

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**HIDIRNEBİ (TRABZON) *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (KAFKAS
KURBAĞASI) POPÜLASYONUNUN YAŞ TAYİNİ VE BAZI BÜYÜME
PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şadıman SÖĞÜT

HAZİRAN 2013
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**HIDIRNEBİ (TRABZON) *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (KAFKAS
KURBAĞASI) POPÜLASYONUNUN YAŞ TAYİNİ VE BAZI BÜYÜME
PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

Şadıman SÖĞÜT

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“YÜKSEK LİSANS (BİYOLOJİ)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 / 05 / 2013

Tezin Savunma Tarihi : 13 / 06 / 2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Bilal KUTRUP

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalında

Şadıman SÖĞÜT tarafından hazırlanan

**HIDIRNEBİ (TRABZON) *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (KAFKAS
KURBAĞASI) POPÜLASYONUNUN YAŞ TAYİNİ VE BAZI BÜYÜME
PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2013 gün ve 1507 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Bilal KUTRUP

Üye : Prof. Dr. Mahmut EROĞLU

Üye : Doç. Dr. Ufuk BÜLBÜL

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

"Hıdırnebi (Trabzon) *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (Kafkas Kurbağası) Popülasyonunun Yaş Tayini ve Bazı Büyüme Parametrelerinin İncelenmesi" adlı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçiminde gerekse çalışmaların yürütülmesi ve değerlendirilmesi sırasında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Bilal KUTRUP'a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca her türlü yardımlarını gördüğüm Doç. Dr. Ufuk BÜLBÜL'e, Dr. Serkan GÜL'e, Arş. Gör. Abdullah ALTUNIŞIK'a ve Arş. Gör. Tuğba ERGÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan arkadaşlarım Mücahit ÇAKMAK ve Hüseyin ERATA'ya teşekkür ederim.

Haklarını hiç bir zaman ödeyemeyeceğim, her zaman yanımda olan maddi ve manevi desteğini esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şadıman SÖĞÜT
Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Hıdırnebi (Trabzon) *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (Kafkas Kurbağası) Popölasyonunun Yaş Tayini ve Bazı Büyüme Parametrelerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Bilal KUTRUP’un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 28/05/2013

Şadıman SÖĞÜT

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| ÖNSÖZ..... | III |
| TEZ BEYANNAMESİ..... | IV |
| İÇİNDEKİLER..... | V |
| ÖZET..... | VIII |
| SUMMARY | IX |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | X |
| TABLolar DİZİNİ..... | XI |
| KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ | XII |
| 1. GENEL BİLGİLER..... | 1 |
| 1.1. Giriş..... | 1 |
| 1.2. Amfibiler Hakkında Genel Bilgiler..... | 3 |
| 1.2.1 Morfolojileri..... | 3 |
| 1.2.2. Deri ve Bezler..... | 4 |
| 1.2.3. Renk ve Ortam..... | 5 |
| 1.2.4. İskelet ve Kas Sistemi | 6 |
| 1.2.5. Hareket | 6 |
| 1.2.6. Sindirim Sistemleri..... | 7 |
| 1.2.7. Dolaşım Sistemleri | 8 |
| 1.2.8. Solunum Sistemleri | 9 |
| 1.2.9. Sinir Sistemi Sistemleri..... | 9 |
| 1.2.10. Endokrin Sistemleri..... | 10 |
| 1.2.11. Boşaltım Sistemi..... | 11 |
| 1.2.12. Duyu Organları | 12 |
| 1.2.13 Üreme Sistemi | 14 |
| 1.2.14. Üreme | 14 |
| 1.2.15. Gelişmeleri. | 15 |
| 1.2.16. Beslenmeleri..... | 16 |
| 1.2.17. Yaşama Ortamları ve Yayılışları..... | 17 |
| 1.2.18. Düşmanları | 18 |

| | | |
|----------|---|----|
| 1.2.19. | İnsanlarla Olan İlişkileri..... | 18 |
| 1.2.20. | Azami (Maksimum Yaşları)..... | 19 |
| 1.3. | Amfibilerde İskelet Kronolojisi Yöntemi..... | 19 |
| 1.3.1. | Yaş Tayininde Karşılaşılan Sorunlar..... | 22 |
| 1.3.1.1. | Kemik Dokunun Değişikliğe Uğraması | 22 |
| 1.3.1.2. | Doğum ve Metamorfozun Durgunluk Çizgileri (Kastschenko Çizgisi) | 22 |
| 1.3.1.3. | İkincil Durgunluk Çizgileri | 23 |
| 1.3.1.4. | Yaş Halkaları Arası Mesafe | 23 |
| 1.3.1.5. | Periferik (dış) LAG'lar | 23 |
| 1.3.2. | Amfibilerde Yaş Tayini Üzerine Yapılan Çalışmalar | 24 |
| 1.3.3. | Amfibi Yaş Analizleri ile Çevre Kirliliği Arasındaki İlişki | 27 |
| 2. | YAPILAN ÇALIŞMALAR | 29 |
| 2.1. | Materyaller | 29 |
| 2.1.1. | Türün Sistematigi | 29 |
| 2.1.2. | Morfolojik Karakterler | 29 |
| 2.1.3. | Ekolojik-Biyolojik Özellikler..... | 31 |
| 2.1.4. | Coğrafi Dağılışı | 32 |
| 2.2. | Yöntem | 33 |
| 2.2.1 | Örneklerin Toplandığı Alan | 33 |
| 2.2.2. | Örneklerin Toplanması..... | 33 |
| 2.2.3. | Morfometrik Ölçümler | 34 |
| 2.2.4. | Yaş Tayini Yöntemi (İskelet Kronolojisi)..... | 34 |
| 2.2.4.1. | Parmakların Yaş Tayini İçin Hazırlanması | 34 |
| 2.2.4.2. | Kesitlerin Alınması..... | 35 |
| 2.2.4.3. | Kesitlerin Boyanması | 36 |
| 2.2.4.4. | Yaş Halkalarının Sayılması | 36 |
| 2.2.5. | İstatistiki Analizlerin Yapılması..... | 36 |
| 3. | BULGULAR | 38 |
| 3.1. | Morfometrik Ölçüm Sonuçları | 38 |
| 3.2. | Vücut Boyu ile Vücut Ağırlığı Arasındaki İlişki | 41 |
| 3.3. | İskelet Kronolojisi Sonuçları..... | 42 |
| 3.3.1. | Yaş Grupları | 42 |
| 3.3.2. | Yaş ile Vücut Boyu Arasındaki İlişki..... | 48 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.3.3. | Yaş ile Vücut Ağırlığı Arasındaki İlişki..... | 49 |
| 3.3.4. | Ölçüm Sonuçları..... | 50 |
| 3.3.5. | Büyüme | 52 |
| 3.3.5.1. | Eşeyssel Olgunluğa Ulaşma Yaşı | 55 |
| 3.3.6. | Vücut Boyu ile Falanj Çapı arasındaki İlişki | 56 |
| 3.3.7. | Yaş ile Kemik İliği Boşluğu Arasındaki İlişki | 56 |
| 4. | TARTIŞMA..... | 58 |
| 5. | SONUÇLAR | 62 |
| 6. | ÖNERİLER | 63 |
| 7. | KAYNAKLAR..... | 64 |
| | ÖZGEÇMİŞ | |

Yüksek Lisans

ÖZET

HIDIRNEBİ (TRABZON) *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (KAFKAS KURBAĞASI) POPÜLASYONUNUN YAŞ TAYİNİ VE BAZI BÜYÜME PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Şadıman SÖĞÜT

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Bilal KUTRUP
2013, 72 Sayfa

Hıdırnebi (Trabzon)'de yaşayan *Pelodytes caucasicus* türüne ait 59 (15 dişi, 44 erkek) bireyin yaş yapısı ve bazı büyüme parametreleri skeletokronoloji adı verilen yöntemle incelendi. Bireylerin yaşları, parmak kemiklerinden alınan kesitlerdeki yaş halkalarının (LAG) sayılmasıyla belirlendi. Hıdırnebi popülasyonunda vücut boyu dişilerde 41,62-50,24 mm, erkeklerde 44,34-56,93 mm arasında değişmekte olup, vücut ağırlığı ise dişilerde 6,92-10,55 g, erkeklerde 9,40-15,30 g arasında değişmektedir. Vücut uzunluğu ve ağırlığı bakımından her iki eşey arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunamamıştır. Hem dişi bireylerde hem de erkek bireylerde vücut uzunluğu ile vücut ağırlığı arasında pozitif yönde önemli bir ilişki bulunmuştur. Popülasyondaki ortalama yaş 3,78 (maksimum 6, minimum 2) olarak tespit edilmiştir. Maksimum yaş dişilerde 5, erkeklerde ise 6 yaş olarak belirlenmiştir. Hem dişilerin hem de erkeklerin eşeyssel olgunluğa 2-3 yaşlarında ulaştıkları tespit edilmiştir. Vücut boyu ile yaş arasında erkeklerde anlamlı bir ilişki bulunurken, dişilerde ise anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Dişi bireylerin falanj çapı değerleri 308-466 µm arasında değişirken, erkeklerde ise 372-608 µm arasında değişir. Kemik iliği boşluk değerleri ise tüm bireylerde 40-366 µm değişir ve ortalama 170,2 µm değere sahiptir. Bu oran dişi bireylerde 131,8 µm iken, erkek bireylerde ise 183,2 µm'dir. Hem dişi hem de erkek bireylerde vücut boyu ile falanj çapı arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır. Yaş ile kemik iliği boşluğu arasında dişi bireyler arasında negatif yönde bir ilişki bulunurken, erkekler arasında bir ilişki bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Amfibi, *Pelodytes caucasicus*, Yaş, İskelet Kronolojisi, Hıdırnebi

Master Thesis

SUMMARY

AGE DETERMINATION AND SOME GROWTH PARAMETERS OF *Pelodytes caucasicus* BOULENGER, 1896 (CAUCASIAN PARSLEY FROG) POPULATION FROM HİDIRNEBİ (TRABZON)

Şadıman SÖĞÜT

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Biology Graduate Program
Supervisor: Prof. Bilal KUTRUP
2013, 72 Pages

Age determination and some growth parameters of 59 (15 females, 44 males) individuals were studied in a population of *Pelodytes caucasicus* from Hıdırnebi, Trabzon by skeletochronology. Age was determined for individuals frogs by counting the number of line of arrested growth (LAG) in cross-sections taken from phalanges. In Hıdırnebi population, the body length was ranged from 41,62 to 50,24 mm in females and from 44,34 to 56,93 mm in males while body weight was ranged from 6,92 to 10,55 g in females and from 9,40 to 15,30 g in males. SVL and body weight were not different statistically between males and females. A significant positively correlation was found between SVL and body weight in both sexes. Maximum age was observed as 5 years in females and 6 years in males in the population. Age at sexual maturity in both males and females was 2-3 years. SVL in males was significantly correlated with age, but no significant correlation was obtained between SVL and age in females. The diameter of phalange was ranged from 308 to 466 μm in females and from 372 to 608 μm in males. The medulla cavity was ranged from 40 to 366 μm and average rate was 170,2 μm in the population. This rate was found 131,8 μm in females and 183,2 μm in males. A relationship between SVL and diameter of phalange was not found within each sex. Age was not correlated with medulla cavity in males, but a negatively correlation was found with medulla cavity in females.

Key Words : Amphibia, *Pelodytes caucasicus*, Age, Skeletochronology, Hıdırnebi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

| | |
|--|----|
| Şekil 1. <i>Pelodytes caucasicus</i> türüne ait dişi bir birey (♀♀)..... | 30 |
| Şekil 2. <i>Pelodytes caucasicus</i> türüne ait erkek bir birey (♂♂)..... | 30 |
| Şekil 3. <i>Pelodytes caucasicus</i> 'un Dünya'da yayılış alanı | 32 |
| Şekil 4. Arazi çalışması yapılan alan | 33 |
| Şekil 5. <i>Pelodytes caucasicus</i> bireyinde SVL ölçümü | 34 |
| Şekil 6. Mikrotom cihazı | 35 |
| Şekil 7. Kesitlerin alınması..... | 35 |
| Şekil 8. Dişi bireylerde vücut boyu ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki | 41 |
| Şekil 9. Erkek bireylerde vücut boyu ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki..... | 42 |
| Şekil 10. 3 yaşındaki 48 numaralı dişi bireyin falanjı (x20) | 43 |
| Şekil 11. 3 yaşındaki 3 numaralı erkek bireyin falanjı (x20) | 44 |
| Şekil 12. 4 yaşındaki 43 numaralı dişi bireyin falanjı (x20) | 44 |
| Şekil 13. 4 yaşındaki 2 numaralı erkek bireyin falanjı (x20) | 45 |
| Şekil 14. 5 yaşındaki 24 numaralı erkek bireyin falanjı (x20). | 45 |
| Şekil 15. 3 yaşındaki 41 numaralı dişi bireyin bireyin falanjı (x10).... | 46 |
| Şekil 16. 6 yaşındaki 8 numaralı erkek bireyin falanjı (x10). | 46 |
| Şekil 17. 6 yaşındaki 8 numaralı erkek bireyin falanjı (x20). | 47 |
| Şekil 18. Jüvenil bir bireyin falanjı (x20)..... | 47 |
| Şekil 19. Hıdırnebi'de yakalanan erkek ve dişi bireylerin yaş gruplarına ait frekans dağılımı..... | 48 |
| Şekil 20. Erkek bireylerde yaş ile vücut boyu arasındaki ilişki..... | 49 |
| Şekil 21. Dişi bireylerde yaş ile kemik iliği boşluğu çapı arasındaki ilişki..... | 57 |

TABLULAR DİZİNİ

| | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Tablo 1. Bazı amfibi türlerinin yaşlarına ait kayıtlar | 19 |
| Tablo 2. Hıdırnebi popülasyonuna ait ergin bireylerin cinsiyetleri, vücut boyları (mm) ve vücut ağırlıkları (g) | 38 |
| Tablo 3. Jüvenil bireylerin vücut boyları (mm) ve vücut ağırlıkları | 40 |
| Tablo 4. Dişi ve erkek bireylerin vücut boyu ve ağırlık değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler | 40 |
| Tablo 5. Jüvenil bireylerin vücut boyu ve ağırlık değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler | 41 |
| Tablo 6. Hıdırnebi popülasyonuna ait dişi ve erkek bireylerin yaş dağılımına ait tanımlayıcı istatistikler | 42 |
| Tablo 7. Dişi ve erkek bireylerin (N=59) falanj, kemik iliği boşluğu ve yaş halkalarının çapları (μm) | 50 |
| Tablo 8. Dişi ve erkek bireylerin falanj ve kemik iliği boşluğu çapına ait tanımlayıcı istatistikler | 52 |
| Tablo 9. Dişi ve erkek bireylerin yaş halkaları arasındaki büyüme oranları ($\mu\text{m}/\text{gün}$) | 53 |

KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

| | |
|----------------|--------------------------------|
| g | : Gram |
| KİB | : Kemik iliği boşluğu |
| Max | : Maksimum |
| Min | : Minimum |
| mm | : milimetre |
| N | : Örnek sayısı |
| p | : Önemlilik derecesi |
| r | : Korelasyon katsayısı |
| R ² | : Tanımlayıcılık katsayısı |
| sd | : Standart Sapma |
| se | : Standart Hata |
| SVL | : Burun ucu kloak arası mesafe |
| µm | : mikrometre |

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Son zamanlarda, dünya çapında amfibilerdeki azalış yadsınamaz bir gerçektir (Wake, 1991; Houlahan vd., 2000). Bu nedenle popülasyon düşüşünde sorumlu olan faktörlerin bulunması, amfibi koruması için büyük bir sorundur. Habitat bozulması, biyolojik işgal, kirlenme, aşırı sömürme ve iklim değişikliği popülasyon kaybı için genel nedenler olarak tanımlanmıştır (Wake, 1991; Stuart vd., 2004). Temel nedenleri anlama amfibi koruması için ilerleyici bir güç olmaya devam etmiştir (Davies ve Halliday, 1977; Steams ve Koella, 1986; Hemelaar, 1988; Pound vd., 1999; Lu vd., 2006). Amfibi popülasyonunu koruma ve gözlemlemeye bağlı araştırmalar geçen onlarca yılda artmıştır (Young vd., 2001).

Yaş ve vücut büyüklüğü anuraların evrimsel yaşam öyküsünü ve ekolojisini anlamada önemli iki demografik özelliktir (Morison ve Hero, 2003; Liao ve Lu, 2011). Halen, küresel sıcaklık artışı, Ultraviole-B (UV-B) ışınları, habitat yok olması ve insan yapılarından dolayı, çoğu kurbağa bütün dünyada popülasyon düşüşünde denenmektedir (Beebe ve Griffiths, 2005). Bu nedenle demografik veri, anura popülasyonunu etkili koruma planlaması için gereklidir (Morrison, 2001; Ma vd., 2009; Liao ve Lu, 2012).

Omurgalılarda popülasyonların yaşının tespitinde değişik yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler arasında, markalama-tekrar yakalama (Durman ve Bennett, 1963; Halliday ve Verrell, 1988; Smirina ve Tselarius, 1998), morfometrik verilerdeki değişim (Bellis, 1961; Loman, 1984), lens ağırlığı (Teska ve Pinder, 1986; Lim vd., 1998), diş aşınması (Bouvier ve Ubelaker, 1977; Brothwell, 1989), testislerin (gonadların) oluşumu (Dolmen, 1982) ve kemik ve diğer sert dokulardaki zamana bağlı değişimler sayılabilir (Senning, 1940; Peabody, 1961; Kleinenberg ve Smirina, 1969; Casselman, 1983; Castanet, 1994; Wake ve Castanet, 1995; Ryser, 1996; Estaban vd., 1996; Khonsue vd., 2001).

Amfibilerle ilgili biyolojik çalışmalarda, bireylerin doğru yaş tayini en önemli konulardan birisidir. Tarihsel olarak yaş tahmini, popülasyon büyüklüğü frekans dağılım analizleri ya da etiketli tekrar yakalanmış bireylerin kayıtları sayesinde denenmiştir. Son zamanlarda bu klasik teknikler yine de yerini korumuş veya daha güvenilir iskelet kronoloji yöntemleri ile desteklenmiştir (Halliday ve Verrell, 1988).

İskelet kronolojisi yöntemi, büyük oranda kabul gören, kemik dokudaki değişimlere dayalı olarak bireyin yaşının hesaplanmasında kullanılan etkili bir yöntemdir (Castanet ve Smirina, 1990; Smirina, 1994). Bireylerin ölümüne neden olmayan, sadece parmak kemikleri kullanılarak kemik dokudaki LAG'ların sayımına dayanan iskelet kronolojisi yöntemiyle yaş, cinsel olgunluk ve ömür uzunluğu tespit edilebilmektedir (Sagor vd., 1998). Bu yöntem çeşitli sıcaklıklarda (Hemelaar ve Van Gelder, 1980; Lu vd., 2006; Guarino ve Erişmiş, 2008; Chen vd., 2011; Liao, 2011), çöl (Sullivan ve Fernandez, 1999), subtropikal (Lai vd., 2005; Li vd., 2010; Liao ve Lu, 2010a, b, c; Liao vd., 2011; Liao ve Lu, 2011; Yang vd., 2011; Liu vd., 2012; Lou vd., 2012) ve tropikal anura türlerinde (Guarino vd., 1998; Khonsue vd., 2001) yaş değerlendirilmelerinde başarılı bir şekilde gösterilmiştir. Bu teknik dünyanın değişik bölgelerinde özellikle demografik çalışmalarda kullanılmaktadır (Guarino vd., 1998; Khonsue vd., 2001; Morrison vd., 2004).

Amfibilerde yaş kriteri olarak kullanılan iskelet büyüme işaretleri ile ilgili çalışmalarda farklı kemikler kullanılmıştır. Amfibilerin yaşının belirlenmesi kemikteki yıllık büyüyen tabakaların ayırt edilebilmesi için, uygun bir kemiğin seçilmesi önemlidir (Smirina ve Rocek, 1976; Hasgröm, 1977; Smirina ve Sofianidu, 1985; Wake ve Castanet, 1995). Amfibilerde yaş belirlemek için kural olarak periosteal kemikteki konsantrik tabakalar dikkate alınmakta, endosteal kemikteki tabakalar ise önemsenmemektedir (Gittins vd., 1982; Castanet ve Smirina; 1990; Smirina, 1994).

Bu çalışmada yaş analizi yapılan, anura takımına ait *Pelodytes caucasicus* (Kafkas Kurbağası) türüyle ilgili ülkemizde yalnızca Erişmiş vd. (2009)'nin yapmış olduğu tek bir çalışma bulunmaktadır. İlk defa Boulenger tarafından 1896 yılında tanımlanan Pelodytidae familyasına ait bir tür olan *Pelodytes caucasicus* türü, Batı Kafkasya, Kuzey Azerbaycan, Dağlık Karabağ ve Tiflis'in güneyinden Gürcistan kıyıları ve Türkiye'de Doğu Karadeniz Bölgesi'ne kadar yayılış gösteren paleartik bir türdür.

Pelodytes caucasicus türüyle ilgili daha önce yapılmış çalışmalar; seroloji ve morfoloji (Tosunoğlu ve Taskavak, 2004), hematoloji (Arıkan vd., 2003), ses (Kaya, 2002), ekoloji (Franzen, 1999), genetik (Mazin vd., 1980), yaş (Erişmiş vd., 2009) ve üreme (Arıkan vd., 2007) ile ilgilidir. Ayrıca Gokhelashvili ve Tarkhnishvili (1994) ve Tosunoğlu ve Arıkan (2007) da yapmış oldukları çalışmalarda diğer türlerle birlikte *Pelodytes caucasicus* türünü de incelemiştir.

Batı Kafkasya'da endemik olan *Pelodytes caucasicus* türünün ülkemizdeki popülasyon büyüklüğü hakkında detaylı bilgiye sahip olmak, minimum ve maksimum

yaşlar ile eşeyssel olgunluğa erişme yaşını tespit etmek ve yaşın vücut büyüklüğü ile ilişkili olup olmadığını ortaya koymak amacıyla bu çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir.

1.2. Amfibiler Hakkında Genel Bilgiler

Hem suda hem de karada yaşadıklarından iki yaşamlılar anlamına gelen Amphibia (eski Yunanca, Amphi=iki; Bios=yaşam) adı verilmiştir. Gerek anatomi gerekse fizyolojik açıdan balıklarla sürüngenler arasında bir özellik gösteren Amphibia sınıfı, omurgalıların su dışında yaşayan ilk grubunu oluşturmaktadır (Kuru, 2011). Balıklardan üyelerinin bulunması, akciğerlerinin olması, hem suda hem de karada işlev görebilen duyu organlarının olması, iki tane burun deliklerinin ağız boşluğu ile bağlantılı olmasıyla ayrılırlar (Demirsoy, 2005).

Soğukkanlı hayvanlardır, tuzluluğa ve kuraklığa tahammüllerinin olmaması (Özeti ve Yılmaz, 1994) nedeniyle denizlerde yaşayamazlar (Jessop, 1988).

Günümüzde varlığını devam ettiren amfibiler üç temel gruba ayrılır: Gymnophiona (Apoda, üyesiz iki yaşamlılar), Urodela (kuyruklu iki yaşamlılar, semenderler) ve Anura (kuyruksuz iki yaşamlılar, kurbağalar) (Jessop, 1988; Pough vd., 2001, 2002).

1.2.1. Morfolojileri

Bu sınıfa ait olan, üyesiz iki yaşamlılar (Apoda) da vücut toprak solucanına benzer ve körelmiştir. Halkalı bir yapı gösterirler ve deri altında küçük pullar bulunmaktadır. Kuyruklu iki yaşamlılar (Urodela) da ise vücut uzun ve yuvarlaktır. Belirli bir baş ve boyun kısmı bulunmaktadır. Gövdenin sonunda uzun bir kuyruk mevcuttur. Kurbağalar (Anura)'da ise baş ve gövde birleşmiştir, bir boyun bölgesi ve kuyruk oluşmamıştır. Bunlarda genellikle ön üyeler kısa, arka üyeler uzundur. Dinlenme sırasında "Z" harfi şeklinde katlanmış olarak duran arka üyelerde beş parmak ve aralarında yüzme sırasında görev yapan zarlar bulunur. Ön üyelerde ise dört parmak vardır (Kuru, 2011).

Alt ve üst göz kapaklarından başka şeffaf olan üçüncü bir göz kapakları daha vardır. Bu kapak tehlike sırasında gözü tümüyle örterek korunmayı sağlar. Orta kulağın bir parçası olan kulak zarları (Timpanal zarlar) gözlerin arkasında yer alır. Bazılarının ön ve

arka üyelerinin aya kısımlarında küçük tüberküller bulunur. Bu tüberküller hayvanın toprağı kazarak yuva yapmasında kullanılır (Kuru, 2011).

Boyları 1 cm'den 20 cm'ye kadar değişir. Semenderlerin çoğu 8-20 cm uzunlukta olurlar fakat *Megalobatrachus japonicus* adlı dev semender, 150-200 cm uzunluktadır. Afrika'da yaşıyan dev kurbağanın (*Rana goliath*) boyu 30 cm kadardır. Bunun yanında bir ağaç kurbağası olan ve Küba'da yaşıyan *Sminthillus limbatus*'un boyu ancak 1 cm kadar olmaktadır (Özeti ve Yılmaz, 1994; Kuru, 2011).

1.2.2. Deri ve Bezler

İki yaşamlıların derisi çıplak ve her zaman nemli olması nedeniyle sürüngenlerin derilerinden farklılık göstermektedir (Kuru, 2011). Diğer omurgalı sınıflarında bulunan plak, tüy ve kıl gibi yapılara amfibilerde rastlanmaz (Özeti ve Yılmaz, 1994). Deri, koruyucu plak ve pul gibi yapılarının bulunmayışı nedeniyle, bu eksikliklerini kapatacak başka özellikler kazanmıştır. Mukus ve deri bezleri vardır. Zehir bezleri de hemen hemen tüm türlerde bulunur (Pough vd., 2001).

