



**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

***Pelodytes caucasicus* TÜRÜNE AİT FARKLI
POPULASYONLARIN DEMOGRAFİK PARAMETRELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Kafiye GÜMÜŞSOY

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Tuğba ERGÜL KALAYCI**

**RİZE
2022**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında, Dr. Öğr. Üyesi Tuğba ERGÜL KALAYCI danışmanlığında, Kafiye GÜMÜŞSOY tarafından hazırlanan *Pelodytes caucasicus Türüne Ait Farklı Popülasyonların Demografik Parametrelerinin Araştırılması* adlı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile oluşturulan jüri tarafından 04/08/2022 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı Soyadı

İmza

Başkan

: Prof. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR

Üye

: Prof. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR

Üye

: Prof. Dr. Çiğdem GÜL

ETİK BEYAN

Tarafımdan hazırlanan “*Pelodytes caucasicus* Türüne Ait Farklı Popülasyonların Demografik Parametrelerinin Araştırılması” başlıklı bu tez, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

04/08/2022

Kafiye GÜMÜŞSOY

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN) tarafından popülasyonları Tehdide Açık (NT) olarak sınıflandırılan *Pelodytes caucasicus* türünün ülkemizde dağılım gösteren popülasyonlarına (Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin) ait demografik parametreleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bu çalışma bu noktaya gelinceye kadar emeği geçen, deneyim ve bilgilerini esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Tuğba ERGÜL KALAYCI 'ya teşekkür ederim. Yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini benden esirgemeyen eşim Doğukan GÜMÜŞSOY 'a ve varlığıyla neşe kaynağım oğlum Kerem'e teşekkür ederim.

Bu Yüksek Lisans RTEÜ-BAP Koordinatörlüğü tarafından FYL-2020-1076 no'lu proje ile desteklenmiştir.

Kafiye GÜMÜŞSOY
2022/RİZE

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖNSÖZ	III
TÜRKÇE ÖZET	VII
ABSTRACT.....	VIII
KISALTMALAR.....	IX
TABLolar LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XI
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	2
1.1. Amfibilerin Genel Özellikleri.....	2
1.2. Anuraların Genel Özellikleri	2
1.3. Anuralarda Üreme	3
1.4. Amfibileri Tehdit Eden Faktörler	4
1.5. <i>Pelodytes caucasicus</i> (Boulenger, 1896)	4
1.6. Morfolojik Karakterler	5
1.7. Ekolojik-Biyolojik Özellikler	6
1.8. Coğrafi Dağılışı ve Türkiye’de Bulunduğu Yerler.....	6
1.9. Literatür Özeti	7
1.10. İskelet Kronolojisi ile Yaş Tayini ve Kemik Yapısı	10
1.11. Amfibilerde İskelet Kronolojisi ile Yaş Tayini	12
1.12. Çalışmanın Amacı	14
2.YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	15

2.1. Materyal.....	15
2.2. Türün Kısa Tanıtımı	15
2.3. Türün Sistematikteki Yeri	16
2.4. Coğrafi Dağılışı	16
2.5. Çalışma Alanları	16
2.5.1. Karagöl/Artvin.....	17
2.5.2. Çat Köyü/ Çamlıhemşin-Rize	17
2.5.3. Cımbırtlık yaylası/Dereli-Giresun.....	18
2.5.4. Hıdırnebi yaylası/Akçabat-Trabzon	19
2.6. Örneklerin Toplanması.....	20
2.7. Morfometrik Ölçümler	20
2.8. Morfometrik Analizler.....	21
2.8.1. Temel Bileşenler Analizi.....	21
2.8.2. Doğrusal Ayırım Analizi	22
2.9. İskelet Kronolojisi Yöntemi	22
2.9.1. Parmakların İskelet Kronolojisi İçin Hazırlanması	22
2.9.2. Kesitlerin Alınması.....	23
2.9.3. Kesitlerin Boyanması	24
2.9.4. Yaş Halkalarının Sayılması	24
2.10. İstatistiksel Metotlar	24
2.11. Bulgular	25
2.11.1. Morfolojik Analizler.....	25
2.11.1.1. Cımbırtlık-Dereli (Giresun) Lokalitesi Morfolojik Analizler	25
2.11.1.2. Hıdırnebi-Akçabat (Trabzon) Lokalitesi Morfolojik Analizler	26

2.11.1.3. Çat Yaylası-Çamlıhemşin (Rize) Lokalitesi Morfolojik Analizler.....	27
2.11.1.4. Karagöl-Borçka (Artvin) Lokalitesi Morfolojik Analizler....	28
2.12. Popülasyonlar Arası Morfometrik Ölçümlerin Karşılaştırılması	28
2.12.1. Temel Bileşenler (PCA) Analizi	30
2.12.2. Linear Ayırım (LDA) Analizi	31
2.13. Yaş Yapısına Ait Analizler.....	33
2.13.1. Cımbırtlık (Giresun) Lokalitesi Yaş Yapısı	33
2.13.2. Hıdırnebi (Trabzon) Lokalitesi Yaş Yapısı	34
2.13.3. Çat (Rize) Lokalitesi Yaş Yapısı.....	35
2.13.4. Karagöl-Borçka (Artvin) Lokalitesi Yaş Yapısı	37
2.13.5. Popülasyonlar arası yaş yapısı karşılaştırılması	38
3. TARTIŞMA VE SONUÇ	39
3.1. Tartışma.....	39
3.2. Sonuç	44
3.3. Öneriler.....	45
KAYNAKÇA.....	47

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı : Biyoloji Anabilim Dalı
Tez Türü : Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Tuğba ERGÜL KALAYCI
Hazırlayan : Kafiye GÜMÜŞSOY
Yılı : 2022
Sayfa Sayısı : 58

TÜRKÇE ÖZET

***Pelodytes caucasicus* TÜRÜNE AİT FARKLI POPULASYONLARIN
DEMOGRAFİK PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Kafkas kurbağası (*Pelodytes caucasicus*) Batı Kafkasya coğrafyasına endemik bir kuyruksuz kurbağa türüdür. IUCN'in Kırmızı Listesinde NT (Tehdide Açık) kategorisinde yer almakta olup populasyonların gözlem altında tutulması gerekliliğini bildirilmiştir. Ayrıca *P. caucasicus* türüne ait birçok populasyon azalma eğilimi göstermektedir. Türkiye'de Trabzon, Rize, Giresun ve Artvin illerinde dağılım gösterir. Bu çalışmada, *P. caucasicus* türünde habitat farklılıklarının demografik parametreler ve morfolojik karakterler üzerindeki etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaçla, *P. caucasicus* türüne ait Karagöl (Artvin), Çat (Rize), Hıdırnebi (Trabzon) ve Cımbırtlık (Giresun) lokalitelerinden toplam 66 birey (6 dişi, 60 erkek) farklı morfolojik parametreler (SVL, HL, HW, NL, TL ve FL) ve yaş yapısı bakımından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu bakımdan popülasyonlar arası morfolojik farklılıklar One-Way Anova, Kruskal Wallis, Tukey ve Mann Whitney U testi kullanılarak tespit edilmiştir. Morfolojik karakterler bakımından popülasyonların ayırımı için ayrıca PCA ve LDA testleri de kullanılmıştır. Kruskal Wallis ve Anova testlerine göre SVL, HW, NL, FL ve TL karakterleri bakımından popülasyonlar arası farklılık tespit edilmiştir. Çat (Rize) bireyleri NL değeri hariç tüm morfolojik karakterler de en küçük değere sahiptir ve diğer populasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur. Cımbırtlık (Giresun) ve Hıdırnebi (Trabzon) popülasyonları arasında ise hiçbir morfolojik parametrede anlamlı farklılık bulunmazken, PCA ve LDA analizlerinde bu populasyonlar iç içe geçmiş örüntü vermiştir. Yaş yapısı bakımından ise en küçük yaş Cımbırtlık (Giresun) populasyonunda tespit edilmiştir Çat (Rize) ve Hıdırnebi (Trabzon) ile arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Habitat değişkenliğine toleransı az olan *P. caucasicus* türünde Çat (Rize) ve Cımbırtlık (Giresun) populasyonları SVL ve yaş yapısı bakımından diğerlerinden ayrılır. Sonuç olarak, bu iki populasyonun da antropojenik etkilerin yoğun olarak görüldüğü lokasyonlar olmasından dolayı bu farklılıkların insani etkiler sebebi ile habitat yıkımının bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Pelodytes caucasicus*, Kafkas kurbağası, Anura, İskelet kronolojisi

Recep Tayyip Erdogan University Graduate Education Institute

Department : Department of Biology
Thesis Type : Master Thesis
Supervisor : Assistant Professor Tuğba ERGÜL KALAYCI
Author : Kafiye GÜMÜŞSOY
Year : 2022
Pages : 58

ABSTRACT

**INVESTIGATION OF THE DEMOGRAPHIC PARAMETERS OF
DIFFERENT POPULATIONS OF THE SPECIES *Pelodytes caucasicus***

The Caucasian frog (*Pelodytes caucasicus*) is a tailless frog species endemic to the Western Caucasus. It is in the NT (Near Threatened) category in the IUCN's Red List and has reported the necessity of keeping the populations under observation. In addition, many populations of *P. caucasicus* show a decreasing trend. It shows distribution in the provinces of Trabzon, Rize, Giresun and Artvin in Turkey. In this study, it was aimed to examine the effect of habitat differences on demographic parameters and morphological characters of *P. caucasicus* species. For this purpose, a total of 66 individuals (6 females, 60 males) from the Karagöl (Artvin), Çat (Rize), Hıdırnebi (Trabzon) and Cımbırtlık (Giresun) localities belonging to the *P. caucasicus* species with different morphological parameters (SVL, HL, HW, NL, TL and FL) and age structure were examined comparatively. In this respect, morphological differences between individuals were determined using the One-Way Anova, Kruskal Wallis, Tukey and Mann Whitney U test. PCA and LDA tests were also used to differentiate the populations in terms of morphological characters. According to Kruskal Wallis and Anova tests, there were differences between the groups in terms of SVL, HW, NL, FL and TL characters. Çat (Rize) individuals have the smallest value in all morphological characters except NL value and there is a statistically significant difference between other groups. While there was no significant difference in any morphological parameter between the Cımbırtlık (Giresun) and Hıdırnebi (Trabzon) populations, these populations showed a nested pattern in PCA and LDA analyses. In terms of age structure, the smallest age was determined in the Cımbırtlık (Giresun) population, and a significant difference was found between Çat (Rize) and Hıdırnebi (Trabzon).

The Çat (Rize) and Cımbırtlık (Giresun) populations of *P. caucasicus* species, which have low tolerance for habitat variability, are distinguished from the others in terms of SVL and age structure. As a result, since these two populations are locations where anthropogenic effects are intense, these differences are thought to be a result of habitat destruction due to human effects.

Keywords: *Pelodytes caucasicus*, Caucasian frog, Anura, Skeletochronology

KISALTMALAR

cm	:	Santimetre
D	:	Doğu
DC	:	Kolombiya Bölgesi
FL	:	Femur Uzunluğu
HL	:	Baş Uzunluğu
HW	:	Baş Genişliği
IMT	:	İç Metatarsal Tüberkül Uzunluğu
IUCN	:	Uluslararası Doğayı Koruma Birliği
K	:	Kuzey
km	:	Kilometre
LAG	:	Lines of Arrested Growth- Yaş Halkaları
LDA	:	Lineer Diskriminant Analizi
m	:	Metre
mm	:	Milimetre
NT	:	Neredeyse Tehdit Altında
örn	:	Örneđin
S.S.	:	Standart Sapma
SVL	:	Burun Ucu- Kloak Arası Mesafe
TBA	:	Temel Bileşenler Analizi
µm	:	Mikrometre
%	:	Yüzde
,	:	Dakika
„	:	Saniye
°	:	Derece

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Örnek sayısı ve örnekleme alanı bilgileri.	20
Tablo 2. Morfometrik Ölçümler.....	21
Tablo 3. <i>P. caucasicus</i> normalite test sonucu	24
Tablo 4. Cımbırtlık <i>P. caucasicus</i> bireylerinin morfolojik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (S.S= Standart sapma).....	25
Tablo 5. Hıdırnebi <i>P. caucasicus</i> bireylerinin morfolojik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (S.S= Standart sapma).....	26
Tablo 6. Çat <i>P. caucasicus</i> bireylerinin morfolojik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (S.S= Standart sapma).....	27
Tablo 7. Karagöl <i>P. caucasicus</i> bireylerinin morfolojik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (S.S= Standart sapma).....	28
Tablo 8. Değişkenlerin altı temel ögeye katkıları	31
Tablo 9. Linear ayırım analizi sınıflandırma sonuçları	32
Tablo 10. Linear ayırım analizi katsayıları	32
Tablo 11. Yaş gruplarına ait ortalama SVL değerleri (Min: Minimum Max: Maksimum)	33
Tablo 12. Yaş gruplarına ait ortalama SVL değerleri (Min: Minimum Max: Maksimum).....	35
Tablo 13. Yaş gruplarına ait SVL değerleri	36
Tablo 14. Yaş gruplarına ait SVL değerleri	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. IUCN'in kırmızı listei veri tabanına göre <i>P. caucasicus</i> 'un dağılım alanı.....	7
Şekil 2. A) <i>Rana</i> 'da uzun kemiklerde büyüme bölgeleri (Rozenblut ve Ogielska 2005)	
B) Uzun kemik mikro yapısının çeşitli bileşenlerini gösteren enine kesitin şematik yapısı.....	12
Şekil 3. <i>P. caucasicus</i> türüne ait erkek (A) ve dişi (B) bireylerin alt tartaftan görünüşleri.	15
Şekil 4. Örnekleme yapılan alanlar.....	16
Şekil 5. A) Karagöl lokalitesinde juvenil birey B) Yumurta kümesi C) Karagöl örneklerinin toplandığı alan	17
Şekil 6. A) ve B) Örneklerin toplandığı alan C) <i>P. caucasicus</i> türüne ait Çat lokalitesinden yumurta kümesi	18
Şekil 7. A) Cımbırtlık lokalitesindeki bireylerin yaşam alanı B) Cımbırtlık lokalitesinden iribaş örnekleri.....	19
Şekil 8. A) Doğal ortamında <i>P. caucasicus</i> bireyler B) Örneklerin toplandığı arazi alanı.....	19
Şekil 9. Morfolojik Ölçümler	21
Şekil 10. Parmak örnekleri kas dokusunun temizlenmesi	23
Şekil 11. Kemik doku kesitlerinin elde edildiği "Shandon marka" kryostat	23
Şekil 12. Popülasyonlara ait SVL, HL, HW, NL, FL ve TL karakterleri bakımından box plot grafi.....	30
Şekil 13. <i>P. caucasicus</i> PCA analizi.....	31
Şekil 14. <i>P. caucasicus</i>	32
Şekil 15. Cımbırtlık (Giresun) popülasyonunda 4 yaşındaki erkek bireye ait kemik enine kesiti.	33
Şekil 16. Cımbırtlık lokalitesi bireyleri yaş-SVL ilişkisine ait regresyon grafiği.....	34
Şekil 17. Hıdırnebi (Trabzon) popülasyonunda 4 yaşındaki erkek bireye ait kemik enine kesit	34
Şekil 18. Hıdırnebi lokalitesi bireyleri yaş-SVL ilişkisine ait regresyon grafiği	35
Şekil 19. Çat lokalitesi 5 yaşındaki erkek bireye ait parmak kesiti.	36
Şekil 20. Çat lokalitesi bireyleri yaş-SVL ilişkisine ait regresyon grafiği	36

Şekil 21. Karagöl lokalitesi 5 yaşındaki erkek bireye ait parmak kesiti.....	37
Şekil 22. Karagöl lokalitesi biraylari yaş-SVL ilişkisine ait regresyon grafiği.....	38



GİRİŞ

Parsley kurbağası (*Pelodytes*) Pelodytidae familyasının tek cinsini oluşturur. *Pelodytes* yayılımı Batı Avrasya ile sınırlı 5 tür (*P. atlanticus*, *P. caucasicus*, *P. hespericus*, *P. ibericus* ve *P. punctatus*) içeren Palearktik bir gruptur. Bu grubun üyelerinde dördü (*P. atlanticus*, *P. hespericus*, *P. ibericus* ve *P. punctatus*) Batı Avrupa'da yayılım gösterir. Bir tanesi ise (*Pelodytes caucasicus*) Kafkaslara endemik bir türdür.

P. caucasicus türünün habitat alanını Kafkas orman kuşağı oluşturur. Bu tür Türkiye, Gürcistan, Abhazya, Güney Osetya, Azerbaycan, ve Rusya'nın 6 bölgesinde (226 lokalite) yaşamaktadır. Kafkas kurbağası, Gürcistan, Güney Osetya, Azerbaycan ve Rusya Federasyonu Kırmızı veri kitabında korunması gereken tür olarak listelenmiştir.

Amfibiler populasyon azalmalarının anlaşılmasında ve etkili koruma stratejilerinin ayarlanmasında populasyon dinamiklerinin ve yaşam tarihi özelliklerini bilinmesi kilit faktördür. Yaş yapısı verisi spesifik populasyon dinamiği ve yaşam tarihi özelliği ile ilgili araştırmacılara fikir verir. Yaş tayini için en çok tercih edilen metodlardan biri olan "İskelet Kronolojisi" yıllık büyüme halkalarının sayımına dayanmaktadır.

Kafkaslar da farklı bir çok bölgede yayılım gösteren *P. caucasicus* türüne ait literatürde karşılaştırmalı bir yaş tayini çalışması maalesef bulunmamaktadır. Bu çalışma ile Türkiye'den dört farklı lokaliteden (Karagöl; Artvin, Çat; Rize, Hıdırnebi; Trabzon ve Cımbırtlık, Giresun) toplam 66 Kafkas kurbağasının yaş yapısı ortaya çıkarılarak, farklı habitatlardaki bireylerin ömür uzunlukları ve yaş yapısı hakkında bilgi sağlanmış olacaktır. Ayrıca farklı morfolojik karakterler bakımından incelenen populasyonların bu karakterler bakımından farklılıkları ve populasyon ayırımında etkili morfolojik karakterler ortaya çıkarılarak literature katkı sağlanacaktır.

Çalışmanın sonuçlarına göre etkin koruma planlarının ortaya çıkarılması gereken lokaliteler belirlenecek ve buna göre bu planların oluşturulması için veri sağlanmış olacaktır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Amfibilerin Genel Özellikleri

Amfibi popülasyonları global ve ulusal düzeyde genel bir azalma ile karşı karşıyadır. Bu bağlamda özellikle popülasyonları tehlike altında olan amfibi türlerinde nüfusa ait (demografik) parametrelerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi önem taşır. Amfibilerde yaş yapısı birçok ekolojik ve fizyolojik parametrenin etkisi altındadır. Bu yüzden ayrıntılı popülasyon yapılarını çalışırken yaş yapısı ve onunla ilgili diğer parametrelerin ortaya çıkarılması gereklidir.

Amfibiler, nemli ve pulsuz deriye sahip tetrapodlardır. Bu grup üç farklı soy içerir. Bunlar anuralar (kuyruksuz kurbağalar), urodelalar (semenderler) ve gimnofiyonlar (sösilyanlar veya üyesiz amfibiler) şeklindedir. Çoğu amfibi iyi gelişmiş dört adet üyeye sahip iken birkaç semender türü ve sösilyanların tamamı üyesizdir. Mevcut amfibi türlerinin yaklaşık 7495 kadarını, yani %88'ini anuralar oluşturur. Anuralar geniş bir coğrafi dağılım gösterir ve Antarktika dışında tüm kıtalarda görülür (Shi, 2000). Kuyruksuz kurbağaların karakteristik olarak boyun kısmı yoktur. Erginler kuyruksuzdur ve etkili bir zıplama yeteneğine sahip uzun arka üyeleri vardır. Üreme şekli açısından da çeşitliliğe sahiptirler. Genelde dış döllenme vardır. Kuyruksuz kurbağalarda yumurtalar ve larvalar suculken birçok türün ergini karasaldır (Özeti ve Yılmaz, 1994; Demirsoy, 1998; Shi., 2000).

