



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

*LYCIASALAMANDRA ATIFI* (BAŞOĞLU, 1967)

POPÜLASYONUNDA YAŞ TAYİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EVİRİM ÖYKÜ ONAY

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. CEMAL VAROL TOK

ÇANAKKALE – 2025





T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

***LYCIASALAMANDRA ATIFI* (BAŞOĞLU, 1967) POPÜLASYONUNDA YAŞ  
TAYİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EVİRİM ÖYKÜ ONAY

TEZ DANIŞMANI  
PROF. DR. CEMAL VAROL TOK

ÇANAKKALE – 2025



T.C.  
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Evrım Öykü ONAY tarafından Prof. Dr. Cemal Varol TOK yönetiminde hazırlanan ve 25/08/2025 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “*Lyciasalamandra atifi* (Başoğlu, 1967) Popülasyonunda Yaş Tayini” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Biyoloji Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**İmza**

Prof. Dr. Cemal Varol TOK  
(Danışman)

Prof. Dr. Mert GÜRKAN

Prof. Dr. Kerim ÇİÇEK

.....

.....

.....

Tez No : 10751444

Tez Savunma Tarihi : 25/08/2025

.....

İSİM SOYİSİM

Enstitü Müdürü

.././20..

## ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Evrin Öykü ONAY

25/08/2025

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aőamasında bilgi ve deneyimleriyle bana rehberlik eden, akademik bakıő aımını geliőtirmemde büyük katkı sağlayan değerli tez danıőmanım Prof. Dr. Cemal Varol TOK'a en içten teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmama bilimsel yönlendirmeleriyle katkı sağlayan Dr. Batuhan Yaman Yakın hocama da teşekkür ederim. Bunun yanı sıra laboratuvar sürecinde birlikte çalıőmaktan memnuniyet duyduğum arkadaşlarıma destekleri için teşekkür ederim. Tez sürecinde her zaman yanımda olan, sabır ve anlayıőlarıyla beni destekleyen, maddi ve manevi katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Evrım Öykü ONAY  
anakkale, Ağustos 2025

## ÖZET

### ***LYCIASALAMANDRA ATIFI (BAŞOĞLU, 1967) POPÜLASYONUNDA YAŞ TAYİNİ***

Evrım Öykü ONAY

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Cemal Varol TOK

25/08/2025, 34

Bu çalışma, Antalya'nın Alanya bölgesinde yayılış gösteren *Lyciasalamandra atifi* (Başoğlu, 1967) türüne ait 45 bireyin (24 ♂♂, 13 ♀♀, 8 juv.) yaşları iskelet kronolojisi yöntemiyle incelenmiştir. Örnekler, *L. a. atifi* (7 ♂♂ 5 ♀♀, 3 juv.) ve *L. a. bayrami* (17 ♂♂ 8 ♀♀, 5 juv.) alttürlerine ait olup, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Zooloji Laboratuvarı koleksiyonundan temin edilmiştir. Yaş tayini için falanks kemikleri kesitlenip boyanmış, ışık mikroskopunda Büyüme Durdurma Çizgileri (LAG) sayılarak değerlendirme yapılmıştır. Dijitalleştirilen görüntüler R Studio yazılımında analiz edilmiştir. *L. a. atifi*'de yaş ile Baş+Gövde uzunluğu (B+G) arasında anlamlı pozitif bir ilişki ( $\rho = 0,01183$ ,  $p < 0.05$ ), *L. a. bayrami*'de ise çok daha güçlü bir ilişki ( $\rho = 1.33 \times 10^{-8}$ ,  $p \ll 0.001$ ) saptanmıştır. Büyüme parametreleri Gompertz büyüme modeliyle hesaplanmıştır. Erkek bireyler, B+G açısından dişilere göre anlamlı şekilde daha büyük bulunmuştur. Alttürler karşılaştırıldığında, *L. a. atifi*'de ortalama B+G 65.82 mm (SD = 14.18), *L. a. bayrami*'de ise 62.94 mm (SD = 9.54) olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, coğrafi olarak izole iki alttürün demografik yapısı ve büyüme özelliklerine dair önemli bilgiler sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Lyciasalamandra atifi atifi*, *Lyciasalamandra atifi bayrami*, İskelet kronolojisi, Yaşam uzunluğu, Türkiye, Antalya

## ABSTRACT

### AGE ESTIMATION ON THE LYCIASALAMANDRA ATIFI (BAŞOĞLU, 1967) POPULATIONS

Evrım Öykü ONAY

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Biology Science

Supervisor: Cemal Varol TOK

25/08/2025, 34

This study investigated the age of 45 individuals (24 ♂♂, 13 ♀♀, 8 juv.) of *Lyciasalamandra atifi* (Başoğlu, 1967), distributed in the Alanya region of Antalya, using the skeletochronology method. The specimens, belonging to the subspecies *L. a. atifi* (7 ♂♂, 5 ♀♀, 3 juv.) and *L. a. bayrami* (17 ♂♂, 8 ♀♀, 5 juv.), were obtained from the Zoology Laboratory collection at Çanakkale Onsekiz Mart University. For age estimation, phalangeal bones were sectioned, stained, and examined under a light microscope to count Lines of Arrested Growth (LAGs). Digital images were analyzed using R Studio. A significant positive correlation between age and snout–vent length (SVL) was found in *L. a. atifi* ( $\rho = 0.01183$ ,  $p < 0.05$ ), and an even stronger correlation was detected in *L. a. bayrami* ( $\rho = 1.33 \times 10^{-8}$ ,  $p \ll 0.001$ ). Growth parameters were calculated using the Gompertz model. Males exhibited significantly greater SVL values than females. Subspecies comparisons revealed a mean SVL of 65.82 mm (SD = 14.18) in *L. a. atifi* and 62.94 mm (SD = 9.54) in *L. a. bayrami*. These findings provide important insights into the demographic and growth characteristics of two geographically isolated subspecies.

Keywords: *Lyciasalamandra atifi atifi*, *Lyciasalamandra atifi bayrami*, Skeletochronology, Life span, Türkiye, Antalya

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x

## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

1.1. Giriş .....	1
------------------	---

## İKİNCİ BÖLÜM

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. <i>Lyciasalamandra</i> Cinsi ve Sistematığı.....	2
2.2. <i>L. atifi atifi</i> ve <i>L. atifi bayrami</i> 'nin Morfolojik Özellikleri.....	3
2.3. Coğrafi Dağılım ve Habitat Özellikleri.....	4
2.4. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar.....	5

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM

3.1. Materyal.....	8
3.2. Örneklerin Cinsiyetlerinin belirlenmesi ve B+G Ölçümleri.....	9
3.3. Kemik Örneklerinin Hazırlanması ve Boyanması.....	11
3.4. LAG (Büyüme Çizgileri) Sayımı ve Yaş Tayini.....	13
3.5. Veri Analizi Yöntemleri.....	14

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM  
ARAŞTIRMA BULGULARI

17

4.1. İskelet kronolojisi.....	17
4.2. Yaş ile Baş-Gövde Uzunluğu (B+G) Arasındaki İlişki.....	20
4.3 Cinsiyetlere Göre B+G Dağılımı.....	22
4.4 Tartışma.....	23

BEŞİNCİ BÖLÜM  
SONUÇ ve ÖNERİLER

28

5.1. Sonuç ve Öneriler.....	28
KAYNAKÇA .....	30

## SİMGELER VE KISALTMALAR

B+G	Snout–Vent Length (Baş-Gövde Uzunluğu, mm)
LAG	Lines of Arrested Growth (Büyüme Halkaları)
E	Erkek
D	Dişi
J	Juvenil
N	Örnek Sayısı
$\mu\text{m}$	Mikrometre
%	Yüzde
IUCN	International Union for Conservation of Nature
R	R Statistical Computing Environment
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SD	Standart Sapma
$\rho$ (rho)	Spearman Korelasyon Katsayısı
W	Wilcoxon Testi İstatistik Değeri
p	Anlamlılık Değeri
Lt	t yaşındaki bireyin teorik B+G değeri
A	Bireyin yaşamı boyunca ulaşabileceği teorik maksimum B+G (asimptotik boy)
k	Büyüme katsayısı (büyüme hızı)
$t_i$	Büyüme hızının en yüksek olduğu yaş (infleksiyon noktası)
HW	Baş genişliği
HL	Baş uzunluğu

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Tablo Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1</b>	Müze örnekleri listesi	9
<b>Tablo 2</b>	<i>Lyciasalamandra atifi atifi</i> ve <i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> alt türlerine ait bireylerde yaş ile baş-gövde uzunluğu (B+G) arasındaki Spearman korelasyon katsayıları.	21
<b>Tablo 3</b>	<i>Lyciasalamandra atifi atifi</i> ve <i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> alt türlerine ait bireylerde cinsiyete göre baş-gövde uzunluğu (B+G) dağılımı.( “n” birey sayısı), baş genişliği (HW), baş uzunluğu (HL).	23
<b>Tablo 4</b>	<i>Lyciasalamandra atifi atifi</i> ve <i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> alt türlerine ait 7 yaş bireylerde baş genişliği (HW) ve baş uzunlu (HL) ölçümleri.	25
<b>Tablo 5</b>	<i>Lyciasalamandra atifi atifi</i> ve <i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> alt türlerinin yaşam özelliklerinin Sinsch et al. (2017) çalışması ile karşılaştırılması.	26

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Müze örnekleri kavanozları	8
Şekil 2	<i>Lyciasalamandra atifi atifi</i> , cinsiyetler 1(♂) ve 2 (♀) olarak işaretlenmiştir.	10
Şekil 3	<i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> , cinsiyetler 1(♂) ve 2 (♀) olarak işaretlenmiştir.	10
Şekil 4	Örnekten parmak (falanks) kemiğinin çıkarılması	11
Şekil 5	Histolojik preparasyon	12
Şekil 6	Parafin bloklara gömülmüş örnekler	12
Şekil 7	Kesilmiş dokuların lam üzerine yerleştirilmesi	13
Şekil 8	Beş yaşındaki <i>Lyciasalamandra atifi atifi</i> örneğine ait falanks enine kesiti (kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG).	17
Şekil 9	Altı yaşındaki <i>Lyciasalamandra atifi atifi</i> örneğine ait falanks enine kesiti (kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG).	18
Şekil 10	Altı yaşındaki <i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> örneğine ait falanks enine kesiti (kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG).	18
Şekil 11	Yedi yaşındaki <i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> örneğine ait falanks enine kesiti (kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG).	19
Şekil 12	Sekiz yaşındaki <i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> örneğine ait falanks enine kesiti (kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG).	19
Şekil 13	<i>Lyciasalamandra atifi atifi</i> örneklerinde yaş dağılımı ve B+G uzunlukları	20
Şekil 14	<i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> örneklerinde yaş dağılımı ve B+G uzunlukları	21
Şekil 15	<i>Lyciasalamandra atifi atifi</i> (yeşil eğri) ve <i>Lyciasalamandra atifi bayrami</i> (sarı eğri) alt türleri için gompertz büyüme eğrisi karşılaştırması	22

## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

Anadolu Yarımadası, yüksek endemizm oranı ve biyolojik çeşitliliği ile Akdeniz biyocoğrafyasının önemli merkezlerinden biridir (Myers vd., 2000). Bu biyolojik zenginlik içinde yer alan *Lyciasalamandra* cinsi, yalnızca Güneybatı Anadolu'da yayılış gösterdiği bilinmekte ve her biri sınırlı lokalitelere sahip alt türlerden oluşan endemik semenderleri barındırmaktadır (Veith vd., 2001). Bu cinsin önemli türlerinden biri olan *Lyciasalamandra atifi*, Antalya ilinin Alanya, Gazipaşa ve çevresinde dağılış gösteren, habitat tehditleri nedeniyle IUCN tarafından "tehlikede" (EN-Endangered) kategorisinde bulunan koruma önceliği yüksek türlerden biridir (IUCN, 2023). Bu tür, morfolojik ve genetik farklılıklar temelinde bu çalışmada incelenen *Lyciasalamandra atifi atifi* ile *Lyciasalamandra atifi bayrami* alttürleri de dahil olmak üzere 6 alttüre (*L. atifi atifi*, *L. atifi bayrami*, *L. atifi godmanni*, *L. atifi veithi*, *L. atifi kunti*, *L. atifi oezi*) ayrılmıştır.

