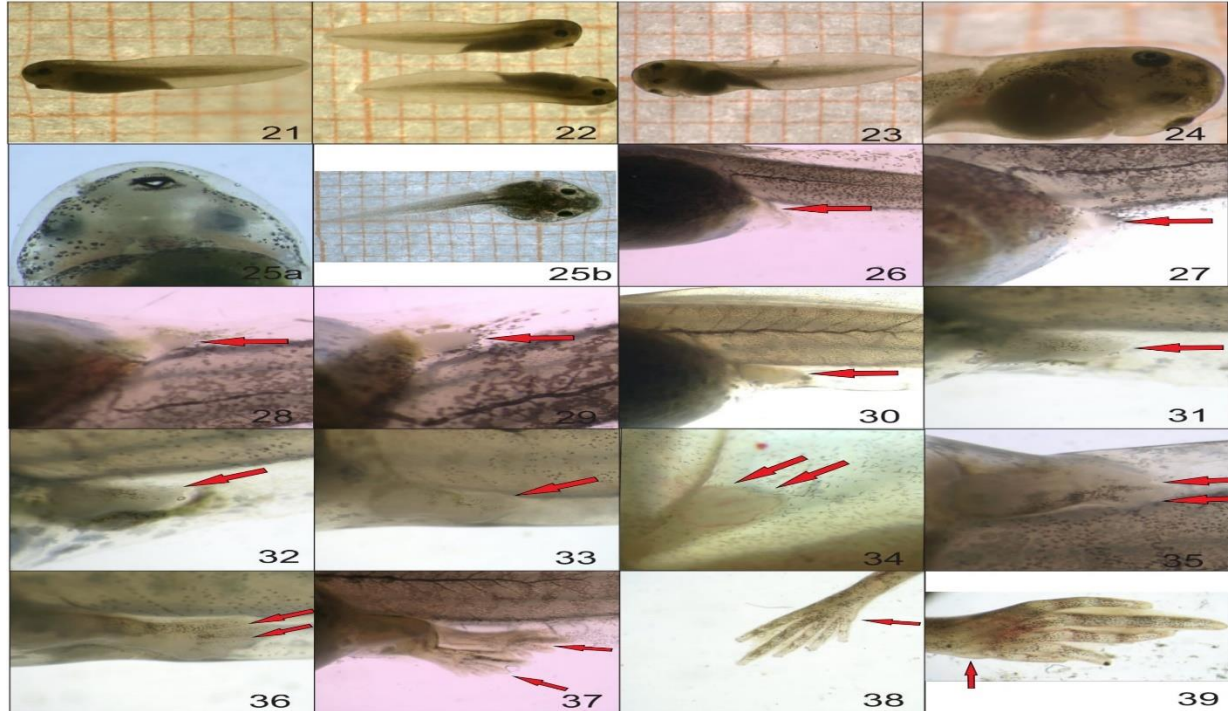
Arazi çalışmalarında yakalanan amplexustaki iki çift, laboratuvar ortamında oda sıcaklığında (24°C) yumurtlamaya bırakılmıştır. Çift araziden getirildikleri gece yumurtlamış, yumurtalar bireylerin bulunduğu ortamdan alınarak ve gelişimlerini sürdürebilecekleri akvaryuma aktarılmış, metamorfoz safhaları Gosner (1960)'a göre stereomikroskop yardımı ile gözlenmiştir (Şekil 4). Döllenmenin hemen sonrasında yumurta çapları ölçülmüş ve ortalama yumurta çapı 2,41 mm (SD= 0,10; min-maks= 2,19-2,63) olarak bulunmuştur. Embriyonik gelişimin olduğu 1-25 safhalar 13 günde tamamlanmış ve 25 safhadaki larvanın toplam ortalama boyu (TU) 10 mm (SD= 0,02) olarak ölçülmüştür. Larvanın en uzun BUM'a sahip olduğu safhalar 39., 40. ve 41. olarak tespit edilmiştir (Şekil 5). Embriyonik gelişimini yaklaşık 13 günde tamamlayan larvanın, diğer gelişim safhalarının her birini tamamlaması 3-4 gün olarak gözlenmiştir. Post-metamorfoz gelişimin gözlendiği 42., 43., 44., 45. ve 46. safhalar arası ise 1 gün olarak gözlenmiştir.

