

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORCID : - - -

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :
ORCID : - - -

Trabzon

ÖNSÖZ

“*Mertensiella caucasica* (Urodela: Salamandridae) Populasyonlarında Yaş Tayini ve Bazı Büyüme Parametrelerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçimi, gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında her zaman bilgi ve deneyimleriyle her konuda bana yol gösteren saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Bilal KUTRUP’a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Canlılarda yaş tayini konusunda bilgi ve deneyimlerini esirgmeden benimle paylaşan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR ve Prof. Dr. Ufuk BÜLBÜL’e, arazi çalışmaları esnasındaki desteklerinden dolayı Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERATA ve Murat BAL’a, yaş çalışmalarındaki yardımlarından ötürü Doç. Dr. Abdullah ALTUNIŞIK’a, verilerin değerlendirilmesi ve tezimin en zorlu zamanı olan yazım süresince yardımlarını ve nezaketini esirgemeyen çok değerli arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÇOLAK TOKA ve ailesi’ne, her zaman bana destek olan çok sevgili dostlarım Doç. Dr. Hacer MURATOĞLU, Prof. Dr. Melahat ÖZCAN, Dr. Öğr. Üyesi Nejla CEBECİ ve Dr. Nihal KUTLU ÇALIŞKAN’a ve tezi yazmam konusunda beni cesaretlendiren ve sonsuz destekleyen değerli hocam Doç. Dr. Ömer ERTÜRK’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve sabırla her zaman yanımda olan canım annem Gülsüm ÇAKIR, babam Alahittin ÇAKIR ve kardeşlerime teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Emel ÇAKIR

Trabzon 2023

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “*Mertensiella caucasica* (Urodela: Salamandridae) Populasyonlarında Yaş Tayini ve Bazı Büyüme Parametrelerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Bilal KUTRUP'un sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, deneyleri ve analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, 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. 09/02/2023

Emel ÇAKIR

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amfibilerde Yaş Tayini.....	4
1.2.1. İskelet Kronolojisi Yöntemi	5
1.2.2. Yaş Tayininde Karşılaşılan Sorunlar.....	7
1.2.2.1. Doğum ve Metamorfozun Durgunluk Çizgileri (Kastschenko Çizgisi).....	7
1.2.2.2. Endosteal Resorpsiyon	8
1.2.2.3. İkincil Durgunluk Çizgileri	8
1.2.2.4. Büyüme Çizgilerinin Belirginliği.....	9
1.2.2.5. Yaş Halkaları Arası Mesafe	9
1.2.2.6. Periferik LAG' ler	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	10
2.1. Materyal.....	10
2.1.1. Türün Sistematikteki Yeri	10
2.1.2. Türün Kısa Tanıtımı	10
2.1.3. Türün Coğrafik Dağılışı	12
2.2. Yöntem	13
2.2.1. Çalışma Alanları	13
2.2.2. Çalışma Alanlarının Tanıtımı.....	13
2.2.2.1. Şalpazarı / Trabzon.....	13

2.2.2.2.	Zigana / Gümüşhane.....	15
2.2.2.3.	Hayrat / Trabzon.....	17
2.2.3.	Örneklerin Toplanması.....	18
2.2.4.	Morfometrik Ölçümler	19
2.2.5.	Su Analizlerinin Yapılması	20
2.2.6.	İskelet Kronolojisi Yöntemi	20
2.2.6.1.	Parmak Örneklerinin Yaş Analizi için Hazırlanması.....	21
2.2.6.2.	Kesitlerin Alınması	21
2.2.6.3.	Kesitlerin Boyanması	21
2.2.6.4.	Yaş Halkalarının Sayılması	22
2.2.7.	İstatistiksel Analizlerin Yapılması	22
3.	BULGULAR	24
3.1.	Şalpazarı (Trabzon) Populasyonu	24
3.1.1.	Morfometrik Ölçümler	24
3.1.2.	İskelet Kronolojisi	26
3.1.3.	Yaş - Büyüklük - Ağırlık İlişkisi.....	29
3.1.4.	Su Analizleri.....	33
3.2.	Zigana (Gümüşhane) Populasyonu	34
3.2.1.	Morfometrik Ölçümler	34
3.2.2.	İskelet Kronolojisi	36
3.1.3.	Yaş - Büyüklük - Ağırlık İlişkisi.....	38
3.2.4.	Su Analizleri.....	42
3.3.	Hayrat (Trabzon) Populasyonu	43
3.3.1.	Morfometrik Ölçümler	43
3.3.2.	İskelet Kronolojisi	45
3.3.3.	Yaş - Büyüklük - Ağırlık İlişkisi.....	49
3.3.4.	Su Analizleri.....	53
3.4.	Populasyonlar Arası Karşılaştırmalar.....	54
3.4.1.	Morfometrik Ölçümler	54
3.4.2.	İskelet Kronolojisi	58
3.4.3.	Yaş-Büyüklük-Ağırlık İlişkisi.....	60
3.4.3.1.	Dişi Bireylerde Yaş-Büyüklük-Ağırlık İlişkisi	61
3.4.3.2.	Erkek Bireylerde Yaş-Büyüklük-Ağırlık İlişkisi	63

3.4.4.	Su Analizleri	65
4.	TARTIŞMA.....	68
5.	SONUÇLAR	77
6.	ÖNERİLER	79
7.	KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ		



Doktora Tezi

ÖZET

Mertensiella caucasica (URODELA: SALAMANDRIDAE) POPULASYONLARINDA YAŞ TAYİNİ VE BAZI BÜYÜME PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Emel ÇAKIR

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Bilal KUTRUP
2023, 93 Sayfa

Ülkemizde Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 3 farklı yükseklikte (Şalpazarı, Zigana ve Hayrat) bulunan *Mertensiella caucasica* (Kafkas semenderi) populasyonlarından yakalanan örneklerin vücut büyüklükleri ve ağırlıkları ölçülmüş; iskelet kronolojisi yöntemi ile yaş tayini yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda populasyonlardaki bireylerin yaş dağılımı, minimum ve maksimum yaşları, eşeyssel olgunluk yaşı ve yaş ile boy arasındaki ilişki gibi bazı büyüme parametreleri ortaya çıkarılmıştır. Tüm populasyonlarda dişi ve erkek bireyler arasında yaş, boy ve ağırlık değerleri bakımından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Maksimum yaş (yaşam uzunluğu) Şalpazarı populasyonunda erkeklerde 10, dişilerde 11 yıl, Zigana populasyonunda erkekler için 13, dişiler için 15 yıl ve Hayrat populasyonunda ise erkeklerde 14, dişilerde 16 yıl olarak belirlenmiştir. Hem erkek hem de dişilerin eşeyssel olgunluk yaşı Şalpazarı populasyonunda 4-5 yıl, Zigana ve Hayrat populasyonlarında ise 5-6 yıl olarak belirlenmiştir. Her üç populasyonda da boy ile yaş arasında pozitif yönde oldukça kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Düşük rakımda yaşayan bireylerin, daha hızlı büyüdükleri için daha erken eşeyssel olgunluğa ulaştığı, yüksek rakımdaki bireylerin ise daha geç eşeyssel olgunluğa ulaşarak yaşam uzunluğunu en üst düzeye çıkartma eğilimi gösterdiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Mertensiella caucasica*, İskelet kronolojisi, Yaş, Büyüme

PhD. Thesis

SUMMARY

AGE STRUCTURE AND SOME GROWTH PARAMETERS OF *Mertensiella caucasica*
(URODELA: SALAMANDRIDAE) POPULATIONS

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Biology Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Bilal KUTRUP
2023, 93

Body size and weight of *Mertensiella caucasica* (Caucasian salamander) from 3 populations (Şalpazarı, Zigana and Hayrat) inhabiting at different altitudes in the Eastern Black Sea Region of Turkey were measured and the age of the salamanders was estimated by skeletochronological method. Some growth parameters such as age structure, minimum and maximum life span, age at maturity and the relationship between body size and age of the populations were revealed. No significant difference was found between the body size, mass and age of male and female individuals in all populations. The maximum age was determined as 10 years for males and 11 years for females in the Şalpazarı population; 13 years for males and 15 years for females in the Zigana population and 14 years for males and 16 years for females in the Hayrat population. The age at maturity in Şalpazarı population was 4-5 years for both females and males and 5-6 years for both sexes in Zigana and Hayrat populations. A significant positive correlation was found between age and body size in all populations. It is seen that individuals living at low altitudes reach sexual maturity earlier because they grow faster, while individuals at higher altitudes tend to reach sexual maturity later and maximize their life span.

Key Words: *Mertensiella caucasica*, Skeletochronology, Age, Growth

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Anura parmak iskeleti, parmak kemiği, enine kesit ve temel yapılar	6
Şekil 2.	<i>Mertensiella caucasica</i> türüne ait erkek bir bireyin görünümü.....	11
Şekil 3.	<i>Mertensiella caucasica</i> türünün dünyadaki yayılış alanı	12
Şekil 4.	Çalışma alanlarının haritada gösterimi	13
Şekil 5.	Şalpazarı populasyonu örneklerinin toplandığı akarsu ve su deposu	14
Şekil 6.	Zigana populasyonu örneklerinin toplandığı akarsu	16
Şekil 7.	Hayrat populasyonu örneklerinin toplandığı akarsu.....	17
Şekil 8.	<i>Mertensiella caucasica'</i> nın ölçümü yapılan karakterleri; Burun ucu-kloak arası mesafe (SVL), Toplam vücut boyu (L).....	20
Şekil 9.	Şalpazarı populasyonu dişi bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı.....	25
Şekil 10.	Şalpazarı populasyonu erkek bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı.....	26
Şekil 11.	Şalpazarı populasyonunda 3 yaşında juvenil bir bireye ait kemik enine kesiti (k.i.b.: Kemik iliği boşluğu, P: Perifer, ►: LAG)	27
Şekil 12.	Şalpazarı populasyonunda 10 yaşında erkek bir bireye ait kemik enine kesiti (k.i.b.: Kemik iliği boşluğu, e.r.: Endosteal resorpsiyon e.k.: Endosteal kemik, ►: LAG).....	28
Şekil 13.	Şalpazarı populasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılımı	29
Şekil 14.	Şalpazarı populasyonu dişi bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,676$, $y = 3,75 - 0,002 x^2 + 3,98e-005 x^3$)	30
Şekil 15.	Şalpazarı populasyonu erkek bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,336$, $y = 1,77 + 0,00047 x^2 + 1,818e-006 x^3$).....	30
Şekil 16.	Şalpazarı populasyonu dişi bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,958$, $y = 47,24 + 3,23 x - 0,076 x^2$).....	31
Şekil 17.	Şalpazarı populasyonu erkek bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,803$, $y = 57,34 + 0,708 x + 0,067 x^2$).....	31
Şekil 18.	Şalpazarı populasyonu dişi bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,639$, $y = 2,429 + 0,208 x + 0,014 x^2$).....	32
Şekil 19.	Şalpazarı populasyonu erkek bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,242$, $y = 2,875 + 0,284 x - 0,010 x^2$).....	32
Şekil 20.	Zigana populasyonu dişi bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı.....	35
Şekil 21.	Zigana populasyonu erkek bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı	35
Şekil 22.	Zigana populasyonunda 8 yaşında erkek bir bireye ait parmak enine kesiti	36

Şekil 23. Zigana populasyonunda 10 yaşında erkek bir bireye ait parmak enine kesiti	37
Şekil 24. Zigana populasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılımı	38
Şekil 25. Zigana populasyonu dişi bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,749, y = 0,34 * 1,04^x$)	39
Şekil 26. Zigana populasyonu erkek bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,448, y = 0,67 * 1,029^x$)	39
Şekil 27. Zigana populasyonu dişi bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,974, y = -29,694 + 24,98 x - 2,059 x^2 + 0,058 x^3$)	40
Şekil 28. Zigana populasyonu erkek bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,788, y = 32,158 + 6,30 x - 0,247 x^2$)	40
Şekil 29. Zigana populasyonu dişi bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,585, y = -21,508 + 7,61 x - 0,69 x^2 + 0,02 x^3$)	41
Şekil 30. Zigana populasyonu erkek bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,366, y = 3,37 + 0,117 x + 0,009 x^2$)	41
Şekil 31. Hayrat populasyonu dişi bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı	44
Şekil 32. Hayrat populasyonu erkek bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı	44
Şekil 33. Hayrat populasyonu juvenil bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı	45
Şekil 34. Hayrat populasyonunda 3 yaşında juvenil bir bireye ait parmak enine kesiti	46
Şekil 35. Hayrat populasyonunda 4 yaşında juvenil bir bireye ait parmak enine kesiti	46
Şekil 36. Hayrat populasyonunda 5 yaşında dişi bir bireye ait parmak enine kesiti	47
Şekil 37. Hayrat populasyonunda 8 yaşında erkek bir bireye ait parmak enine kesiti	47
Şekil 38. Hayrat populasyonunda 15 yaşında dişi bir bireye ait parmak enine kesiti	48
Şekil 39. Hayrat populasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılımı	49
Şekil 40. Hayrat populasyonu dişi bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,898, y = 0,21 * 1,048^x$)	50
Şekil 41. Hayrat populasyonu erkek bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,789, y = 0,239 * 1,04^{**x}$)	50
Şekil 42. Hayrat populasyonu dişi bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,977, y = 5,01 + 12,86 x - 0,81 x^2 + 0,018 x^3$)	51
Şekil 43. Hayrat populasyonu erkek bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,895, y = 33,08 + 5,29 x - 0,16 x^2$)	51
Şekil 44. Hayrat populasyonu dişi bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,873, y = -2,57 + 1,15 x - 0,038 x^2 + 0,001 x^3$)	52
Şekil 45. Hayrat populasyonu erkek bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,748, y = -1,08 + 0,85 x - 0,018 x^2$)	52
Şekil 46. Populasyonlardaki dişi bireylerin SVL farklılıklarını gösteren kutu grafiği	55

Şekil 47. Populasyonlardaki erkek bireylerin SVL farklılıklarını gösteren kutu grafiği	56
Şekil 48. Populasyonlardaki dişi bireylerin ağırlık farklılıklarını gösteren kutu grafiği	57
Şekil 49. Populasyonlardaki erkek bireylerin ağırlık farklılıklarını gösteren kutu grafiği	57
Şekil 50. Populasyonlardaki dişi bireylere ait yaş frekans grafiği.....	58
Şekil 51. Populasyonlardaki erkek bireylere ait yaş frekans grafiği.....	58
Şekil 52. Populasyonlardaki dişi bireylerin yaş farklılıklarını gösteren kutu grafiği	59
Şekil 53. Populasyonlardaki erkek bireylerin yaş farklılıklarını gösteren kutu grafiği	60
Şekil 54. Tüm populasyonlarda dişilerde yaş gruplarına ait SVL değerlerini gösteren grafik.....	61
Şekil 55. Tüm populasyonlarda erkeklerde yaş gruplarına ait SVL değerlerini gösteren grafik	64



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Şalpazarı / Sütçınarı Köyü Meteoroloji İstasyonunda 2017-2022 yılları arası kaydedilen bazı iklimatik verilerin ortalama aylık değerleri	14
Tablo 2.	Zigana Kayak Merkezi Meteoroloji İstasyonunda 2017-2022 yılları arası kaydedilen bazı iklimatik verilerin ortalama aylık değerleri	16
Tablo 3.	Demirkapı Köyü Meteoroloji İstasyonunda 2017-2022 yılları arası kaydedilen bazı iklimatik verilerin ortalama aylık değerleri	18
Tablo 4.	<i>Mertensiella caucasica</i> örneklerinin yakalandığı lokaliteler, bu lokalitelerin koordinatları, deniz seviyesinden yüksekliği, örneklerin yakalanma tarihleri ve örnek sayıları.....	19
Tablo 5.	Şalpazarı popülasyonu <i>Mertensiella caucasica</i> örneklerinin vücut ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler	25
Tablo 6.	Şalpazarı popülasyonunda juvenil, erkek ve dişi bireylere ait yaşa bağlı SVL ve ağırlık dağılımı	33
Tablo 7.	Şalpazarı popülasyonuna ait su analizi değerleri.....	33
Tablo 8.	Zigana popülasyonu <i>Mertensiella caucasica</i> örneklerinin vücut ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler	34
Tablo 9.	Zigana popülasyonunda juvenil, erkek ve dişi bireylere ait yaşa bağlı SVL ve ağırlık dağılımı.....	42
Tablo 10.	Zigana popülasyonuna ait su analizi değerleri	42
Tablo 11.	Hayrat popülasyonu <i>Mertensiella caucasica</i> örneklerinin vücut ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler	43
Tablo 12.	Hayrat popülasyonunda juvenil, erkek ve dişi bireylere ait yaşa bağlı SVL ve ağırlık dağılımı.....	53
Tablo 13.	Hayrat popülasyonuna ait su analizi değerleri.....	54
Tablo 14.	Popülasyonlardaki juvenil, dişi ve erkek bireylerin vücut ölçülerine ait tanımlayıcı istatistikler	54
Tablo 15.	Erkek bireylerde popülasyonlar arasında SVL değeri bakımından yapılan Mann Whitney U testi sonuçları	55
Tablo 16.	Popülasyonlarda yaşa ait tanımlayıcı istatistikler.....	59
Tablo 17.	Erkek bireylerde popülasyonlar arası yaş karşılaştırması (z: Mann-Whitney U test değeri, p: önemlilik derecesi)	60
Tablo 18.	Popülasyonlardaki dişi bireylerde yaş gruplarının ortalama SVL ve ağırlık değerleri	61

Tablo 19. Dişilerde populasyonların aynı yaş grupları arasında SVL ve ağırlık değerlerinin One-Way ANOVA testi ile karşılaştırılması.....	62
Tablo 20. 6 yaş diş bireylerde Tukey HSD test sonuçları	62
Tablo 21. 7 yaş diş bireylerde Tukey HSD test sonuçları	63
Tablo 22. Populasyonlardaki erkek bireylerde yaş gruplarının ortalama SVL ve ağırlık değerleri.....	63
Tablo 23. Erkeklerde populasyonların aynı yaş grupları arasında SVL ve ağırlık değerlerinin One-Way ANOVA testi ile karşılaştırılması.....	65
Tablo 24. 6 yaş erkek bireylerde Tukey HSD test sonuçları	65
Tablo 25. 7 yaş erkek bireylerde Tukey HSD test sonuçları	65
Tablo 26. Tüm populasyonlara ait su analizi değerleri.....	66
Tablo 27. Kıtaiçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.....	66

KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

df	: Serbestlik derecesi
e.k.	: Endosteal kemik
E.R	: Endosteal resorpsiyon
F	: ANOVA test değeri
g	: Gram
H	: Kruskal Wallis test değeri
k.i.b.	: Kemik iliği boşluğu
km ²	: Kilometrekare
L	: Toplam vücut boyu
m	: Metre
m.ç.	: Metamorfoz çizgisi
Max.	: Maksimum değer
Min.	: Minimum değer
mm	: Milimetre
N	: Örnek sayısı
Ort.	: Ortalama değer
P	: Dış kemik dokusu
p	: Önemlilik derecesi
r	: Korelasyon katsayısı
r.ç.	: Resorpsiyon çizgisi
R ²	: Tanımlayıcılık katsayısı
SDI	: Eşeyssel boyut farklılıkları
SH	: Standart hata
SVL	: Burun ucu-kloak arası mesafe
t	: T değeri
z	: Mann - Whitney U test değeri
µm	: Mikrometre
♀♀	: Dişi birey
♂♂	: Erkek birey

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Hem karada hem de suda yaşayan amfibiler, mevcut üç takıma sahip farklı bir omurgalılar sınıfını temsil eder: Anura (kuyruksuz kurbağalar), Gymnophiona (bacaksız amfibiler) ve Caudata (semenderler). Günümüzde Antarktika hariç her kıtaya dağılmış, 798'i semender olan 8.604 tanınmış amfibi türü bulunmaktadır (amphibiaweb.org).

Amfibiler tatlı su ve karasal habitatlarda ekosistemdeki enerji akışı ve besin döngüsü açısından oldukça önemli canlılardır (Gehlbach ve Kennedy, 1978; Werner ve McCune, 1979; Beebee, 1996; Başkale, 2009). Bunun sebebi; larval aşamada birincil tüketici (Seale, 1980; Alford, 1999), ergin aşamada ise bazı omurgalı ve omurgasız canlılarla beslendiklerinden dolayı iyi bir avcı canlı niteliği göstermeleridir (Murphy ve Hall, 1981; Blaustein ve Wake, 1990; Blaustein vd., 1994; Duellman ve Trueb, 1994; Başkale, 2009). Aynı zamanda hem larval hem de ergin aşamada çok sayıda karnivor canlı için av niteliği taşımaktadırlar ve bu av-avcı özelliklerinden dolayı ekosistemdeki besin zincirinin tamamlanması ve popülasyonların dengede kalmasını sağladıkları için amfibi popülasyonlarının azalması ya da yok olması; bölgesel ve küresel ölçekte ekosistemlerin korunması ve sürekliliğine zarar verebilir (Başkale, 2009).

Amfibiler günümüzde dünya çapında en fazla tehdit altında bulunan taksonomik gruptur (Temple ve Cox, 2009; IUCN 2011; Trochet vd., 2014). Bulaşıcı hastalıklar (Lips, 1999; Morell, 1999; Dazsak vd., 2003), parazit enfeksiyonları (Sessions ve Ruth, 1990; Johnson vd., 1999), ultraviyole radyasyon (Blaustein vd., 1994), kimyasal kirleticiler (Bonin vd., 1997; Hayes vd., 2002), yerli olmayan türler (Bradford vd., 1993; Morgan ve Buttemer, 1996), iklim değişikliği (Pounds vd., 1999) ve karasal ve sucul habitatların yok edilmesinin (Green, 1997; Corn, 2000) amfibi türlerinin azalmasına neden olan önemli faktörler olabileceği öne sürülmüştür (Sayım vd., 2009).

Mertensiella caucasica (Kafkas semenderi) amfibi türleri arasında Kafkasya sıcak noktasının en iyi bilinen türlerinden biri olmasının yanı sıra, Batı Gürcistan'dan Kuzeydoğu Türkiye'ye kadar olan dar bir bölgede yayılış gösteren bölgesel endemik bir türdür (Tarkhnishvili ve Gokhelasvili, 1999; Tarkhnishvili vd., 2000; Tarkhnishvili vd., 2008; Tarkhnishvili ve Kaya, 2009; Baran vd., 2012; Gül vd., 2017). Uluslararası Doğayı

Koruma Birliği (IUCN) tarafından hazırlanan Kırmızı Liste'ye göre; *Mertensiella caucasica* 'Duyarlı' (Vulnerable) olarak listelenmiştir ayrıca Kafkasya sıcak noktası için Kritik Ekosistem Ortaklık Fonu (CEPF) tarafından belirtilen önemli ve öncelikli bir türdür (Williams vd., 2006; Tarkhnishvili ve Kaya, 2009; Gül vd., 2017). Mitokondrial ve çekirdek genleri kullanılarak gerçekleştirilen filogenetik analizler sonucunda *M. caucasica*'nın evrimsel olarak iki soya ayrıldığı ancak morfolojik olarak aralarında fark olmadığı ortaya çıkarılmış (Tarkhnishvili vd., 2000) ve bu iki evrimsel soyun farklı iklimleri tercih ettiği gösterilmiştir (Tarkhnishvili vd., 2008; Gül vd., 2017). Evrimsel iki soyun ayrı yurtlu iki tür olduğu vurgulanmasına karşın tüm Kafkasya boyunca bilimsel isim olarak hala *M. caucasica* adı kullanılmaktadır (Tarkhnishvili ve Kaya, 2009; Gül vd., 2017). Türkiye'nin kuzeydoğu'sunda (Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Gümüşhane, Bayburt, Artvin, Ardahan) yayılış gösteren (Başoğlu vd., 1994; Baran vd., 2012; Gül vd., 2018; Çiçek vd., 2019) kafkas semenderinin ülkemizdeki varlığı ilk kez Trabzon ilinden rapor edilmiştir (Werner, 1902; Gül vd., 2017).

Bir canlının yaşam öyküsü, her yaşam öyküsünün en azından bir dereceye kadar benzersiz olduğu yaşam boyu büyüme, gelişme ve üreme modelini ifade eder (Begon vd., 1990; Morrison ve Hero, 2003). Bir canlının yaşam öyküsü değişmez değildir. Bireyin genotipi tarafından sınırlar dahilinde belirlenir, ancak farklı ortamlarda genotipin fenotipik ifadesi değişebilir. Geniş coğrafi alanlara sahip canlılar için yaşam öyküsü özelliklerindeki varyasyonun kaynağı, çevresel (sıcaklık, yağış, besin kaynağı, avlanma, rekabet vb.) ve genetik faktörleri içerir (Sorci vd., 1996; Morrison ve Hero, 2003).

Hayvanların yaşları bilinmediği takdirde zoolojinin herhangi bir alanında (ekoloji, morfoloji, fizyoloji, yaşam öyküsü veya populasyon ve diğer hayvan topluluğu araştırmaları) yapılan bir çalışmada detaylı bir bilgi birikimine sahip olmak oldukça zordur. Çoğu canlı özellikle amfibiler antropojenik etkilerin büyük bir baskısı altında yaşamak zorunda olduklarından; populasyonların yaş dinamikleri üzerinde yapılan incelemeler çevrenin biyolojik olarak gözlemlenmesi açısından çok değerlidir. Ayrıca, tümüyle doğru yapılan yaş tayini, hayvan büyümesi ve gelişimi üzerine yapılacak olan araştırmalara temel oluşturur (Smirina, 1994).

Canlı organizmaların yaşamları boyunca sert ve yumuşak dokularında meydana gelen farklılaşmalar, kemiğin histomorfolojik yapısında gizlidir ve hayvanların fizyolojisi, yaşam uzunluğu ve eşeyssel olgunluk yaşı ile ilgili bilgi verir (Erişmiş, 2005). Bir semender türü olan *Necturus maculosus*'da ilk defa kemikte büyüme halkalarının varlığını rapor eden

Senning (1940) olmuştur. Günümüzde; amfibilerde yaşları belirlemede kullanılan en uygun ve en güvenilir metot, kemik yapısının analizine dayanan skeletokronoloji (iskelet kronolojisi) isimli metottur (Castanet vd., 1977). Bu metot, sadece bazı iskelet parçaları kullanılarak canlılar öldürülmeden yaş analizine izin verdiği için nesli tükenmekte olan türler üzerinde giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Castanet ve Smirina, 1990).

Populasyonların yaş yapısı; üreme, ölüm ve büyüme oranlarını, yaşam sürelerini ve diğer birçok demografik özelliği belirlediği için en önemli özelliklerden biridir (Ishchenko, 1989). Çevresel faktörlerle ilişkili olarak bu yaş parametrelerinin ifadesini araştırmak, yalnızca yaşam öyküsünün evrimini değil (Stearns, 1992) aynı zamanda nüfus azalmasının altında yatan mekanizmaları da anlamamıza yardımcı olabilir (Biek vd., 2002; Middleton ve Green, 2015; Peng vd., 2022). Aynı türün populasyonları arasındaki demografideki varyasyon analizleri de çok değerlidir. Teori, yüksek enlemlerde veya yüksekliklerde yaşayan hayvanların, geç olgunluk ve uzun ömür ile karakterize edilen yavaş bir yaşam hızına sahip olduğu yönündedir (Roff, 2002). Bu eğilim, iskelet kronolojisine dayalı veriler kullanılarak bazı amfibi türleri üzerinde yapılan tür içi çalışmalarla doğrulanmıştır (Hemelaar, 1988; Leclair ve Laurin, 1996; Miaud vd., 1999; Lu vd., 2006; Cvetkovice vd., 2009; Ma vd., 2009; Hjærnquist vd., 2012; Liao ve Lu, 2012; Yu ve Lu, 2013; Zhang vd., 2013; Liao vd., 2015; Sinsch vd., 2015; Peng vd., 2022).

M. caucasica'nın yaş yapısı ile ilgili sınırlı sayıda çalışmalar Tarkhnishvili ve Gokhelaşvili (1994), Üzüm (2009) , Reinhard vd. (2015) ve Beşer vd. (2017) tarafından tek populasyon ile yapılmış ve bu populasyonun yaşam öyküsü önceki çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Yükseklik varyasyonunun bu türün yaş yapısı, gelişimi ve yaşam uzunluğu üzerindeki etkilerine dair herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Çevresel faktörler bütün nesillerin ilk oluşumunu etkiler ve farklı yıllarda populasyonların üreyen bireylerinde baskın yaş sınıfları farklı olabilir (Üzüm, 2006).

Bu çalışmada, ülkemizde bölgesel endemik bir tür olan *Mertensiella caucasica*'nın üç farklı yükseklikte yaşayan populasyonlarının İskelet kronolojisi yöntemi ile yaş tayini yapılmış ve populasyonlardaki bireylerin eşeysel olgunluk yaşı, yaşam uzunluğu ve yaş-boy ilişkileri gibi büyüme parametreleri incelenmiştir. Farklı rakımlarda yaşayan populasyonlar çalışılarak yüksekliğin ve çevre faktörlerinin bu türün yaşam öyküsü özellikleri üzerinde etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler türün demografisini daha iyi anlamaya ve tür için koruma stratejisi geliştirmeye katkı sağlayacaktır.

1.2. Amfibilerde Yaş Tayini

Günümüzde kullanılan gelişmiş yaş tayini metotlarının bulunmadığı geçmiş yıllarda, canlıların vücut boylarına bakılarak yaşları hakkında bir tahmin yapılmaktaydı. Fakat yaş sınıfları arasında vücut büyüklüğü dağılımlarında önemli derecede benzerlikler bulunmasından dolayı, bu tahminlerin yetersiz olduğu Hamilton (1934), Zalezhski (1938), Terentiev (1950), Turner (1960), Breckenridge ve Tester (1961), Van Gelder ve Oomen (1970) gibi araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Üreme döneminin uzun süreli olması, metamorfoz süreci, büyüme oranında görülen bireysel farklılıklar ve eşeysel olgunluğa ulaştıktan sonra büyümede meydana gelen yavaşlama bu duruma sebep olan başlıca nedenler olarak ortaya çıkmaktadır (Smirina, 1994).

Amfibilerin yaşam uzunluğu ve popülasyondaki bireylerin büyüme oranları bir başka yöntem olarak markalama-bırakma-yeniden yakalama yöntemiyle belirleniyordu. Ancak bu yöntem amfibilerin metamorfoz sonrası çok küçük boylu olmaları, genç yaşta ölümler ve göçlerden dolayı, bu canlıları metamorfozdan ilerlemiş yaşlara kadar incelemek için etkili değildir. İşaretlenen bireyleri düzenli olarak yeniden yakalama işlemini organize olarak yürütmek çok zaman ve çaba gerektirir; ayrıca bu metot sadece uzun vadeli araştırmalarda kullanılabilir (Hedeen, 1972; Licht, 1974; Altunışık, 2015). Bununla birlikte, markalama-bırakma-yeniden yakalama yöntemi bilinmeyen büyüme geçmişi olan işaretli bireylerin yaşının belirlenmesi sorununu çözemez (Turner, 1962; Alcobendas ve Castanet, 2000; Leskovar vd., 2006; Sinsch, 2015).

Günümüzde, amfibi ve sürüngenlerin yaş tayininde kullanılan en güvenilir ve en uygun yöntem kemik gibi sert dokularda oluşan yıllık büyüme halkalarının analizine dayanan "İskelet kronolojisi" isimli yöntemdir (Castanet vd., 1977). İskelet kronolojisi balıklarda pullarda, kemiklerde ve otolitlerde bulunan gelişme halkalarının (Chugunova, 1959) ve memelilerdeki kemikler ve diş dokusundaki halkaların sayımı (Klevezal, 1988) metotlarıyla analogdur (Smirina, 1994). Bu yöntem ayrıca büyüme oranlarını, eşeysel olgunluk yaşını, yıllık yaşam döngüsünü tahmin etmek ve çeşitli amfibi türlerinin demografik özelliklerindeki coğrafi farklılıklar hakkında bilgi sağlamak için kullanılmaktadır (Morrison vd., 2004). 1970'lerden başlayarak, amfibi türleri ve popülasyonları hakkında iskelet kronolojisine dayalı yaş verileri elde edilmektedir (Peng vd., 2022).

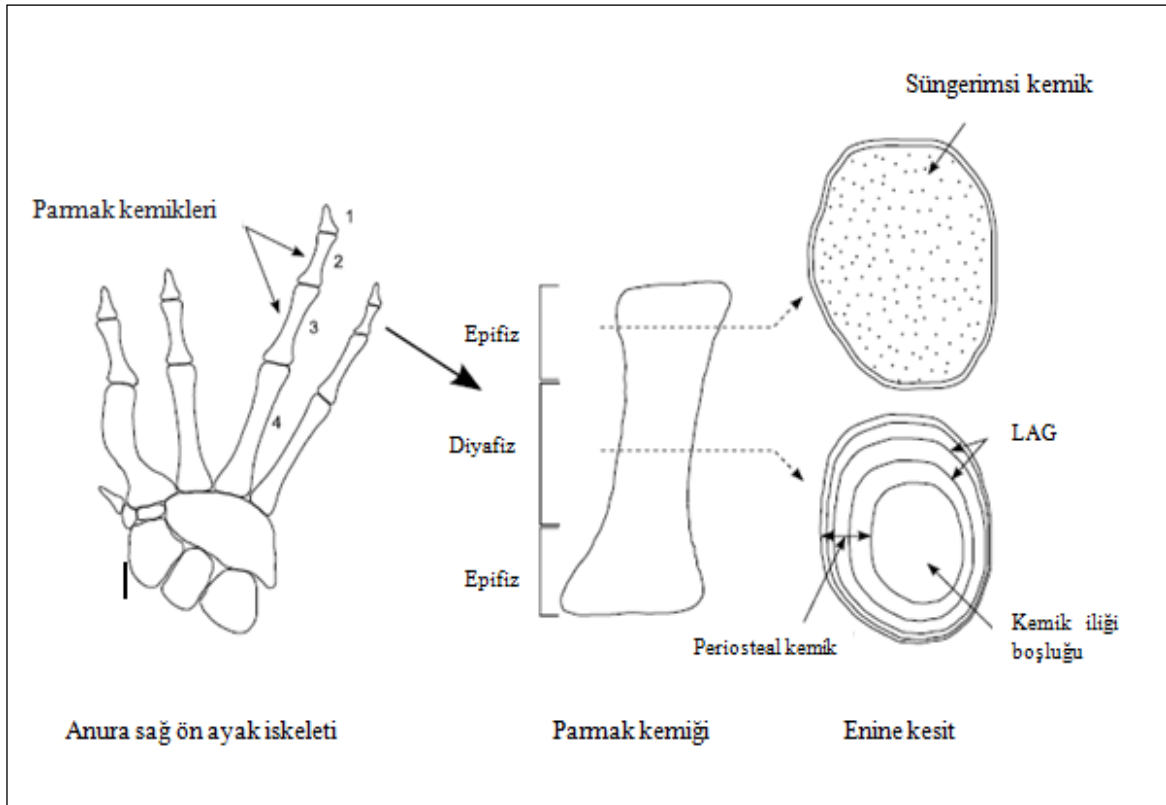
1.2.1. İskelet Kronolojisi Yöntemi

Amfibi ve sürüngenlerin yaşlarını belirlemede kullanılan en gelişmiş ve yaygın yöntem, kemik enine kesitlerinde boyanan büyüme halkalarının sayımı esasına dayanır. Senning (1940), ilk kez bir amfibi kemiğindeki büyüme halkalarının varlığını bir semender türü olan *Necturus maculosus*'da kafatası kemiğinden (parasfenoid) belirlemiştir. Aynı araştırmacı, yaşları bilinen *N. maculosus* bireylerinde büyüme halkalarının sayılmasıyla elde edilen yaştan çok yaşlı bireyler hariç oldukça doğru olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yaşlı bireylerin kemiklerinde en dıştaki halkaların birbirine çok yakın olması yaş tayinini zorlaştırmaktadır (Smirina, 1994).