*L. atifi* üzerine yapılan çalışmalar, yeni alt tür keşifleri (Tok vd., 2016; Oğuz vd., 2018), üreme biyolojisi (Göçmen vd., 2013), parazitolojik analizler (Yıldırımhan vd., 2012) ve genetik değerlendirmeleri (Mezzasalma vd., 2021) bünyesinde bulundurmaktadır. Yaş tayini üzerine yapılan doğrudan çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. *Lyciasalamandra* cinsinde yaş tayini üzerine yapılan çalışmalardan biri olan ve tür üzerinde yaş tayini metodolojisinin uygulanabilirliğini ortaya koyan Sinsch ve arkadaşları'nın (2017) çalışmasında, dört farklı *Lyciasalamandra* popülasyonu üzerinde iskelet kronolojisi yöntemi kullanılmış; bireylerin yaşları, kemik dokusunda yer alan yıllık büyüme çizgileri (LAG - Lines of Arrested Growth) sayılarak belirlenmiştir.

Popülasyon dinamiklerinde yaş kompozisyonunun önemli bir yeri vardır. Çevresel faktörlerle ilişkili olarak bu yaş parametrelerinin ifadesini araştırmak, yalnızca canlıların yaşam öyküsünü değil, aynı zamanda popülasyon düşüşlerinin altında yatan mekanizmaları da anlamamızda yardımcı olur (Biek vd., 2002; Middleton ve Green, 2015). Günümüze kadar balıklar (De Faveri vd., 2014), amfibiler (Halliday ve Verrell, 1988; Altunişik vd., 2014; Yamasaki vd., 2017), sürüngenler (Tomaszewicz vd., 2022) ve deniz (Read vd., 2018) veya kara memelileri (Castanet vd., 2004) dahil olmak üzere çeşitli omurgalılarda bu metot

kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan iskelet kronolojisi yöntemi, özellikle ektotermik omurgalılarda çevresel döngülere bağlı olarak oluşan büyüme çizgilerini belirlemede yaygın olarak kullanılmakta ve iyi korunmuş kesitlerde %90'ın üzerinde doğruluk oranı sağlayabilmektedir (Sinsch, 2015). Francillon-Vieillot ve arkadaşları (1990) tarafından sistematik hale getirilen bu yöntem, tipik olarak 15 µm kalınlığındaki histolojik kesitlerin hematoksilin ile boyanarak mikroskop altında değerlendirilmesi esasına dayanır (Castanet ve Smirina, 1990).

Çalışma kapsamında *nominat alttür* ve *L. atifi bayrami* alt türlerinin yaş yapılarının belirlenmesi için iskelet kronolojisi yöntemi kullanılmıştır. Bireylerden elde edilen morfolojik ve yaş verilerinin analizinde R Studio dan yararlanılmış analiz verileri Spearman korelasyonu, Mann-Whirney U testi ve Gompertz büyüme modeli'nden geçirmiştir.

Elde edilen bulgular, yaş ile B+G arasında anlamlı pozitif korelasyonlar olduğunu ve cinsiyetlere bağlı morfometrik farklılıkların her iki alt türde de belirginlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra iki alt türde dişi ve erkeklerde baş büyüklerinde fark gözlenmiştir. Bu fark *L. atifi atifi* de erkeklerin kafa boyutlarını dişilerden büyük, *L. atifi bayrami* de ise dişilerin kafa boyutlarının erkeklerden büyük olması verisine ulaştırmıştır. Bu tez çalışması, *Lyciasalamandra atifi* alt türleri üzerinde ilk kez sistematik yaş tayini verisi sunmakta olup, türlerin yaşam öyküsü, büyüme stratejileri ve koruma öncelikleri açısından önemli bilgiler sağlayarak mevcut literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

#### 2.1. *Lyciasalamandra* Cinsi ve Sistematiği

*Lyciasalamandra* cinsi, Salamandridae (gerçek semenderler) familyasına ait, yalnızca Güneybatı Anadolu ve çevresine özgü endemik bir semender grubudur. Başlangıçta Mertensiella cinsi içerisinde sınıflandırılan bu takson, mitokondriyal DNA dizilimleri ve morfolojik özellikler temelinde 2004 yılında *Lyciasalamandra* adıyla bağımsız bir cins olarak tanımlanmıştır (Veith ve Steinfartz, 2004).

Cinsin sistematik konumu, hem mitokondriyal DNA (ör. cyt b, ND4) hem de nükleer DNA (ör. RAG1, POMC) dizilerinin analizleriyle desteklenmiştir (Weisrock vd., 2001; Veith vd., 2008). Anadolu'daki izole popülasyonlar üzerinde yapılan moleküler filogenetik ve filocoğrafik çalışmalar, *Lyciasalamandra* türlerinin mikroallopatrik yayılışlar ile hızlı evrimsel farklılaşmalar gösterdiğini ortaya koymuştur (Veith vd., 2008; Veith vd., 2020). Bu özellikler, türlerin sınırlı yayılışlarıyla birleştiğinde, *Lyciasalamandra* cinsini mikrotürleşme süreçlerinin anlaşılmasında model organizma hâline getirmektedir (Veith vd., 2020).

Cinsin bilinen tüm üyeleri, Akdeniz iklim kuşağında, kalkerli (kireçtaşı) zeminli, nemli mikrohabitatlarda yaşar. Genellikle karstik kaya çatlakları ve mağara girişleri gibi nem oranı yüksek, doğrudan güneş ışığından korunabilen alanlarda bulunurlar. *Lyciasalamandra* bireyleri ovovivipar; Yumurtalar dişinin vücudunda gelişir ve doğumda canlı yavru çıkar (Veith vd., 2016).

Günümüzde *Lyciasalamandra* cinsi altında tanımlanan sekiz tür ve bu türlerin çeşitli alt türleri mevcuttur. Bu alt türler morfolojik karakterler (renk desenleri, vücut boyutları), genetik veriler ve coğrafi izolasyon temelinde birbirinden ayrılmaktadır (Göçmen vd., 2013). Bu türler arasında yer alan *Lyciasalamandra atifi*, ilk kez Başoğlu (1967) tarafından *Mertensiella luschani atifi* adıyla tanımlanmış, 2004 yılında yapılan revizyonla *Lyciasalamandra atifi* olarak adlandırılmıştır (Başoğlu, 1967; Veith ve Steinfartz, 2004).

## 2.2. *L. atifi atifi* ve *L. atifi bayrami*'nin Morfolojik Özellikleri

*Lyciasalamandra atifi* türü, morfolojik açıdan farklılık gösteren birkaç alt türe ayrılmıştır. Bu alt türler arasında yer alan *L. atifi atifi* ve *L. atifi bayrami*, özellikle renk desenleri, vücut oranları ve baş-gövde (SVL) uzunlukları bakımından ayırt edilebilmektedir (Yıldız ve Akman, 2015).

Nominat alt tür olan *L. a. atifi*, dorsumda genel olarak koyu kahverengi ya da siyaha yakın zemin üzerine dağınık beyaz nokta desenleri taşır. Ventrali açık krem ya da gri tonlarındadır (Göçmen vd., 2013). Erkeklerin kloakal bölgesi şişkin ve daha pigmentlidir; bu özellik cinsel dimorfizmin bir göstergesidir. *L. a. bayrami* alt türü, nominat *L. a. atifi*'den farklı olarak daha açık gri zemin rengine sahiptir. Bu alt türde dorsal beyaz benekler daha belirgin olup erkek bireylerde genellikle iki uzunlamasına paravertebral şerit halinde düzenlenmiştir. (Yıldız ve Akman, 2015).

Her iki alt türde de ayırt edici özelliklerden biri, parotoid bezlerin belirginliği ve vücut yüzeyinin granüler yapısıdır. Bu özellikler hem çevresel uyum hem de taksonomik ayırım açısından önem taşır. Ayrıca, cinsiyet ayrımında kullanılan bir diğer morfolojik kriter de erkek bireylerin daha geniş ve çıkıntılı kloakal yapıya sahip olmasıdır (Yıldız ve Akman, 2015). Morfolojik farklılıklar sadece fenotipik değil, aynı zamanda yaşa bağlı olarak da değişebilir. Bu nedenle yaş analizi ile morfolojik verilerin birlikte değerlendirilmesi, tür içi ve türler arası varyasyonun daha doğru şekilde yorumlanmasına katkı sağlar.

## 2.3. Coğrafi Dağılım ve Habitat Özellikleri

*Lyciasalamandra atifi* türü ve alt türleri, yalnızca Türkiye'nin güneybatı sahil kuşağında, Antalya ilinin Alanya ilçesi ve çevresine özgü olarak sınırlı bir yayılım göstermektedir. Nominat alt tür olan *L. a. atifi*, Alanya'nın batısındaki Türbelinaz (Dereköy) bölgesinden başlayarak, kuzeyde Selge (Altınkaya, Serik) civarına kadar uzanan yaklaşık

110 km'lik bir hat boyunca dağılmıştır (Akman vd., 2011; Göçmen vd., 2013). Bu alt tür, genellikle 160 ila 1500 metre arasındaki rakımlarda, nemli ve kalkerli habitatlarda bulunur.

Buna karşın, *L. a. bayrami* daha doğuda, Alanya'nın kuzeydoğusunda yer alan Cebireis Dağı ve çevresinde, özellikle Dim Mağarası yakınlarındaki beş lokalitede sınırlı bir dağılım sergiler (Yıldız ve Akman, 2015). Bu alt tür, yaklaşık 232 metre rakımda, yüksek nem oranına sahip, gölgelikli ve kireçtaşı zeminli mikrohabitatlarda yaşamaktadır. Gözlemler, her iki alt türün de karstik kaya çatlakları, taş altı boşluklar ve nemli orman açıklıkları gibi mikrohabitatlara yöneldiğini göstermektedir (Göçmen vd., 2013).

Bu türlerin dağılımı, yüksek habitat spesifikliğı ve coğrafi izolasyon nedeniyle son derece parçalıdır. Ayrıca, türlerin aktif oldukları dönemlerin büyük kısmı kış ve ilkbahar aylarına denk gelmekte, yaz aylarında ise yer altına çekilerek kurak dönemlerden korunmaktadırlar. Bu durum, hem biyolojik döngü hem de gözlem olasılığı açısından belirleyici olmaktadır (Veith vd., 2008). Coğrafi dağılımlarının bu denli sınırlı ve parçalı olması, *Lyciasalamandra* türlerini habitat tahribatı, orman yangınları, turizm faaliyetleri ve iklim değışikliğı gibi çevresel baskılara karşı son derece savunmasız hâle getirmektedir.