Amfibi derisi de diğer omurgalılarda olduğu gibi epidermis ve dermis olmak üzere iki tabakadan yapılmıştır. Epidermis çok tabakalıdır (en az iki tabaka olur) (Özeti ve Yılmaz, 1994). Epidermisin alt kısmında yer alan ve uzun hücrelerin oluşturduğu kısma stratum germinativum, üst kısmında yer alan ölü ve yassı hücrelerin oluşturduğu kısma da stratum corneum adı verilir. Dermis bağ dokudan yapılmıştır. Üst kısmında epidermisten meydana gelmiş mukus ve zehir salgı bezler vardır. Ayrıca renk hücreleri (kromatoforlar) sinir ve kan damarları da bu tabaka içerisinde yer almaktadır (Kuru, 2011).

Mukus bezleri salgıladıkları kaygan mukus salgısıyla derinin nemli kalmasını sağlarlar. Özellikle deri solunumu yapan iki yaşamlılarda derinin nemli olması zorunludur. Mukus salgısı suda yaşıyanlarda vücuda fazla suyun girmesini önler. Bu salgı aynı zamanda vücut sıcaklığının düzenlenmesinde de görev yapar (Kuru, 2011), deriyi kurumaktan korur, belirli ölçülerde atık maddeleri salgılar ve suda yaşıyanları ozmotik etkiden korur (Demirsoy, 1998). Mukus bazı türlerde ayrıca antibakteriyel etkiye sahiptir ve antibiyotik yapımı için kullanılmaktadır (Pough vd., 2001).

Zehir bezleri (granular bezler) ise salgıladıkları zehir ile bu hayvanları düşmanlarından korurlar. Genel olarak iki yaşamlıların zehri deriyi etkilemez. Fakat ülkemizde bulunmayan bazı türler tutulduğu zaman deride iltihap meydana

getirebilmektedir (Kuru, 2011). Zehir bezleri semenderlerde kulak bezlerinde ve sırtta, kara kurbağaları (*Bufo*)'nda kulak bezlerinde bulunur. Zehir, özellikle kalbi felç edici özelliğe sahiptir; bunun yanı sıra solunumu azaltır ya da sinir zehri olarak etki gösterir (Demirsoy, 1998). Ülkemizde bulunan *Bufo*, *Hyla* ve *Salamandra* türlerinin salgıladıkları salgılar zehirlidir. Bu salgılar vücut içine enjekte edilirse ölüme sebep olabilir.

Zehir bezlerinin haricinde *Hyla* ve *Salamandra* cinslerinin parmak uçlarından salgılanan salgılar yapışkan özelliindedir ve tutunmayı kolaylaştırır (Öktay, 1988). Bazı iki yaşamlıların kendilerine özgü kokuları vardır. Bu kokular salgılar tarafından meydana getirilir ve üreme mevsiminde erkek ile dişilerin birbirlerini bulmalarına yardımcı olurlar (Kuru, 2011).

1.2.3. Renk ve Ortam

Amfibiler çok değişik renklemeler göstererek ortamın rengine uyarlar. Genellikle sarı, turuncu, nadiren kırmızı veya mavi renkte olurlar. İki yaşamlıların renkleri yapısal ve kimyasal olarak iki şekilde meydana getirilir. Yapısal renkler vücut tarafından ışığın kırılımı, dağılımı, saçılımı gibi fiziksel olaylarla, fiziksel olaylar ise kromatofor hücreleri içerisinde yer alan pigment maddeleriyle oluşturulur. (Kuru, 2011).

Birçok amfibi, özellikle kuyruksuz kurbağaların (*Anura*'nın) bazı türleri birden bire renk değiştirme yeteneğine sahiptir. Bu değişme ya kromatoforlar içerisindeki pigmentlerin bir araya gelmesi ya da dağılması ile ya da kromatoforların birbirine karşı yer değiştirmesi ile ya da her iki mekanizmanın kombinasyonu ile meydana gelir (Demirsoy, 2005).

Ağaçlar üzerinde yaşayan yaprak kurbağaları (*Hyla*)'nın düz yeşil rengi bu hayvanların yapraklar arasında görülmesini olanaksızlaştırır. Çayırarda yaşayan *Rana* türleri üzerinde bulunan siyah lekelerle vücut şeklinin kaybolmasını sağlarlar. *Salamandra* türlerinde ise vücut üzerinde yer alan kırmızı, sarı ve siyah lekeler oldukça göz alıcıdır. Bu tip renkler genellikle zehirli hayvanlarda bulunduğundan, rengin göz alıcı olması bunlara bir avantaj sağlar (Kuru, 2011).

1.2.4. İskelet ve Kas Sistemi

İskelet tüm hayvanlarda olduğu gibi bunlarda da vücudun yumuşak kısımlarını dik tutmaya, yaşam açısından çok önemli olan organları korumaya ve hareketi sağlayan kasların bağlanmasına yarar. Larva evresinde kıkırdak halinde olan iskeletin büyük bir bölümü erginlik evresinde kemikleşir (Kuru, 2011).

Amfibilerin iskeleti, aksiyal ve appendikular olmak üzere iki kısımda incelenir. Aksiyal iskelet baş, omurga, göğüs kemiği ve kaburgalardan oluşur. Baş kıkırdak ve kemik yapısındadır. Alt çene kafatasına bağlıdır fakat hareket edebilir. Omurga uzun, silindirik şeklinde ve kemik yapıda olan omurlardan oluşur. Kuyruk omurları kuyruklu amfibiler (Urodela)'de bulunur; kuyuksuz amfibiler (Anura)'de urostyl şeklinde farklılaşmıştır. Notokord yok denilecek kadar azalmıştır ve omurilikleri vardır. Göğüs kemiği (sternum) omurgalılar içerisinde ilk kez amfibilerde görülmektedir. Sternum kurbaçalarda kısmen kemikleşmesine rağmen diğerlerinde kıkırdak yapısındadır. Kaburgalar iyi gelişmemiştir ve sternuma bağlanmaz. Bu özellik hayvana esneklik sağlar (Demirsoy, 1998; Kuru, 2001).

Appendikular iskelet göğüs kemeri, ön ve arka üyeler ve kalça kemerinden oluşur. Göğüs kemerinin yapısı takımlar arasında farklılık gösterir ve çoğunlukla kemik yapısındadır. (Özeti ve Yılmaz, 1994; Kuru, 2001).

İki yaşamlılarda da düz kas, çizgili kas ve kalp kası olmak üzere üç çeşit kas dokusu bulunur. İki yaşamlılarda deri kasları bulunmamaktadır. Kara omurgalılarında olduğu gibi bunlarda da hareket organı olarak görev yapan üyelerdeki kaslar daha gelişmiştir. İki yaşamlılarda ise kaslar üyelerin içerisinde bulunmaktadır ve bu nedenle de intrinsik kaslar olarak isimlendirilirler. Semenderler ve üyesiz iki yaşamlıların vücut ve kuyruk bölgelerindeki kasların segmentli yapısı oldukça belirgindir (Kuru, 2011).

1.2.5. Hareket

Farklı yaşam ortamlarında yaşadıklarından, amfibilerde değişik hareket biçimleri ortaya çıkmıştır. Daha embriyonik evrede, larvaların epidermisi kısmen sili bir epitelle donatıldığından, larva, yumurta zarlarının içinde dönerek hareket edebilir. Larvalar esas hareket aracı olarak kuvvetli yapıdaki kuyruklarını kullanırlar. Bazı türlerin larvaları, hızlı akan sulara, belli bir yerde durabilmek için yapışma organı geliştirmişlerdir (Demirsoy, 2005).

Üyelerinde yüzme derisi olmayanlarda ya da çok küçük olarak gelişmiş olan sucul kuyruklu kurbağalarda (Urodela), yüzme sırasında üyeler, vücuda doğru çekilir ve su içerisindeki hareket kuyruğun yanlara doğru sallanması ile sağlanır. Bazı türlerinde, ilaveten medyan konumlu yüzme çıkıntıları “Krista” oluşmuştur. Kuyruksuz kurbağaların (Anura'nın) hemen hepsinde arka üyelerin parmakları yüzme derisiyle birbirine bağlanmıştır. Sucul yaşama tam özelleşmiş bazı türlerinde (örneğin *Rana*'da) ayak ayası çok gelişmiştir; arka üyelerin geriye doğru hızla itilmesiyle, vücut birden bire öne doğru itilmiş olur. Bu sırada ön üyeler vücuda çekilir (Demirsoy, 2005).

Karada *Gymnophiona* türleri yılan gibi hareket eder. Sucul kuyruklu kurbağalar (Urodela) çok kısa üyelere sahiptir; bunlar, karada, karınlarını yerden kaldırmadan hantal bir şekilde yürürler. Bununla birlikte birçok semender, karınlarını yerden keserek yürürler. Kuyruksuz kurbağalar (Anura) karada hareket etmek için çok daha değişik yöntemler geliştirmişlerdir. Bunlardan bir kısmı, öncelikle Bufonidae (kara kurbağalar) familyasına ait bireyler, dört bacağıyla adımlar şeklinde yürür. Bazı kuyruksuz kurbağalar (Anura) kürek şeklinde gelişmiş ön ve arka bacaklarıyla toprağı kazarlar (Demirsoy, 2005).

1.2.6. Sindirim Sistemleri

Amfibilerde sindirim ağızla başlar. Başkalaşım geçiren amfibilerin ağız ve gırtlığı gelişmiş organizasyonlu omurgalılarınkine benzer, balıklardan ise belirgin şekilde özellikle kaslı ve oldukça hareketli bir dillerinin bulunmasıyla açıkça ayrılır (Demirsoy, 2005).

Suda yaşayan kuyruklu kurbağaların (Urodela) dili sınıflandırmada kullanılabilir ve diller en fazla yutma işlevi sırasında görev yapar. Çoğu türde dil, avını yapıştırarak alabilmek için yapışkan bir sıvıyla örtülmüştür. Amfibiler kural olarak küçük ve birbirinin aynı olan (homodont) dişlere sahiptir. Bu dişler yaşam boyunca birçok defa yenilenebilir (polyphyodonti) ve sadece avlarını tutmaya ve yutağı ilerletmeye yararlar (Demirsoy, 2005).

Amfibilerde yemek borusu kural olarak kısıdır ve geniş lümeni boyuna kıvrımlarla donatılmıştır. Birçok kadeh hücresi içeren silli bir epitelle astarlanmıştır. Mideleri ise ya torba ya da boru (bir çok kuyruklu kurbağada) şeklindedir. Genellikle belirgin bir kardiyak bölgesi, bir pylorus bölgesinden fark edilebilir. Pylorus bölgesi, bağırsağın başlangıcını temsil eden yerde kuvvetli bir halka kasla sonlanır. Ayrıca mide çok fazla genişleme

yeteneğine sahiptir ve bu nedenle bir depo organı olarak görev yapar; böylece kısa bir süre içerisinde birçok besinin alınması sağlanır (Demirsoy, 2005).

İnce bağırsak uzun boylu kuyruklu kurbağalarda (Urodela) ve kör kurbağalarda (Gymnophiona) bağırsak, düz olarak boydan boya uzamasına karşın, tıknaz yapılı olan kuyruksuz kurbağalarda (Anura) hafifçe kıvrım yapmıştır. Onikiparmak bağırsağında gelişmiş omurgalılardaki gibi kimyasal sindirim meydana gelir; incebağırsak (ileum) kısmında ise (rezorbsiyon) emilme gerçekleşir (Demirsoy, 2005). Karaciğer, safra kesesi ve pankreas diğer omurgalılardaki yapıya sahiptir ve onlarla aynı salgıları salgırlar. Kalın bağırsak önce kloaka ve daha sonra da anüsle dışarı açılır (Kuru, 2011).

1.2.7. Dolaşım Sistemi

Amfibilerde kalp iki kulakçık (atrium) ve bir karıncık (ventriculus) oluşur. Sol kulakçığa gelen temiz kan ile sağ kulakçığa gelen kirli kan karıncıkta birbirine karışma durumundadır. Karıncıktan sonra yer alan truncus arteriosus (ventral aorta) un içerisindeki spiral perde sağ ve sol kulakçıklardan gelen kanın farklı aort yaylarına gitmesini sağlar. İlk önce karıncığın sağ tarafına gelen kirli kan bu kısmın kapanmasıyla truncus arteriosusa geçer ve buradan akciğer deri yaylarıyla (Pulmocutaneous yay) temizlenmek üzere akciğerler ve deriye gönderilir. Daha sonra sol kulakçıktan gelen temiz kan vücuda ve başa giden sistemik ve karotid yaylara geçer. Böylece temiz ve kirli kanın birbirleriyle karışması kısmen engellenmiş olur. Atar ve toplardamarlar iyi gelişmiştir ve ikisi arasında kan ile doku arasındaki madde alışverişinin sağlandığı kılcal damarlar bulunur (Kuru, 2011).

İki yaşamlıların alyuvarları memelilerden daha büyüktür. Örneğin kuyruklu iki yaşamlılardan olan *Amphiuma*'da büyüklük 70 mikrona kadar ulaşır. Alyuvarlar böbreklerde meydana gelir, yaklaşık 100 günlük bir yaşamdan sonra karaciğer ve dalakta parçalanır. İki yaşamlılarda trombositler de bulunmaktadır. Diğer omurgalılarda olduğu gibi bunlarda da trombositler yabancı yüzeye temas edince parçalanmakta ve trombin salgılanmaktadır. Trombin ise kan plazmasındaki fibrojenle birleşerek kanın pıhtılaşmasını ve kanayan kısmın kapatılmasını sağlar (Kuru, 2011).

Amfibilerde lenf dolaşım sistemi iyi gelişmiştir ve su tutulmasında çok önemli rol oynar. Kuyruklu kurbağalarda (Urodela)'da lenf sistemi iki sistemi kapsar. Birincisi deri altı damarlardan oluşur ve vücudun dış kısmındaki lenfi toplar ve böbrek kapı damarı

sistemine boşalır. Diğeri ise daha derinde dorsal aorta paralel olarak uzanır ve venae subclaviae (lenfi köprücük altı damarına) iletir (Demirsoy, 2005).

1.2.8. Solunum Sistemi

İki yaşamlılar solungaç, akciğer, deri ve ağız boşluğu ile solunum yaparlar. Hepsinin embriyo ve larva evrelerinde solungaçları vardır. Semender larvaları, büyük besinleri yuttuklarından bunlarda dış solungaçlar, kurbağa larvalarında ise planktonlarla beslendiklerinden iç solungaçlar oluşmuştur. Sucul semenderlerde bu solungaçlar tüm yaşam boyunca varlığını korumaktadır (Kuru, 2011).

Sucul hayattan karasal hayata geçerken, metamorfoza bağlı olarak iç solungaçların yerini akciğerler alır. Sucul hayattan karasal hayata geçerken, metamorfoza bağlı olarak iç solungaçların yerini akciğerler alır. Akciğerler basit kese şeklindedir. Bazı sucul türlerde akciğerlerin iç yüzeyi düzdür, çünkü bunların solunumdan çok hidrostatik görevi vardır. Fakat karada yaşayanlarında iç yüzeyin kıvrılmasıyla oluşan alveoller solunum yüzeyinin artırılmasına neden olur (Kuru, 2011).

İnce, nemli ve kan damarlarıyla sık bir şekilde donatılmış deri birçok amfibinin önemli ölçülerde deri solunumu yapmasına olanak sağlar. Larvaların deri solunumu özellikle kuyruk yüzgecinin genişlemiş kısımlarında gerçekleşir (Demirsoy, 2005).

Ağız boşluğu solunumu birçok amfibide ağız boşluğundaki ve yutaktaki mukoz tabakasının kılcıl damar ağı ile gaz alış verişi yapılır. Hava ağız tabanının alta doğru çökmesi ile burun deliklerinden emilir ve çok defa da daha gerideki akciğerlere gönderilerek oksijenden daha fazla yararlanır (Demirsoy, 2005).

Plethodontidae üyelerinin bazılarında, örneğin *Aneides*'de, parmak uçlarında bulunan geniş sinuslerde yer alan kan ile de digital solunum yapılabilmektedir (Kuru, 2011).

1.2.9. Sinir Sistemi

Amfibilerin beyni ana hatlarıyla belirgin olarak balıklarinkine benzer. Vücudun ana kontrol sistemi, orta beynin tavanında bulunur, buna karşın ön beyin küçüktür ve koklama

siniri belirgin durumdadır. Balıklarda olduğu gibi 11. ve 10. sinirler birbirinden ayrılmadığı ve 12. sinirde olmadığı için sadece 10 beyin siniri vardır (Demirsoy, 2005).

Amfibilerde sinir sistemi merkezi, çevresel ve otonom olmak üzere üçe ayrılır. Merkezi sinir sistemi beyin ve omurilikten meydana gelmiştir. Beyin de özel duyu organlarıyla ilişkili olan oldukça gelişmiş özel merkezler vardır. Beynin en aktif merkezi mesencephalon (orta beyin)'u dorsal kısmında boz maddenin en yoğun olduğu kısımdır. Bu bölge tectum olarak adlandırılır ve iki yaşamlıların davranışlarında önemli görevler alır. Ön beyin (Telencephalon) koku alma ile ilgilidir. Merkezi sinir sisteminde bulunan omurilik yapı bakımından balıklara benzer. Yalnız bunlarda dorsal ve ventral çıkıntılar (boynuzlar) daha belirgindir. Omurilikteki büyük motor hücrelerinin dentritleri ak maddenin içerisinde yayılmıştır (Kuru, 2011). Omurilik, amfibilerden itibaren tüm tetrapodlarda, ekstremitelerin oluşmasına bağlı olarak ön ve arka üyeler hizasında kalınlaşma gösterir (Öktay, 1988).

Çevresel sinir sistemi beyin ve omurilikten çıkan afferent (duyusal) ve efferent (motor) sinirlerden meydana gelmiştir. Afferent sinirler uyarıları merkezi sinir sistemine getirirler. Efferent sinirler ise merkezi sinir sisteminden aldıkları emirleri çeşitli vücut kısımlarına taşır. Bunlarda da kemikli balıklarda olduğu gibi 10 çift sinir çıkar (Kuru, 2011).

Otonom sinir sistemi; Solunum, boşaltım, üreme organları, kalp, kan damarları, bezler ve sinir sisteminin bazı kısımlarının işleyişini istemsiz olarak denetler. Kurbağalarda bir çift halinde ince ve beyaz olan bu sinirler, kafatasının arka kısmından başlayarak omurganın her iki yanında kuyruğa doğru uzanır. Bu sinirler, omurilik sinirlerinden olan ramus visceralis'lerle birleşerek 10 çift halindeki sempatik ganglionları oluşturur (Kuru, 2011).

1.2.10. Endokrin Sistem

Amfibilerdeki tiroid bezleri, yapıları ve hormon spektrumları bakımından diğer omurgalılarındakinden temelde büyük farklılık göstermezler. Kuyruklu kurbağalarda tek yapılı, kuyruksuz kurbağalarda ise çift yapılı taslak meydana gelir. Tiroid hormonları, başkalaşımda önemli rol oynar. Ergin hayvanlarda ise oksidatif işlevlere, deri değiştirmeye, sinirsel olaylara ve kısmen sperma oluşumuna katılırlar. Amfibiler paratiroid bezleri taşıyan ilk omurgalılarıdır (Demirsoy, 2005).

Adrenal bez, böbreklerin alt yüzeyinde adacıklar şeklinde ve dorsal aortanın iki yanında ileriye doğru uzanmış ampul biçimindeki yapılar halindedir. İki dokudan meydana gelmiştir. Bunlar, balıklardaki interrenal dokuya eşdeğer olan kortikal ve suprarenal dokuya eşdeğer olan medullar veya kromaffin dokulardır. Böbreklerin alt yüzeyinde yer alan adacıklarda, yüksek omurgalılarda olduğu gibi, hem kortikal (korteks) ve hem de medullar doku bulunur. Ampul şeklindeki kısımlar ise yalnız medullar doku içermektedirler. Bu yapıları açısından iki yaşamlılar bir geçiş gösterirler. Salgıladıkları epinefrin (adrenalin) hormonuyla kan basıncının artırılması ve derideki melanoforların açılıp kapanmasını sağlar (Kuru, 2011).

Pankreas, gelişmiş organizasyonlu omurgalılarda olduğu gibi Langerhans adacıklarından meydana gelmiştir. Birçok formunda glukagon üreten alfa hücreleri ve insülin üreten beta hücreleri vardır. Bazı kuyruklu kurbağalarda (Urodela) muhtemelen sadece beta hücreleri içeren Langerhans adacıkları tanımlanmıştır (Demirsoy, 2005).

Hipofiz bezi dört kısımdan meydana gelmiştir. Bunlardan birincisi infundibulum'un alt kısmında oluşan pars nervosa'dır. Diğerleri ise ön, ara ve arka loblardır (Kuru, 2011). Amfibi hipofizi, gelişmiş organizasyonlu omurgalılardaki bilinen hormonların hepsini üretir: Folikül uyarıcı hormon, luteinizing hormon, tirotropin, adrenokortikotropin, prolaktin, somatotropin ve intermedin (sonucusu melanin granüllerin dağılmasına ve guanoforların yoğunlaşmasına etki eder) (Demirsoy, 2005).

Amfibilerde eşeyssel bezler; testislerin stroma hücrelerinden salınan testosteron, eşey farklılaşmasını (eşeyssel dimorfizm) ve özellikle ikincil eşeyssel özelliklerin (kuyruksuz kurbağaların erkeklerinde başparmak siğillerinin oluşması; kuyruklu kurbağalarda deri renginin ve deri taraklarının oluşması gibi) ortaya çıkmasına neden olur. Dişilerin yumurtalıklarından (ovaryumlarından) çıkan hormonlar da dişiye özgü özelliklerin meydana gelmesini sağlar (Demirsoy, 2005).

1.2.11. Boşaltım Sistemi

Amfibi larvalarında pronefroz, erginlerinde metanefroz tip böbrek bulunur. Kan böbrekte süzülür. Glomerulusların sayısı ve büyüklüğü yaşam alanlarına göre değişiklik gösterebilir. Suda yaşayanlarda vücuda gereğinden çok su alındığından, fazla suyun dışarı atılması büyük ve çok sayıda glomeruluslarla gerçekleşir (Kardong, 2002). Karada yaşayanlarda ise, memeli böbreğinde suyun geri emilmesini sağlayan Henle kulbu

görevini yapan kirpikli boruların kısa olmasına karşın, bu görev allantoic idrar kesesi ile yerine getirilir (Kuru, 2011).

Ergin kurbağaların böbreklerinde 2.000 kadar glomerus bulunur. Bunların her birinden uç kısımları kirpikli olan kısa ve kıvrımlı borular çıkar. Daha sonra memeli böbreğindeki Henle kulbuna karşılık olan ikinci bir kirpikli kısımla ureter'e (idrar kanalı) birleşir. Üreter erkek kurbağalarda spermaların taşınmasını da sağlar. Bu nedenle uretere Wolf kanalı adı da verilir. Bazı iki yaşamlılarda bu kanalın uzunlamasına ikiye bölünmesiyle ureter yanında, yumurta kanalı (ovidukt) görevi yapan bir de Müller kanalı oluşur. Üreter ile kloaka gelen idrar ya dışarı atılır veya iki loplulu idrar kesesinde toplanır (Kuru, 2011). Birkaç türde, idrar kesesi, su depolanmasında önemli rol oynar (Demirsoy, 2005).

Erginlerde üre içeren kan, memelilerden farklı olarak böbreğe, böbrek atar damarı ve böbrek portal damarı olmak üzere iki kanalla ulaşır. Böbrekte idrarın süzülmesinden sonra kan, böbrek toplar damarı ile posterior vena cava'ya ve oradan da kalbe döner (Kuru, 2011).

1.2.12. Duyu Organları

Dokunma duyusu deri ile algılanır. Dokunmayı algılayan almaçlar genellikle kimyasal uyarılara karşı da duyarlıdır. Deri sıcak ve soğuğa karşı da hassastır. İki yaşamlılardaki deri almaçları, kuş ve memelilerde olduğu gibi özel duyu almaçları şeklinde olmayıp, çoğunlukla serbest sinir uçları şeklindedirler (Kuru, 2011). Balıklarda su içindeki titreşimleri almaya yarayan özel duyu organı tamamen amfibi larvalarında ve tamamen sucul amfibilerde (örneğin, *Proteus anguinus*'ta) bulunur (Özeti ve Yılmaz, 1994).

Tad alma tomurcukları balıklardan farklı olarak yalnız ağzın tavan kısmında, dilde ve çenelerdeki mukuslu bölgelerde bulunmaktadır. Bunlarda da memelilerde olduğu gibi dört çeşit tadın algılanabildiği ileri sürülmektedir. Kurbağalarda yapılan bir denemede dilleriyle ancak tuzlu ve ekşi tadları algılayabildikleri, tatlı ve acı tadları algılayamadıkları saptanmıştır (Kuru, 2011).

Vomeranasal organ (Jacobson organı), sürüngenlerde çok fazla değişikliğe uğramış olup ilk defa amfibilerde koklama organı olarak ortaya çıkmıştır. Bu organ; kuyruksuz kurbağalarda burun kanallarının iç tarafında, kuyruklu kurbağalarda ise dış tarafında

bulunur (Demirsoy, 2005). Jacobson organı ağıza alınan besinin kokusunu algılamakta görev yapar. Koku alma organının üreme davranışlarında da önemli görevi olduğu ileri sürülmektedir (Kuru, 2011).