1.2. Anuraların Genel Özellikleri

Zıplama için özelleşmiş vücut, anuraların en göze çarpan iskelet özelliğidir. Arka ayakları ve kasları bir manivela sistemi oluşturur ve bu da anuraları havaya sıçratır. Uzunlamasına arka üyeler, tibia ve fibulanın kaynaşması gibi çok sayıda morfolojik özelleşmeler bu karakter tipi ile ilişkilidir. İliyum uzunlamasınadır ve anteriora kadar ulaşır. Posterior omurga urositil denen bir çubuğa kaynaşmıştır. Pelvis ve urostil posterior gövdenin yarısını hareketsiz kılar. Vertebral kolon 5-9 presakral omurdan oluşmuştur. Bu omurlar zigapofizler (omurun eklem çıkıntısı) tarafından kuvvetli şekilde bastırılır ve bu şekilde yana bükülmeleri kısıtlar. Güçlü ön ayaklar ve esnek pektoral kemer iniş etkisini azaltır. Gözler büyük ve binoküler görüş sağlamak için başın ön kısmına yerleşmiştir. Hareket sistemindeki özelleşmeler çok farklı anur türlerini ayırt etmede kullanılabilir. Hareket anında kasları hızlıca kasılır ve diğer hayvanlardaki kaslardan daha fazla güç üretir. Ayrıca, kas kasılmasının hücre içi

fizyolojik süreçleri çoğu omurgalıların kaslarında olduğu gibi, kasılma boyunca azalması yerine maksimum düzeyde devam etmektedir. Yarı sucul kurbağalar kısmen aerodinamiktir ve perdeli ayaklara sahiptir (Özeti ve Yılmaz, 1994; Demirsoy, 1996; Demirsoy, 1998; Shi, 2000).

Amfibi türlerinin çoğu yumurtlar. Yumurtalar karaya veya suya bırakılmış olabilir ve bırakılan yumurtalardan sucul larvalar veya karasal yetişkinlerin yavru bireyleri çıkabilir. Bazı kurbağa türlerinin yetişkinleri, yumurtaları vücut yüzeylerinde taşır. Diğerleri yumurtalarını sırt tarafındaki veya yan tarafındaki derideki ceplerde, ses keselerinde ve hatta midede bile taşırlar. Bazı türlerde dişiler yumurtalarını yumurta kanalında tutarlar ve metamorfoz geçirmiş genç bireyleri doğururlar. Amfibilerin çoğunda larvaları veya yumurtalarına yönelik ebeveyn bakımı yoktur. Fakat bazı türlerde bir ebeveyn yumurtalarıyla ve bazen yavrularıyla kalır veya yavrularını yuvadan suya taşır. Popülasyon büyüklüğündeki yıllık dalgalanmalar popülasyon ekoloji çalışmalarını olumsuz etkiler.

1.3. Anuralarda Üreme

Anurların çoğunda dış döllenme vardır; erkek dişiye pektoral bölgesinden (aksillar amplexus) ve pelvik bölgesinden (inguinal amplexus) kucaklamak için ön ayaklarını kullanır. Kucaklaşma (ampleksus) dişi yumurtlamadan önce gerçekleşir günler veya saatler sürebilir. Bazı anurlar predatörlerden ve rekabetçilerden uzak üreme alanları bularak ya da inşa ederek her iki problemde de kaçınırlar. Anurlar büyük yumurtalarını karasal ortama bırakırlar ve bu yumurtalardan doğrudan küçük kurbağalar gelişir. Birçok kurbağa türünün yetişkin bireyleri yumurtalarını korurlar (Pough vd., 2014). İki yaşamlıların yumurtaları bir veya daha fazla sayıdaki jelatin kılıflarla kuşatılmıştır. Bu kılıflar sayesinde yumurtalar çarpmalara, kurumaya ve düşmanların yemesine karşı korunmuş olur. Yumurta kümesi ve jelatin kılıfları her tür için özel bir yapı ve şekil gösterir. Türkiye’de yaşayan anuralardan yalnız *Bombina* cinsinde yumurtalar tek tek veya birkaçı bir arada bırakılır. Diğer cinsler ise yumurtalarını kümeler halinde yumurtlarlar. Sucul semenderlerden bazıları yumurtalarını küçük kümeler halinde, bazıları ise tek tek olarak bırakırlar. Kara semenderlerinin yumurtaları da genellikle bazı bitki veya diğer cisimler üzerine bir sap vasıtasıyla yapıştırılır. Amfibiler bir defada 1-32000 yumurta yapabilirler. Kara semenderleri genellikle bir defada 30 kadar yumurta bırakırlar (Kuru, 2011).

1.4. Amfibileri Tehdit Eden Faktörler

Amfibilerin azalma nedenlerini araştırmak için Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN), Türlerin Kurtuluşu Komisyonu, Azalan Amfibi Popülasyonları Çalışma Grubu tarafından ulusal bir girişim başlatıldı. 1998’de Washington DC’de yapılan toplantıda herpetoloji ve popülasyon biyolojisinden toksikolojiye, bulaşıcı hastalıklara, iklim değişikliğine ve bilim politikasına kadar farklı uzmanlık alanlarından araştırmacılar bir araya geldi. Bu toplantı neticesinde son 15 yıl içerisinde, küresel dağılışı gösteren coğrafik bölgelerde, popülasyon sayısı ve yoğunluğunda olağandışı ve önemli azalışlar olduğu sonucuna varıldı. Hızlı düşüşlerin 1950’li ve 1960’lı yıllarda ortaya çıktığı ve halen devam etmekte olduğu belirlendi (Pough vd., 2014). Habitat kaybı amfibilerin azalmasının en önemli faktörlerinden birisidir. Amfibilerin yaşam alanlarında yapılan inşaatlar, yol yapım çalışmaları, tarım arazilerinin böcek ilaçları ve çeşitli suni gübrelerle kirlenmesi ve ağaç kesim faaliyetleri hemen hemen eşit yıkıcılığa sahiptir. Çünkü kurbağa ve semenderlerin yaşamlarını devam ettirdikleri mikrohabitatlar, ormanlık alanların nemli ve serin bölgeleridir. Orman örtüsü ortadan kalktığı zaman gün ışığı orman tabanına direkt ulaşır ve böylece amfibiler için çok sıcak ve kurak şartlar oluşur. Ormanlık alanların tarımsal alan amaçlı açılması ile de bu alanların derelerden koparılması, derelerde üreyen kurbağaların üreme alanlarına ulaşmasına engel olur. Ayrıca iki salgın hastalık olan ranavirus hastalığı ve kitridiomikozis, amfibi popülasyonlarını yok etmekte ve habitat kaybına neden olmaktadır. Sonuç olarak tüm dünyada amfibi popülasyonlarının yaklaşık %40’ının azalması endişe verici bir durumdur (Pough vd., 2014).

1.5. *Pelodytes caucasicus* (Boulenger, 1896)

Pelodytidae ailesi dünya üzerinde Batı Avrupa ile Batı Asya arasında dağılım gösteren tek cins ve 5 tür (*P. atlanticus*, *P. caucasicus*, *P. ibericus*, *P. hespericus* ve *P. punctatus*) ile temsil edilmektedir (Pough vd., 2014; Vitt ve Caldwell, 2013).

Pelodytes cinsi, bir Kafkasya endemiği (*P. caucasicus*) ile İber Yarımadası ve Fransa’ya dağılmış dört kriptik aday tür içerir. Bu türlerden *P. hespericus*’un kilometreler boyunca *P. punctatus* ile karışmış popülasyonlara sahip olduğu için bu iki türün türdeş olduğu iddia edilmiştir (Dufresnes vd., 2020).

P. caucasicus türünün genel özellikleri sıralanacak olursa; gözbebeği dikey veya yuvarlaktır. Dil yuvarlağımsı, arka tarafı serbest ve hafif girintilidir. Kulak zarı az veya çok bariz deri ile örtülüdür. Arka ayak parmakları arasındaki zar çok az gelişmiştir. Omurgalar parçalı tiptedir. Sakral diapofizleri çok geniştir. Sternumun sapı kemiklidir. Erkeklerde boğaz kısmında (deri altında) ses kesesi bulunur. Her dişi sezon boyunca bir kez ürer. Erkekler genellikle günü su kütlesinin yakınında (ağaç köklerinin altında, kıyıdaki deliklerde vb.) geçirir ve geceleri üreme havuzlarına dönerler. Erkekler dişilerden önce gelir ve gecenin ilk yarısında ses çıkarırlar. Kurbağa yumurtaları küçük mukoza keseleri şeklinde (80-750) yumurta içerir. Kurbağa yavruları 2-3 ay sonra başkalaşım geçirebilir. Larvalar kışı geçirir ve genellikle (Mayıs-Haziran) arasında metamorfozlarını tamamlar. Bazen iribaşlar ikinci kez kış uykusuna yatar. Eşeyssel olgunluk 2-3 yaşında veya daha sonra elde edilir. Bu türde maksimum ömür 9 yıl olarak tahmin edilmektedir. Bu tür çiftleşmek ve avlanmak için geceleri çıkarlar. Bu türün bireyleri birbirinden bağımsız sucul alanlarda yayılış gösterir (URL-1).

1.6. Morfolojik Karakterler

Vomer dişleri, enine ve aşağı doğru eğri iki sıra halindedir; iç burun delikleri arasında bulunur veya bunların arka kenarını biraz geçerler. Kulak zarı ekseriyetle belli, fakat küçüktür. Arka bacaklar oldukça ince yapılı ve uzundur (öne uzatıldıklarında) tibio-tarsal eklem en az burun hizasına erişir. Genel olarak kurbağa türlerinde iyi gelişmiş olan yüzme zarı, bunlarda ancak parmakların kaide tarafında ve kenarlarında görülür. İç metatarsal tüberkül çok küçüktür (birinci parmağın kaide tarafında yuvarlak bir çıkıntı halindedir). Ekseri yazarlar bu türde göz bebeklerinin dikey olduğunu ifade ederse de bunların gündüz ışığında da (daraldıkları zaman) hemen hemen yuvarlak olduğu gözlemlenmiştir. Sırt tarafın derisinde (özellikle erkeklerde) çeşitli büyüklükte küçük ve delikli siğiller bulunur. Bunların büyüyecek olanları uzunlamasına az veya çok dalgalı seriler halinde dizilmişlerdir. Vücudun alt tarafındaki deri düzdür. Yalnız kalça kısımları ve arka bacakların ön bölgeleri hafif granüllüdür. Erkekleri dişilerden ayırt eden başlıca farklar şunlardır: İç ses kesesinin bulunması, ön bacakların daha uzunca ve daha kuvvetli olması, arka ayaklardaki perdenin (parmakların kenarında bulunan deri kıvrıntısının) biraz daha gelişmiş olması ve üreme mevsiminde özellikle vücudun alt tarafında siyah renkte kabarcıkları

meydana gelmesidir. Siyah kabarcıklar çok daha küçük olarak sırt taraftaki siğiller üzerinde de bulunabilir (Özeti ve Yılmaz, 1994).

1.7. Ekolojik-Biyolojik Özellikler

Gölgelik, nemli ve suya yakın yerlerde yaşar. Gündüzleri taş altında saklanır, geceleri faaldir. Üreme, bütün yaz mevsimi boyunca devam eder. Dişiler yumurtalarını yalnız küçük ve durgun su kitlelerine değil küçük derelere de bırakır. Yumurta kümesi silindir şeklindedir ve su bitkileri sarılır. Larvaların total uzunluğu 50 mm kadar olabilir (Özeti ve Yılmaz, 1994). Steiner (1968)'in Türkiye'de yaptığı gözlemler de yukarıdakilere uymaktadır. Adı geçen türe Türkiye'de 450-1200 m yükseklikte rastlanmıştır. Yalnız yumurta kümesi, şerit halinde değil, fındık büyüklüğünde küçük kitle halinde görülmüştür. Yumurta bırakma şekli, Batı Avrupa'da yaşayan *P. punctatus* türünün davranış türü ile karşılaştırılırsa şu sonuca varmak mümkündür: İki oviduct'tan gelen yumurtalar kloak'da birleştikten sonra uzunca bir kordon şeklinde bırakılır ve bir su bitkisine sarılır veya daha küçük ve yuvarlak kümeler halinde suya bırakılır. Bu küre şeklindeki kümeler az çok *Hyla arborea*'nın yumurta kümesine benzer, yalnız *P. punctatus*'ta yumurtalar daha koyu renklidir (*Hyla arborea*'da ise yumurtalar sarımsı beyaz olup, üst kutupları gri veya soluk kahverengidir). Üreme zamanında erkek ön bacakları ile dişiye kalça bölgesinden kavrar. Suda iken erkek koak şeklinde ses çıkarır. Dişi buna ko-ko şeklinde cevap verir. Erkeğin başka zamanda çıkardığı ses krek-krek şeklinde daha hafif bir sestir. Yumurtanın çapı (jelatinimsi kılıf ile birlikte) 2.5-3 mm'dir. *Bufo*'larda görülen ve bütün şeridi muhafaza eden dış zar bu cinste bulunmaz. Rengi siyahımsı olan ovumun çapı 1.5-2 mm olup, alt kutbu beyazdır. Dişi tarafından 1000-1600 yumurta bırakır ve embriyo oldukça erken safhada jelatinli kılıfı terk eder (bu sırada henüz kuyruğu ve solungaçları yoktur) (Özeti ve Yılmaz, 1994). Larvalarda spirakulum vücudun sol tarafında olup geriye ve yukarıya dönüktür. Bu delik vücudun her iki ucundan ayrı uzaklıkta olup üst ve alt taraftan görülür. Anüs median hat üzerindedir. Kuyruğun üst yüzgeci konveks olup, spirakulum hizasına kadar uzanır (Özeti ve Yılmaz, 1994).

1.8. Coğrafi Dağılışı ve Türkiye'de Bulunduğu Yerler

Batı Kafkasya, Kuzey Azerbaycan, Dağlık Karabağ ve Tiflis'in güneyinden itibaren Gürcistan bölgesi ve Anadolu'nun Doğu Karadeniz bölgesine kadar olan

yaşam sınırı Kafkas dağları boyunca 10-30 km genişlikte, 750 km uzunlukta dar bir hat biçimindedir. Göllerin kıyısında, temiz durgun ya da yavaş veya hızlı akan akarsuların kenarlarında ve bazen sudan 200-300 m uzakta bulunurlar. 2300 m yüksekliklere kadar bulunurlar. Kafkas kurbağaları psikrofilik yani soğukta yaşayan canlılardır. Gölge, nemli ve serin ortamları tercih ederler. *P. caucasicus*, hem geniş yapraklı hem de iğne yapraklı ağaçlardan oluşan dağ ormanlarında ve alt alpin kuşağında yaşarlar (Özeti ve Yılmaz, 1994; Kuzmin, 1999; Tarkhnishvili Gokhelashvili, 1999).

1.9. Literatür Özeti

Kafkas coğrafyasına endemik *P. caucasicus* (Kafkas kurbağası) türü Rusya, Gürcistan, Azerbaycan ve ülkemizde Doğu Karadeniz’de yayılım göstermektedir (Boulenger, 1896) (Şekil 1). IUCN’in Kırmızı listesine göre “Tehdite Açık (NT)” olarak kategorize edilmiştir (Kaya vd. 2009). Ayrıca Bern sözleşmesinde; Rusya, Gürcistan, Güney Osetya, Azerbaycan, Adigeya Cumhuriyeti, Karaçay-Çerkezya, Kabardey-Balkarya, Kuzey Osetya, Çeçenistan, Krasnodor Krayı kırmızı veri kitaplarında da koruma statüsünde yer almaktadır (Kacharava, 1982; Udovkin ve Lipkovich, 1999; Dzuev ve Ivanov, 2000; Kuzmin, 2000; Lotiev, 2007; Tuniyev ve Tuniyev, 2012, 2017; Doronin, 2013; Lotiev ve Tuniyev, 2017).



Şekil 1. IUCN’in kırmızı listesi veri tabanına göre *P. caucasicus*'un dağılım alanı

P. caucasicus'un ülkemizde dağılım gösteren popülasyonlarının ekolojisi, üreme biyolojisi, yaş yapısı, helmint paraziti, hematolojisi, morfolojisi ve serolojisi çalışılmıştır (Steiner 1968; Franzen, 1999; Arıkan vd., 2003; Tosunoğlu ve Taşkavak, 2004; Erişmiş vd., 2009; Yıldırımhan vd., 2009). Golubev (1980) ormanlardaki aşırı ağaç kesiminin *P. caucasicus* türü için azalmaya sebep olduğunu bildirmiştir. Tuniyev (1990) Kafkaslarda Kolhis olarak tanımlanan bölgede *P. caucasicus* türünün ormanlık

alan dışında yaşamadığını bildirmiştir. Tarknishvili ve Theismeier (1994) *P. caucasicus* türünün Gürcistan'daki habitatlarından ve ekolojilerinden bahsetmiştir. Tarknishvili (1996) bu tür için biyocoğrafik tanımlamalar ve karşılaştırmalar yapmıştır. Franzen (1999) Türkiye'de bu türün dağılım alanının 14 lokaliteyi kapsadığını bildirmiştir. Ayrıca araştırmacı dağılım sınırı içerisinde bahsi geçen Kars ilinin doğrulanması gerektiğini bildirmiştir. Türkiye'de yaşayan bireylerin üreme dönemlerinin Temmuz-Eylül aylarını kapsadığı belirtilmiştir. Ostrovskikh (2011), Krasnodar amfibilerinin görülme sıklığı üzerinde yaptığı çalışmada *P. caucasicus* türünün nadir gözleendiğinden bahsetmiştir. Dinets (2015), *P. caucasicus* türünün bölgesel bir tür olduğunu, parçalı dağılım gösterdiğini ve tür ile alakalı çalışılması gereken pek çok başlık bulunduğunu belirtmiştir. Ülkemizdeki yaşam alanlarında meydana gelen orman yıkımlarının tür için tehdit edici bir faktör olduğu belirtilmiştir (İğci vd., 2013). Literatürde türün koruma stratejisi olarak popülasyon yapılarının yeniden tanımlanması ve tür ile alakalı daha fazla bilimsel çalışmanın yapılması önerilmiştir (Zazanashvili ve Mallon, 2009). *P. caucasicus* türüne ait literatürde 2 adet yaş tayini çalışması mevcuttur. Bu yaş tayini çalışmalarının ikisi de iskelet kronolojisi yöntemine dayanmaktadır. Ayrıca her iki çalışmada da tek popülasyondan örnekleme yapılmıştır. Erişmiş vd. (2009) Uzungöl (Trabzon)'deki *P. caucasicus* popülasyonunun yaş yapısını ve bazı demografik parametrelerini ortaya çıkarmıştır. Söğüt (2013) ise, yüksek lisans tez çalışması olarak Hıdırnebi (Trabzon)'deki bireylerin yaş yapısını ve bazı morfometrik karakterlerini çalışmıştır. Bu tez çalışmasından başka herhangi bir yayın bulunmamaktadır. Literatür özetinden de anlaşılacağı üzere *P. caucasicus* türüne ait yapılan yaş tayini çalışmaları tek bir lokaliteyi (Trabzon) kapsamaktadır. Ayrıca iki çalışma da tek bir popülasyonda yapılmıştır. Karşılaştırmalı analizleri içermemektedir.

Bir tür grubunun koruma statüsünün belirlenebilmesi için dağılım gösteren bütün popülasyonlarının eğilimlerini belirlemek önemlidir. Bu verilerin sağlanması, popülasyon istikrarsızlığının nedenlerini anlamak ve doğal ortamlarında popülasyonların uygun yönetim ve koruma planlarını geliştirmek için yararlı olabilecek bireysel yaş ve popülasyon yaş yapısı bilgisini gerektirir (Driscoll, 1999). Bireylerin yaş tayini için elde edilen veriler, onların içerisinde bulundukları ekolojiyi anlamak ve nüfus için yaşam tabloları oluşturmak için de önemlidir (Gerber ve Heppell, 2004). Hayatta kalma eğrisi, ortalama yaşam süresi, yaşa özgü mortalite ve

doğurganlık, doğuştan doğal artış hızı ve net üreme oranı gibi çeşitli yaşam değerleri, farklı yaş sınıflarında bulunan bireylerden toplanan verilere bağlıdır (Gabre vd. 2005). Bireylerin yaşını tahmin etmenin birey feda ettirmeyi gerektirmeyen bir yolu, iskeletteki büyüme izlerinin histolojik analizi olan “İskelet Kronolojisi” metodudur (Oromi vd., 2012). Büyüme oranlarındaki mevsimsel değişimler iskelette tanınabilir izler oluşturduğundan, iskelet kronolojisi özellikle ılıman iklim bölgelerinde yaşayan amfibiler gibi ektotermik omurgalılar için etkilidir (Miaud vd., 1993). Bu yöntem aynı zamanda büyüme oranlarını, eşeyssel olgunluk yaşını, yıllık yaşam döngüsünü tahmin etmek ve çeşitli amfibi türlerinin demografik özelliklerindeki coğrafi farklılıklar hakkında veri sağlamak için kullanılır. Amfibi popülasyonları global ve ulusal düzeyde genel bir azalma ile karşı karşıya olduğundan özellikle popülasyonları tehlike altında olan amfibi türlerinde demografik parametrelerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi önem taşır. Amfibilerde yaş yapısı birçok ekolojik ve fizyolojik parametrenin etkisi altındadır. Bu yüzden ayrıntılı popülasyon yapılarını çalışırken yaş yapısı ve onunla ilgili diğer parametrelerin ortaya çıkarılması gereklidir (Özeti ve Yılmaz, 1994).