#### **2.4. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar**

*Lyciasalamandra atifi*, Türkiye'nin güneybatısına endemik bir tür olup, bilimsel araştırmalarda sınırlı sayıda incelenmiştir. Türle ilgili mevcut çalışmalar, daha çok taksonomi, üreme biyolojisi, genetik yapı ve dağılım alanı üzerine yoğunlaşmıştır. Göçmen ve arkadaşları (2013), Antalya'nın Cebireis Dağı'nda gerçekleştirdikleri çalışmada *L. atifi*'nin spermatogenez sürecini incelemiş ve bu sayede türün üreme dönemine ilişkin öncü bilgiler elde edilmiştir. Tok ve arkadaşları (2016), Antalya'nın Gazipaşa ilçesinden *Lyciasalamandra atifi oezi* adında yeni bir alt tür tanımlayarak, türün morfolojik çeşitliliğini bilimsel olarak genişletmiştir. Oğuz ve arkadaşları (2018) ise Antalya'nın Ürünlü köyünde *L. atifi veithi* alt türüne ait yeni bir popülasyon keşfederek, türün bilinen dağılım alanını genişletmiştir. Ayrıca, Yıldırımhan ve arkadaşları (2012), *L. atifi* ve *L. fazilae* üzerinde yaptıkları parazitolojik incelemelerle türlerin sağlık durumuna dair ilk verileri sunmuşlardır.

Mezzasalma ve arkadaşları'nın (2021) yürüttüğü genetik çalışmada ise *Lyciasalamandra* cinsinin karyotip çeşitliliği analiz edilmiş ve evrimsel ilişkiler hakkında yeni bilgiler elde edilmiştir. Bülbül ve arkadaşları'nın (2024) yaptığı çalışmada , Kuz Mağarası'nda yeni bulunan ve Türkiye'nin kuzey sınırında yer alan *Lyciasalamandra atifi* türüne ait örnekleri ortaya koymaktadır. Söz konusu nüfusun morfolojik ve renk özellikleri incelenmiş ve diğer popülasyonlarla benzerliği değerlendirilmiştir. Bu bulgular, türün dağılım alanının genişlemesine ve koruma çalışmaları açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Yaş tayini özelinde yapılan çalışmalar oldukça kısıtlı olup, *L. atifi* türünün alt türleri üzerinde doğrudan yaş tayini gerçekleştiren herhangi bir özgün çalışma bugüne kadar yayımlanmamıştır. Ancak Sinsch ve arkadaşları (2017), *Lyciasalamandra* cinsine ait dört farklı popülasyon üzerinde iskelet kronolojisi yöntemini kullanarak yaş, büyüme ve cinsel olgunluk gibi yaşam öyküsü parametrelerini analiz etmiş ve bu yöntemin cins genelinde uygulanabilirliğini ortaya koymuştur.

Türkiye'de gerçekleştirilen diğer örnek çalışmalardan biri Altunışık ve arkadaşlarına (2024) aittir. Çalışmada *L. atifi* ve *Neurergus strauchii* gibi endemik türlerde mikroplastik kirliliğinin olası etkileri incelenmiş ve çevresel stres faktörlerinin yaş gelişimi üzerindeki dolaylı etkileri vurgulanmıştır. Gül ve arkadaşları (2024) ise *Pelophylax ridibundus* türü üzerinde iskelet kronolojisi yöntemi kullanarak yaş yapısı ve cinsel dimorfizmi değerlendirmiştir.

Uluslararası literatürde Zhang ve arkadaşları (2023), Çin'in güneybatısında yayılış gösteren *Bufo tibetanus* türü üzerine yaş-yapı ve vücut boyutu ilişkisini incelemiş; Wang ve Zhang (2022) ise dünya genelinde iskelet kronolojisine dayalı yaş tayini çalışmalarını değerlendirerek bölgesel veri eksikliklerini vurgulamıştır. Bunların dışında diğer semender türlerinde yapılan yakın zamandaki çalışmalar şunlardır:

Zivari ve Gholi Kami (2017), İran'ın Golestan Eyaleti'nde yaşayan *Paradactylodon gorganensis* türü üzerinde iskelet kronolojisi yöntemini uygulayarak bu tekniğin kış uykusu

sürecinde büyümenin durmasıyla oluşan çizgileri değerlendirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, bu türdeki yaş tahmini açısından yöntemin geçerliliğini göstermiştir.

Najbar vd. (2020), Polonya'daki Sudetes ve Karpat Dağları'nda yaşayan *Salamandra salamandra* popülasyonlarını karşılaştırmış; bu iki bölge arasındaki bireylerin yaş, vücut büyüklüğü ve cinsel dimorfizm özelliklerinin farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırma, dağ popülasyonları arasında ekolojik koşulların yaş yapısı üzerindeki etkilerine dair önemli ipuçları sunmuştur.

Özyılmaz ve Başkale (2021), Türkiye'de Düzce ili sınırlarındaki Torkul Gölü'nde yaşayan *Triturus anatolicus* türü üzerine yaptıkları çalışmada, iskelet kronolojisi ile türün demografik yapısını ortaya koymuş ve popülasyondaki yüksek hayatta kalma oranlarını düşük insan müdahalesi ve uygun çevresel koşullarla ilişkilendirmiştir. Ayrıca cinsiyetler arası yaş yapısının benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Sagor ve arkadaşlarının (1998) *Rana sylvatica* üzerinde yapılan bir çalışma, endosteal rezorpsiyonun iç LAG çizgilerini tamamen yok ederek yaş tahminini yanıltabildiğini ve özellikle genç bireylerde bu belirsizliklerin daha sık görüldüğünü ortaya koymuştur. Bu bağlamda, birinci LAG hattının %6,1 oranında tamamen yok olduğu ve bu durumun yaş tahmininde hata potansiyeli doğurduğu gözlemlenmiştir.

Tüm bu çalışmalar, iskelet kronolojisi yönteminin amfibilerde ve sürüngenlerde güvenle uygulanabildiğini ve çevresel koşullarla ilişkili olarak yaş yapısının değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, bu tez çalışması, *L. atifi atifi* ve *L. atifi bayrami* alt türlerinde iskelet kronolojisi yöntemiyle yaş tayini uygulayan ilk karşılaştırmalı araştırma olması bakımından literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Çalışma, her iki alt türün yaş yapısının belirlenmesiyle birlikte, türler arası ekolojik farklılıkların anlaşılmasına da bilimsel temel oluşturmayı amaçlamaktadır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan örnekler, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü koordinasyonunda yürütülen “Antalya İli'nin Karasal ve İç Su Ekosistemleri Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi” kapsamında, Ocak 2015 ile Ocak 2017 tarihleri arasında toplanmıştır. Taksonomik tanımlamalar, Göçmen ve arkadaşları (2013) ile Yıldız ve Akman (2015) tarafından tanımlanan morfolojik ayırt edici karakterler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bireylerin tür ve alt tür teşhisinde baş-gövde uzunluğu (B+G), vücut renk ve desenleri, kloakal yapı, göz çevresi pigmentasyonu ve parotoid bez yapısı gibi dış morfolojik özelliklerden yararlanılmıştır. Örnekler, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Zooloji Laboratuvarı'nda (ÇOMÜ-ZLAR) etiketlenerek muhafaza edilmiştir. Toplam 45 bireyden oluşan örnek grubunda 24 erkek, 13 dişi ve 8 juvenil birey yer almaktadır (Şekil 1). Örneklerin dağılımı Tablo 1 de gösterilmiştir.



Şekil 1. Müze örnekleri

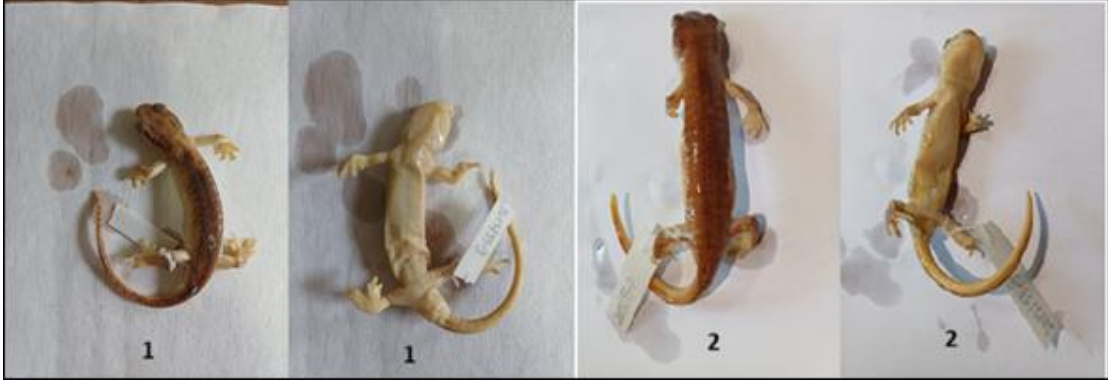
Tablo 1

Müze örnekleri listesi

Demirbaş NO (ÇOMÜ-ZLAR)	Örnek Sayısı	Örnek Lokaliteleri	Tür	Alt tür
2015/25	1 (1♀)	Dereköy Yolu (Türbelinaz) ANTALYA/Alanya	<i>Lyciasalamandra</i> <i>atifi</i>	<i>atifi</i>
2015/55	10 (2♀♀,7♂♂,1J)	Taşyatan Mağrası ANTALYA/Alanya	<i>Lyciasalamandra</i> <i>atifi</i>	<i>atifi</i>
2015/56	4 (2♀♀,2J)	Türbelinaz üstü ANTALYA/Alanya	<i>Lyciasalamandra</i> <i>atifi</i>	<i>atifi</i>
2016/23	21 (12♂♂,5♀♀,4J)	Dim Mağrası ANTALYA/Alanya	<i>Lyciasalamandra</i> <i>atifi</i>	<i>bayrami</i>
2016/24	9 (3♀♀, 5♂♂,1J)	Dim Mağrası Çevresi ANTALYA/Alanya	<i>Lyciasalamandra</i> <i>atifi</i>	<i>bayrami</i>

### 3.2. Örneklerin Cinsiyetlerinin belirlenmesi ve B+G Ölçümleri

Bu çalışmada, bireylerin morfolojik yapılarına ilişkin B+G Ölçümleri dijital kumpas kullanılarak milimetre (mm) cinsinden alınmıştır. Ölçülen yaş tayini verileriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş, yaş ile vücut ölçüleri arasındaki korelasyon analizlerinde kullanılmıştır. Bunun yanı sıra literatürdeki ölçümlerle kıyaslamak için baş genişliği (HW) ve baş uzunluğu (HL) ölçümleri de aynı kumpas kullanılarak alınmıştır.



Şekil 2. *Lyciasalamandra atifi atifi*, cinsiyetler 1(♂) ve 2 (♀) olarak işaretlenmiştir.