Amfibilerde kemikteki yıllık büyüme halkaları, sürüngen ve memelilerdeki gibi dinlenme çizgileri (resting lines) ile sınırlandırılmış, hayvanın büyümesindeki mevsimsel değişiklikleri yansıtan oldukça geniş kemik doku bantlarından oluşmaktadır. İlkbahar-yaz mevsimindeki büyüme, doku kesitlerinde ki geniş banda denk düşer ve kemik büyümesinin göstergesi anlamına gelen MSG (mark of skeletal growth) olarak isimlendirilmiştir. Sonbahar-kış dönemindeki büyüme ise çok dar ve koyu renkte görülür ve büyümenin olmadığı çizgi anlamına gelen LAG (line of arrested growth) olarak isimlendirilmiştir (Castanet vd., 1977; Smirina, 1994).

İlk araştırmacılar tarafından kemiklerin tümü veya kesitler suda temizleniyor; yassı, tübular kemik veya vertebra kesitlerindeki büyüme halkaları sayılıyordu. (Smirina, 1994). Memeli bilimcilerini takiben yaş tayininde değişik bir teknik geliştirilmiştir (Kleinenberg ve Smirina, 1969). Bu teknikte dekalsifiye edilmiş (kalsiyumdan arındırılmış) tübular kemik dokularından, dondurmalı mikrotom ile alınan kesitler hematoksilen ile boyanır. Hazırlanan kemik doku preparatlarında, geniş büyüme zonu (ilkbahar-yaz halkası) açık renkte ve dinlenme çizgileri (sonbahar-kış halkası) ise koyu renkte boyalı olarak gözlemlenir.

Tübular kemik dokularında ki yeni zonlar, önceden oluşmuş olan kısımların kemik büyümesinin sürekliliği ve kemik iliğinin gelişmesi ile endosteal bölge tarafından absorbe edilmesi ve periosteal kemikte meydana gelen büyüme ve yıkım ile oluşmaktadır. Bir hayvanın büyümesi sırasında kemik iliği periosteal kemik gibi tabakalaşmış bir yapı olan endosteal kemik ile dolar. Bir kural olarak; amfibilerin yaşını belirlemek için endosteal kemik katmanları göz ardı edilir; çünkü periosteal kemikteki katmanlar daha çok belirgindir (Smirina, 1994).



Sekil 1. Anura parmak iskeleti, parmak kemiği, enine kesit ve temel yapılar (McCreary vd., 2008)

Canlıların uzun tübular kemiklerindeki büyüme halkaları parmak kemiklerinde de bulunur ve bu halkaların her yıl düzenli oluşumu 1972 yılında Smirina tarafından doğal habitatında yaşayan kurbağa popülasyonu ile yapılan çalışmalarla doğrulanmıştır. Ergin *Rana temporaria* örneklerinin ayak parmakları kesilerek işaretlenmiş, daha sonra kemik dokularına alizarin veya tetrasiklin enjekte edilerek serbest bırakılmışlardır. 1 ve 2 yıl sonrasında çok sayıda birey yeniden yakalanmış ve enjeksiyondan sonra uzun tübular kemiklerinde oluşan büyüme halkalarının sayısının aradan geçen yıl sayısı ile aynı olduğu bulunmuştur. Ayrıca, etiketlenen 200 adet ergin kurbağanın parmakları da kesilerek alınmış, saklanmış ve bir yıl sonra tekrar yakalanan 9 kurbağanın parmağı ile karşılaştırılmıştır ve 8 kurbağanın parmak kemiklerindeki büyüme halkalarının bir arttığı görülmüştür (Smirina, 1994).

Amfibilerde kemik büyümesi esnasında oluşan LAG'lerin yıllık döngünün tekrarı ile uyumu yapılan çok sayıda başka çalışmalar ile doğrulanmıştır (Schroder ve Baskett, 1968; Francillon, 1979; Hemelaar ve Van Gelder, 1980; Smirina ve Makarov, 1987; Böll vd., 1997; Tejedo vd., 1997; Eden vd., 2007; Matsuki ve Matsui, 2009; Wagner vd., 2011;

Sinsch, 2015). Yıllık büyüme halkalarının sayılması, günümüzde amfibilerin yaş tayininde uygulanan rutin bir metottur. Parmaklarda da bu halkaların bulunması yaşayan amfibilerin yaşlarını tayin etmeye olanak sağlar. Bu sayede, çok nadir rastlanılan veya yok olma tehlikesi bulunan amfibi popülasyonlarının çalışılması için kullanılan en değerli yöntemdir. Kuyruksuz ve kuyruklu kurbağalar ile yapılan çalışmalarda parmak kemiklerinin kullanılması çok yaygındır. Fakat semenderlerin parmakları kullanılırken çok dikkatli olunması gerekir. Bunun sebebi, rejenerasyon ile kopan parmakların yerine oluşan yeni parmakların canlının yaşının yanlış okunmasına sebep olabilecek olmasıdır (Smirina, 1994).

Yıllık büyüme halkalarının sayılması ile yaş tayini yapılırken, kesit almak için en uygun kemiği ve bu kemiğin en uygun bölümünü seçmek çok önemlidir. Bir iskeletteki tüm kemiklerin aynı hızda büyümediği, tek bir kemiğin büyüme hızının zaman içinde değiştiği ve hatta aynı kemiğin parçalarının bile bir canlının yaşamı boyunca farklı oranlarda büyüdüğü anlaşılmaktadır (Woodward vd., 2013). Sonuç olarak; yaşlı bireylerin farklı kemiklerindeki büyüme halkalarının sayısı farklılık gösterebilir. Epifiz, metafiz ve diyafiz olmak üzere üç bölümden oluşan uzun kemikler, iskelet kronolojisi yöntemi için iskeletin en uygun kısımlarıdır. Kemik enine kesitlerinin, periosteal bölgenin en kalın ve kemik iliği boşluğunun en dar olduğu diyafizin orta kısmından yapılmasının yaş tahminleri için en doğru kesitleri vereceği kabul edilmektedir (Gibbons ve McCarthy, 1983; Castanet ve Smirina, 1990; Rozenblut ve Ogielska, 2005).

1.2.2. Yaş Tayininde Karşılaşılan Sorunlar

Kemik doku preparatları çok dikkatli ve kaliteli dahi hazırlansa bireyin yaşını, dinlenme halkalarını sayarak belirlemek bazen zordur. Yaş tayini esnasında bazı sorunlar oluşabilmektedir. Bu problemlerin en sık görülenleri çözümleriyle birlikte aşağıda verilmiştir.

1.2.2.1. Doğum ve Metamorfozun Durgunluk Çizgileri (Kastschenko Çizgisi)

Kastschenko çizgisi canlının erken yaşamında yalnızca bir kez oluşan önemli bir fizyolojik olaydır. Bu çizgiler kemik iliği boşluğunun sınırında embriyolojik kıkırdağın

ince bir kalıntısı şeklindedir ve en iyi olarak amfibilerin uzun kemiklerinde gözlemlenir. Kesitlerde bu yapının görülmesi endosteal kemik rezorpsiyonu ve yeniden yapılanmasının ilk periosteal birikimi ve en erken dinlenme çizgilerini tamamen ortadan kaldırmadığına dair kanıt sağlar (Haines, 1942; Francillon, 1980; Castanet ve Smirina, 1990).

1.2.2.2. Endosteal Resorpsiyon

Uzun kemiklerin diyafiz kısmının merkezi bazen kıkırdak (genç bireylerde) veya endosteal kemik (yaşlı bireylerde) ile dolu olan kemik iliği boşluğudur. Endosteal ve periosteal kemik arasındaki sınır hematoksilen ile koyu boyanır ve resorpsiyon çizgisi olarak isimlendirilir. Yaşlı bireyler gençlere göre daha fazla endosteal kemik biriktirme eğilimindedir (Hemelaar , 1981; Sinsch. 2015). Endosteal resorpsiyon, amfibilerin uzun kemiklerinde sıklıkla görülen histolojik bir durumdur. Bu olay, iç periosteal kemikte bir yıkım meydana getirir ve ilk oluşan dinlenme çizgilerinden bazılarını tümüyle bozabilir; bu durum da bireyin yaşının belirlenememesine sebep olur. İç periosteal kemikteki resorpsiyon oranı, elimizde yaşı bilinen örnekler olması durumunda çok daha kolay belirlenebilir. Yaşı bilinen örnek olmadığında bile, metamorfozu yeni tamamlamış bireyin kemik iliği boşluğu büyüklüğü ve 1 yaşındaki hayvanların ilk dinlenme çizgisinin çapı ile daha yaşlı bireylerin kemik iliği büyüklüğü ve ilk durgunluk çizgileri karşılaştırılarak perimedullar resorpsiyon oranını hesap etmek hala mümkündür. Smirina (1974) ve Castanet ve Cheylan (1979), tarafından bu geri hesaplama yaklaşımı önerilmiş ve yakın zamanda Gibbons ve MacCarthy (1983), Leclair ve Castanet (1987), Smirina ve Makarov (1987) bu yöntemi uygulamışlardır (Castanet ve Smirina, 1990).

1.2.2.3. İkincil Durgunluk Çizgileri

Enine kesitlerde yıllık büyüme halkalarına ek olarak bazı durumlarda periyodik olmayan, mevsim içi ikincil durgunluk veya dinlenme çizgileri de oluşabilmektedir. Bu periyodik olmayan çizgilerin hem saptanmaları hem de yorumlanmaları her zaman güçtür ve periosteal kemikteki yıllık büyüme halkaların sayımını güçleştirir. Bir popülasyondaki bireylerin çoğunda dinlenme çizgileri genellikle çift halde görülüyor ise, bir hibernasyon bir de estivasyondan oluşan yılda bir çift durgunluk periyodu yaşandığı söylenebilir.

Caetano vd. (1985), *Triturus marmoratus*'un Portekiz'in yüksek bölgelerinde yaşayan popülasyonlarında bu durumu gözlemlemişlerdir (Castanet ve Smirina, 1990).

1.2.2.4. Büyüme Çizgilerinin Belirginliği

Çok sayıda amfibi ve bazı kertenkelelerde dinlenme çizgilerinin (LAG) yoğunluğu ve belirginliğinin çevresel şartlara bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Zıt mevsimsellik gösteren bölgelerde yaşayan canlılarda LAG genellikle güçlü bir şekilde ifade edilir. Bu optik netlik daha sabit iklim koşullarında yaşayan örneklerin kemiklerinde bazen azalır ve bunun sonucunda LAG'ler kısmen veya tamamen fark edilmeyebilir (Castanet ve Smirina, 1990).

1.2.2.5. Yaş Halkaları Arası Mesafe

Birbirini takip eden yıllarda oluşan yaş halkaları arasındaki mesafe yaşam boyu sabit kalmaz. Bu mesafe kemik ve vücut büyüklüğündeki değişimi göstermesinin yanı sıra, bireylerin yaşam boyu büyüme eğilimlerini de temsil etmektedir. Hayvanların yaşı arttıkça bu mesafe genel olarak düzenli bir şekilde azalır ve bir süre sonra halkalar birbirine çok fazla yaklaşır. Bu durum yaş halkalarının sayılmasında zorluklara neden olabilir (Castanet ve Smirina, 1990).

1.2.2.6. Periferik LAG' ler

Kemik kesitlerinin dış kısmına yakın katmanları saymak zor olabilir. Bu durum uzun yaşayan hayvanlarda olağan bir durumdur; çünkü yaş arttıkça büyüme hızı yavaşlar ve yıllık halkalar oldukça yakın ve son derece ince meydana gelirler. Esas olarak sürüngenler arasında yapılan bazı yeni araştırmalarda, lokal kemik büyümesinin ölümden çok önce durduğu (Castanet vd., 1988) ve dahası aynı bireyin farklı kemikleri için aynı anda olması gerekmediği de gösterilmiştir (Castanet ve Smirina, 1990). Bu problem, kemik enine kesitlerinde halkaların birbirine yakın olduğu kısımları mikroskobun büyütmesini artırıp inceleyerek çözülebilir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Bu çalışmada *Mertensiella caucasica* (Waga, 1876) (Kafkas semenderi) türüne ait 3 farklı lokaliteden (Şalpazarı/Trabzon, Zigana/Gümüşhane ve Hayrat/Trabzon) toplanan örnekler kullanılmıştır.

2.1.1. Türün Sistematikteki Yeri

Alem	: Animalia
Şube	: Chordata
Grup II	: Craniata
Altşube	: Vertebrata
Grup II	: Gnathostomata
Üst sınıf	: Tetrapoda
Sınıf	: Amphibia
Takım	: Caudata
Aile	: Salamandridae
Cins	: <i>Mertensiella</i>
Tür	: <i>Mertensiella caucasica</i> (Kafkas semenderi) (Waga, 1876)

2.1.2. Türün Kısa Tanıtımı

Mertensiella caucasica türünün bireylerinde vücut ince ve uzun yapılıdır ve erginlerinde boy 20 cm kadar olabilir. Baş yukarıdan basık, gözler patlak, derileri düz ve parlaktır. Kuyrukları yuvarlak yapılıdır, baş ve gövde boyunun toplamından daha uzundur. Erkek bireylerin kuyruk kökünün üst kısmında "Hedonik bez" denilen bir çıkıntı bulunur. Bu çıkıntının yüksekliği 2-3 mm dir. Siyahtan kahverengiye doğru değişen sırt rengi üzerinde çoğunlukla sarı veya limon rengi boyuna iki sıra halinde dizilmiş yuvarlağımsı lekeler bulunur. Karın taraf gri veya kırmızı kahverengi zemin üzerine küçük beyaz ve gri

lekeli (Baran vd., 2021). Paratoidler bu türde dar ve az gelişmiştir (Özeti ve Yılmaz, 1994) (Şekil 2).



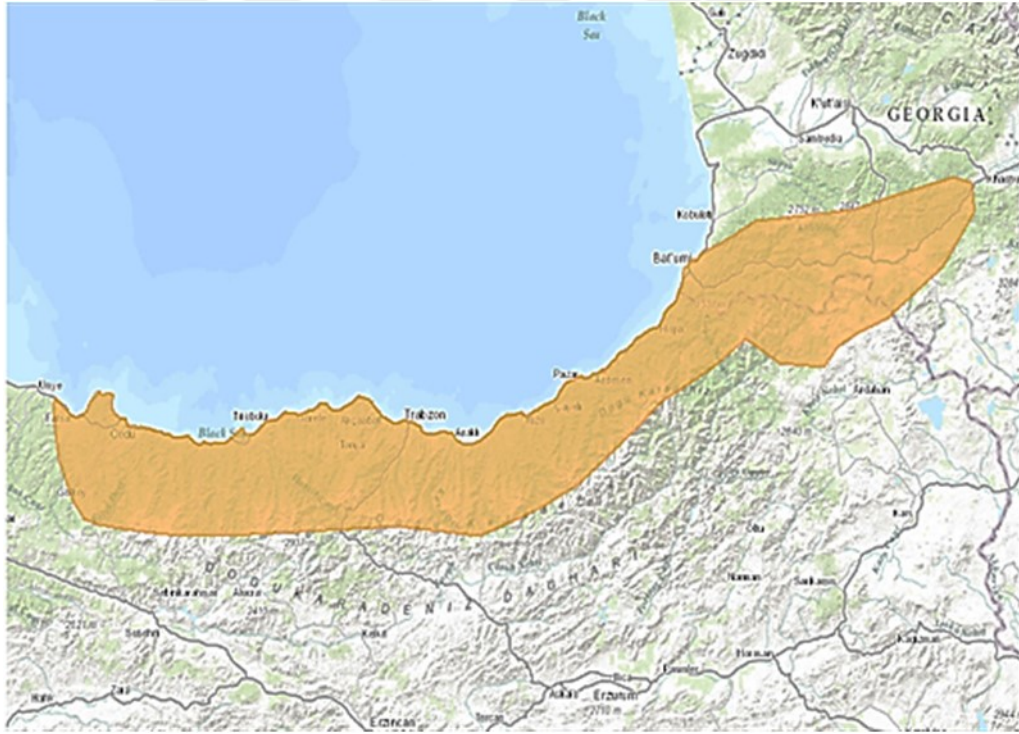
Şekil 2. *Mertensiella caucasica* türüne ait erkek bir bireyin görünümü

Kafkas semenderi, ağırlıklı olarak kayın (*Fagus orientalis*), iğne yapraklı (*Abies nordmanniana* ve *Picea orientalis*) ve karışık (meşe, gürgen, ela, defne) ormanlar ile subalpin kuşağında ve alpin çayırlarında yaşar. Tür, büyük akarsulardan kaçınma eğilimindedir ve çoğunlukla nehir kollarında, genellikle ilkbaharda 1-1,5 m'den geniş olmayan ve yaklaşık 20-30 cm derinlikte olan yerlerde yaşar (Kuzmin, 1999). Bireyler akarsulardan maksimum 200 - 300 m uzaklıkta bulunurlar (Tarkhnishvili ve Serbinova, 1993). Akan derelerin kenarları ve yakınlarındaki ağaçlık kısımlarda yaşayan bu tür; gündüzleri ağaç parçaları ve taş altında gizlenir, geceleri ise avladıkları böcek türleri ve solucanlar ile beslenirler. Oldukça hızlı hareket eden bir türdür (Baran vd., 2021). *Mertensiella caucasica*, 15 - 18 °C arası serin koşulları tercih eder fakat 26 °C'nin üzerinde bile hayatta kalabilir. Üreme ilkbahar sonu ile yazın gerçekleşir (Kuzmin, 1999). Amplexus suda gerçekleşir. Dişiler Nisan - Haziran ayları arasında yumurta bırakır (Özeti ve Yılmaz, 1994). Bazı yerlerde yumurta bırakırken, bazı yerlerde canlı doğururlar (Baran vd., 2021). Kuzmin (1999), doğada bulunan (10 Temmuz 1963) tek yumurta kümesinin (veya küçük kümeler) 92 yumurta içerdiğini ve bir dere tabanındaki küçük bir delikte

yapraklara ve diğer su altındaki bitkilere bırakıldığını belirtmiştir. Yakalanan örneklerden dişilerin ayrı yumurta bıraktığı ve onları gölgeli bölgelerde alt katmanlara yapıştırdığı gözlemlendi. Yaşam döngüsü uzun sürelidir. Yumurtanın döllemesinden metamorfozun tamamlanmasına kadar geçen süre yaklaşık olarak 2 - 4 yıl kadardır (Kuzmin, 1999).

2.1.3. Türün Coğrafik Dağılışı

Kafkas semenderi, Orta Gürcistan'dan Kuzeydoğu Türkiye'ye kadar uzanan dar bir alana sahip bölgesel endemik bir türdür (Tarkhnishvili ve Kaya, 2009). Ülkemizde Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Ardahan, Bayburt ve Gümüşhane illerinde yayılmıştır. Türün vertikal dağılışı deniz seviyesinden 400 ile 2800 m arasında değişmektedir (Baran vd., 2021).

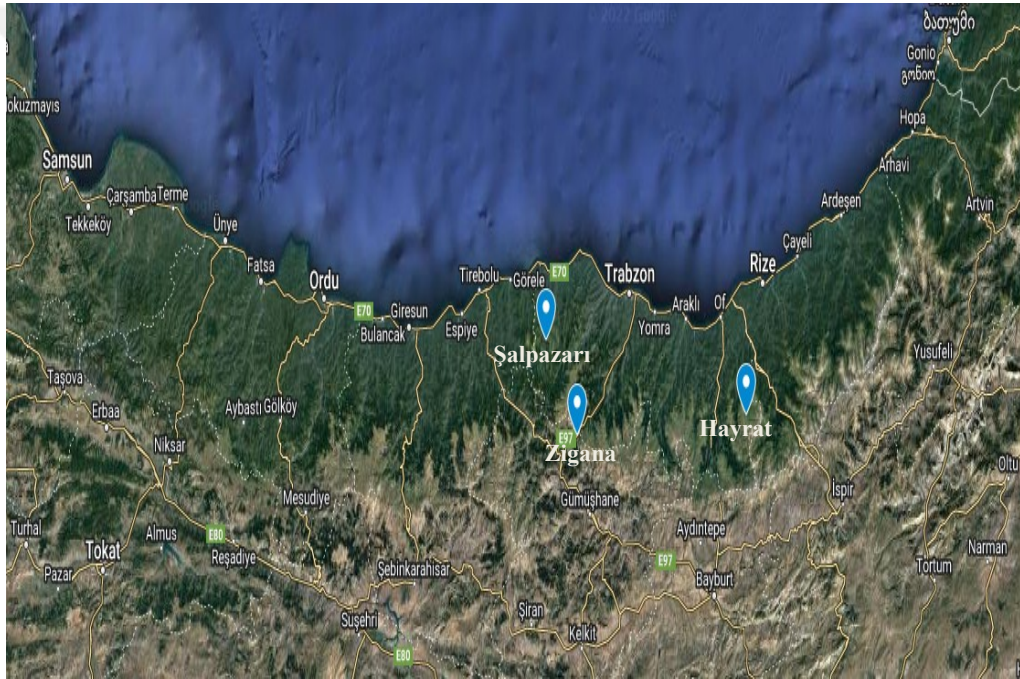


Şekil 3. *Mertensiella caucasica* türünün dünyadaki yayılış alanı (Kaya vd., 2009)

2.2. Yöntem

2.2.1. Çalışma Alanları

Ülkemizde Kuzeydoğu Anadolu'ya ait bölgesel endemik bir tür olan *Mertensiella caucasica*'ya ait örnekler, deniz seviyesinden yükseklikleri farklı 3 ayrı lokaliteden toplanmıştır. Bu çalışmada kullanılan örneklerin yakalandığı, Trabzon ili Şalpazarı ilçesine bağlı Doğancı mahallesi, Gümüşhane iline bağlı Zigana dağı ve Trabzon ili Hayrat ilçesine bağlı Sarmaşık yaylası populasyonlarına ait lokaliteler Şekil 4'de gösterilmektedir.



Şekil 4. Çalışma alanlarının haritada gösterimi

2.2.2. Çalışma Alanlarının Tanıtımı

2.2.2.1. Şalpazarı / Trabzon

Trabzon ili Şalpazarı ilçesine bağlı Doğancı Mahallesi, denize uzaklığı 30 km ve deniz seviyesinden yüksekliği 1100 m olan 200 haneli, yaklaşık 350 nüfuslu ve 5,964 km² yüzölçümüne sahip bir mahalledir. Örneklerin yakalandığı arazi vejetasyon bakımından

oldukça zengindir. Hakim vejetasyon tipi orman vejetasyonu olup, tipik bitki türleri; *Picea orientalis* (L.) Link. (Doğu Ladini), *Carpinus betulus* L. (Gürgen), *Alnus glutinosa* L. (Kızılağaç), *Castanea sativa* Mill. (Kestane), *Fagus orientalis* Lipsky (Doğu kayını) ve *Rhododendron ponticum* L. (Mor çiçekli orman gülü)'dür. Örnekler gece saat 21.00'dan sonra köy içinde yerleşim yerlerine uzaklığı 200 m olan su deposu ve akarsu yakınlarından 90 m²'lik bir alandan elle yakalanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Şalpazarı populasyonu örneklerinin toplandığı akarsu ve su deposu

Şalpazarı ilçesi, Doğancı mahallesine en yakın meteoroloji istasyonu 978 metre yükseklikte yer alan Sütüinar Köyü Meteoroloji İstasyonudur (Enlem: 40.8564, Boylam: 39.2023). Bu istasyon 2017 yılında kurulmuştur ve 2017-2022 yılları arasında kaydedilen bazı iklimik verilerin aylık ortalama değerleri Tablo 1'de verilmiştir. En soğuk ay 4.2 °C ile ocak, en sıcak ay ise 19.6 °C ile ağustostur. Bu lokalite için yıllık ortalama sıcaklık 12.1 °C'dir.

Tablo 1. Şalpazarı / Sütçınarı Köyü Meteoroloji İstasyonunda 2017-2022 yılları arası kaydedilen bazı iklimik verilerin ortalama aylık değerleri

	Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Nispi Nem (%)	Yağışlı Gün Sayısı	Toplam Yağış Ortalaması (kg/m ²)
Ocak	4.2	20.5	-9.6	67.6	14.83	116.13
Şubat	5.6	23.5	-12.8	65.3	16.50	134.83
Mart	6.5	24.4	-7.1	69.7	21.00	133.97
Nisan	11.1	31.6	-1.9	64.3	16.67	60.32
Mayıs	15.0	36.7	2.4	68.8	19.33	111.77
Haziran	17.7	31.0	5.2	79.8	22.83	88.95
Temmuz	18.9	36.0	9.6	82.1	17.83	54.25
Ağustos	19.6	34.7	10.9	83.8	18.17	46.48
Eylül	17.2	34.2	7.2	78.1	14.67	72.65
Ekim	13.2	32.6	2.6	79.6	14.17	88.90
Kasım	9.5	28.3	-5.2	72.1	13.33	88.92
Aralık	7.2	21.4	-6.5	65.0	13.00	89.43
Yıllık	12.1	36.7	-12.8	73.0	202.33	1086.60

2.2.2.2. Zigana / Gümüşhane

Zigana dağında arazi çalışması yapılan alanın denize uzaklığı 58 km ve deniz seviyesinden yüksekliği ise 1812 m'dir. Arazi çalışması yapılan alanın hakim vejetasyon tipi orman vejetasyonudur. Alanda bulunan tipik bitki türleri *Picea orientalis* (L.) Link. (Doğu Ladini) ve *Pinus sylvestris* L. (Sarıçam)'dır. Arazi çalışması anayoldan 600 m uzaklıktaki akarsu boyunca yapılmıştır ve etrafta yerleşim yeri bulunmamaktadır (Şekil 6). Hem gündüz hem de gece arazi çalışması yapılmış ve örneklerin çoğu gece akarsuyun kenarındaki bitkilerin ve taşların altından elle yakalanmıştır.

Zigana dağında örneklerin yakalandığı alana en yakın meteoroloji istasyonu 2050 metre yükseklikte yer alan Zigana Kayak Merkezi Meteoroloji İstasyonudur (Enlem: 40.6413, Boylam: 39.4037). Bu istasyona ait 2017-2022 yılları arasında kaydedilen bazı iklimik verilerin aylık ortalama değerleri Tablo 2'de verilmiştir. En soğuk ay -5.0 °C ile ocak, en sıcak ay ise 13.8 °C ile ağustostur. Bu lokalite için yıllık ortalama sıcaklık 4.9 °C'dir.



Şekil 6. Zigana populasyonu örneklerinin toplandığı akarsu

Tablo 2. Zigana Kayak Merkezi Meteoroloji İstasyonunda 2017-2022 yılları arası kaydedilen bazı iklimik verilerin ortalama aylık değerleri

	Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Nispi Nem (%)	Yağışlı Gün Sayısı	Toplam Yağış Ortalaması (kg/m ²)
Ocak	-5.0	8.4	-16.4	74.6	7.17	12.90
Şubat	-3.3	9.8	-16.1	71.2	9.00	11.00
Mart	-1.8	14.0	-14.5	72.7	16.67	51.17
Nisan	3.6	19.4	-9.2	60.7	13.17	35.33
Mayıs	7.9	25.1	-5.4	63.2	17.33	78.83
Haziran	11.4	27.0	0.3	73.0	14.83	62.70
Temmuz	12.7	28.6	4.5	74.9	16.00	20.20
Ağustos	13.8	31.2	5.2	75.0	13.00	32.87
Eylül	11.5	28.3	0.5	65.7	13.50	39.93
Ekim	7.8	21.1	-6.0	66.2	15.17	46.50
Kasım	2.1	15.2	-8.7	65.6	12.17	27.77
Aralık	-1.4	10.8	-15.4	70.2	9.00	19.57
Yıllık	4.9	31.2	-16.4	69.4	157.01	438.77

2.2.2.3. Hayrat / Trabzon

Trabzon ili Hayrat ilçesi Sarmaşık yaylasında arazi çalışması yapılan alanın denize uzaklığı 48 km ve deniz seviyesinden yüksekliği ise 2100 m'dir. Arazi çalışması yapılan alanın hakim vejetasyon tipi subalpin olup alanda *Rhododendron luteum* Sweet. (Sarı çiçekli orman gülü) ve alpin çayır ile kaplıdır. Kafkas semenderi gündüz vakti akarsuyun kenarında yetişen *Alchemilla vulgaris* L. (Aslanpençesi) bitkisi içerisinde ve taş altlarında saklanmaktadır. Örnekler hem gündüz hem de gece akarsuların kenarındaki bitkilerin ve taşların altlarından elle yakalanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Hayrat populasyonu örneklerinin toplandığı akarsu

Örneklerin yakalandığı alana en yakın meteoroloji istasyonu 1984 metre yükseklikte yer alan Demirkapı Köyü Meteoroloji İstasyonudur (Enlem: 40.5567, Boylam: 40.4069). Bu istasyona ait 2017-2022 yılları arasında kaydedilen bazı iklimik verilerin aylık ortalama değerleri Tablo 3'de verilmiştir. En soğuk ay -3.3 °C ile ocak, en sıcak ay ise 14.5 °C ile ağustostur. Bu lokalite için yıllık ortalama sıcaklık 6.0 °C'dir.

Tablo 3. Demirkapı Köyü Meteoroloji İstasyonunda 2017-2022 yılları arası kaydedilen bazı iklimatik verilerin ortalama aylık değerleri

	Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Nispi Nem (%)	Yağışlı Gün Sayısı	Toplam Yağış Ortalaması (kg/m ²)
Ocak	-3.3	9.7	-16.9	65.9	20.17	182.98
Şubat	-2.3	11.8	-21.6	64.4	15.33	106.12
Mart	-0.9	14.2	-15.1	68.2	20.83	125.52
Nisan	4.7	18.8	-10.4	64.0	14.00	72.10
Mayıs	8.9	26.1	-6.0	67.3	18.00	125.15
Haziran	12.6	28.2	2.0	76.3	17.50	106.35
Temmuz	13.4	44.6	1.9	83.2	17.00	44.78
Ağustos	14.5	31.6	4.5	79.7	13.83	31.23
Eylül	12.1	29.3	-0.9	70.9	12.00	43.28
Ekim	8.6	21.8	-6.3	63.8	13.17	82.42
Kasım	3.3	17.4	-11.5	61.1	11.83	53.70
Aralık	0.5	11.3	-15.9	60.4	15.50	98.05
Yıllık	6.0	44.6	-21.6	68.8	189.16	1071.68

2.2.3. Örneklerin Toplanması

Mertensiella caucasica türü her üç lokalitede gündüz vakti akarsuyun kenarında yetişen *Alchemilla vulgaris* L. (Aslanpençesi) bitkisi içerisinde ve taş altlarında saklanmaktadır. Kafkas semenderi geceleri aktif bir tür olduğundan gündüz arazi gezilmiş, akarsuların kenarındaki taşların ve su bitkilerinin altına bakılıp az sayıda örnek bulunmuştur. Örneklerinin çok büyük bir kısmı gece saat 22.00'dan sonra elle yakalanmıştır. Tablo 4'te çalışma alanlarının koordinatları, yükseklikleri, örneklerin yakalandığı tarihler ve örnek sayıları verilmiştir. Örneklerin cinsiyetleri ikincil seksüel karakterlerden (hedonik çıkıntı) yararlanılarak belirlenmiştir. MS-222 ile bayıltıldıktan sonra yakalanan örneklerin bir kısmının vücut ölçüleri ve ağırlıkları arazide ölçülmüş; sağ arka ayaklarının 4. parmakları ise kesilerek içerisinde %10'luk formaldehit bulunan tüplere konulmuştur. Bu tüpler iskelet kronolojisi yöntemi ile yaş tayininde kullanılmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Yakalanan örneklerin bir kısmı ise laboratuvara canlı olarak getirilmiştir. Bu örneklerin vücut ölçüleri, ağırlıkları ve parmak örnekleri hemen ertesi gün laboratuvarda alınmıştır. Aynı günün akşamında örnekler yakalandıkları noktadan araziye

geri bırakılmıştır. Yakalanan hayvanların birkaç tanesi daha sonra yapılacak çalışmalarda kullanılmak ve müze materyali olabilmesi amacıyla %70'lik alkolde tespit edilmiştir.

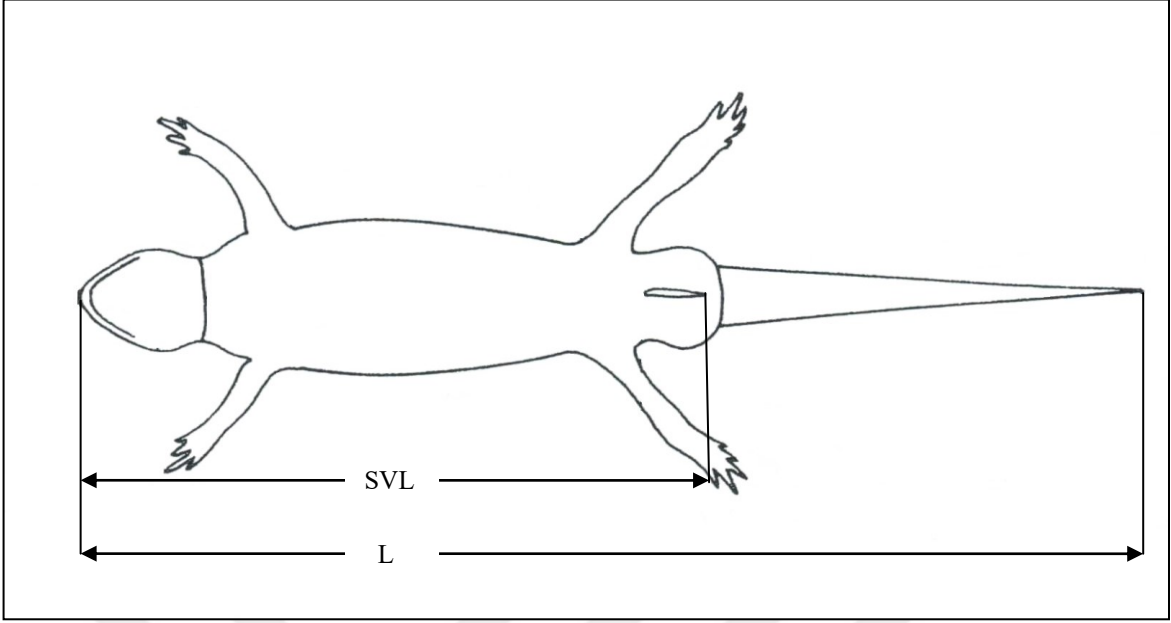
Tablo 4. *Mertensiella caucasica* örneklerinin yakalandığı lokaliteler, bu lokalitelerin koordinatları, deniz seviyesinden yüksekliği, örneklerin yakalanma tarihleri ve örnek sayıları

Lokaliteler	Koordinatlar	Yükseklik (m)	Tarih	Örnek Sayısı
Şalpazarı	40° 53' K	1100	27.04.2010	21 ♀♀
	39° 13' D		11.05.2010	36 ♂♂
				3 juvenil
Zigana	40° 39' K	1812	29.05.2010	18 ♀♀
	39° 24' D			50 ♂♂
				1 juvenil
Hayrat	40° 42' K	2100	05.06.2010	24 ♀♀
	39° 25' D			31 ♂♂
				7 juvenil

2.2.4. Morfometrik Ölçümler

Populasyonlardaki bireylerin vücut boylarını ve ağırlıklarını karşılaştırmak ve yaşı bu iki değişken ile ilişkisini belirleyebilmek amacıyla, burun ucu - kloak arası mesafe (SVL) ve toplam vücut boyu (L) 0.01 mm hassasiyetli dijital bir kumpasla ölçülmüştür (Şekil 8). Ayrıca her bir örneğin ağırlığı 0.01 g hassasiyetli dijital bir terazi kullanılarak belirlenmiştir.