Arazi çalışmaları esnasında Sülüklü Göl popülasyonunu etkileyen faktörler de tespit edilmeye çalışılmıştır. Göl çevresinde kiraz bahçeleri ve çam ormanları bulunmakta, bahçeliklerin sulanması için gölden faydalanılmaktadır. Ayrıca bahçelerin ilaçlaması esnasında kullanılan pestisitlerin artıkları göle deşarj olmaktadır. Bu durum, hem göl suyunun yaz aylarında oldukça azalmasını hem de olasılıkla su kalitesindeki değişimlere sebep olmaktadır.

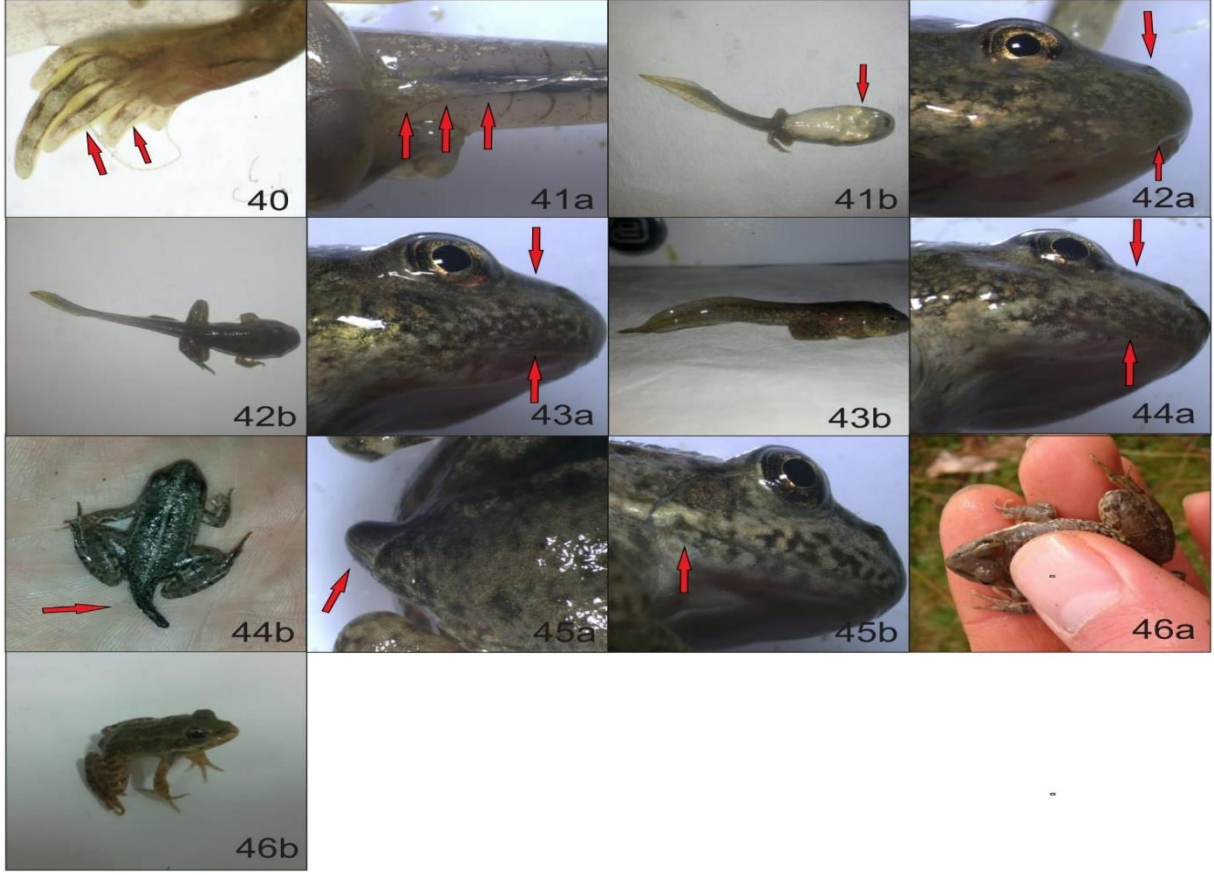
Bunun yanında gölde yaşayan doğal predatörlerin *N. natrix*, *E. orbicularis*, *G. holbrooki* ve *C. carpio*'nun tür üzerinde kısmi negatif etkisi söz konusudur. Bu türlerden *G. holbrooki* ve *C. carpio*'nin kurbağa yumurtaların ve erken safhadaki larvaları yediği gözlenmiştir. Dolayısıyla Sülüklü Göl'de *P. bedriagae* popülasyonunu tehdit eden faktörlerin başında tarımsal amaçlı sulamaya bağlı su seviyesindeki düşüş, tarımsal ilaçların göle karışması ve predasyon baskısı olduğu gözlemlenmiştir.