Amfibi popülasyonlarının gün geçtikçe azalması (Blaustein ve Wake, 1990; Alfold ve Richards, 1999; Houlahan vd., 2000), türlerin ekolojilerine yönelik araştırmaların hız kazandırılması gerekliliğini de ortaya koymaktadır (Pechmann ve Wilbur, 1994; Meyer vd., 1998; Wake ve Dickie, 1998). Popülasyonların yaş kompozisyonunun tespiti, üreme oranı, ölüm oranı ve gelişim oranının, yaşam döngüsü ve diğer demografik parametrelerin belirlenmesi önemlidir. İnsani aktiviteler sonucu doğal yaşam alanlarının parçalanması ve bozulması amfibi popülasyonları üzerinde yıkıcı etkileri bulunmaktadır (Collins ve Crump, 2009; Hamer ve McDonnell, 2008, 2010; Collins ve Fahrig, 2017). Ülkemizin Doğu Karadeniz bölgesindeki ormanlık alanlarımız artan turizm etkisi ve diğer insan faktörler etkisi ile birçok tahribata uğramıştır. Özellikle sucül habitatların tahribi amfibi popülasyonları üzerinde negatif etkilere sebep olmaktadır. Orman ve su alanların yıkımı doğal yaşam alanlarındaki canlı popülasyonlarını demografik çöküşe ve lokal ortadan kaybolmalara sürüklemektedir (Mckinney, 2002; Löfvenhaf vd., 2002; Viterbi vd., 2013; Zhelev vd., 2017), bu durum özellikle de insani aktivitelere hassas olan türlerde görülmektedir (Rubbo ve Kiesecker, 2005; Hamer ve McDonnell, 2008, 2010).

Bu çalışma ile ülkemizde dağılım gösteren *P. caucasicus* türünün dağılım alanlarındaki 4 farklı popülasyondan (Trabzon, Rize, Giresun ve Artvin) elde edilen bireylerin demografik parametreleri (ömür uzunluğu, eşeyssel olgunluk yaşı vb.) karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı, özellikle farklı popülasyonların yaşam uyumunun tespiti için ilk defa karşılaştırmalı olarak yaş tayini analizi yapmaktır. İskelet kronolojisi yöntemi ile birlikte bireylerin 1) morfolojik yapılarının incelenmesi 2) yaş yapısı 3) beklenen yaşam süresi ve 4) hayatta kalma oranı gibi bilgileri de elde etmek amaçlanmaktadır. Literatürde türün dağılımı, morfolojisi, serolojisi ve tek bir lokaliteden (Trabzon) örnekleme ile yaş tayini çalışması bulunmaktadır.

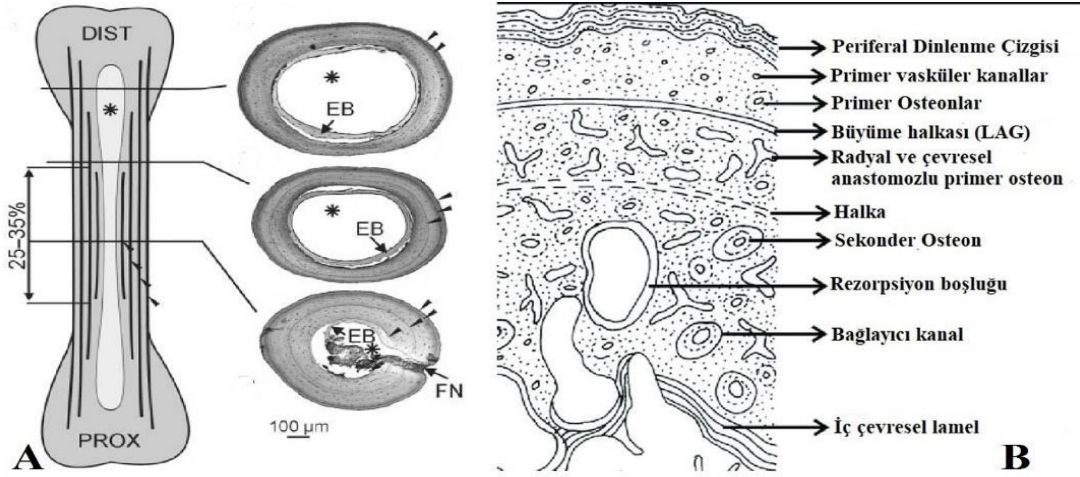
1.10. İskelet Kronolojisi ile Yaş Tayini ve Kemik Yapısı

Ekstremiteler kemikleri gelişimin çok erken safhalarında kemikleşir ve bu nedenle hayvanların büyüme geçmişlerini göstermede önemlidir (Miaud vd., 1993). Ayrıca iskelet sistemi elemanlarının çevresel koşullara büyük ölçüde uyum sağladığı kanıtlanmıştır; biyomekanik kısıtlamalara direnmek buna örnektir (Miaud vd., 1993; Rendu, 2010; Margerie vd., 2005). Mevcut omurgalıların iskelet biyolojisi ve fosil kemiklerinin mikroanatomi, fizyolojisi ve morfolojisi kullanılarak geçmiş fosil taksonlarının, fizyoloji, biyoloji ve yaşam tarzları hakkında bilgi sahibi olunabilir (Germain ve Laurin, 2005; Köhler ve Moyà-Solà, 2009; Voeten vd., 2018). Uzun kemikler tüm uzuv kemiklerinden daha uzun ve daha geniştir. Uzun eksen boyunca ikisi eşleştirilmiş ve üç parçaya bölünmüştür. Ortadaki tek diyafiz iki yanda bir çift metafizle çevrili ve en dışta da kemiğin ucuna kadar uzanan epifizle çevrilidir. Diyafiz kemik shaftını oluşturur ve kemik iliğini çevreleyen eksternal tübüler kortikal kemik ile karakterizedir (Francillon-Vieillot vd., 1990). Metafizler kemiğin uzamasından sorumlu olan büyüme plaklarını içerirler (Nilsson, 2007; Cackowski vd., 2010) ve kırmızı kan hücrelerinin üretildiği trabeküler kemik ile ilişkilidirler (Wilson ve Trumpp, 2006). Uzun kemiklerde kalınlaşma ve uzama olmak üzere iki tür büyüme gerçekleşir. Kemiğin kalınlaşması başlangıçta mevcut kıkırdığın üzerinde ve daha sonra mevcut kortikal kemiğin üzerinde olmak üzere çevresel kemik birikimi ile oluşur (Francillon-Vieillot vd., 1990). Kemiğin uzaması da endokondriyal ossifikasyon adı verilen metafizdeki kıkırdığın kemiğe dönüşme süreciyle gerçekleşir (Mackie vd., 2008; Amizuka vd., 2012). Kemik ossifikasyonu diyafizde başlar (Francillon-Vieillot

vd., 1990; Kronenberg, 2007). Bu bölge bu nedenle en büyük kortikal depolanmayı içerir (Miaud vd., 1993). Bu nedenle kemiğin kalınlaşması diyafizdeki enine kesitler alınarak incelenir (Cubo vd., 2008; Sanchez vd., 2008; Castanet vd., 2010). Diyafizyal histoloji ve mikroanatomi oldukça bilgilendiricidir. İskelet kronolojisi sadece numunenin yaş ve büyüme oranını belirlemek için değil, aynı zamanda hayvanların yaşam tarzının ne yönde olduğunu anlamak için de önemlidir (Laurin vd., 2011). Epifiz ve metafizler aynı kemiğin proksimal ve distal uçları arasında bile farklı morfoloji sergilerler ayrıca kemikleşme sırasında büyük değişime uğrayabilirler (Watanabe ve Matsuoka, 2013). Tüm bu değişkenlik ve çeşitlilik farklı türlerden homolog kemiklerin basit dikey bölümlerinden ayrılmasıyla oluşur. Ek olarak ince seri bölümler ile ayrılan kesitler materyal kaybı ile sonlanır, bölümler arasında deformasyon görülebilir (Sugimura vd., 2014). Tüm bu nedenlerden ötürü uzun kemiklerin incelenmesi geleneksel kesit teknikleri ile zor olduğu için çok fazla ilgi görmemiştir. Uzun kemiklerin orta şafttan uzun eksenlerine uzanan karşılıklı 3 ana parçası vardır. Bunlar diyafiz, epifiz ve metafizler şeklindedir (Francillon-Vieillot vd., 1990). Diafiz uzun bir kemiğin medüller kavite ve korteks tarafından oluşturulan en büyük ve orta bölgesidir. Korteks veya kortikal kemik, kemiğin dış katmanına doğru perikondral ve periostal kemik birikimiyle oluşur (Francillon-Vieillot vd., 1990).

Kortikal kemik, enine kesitlere ayrılarak çalışılır ve LAG (Lines of Arrested Growth) olarak adlandırılan büyüme halkaları görülür (Francillon-Vieillot vd., 1990; Miaud vd., 1993). LAG'lar kemiğin kalınlaşmasını sağlayan bir dizi eş merkezli halkalardan oluşur (Francillon-Vieillot vd., 1990). Büyüme oranındaki dalgalanmalar büyüme markerları olan bölge ve halkaların oluşumunu tamamen durdurmaz. Bu alanlar kemik matriks liflerinin organizasyonu ile ayırt edilir, paralel lifler ve lamellar kemikten yapılan halkalarla dokunur (Miaud vd., 1993). Korteks epifize doğru giderek inceler kemikleşme çentiğinin noktası epifiz ve şaftın arasında sonlanır (Francillon-Vieillot vd., 1990). Kortikal kemik içinde kemik büyümesi sırasında önemli bir rol oynayan bir vasküler kanal ağı uzanır (Francillon-Vieillot vd., 1990). Medüller kavite endokondral ve endosteal kemik dokusuyla dolu olan kemiğin iç alanıdır (Francillon-Vieillot vd., 1990). Kompakt ve spongioz bölümler kemiğin gözenekleridir (Parfitt vd., 1983; Francillon-Vieillot vd., 1990). Kemikli doku gözeneklerden daha fazla hacim kapladığında doku kompakt olarak tanımlanır, gözeneklerin kapladığı hacim kemik dokusunun kapladığı hacmi aşarsa, spongiöz

olarak adlandırılır (Parfitt vd., 1983). Metafizler shaftın her iki ucunda yer alır ve kemik uzamasıyla beraber hematopoezden sorumludurlar (Wilson ve Trumpp, 2006) (Şekil 2).



Şekil 2. A) Rana'da uzun kemiklerde büyüme bölgeleri (Rozenblut ve Ogielska 2005) B) Uzun kemik mikro yapısının çeşitli bileşenlerini gösteren enine kesitin şematik yapısı

Kaynak: (Ray vd. 2009)

1.11. Amfibilerde İskelet Kronolojisi ile Yaş Tayini

Amfibi popülasyonlarının dünya çapında önemli ölçüde azaldığı tespit edildi. Bu türlerin yaş ve büyüme tayini yapılması, popülasyon dinamiklerinin çalışılması ve sonuç olarak bu türlerin korunmaları için temel gerekliliktir (Morrison ve Hero, 2003; Liao ve Lu, 2010). Geçmişte yapılan araştırmalarda anuraların yaşı ve büyümeleri ile ilgili veriler işaretleme ve yeniden yakalama tekniği kullanılarak elde edilir (Shirose vd., 1993; Lehtinen ve İnan, 2009; Fominykh ve Liapkov, 2011). Ancak bu yöntemler özellikle uzun ömürlü türlerde uzun bir zaman ve veri toplama için çok fazla çaba gerektirir ve büyük boyutlu popülasyonlarda yeniden yakalama oranı genellikle çok düşüktür. Alternatif olarak iskelet kronolojisinin amfibilerin yaşlarını değerlendirmek için güvenilir bir teknik olduğu kanıtlanmıştır (Zhang vd., 2013; Guarino vd., 2019; Erismiş, 2018; Phadmacanty ve Kurniati, 2019). Bu teknik hayvanların ölmesini gerektirmez ve araştırmacıların popülasyonların demografik parametreler olan yaş, büyüme oranı, yaşam ömrü hakkında nispeten kısa sürede bilgi toplamalarını sağlar. İskelet kronolojisinin kullanımı ılıman iklimlerdeki çeşitli anura türlerinde daha

yaygındır (Matthews ve Miaud, 2007; Kyriakopoulou-Sklavounou vd., 2008; López vd., 2017).

Bir popülasyonun doğal ortamındaki yapısını anlamak ve tehdit altındaki türlerin yönetimi ve korunmasına yönelik stratejileri uygulamak için, üreme olgunluğuna ulaşma yaşı ve bireylerin uzun ömürlülüğü hakkında doğru bilgiye sahip olmak çok önemlidir (Avens vd., 2017). Bu, henüz çalışılmamış veya farklı biyoloji alanlarında model organizmalar olarak kabul edilebilecek türler için özellikle önemlidir (Blackburn ve Moreau, 2006; Rudders vd., 2010; Mezzasalma vd., 2016, 2017; Zaqueo vd., 2017). İskelet kronolojisi deniz kaplumbağalarının, diğer omurgalıların, amfibilerin ve sürüngenlerin yaş tayini ve büyüme oranlarını belirlemede en güvenilir dolaylı yöntemlerden biridir (Castanet, 1994; Guarino vd., 2019, Avens ve Snover, 2013; Sinsch, 2015; Avens vd, 2017). İskelet kronolojisi bireyin yaşam döngüsü boyunca yaş halkalarının sayımı, mineralli dokularında oluşan büyüme artışının belirlenmesine ve yorumlanmasına dayalı bir yöntemdir (Castanet ve Smirina, 1990; Miaud vd., 1993; Guarino ve Andreone, 2003). İskelet kronolojisi ile ilgili çalışmalarda iskelet dokularındaki LAG olarak da bilinen yaş halkaları, yıllık büyüme sıralarını sayarak omurgalıların bireysel, kronolojik yaşlarını belirlemek için kullanılan bir tekniktir. Yıllık kemik büyümesi örneklerinde geniş ve dar çizgiler vardır (Miaud vd., 1993).

Yıllık LAG birikimi çevresel işaretlerle senkronize edilen endojen fizyolojik ritimlerle sağlanır (Simmons ve Zuk, 1992; Miaud vd., 1993). Ardışık LAG sayısı sayesinde bireylerin yaşını ve büyüme oranlarını dolaylı olarak tahmin etmek mümkündür (Castanet ve Smirina, 1990). İskelet kronolojisi hem yaşayan hem de soyu tükenmiş tetrapodların yaş tayinini yapmak için yaygın kullanılan bir yöntemdir. Döngüsel büyüme işaretleri LAG'lar önemli ölçüde geçici olarak büyümenin yavaşladığı yıllık periyotta oluşur (Miaud vd., 1993; Woodward vd., 2013).

Büyümenin durması veya yavaşlaması çevresel stres faktörleri ışık, sıcaklık ve periyodik hormonal değişikliklerden etkilenir (Francillon-Vieillot vd., 1990; Köhler vd., 2012; Woodward vd., 2013). Bunlara ek olarak LAG'ların sayısı yaş tayini için,

LAG'lar arasındaki mesafeler ise bireyin yaşam öyküsü özelliklerini belirlemede yardımcı olur; büyümenin bir karakteri gibi, geniş aralıklı LAG'lar hızlı büyümeyi gösterirken, dar sıralanmış LAG'lar yavaş büyümeyi gösterir. Farklı ontogenik durumlar sırasında üreme olgunluğuna ulaşma zamanı, (osteohistolojik

olarak tetrapodların üreme olgunluğuna erişmelerinin temel göstergesi LAG'lar arasındaki mesafenin önemli ölçüde azalmasıdır) belirlenir. Aynı zamanda iskelet olgunluğuna ulaşma zamanı; Eksternal Fundamental Sistem: EFS olarak adlandırılan osteohistolojik olarak en dıştaki LAG'ların birkaçının oluşumuyla ilgilidir ve diğer başka paleobiyolojik yönler araştırılır (Miaud vd. 1993; Woodward vd., 2013). Nesli tükenmekte olan türlerin başarılı bir şekilde korunması ve yönetimi türlerin demografisini belirlememize ve yaşam öyküleri hakkındaki bilgilerimize bağlıdır.

1.12. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, farklı popülasyonlardaki *P. caucasicus* bireylerinin demografik parametrelerinin, morfolojik karakterlerinin ve yaş yapılarının incelenip literatürdeki boşlukların doldurulması amaçlanmıştır. Bu amaçla, *P. caucasicus* türüne ait Karagöl (Artvin), Çat (Rize), Hıdırnebi (Trabzon) ve Cımbırtlık (Giresun) lokalitelerinden toplam 66 birey (6 dişi, 60 erkek) farklı morfolojik parametreler (SVL, HL, HW, NL, TL ve FL) ve yaş yapısı bakımından karşılaştırmalı incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda literatür verileri çalışma verileri arasındaki benzerlikler ve farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Farklı lokalitelerde yaşam uyumunun tespiti için ilk defa karşılaştırmalı olarak yaş tayini analizi yapılmıştır. Bu amaçla iskelet kronoloji yöntemi kullanılmıştır.

İskelet kronolojisi yöntemi ile birlikte bireylerin

1) Ömür uzunluğu

2) Yaş yapısı incelenmiş ve ülkemizdeki tüm popülasyonlara ait yaş yapısı hakkında ilk defa veri sunulmuştur.

2.YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Bu çalışmada *P. caucasicus* (Boulenger, 1896) (Kafkas kurbağası) türüne ait 4 farklı lokaliteden (Cımbırtlık; Giresun, Hıdırnebi; Trabzon, Çat; Rize ve Karagöl, Artvin) toplanan 66 birey (♂♂: 6; ♀♀: 60) kullanılmıştır.

2.2. Türün Kısa Tanıtımı

Vücut boyu 5.5 cm kadar ince yapılı bir kurbağa türüdür. Göz bebeği yuvarlağa yakın dikeydir. Sırt derisinde değişik büyüklükte ve delikli siğiller bulunur. Düz olan alt derinin yalnız kalça kısımları hafif granüllüdür. Erkeklerde iç ses kesesi vardır, yüzme zarı parmak dipleriyle kenarlarda görülür. Erkek bireyleri dişilerden ayıran en önemli özellik üreme döneminde vücudun alt tarafında siyah renkte kabarcıklar meydana gelmesidir (Şekil 3 A-B). Sırt tarafı gri veya kahverengi olup dallanmış gibi görülen siyahımsı lekelerden oluşur. Alt taraf genellikle beyazımsıdır (Baran vd., 2012) (Şekil 3).



Şekil 3. *P. caucasicus* türüne ait erkek (A) ve dişi (B) bireylerin alt taraftan görünüşleri. (Foto T. ERGÜL KALAYCI)

2.3. Türün Sistematikteki Yeri

Regnum: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclassis: Tetrapoda

Classis: Amphibia

Ordo: Anura

Familia: Pelodytidae

Genus: *Pelodytes*

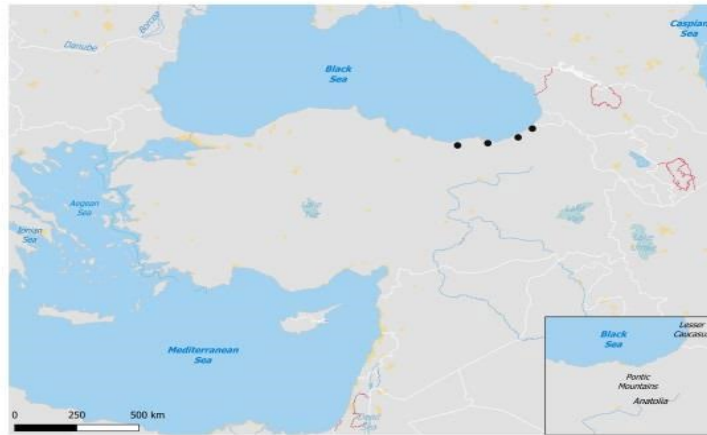
Species: *Pelodytes caucasicus* (Kafkas Kurbağası)

2.4. Coğrafi Dağılışı

Batı Kafkasya, Kuzey Azerbaycan, Dağlık Karabağ ve Tiflis'in güneyinden itibaren Gürcistan bölgesi ve Anadolu'nun Doğu Karadeniz bölgesine kadar olan dar bir sahada yayılımı gösterir.