Literatürde, canlılar arasında vücut büyüklüğünün yaşa bağlı olarak karşılaştırılmasında toplam vücut boyu ve gövde boyundan daha çok burun ucu - kloak arası mesafe kullanılmaktadır. Bunun sebebi; semenderlerde kuyruğun predasyon, agresif rakipler veya diğer bazı nedenlerden dolayı zarar görmüş veya sonradan rejenere olmuş olabileceği ve bundan dolayı populasyonlardaki bireylerin vücut büyüklüklerini belirlemek için tek başına toplam vücut boyunu kullanmanın güvenilir olmamasıdır (Harrison vd., 1984; Üzümlü, 2006).



Şekil 8. *Mertensiella caucasica*'nın ölçümü yapılan karakterleri; Burun ucu-kloak arası mesafe (SVL), Toplam vücut boyu (L)

2.2.5. Su Analizlerinin Yapılması

Amfibiler (iki yaşamlılar) hayatlarının bir kısmını suda bir kısmını karada geçiren canlılardır. Kafkas kurbağası yumurta ve gençlik evresini suda, ergin evresini ise karada geçirir. Populasyonların bulunduğu habitatların su kalitesinin belirlenmesi için su sıcaklığı, pH, iletkenlik, çözülmüş oksijen ve tuzluluk gibi parametreler; Elmetron marka taşınabilir multimetre cihazıyla tüm populasyonlarda aynı gün içerisinde ölçülmüştür. Suyun kimyasal değişkenlerinin analizi için alınan su örnekleri soğutucu içerisinde aynı gün analizlerin yapılacağı laboratuvara iletilmiştir. Böylece kimyasal değerlerdeki sapmalar en aza indirilmiştir. Çalışma alanlarından alınan su örneklerinin kimyasal değişkenlerinin sınıflandırılması, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre yapılmıştır.

2.2.6. İskelet Kronolojisi Yöntemi

Bu çalışmada Ülkemizde Doğu Karadeniz Bölgesi'ne endemik bir tür olan *Mertensiella caucasica*'nın 3 farklı populasyonundan yakalanan örneklerin yaş analizi iskelet kronolojisi (skeletokronoloji) adı verilen yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Ayak

parmaklarında yıllık büyüme halkalarının oluşması canlı semenderde yaş, cinsel olgunluk yaşı ve yaşam uzunluğunu tespit etmeyi mümkün kılmaktadır.

İskelet kronolojisi ile yaş tayini literatürde (Leclair ve Castanet, 1987; Castanet ve Smirina, 1990; Castanet vd., 1996) verilen yönteme benzer şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.2.6.1. Parmak Örneklerinin Yaş Analizi için Hazırlanması

Yaş analizi için araziden yakalanan bireylerden alınan ve içerisinde %10'luk formaldehit bulunan tüplerde tespit edilen parmak örnekleri, öncelikle formaldehitin dokulardan uzaklaştırılması için musluk suyu ile yıkanmış ve birkaç saat suda bekletilmiştir. Ardından kemik dokudaki kalsiyumun uzaklaştırılması (dekalsifikasyon) için örnekler %3'lük nitrik asit çözeltisinde 1.5 - 2 saat bekletilmiş ve sonrasında nitrik asit'in dokulardan tamamen uzaklaştırılması için 1 gece (yaklaşık 12 saat) akan musluk suyuna bırakılmışlardır. Akan musluk suyundan alınan parmak örnekleri çeşme suyu kaynaklı artık maddeleri uzaklaştırmak ve boyama işlemi için uygun bir pH elde etmek için birkaç saat distile suda bekletilmiş, böylece parmaklar kesit almaya uygun hale gelmiştir.

2.2.6.2. Kesitlerin Alınması

Kesit almaya uygun hale getirilen parmak örneklerinden donduruculu mikrotom (Shandon marka) yardımıyla -20 ile -22 °C'de kemiğin diafiz bölgesinden 12–18 µm kalınlığında kesitler elde edilmiştir. Kesitler ilk olarak içinde distile su bulunan saat camına konulmuştur. Daha sonra saat camı içindeki su alınarak kesitler boyama işlemine hazır hale getirilmiştir.

2.2.6.3. Kesitlerin Boyanması

Parmak kemiklerinden alınan enine kesitler Ehrlich hematoksilen kullanılarak boyanmıştır. Saat camına aktarılmış ve suyu alınmış olan kesitlerin üzerine boya damlatılmış ve 5-10 dakika bekletilmiştir. Ardından kesitler birkaç kez çeşme suyuyla yıkanarak fazla boya uzaklaştırılmıştır. Son olarak kemik enine kesitleri temiz bir lama alınıp gliserin ile kapatılarak ışık mikroskobu ile incelemeye hazır hale getirilmiştir.

2.2.6.4. Yaş Halkalarının Sayılması

Hazırlanan kemik enine kesit preparatları, ışık mikroskobunda incelenerek kemiğin diafiz bölgesinden alınan kesitler işaretlenmiştir. Daha sonra Leica LM1900 Görüntüleme ve Analiz Sistemi kullanılarak kesitlerin fotoğrafları çekilip bilgisayara aktarılmıştır. Kesitler iki farklı araştırmacı tarafından incelenip yaş halkaları (LAG) sayılmış ve her bir bireyin yaşı tespit edilmiştir. Kemikteki büyüme halkaları arası mesafeden yararlanılarak büyümede önemli bir düşüşün tespit edildiği yaş, eşeyssel olgunluk yaşı olarak belirlenmiştir (Ryser, 1988). Fotoğraflardan dinlenme çizgileri, kemik iliği boşluğunun çevresi ve kesitin en dış çevresine ait gerekli ölçümler alınmıştır.

2.2.7. İstatistiksel Analizlerin Yapılması

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri ve grafikler SPSS ver.26 ve Microsoft Excel kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle; Shapiro-Wilk (W) testi ile elde edilen verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı test edilmiştir. Populasyon içi eşeyler arasında yaş, vücut boyu, toplam vücut boyu ve vücut ağırlığı karşılaştırmalarında eğer veriler normal dağılım gösteriyorsa parametrik bir test olan Independent sample t-testi, veriler normal dağılım göstermiyorsa non-parametrik Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Uygulanan testlerin tümünde p önem derecesi (güven aralığı) %95 olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen p değeri $\leq 0,05$ ise karakterler arasındaki farkın önemli olduğu, bu değer üstünde ise farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı şeklinde değerlendirilmiştir. Populasyondaki bireylerde yaş, vücut boyu ve ağırlık arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için veriler normal dağılım gösterdiğinde Pearson, normal dağılım göstermediğinde ise Spearman korelasyon analizi uygulanmıştır. Aradaki ilişkinin anlamlı olması durumunda, regresyon testi ile bu ilişki matematiksel bir dille ifade edilmiştir. One-Way ANOVA ve Kruskal Wallis testleri, populasyonlar arası yaş, vücut büyüklüğü ve ağırlık değerleri arasındaki farkın test edilmesi için kullanılmıştır. Eğer farklılık varsa, bu farklılığın hangi populasyonlar arasında ve ne düzeyde olduğunun belirlenmesi için Post-Hoc ve Mann-Whitney U testleri uygulanmıştır.

Lovich ve Gibbon (1992)'un eşeyssel boyut dimorfizmi (SSD) formülü ile dişi ve erkek bireyler arasındaki vücut büyüklüğü farklılığı hesaplanmıştır. Bu formül aşağıdaki gibidir:

$SDI = (\text{en büyük cinsiyetin ortalama uzunluğu} / \text{en küçük cinsiyetin ortalama uzunluğu}) \pm 1$

Bu formölde, erkeklerin daha büyük olması durumunda +1 kullanılır ve negatif olarak tanımlanır, dişilerin daha büyük olması durumunda ise -1 kullanılır ve pozitif olarak tanımlanır.



3. BULGULAR

Bu çalışmada üç farklı lokaliteden (Şalpazarı, Zigana ve Hayrat) toplanan *Mertensiella caucasica* örnekleri incelenmiştir. Populasyon içi ve populasyonlar arası vücut boyu, ağırlık ve yaş karşılaştırması yapabilmek ve yaş ile vücut büyüklüğü arasındaki ilişkiyi araştırmak için toplanan tüm bireylerin vücut ölçüleri ve parmak örnekleri alınmıştır. Populasyonların yaş yapısı iskelet kronolojisi yöntemi ile belirlenmiştir. Dişi ve erkek bireylerin öncelikle populasyon içi, daha sonra populasyonlar arası karşılaştırmaları yapılmıştır. Ayrıca türün yakalandığı habitatın su kalitesinin belirlenmesi için araziden alınan su örneklerinin analizi gerçekleştirilmiştir.

3.1. Şalpazarı (Trabzon) Populasyonu

3.1.1. Morfometrik Ölçümler

Şalpazarı populasyonundan 2010 yılı Nisan ve Mayıs aylarında yapılan arazi çalışmalarında 21 dişi, 36 erkek ve 3 juvenil olmak üzere toplam 60 örnek yakalanıp, vücut ölçüleri not edildikten sonra sağ arka dördüncü parmak örnekleri alınmıştır. Bu populasyona ait burun ucu-kloak arası mesafe (SVL), toplam vücut boyu (L) ve ağırlık değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 5'de verilmiştir.

Toplam vücut boyu erkeklerde 129,20 - 175,35 mm arasında değişmekte olup ortalama $156,89 \pm 1,80$ mm (Ort. $\pm$ SH)'dir. Dişilerde ise toplam vücut boyu 118,87 - 184,70 mm arasında değişmekte iken ortalaması $152,02 \pm 3,44$ mm'dir. Juvenil bireylerde toplam vücut boyu 77,96 - 85,06 mm ($81,47 \pm 2,05$ mm) arasında değişmektedir.

Erkek bireylerde SVL değeri 60,40 - 72,55 mm ($65,53 \pm 0,52$ mm), dişi bireylerde ise 61,46 - 73,60 mm ($66,53 \pm 0,76$ mm) arasında değişmektedir. Juvenil bireylerde vücut boyu 38,38 - 40,72 mm ($39,30 \pm 0,72$ mm) değerleri arasındadır. Dişi bireylerde dağılım aralığı içerisindeki en kalabalık grup 9 birey ile (% 42,85) 60,00 - 65,00 mm değerleri arasındadır (Şekil 9). Erkeklerde ise en kalabalık grubu SVL değerleri 65,00 – 70,00 mm arasında değişen 18 birey (% 50) oluşturmaktadır (Şekil 10). Erkeklerde ortalama vücut

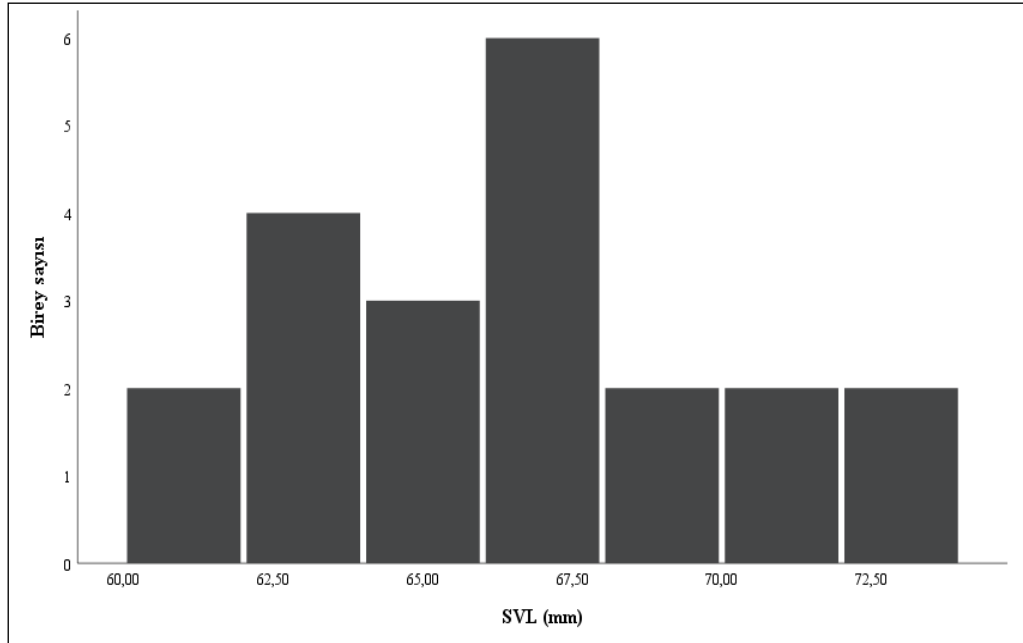
ağırlığı 4,34 g (Min-Max.: 3,41 – 5,57 g), dişilerde ise 4,74 g (Min-Max.: 3,39 – 6,81 g)'dir.

Tablo 5. Şalpazarı popülasyonu *Mertensiella caucasica* örneklerinin vücut ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler

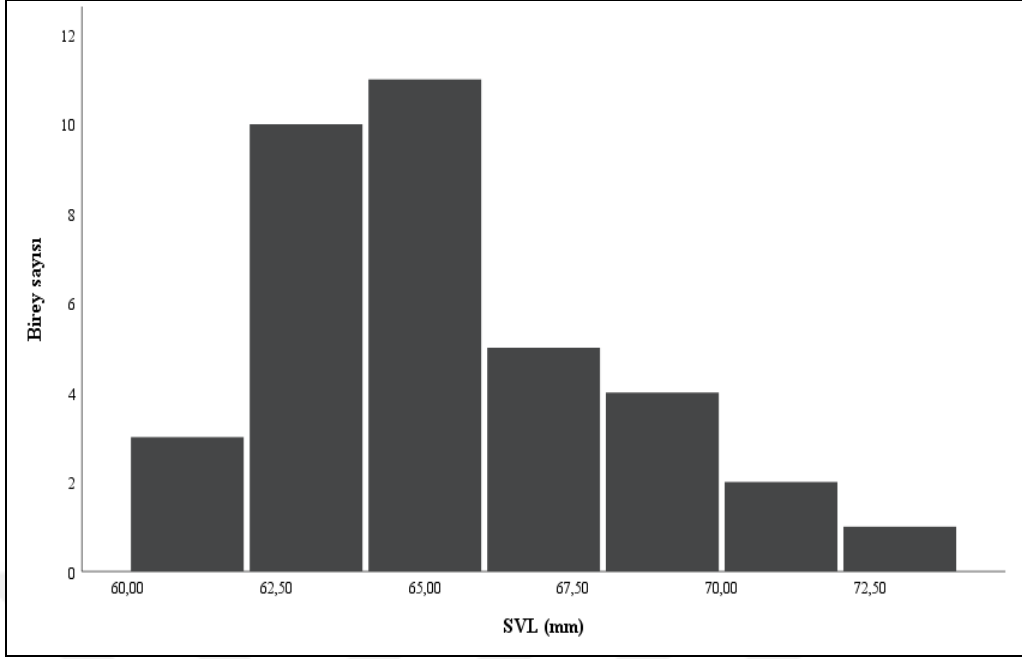
		N	Ort.	Min.	Max.	SH
SVL (mm)	Dişi	21	66,53	61,46	73,60	0,76
	Erkek	36	65,53	60,40	72,55	0,52
	Juvenil	3	39,30	38,38	40,72	0,72
	Total	60	64,57	38,38	73,60	0,86
L (mm)	Dişi	21	152,02	118,87	184,70	3,44
	Erkek	36	156,89	129,20	175,35	1,80
	Juvenil	3	81,47	77,96	85,06	2,05
	Total	60	151,41	77,96	184,70	2,65
Ağırlık (g)	Dişi	21	4,74	3,39	6,81	0,20
	Erkek	36	4,34	3,41	5,57	0,08
	Juvenil	3	1,47	1,32	1,61	0,08
	Total	60	4,34	1,32	6,81	0,12

N: Örnek Sayısı, Ort.: Ortalama değer, SH: Standart hata, Min-Max.: Minimum-Maksimum Değerler.

*Bu kısaltmalar diğer tablolar için de geçerlidir



Şekil 9. Şalpazarı popülasyonu dişi bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı



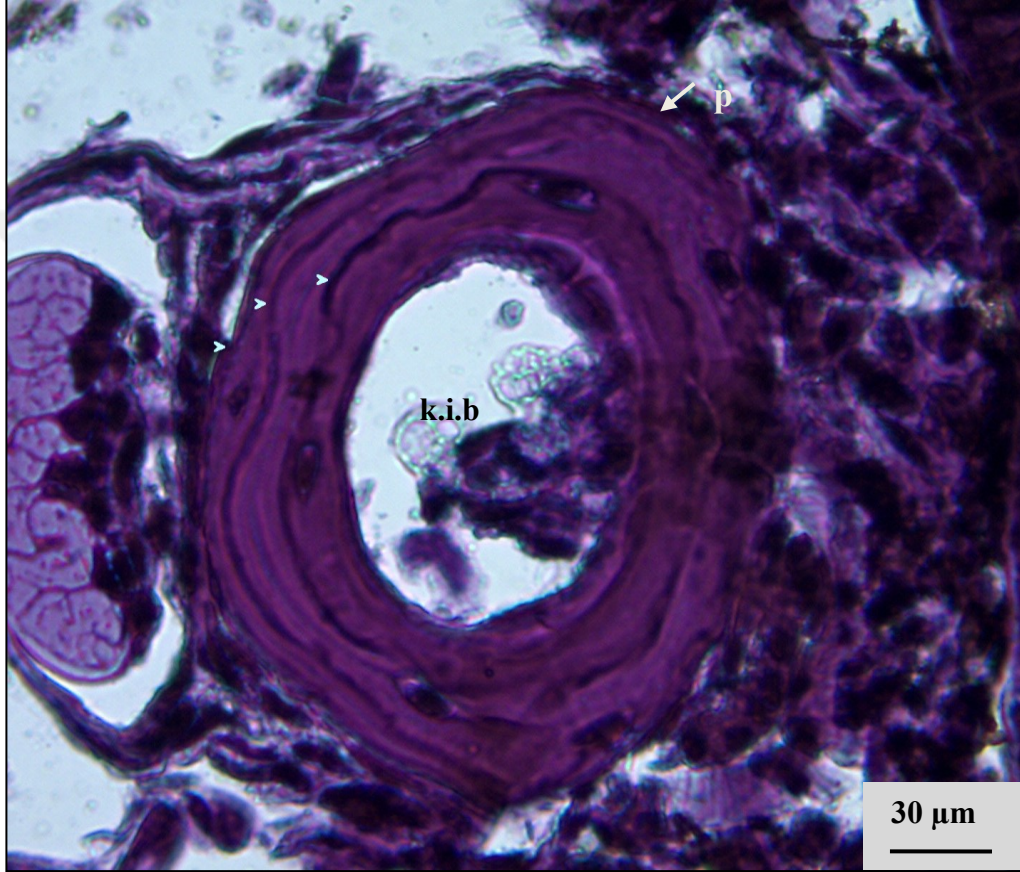
Şekil 10. Şalpazarı popülasyonu erkek bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı

Yapılan istatistiksel analizlere göre vücut boyu (SVL), toplam vücut boyu (L) ve ağırlık değerleri açısından dişi ve erkek bireyler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Independent sample t testi, SVL: $t = 1,129$, $df = 55$, $p > 0,05$; L: $t = -1,383$, $df = 55$, $p > 0,05$; ağırlık: $t = 1,882$, $df = 26,19$, $p > 0,05$). Lovich ve Gibbon (1992)'un eşeyssel boyut dimorfizmi (SSD) formülüne göre hesaplanan dişi ve erkek arasındaki vücut büyüklüğü farklılığı dişi yönündedir ($SDI = +0,015$).

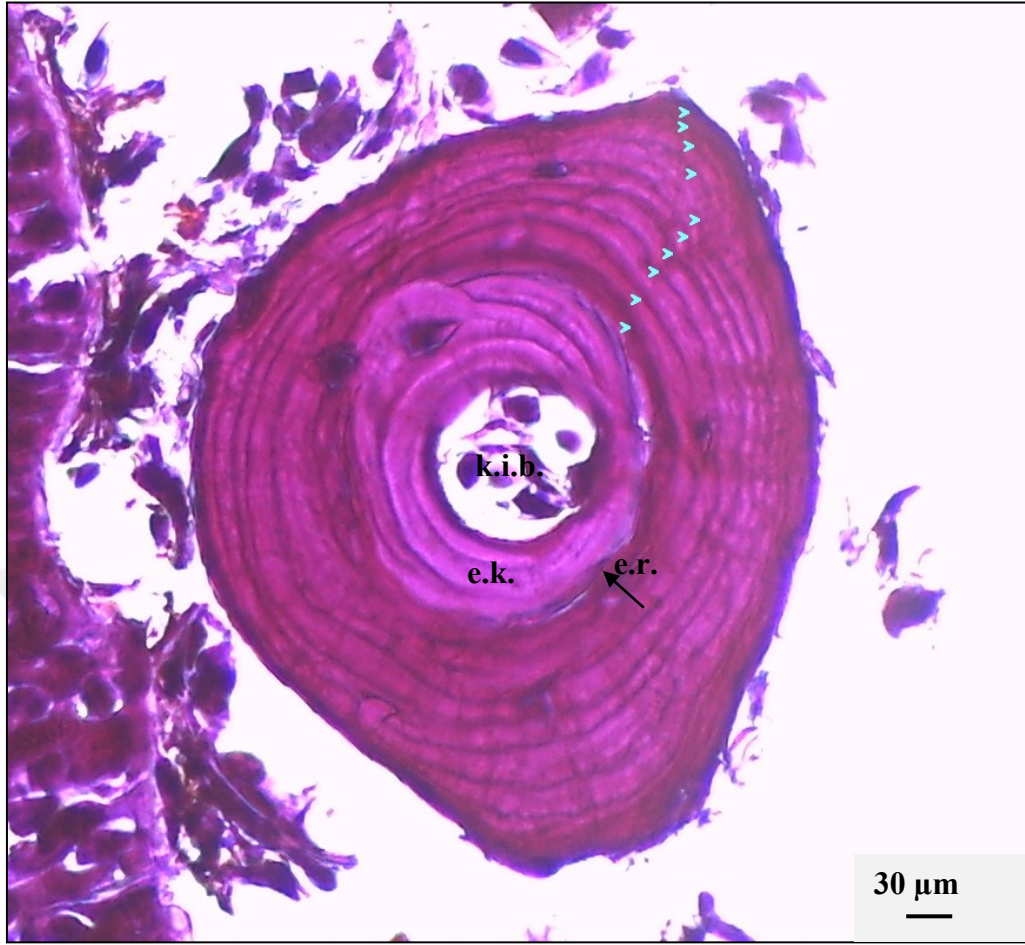
3.1.2. İskelet Kronolojisi

Şalpazarı popülasyonundan yakalanan *Mertensiella caucasica* örneklerinin sağ arka dördüncü parmakları popülasyonun yaş yapısının belirlenmesi için iskelet kronolojisi çalışmalarında kullanılmıştır. Yaş tayini sonucunda en az 3, en çok 11 yaş halkası (LAG) sayılmıştır. Kemik enine kesitlerinde yaş halkalarının üç farklı model oluşturduğu görülmüştür. Yaş halkaları; kesitlerin %80'inde ($N=48$) iyi boyanmış tek çizgi halinde; %16,7'sinde ($N=10$) tek çizgilerin yanı sıra çift halka (double line) şeklinde ve kesitlerin %3,3'ünde ise ($N=2$) yaş halkaları her yıl büyümenin durduğu iki periyoda (estivasyon, hibernasyon) denk gelen çift çizgilerin oluşturduğu bir dizi şeklindedir. İncelenen kesitlerin %36,6'sında ($N=22$), birinci yaş halkasının endosteal resorpsiyon (E.R.) sonucu

zarar görmüş olduğu anlaşılmış ve yaş tayini yapılırken bu durum dikkate alınarak örneklerin yaşları tespit edilmiştir. Şekil 11'de 3 yaşında, 1,61 g ağırlığında ve 40,72 mm vücut boyuna sahip juvenil bir bireyin; Şekil 12'de ise 5,59 g ağırlığında ve 71,86 mm vücut boyuna sahip 10 yaşında erkek bir bireyin kemik enine kesitinin fotoğrafı görülmektedir.



Şekil 11. Şalpazarı popülasyonunda 3 yaşında juvenil bir bireye ait kemik enine kesiti (k.i.b.: Kemik iliği boşluğu, P: Perifer, ▶ : LAG)

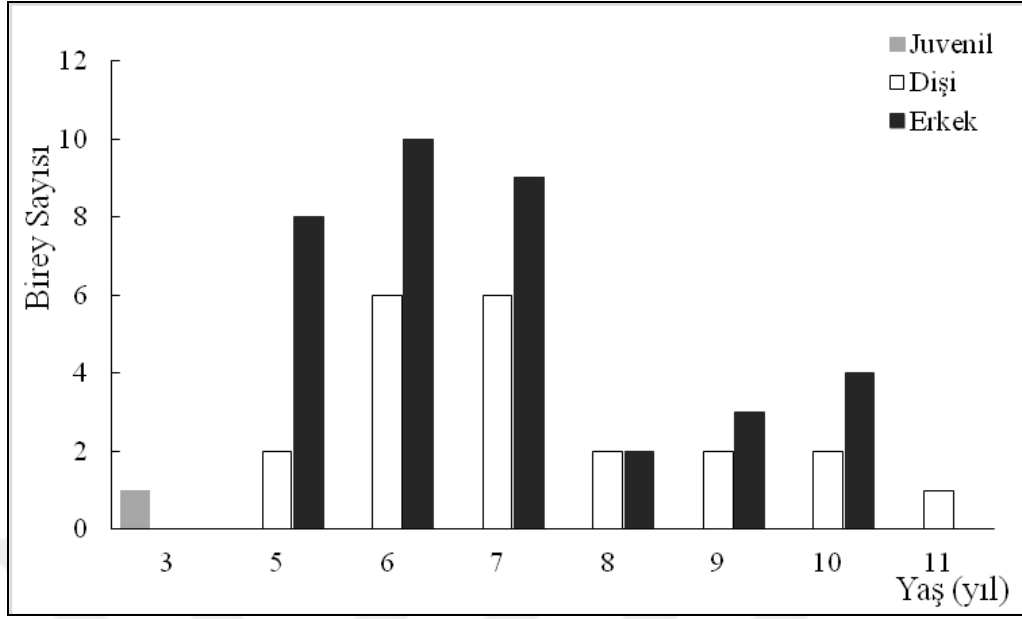


Şekil 12. Şalpazarı popülasyonunda 10 yaşında erkek bir bireye ait kemik enine kesiti (k.i.b.: Kemik iliği boşluğu, e.r.: Endosteal resorpsiyon e.k.: Endosteal kemik, ►: LAG)

Erkek bireylerin ortalama yaşı $6,83 \pm 0,27$ yıl (Ort. $\pm$ SH) (Min-Max.: 5-10 yıl), dişi bireylerin ortalama yaşı ise $7,29 \pm 0,37$ yıl (Min-Max.: 5-11 yıl) şeklinde hesaplanmıştır. Juvenil birey sadece 3 tane olup bu bireylerin hepsi 3 yaşındadır.

Dişi (N=12, %20) ve erkek (N=19, %31,66) bireylerin büyük bir çoğunluğu 6 ve 7 yaşlarındadır (Şekil 13). Bu yaş grupları popülasyonun %51,66'sını oluşturmaktadır. Eşeyssel olgunluk yaşı her iki cinsiyet için de 4 - 5 yıl olarak hesaplanmıştır.

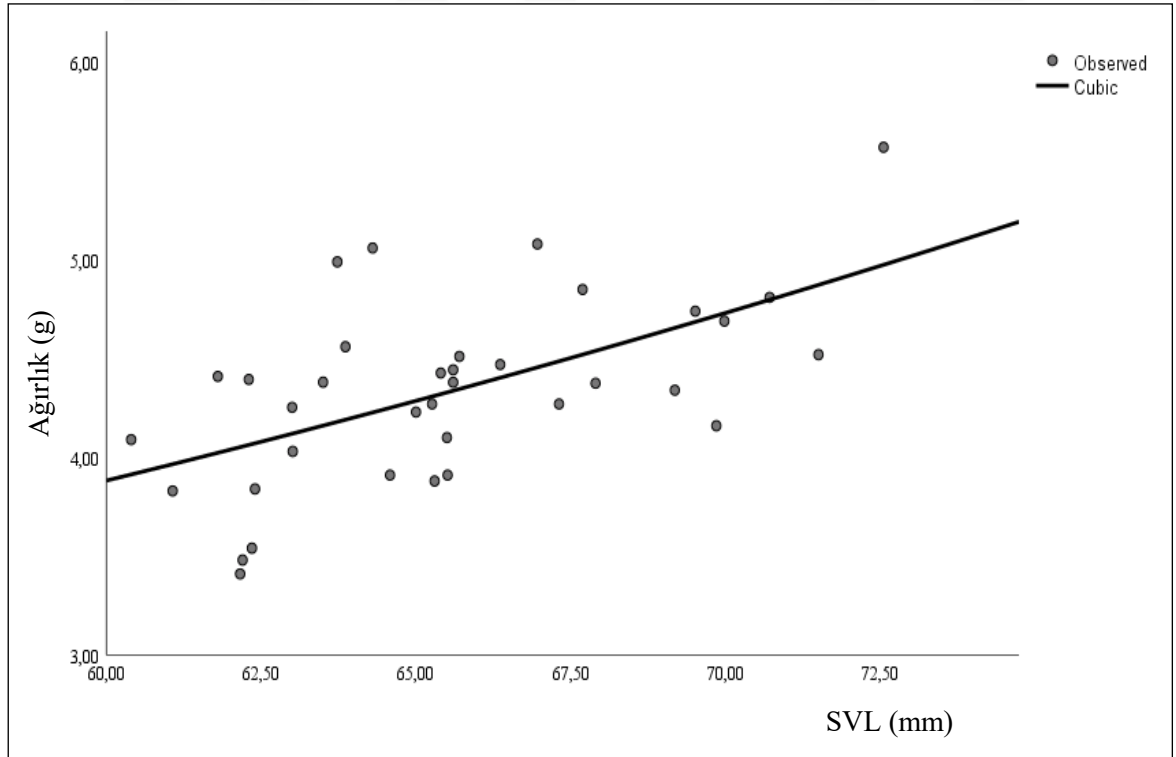
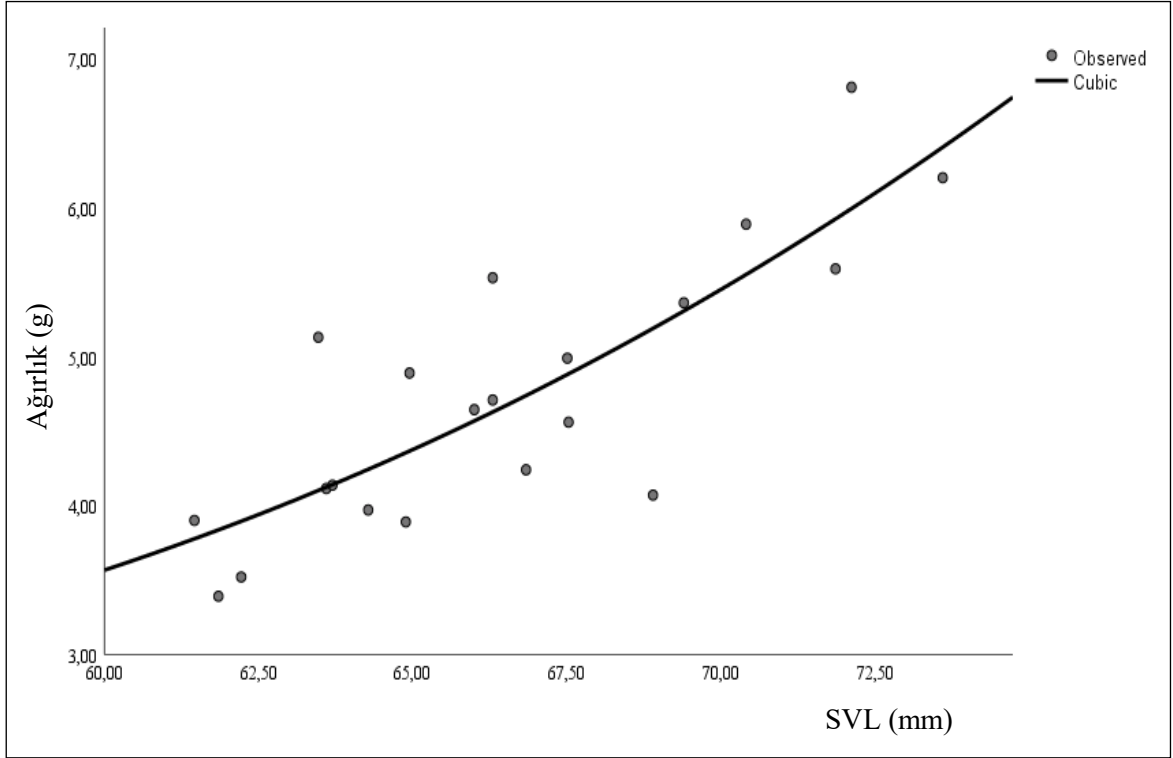
Dişi ve erkek bireylerin yaş değerleri arasında istatistiksel açıdan bir farklılık söz konusu değildir (Mann-Whitney U-testi, $z = -1,085$, $p > 0,05$).