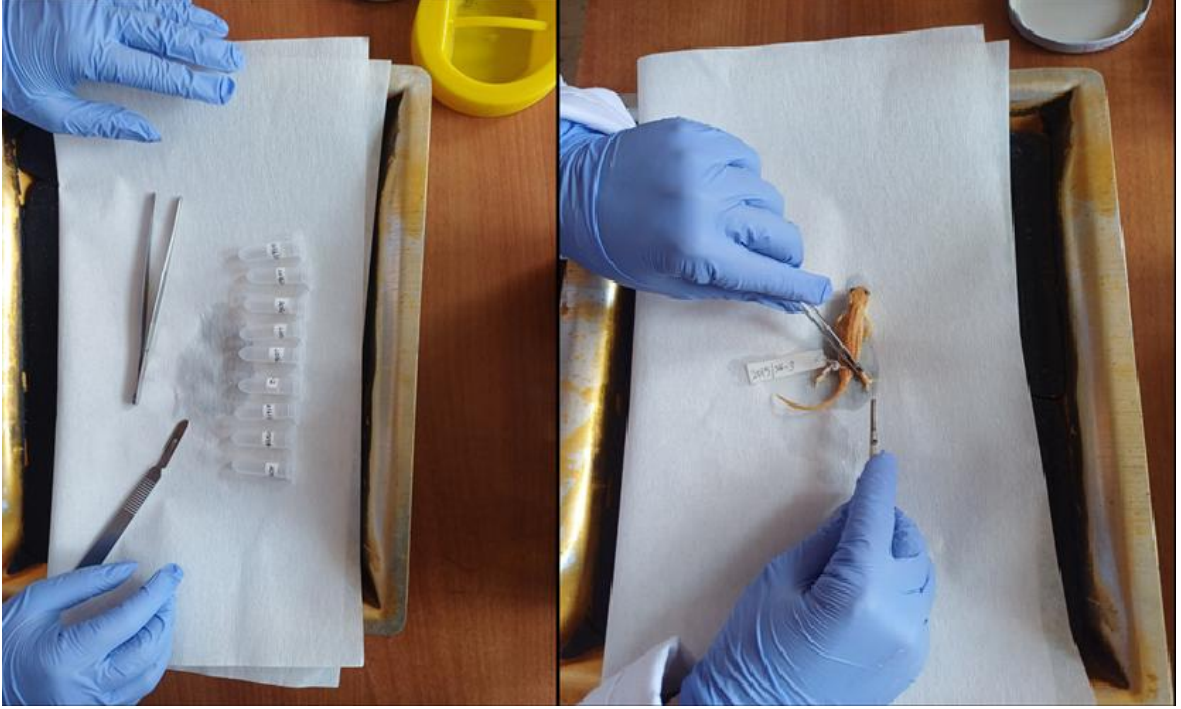


Şekil 3. *Lyciasalamandra atifi bayrami*, cinsiyetler 1(♂) ve 2(♀) olarak işaretlenmiştir.

Cinsiyet tayini ise bireylerin dış morfolojik özelliklerine dayanarak yapılmıştır. Erkek bireylerde kloakal bölge daha belirgin ve şişkin, ayrıca pigmentasyon bakımından daha koyu renklidir. Dişi bireylerde ise kloaka yapısı daha dar ve düz hatlıdır (Şekil 2-3). Juvenil bireylerin cinsiyet tayini morfolojik olarak mümkün olmadığından bu bireyler “belirsiz” olarak kaydedilmiş ve yaş analizine bu sınıflama dâhil edilmiştir. Bu tanımlamalarda Göçmen ve arkadaşları (2013), Oğuz ve arkadaşları. (2016) ile Yıldız ve Akman (2015) tarafından önerilen tanı anahtarları dikkate alınmıştır.

### 3.3. Kemik Örneklerinin Hazırlanması ve Boyanması

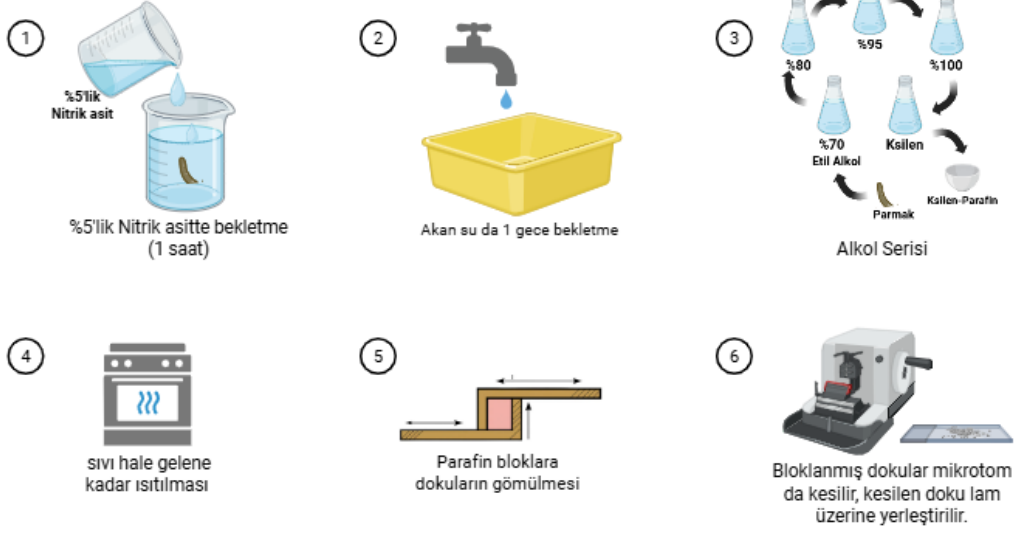
Deneyde kullanılacak her bir bireyden, yaş tayini için uygun olduğu literatürde gösterilmiş olan (Castanet ve Smirina, 1990) sağ arka ekstremiteden bir adet parmak (falanks) kemiği çıkarılmıştır (Şekil 4).



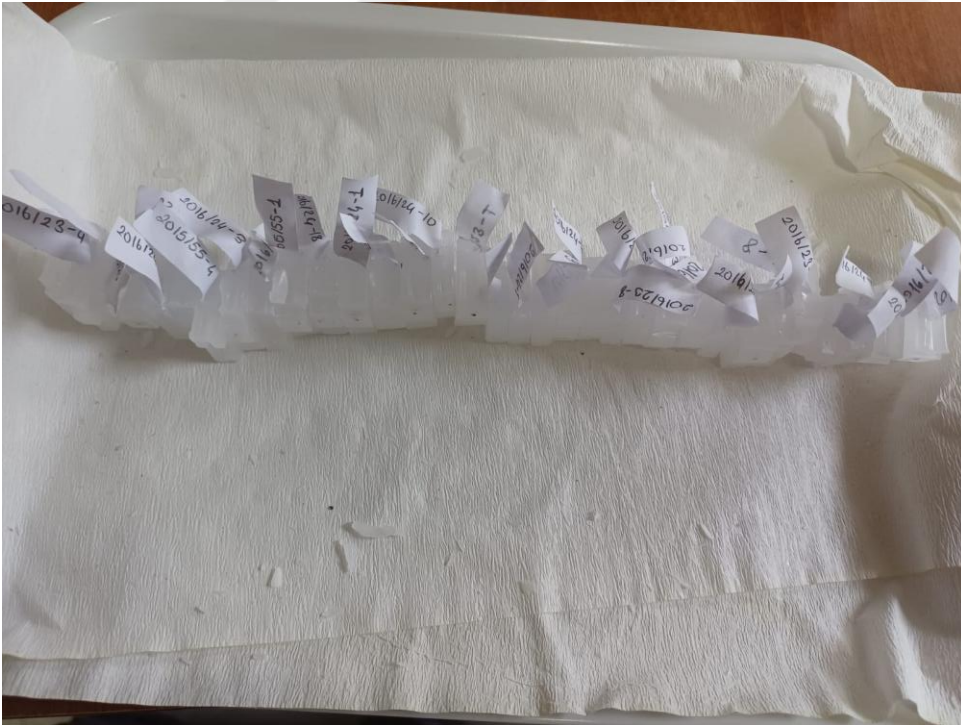
Şekil 4. Örnekten parmak (falanks) kemiğinin çıkarılması.

Alınan bu kemikler, önce %70 etanol içinde saklanarak sabitlenmiştir. Dokuların boyanmaya hazırlık sürecinde şekilde gösterilen sıra ile (Şekil 5), sabitlenen falankslar %5 nitrik asit çözeltisinde yaklaşık 1-2 saat süreyle demineralize edilmiştir. Demineralizasyon işlemi sonunda, örnekler akan musluk suyu altında bir gece boyunca iyice durularak asitten arındırılmıştır. Daha sonra, örnekler artan derecelerdeki alkol serisinden (70%, 80%, 95%, 100%) geçirilerek su içeriği uzaklaştırılmış ardından ksilende 1 saat bekletilmiştir. Dokular ksilen-parafin de bekletilerek parafine alıştırılmıştır. Saf parafine alınıp içindeki ksilen arındırılmıştır. Sonrasında doku gömme işlemi gerçekleştirilmiş ve parafin bloklar içine gömülerek mikrotomiye uygun hâle getirilmiştir (Şekil 6). Gömülen parafin bloklardan Leica marka rotary mikrotom yardımıyla 18 µm kalınlığında enine kesitler alınmıştır (McManus ve Mowry, 1964) .

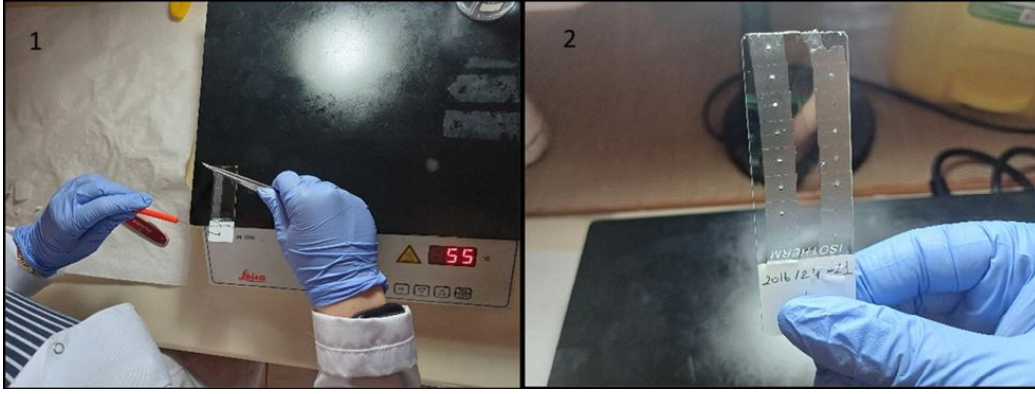
## Dokuların Boyamaya Hazır Hale Getirilmesi



Şekil 5. Histolojik preparasyon



Şekil 6. Parafin bloklara gömülmüş kemik örnekleri



Şekil 7. Kesilmiş dokuların lam üzerine yerleştirilmesi

Alınan bu kesitler, histolojik boyama için inceltirilmiş parafin banyosunda düzleştirilmiş ve lam üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 7). Boyama işleminde, yıllık büyüme çizgilerini (LAG) belirginleştirmek amacıyla Ehrlich'in hematoksilini kullanılmıştır.

### 3.4. LAG (Büyüme Çizgileri) Sayımı ve Yaş Tayini

Yaş tayini işlemleri, kemik dokusunda yıllık olarak oluşan ve metabolik aktivitenin yavaşladığı dönemlerde meydana gelen büyüme çizgileri (LAG) üzerine kuruludur. Bu çizgiler, ektotermik canlılarda mevsimsel değişimlerin etkisiyle oluşur ve her biri genellikle bir yıllık büyüme periyodunu temsil eder (Smirina, 1972; Castanet vd., 1993).