2.5. Çalışma Alanları

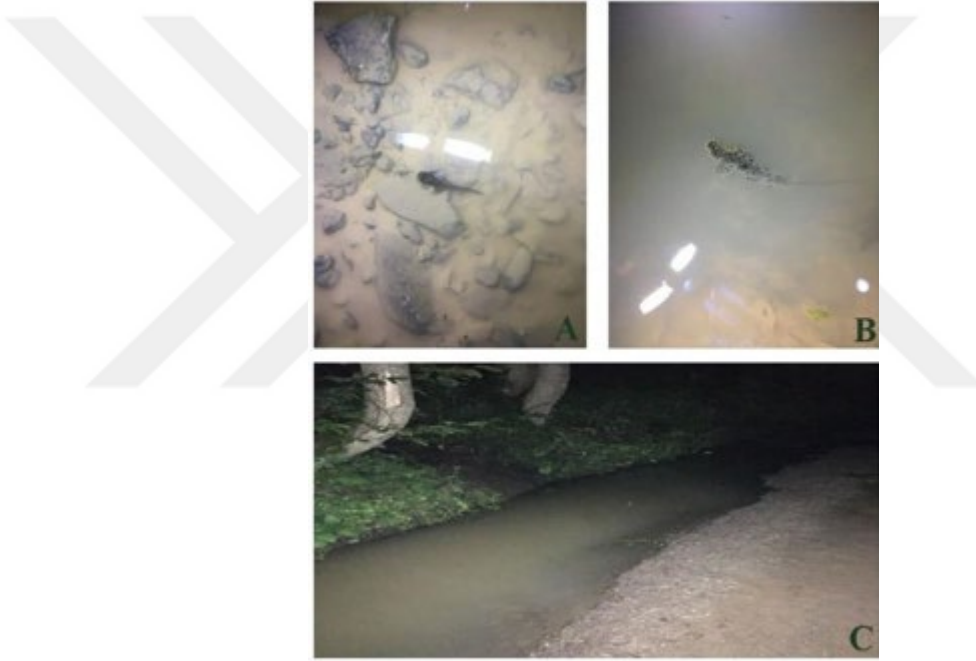
Bu çalışmada kullanılan örnekler *P. caucasicus*'un Türkiye'deki yayılım alanlarından Temmuz-Ağustos dönemlerinde farklı lokalitelerde yapılan arazi gezilerinde elle toplanarak elde edilmiştir. Bu lokaliteler; Giresun/Dereli Cımbırtlık yaylası, Trabzon/Hıdırnebi yaylası, Rize/Çamlıhemşin Çat yayları ve Artvin/Borçka Karagöl lokaliteleridir (Şekil 4).



Şekil 4. Örnekleme yapılan alanlar

2.5.1. Karagöl/Artvin

Karagöl Artvin Borçka ilçesinde bir doğal göl olup deniz seviyesinden 1482m. yüksekliktedir. Örnekler göl çevresindeki su birikintilerinden 27-29/07/2020 tarihleri arasında elde edilmiştir. Yıllık ortalama toplam yağış Artvin’de 718,4 mm iken Borçka’da 1268,2 mm ye yükselmektedir. Borçka’da en fazla yağış Kasım (196,4 mm) ve Ocak (189,8 mm) aylarında, en düşük yağış ise Temmuz (43,226 mm) ayında alınmaktadır. Göl çevresinde karışık orman toplulukları oldukça kapalı bir örtü oluşturmaktadır ve iğne ve yayvan yapraklı ağaçlar mevcuttur (Kopar vd 2008). Etrafında kamp ve piknik faaliyetleri yapılmaktadır. Saha başta eko-turizm olmak üzere çeşitli turizm etkinlikleri için önemli bir potansiyele sahiptir. (Şekil 5).



Şekil 5. A) Karagöl lokalitesinde juvenil birey B) Yumurta kümesi C) Karagöl örneklerinin toplandığı alan (Foto T. ERGÜL KALAYCI)

2.5.2. Çat Köyü/ Çamlıhemşin-Rize

Çat köyü Rize’nin Çamlıhemşin ilçesi sınırlarında olup 1311 m. rakıma sahiptir. Bungalovların yerleşim alanlarının yakınına kurulması ve artan turizm faaliyetleri sonucu oluşan araç trafiği nedeniyle türün yaşam alanı olan yol kenarındaki geçici su havuzlarının tehdit altında olduğu gözlemlenmiştir. *P. caucasicus* ile aynı ortamı paylaşan *Mertensiella caucasia* türünün simpatrik yaşadığı görülmüştür.

Örnekler orman bitimindeki yol kenarlarında oluşan çamurlu su birikintilerinden 1819/07/2020 tarihleri arasında toplanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. A) ve B) Örneklerin toplandığı alan C) *P. caucasicus* türüne ait Çat lokalitesinden yumurta kümesi (Foto T. ERGÜL KALAYCI)

2.5.3.Cımbırtlık yaylası/Dereli-Giresun

Cımbırtlık yaylası Giresun Dereli ilçe sınırlarında bulunan 1259 m rakıma sahip bir yayladır. Cımbırtlık mevkiinde orman işletme şefliğinin odun deposunun orman içinden kümbet yaylasına bir yolu bulunmaktadır. Bu yolun ikincisinin de tekrar yapılması planlanmıştır. Türün bu bölgede parçalı popülasyon şeklinde dağılım gösterdiği görülmüştür. Kaçak kesimler ve yol yapım çalışmaları nedeniyle doğal yaşam tahrip edildiği için endemik tür sayısında azalmaların olduğu görülmüştür. 16/08/2020 tarihinde orman işletme bölgesinde kesilen kütüklerin alt kısmında ve yol kenarına yakın su birikintilerinde örnekler toplanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. A) Cımbırtlık lokalitesindeki bireylerin yaşam alanı B) Cımbırtlık lokalitesinden iribaş örnekleri (Foto T. ERGÜL KALAYCI)

2.5.4. Hıdırnebi yaylası/Akçabat-Trabzon

Hıdırnebi yaylası Trabzon merkeze 40 km uzaklıkta bulunan ortalama 1600 m rakımlı çoğunlukla karışık orman ve çayırlarla kaplı nispeten düz bir yayladır Yerleşim yerlerinden nispeten uzaktır. Örnekleme alanı konum olarak dereye yakın bir yerde olup geçici su birikintisi olmadığı için kuruması zordur. Örnekler Temmuz aylarında yayla içerisindeki su birikintilerinden toplanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. A) Doğal ortamında *P. caucasicus* bireyler B) Örneklerin toplandığı arazi alanı (Foto T. ERGÜL KALACI)

2.6. Örneklerin Toplanması

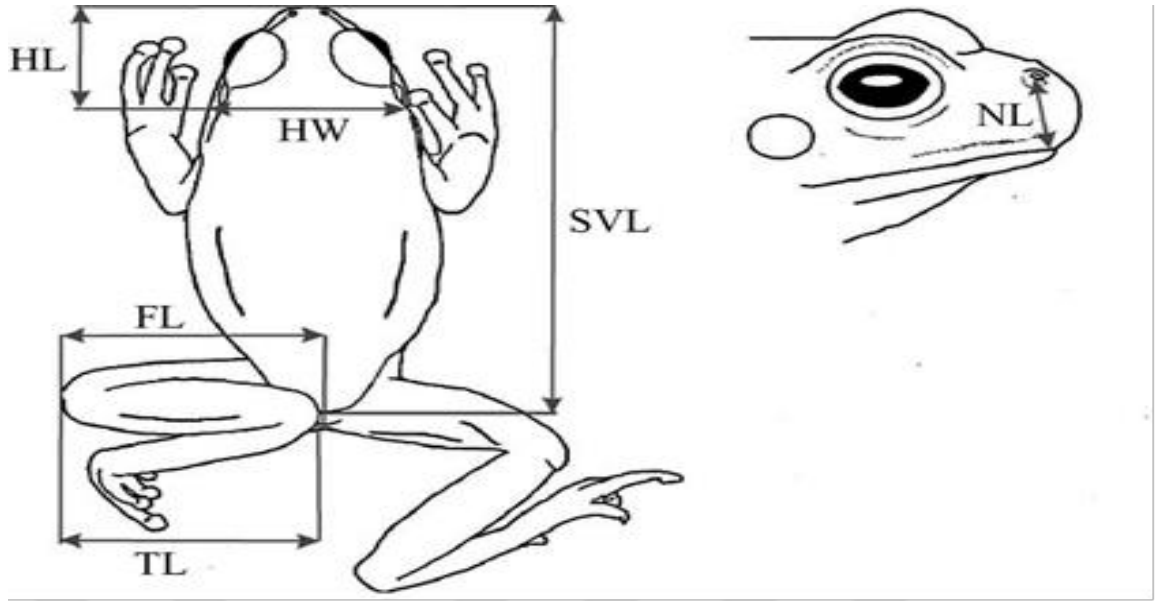
Bu çalışmada da Doğu Karadeniz bölgesinde tüm yayılım alanları içerisinde (Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin) gece yapılan örneklemeler hayvanların en aktif olduğu üreme zamanında araziye çıkılmış 66 birey yaşadıkları su havuzlarından toplanmıştır (Tablo 1). Toplanan örneklerin cinsiyetleri erkek bireylerde üreme zamanında ön ayaklarda ve vücudun alt tarafında oluşan siyah renkli kabarcıkların varlığına göre belirlenmiştir. Yakalanan örnekler bayıltılmış ve vücut ölçüleri arazide alınarak sağ arka ayaklarının dördüncü parmağı kesilmiştir. Alınan parmak örnekleri %96'lık alkol içerisine konularak ve iskelet kronolojisi yöntemi kullanılarak yaş tayini yapmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Doku örnekleme yapılan ve vücut ölçümleri alınan bireyler arazi ortamına geri bırakılmıştır.

Tablo 1. Örnek sayısı ve örnekleme alanı bilgileri.

Lokalite	Koordinatlar	Rakam (m)	Yakalanan Örnek Sayısı	Tarih	Yıllık sıcaklık ort. (°C)	Yıllık yağış ort. (mm)
Cımbırtlık Yaylası Giresun	40°00'59''K 32°51'34''D	1259	9 (8 ♂, 1 ♀)	16/8/20	14.6	1288.8
Hıdırnebi Yaylası Trabzon	40°57'55''K 39°25'49''D	1369	19 (2 ♀, 17 ♂)	22/7/21	14.7	830
Çat Köyü Rize	40°51'36''K 40°56'39''D	1311	22 (1 ♀, 21 ♂)	18/7/21 19/7/20	14.5	2301.5
Karagöl Artvin	41°23'16''K 41°51'20''D	1482	18 (3 ♀, 15 ♂)	27/7/20 9/7/20	12.3	689.8

2.7. Morfometrik Ölçümler

Arazi ortamında bireylerin toplam 6 farklı morfolojik karakteri (Tablo 2, Şekil 9) 0,01 mm hassasiyetli dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Popülasyonlar arası morfolojik farklılaşması düzeyi bu karakterler üzerinden belirlenmiştir.



Şekil 9. Morfolojik Ölçümler

Kaynak: (Gvozdik vd., 2008)

Tablo 2. Morfometrik Ölçümler

Morfometrik Karakter (kısaltılışı)	Tanımı
SVL	Burun ucu-kloak arası mesafe
HL	Baş uzunluğu
HW	Baş genişliği
NL	Nostril uzunluğu
FL	Femur uzunluğu
<u>TL</u>	Tibia uzunluğu

2.8. Morfometrik Analizler

2.8.1. Temel Bileşenler Analizi

Temel bileşenler analizi (PCA) veriyi tanıma, sınıflandırma, boyut indirgenmesi ve yorumlanmasını sağlayan, çok değişkenli bir istatistik yöntemidir. Bu yaklaşım verinin içindeki en güçlü örüntüyü bulmaya çalışır. Bu yüzden örüntü bulma tekniği olarak da kullanılabilir. Belirtilen populasyon arasında 6 farklı morfometrik ölçüm üzerinden PCA analizi gerçekleştirilmiştir. Böylece populasyonlar arasında temel farkı ortaya çıkaran bileşenler açığa çıkarılmıştır.

2.8.2. Doğrusal Ayırım Analizi

Lineer diskriminant analizi, aslen 1936'da Ronald A. Fisher tarafından konuları açıkça tanımlanmış iki gruptan birini sınıflandırmak için geliştirildi. Daha sonra konuları ikiden fazla gruba ayırmak için genişletildi. Lineer Diskriminant Analizi (LDA), bir boyutluluk indirgeme tekniğidir. LDA, bir veri kümesindeki boyutların (yani değişkenlerin) sayısını mümkün olduğunca fazla bilgi içermeyen boyutluluğu azaltmak için kullanılır. Temel olarak, gruplar arasında mümkün olan en iyi ayrımı sağlayan orijinal değişkenlerin doğrusal kombinasyonunu bulmaya yardımcı olur. Temel amaç, tek bir kategorik bağımlı değişken ile bir dizi nicel bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi tahmin etmektir. PCA, büyük boyutlu verilerin daha küçük boyutlu verilere indirgenmesi ve veri içerisindeki değişimlerin korunarak dönüşümünü sağlarken, LDA veri kümesinde bulunan farklı sınıfların birbirinden en iyi şekilde ayrılmasını ve sınıf içi değişkenliği en aza indirmeyi amaçlar.

2.9. İskelet Kronolojisi Yöntemi

Bu çalışmada Türkiye'de Doğu Karadeniz Bölgesinde yayılış gösteren *P. caucasicus* türünün popülasyonunun yaş yapısının ortaya çıkarılmasında "İskelet Kronolojisi" adı verilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemin en büyük avantajı; canlı bireyin öldürülmesine gerek duymadan parmaktan yaş tespiti yapılmasına olanak sağlamasıdır. İskelet kronolojisi ile yapılan yaş tespitinde literatürde izlenen yol bazı küçük değişiklikler yapılarak uygulanmıştır (Castanet vd 1982).

2.9.1. Parmakların İskelet Kronolojisi İçin Hazırlanması

Daimi muhafaza için %96'lık alkol içerisinde bulunan parmak örnekleri alkollerinden arınmaları için musluk suyuyla iyice yıkanmış ardından parmak kemiği üzerindeki her türlü deri ve kas tabakası stereo mikroskop altında bir bisturi yardımıyla uzaklaştırılmıştır (Şekil 10). Derisi soyulan kemiklerden falanj kemiği alınarak 1 saat nitrik asit içerisinde bekletilmiş ve kemiğin dekalsifiye olması sağlanmıştır. Bir saat sonunda nitrik asitten çıkarılan parmaklar yine su içerisine bekletilmiştir. Bu şekilde parmak, kesit almaya hazır hale getirilmiştir.



Şekil 10. Parmak örnekleri kas dokusunun temizlenmesi (Foto T.ERGÜL KALAYCI)

2.9.2. Kesitlerin Alınması

Parmak kemiği, üzerinde buz olan kasete yerleştirilmiş ve tamamen buzla kaplandıktan sonra Shandon marka donduruculu mikrotom (kryostat) (Şekil 11) kullanılarak (-19) ile (-22) arasında diafizal kemikten geçen 16–18 µm kalınlığında kesitler alınmıştır. Alınan kesitler öncelikle içerisinde distile su olan petriye aktarılmışlardır. Ardından petri içerisindeki su çekilerek boyama işlemi için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 11. Kemik doku kesitlerinin elde edildiği "Shandon marka" kryostat (Foto T. ERGÜL KALAYCI)

2.9.3. Kesitlerin Boyanması

Kesitlerin boyanması Ehrlich hematoksileni kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Daha önceden petriye aktarılmış olan kesitlerin üzerine Ehrlich hematoksileni damlatılarak 15 dakika beklenmiş ve bu şekilde kesitlerin boyanması sağlanmıştır. Daha sonra fazla boyası arındırılan örneklerden halka seçimi Leica marka stereo mikroskop altında gerçekleştirildi. Boyanan kesitler ışık mikroskopu ile inceleme yapılabilmesi için su bazlı gömme sıvısı (aqueous base mounting media) içine konulmuş ve üzeri lamelle kapatılarak daimi preparat haline getirilmiştir.

2.9.4. Yaş Halkalarının Sayılması

Hazırlanan preparatlar ışık mikroskobu altında tek tek incelenerek Olympus BX51 marka mikroskoba bağlı Pixera marka fotoğraf makinesi ile fotoğrafları çekilerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu fotoğraflar ve kesitlerdeki yaş halkaları (LAG'lar) incelenip sayılarak yaş tayini yapılabilmektedir.

2.10. İstatistiksel Metotlar

Popülasyonlar arası verilerin istatistiksel değerlendirmeleri SPSS 21 (IBM) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırmalı analizler yapılmadan önce örneklerin normal dağılıp dağılmadığı Shapiro Wilk testine göre değerlendirilmiştir. Buna göre SVL, HW, HL, HW ve yaş parametreleri normal dağılım göstermezken ($p < 0,05$); FL ve TL verileri normal dağılım göstermiştir (Tablo 3).

Tablo 3. *P. caucasicus* normalite test sonucu

Değerler	İstatistik	Df	Anlamlılık
SVL	0,91	66	0,00
HL	0,95	66	0,01
HW	0,94	66	0,00
NL	0,62	66	0,00
FL	0,98	66	0,32
TL	0,98	66	0,56
Yaş	0,89	66	0,00

Popülasyonlar arası yapılan karşılaştırmalı analizler de normal dağılım gösteren verileri için parametrik bir test olan One-Way ANOVA testi, normal dağılmayan veriler için ise non-parametrik bir test olan Kruskal-Wallis testi

kullanılmıştır. Değişkenler arasında ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi, ilişkinin matematiksel ifadesi için ise en yüksek R² değerine bakılarak regresyon analizi yapılmıştır. Popülasyonlarda dişi birey sayısının azlığından dolayı erkek ve dişi bireyler birleştirilerek analiz edilmiştir. Ayrıca yaş analizlerinde Hıdırnebi (Trabzon) popülasyonun da 2 bireyin yaş yapısı fazla boyama, yüksek endosteal resorbsiyon gibi sebeplerden dolayı güvenli bir şekilde tayin edilememiştir. Bu bireyler analize dahil edilmemiştir. Temel bileşenler analizi “prcomp” ile “scale = TRUE” fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır. Ayırım analizinde ise MASS" (Venables ve Ripley, 2002) paketi içerisinde bulunan “lda” in fonksiyonu kullanılmıştır. Çoklu metot analizleri R istatistik programı ile gerçekleştirilmiştir (R Development Core Team, 2021).