İki yaşamlılarda görme en önemli duyu organlarından biridir. İyi bir görüş için göz yüzeyinin temiz ve her zaman nemli kalması zorunludur. Bu nedenle göz kapakları ve lakrimal bezleri mevcuttur. Ayrıca Harderian bezi olarak adlandırılan bez salgıları da gözün nemli ve yumuşak kalmasını sağlar. Üst göz kapağı sabit, fakat alt göz kapağı oldukça hareketlidir. Ayrıca tehlike sırasında gözü örten bir de ince üçüncü göz kapağı bulunur (Kuru, 2011). Larvalarda ve sürekli olarak suda yaşayanlarda göz kapağı yoktur. Retina normal olarak çomakçıkları ve konileri içerir. Gelişmiş organizasyonlu omurgalılardakinin aksine, retina, yenilenebilir yeteneğe sahiptir. Renk görme yeteneğine sahip oldukları, birçok amfibide kesin olarak saptanmıştır. Uyum (akomodasyon) merceğin öne ve arkaya doğru hareket ettirilmesiyle gerçekleşir. Kuyruksuz kurbağaların gözbebeği (pupil) çok değişik şekillerde bulunur. Örneğin yatay olarak oval (Ranidae, Bufonidae ve Hylidae), dikey olarak oval-iğ şeklinde (*Alytes ve Pelobates*), ya da kalp şeklinde (*Bombina*) olabilir. Birçok kuyruksuz kurbağada, hem larva evresinde hem de başkalaşımdan sonra bir tepegöz (pineal göz) bulunur. Buna karşın, Urodela'da embriyo evresinde taslak halinde tepegöz bulunmakla birlikte erginliğe yaklaşırken körelir. Bugün, kesin olarak pineal organın belirli dalga uzunluklarını ve ışık yoğunluklarını algılayabildikleri saptanmıştır. Büyük bir olasılıkla yön bulmada ve endojen (içe yönelik) ritmin düzenlenmesinde (üreme gibi) önemli rol oynar (Demirsoy, 2005).

İki yaşamlılarda işitme organları oldukça değişiklik göstermektedir. Semenderlerde orta kulak bulunmamaktadır. Kurbağalarda ise hem orta kulak hem de başın iki yanında yer alan kulak zarları (Timpanal organ) mevcuttur. Havada veya sudaki ses dalgaları bu zarla alındıktan sonra timpanal boşluğa ve buradan da üzenği kemiği (Columella) ile iç kulağa iletilir. Timpanal boşluğun, östaki boruları kanalıyla farinksle bağlantısı vardır. Böylece kulak zarlarının iç ve dış kısmındaki hava basıncının aynı kalması sağlanır. Bunlarda salyangoz kabuğu gibi kıvrılmış olan cochlea yoktur. İşitme kurbağalarda iyi gelişmiştir. Saniyede 50-10.000 titreşim yapan dalgaları duyabilirler. Özellikle üreme mevsiminde erkek kurbağaların çıkardığı seslere karşı aşırı derecede duyarlılık oluşur. İç kulakta, yarım daire kanallarında bulunan sıvının yer değiştirmesine karşı duyarlı hücreler vardır. Bu sayede hayvanın dengesi sağlanır (Kuru, 2011).

1.2.13. Üreme Sistemi

Amfibiler ayrı eşeylidirler. Erkeklerde böbreklerin ventralinde ve ön kısmında bir çift testis bulunur. Testislerden çıkan vasa efferentia kanalları böbreklere ulaşır. Spermalar testislerde oluştuktan sonra vasa efferentia yoluyla böbreklere gelir buradan Wolf kanalı (üreter=ıdrar kanalı) ile kloaka iletilir ve buradan da dışarı boşaltılır (Kuru, 2011).

Dişilerde ovaryumlar çift halde ve karın boşluğunun dorsalinde yer almışlardır. Özafagusun her iki yanında ostium olarak adlandırılan ve kirpikli hunilerle başlayan uzun, kıvrımlı yumurta kanalları (Müller kanalları) bulunur. Yumurta kısmının başlangıç kısmına ovidukt, genişlemiş olan son kısmına da uterus denir. Ovidukt çeperleri jelatin kılıfın oluşmasına yarayan albumen salgılayan bezler içerir. Uterusa ulaşan yumurtalar burada kabuklanmak üzere depo edilir ve daha sonra kloak ile dışarı atılırlar. Ayrıca ovovivipar iki yaşamlılarda da yavru bu kısımda gelişir (Kuru, 2011).

Böbreklerin ve eşey bezlerinin çevresinde genellikle sarımsı-portakal renkli yağ cisimcikleri bulunur; bu cisimcikler kuyruksuz kurbağalarda parmak şeklinde dallanmış, kuyruklu kurbağalarda ise bant şeklinde oluşmuştur. Yağ cisimcikleri, eşey işlevleri için enerji depolamada önemli rol oynar (Demirsoy, 2005).

Birçok amfibide eşey saptanması zordur. Dış koşullar bazen bir bireyin eşeminin değişmesine neden olabilir. Bufonidae erkekleri hemen her zaman düzenli olarak körelmiş bir yumurtalık (Bidder Organı) taşır. Testislerin vücuttan uzaklaştırılması halinde bu yumurtalıklar (ovaryumlar) tamamen işlev görebilecek şekilde değişir (Demirsoy, 2005).

1.2.14. Üreme

İki yaşamlıların çoğu tamamen karasal yaşama uyum sağlayamamışlardır. Özellikle her yıl üremek üzere suya geçerler. Bu nedenle üreme sistemlerinde karada üreme yapabilecek herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir (Kuru, 2011). Genellikle ovovivipariye (yarı gelişmiş yavru doğurma) ve vivipariye (canlı yavru doğurma) eğilim gözlenir. Bununla birlikte kurak olarak ovipardırlar (yumurta bırakırlar) (Demirsoy, 2005).

Kurbağalarda üreme mevsiminde su kenarlarında toplanan erkekler kendi türünün dişilerini uyarmak üzere bağırma başlar. Boğazdaki ses telleri sayesinde her tür kendine özgü sesler çıkarır. Bu özel sesler nedeniyle ilkbaharda aynı türün erkek ve dişileri çiftleşmek için birbirlerini kolaylıkla bulurlar. Semenderlerde ses telleri yoktur. (Kuru,

2011). Canlı olarak yavru doğuran pek az form (*Nectophrynoidea*) hariç, kuyuksuz kurbağaların hemen hepsi her zaman dış döllenme ile ürer. Genellikle erkek dişinin sırtına çıkarak koltuk altına, karnına ya da kalça kısmına sıkıca sarılır ve dışarıya çıkan yumurtaları döller. Cryptobranchidae ve Hynobiidae'nin dışında, kuyruklu kurbağalar iç döllenme yaparlar. Erkek, bir spermatofor meydana getirir. Dişi bu spermatoforu kloakına alır. Spermalar ya hemen yumurta kanalına ulaşarak yumurtaları döllerler ya da yumurtaların oluşumuna kadar, belirli bir süre kloakta bekletilirler (Demirsoy, 2005).

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 kurbağalardan 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. İki yaşamlılar bir defada 1-32000 yumurta yapabilirler. Kara semenderleri genellikle bir defada 30 kadar yumurta bırakırlar (Kuru, 2011).

1.2.15. Gelişmeleri

İki yaşamlıların gelişmelerinde çoğunlukla bir larva evresi vardır. Yani metamorfoz geçirirler. Metamorfoz zamanı ve süresi türlere göre çok değişiklik gösterir. Ayrıca metamorfoz süresince sıcaklık gibi dış faktörlerde etki eder. En uzun metamorfoz süresi *Necturus*'ta görülmüştür. Bunlar metamorfozlarını ancak 4-5 yılda tamamlayabilirler. Bazı Pelobatidae türleri ise yumurtadan çıktıktan 12 gün sonra metamorfozlarını tamamlarlar. Semender larvaları genel vücut yapısı bakımından erginlere çok benzerler. Bunların larvalarının erken evrelerinde karnivor olarak beslenmeyi sağlayacak yapıda bir ağız ile ön ve arka üyeler görülür. Larva evresinde görülen solungaç, solungaç yarıkları, sırt ve kuyruk yüzgeci gibi özellikleri metamorfoz sırasında kaybolur (Kuru, 2011).

Metamorfoz sırasında bir kuyuksuz kurbağa larvasının geçirdiği başlıca değişiklikler; ağızın genişlemesi, keratin çeneler yerine gerçek çenelerin oluşması, solungaçların kaybolup solungaç yarıklarının kapanması, akciğerlerin oluşması, üyelerin belirmeye başlaması, ince bağırsakların kısalması ve sırt ile kuyruk yüzgeçlerinin absorbe

edilmesi olarak ortaya çıkar (Kuru, 2011). Kuyruklu kurbağa larvalarında ise bundan farklı olarak, metamorfoz sonunda kuyruğun absorbe edilmesi gerçekleşmez. Tüm amfibilerin larva evresinde çok iyi gelişmiş bir yenilenme yeteneği vardır. Üyelerini hatta gözlerini bile yenileyebilirler. Erginlerde bu yetenek büyük ölçüde kaybolur (Demirsoy, 2005).

Semenderlerde ve diğer bazı kuyruklu iki yaşamlılarda larva evresi çok uzun olduğundan, bunlarda larva evresinde eşeyssel olgunluğa erişme, çiftleşme ve döl meydana getirebilme özelliği görülür. Bu olaya Neoteni denir. Genellikle iyot bakımından fakir olan sulara daha sıkça rastlanan bu özelliği, Amerika ve Meksika'da yaşayan *Ambystoma tigrinum* (Kaplan Semenderi)'da tipik olarak gözlemek mümkündür (Kuru, 2011).

1.2.16. Beslenmeleri

Başkalaşım geçirdikten sonra amfibilerin tümüne yakını sadece hayvansal materyalle, özellikle optik olarak hemen tanınabilen hareketli objelerle beslenirler. Gymnophia türleri, kör olduklarından dolayı avlarını dokunma ile bulurlar. Av tüm olarak yutulur; çiğneme hareketi saptanmamıştır. Avı yakalamak için farklı düzenekler geliştirilmiştir. Suda yaşayanlar avlarını genellikle emme (yudumlama) ile yakalarlar. Karada yaşayanlar farklı yakalama dilleri geliştirmişlerdir; birçok kuyruksuz kurbağada olduğu gibi öne fırlatılarak yada kara semenderlerinde olduğu gibi öne doğru itilerek, yapışkan uçları ile avlarının yakalanmasını sağlarlar. Birçok su kurbağasında (Ranidae), av nişan alınarak dil fırlatılır (Demirsoy, 2005).

Ergin kurbağalar (Anura) ve semenderlerin larvaları, yalnız canlı ve hareketli böcek, solucan ve küçük yumuşakçalarla beslenirler. Sucul formlardan büyük boyda olanları küçük balık ve kuş gibi hayvanlarla da geçinebilirler. Hatta bazı türler kendi larvalarını veya diğer türlerin larvalarını da yiyebilirler (Kannibalizm). Kuyruksuz kurbağa larvaları ise sudaki alglerle ve ölü hayvan kırıntılarıyla geçinirler. Çünkü bunların ağızları büyük besinleri yutmaya elverişli değildir. Larvalar ile erginler birbirlerine rakip olmamak için aynı tür besinlerle beslenmezler. Besinleri protein açısından oldukça zengindir. Soğuk kanlı hayvanlar olduklarından vücutlarında fazla miktarda yağ ve glikojen depo etmeye gerek duymazlar. Çünkü bunların metabolizması oldukça düşük düzeydedir (Kuru, 2011). Uygun sıcaklıklarda ve besin sunumunda, amfibiler çok miktarda besin alabilme yeteneğindedir; bunun yanı sıra bir aydan fazla açlığa dayanabilirler (Demirsoy, 2005).

1.2.17. Yaşama Ortamları ve Yayılışları

İki yaşamlıların çoğu tatlı sularda ve nemli yerlerde yaşarlar. Tuzlu sularda yaşayanları yoktur. Yalnız bazıları tuzlu suya yakın tuzlu bölgelerde bulunabilirler. *Scaphiopus* gibi bazıları ise ayak parmaklarının iç kısmındaki prehalluks ile toprağı kazarak geriye doğru toprağı gömülürler. Genellikle nemli ve ılık bölgelerde yaygın olmalarına karşılık, tropik bölgelerde ve 3.500-4.000 m yükseklikteki kısımlarda da yaşayanları vardır. Bazıları ise çöllerde bile yaşayabilirler. Bu tip iki yaşamlılar gündüz toprak altında kalırlar ve yalnız geceleri faaliyet gösterirler. Bazılarının tamamen sucul olmalarına (örneğin *Necturus*) karşılık bazıları kısmen karasal kısmen de suculdurlar (örneğin *Hylidae*). Kara semenderlerinin bir kısmı ise yalnız karada, taş ve ağaç kütüklerinin nemli alt kısımlarında yaşarlar. Üyesiz iki yaşamlılar da nemli yerlerde toprak içerisinde gömülerek hayatlarını sürdürürler (Kuru, 2011).

Soğuk kanlı olmaları ve ince olan derileriyle fazla miktarda su kaybettiklerinden, aşırı sıcaklık ve kuraklığa karşı dayanıklı değildirler. Sucul iki yaşamlılar kış uykusu için göl ve nehirlerin donmayan dip kısımlarına, karasal iki yaşamlılar ise toprağın donmayan, derin kısımlarına çekilirler. Kış uykusu sırasında bütün vücut fonksiyonları yavaşlar, kalp atışları azalır, hayvan bu zaman süresince vücudunda depo edilmiş besin ve karaciğerdeki glikojen ile beslenir. Bazı sıcak bölgelerdeki iki yaşamlılar bir yıl boyunca aktif oldukları halde, çok sıcak ve kuru bölgelerdeki iki yaşamlılar yaz aylarında yaz uykusuna yatarlar (Kuru, 2011).

Amfibiler sınıf olarak Antartika hariç, tüm kıtalarda yaygındır. Tropiklerde 3500-4000m yüksekliklerde dahi yaşayanları vardır. Körkurbağaların yaklaşık 150 türü, farklı tropik bölgelerde birbirlerinden oldukça uzakta, hatta farklı kıtalarda ve adalarda yaşarlar. Yayıldıkları bölge, aşağı yukarı, kuzeyde kutup enlemi (60° enlem) güneyde 20° enlem arasındaki bölgedir. Birçok kuyruklu kurbağı alt grubu (*Salamandridae* gibi) sadece kuzeyin ılıman kuşağında yaşar; *Plethodontidae*, Neotropik bölgeye kadar yayılmıştır. Kuyruksuz kurbağalar sadece tür zenginliği bakımından değil, yayılış bakımından da en başarılı takımdır. Birkaç familyası (*Ranidae*, *Bufo*) tüm dünyaya yayılmıştır (Demirsoy, 2005).

1.2.18. Düşmanları

Kaplumbağa, yılan gibi sürüngenler, leylek gibi birçok kuşlar ve büyük tatlı su balıkları iki yaşamlıların başlıca düşmanlarıdır. Vücudunda zehir bezi içeren bazı kurbağalar bu sayede düşmanlarından korunabilirler. Bazı etçil memelilerin, zehirli kara kurbağalarını önce ayakları altında yuvarlayıp zehirlerini boşalttıktan sonra, bunları yedikleri gözlenmiştir. İki yaşamlıların larvaları da Rhynchota (Hortumlular), Coleoptera (Kın kanatlılar) gibi sucül böcekler tarafından yenir. Aynı zamanda Odonata (Tayyare böcekleri) larvaları da genç evrelerinde, kurbağa larvalarıyla beslenmektedirler (Kuru, 2011). Doğal olarak, çevreyi en çok tahrip eden, su birikintilerini kirleten ve kurutan insan, bu hayvanların yaşam alanlarını daralttığı için, en büyük düşmanları olarak sayılabilir (Demirsay, 2005).

Zehirli olan bazı amfibiler dışında bunların düşmanlarına karşı etkin bir savunma mekanizması yoktur. Bazıları yaşadıkları ortam rengine uyarak korunurlar. Bazılarının ise ölü taklidi veya yutmayı zorlaştırmak amacıyla ciğerlerini şişirerek korundukları saptanmıştır (Kuru, 2011).

1.2.19. İnsanlarla Olan İlişkileri

Amfibilerle insanların ilişkileri M.Ö. 3400 yıllarına kadar uzanır. Bu yıllarda insanlar gerek dinsel inançları yönünde ve gerekse tıbbi amaçlarla amfibilerle ilgilenmişlerdir. Bazı kara kurbağaları Çin'de uzun yıllar ilaç yapımında kullanılmıştır. Dünyada birçok ülkede kurbağalardan sanat motifi olarak da yararlanılmıştır. Günümüzde kurbağalar laboratuvar hayvanı olarak biyoloji eğitiminde, fizyolojik araştırmalarda kullanılmaktadır. Ayrıca bunlardan balık yemi ve insanlar için besin olarak ta yararlanılmaktadır. Ayrıca gebelik testlerinde de bu hayvanlardan istifade edilebilmektedir (Kuru, 2011).

İki yaşamlıların besinlerinin büyük bir kısmını böceklerin oluşturması da insanlarla olan ilişkisi açısından çok önemlidir. Gerek larva gerekse erginlerinin besin zincirindeki önemi büyüktür. Bazı ülkelerde, özellikle *Rana* cinsine ait türlerin etleri çok sevilerek yenir. Ayrıca birçok iki yaşamlı akvaryum ve teraryumlarda beslenir, yine birçoğunun zehrinden yararlanır (Kuru, 2011).

1.2.20. Azami (Maksimum) Yaşları

Amfibilerin maksimum yaşlarının ne olduğu hakkında bazı türlere ait kayıtlar vardır. Bunların birkaçı Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Bazı amfibi türlerinin yaşlarına ait kayıtlar

| Tür Adı | Maksimum Yaş |
|----------------------------------|--------------|
| -Urodela- | |
| <i>Megalobatrachus japonicus</i> | 55 |
| <i>Triturus palustris</i> | 28 |
| <i>Ambystoma maculatum</i> | 25 |
| <i>Triturus vulgaris</i> | 18 |
| <i>Proteus anguinus</i> | 15 |
| -Anura- | |
| <i>Bufo terrestris</i> | 31 |
| <i>Bombina bombina</i> | 20 |
| <i>Rana catesbeiana</i> | 16 |
| <i>Pelobates fuscus</i> | 11 |
| <i>Kassima weali</i> | 9 |
| <i>Microhyla carolinensis</i> | 6 |

Tablo 1’de gösterilen kayıtlar, laboratuvar koşullarında beslenen türlere aittir. Çeşitli düşmanları olan amfibilerin tabiatta azami yaşlarına erişmeleri oldukça zordur. Erişenler olsa bunları tabiatta izlemek oldukça güçtür (Özeti ve Yılmaz, 1994).

1.3. Amfibilerde İskelet Kronolojisi Yöntemi

Amfibi ve sürüngenlerin yaş tayininde kullanılan en gelişmiş ve yeni yöntem, sert dokularda (kemik) oluşan büyüme halkalarının sayımını esas alır. Bu yöntem Chugunova (1959)’nın balıkların pul, kemik ve otolitlerindeki büyüme halkalarını saymada ve Klevezal (1988)’in ise memelilerin diş ve kemik dokularındaki büyüme halkalarını saymada kullandığı yöntemlerle benzerdir (Smirina, 1994).

Bir amfibi kemiğindeki büyüme halkalarının varlığını ilk kez Senning (1940), *Necturus maculosus*’ta rapor etmiştir. Aynı araştırmacı, yaşları bilinen çok sayıda *N.*

maculasus bireyini analiz ettikten sonra büyüme halkalarının sayılmasıyla elde edilen yaş tayininin çok yaşlı bireyler dışında oldukça doğru olduğu sonucuna varmıştır. Bunun nedenini, yaşlı bireylerin kemiklerindeki en dıştaki halkaların birbirine çok yakın olması olarak açıklamıştır (Smirina, 1994).

Daha sonraki yıllarda Willis (1954), *Rana catasbeiana*'nın omurgasındaki yaş halkalarını analiz etmiştir. Bu çalışmayla, halkaların sayısı ve durumunun, bu tür için bilinen büyüme oranları ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Schroeder ve Baskett (1968) ise yaş halkalarını pterygoid kemikte incelemiştir.

Amfibi kemiklerindeki yıllık büyüme halkaları, sürüngen ve memelilerde olduğu gibi dinlenme halkaları (resting lines) ile sınırlandırılmış oldukça geniş doku bantlarından meydana gelmiştir. Oluşan bu yıllık bantlaşmalar, hayvanın büyüme sürecindeki mevsimsel farklılıkları yansıtır. İlkbahar-yaz dönemindeki büyüme, doku kesitlerinde görülen geniş banda tekabül eder. Sonbahar-kış döneminde ise genellikle büyüme olmaz, bant çok dar ve koyu renkte görülür ve dinlenme çizgisi (resting line) olarak bilinir (Smirina,1994). Castanet vd. (1977), oluşan bu yıllık halkaların ilkbahar-yaz dönemindeki geniş bandına, kemik büyümesinin işareti anlamına gelen MSG (Mark of Skelatal Growth), sonbahar-kış halkasına ise büyümenin olmadığı çizgi anlamına gelen LAG (Line of Arrested Growth) ismini vermeyi uygun görmüşlerdir.

İlk araştırmacılar yaş tayini için yassı, tübular kemik veya vertebra kesitlerindeki büyüme halkalarını sayıyorlardı. Kemiklerin tümü ve kesitler suda veya gliserinde temizleniyordu. Yassı kemiklerde, geçirgen ışık altında donuk (şeffaf olmayan) bir bant ve dar bir translucent bant görülüyordu. Fakat hayvanların yaşlarının ilerlemesi sonucu kemik kalınlığında meydana gelen artış çoğunlukla en içteki halkanın ve yaşlı bireylerde ise en dıştaki halkalardan bazılarının görülmesini zorlaştırıyordu (Smirina,1994).

Bu zorlukları bilen Kleinenberg ve Smirina (1969), yaş tayininde değişik bir teknik geliştirdiler. Bu tekniğe göre, kalsiyumdan arındırılmış (dekalsifiye edilmiş) tübular kemik örneklerinden mikrotom aracılığıyla kesitler alınır ve hematoksilen ile boyanır. Hazırlanan preparatlarda yıllık büyümeler, açık renkte boyanan geniş büyüme zonu (ilkbahar-yaz halkası) ve koyu renkte boyanan dinlenme çizgileri (Sonbahar-kış halkası) şeklinde görülür. Bu yöntem, yaşlı bireylerde dahil tüm bireylerde halkaların net bir şekilde görülmesini mümkün kılar. Daha sonraki yıllarda Hangström (1977) ve Juarranz (1990) farklı histolojik boyalar kullanarak bu tekniğin değişik versiyonlarını geliştirdiler.

Tübular kemik dokularındaki yeni zonlar, periostal kemiğin büyümesi ile oluşur. Bu sırada daha önceden oluşmuş olan tabakalar kemik büyümesinin devam etmesi ve kemik iliğinin büyümesi ile endosteal kısım tarafından absorbe edilir. Hayvanın büyümesi esnasında, kemik iliği endosteal kemik ile dolar. Bu endosteal kemik, periostal kemik gibi tabakalaşmış yapıdadır (Yılmaz, 2001). Fachbach (1988), *Salamadra atra*'nın tübular kemik gelişimini analiz ederken bu hayvanların yaşını endosteal kemikteki halkaları sayarak belirlemiştir. Smirina (1994), amfibilerin yaşlarını tayin ederken temel olarak endosteal kemik halkalarının sayılması gerektiğini belirtmiştir. Buna gerekçe olarak da periostal kemik halkalarının birbirinden daha ayrı olmasını göstermiştir. Buna karşılık, Diaz-Paniagua ve Meteo, (1999) ve Maruonuchi vd. (2000) gibi bazı araştırmacılar endosteal kemik halkalarının yaş tayini sırasında sayılmaması gerektiğini savunmuşlardır. Buna gerekçe olarak büyüme ile birlikte endosteal bölgedeki daralmanın (endosteal resorpsiyon), yaş tayini sonuçlarında hataya sebep olabileceğini belirtmektedir. Bu çalışmada da buna benzer olarak, yaş halkaları sayılırken endosteal kemikte bulunan halkalar sayılmamıştır.

Hayvanların uzun tübular kemiklerinde bulunan büyüme halkaları parmak kemiklerinde de mevcuttur. Bu halkaların her yıl düzenli olarak oluşumu Smirina (1972) tarafından kurbağa popülasyonları üzerinde yapılan çalışmalar sonucu teyit edilmiştir (Smirina, 1994).

Amfibilerde kemik büyümesi sırasında meydana gelen yıllık halkalar Castanet (1975), Francillon (1980), Hemelaar ve Van Gelder (1980), Gibbons ve McCarty (1983), Francillon ve Castanet (1985) ve Paton vd. (1991) gibi araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar ile doğrulanmıştır.

Yıllık halkaların sayımı, günümüzde amfibilerin yaş tayininde kullanılan rutin bir metot haline gelmiştir. Parmak kemiklerinde de yıllık büyüme halkalarının olması canlı amfibilerin yaşlarını tespit etmeyi mümkün kılar. Bilhassa, ender rastlanan ve yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olan amfibi popülasyonlarının çalışılmasında en uygun yöntemdir. Parmak kemiklerinin kullanılması kuyruksuz kurbağalarda çok yaygındır ve son yıllarda kuyruklu kurbağaların parmaklarında da çok sayıda çalışma yapılmaktadır.

1.3.1. Yaş Tayininde Karşılaşılan Sorunlar

Kemik doku preparatlarındaki görünen yaş halkalarını sayarak bireyin yaşını tespit etmek her zaman kolay değildir. Bu işlem sırasında bazı sorunlarla karşılaşılabilir. Bu sorunlardan sıkça karşılaşılanlardan bazıları ve çözümleri aşağıda verilmiştir.