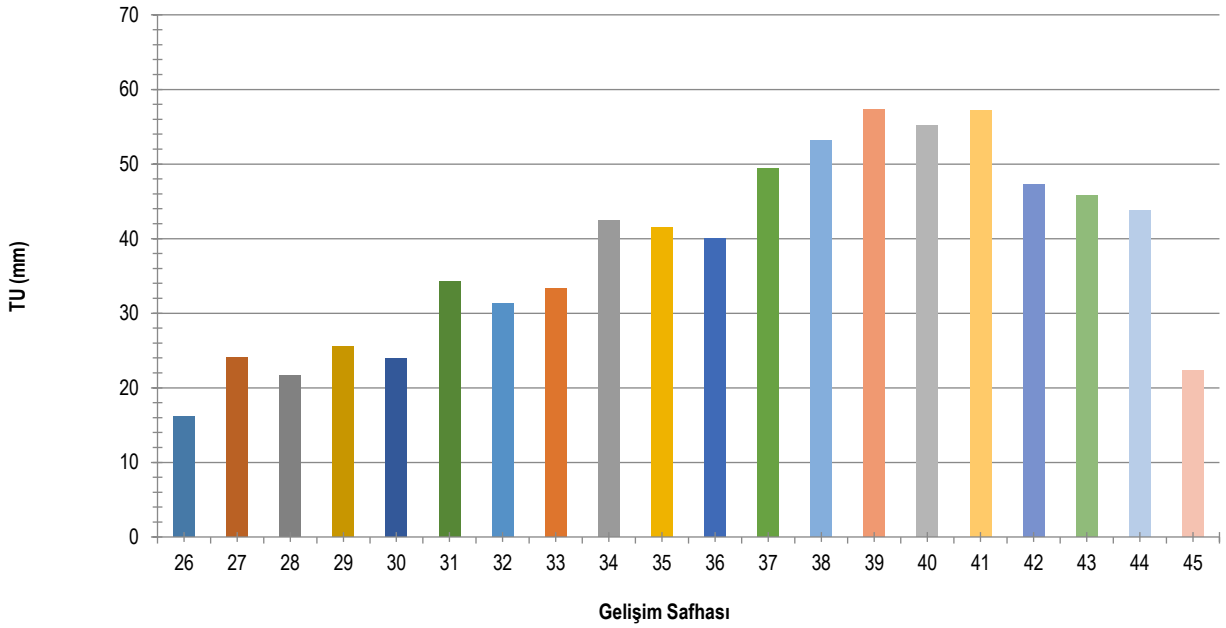
Şekil 4a. Laboratuvarda yetiştirilen larvaların Gosner (1960)'e göre embriyonik gelişim safhaları (1-20)
Figure 4a. The embryonic development stages to Gosner (1960) of tadpoles grown in laboratory (1-20)



Şekil 4b. Laboratuvarda yetiştirilen larvaların Gosner (1960)'e göre gelişim safhaları (G.21-39)
Figure 4b. The development stages to Gosner (1960) of tadpoles grown in laboratory (G.21-39)



Şekil 4c. Laboratuvarda yetiştirilen larvaların Gosner (1960)'e göre gelişim safhaları (G.40-46)
Figure 4c. The development stages to Gosner (1960) of tadpoles grown in laboratory (G.40-46)



Şekil 5. Laboratuvarda yetiştirilen larvaların gelişim safhalarına göre ortalama toplam uzunluk (b) (TU) değerleri
Figure 5. The total length (TU) values of tadpoles grown in laboratory to development stages

TARTIŞMA

Popülasyon dinamiği

Pelophylax bedriagae'nin Yayla Gölü (Denizli) popülasyonunda ortalama burun ucu urostil arası mesafe (BUM) değerleri gençlerde 35,01 mm (27,90-41,36 mm), erkeklerde 71,84 mm (49,56-110,80 mm) ve dişilerde 80.10 mm (51,05 - 104,78 mm) olarak ölçülmüştür (Ayaz vd. 2007). Çiçek vd. (2011b) Sülüklü Göl'de (Manisa) ortalama BUM değerlerini gençlerde 42,4 mm, erkeklerde 56,1 mm ve dişilerde 64,5 mm olarak ölçmüştür. Yapılan her iki çalışmada da dişi bireylerin erkek bireylere göre daha büyük oldukları rapor edilmiştir. Anurlarda dişi bireylerin erkek bireylerden daha büyük olduğu birçok türde gözlenmiştir (Shine, 1979). Genel olarak çiftleşme için erkekler arasında rekabet olan türlerde erkeklerin daha büyük olduğu gözlenmektedir (Wells, 2007). Bu çalışmada da ortalama BUM gençlerde 36,07 mm, erkeklerde 59,80 mm (11,10) ve dişilerde 59,78 mm (17,38) olarak ölçülmüştür. Dişilerin erkeklere oranla daha uzun ve daha ağır oldukları tespit edilmiştir.