2.11. Bulgular

2.11.1. Morfolojik Analizler

2.11.1.1. Cımbırtlık-Dereli (Giresun) Lokalitesi Morfolojik Analizler

Cımbırtlık-Dereli lokalitesinden toplam 9 bireyin (8♂, 1♀) vücut uzunluğu (SVL), baş uzunluğu (HL), baş genişliği (HW), burun delikleri arası mesafe (NL), femur uzunluğu (FL) ve tibia uzunluğu (TL) ölçümleri alınmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Cımbırtlık *P. caucasicus* bireylerinin morfolojik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (S.S= Standart sapma)

Morfolojik ölçümler		N	Ortalama±S.S (mm)	Minimum-Maksimum (mm)
SVL	♂♂	8	47,89±3,05	43,28-52,06
	♀♀	1	45,81	45,81
	Toplam	9	47,66±2,94	43,28-52,06
HL	♂♂	8	15,82±0,74	14,58-17,27
	♀♀	1	14,90	14,90
	Toplam	9	15,72±0,76	14,58-17,27
HW	♂♂	8	17,10±0,95	15,92-18,65
	♀♀	1	15,88	15,88
	Toplam	9	16,97±0,98	15,88-18,65
NL	♂♂	8	3,39±0,25	3,00-3,72
	♀♀	1	3,46	3,46
	Toplam	9	3,39±0,23	3,00-3,72

Tablo 4. (Devam) Cımbırtlık *P. caucasicus* bireylerinin morfolojik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (S.S= Standart sapma)

FL	♂♂	8	20,16±0,99	18,88-21,39
	♀♀	1	16,89	16,89
	Toplam	9	19,80±1,43	16,89-21,39
TL	♂♂	8	22,92±0,95	21,64-24,64
	♀♀	1	18,61	18,61
	Toplam	9	22,44±1,69	18,61-24,64

2.11.1.2. Hıdırnebi-Akçaabat (Trabzon) Lokalitesi Morfolojik Analizler

Hıdırnebi lokalitesinden toplam 18 bireyin (16♂, 2♀) vücut uzunluğu (SVL), baş uzunluğu (HL), baş genişliği (HW), burun delikleri arası mesafe (NL), femur uzunluğu (FL) ve tibia uzunluğu (TL) ölçümleri alınmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Hıdırnebi *P. caucasicus* bireylerinin morfolojik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (S.S= Standart sapma)

Morfolojik ölçümler		N	Ortalama±S.S (mm)	Minimum-Maksimum (mm)
SVL	♂♂	17	49,08±2,17	45,58-52,78
	♀♀	2	53,29±0,99	52,58-53,99
	Toplam	19	49,52±2,45	45,58-53,99
HL	♂♂	17	15,78±1,14	12,74-17,58
	♀♀	2	21,40±2,74	19,46-23,34
	Toplam	19	16,37±2,17	12,74-23,34
HW	♂♂	17	16,50±1,94	10,67-20,81
	♀♀	2	23,13±3,45	20,69-25,57
	Toplam	19	19,20±2,89	10,67-25,57
NL	♂♂	17	3,49±0,31	3,04-4,22
	♀♀	2	3,29±0,06	3,25-3,33
	Toplam	19	3,47±0,30	3,04-4,22
FL	♂♂	17	19,56±1,41	17,49-21,70
	♀♀	2	19,83±0,48	19,49-20,17
	Toplam	19	19,59±1,34	17,49-21,70
TL	♂♂	17	21,75±1,65	18,80-23,79
	♀♀	2	21,88±1,17	21,05-22,71
	Toplam	19	21,76±1,58	18,80-23,79

2.11.1.3. Çat Yaylası-Çamlıhemşin (Rize) Lokalitesi Morfolojik Analizler

Çat lokalitesinden toplam 22 bireyin (21♂, 1♀) vücut uzunluğu (SVL), baş uzunluğu (HL), baş genişliği (HW), burun delikleri arası mesafe (NL), femur uzunluğu (FL) ve tibia uzunluğu (TL) ölçümleri alınmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Çat *P. caucasicus* bireylerinin morfolojik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (S.S= Standart sapma)

Morfolojik ölçümler		N	Ortalama±S.S (mm)	Minimum-Maksimum (mm)
SVL	♂♂	21	43,08±5,54	32,25-52,23
	♀♀	1	48,90	48,90
	Toplam	22	43,35±5,55	32,25-52,23
HL	♂♂	21	15,14±3,59	7,46-23,01
	♀♀	1	13,33	13,33
	Toplam	22	15,06±3,53	7,46-23,01
HW	♂♂	21	13,83±3,40	5,68-20,84
	♀♀	1	11,87	11,87
	Toplam	22	13,75±3,34	5,68-20,84
NL	♂♂	21	4,32±1,42	2,89-9,46
	♀♀	1	3,42	
	Toplam	22	4,28±1,4	2,89-9,46
FL	♂♂	21	19,37±3,90	11,3-26,78
	♀♀	1	19,54	19,54
	Toplam	22	19,38±3,81	11,3-26,78
TL	♂♂	21	21,31±4,31	13,34-30,03
	♀♀	1	22,85	22,85
	Toplam	22	21,39±4,22	13,34-30,03

2.11.1.4. Karagöl-Borçka (Artvin) Lokalitesi Morfolojik Analizler

Karagöl lokalitesinden toplam 18 bireyin (15♂, 3♀) vücut uzunluğu (SVL), baş uzunluğu (HL), baş genişliği (HW), burun delikleri arası mesafe (NL), femur uzunluğu (FL) ve tibia uzunluğu (TL) ölçümleri alınmıştır (Tablo 7).

Tablo 7. Karagöl *P. caucasicus* bireylerinin morfolojik ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler (S.S.= Standart sapma)

Morfolojik ölçümler		N	Ortalama±S.S (mm)	Minimum-Maksimum (mm)
SVL	♂♂	15	49,95±3,05	43,73-54,19
	♀♀	3	49,53±5,56	43,15-53,37
	Toplam	18	49,88±3,37	43,15-54,19
HL	♂♂	15	16,08±2,41	11,77-20,47
	♀♀	3	17,01±6,14	10,09-21,81
	Toplam	18	16,24±3,06	10,09-21,81
HW	♂♂	15	15,47±2,66	11,03-21,75
	♀♀	3	15,02±5,45	9,05-19,73
	Toplam	18	15,4±3,06	9,05-21,75
NL	♂♂	15	3,37±0,35	2,84-4,03
	♀♀	3	3,26±0,30	2,93-3,53
	Toplam	18	3,36±3,34	2,84-4,03
FL	♂♂	15	23,14±1,87	20,06-27,86
	♀♀	3	21,23±2,16	19,34-23,59
	Toplam	18	22,82±1,99	19,34-27,86
TL	♂♂	15	25,83±1,79	22,10-28,61
	♀♀	3	24,36±1,13	23,52-25,64
	Toplam	18	25,59±1,77	22,10-28,61

2.12. Popülasyonlar Arası Morfometrik Ölçümlerin Karşılaştırılması

Shapiro-Wilk testine göre normal dağılmayan ($p<0,05$) SVL, HL, HW ve NL değerleri bakımından gruplar arası farklılıklar Kruskal Wallis testine göre değerlendirilmiştir. Buna göre SVL, HW ve NL değerlerinde gruplar arası farklılık tespit edilirken (SVL: $F_{3,66}=22,18$, HW: $F_{3,66}=17,48$ ve NL: $F_{3,66}=11,86$ $p<0,05$).

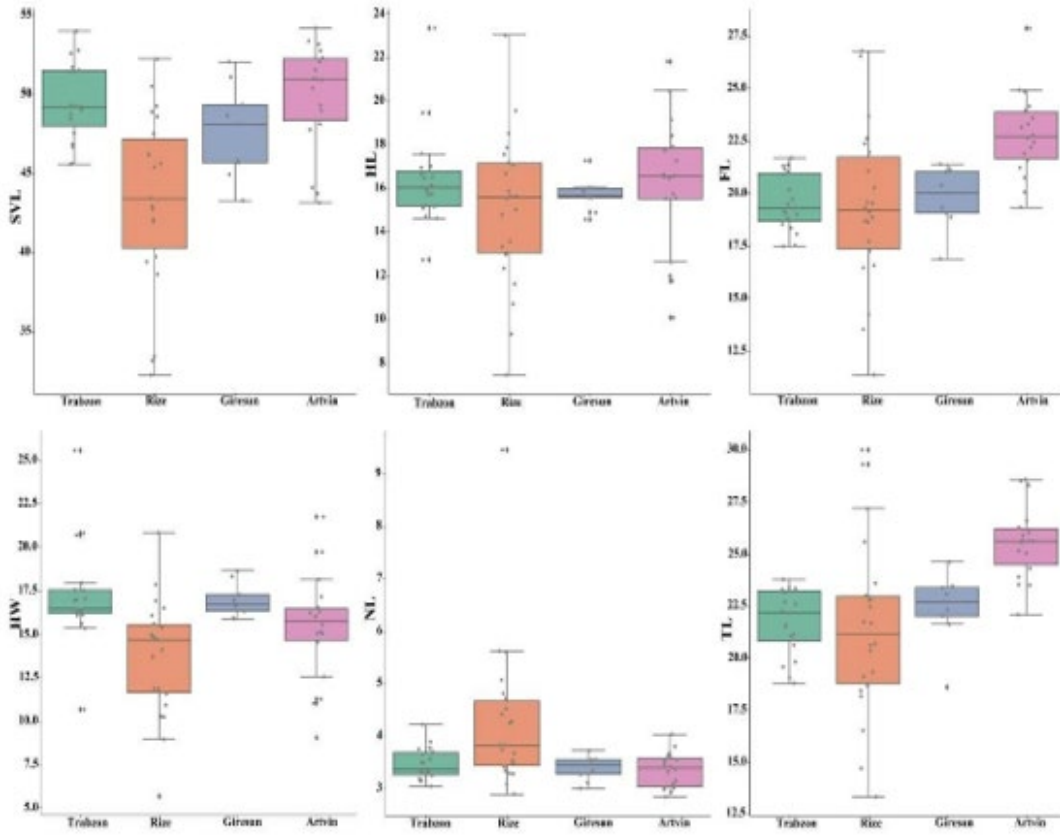
HL bakımından gruplar arası anlamlı istatistiksel farklılık tespit edilememiştir (HL: $F_{3,66}=2,50$ $p>0,05$). Gruplar arasındaki farklılığın derecesi Mann-Whitney U testi ile belirlenmiştir. Buna göre; Karagöl (Artvin) ve Çat (Rize) bireyleri arasında SVL ve NL karakterleri bakımından anlamlı bir farklılık söz konusudur (SVL: $U=54$,

NL: $U=90$ $p<0,05$). Karagöl (Artvin) ve Cımbırtlık (Giresun) bireyleri arasında SVL, HW ve NL karakterleri bakımından farklılık tespit edildi (SVL: $U=51$, HW: $U=26$, NL: $U=49$ $p<0,05$). Karagöl (Artvin) ve Hıdırnebi (Trabzon) bireyleri arasında ise SVL, HW ve NL karakterleri bakımından anlamlı bir farklılık bulunmuştur (SVL: $U=53$, HW: $U=67$ ve NL: $U=97$ $p<0,05$). Çat (Rize) bireyleri Hıdırnebi (Trabzon) ve Cımbırtlık (Giresun) bireylerinden yalnız HW karakteri bakımından anlamlı farklılık göstermiştir (sırasıyla; HW: $U=42$ ve $U=93$ $p<0,05$). Hıdırnebi (Trabzon) ve Cımbırtlık (Giresun) bireyleri arasında ise herhangi bir karakter bakımından farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$).

Normal dağılım gösteren FL ve TL karakterleri bakımından dört popülasyon incelendiği zaman one way ANOVA testine göre popülasyonlar arası anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (FL; $F_{3,65}=6,97$ $p<0,05$, TL; $F_{3,65}=8,70$ $p<0,05$).

Popülasyonlar arası farklılaşma düzeyi Tukey HSD göre elde edilmiştir. Buna göre FL ve TL karakterine göre sadece Karagöl (Artvin) ile Çat (Rize) arasında, Çat (Rize) ile Hıdırnebi (Trabzon) ve Cımbırtlık (Giresun) arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).

SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerleri bakımından gruplar karşılaştırıldığında en küçük değerlerin Çat yayları (Rize)'de en büyük değerlerin ise Karagöl (Artvin) ve Hıdırnebi (Trabzon) popülasyonların da bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 12).



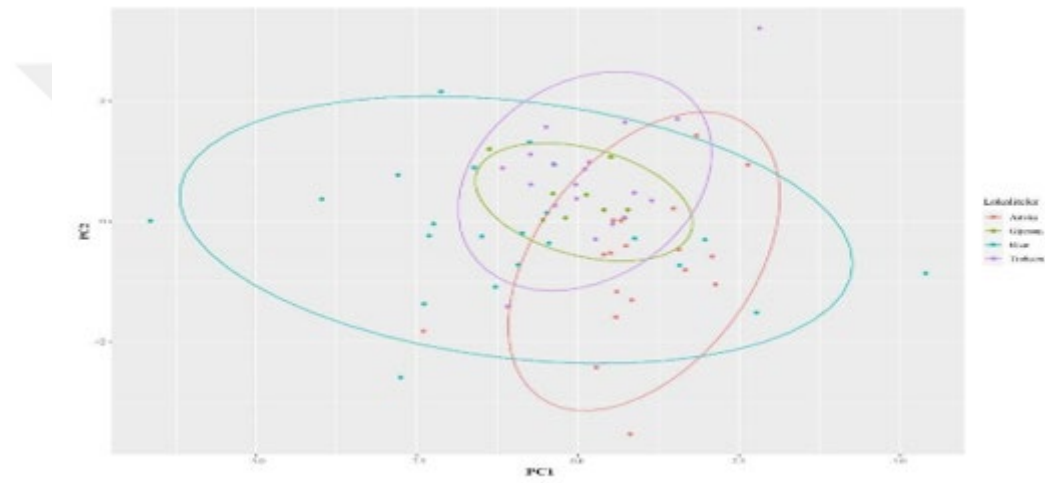
Şekil 12. Popülasyonlara ait SVL, HL, HW, NL, FL ve TL karakterleri bakımından box plot grafi

2.12.1. Temel Bileşenler (PCA) Analizi

Bu analizimizde amaç yüksek korelasyonlu değişkenleri bir araya toplayıp verilerdeki en çok varyasyonu oluşturan az sayıdaki temel bileşenler yapay değişken kümesini oluşturmaktır. Her ne kadar tüm bireyler iç içe geçmiş bir ilişkiye sahip olsa da Cımbırtlık (Giresun) bireylerinin tamamen Hıdırnebi (Trabzon) bireylerine benzediği ve Karagöl (Artvin) bireyleri ile bu iki lokalite de dağılım gösteren bireyler arasında farklılıklar bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 13). Bununla birlikte, Çat (Rize) bireyleri, diğer üç lokalitede dağılım gösteren bireylerden farklılık göstermektedir (Şekil 13). 3. bileşenden sonraki varyans değerleri arasındaki fark daha küçüktür (Tablo 8). Bu durum 3. bileşenden önceki bileşenlerin diğer bileşenlere göre tür ayırımında daha önemli olduğunu sonucu tespit edilmiştir. Değişkenlerin temel öğelere katkılarına bakıldığından en çok katkının SVL, HL ve HW değişkenleri tarafından yapıldığı bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8. Değişkenlerin altı temel öğeye katkıları

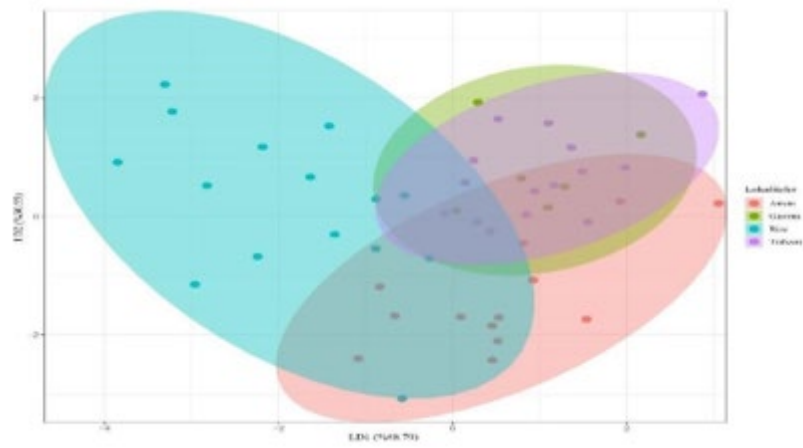
Değerler	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
SVL	0,44	0,15	0,32	-0,81	-0,14	-0,02
HL	0,47	0,39	-0,15	0,38	-0,65	0,22
HW	0,43	0,52	0,05	0,23	0,66	-0,22
NL	0,19	-0,10	-0,92	-0,30	0,11	-0,04
FL	0,42	-0,54	0,08	0,20	-0,15	-0,68
TL	0,44	-0,50	0,11	0,12	0,29	0,67
Standart sapma	1,76	1,13	0,99	0,64	0,36	0,32
Varyasyon oranı	0,52	0,21	0,16	0,07	0,02	0,02
Kümülatif oran	0,52	0,73	0,89	0,96	0,98	1,00



Şekil 13. *P. caucasicus* PCA analizi

2.12.2. Linear Ayırım (LDA) Analizi

Linear ayırım analizine giren fonksiyonlardan birincisi toplam varyansın %68,79 'ini ikincisi ise %30,55'ini oluşturmaktadır. Lokaliteler arasındaki morfolojik ilişkiye bakıldığında Cımbırtlık (Giresun) ve Hıdırnebi (Trabzon)'nin arasında hiçbir fark bulunmazken, Çat yaylası (Rize) lokalitesindeki bireylerin diğerlerinden nispeten daha uzak gruplaştığı ortaya çıkarılmıştır (Şekil 14).



Şekil 14. *P. caucasicus*

Linear ayırım analizine göre Karagöl (Artvin) bireylerinin %5,55 'i Cımbırtlık (Giresun) ve %22,22'si Hıdırnebi (Trabzon) içerisinde tanımlanmıştır. Cımbırtlık (Giresun) bireylerinin ise %77,77'si Hıdırnebi (Trabzon) içerisinde tanımlanmıştır. Çat (Rize) bireylerinin ise %9,09'u Karagöl (Artvin) içerisinde tanımlanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Linear ayırım analizi sınıflandırma sonuçları

	Artvin	Giresun	Rize	Trabzon
Artvin	13	0	2	1
Giresun	1	2	0	1
Rize	0	0	20	0
Trabzon	4	7	0	17

İlk iki kat sayı dikkate alındığında NL, HW ve HL karakterlerinin lokaliteler arası morfolojik olarak ayırım yapmak için en yüksek katkıyı sağladıkları tespit edilmiştir (Tablo 10).

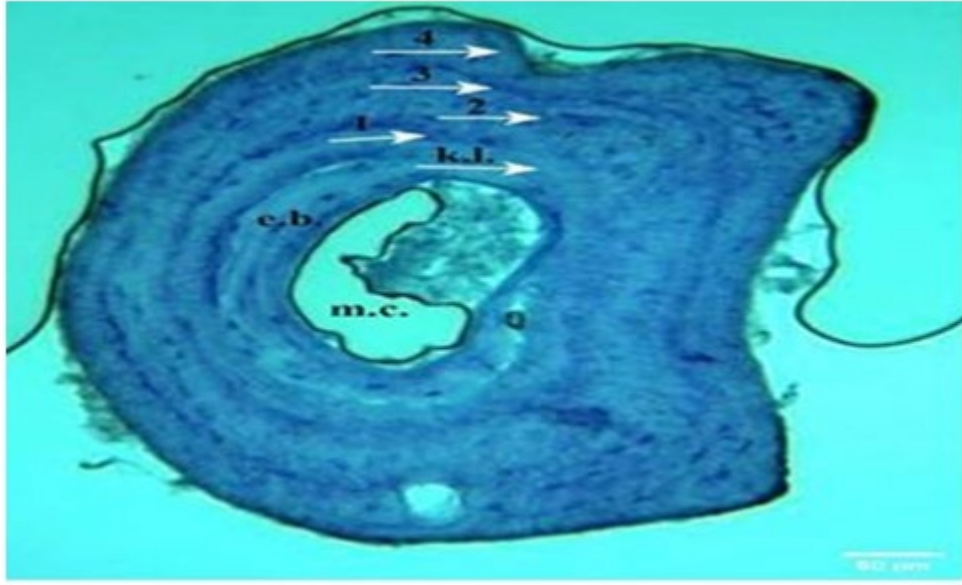
Tablo 10. Linear ayırım analizi katsayıları

Değişkenler	LD1	LD2
SVL	0,15	-0,01
HL	-0,33	-0,34
HW	0,42	0,42
NL	-0,78	0,64
FL	-0,01	-0,09
TL	0,03	-0,28

2.13. Yaş Yapısına Ait Analizler

2.13.1. Cımbırtlık (Giresun) Lokalitesi Yaş Yapısı

Cımbırtlık (Giresun) popülasyonunda en az yaş 3 yıl en çok yaş ise 4 yıl olarak tespit edilmiştir (Şekil 15). Cımbırtlık (Giresun) lokalitesinde dağılım gösteren bireylerde ağırlıklı yaş 3 yıl olarak tespit edilmiştir. Ortalama yaş erkeklerde $3,38 \pm 0,52$ yıl'dır. Tek dişi örneği ise 3 yaşında olarak belirlenmiştir.