1.3.1.1. Kemik Dokunun Değişikliğe Uğraması

Endosteal resorpsiyon, diğer dört üyeli hayvanlarda olduğu gibi amfibilerin uzun kemiklerinde de yaygın olarak görülen histolojik bir olaydır (Castanet ve Smirina, 1990) ve kemik iliğinin kenarındaki periosteal kemikte bir tahribat yaratır. Endosteal resorpsiyon, kemik iliği boşluğunun periferinde ilk meydana gelen büyüme izlerinden bazılarını tamamen ortadan kaldıracaktır ki bu da bireyin yaşının tahmin edilememesine neden olur. Eğer yaşı bilinen örnekler mevcutsa iç periosteal kemiğin resorpsiyon oranı çok daha kolay bir şekilde hesaplanabilir. Eğer yaşı bilinen örnek yoksa bu durumda o yılın genç bireyinin medullar kavis büyüklüğü ve 1 yaşındaki hayvanların ilk durgunluk (dinlenme) çizgisinin çapı ile daha yaşlı bireylerin medullar kavis büyüklüğü ve ilk durgunluk çizgileri karşılaştırılarak perimedullar resorpsiyon oranını hesaplamak mümkündür. Bu geri hesaplama (back calculation) yaklaşımı öncelikle Smirina (1974) ve Castanet ve Cheylan (1979) tarafından önerilmiştir. Daha yaygın zamanda Gibbons ve MacCarty (1983), Leclair ve Castanet (1987), Smirina ve Makarov (1987) bu yöntemi kullanmışlardır.

1.3.1.2. Doğum ve Metamorfozun Durgunluk Çizgileri (Kastschenko Çizgisi)

Kastschenko Çizgisi, bireyin yaşamı sırasında sadece bir kere meydana gelen önemli bir fizyolojik olaydır. Bu çizgiler, en iyi olarak amfibilerin uzun kemiklerinde bilinir. Kemik iliği boşluğunun sınırında embriyolojik kırırdağın ince bir kalıntısı şeklindedir (Haines, 1942; Francillon, 1980).

1.3.1.3. İkincil Durgunluk Çizgileri

Periosteal kemikte yıllık halkaların sayımını zorlaştıran mevsim içi ikincil (ek) durgunluk ya da dinlenme çizgileri de meydana gelebilmektedir. Bu çizgiler periyodik değildirler, doğum ve metamorfoz çizgileri hariç saptanmaları ve yorumlanmaları daima zordur. Buna karşılık bir popülasyondaki bireylerin çoğunda dinlenme çizgileri genellikle çift halde ise o zaman bir hibernasyon bir de estivasyondan oluşan yılda bir çift durgunluk periyodu yaşandığı söylenebilir. Portekiz’de yüksek bölgelerde yaşayan *Triturus marmoratus* popülasyonlarında bu durum açıkça gözlenmiştir (Caetano vd., 1985).

1.3.1.4. Yaş Halkaları Arası Mesafe

Birbirini izleyen yıllarda meydana gelen yaş halkaları arasındaki mesafe, yaşam boyu sabit değildir. Ayrıca kemik ve vücut büyüklüğündeki değişimi de gösterdiği gibi bireylerin hayat boyu büyüme eğilimlerini de yansıtmaktadır. Kural olarak hayvanların yaşı ilerledikçe bu mesafe düzenli olarak azalır ve bir müddet sonra halkalar birbirine o kadar yakın olur ki bu da yaşın tespit edilmesini güçleştirir.

1.3.1.5. Periferik (dış) LAG’lar

Hazırlanan kemik kesitleri preparatlarında dış kısma yakın olan halkaların sayılması güçtür. Bu durum özellikle uzun ömürlü hayvanlarda gözlenmiştir. Çünkü yaşın ilerlemesine bağlı olarak büyüme oranı öyle yavaşlar ki yıllık halkalar birbirine çok yakın meydana gelirler. Hatta sürüngenlerde yapılan bazı çalışmalarda ölümden önce bölgesel kemik büyümesinin durduğu bile gözlenmiştir (Castanet vd.,1988). Buna ilave olarak, durgunluğun aynı bireyin farklı kemiklerinde farklı zamanlarda meydana geldiği de bildirilmiştir.

Yukarıda kısaca değinilen bu sorunları çözebilmek için bazı yollar önerilmektedir: Resorpsiyon oranı, tubular kemiklerde yaş halkalarının sayılmasıyla yaş tayini yapılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu oran sadece her bir tür için değil aynı türün farklı çevrelerde yaşayan farklı popülasyonları için farklılık gösterebilmektedir,

çünkü büyüme modelleri iklimsel olarak farklı bölgelerde farklı şekilde olabilmektedir. Resorpsiyon oranı eğer yaşları bilinen hayvanlar mevcut ise çok kolay tespit edilebilir. Eğer böyle hayvan yoksa ilk kışlamadan hemen önce veya hemen sonra alınan bir genç bireyin kemik enine kesitinin büyüklüğü ile ergin bir bireyin kemik iliği boşluğu karşılaştırılarak bu oran tespit edilebilir. Bu yaklaşım Smirina ve Makarov (1987), Hemalaar (1985) ve Leclair (1990) tarafından detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Yukarıda değinilen problemlerle başa çıkmada memelilerle çalışmış olan Klevezal vd. (1981)'in yaklaşımı uygun görülmektedir. Bu araştırmacılar yaş tayininde yapılan hataların ancak gerçek yaşı bilinen hayvanlar mevcut ise giderilebileceğini inanmışlardır. Eğer yaşı bilinen hayvan yoksa sübjektif hata, aynı kesitteki halkaların farklı okuyucularca sayılmasında oluşan farklılık dikkate alınarak hesaplanabilir. Sübjektif hata ne kadar az ise yavaş analizin doğruluk payı da o kadar yüksektir. Yaş tayininde bir diğer problemde yukarıda bahsedildiği gibi kemik periferinde görülen durumdur. Bu problem, halkaların birbirine yakın olduğu yerlerde bu kısımların mikroskopta daha fazla büyütme ile incelenmesi sonucunda alışabilmektedir (Üzüm, 2006).

1.3.2. Amfibilerde Yaş Tayini üzerine Yapılan Çalışmalar

Amfibi popülasyonlarının yaş dinamiği; bireylerin yaşam süreleri, eşeyssel olgunluğa erişme yaşları ve hayvanların büyüme oranları hakkında detaylı bilgi edinmeyi amaçlayan çalışmalar günümüzde giderek yaygınlaşmaktadır. Eşeyssel olgunluğa erişen bir hayvanın büyüme oranının da düştüğü bilinmektedir. Birbirini takip eden yıllık halkaların genişlikleri karşılaştırılarak, bazı durumlarda, bireylerin ergenlik yaşını tespit etmek de mümkündür.

Kurbağalar kuzeydoğu popülasyonlarında eşeyssel olgunluğa daha geç ulaşırlar. Belimov ve Sedalishchev (1984), Yakutsk (Sibirya) bölgesindeki *Rana macrocnemis* popülasyonu üzerinde yaptıkları çalışmalarda bireylerin eşeyssel olgunluğa 4-5 yaşlarında ulaştıklarını bildirmişlerdir (Smirina, 1994). Aynı zamanda dişi bireylerin erkeklerden daha erken erginleştiklerini rapor etmişlerdir. Bu, kuyruksuz amfibiler arasında ilk defa rastlanılan bir durumdur. Yakutsk popülasyonunun en yaşlı bireyi ise 9 yaşında bulunmuştur.

Amfibilerin dağlardaki ve kuzey bölgelerdeki popülasyonları diğer yerlerde yaşayan popülasyonlara göre daha uzun yaşar ve bazı durumlarda eşeyssel olgunluğa erişmeleri de daha geç olur (Smirina, 1994).

Esteban vd. (1987), İspanya'daki *Rana temporaria* örnekleri üzerine yaptıkları çalışmada bu türün yükseltisi fazla olan dağlarda yaşayan popülasyonu ile yükseltisi çok daha az olan yerde yaşayan bir başka popülasyonu karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonunda; yükseltisi fazla olan popülasyonda 4 yaşındaki bireylerin baskın olduğunu ve en fazla 9 yaşındaki bireylere rastlanıldığını bildirmişlerdir. Yükseltisi daha az olan popülasyonda ise 2 yaşındaki bireylerin baskın olduğunu ve en fazla 5 yaşındaki bireylere rastlanıldığını bildirmişlerdir.

Rana arvalis üzerinde yaş analizi çalışmaları yapan Ishchenko ve Ledentsov (1987), yaptıkları araştırma sonucunda en yaşlı bireylerin 6-7 yaşlarında olduğunu ve eşeyssel olgunluğa erişen en genç bireyin 2 yaşında olduğunu bildirmişlerdir. Üreme bölgelerinden alınan örneklerden 2 ve 6 yaşındaki bireylerin yüzdesinin düşük, diğer yaş gruplarının oranlarının ise yıldan yıla değiştiğini bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, sıcaklığa ve lokaliteye bağlı olarak popülasyonların yaş dağılımlarının önemli derecede farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. 1980'de bir üreme bölgesindeki kurbağaların çoğunluğunun 5-6 yaşında (%74,4), diğer bir üreme bölgesindekilerin ise 3-4 (%82,2) olduklarını kaydetmişlerdir.

Leclair ve Castanet (1987) 53 bireyden oluşan bir *Rana pipens* popülasyonu (Quebec, Fransa) yaş ve büyüme parametreleri bakımından analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonunda kurbağaların hızlı bir büyümenin ardından 2 yaşında eşeyssel olgunluğa ulaştıklarını ve 4-5 yaşından büyük olanların, popülasyonun küçük bir bölümünü oluşturduklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca aynı yaş sınıflarında farklı ölçümlerde halkalar kaydetmişlerdir. Oluşan yıllık halkaların ölçümleri, büyüme periyodunun süresi de dikkate alınarak kemik büyüme oranlarına dönüştürülmüş ve bu tür için 1.34 $\mu\text{m/gün}$ olarak bulunmuştur.

Ryser (1988), İsveç'teki bir *Rana temporaria* popülasyonunda büyüme ve olgunluk parametrelerini iskelet kronolojisi metodunu kullanarak incelemiştir. Büyüme halkalarının uzunluğunu ölçerek bunları geçmiş yıllardaki bireylerin vücut boylarını hesaplamak için kullanmıştır. Kurbağaların ergin hale gelinceye kadar hızlı, daha sonra ise azalan bir oranda büyüdüklerini bildirmiştir. 2 yaşında, erkeklerin dişilerden daha büyük olduklarını fakat ondan sonra dişilerin daha hızlı büyüdüklerini bulmuştur.

Büyüme ile vücut boyu arasında erginleşmemiş bireylerde pozitif, erginlerde ise negatif bir ilişki bulunmuştur. İlk üreme yaşı erkeklerde 2,8 dişilerde ise 3,1 olarak kaydedilmiştir.

Türkiye’de amfibiler üzerine bir çok yaş analizi çalışmaları yapılmıştır. Olgun vd. (2001) Türkiye’nin güneybatısında yaşayan 98 bireyden oluşan bir *Mertensiella luschani* popülasyonunda yaptıkları çalışmada eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşını her iki cinsiyette de 3 yıl olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca erkek *Mertensiella luschani* bireylerinde maksimum yaşı 8, dişi bireylerinde ise 10 yıl olarak bildirmişlerdir.

Yılmaz vd. (2005), Trabzon’da bir *Rana ridibunda* popülasyonunu (51 birey), yaş ve büyüme parametreleri bakımından incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonunda maksimum yaşı erkeklerde 7, dişilerde 6; eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşını ise hem erkek hem de dişilerde 2 yıl olarak bildirmişlerdir.

Kutrup vd. (2005) ise Trabzon’da farklı rakımlarda yaşayan iki *Triturus vittatus ophryticus* popülasyonunun karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonunda düşük rakıma (300m) sahip olan Gürbulak popülasyonunda maksimum yaşı ve ortalama yaşı sırasıyla 10 ve 4, yüksek rakıma (1300m) sahip olan Hıdırnebi popülasyonunda ise sırasıyla 16 ve 8 olarak bildirmişlerdir. Ayrıca düşük rakıma sahip olan popülasyonda eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşını 2-3, yüksek rakıma sahip olan popülasyonda ise 4 yaş olarak rapor etmişlerdir.

Kutrup vd. (2011), Doğu Karadeniz Bölgesi’nin üç farklı yüksekliğinde Maçka (400m), Hıdırnebi (1400m) ve Ovit (2700m) yaşayan *Rana macrocnemis* popülasyonları üzerine yaptığı çalışmada maksimum 10 yaşındaki (Ovit popülasyonu) bireylerin olduğunu bildirmiştir. Rakımı en düşük olan Maçka ve Hıdırnebi *Rana macrocnemis* popülasyonunda en düşük olgunlaşma yaşı erkek ve dişiler için 2 en yüksek 3 olarak bulunmuştur. En yüksek rakımda (Ovit) yaşayan *Rana macrocnemis* popülasyonunda ise eşeyssel olgunlaşma yaşı dişilerde 3-5, erkeklerde 3-4 yıl olarak bulunmuştur.

Guarino ve Erişmiş (2008) Türkiye’de endemik bir tür olan *Rana holtzi* popülasyonu üzerinde yaptıkları çalışmada erkeklerde vücut boyunun 46,4 – 66,8 mm arasında, dişilerde ise 39,2- 66 mm arasında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca erkek bireylerin 4 ile 6 yaş arasında, dişi bireylerin ise 4 ile 7 yaş arasında dağılım gösterdiğini ve eşeyler arasında hem boy hem de yaş bakımından bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Üzüm (2009), Kafkas semenderlerinden *Mertensiella caucasica* üzerine yaptığı yaş analizi çalışması sonucunda erkeklerde ortalama yaşın 7,3; dişilerde ise 6,0 ve

maksimum yaşam uzunluğunun erkeklerde 10, dişilerde 9 yıl olduğunu bildirmiştir. Ayrıca eşeyssel olgunluğa erişme yaşını her iki cinsiyet için de 4-5 yıl olarak rapor etmiştir.

Üzüm ve Olgun (2009) Türkiye'nin kuzeybatısında yaşayan bir *Triturus karelinii* popülasyonda yaptıkları çalışma sonucunda maksimum yaşın erkeklerde 9, dişilerde 8 olduğunu bulmuşlardır. Ortalama yaşın erkeklerde 5,07; dişilerde 5,00 olduğunu ve eşeyler arasında yaş dağılımı bakımından bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca bu popülasyonda eşeyssel olgunluğa erişme yaşını 3 yıl olarak rapor etmişlerdir.

Pelodytes caucasicus türü hakkında yapılan yaş analizi çalışmaları sınırlı olup, bu türle ilgili yaş konusunda ülkemizde sadece Erişmiş vd. (2009) yaptığı çalışma mevcuttur. Bu araştırmacılar, Uzungöl'de yaşayan *Pelodytes caucasicus* üzerine yaptıkları çalışmada erkek bireylerin yaşı 2-5 arasında değiştiğini, dişilerin yaşının ise 2-4 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca vücut boyunun erkeklerde 41,48-52,58 mm arasında, dişilerde ise 40,28-50,62 mm arasında olduğunu bildirmiştir.

1.3.3. Amfibi Yaş Analizleri ile Çevre Kirliliği Arasındaki İlişki

Amfibiler çevreyle iç içe olduklarından bir amfibi popülasyonunun yaş kompozisyonu, o çevrenin kirliliği hakkında detaylı bilgi verebilir. Misyura (1989), kimyasal ve endüstriyel kökenli atık sularda yaşayan *Rana temporaria* popülasyonlarını analiz etmiş ve bu popülasyonların yaş dağılımlarında oldukça önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Smirina, 1994). Yapılan çalışmaya göre kontamine olmamış (atık bulaşmamış) popülasyonlarda %40 oranında genç bireyler (juveniller), %22,5 oranında 1 yaşındaki bireyler, %42 oranında üreme zamanındaki bireyler ve %16,7 oranında yaşlı bireyler (17 yaşında) bulunduğu tespit edilmiştir. Kontamine olmuş (atık bulaşmış) popülasyonlarda ise, birinci grup %8,8, üçüncü grup %77,7 ve dördüncü grup ise %2 oranındadır. Kontamine olmuş popülasyonlarda, yıl içerisindeki genç bireylerin sayısı, kontamine olmamışlara göre oldukça yüksektir. Atık bulaşmış bazı göllerde, iribaşların %100'ü ölür.

Popülasyondaki bireylerin temiz bir bölgeden kontamine olmuş bir bölgeye göç etmeleri her iki popülasyondaki birey sayısını önemli ölçüde değiştirir. Kentleşmenin, popülasyonların yaş dağılımı üzerine olan etkisini ortaya koymak için yapılan çalışmalarda, genç yaş sınıflarının oranında bir azalma olduğu ortaya çıkmıştır. Ushakov

ve Lebedinsky (1982), bu etkiyi Gorky bölgesindeki *Rana temporaria* örneklerinde tespit edilmiş ve nedenini doğal habitatların zarara uğratılmasına bağlamıştır. Popülasyonun devamının ise ancak yakın bölgelerdeki sulak alanlara göç eden kurbağalar tarafından sağlandığını belirtmişlerdir. Nosova (1979) adlı araştırmacı da Gorky' de bir kışlama bölgesinde *Bufo bufo* (Siğilli kurbağa) türü üzerine yaptığı çalışmada benzer sonuçlara ulaşmıştır. Toplam 62 bireyden %65'inin olgunlaşmamış (3 yaşından küçük) bireylerden, %20,5'inin 3 yaşında ve %14,5'inin ise yaşlı 4 yaşındaki bireylerden oluştuğunu bildirmiştir (Smirina, 1994).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyaller

Bu çalışmada *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (Kafkas Kurbağası) türüne ait bireyler kullanılmıştır.

2.1.1. Türün Sistematığı

| | |
|---------|---|
| Alem | : Animalia |
| Şube | : Chordata |
| Altşube | : Vertebrata |
| Sınıf | : Amphibia |
| Takım | : Anura |
| Aile | : Pelodytidae |
| Cins | : <i>Pelodytes</i> |
| Tür | : <i>Pelodytes caucasicus</i> (Boulenger, 1896) |

Pelodytes caucasicus (Kafkas kurbağası), Amfibia sınıfının Anura takımına ait Pelodytidae familyasındandır. *Pelodytes* cinsi içinde bulunan üç türden birisidir (Frost, 2013).

2.1.2. Morfolojik Karakterler

Vücut boyu 5,5 cm. kadar ince yapılı bir kurbağa türüdür. Göz bebeği yuvarlağa yakın dikeydir (Baran, 2008). Vomer dişleri, enine ve aşağıya doğru iki sıra halindedir; içi 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 halinde). Bu çalışmada kullanılan her iki eşeye ait *Pelodytes caucasicus* bireylerinin fotoğrafları Şekil.1 ve Şekil.2 de verilmiştir.



Şekil 1. *Pelodytes caucasicus* türüne ait dişi bir birey



Şekil 2. *Pelodytes caucasicus* türüne ait erkek bir birey

Sırt tarafın derisinde (özellikle erkeklerde) çeşitli büyüklükte küçük ve delikli siğiller bulunur. Bunların büyücek olanları uzunlamasına ve az veya çok dalgalı seriler halinde dizilmişlerdir. Vücudun alt tarafındaki deri düzdür, yalnız kalça kısımları ile arka bacakların ön bölgeleri hafif granüllüdür.

Erkekleri dişilerden ayıran başlıca farklar şunlardır: İç ses kesesinin bulunması, ön bacakların daha uzunca ve daha kuvvetli olması, arka ayaklardaki perdenin (parmakların kenarlarında bulunan deri kıvrıntısının) biraz daha fazla gelişmiş olması ve üreme mevsiminde özellikle vücudun alt tarafında siyah renkli kabarcıklar meydana gelmesi. Siyah kabarcıklar çok daha küçük olarak sırt taraftaki siğiller üzerinde de bulunabilir.

Sırt tarafın esas rengi, zeytin yeşilinden gri ve balçık kahverengine kadar değişir; bunun üzerinde siyahımsı lekeler bulunur. Alt taraf genel olarak beyazımsıdır (Özeti ve Yılmaz, 1994).

2.1.3. Ekolojik –Biyolojik Özellikler

Gölgeli, nemli ve suya yakın yerlerde yaşar. Deniz seviyesinden 2300 m. yükseklikte görülebilir. Gündüzleri taş altlarında gizlenir, geceleri faaldir. Rahatsız edildiğinde suya atlayarak dipte hareketsiz durur. Dere dibinin rengi hayvanın rengine çok benzediğinden çok zor fark edilir (Baran, 2008).

Suda iken erkek “ko-ak, ko-ak” şeklinde ses çıkarır, dişi buna “ko” şeklinde cevap verir. Erkeğin başka zamanlarda çıkardığı ses daha hafiftir (krek krek şeklinde) (Özeti ve Yılmaz, 1994). Erkekler üreme alanında dişilerden önce ortaya çıkar. Kucaklaşma sığı sularda meydana gelir (1-5 cm derinlik). Erkek dişiyi karın etrafından tutar. Çünkü erkekler daima daha fazladır, ara sıra iki ya da üç erkek aynı dişi üzerinde rekabet ederler (Tarkhnishvili ve Gokhelashvili, 1999).

Yumurtaları fındık veya ceviz büyüklüğünde kümeler halindedir. Bir dişi tarafından 1000-2000 kadar yumurta durgun su veya yavaş akan dereye kaba bir yumak veya ceviz büyüklüğünde kümeler halinde bırakılır (Baran, 2008). Yumurtanın çapı (jelatinimsi kılıf ile birlikte) 2.5-3 mm. dir; *Bufo*’ larda görülen ve bütün şeridi muhafaza eden dış zar bu cinsten bulunmaz. Rengi siyahımsı olan ovumun çapı 1.5-2 mm. olup, alt kutbu beyazdır. Embriyo oldukça erken safhada jelatin 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 aynı uzaklıkta olup üst ve alt taraftan görülür. Anus median hat üzerindedir. Kuyruğun üst yüzgeci konveks olup, spirakulum hizasına kadar uzanır. Yaşlı larvaların boyları 50 mm. kadar olabilir (Özeti ve Yılmaz, 1994).

2.1.4. Coğrafi Dağılışı

Batı Kafkasya, Kuzey Azerbaycan, Dağlık Karabağ ve Tiflis'in güneyinden itibaren Gürcistan Bölgesi ve Anadolu'nun Doğu Karadeniz Bölgesi'ne kadar olan dar bir sahada yayılış gösterir (Şekil 3). Kafkasya'ya ait Bakuriani ve Sotschi lokaliteleri Bischoff-Engelmann (1976) tarafından kaydedilmiştir. Ayrıca Dr. Böhme'nin ve G. Nilson'un Dr. Muhtar Başoğlu'na gönderdiği özete göre Zigana Geçidi ve Kars'a 20 km kala (Artvin tarafından) yol üzerinde bu türe rastlanmıştır (Özeti ve Yılmaz, 1994).



Şekil 3. *Pelodytes caucasicus*'un Dünya'da yayılış alanı (URL-1)

2.2. Yöntem

2.2.1. Örneklerin Toplandığı Alan

Bu çalışmada incelenen *Pelodytes caucasicus* bireyleri Trabzon iline bağlı Hıdırnebi Yaylası'nda bulunan su kanalından toplanmıştır. Çalışılan arazinin deniz seviyesinden yüksekliği 1600 m dir. Çalışılan arazi çam ağaçları, geniş yapraklı ağaçlar ve çeşitli otlarla kaplıdır. Örneklerin toplandığı su kanalının etrafı ise buğdaygiller familyasından çeşitli bitki türleri ile kaplıdır (Şekil 4).



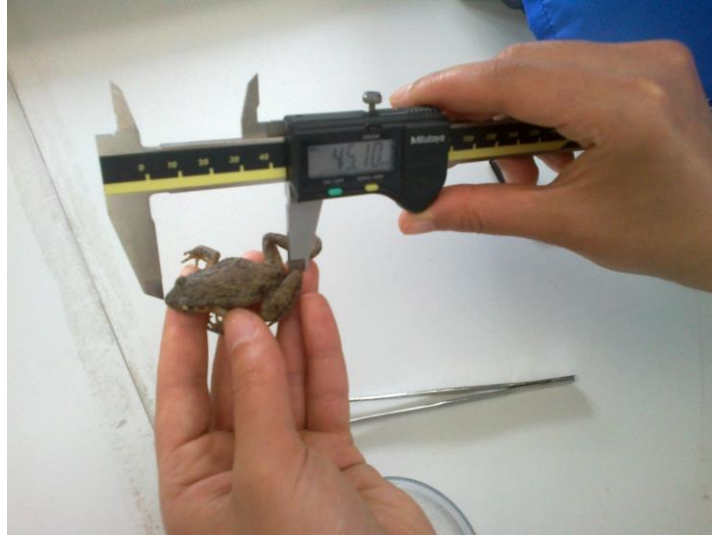
Şekil 4. Arazi çalışması yapılan alan

2.2.2. Örneklerin Toplanması

Bu çalışmada, 13.07.2010 ve 19.07.2012 tarihlerinde Hıdırnebi lokalitesinden 65 (44 erkek, 15 dişi, 6 juvenil) *Pelodytes caucasicus* bireyi elle ve kepçeyle toplanmıştır. Toplama işi saat 23.00 ile 03.00 arasında yapılmıştır. Toplanan bireylerin 6 tanesi hariç diğerlerinin cinsiyetleri çene altı, ön ayaklarının içe bakan kısımları ve karın gibi vücudun alt bölümlerinde siyah renkli kabarcıkların olup olmamasına göre belirlenmiştir.

2.2.3. Morfometrik Ölçümler

Yakalanan bireyler arazide eterle bayıldıktan sonra, örneklerin ağırlıkları hassas bir terazi ile gram cinsinden tespit edilmiş ve daha sonra bir kumpas yardımıyla burun ucu-kloak arası mesafe (SVL) ölçülmüştür. Son olarak yaş analizinde kullanılmak üzere sağ arka üyelerinin dördüncü parmağı kesilerek içerisinde %10'luk formaldehit bulunan numaralandırılmış tüplere koyulmuştur. Bireyler ayıldıktan sonra doğal ortamlarına geri bırakılmıştır.



Şekil 5. *Pelodytes caucasicus* bireyinde SVL ölçümü

2.2.4. Yaş Tayini Yöntemi (İskelet Kronolojisi)

Yaş analizleri için Leclair ve Castanet (1987), Ryser (1988), Paton vd.(1991), Miaud vd. (1993), Gokheshvili ve Tarkhishvili (1994), Kutrup vd. (2005) ve Erişmiş vd. (2009) gibi birçok araştırmacının kullandığı yol takip edilmiş ve bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır.