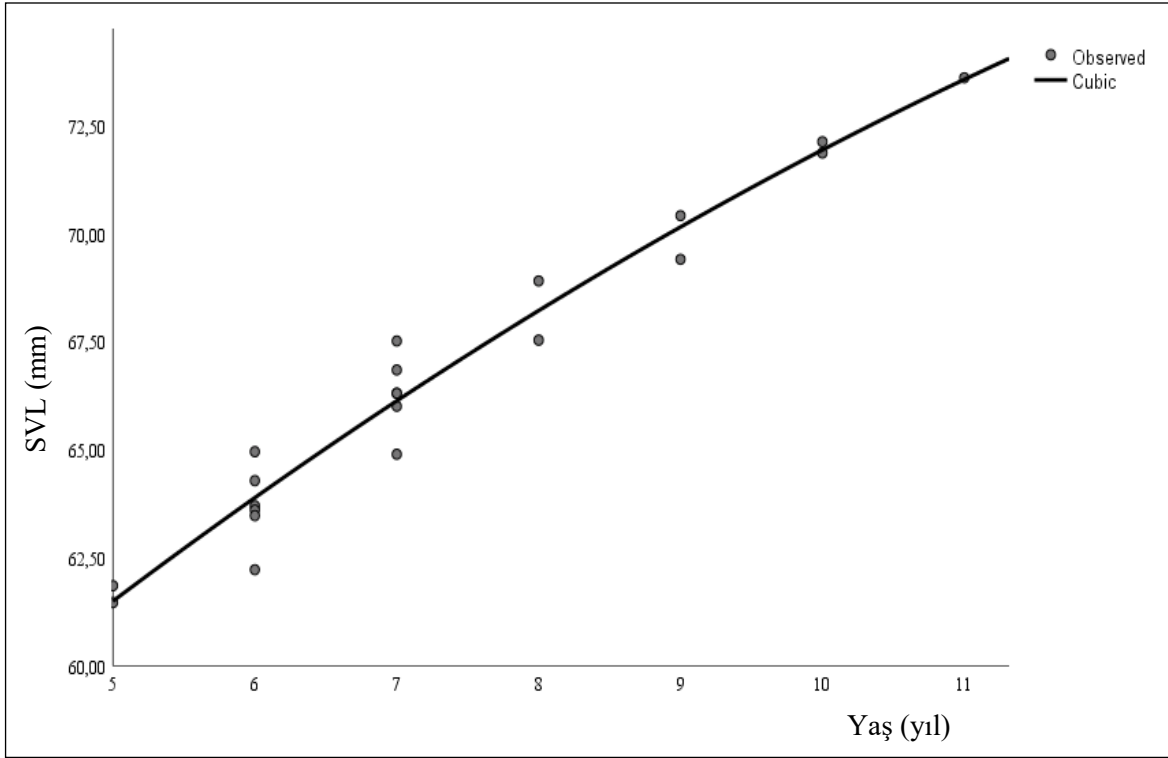


Şekil 13. Şalpazarı popülasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılımı

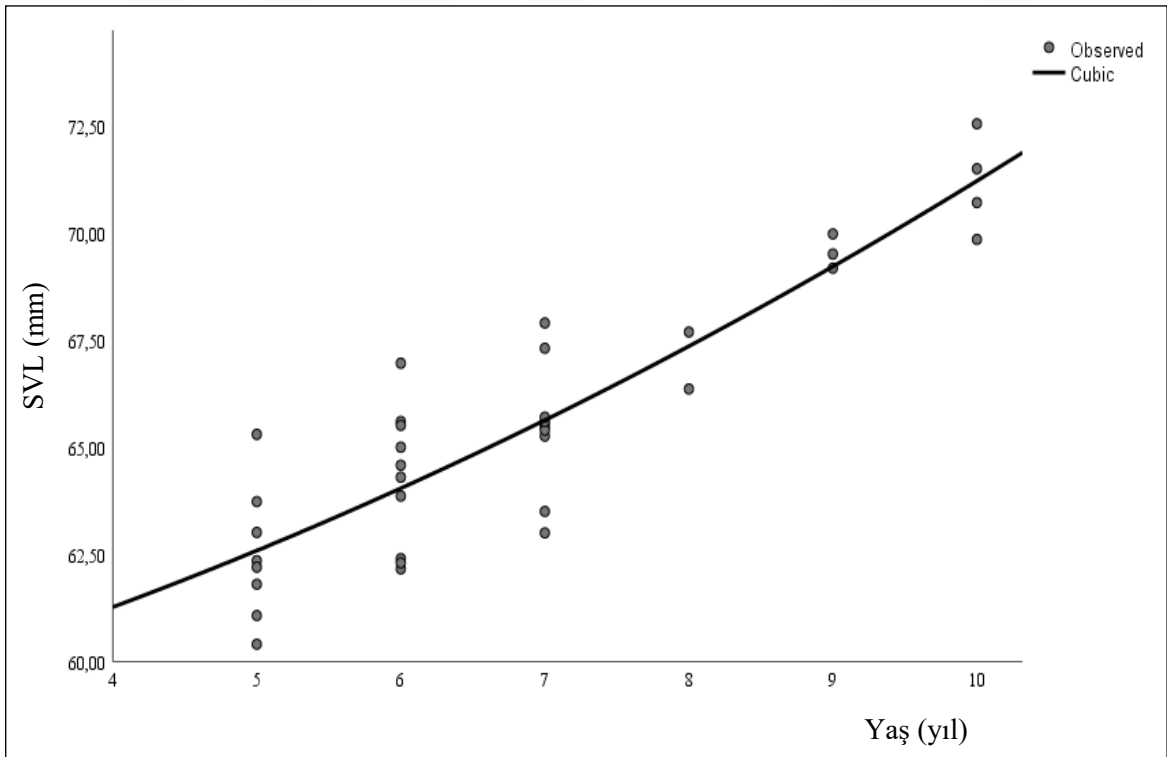
3.1.3. Yaş - Büyüklük - Ağırlık İlişkisi

Şalpazarı popülasyonunda yapılan korelasyon analizine göre dişi ve erkek bireylerde SVL ve ağırlık değerleri arasında ($r_{\text{dişi}} = 0,819$, $p = 0,000$; $r_{\text{erkek}} = 0,580$, $p = 0,000$) (Şekil 14 ve 15), SVL ve yaş değerleri arasında ($\rho_{\text{dişi}} = 0,968$, $p = 0,000$; $\rho_{\text{erkek}} = 0,835$, $p = 0,000$) (Şekil 16 ve 17) ve yaş-ağırlık değerleri arasında ($\rho_{\text{dişi}} = 0,721$, $p = 0,000$; $\rho_{\text{erkek}} = 0,493$, $p = 0,002$) (Şekil 18 ve 19) pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Şalpazarı popülasyonunda juvenil, erkek ve dişi bireylerin yaşa bağlı vücut boyu ve ağırlık dağılımı Tablo 6'da verilmiştir.

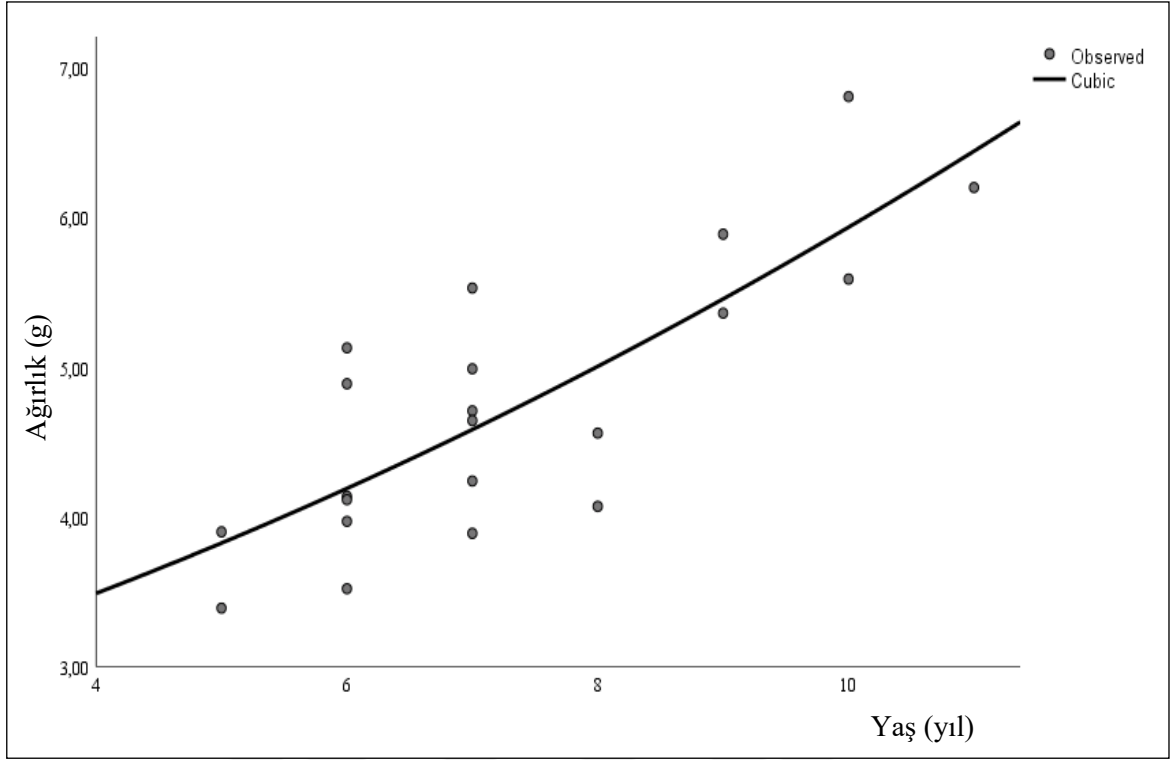




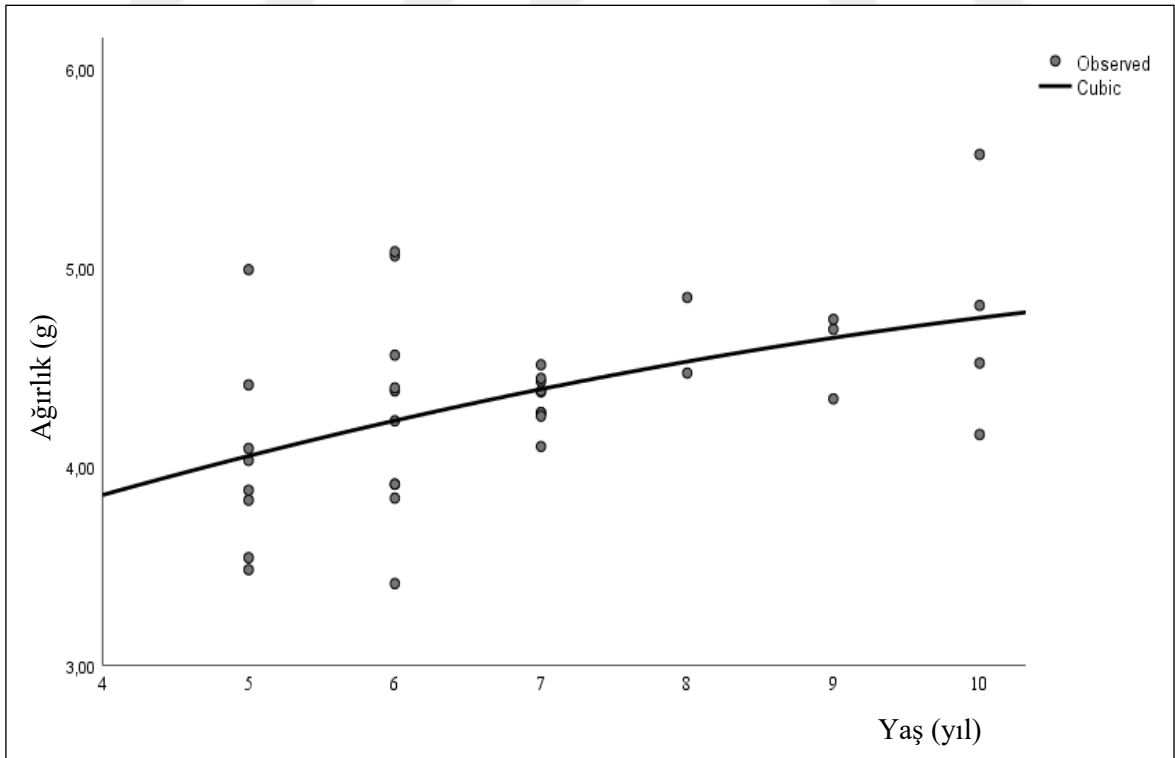
Şekil 16. Şalpazarı populasyonu dişi bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,958$, $y = 47,24 + 3,23 x - 0,076 x^2$)



Şekil 17. Şalpazarı populasyonu erkek bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,803$, $y = 57,34 + 0,708 x + 0,067 x^2$)



Şekil 18. Şalpazarı popülasyonu diş bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği
($R^2: 0,639$, $y = 2,429 + 0,208 x + 0,014 x^2$)



Şekil 19. Şalpazarı popülasyonu erkek bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği
($R^2: 0,242$, $y = 2,875 + 0,284 x - 0,010 x^2$)

Tablo 6. Şalpazarı popülasyonunda juvenil, erkek ve dişi bireylere ait yaşa bağlı SVL ve ağırlık dağılımı

	Yaş	N	SVL				Ağırlık			
			Ort.	Min.	Max.	SH	Ort.	Min.	Max.	SH
Juvenil	3	3	39,30	38,38	40,72	0,72	1,47	1,32	1,61	0,08
Dişi	5	2	61,66	61,46	61,85	0,20	3,65	3,39	3,90	0,26
	6	6	63,70	62,22	64,95	0,37	4,29	3,52	5,13	0,25
	7	6	66,31	64,89	67,51	0,36	4,67	3,89	5,53	0,23
	8	2	68,22	67,53	68,90	0,69	4,32	4,07	4,56	0,25
	9	2	69,91	69,40	70,41	0,50	5,63	5,36	5,89	0,26
	10	2	71,99	71,86	72,12	0,13	6,20	5,59	6,81	0,61
	11	1	73,60				6,20			
	Toplam	21	66,53	61,46	73,60	0,76	4,74	3,39	6,81	0,20
Erkek	5	8	62,48	60,40	65,30	0,55	4,03	3,48	4,99	0,17
	6	10	64,27	62,16	66,96	0,51	4,28	3,41	5,08	0,17
	7	9	65,46	63,00	67,90	0,52	4,34	4,10	4,51	0,04
	8	2	67,03	66,36	67,69	0,66	4,66	4,47	4,85	0,19
	9	3	69,56	69,18	69,98	0,23	4,59	4,34	4,74	0,13
	10	4	71,15	69,85	72,55	0,57	4,77	4,16	5,57	0,30
	Toplam	36	65,53	60,40	72,55	0,52	4,34	3,41	5,57	0,08

3.1.4. Su Analizleri

Mertensiella caucica örneklerinin toplandığı akarsudan alınan su örneklerinin analiz değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Şalpazarı popülasyonuna ait su analizi değerleri

Parametre	Değer
pH	8,1
Çözülmüş oksijen	6,72 mg/L
İletkenlik	413 µS/cm
Tuzluluk	0,03 g/L
Sülfat	8 mg/L
Fosfat	0,012 mg/L
Amonyak	0,02 mg/L
Nitrit	0,002 mg/L
Nitrat	0,403 mg/L

3.2. Zigana (Gümüşhane) Populasyonu

3.2.1. Morfometrik Ölçümler

Zigana populasyonundan 2010 yılı Mayıs ayında yapılan arazi çalışmalarında 18 dişi, 50 erkek ve 1 juvenil olmak üzere toplam 69 örnek yakalanmıştır. Bu populasyona ait SVL, L ve ağırlık değerleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler Tablo 8’de verilmiştir.

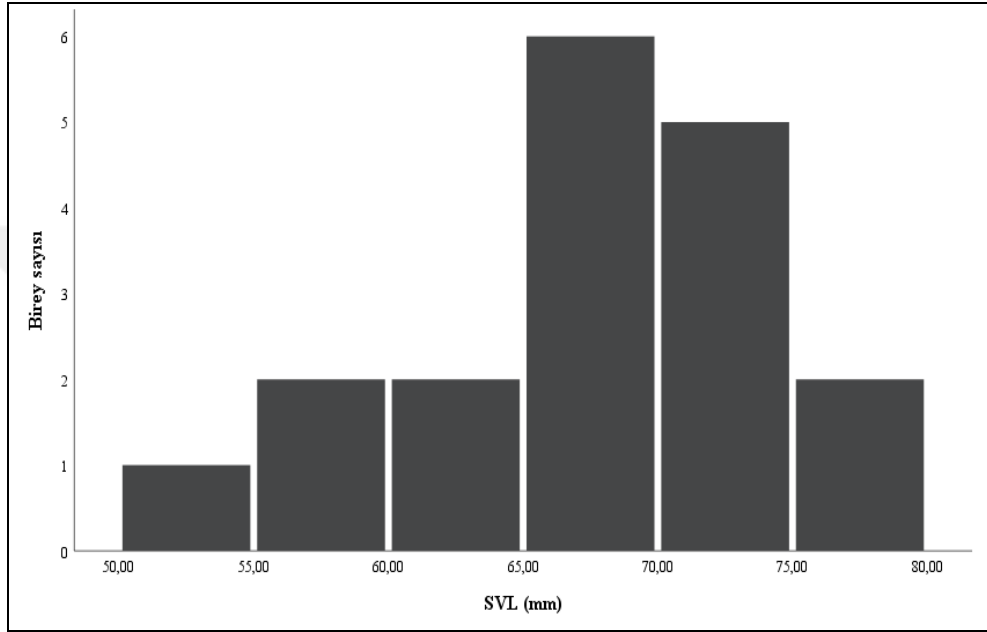
Tablo 8. Zigana populasyonu *Mertensiella caucasica* örneklerinin vücut ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler

		N	Ort.	Min.	Max.	SH
SVL (mm)	Dişi	18	68,11	50,38	77,28	1,61
	Erkek	50	68,49	56,79	73,58	0,45
	Juvenil	1	42,02			
	Total	69	68,00	42,02	77,28	0,65
L (mm)	Dişi	18	151,23	103,23	182,49	5,02
	Erkek	50	159,06	123,56	180,46	1,70
	Juvenil	1	92,02			
	Total	69	156,05	92,02	182,49	2,05
Ağırlık (g)	Dişi	18	5,39	2,37	8,67	0,37
	Erkek	50	5,19	3,33	6,66	0,10
	Juvenil	1	2,02			
	Total	69	5,19	2,02	8,67	0,13

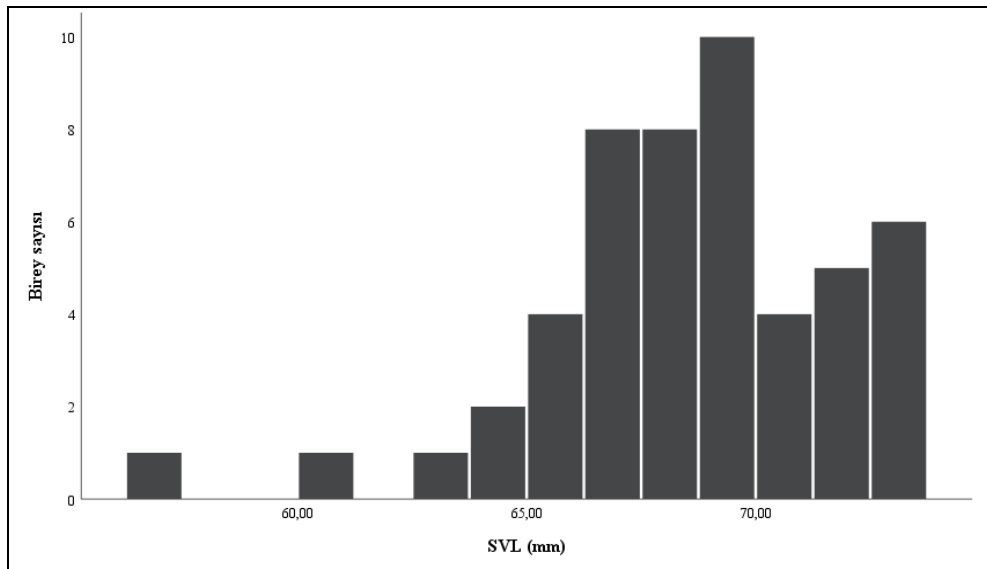
Zigana populasyonunda erkek bireylerin toplam vücut boyunun 123,56 - 180,46 mm değerleri arasında değiştiği ve ortalamasının $159,06 \pm 1,70$ mm olduğu saptanmıştır. Dişi bireylerde ise toplam vücut boyu 103,23 - 182,49 mm arasında değişmekte olup ortalaması $151,23 \pm 5,02$ mm'dir.

Dişi bireylerde SVL 50,38 - 77,28 mm ($68,11 \pm 1,61$ mm) değerleri arasında değişmekte olup; dişilerin %33,3'lük (N=6) kısmında SVL 65,00 - 70,00 mm ve %27,8'lik (N=5) kısmında ise 70,00 - 75,00 mm arasında ölçülmüştür (Şekil 20). Erkek bireylerde SVL 56,79 - 73,58 mm ($68,49 \pm 0,45$ mm) değerleri arasında değişmekte olup; erkeklerin önemli bir kısmında SVL 65,00 - 70,00 mm (N=30, %60) arasında ölçülmüştür (Şekil 21). Zigana populasyonu için ortalama ağırlık değerleri dişi bireylerde $5,39 \pm 0,37$ g ve erkek bireylerde ise $5,19 \pm 0,10$ g'dır.

Yapılan istatistiksel analizlere göre vücut boyu (SVL), toplam vücut boyu (L) ve ağırlık değerleri açısından dişi ve erkek bireyler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Mann-Whitney U testi, SVL: $z = -0,785$, $p > 0,05$; L: $z = -1,195$, $p > 0,05$; Independent sample t testi, ağırlık: $t = 0,542$, $df = 19,61$, $p > 0,05$). Eşeyler arasındaki vücut büyüklüğü farklılığı erkek yönündedir (SDI = -0,005).



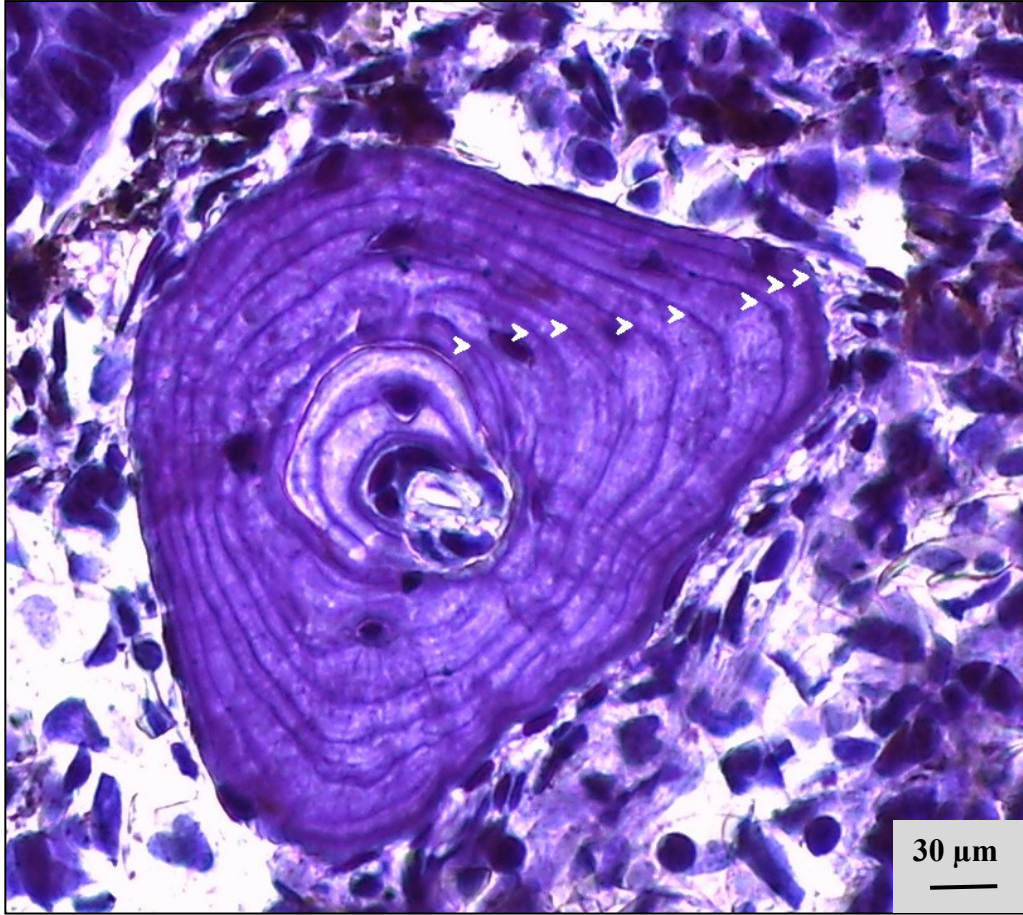
Şekil 20. Zigana populasyonu dişi bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı



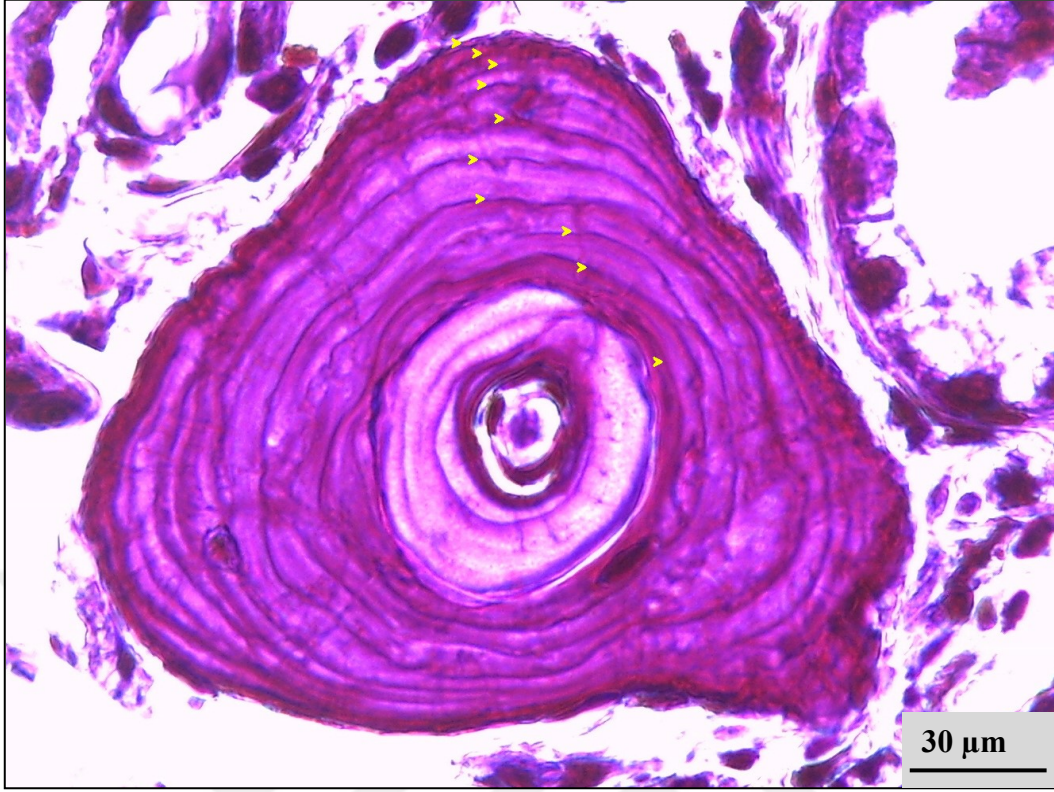
Şekil 21. Zigana populasyonu erkek bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı

3.2.2. İskelet Kronolojisi

Zigana populasyonundan yakalanan *Mertensiella caucasica* örneklerine yapılan yaş tayini sonucunda en az 3, en çok 15 yaş halkası (LAG) sayılmıştır. Kesitlerin %84,05 (N=58) gibi büyük bir kısmında yaş halkalarının hepsi iyi boyanmış tek çizgi halinde, %15,94'ünde (N= 11) ise hem tek hem de çift çizgiler bir arada bulunmaktadır. İncelenen kesitlerin %59,42'sinde (N=41) E.R. görülmüştür. Şekil 22 ve 23'de farklı yaş gruplarına ait bireylerin parmak kemiği enine kesitlerine ait fotoğraflar görülmektedir.



Şekil 22. Zigana populasyonunda 8 yaşında erkek bir bireye ait parmak enine kesiti

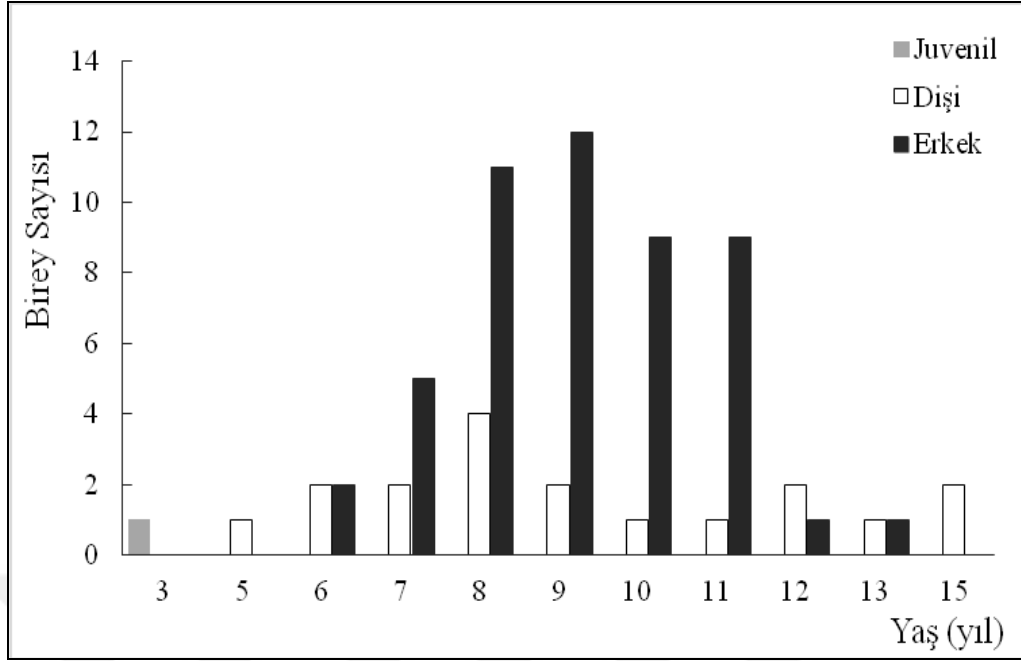


Şekil 23. Zigana popülasyonunda 10 yaşında erkek bir bireye ait parmak enine kesiti

Erkek bireylerde ortalama yaş $9,14 \pm 0,22$ yıl, dişi bireylerde ise $9,39 \pm 0,71$ yıl olarak hesaplanmıştır. Dişilerde en genç bireyin 5, en yaşlı bireyin ise 15 yaşında olduğu belirlenmiştir, bu değerler erkeklerde sırasıyla 6 ve 13 dır. Juvenil birey sadece 1 tane olup 3 yaşındadır (Şekil 24).

Dişi bireylerde en fazla 8 yaşında (N=4, %22,2) ve erkek bireylerde ise 8 (N= 11, %22) ve 9 yaşında (N=12, %24) birey bulunmaktadır. Bu yaş grupları (N=29) popülasyonun %42,02 'sini oluşturmaktadır. Her iki cinsiyet için eşeyssel olgunluk yaşı 5 - 6 yıl olarak belirlenmiştir.

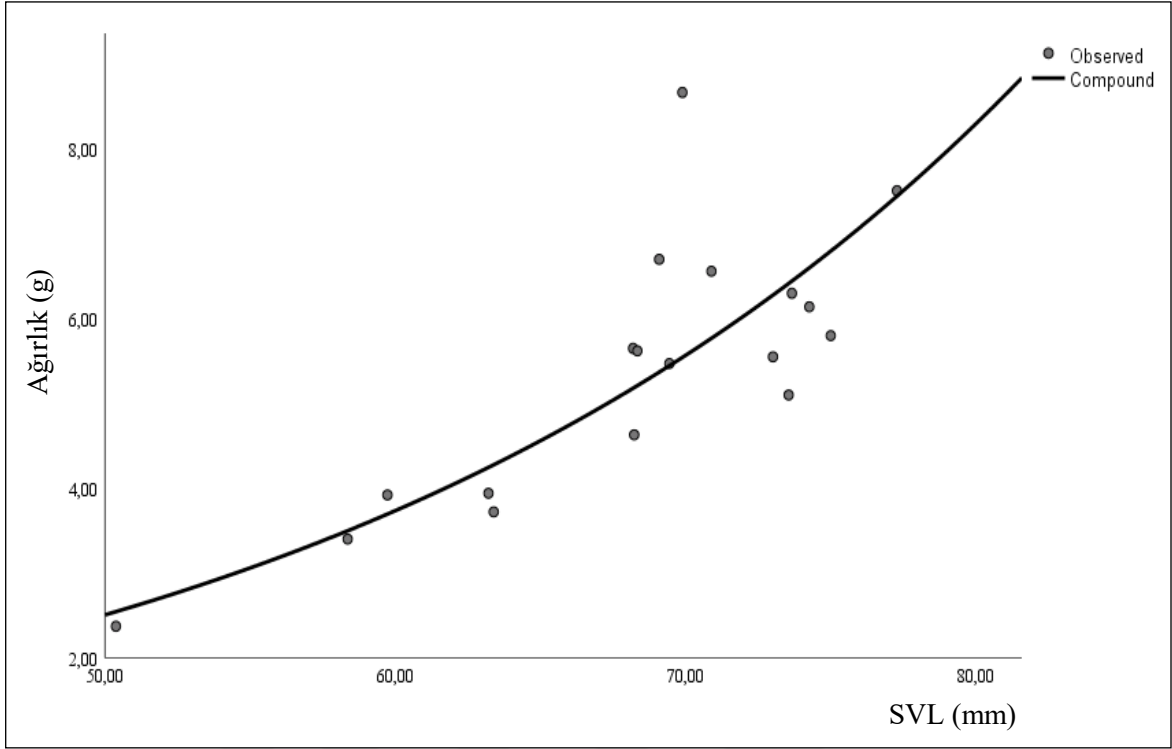
Dişi ve erkek bireylerin yaş değerleri arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamaktadır (Independent sample t testi, $t = 0,335$, $df = 20,33$, $p > 0,05$).



