

Age and Body Size Comparison of the Turkish Smooth Newt, *Lissotriton schmidtleri* (Raxworthy, 1988) (Amphibia: Urodela) Populations from Two Different Altitudes

Habibe GÜLER, Nazan ÜZÜM, Kurtuluş OLGUN, Aziz AVCI*

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Science, Department of Biology, Efeler-Aydın, TÜRKİYE.

ORCID ID: Habibe GÜLER: <https://orcid.org/0000-0001-8131-7840>; Nazan ÜZÜM: <https://orcid.org/0000-0003-4421-4302>; Kurtuluş OLGUN: <https://orcid.org/0000-0002-9782-5492>; Aziz AVCI: <https://orcid.org/0000-0001-8017-9714>

Received: 27.12.2022

Accepted: 04.04.2023

Published online: 08.05.2023

Issue published: 30.06.2023

Abstract: In this study, comparison of body size and age structure of two populations of *Lissotriton schmidtleri* from two different altitudes (Efes, 5 m and Karagöl, 816 m a.s.l.) was carried out. We applied phalangeal skeletochronology to obtain the age of adults by counting the lines of arrested growth (LAGs) in phalangeal cross-sections. Female-biased sexual dimorphism was observed in both populations. Both male and female individuals in Efes and Karagöl populations reached sexual maturity at the age of 2. The maximum age or longevity was calculated as 10 years in males and 8 years in females. Considering all individuals, Karagöl population was found to be older than Efes population. For both populations, a significant positive correlation was found between age and size in males and females.

Keywords: Newt, age structure, skeletochronology, longevity, Türkiye.

Cüce Semender, *Lissotriton schmidtleri* (Raxworthy, 1988) (Amphibia: Urodela)'nin Farklı Yüksekliklerde Yaşayan İki Populasyonunda Yaş ve Büyüklük Karşılaştırması

Öz: Bu çalışmada, *Lissotriton schmidtleri* (Cüce Semender)'nin iki farklı yükseklikten (Efes, 5 m ve Karagöl, 816 m a.s.l.) elde edilen populasyonunun yaş yapısı ve vücut ölçülerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Parmak enine kesitlerindeki durgunluk çizgilerinin (LAG'ların) sayımıyla yetişkinlerin yaşını tespit etmek için iskelet kronolojisi yöntemi uygulanmıştır. İki populasyonda dişi taraflı eşeyssel dimorfizm gözlenmiştir. Efes ve Karagöl populasyonlarında hem erkek hem de dişi bireyler 2 yaşında eşeyssel olgunluğa erişmişlerdir. Maksimum yaş veya ömür uzunluğu erkeklerde 10 yıl, dişilerde 8 yıl olarak hesaplanmıştır. Tüm bireyler ele alındığında Efes populasyonunun Karagöl populasyonundan daha genç olduğu tespit edilmiştir. İki populasyon için, her iki cinsiyette de yaş ve büyüklük arasında anlamlı pozitif bir korelasyon bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Semender, yaş yapısı, iskelet kronolojisi, uzun ömürlülük, Türkiye.

1. Giriş

Lissotriton cinsi, Avrupa ve Asya'nın bazı bölgelerine özgü semender türlerinden oluşur. Bu cins içerisinde, Küçük Semender, *Lissotriton vulgaris* sensu lato' nun taksonomik durumu uzun süredir tartışmalıdır (Wielstra et al., 2015). *L. vulgaris* sensu lato ile ilgili yakın zamanda yapılan filogenetik çalışmalara göre, Türkiye'nin iki *Lissotriton* türünün (*L. kosswigi* ve *L. schmidtleri*) dağılım alanında yer aldığı ve *L. kosswigi* türünün Türkiye'ye endemik bir tür olduğu saptanmıştır. Buna karşılık *L. lantzi*'nin Türkiye'deki dağılımı belirsizliğini korumaktadır (Wielstra et al., 2015, 2018). Ayrıca *L. kosswigi* ve *L. schmidtleri* allopatrik türler olarak görülmekle birlikte, bu iki türün dağılım sahalarının sınırlarının kesin olarak belirlenmesi gerekmektedir (Wielstra et al., 2015).

Lissotriton schmidtleri, Türkiye'de Trakya ve İzmir'e kadar olan Batı Anadolu'da yayılış gösteren küçük bir semender türüdür. Bu nedenle Cüce Semender olarak isimlendirilir. Vücut boyu yaklaşık 7- 9 cm arasında değişir. Genellikle tarım alanlarında yaşar ve sadece üreme için su kütlelerine ihtiyaç duyar (Bell, 1977). Üreme zamanında fazla derin olmayan durgun veya ağır akan sularda bulunurlar. Diğer zamanlarda karada, seyrek bitkili ve nemli taşlık kısımlarda barınırlar (Baran et al., 2021). Üreme döneminde erkeklerde sırt yüzgeci

meydana gelir, sırt boyunca kesintisiz olarak devam eder ve kuyruk ucuna kadar ulaşır (Şekil 1). Bu sayede üreme döneminde erkek ve dişi bireyler birbirlerinden kolaylıkla ayrılabilirler.

Amfibiler, yaşam döngülerinin karmaşıklığı ve yaşam koşullarının çevre koşullarına bağlı olarak değişmesi nedeniyle tetrapodlar içerisinde eşsiz bir gruptur (Wells, 2007; Gül et al., 2011). Ancak, insan kaynaklı etkiler nedeniyle büyük bir stres altında yaşamakta ve sayıları gün geçtikçe azalmaktadır. Bu yüzden amfibi populasyonlarında yaş kompozisyonları üzerine yapılan çalışmalar oldukça önem taşımakta olup yaş çalışmaları ile bireylerin ömür uzunluğu, ergenliğe ulaşma yaşı ve diğer demografik özellikler hakkında önemli bilgiler edinilebilmektedir (Smirina, 1994). Bu nedenle, *L. schmidtleri*'nin gelecekteki olası koruma stratejilerini oluşturmak için bu türün kesin dağılımını belirlemek ve demografik özellikleri hakkında bilgi edinmek oldukça önemlidir.