Anurlarda erkek eğilimli, dişi eğilimli veya dengede eşey oranı birçok çalışmada rapor edilmiştir (Vences vd. 1999; Kaya ve Erişmiş, 2001; Ayaz vd. 2007; Çiçek vd. 2011a). Bu çalışmada Sülüklü Göl'deki popülasyonun dişi eğilimli olduğu gözlenmiştir. Bir popülasyonda bir cinsiyet yönüne eğiliminin görülmesi, popülasyonların yok olma riski taşıdığına belirtilerini de vermektedir (Lips, 1998).

Su kurbağalarının Akören Gölü'nde (Afyonkarahisar) popülasyon büyüklüğü 3274 birey (Kaya ve Erişmiş, 2001), Çivril Gölü'nde (Denizli) yoğunluğunu 7222 birey/km² (Baran vd., 1992) ve Poyrazlar Gölü (Sakarya) popülasyonunun yoğunluğunu 41667 birey/km² hesaplanmıştır (Baran vd., 1992). Anadolu'da Ayaz vd. (2007) *P. bedriagae*'nin Yayla Gölü'nde (Buldan, Denizli) popülasyon büyüklüğünü 14733 birey ve cinsiyet oranının dişi eğilimli (0,56) olarak rapor etmiştir. Başkale ve Kaya (2012) Ege Bölgesinde *P. bedriagae*'nin iki popülasyonunu üç yıl boyunca incelemiş, popülasyon büyüklüğünü 53–301 birey, yakalanma olasılığının 0,16 ve hayatta kalma oranının 0,30 olduğunu tespit etmişlerdir. Yazarlar çalışma alanında yaşayan balık türü olan *Siluris glanis* (Yayın balığı) ve *Astacus leptodactylus* (Doğu Avrupa Kereviti) türlerinin popülasyonu negatif yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Başkale (2009) *P. bedriagae*'nin Sülüklü Göl'deki ortalama popülasyon büyüklüğünü 1585, cinsiyet oranını dişi eğilimli (0,9), yakalanma olasılığını 0,05 ile 0,07 arasında ve ortalama hayatta kalma oranının 0,51 olduğunu rapor etmiştir. Bu çalışmada popülasyon büyüklüğü 6346 birey (5595–7199) olarak hesaplanmıştır. Ortalama yakalanma olasılığı 0,24, hayatta kalma oranı 0,72 ve popülasyona katılım oranı 0,09'dır. Tespit ettiğimiz değerler Başkale'nin (2009) bulgularından daha yüksektir. Bu durum popülasyonda yıllara bağlı dalgalanmalarla alakalı olabilir. Gokhelasvili ve Tarnishivili (1994) Su kurbağalarının (*Rana ridibunda* complex) Kafkasya popülasyonlarında, yoğunluğu birkaç birey ile birkaç bin birey

arasında değişiklik göstermekte olduğunu belirtmişlerdir. Stavropol bölgesinde (Rusya) ortalama kurbağa yoğunluğu hektar başına 478 bireydir (Gokhelasvili ve Tarnishivili, 1994).