2.2.4.1. Parmakların Yaş Tayini İçin Hazırlanması

Yaş tayinine kadar %10' luk formaldehitte bekleyen parmak örnekleri, formaldehitin uzaklaştırılması için suyla iyice yıkanmış, sonra parmak kemiği üzerindeki deri ve kas

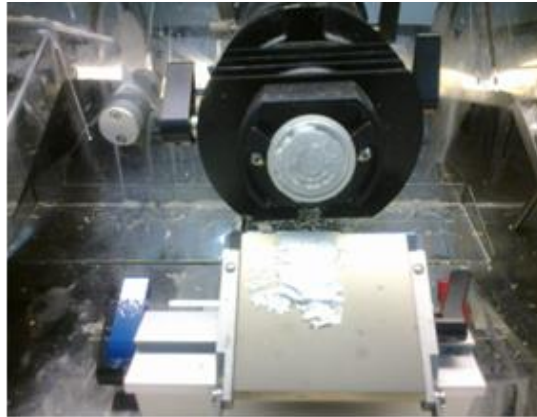
tabakası soyulmuştur. Derisi soyulan kemikler dekalsifikasyon işlemi (yani kemik dokunun yumuşaması) için %5' lik nitrik asit içerisinde 2 saat bekletilmiş ve ardından parmaklar nitrik asitten çıkarılarak yine 1 gece su içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra suda bekletilen parmaklardan ikinci falanj alınarak kesit almaya hazır hale getirilmiştir.

2.2.4.2. Kesitlerin Alınması

Parmak kemiği, üzerinde buz olan kasete yerleştirilmiş ve tamamen buzla kaplandıktan sonra Shandon Marka donduruculu mikrotom (kryostat) (Şekil 6) kullanılarak (-19) ile (-22) C arasında 18 µm kalınlığında kesitler alınmıştır (Şekil 7). Alınan kesitler önce distile su olan saat camına aktarılmış ardından saat camı içerisindeki su çekilerek boyama işlemi için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 6. Mikrotom cihazı



Şekil 7. Kesitlerin alınması

2.2.4.3. Kesitlerin Boyanması

Daha önce saat camı üzerine aktarılan kesitlerin üzerine Ehrlich hematoksileni damlatılarak 5 dakika bekletilmiş (boyanın süresi değişkendir) ve kesitlerin boyanması sağlanmıştır. Fazla boya enjektör yardımıyla çekilip ardından kesitler tekrar distile suyla yıkandıktan sonra su içerisinden çıkarılmıştır. Sonra kesitler ışık mikroskopu ile inceleme yapılabilmesi için üzerine gliserin veya aqua vitrex medium damlatılmış olan lama aktarılarak üzeri lamelle kapatılıp daimi preparat haline getirilmiştir.

2.2.4.4. Yaş Halkalarının Sayılması

Hazırlanan preparatlar ışık mikroskopu altında incelenerek Olympus BX51 marka mikroskoba bağlı Pixera marka fotoğraf makinesi ile fotoğrafları çekilerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Kesitlerin fotoğrafları incelenerek yaş halkaları sayılarak yaş tayini yapılmıştır. Ayrıca bilgisayar programı yardımıyla kemik iliği boşluğunun, yaş halkalarının ve falanjın çapı mikrometre cinsinden ölçülmüştür.

2.2.5. İstatistik Analizlerin Yapılması

Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistik analizleri ve tabloları, SPSS adlı istatistik program ve Microsoft Excel kullanılarak yapılmıştır.

Populasyon içindeki dişi ve erkek bireylerin vücut boyu, vücut ağırlığı, yaşı, falanj çapı ve kemik iliği boşluğu çapı değişkenlerinin tanımlayıcı istatistiklerini (minimum-maksimum değer, ortalama, standart sapma, standart hata) bulmak için Descriptive testi kullanılmıştır.

Değişkenlerin normal dağılıma uygun olup olmadığını anlamak için Kolmogorov-Simirmov testinden yararlanılmıştır. Veriler normal dağıldığı için yapılan analizlerde parametrik testlerden yararlanılmıştır.

Cinsiyetler arası yaş, vücut boyu, vücut ağırlığı, falanj çapı ve kemik iliği boşluğu çapı değişkenleri bakımından karşılaştırmaların yapılabilmesi için parametrik test olan Independent-t testi kullanılmıştır.

Değişkenler arasında ilişki olup olmadığını test etmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi sonucunda aralarında önemli derecede ilişki bulunan değişkenler için regresyon analizi yapılmış, bu analiz sonucunda en yüksek R^2 değerine bakılarak uygun regresyon modeli bulunmuştur. Değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel ifadesi için uygun regresyon modeli kullanılarak tekrar regresyon analizi yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Morfometrik Ölçüm Sonuçları

Bu çalışmada Hıdırnebi popülasyonuna ait 65 bireyin (6 juvenil, 15 ♀♀, 44 ♂♂) vücut boyları (burun ucundan kloak ucuna kadar) ve vücut ağırlıkları ölçülmüştür (Tablo 2 ve 3). Popülasyonun içindeki erkek ve dişi bireyler, bu sonuçlara göre kendi aralarında vücut büyüklüğü ve vücut ağırlığı bakımından birbirleriyle karşılaştırılmışlardır.

Tablo 2. Hıdırnebi popülasyonuna ait ergin bireylerin cinsiyetleri, vücut boyları (mm) ve vücut ağırlıkları (g)

| Örnek No | Cinsiyet | Vücut Boyu | Vücut Ağırlığı |
|----------|----------|------------|----------------|
| 1 | ♂ | 49,90 | 11,39 |
| 2 | ♂ | 51,80 | 11,19 |
| 3 | ♂ | 45,10 | 9,40 |
| 4 | ♂ | 51,10 | 11,89 |
| 5 | ♂ | 48,95 | 11,38 |
| 6 | ♂ | 49,83 | 11,06 |
| 7 | ♂ | 49,88 | 12,10 |
| 8 | ♂ | 52,25 | 14,70 |
| 9 | ♂ | 48,53 | 11,61 |
| 10 | ♂ | 47,95 | 11,92 |
| 11 | ♂ | 48,48 | 11,69 |
| 12 | ♂ | 48,84 | 12,12 |
| 13 | ♂ | 50,18 | 11,74 |
| 14 | ♂ | 52,69 | 12,13 |
| 15 | ♂ | 44,99 | 10,73 |
| 16 | ♂ | 56,93 | 14,69 |
| 17 | ♂ | 51,54 | 14,24 |
| 18 | ♂ | 45,77 | 9,66 |
| 19 | ♂ | 48,42 | 12,45 |
| 20 | ♂ | 42,05 | 13,15 |
| 21 | ♂ | 51,18 | 13,50 |
| 22 | ♂ | 47,88 | 11,58 |
| 23 | ♂ | 45,53 | 10,80 |

Tablo 2'nin devamı

| | | | |
|----|---|-------|-------|
| 24 | ♂ | 45,82 | 10,74 |
| 25 | ♂ | 44,43 | 10,30 |
| 26 | ♂ | 44,34 | 10,55 |
| 27 | ♂ | 51,86 | 15,30 |
| 28 | ♂ | 45,92 | 10,39 |
| 29 | ♂ | 48,81 | 12,33 |
| 30 | ♂ | 47,91 | 11,40 |
| 31 | ♂ | 46,11 | 10,99 |
| 32 | ♂ | 47,32 | 11,45 |
| 33 | ♂ | 45,06 | 9,56 |
| 34 | ♂ | 46,52 | 11,67 |
| 35 | ♀ | 45,74 | 8,77 |
| 36 | ♀ | 44,20 | 8,14 |
| 37 | ♀ | 46,93 | 10,20 |
| 38 | ♀ | 43,14 | 7,75 |
| 39 | ♀ | 41,62 | 6,92 |
| 40 | ♂ | 49,12 | 12,78 |
| 41 | ♀ | 47,87 | 9,46 |
| 42 | ♂ | 53,13 | 12,71 |
| 43 | ♀ | 46,71 | 8,58 |
| 44 | ♂ | 47,80 | 10,58 |
| 45 | ♀ | 45,28 | 7,81 |
| 46 | ♂ | 49,69 | 10,71 |
| 47 | ♀ | 46,03 | 7,57 |
| 48 | ♀ | 48,59 | 9,81 |
| 49 | ♀ | 49,57 | 9,41 |
| 50 | ♀ | 47,75 | 10,55 |
| 51 | ♀ | 43,46 | 7,24 |
| 52 | ♀ | 50,24 | 8,03 |
| 53 | ♂ | 47,06 | 10,90 |
| 54 | ♀ | 46,48 | 10,31 |
| 55 | ♂ | 47,45 | 11,47 |
| 56 | ♂ | 48,25 | 11,12 |
| 57 | ♂ | 47,96 | 10,80 |
| 58 | ♂ | 46,25 | 10,32 |
| 59 | ♂ | 52,65 | 14,11 |

Tablo 3. Jüvenil bireylerin vücut boyları (mm) ve vücut ağırlıkları (g)

| No | Vücut Boyu | Vücut Ağırlığı |
|----|------------|----------------|
| 60 | 22,20 | 1,03 |
| 61 | 20,96 | 0,80 |
| 62 | 23,46 | 1,16 |
| 63 | 21,75 | 1,02 |
| 64 | 17,87 | 0,62 |
| 65 | 27,81 | 1,69 |

Hıdırnebi popülasyonundaki 59 bireyin (15 dişi, 44 erkek) vücut boyu 41,62-56,93 mm arasında değişirken (ortalama=48,01, sd=2,83, se=0,36) ağırlığı ise 6,92-15,30 g arasında (ortalama=10,94, sd=1,86, se=0,24) değişmektedir.

Vücut boyu erkek bireylerde 44,34-56,93 mm arasında değişirken (ortalama=48,61, sd=2,71, se=0,40), dişi bireylerde ise 41,62-50,24 mm arasında (ortalama=40,24, sd=2,42, se=0,62) değişmektedir (Tablo 4). Boy bakımından erkek bireyler ile dişi bireyler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır (İndependent t testi, $t=3,002$, $df=57$, $p>0,05$).

Vücut ağırlığı ise erkek bireylerde 9,40-15,30 g arasında değişirken (ortalama=11,71, sd=1,37, se=0,20), dişi bireylerde 6,92-10,55 g arasında (ortalama=8,70, sd=1,18, se=0,30) değişmektedir (Tablo 4). Buna göre erkek bireyler ile dişi bireyler arasında vücut ağırlığı bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (İndependent t testi, $t=7,554$, $df=57$, $p>0,05$).

Tablo 4. Dişi ve erkek bireylerin vücut boyu ve ağırlık değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler

| | | N | Min-Max | Ortalama | sd | se |
|-----------------|--------|----|-------------|----------|------|------|
| Vücut Boyu (mm) | ♀♀ | 15 | 41,62-50,24 | 40,24 | 2,42 | 0,62 |
| | ♂♂ | 44 | 44,34-56,93 | 48,61 | 2,71 | 0,40 |
| | Toplam | 59 | 41,62-56,93 | 48,01 | 2,83 | 0,36 |
| Ağırlık (g) | ♀♀ | 15 | 6,92-10,55 | 8,70 | 1,18 | 0,30 |
| | ♂♂ | 44 | 9,40-15,30 | 11,71 | 1,37 | 0,20 |
| | Toplam | 59 | 6,92-15,30 | 10,94 | 1,86 | 0,24 |

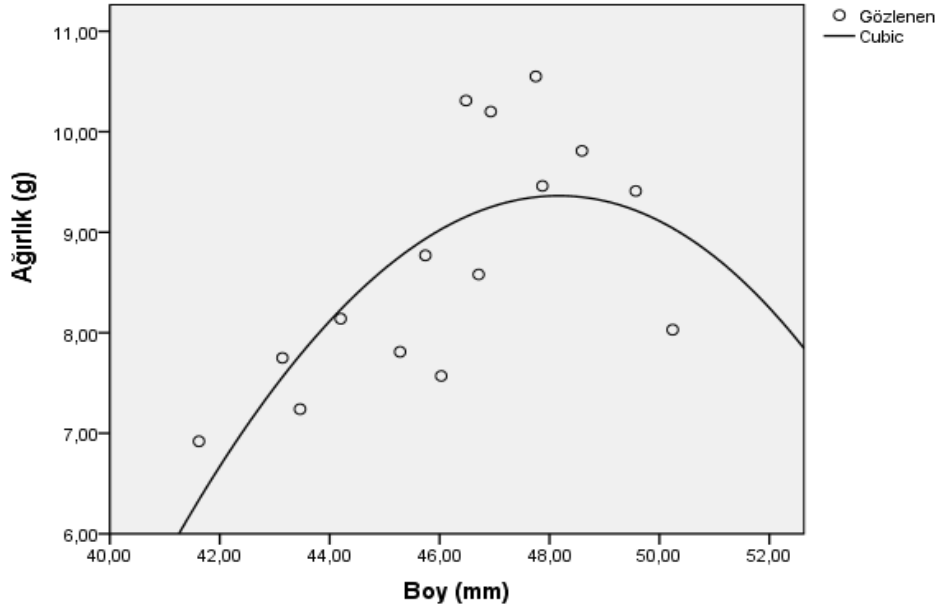
Popülasyondaki 6 adet juvenil bireyin vücut boyu 17,87-27,81 mm arasında değişirken (ortalama=22,34, sd=3,26), vücut ağırlığı ise 0,62-1,69 g arasında (ortalama=1,05, sd=0,36) değişmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Juvenil bireylerin vücut boyu ve ağırlık değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler

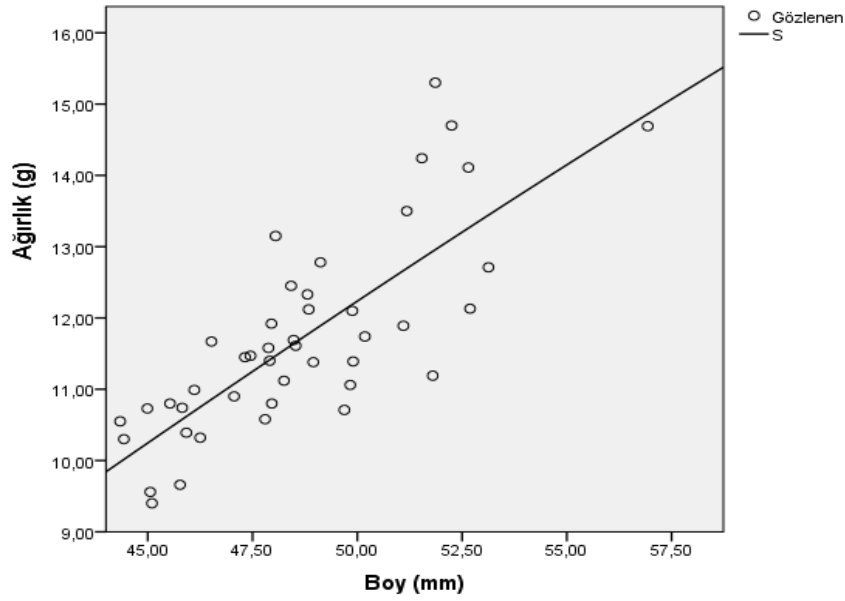
| | | N | Min-Max | Ortalama | sd |
|-----------------|---------|---|-------------|----------|------|
| Vücut Boyu (mm) | Jüvenil | 6 | 17,87-27,81 | 22,34 | 3,26 |
| Ağırlık (g) | Jüvenil | 6 | 0,62-1,69 | 1,05 | 0,36 |

3.2. Vücut Boyu ile Vücut Ağırlığı Arasındaki İlişki

Yapılan korelasyon analizi sonucunda hem dişi bireylerin ($r=0,625$, $p<0,05$) hem de erkek bireylerin ($r=0,783$, $p<0,01$) vücut boyu ile vücut ağırlığı arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Regresyon analizi sonucunda da bu ilişkinin matematiksel ifadesi, dişi bireylerde ($R^2=0,537$) $Y=(-104,9)+3,56x-0,001x^3$, erkeklerde ($R^2=0,622$) ise $\ln(Y)=4,27+(4,55/x)$ olarak bulunmuştur (Şekil 8 ve 9).



Şekil 8. Dişi bireylerde vücut boyu ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki [$Y=(-104,9)+3,56x-0,001x^3$]



Şekil 9. Erkek bireylerde vücut boyu ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki
[ln(Y)=4,27+(4,55/x)]

3.3. İskelet Kronolojisi Sonuçları

Bu çalışmada *Pelodytes caucasicus*'un yayılış alanı içinde yer alan Hıdırnebi popülasyonundan parmak örnekleri alınmıştır. Öncelikle popülasyonun yaş yapısını ortaya koymak üzere alınan parmaklardan yaş tayini yapılmıştır. Daha sonra popülasyon içindeki dişi ve erkek bireyler birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

3.3.1. Yaş Grupları

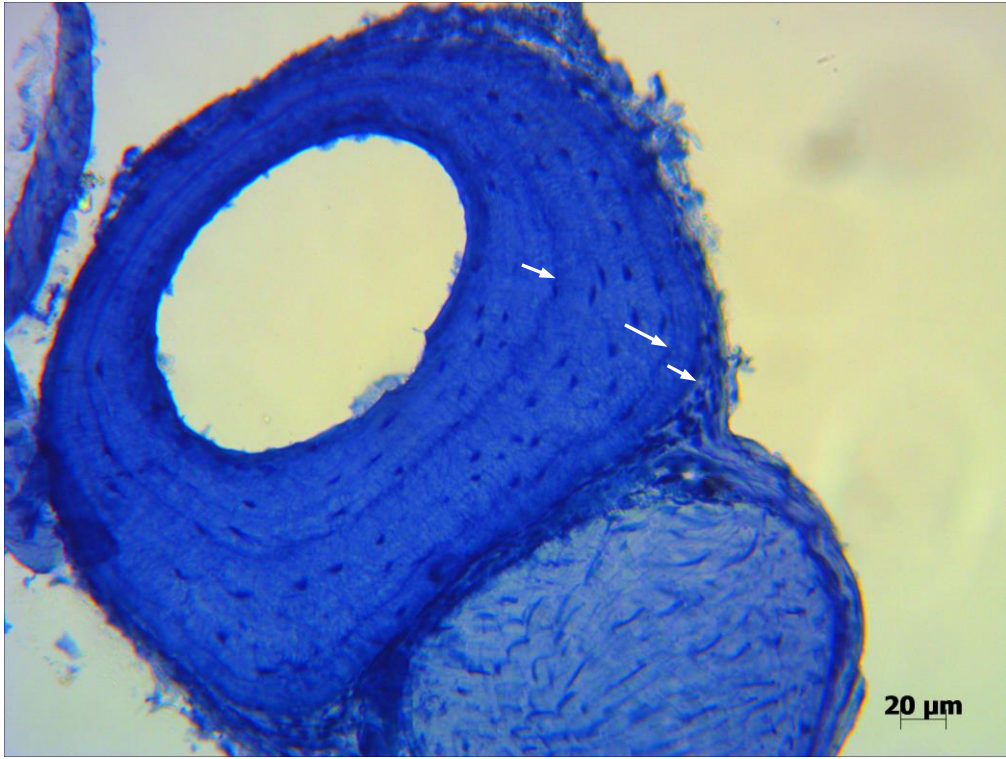
Hıdırnebi popülasyonunda yapılan yaş tayini sonucunda en az 2, en çok 6 yaşında bireye rastlanılmıştır. Dişilerde en genç birey 2, en yaşlı birey ise 5 yaşındadır. Erkeklerde ise en genç birey 3, en yaşlı birey ise 6 yaşındadır (Tablo 6).

Tablo 6. Hıdırnebi popülasyonuna ait dişi ve erkek bireylerin yaş dağılımına ait tanımlayıcı istatistikler

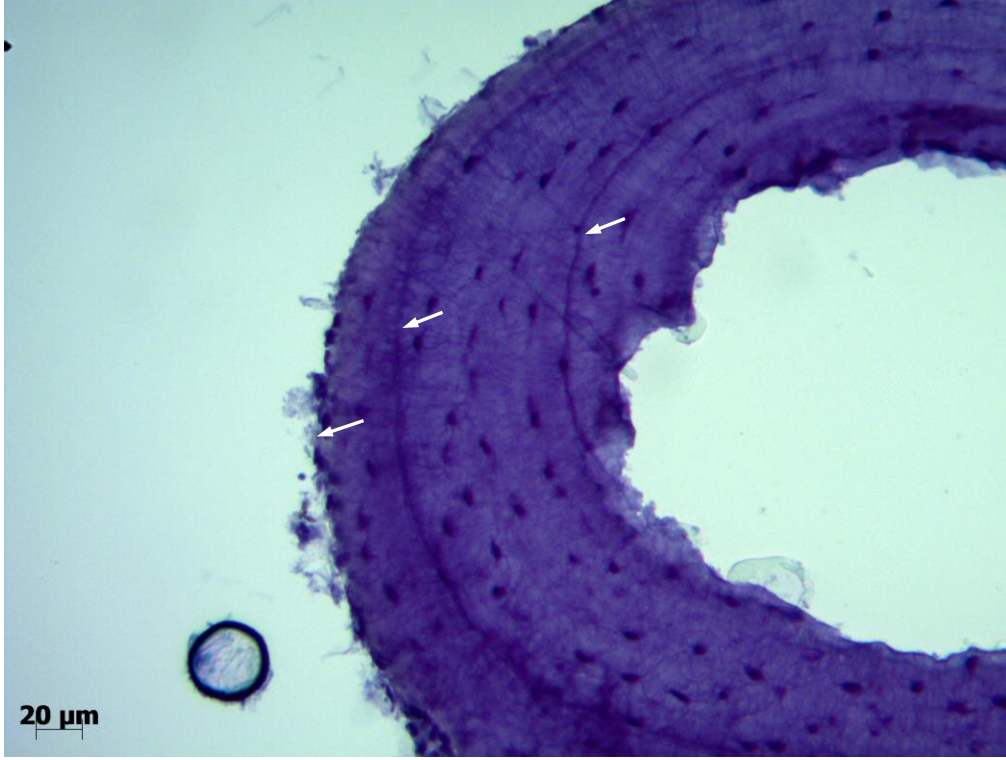
| | N | Min-Max | Ortalama | sd | se | |
|-----------|--------|---------|----------|------|------|------|
| Yaş (yıl) | ♀♀ | 15 | 2-5 | 3,53 | 0,83 | 0,21 |
| | ♂♂ | 44 | 3-6 | 3,86 | 1,04 | 0,15 |
| | Toplam | 59 | 2-6 | 3,78 | 1,00 | 0,13 |

Tablo 6'da görüldüğü gibi toplam 59 bireyin ortalama yaşı 3,78 (se=0,13)'dir. Bu oran dişilerde (N=15) 3,53 (se=0,21) ve erkeklerde (N=44) 3,86 (se=0,15)'dir. Bu veriler popülasyonda 3-4 yaşındaki bireylerin (%76) çoğunlukta olduğunu göstermektedir.

Popülasyondaki bireylerin 1 tanesi 2 yaşında (%1,6), 29 tanesi 3 yaşında (%49), 16 tanesi 4 yaşında (%27), 8 tanesi 5 yaşında (%13,5) ve 5 tanesi 6 yaşında (%8,5) bulunmuştur. Bu yaş halkaları mikroskobun çeşitli büyütmelerinde (x10'luk, x20'lik) çekilen fotoğraflarda görülebilmektedir (Şekil 10-17). Ayrıca juvenil bir bireyinde falanj kesiti de Şekil 18'de gösterilmiştir.