Altunışık et al. (2014) iskelet kronolojisi yöntemini kullanarak *L. schmidtleri* (o zaman *L. vulgaris* olan)'nin bazı demografik özelliklerini kapsayan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Mevcut çalışmamızda da bireylerin yaş kompozisyonlarının belirlenmesinde iskelet kronolojisi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, birçok omurgalı hayvanda bireylerin yaşlarını belirlemek için

kullanılan pratik bir yöntem olup, herpetologlar tarafından da yaygın olarak uygulanmaktadır (Castanet & Smirina, 1990; Guarino, 2010; Üzüm et al., 2014). Özellikle bu yöntem, kuyruklu kurbağaların yaş tayinine çok büyük bir katkı sağlamıştır (e. g. *Triturus vulgaris*, Marnell, 1998; *Ommatotriton ophryticus*, Kutrup et al., 2005; *Triturus karelinii*, Olgun et al., 2005; Üzüm & Olgun, 2009a, 2009b; *Lissotriton vulgaris*, Altunışık et al., 2014; *Mertensiella caucasica*, Üzüm, 2009; Beşer et al., 2017; *Ommatotriton vittatus*, Altunışık, 2018a; *Salamandra infraimmaculata*, Altunışık, 2018b; *Triturus anatolicus*, Özyılmaz & Başkale, 2021). İskelet kronolojisi yönteminde kemik dokudaki büyüme katmanlarının varlığından yararlanılır ve bu katmanlara büyümenin durduğu çizgiler (Line of Arrested Growth= LAG) denir (Castanet & Smirina, 1990). Doğru bir şekilde değerlendirilen bireysel yaş, amfibiler gibi uzun ömürlü hayvanlarda yaşam öyküsü özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (Altunışık et al., 2014).

Bu çalışmanın esas amacı, *L. schmidtleri*'ye ait Türkiye'de farklı yüksekliklerde yaşayan iki popülasyonunun bazı yaşam öyküsü özelliklerini (vücut büyüklüğü, ergenliğe ulaşma yaşı, ömür uzunluğu gibi) iskelet kronolojisi yöntemini kullanarak belirlemek ve popülasyonları bu özellikler bakımından karşılaştırmaktır. Ayrıca, yaptığımız bu çalışmayla türün demografik özelliklerine katkı sağlamak da hedeflenmiştir.



Şekil 1. *Lissotriton schmidtleri*'ye ait erkek bireyin genel görünüşü

Figure 1. General view of a male *Lissotriton schmidtleri*

2. Materyal ve Metod

2.1. Materyal

Bu çalışmada Türkiye'nin batısındaki iki farklı lokaliteden toplanan 82 (49♂♂, 33♀♀) *Lissotriton schmidtleri* bireyine ait parmak kemikleri kullanılmıştır. Erkek ve dişi bireyler ikincil seksüel karakterler (sırt yüzgeci, şişkin kloak vb.) kullanılarak ayrılmıştır. Efes lokalitesinin örnekleri (29♂♂, 15♀♀) 11.03.1997 (10♂♂, 5♀♀), 20.02.2000 (17♂♂, 10♀♀) ve 15.02.2002 (2♂♂) tarihlerindeki üreme sezonunda toplanmıştır. Karagöl lokalitesinin örnekleri ise (20♂♂, 18♀♀) 05.05.2002 (11♂♂, 11♀♀) ve 12.04.2003 (9♂♂, 7♀♀) tarihlerindeki üreme sezonunda toplanmıştır. Her iki lokalitenin örnekleri de Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Biyoloji Bölümünün Zooloji Müzesi'nden elde edilmiştir. Bu lokalitelerden Efes/İzmir (37°55' K, 27°17' D) düşük rakımlı (5 m), Karagöl/İzmir (38°46' K, 27°20' D) ise yüksek rakımlı

lokalite (816 m) olarak değerlendirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. *Lissotriton schmidtleri* örneklerinin toplandığı lokaliteler

Figure 2. The localities of studied populations of *Lissotriton schmidtleri*

2.2. Vücut büyüklüğünün ölçümü

Popülasyonlara ait erkek ve dişi bireylerde vücut büyüklüğünün saptanabilmesi, vücut büyüklüğü ile yaş arasındaki ilişkinin ortaya konulabilmesi ve popülasyonların bu karakter bakımından karşılaştırılabilmesi için, parmak örnekleri alınan tüm bireylerin vücut boyları da ölçülmüştür. Bunun için tüm bireylerin burun ucundan kloak yarığına kadar olan mesafesi (SVL) 0.01 mm hassasiyetteki bir kumpas yardımıyla milimetre (mm) cinsinden ölçülmüştür.

Vücut büyüklüğüne dayalı eşeyssel farklılığı ortaya koyabilmek için Lovich ve Gibbons (1992)'ün Seksüel Dimorfizm İndeksi (SDI) kullanılmıştır. SDI aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$SDI = (\text{Büyük cinsiyetin ortalama uzunluğu} / \text{Küçük cinsiyetin ortalama uzunluğu}) \pm 1$ 'dir.

Bu formüldeki duruma göre eğer erkekler dişilerden büyük ise +1, dişiler erkeklerden büyük ise -1 eklenir. $SDI > 0$ ise dişi bireylerin erkek bireylerden daha büyük olduğu söylenir.

2.3. İskelet kronolojisi

Çalışmada, toplam 82 parmak kemiği (Efes/İzmir'den 29♂♂, 15♀♀ ve Karagöl/İzmir'den 20♂♂, 18♀♀) üzerinde iskelet kronolojisi adı verilen yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemin uygulanmasında literatürde izlenen yol takip edilmiştir (Castanet, 1982; Leclair & Castanet, 1987; Castanet & Smirina, 1990; Miaud et al., 1993; Olgun et al., 2005; Üzüm, 2009). Bireylerin yaşlarını belirlemek için, arka sağ ayaklarının üçüncü parmağındaki ikinci parmak kemiğinin diyafiz bölgesinden geçen kesitlerde LAG'lar sayılmıştır (Gül et al., 2014). Bireylerden alınan ve %70'lik etanol içinde muhafaza edilen parmak örnekleri önce alkollerinden arınmaları için 24 saat musluk suyunda yıkanmışlardır. Daha sonra kemik dokudan kalsiyumu uzaklaştırmak amacıyla 2 saat %5'lik nitrik asit solüsyonunda bekletilmişlerdir. Bu süre sonunda parmaklar nitrik asitten çıkarılıp yaklaşık 12 saat musluk