Popülasyon yaşı

Erişmiş (2005) Göller Bölgesi'nde (Orta Anadolu) *P. caralitanus* popülasyonlarının yaş yapısını incelemiş, popülasyonun 2-10 yaş aralığında olduğunu eşeyssel olgunluk yaşının erkeklerde 2 dişilerde 3 olduğunu tespit etmiştir. *Pelophylax ridibundus*'un Kuzey Anadolu (Trabzon) popülasyonunun 2.-4. hibernasyonlarının ardından eşeyssel olgunluğa eriştiği, ortalama yaşın erkeklerde 3.90 yıl, dişilerde ise 3.72 yıl ve yaşlarında 2-7 yıl arasında olduğu rapor edilmiştir (Yılmaz vd. 2005). Gül vd. (2011) tarafından *P. ridibundus*'un Kuzey (Kara Göl, Artvin, 1480 m a.s.l.) ve Güney Anadolu (Dörtöl, Antakya, 6 m a.s.l.) popülasyonunu incelenmiş, yaşları sırası ile erkeklerde 2-8 yıl ve dişilerde 4-11 yıl olarak tespit etmiştir. Araştırmacılar eşeyssel olgunluk yaşını, Güney Anadolu popülasyonu için 3-4 yıl, Kuzey Anadolu popülasyonu için 2 yıl olarak hesaplamışlardır. *Pelophylax ridibundus*'un Afyon popülasyonunda cinsel olgunluk yaşı erkeklerde 2 yıl, dişilerde 3 yıl olarak tespit edilmiş, ortalama yaş sırasıyla 4.82± 1.08 yıl, 5.73 ± 1.06 yıl olarak rapor edilmiştir (Erişmiş, 2011). Sülüklü Göl popülasyonunda yaş 1 – 9 yıl arasında değişmekte ve bireyler 2. yılda eşeyssel olgunluğa erişmektedirler. Bu değerler literatür ile uyumludur.

Cogălnicenu ve Miaud (2003) Tuna Nehri Deltası'nda (Romanya) *P. esculentus complex* popülasyonunda, erginlerin 4 ile 10 yıl aralığında olduğunu rapor etmiştir. Orta Avrupa *P. ridibundus-P. esculentus*'ta (Polonya) erkeklerde yaşın 2-6 yıl arası, dişilerde ise 3-7 yıl arasında olduğunu tespit edilmiştir (Socha ve Ogielska, 2010). Aynı araştırmacılar *P. ridibundus*'ta ortalama yaşın 4 yıl olduğunu ve dişilerin daha uzun yaşadığını belirtmişlerdir.

Gokhelasvili ve Tarnishivili (1994) *P. ridibundus*'un Gürcistan'da cinsel olgunluk yaşının 2 yıl, ortalama yaşın 2.78-4.03 yıl, ömür uzunluğu ise erkekler için 6 yıl, dişiler için 7 yıl olduğunu rapor etmişlerdir. Türün Rusya'da yaşam süresi 4-11 yıl arasında değişmektedir (Shaladybin, 1976; Alexandrova ve Kotova, 1986; Smirina, 1994). *Pelophylax* cinsinde Kafkas popülasyonlarında rapor edilen en büyük yaş 12 yıl (*P. esculentus* ve *P. lessonae*)'dir (Shaladybin, 1979; Alexandrova ve Kotova, 1986; Smirina, 1994). Avrupa popülasyonlarında ise 10 yıl'dır (Cogălnicenu ve Miaud, 2003). Genel olarak kuzeydeki veya dağ popülasyonlarında ömür uzunluğunda artış, güneydeki veya düşük rakımlı popülasyonlarda ise azalma eğilimi olduğu yönündedir (Smirina, 1994). Dişilerin erkeklere oranla daha uzun ömürlü oldukları daha önce de birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Tsiora ve Kyriakopoulou-Sklavounou, 2002; Erişmiş, 2005; Socha ve Ogielska, 2010; Çiçek vd. 2011b; Gül ve ark. 2011). Sülüklü Göl'de dişi erkeklere oranla daha uzun ömürlüdürler.

Cogălnicenu ve Miaud (2003) *P. esculentus complex*'te büyüme katsayısını erkeklerde 0,22, dişilerde 0,28 olarak

hesaplamıştır. Orta Avrupa *P. ridibundus*-*P. esculentus*'ta büyüme katsayısı erkeklerde 0,76, dişilerde 0,59 olarak hesaplanmıştır (Socha ve Ogielska, 2010). Tsiora ve Kyriakopoulou-Sklavounou (2002). *P. epeirotica*'da büyüme katsayısının erkeklerde 0,88, dişilerde ise 0,49 olarak belirlemiştir. Sülüklü Göl popülasyonunda (Manisa) von Bertalanffy formülüne göre büyüme katsayısı, 0,30 olarak hesaplanmıştır (Çiçek vd. 2011b). Bu çalışmada büyüme katsayısı 0,36 olarak hesaplanmış olup, literatür ile uyumludur.