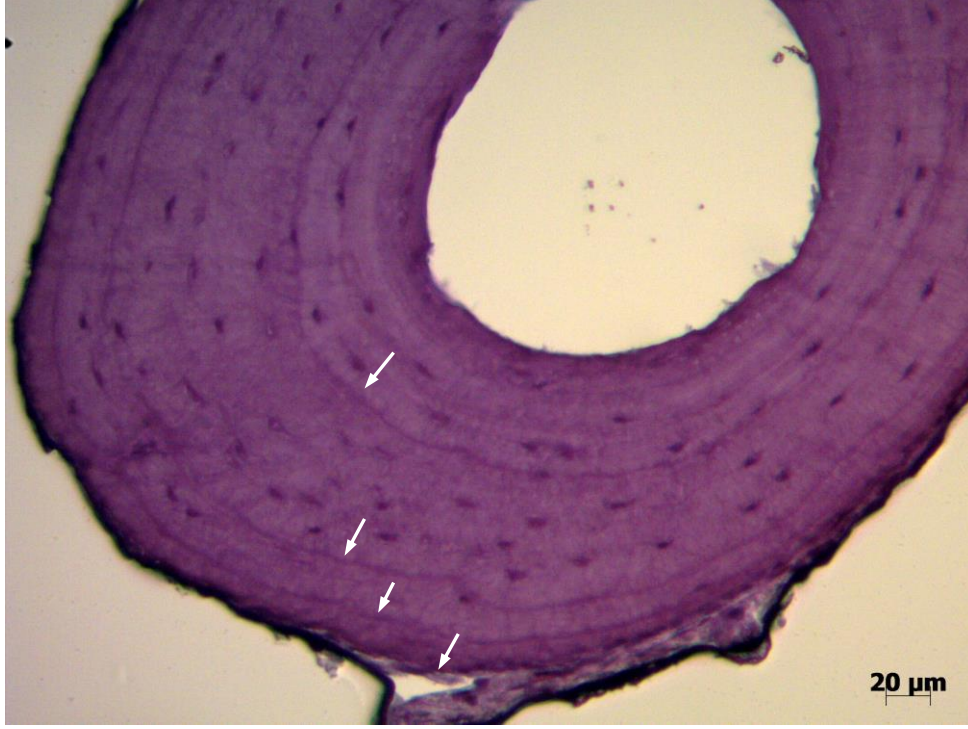
Şekil 10. 3 yaşındaki 48 numaralı dişi bireyin falanjı (x20)



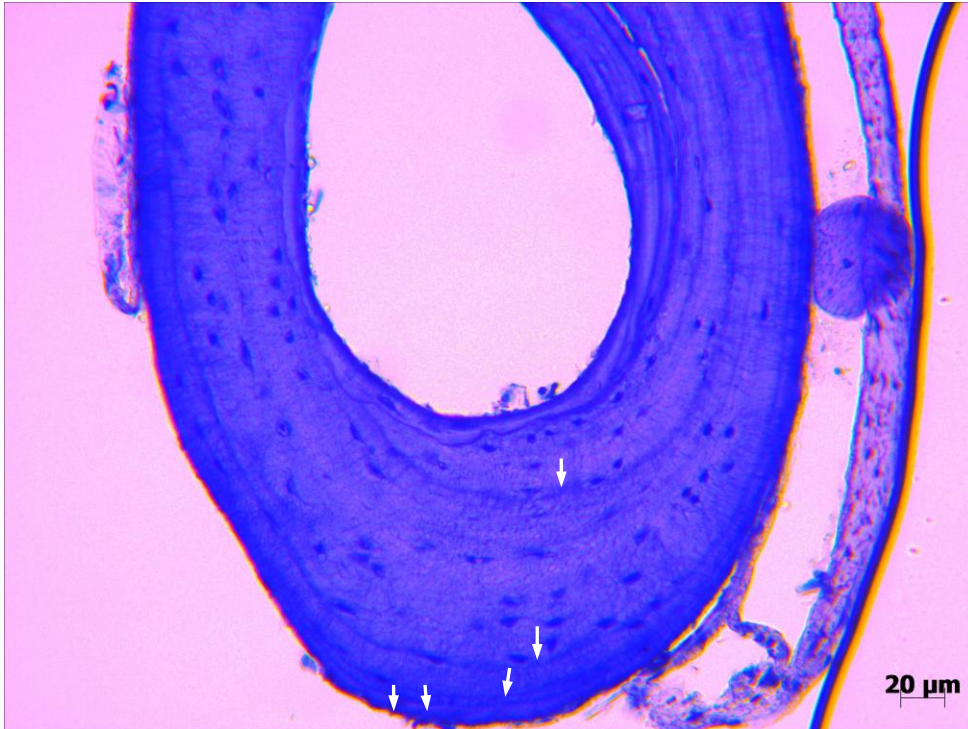
Şekil 11. 3 yaşındaki 3 numaralı erkek bireyin falanji (x20)



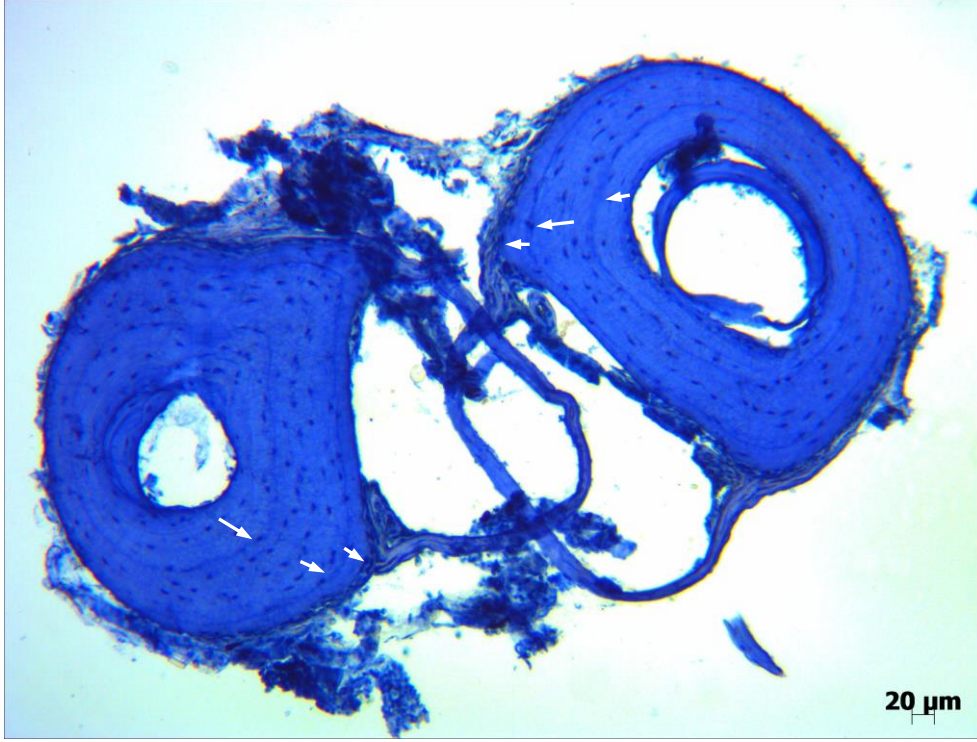
Şekil 12. 4 yaşındaki 43 numaralı dişi bireyin falanji (x20)



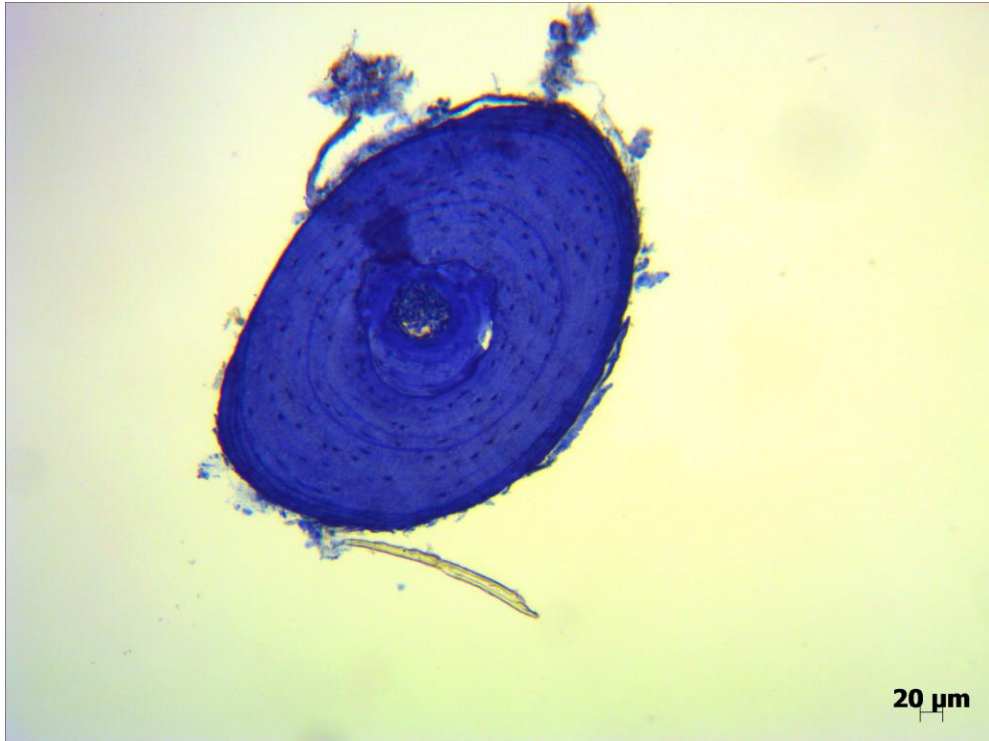
Şekil 13. 4 yaşındaki 2 numaralı erkek bireyin falanji (x20)



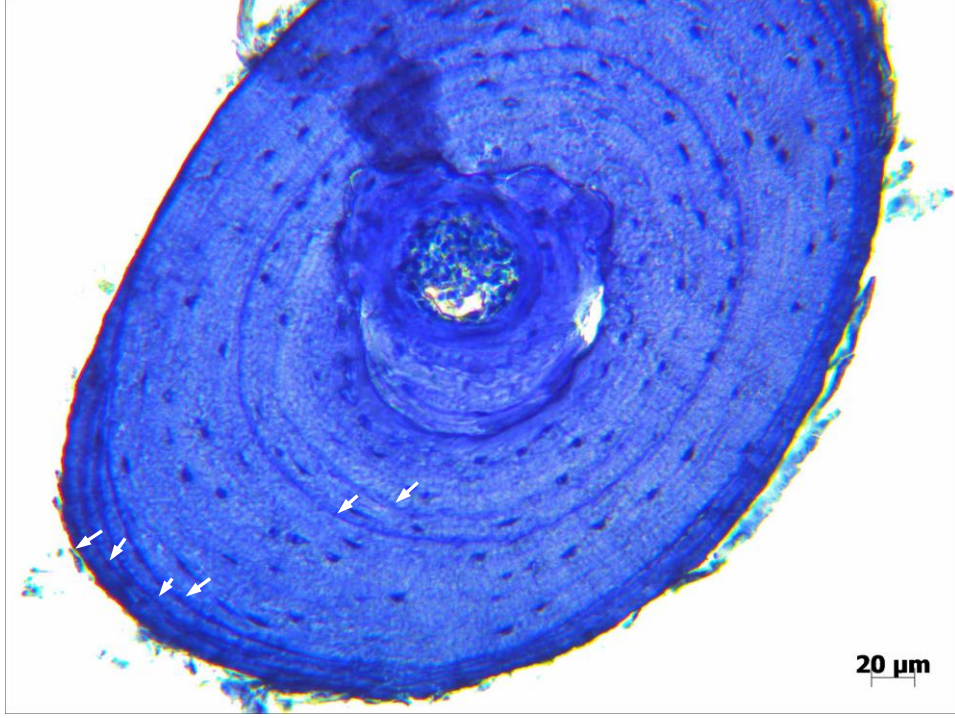
Şekil 14. 5 yaşındaki 24 numaralı erkek bireyin falanji (x20)



Şekil 15. 3 yaşındaki 46 numaralı dişi bireyin falanji (x10)



Şekil 16. 6 yaşındaki 8 numaralı erkek bireyin falanji (x10)



Şekil 17. 6 yaşındaki 8 numaralı erkek bireyin falanji (x20)

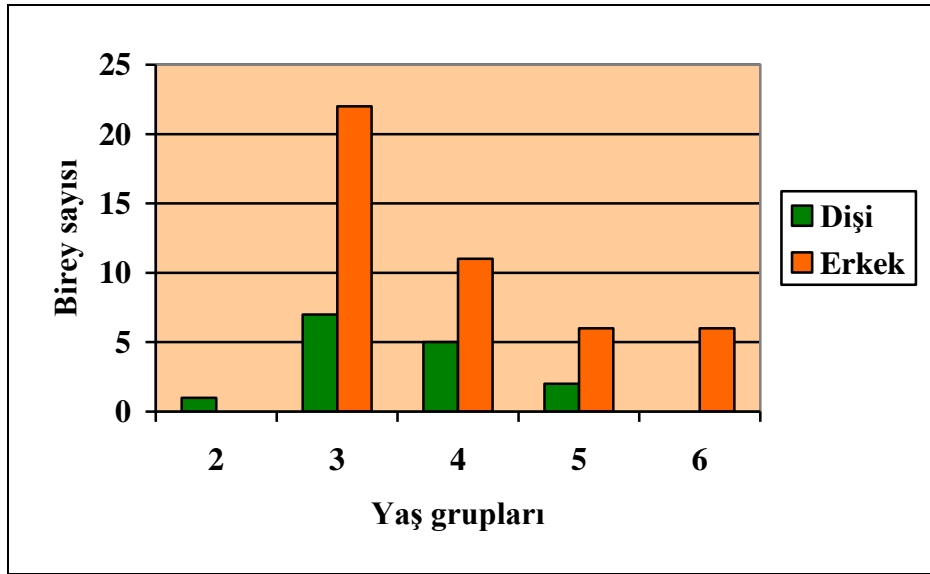


Şekil 18. Jüvenil bireyin falanji (x20)

İncelenen bireylerin 22 tanesinde (%37) endosteal resorpsiyon nedeniyle ilk LAG'lar kısmi bir şekilde tahrip olmuştur. Şekil 11 ve 14'de endosteal resorpsiyonun ilk LAG'ı kısmen tahrip ettiği görülmektedir. Ayrıca incelenen bireylerin 7 tanesinde de (%12) çift çizgili LAG'lar görülmüştür. Çift çizgili LAG'ların varlığı, bu hayvanın hem yaz hem de kış mevsiminde durgunluk periyoduna girdiğinin bir göstergesidir.

Popülasyondaki juvenil bir bireyin falanj çapı 98,38 μm , 2 yaşında ergin bir bireyin kemik iliği boşluk çapı (241 μm) ile oranlandığında resorpsiyon oranı 0,41 olarak bulunmuştur.

Hıdırnebi popülasyonunun yaş dinamiğine bakıldığında en fazla 3 yaşında erkek bireylerin bulunduğu görülmektedir (N=22). Bu aynı zamanda popülasyonun %37'sini oluşturmaktadır. Dişi bireyin en fazla bulunduğu grup da 3. yaş grubu olup tüm dişilerin %46'sını oluşturmaktadır (N=7). Popülasyonda en genç birey 2 yaşında olup cinsiyeti dişidir (N=1) (Şekil 19).



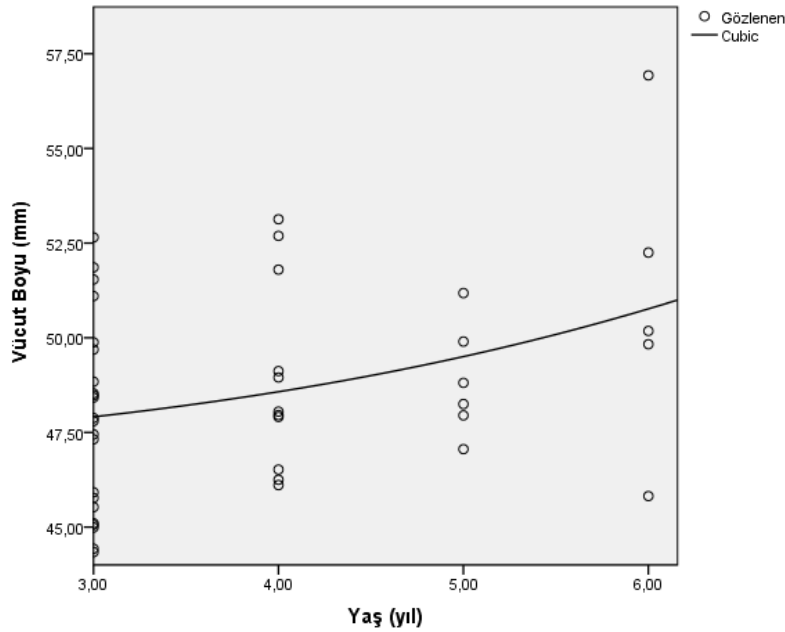
Şekil 19. Hıdırnebi'de yakalanan erkek ve dişi bireylerin yaş gruplarına ait frekans dağılımı

3.3.2. Yaş ile Vücut Boyu Arasındaki İlişki

Her bir kurbağanın vücut boyu bir kez ölçüldüğü için bireylerin büyümeleri ile ilgili bilgi edinmek mümkün değildir. Fakat boy ve yaş bilgileri beraber incelendiğinde büyüme

hakkında bazı genel sonuçlara varılabilmektedir. Dişi ve erkek bireylerdeki büyüme, vücut boyu ve yaş verilerine korelasyon ve regresyon analizleri uygulanarak belirlenmiştir.

Hıdırnebi popülasyonunun dişi bireyleri arasında yapılan korelasyon analizi sonucu yaş ile vücut boyu arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($r=0,521$, $p>0,05$). Erkek bireylerde ise yaş ile vücut boyu arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r=0,345$, $p<0,05$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda da ortaya çıkan ilişki ($R^2=0,122$) Şekil 20’de gösterilmiştir.



Şekil 20. Erkek bireylerde yaş ile vücut boyu arasındaki ilişki ($Y=46,85+0,25x+0,01x^3$)

3.3.3. Yaş ile Vücut Ağırlığı Arasındaki İlişki

Yapılan korelasyon analizi sonucunda Hıdırnebi popülasyonunda hem dişi bireylerin ($r=0,418$, $p>0,05$) hem de erkek bireylerin ($r=0,235$, $p>0,05$) yaş ile vücut ağırlığı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

3.3.4. Ölçüm Sonuçları

Tüm preparatların bilgisayara bağlı fotoğraf makinesi ile çekilmiş fotoğrafları üzerinden, parmak kemiğinin (falanjın), kemik iliği boşluğunun ve her bir yaş halkasının çapı mikrometre programı kullanılarak ölçülmüştür (Tablo 7). Ölçüm sonucu elde edilen değerler büyüme oranlarını hesaplamak ve eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşını belirlemek için kullanılmıştır.

Tablo 7. Dişi ve erkek bireylerin falanj, kemik iliği boşluğu ve yaş halkalarının çapları (µm) (KİB=Kemik iliği boşluğu, R=Yaş halkası)

| No | Cinsiyet | Yaş | Falanj Çapı | KİB Çapı | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 |
|----|----------|-----|-------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | ♂ | 5 | 406 | 90 | 186 | 252 | 329 | 370 | 406 | |
| 2 | ♂ | 4 | 562 | 201 | 326 | 482 | 532 | 562 | | |
| 3 | ♂ | 3 | 532 | 132 | 292 | 456 | 532 | | | |
| 4 | ♂ | 3 | 543 | 90 | 315 | 461 | 543 | | | |
| 5 | ♂ | 4 | 568 | 349 | 436 | 520 | 535 | 568 | | |
| 6 | ♂ | 6 | 557 | 258 | 310 | 455 | 484 | 513 | 536 | 557 |
| 7 | ♂ | 3 | 514 | 312 | 394 | 467 | 514 | | | |
| 8 | ♂ | 6 | 554 | 55 | 259 | 315 | 495 | 517 | 533 | 554 |
| 9 | ♂ | 3 | 601 | 262 | 389 | 544 | 601 | | | |
| 10 | ♂ | 5 | 601 | 271 | 379 | 490 | 538 | 575 | 601 | |
| 11 | ♂ | 3 | 552 | 304 | 417 | 527 | 552 | | | |
| 12 | ♂ | 3 | 550 | 201 | 320 | 491 | 550 | | | |
| 13 | ♂ | 6 | 472 | 168 | 226 | 309 | 390 | 420 | 452 | 472 |
| 14 | ♂ | 4 | 517 | 155 | 278 | 389 | 482 | 517 | | |
| 15 | ♂ | 3 | 492 | 200 | 323 | 445 | 492 | | | |
| 16 | ♂ | 6 | 608 | 112 | 230 | 430 | 549 | 577 | 593 | 608 |
| 17 | ♂ | 3 | 602 | 366 | 472 | 562 | 602 | | | |
| 18 | ♂ | 3 | 513 | 155 | 301 | 420 | 513 | | | |
| 19 | ♂ | 3 | 524 | 290 | 370 | 490 | 524 | | | |
| 20 | ♂ | 4 | 536 | 201 | 330 | 445 | 498 | 536 | | |
| 21 | ♂ | 5 | 490 | 144 | 230 | 347 | 417 | 462 | 490 | |
| 22 | ♂ | 3 | 565 | 137 | 262 | 420 | 565 | | | |
| 23 | ♂ | 3 | 522 | 186 | 346 | 480 | 522 | | | |
| 24 | ♂ | 6 | 554 | 210 | 263 | 318 | 408 | 479 | 517 | 554 |
| 25 | ♂ | 3 | 480 | 260 | 346 | 418 | 480 | | | |

Tablo 7'nin devamı

| | | | | | | | | | |
|----|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 26 | ♂ | 3 | 593 | 245 | 389 | 553 | 593 | | |
| 27 | ♂ | 3 | 480 | 220 | 352 | 395 | 480 | | |
| 28 | ♂ | 3 | 489 | 186 | 327 | 461 | 489 | | |
| 29 | ♂ | 5 | 527 | 81 | 287 | 458 | 494 | 506 | 527 |
| 30 | ♂ | 4 | 499 | 96 | 228 | 373 | 468 | 499 | |
| 31 | ♂ | 4 | 481 | 200 | 321 | 385 | 436 | 481 | |
| 32 | ♂ | 3 | 507 | 178 | 314 | 463 | 507 | | |
| 33 | ♂ | 3 | 546 | 188 | 301 | 494 | 546 | | |
| 34 | ♂ | 4 | 561 | 184 | 350 | 451 | 534 | 561 | |
| 35 | ♀ | 3 | 466 | 78 | 219 | 344 | 466 | | |
| 36 | ♀ | 4 | 426 | 130 | 235 | 308 | 373 | 426 | |
| 37 | ♀ | 3 | 425 | 101 | 227 | 354 | 425 | | |
| 38 | ♀ | 3 | 385 | 104 | 215 | 343 | 385 | | |
| 39 | ♀ | 3 | 391 | 201 | 298 | 360 | 391 | | |
| 40 | ♂ | 4 | 462 | 140 | 250 | 358 | 425 | 462 | |
| 41 | ♀ | 5 | 335 | 40 | 150 | 224 | 262 | 312 | 335 |
| 42 | ♂ | 4 | 456 | 49 | 197 | 286 | 378 | 456 | |
| 43 | ♀ | 4 | 366 | 141 | 224 | 291 | 338 | 366 | |
| 44 | ♂ | 3 | 465 | 169 | 297 | 429 | 465 | | |
| 45 | ♀ | 4 | 385 | 78 | 248 | 326 | 368 | 385 | |
| 46 | ♂ | 3 | 449 | 121 | 284 | 406 | 449 | | |
| 47 | ♀ | 3 | 379 | 185 | 278 | 342 | 379 | | |
| 48 | ♀ | 3 | 415 | 208 | 262 | 351 | 415 | | |
| 49 | ♀ | 3 | 451 | 78 | 294 | 383 | 451 | | |
| 50 | ♀ | 4 | 446 | 200 | 295 | 401 | 431 | 446 | |
| 51 | ♀ | 2 | 409 | 241 | 339 | 409 | | | |
| 52 | ♀ | 4 | 328 | 88 | 191 | 240 | 300 | 328 | |
| 53 | ♂ | 5 | 510 | 98 | 220 | 322 | 427 | 482 | 510 |
| 54 | ♀ | 5 | 427 | 105 | 244 | 347 | 372 | 402 | 427 |
| 55 | ♂ | 3 | 508 | 97 | 340 | 455 | 508 | | |
| 56 | ♂ | 5 | 486 | 250 | 347 | 461 | 486 | 512 | 536 |
| 57 | ♂ | 4 | 372 | 131 | 188 | 205 | 335 | 372 | |
| 58 | ♂ | 4 | 460 | 139 | 220 | 256 | 413 | 460 | |
| 59 | ♂ | 3 | 391 | 183 | 288 | 342 | 390 | | |

Popülasyondaki dişi ve erkek bireylerin falanj çapı değerleri 328-608 µm arasında olup ortalaması 486,5 µm (sd=71,4, se=9,29) olarak bulunmuştur. Dişi bireylerin falanj

çapı değerleri 308-466 μm (ortalama=402,3, sd=40,46, se=10,41) arasında değişirken, erkeklerde ise 372-608 μm (ortalama=515,2, sd=55, se=8,29) arasında değiştiği görülmüştür. Kemik iliği boşluk değerleri ise tüm bireylerde 40-366 μm değişir ve ortalama 170,2 μm değere sahiptir. Bu oran dişi bireylerde 131,8 μm (sd=60,68) iken, erkek bireylerde ise 183,2 μm (se=11,47) olarak bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8. Dişi ve erkek bireylerin falanj ve kemik iliği boşluğu çapına ait tanımlayıcı istatistikler

| | | N | Min-Max | Ortalama | sd | se |
|--|--------|----|---------|----------|-------|-------|
| Falanj Çapı (μm) | ♀♀ | 15 | 308-466 | 402,3 | 40,46 | 10,44 |
| | ♂♂ | 44 | 372-608 | 515,2 | 55 | 8,29 |
| | Toplam | 59 | 328-608 | 486,5 | 71,4 | 9,29 |
| Kemik İliği Boşluğu Çapı (μm) | ♀♀ | 15 | 40-241 | 131,8 | 60,68 | 15,66 |
| | ♂♂ | 44 | 49-366 | 183,2 | 76,11 | 11,47 |
| | Toplam | 59 | 40-366 | 170,2 | 75,45 | 9,82 |

3.3.5. Büyüme

Ölçülen kemik kalınlıkları, büyüme periyodu dikkate alınarak büyüme oranına dönüştürülmüştür. Yaş halkaları arasındaki kemik kalınlıkları, *Pelodytes caucasicus*'un Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 3 aylık (=91 gün) bir büyüme döneminde meydana geldiği düşünülerek, bireylerin günlük büyüme oranları hesaplanmıştır. Ayrıca son halkadan sonraki büyümenin, hibernasyonun bitimi ile (hibernasyon bitim tarihi, daha önce arazi çalışması yapılan yerde çeşitli zamanlardaki yapılan gözlemlere dayanılarak 31 Mayıs olarak alınmıştır) yakalanma tarihleri (19 Temmuz) arasında (=49 gün) olduğu düşünülerek aynı hesaplamalar yapılmıştır. Dişi ve erkek bireylerin yaş dağılımlarına göre büyüme oranları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Dişi ve erkek bireylerin yaş halkaları arasındaki büyüme oranları ($\mu\text{m/gün}$)
(R=Yaş Halkası)

| Yaş=2 | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| No | R1 | R1-R2 | | |
| 51 | 1,076 | 1,428 | | |
| Yaş=3 | | | | |
| No | R1 | R1-R2 | R2-R3 | |
| 3 | 1,758 | 1,802 | 1,551 | |
| 4 | 2,472 | 1,604 | 1,673 | |
| 7 | 0,901 | 0,802 | 0,959 | |
| 9 | 1,395 | 1,703 | 1,163 | |
| 11 | 1,241 | 1,208 | 0,510 | |
| 12 | 1,307 | 1,879 | 1,204 | |
| 15 | 1,351 | 1,340 | 0,959 | |
| 17 | 1,164 | 0,989 | 0,816 | |
| 18 | 1,604 | 1,307 | 1,897 | |
| 19 | 0,879 | 1,318 | 0,693 | |
| 22 | 1,373 | 1,736 | 2,959 | |
| 23 | 1,758 | 1,472 | 0,857 | |
| 25 | 0,945 | 0,791 | 1,265 | |
| 26 | 1,582 | 1,802 | 0,816 | |
| 27 | 1,450 | 0,472 | 1,734 | |
| 28 | 1,549 | 1,472 | 0,571 | |
| 32 | 1,494 | 1,637 | 0,897 | |
| 33 | 1,241 | 2,120 | 1,061 | |
| 35 | 1,549 | 1,373 | 2,489 | |
| 37 | 1,384 | 1,395 | 1,448 | |
| 38 | 1,219 | 1,406 | 0,857 | |
| 39 | 1,065 | 0,681 | 0,632 | |
| 44 | 1,406 | 1,450 | 0,734 | |
| 46 | 1,791 | 1,340 | 0,877 | |
| 47 | 1,021 | 0,703 | 0,755 | |
| 48 | 0,593 | 0,978 | 1,306 | |
| 49 | 2,373 | 0,978 | 1,387 | |
| 55 | 2,670 | 1,263 | 1,081 | |
| 59 | 1,153 | 0,593 | 0,980 | |
| Yaş=4 | | | | |
| No | R1 | R1-R2 | R2-R3 | R3-R4 |
| 2 | 1,373 | 1,714 | 0,549 | 0,612 |
| 5 | 0,956 | 0,923 | 0,164 | 0,673 |
| 14 | 1,351 | 1,219 | 1,021 | 0,714 |
| 20 | 1,417 | 1,263 | 0,582 | 0,775 |