suyunda yıkanarak asit uzaklaştırılmıştır. Kesit alınmaya hazır hale gelen parmaklar önce distile suda yıkanmış böylece boyama işlemi için uygun bir pH elde edilmiştir. Ardından (-22°C)-(-25°C) arasındaki sıcaklıkta LEICA CM 1510 marka (freezing) mikrotom kullanılarak, bu parmakların diyafiz bölgesinden geçen 18µm kalınlığında kesitler alınmıştır. Elde edilen kesitler Ehrlich hematoksileni kullanılarak boyanmıştır. Daha sonra uygun olan kesitler stereo binoküler kullanılarak belirlenmiş ve gliserin içine konularak ışık mikroskobu ile inceleme yapılabilecek preparatlar elde edilmiştir. Preparatlardaki kesitlerin aynı büyütmedeki fotoğrafları Olympus BX51 marka mikroskoba bağlı Olympus Camedia C5050 marka fotoğraf makinesiyle çekilmiş ve bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu fotoğraflar ve kesitler iki araştırmacı (H. Güler ve N. Üzüm) tarafından bağımsız bir şekilde incelenerek yaş halkaları (LAG'lar) sayılmış ve bireysel yaş tayini yapılmıştır. LAG'lar Francillon-Viellot et al. (1990)'a göre sayılmış ve ergenliğe ulaşma yaşı LAG'lar arası mesafeye bakılarak tespit edilmiştir (Arntzen et al., 2018). Endosteal resorpsiyon oranı, aşınmış kemik iliği boşlukları çaplarının juvenillerin aşınmamış kemik iliği boşlukları çaplarıyla karşılaştırılması yoluyla tespit edilmiştir (Üzüm et al., 2014).

2.4. Veri analizi

Bütün istatistiksel değerlendirmeler ve buna bağlı grafikler STATISTICA 7.0 (StatSoft Inc., USA) ve

Tablo 1. *L. schmidleri*'nin vücut büyüklüğü (SVL) ve yaş verilerine ait tanımlayıcı istatistikleri (Maks.: Maksimum değer, Min.: Minimum değer, n: Örnek sayısı, Ort.: Ortalama değer, SH: Standart Hata)

Table 1. Descriptive statistics of body size (SVL) and age for *L. schmidleri* (Maks.: Maximum value, Min.: Minimum value, n: Number of samples, Ort.: Mean value, SH: Standart error)

Parametreler	n	Efes			Karagöl		
		Ort.±SH	Min.-Max.	n	Ort.±SH	Min.-Max.	
Erkek	Yaş	27	3.74±0.25	2-6	19	6.37±0.21	5-9
	SVL	29	31.32±0.35	27.81-35.19	20	37.55±0.60	32.21-40.87
Dişi	Yaş	15	3.33±0.25	2-5	18	6.11±0.30	4-8
	SVL	15	32.69±0.39	29.29-36.49	18	38.28±0.63	33.25-42.62

Efes ve Karagöl populasyonları için seksüel dimorfizm indeksi (SDI) sırasıyla 0.044 ve 0.019 olarak hesaplanmış olup her iki populasyon için de dişi baskın eşeyssel dimorfizm tespit edilmiştir. Efes populasyonunda cinsiyetler arasındaki vücut büyüklüğü (SVL) farkı anlamlı bulunurken ($t = -2.457$, $df = 42$, $p < 0.05$), yaş bakımından aradaki fark anlamlı bulunmamıştır ($t = 1.064$, $df = 40$, $p = 0.294$). Karagöl populasyonunda ise dişi ve erkek bireyler hem SVL ($t = -0.830$, $df = 36$, $p = 0.412$) hem de yaş ($t = 0.696$, $df = 35$, $p = 0.491$) bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemektedir.

Efes populasyonunun %95.45'inde ($n= 42$) ve Karagöl populasyonunun %97.37'sinde ($n=37$) yaş tayini yapılabilmektedir. Yetişkin bireylerden alınan tüm enine kesitlerde endosteal resorpsiyon ve endosteal kemik oluşumu gözlenmiştir (Şekil 3).

Minimum yaş, Efes populasyonunda her iki cinsiyet için 2 yıl, Karagöl populasyonunda erkeklerde 5 yıl, dişilerde ise 4 yıl olarak belirlenmiştir. Maksimum yaş, Efes populasyonunda erkeklerde 6 yıl, dişilerde 5 yıl olarak belirlenirken, Karagöl populasyonunda erkeklerde

Microsoft Excel (Office 2010) programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm çalışma sonuçları %95 güven aralığındadır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediklerini anlamak için çarpıklık ve basıklık değerleri kontrol edilmiş ve Kolmogorov-Smirnov D-testine başvurulmuştur. Cinsiyetler ve populasyonlar arasındaki değişkenleri karşılaştırmak için parametrik bir test olan standart t-testi kullanılmıştır. Populasyonlardaki bireylerde yaş ile boy arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı istatistiksel olarak anlamlı olduğu için SVL ile yaş arasındaki ilişkiyi formüle etmek için lineer regresyon modeli seçilmiştir.