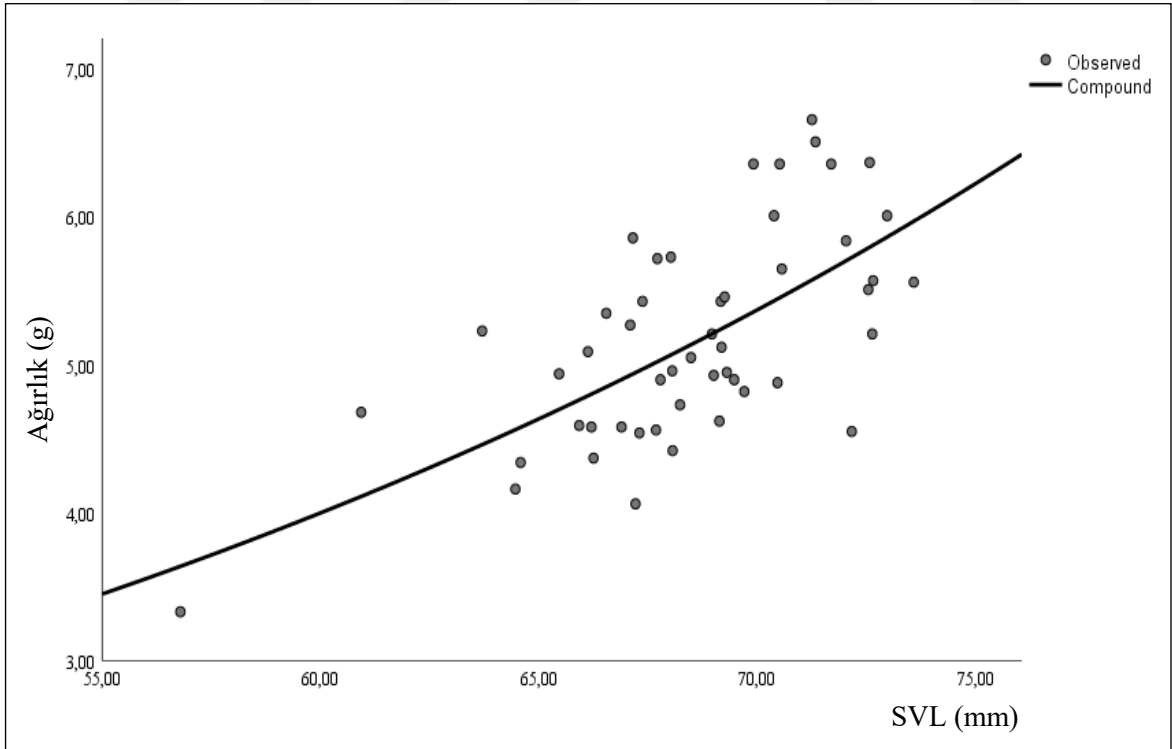
Şekil 24. Zigana popülasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılımı

3.1.3. Yaş - Büyüklük - Ağırlık İlişkisi

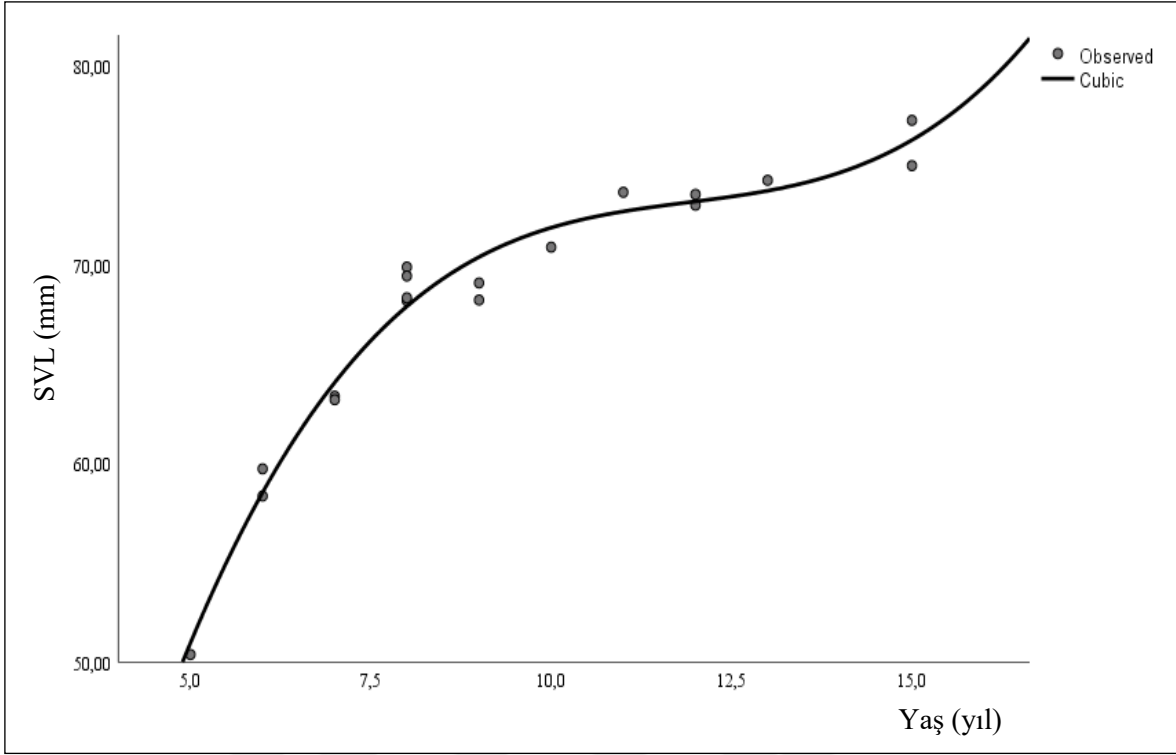
Zigana popülasyonunda hem dişi hemde erkeklerde SVL ve ağırlık değerleri arasında ($r_{\text{dişi}} = 0,788$, $\rho_{\text{erkek}} = 0,593$, $p = 0,000$) (Şekil 25 ve 26), SVL ve yaş değerleri arasında ($r_{\text{dişi}} = 0,878$, $\rho_{\text{erkek}} = 0,862$, $p = 0,000$) (Şekil 27 ve 28) ve ağırlık-yaş değerleri arasında ($r_{\text{dişi}} = 0,575$, $p = 0,01$; $\rho_{\text{erkek}} = 0,604$, $p = 0,000$) (Şekil 29 ve 30) pozitif yönde anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Zigana popülasyonunda juvenil, erkek ve dişi bireylere ait yaşa bağlı vücut boyu ve ağırlık dağılımı Tablo 9'da verilmiştir.



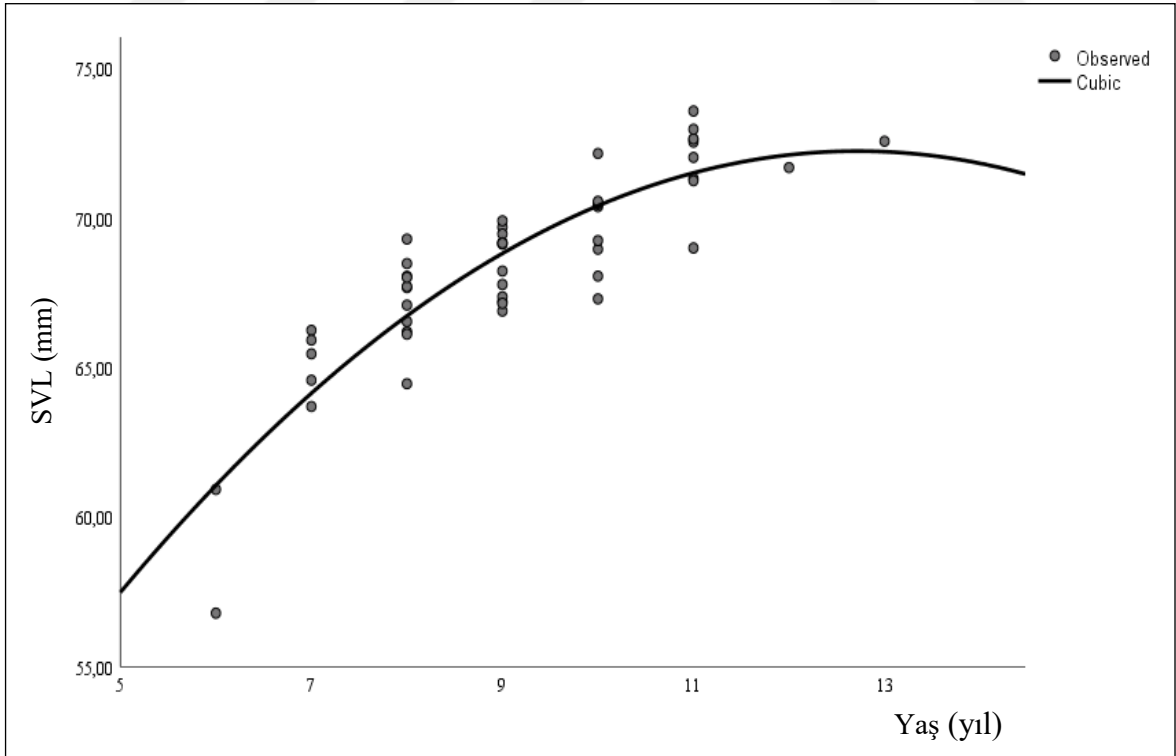
Şekil 25. Zigana populasyonu dişi bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,749$, $y = 0,34 * 1,04^x$)



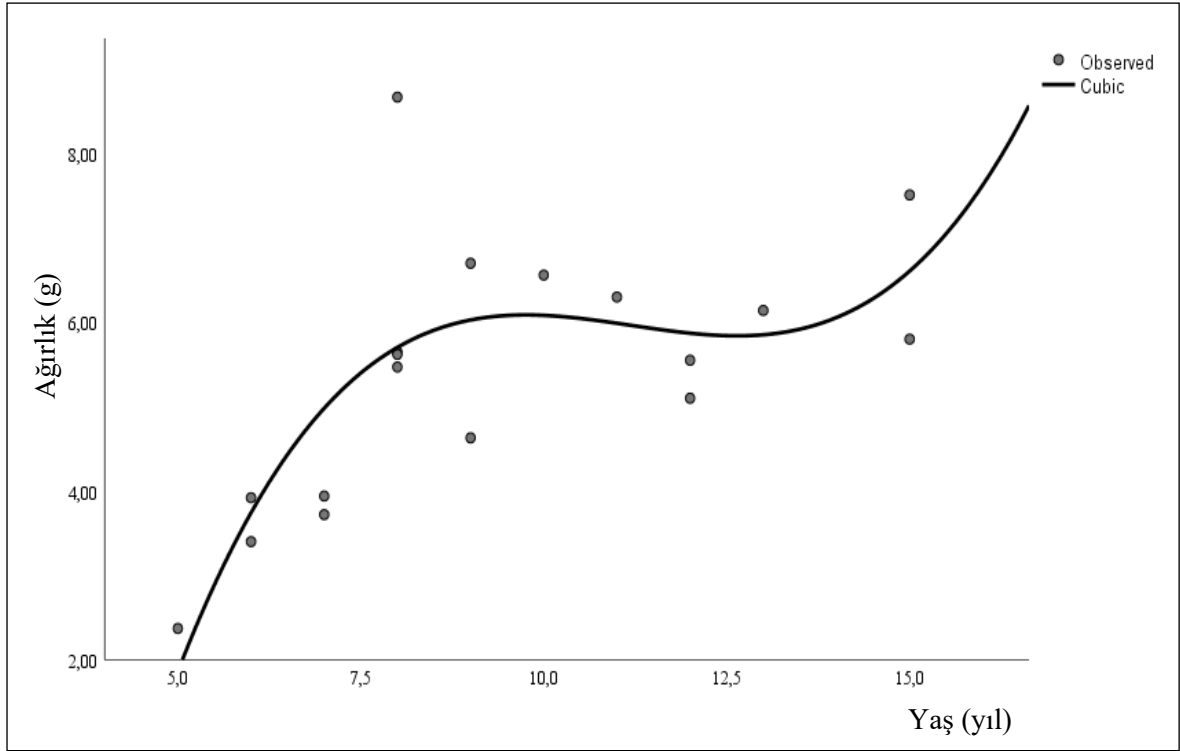
Şekil 26. Zigana populasyonu erkek bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,448$, $y = 0,67 * 1,029^x$)



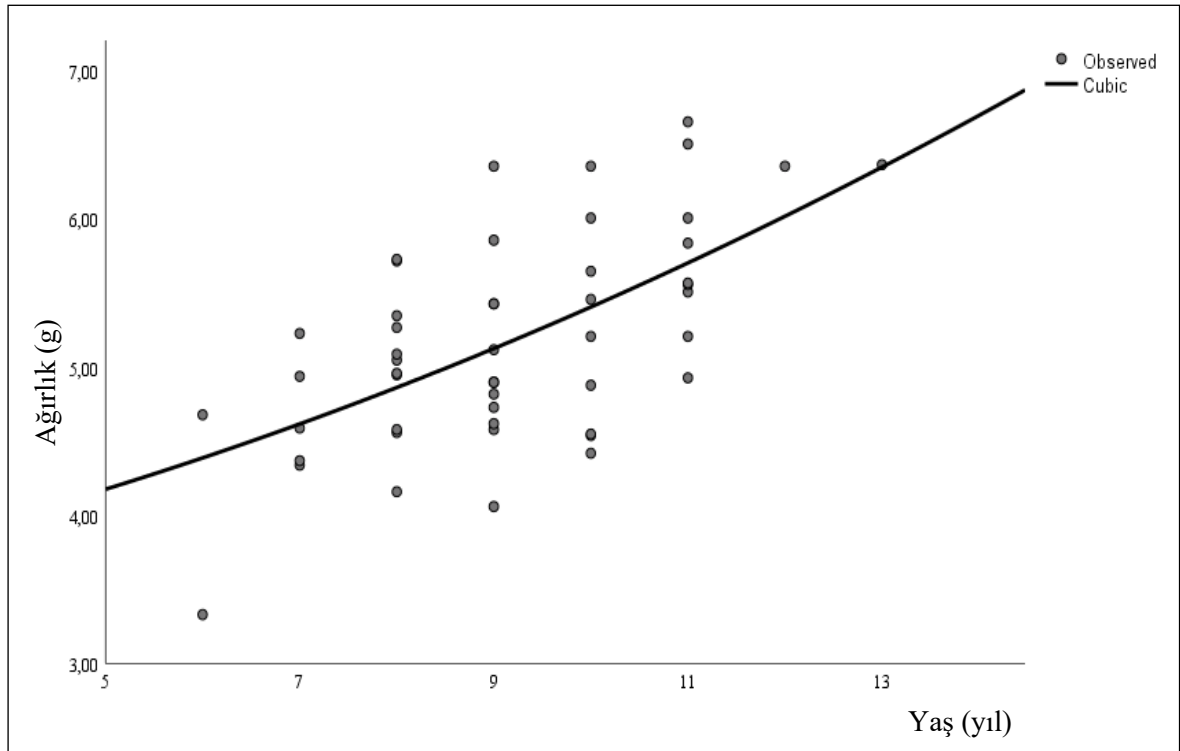
Şekil 27. Zigana popülasyonu dişi bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,974$, $y = -29,694 + 24,98x - 2,059x^2 + 0,058x^3$)



Şekil 28. Zigana popülasyonu erkek bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,788$, $y = 32,158 + 6,30x - 0,247x^2$)



Şekil 29. Zigana populasyonu dişi bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,585$, $y = -21,508 + 7,61x - 0,69x^2 + 0,02x^3$)



Şekil 30. Zigana populasyonu erkek bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,366$, $y = 3,37 + 0,117x + 0,009x^2$)

Tablo 9. Zigana popülasyonunda juvenil, erkek ve dişi bireylere ait yaşa bağlı SVL ve ağırlık dağılımı

	Yaş	N	SVL				Ağırlık			
			Ort.	Min.	Max.	SH	Ort.	Min.	Max.	SH
Juvenil	3	1	42,02				2,02			
	5	1	50,38	50,38	50,38		2,37	2,37	2,37	
	6	2	59,05	58,36	59,73	0,68	3,66	3,40	3,92	0,26
	7	2	63,30	63,21	63,39	0,09	3,83	3,72	3,94	0,11
	8	4	68,97	68,19	69,89	0,42	6,35	5,47	8,67	0,77
	9	2	68,66	68,23	69,09	0,43	5,67	4,63	6,70	1,04
Dişi	10	1	70,89	70,89	70,89		6,56	6,56	6,56	
	11	1	73,66	73,66	73,66		6,30	6,30	6,30	
	12	2	73,28	73,01	73,55	0,27	5,33	5,10	5,55	0,23
	13	1	74,26	74,26	74,26		6,14	6,14	6,14	
	15	2	76,14	75,00	77,28	1,14	6,66	5,80	7,51	0,86
	Toplam	18	68,11	50,38	77,28	1,61	5,39	2,37	8,67	0,37
	6	2	58,86	56,79	60,93	2,07	4,01	0,68	3,33	4,68
	7	5	65,18	63,70	66,25	0,46	4,69	0,17	4,34	5,23
	8	11	67,24	64,46	69,30	0,40	5,04	0,15	4,16	5,73
	9	12	68,43	66,89	69,91	0,32	5,07	0,18	4,06	6,36
Erkek	10	9	69,74	67,30	72,16	0,50	5,23	0,23	4,42	6,36
	11	9	72,00	69,00	73,58	0,45	5,76	0,19	4,93	6,66
	12	1	71,69	71,69	71,69		6,36		6,36	
	13	1	72,57	72,57	72,57		6,37		6,37	
	Toplam	50	68,49	56,79	73,58	0,45	5,19	0,10	3,33	6,66

3.2.4. Su Analizleri

Tablo 10. Zigana popülasyonuna ait su analizi değerleri

Parametre	Değer
pH	7,35
Çözülmüş oksijen	6,19 mg/L
İletkenlik	77 µS/cm
Tuzluluk	0,03 g/L
Sülfat	15 mg/L
Fosfat	0,004 mg/L
Amonyak	0,02 mg/L
Nitrit	0,004 mg/L
Nitrat	0,066 mg/L

3.3. Hayrat (Trabzon) Populasyonu

3.3.1. Morfometrik Ölçümler

Trabzon ili Hayrat ilçesine bağlı Sarmaşık yaylasından 05.06.2010 tarihinde yapılan arazi çalışması sonucunda 24 dişi, 31 erkek, 7 juvenil olmak üzere toplam 62 örnek yakalanmıştır. Yakalanan örneklerin vücut ölçümleri arazide yapılmış, daha sonra yaş analizi için parmak örnekleri alınıp yakalandıkları noktadan geri bırakılmışlardır. Bu populasyona ait örneklerin SVL, L ve ağırlık değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 11’de verilmiştir.

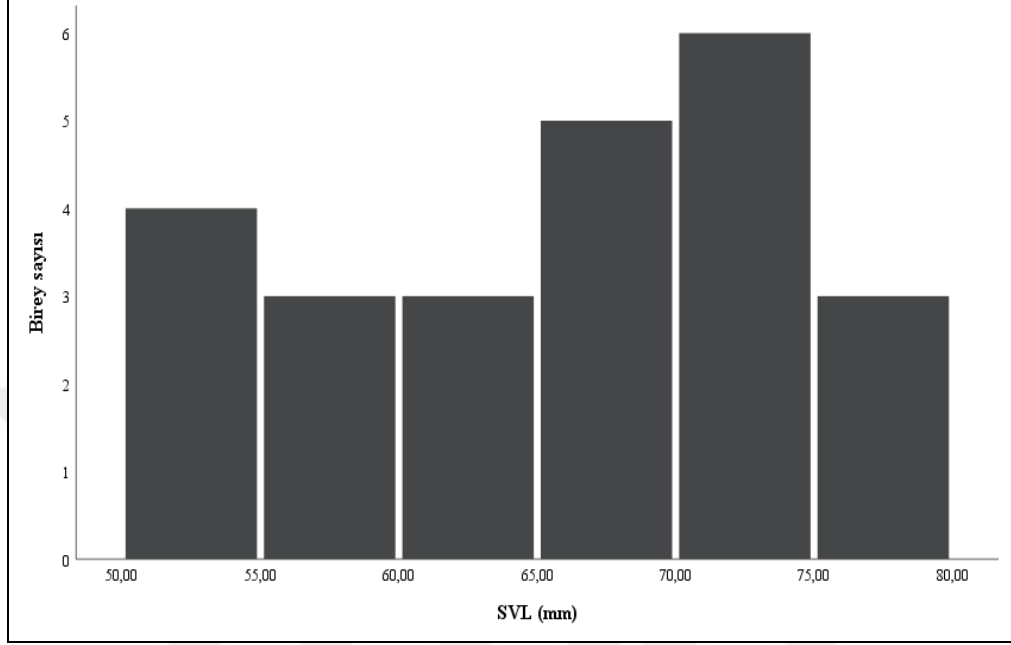
Tablo 11. Hayrat populasyonu *Mertensiella caucasica* örneklerinin vücut ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler

		N	Ort.	Min.	Max.	SH
SVL (mm)	Dişi	24	65,30	50,10	77,96	1,80
	Erkek	31	67,28	59,66	75,62	0,82
	Juvenil	7	46,73	39,16	49,38	1,53
	Total	62	64,19	39,16	77,96	1,15
L (mm)	Dişi	24	145,51	93,21	191,29	5,49
	Erkek	31	156,90	125,38	194,23	2,88
	Juvenil	7	90,56	66,58	107,26	5,55
	Total	62	145,00	66,58	194,23	3,67
Ağırlık (g)	Dişi	24	4,79	2,09	8,35	0,39
	Erkek	31	5,15	3,10	7,50	0,21
	Juvenil	7	1,55	0,88	2,32	0,18
	Total	62	4,60	0,88	8,35	0,23

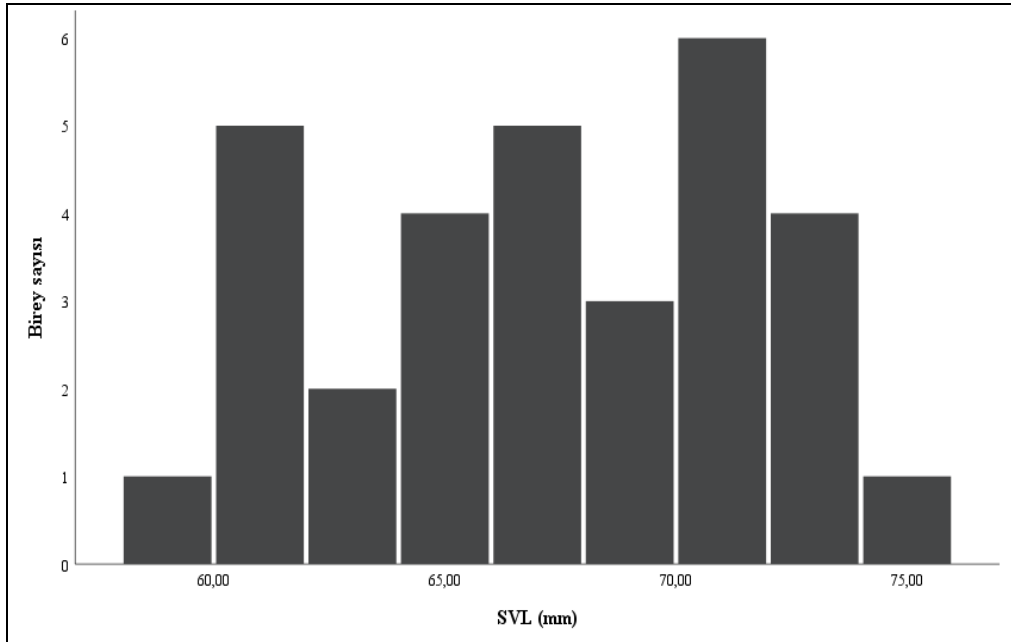
Toplam vücut boyu dişilerde 93,21 – 191,29 mm değerleri arasında değişmekte iken ortalama $145,51 \pm 5,49$ mm (Ort. $\pm$ SH)’dir. Erkeklerde ise toplam vücut boyu 125,38 – 194,23 mm arasında değişmekte iken ortalaması $156,90 \pm 2,88$ mm’dir. Juvenil bireylerde toplam vücut boyu 66,58 - 107,26 mm ($90,47 \pm 5,55$ mm) arasında değişmektedir.

Hayrat populasyonundaki dişi bireylerin SVL değerlerinin 50,10 – 77,96 mm değerleri arasında değiştiği, ortalamasının ise $65,30 \pm 1,80$ mm olduğu belirlenmiştir. Belirtilen dağılım aralığı içerisinde en kalabalık grubun vücut boyu 65,00 – 75,00 mm arasındadır (N=11, %45,8) (Şekil 31). Erkek bireylerin boy dağılımının ise, 59,66 – 75,62

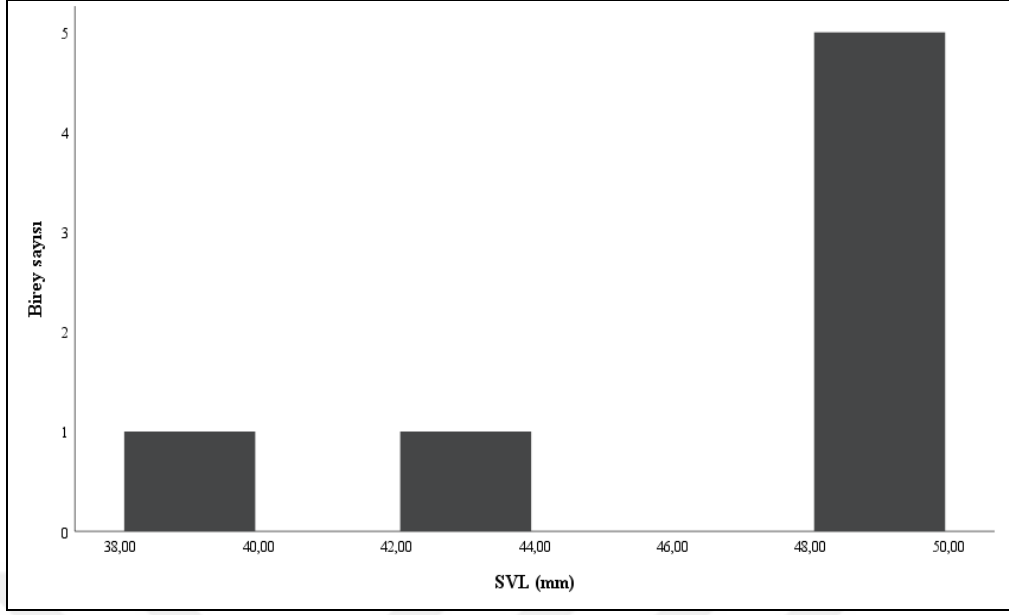
mm arasında değiştiği ortalamasının $67,28 \pm 0,82$ mm olduğu belirlenmiştir. Dişilerde ortalama vücut ağırlığı 4,79 g, erkeklerde 5,15 g ve juvenillerde ise 1,55 g'dır.



şekil 31. Hayrat popülasyonu diş bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı



şekil 32. Hayrat popülasyonu erkek bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı

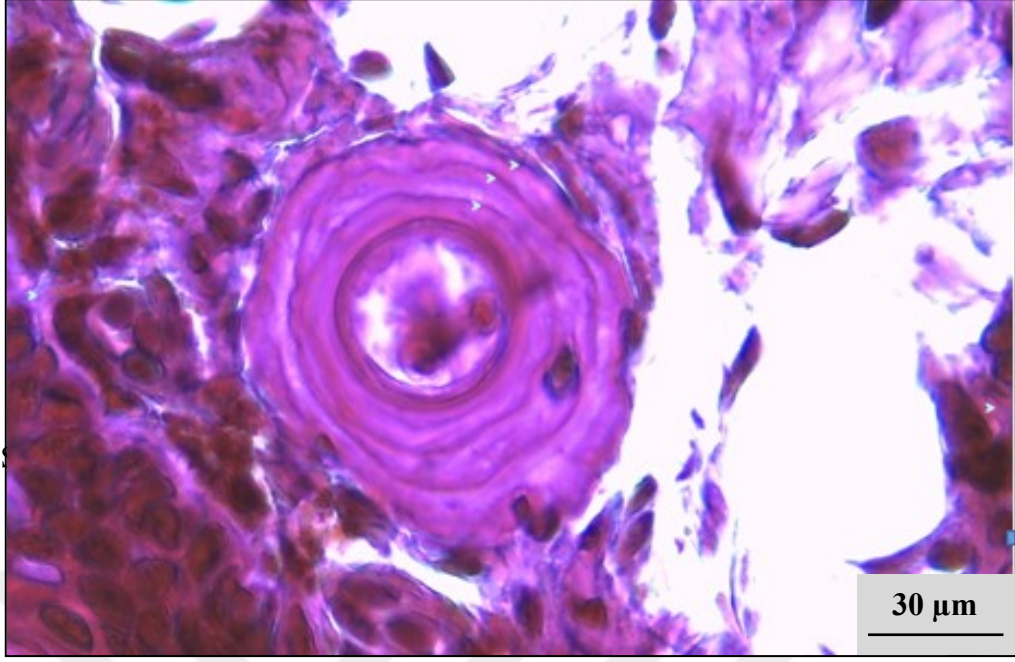


Şekil 33. Hayrat popülasyonu juvenil bireylerinde vücut boyu frekans dağılımı

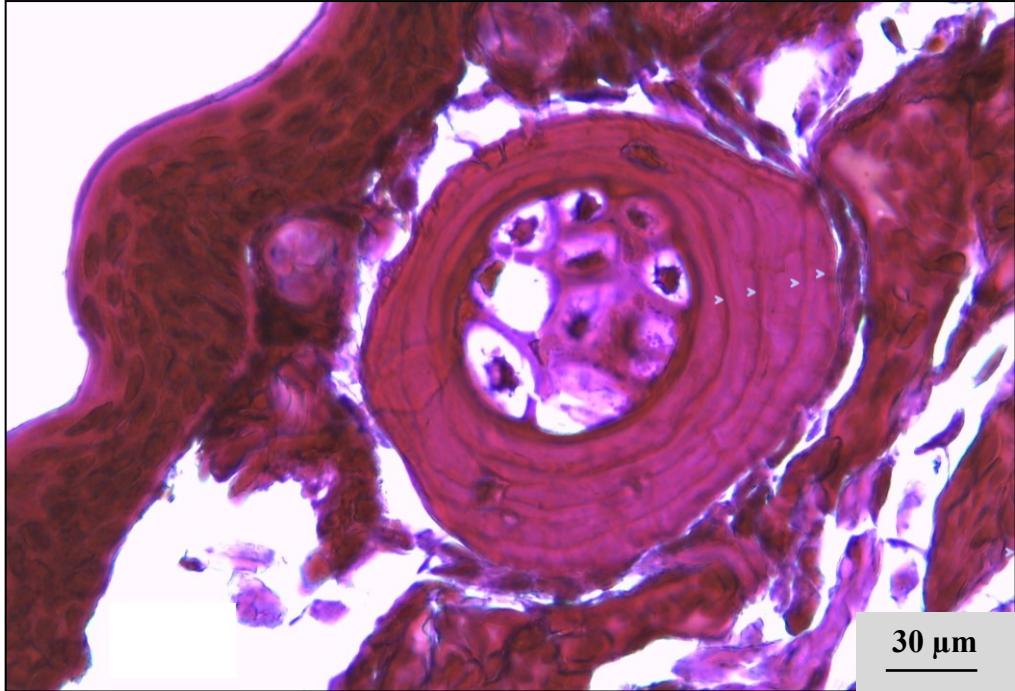
Yapılan istatistiksel analizlere göre toplam vücut boyu (L), vücut boyu (SVL) ve ağırlık değerleri açısından cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Independent sample t testi, SVL: $t = -1,002$, $df = 32,431$ $p > 0,05$; L: $t = -1,835$; $df = 35,348$, $p > 0,05$; ağırlık: $t = -0,815$, $df = 35,244$, $p > 0,05$). Eşeyler arasındaki vücut büyüklüğü farklılığı erkekler yönündedir (SDI = -0,029).

3.3.2. İskelet Kronolojisi

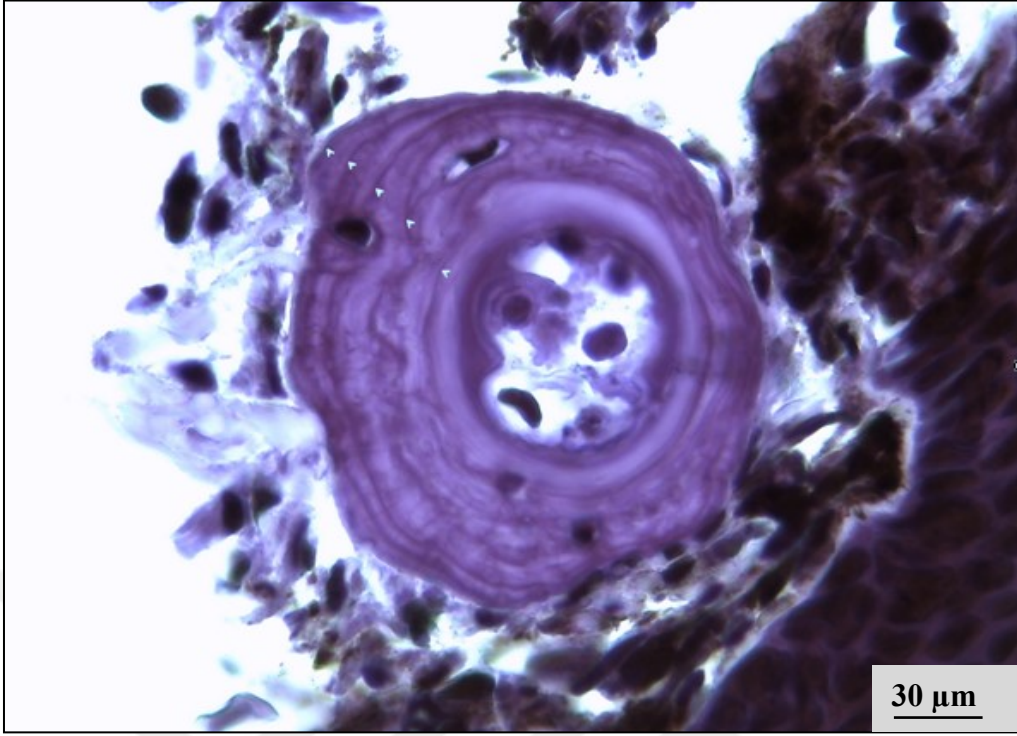
Hayrat popülasyonundan yakalanan *Mertensiella caucasica* örneklerinin parmak kemiklerinden elde edilen kesitlerin tümünde büyüme bölgeleri ve hematoksilen ile boyanmış büyüme halkaları net bir şekilde belirlenmiş ve en az 3, en fazla da 16 dinlenme çizgisi (LAG) sayılmıştır. Kesitlerin %50'sinde (N=31) LAG'lerin hepsi iyi boyanmış tek çizgi halinde, %16,12'sinde (N=10) biri hibernasyon diğeri estivasyon periyodunda oluşan iki çizgi halinde, %33,87'sinde (N=21) ise hem tek hem de çift çizgiler bir arada bulunmaktadır. İncelenen kesitlerin %54,83'ünde (N=34) E.R. görülmüştür. Şekil 34, 35, 36, 37 ve 38'de farklı yaşlarda bireylerin parmak enine kesitlerinin fotoğrafları verilmiştir.