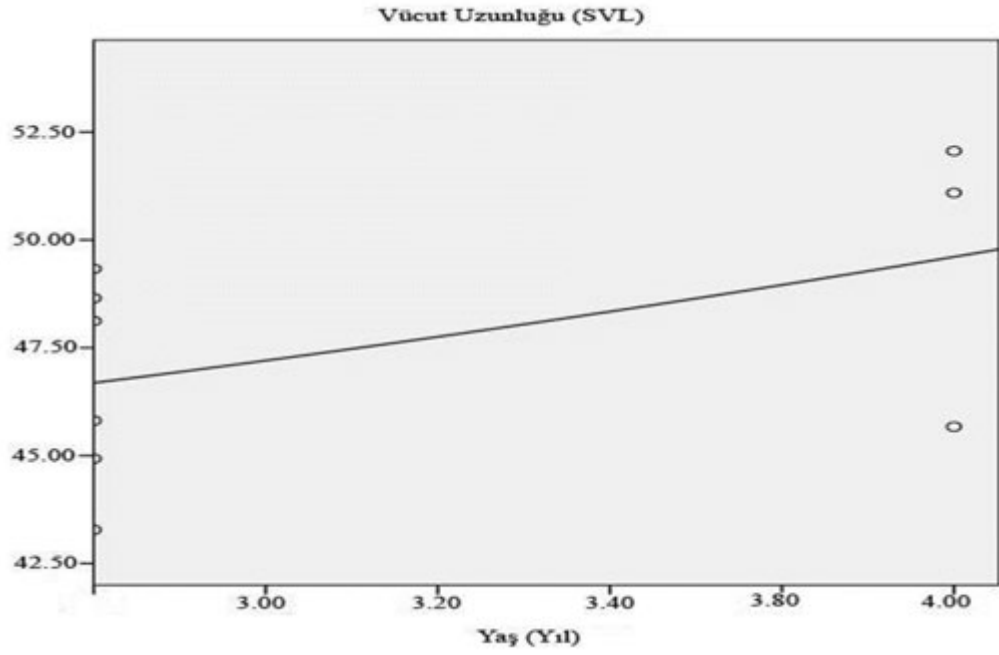
Şekil 15.Cımbırtlık (Giresun) popülasyonunda 4 yaşındaki erkek bireye ait kemik enine kesiti.

Cımbırtlık (Giresun) popülasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılımı Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Yaş gruplarına ait ortalama SVL değerleri (Min: Minimum Max: Maksimum)

Yaş grupları	Min.-Max. SVL (mm)	Ortalama SVL (mm)
3	43,28-49,33	$46,69 \pm 2,38$
4	45,67-52,06	$49,61 \pm 3,44$

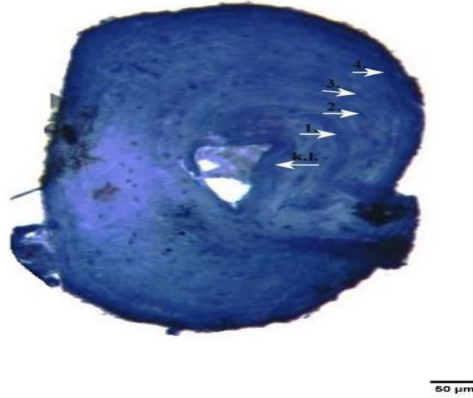
Yaş ve vücut uzunluğu (SVL) bakımından anlamlı bir korelasyon gözlenmemiştir ($r=0,465$ $p>0,05$). Yaş ve SVL arasındaki ilişkinin regresyon grafiği Şekil 16'de verilmiştir.



Şekil 16. Cımbırtlık lokalitesi bireyleri yaş-SVL ilişkisine ait regresyon grafiği ($y=37,927+2,92x$)

2.13.2. Hıdırnebi (Trabzon) Lokalitesi Yaş Yapısı

Hıdırnebi (Trabzon) popülasyonunda en küçük yaş 3 yıl en büyük yaş ise 5 yıl olarak tespit edilmiştir (Şekil 17). Hıdırnebi (Akçaabat) lokalitesinde dağılım gösteren erkek bireylerde ortalama yaş $4,12 \pm 0,72$ yıl olarak tespit edilmiştir. Tek dişi örneğinin yaşı ise 4 yıl olarak tespit edilmiştir.



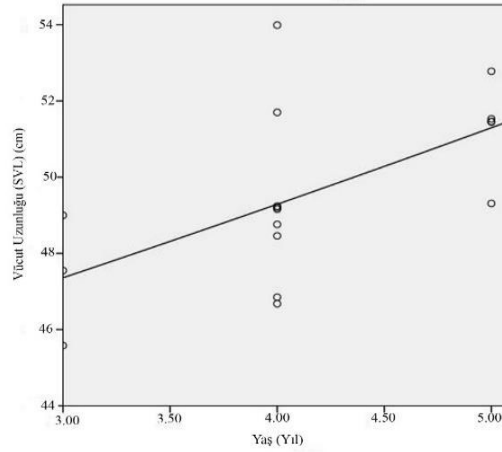
Şekil 17. Hıdırnebi (Trabzon) popülasyonunda 4 yaşındaki erkek bireye ait kemik enine kesit

Hıdırnebi (Trabzon) popülasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılım Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Yaş gruplarına ait ortalama SVL değerleri (Min: Minimum Max: Maksimum)

Yaş grupları (N)	Ortalama SVL (mm)
3 (3)	47,39±1,72
4 (9)	49,34±2,28
5 (5)	51,31±1,25

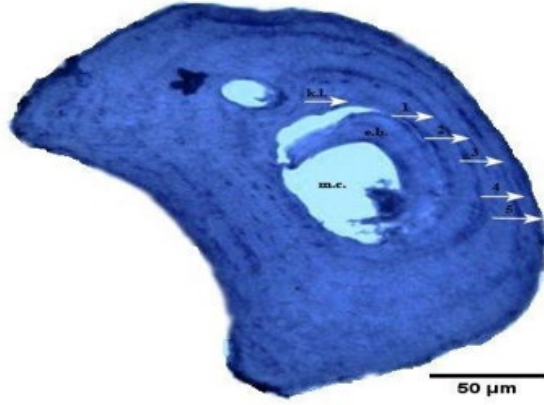
Bireyler arasında yaş ve vücut uzunluğu (SVL) bakımından istatistiksel anlamlı bir korelasyon gözlenmiştir ($r=0,640$ $p<0,05$). Yaş ve SVL arasındaki ilişkinin regresyon grafiği Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18. Hıdırnebi lokalitesi bireyleri yaş-SVL ilişkisine ait regresyon grafiği ($y=3,78+0,4x$)

2.13.3. Çat (Rize) Lokalitesi Yaş Yapısı

Popülasyon olarak bakıldığında yaş 2 yıl ile 5 yıl arasında değişmektedir (Şekil 19). Ortalama yaş erkeklerde $3,71\pm0,90$ yıl’dır. Tek dişi örneğinin yaşı ise 4 yıl olarak tespit edilmiştir.



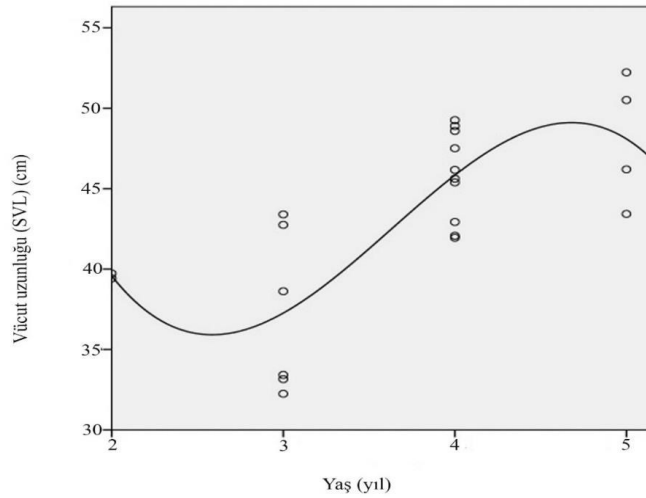
Şekil 19. Çat lokalitesi 5 yaşındaki erkek bireye ait parmak kesiti.

Çat (Rize) popülasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılımı Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Yaş gruplarına ait SVL değerleri

Yaş grupları	SVL
2	39,58±0,22
3	38,27±4,90
4	45,84±2,78
5	48,09±4,01

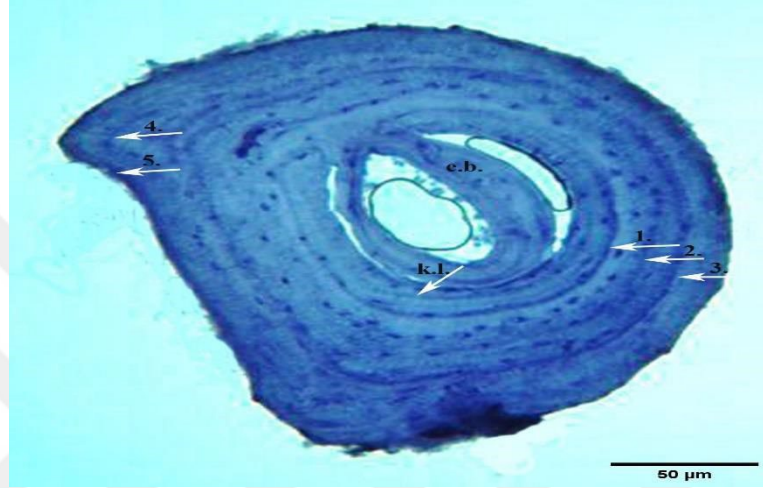
Yaş ve vücut uzunluğu bakımından kuvvetli bir korelasyon mevcuttur ($r=0,685$ $p<0,05$) (Şekil 20).



Şekil 20. Çat lokalitesi bireyleri yaş-SVL ilişkisine ait regresyon grafiği
($y=145,632-104,041x+31,240x^2-2,867x^3$)

2.13.4. Karagöl-Borçka (Artvin) Lokalitesi Yaş Yapısı

Hem dişi hem de erkek bireyler için en küçük yaş 3 yıl en büyük yaş ise 6 yıl olarak tespit edilmiştir. (Şekil 21). Ortalama yaş erkeklerde $4,20 \pm 0,86$ yıldır. Dişilerde ise ortalama yaş $5,00 \pm 1,73$ olarak bulunmuştur.



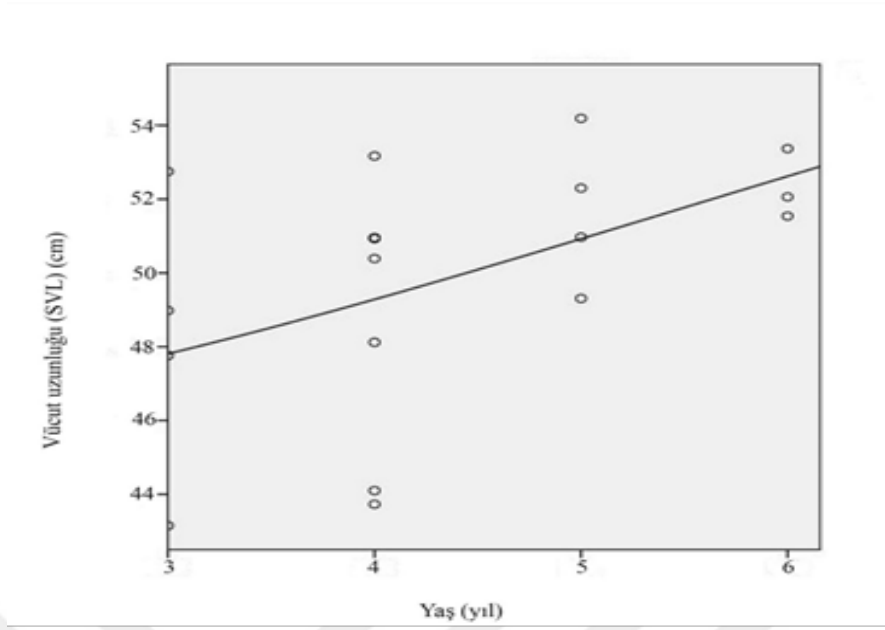
Şekil 21. Karagöl lokalitesi 5 yaşındaki erkek bireye ait parmak kesiti

Karagöl (Artvin) popülasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılımı Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Yaş gruplarına ait SVL değerleri

Yaş grupları (N)	SVL
3 (4)	$48,16 \pm 3,96$
4 (7)	$48,77 \pm 3,63$
5 (4)	$51,67 \pm 2,07$
6 (3)	$51,99 \pm 1,03$

Yaş ve vücut uzunluğu bakımından kuvvetli bir korelasyon mevcuttur ($r=0,490$ $p<0,05$).



Şekil 22. Karagöl lokalitesi bireyleri yaş-SVL ilişkisine ait regresyon grafiği

2.13.5. Popülasyonlar arası yaş yapısı karşılaştırılması

Shapiro-Wilk testine göre normal dağılmayan ($p < 0,05$) yaş değerleri bakımından gruplar arası farklılıklar Kruskal Wallis testine göre değerlendirilmiştir.

Buna göre yaş yapısı bakımından gruplar arası farklılık tespit edilmiştir (Yaş=9,29 $df=3$ $p < 0,05$).

Gruplar arasındaki farklılığın derecesi Mann-Whitney U testi ile belirlenmiştir. Buna göre; Karagöl (Artvin) ile Çat (Rize), Cımbırtlık (Giresun) ve Hıdırnebi (Trabzon) bireyleri arasında yaş yapısı bakımından herhangi bir anlamlı farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$). Cımbırtlık (Giresun) ile Çat (Rize) ve Hıdırnebi (Trabzon) bireyleri arasında yaş yapısı bakımından anlamlı bir farklılık bulunmuştur (sırasıyla $U=35,5$ ve $U=31,5$ $p < 0,05$). Çat (Rize) ve Hıdırnebi (Trabzon) bireyleri arasında yaş yapısı bakımından anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p > 0,05$).

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

3.1. Tartışma

Kafkas endemiği olan ve ülkemizde sadece Doğu Karadeniz'in belirli kısımlarında yayılım gösteren *Pelodytes caucasicus* türüne ait literatürde kısıtlı demografik çalışma mevcuttur. Ayrıca popülasyonların karşılaştırmalı morfolojik çalışması da nispeten azdır. Bu çalışma ile literatüre karşılaştırmalı morfolojik veri sunulurken bu boşluğa katkı sağlanmıştır. Bu çalışma, *P. caucasicus* popülasyonlarını karşılaştırmalı olarak analiz eden ilk demografik çalışmadır. Ayrıca bu türün yayılım alanının bilinen en batı noktası olan ve literatüre Çiçek vd. (2018) tarafından yeni tanımlanan lokaliteye (Cımbırtlık, Giresun) ait bireylerin yaş yapısı ve morfolojik karakterleri ilk defa bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

Farklı çalışmalar Rize ve Trabzon'dan *P. caucasicus* bireylerine ait morfolojik verileri literatüre sunmuştur. İğci vd. (2013) Hıdırnebi (Trabzon)'da yayılım gösteren *P. caucasicus* türüne ait iki dişi bireyin SVL (37.55-37.81 mm), HL (12.56-13.43 mm), HW (13.34-13.37 mm), FL (16.05-15.42 mm) ve TL (19.39- 20.00 mm) değerlerini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise iki dişi bireyde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla 53,29±0,99 mm; 21,40±2,74 mm; 23,13±3,45 mm; 3,29±0,06 mm; 19,83±0,48 mm; 21,88±1,17 mm olarak bulunmuştur. Söğüt (2013) ise aynı lokalitede bireylerin vücut boyunun ortalama 48,01 mm (41,62-56,93 mm) arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada Hıdırnebi (Trabzon) lokalitesinde bireylerin ortalama SVL uzunluğu 49,52 mm (45,58-53,99 mm) olarak bulunmuştur. Buna göre bu çalışmanın SVL değerleri İğci vd. (2013) çalışmasının bulgusundan büyük iken Söğüt (2013)'e ise benzerdir.

Tosunoğlu ve Taşkavak (2004) Çamlıhemşin (Rize) ve Uzungöl (Trabzon)'dan *P. caucasicus* popülasyonları serolojik ve morfolojik olarak karşılaştırmalı incelemiştir. Bu çalışmaya göre Çamlıhemşin (Rize) için erkeklerde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla 48,04 mm (43,48-52,08 mm), 14,53 mm (13,62-15,84 mm), 17,49 mm (16,26-19,90 mm), 6,62 mm (6,04-7,30 mm), 23,77 mm (21,66-25,86 mm) ve 24,84 mm (23,46-26,58 mm) bulunmuştur. Uzungöl (Trabzon) için ise erkeklerde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla 43,67 mm (40,28-48,26 mm), 13,46 mm (11,26- 14,74 mm), 15,32 mm (13,86-16,16 mm), 6,12 mm (5,24-6,78 mm), 22,28 mm (20,38- 23,90 mm) ve 23,33 mm (21,40-24,88

mm) olarak bildirilmiştir. Çamlıhemşin (Rize) popülasyonunda ortalama SVL, HW, NL, FL ve TL değerleri bizim Çat (Rize) popülasyonu (Tablo 6) için sonuçlarımızdan daha büyük olarak bildirilmiştir.

Uzungöl (Trabzon) popülasyonunda ortalama SVL, HW ve HL değerleri bizim Hıdırnebi (Trabzon) popülasyonu için sonuçlarımızdan (Tablo 5) daha küçük olarak bildirilmiştir. Erişmiş vd. (2009) ise Uzungöl (Trabzon)'daki erkek bireylerin ortalama SVL değerlerini 47,16 mm (41,48-52,58 mm) olarak tespit etmişlerdir. Yine bu değerde bu çalışmada Hıdırnebi (Trabzon) bireyleri için bulunan ortalama SVL değerinden daha küçüktür. Bizim çalışmamızda erkek ve dişilerin morfolojik karakterlerinin ölçüm sonuçlarına bakıldığında Cımbırtlık (Giresun) için erkeklerde

SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla $47,89 \pm 3,05$ mm; $15,82 \pm 0,74$ mm; $17,10 \pm 0,95$ mm; $3,39 \pm 0,25$ mm; $20,16 \pm 0,99$ mm; $22,92 \pm 0,95$ mm olarak bulunmuştur. Cımbırtlık (Giresun) için tek dişi bireyde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla 45,81 mm; 14,90 mm; 15,88 mm; 3,46 mm; 16,89 mm; 18,61 mm olarak bulunmuştur.

Hıdırnebi (Trabzon), için erkeklerde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla $49,08 \pm 2,17$ mm; $15,78 \pm 1,14$ mm; $16,50 \pm 1,94$ mm; $3,49 \pm 0,31$ mm; $19,56 \pm 1,41$ mm; $21,75 \pm 1,65$ mm olarak bulunmuştur. Hıdırnebi (Trabzon), için iki dişi bireyde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla $53,29 \pm 0,99$ mm; $21,40 \pm 2,74$ mm; $23,13 \pm 3,45$ mm; $3,29 \pm 0,06$ mm; $19,83 \pm 0,48$ mm; $21,88 \pm 1,17$ mm olarak bulunmuştur.

Çat (Rize) için erkeklerde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla $43,08 \pm 5,54$ mm; $15,14 \pm 3,59$ mm; $13,83 \pm 3,40$ mm; $4,32 \pm 1,42$ mm; $19,37 \pm 3,90$ mm; $21,31 \pm 4,31$ mm olarak bulunmuştur. Çat (Rize) için tek dişi bireyde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla 48,90 mm; 13,33 mm; 11,87 mm; 3,42 mm; 19,54 mm; 22,85 mm olarak bulunmuştur.

Karagöl (Artvin) için erkeklerde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla $49,95 \pm 3,05$ mm; $16,08 \pm 2,41$ mm; $15,47 \pm 2,66$ mm; $3,37 \pm 0,35$ mm; $23,14 \pm 1,87$ mm; $25,83 \pm 1,79$ mm olarak bulunmuştur. Karagöl (Artvin) için 3 dişi bireyde SVL, HL, HW, NL, FL ve TL ortalama değerlerini sırasıyla $49,53 \pm 5,56$ mm; $17,01 \pm 6,14$ mm; $15,02 \pm 5,45$ mm; $3,26 \pm 0,30$ mm; $21,23 \pm 2,16$ mm; $24,36 \pm 1,13$ mm olarak bulunmuştur. Genel itibari ile erkek bireylerin dişi bireylerden morfolojik olarak daha büyük olduğu görülmüştür.

Popülasyonların karşılaştırmalı morfolojik analizlerinde Mann Whitney U testine göre Karagöl (Artvin) bireyleri diğer popülasyonlara ait bireylerden SVL, HW ve NL karakterleri bakımından anlamlı farklılıklarla ayrılmıştır. Ayrıca ANOVA testine göre, FL ve TL karakterleri bakımından Çat (Rize) popülasyonuna ait bireyler ile diğer popülasyona ait bireyler arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. FL ve TL morfolojik karakterleri için en küçük değer Çat (Rize) popülasyonunda tespit edilmiştir. Amfibilerde bacak boyu hayvanın hareket kabiliyeti (zıplama vb.) ile ilgilidir (Charbonnier ve Vonesh, 2015). Daha uzun bacaklar amfibilerde besin bulma ve predatörden kaçınma ile doğru orantılıdır. Benzer şekilde, daha geniş HW, av seçiminde sınırlayıcı bir faktör olan yutma kabiliyetini destekler. Bununla birlikte, geçmiş çalışmalar predator ortamında yaşayan amfibilerin predatörden uzak yaşayanlara göre daha dar kafa yapısına sahip olduğunu bildirmiştir (Wassersug ve Sperr, 1977; Walton, 1988; Denoël, 2004). FL, TL, SVL ve HW bakımından en küçük değerlere sahip Çat (Rize) popülasyonu için bacak boyu kısalığı predatörden kaçma yeteneğini sınırlamış, dar kafa yapısı ise besin bulmada probleme sebep olduğundan büyümeyi kısıtlamış olabilir.