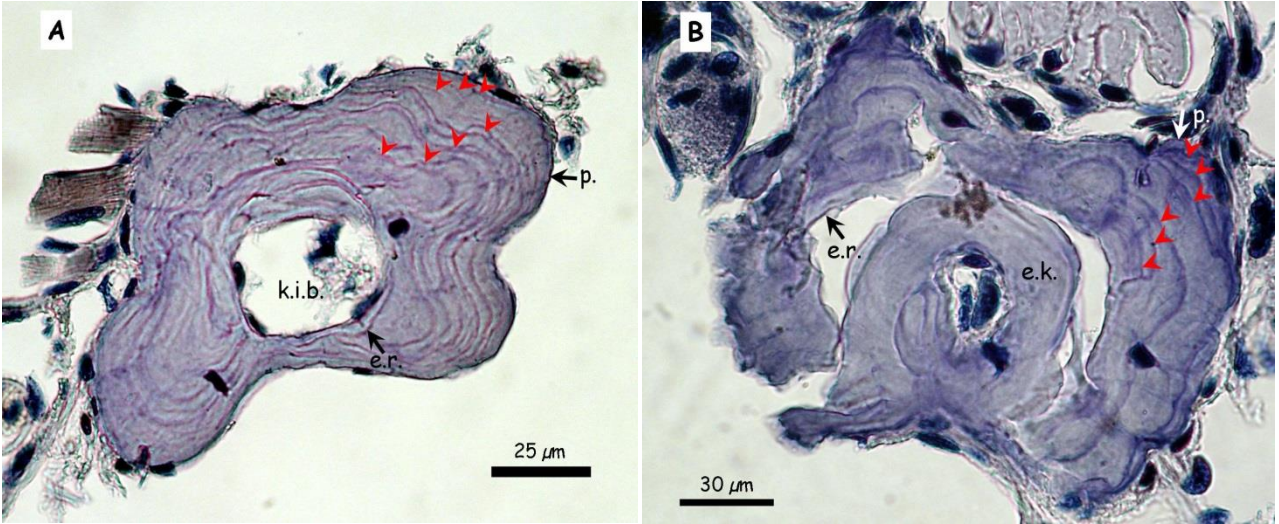
3. Sonuçlar

Her iki populasyon için vücut büyüklüğü ve yaş ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir. Ortalama vücut büyüklüğü, her iki populasyonda da dişi bireylerde erkeklerden daha fazladır. En büyük vücut ölçüsü (SVL) hem erkek (40.87 mm) hem de dişi (42.62 mm) bireyler için Karagöl populasyonunda kaydedilmiştir (Tablo 1). Karagöl populasyonunun ortalama SVL' si her iki cinsiyet için de Efes populasyonundan daha büyüktür ve populasyonlar arasında vücut büyüklüğü bakımından tespit edilen bu farklar istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($t_{\text{erkek}} = -9.557$, $df = 47$, $p < 0.05$; $t_{\text{dişi}} = -7.103$, $df = 31$, $p < 0.05$).

9 yıl, dişilerde ise 8 yıl olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Ergenliğe ulaşma yaşı, her iki populasyon ve her iki cinsiyet için 2 yıl olarak tahmin edilmiştir. Erkek ve dişilerin yaş ortalaması Efes'te sırasıyla 3.74 ± 0.25 yıl ve 3.33 ± 0.25 yıl, Karagöl'de ise 6.37 ± 0.21 yıl ve 6.11 ± 0.30 yıl olarak hesaplanmıştır. Karagöl populasyonu erkek ve dişileri Efes populasyonundan daha yaşlı olup yaş farkı istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($t_{\text{erkek}} = -7.539$, $df = 44$, $p < 0.05$; $t_{\text{dişi}} = -6.900$, $df = 31$, $p < 0.05$).

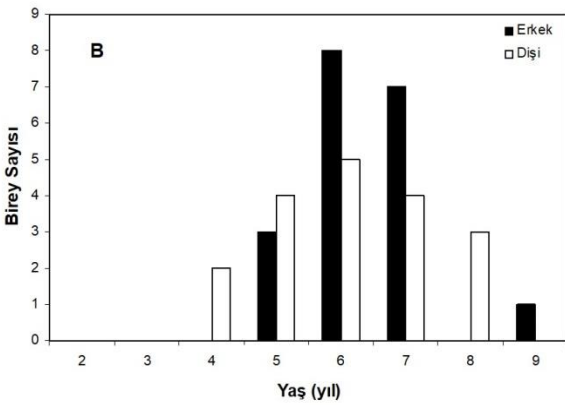
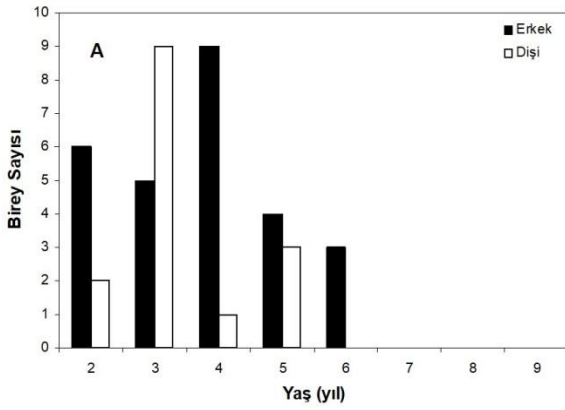
Her iki populasyon için de erkeklerde (Efes için $r = 0.693$, $p = 0.000$ ve Karagöl için $r = 0.740$, $p = 0.000$) ve dişilerde (Efes için $r = 0.643$, $p = 0.010$ ve Karagöl için $r = 0.893$, $p = 0.000$) yaş ile SVL arasında anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur.

R^2 değerlerine göre en iyi regresyon modeli olarak her iki populasyon için de doğrusal model seçilmiştir. Regresyon denklemleri, Efes'te erkekler için $SVL = 27.403 + (1.0259 \times \text{yaş})$ ve dişiler için $SVL = 29.301 + (1.0185 \times \text{yaş})$, Karagöl populasyonunda erkekler için $SVL = 24.061 + (2.0966 \times \text{yaş})$ ve dişiler için $SVL = 26.766 + (1.8834 \times \text{yaş})$ olarak belirlenmiştir (Şekil 5).