Yaşam döngüsü ve üreme ekolojisi

İzmir'de *P. bedriagae*'nin üreme başlangıcının Şubat sonu-Mart başı olduğu, yumurta bırakımının Nisan başı, ilk metamorfozun tamamlanmasının Mayıs ayının 3. haftası ve metamorfozun genel olarak tamamlandığı Haziran ayının 3. haftası olduğu rapor edilmiştir (Çaydam, 1974). Baran vd. (1992) Anadolu su kurbağalarının üreme dönemini Nisan-Haziran arasında ve larvaların metamorfozunu tamamlama süresinin 3-4 ay olduğunu belirtmişlerdir. Kafkasya'daki akraba tür *P. ridibundus*'un, üreme dönemi Gürcistan'da Mart sonu-Nisan başı, Azerbaycan'da Nisan başından itibaren, Rusya'da ise Mayıs ayından itibaren gözlemlenebilmektedir (Gokhelasvili ve Tarknishvili, 1994).

Elde edilen verilere göre; *P. bedriagae*'nin yumurta çapı 2,19-2,63 mm arasında ve ortalama 2,41 mm olarak ölçülmüştür. Çaydam (1974) tarafından İzmir'de yürütülen amfibi gözlemlerinde yumurta çapı 1,70-1,80 mm arasında olup, ortalama 1,73 mm olarak rapor edilmiştir. *Pelophylax ridibundus*'un Afyon'da ortalama yumurta çapı 1.62 ± 0.49 mm ve 1.30-2.55mm aralığında olduğu ölçülmüştür (Erişmiş, 2011). Su kurbağalarının Kafkasya popülasyonlarında da yumurta çapı 1,6-1,9 mm aralığındadır (Tarkhnishvili ve Gokhelasvili, 1999).

Sülüklü Göl'de yapılan üreme gözlemlerinde, *P. bedriagae*'nin metamorfozun tamamlanma süreci yaklaşık 2,5-3 ay olarak tespit edilmiştir. Laboratuvar ortamında gelişimi takip edilen larvaların gölde gelişenlere göre metamorfozu daha erken tamamladıkları görülmüştür. Laboratuvar koşullarında embriyonik gelişimini yaklaşık 13 gün, larval

gelişimi 58-61 gün aralığında tamamladığı tespit edilmiştir. *Pelophylax ridibundus*'un Afyon popülasyonunda metamorfozun 40-52 gün arasında tamamlandığı rapor edilmiştir (Erişmiş, 2011).

Kyriakopoulou (1990) Gallikos Nehri'nde (Yunanistan) yürüttüğü çalışmada, bireylerin hibernasyondan çıkışının (bataklığın tabanındaki çamurdan) su sıcaklığının 9-11°C'ye ulaşmasıyla olduğunu, su sıcaklığı 17°C'ye ulaştığı anda gece ve gündüz üreme çağrısına başladıklarını ve yumurtlamanın su sıcaklığının 15.5-25°C arasında (optimum 18-22°C) olduğu zaman gerçekleştiğini belirtmiştir. Yazar yumurtaların küçük kümeler şeklinde sayısı 5-11 arasında ve 5-10 cm aralıklarla yoğun sucul vejetasyonun olduğu su yüzeylerine bıraktıklarını rapor etmiştir.

Sonuç olarak, Levanten su kurbağasının Sülüklü Göl'deki (Manisa) popülasyon parametreleri Başkale (2009)'nin hesaplamalarından yüksektir. Popülasyonun yaşı 1-9 arasında değişmekte olup, dişiler daha yaşlıdır ve Çiçek vd. (2011b) ile uyumludur. Tür Şubat'ın ikinci yarısında hibernasyondan çıkmakta ve Mart ayının ikinci yarısından itibaren yumurta bırakmaktadır. Ergin bireylerin aktivitesi Nisan-Haziran arasında oldukça yüksek olup, Temmuz ayından itibaren kademeli olarak azalma gözlenmektedir. Bırakılan yumurtalar yaklaşık 75 günde metamorfozunu tamamlamaktadır. Sülüklü Göl'de *P. bedriagae*'yi tehdit eden başlıca faktörler tarımsal amaçlı sulamaya bağlı su seviyesindeki düşüş, tarımsal ilaçların göle karışması ve predasyon baskısıdır. Türün farklı popülasyonlarında benzer baskılar söz konusudur (AmphibiaWeb, 2016). Gölde popülasyonun sürdürülebilirliği için alınabilecek en önemli önlemler; yöre halkının konu ile ilgili bilgilendirilmesi ve özellikle sazın popülasyonun azaltılması için tedbirlerin alınmasıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İlhan Bayryam İSMAIL'in Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir. Çalışma 2014-Fen-044 numaralı proje kapsamında E. Ü. Rektörlüğü Araştırma Fon Saymanlığı maddi olarak desteklemiştir.