Franzen (1999), Türkiye'nin Doğu Karadeniz popülasyonlarının komşu popülasyonlardan morfolojik olarak farklı olmadığını beyan etmesine rağmen, Çat (Rize) popülasyonu diğer Kafkas kurbağa popülasyonlarından istatistiksel olarak önemli ölçüde farklıdır. Çamlıhemşin bölgesi yıllar içinde daha turistik bir bölge haline gelmiştir. Çamlıhemşin'de (Rize) 1300 m rakımın üzerine çıkıldıkça çok fazla pansiyon mevcuttur. Ormanlık habitatla ilişkili türlerin kentleşmeye daha duyarlı olduğu bilinmektedir ve insan tarafından tahrip edilmiş habitatlar, farklı yerel koşullar yoluyla heterojen demografilerin temel nedeni olabilir (Hamer ve McDonnell, 2008).

Bu çalışmada Temel bileşenler analizi (PCA) kullanarak yüksek korelasyonlu değişkenleri karşılaştırıldı. PCA analizine göre (Şekil 12) tüm popülasyonlara ait bireyler iç içe geçmiş bir örüntü sergilemiştir. PCA analizine göre HW, HL ve SVL öncül ayırıcı karakterlerdir. LDA analizinin çalışma mantığında sınıflar arasındaki uzaklığı maksimize etmek vardır. LDA analizine göre NL, HW ve HL öncül ayırıcı karakterlerdir. LDA sonuçlarına bakıldığında lokaliteler arasında Cımbırtlık (Giresun) ve Hıdırnebi (Trabzon) arasında hiçbir fark bulunmazken Çat (Rize) lokalitesindeki bireylerin diğerlerinden nispeten daha uzak gruplaştığı görülmüştür. PCA ve LDA analizleri ile *P. caucasicus* için ayırt edici karakterler ilk bu çalışma ile belirlenmiştir.

LDA ayırım analizine göre Cımbırtlık (Giresun) ve Hıdırnebi (Trabzon) ile Çat (Rize) ve Karagöl (Artvin) oldukça benzer gruplardır. Morfometrik çeşitlilik mevcut ekolojik şartlara göre geliştirilmiş doğal seleksiyon sonucu oluşabildiği gibi gen akışı tarafından da kontrol edilmektedir (Castellano vd., 1998). Bu paralel olarak, *P. caucasicus*'un COI genine göre genetik çeşitliliğine bakıldığında da popülasyonlar arası benzer bir gruplaşma tespit edilmiştir (Ergül Kalaycı ve Gümüşsoy, 2022).

P. caucasicus türünün morfolojisinin yanında yaş yapısına ait analizlerde yapılmıştır. Yaş analizleri iskelet kronolojisi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bireyleri öldürmeden kemik dokudaki LAG'ların sayımına dayanan iskelet kronolojisi yöntemi yardımıyla yaş, eşeyssel olgunluk ve ömür uzunluğu tespit edilebilmektedir (Sagor vd., 1998). Bu çalışmada popülasyonlarda dişi birey sayısının azlığından dolayı erkek ve dişi bireyler birleştirilerek analiz edilmiştir. Ayrıca yaş analizlerinde Hıdırnebi (Trabzon) popülasyonundaki 2 bireyin yaş yapısı, fazla boyama ve yüksek endosteal resorbsiyon gibi sebeplerden dolayı güvenli bir şekilde tayin edilememiştir.

Ömür uzunluğu Cımbırtlık (Giresun) için 4 yıl, Hıdırnebi (Trabzon) ve Çat (Rize) için 5 yıl, Karagöl (Artvin) için 6 yıl olarak tespit edildi. Erişmiş vd. (2009) Uzungöl'de (Trabzon) yaşların erkeklerde 2 ile 5, dişilerde 2 ile 4 arasında değiştiğini bildirmiştir. Gokhelaşvili ve Tarkhnişvili (1994), Gürcistan'da yaşayan *P. caucasicus*'ta yaşı 2 ile 6 yıl arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Chubinişvili vd. (1995) Gürcistan'ın Borjomi şehrindeki bir kanyonda yaptıkları saha çalışmasında *P. caucasicus* türünün bireylerinin 2-3 yaşında eşeyssel olgunluğa eriştiklerini, topladıkları bireylerin erkeklerinin en fazla 6 yaşında, dişilerin ise en fazla 4 yaşında olduklarını bildirmişlerdir. Söğüt (2013) ise Hıdırnebi (Trabzon)'da dağılım gösteren *P. caucasicus* bireylerinde yaptıkları çalışmada popülasyonun ortalama yaşını 3,78 yıl (2-6 yıl) olarak tespit etmişlerdir. Chubinişvili vd. (1995), *P. caucasicus* için en yaygın yaş sınıfının 3 olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da Çat (Rize), Karagöl (Artvin) ve Cımbırtlık (Giresun) içinde yaygın yaş 3 ve 4 yıl olarak tespit edilmiştir

(Gokhelaşvili ve Tarkhnişvili 1994). Gürcistanda yaptıkları çalışmada 6 anura (içinde *P. caucasicus*'un da olduğu) üzerinde popülasyonun yaş yapısını ve dinamiklerini iki yıl boyunca incelemişlerdir. 4 dişi 6 erkek için max yaş bildirmiştir. En genç yaş ortalamasının *P. caucasicus* 'a ait olduğu görülmüştür.

Avrupa'da dağılım gösteren diğer *Pelodytes* türlerinin yaş yapısına bakıldığında; Esteban vd. (2004), Kuzeydoğu İspanya'da 1010 m. rakımda yaşayan

Pelodytes punctatus popülasyonunda maksimum yaşam süresinin erkekler için 8, dişiler için ise 10 yıl olduğunu bildirmiş ve İspanya'nın güneyinde (250 m) yaşayan *Pelodytes punctatus* popülasyonunda ise en yaşlı erkek bireyi 7 yaşında tespit edilmiştir (Esteban vd, 2002).

Kruskal Wallis testine göre *P. caucasicus* popülasyonları arasında yaş bakımından anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Araştırmacılar *P. caucasicus* türü popülasyonlarının nem, sıcaklık, ortam koşullarının rahatlığı ve en önemlisi yağıştan etkilendiğini bildirmiştir (Litvinchuk ve Kidov, 2018). Bununla birlikte Doğu Karadeniz dağlarında 1000 m. rakımdan sonra iklimsel özellikler genel olarak birbirine benzerdir (Atalay vd., 2014). Genel olarak nemli soğuk bir iklim hakimdir. Bu yüzden popülasyonların yaş farkının yaşadıkları habitat özelliklerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Birçok amfibi türü habitat farklılaşmalarına oldukça hassastır. Ayrıca popülasyonların yaş yapısının da predator baskısı da önemli bir etkidir (Sinsch, 2015).

Bu çalışmada Cımbırtlık (Giresun) bireylerinin sayıca diğer lokalitelerden daha az ve genç oluşumlu bir popülasyon olduğu görülmüştür. LDA ayırım analizlerinde neredeyse tamamıyla yakın komşusu Hıdırnebi (Trabzon)'a benzemesi de ayrılmanın yakın zamana tekabül ettiğini işaret etmektedir. Bununla birlikte, Cımbırtlık (Giresun) mevkiinde bitişik durgun sular karayolu ile ayrılmıştır. Bu yol, geçici üreme havuzları ve ana üreme havuzu olan dere kıyısı alanlar arasında hareket şansını sınırlar. Litvinchuk ve Kidov (2018), *P. caucasicus*'da türün bolluğunu sınırlayan en önemli faktörün uygun üreme alanlarının olmaması olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla bu bölgede maalesef yeterli sayıda hayvan ve geniş bir yaş sınıfına ait birey bulamadık. Ayrıca, Franzen (1999) dağ içlerinde su birikintilerinde yaşayan *P. caucasicus*'un üreme alanlarının özellikle yaz mevsiminde yağın yağmurlar sonucu oluşan sel ve taşkınlardan etkilendiğini belirtmiştir. Yakın zamanda sel felaketi ile karşı karşıya kalan Dereli (Giresun) ilçesine bağlı Cımbırtlık (Giresun) popülasyonu da taşkın sırasında zarar görmüş olabilir.

Çat (Rize), Hıdırnebi (Trabzon) ve Karagöl (Artvin) popülasyonlarında yaş ve SVL arasında bir korelasyon tespit edilmiştir. Esteban vd. (2002, 2004) *P. punctatus*'ta bu parametreler arasında anlamlı bir ilişki buldu. Anuraların çoğunda yaş ile vücut boyu arasında pozitif korelasyon görülür (Lu vd., 2006; Liao ve Lu, 2010; Kutrup vd., 2011).

Farklı bölgelerde yayılım gösteren *P. caucasicus* popülasyonları için birçok tehdit faktörü tanımlanmıştır. Golubev (1980) antropojenik etki altında olan *P. caucasicus* popülasyonlarının azalma ile karşı karşıya kaldığını bildirmiştir. Çiçek vd. (2018) Cımbırtlık (Giresun)'daki arazi çalışmalarında bu alanın şehirleşme, ormancılık faaliyetleri ve ekoturizm faaliyetlerine bağlı olarak habitat kaybı ve habitat parçalanmasına maruz kaldığı bildirilmiştir (Altunışık, A., ve Özdemir, N. 2013). Farklı araştırmacılar Karagöl (Artvin)'de yayılım gösteren herpetofauna elemanlarının turistik faaliyetlerden, hidroelektrik santrallerine bağlı su kaynaklarının azalmasından, piknik ve kamp için gelen insanların bıraktıkları atıklardan olumsuz etkilendiklerinden bahsetmiştir (Eksilmez vd., 2017; Afşar vd., 2018). Bununla birlikte, Kurdoğlu ve Avcıoğlu Çok çalışkan (2011) Doğu Karadeniz'deki koruma alanlarının yönetimini değerlendirdikleri makalelerinde Kaçkar platosunun diğer yerlere göre daha fazla baskı ve tehdit altında olduğunu ortaya koymuştur.

Tüm literatür çalışmaları ve bizim çalışmamız karşılaştırıldığında tehlike altındaki türler için etkili bir koruma planlamasının yapılması ve büyüme parametrelerinin belirlenmesi önem arz eder (Dubey vd., 2013). Peng vd. (2021) yaptıkları derleme çalışmasında literatürde bulunan karşılaştırmalı yaş tayini çalışmalarında özellikle anuralarda boşluk olduğunu ve bu boşluğun doldurulması gerektiğinden bahsetmiştir. Bu çalışma birden fazla lokalitede yaşayan tehdit altındaki tür de morfolojik ve iskelet kronolojisi çalışmasının popülasyonların güncel durumlarının bildirilmesinde ve gelecek koruma eylem planlarının hazırlanmasında ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. Habitat değişimlerinin, habitat yıkımlarının ve insani etkilerin popülasyonların güncel durumlarına etkisi de ortaya çıkarılmıştır.

3.2. Sonuç

Bu çalışmanın sonuçlarına göre;

1. NL hariç diğer tüm morfolojik karakterler bakımından Çat (Rize) popülasyonu en küçük ortalama değere sahiptir.
2. Morfolojik karakterler bakımından en büyük ortalama değer Hıdırnebi (Trabzon) ve Karagöl (Artvin) popülasyonlarına ait bireylerde bulunmuştur.
3. Normal dağılmayan değerlere uygulanan Kruskal Wallis testine göre SVL, HW ve NL bakımından popülasyonlar arası istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi.

4. Bu sonuca istinaden yapılan Mann Whitney U testine göre, Karagöl (Artvin) ile Çat (Rize) populasyonları arasında SVL ve NL karakterleri bakımından, Karagöl (Artvin) ile Hıdırnebi (Trabzon) ve Cımbırtlık (Giresun) populasyonları arasında ise SVL, HW ve NL karakterleri bakımından anlamlı farklılık bulunmuştur. Çat (Rize) ile Hıdırnebi (Trabzon) ve Cımbırtlık (Giresun) populasyonları arasında ise HW karakteri bakımından anlamlı farklılık mevcuttur.

5. Normal dağılan değerlere uygulanan ANOVA testine göre FL ve TL karakterleri bakımından populasyonlar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

6. Bu sonuca istinaden yapılan Tukey testine göre, Çat (Rize) ile Karagöl (Artvin), Hıdırnebi (Trabzon) ve Cımbırtlık (Giresun) populasyonları arasında FL ve TL karakterleri bakımından anlamlı farklılık mevcuttur.

7. PCA analizine göre en çok katkı yapan morfolojik karakterler SVL, HL ve HW olarak bulunmuştur.

8. LDA analizine göre ise katkı yüzdesi en fazla olan morfolojik karakterler NL, HW ve HL'dir.

9. Tüm morfolojik analizlerde Cımbırtlık (Giresun) ve Hıdırnebi (Trabzon) populasyonları arasında herhangi bir fark tespit edilememiştir.

10. Ortalama yaş değerleri göz önüne alındığında en küçük ortalama yaşın Cımbırtlık (Giresun)'da en büyük ortalama yaşın ise Karagöl (Artvin) olduğu tespit edilmiştir.

11. Ömür uzunluğu en fazla Karagöl (Artvin) populasyonunda tespit edilmiştir.

12. Karagöl (Artvin), Çat (Rize) ve Hıdırnebi (Trabzon) populasyonlarında yaş ve SVL arasında kuvvetli korelasyon tespit edildi.

3.3. Öneriler

Bu çalışmanın sonuçlarına göre insan eliyle yıkımın son yıllarda etkisini gösterdiği *P. caucasicus* yayılım alanlarında daha genç yaş (Cımbırtlık, Giresun) ve daha küçük morfolojik ölçümler (Çat, Rize) tespit edilmiştir. Buna göre bu alanlarda türün koruma alanlarının oluşturulması, türe ait biyomonitor çalışmaların planlanması elzemdir. Zaten IUCN'in Kırmızı Listesinde NT olarak kategorize edilen bu türün

doğal popölasyonlarının korunması ömür uzunluğunu artıracak ve üzerindeki çevre baskısını azaltacaktır.

Saha çalışması sırasında kentleşme, altyapı, ormancılık ve yoğun ekoturizm nedeniyle habitat kaybı ve parçalanma gözlemlenmiştir. Türlerin sürdürülebilirliği için koruma ve yönetim planlarına acilen hayata geçirilmesini öneriyoruz.



KAYNAKÇA

- Afsar, M., Afsar, B., Ayaz, D., Çiçek, K., and Tok, C. V. (2018). Amphibians of the Borçka-Karagöl Nature Park (Artvin/Turkey) and Vicinity. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 49-55.
- Alford, R. A., and Richards, S. J. (1999). Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual review of Ecology and Systematics*, 30(1), 133-165.
- Altunışık, A., and Özdemir, N. (2013). Body size and age structure of a highland population of *Hyla orientalis* Bedriaga, 1890, in northern Turkey
- Amizuka, N., Hasegawa, T., Oda, K., Luiz de Freitas, P. H., Hoshi, K., Li, M., and Ozawa, H. (2012). Histology of epiphyseal cartilage calcification and endochondral ossification. *Front Biosci (Elite Ed)*, 4(6), 2085-2100.
- Arikan, H., Atatür, M. K., and Tosunoğlu, M. (2003). A study on the blood cells of the Caucasus Frog, *Pelodytes caucasicus*. *Zoology in the Middle East*, 30(1), 43-47.
- Arikan, H., Tosunoğlu, M., Atatür, MK ve Göçmen, B. (2007). Kuzeydoğu Anadolu Uzungöl'den *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (Anura: Pelodytidae)'nin üreme biyolojisi üzerine bazı yorumlar. *Türk Zooloji Dergisi*, 31 (1), 53-64.
- Atalay, I. (2014). Forest composition changes with competition in the northern part of Turkey. *European Scientific Journal*.
- Avens, L., and Snover, M. L. (2013). Age and age estimation in sea turtles. *The biology of sea turtles*, 3, 97-134.
- Avens, L., Goshe, L. R., Coggins, L., Shaver, D. J., Higgins, B., Landry Jr, A. M., and Bailey, R. (2017). Variability in age and size at maturation, reproductive longevity, and long-term growth dynamics for Kemp's ridley sea turtles in the Gulf of Mexico. *PloS one*, 12(3), e0173999.
- Baran, İ., Ilgaz, Ç., Avcı, A., Kumlutaş, Y. ve Olgun, K. (2012). *Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri*. Tübitak Popüler Bilim Kitapları 207.
- Blackburn, D. C., and Moreau, C. S. (2006). Ontogenetic diet change in the arthroleptid frog *Schoutedenella xenodactyloides*. *Journal of Herpetology*, 40(3), 388-394.
- Blaustein, A. R., and Wake, D. B. (1990). Declining amphibian populations: a global phenomenon?. *TREE*, 5(7).
- Boulenger, G. A. (1896). *Catalogue of the snakes in the British Museum (Natural History)* (Vol. 3). order of the Trustees.
- Cackowski, F. C., Anderson, J. L., Patrene, K. D., Choksi, R. J., Shapiro, S. D., Windle, J. J., ... and Roodman, G. D. (2010). Osteoclasts are important for bone

- angiogenesis. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, 115(1), 140-149.
- Castanet, J. (1982). *Recherches sur la croissance du tissu osseux des reptiles. Application: la méthode squelettochronologique* (Doctoral dissertation, Université Paris VII).
- Castanet, J., and Smirina, E. (1990). Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles. In *Annales des sciences naturelles. Zoologie et biologie animale* (Vol. 11, No. 4, pp. 191-196).
- Castanet, J. (1994). Age estimation and longevity in reptiles. *Gerontology*, 40(2-4), 174-192.
- Castellano, S., and Giacoma, C. (1998). Stabilizing and directional female choice for male calls in the European green toad. *Animal Behaviour*, 56(2), 275-287.
- Charbonnier, J. F., and Vonesh, J. R. (2015). Consequences of life history switch point plasticity for juvenile morphology and locomotion in the Túngara frog. *PeerJ*, 3, e1268.
- Chubinishvili, A. T., Gokhelasvili, R. K., and Tarkhnishvili, D. N. (1995). Population ecology of the Caucasian parsley frog (*Pelodytes caucasicus* Boulenger) in the Borjomi Canyon. *Russian Journal of Herpetology*, 2(2), 79-86.
- Collins, J. P., Crump, M. L. (2009). *Extinction in our times: global amphibian decline*. Oxford University Press.
- Collins, S. J., and Fahrig, L. (2017). Responses of anurans to composition and configuration of agricultural landscapes. *Agriculture, ecosystems and environment*, 239, 399-409.
- Cubo, J., Legendre, P., De Ricqlès, A., Montes, L., De Margerie, E., Castanet, J., & Desdevises, Y. (2008). Phylogenetic, functional, and structural components of variation in bone growth rate of amniotes. *Evolution and development*, 10(2), 217-227.
- Çiçek, K., Yakın, B. Y., Afsar, M., Ayaz, D., and Tok, C. V. (2018). Some records of Caucasian Parsley Frog and Caucasian Salamander from Eastern Blacksea Region, Turkey. *Acta Biologica Turcica*, 32(1), 37-41.
- Demirsoy, A. (1996). *Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası*. Ankara: Meteksan.
- Demirsoy, A. (1998). *Omurgasız Böcekler*. Ankara: Meteksan.
- Denoël, M. (2004). Terrestrial versus aquatic foraging in juvenile Alpine newts (*Triturus alpestris*). *Ecoscience*, 11(4), 404-409.
- Dinets, V. (2015). Play behavior in crocodilians. *Animal Behavior and Cognition*, 2(1), 49-55.