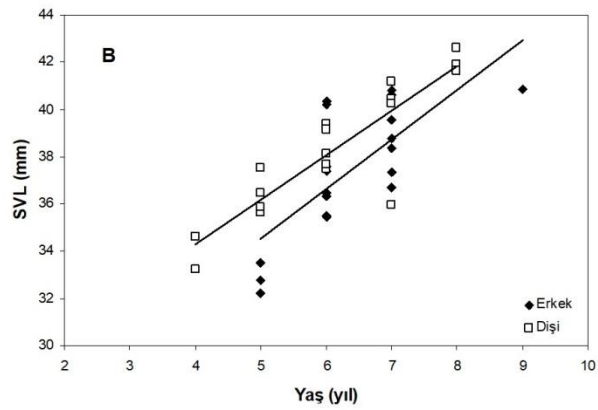
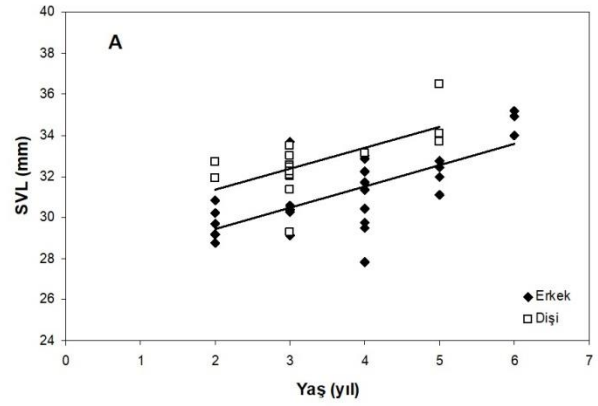
Şekil 3. Karagöl popülasyonunda 7 yaşındaki erkek (A) ve dişi (B) bireye ait parmak enine kesitleri (e.k.: endosteal kemik, e.r.: endosteal resorpsiyon, k.i.b.: kemik iliği boşluğu, p: perifer, kırmızı oklar LAG'ları göstermektedir)

Figure 3. Finger cross sections of a 7-year-old male (A) and female (B) individual from Karagöl Population (e.k.: endosteal bone, e.r.: endosteal resorption, k.i.b.: bone marrow cavity, p: periphery, red arrows indicate LAGs)



Şekil 4. *Lissotriton schmidtleri* ergin örneklerinin Efes (A) ve Karagöl (B) popülasyonlarında yaş dağılımı

Figure 4. Age distributions of adult *Lissotriton schmidtleri* from Efes (A) and Karagöl (B) populations



Şekil 5. *Lissotriton schmidtleri*'nin Efes (A) ve Karagöl (B) popülasyonlarında SVL ile yaş arasındaki ilişki

Figure 5. Relationship between SVL and age in Efes (A) and Karagöl (B) populations of *Lissotriton schmidtleri*

4. Tartışma

Bu çalışmada, *L. schmidtleri*'nin farklı yüksekliklerde yaşayan iki popülasyonunun yaş yapısı ve vücut büyüklüğü karşılaştırılmıştır. Literatürdeki su semenderleri ile yapılan bazı çalışmalarda olduğu gibi

popülasyonların yaş kompozisyonlarını tahmin etmek için iskelet kronolojisi yöntemi başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Cogalniceanu & Miaud, 2002; Olgun et al., 2005; Altunışık et al., 2014; Gümüş Özcan & Üzüm, 2015; Altunışık, 2018a; Özyılmaz & Başkale, 2021).

Amfibilerde yetişkinlerin vücut boyu larval dönemdeki büyüme, metamorfoz süresi, genç ve yetişkin bireylerde büyüme, ergenliğe ulaşma yaşı ve yaşam uzunluğu gibi birçok faktöre bağlıdır (Özdemir et al., 2012). Vücut büyüklüğü, birçok organizma için olduğu gibi *L. schmidtleri* için de önemli bir özelliktir. Yetişkin bireylerde gözlemlenen vücut büyüklüğü farklılıkları özellikle cinsiyetler arasındaki büyüme farklılıklarının bir sonucudur (Zhang & Lu, 2013). Çiftleşme başarısı büyük ölçüde boyuta bağlı olan soğukkanlı hayvanlar, yaşamlarının erken dönemlerinde enerjilerini üreme yerine büyümeye harcaabilirler (Kolarov et al., 2010). Amfibilerin çoğu seksüel boyut dimorfizmi gösterir ve birçok kuyruklu kurbağada dişi bireyler erkeklerden daha büyüktür (Olgun et al., 2001; 2005). Örneğin, Diaz-Paniagua ve Mateo (1999), beş farklı *L. boscai* popülasyonunda dişi baskın seksüel boyut dimorfizmi belirlemiştir. Altunışık et al. (2014), *L. schmidtleri*'nin hem anakara hem de ada popülasyonlarında dişilerin erkeklerden daha büyük olduğunu kaydetmiştir. Aynı sonuçlar *Triturus marmoratus* (Caetano & Castanet, 1993; Diaz-Paniagua et al., 1996), *Ichthyosoura alpestris* (Miaud et al., 2000), *Triturus karelinii* (Üzüm & Olgun, 2009a, 2009b), *Neurergus crocatus* (Üzüm et al., 2011), *Neurergus strauchi* (Yakın et al., 2015), *Paradactylodon gorganensis* (Zivari & Kami, 2017), *Salamandra infraimmaculata* (Altunışık, 2018b), *Triturus anatolicus* (Özyılmaz & Başkale, 2021) ve *T. ivanbureschi* (Lukanov & Tzankov, 2016) gibi diğer semender türleri için de rapor edilmiştir. Yukarıda sözü geçen yayınlarla benzer bir şekilde bu çalışmada da hem Efes popülasyonunda hem de Karagöl popülasyonunda dişi bireylerin vücut boyu erkek bireylerden daha büyüktür. Dolayısıyla her iki popülasyonda dişi baskın seksüel dimorfizm ortaya konmuştur. Cinsiyetler arasındaki vücut büyüklüğü farkı Efes popülasyonunda anlamlı bulunurken, Karagöl popülasyonunda anlamlı bulunmamıştır. Maletzky et al. (2004), bu çalışmadaki Efes popülasyonunda olduğu gibi *L. vulgaris*'in cinsiyetleri arasında vücut uzunlukları açısından önemli bir fark gözlemlenmemiştir.

Genel olarak literatürde belirtildiği gibi bu çalışmada da her iki cinsiyet için yüksek rakımda yaşayan popülasyondaki bireylerin vücut boyu alçak rakımda yaşayan popülasyondaki bireylerden daha uzundur. Amfibi larva ve gençlerinin büyüme ve gelişme oranları üzerine etkili olan düşük sıcaklıklar ergenliğe ulaşma zamanını ve beraberinde yetişkinlerin boyutunu etkilemektedir. Bu etkilerin sonucu olarak, yüksek rakımda ve kuzey enlemlerde yaşayan amfibiler genellikle alçak rakımda ve tropik bölgelerde yaşayan bireylerden daha büyük olmaktadır (Morrison & Hero, 2003' deki derleme).