Hazırlanan histolojik kesitlerde, LAG çizgileri hematoksilin boyası ile koyu renkte görülür. Mikroskop altında yapılan incelemelerde her birey için birden fazla kesit değerlendirilmiş, sayım işlemi yalnızca LAG'lerin açık şekilde ayırt edilebildiği örnekler üzerinden yapılmıştır. Her bireyin yaşı, gözlemlenen LAG sayısına göre belirlenmiştir. Bazı bireylerde görülen dış salınımlar ya da yeniden emilim bölgeleri dikkatle yorumlanmış; içsel LAG kayıplarını en aza indirmek için epifiz bölgesine yakın, kompakt kemik dokusunu temsil eden kesitler esas alınmıştır (Francillon-Vieillot vd., 1990).

Ayrıca, bazı bireylerde aynı yıl içerisinde oluşmuş gibi görünen çift çizgiler tespit edilmiş, ancak bu yapılar genellikle mevsimsel stres kaynaklı geçici büyüme durmaları

sonucu oluştuğu için dikkatle değerlendirilmiştir (Castanet ve Smirina, 1990; Sinsch vd., 2007). Özellikle bazı amfibi turlerinde yaz uykusu (estivasyon) gibi metabolik durgunluk d6nemleri, yıl içinde ikinci bir b6y6me yavaşlamasına neden olabilmekte ve bu durum, kemik dokusunda birbirine çok yakın yerleşimli ift LAG yapılarının oluşmasına yol açabilmektedir (Carvalho vd., 2010; Gee vd., 2020). Bu t6r çizgiler arasında belirgin bir kemik matriksi bulunmadığından, yaş tahmininde tek bir yıllık b6y6me çizgisi olarak değerlendirilmiştir. 6te yandan, kemikte g6zlenen ilk çizginin bireyin geçirdiği metamorfoz s6recine karşılık geldiği ve bir takvim yılına denk d6şmediği kabul edilerek yaş hesaplamasına dâhil edilmemiştir (Smirina, 1972; Hemelaar, 1985). T6m bu değerlendirmeler sırasında, yaş tahmininin doğruluğunu artırmak amacıyla histolojik yapı, çizgilerin d6zenliliği ve LAG'ler arası mesafe gibi morfolojik kriterler birlikte g6z 6n6nde bulundurulmuştur.

Juvenil bireylerde kemik dokusunun hen6z tam olarak gelişmemiş olması nedeniyle LAG çizgileri çoğu zaman belirgin değildir. Bu nedenle LAG izgisi taşımayan bireyler yaş analizinde değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bu yaklaşım, hatalı yaş tahminlerinin 6n6ne geçmek adına literat6rde de 6nerilen bir uygulamadır (Castanet ve Smirina, 1990).

### 3.5. Veri Analizi Y6ntemleri

Bu çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi, bireylerin yaşları, cinsiyetleri ve baş-g6vde uzunluğu (B+G) 6l6mleri temelinde gerçekleştirilmiştir. Veriler Microsoft Excel 365 programında d6zenlendikten sonra R Studio (v4.3.1) istatistiksel analiz ortamında analiz edilmiştir. Yaş ile B+G arasındaki ilişkiyi test etmek amacıyla verilerin dağılım 6zelliklerine bağlı olarak Spearman sıra farkları korelasyon testi uygulanmıştır. Bu test, verilerin normal dağılmadığı varsayımı altında değişkenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmeye olanak sağlar. Spearman korelasyon katsayısı  $\rho$  (rho), sıralar arasındaki farklara dayalı olarak aşağıdaki form6l ile hesaplanmaktadır:

$$\rho (rho) = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Burada di , her bir gözlem çifti arasındaki sıra farkı, n ise gözlem sayısını ifade etmektedir. Cinsiyetler arası farkları değerlendirmek üzere önce "J" (juvenil) bireyler veri setinden çıkarılmış, yalnızca cinsiyeti belirli olan bireyler ("E" = erkek, "D" = dişi) analizlere dahil edilmiştir. Cinsiyet grupları arasında baş-gövde uzunluğu (B+G) ve yaş değişkenlerine göre farklılık olup olmadığını test etmek amacıyla Wilcoxon rank sum testi (Mann-Whitney U testi) kullanılmıştır. Bu parametrik olmayan test, örneklem sayısının düşük olduğu ve verilerin normal dağılmadığı durumlarda güvenilir sonuçlar sunmaktadır (Siegel ve Castellan, 1988).

Veri setlerinin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek için Shapiro-Wilk normal dağılım testi uygulanmıştır.  $p > 0.05$  değerleri, değişkenlerin normal dağılıma uygun olduğunu göstermektedir. Ancak örneklem büyüklüğü küçük olduğundan, parametrik testlerin yerine daha temkinli bir yaklaşım olarak non-parametrik testler tercih edilmiştir. Bunun yanı sıra çalışmada, her iki alt tür için bireylerin yaş ve baş-gövde uzunluğu (B+G) verileri kullanılarak Gompertz büyüme modeli de uygulanmıştır. Bu modelde bireyin boyu aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir:

$$L(t) = A \cdot e^{-e^{-k(t-t_i)}}$$

Kullanılan Gompertz büyüme modeli ise bireylerin büyüme hızını farklı bir matematiksel yapı içerisinde değerlendirmektedir. Bu modelde  $L(t)$ ,  $t$  yaşındaki bireyin baş-gövde uzunluğu (B+G) değerini belirtirken,  $A$  parametresi bireyin ulaşabileceği asimptotik boyu, yani maksimum erişilen boyu temsil eder. Modeldeki  $k$  büyüme oranını,  $t_i$  ise büyüme hızının en yüksek olduğu yaş aralığını, yani infleksiyon noktasını ifade etmektedir. Gompertz modeli, özellikle büyümenin erken yaşlarda hızlı, daha ileri yaşlarda ise yavaşladığı durumları başarıyla temsil edebilmesi açısından tercih edilmiştir.

Doğrusal olmayan regresyon analizlerinde (Gompertz büyüme modeli) minpack.lm paketine ait nlsLM() fonksiyonu kullanılmıştır. Bu fonksiyon, geleneksel nls() fonksiyonuna

kıyasla daha kararlı sonuçlar vermekte ve büyüme modellerinin parametre tahminlerini optimize etmektedir. Analizlerin görselleştirilmesinde ggplot2 (Wickham, 2016) paketi ile dağılım grafikleri hazırlanmıştır. Bu grafiklerde yaş-B+G ilişkisi ve cinsiyete bağlı dağılımlar hem eğilim çizgileri hem de ham veriler üzerinden sunulmuştur. Ayrıca, her iki büyüme modelinin eğrileri yaş ekseninde karşılaştırmalı olarak görselleştirilmiştir.



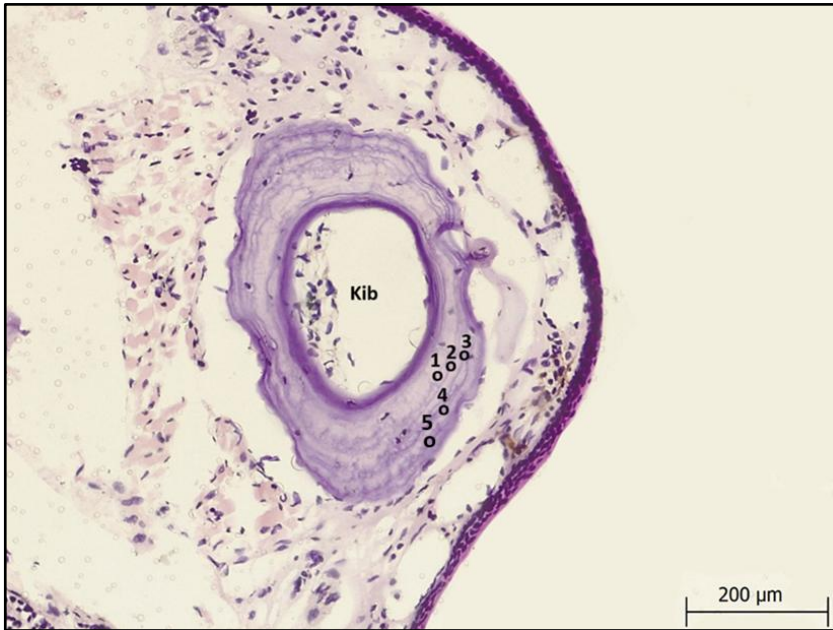
## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA BULGULARI

#### 4.1. İskelet kronolojisi

Bu çalışmada incelenen toplam 45 bireyden 15'i *L. atifi atifi*, 30'u ise *L. atifi bayrami* alt türüne aittir. Örneklerin yaş tayini, falanks kemik dokularında belirlenen yıllık büyüme çizgileri (LAG'ler) sayılarak yapılmıştır. Elde edilen yaş verileri, *L. atifi atifi* bireyelerinin en az 2, en fazla 8 yaşında olduğunu göstermiştir (Şekil 8-9). Bu alt türde yaş aralığı 2-8 yıl arasında değişmekte olup en yaygın yaş değeri 2'dir. *L. atifi atifi* grubundaki bireyelerin başgövde uzunluğu (B+G) ortalaması 65,68 mm, standart sapması 15,13 mm ve standart hatası 3,91 mm olarak hesaplanmıştır.

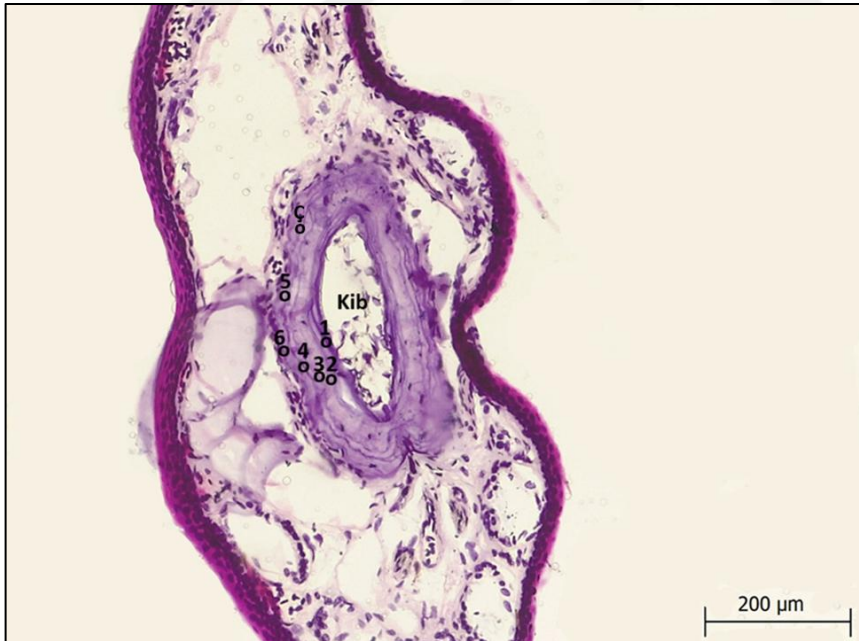
*L. atifi bayrami* örneklerinde ise yaşlar 3-8 arasında dağılım göstermektedir (Şekil 10-12). Bu alt türde 6 yaşındaki bireyeler sayıca fazladır. B+G değerlerinin ortalaması 74,38 mm, standart sapması 7,51 mm ve standart hatası 1,53 mm olarak bulunmuştur.



Şekil 8. Beş yaşındaki *Lyciasalamandra atifi atifi* örneğine ait falanks enine kesiti (Kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG).



Şekil 9. Altı yaşındaki *Lyciasalamandra atifi atifi* örneğine ait falanks enine kesiti (kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG).