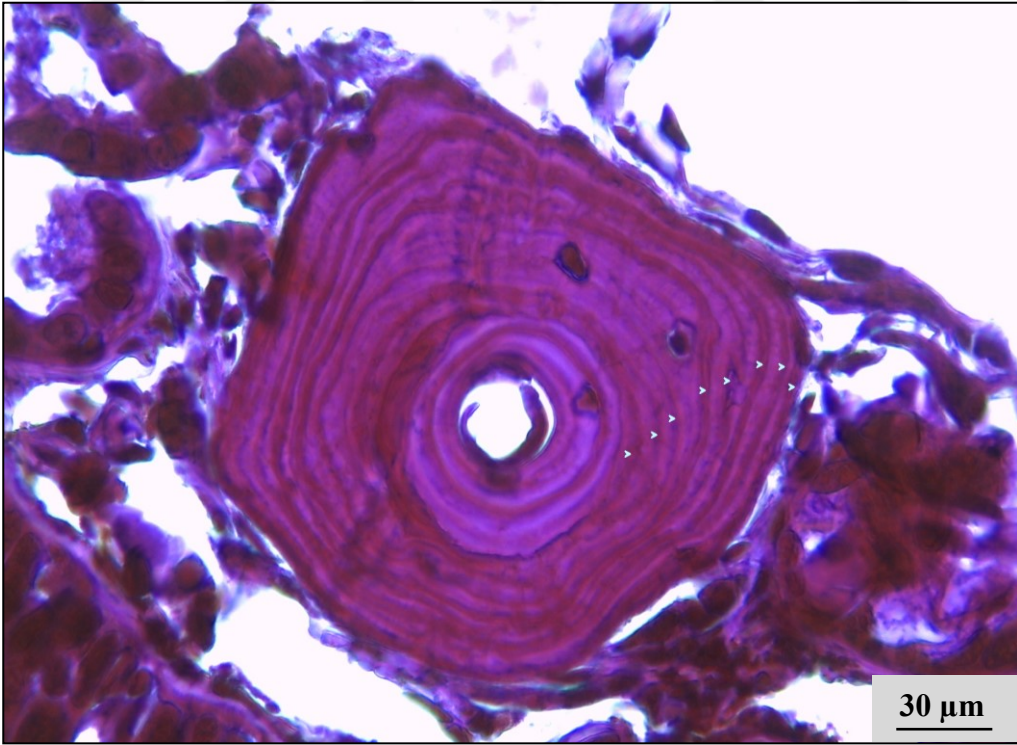
Şekil 34. Hayrat populasyonunda 3 yaşında juvenil bir bireye ait parmak enine kesiti



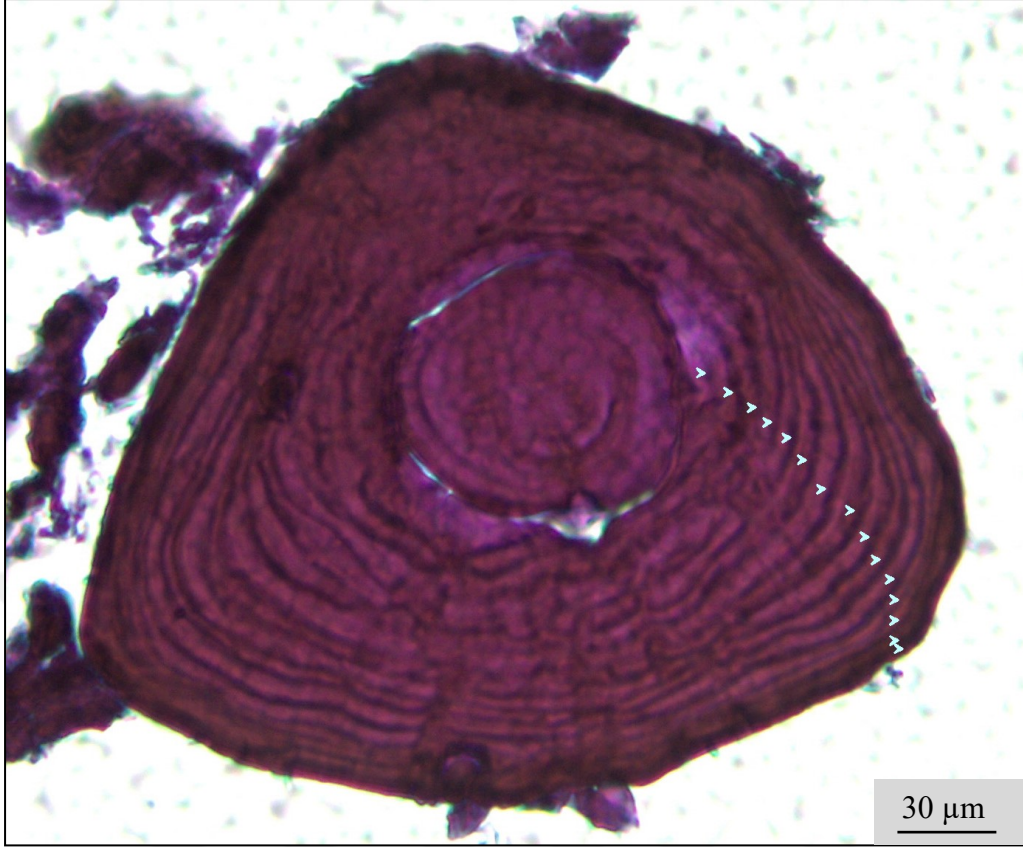
Şekil 35. Hayrat populasyonunda 4 yaşında juvenil bir bireye ait parmak enine kesiti



Şekil 36. Hayrat popülasyonunda 5 yaşında dişi bir bireye ait parmak enine kesiti



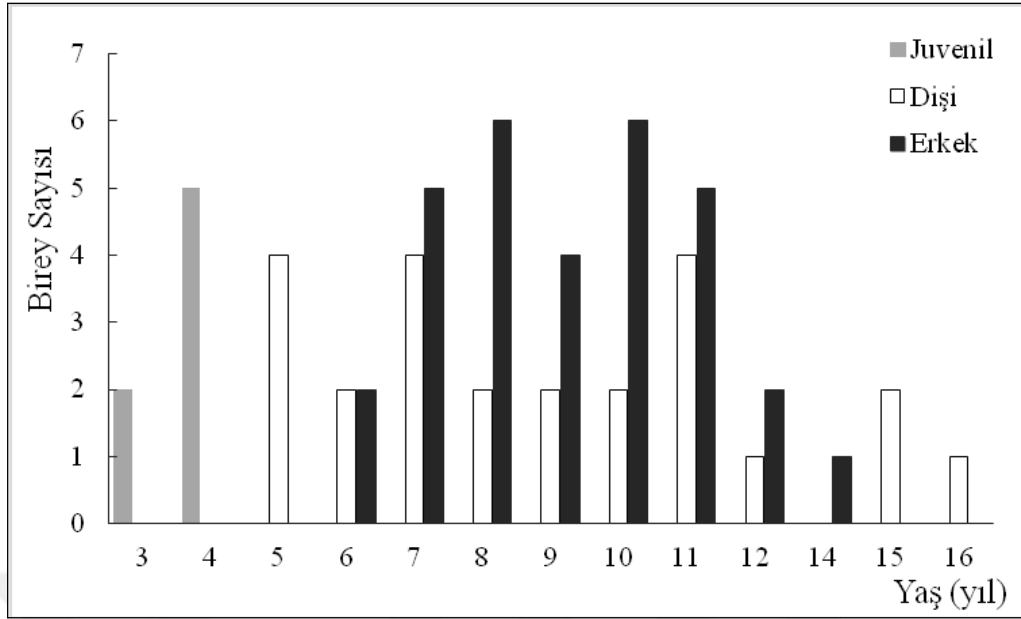
Şekil 37. Hayrat popülasyonunda 8 yaşında erkek bir bireye ait parmak enine kesiti



Şekil 38. Hayrat popülasyonunda 15 yaşında dişi bir bireye ait parmak enine kesiti

Juvenil bireylerde ortalama yaş $3,71 \pm 0,18$ yıl ($N=7$) olarak tespit edilmiştir. Erkeklerde minimum yaş 6, maksimum yaş 14, ortalama yaş ise $9,16 \pm 0,35$ yıl ($N=31$) olarak belirlenmiştir. Dişilerde ise ortalama yaş $9,00 \pm 0,67$ yıl ($N=24$), minimum yaş 5, maksimum yaş ise 16 yıldır. Hayrat popülasyonuna ait yaş frekans dağılımı Şekil 39'da verilmiştir. Eşeyssel olgunluk yaşı hem dişi hem de erkeklerde 5 - 6 yıl olarak belirlenmiştir.

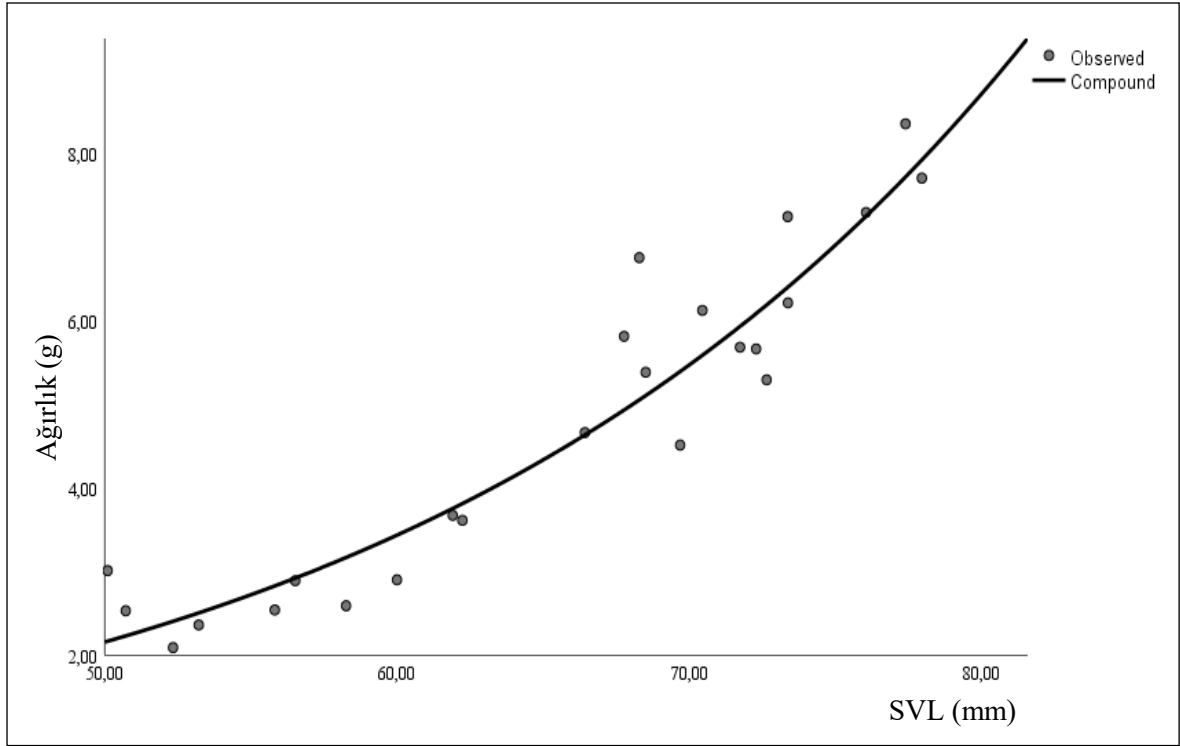
Dişi ve erkek bireylerin yaş değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır (Independent sample t testi, $t = -0,214$, $df = 35,071$, $p > 0,05$).



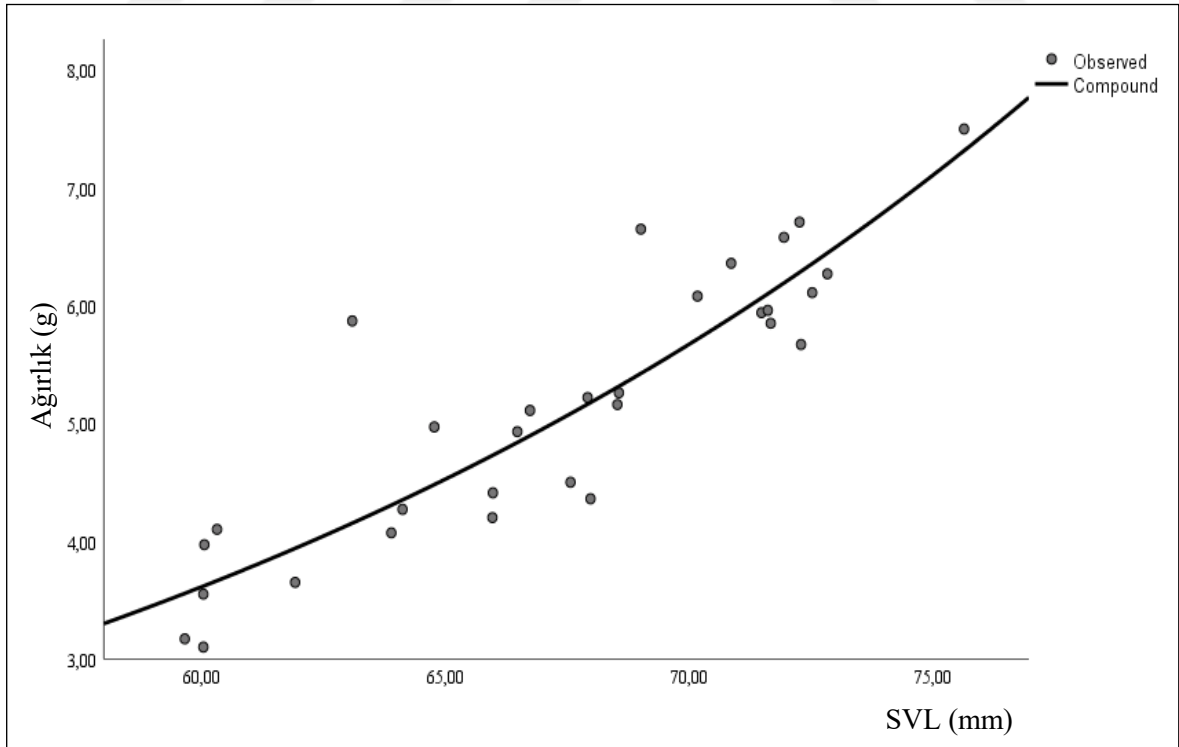
Şekil 39. Hayrat popülasyonu yaş sınıflarına ait frekans dağılımı

3.3.3. Yaş - Büyüklük - Ağırlık İlişkisi

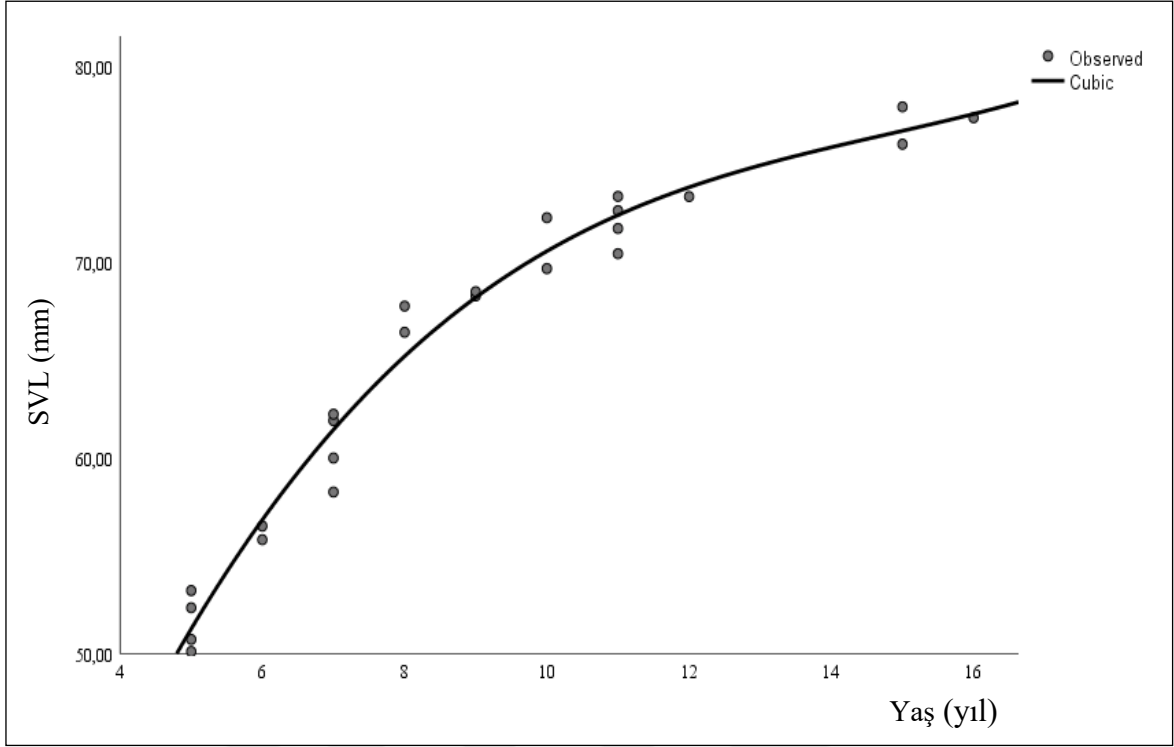
Hayrat popülasyonunda dişi ve erkek bireylerde SVL ve ağırlık değerleri arasında ($r_{\text{dişi}} = 0,931$, $r_{\text{erkek}} = 0,884$, $p = 0,000$) (Şekil 40 ve 41), SVL ve yaş değerleri arasında ($r_{\text{dişi}} = 0,934$, $r_{\text{erkek}} = 0,932$, $p = 0,000$) (Şekil 42 ve 43) ve ağırlık-yaş arasında ($r_{\text{dişi}} = 0,924$, $r_{\text{erkek}} = 0,862$, $p = 0,000$) (Şekil 44 ve 45) pozitif yönde kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Tablo 12'de Hayrat popülasyonunun juvenil, erkek ve dişi bireylerine ait yaşa bağlı vücut boyu ve ağırlık dağılımı verilmiştir.



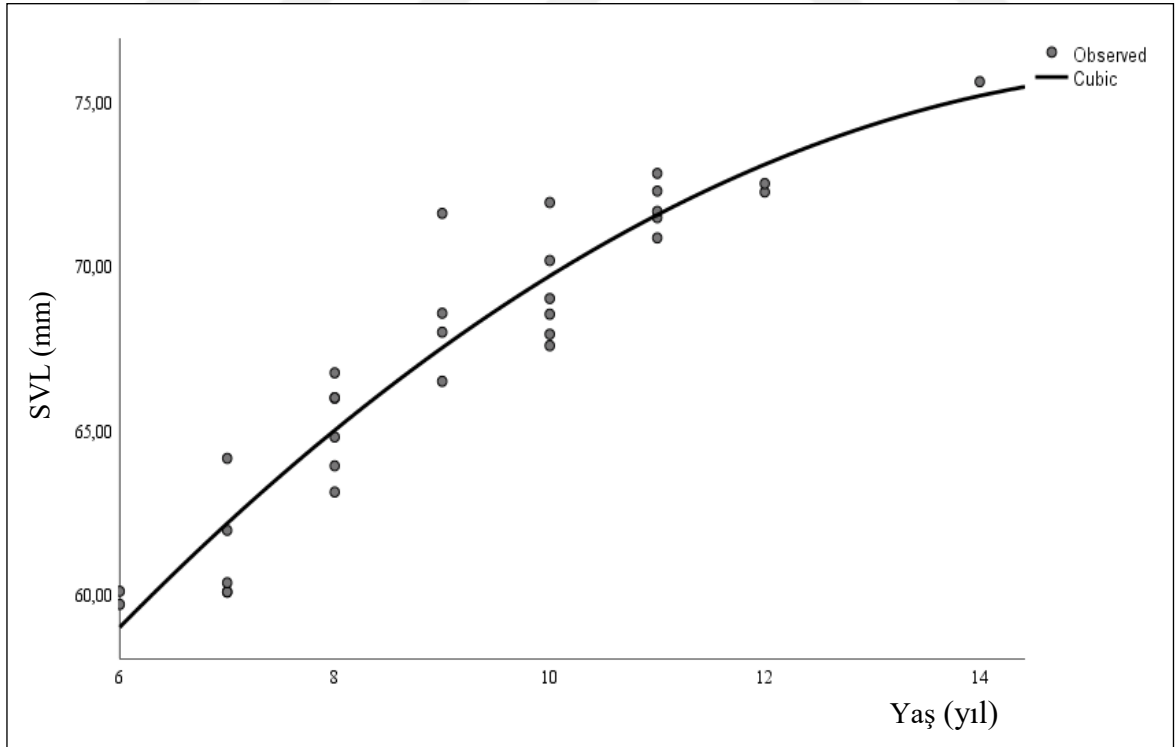
Şekil 40. Hayrat populasyonu dişi bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,898$, $y = 0,21 * 1,048^x$)



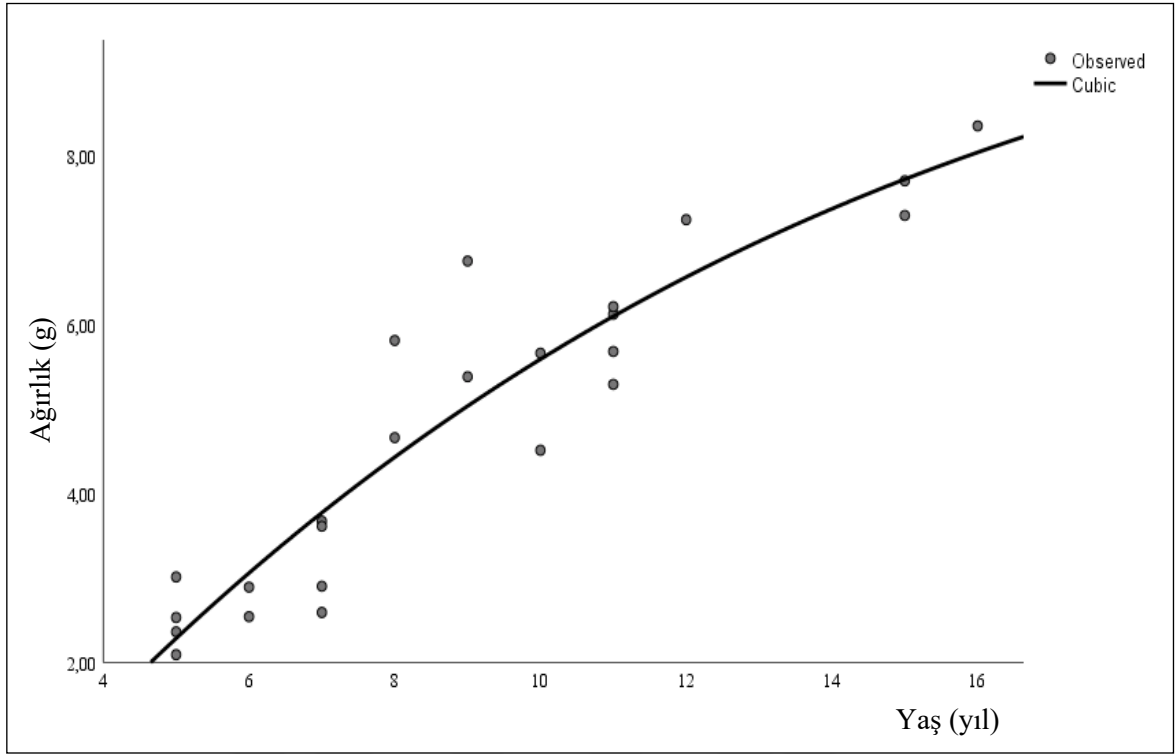
Şekil 41. Hayrat populasyonu erkek bireylerinde SVL ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,789$, $y = 0,239 * 1,04^{**x}$)



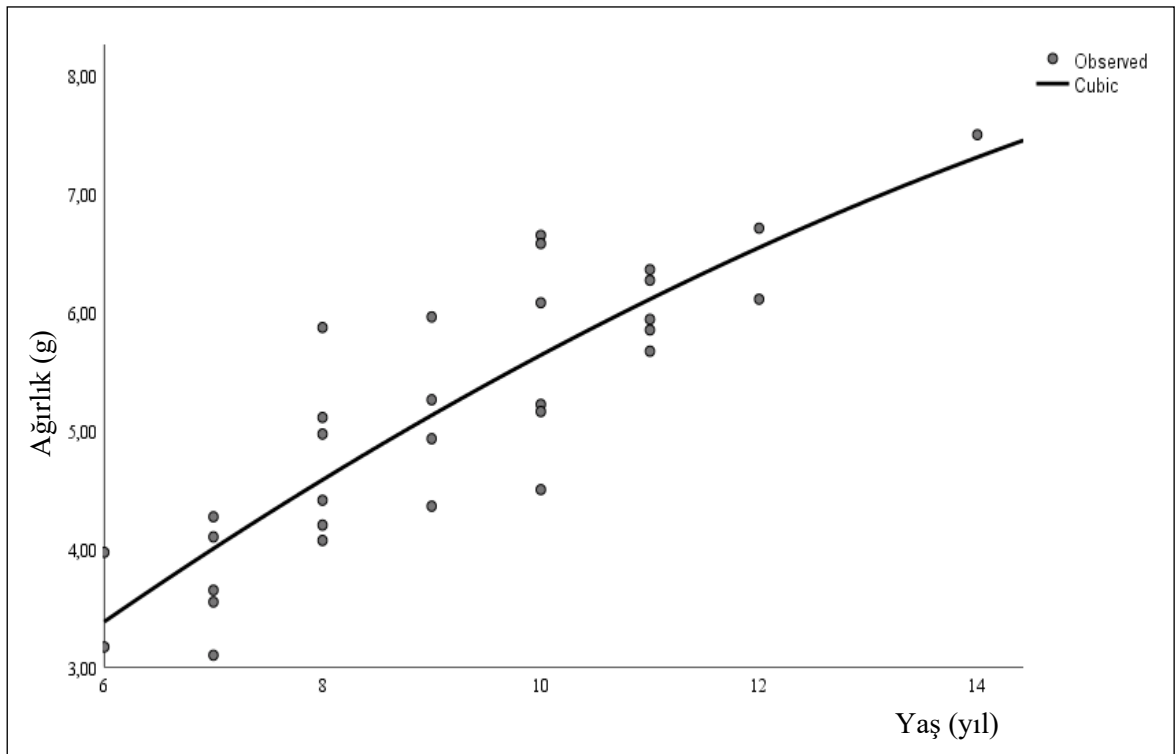
Şekil 42. Hayrat popülasyonu dişi bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,977$, $y = 5,01 + 12,86 x - 0,81 x^2 + 0,018 x^3$)



Şekil 43. Hayrat popülasyonu erkek bireylerinde SVL ile yaş arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,895$, $y = 33,08 + 5,29 x - 0,16 x^2$)



Şekil 44. Hayrat popülasyonu dişi bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,873$, $y = -2,57 + 1,15x - 0,038x^2 + 0,001x^3$)



Şekil 45. Hayrat popülasyonu erkek bireylerinde yaş ile ağırlık arasındaki ilişki grafiği ($R^2: 0,748$, $y = -1,08 + 0,85x - 0,018x^2$)

Tablo 12. Hayrat populasyonunda juvenil, erkek ve dişi bireylere ait yaşa bağlı SVL ve ağırlık dağılımı

	Yaş	N	SVL				Ağırlık			
			Ort.	Min.	Max.	SH	Ort.	Min.	Max.	SH
Juvenil	3	2	41,04	39,16	42,91	1,88	0,97	0,88	1,05	0,09
	4	5	49,01	48,51	49,38	0,15	1,79	1,50	2,32	0,14
	Toplam	7	46,73	39,16	49,38	1,53	1,55	0,88	2,32	0,18
Dişi	5	4	51,60	50,10	53,22	0,72	2,50	2,09	3,01	0,19
	6	2	56,17	55,82	56,52	0,35	2,72	2,54	2,89	0,18
	7	4	60,60	58,26	62,24	0,92	3,19	2,59	3,67	0,27
	8	2	67,10	66,43	67,77	0,67	5,24	4,66	5,81	0,58
	9	2	68,40	68,29	68,51	0,11	6,07	5,38	6,75	0,69
	10	2	70,99	69,69	72,29	1,30	5,09	4,51	5,66	0,58
	11	4	72,06	70,45	73,38	0,63	5,83	5,29	6,21	0,21
	12	1	73,37				7,24			
	15	2	77,01	76,05	77,96	0,95	7,50	7,29	7,70	0,21
	16	1	77,40				8,35			
	Toplam	24	65,30	50,10	77,96	1,80	4,79	2,09	8,35	0,39
Erkek	6	2	59,86	59,66	60,06	0,20	3,57	3,17	3,97	0,40
	7	5	61,29	60,04	64,12	0,79	3,73	3,10	4,27	0,21
	8	6	65,07	63,09	66,73	0,57	4,77	4,07	5,87	0,28
	9	4	68,65	66,47	71,60	1,08	5,13	4,36	5,96	0,33
	10	6	69,18	67,56	71,93	0,66	5,70	4,50	6,65	0,36
	11	5	71,82	70,85	72,82	0,34	6,02	5,67	6,36	0,13
	12	2	72,38	72,25	72,51	0,13	6,41	6,11	6,71	0,30
	14	1	75,62	75,62	75,62		7,50	7,50	7,50	
	Toplam	31	67,28	59,66	75,62	0,82	5,15	3,10	7,50	0,21

3.3.4. Su Analizleri

Tablo 13. Hayrat populasyonuna ait su analizi değerleri

Parametre	Değer
pH	8,5
Çözünmüş oksijen	6,69 g/L
İletkenlik	142 µS/cm
Tuzluluk	0,04 g/L
Sülfat	1 mg/L
Fosfat	0,007 mg/L
Amonyak	0,02 mg/L
Nitrit	0,002 mg/L
Nitrat	0,027 mg/L

3.4. Populasyonlar Arası Karşılaştırmalar

3.4.1. Morfometrik Ölçümler

Populasyonlar arasında toplam vücut boyu (L) ve burun ucu – kloak arası mesafe (SVL) değerlerine bakıldığında en büyük bireyler hem dişilerde (L= 191,29 mm; SVL= 77,96 mm) hem de erkeklerde (L= 194,23 mm; SVL= 75,62 mm) Hayrat populasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 14). SVL bakımından dişilerde (68,11 mm) ve erkeklerde (68,49 mm) en yüksek ortalama Zigana populasyonuna aittir.

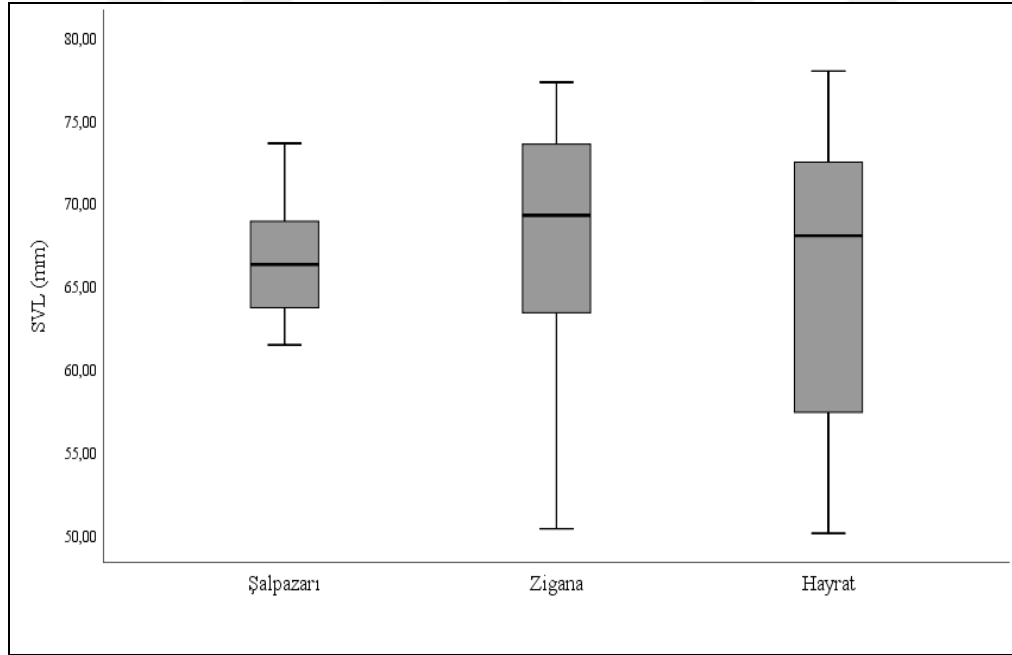
Tablo 14. Populasyonlardaki juvenil, dişi ve erkek bireylerin vücut ölçülerine ait tanımlayıcı istatistikler

	Karakter	Populasyon	N	Ort.	SH	Minimum	Maksimum
Juvenil	SVL (mm)	Şalpazarı	3	39,30	0,72	38,38	40,72
		Zigana	1	42,02			
		Hayrat	7	46,73	1,53	39,16	49,38
	L (mm)	Şalpazarı	3	81,47	2,05	77,96	85,06
		Zigana	1	92,02			
		Hayrat	7	90,56	5,55	66,58	107,26
	Ağırlık (g)	Şalpazarı	3	1,47	0,08	1,32	1,61
		Zigana	1	2,02			
		Hayrat	7	1,55	0,18	0,88	2,32
Dişi	SVL (mm)	Şalpazarı	21	66,53	0,76	61,46	73,60
		Zigana	18	68,11	1,61	50,38	77,28
		Hayrat	24	65,30	1,80	50,10	77,96
	L (mm)	Şalpazarı	21	152,02	3,44	118,87	184,70
		Zigana	18	151,23	5,02	103,23	182,49
		Hayrat	24	145,51	5,49	93,21	191,29
	Ağırlık (g)	Şalpazarı	21	4,74	0,20	3,39	6,81
		Zigana	18	5,39	0,37	2,37	8,67
		Hayrat	24	4,79	0,39	2,09	8,35
Erkek	SVL (mm)	Şalpazarı	36	65,53	0,52	60,40	72,55
		Zigana	50	68,49	0,45	56,79	73,58
		Hayrat	31	67,28	0,82	59,66	75,62
	L (mm)	Şalpazarı	36	156,89	1,80	129,20	175,35
		Zigana	50	159,06	1,70	123,56	180,46
		Hayrat	31	156,90	2,88	125,38	194,23
	Ağırlık (g)	Şalpazarı	36	4,34	0,08	3,41	5,57
		Zigana	50	5,19	0,10	3,33	6,66
		Hayrat	31	5,15	0,21	3,10	7,50

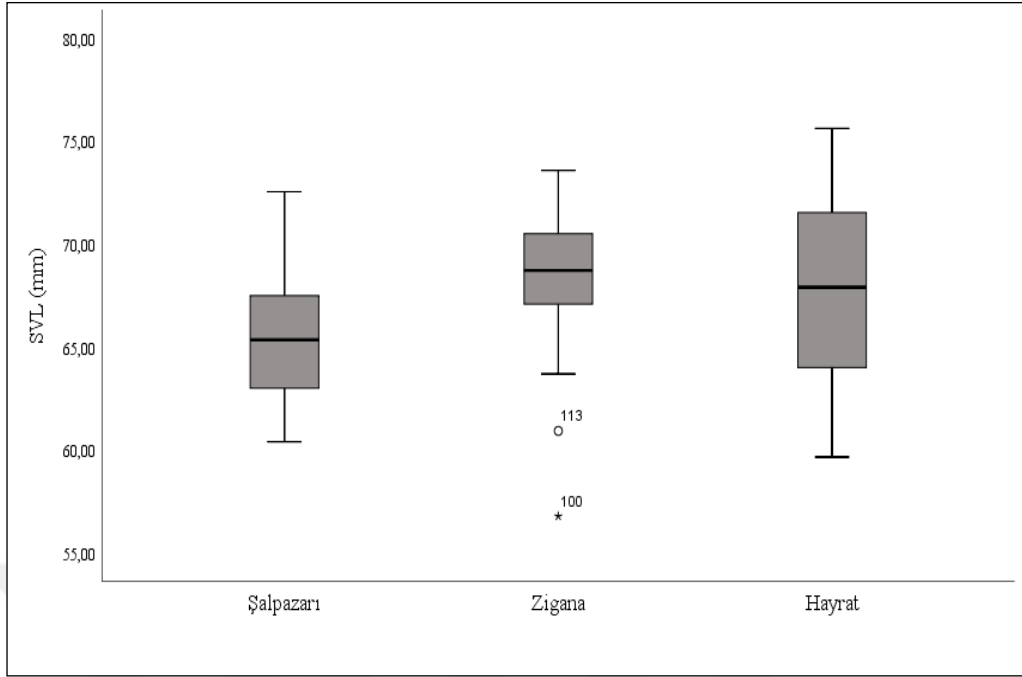
Populasyonlar arası L ve SVL değerleri karşılaştırıldığında; dişi bireyler arasında önemli bir farkın olmadığı (One-Way ANOVA, $p > 0,05$), erkekler arasında ise sadece SVL bakımından anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir (Kruskal-Wallis testi, $H = 15,940$, $p = 0,000$). Erkek bireylerin SVL değerleri arasındaki farkın ve benzerliklerin belirlenmesi için yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda (Tablo 15), Zigana populasyonundaki bireylerin (ort: 68,49 mm) Şalpazarı populasyonundaki bireylerden (ort: 65,53 mm) istatistiksel olarak daha büyük olduğu tespit edilmiştir ($z = -4,228$, $p = 0,000$).