Efes ve Karagöl popülasyonlarında erkek ve dişi bireylerin yaş dağılımları arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Bununla birlikte, yüksek rakımdaki popülasyonun hem erkek hem de dişilerinin ortalama yaşları, düşük rakımdaki popülasyonun hem erkek hem de dişilerinin ortalama yaşlarından büyük bulunmuştur (Efes'te erkeklerde 3.74±0.25 yıl ve dişilerde 3.33±0.25 yıl; Karagöl'de erkeklerde 6.37±0.21 yıl ve dişilerde 6.11±0.30 yıl). Bu durum literatürdeki bazı çalışmalarda da belirlenmiştir (Smirina, 1994; Miaud et al., 2000; Kutrup et al., 2005). Ayrıca, maksimum yaşam süresi yüksek rakımdaki popülasyon için (erkeklerde 9 yıl, dişilerde 8

yıl) alçak rakımdaki popülasyona göre (erkeklerde 6 yıl, dişilerde 5 yıl) daha fazla bulunmuştur. Altunışık et al. (2014) *L. schmidtleri*'nin alçakta yaşayan iki popülasyonunda maksimum ömür uzunluğunu erkekler için 4-5 yıl, dişiler için ise 3-4 yıl olarak kaydetmiştir. Yüksek rakımlı bölgelerde ve kuzey enlemlerde yaşayan bireyler alçak rakımlı bölgelerde ve güney enlemlerde yaşayanlara göre daha uzun yaşarlar (Smirina, 1994). Genel olarak, ergenliğe ulaşma yaşı ve yaşam süresi, yüksek rakımlarda yaşayan popülasyonlarda, alçak rakımlarda yaşayanlara göre daha fazla olma eğilimindedir ve yapılan birçok çalışmada bu eğilim gösterilmiştir (Caetano et al., 1985; Marunouchi et al., 2000; Maletzky et al., 2004; Kutrup et al., 2005; Altunışık et al., 2014). Düşük sıcaklık dereceleri amfibilerin larval ve juvenil dönemlerindeki büyümelerini ve bunun sonucu olarak ergenliğe ulaşma zamanını etkilemektedir (Altunışık et al., 2014). Ancak, *L. schmidtleri* için sonuçlarımız bu eğilimle tutarlı değildir; olgunluk yaşı, her iki popülasyonda ve her iki cinsiyet için 2 yıl olarak tahmin edilmiştir.

Çalışmamızda, her iki popülasyonda da hem erkek hem de dişiler için vücut büyüklüğü ve yaş arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Benzer bir şekilde, Verrell ve Francillon, (1986) ile Cvetković et al. (1996) da yaşın SVL ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu, ancak bu önemli ilişkinin sırasıyla *T. vulgaris* ve *T. carnifex*'in yalnızca erkeklerinde görüldüğünü bildirmişlerdir. *T. karelinii* üzerinde yapılan bir çalışmada ise hem yüksek hem de alçak rakımlarda yaşayan popülasyonlar için yaş ile SVL arasında anlamlı bir ilişki bildirilmiştir (Üzüm & Olgun, 2009b). Diaz-Paniagua et al. (1996), *T. marmoratus pygmaeus*'ta yaş ve büyüklüğün önemli ölçüde ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Marunouchi et al. (2000), *Cynops pyrrhogaster*'in altı popülasyonunda her iki cinsiyet için SVL ile yaş arasında önemli ilişkiler tespit etmişlerdir. Buna karşılık, Altunışık et al. (2014) *L. schmidtleri*'nin anakara erkekleri dışında yaş ile SVL arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır. Benzer bir şekilde, Diaz-Paniagua ve Mateo (1999) da *L. boscai*'nin beş popülasyonu ile yaptıkları çalışmalarında yaş ve vücut büyüklüğü arasında anlamlı bir ilişki tespit edememişlerdir. Kutrup et al. (2005), *T. vittatus ophryticus*'un hem yüksek hem de alçakta yaşayan popülasyonları için yaş ve SVL arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirlemişlerdir. Kısacası, bazı türlerde yaş ile vücut büyüklüğü arasında pozitif bir ilişki yoktur veya literatürde görüldüğü gibi cinsiyete bağlı olarak bu ilişki değişebilmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada *L. schmidtleri*'nin alçak ve yüksek rakımlarda yaşayan doğal iki popülasyonu temel bazı demografik özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler gelecekte yapılacak benzer çalışmalar için kaynak oluşturacaktır.

Etik kurul onayı: Bu çalışmada kullanılan örnekler 2006 yılından önce toplandığı için etik kurul onayı alınmasına gerek yoktur.

Çıkar çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Yazar Katkısı: Fikir/Kavram- H.G., N.Ü., K.O., A.A.; Tasarım - H.G., N.Ü., A.A.; Denetleme/Danışmanlık- H.G., N.Ü., A.A.; Materyaller - N.Ü., K.O., A.A.; Veri Toplama veya İşleme - H.G., N.Ü., K.O., A.A.; Analiz Yorumlama - H.G., N.Ü.; Kaynak

Taraması - N.Ü., K.O., A.A.; Makalenin Yazımı - H.G., N.Ü., K.O., A.A.; Eleştirel İnceleme - N.Ü., A.A.