Şekil 10. Altı yaşındaki *Lyciasalamandra atifi bayrami* örneğine ait falanks enine kesiti (kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG, Ç:Çift LAG).



Şekil 11. Yedi yaşındaki *Lyciasalamandra atifi bayrami* örneğine ait falanks enine kesiti (kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG).

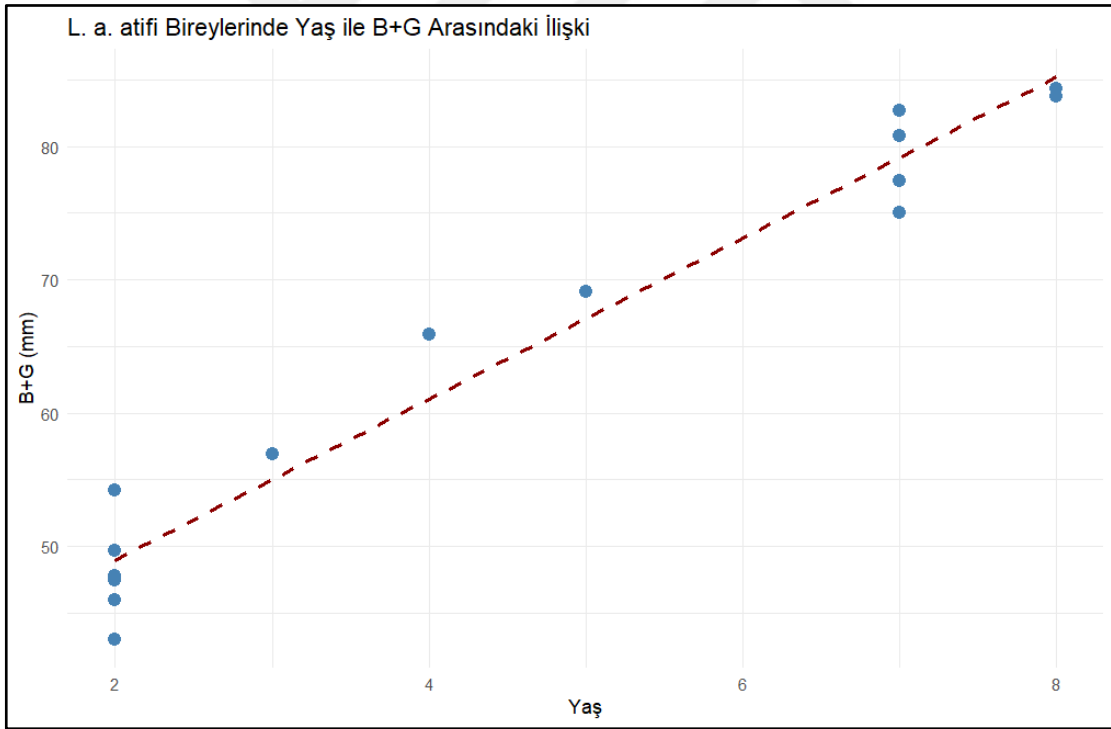


Şekil 12. Sekiz yaşındaki *Lyciasalamandra atifi bayrami* örneğine ait falanj enine kesiti (kib: kemik iliği boşluğu, o: LAG, Ç:Çift LAG).

## 4.2. Yaş ile Baş-Gövde Uzunluğu (B+G) Arasındaki İlişki

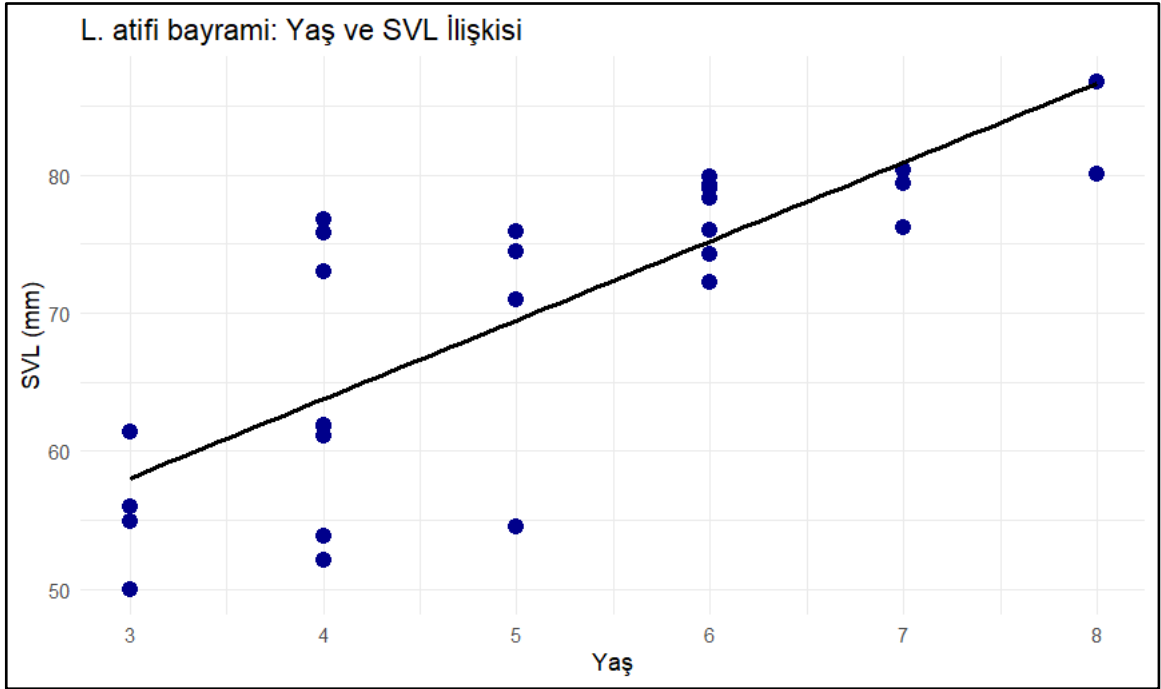
*L. atifi atifi* ve *L. atifi bayrami* alt türlerine ait bireylerde yaş (Yaş) ile B+G (baş-gövde uzunluğu) arasındaki ilişki, Gompertz büyüme modeli ve Spearman korelasyon testi ile incelenmiştir. Her iki türde de sadece ergin bireyler (J harici) değerlendirilmeye alınmıştır.

*L. atifi atifi* alt türüne ait bireylerde yaş ile baş-gövde uzunluğu (B+G) arasındaki ilişki, Spearman sıralama korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir (tablo 3). Analiz sonucunda Spearman korelasyon katsayısı  $\rho(\text{rho}) = 0.958$  olarak bulunmuş, bu ilişkinin istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.001$ ). Bu bulgular, yaş ilerledikçe bireylerin baş-gövde uzunluğunda anlamlı ve güçlü bir artış yaşandığını göstermektedir. (Şekil 13).



Şekil 13. *Lyciasalamandra atifi atifi* örneklerinde yaş dağılımı ve B+G uzunlukları

Spearman korelasyon katsayısı ( $p < 0,001$ ) olup, yaş ile B+G arasında güçlü ve pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 14).

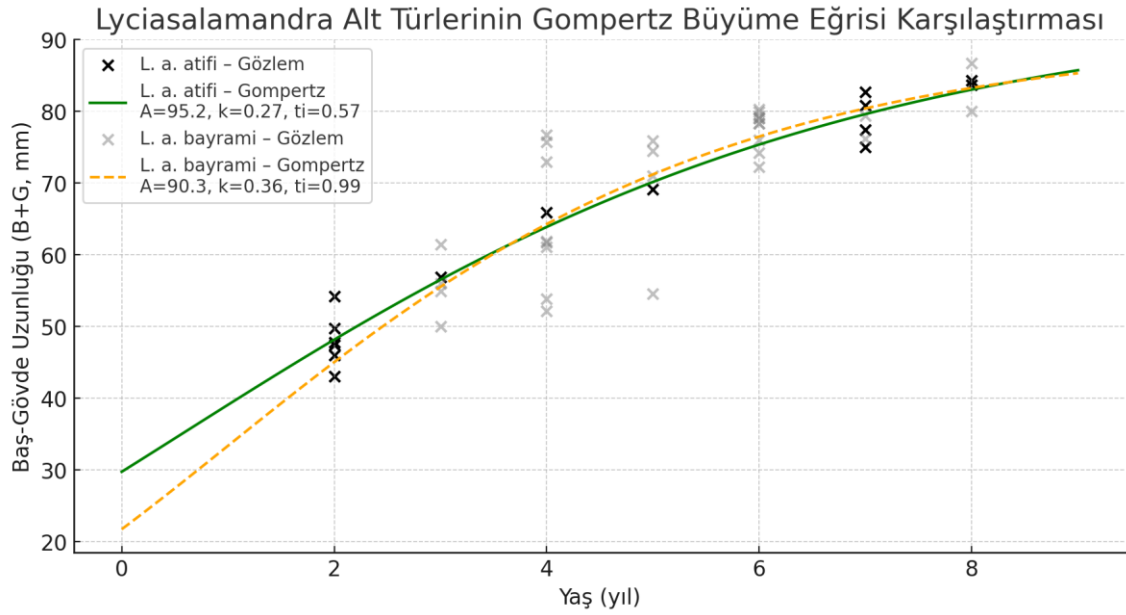


Şekil 14. *Lyciasalamandra atifi bayrami* örneklerinde yaş dağılımı ve B+G (SVL) uzunlukları

Tablo 2

*Lyciasalamandra atifi atifi* ve *Lyciasalamandra atifi bayrami* alt türlerine ait bireylerde yaş ile baş-gövde uzunluğu (B+G) arasındaki Spearman korelasyon katsayıları.

Alt Tür	Spearman $\rho$ (rho)	p-değeri
<i>L. a. atifi</i>	0.95	< 0.001
<i>L. a. bayrami</i>	0.83	< 0.001



Şekil 15. *Lyciasalamandra atifi atifi* (yeşil eğri) ve *Lyciasalamandra atifi bayrami* (sarı eğri) alt türleri için gompertz büyüme eğrisi karşılaştırması

Her iki alt türe ait bireylerin yaş ve baş-gövde uzunluğu (B+G) verileri kullanılarak Gompertz büyüme modelleri oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre *L. a. atifi* alt türü için tahmin edilen asimptotik boy (A) 95,21 mm, büyüme oranı (k) 0,27 ve büyümenin en hızlı olduğu infleksiyon yaşı (ti) 0,57 yıl olarak hesaplanmıştır. *L. a. bayrami* alt türü için ise A = 90,53 mm, k = 0,35 ve ti = 0,94 yıl bulunmuştur. Elde edilen bu değerler, *L. a. atifi* bireylerinin büyüme sürecine daha erken yaşta başladığını ve asimptotik boya daha erken ulaştığını göstermektedir. Buna karşılık, *L. a. bayrami* bireylerinde büyümenin daha geç başladığı ve infleksiyon noktasının daha ileri yaşta gerçekleştiği anlaşılmaktadır (Şekil 15).

### 4.3. Cinsiyetlere Göre B+G Dağılımı

Cinsiyetler arası baş-gövde uzunluğu (B+G) farklarını incelemek üzere yapılan analizler, her iki alt türde de istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermiştir. *L. atifi atifi* alt türünde erkek bireylerin B+G değerleri, dişi bireylere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksektir (Wilcoxon rank sum testi,  $W = 5$ ,  $p < 0.05$ ). Benzer şekilde, *L. atifi bayrami alt* türünde de anlamlı bir farklılık saptanmış ( $W = 29$ ,  $p < 0.05$ ) ve erkek bireylerin ortalama B+G değerleri dişi bireylere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu analizleri

desteklemek amacıyla, cinsiyet bazında B+G değerlerinin ortalama, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4’te sunulmuştur. Morfolojik karşılaştırmalar yapılması için bireylerde baş genişliği (HW) ve baş uzunluğu (HL) ölçümleri elde edildi.