KAYNAKÇA

- Aleksandrovska, T.O. & Kotova, E.L. (1986). Preliminary data on age characteristics of *Rana ridibunda* Pallas from Armenia. *Proceedings of Zoological Institute Academic Science*, 157, 177-181.
- Amphibiaweb (2016). Information on amphibian biology and conservation. v. 2011. Berkeley, California. Alıntılanma adresi: <http://amphibiaweb.org/>. (25.12.2016).
- Ayaz, D. Tok, C.V. Mermer, A. Tosunoğlu, M. Afsar, M., & Çiçek, K. (2006). A New Locality for *Rana ridibunda caralitana* Arıkan, 1988 (Anura: Ranidae) in the Central Anatolia. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23 (1-2): 187-189.
- Ayaz, D. Tok, C.V. Mermer, A. Tosunoğlu, M. Afsar, M., & Çiçek, K. (2007). Population Size of the Marsh Frog *Rana ridibunda* Pallas, 1771 in Lake Yayla Denizli, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 31: 255-260.
- Baran, İ. (1969). Anadolu dağ kurbağaları üzerinde sistematik araştırma. *Ege Üniv. Fen Fak. İlimi Rap. Ser. No: 80*. 1-78.
- Baran, İ. Yılmaz, İ. Kumlucaş, Y., & Kete, R. (1992). Türkiye Ova Kurbağası *Rana ridibunda* Stok Tesbiti (Anura, Ranidae). *Turkish Journal of Zoology*, 16: 289-299.
- Baran, İ. Balık, S. Kumlucaş, Y. Tok, C. V. Olgun, K. Durmuş, H., & İret, F. (2001). *Rana holtzi* (Toros Kurbağası)'nın biyolojik ve ekolojik yönden araştırılması ve koruma stratejisinin saptanması. In *Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, (pp. 213-218) Bodrum, Türkiye: Bildiriler Kitabı.
- Başkale, E. & Kaya, U. (2009). Richness and distribution of amphibian species in relation to ecological variables in Western Aegean region of Turkey. *Ekoloji*, 18(71): 25-31.
- Başkale, E., & Kaya, U. (2012). Decline of the Levantine Frog, *Pelophylax bedriagae* Camerano, 1882, in the western Aegean Region of Turkey