Tablo 9'un devamı

| | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|
| 30 | 1,450 | 1,593 | 1,043 | 0,632 |
| 31 | 1,329 | 0,703 | 0,560 | 0,918 |
| 34 | 1,824 | 1,109 | 0,912 | 0,551 |
| 36 | 1,153 | 0,802 | 0,714 | 1,081 |
| 40 | 1,208 | 1,186 | 0,736 | 0,755 |
| 42 | 1,626 | 0,978 | 1,010 | 1,591 |
| 43 | 0,912 | 0,736 | 0,516 | 0,571 |
| 45 | 1,868 | 0,857 | 0,461 | 0,346 |
| 50 | 1,043 | 1,164 | 0,329 | 0,306 |
| 52 | 1,131 | 0,538 | 0,659 | 0,571 |
| 57 | 0,626 | 0,186 | 1,428 | 0,755 |
| 58 | 0,890 | 0,395 | 1,725 | 0,959 |

| Yaş=5 | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| No | R1 | R1-R2 | R2-R3 | R3-R4 | R5 |
| 1 | 1,054 | 0,725 | 0,846 | 0,450 | 0,734 |
| 10 | 1,186 | 1,219 | 0,527 | 0,406 | 0,530 |
| 21 | 0,945 | 1,285 | 0,769 | 0,494 | 0,571 |
| 29 | 2,263 | 1,879 | 0,395 | 0,131 | 0,428 |
| 41 | 1,208 | 0,813 | 0,417 | 0,549 | 0,469 |
| 53 | 1,340 | 1,120 | 1,153 | 0,604 | 0,571 |
| 54 | 1,527 | 1,131 | 0,274 | 0,329 | 0,510 |
| 56 | 1,065 | 1,252 | 0,274 | 0,285 | 0,489 |

| Yaş=6 | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| No | R1 | R1-R2 | R2-R3 | R3-R4 | R4-R5 | R5-R6 |
| 6 | 0,571 | 1,593 | 0,318 | 0,318 | 0,252 | 0,428 |
| 8 | 2,241 | 0,615 | 1,978 | 0,241 | 0,175 | 0,428 |
| 13 | 0,637 | 0,912 | 0,890 | 0,329 | 0,351 | 0,408 |
| 16 | 1,296 | 2,197 | 1,307 | 0,307 | 0,175 | 0,306 |
| 24 | 0,582 | 0,604 | 0,989 | 0,780 | 0,417 | 0,755 |

2 yaşındaki bireyin birinci ve ikinci yaş halkalarının çapları sırasıyla 339 ve 409 μm 'dir. Buna göre birinci yaş halkasındaki büyüme oranı 1,076 $\mu\text{m}/\text{gün}$, ikinci yaş halkasındaki büyüme oranı ise 1,428 $\mu\text{m}/\text{gün}$ 'dür.

Tablo 9'dan da görüldüğü gibi 3 yaşındaki bireylerin birinci yaş halkası ile ikinci yaş halkası arasındaki büyüme oranı 0,47-2,12 $\mu\text{m}/\text{gün}$ arasında değişirken (ortalama=1,29, sd=0,41) ikinci yaş ile üçüncü yaş halkası arasındaki büyüme ise 0,51-2,95 $\mu\text{m}/\text{gün}$ (ortalama=1,16, sd=0,55) arasında değişmektedir.

4 yaşındaki bireylerin birinci yaş halkası ile ikinci yaş halkası arasındaki büyüme oranı 0,18-1,71 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=0,95, sd=0,40) ve ikinci halka ile üçüncü halka arasındaki 0,16-1,72 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=0,77, sd=0,40) değişirken, üçüncü halka ile dördüncü halka arasında 0,30-1,59 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=0,73, sd=0,30) arasında değişen büyüme oranları hesaplanmıştır.

5 yaşındaki bireylerin birinci yaş halkası ile ikinci yaş halkası arasındaki büyüme oranı 0,72-1,87 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=1,17, sd=0,34), ikinci halka ile üçüncü halka arasında 0,27-1,15 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=0,57, sd=0,31), üçüncü halka ile dördüncü halka arasında 0,13-0,60 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=0,40, sd=0,15) olarak değişirken, dördüncü halka ile beşinci halka arasındaki büyüme oranı ise 0,42-0,73 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=0,53, sd=0,09) arasında değişmektedir.

6 yaşındaki 5 adet bireyin birinci yaş halkası ile ikinci yaş halkası arasındaki büyüme oranları 1,593; 0,615; 0,912; 2,197; 0,604 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=1,18 sd=0,69), ikinci halka ile üçüncü halka arasında 0,318; 1,978; 0,890; 1,307; 0,989 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=1,09, sd=0,60), üçüncü halka ile dördüncü halka arasında 0,318; 0,241; 0,329; 0,307; 0,780 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=0,39, sd=0,22), dördüncü halka ile beşinci halka arasında 0,252; 0,175; 0,351; 0,175; 0,417 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama=0,27, sd=0,10) arasında değişirken, beşinci halka ile altıncı halka arasındaki büyüme oranı ise 0,428; 0,428; 0,408; 0,306; 0,755 $\mu\text{m/gün}$ (ortalama =0,45, sd=0,17) olarak hesaplanmıştır.

3.3.5.1. Eşeyssel Olgunluğa Ulaşma Yaşı

Bireylerin eşeyssel olgunluğa ulaşıp ulaşmadıkları dış karakterlerinden, vücut boylarından tahmin edilebildiği gibi bazen doğru sonuçlar vermeyebilir. Bundan dolayı, eşeyssel olgunluğu belirleyen en güvenilir metot gonadların direkt incelenmesidir, fakat bu metot oldukça zarar vericidir. Ortalama eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşı, büyüme oranında önemli bir azalmanın kaydedildiği yaş olarak belirlenmektedir (Shirosa vd., 1993).

Hıdırnebi popülasyonundaki bireyler üreme zamanı üreme bölgesinden toplandıkları için bunların hepsi eşeyssel olarak olgundur. Dişi bireylerin %46'sı 2. kıştan, %53,3'ü ise 3. kıştan sonra, erkek bireylerin %61,4'ü 2. kıştan, %38,6'sı ise 3. kıştan sonra eşeyssel olgunluğa ulaştığı bulunmuştur.

3.3.6. Vücut Boyu ile Falanj Çapı Arasındaki İlişki

Hıdırnebi popülasyonunda hem dişi bireylerin ($r=0,084$, $p>0,05$) hem de erkek ($r=0,018$, $p>0,01$) bireylerin vücut boyu ile falanj çapı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Yaş halkaları belirli bir yaştaki falanjın büyüklüğünü temsil ettiği için, bu regresyon denklemleri kullanılarak bireyin geçmiş yıllardaki vücut boyları hesaplanabilmektedir. Regresyon eğrilerini kullanarak önceki yaşlardaki ortalama vücut boyları doğru olarak tahmin edilebilmektedir. Fakat bu sonuçlar sadece tahmini değerlerdir. Ölçülen vücut boylarını temel alarak kurulan aşağıdaki denklemleri kullanarak bireyler için tahmin edilen bu değerlerin doğruluğu daha da geliştirilebilmektedir (Ryser, 1988).

$$S_i \times a = S_e \times a \text{ (SVL}_x \text{ / Sex)}$$

$S_i \times a = x-a$ yaşında hesaplanan daha doğru olan vücut boyu

$S_e \times a =$ Regresyon denkleminde hesap edilen $x-a$ yaşındaki vücut boyu

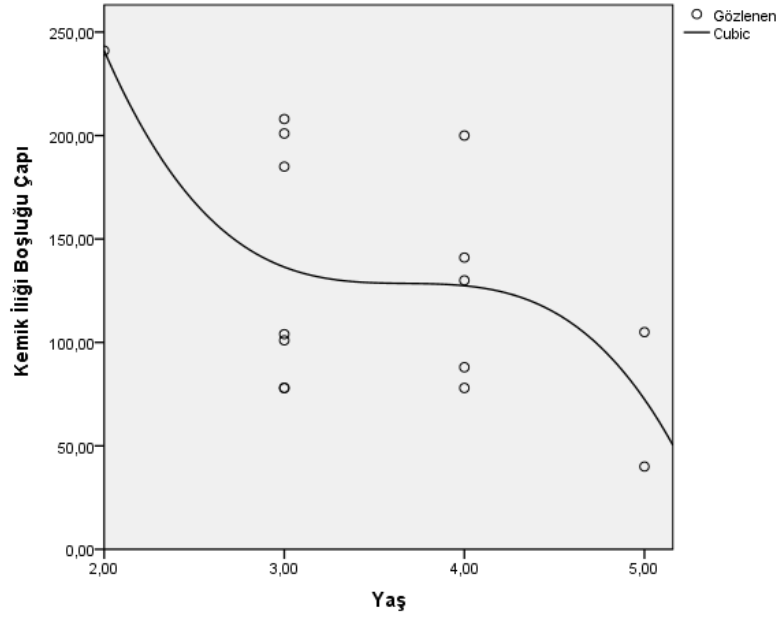
$SVL_x = x$ zamanda (2012) ölçülen vücut boyu

$Sex =$ Regresyon denkleminde hesap edilen x zamanda (2012) ki vücut boyu

Bireylerin geçmiş yıllardaki vücut boylarını hesaplariken regresyon denklemlerinin yanı sıra bu prosedürün uygulanması çok daha doğru bir hesap yapılmasını sağlamaktadır. Böyle belirlenen vücut boyları, bireylerin ilk üremedeki yaşlarını ve boylarını hesap etmede kullanılır. Amfibiler genellikle belirli bir minimum boya ulaştınca fakat değişik yaşlarda, eşeyssel olgunluğa erişirler (Kadel, 1977; Dolmen, 1983; Gibbons ve McCarthy, 1984; Juszczyk vd., 1984; Hemelaar, 1986). Sonuç olarak, bireyin ilk üremedeki yaşı ve boyu üreme için gerekli minimum boyu ilk geçtiği zamandaki değerlerle belirlenir.

3.3.7. Yaş ile Kemik İliği Boşluğu Arasındaki İlişki

Yapılan korelasyon analizi sonucunda erkek bireyler arasında yaş ile kemik iliği boşluğu arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($r=0,246$, $p>0,05$). Dişi bireylerde ise yaş ile kemik iliği boşluğu arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r=-0,521$, $p<0,05$). Regresyon analizi sonucunda dişi bireylerdeki anlamlı ilişki Şekil 21'de gösterilmiştir ($R^2=0,372$).



Şekil 21. Dişi bireylerde yaş ile kemik iliği boşluğu çapı arasındaki ilişki
 $(Y= 1302,42-956,22x+259,89x^2-23,56x^3)$

4. TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada 6'sı juvenil, 15'i dişi ve 44'ü erkek olmak üzere Hıdırnebi popülasyonuna ait toplam 65 adet *Pelodytes caucasicus* bireyinin yaş analizleri ve bazı büyüme parametreleri iskelet kronolojisi adı verilen metotla incelenmiştir. Kurbağaların parmak kemiklerine uygulanan bu metot sonucunda, kemik büyümesi esnasında oluşan yıllık büyüme halkaları (yaş halkaları) Castanet (1975), Francillon (1980), Hemelaar ve Van Gelder (1980), Gibbons ve Mac Charty (1983), Ishchenko (1984) ile Francillon ve Castanet (1985) tarafından yapılan çalışmalarda kaydedilenlerle uygunluk göstermektedir.

Günümüze kadar Türkiye'deki amfibilerle ilgili iskelet kronolojisi yöntemiyle birçok çalışma (Olgun vd., 2001; Yılmaz vd., 2005; Üzüm vd., 2009; Kutrup vd., 2011) yapılmış olmasına rağmen bu çalışmalar içerisinde *Pelodytes caucasicus* türüyle ilgili ülkemizde Erişmiş vd. (2009)'nin yapmış olduğu tek bir çalışma bulunmaktadır. Ayrıca bu kurbağayla ilgili Gürcistan'da Gokhelashvili ve Tarkhnishvili (1994) tarafından yapılmış çalışma da mevcuttur.

Gokhelashvili ve Tarkhnishvili (1994) Gürcistan'da yaptıkları çalışmada *Pelodytes caucasicus* bireylerinin falanjlarında LAG 1'in tamamıyla, LAG 2'nin ise kısmen resorpsiyona uğradığını bu nedenle yaşı n+1 olarak hesaplandığını belirtmişlerdir. Erişmiş vd. (2009) ise yaptıkları çalışmada bireylerdeki resorpsiyon oranının küçük olması nedeniyle falanjlardaki görünen halkaları sayarak bireylerin yaşını belirlediklerini kaydetmişlerdir. Bu çalışmada da incelenen bireylerin birinci yaş halkasında resorpsiyon kısmi olduğundan falanjlardaki görünen halkalar sayılmıştır.

Yapılan yaş analizi sonucunda, incelenen *Pelodytes caucasicus* popülasyonunda dişi bireylerin yaşı 2-5, erkek bireylerin ise 3-6 yaş arasında değiştiği bulunmuştur. *Pelodytes caucasicus* türü için Batı Kafkasya'da (900-1200 m) maksimum yaşam süresi erkeklerde 6, dişilerde ise 4 olarak kaydedilmiştir (Chubinishvili vd.,1995). Bu sonuç incelenen bu çalışmayla benzerlik göstermektedir. Erişmiş vd. (2009) Uzungöl'deki (1100 m) *Pelodytes caucasicus* bireyleri üzerinde yaptıkları çalışmasında yaş aralığının erkeklerde 2-5, dişilerde ise 2-4 olarak belirlemiştir. Görüldüğü gibi yapılan çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada erkek ve dişilerde birer yaş daha büyük bireyler tespit edilmiştir. Diğer taraftan Esteban vd. (2004), Kuzeydoğu İspanya'da daha düşük rakımda (1010 m) yaşayan aynı cinse ait farklı bir tür olan *Pelodytes punctatus* popülasyonunda maksimum yaşam

süresinin daha yüksek (erkekler için 8, dişiler için ise 10) olduğunu bildirmiş ve İspanya'nın güneyinde ise (250 m) yaşayan *Pelodytes punctatus* popülasyonunda ise en yaşlı erkek bireyin Hıdırnebi popülasyonundan daha yaşlı olduğunu (7 yaşında) olduğunu başka bir çalışmada (Esteban vd., 2002) ifade etmiştir. Ayrıca *Pelodytes caucasicus* popülasyonunda erkeklerin dişilerden daha uzun yaşadıkları görülmüş, benzer şekilde Ashkavandi vd. (2012), Zagros'ta (1900 m) *Rana ridibunda* üzerinde yaptıkları çalışmada da maksimum yaşın erkek bireylerde 11, dişilerde ise 6 olarak belirtmiştir. Bazı araştırmacılar da benzer şekilde, *Rana nigrovittata*, *Rana ridibunda* ve *Pelodytes caucasicus* türüne ait erkek bireylerin dişi bireylere oranla daha uzun yaşadıklarını belirtmiştir (Khonsue vd., 2000; Yılmaz vd., 2005; Erişmiş vd., 2009, Ashkavandi vd., 2012). Yapılan bu çalışmada da erkeklerin dişilerden yaşça büyük olduğu bulunmuştur. Buna karşın Kutrup vd. (2005), *Triturus vitatus* türünde yaptıkları çalışmada yüksek rakımlarda (1400 m) yaşayanlarda dişilerin daha yaşlı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca Liu vd. (2012) ve Mao vd. (2012) yaptıkları çalışmalarda dişilerin daha yaşlı olduklarını belirtmişlerdir.

Amfibilerde, büyüme oranında önemli derecede azalmanın olduğu yaş eşeysel olgunlaşma yaşı olarak belirlenmektedir (Ryser, 1988). Bazı araştırmacılar, bazı kuyruksuz kurbağa türlerinde eşeysel olgunluğa ulaşma yaşının her iki eşey için aynı yaşta ulaştıklarını belirtmiştir (Lykens ve Forester, 1987; Esteban vd., 2004; Liao vd., 2011; Liu vd., 2012). Bu çalışmada da incelenen popülasyondaki her iki eşeyin eşeysel olgunluğa aynı yaşta (2-3 yıl) ulaştıkları tespit edilmiştir. Erişmiş vd. (2009) de 44'ü erkek, 31'i dişi olmak üzere toplam 75 adet *Pelodytes caucasicus* türü üzerinde yaptığı çalışmada aynı türün eşeysel olgunlaşma yaşını her iki eşey için 2 olarak rapor etmiştir. Ayrıca Esteban vd. (2004), aynı cinsteki *Pelodytes punctatus*'un her iki eşeyinin 1 yaşında eşeysel olgunluğa ulaştıklarını bildirmiştir. Düşük ve yüksek rakımlardaki kurbağalar arasındaki yaşam süresi ve eşeysel olgunlaşma yaşındaki bu farklılıklar, sıcaklık ve aktif periyod uzunluğundan kaynaklanır (Kara, 1994).

İncelenen popülasyondaki yaş halkalarında kısmi ya da tamamen olmak üzere %37 oranında endosteal resorpsiyon gözlenmiştir. Buna karşın Erişmiş vd. (2009) çalışmasında resorpsiyon oranını tüm bireylerde yaklaşık olarak %16 bulmuştur. Kemik örneklerinde meydana gelen endosteal resorpsiyon çevresel koşullara bağlı olabilir (Smirina, 1972). Örneğin; yükseklerde yaşayan popülasyonlarda resorpsiyon, alçakta yaşayan popülasyonlardan daha az (Esteban vd., 1996; Esteban vd., 1999) ya da bunun tam tersidir

(Caetano ve Castanet, 1993). Üzüm (2009) *Mertensiella caucasica* türüyle ilgili çalışmasında tüm kesitlerde endosteal resorsiyonun olduğunu bildirmiştir. Özdemir vd. (2012) üç farklı *Hyla arborea* popülasyonunda endosteal resorpsiyon oranını, Rize (%76)'deki bireylerde Çanakkale (%50) ve Antalya (%28)'ya oranla daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir. Buna göre sıcaklığın artışıyla resorpsiyon düşüşünde enlemin neden olabileceği ileri sürülebilir.

Vücut boyutundaki eşeysel dimorfizm birçok amfibide gözlenmiştir (Shine, 1979). Bazı amfibi türlerinde dişiler erkeklerden daha uzunken (Monnet ve Cherry, 2002; Yılmaz vd., 2005; Liu vd., 2012), diğer türlerde bunun tam tersidir (Leclair vd., 2005). Bu çalışmada dişi bireylerin vücut boylarının 41,62-50,24 mm, erkek bireylerin vücut boylarının ise 44,34-56,93 mm arasında olduğu saptanmıştır. Vücut boyu bakımından erkeklerle dişiler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (İndependent testi, $t=3,002$, $df=57$, $p>0,05$). Kutrup vd. (2011) *Rana macrocnemis* ile ilgili çalışmasında Maçka, Hıdırnebi ve Ovit popülasyonlarındaki eşeyler arasında bir farklılığın olmadığını belirtmiştir. Benzer şekilde Olgun vd. (2005) *T. karelinii*'nin Bozdağ (İzmir) popülasyonu ile yaptıkları çalışmada, *T. cristatus*, *T. marmoratus*, *T. carnifex* ve *T. dobrogicus* gibi yakın türlerde dişilerin erkeklerden daha büyük olduklarını vurgularken kendi çalışmalarında, erkek ve dişi bireyler arasında vücut büyüklüğü bakımından önemli bir fark tespit edilememiştir.

Yapılan çalışmada, her iki eşeyde vücut boyu ve ağırlığı arasında önemli bir ilişki bulunmuştur. Benzer sonuçlar *Hyla aborea* (Altunışık, 2010) ve *Hyla savignyi* (Ergül, 2011) ile yapılan çalışmalarda da gözlenmiştir.

Anuraların çoğunda yaş ile vücut boyu arasında pozitif korelasyon görülür (Ryser, 1996; Lu vd., 2006; Liao ve Lu, 2010a; Kutrup vd., 2011; Özdemir vd., 2012). Bu durum bazı anuralarda tek bir eşey için geçerli olurken (Gibbons ve MacCharty, 1984; Cherry ve Francillon, 1992; Yılmaz vd., 2005) bazı türlerde de hiç olmayabilir (Halliday ve Verrell, 1988; Wake ve Castanet, 1995). İncelenen bu çalışma sonucunda *Pelodytes causicus* bireyleri arasında yaş ile vücut boyu arasında sadece erkek bireylerde pozitif bir korelasyon bulunurken, dişilerde ise anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu sonuç, çalışmalarında çoğunlukla ya da sadece erkek bireyleri kullanan Leclair ve Castanet (1987) *Rana pipiens*, Lykens ve Forester (1987) ise *Pseudacris crucifer* popülasyonlarında yaş ve vücut boyu arasındaki pozitif korelasyon bulgusuyla uyumludur. Erişmiş vd. (2009)'de ise

Pelodytes caucasicus bireylerinin her iki eşeyinde yaş ile vücut boyu arasında önemli ilişki bulunmuştur.

Bu çalışma sonucunda *Pelodytes caucasicus* türünün ortalama büyüme oranı 1,428 $\mu\text{m/gün}$ olarak hesaplanmıştır. Leclair ve Castanet (1987) ise *Rana pipiens*'te bu oranı 1,34 $\mu\text{m/gün}$, Yılmaz (2001) ise *Rana ridibunda*'da 0,247 $\mu\text{m/gün}$ olarak bulmuştur. Büyüme oranlarının farklı olması türlerin farklılığından, genetik yapılarından, çevresel şartlardan ve iklimden kaynaklanmaktadır. Son halkadaki büyüme oranları dikkate alındığında 2 yaşındakinin ortalama 1,428, 3 yaşındakinin 1,16, 4 yaşındakinin 0,73, 5 yaşındakinin 0,53 ve 6 yaşındakinin ise 0,27 $\mu\text{m/gün}$ olduğu görülmektedir. Yaş ilerledikçe büyüme oranının azalması ve 6. yaştaki büyümenin sınırlı olması Ryser (1988) ve Kara (1994)'nın bulgularıyla denk düşmektedir.

Yapılan bu çalışmada dişi ve erkek bireylerde vücut boyu ile falanj çapı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Kutrup vd. (2011), *Rana macrocnemis* türüyle ilgili çalışmasında Maçka popülasyonuna ait bireylerde vücut boyu ile falanj çapı arasında ilişki bulunmadığı, Hıdırnebi popülasyonunda her iki eşey için vücut boyu ile falanj çapı arasında pozitif korelasyon, Ovit popülasyonunda ise sadece erkek bireylerde vücut boyu ile falanj çapı arasında pozitif korelasyon bulmuştur. Yılmaz (2001) *Rana ridibunda* üzerinde yaptığı çalışmada dişiler arasında zayıf, erkekler arasında kuvvetli olmak üzere vücut boyu ile falanj çapı arasında anlamlı ilişki olduğunu belirtmiştir.

Sıcaklık değişimlerine bağlı olarak amfibi popülasyonları yıllık büyüme halkalarında değişiklik meydana gelmektedir. Sıcaklık artışı fazla olan bölgelerdeki amfibilerde yaz uykusu (estivasyon) meydana gelir. Böyle durumlarda kışlama dönemi çizgilenmesi yanında yaz uykusu dönemine ait çizgilenmelerde görülebilmektedir. Çift çizgilenme yükseklik, sıcaklık, kurak alan koşulları ve çevresel değişiklikler nedeniyle olabilmektedir (Jakop vd., 2002; Guarino ve Erişmiş, 2008). Özdemir vd., (2012) *Hyla arborea* türü üzerinde yaptıkları çalışmada, Antalya popülasyonundaki çift çizgilenmenin (%30), Rize (%8) ve Çanakkale (%17)'deki popülasyonlarına ait çizgilenmeden daha yüksek olduğunu belirtmiştir. İncelenen popülasyonda da %12 oranında çift çizgilenme görülmüştür. Bu sonuç Özdemir vd., (2012) çalışmasındaki Rize ve Çanakkale'deki oranlarla paralellik göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma, Batı Kafkasya'ya endemik olan ve Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yayılış gösteren *Pelodytes caucasicus* (Kafkas Kurbağası) türünün yaş kompozisyonu hakkında bilgiye sahip olmak, minimum ve maksimum yaşlar ile eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşını tespit etmek, yaşın vücut uzunluğu ile ilişkisini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Toplam 65 adet bireyden alınan parmak örnekleri iskelet kronolojisi yöntemiyle incelenmiş ve böylelikle popülasyonun yaş yapısı ve bazı büyüme parametreleri tespit edilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Yapılan independent t testi analizine göre vücut boyu ve vücut ağırlığı bakımından erkek ve dişiler arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı bulunmuştur.
2. Yapılan korelasyon analizi sonucunda her iki eşeyde de vücut boyu ile vücut ağırlığı arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki bulunmuştur.
3. Yaş analizi sonucunda popülasyonda en az 2 en çok 6 yaşındaki bireylere rastlanılmıştır. Dişi bireylerin yaşının 2-5 arasında, erkek bireylerin yaşının ise 3-6 arasında değiştiği tespit edilmiştir.
4. Yaş dağılımına bakıldığında popülasyonda 3 yaşındaki bireylerin fazla olduğu tespit edilmiştir.
5. Eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşının her iki eşeyde de 2-3 yaş olduğu saptanmıştır.
6. İncelenen 59 bireyin 22 tanesinde (%37) endosteal resorpsiyon, 7 tanesinde de (%12) çift çizgili LAG'lar görülmüştür.
7. Dişi bireyler arasında yaş ile vücut boyu arasında anlamlı bir ilişki bulunamazken, erkek bireylerde ise yaş ile vücut boyu arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.
8. Her iki eşeyde de vücut boyu ile falanj çapı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.
9. Erkek bireyler arasında yaş ile kemik iliği boşluğu arasında anlamlı bir ilişki bulunamazken, dişi bireylerde ise yaş ile kemik iliği boşluğu arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.
10. *Pelodytes caucasicus* bireyinin büyüme oranı 1,428 $\mu\text{m/gün}$ olarak bulunmuştur.