Tablo 3

*Lyciasalamandra atifi atifi* ve *Lyciasalamandra atifi bayrami* alt türlerine ait bireylerde cinsiyete göre baş-gövde uzunluğu (B+G) dağılımı.( “n” birey sayısı), baş genişliği (HW), baş uzunluğu (HL).

Alt Tür	Cinsiyet	n	Ortalama B+G (mm)	Min (mm)	Max (mm)	HW (mm)	HL (mm)
<i>L. a. atifi</i>	Erkek	6	77,14	47,43	84,35	12,40	16,07
	Dişi	5	58,68	45,96	65,89	10,31	13,16
	Juvenil	4	49,51	43,00	54,22	9,32	11,98
<i>L. a. bayrami</i>	Erkek	16	75,68	61,88	80,32	11,98	15,32
	Dişi	7	75,40	54,51	86,77	11,44	14,88
	Juvenil	7	55,26	50,02	61,40	9,66	12,48

### 4.3. Tartışma

Çalışma dahilinde *L. atifi bayrami* alt türüne ait bireylerin büyük çoğunluğu Dim Mağarası lokalitesinden elde edilmiş ve bu bireylerin histolojik kesitlerinde bazı örneklerde çift LAG yapılarının varlığı tespit edilmiştir. Çift LAG oluşumu, yıl içerisinde büyümenin iki kez duraksamasına neden olabilecek çevresel stres faktörlerine işaret etmektedir. Dim Mağarası çevresi, yüksek nem, düşük ışık penetrasyonu ve sıcaklık değişimlerinin sınırlı olması gibi mikroklimatik özellikler taşımasına rağmen, mevsimsel kuraklık, yer altı hava akımları ya da besin kıtlığı gibi habitat içi stres kaynakları metabolik faaliyetlerde

dalgalanmalara yol açabilir. Bu bağlamda, mağara gibi nispeten stabil kabul edilen mikrohabitatların bile, *Lyciasalamandra* bireylerinde fizyolojik düzeyde büyüme ritmini etkileyebilecek geçici çevresel baskılar yaratabileceği düşünülmektedir (Carvalho vd., 2010; Sinsch, 2015).

Bu çalışmada kullanılan iskelet kronolojisi yöntemi, Castanet ve Smirina (1990) tarafından geliştirilen protokole uygun şekilde uygulanmış ve histolojik kesitlerde belirgin LAG çizgileri gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, juvenil bireylerde LAG çizgilerinin çoğunlukla belirsiz olması nedeniyle yaş tayini yapılamamıştır. Bu durum, genç bireylerde kemik dokusunun henüz tam olarak gelişmemesi ve LAG çizgilerinin oluşumunun tamamlanmamış olmasından kaynaklanabilir (Sagor vd., 1998: 469).

*Lyciasalamandra* türlerinde endosteal resorpsiyonun özellikle yaşlı bireylerde ilk LAG çizgilerinde kısmi kayıplara yol açtığı daha önce Sinsch ve arkadaşları (2017) tarafından da bildirilmiştir. Ancak aynı çalışmada, bireylerin yaş tahmininin genel doğruluğu bu resorpsiyonun etkisinden büyük ölçüde korunmuştur. Bu bağlamda, mevcut tez çalışmasında da bireylerin kemik dokularında ilk LAG çizgisinin belirginliğine dikkat edilmiş; resorpsiyonun yaş belirlemedeki etkisini minimize etmeye yönelik özenli bir analiz süreci uygulanmıştır. Bununla birlikte, özellikle daha yaşlı bireylerde ilk birkaç LAG çizgisinin silinmiş olabileceği ihtimali, yaş tahminlerinde bir yıllık eksikliklere neden olabileceğinden, bu durum yorumlarda dikkate alınmıştır.

Cinsiyetler arası B+G analizinde her iki alt türde de erkek bireylerin dişilere göre daha uzun olduğu belirlenmiştir. Özellikle *L. atifi atifi* alt türünde bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durum, cinsel dimorfizmin tür içinde morfolojik olarak ifade edildiğini ve erkek bireylerde kloakal şişkinlik gibi üreme yapılarının yanı sıra genel vücut uzunluğunun da farklılık gösterebileceğini düşündürmektedir. Benzer sonuçlar, Sinsch ve arkadaşlarının (2017) çalışmasında da *Lyciasalamandra* türleri için bildirilmiştir. Öte yandan, cinsiyetlere göre yaş farkının anlamlı bulunmaması, cinsel olgunluk yaşı ve büyüme oranlarının iki cinsiyette benzer seyrettiğini göstermektedir.

Bunun yanı sıra iki alt tür de ki en yaygın yaş olan 7 seçilerek, dişi ve erkek bireylerde baş genişliği (HW) ve baş uzunluğu (HL) ölçümleri elde edildi. Elde edilen veriler tablo 2 de görülmektedir. Veriler sonucu *L. atifi atifi* örneklerinde genel kafa boyutunun (HW ile HL) erkek bireylerde dişilerden daha büyük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. *L. atifi bayrami* örneklerinde ise genel kafa boyutu (HW ile HL) dişi bireylerde erkeklerden daha büyük olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4

*Lyciasalamandra atifi atifi* ve *Lyciasalamandra atifi bayrami* alt türlerine ait 7 yaş bireylerde baş genişliği (HW) ve baş uzunluğu (HL) ölçümleri.

Yaş	Tür	Cinsiyet	HW	HL
7	<i>L. a. atifi</i>	Dişi	10,77	13,85
		Erkek	12,8	17,06
7	<i>L. a. bayrami</i>	Dişi	12,9	18,08
		Erkek	12,25	14,93

Tablo 5 de, her iki alt türün temel yaşam özelliklerini karşılaştırmalı olarak sunmakta ve bu türlerin büyüme stratejileri bakımından benzer biyolojik özellikler taşıdığını göstermektedir:

Tablo 5

*Lyciasalamandra atifi atifi* ve *Lyciasalamandra atifi bayrami* alt türlerinin yaşam özelliklerinin Sinsch vd. (2017) çalışması ile karşılaştırılması.

Özellik	<i>L. a. atifi</i> (bu çalışma)	<i>L. a. bayrami</i> (bu çalışma)	<i>L. atifi</i> (Sinsch et al., 2017)
Örneklem Sayısı (n)	15	30	50+
B+G Aralığı (mm)	43,0 – 84,4	50,0 – 86,8	48 – 90
Ortalama B+G (mm)	66,5	71,6	~70–75
Yaş Aralığı (yıl)	2 – 8	3 – 8	2 – 11
Ortalama Yaş (yıl)	4,8	5,6	~5,5
Matürite Yaşı	2 – 3	2 – 3	2 – 3
Spearman $\rho$ (Yaş– B+G)	0.95	0.83	~0.60

Bu karşılaştırmalı veriler, *Lyciasalamandra* türleri arasında benzer büyüme ve yaşam stratejilerinin bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca elde edilen bulgular, yeraltı yaşam tarzının büyüme örüntülerini türler arasında benzerleştirerek çevresel faktörlerin etkisini baskılayabileceğini düşündürdüren önceki çalışmaları destekler niteliktedir.

Gompertz büyüme eğrilerinin karşılaştırılması, *L. a. atifi* ve *L. a. bayrami* alt türleri arasında belirgin büyüme stratejileri farkları olduğunu ortaya koymaktadır. *L. a. atifi* bireylerinin büyüme eğrisinde erken infleksiyon noktasına ( $t_i \approx 0,57$ ) ulaşması, bu alt türün erken yaşlarda daha hızlı bir büyüme gösterdiğini düşündürmektedir. Bu durum, bireylerin çevresel baskılar altında daha erken gelişim göstermesiyle ilişkilendirilebilir. Öte yandan *L.*

*a. bayrami* bireylerinde büyümenin daha geç başlaması ve infleksiyon noktasının daha ileri yaşta gerçekleşmesi ( $t_i \approx 0,94$ ), büyümenin daha uzun süreye yayılmış olabileceğini ve bireylerin daha geç olgunlaştığını gösterebilir. Bu farklar, alt türlerin yaşadığı habitat koşulları, iklimsel değişkenlikler ile ilişkili olabilir. Ekolojik farklılıklar büyüme modellerini dolaylı yoldan etkilemekte ve evrimsel uyum süreçlerine ışık tutmaktadır.



## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, 2015 ve 2016 yıllarında Antalya'nın farklı lokalitelerinden toplanan *L. atifi atifi* ve *L. atifi bayrami* alt türlerine ait bireylerin yaş, baş-gövde uzunluğu (B+G) ve cinsiyete dayalı morfolojik verileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, her iki alt türde de yaş ile B+G arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, bireylerin yaş ilerledikçe vücut boyutlarında düzenli bir artış sergilediğini ve büyüme örüntüsünün yaşla paralel şekilde ilerlediğini ortaya koymaktadır. Özellikle *L. a. bayrami alt* türünde bu ilişki daha güçlüdür ve yaşa bağlı büyümenin daha belirgin olduğunu göstermektedir.

Cinsiyetler arasında yapılan karşılaştırmalarda ise her iki alt türde de erkek bireylerin ortalama B+G değerleri dişi bireylerden daha yüksek bulunmuş, ancak yaş değişkeni açısından cinsiyetler arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu durum, yaş yapısının cinsiyete bağlı olarak belirgin bir farklılık göstermediğini, ancak erkek bireylerde vücut boyutlarının daha büyük olabileceğini düşündürmektedir. Söz konusu farklılık, cinsel dimorfizm kapsamında tür içi morfolojik varyasyonun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Elde edilen sonuçlarda yaş aralıklarının *L. a. atifi* bireylerinde 2-8 yıl, *L. a. bayrami* bireylerinde ise 3-8 yıl arasında değiştiğini göstermiştir. Yaş dağılımı açısından her iki alt tür benzer örüntüler sergilemekle birlikte, *L. a. bayrami* bireylerinde Dim Mağarası kökenli örneklerde gözlenen çift LAG oluşumları, mikrohabitat koşullarının büyüme dinamikleri üzerindeki etkisine dikkat çekmektedir. Çift LAG'lerin, geçici çevresel stres faktörleriyle ilişkili olarak aynı yıl içerisinde meydana gelmiş olabileceği düşünülmüş ve bu yapılar yaş hesaplamasında tek bir yıllık büyüme evresi olarak değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışması, hem *Lyciasalamandra atifi* alt türlerinin yaş yapısına ilişkin ilk kapsamlı verileri sunması hem de iskelet kronolojisi yönteminin tür üzerinde uygulanabilirliğini ortaya koyması açısından literatüre özgün katkılar sağlamaktadır. Ayrıca,

büyüme çizgilerinin yorumlanmasında mağara habitatlarının etkilerinin de göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmış ve ileriye dönük çalışmalar için yeni araştırma soruları ortaya konmuştur. Elde edilen veriler, türlerin yaşam öyküsü stratejilerinin anlaşılması ve koruma planlamalarının oluşturulması açısından temel bir referans niteliği taşımaktadır. Gelecekte daha geniş örneklem grupları ve farklı lokalitelerden elde edilecek verilerle desteklenecek çalışmalar, *Lyciasalamandra* türlerinin biyolojisini daha kapsamlı biçimde ortaya koyacaktır. Bu sonuçlar, türlerin ekolojik gereksinimlerinin anlaşılması ve koruma planlarının oluşturulması açısından da önem arz etmektedir.