- changes in population size and implications for conservation. *Zoology in the Middle East*, 57(1): 69-76.
- Başoğlu, M. Özeti, N., & Yılmaz, İ. (1994). Türkiye Amfibileri [The Amphibians of Turkey]. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No. 151, İzmir Turkey.
- Cogălniceanu, D., & Miaud, C. (2003). Population age structure and growth in four syntopic amphibian species inhabiting a large river floodplain. *Canadian Journal of Zoology*, 81: 1096-1106.
- Cooch, E., & White, G.C. (2017). Program Mark, A Gentle introduction, 17. Ed. Alıntılanma adresi: <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>. (04.01.2017).
- Çaydam, Ö. (1974). İzmir'de bulunan anura türlerinden *Bufo bufo*, *Bufo viridis* (Bufonidae), *Rana ridibunda* (Ranidae), *Pelobates syriacus* (Pelobatidae) ve *Hyla arborea* (Hylidae)'nin üreme biyolojisi üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İlmî Raporlar Serisi*, 198: 1-22.
- Çiçek, K., & Mermer, A. (2006). Feeding biology of the Marsh Frog, *Rana ridibunda* Pallas 1771, (Anura, Ranidae) in Turkey's Lake District. *North-Western Journal of Zoology*, 2 57-72 pp.
- Çiçek, K. Mermer, A., ve Tok, C.V. (2011a). Population dynamics of *Rana macrocnemis* Boulenger, 1885 at Uludağ, Western Turkey (Anura: Ranidae). *Zoology in the Middle East*, 53: 41-60.
- Çiçek, K. Kumaş, M. Ayaz D. Mermer, A., & Engin, Ş.D. (2011b). Age structure of Levant water frog, *Pelophylax bedriagae*, in Lake Sülüklü Western Anatolia, Turkey. *Basic and Applied Herpetology*, 25: 73-80.
- Erişmiş, U.C. (2005). Göller bölgesi *Rana ridibunda* (Anura: Ranidae) populasyonlarında yaş-boy, yaş-ağırlık ve boy-ağırlık ilişkilerinin araştırılması. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Erişmiş, U.C. (2011). Abundance, demography and population structure of *Pelophylax ridibundus* (Anura: Ranidae) in 26-August National Park (Turkey). *North-Western Journal of Zoology*, 7(1): 1-12.
- Frost, D.R. (2011). Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Date of access). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Gokhelaşvili, R.K., & D.N. Tarkhnişvili. (1994). Age structure of six Georgian anuran populations and its dynamics during two consecutive years. *Herpetozoa*, 7: 11-18.
- Gosner, K.L. (1960). A simple table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica*, 16: 183-190.
- Gül, S. Özdemir, N. Üzüm, N. Olgun, K., & Kutrup, B. (2011). Body size and age structure of *Pelophylax ridibundus* populations from two different altitudes in Turkey. *Amphibia-Reptilia*, 37: 287-292.
- Hemelaar, A. (1988). Age, growth and other population characteristics of *Bufo bufo* from different latitudes and altitudes. *Journal of Herpetology*, 22: 369-388.
- Kaya, U., & Erişmiş, U.C. (2000). Marsh Frogs, *Rana ridibunda* in Lake Akören - 26 August National Park Afyon: A preliminary study of population size and a taxonomical evaluation. *Turkish Journal of Zoology*, 25: 31-34.
- Kaya, U. Çevik, E., & Erişmiş, U.C. (2005). Population Status of the Taurus Frog, *Rana holtzi* Werner 1898, in Its Terra Typica: Is There a Decline? *Turkish Journal of Zoology*, 29: 317-319.
- Kyriakopoulou-Sklavounou, P., & Kattoulas, M. E. (1990). Contribution to the reproductive biology of *Rana ridibunda* Pallas (Anura, Ranidae). *Amphibia-Reptilia*, 11(1), 23-30.
- Lips, K.R. (1998). Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology*, 12, 106-117.
- Northwest Marine Technology Inc. (2007). Tagging Reptiles and Amphibians Application Note APG02. Alıntılanma adresi: <http://www.nmt-inc.com/support/appnotes/apg02.pdf>. (04.01.2017).
- Papenfuss, T. Kuzmin, S. Disi, A.M. Degani, G. Uğurtas, I.H. Sparreboom, M. Anderson, S. Sadek, R. Hraoui-Bloquet, S. Gasith, A. Elron, E. Gafny, S. Lymberakis, P. Böhme, W., & Baha El Din, S. (2008). *Pelophylax bedriagae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T58559A86622844. (04.01.2017)
- Schwarz, C. J., & Arnason, A. N. (1996). A general methodology for the analysis of open-model capture recapture experiments. *Biometrics*, 52 860-873.
- Seber, G. A. F. (1965). A note on the multiple recapture census. *Biometrika*, 52:249-259.
- Shaldybin, S.L. (1976). Age and sex structure of populations of anurans. *National Research Volga-Kama Region*, 4: 112-117.
- Shine, R. (1979). Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia*, 297-306.
- Smirina, E.M. (1994). Age determination and longevity in amphibians. *Gerontology*, 40:133-146.
- Smith, M. (1969). The British Amphibians and Reptiles. London: Collins.
- Socha, M., & Ogielska, M. (2010). Age structure, size and growth rate of water frogs from central European natural *Pelophylax ridibundus*-*Pelophylax esculentus* mixed populations estimated by skeletochronology. *Amphibia-Reptilia*, 31: 239-250.
- Tarkhnişvili, D.N., & Gokhelaşvili, R.K. (1999). The amphibians of the Caucasus (Advances in Amphibian Research in the Former Soviet Union 4). Sofia: Pensoft Publications.
- Tsiara, A., & Kyriakopoulou-Sklavounou, P. (2002). A skeletochronological study of age and growth in relation to adult size in the water frog", *Rana epeirotica*. *Zoology*, 105: 55-60.
- Vences, M. Piqué, N. Lopez, A. Puente, M. Miramontes, C., & Vieites, D.R. (1999). Summer habitat population estimate and body size variation in a high altitude population of *Rana temporaria*. *Amphibia-Reptilia*, 20: 431-435.
- von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10(2): 181-213.
- Wells, K.D. (2007). The ecology and behavior of amphibians. Chicago: University of Chicago Press.
- Yılmaz, N. Kutrup, B. Çobanoğlu, Ü., & Özoran, Y. (2005). Age determination and some growth parameters of a *Rana ridibunda* population in Turkey. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 51(1): 67-74.