Kaynaklar

- Altunışık, A., Ergül Kalaycı, T., Gül, Ç., Özdemir, N., & Tosunoğlu, M. (2014). A skeletochronological study of the smooth newt *Lissotriton vulgaris* (Amphibia: Urodela) from an island and a mainland population in Turkey. *Italian Journal of Zoology*, 81(3), 381-388. <https://doi.org/10.1080/11250003.2014.938134>
- Altunışık, A. (2018a). The first demographic data and body size of the southern banded newt, *Ommatotriton vittatus* (Caudata: Salamandridae). *Acta Herpetologica*, 13(1), 13-19. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-21171
- Altunışık, A. (2018b). Age, survivorship and life Expectancy in Near Eastern Fire Salamander, *Salamandra infraimmaculata* (Caudata: Salamandridae). *Russian Journal of Ecology*, 49(2), 166-171.
- Arntzen, J.W., Üzümlü, N., Ajduković, M.D., Ivanović, A., & B. Wielstra (2018). Absence of heterosis in hybrid crested newts. *Peer J Life and Environment*, 6, e5317. <https://doi.org/10.7717/peerj.5317>
- Baran, İ., Avcı, A., Kumlutaş, Y., Olgun, K., & Ilgaz, Ç. (2021). Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri. Palme Yayınevi, Ankara. ISBN: 978-605-282-611-619.
- Bell, G. (1977). The life of the smooth newt (*Triturus vulgaris*) after metamorphosis. *Ecological Monographs*, 47, 279-299. <https://doi.org/10.2307/1942518>
- Beşer, N., Avcı, A., Ilgaz, Ç., Tuniyev, S.B., Tuniyev, B.S., & Üzümlü N. (2017). Age Structure and Some Life History Characteristics of *Mertensiella caucasica* (Waga 1876) (Caudata: Salamandridae) in a Population from Turkey. *Russian Journal of Herpetology*, 23, 202-208. https://doi.org/1026-2296_2017_2403-0202
- Caetano, M.H., Castanet, J., & Francillon, H. (1985). Détermination de l'âge de *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800) du Parc National de Peneda Gerês (Portugal) par squeletochronologie. *Amphibia-Reptilia*, 6, 117-132.
- Caetano, M.H., & Castanet, J. (1993). Variability and microevolutionary patterns in *Triturus marmoratus* from Portugal: age, size longevity and individual growth. *Amphibia-Reptilia*, 14, 117-129.
- Castanet, J. (1982). Recherches sur la croissance du tissu osseux des reptiles. Application: la méthode squeletochronologique. *These Dr. ès Sciences*, pp. 246, Paris.
- Castanet, J., & Smirina E. (1990). Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles. *Annales Des Sciences Naturelles*, 11, 191-196.
- Cogalniceanu, D., & Miaud, C. (2002). Age, survival and growth in *Triturus dobrogicus* (Amphibia, Urodela) from the lower Danube floodplain. *International Association for Danube Research*, 34, 777-783.
- Cvetković, D., Kalezić, M.L., Djorović, A., & Džukić, G. (1996). The crested newt (*Triturus carnifex*) in the Submediterranean: Reproductive biology, body size, and age. *Italian Journal of Zoology*, 63, 107-111. <https://doi.org/10.1080/11250009609356116>
- Diaz-Paniagua, C., Mateo, J.A., & Andreu, A.C. (1996). Age and size structure of populations of small marbled newts (*Triturus marmoratus pygmaeus*) from Donana National Park (SW Spain). A case of dwarfism among dwarfs. *Journal of Zoology, London*, 239, 83-92. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1996.tb05438.x>
- Diaz-Paniagua, C., & Mateo, J.A. (1999). Geographic variation in body size and life-history traits in Bosca's Newt (*Triturus boscai*). *Herpetological Journal*, 9, 21-27.
- Francillon-Vieillot, H., Arntzen, J.W., Géraudie, J. (1990). Age, growth and longevity of sympatric *Triturus cristatus*, *T. marmoratus* and their hybrids (Amphibia, Urodela): a skeletochronological comparison. *Journal of Herpetology*, 24(1), 13-22.
- Guarino, F.M. (2010). Structure of the Femora and Autotomous (Postpygal) Caudal Vertebrae in the Three-Toed Skink *Chalcides chalcides* (Reptilia: Squamata: Scincidae) and Its Applicability for Age and Growth Rate Determination. *Zoologischer Anzeiger*, 248, 273-283. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2009.11.001>
- Gül, S., Özdemir, N., Üzümlü, N., Olgun, K., Kutrup, B. (2011). Body size and age structure of *Pelodytes punctatus* populations from two different altitudes in Turkey. *Amphibia-Reptilia*, 32 (2), 287-292. <https://doi.org/10.1163/017353711X559094>
- Gül, S., Özdemir, N., Kumlutaş, Y., & Ilgaz, Ç. (2014). Age structure and body size in three populations of *Darvaskia rudis* (Bedriaga, 1886) from different altitudes. *Herpetozoa*, 26, 151-158.
- Gümüş Özcan, Ç., & Üzümlü, N. (2015). Body size and age in three populations of the Northern Banded Newt *Ommatotriton ophryticus* (Berthold, 1846) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 39, 672-679. <https://doi.org/10.3906/zoo-1406-35>
- Kolarov, N.T., Ljubisavljević, K., Polović, L., Džukić, G. & Kalezić, M.L. (2010). The body size, age structure and growth pattern of the endemic Balkan Mosor rock lizard (*Dinarolacerta mosorensis* Kolombatović, 1886). *Acta Zoologica Academia Science Hungarica*, 56, 55-71.
- Kutrup, B., Bülbül, U., & Özdemir, N. (2005). Age structure in two populations of *Triturus vittatus ophryticus* at different altitudes. *Amphibia-Reptilia*, 26, 49-54. <https://doi.org/10.1163/1568538053693314>
- Leclair, R., Castanet, J. (1987). A skeletochronological assesment of age and growth in the frog *Rana pipiens* Schreber (Amphibia, Anura) from southwestern Quebec. *Copeia*, 2, 361-369. <https://doi.org/10.2307/1445771>
- Lovich, J.E., & Gibbons, J.W. (1992). A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism. *Growth, Development and Aging*, 56, 269-281.
- Lukanov, S., & Tzankov, N. (2016). Life history, age and normal development of the Balkan-Anatolian crested newt (*Triturus ivanbureschi* Arntzen and Wielstra, 2013) from Sofia district. *North-Western Journal of Zoology*, 12, 22-32.
- Maletzky, A., Pesta, J., Schabetsberger, R., Jehle, R., Sztatecsny, M., & Goldschmid, A. (2004). Age structure and size of the syntopic populations of *Triturus carnifex* (Laurenti, 1768), *Triturus vulgaris* (Linnaeus, 1758) and *Triturus alpestris* (Laurenti, 1768) in the lake Aemeisensee (1,282 m a.s.l.). *Herpetozoa*, 17, 75-82.
- Marnell, F. (1998). Discriminant analysis of the terrestrial and aquatic habitat determinants of the smooth newt (*Triturus vulgaris*) and the common frog (*Rana temporaria*) in Ireland. *Journal of Zoology, London*, 244, 1-6. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1998.tb00001.x>
- Marunouchi, J., Ueda, H., & Ochi, O. (2000). Variation in age and size among breeding populations at different altitudes in the Japanese newts, *Cynops pyrrhogaster*. *Amphibia-Reptilia*, 21, 381-396. <https://doi.org/10.1163/156853800507444>
- Miaud, C., Joly, P., Castanet, J. (1993). Variation of age structures in a subdivided population of *Triturus cristatus*. *Canadian Journal of Zoology*, 71, 1874-1879.
- Miaud, C., Guyétant, R., & Faber, H. (2000). Age, size, and growth of the alpine newt, *Triturus alpestris* (Urodela, Salamandridae), at high altitude and a review of life-history trait variation throughout its range. *Herpetologica*, 56, 135-144.
- Morrison, C., & Hero, J.M. (2003). Geographic variation in life-history characteristics of amphibians: a review. *Journal of Animal Ecology*, 72, 270-279. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00696.x>
- Olgun, K., Miaud, C., & Gautier, P. (2001). Age, growth, and survivorship in the viviparous salamander *Mertensiella luschni* from southwestern Turkey. *Canadian Journal of Zoology*, 79, 1559-1567. <https://doi.org/10.1139/z01-111>
- Olgun, K., Üzümlü, N., Avcı, A., & Miaud, C. (2005). Age, size and growth of the southern crested newt *Triturus karelinii* (Strauch 1870) in a population from Bozdağ (Western Turkey). *Amphibia-Reptilia*, 26, 223-230. <https://doi.org/10.1163/1568538054253465>
- Özdemir, N., Altunışık, A., Ergül, T., Gül, S., Tosunoğlu, M., Cadeddu, G., & Giacomini, C. (2012). Variation in body size and age structure among three Turkish populations of the tree frog *Hyla arborea*. *Amphibia-Reptilia*, 33, 25-35. <https://doi.org/10.1163/156853811X619790>
- Özyılmaz, Y., & Başkale, E. (2021). Age determination and growth parameters of *Triturus anatolicus* (Caudata: Salamandridae). *Nature Conservation Research*, 6(3), 1-8
- Smirina, E. (1994). Age determination and longevity in amphibians. *Gerontology*, 40, 133-146. <https://doi.org/10.1159/000213583>
- Üzümlü, N. (2009). A skeletochronological study of age, growth and longevity in a population of the Caucasian Salamander, *Mertensiella caucasica* (Waga 1876) (Caudata: Salamandridae) from Turkey. *North-Western Journal of Zoology*, 5, 74-84.
- Üzümlü, N., & Olgun, K. (2009a). Age and Growth of the Southern Crested Newt, *Triturus karelinii* (Strauch 1870), in a Lowland Population from NorthWest Turkey. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 55, 55-65.
- Üzümlü, N., & Olgun, K. (2009b). Age, size and growth in two populations of the Southern Crested Newt, *Triturus karelinii* (Strauch 1870) from different altitudes. *Herpetologica*, 65(4), 373-383. <https://doi.org/10.1655/08-008.1>