## KAYNAKÇA

- Altunışık, A., Tatlı, H. H., Yıldız, M. Z., and Aydoğdu, M. (2024, May). Spatiotemporal variation in the ingestion of microplastics in aquatic and terrestrial salamanders endemic to Türkiye. *Ecological Indicators*, 157, 110000. 10.1016/j.ecolind.2024.112669
- Altunışık, A., Ergül Kalayci, T., Gül, Ç., Özdemir, N., Tosunoğlu, M. (2014) "A skeletochronological study of the smooth newt *Lissotriton vulgaris* (Amphibia: Urodela) from an island and a mainland population in Turkey". *Italian Journal of Zoology*, 81(3), 381–388.
- Biek, R., Funk, W. C., Maxell, B. A., Mills, L. S. (2002) "What Is Missing in Amphibian Decline Research: Insights from Ecological Sensitivity Analysis". *Investigación sobre la Disminución de Anfíbios: Comprensión del Análisis de Sensibilidad Ecológica*. *Conservation Biology*, 16(3), 728–734.
- Bülbül, U., Özkan, H., Zaman, E., Güngör, Y., and Koç-Gür, H. (2024). Northernmost Locality Record of the Endemic and Endangered Species, *Lyciasalamandra atifi* (Başoğlu, 1967)(Amphibia: Salamandridae) from Türkiye. *Biology Bulletin*, 51(Suppl 1), S160-S165.
- Brum, A. J. C., Loebens, L., Dos Santos, M. B., and Cechin, S. Z. (2019, August). First record of growth rings for 11 native subtropical anuran species of South America. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 91(3), e20180698.
- Carvalho, J. E., Navas, C. A., and Pereira, I. C. (2009). Energy and water in aestivating amphibians. *Aestivation: molecular and physiological aspects*, 141-169.
- Castanet, J., Croci, S., Aujard, F., Perret, M., Cubo, J., De Margerie, E. (2004) "Erratum: Lines of arrested growth in bone and age estimation in a small primate (*Journal of Zoology* (May 2004) 263:1 (31-39)". *Journal of Zoology*.
- Castanet, J., Francillon-Vieillot, H., Meunier, F. J., and de Ricqlès, A. (1993, February). Bone and individual aging. *Bone*, 7(1), 245–283.
- DeFaveri, J., Shikano, T., Merilä, J. (2014) "Geographic Variation in Age Structure and Longevity in the Nine-Spined Stickleback (*Pungitius pungitius*)". *PLOS ONE*, 9(7),

e102660.

- Francillon-Vieillot, H., Arntzen, J. W., and Géraudie, J. (1990). Age, growth and longevity of sympatric *Triturus cristatus*, *T. marmoratus* and their hybrids (Amphibia, Urodela): A skeletochronological comparison. *Journal of Zoology*, 220, 141–154.
- Gee, B. M., Haridy, Y., and Reisz, R. R. (2020). Histological skeletochronology indicates developmental plasticity in the early Permian stem lissamphibian *Doleserpeton annectens*. *Ecology and Evolution*, 10(4), 2153-2169.
- Gül, S., Dursun, C., Tabak, C., Büyüksöfuoğlu, S., and Özdemir, N. (2024). Age structure, body size, and sexual dimorphism in a high-altitude population of *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771). *Animals*, 14(22), 3230. <https://doi.org/10.3390/ani14223230>
- Hemelaar, A. (1985). An improved method to estimate the number of year rings resorbed in phalanges of *Bufo bufo* (L.) and its application to populations from different latitudes and altitudes. *Amphibia-Reptilia*, 6(4), 323-341.
- J., and Smirina, E. M. (1990). Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles. *Annales des Sciences Naturelles – Zoologie et Biologie Animale*, 11(1), 191–196.
- Mezzasalma, M., Dall’Asta, A., Laghetti, D., and Guarino, F. M. (2021, February). Karyological characterization and molecular phylogeny of *Lyciasalamandra*. *Chromosome Research*, 29(1), 23–31.
- Middleton, J., Green, D. M. (2015) "Adult Age-Structure Variability in an Amphibian in Relation to Population Decline". *Herpetologica*, 71(3), 190–195.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., and Kent, J. (2000, February). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.
- Najbar, A., Konowalik, A., Halupka, K., Najbar, B., Ogielska, M. (2020). "Body size and life history traits of the fire salamander *Salamandra salamandra* from Poland". *Amphibia-Reptilia*, 41(1), 63–74.
- Oğuz, M. A., Karış, M., Göçmen, B., Veith, M., and Godmann, O. (2018, October). An additional population of *Lyciasalamandra atifi veithi* (Urodela: Salamandridae) from

- Ürünlü village (Ibradı district, Antalya, Turkey). *Biharean Biologist*, 12(2), 118–120. Castanet,
- Özyılmaz, Y., Başkale, E. 2021. "Age determination and growth parameters of *triturus anatolicus* (Caudata: Salamandridae)". *Nature Conservation Research*, 6(3).
- Read, F. L., Hohn, A. A., Lockyer, C. H. 2018. "A review of age estimation methods in marine mammals with special reference to monodontids". NAMMCO Scientific Publications, 10.
- Sagor, E. S., Ouellet, M., Barten, E., and Green, D. M. (1998). Skeletochronology and geographic variation in age structure in the wood frog, *Rana sylvatica*. *Journal of Herpetology*, 469-474.
- Sinsch, U., Böcking, H., Leskovar, C., Öz, M., and Veith, M. (2017). Demography and lifetime growth patterns in viviparous salamanders (genus *Lyciasalamandra*): Living underground attenuates interspecific variation. *Zoologischer Anzeiger*, 269, 48-56.
- Tomaszewicz, C. N. T., Avens, L., Seminoff, J. A., Limpus, C. J., FitzSimmons, N. N., Guinea, M. L., ... Tucker, A. D. 2022. "Age-specific growth and maturity estimates for the flatback sea turtle (*Natator depressus*) by skeletochronology". *PLoS ONE*, 17(7 July).
- Veith, M., Göçmen, B., Sotiropoulos, K., Eleftherakos, K., Lötters, S., Godmann, O., Karış, M., Oğuz, A., and Ehl, S. (2020, January). Phylogeographic analyses point to long-term survival on the spot in micro endemic Lycian salamanders. *PLoS ONE*, 15(1), e0226326. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226326>
- Veith, M., Mayer, C., Samraoui, B., Barroso, D., and Bogaerts, S. (2008, February). Rapid microevolution and species formation in Mediterranean salamanders. *Biological Journal of the Linnean Society*, 95(2), 359–370.
- Veith, M., Schmidtler, J. F., Kosuch, J., and Baran, İ. (2001, January). The conservation status of *Lyciasalamandra* (Amphibia: Salamandridae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 74(1), 35–45.
- Weisrock, D. W., Macey, J. R., Ugurtas, İ. H., Larson, A., and Papenfuss, T. J. (2001, December). Molecular phylogenetics and historical biogeography among salamandrids of the “true” salamander clade: rapid branching of numerous highly

divergent lineages in *Mertensiella luschani* associated with the rise of Anatolia. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 18(3), 434–448.

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer.

Yamasaki, H., Taguchi, Y., Minami, S., Kuwabara, K., Shimizu, N. (2017). "Age determination by skeletochronology of the Japanese giant salamander *Andrias japonicus* (Amphibia, Urodela)". *Bulletin of the Hiroshima University Museum*, 9.

Yıldırımhan, H. S., Yavuz, M., Öz, M., and Bursey, C. R. (2012). Nematode parasites of *Lyciasalamandra atifi* and *L. fazilae* (Caudata: Salamandridae) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 36(2), 231–238.

Yıldız, M. Z., and Akman, B. (2015). A new subspecies of Atif's Lycian Salamander *Lyciasalamandra atifi* (Başoğlu, 1967), from Alanya (Antalya, Turkey). *Herpetozoa*, 28(1/2), 3-13.

Zivari, S., Gholi Kami, H. 2017. "Skeletochronological assessment of age in the Persian mountain salamander, *Paradactylodon gorganensis* (Clergue-Gazeau and Thorn, 1979) (Caudata: Hynobiidae) from Golestan Province, Iran". *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 15(1), 75–84.

McManus, J. F. A., and Mowry, R. W. (1964, May). *Staining Methods Histologic and Histochemical* (1st ed.). A Hoeber International Reprint.

Başoğlu, M. (1967, March). On a third form of *Mertensiella luschani* (Steindachner). *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İlmî Raporlar Serisi*, 44, 3–11.

Smirina, E. M. (1972, October). Annual layers in bones of *Rana temporaria*. *Zoologicheskii Zhurnal*, 51, 1529–1534.

Siegel, S., and Castellan, N. J. (1988, April). *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences* (2nd ed.).

Halliday, T. R., and Verrell, P. A. (1988, September). Body size and age in amphibians and reptiles. *Journal of Herpetology*, 22(3), 253–265.

Castanet, J., and Smirina, E. M. (1990, January). Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles. *Annales des Sciences Naturelles – Zoologie et Biologie Animale*, 11(1), 191–196.

- Veith, M., and Steinfartz, S. (2004, March). When non-monophyly results in taxonomic consequences: The case of *Mertensiella* within the salamandrid genus *Lyciasalamandra*. *Salamandra*, 40(1), 67–80.
- Akman, B., Yalçinkaya, D., Karış, M., and Göçmen, B. (2011, July). Range extension of *Lyciasalamandra atifi* (Başoğlu, 1967) (Amphibia: Urodela: Salamandridae). *North-Western Journal of Zoology*, 7(2), 343–347.
- Göçmen, B., Çiçek, K., Mermer, A., and Akman, B. (2013, April). Notes on the reproduction of *Lyciasalamandra atifi* (Başoğlu, 1967) (Amphibia: Salamandridae) from Cebireis Mountain (Antalya, Turkey). *Herpetozoa*, 26(1/2), 61–64.
- McGraw-Hill. Sinsch, U. (2015, January). Review: Skeletochronological assessment of demographic life history traits in amphibians. *Herpetological Journal*, 25, 5–13.
- Tok, C. V., Afşar, M., and Yakın, B. Y. (2016, March). A new subspecies, *Lyciasalamandra atifi oezi* n. ssp. (Urodela: Salamandridae) from Gazipaşa (Antalya, Turkey). *Ecologica Montenegrina*, 9, 38–45.
- Veith, M., Göçmen, B., and Öz, M. (2016, September). Seven at one blow: the origin of major lineages of the viviparous Lycian salamanders (*Lyciasalamandra Veith* and Steinfartz, 2004) was triggered by a single paleo-historic event, 37(4), 373-387.
- Oğuz, M. A., Göçmen, B., and Yalçinkaya, D. (2016, November). Comparison of *Lyciasalamandra atifi* (Başoğlu, 1967)(Urodela: Salamandridae) populations with description of three new subspecies from Antalya province. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 7(2), 61–113.
- Wang, Z., and Zhang, Y. (2022, August). Global gaps in age data based on skeletochronology for amphibians. *Integrative Zoology*, 17(4), 456–468. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12584>
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. (2023, January). *Lyciasalamandra atifi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2023: e.T59460A107386968.