Tablo 15. Erkek bireylerde populasyonlar arasında SVL değeri bakımından yapılan Mann Whitney U testi sonuçları

Populasyonlar		z	p
Şalpazarı	Zigana	-4,228	0,000
Şalpazarı	Hayrat	-1,874	0,061
Zigana	Hayrat	-1,142	0,254

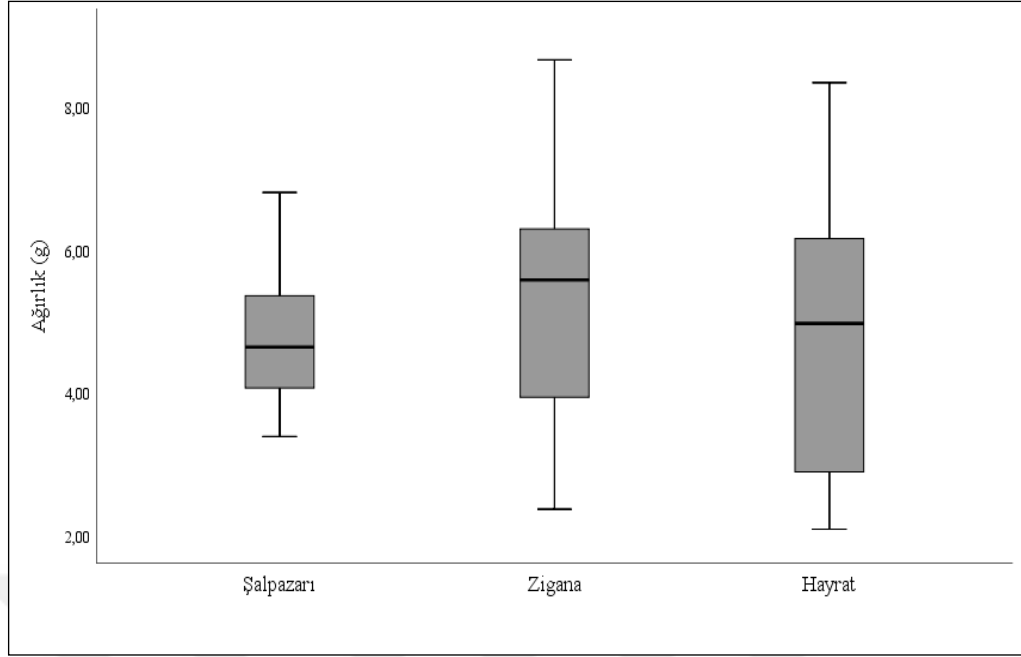


Şekil 46. Populasyonlardaki dişi bireylerin SVL farklılıklarını gösteren kutu grafiği

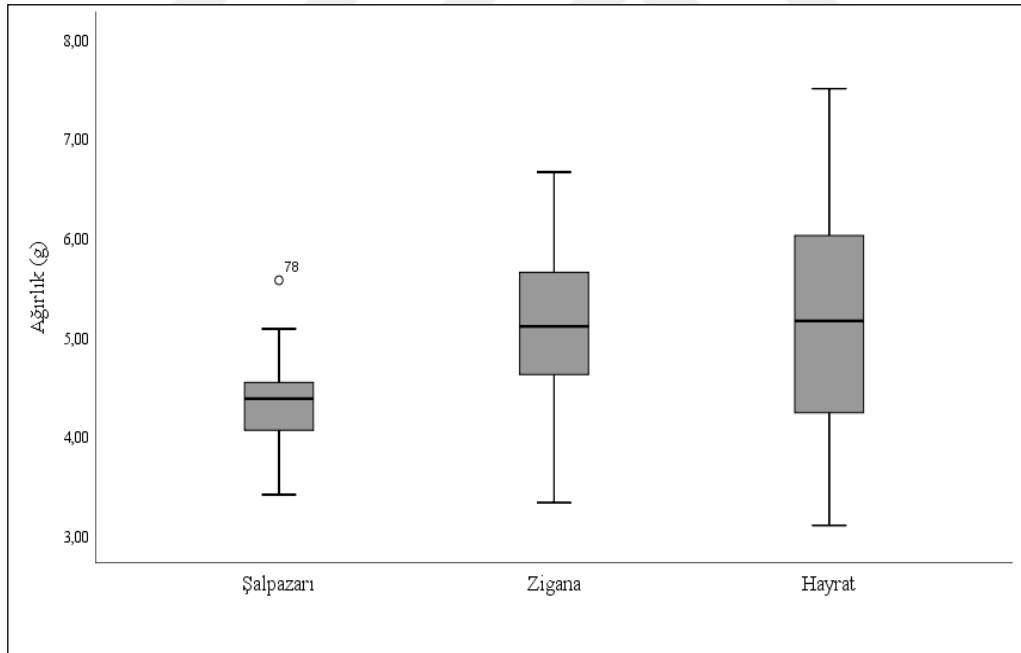


Şekil 47. Populasyonlardaki erkek bireylerin SVL farklılıklarını gösteren kutu grafiği

Ağırlık değerleri bakımından populasyonlar arasında dişilerde bir fark bulunmaz iken erkeklerde anlamlı bir fark tespit edilmiştir (One-Way ANOVA, $F = 13,802$, $p = 0,000$). Tukey HSD testine göre; ağırlık değeri en küçük olan Şalpazarı (4,34 g) populasyonu, Zigana (5,19 g) ve Hayrat (5,15 g) populasyonlarından ayrılmıştır.



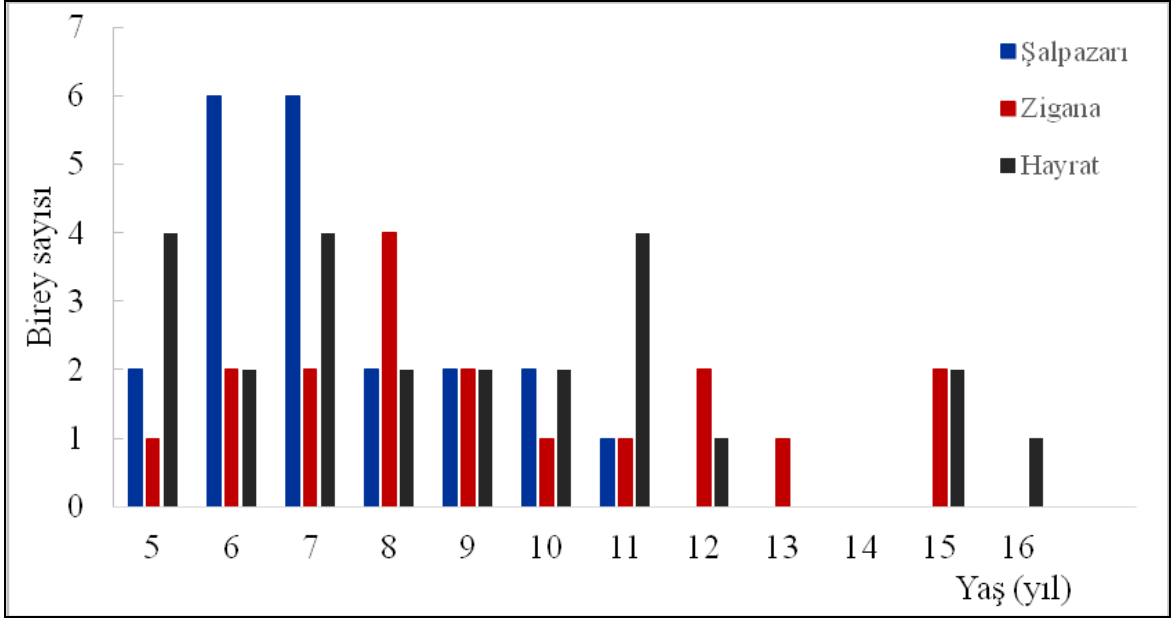
Şekil 48. Populasyonlardaki dişi bireylerin ağırlık farklılıklarını gösteren kutu grafiği



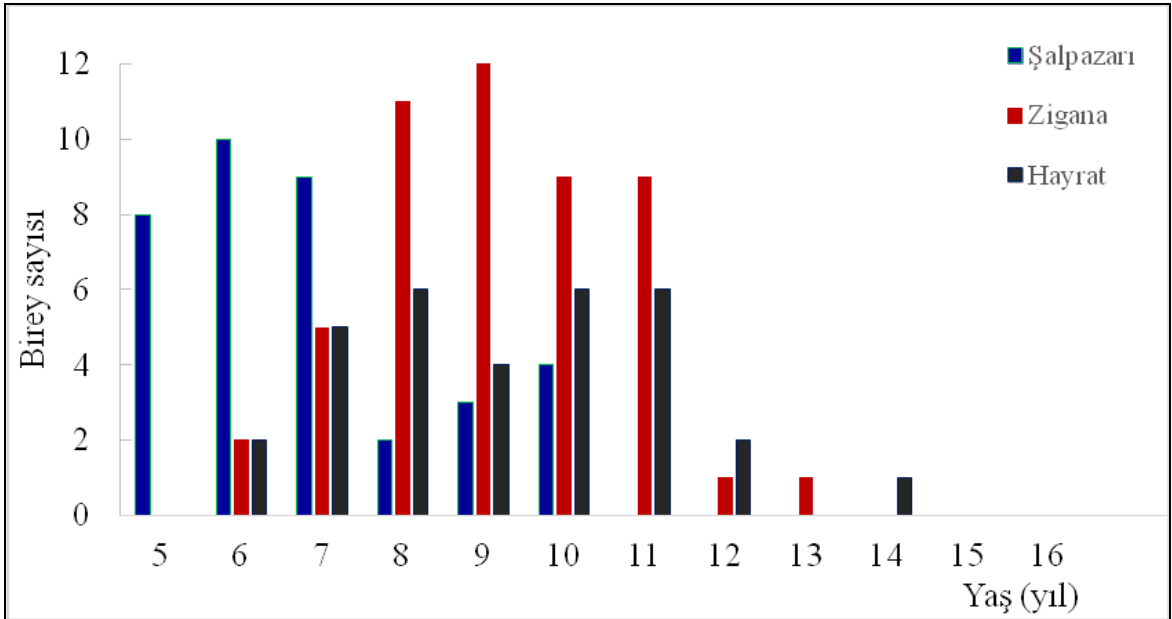
Şekil 49. Populasyonlardaki erkek bireylerin ağırlık farklılıklarını gösteren kutu grafiği

3.4.2. İskelet Kronolojisi

Kafkas semenderinin 3 farklı popülasyonu ile yapılan bu çalışmada popülasyonların yaş yapısı incelenmiştir. Şekil 50 ve 51'de popülasyonlardaki dişi ve erkek bireylere ait yaş frekans dağılımları, Tablo 16'da ise yaşa ait tanımlayıcı istatistikler verilmiştir.



Şekil 50. Popülasyonlardaki dişi bireylere ait yaş frekans grafiği

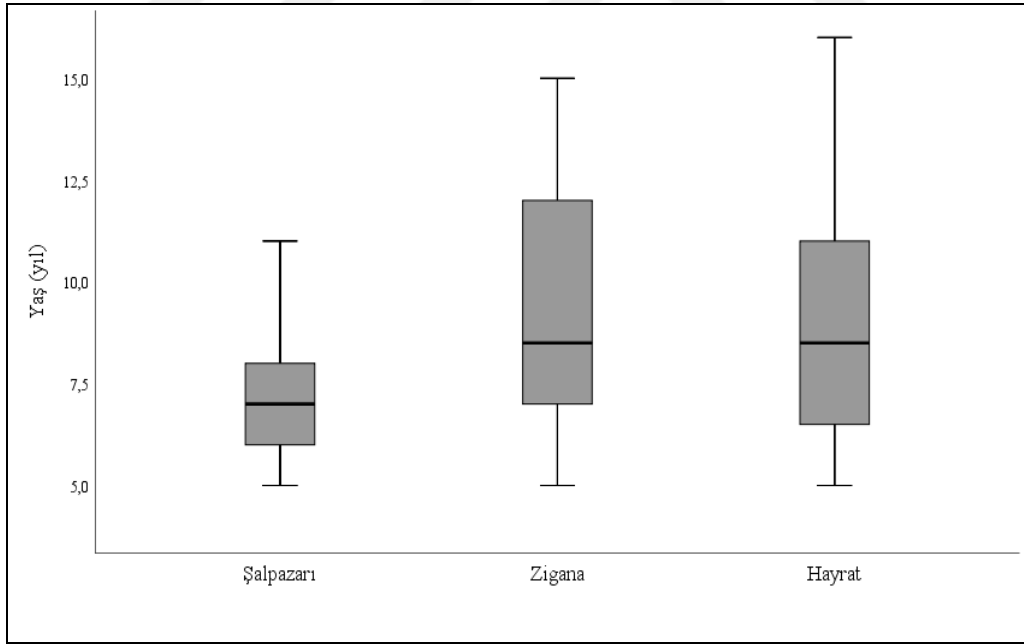


Şekil 51. Popülasyonlardaki erkek bireylere ait yaş frekans grafiği

Tablo 16. Populasyonlarda yaşa ait tanımlayıcı istatistikler

Populasyonlar	Juvenil		Dişi		Erkek		Toplam	
	N	Ort $\pm$ SH Min. - Max.	N	Ort $\pm$ SH Min. - Max.	N	Ort $\pm$ SH Min. - Max.	N	Ort $\pm$ SH Min. - Max.
Şalpazarı	3	3,00	21	7,29 $\pm$ 0,37 5 - 11	36	6,83 $\pm$ 0,27 5 - 10	60	6,80 $\pm$ 0,24 3 - 11
Zigana	1	3,00	18	9,39 $\pm$ 0,71 5 - 15	50	9,14 $\pm$ 0,22 6 - 13	69	9,12 $\pm$ 0,26 3 - 15
Hayrat	7	3,71 $\pm$ 0,18 3 - 4	24	9,00 $\pm$ 0,67 5 - 16	31	9,16 $\pm$ 0,35 6 - 14	62	8,48 $\pm$ 0,38 3 - 16

Dişi bireylerde Zigana populasyonu en yüksek yaş ortalamasına (ort: 9,39 yıl) sahip olup, bunu Hayrat (ort: 9 yıl) ve Şalpazarı (ort: 7,29 yıl) populasyonları takip etmektedir (Tablo 16). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda dişilerde populasyonlar arasında yaş değeri açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kruskal Wallis testi, $H= 5,686$, $p= 0,058$).



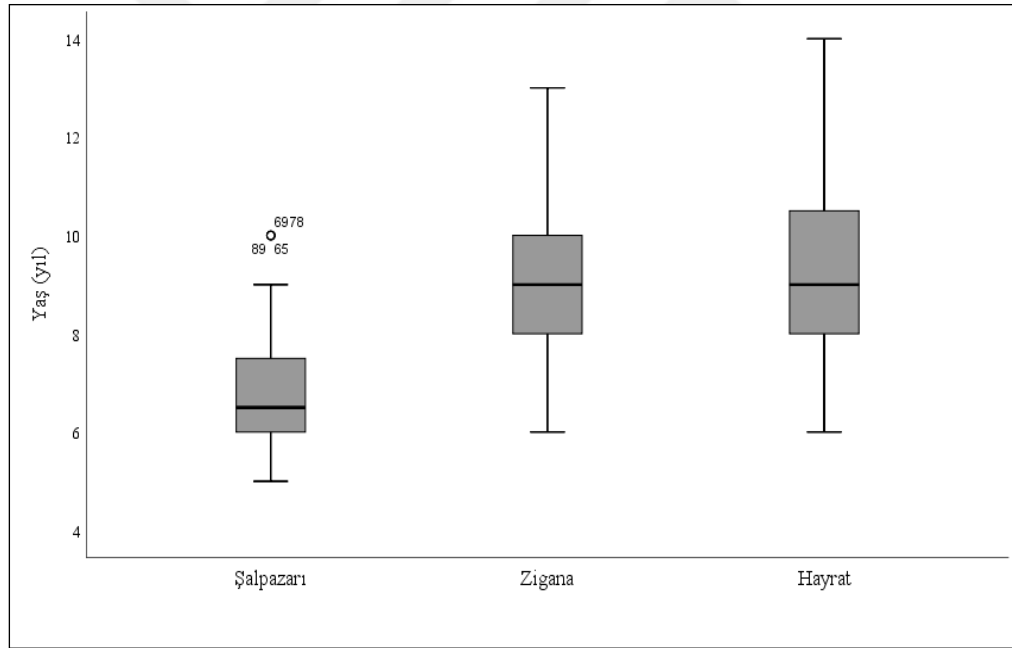
Şekil 52. Populasyonlardaki dişi bireylerin yaş farklılıklarını gösteren kutu grafiği

Mertensiella caucasica populasyonlarında erkek bireylerde Hayrat populasyonu en yüksek yaş ortalamasına (ort: 9,16 yıl) sahip olup, bunu Zigana (ort: 9,14 yıl) ve Şalpazarı (ort: 6,83 yıl) populasyonları takip etmektedir (Tablo 16). Yapılan istatistiksel analizler

sonucunda üç popülasyonun erkek bireyleri arasında yaş değeri bakımından anlamlı bir fark bulunmuştur (Kruskal Wallis testi: $H= 34,014$, $p = 0,000$). Farkın hangi popülasyonlar arasında olduğunu bulmak için yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda Şalpazarı ile Zigana ve Şalpazarı ile Hayrat popülasyonları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Tablo 17).

Tablo 17. Erkek bireylerde popülasyonlar arası yaş karşılaştırması (z: Mann-Whitney U test değeri, p: önemlilik derecesi)

Popülasyonlar		z	p
Şalpazarı	Zigana	-5,437	0,000
Şalpazarı	Hayrat	-4,612	0,000
Zigana	Hayrat	-0,079	0,937



Şekil 53. Popülasyonlardaki erkek bireylerin yaş farklılıklarını gösteren kutu grafiği

3.4.3. Yaş-Büyüklük-Ağırlık İlişkisi

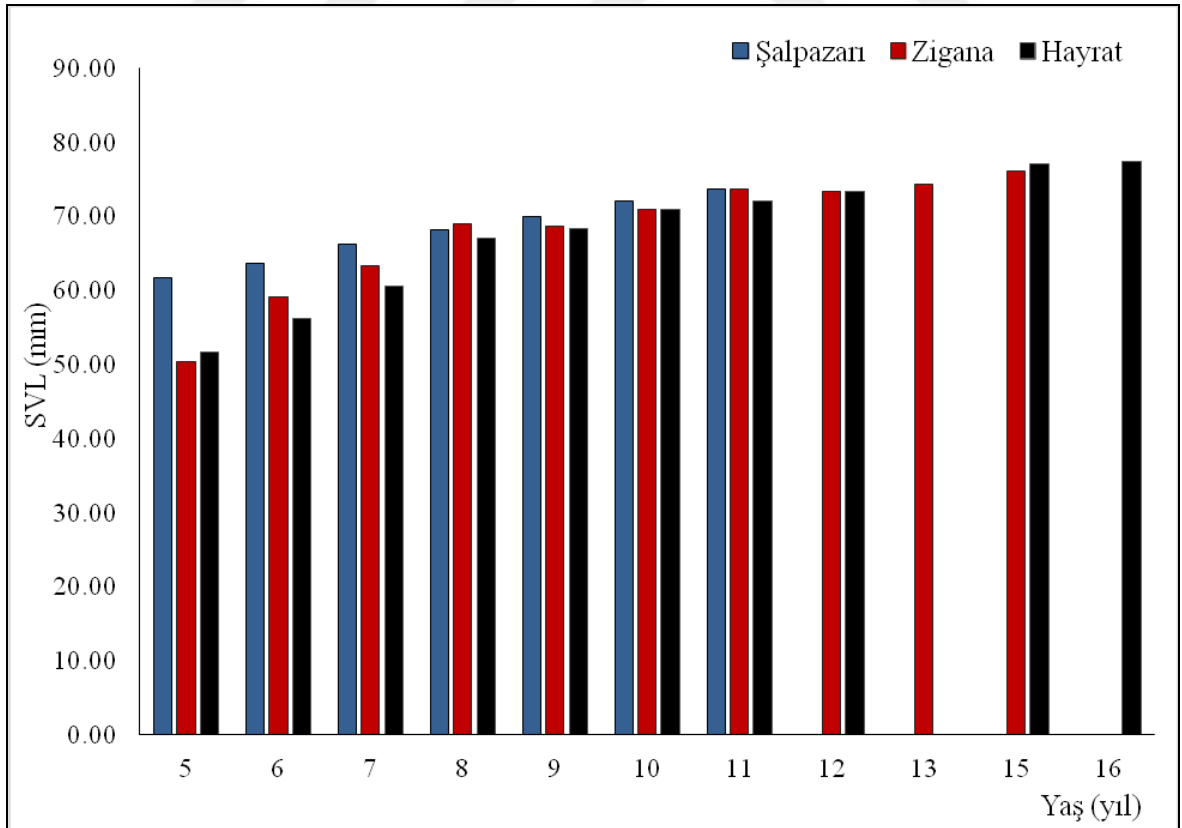
Popülasyonlar arası aynı yaş sınıfına dâhil olan bireyler kendi arasında SVL ve ağırlık değerleri bakımından karşılaştırılmıştır. Tüm popülasyonlarda yaş gruplarına göre ortalama SVL ve ağırlık değerleri dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

3.4.3.1. Dişi Bireylerde Yaş-Büyüklik-Ağırlık İlişkisi

Şalpazarı, Zigana ve Hayrat popülasyonları dişi bireyleri için yaş gruplarının ortalama SVL ve ağırlık değerleri Tablo 18' de verilmiştir.

Tablo 18. Popülasyonlardaki dişi bireylerde yaş gruplarının ortalama SVL ve ağırlık değerleri

Yaş Grubu	Şalpazarı			Zigana			Hayrat		
	N	SVL (mm)	Ağırlık (g)	N	SVL (mm)	Ağırlık (g)	N	SVL (mm)	Ağırlık (g)
5	2	61,66	3,65	1	50,38	2,37	4	51,60	2,50
6	6	63,70	4,29	2	59,05	3,66	2	56,17	2,72
7	6	66,31	4,67	2	63,30	3,83	4	60,60	3,19
8	2	68,22	4,32	4	68,97	6,35	2	67,10	5,24
9	2	69,91	5,63	2	68,66	5,67	2	68,40	6,07
10	2	71,99	6,20	1	70,89	6,56	2	70,99	5,09
11	1	73,60	6,20	1	73,66	6,30	4	72,06	5,83
12				2	73,28	5,33	1	73,37	7,24
13				1	74,26	6,14			
15				2	76,14	6,66	2	77,01	7,50
16							1	77,40	8,35



Şekil 54. Tüm popülasyonlarda dişilerde yaş gruplarına ait SVL değerlerini gösteren grafik

Uygulanan One-Way ANOVA testine göre 6 ve 7 yaş gruplarındaki dişi bireylerin SVL ve ağırlık değerleri açısından populasyonlar arasında farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer yaş gruplarında her iki değişken bakımından da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 19).

Tablo 19. Dişilerde populasyonların aynı yaş grupları arasında SVL ve ağırlık değerlerinin One-Way ANOVA testi ile karşılaştırılması

Yaş grubu	Karakter	F	p
6 yaş	SVL	63,923	0,000
	Ağırlık	6,663	0,024
7 yaş	SVL	25,218	0,000
	Ağırlık	9,530	0,006
8 yaş	SVL	2,982	0,140
	Ağırlık	1,829	0,253
9 yaş	SVL	4,295	0,132
	Ağırlık	0,110	0,899

Yapılan Tukey HSD testine göre 6 yaşındaki dişi bireyler de SVL değeri her üç populasyon için farklılık göstermiştir. Ağırlık değeri bakımından ise 2 farklı grup oluşmuştur. Birinci grup Hayrat ve Zigana populasyonlarından oluşur iken, ikinci grup Zigana ve Şalpazarı populasyonlarından oluşmaktadır (Tablo 20).

Tablo 20. 6 yaş dişi bireylerde Tukey HSD test sonuçları

Populasyon	N	SVL (mm)			Ağırlık (g)	
		1	2	3	1	2
Hayrat	2	56,1700			2,7150	
Zigana	2		59,0450		3,6600	3,6600
Şalpazarı	6			63,7033		4,2936
p		1,000	1,000	1	0,183	0,419

Tukey HSD testine göre 7 yaşındaki dişi bireyler SVL bakımından 2 farklı grupta toplanmıştır. İlk grup düşük SVL ortalamasına sahip olup Hayrat ve Zigana populasyonlarını kapsamaktadır. Şalpazarı populasyonu yüksek SVL ortalaması ile ikinci grubu oluşturmaktadır. Ağırlık değeri bakımından da 2 farklı grup oluşmuştur. Birinci grup

Hayrat ve Zigana popülasyonlarından oluşur iken, ikinci grup Zigana ve Şalpazarı popülasyonlarından oluşmaktadır (Tablo 21).

Tablo 21. 7 yaş dışı bireylerde Tukey HSD test sonuçları

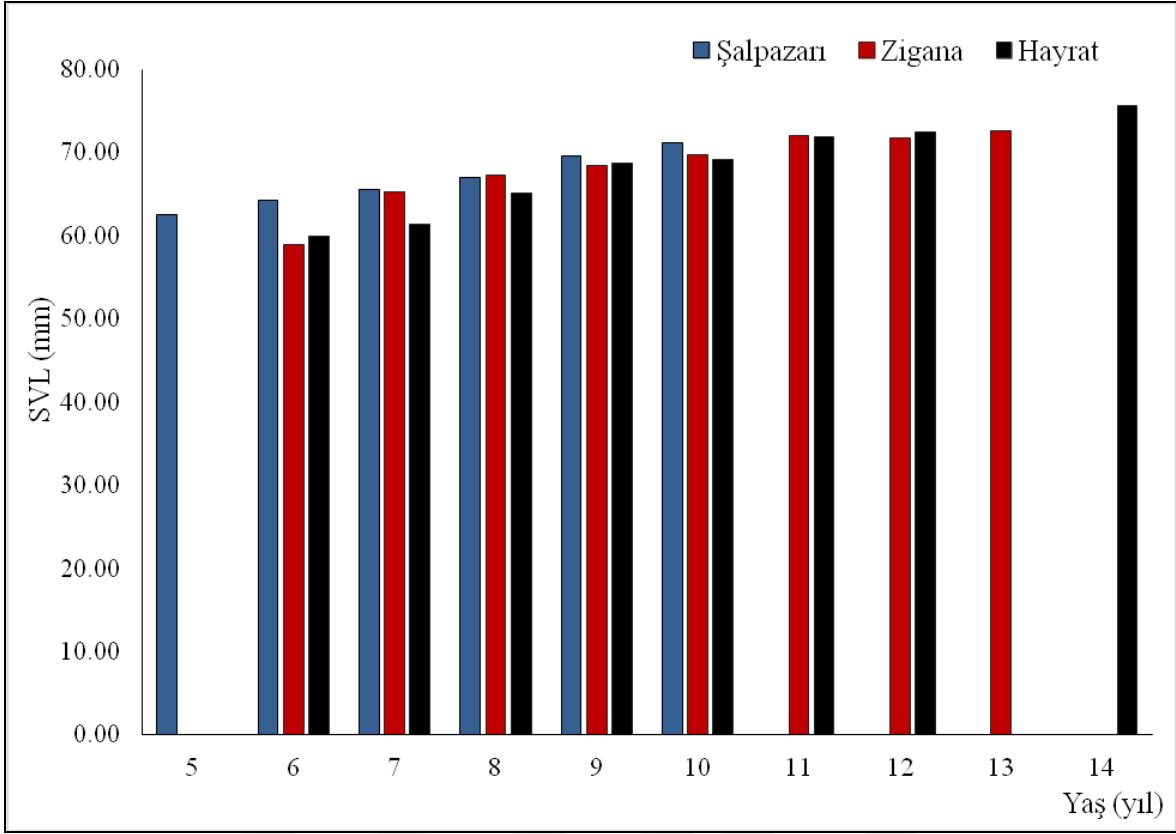
Populasyon	N	SVL (mm)		Ağırlık (g)	
		1	2	1	2
Hayrat	4	60,6025		3,1925	
Zigana	2	63,3000		3,8300	3,8300
Şalpazarı	6		66,3067		4,6672
p		0,053	1,000	0,317	0,161

3.4.3.2. Erkek Bireylerde Yaş-Büyüklik-Ağırlık İlişkisi

Şalpazarı, Zigana ve Hayrat popülasyonları erkek bireyleri için yaş gruplarının ortalama SVL ve ağırlık değerleri Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Popülasyonlardaki erkek bireylerde yaş gruplarının ortalama SVL ve ağırlık değerleri

Yaş Sınıfı	Şalpazarı			Zigana			Hayrat		
	N	SVL (mm)	Ağırlık (g)	N	SVL (mm)	Ağırlık (g)	N	SVL (mm)	Ağırlık (g)
5	8	62,48	4,03						
6	10	64,27	4,28	2	58,86	4,01	2	59,86	3,57
7	9	65,46	4,34	5	65,18	4,69	5	61,29	3,73
8	2	67,03	4,66	11	67,24	5,04	6	65,07	4,78
9	3	69,56	4,59	12	68,43	5,07	4	68,65	5,13
10	4	71,15	4,77	9	69,74	5,23	6	69,18	5,70
11				9	72,00	5,76	5	71,82	6,02
12				1	71,69	6,36	2	72,38	6,41
13				1	72,57	6,37			
14							1	75,62	7,50



Şekil 55. Tüm populasyonlarda erkeklerde yaş gruplarına ait SVL değerlerini gösteren grafik

Uygulanan One-Way ANOVA testine göre, populasyonların 6, 7 ve 8 yaş gruplarındaki erkek bireylerin SVL değerleri arasında farklılık belirlenmiştir ($p < 0,05$). Ağırlık değeri bakımından sadece 7 yaş grubu bireyleri arasında farklılık tespit edilmiştir ($p = 0,000$). Diğer yaş gruplarında her iki değişken bakımından da anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 23).

Tablo 23. Erkeklerde populasyonların aynı yaş grupları arasında SVL ve ağırlık değerlerinin One-Way ANOVA testi ile karşılaştırılması

Yaş grubu	Karakter	F	p
6 yaş	SVL	12,064	0,002
	Ağırlık	1,264	0,321
7 yaş	SVL	25,218	0,000
	Ağırlık	13,581	0,000
8 yaş	SVL	5,263	0,018
	Ağırlık	0,715	0,504
9 yaş	SVL	0,874	0,436
	Ağırlık	0,878	0,435
10 yaş	SVL	2,201	0,143
	Ağırlık	1,963	0,173

Yapılan Tukey HSD testine göre 6 yaşındaki erkek bireyler SVL bakımından 2 farklı grupta toplanmıştır. İlk grup düşük SVL ortalamasına sahip olup Hayrat ve Zigana populasyonlarını kapsamaktadır. Şalpazarı populasyonu yüksek SVL ortalaması ile ikinci grubu oluşturmaktadır (Tablo 24).

Tablo 24. 6 yaş erkek bireylerde Tukey HSD test sonuçları

Populasyon	N	1	2
Zigana	2	58,8600	
Hayrat	2	59,8600	
Şalpazarı	10		64,2670
p		0,776	1,000

7 yaş grubu erkek bireyler Tukey HSD testine göre SVL ve ağırlık değerlerinin her ikisi bakımından da 2 farklı grupta toplanmıştır. İki değişken içinde Hayrat düşük ortalama değerlere sahip birinci grubu, Şalpazarı ve Zigana daha yüksek değerlere sahip ikinci grubu oluşturmaktadır (Tablo 25).

Tablo 25. 7 yaş erkek bireylerde Tukey HSD test sonuçları

Populasyon	N	SVL (mm)		Ağırlık (g)	
		1	2	1	2
Hayrat	5	61,2880		3,7340	
Zigana	5		65,1820		4,3367
Şalpazarı	9		65,4633		4,6940
p		1,000	0,945	1,000	0,157

Uygulanan One-Way ANOVA testine göre 8 yaş erkek bireylerin SVL değerleri açısından populasyonlar arasında farklılık belirlenmiştir (Tablo 23). Buna rağmen Tukey HSD testi 3 populasyonu tek grupta toplamıştır.

3.4.4. Su Analizleri

Şalpazarı, Zigana ve Hayrat'da örneklerin yakalandığı akarsulardan alınan su örneklerinin analiz değerleri Tablo 26'da karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Su numunelerinin pH değerleri 7,35 ile 8,5 arasında, çözünmüş oksijen değeri ise 6,19 mg/L ile 6,72 mg/L arasında değişmektedir.

Tablo 26. Tüm populasyonlara ait su analizi değerleri

	Şalpazarı	Zigana	Hayrat
pH	8,1	7,35	8,5
Çözünmüş oksijen	6,72 mg/L	6,19 mg/L	6,69 g/L
İletkenlik	413 μ S/cm	77 μ S/cm	142 m μ /cm
Tuzluluk	0,03 g/L	0,03 g/L	0,04 g/L
Sülfat	8 mg/L	15 mg/L	1 mg/L
Fosfat	0,012 mg/L	0,004 mg/L	0,007 mg/L
Amonyak	0,02 mg/L	0,02 mg/L	0,02 mg/L
Nitrit	0,002 mg/L	0,004 mg/L	0,002 mg/L
Nitrat	0,403 mg/L	0,066 mg/L	0,027 mg/L

"Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği" kapsamında kıtaiçi su kaynaklarının sınıflarına göre su kalite kriterleri Tablo 27'de verilmiştir.

I. Sınıf: Yüksek kaliteli su demektir (tüm parametrelerin bu su kalitesi değerinde olması Çok İyi su durumunu ifade eder). İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları, alabalık üretimi ve çiftlik ihtiyacı, hayvan üretimi için kullanılabilir nitelikte su olma özelliklerine sahiptirler.

II. Sınıf: Az kirlenmiş su demektir (İyi su durumunu ifade eder). İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları, alabalık üretim dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su ve yürürlükte olan kanunlar ile tespit edilmiş sulama suyu kalite kriterlerini sağlaması durumunda sulama suyu olarak kullanılan sulardır.

III. Sınıf: Kirlenmiş su demektir (Orta su durumunu ifade eder). Gıda ve tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler dışında, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyunu ifade eder.

Tablo 27. Kıtaiçi yerüstü su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

Su kalite parametreleri	Su kalite sınıfları		
	I	II	III
pH	6 - 9	6 - 9	6 - 9
İletkenlik	< 400 μ S/cm	1000 μ S/cm	> 1000 μ S/cm
Çözünmüş oksijen	> 8	6	< 6
Nitrat	< 3 mg/L	10 mg/L	> 10 mg/L

Tablo 27' de verilen kıtaiçi su kalite standartlarına göre iletkenlik değeri bakımından Zigana ve Hayrat populasyonları I. Sınıf, Şalpazarı populasyonu ise II. Sınıf; her üç populasyonda çözünmüş oksijen değeri bakımından II. Sınıf, nitrat değeri bakımından ise I.Sınıf kategorisinde bulunmaktadır.



4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, ülkemizde Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde Ordu, Giresun, Trabzon, Gümüşhane, Rize, Artvin, Ardahan ve Bayburt illerinde yayılış gösteren *Mertensiella caucasica* (Kafkas semenderi)'nın 3 farklı popülasyonundan (Şalpazarı, Zigana ve Hayrat) yakalanan toplam 191 bireyden (11 juvenil, 63 dişi ve 117 erkek) alınan parmak örneklerinden; popülasyonların yaş yapısı ve bazı büyüme parametreleri iskelet kronolojisi yöntemi ile incelenmiştir.

Amfibilerde popülasyon ekolojisi çalışanlar için uzun süredir devam eden bir zorluk, bilinen yeniden yakalama geçmişi olmayan bireylerde güvenilir yaş tahminidir. Geçtiğimiz yıllarda, büyüme geçmişinin iskelet kronolojisi ile yeniden oluşturulması, yani kemik enine kesitlerinde boyanmış olan dinlenme çizgilerinin kullanılması, amfibilerin (Castanet, 2002), squamatların (Buffrenil ve Castanet, 2000), dinzorların (Horner vd., 1999), kuşların (Bourdon vd., 2009) ve memelilerin (Marin-Moratalla vd., 2013) yaşını tahmin etmek için standart bir prosedür haline gelmiştir. Amfibilerde iskelet kronolojisi ile son 50 yılda çoğunluğu anuralar olmak üzere 200'den fazla tür hakkında demografik veri elde edilmiştir (Sinsch, 2015). İskelet kronolojisi *M. caucasica*'da yaş tayini için daha önce kullanılmış (Tarkhnishvili ve Gokhelasvili, 1994) uygun bir metod olarak görülmektedir. Ayrıca bireyleri öldürmeden yaş analizi yapılmasına izin verdiği ve popülasyonları koruduğu için çok değerli bir methoddur. *M. caucasica*'nın yaş yapısı ile ilgili kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Tarkhnishvili ve Gokhelasvili (1994), Üzüm (2009), Reinhard vd. (2015) ve Beşer vd. (2017) tarafından tek popülasyonda yaş tayini yapılmış ve popülasyonların yaşam öyküleri önceki çalışmalar ile karşılaştırılmıştır.