- Doronin I.V. (2013). The Caucasian parsley frog, *Pelodytes caucasicus*
- Boulenger, 1896. In: *Red Data Book of the Karachay-Cherkessia Republic*. Cherkessk: Nartizdat
- Driscoll, D. A. (1999). Skeletochronological assessment of age structure and population stability for two threatened frog species. *Australian Journal of Ecology*, 24(2), 182-189.
- Dubey, S., Pike, D. A., and Shine, R. (2013). Predicting the impacts of climate change on genetic diversity in an endangered lizard species. *Climatic Change*, 117(1), 319-327.
- Dzuev R.I., Ivanov I.V. (2000). The Caucasian parsley frog, *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896. In: *Red Data Book of the Kabardino-Balkaria Republic*. Nalchik: El'Fa.
- Eksilmez, H., Altunışık, A., & Özdemir, N. (2017). The Herpetofauna of Karçal Mountains Artvin/Turkey. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 10(1), 1-5.
- Ergül Kalaycı, T., and Gümüşsoy, K. (2022). Genetic diversity of the Caucasian Parsley Frog, *Pelodytes caucasicus* (Anura: Pelodytidae). *Zoology in the Middle East*, 1-7.
- Erişmiş, U. C., Arıkan, H., Konuk, M., and Guarino, F. M. (2009). Age structure and growth in Caucasian parsley frog *Pelodytes caucasicus* (Boulenger, 1896) from Turkey. *Russian Journal of Herpetology*, 16(1), 19-26.
- Erismis, U. C. (2018). Age, size, and growth of the Turkish endemic frog *Pelophylax caralitanus* (Anura: Ranidae). *The Anatomical Record*, 301(7), 1224-1234.
- Fominykh, A. S., and Liapkov, S. M. (2011). The formation of new characteristics in life cycle of the marsh frog (*Rana ridibunda*) in thermal pond conditions. *Zhurnal obshchei biologii*, 72(6), 403-421.
- Francesco Ficetola, G., and De Bernardi, F. (2006). Trade-off between larval development rate and post-metamorphic traits in the frog *Rana latastei*. *Evolutionary Ecology*, 20(2), 143-158.
- Francillon-Vieillot, H., de Buffrénil, V., Castanet, J., Géraudie, J., Meunier, F. J., Sire, J. Y., ... and de Ricqlès, A. (1990). Microstructure and mineralization of vertebrate skeletal tissues. *Skeletal biomineralization: patterns, processes and evolutionary trends*, 1, 471-530.
- Franzen, M. (1999). Verbreitung und Ökologie von *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 in der Türkei. *Salamandra-Bonn*-, 35, 1-18.
- Gabre, R. M., Adham, F. K., & Chi, H. (2005). Life table of *Chrysomya megacephala* (Fabricius)(Diptera: Calliphoridae). *Acta oecologica*, 27(3), 179-183.

- Gámez Pérez, A., Rodríguez Orta, C. D. L. A., Arteaga Báez, J. M., Díaz Rodríguez, D. R., Concepción León, A., Ricardo Sosa, O., ... and Saavedra Martínez, N. (2015). Factores de crecimiento aportados por el lisado plaquetario en el tratamiento tópico de úlceras posflebíticas. *Revista Cubana de Angiología y Cirugía Vascular*, 16(2), 164-174.
- Gerber, L. R., & Heppell, S. S. (2004). The use of demographic sensitivity analysis in marine species conservation planning. *Biological Conservation*, 120(1), 121-128.
- Germain, D., & Laurin, M. (2005). Microanatomy of the radius and lifestyle in amniotes (Vertebrata, Tetrapoda). *Zoologica Scripta*, 34(4), 335-350.
- Gokhelašvili, R., and Tarkhnišvili, D. (1994). Age structure of six Georgian anuran populations and its dynamics during two consecutive years. *Herpetozoa*, 7(1/2), 11-18.
- Golubev, N. S. (1980). Sur L'aire De Distribution De *Pelodytes caucasicus* (Amphibia, Pelobatidae).
- Guarino, F. M., Andreone, F., and Angelini, F. (1998). Growth and longevity by skeletochronological analysis in *Mantidactylus microtympanum*, a rain-forest anuran from southern Madagascar. *Copeia*, 1998(1), 194-198.
- Guarino, F., and Andreone, F. (2003). Giant and long-lived? Age structure in *Macroscincus coctei*, an extinct skink from Cape Verde. *Amphibia-Reptilia*, 24(4), 459-470.
- Guarino, F. M., Di Nocera, F., Pollaro, F., Galiero, G., Iaccarino, D., Iovino, D., ... and Maio, N. (2019). Skeletochronology, age at maturity and cause of mortality of loggerhead sea turtles *Caretta caretta* stranded along the beaches of Campania (south-western Italy, western Mediterranean Sea). *Herpetozoa*, 33, 39.
- Gvozdk, V., Moravec, J., and Kratochvil, L. (2008). Geographic morphological variation in parapatric Western Palearctic tree frogs, *Hyla arborea* and *Hyla savignyi*: are related species similarly affected by climatic conditions?. *Biological Journal of the Linnean Society*, 95(3), 539-556..
- Hamer, A. J., and McDonnell, M. J. (2008). Amphibian ecology and conservation in the urbanising world: a review. *Biological conservation*, 141(10), 2432-2449.
- Hamer, A. J., and McDonnell, M. J. (2010). The response of herpetofauna to urbanization: inferring patterns of persistence from wildlife databases. *Austral Ecology*, 35(5), 568-580.
- Houlahan, J. E., Findlay, C. S., Schmidt, B. R., Meyer, A. H., and Kuzmin, S. L. (2000). Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404(6779), 752-755.

- Iğci, N., Akman, B., Göçmen, B., Adakul, A., and Oğuz, M. A. (2013). A new locality record of Caucasian parsley frog, *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (Amphibia: Anura: Pelodytidae) in the eastern Black Sea region of Anatolia. *Biharean Biologist*, 7(1), 54-56.
- Kacharava W. (1982). *Red Data Book of Georgian SSR*. Tbilisi: Sabchota Sarkatvelo.
- Kaya U., Tuniyev B., Tuniyev S., Kuzmin S., Tarkhnishvili D., Papenfuss T., Sparreboom M., Ugurtas I., Anderson S., Eken G., Kiliç T., Gem E. 2009. *Pelodytes caucasicus*. In: The IUCN Red List of Threatened Species 2009.
- Kopar, İ., and Sever, R. (2008). Karagöl (Borçka-Artvin). *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 21-38.
- Köhler, M., and Moyà-Solà, S. (2009). Physiological and life history strategies of a fossil large mammal in a resource-limited environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(48), 20354-20358.
- Köhler, M., Marín-Moratalla, N., Jordana, X., & Aanes, R. (2012). Seasonal bone growth and physiology in endotherms shed light on dinosaur physiology. *Nature*, 487(7407), 358-361.
- Kurdoğlu, O., and Çokçaliskan, B. A. (2011). Assessing the effectiveness of protected area management in the Turkish Caucasus. *African Journal of Biotechnology*, 10(75), 17208-17222.
- Kuru, M. (2011). *Omurgalı Hayvanlar*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Kutrup, B.; Cakir, E.; Colak, Z.; Bulbul, U.; Karaoglu, H. Age and growth of the green toad, *Bufo Viridis* (Laurenti, 1768) from an island and a mainland population in Giresun, Turkey. *J. Anim. Vet. Adv.* 2011, 10, 1469–1472. [CrossRef]
- Kuzmin, S.L. (1999). [Caucasian parsley frog]. In *Red Data Book of the Russian Federation*, pp. 317–318. Moscow: AST.
- Kuzmin, S.L. (2000). The Caucasian parsley frog, *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1838. In: *Red Data Book of Russian Federation. Animals*. Moscow: AST Astrel
- Kyriakopoulou-Sklavounou, P., Stylianou, P., and Tsiora, A. (2008). A skeletochronological study of age, growth and longevity in a population of the frog *Rana ridibunda* from southern Europe. *Zoology*, 111(1), 30-36.
- Lee, S. W., Padmanabhan, P., Ray, P., Gambhir, S. S., Doyle, T., Contag, C., and Biswal, S. (2009). Stem cell-mediated accelerated bone healing observed with in vivo molecular and small animal imaging technologies in a model of skeletal injury. *Journal of Orthopaedic Research*, 27(3), 295-302.
- Lehtinen, N. G., and Inan, U. S. (2009). Full-wave modeling of transionospheric propagation of VLF waves. *Geophysical Research Letters*, 36(3).

- Liao, W. B., & Lu, X. (2010). Age and growth of a subtropical high-elevation torrent frog, *Amolops mantzorum*, in western China. *Journal of Herpetology*, 44(1), 172-176.
- Litvinchuk, SN ve Kidov, AA (2018). Kafkas maydanoz kurbağası *Pelodytes caucasicus*'un (Amphibia: Anura) yayılış ve korunma durumu. Doğa Koruma Araştırması. Заповедная наука , 3 (S1), 51-60.
- Löfvenhaft, K., Björn, C., and Ihse, M. (2002). Biotope patterns in urban areas: a conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning. *Landscape and Urban Planning*, 58(2-4), 223-240.
- López, J. A., Antoniazzi, C. E., Llanes, R. E., and Ghirardi, R. (2017). Age structure, growth pattern, sexual maturity, and longevity of *Leptodactylus latrans* (Anura: Leptodactylidae) in temperate wetlands. *Amphibia-Reptilia*, 38(3), 371-379.
- Lotiev L.Y., Tuniyev B.S. (2017). The Caucasian parsley frog, *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896. In: Red Data Book of South Ossetia. Nalchik: Poligrafservis i T. P.
- Lotiev, K.Y. (2007). The Caucasian parsley frog, *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896. In: *Red Data Book of Chechnya Republic. Rare and Threatened Species of Plants and Animals*. Grozny: Southern Publishing House.
- Lu, X., Li, B., and Liang, J. J. (2006). Comparative demography of a temperate anuran, *Rana chensinensis*, along a relatively fine elevational gradient. *Canadian Journal of Zoology*, 84(12), 1789-1795.
- Mackie, E., Ahmed, Y. A., Tatarczuch, L., Chen, K. S., and Mirams, M. (2008). Endochondral ossification: how cartilage is converted into bone in the developing skeleton. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 40(1), 46-62.
- Margerie, E., Sanchez, S., Cubo, J., and Castanet, J. (2005). Torsional resistance as a principal component of the structural design of long bones: comparative multivariate evidence in birds. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 282(1), 49-66.
- Matthews, K. R., and Miaud, C. (2007). A skeletochronological study of the age structure, growth, and longevity of the mountain yellow-legged frog, *Rana muscosa*, in the Sierra Nevada, California. *Copeia*, 2007(4), 986-993.
- McKinney, M. L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *BioScience*, 52(10), 883-890.

- Meyer, A. H., Schmidt, B. R., and Grossenbacher, K. (1998). Analysis of three amphibian populations with quarter-century long time-series. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1395), 523-528.
- Mezzasalma, M., Andreone, F., Glaw, F., Petraccioli, A., Odierna, G., and Guarino, F. M. (2016). A karyological study of three typhlopoid species with some inferences on chromosome evolution in blindsnakes (Scoleophidia). *Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology*, 264, 34-40.
- Mezzasalma, M., Andreone, F., Aprea, G., Glaw, F., Odierna, G., and Guarino, F. M. (2017). When can chromosomes drive speciation? The peculiar case of the Malagasy tomato frogs (genus *Dyscophus*). *Zoologischer Anzeiger*, 268, 41-46.
- Miaud, C., Joly, P., and Castanet, J. (1993). Variation in age structures in a subdivided population of *Triturus cristatus*. *Canadian Journal of Zoology*, 71(9), 1874-1879.
- Morrison, C., Hero, J. M., and Browning, J. (2004). Altitudinal variation in the age at maturity, longevity, and reproductive lifespan of anurans in subtropical Queensland. *Herpetologica*, 60(1), 34-44.
- Oromi, N., Sanuy, D., and Sinsch, U. (2012). Altitudinal variation of demographic life-history traits does not mimic latitudinal variation in natterjack toads (*Bufo calamita*). *Zoology*, 115(1), 30-37.
- Ostrovskikh, S.V. (2011). Amphibians and reptiles SPNA of regional significance "Mount Sober-Bash" (North-Western Caucasus, Krasnodar Territory). In Actual issues of ecology and nature protection of ecosystems of the southern regions of Russia and adjacent territories: Materials of the XXIV Inter-republican scientificpractical conference (p. 91).
- Özeti, N., and Yılmaz, İ. (1994). Türkiye amfibileri. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi*, 151.
- Parfitt, A. M., Mathews, C. H., Villanueva, A. R., Kleerekoper, M., Frame, B., and Rao, D. S. (1983). Relationships between surface, volume, and thickness of iliac trabecular bone in aging and in osteoporosis. Implications for the microanatomic and cellular mechanisms of bone loss. *The Journal of clinical investigation*, 72(4), 1396-1409.
- Pechmann, J. H., and Wilbur, H. M. (1994). Putting declining amphibian populations in perspective: natural fluctuations and human impacts. *Herpetologica*, 65-84.
- Phadmacanty, N. L. P. R., and Kurniati, H. (2019). Determination of the age of the Paddy Field Frog, *Fejervarya cancrivora* (Anura: Dicroglossidae) by using skeletochronology. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(9).

- Pough, F. H., Janis, C. M., and Heiser, J. B. (2014). *Vertebrate life*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- R Development Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
- Rendu, W. (2010). Hunting behavior and Neanderthal adaptability in the Late Pleistocene site of Pech-de-l'Azé I. *Journal of Archaeological Science*, 37(8), 1798-1810.
- Rozenblut, B., and Ogielska, M. (2005). Development and growth of long bones in European water frogs (Amphibia: Anura: Ranidae), with remarks on age determination. *Journal of Morphology*, 265(3), 304-317.
- Rubbo, M. J., and Kiesecker, J. M. (2005). Amphibian breeding distribution in an urbanized landscape. *Conservation biology*, 19(2), 504-511.
- Rudders, S. A., Banerji, A., Corel, B., Clark, S., and Camargo, C. A. (2010). Multicenter study of repeat epinephrine treatments for food-related anaphylaxis. *Pediatrics*, 125(4), e711-e718.
- Sagor, E. S., Ouellet, M., Barten, E., and Green, D. M. (1998). Skeletochronology and geographic variation in age structure in the wood frog, *Rana sylvatica*. *Journal of Herpetology*, 469-474.
- Shi, Y.B. (2000) *Amphibian Metamorphosis from Morphology to Molecular Biology*. Wiley-Liss, New York.
- Shirose, L. J., Brooks, R. J., Barta, J. R., and Desser, S. S. (1993). Intersexual differences in growth, mortality, and size at maturity in bullfrogs in central Ontario. *Canadian Journal of Zoology*, 71(12), 2363-2369.
- Simmons, L. W., and Zuk, M. (1992). Variability in call structure and pairing success of male field crickets, *Gryllus bimaculatus*: the effects of age, size and parasite load. *Animal Behaviour*, 44(6), 1145-1152.
- Sinsch, U. (2015). Skeletochronological assessment of demographic lifehistory traits in amphibians. *The Herpetological Journal*, 25(1), 5-13.
- Söğüt, S. (2013). Hıdırnebi (Trabzon) *Pelodytes cucasicus* Boulenger, 1896 (Kafkas Kurbağası) Populasyonunun Yaş Tayini ve Bazı Büyüme Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Speybroeck, J., Beukema, W., Dufresnes, C., Fritz, U., Jablonski, D., Lymberakis, P., ... and Crochet, P. A. (2020). Species list of the European herpetofauna–2020 update by the Taxonomic Committee of the Societas Europaea Herpetologica. *Amphibia-Reptilia*, 41(2), 139-189.

- Steiner, H. M. (1968). *Pelodytes caucasicus* Boulenger 1896 (Pelobatidae, Amphibia) in der Türkei. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 291-298.
- Tarkhnishvili, D. N., and Thiesmeier, B. (1994). Zur Verbreitung und Ökologie der Amphibien in Georgien unter besonderer Berücksichtigung des Trialeti-Gebirges. *Herpetofauna*, 16(91), 27-34.
- Tarkhnishvili, D. (1996). The distribution and ecology of the amphibians of Georgia and the Caucasus: a biogeographical analysis. *Zeitschrift für Feldherpetologie*, 3, 167-196.
- Tarkhnishvili, D. N., and Gokhelashvili, R. (1999). Spatial structure and regulation of a population of the brown frog *Rana macrocnemis* in Georgia. *Herpetological Journal*, 9(4), 169-177.
- Tosunoğlu, M., and Taşkavak, E. (2004). A preliminary study on morphology and serology of *Pelodytes caucasicus* Boulenger 1896 populations from North-Eastern Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(7), 1186-1190.
- Tuniyev, B. S. (1990). On the independence of the Colchis center of amphibian and reptile speciation. *Asiatic Herpetological Research*, 3, 67-84.
- Tuniyev, B. S., and Tuniyev, S. B. (2012). On distribution and taxonomic status of rock lizards *Darevskia brauneri szczerbaki* (Lukina, 1963) and *D. b. darevskii* (Szczerbak, 1962). *Russian Journal of Herpetology*, 19(1), 10-22.
- Tuniyev B.S., Tuniyev S.B. (2017). The Caucasian parsley frog *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896. In: *Red Data Book of Krasnodarsky Krai. Animals*. 3rd Edition. Krasnodar.
- Udovkin S.I., Lipkovich A.D. (1999). The Caucasian parsley frog *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896. In: *Red Data Book of North Ossetia-Alania. Rare and Threatened Species of Plants and Animals*. Vladikavkaz: Proekt-Press. P.
- URL1, (2022). <https://pascalfrancis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PASCAL8050434308> (06 Haziran 2022)
- Vaquero, M., Esteban, M., Allué, E., Vallverdú, J., Carbonell, E., and Bischoff, J. L. (2002-2004). Middle Palaeolithic refugium, or archaeological misconception? A new U-series and radiocarbon chronology of Abric Agut (Capellades, Spain). *Journal of Archaeological Science*, 29(9), 953-958
- Venables, W. N., and Ripley, B. D. (2002). Random and mixed effects. In *Modern applied statistics with S* (pp. 271-300). Springer, New York, NY.
- Viterbi, R., Cerrato, C., Bassano, B., Bionda, R., Hardenberg, A. V., Provenzale, A., and Bogliani, G. (2013). Patterns of biodiversity in the northwestern Italian Al

- Vitt, L. J., and Caldwell, J. P. (2013). Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. Academic press.ps: a multi-taxa approach. *Community ecology*, 14(1), 18-30.
- Voeten, D. F., Cubo, J., De Margerie, E., Röper, M., Beyrand, V., Bureš, S., ... and Sanchez, S. (2018). Wing bone geometry reveals active flight in Archaeopteryx. *Nature communications*, 9(1), 1-9.
- Wake, M. H., and Dickie, R. (1998). Oviduct structure and function and reproductive modes in amphibians. *Journal of Experimental Zoology*, 282(4-5), 477-506.
- Walton, M. (1988). The Deming Management Method: The Bestselling Classic for Quality Management!. Penguin.
- Wassersug, R. J., and Sperry, D. G. (1977). The relationships of locomotion to differential predation on *Pseudacris triseriata* (Anura: Hylidae). *Ecology*, 58(4), 830-839.
- Wilson, A., and Trumpp, A. (2006). Bone-marrow haematopoietic-stem-cell niches. *Nature Reviews Immunology*, 6(2), 93-106.
- Woodward, H. N., Padian, K., and Lee, A. H. (2013). 7. Skeletochronology. In *Bone histology of fossil tetrapods* (pp. 195-216). University of California Press.
- Yi, L., Dong, Y., Miao, B., and Peng, Y. (2021). Diversity of butterfly communities in Gaoligong region of Yunnan. *Biodiversity Science*, 29(7), 950.
- Yildirimhan, H. S., Bursey, C. R., and Goldberg, S. R. (2009). Helminth parasites of the Caucasian parsley frog, *Pelodytes caucasicus*, from Turkey. *Comparative parasitology*, 76(2), 247-257.
- Zaqueo, K. D., Sampaio, P. R. M., Oliveira, I. L. D. A., Miranda, G. K., and Calderon, L. D. A. (2017). The opportunistic behaviour of a common predator in aquatic systems in Amazonia: predation on robber-frog *Pristimantis cf. fenestratus* by trahira *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794).
- Zazanashvili, N., and Mallon, D. (2009). Status and protection of globally threatened species in the Caucasus. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22590827>
- Zhang, L., Lu, Y., Lu, X., and Chen, X. (2013). Age and growth examined by skeletochronology for the stream-dwelling frog *Feirana taihangnicus* in central China. *The Herpetological Journal*, 23(2), 89-92.
- Zhelev, Z., Popgeorgiev, G., Ivanov, I., and Boyadzhiev, P. (2017). Changes of erythrocyte-metric parameters in *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Anura: Ranidae) inhabiting water bodies with different types of anthropogenic pollution in Southern Bulgaria. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(21), 17920-17934.