- Üzüm, N., Avcı, A., Özdemir, N., Ilgaz, Ç., & Olgun, K. (2011). Body size and age structure of a breeding population portion of the Urmia salamander, *Neurergus crocatus* Cope, 1862 (Caudata: Salamandridae). *Italian Journal of Zoology*, 78, 209-214. <https://doi.org/10.1080/11250001003636679>
- Üzüm, N., Ilgaz, Ç., Kumlutaş, Y., Gümüş, Ç., & Avcı, A. (2014). The body size, age structure, and growth of Bosc's fringe-toed lizard, *Acanthodactylus boskianus* (Daudin, 1802). *Turkish Journal of Zoology*, 38, 383-388. <https://doi.org/10.3906/kim-1204-74>
- Verrell, P.A., & Francillon, H. (1986). Body size, age and reproduction in the smooth newt, *Triturus vulgaris*. *Journal of Zoology*, 210, 89-100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1986.tb03622.x>
- Wells, K.D. (2007). *The Ecology and Behaviour of Amphibians*. University of Chicago Press, pp 400, Chicago.
- Wielstra, B., Bozkurt, E., & Olgun, K. (2015). The distribution and taxonomy of *Lissotriton* newts in Turkey (Amphibia, Salamandridae). *ZooKeys*, 484, 11-23. <https://doi.org/10.3897/zookeys.484.8869>
- Wielstra, B., Canestrelli, D., Cvijanović, M., Denoël, M., Fijarczyk, A., Jablonski, D., ... & Babik, W. (2018). The distributions of the six species constituting the smooth newt species complex (*Lissotriton vulgaris* sensu lato and *L. montandoni*) - an addition to the New Atlas of Amphibians and Reptiles of Europe. *Amphibia-Reptilia*, 39, 252-259. <https://doi.org/10.1163/15685381-17000128>
- Yakın, B.Y., Çiçek, K., Koyun, M., Gürkan, M., Hayretdağ, S., & Tok., C.V. (2015). A skeletochronological analysis of a population of the Anatolia Newt, *Neurergus strauchii* (Steindachner, 1887) (Caudata: Salamandridae), in Eastern Anatolia, Turkey. *Zoology in the Middle East*, 61, 332-338. <https://doi.org/10.1080/09397140.2015.1101926>
- Zhang, L.X., & Lu, X. (2013). Sexual size dimorphism in anurans: ontogenetic determination revealed by an across-species comparison. *Evolutionary Biology*, 40(1), 84-91. <https://doi.org/10.1007/s11692-012-9187-2>
- Zivari, S., & Gholi Kami, H. (2017). Skeletochronological assessment of age in the Persian mountain salamander, *Paradactylodon gorganensis* (Clergue-Gazeau and Thorn, 1979) (Caudata: Hynobiidae) from Golestan Province, Iran. *Caspian Journal of Environmental Science*, 15, 75-84. <https://doi.org/10.22124/CJES.2017.2219>