6. ÖNERİLER

İskelet kronolojisi yöntemiyle bireylerin yaşı her zaman kolay bir şekilde ölçülemez. Kemik dokudaki meydana gelen değişimler, ikincil durgunluk çizgilerinin oluşması, yalancı halkaların varlığı gibi bazı faktörler halka sayımını güçleştirmektedir. Ayrıca dokuların boya içinde kaldığı süre de önemlidir. Dokular uzun süre boyayla muamele edildiğinde, doku fazla boyanır ve sonuçta tüm halkalar görünemez ve bireyin yaşının yanlış tespit edilmesine neden olur. Dokuların yapısı canlılar arasında değişiklik gösterdiği için boyama işlemine dikkat etmek gerekir.

Hıdırnebi’de daha fazla sayıda dişi birey ve diğer başka popülasyonlardan da *Pelodytes caucasicus* bireyi üzerinde yapılacak yaş tayini çalışmasıyla, bu türün yaş yapısı hakkında daha geniş bilgilere ulaşılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Altunışık, A., 2010. Farklı Bölgelerde Yaşayan *Hyla arborea* Populasyonlarında Yaş Tayini ve Bazı Büyüme Parametrelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Rize Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Arıkan, M., Atatür, M. K. ve Tosunoğlu, M., 2003. A study on the blood cells of the Caucasian frog, *Pelodytes caucasicus*, Zoology in the Middle East, 30, 43-47.
- Arıkan, H., Tosunoğlu, M., Atatür, M. K. ve Göçmen, B., 2007. Some comments on the breeding biology of *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 (Anura: Pelodytidae) from Uzungöl, Northeast Anatolia, Turk. J. Zool., 31, 53-64.
- Baran, İ., 2008. Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri, TÜBİTAK, Ankara.
- Beebee, T. J. C. ve Griffiths, R. A., 2005. The amphibian decline crisis: A watershed for conservation biology? Biol Cons., 125, 271-285.
- Bellis, E. D., 1961. Growth of the wood frog, *Rana sylvatica*, Copeia, 74-77.
- Bouvier, M. ve Ubelaker, D. H., 1977. A comparison of two methods for the microscopic determination of age at death, Am. J. Phy. Anthropol, 46, 391-394.
- Brotwell, D. R., 1991. The relationship of tooth wear to aging, 303-317, Age markers in the human skeleton, Iscan, M. Y. (Ed), Charles C. Thomas, Springfield, IL, 378p.
- Caetano, M.H., Castanet, J. ve Francillon, H., 1985. Détermination de l'âge de *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800) du Parc National de Peneda Gerês (Portugal) par squelettochronologie, Amphibia-Reptilia, 6, 117-132.
- Caetano, M. H. ve Castanet, J., 1993. Variability and microevolutionary patterns in *Triturus marmoratus* from Portugal: age, size, longevity and individual growth, Amphibia-Reptilia, 14, 117-129.
- Casselmann, J. M., 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures: techniques and tools, NOAA Tech.Rep. NMFS 8, 1-17.
- Castanet, J., 1975. Quelques Observations Sur la Presence et la Structure des Marques Squelettiques de Croissance Chezles Amphibiens, Bull. Soc. Zool. Fr., 100, 603 - 620.
- Castanet, J., Meunier, F.S. ve de Ricqles, A., 1977, L'enregistrement de la Croissance Cyclique Par le Tissue Osseux Chez les Vertebres Poikilothermes Donnees Comparatives et Essai de Synthese, Bull. Biol. Fr. Belg. T., 111, 183-202.

- Castanet, J. ve Cheylan, M., 1979. Les marques de croissance de sos et des écailles comme indicateurs de l'âge chez *Testudo hermanni* et *Testudo graeca* (Reptilia, Chelonia, Testudinidae), J. Can. Zool., 57 (8), 1649-1665.
- Castanet, J., Newman, D. G. ve Saint Girons, H., 1988. Skeletochronological data on the growth, age and population structure of the Tuatara, *Sphenodon punctatus* on Stephensand Lady Alice Islands New Zealand, *Herpetologica*, 44, 25-37.
- Castanet J. ve Smirina E., 1990. Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles. Ann Sci Nat Zool (Paris), 11, 191–196.
- Castanet, J., 1994. Age estimation and longevity in reptiles, *Gerontology*, 40, 174-192.
- Chen, B. Y., Liao, W. B. ve Mi, Z. P. 2011. Body size and age of the China Wood Frog (*Rana chensinensis*) in northeastern China. NW. J. Zool, 7, 236–242.
- Chubinishvili T., Gokhelashvili R. K. ve Tarkhnishvili D. N., 1995. Population ecology of the Caucasian parsley frog (*Pelodytes caucasicus* Boulenger) in the Borjomi Canyon, Russ. J. Herpetol., 2, 2, 79 – 86.
- Chugunova, N.I., 1959. Guide to the Study of Age and Growth of Fishes, AC. Sci. USSR Publ.
- Davies, N. B. ve Halliday, T. R., 1977. Optimal mate selection in the toad *Bufo bufo*. *Nature*, 269, 56–58.
- Demirsoy, A., 1998. Yaşamın Temel Kuralları, Amfibiler, Meteksan A.Ş., Ankara.
- Demirsoy, A., 2005. Yaşamın Temel Kuralları, Amfibiler, Meteksan A.Ş., Ankara.
- Diaz-Paniagua, C. ve Mateo, J. A., 1999. Geographic variation in body size and life-history traits in Bosca's Newt (*Triturus boscai*), Herpetological Journal, 9, 21-27.
- Dolmen, D., 1982. Skeletal growth marks and testis lobulation as criteria for age in *Triturus spp.* (Amphibia) in central Norway, Acta Zoologica (Stockholm), 63, 73-80.
- Durman, L. ve Bennett, W., 1963. Age, growth and homing in the bull frog. *J. Wildlife Manag.*, 27, 107-123.
- Ergül, T., 2011. Farklı Bölgeler ve Yüksekliklerde Yaşayan *Hyla savignyi* (Audoin, 1827) populasyonlarında Bazı Büyüme Parametrelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Rize Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Erişmiş, U. C., Arıkan, H., Konuk, M. ve Guarino, F. M., 2009. Age structure and growthin Caucasian parsley frog *Pelodytes caucasicus* (Boulenger, 1896) from Turkey, Russian Journal of Herpetology, 16, 1, 19-26.

- Esteban, M., Garcia-Paris, M. ve Castanet, J., 1996. Use of bone histology in estimating the age of frogs (*Rana perezii*) from a warm temperate climate area, Can. J. Zool. 74, 1914-1921.
- Esteban, M., Garcia-Paris, M. ve Castanet, J., 1999. Bone growth and age in *Rana saharica*, a water frog living in a desert environment, Ann. Zool. Fenn. 36, 53-62.
- Esteban, M. ve Sanchiz, B., 2002. Differential growth and longevity in low and high altitude *Rana iberica* (Anura, Ranidae), Herpetol. J., 10, 19–26.
- Esteban, M., Sánchez-Herráiz, M. J., Barbadillo, L. J. ve Castanet, J., 2004. Age structure and growth in an isolated population of *Pelodytes punctatus* in northern Spain, J. Nat. Hist., 38, 2789 – 2801.
- Fachbach, G., 1988. Röhrenknoch enentwicklung und Altersbestimmung bei *Salamandra atra* Laur., 1768 (Urodela, Salamandridae), Zool. Anz., 221, 118-200.
- Francillon, H., 1980. Mise en Evidence Experimentale du Caractare deş Lignes D'arret de Croissance (LAC) Chez le Triton Czete. *Triturus cristatus* (Laur), Bull. Soc. Zool. Fr., 105, 343-347.
- Francillon, H. ve Castanet, J., 1985. Mise en Evidence Experimentale du Caractare deş Lignes D'arret de Croissance Squelettique Chez *Rana esculenta* (Amphibia, anura), CR Acad. Sci., 300, 327-332.
- Franzen, M., 1999. Verbreitung und Ökologie von *Pelodytes caucasicus* Boulenger, 1896 in der Turkey, *Salamandra*, Reinbach, 35, 1, 1-18.
- Frost, D.R., 2013. Amphibian Species of the World : An Online Reference. V 5.6 (9 January, 2013). <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.html>.
- Gibbons, M. M. ve McCarthy, T. K., 1984. Growth maturation and survival of frogs *Rana temporaria* L., Hol. Ecol., 7, 419 – 427.
- Gibbons, M. M. ve McCarthy, T. K., 1983. Age determination of frogs and toads (Amphibia, Anura) from north-western Europe, Zoologica Scripta, 12, 145–151.
- Gittins, S. P., Steeds, J. E. ve Williams, R., 1982. Population age structure of the common toad (*Bufo bufo*) at the lake in Mid-Wales determined from annual growth rings in the phalanges. Br. J. Herp. 6, 249–252.
- Guarino, F. M., Andreone, F. ve Angelini, F., 1998. Growth and longevity by skeletochronological analysis in *Mantidactylus microtympanum*, a rain-forest anuran from southern Madagascar. *Copeia*, 194–198.

- Gokhelasvili R. K. ve Tarkhnishvili D. N., 1994. Age structure of six Georgian anuran populations and its Dynamics during two consecutive years (Anura)., *Herpetozoa*, 7, 11 – 18.
- Guarino, F.M. ve Erismis, U.C., 2008. Age determination and growth by skeletochronology of *Rana holtzi*, an endemic frog from Turkey, *Ital. J. Zool.*, 75, 237-242.
- Hagström, T., 1977. Growth studies and aging methods for adult *Triturus vulgaris* L. and *T. cristatus* Laurenti (Urodela, Salamandridae), *Zoologica Scripta*, 6,61–68.
- Haines, R. W., 1942. The evolution of epiphysis and of endochondral bone, *Biol. Rev.*, 174, 267-291.
- Halliday, T. R. ve Verrell, P. A., 1988. Body size and age in amphibians and reptiles, *Journal of Herpetology*, 20, 570–574.
- Hemelaar, A.S.M. ve Van Gelder, J.J., 1980, Annual Growth Rings in Phalanges of *Bufo bufo* (Anura, Amphibia) from Netherlands and Their Use for Age Determination, *Neth. J. Zool.*, 30,129-135.
- Hemelaar, A. S. M., 1988. Age, growth and other population characteristics of *Bufo bufo* from different latitudes and altitudes, *J. Herpetol.*, 22, 369 – 388.
- Houlahan, J. E., Findlay, C. S., Schmidt, B. R., Meyer, A. H. ve Kuzmin, S. L. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404, 752 – 755.
- Ishchenko, I.G. ve Ledentsov, A.V., 1987. Environmental Influence on the Dynamics of Age Structure of Noon Frog; in *Ecological Aspects of Rate Growth and Development*, USSR Aç.Sci. UNC, Sverdlovsk, 11-21.
- Jakob, C., Seitz, A., Crivelli, A.J. ve Miaud, C., 2002. Growth cycle of the marbled newt (*Triturus marmoratus*) in the Mediterranean region assessed by skeletochronology, *Amphibia-Reptilia*, 23, 407-418.
- Jessop, N. M.,1988. *Theory and Problems of Zoology*, Schaum's Outline Series in Science, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Juarranz, A., 1990. The Use of Acridine Orange for Age Determination of *Rana perezi* based on annual Ring in Phalanges, *Amphibia-Reptilia*, 11, 193-196.
- Kara, T.C., 1994. Ageing in amphibians, *Gerontology*, 40, 161-173
- Kaya, U., 2002. Advertisement call of the Caucasian parsley frog, *Pelodytes caucasicus* Boulenger 1896 (Pelodytidae, Anura) in Turkey, *Israel Journal of Zoology*, 48, 263-272.

- Khonsue, W., Matsui, M. ve Misawa, Y., 2000. Age determination by skeletochronology of *Rana nigrovittata*, a frog from tropical forest of Thailand, Zoological Science, 17, 253–257.
- Khonsue W., Matsui, M., Haria, T. ve Misawa, Y. 2001. A comparion of age structures in two populations of a pond frog *Rana nigromaculata* (Amphibia: Anura). Zool. Sci., 18, 597-603.
- Kleinenberg, S. E. ve Smirina, E. M., 1969. A contribution to the method of age determination in amphibians, Zool. Zh., 48, 1090-1094.
- Klevezal, G.A., 1988. Recording Structures of Mammals in Zoological Investigations Moscow, Nauka.
- Kuru, M., 2001. Omurgalı Hayvanlar, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Kuru, M., 2011. Omurgalı Hayvanlar, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Kutrup, B., Bulbul, U. ve Yılmaz, N., 2005. Age structure in two populations of *Triturus vittatus ophryticus* at different altitudes, Amphibia-Reptilia, 26, 49-54.
- Kutrup, B., Özdemir, N., Bülbül, U. ve Çakır, E., 2011. A skeletochronological study of age, growth and longevity of *Rana macrocnemis* populations from four locations at different altitudes in Turkey, Amphibia- Reptilia, 32, 113-118.
- Lai, Y. C., Lee, T. H. ve Kam, Y. C., 2005. A skeletochronological study on a subtropical, riparian ranid (*Rana swinhoana*) from different altitude in Taiwan, Zool. Sci., 22, 653–658.
- Leclair R. Jr. ve Castanet J., 1987. A skeletochronological assessment of age and growth in the frog *Rana pipiens* Schreber (Amphibia, Anura) from South Western Quebec, Copeia, 1987, 361 – 369.
- Leclair, M. H., Leclair, R. Jr. ve Gallant, J., 2005. Application of skeletochronology to a population of *Pelobates cultripes* (Anura: Pelobatidae) from Portugal, J. Herpetol., 39, 199 – 200.
- Li, C., Liao, W. B., Yang, Z. S. ve Zhou, C. Q., 2010. A skeletochronological estimation of age structure in a population of the Guenther's frog, *Hylarana guentheri*, from western China, Acta Herpetol, 5, 1–11.
- Liao, W. B. ve Lu, X., 2010 a. Age structure and body size of the Chuanxi tree toad *Hyla annectans chuanxiensis* from two different elevations (China), Zool. Anz., 248, 255–263.
- Liao, W. B. ve Lu, X., 2010 b. A skeletochronological estimation of age and body size by the Sichuan torrent frog (*Amolops mantzorum*) between two populations at different altitudes, Anim. Biol., 60, 479–489.

- Liao, W. B. ve Lu, X., 2010 c. Age and growth of a subtropical high-elevation torrent frog, *Amolops mantzorum*, in western China, J. Herpetol., 44, 172-176.
- Liao, W. B., 2011. A skeletochronological estimate of age in a population of the Siberian Wood Frog, *Rana amurensis*, from northeastern China, Acta. Herpetol., 6, 237-245.
- Liao, W. B. ve Lu, X., 2011. Variation in body size, age and growth in a subtropical treefrog (*Rhacophorus omeimontis*) along an altitudinal gradient in western China, Ethol. Ecol. and Evol., 23, 248–261.
- Liao, W. B., Lu, X., Shen, Y. W. ve Hu, J. C. 2011. Age structure and body size of two populations of the rice frog *Rana limnocharis* from different altitudes, Ital. J. Zool., 78, 215–221.
- Liao, W. B. ve Lu, X. 2012. Adult body size = f (initial size + growth rate × age): Explaining the proximate cause of Bergman's cline in a toad along altitudinal gradients, Evol. Ecol., 26, 579–590.
- Lim, S.J., Kang, S.J., Kim, H. B., Kurata, Y., Sakabe, I. ve Apple, D. J., 1998. Analysis of zonular-free zone and lens size in relation to axial length of eye with age, Cataract Refract Surg., 24, 3, 390-6
- Liu Y. H., Liao W. B., Zhou C. Q. ve Mi Z. P., 2012. Altitudinal variation in body size in the Rice Frog (*Rana limnocharis*) in southwestern China, Acta. Herpetol., 7, 57-68.
- Loman, J., 1984. Density and survival of *Rana arvalis* and *Rana temporaria*, Alytes, 3, 4, 125-134.
- Lou, S. L., Jin, L., Liu, Y. H., Mi, Z. P., Tao, G., Tang, Y. M. ve Liao, W. B. 2012. Altitudinal variation in age and body size in Yunnan Pond Frog (*Pelophylax pleuraden*), Zool. Sci., 29, 493-498.
- Lu, X., Li, B. ve Liang, J. J., 2006. Comparative demography of a temperate anuran, *Rana chensinensis*, along a relatively fine elevational gradient, Can. J. Zool., 84, 1789–1795.
- Lykens D. V. ve Forester D. C., 1987. Age structure in the spring peeper: Do males advertise longevity?, Herpetologica, 43, 216– 223.
- Ma, X. Y., Tong, L. N. ve Lu, X., 2009. Variation of body size, age structure and growth of a temperate frog, *Rana chensinensis*, over an elevational gradient in northern China, Amphibia- Reptilia, 30, 111–117.
- Mao, M., Huang, Y., Mi, Z., Liu, Y. ve Zhou, C., 2012. Skeletochronological study of age, Longevity and growth in a population of *Rana nigromaculata* (Amphibia: Anura) in Sichuan, China, Asian Herpetological Research, 3, 3, 258-264.

- Marunouchi, J., Ueda, H. ve Ochi, O., 2000. Variation in Age and Size Among Breeding Populations at Different Altitudes in the Japanese Newts, *Cynops pyrrhogaster*, Amphibia - Reptilia, 21,381 - 396.
- Mazin, A. L., Birstein, V. J. ve Alexandrovskaya, T. O., 1980. Karyotype and genome size of *Pelodytes caucasicus* (Amphibia, Pelobatidae), Genetica, 54, 75-77.
- Monnet, J.M. ve Cherry, M.I., 2002. Sexual size dimorphism in anurans, Proc. R. Soc. Lond., B 26, 2301-2307.
- Morrison, F. C., 2001. Altitudinal variation in the life history of anurans in southeast Queensland, Ph. D. Thesis, Griffith University, Bundall, Australia.
- Morrison, C. ve Hero, J. M. 2003. Altitudinal variation in growth and development rates of *Litoria chloris* and *L. pearsoniana* tadpoles in southeast Queensland, Australia, J. Herpetol., 37, 59-64.
- Morrison, C., Hero, J. M. ve Browning, J., 2004. Altitudinal variation in the age at maturity, longevity, and reproductive lifespan of anurans in subtropical Queensland, Herpetologica, 60, 34-44.
- Olgun K., Miaud, C. ve Gautier, P., 2001. Age, size and growth of the terrestrial salamander *Mertensiella luschani* in an arid environment, Can. J. Zool., 79, 1559 -1567.
- Olgun, K., Üzüm, N., Avcı, A. ve Miaud, C., 2005. Age, size and growth of the southern crested newt *Triturus karelinii* (Strauch 1870) in a population from Bozdağ (western Turkey), Amphibia-Reptilia, 26, 223-230.
- Öktay. M., 1988. Omurgalı Hayvanların Karşılaştırmalı Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları Sayı: 203, İstanbul.
- Özdemir, N., Altunışık, A., Ergül, T., Gül, S., Tosunoğlu, M., Cadeddu, G. ve Giacoma, C., 2012. Vaiation in body size and age structure among three Turkish populations of the treefrog *Hyla arborea*, Amphibia-Reptilia, 33, 25-35.
- Özeti, N. ve Yılmaz, İ., 1994. Türkiye Amfibileri, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 151, Bornova, İzmir.
- Peabody, F. E., 1961. Annual growth zones in vertebrates (living and fossil), J. Morph., 108, 11-62.
- Pough, F. H., Andrews, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitzky, A. H. ve Wells, K. D., 2001. Herpetology, Prentice Hall, New Jersey.
- Pough, F. H., Janis, C. M. ve Heiser, J. B., 2002. Vertebrate Life, Prentice Hall, New Jersey.

- Pounds, J. A., Fogden, M. P. L. ve Campbell, J. H., 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, 398, 611–615.
- Ryser, J. 1988. Determination of growth and maturation in the common frog, *Rana temporaria*, by skeletochronology, *J. Zool. Lond.*, 216, 673-685.
- Ryser J. 1996. Comparative life histories of a low- and a high-elevation population of the common frog *Rana temporaria*, *Amphibia-Reptilia*, 17, 183-195.
- Sagor, E. S., Ouellet, M., Barten, E. ve Green, D. M. 1998. Skeletochronology and geographic variation in age structure in the wood frog, *Rana sylvatica*, *J. Herpetol.*, 32, 469–474.
- Senning, W.C., 1940. A study of age determination and growth of *Necturus maculosus* based on the parasphenoid bone, *American Journal of Anatomy*, 66, 483–94.
- Shine, R. 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia, *Copeia*, 297-306.
- Smirina, E.M., 1972. Annual layers in bones of *Rana temporaria*, *Zool. Zh.*, 51, 1529-1534.
- Smirina, E.M. ve Rocek, Z., 1976. On the possibility of using annual bone layers of alpine newts, *Triturus alpestris* (Amphibia: Urodela). for their age determination, *Vest. Cs. Spol. Zool.*, 40, 232-237.
- Smirina E.M. ve Sofianidou T. O., 1985. On the life span of the neonetic and metamorphosed alpine newts (*Triturus alpestris*) from high mountains of Greece, *Zool. Zhurn.*, 64, 2, 311-315.
- Smirina, E. M., 1994. Age determination and longevity in amphibians; *Gerontology*, 40, 133–146.
- Smirina, E. M. ve Tsellarius, A. Y., 1998. Vital Bone Marking Of Desert Monitor (Daud.) in Nature, *Russian Journal Of Herpetology*, 5, 2, 156 -159.
- Stearns, S. C. ve Koella, J. C., 1986. The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits. I. Predictions of norms of reaction norms for age and size at maturity. *Evolution*, 40, 893–913.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fischman, D. L. ve Waller, R. W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide, *Science*, 306, 1783–1786.
- Sullivan, B. K., ve Fernandez, P. J., 1999. Breeding activity, estimated age-structure, and growth in Sonoran Desert anurans, *Herpetologica*, 55, 334–343.
- Tarkhnishvili, D. N. ve Gokhelasvili, R. K., 1999. The amphibians of the Caucasus, Pentsoft, Sofia- Moscow.

- Teska, W. R. ve Pinder, J.E., 1986. Effects of nutrition on age determination using eye lens weights, *Growth*, 50, 3, 362-70.
- Tosunoğlu, M. ve Taskavak, 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.
- Tosunoğlu, M. ve Arıkan, H., 2007. A serological investigation of *Pelodytes caucasicus* and *Pelobates syriacus* (Amphibia, Anura) populations in Turkey, *Turk. J. Zool.*, 31, 395-398.
- URL-1, <http://www.biodiversity-georgia.net/index.php?taxon=Pelodytes+caucasicus>, 03.03.2013.
- Üzüm,N., 2006. Türkiye'deki *Triturus Karelini* (Strauch 1870) (Urodela: Salamandridae) Populasyonlarında Yaş Tayini: Populasyonların Büyüme, Yaş ve Boy Bakımından Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Aydın.
- Üzüm, N., 2009. A skeletochronological study of age, growth and longevity in a population of the Caucasian Salamander, *Mertensiella caucasica* (Waga 1876) (Caudata: Salamandridae) from Turkey, *North West. J. Zool.*, 5, 74-84.
- Wake, D. B., 1991. Declining amphibian populations, *Science*, 253,5022, 860.
- Wake, D. B. ve Castanet, J.,1995, A skeletochronological study of growth and age in relation to adult size in *Batrachoseps attenuatus*, *J.Herpetol.*, 29, 60–65.
- Yang, W. Z., Liu, C., Jiang, J. P., Li C. ve Xie, F., 2011. Age structure of females in a breeding population of *Echinotriton chinhaiensis* (Caudata: Salamandridae) and its conservation implication, *Asian Herpetol. Res.*, 2, 2, 91–96.
- Yılmaz, N., 2001. Yıldızlı Deresi (Trabzon) *Rana ridibunda* (Su kurbağası) Populasyonunda Yaş Tayini ve Bazı Büyüme Parametrelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, N., Kutrup, B., Çobanoğlu, U. ve Özorun, Y., 2005. Age determination and some growth parameters of a *Rana ridibunda* population in Turkey, *Acta. Zool. Hung.*, 51, 67-74.
- Young, B., Lips, K. R., Reaser, J. R., Ibanez, R., Salas, A. W., Cedeno, J. R., Coloma, L. A., Ron, S., Marca, E. L., Meyer, J. R. Munoz, A., Bolanos, F., Chaves, G. ve Romo, D., 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America, *Conserv. Biol.*, 15, 1213–1223.

ÖZGEÇMİŞ

03.03.1986 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlkokulu Trabzon Atatürk İlkokulu'nda, orta okulu Cudibey İlköğretim Okulu'nda ve lise öğrenimini de Trabzon Lisesi'nde tamamladı. 2005 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Biyoloji Öğretmenliği Programına başladı. 2010 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.