Amfibilerin büyüme ve gelişme hızları, sıcaklık (Volpe, 1957; Berven vd., 1979; Kaplan, 1980; Berven, 1982), yoğunluk ve rekabet (Licht, 1975; Kaplan, 1980; Berven, 1982), besin miktarı ve kalitesi (Berven, 1982; Berven ve Chadra, 1988), predasyon (Crump, 1974, 1984) ve üreme habitatı (Crump, 1974; Kaplan, 1980; Duellman ve Trueb 1986) gibi dışsal faktörler ile vücut boyutu, yumurta büyüklüğü ve yumurtanın besin miktarı (McLaren ve Cooley 1972; Kuramoto, 1975; Berven vd., 1979) gibi içsel faktörlerden etkilenir. Bu faktörler amfibi gelişiminin her aşamasında büyüme ve gelişmeyi artırmak veya azaltmak için sinerji içersinde çalışır ve yumurtadan eşeysel olgunluğa ulaşmak için geçen süreyi etkiler. Daha yüksek rakım ve enlemler ile ilişkili

olan daha düşük çevre sıcaklıkları (kaynak veya enerji birikimi için mevcut zamanı kısıtlamasından dolayı) bu bölgelerdeki amfibilerde aktif periyodun uzunluğunda bir azalmaya neden olur (Hemelaar, 1988; Elmberg, 1991; Ryser, 1996). Bugüne kadar yayınlanan araştırmalar, yüksek rakım ve enlemlerdeki amfibi populasyonlarının daha kısa aktivite sürelerine sahip olma eğiliminde olmasından dolayı; daha kısa üreme dönemi ve daha uzun larval döneme sahip olma, metamorfoz dahil tüm larval aşamalarda daha büyük olma, geç eşeysel olgunluğa ulaşma ve daha büyük ergin bireylere sahip olma eğiliminde olduğunu göstermektedir (Morrison ve Hero, 2003).

Şalpazarı, Zigana ve Hayrat populasyonlarında toplam vücut boyu (L) ve burun ucu-kloak arası mesafe (SVL) değerlerine bakıldığında hem dişilerde (L= 191,29 mm; SVL= 77,96 mm) hem de erkeklerde (L= 194,24 mm; SVL= 75,62 mm) en büyük bireyler 2100 m rakımlı Hayrat populasyonunda tespit edilmiştir. SVL değeri bakımından dişilerde (68,11 mm) ve erkeklerde (68,49 mm) en yüksek ortalama Zigana populasyonuna aittir. Dişi bireylerde en küçük ortalama Hayrat (65,30 mm), erkeklerde ise Şalpazarı (65,53 mm) populasyonuna aittir. Her üç populasyonda da dişi ve erkek bireylerin ortalama SVL değerleri arasında anlamlı bir fark olmamasına karşın; yakalanan en büyük bireyler tüm populasyonlarda dişidir. Bu çalışmaya benzer şekilde Üzümlü (2009) Kümbet yaylası, Dereli, Giresun (1575 m)'den yakalanan (19 erkek, 13 dişi ve 3 juvenil) toplam 35 örnek ile yaptığı çalışmada SVL değeri bakımından dişiler (63,77 mm) ve erkekler (67,53 mm) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamıştır. Reinhard vd. (2015)'de Zigana geçidi, Gümüşhane'den yakalanan 26 dişi ve 22 erkek ile yaptıkları çalışmada cinsiyetler arasında SVL değeri bakımından fark bulamamışlardır. Bu çalışmaların aksine Beşer vd. (2017) Kazıkbeli yaylası, Kürtün, Gümüşhane (2213 m)'den yakalanan 66 (28 erkek, 30 dişi ve 8 juvenil) örnek ile yaptıkları çalışmada SVL değeri bakımından erkeklerin (64,24 mm) dişilerden (58,45 mm) istatistiksel olarak daha büyük olduğunu belirlemişlerdir. Tarkhnishvili ve Gokhelasvili (1994), kafkas semenderinin uzunluk aralığını yetişkin erkeklerde 61-73 mm, dişilerde ise 70-78 mm olarak bildirmiştir.

Mertensiella caucasica'nın kardeş türü olan *Chioglossa lusitanica* İber Yarımadası'nın Kuzeybatısına endemik karasal bir semender türüdür. Lima vd. (2000), bu semender türü ile yaptıkları çalışmada dişilerin erkeklerden önemli ölçüde daha büyük olduğunu belirlemişlerdir. *Triturus vulgaris* (Halliday ve Verrell 1988) ve *Triturus vittatus ophryticus* (Kutrup vd., 2005) ile yapılan çalışmalarda ise erkeklerin dişilerden daha büyük

oldukları belirlenmiştir. Yetişkin vücut büyüklüğündeki fark cinsiyetler arasındaki büyüme farklılığının bir sonucudur (Zhang ve Lu, 2013; Beşer vd., 2017).

Eşeyssel boyut dimorfizmi (SSD) erkekler ve dişiler arasında vücut büyüklüğündeki farklılıkları tanımlar. SSD dişi ve erkeğin farklı üreme rollerine uyum sağlaması olarak düşünülebilir ve bu da iki cinsiyet arasında yetişkin vücut boyutunda bir farkla sonuçlanır (Fairbairn, 1997; Reinhard vd., 2015). Bununla birlikte, amfibiler gibi poikilotermik hayvanlar arasında, erkek boyutu nadiren dişi boyutunu aşar; örneğin, kuyruksuz kurbağaların % 90'ı ve semenderlerin % 61'i dişi taraflı bir dimorfizm gösterir (Shine, 1979; Kupfer, 2007; Reinhard vd., 2015). Dişi boyutu genellikle doğurganlık ile olumlu bir şekilde ilişkilidir, bu nedenle iri dişiler daha büyük kümeler ve bazı durumlarda daha büyük yumurtalar veya yavrular üretebilir (Shine, 1988; Blanckenhorn, 2005; Reinhard vd., 2015). Erkeklerin dişilerden daha iri olması ise rekabetle açıklanabilir (Kupfer, 2007; Beşer vd., 2017). Ektotermik hayvan bireyleri, çiftleşme başarısının üretkenliğinin büyük ölçüde boyuta bağlı olduğu yaşamlarının erken dönemlerinde enerjilerini üreme yerine büyümeye harcayabilirler (Kolarov vd., 2010; Beşer vd., 2017). Anderson (1994) ve Zhang ve Lu (2013)'ya göre, çiftleşme avantajı elde etmek için daha iri erkekleri tercih eden cinsel seçim ve üreme kapasitesini artırmak için daha iri dişiler için doğurganlık seçilimi, SSD'nin evriminin ve sürdürülmesinin iki ana itici gücü olarak kabul edilmektedir (Beşer vd., 2017).

Lovich ve Gibbon (1992)'un eşeyssel boyut dimorfizmi (SSD) formülü ile hesaplanan eşeyler arasındaki vücut oranındaki farklılıklar Şalpazarı populasyonunda dişi yönlü ($SDI = + 0,015$), Zigana ($SDI = - 0,005$) ve Hayrat ($SDI = - 0,029$) populasyonlarında ise erkek yönlüdür. Reinhard vd. (2015), Zigana geçidinden yaptığı çalışmada dişi yönlü ($SDI = 0,0017$), Üzümlü (2009) Kümbet yaylası ($SDI = - 0,06$) ve Beşer vd. (2017) Kürtün'den yakalanan örnekler ile yaptıkları çalışmalarda erkek yönlü ($SDI = - 0,099$) bir eşeyssel boyut dimorfizmi bulmuşlardır. Kafkas semenderi ile yapılan bu çalışmalar içerisinde sadece Kürtün populasyonunda SVL değeri bakımından eşeyler arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Reinhard vd. (2015), *M. caucasica*'da ön ve arka üye uzunluğunun yanı sıra kloak yapısında da erkek taraflı farklılıklar belirlemiş ve oldukça önemli üye uzunluğu farklılıklarının kur yapma davranışlarına atfedilebileceğini (Arnold, 1987; Schultschik, 1994) bildirmiştir.

Populasyonlar arası ortalama L ve SVL değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında dişi bireyler arasında önemli bir fark olmadığı gözlenirken, erkekler

arasında sadece SVL bakımından anlamlı bir farklılık bulunmuştur ve Zigana popülasyonundaki erkek bireylerin (ort: 68,49 mm) Şalpazarı popülasyonundaki bireylerden (ort:65,53 mm) daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Yakalanan örneklerin maksimum boylarının hem erkeklerde hem de dişilerde rakım ile arttığı görülmektedir. Düşük hava sıcaklığı, amfibi larva ve juvenillerinde büyüme ve gelişme oranları, eşeyssel olgunluğa ulaşma yaşı ve ergin bireylerin büyüklüğü üzerinde birbirini takip eden etkilere sahiptir. Bu etkilerin bir sonucu olarak, yüksek rakım ve enlemde yaşayan amfibiler genellikle düşük rakım ve tropikal yerlerde yaşayan bireylerden daha büyüktür (Kozłowska, 1971; Bizer, 1978; Berven, 1982; Hemelaar, 1988; Elmberg, 1991; Ryser, 1996; Miaud vd., 2000; Morrison ve Hero, 2003). Bazı türlerde düşük rakımdaki bireylerin yüksek rakımdaki bireylerden önemli ölçüde daha büyük olduğu (Howard ve Wallace, 1985) veya farklı rakımlarda bulunan popülasyonlarda önemli bir farkın olmadığı (Licht, 1975; Ryser, 1996; Morrison ve Hero, 2002) gibi bu eğilimin istisnaları da vardır (Morrison ve Hero, 2003).

Bu çalışmada için yakalanan 191 semenderin parmak örneklerinden alınan enine kesitlerden dinlenme çizgilerinin (LAG) sayılması ile yaş tayini yapılmıştır. LAG'lerin yıllık döngünün tekrarı ile uyumu, yakalama-işaretleme ve tekrar serbest bırakma çalışmaları veya kemik dokuda işaret bırakan vital boya enjeksiyonları ile doğrulanmıştır (Schroeder ve Baskett, 1968; Smirina, 1972; Francillon, 1979; Hemelaar ve Van Gelder, 1980; Smirina ve Makarov, 1987; Böll vd., 1997; Tejedo vd., 1997; Eden vd., 2007; Matsuki ve Matsui, 2009; Wagner vd., 2011; Sinsch, 2015). LAG oluşumu deneysel olarak birkaç haftalık soğuk hava koşulları veya açlık ile uyarılabilir (Smirina vd., 1986; Sinsch, 2015). Fakat yıllık LAG oluşumunun nihai sebebi, mevsimsel döngülerle senkronize olan genetik temelli yıllık bir ritimdir (Castanet vd., 1993; Sinsch, 2015). Bu nedenle LAG'ler çok az mevsimsellik ile tropikal habitatlarda da oluşur (Khonsue vd., 2000; Sinsch, 2015). LAG'lerin yanı sıra diyafiz kesitlerinde uzun süreli büyüme dönemlerinde bazen geniş, hafif boyanmış halkalar görülür (Peabody, 1961; Castanet vd., 1993; Alcobendas ve Castanet, 2000), bunlar büyümenin azaldığını ancak durmadığını gösterir (Lines of Reduced Growth (LRG), Sinsch vd., 2007) (Sinsch, 2015). Döngüsel olmayan büyüme işaretlerinin nedenini belirlemek için daha fazla araştırma gerekli olsa da, bu işaretler fizyolojik stres olaylarına bireysel bir yanıt olabilir (Woodward vd., 2013). Birden fazla LAG ve LRG gibi düzensizlikler yaş tahminini karmaşıktırabilir ve yüksek ortam sıcaklığı dönemlerinde kesintiye uğramış hibernasyonun (Sinsch vd., 2007), estivasyon

döneminde azalan büyümenin (Jakob vd., 2002; Leclair vd., 2005) veya hibernasyon ve estivasyon sırasında büyümenin durmasının (Olgun vd., 2005) histolojik eşdeğerlerini temsil edebilir (Sinsch, 2015).

Dinlenme çizgilerinin kemikte oluşma modelleri bir türün farklı çevresel koşullarda yaşayan populasyonlarında farklı olabilir. Bu çalışmada juvenil bireylerden alınan kemik enine kesitlerinin tamamında her yıl için tek bir dinlenme çizgisi (LAG) görülmektedir. Ergin bireylere ait kemik enine kesitlerinde dinlenme çizgileri 3 farklı model oluşturmaktadır. Bu modellerin birincisinde her yıl için tek bir büyüme halkası (%70, N=126), ikincisinde hem tek hem de çift halde dinlenme çizgileri (%23,3, N=42) ve üçüncü modelde ise (%6,6, N=12) büyümenin durduğu (estivasyon ve hibernasyon) iki dönemi ifade eden çift halde dinlenme çizgileri gözlemlenmiştir. Zigana populasyonunda ilk iki model, Şalpazarı ve Hayrat populasyonlarında ise her üç model de gözlemlenmiştir. Üzüm (2006), *Triturus karelinii* türünün 5 farklı populasyonu ile yaptığı çalışmada her üç büyüme modelini de gözlemlemiştir. *Chioglossa lusitanica*'nın iki farklı populasyonu ile yapılan çalışmada Covelo (400 m) populasyonunda örneklerin %44'ünde ve Silveirinha (200 m) populasyonunda ise %21'inde çift LAG gözlemlenmiştir (Lima vd., 2000). Caetano vd. (1985), *Triturus marmoratus* türü ile yaptıkları çalışmada Kuzey Portekiz'in alçak alanlarında yaşayan bireylerde sadece kış LAG'ları, yüksek alanlarında yaşayanlarda ise hem kış hem de yaz LAG'lerinin varlığını belirlemişlerdir. *Triturus alpestris* türünün Akdeniz göllerinde bulunan bireylerinin kemik enine kesitlerinde hem kış hem de yaz LAG'leri (Andreone, 1990) diğer Avrupa populasyonlarında ise sadece kış LAG'lerinin (Miaud vd., 2000) varlığı belirlenmiştir (Üzüm, 2006).

İskelet kronolojisi çalışmalarında en büyük zorluk kemik büyüme şekillerinin bozulmasıdır (Castanet vd., 1993). Kemiklerin kapsamlı yeniden şekillenmesi; osteogenez esnasında yeniden yapılanma süreçleri ve resorpsiyon yoluyla gerçekleşebilir (Lima vd., 2000). Parmak kemiğinin diyafiz bölümünün merkezi kısmı, bazen kıkırdak (genç juvenillerde) bazen de endosteal kemik (yaşlı örneklerde; EB) ile dolu olan kemik iliği boşluğudur. Endosteal ve periosteal kemik arasında çoğunlukla hematoksilen ile koyu olarak boyanan ve resorpsiyon çizgisini temsil eden bir sınır bulunur (Hemelaar, 1981). LAG'ler periosteal kemikte meydana gelir ve bazen yaşlı bireylerde kemik iliği boşluğunun çevresinde endosteal kemiğin oluşması ile tahrip olabilir (Hemelaar, 1985; Morrison vd., 2004). Yaşlı bireyler gençlere göre daha fazla endosteal kemik biriktirme eğilimindeyken, endosteal resorpsiyonun asıl nedenleri tam olarak anlaşılamamıştır (Sinsch, 2015).

Çalışılan *M. caucasica* populasyonlarındaki 11 adet juvenil bireyin enine kesitlerinde endosteal resorpsiyon görülmemiştir. Ergin bireylere ait kesitlerin %53,88'inde (N=97) endosteal resorpsiyon görülmüştür. Düşük rakımlı (1100 m) Şalpazarı populasyonunda görülen endosteal resorpsiyon oranı (%36,66), yüksek rakımlı Zigana (%59,42) ve Hayrat (%54,83) populasyonlarından daha düşük olarak belirlenmiştir. Üzümlü (2009) Kümbetten yakalanan *M. caucasica* örneklerinin tamamında E.R.'a rastlandığını belirtmiş; Beşer vd. (2017) ise bu çalışmaya benzer şekilde juvenil bireylerde E.R.'a rastlamamış, ergin bireylerde ise resorpsiyon oranının %96,56 olduğunu bildirmiştir. Bazı araştırmacılara göre kemikte meydana gelen resorpsiyon çevresel koşullara bağlıdır (Smirina, 1972). Örneğin yüksek rakımda yaşayan populasyonlarda resorpsiyon düşük rakımda yaşayanlardan daha fazla (Caetano ve Castanet, 1993) veya daha az olabilir (Esteban vd., 1996, 1999; Altunışık, 2015). Bir türün bazı populasyonlarında resorpsiyon önemli iken bazı populasyonlarında önemli bir rol oynamayabilir (Smirina, 1972; Hemelaar, 1981; Kuhn; 1994; Sinsch, 2015). Altunışık (2015) *Bufotes variabilis* türünün 8 farklı populasyonu ile yaptığı çalışmada %79 ile en yüksek E.R. oranına en yüksek rakımlı (960 m) populasyonda rastlamasına rağmen, yüksekliğe bağlı bir farklılıktan söz etmenin mümkün olmadığını belirtmiştir.

Yapılan yaş analizi sonucunda dişi bireylerde Zigana (ort: 9,39 yıl) populasyonu en yüksek yaş ortalamasına sahip olup, bunu Hayrat (ort: 9 yıl) ve Şalpazarı (ort:7,29 yıl) populasyonları takip etmektedir. Yüksek rakımda yaşayan Hayrat ve Zigana populasyonlarında ortalama yaş değerleri düşük rakımlı Şalpazarı populasyonundan daha yüksek olmasına rağmen, yapılan istatistiksel analizler sonucunda populasyonlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Erkek bireylerde en yüksek yaş ortalaması Hayrat (ort: 9,16 yıl) populasyonuna aittir, bunu Zigana (ort: 9,14 yıl) ve Şalpazarı (ort: 6,83 yıl) populasyonları takip etmektedir. 1100 rakımlı Şalpazarı populasyonunun ortalama yaşı erkek bireylerde, 1812 rakımlı Zigana ve 2100 rakımlı Hayrat populasyonlarından istatistiksel olarak daha düşüktür.

Tüm populasyonlarda dişi ve erkek bireylerin yaş değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bunun aksine Üzümlü (2009) Kümbet ve Beşer vd. (2017) Kürtün populasyonunda dişi ve erkeklerin ortalama yaşlarını sırasıyla 6 - 7,26 yıl ve 5,80 - 7,42 yıl olarak belirlemiş ve erkeklerin dişilerden anlamlı derecede yaşlı olduğunu bulmuşlardır. Bunun aksine Lima vd. (2000) *Chioglossa lusitanica*'da dişilerin erkeklerden önemli derecede yaşlı olduğunu belirlemiştir.

Yaşam uzunluğu (maksimum yaş) canlılar için kritik bir yaşam öyküsü özelliğidir. Çok sayıda abiyotik ve biyotik faktörlerin farklı seçim baskıları uyguladığı ve türlerin yaşam uzunluğunda büyük farklılıklara yol açtığı düşünülmektedir. Yaşam uzunluğu, hem türler ve hem de populasyonlar içinde ve arasında büyük farklılıklar gösterir (Healy vd., 2014; Scharf vd., 2015; Holm vd., 2016; Stark ve Meiri, 2018). Holm vd. (2016), bu farklılıkları, 'içsel' veya 'dışsal' ölüm baskılarıyla ilgili faktörlere atıfta bulunarak açıklamıştır. İçsel ölüm, vücuttan kaynaklanan fiziksel ve fonksiyonel bozulma süreçlerinden kaynaklanır (örneğin spontan kimyasal reaksiyonlar, replikasyon hataları ve metabolik atık ürünler). Buna karşılık, dışsal ölüm çevreden kaynaklanan tehlikelerin sonucudur (avcılık, kıtlık ve kuraklık gibi) (Koopman vd., 2015; Stark ve Meiri, 2018). Somatik bakım ve onarım yerine üremeye daha fazla kaynak ayıran bireyler; fizyolojik sürecin hızla gerilemesini ve zararlı mutasyonların hızla birikmesini göze alırlar (Kirkwood, 2001) ve bundan dolayı bu tür hayvanların yaşlandıkça hayatta kalma oranlarında daha hızlı bir düşüş yaşamaları beklenmektedir (Williams, 1957; Kirkwood ve Rose, 1991; Kirkwood ve Austad, 2000; Stark ve Meiri, 2018).

Stark ve Meiri (2018) 527 amfibi türünün yaşı ile ilgili bilgileri ve çalışmaları derleyerek yaptıkları bir araştırmada maksimum yaşam uzunluğunun 6 ay (*Phrynobatrachus gutturosus*; Barbault, 1984) ile 102 yıl (*Proteus anguinus*; Voituron vd., 2011) arasında değiştiğini belirtmiş ve amfibilerin ortalama yaşam uzunluğunu $11,1 \pm 0,4$ yıl olarak hesaplamışlardır. Ortalama yaşam süresi anuralar için $8,4 \pm 0,3$ yıl (Min.-Max.: 0,6–45 yıl, N = 367), urodelalar için $17,5 \pm 1,1$ yıl (2–102 yıl, N = 155) ve gymnophiona için ise $11,9 \pm 2,6$ yıl (5–20 yıl, N= 5) olarak hesaplanmıştır (Stark ve Meiri, 2018).

Şalpazarı populasyonu için maksimum yaş dişilerde 11, erkeklerde 10 yıl, Zigana populasyonunda dişilerde 15, erkeklerde 13 yıl ve Hayrat populasyonunda ise bu değerler sırasıyla 16 ve 14 yıl olarak belirlenmiştir. Kümbet populasyonunda maksimum yaş dişiler için 9, erkekler için 10 yıl (Üzüm, 2009), Kürtün populasyonunda dişilerde 8, erkeklerde 11 yıl (Beşer vd., 2017), Zigana tüneli populasyonunda ise dişilerde 16, erkeklerde ise 18 yıl olarak bulunmuştur (Reinhard vd., 2015). Tarkhnishvili ve Gokhelasvili (1994) yetişkin *M. caucasica*'nın 26 yaşına kadar yaşayabileceğini bildirmiştir.

Uzun ömür vücut büyüklüğü ile pozitif olarak ilişkilidir. Daha büyük hayvanlar daha yavaş bir metabolizmaya sahiptir, bu da daha yavaş büyümeye dönüşür. Bu durum metabolik yan ürünlerin ve oksidatif hasarın birikme hızında bir azalma ile ilişkilidir (Sohal, 1986) ve büyük hayvanların küçük olanlardan daha uzun ömürlü olduğu tahmin

edilmektedir (Nunn ve Barton, 2000; Stark ve Meiri, 2018). Bu çalışmada en büyük SVL değeri ve maksimum yaşa sahip bireyler hem dişilerde hem de erkeklerde 2100 m rakımlı Hayrat popülasyonunda bulunmaktadır.

Eşeyssel olgunluk vücut büyüklüğüne bağlı olduğundan, daha hızlı büyüyen türler veya bireyler; üreme için gerekli olan minimum büyüklüğe daha yavaş büyüyenlere göre daha erken ulaşacak ve böylece üremeye daha erken yaşta başlayabileceklerdir (Morrison ve Hero, 2003). Yüksek rakım veya enlem habitatları, düşük sıcaklıklar, düşük gıda mevcudiyeti ve kısa bir aktivite süresi ile karakterize edilir (Nagy ve Grabherr, 2009). Bu tür habitatlardan gelen amfibiler yaşam öykülerinde metamorfozdan sonra yavaş büyüme, olgunlukta artan yaş ve artan ömür uzunluğu gibi bir dizi spesifik özellik gösterirler (Miaud ve Merila, 2000; Wagner vd., 2011). Ayrıca düşük dışsal ölüm oranlarına (hastalık, avlanma, yiyecek kıtlığı veya kazalar gibi çevresel tehlikelerden kaynaklı düşük ölüm riski) maruz kalan hayvanlar üremenin başlamasını erteleyebilir (Stark ve Meiri, 2018).

Şalpazarı popülasyonunda eşeyssel olgunluk yaşı hem dişi hem de erkek bireyler için 4-5 yıl, Zigana ve Hayrat popülasyonlarında ise yine her iki cinsiyet için 5-6 yıl olarak belirlenmiştir. Metamorfoz sonrası büyüme oranlarındaki coğrafi farklılıklar, fiziksel çevredeki farklılıklardan etkilenmektedir (Duellman ve Trueb, 1986). Yaş gruplarına göre popülasyonlar arasında dişi ve erkek bireylerin SVL değerleri karşılaştırıldığında dişilerde ilk yedi yaşa kadar; erkeklerde ise ilk 6 yaşa kadar Şalpazarı popülasyonu bireylerinin Zigana ve Hayrat popülasyonu bireylerinden istatistiksel olarak daha büyük oldukları belirlenmiştir. Şalpazarı popülasyonu bireylerinin daha hızlı büyüdüğü ve eşeyssel olgunluk için gerekli vücut büyüklüğüne daha kısa sürede ulaştığı görülmektedir.

Kafkas semenderinin eşeyssel olgunluk yaşı Kümbet ve Kürtün popülasyonları için dişi ve erkeklerde Şalpazarı popülasyonu ile benzer şekilde 4-5 yıl olarak tahmin edilmiştir (Üzüm, 2009; Beşer vd., 2017). Tarkhnishvili ve Gokhelashvili (1994), metamorfozdan sonra *M. caucasica*'nın olgunlaşması için en az 9 yıl (dişilerde 9 yıl ve erkeklerde 13 yıl) geçtiğini bildirmişlerdir. Lima vd. (2000), *C. lusitanica*'da eşeyssel olgunluk yaşını her iki cinsiyet için Silveirinha popülasyonunda (200 m) 4 yıl ve Covelo popülasyonunda ise (400 m) 5 yıl olarak belirlemiştir.

Ilıman amfibiler, yaşam döngülerini tamamlamak için hem suda hem de karada yaşam alanlarına ihtiyaç duyduklarından, popülasyonlar ve bireylerin mekansal dağılımı hem sucul hem de karasal habitat kalitesi tarafından belirlenir (Hartel, 2004). Bazı semendeler yaşamları boyunca suda yaşar, bazıları ise tamamen karasaldır, periyodik olarak suya girer

ve suya yumurta bırakırlar. *M. caucasica*'nın tüm yayılış alanını kapsayacak şekilde 40-2400 m rakım aralığında 37'si türün üreme ve 8 tanesi ise üreme dışı alan olan çok çeşitli habitatlardan su örnekleri alınarak; türün üreme habitatının su kimyası özellikleri ve su kimyası parametreleri ile türün varlığı arasındaki ilişki Sayım vd. (2009) tarafından belirlenmeye çalışılmıştır. Türün üreme alanı seçimini hangi ekolojik parametrelerin daha iyi açıkladığını araştırmak için 14 su kimyası değişkeni kullanılmış ve 8 farklı değişkenin (pH, su iletkenliği, tuzluluk, klorür, amonyak, alkalilik, sülfid, potasyum) türün bulunduğu üreme alanlarında, türün bulunmadığı alanlardaki akarsu ve derelerden alınan su örneklerinden anlamlı derecede düşük olduğunu belirlemişlerdir. Bu 8 parametreden *M. caucasica*'nın varlığına etki eden en önemli parametrenin klorür olduğunu belirlemişlerdir. Semender habitatlarındaki klorür eşik seviyesi (0–2,0 mg/L), akan sulara yumurta bırakan bölgedeki diğer amfibilerden daha düşük görünmektedir (Sayım vd., 2009).

Şalpazarı, Zigana ve Hayrat populasyonlarında örneklerin yakalandığı akarsulardan alınan su örneklerinin analiz değerleri, kıta içi su kalite standartlarına göre değerlendirilmiştir. İletkenlik değeri bakımından Zigana ve Hayrat populasyonları I. Sınıf, Şalpazarı populasyonu ise II. Sınıf; her üç populasyonda çözünmüş oksijen değeri bakımından II. Sınıf, nitrat değeri bakımından ise I. Sınıf kategorisinde bulunmaktadır. Her iki sınıfta içme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü sularını ifade eder.

Halliday ve Verrell (1988), amfibilerde vücut büyüklüğü ve yaş arasında genellikle pozitif fakat zayıf bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Kafkas semenderi ile yapılan bu çalışmada SVL ve yaş değerleri arasında Şalpazarı ($r_{\text{dişi}}=0,968$; $r_{\text{erkek}}=0,835$), Zigana ($r_{\text{dişi}}=0,878$; $r_{\text{erkek}}=0,862$) ve Hayrat ($r_{\text{dişi}}=0,934$; $r_{\text{erkek}}=0,932$) populasyonlarında pozitif yönde oldukça kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. Benzer şekilde türün Kürtün ($r_{\text{dişi}}=0,931$; $r_{\text{erkek}}=0,920$) populasyonunda her iki cinsiyette de SVL ile yaş arasında oldukça güçlü pozitif bir korelasyon belirlenmiştir (Beşer vd., 2017). Üzümlü (2009) ise Kümbet populasyonunda SVL ve yaş arasında zayıf bir ilişki belirlemiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada düşük rakımda yaşayan bireyler, daha hızlı büyüdükleri için daha erken eşeysel olgunluğa ulaşırken, yüksek rakımdaki bireyler daha geç eşeysel olgunluğa ulaşarak, daha büyük vücut boyutlarına sahip olma ve yaşam uzunluğunu en üst düzeye çıkartma eğilimi göstermektedir. Yüksek rakımlı Zigana ve Hayrat populasyonlarında ortalama yaş hem dişi hem de erkek bireylerde Şalpazarı populasyonundan daha büyüktür fakat yaş değerleri arasındaki fark sadece erkeklerde istatistiksel olarak anlamlıdır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ülkemizde Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde dar bir alanda yayılış gösteren ve bölgesel endemik bir tür olan *Mertensiella caucasica* (Kafkas semenderi)'nın 3 farklı popülasyonundan toplam 191 bireyden (11 juvenil, 63 dişi ve 117 erkek) alınan parmak örneklerinden popülasyonların yaş yapısı ve bazı büyüme parametreleri iskelet kronolojisi yöntemi ile çalışılmıştır. Elde edilen tüm veriler istatistiksel analizler ile karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Her üç popülasyonda da yapılan istatistiksel analizler sonucunda burun ucu - kloak arası mesafe (SVL), toplam vücut boyu (L) ve ağırlık değerleri açısından cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$).
2. Popülasyonlar arasında toplam SVL ve L değerlerine bakıldığında en büyük bireyler hem dişilerde (SVL= 77,96 mm; L= 191,29 mm) hem de erkeklerde (SVL= 75,62 mm; L= 194,24 mm) Hayrat popülasyonunda tespit edilmiştir. SVL değeri bakımından dişilerde (68,11 mm) ve erkeklerde (68,49 mm) en yüksek ortalama Zigana popülasyonuna aittir.
3. Popülasyonlar arası L ve SVL değerleri karşılaştırıldığında dişi bireyler arasında önemli bir fark bulunmaz iken (One-Way ANOVA, $p > 0,05$), erkekler arasında sadece SVL bakımından anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Kruskal-Wallis testi, $p = 0,000$). Zigana popülasyonundaki bireylerin (ort: 68,49 mm) Şalpazarı popülasyonundaki bireylerden (ort:65,53 mm) istatistiksel olarak daha büyük olduğu tespit edilmiştir ($p = 0,000$).
4. Ağırlık değerleri dikkate alındığında popülasyonlar arasında dişilerde bir fark bulunmaz iken erkeklerde anlamlı bir fark tespit edilmiştir (One-Way ANOVA, $p = 0,000$). Tukey HSD testine göre; ağırlık değeri en düşük olan Şalpazarı (4,34 g) popülasyonu Zigana (5,19 g) ve Hayrat (5,15 g) popülasyonlarından ayrılmıştır.
5. *M.caucasica* parmak enine kesitlerinde dinlenme çizgileri 3 farklı model oluşturmaktadır. Bunlardan ilki iyi boyanmış tek çizgi halinde bulunan LAG'lar (%71,73, N=137), ikincisi hem tek hem de çift halde LAG'lar (%21,98, N=42), üçüncüsü ise her yıl için büyümenin durduğu iki periyoda (hibernasyon ve estivasyon) karşılık gelen çift çizgilerden oluşan (%6,28, N=12) bir dizidir.

6. Tüm populasyonlardaki 11 adet juvenil bireyin enine kesitlerinde endosteal resorbsiyon görülmemiştir. Ergin bireylere ait kesitlerin %53,88'inde (N=97) endosteal resorbsiyon görülmüştür. Bu oran Şalpazarı populasyonunda %36,66 (N=22), Zigana populasyonunda %59,42 (N=41) ve Hayrat populasyonunda ise %54,83 (N=34) olarak belirlenmiştir.
7. Dişi bireylerde minimum yaş her üç populasyon için 5 yıl, erkek bireyler de ise Şalpazarı populasyonu için 5 yıl, Zigana ve Hayrat populasyonu için ise 6 yıl olarak tespit edilmiştir. Maksimum yaşam uzunluğu dişilerde 16 yıl ve erkeklerde ise 14 yıl olarak Hayrat populasyonunda kaydedilmiştir.
8. Her üç populasyonda da dişi ve erkek bireylerin ortalama yaş değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$).
9. Dişi ve erkek bireylerde en düşük ortalama yaş Şalpazarı populasyonuna, en yüksek ortalama yaş ise dişilerde Zigana populasyonuna, erkeklerde ise Hayrat populasyonuna aittir.
10. Dişi bireylerde Zigana (ort: 9,39 yıl) populasyonu en yüksek yaş ortalamasına sahip olup, bunu Hayrat (ort: 9 yıl) ve Şalpazarı (ort: 7,29 yıl) populasyonları takip etmektedir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda dişilerde populasyonlar arasında yaş bakımından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Erkek bireylerde ise Hayrat (ort: 9,16 yıl) populasyonu en yüksek yaş ortalamasına sahip olup, bunu Zigana (ort: 9,14 yıl) ve Şalpazarı (ort: 6,83 yıl) populasyonları takip etmektedir. Erkeklerde populasyonlar arasında yaş bakımından anlamlı bir fark bulunmuştur ($p = 0,000$). Şalpazarı populasyonu Zigana ve Hayrat populasyonlarından ayrılmaktadır.
11. Populasyonlar arasında dişilerde sadece 6 ve 7 yaş gruplarının SVL ve ağırlık değerleri bakımından anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Erkek bireylerde ise populasyonlar arasında 6, 7 ve 8 yaş grubu bireylerin SVL değerleri farklılık göstermektedir ($p < 0,05$). Ağırlık değeri bakımından ise sadece 7 yaş grubu bireyler arasında bir fark tespit edilmiştir ($p = 0,000$).
12. Şalpazarı populasyonunda eşeyssel olgunluk yaşı hem dişi hem erkek bireylerde 4-5 yıl, Zigana ve Hayrat populasyonlarında ise her iki cinsiyet için 5-6 yıl olarak tespit edilmiştir.
13. Tüm populasyonlarda hem dişi hem de erkeklerde SVL - ağırlık, SVL - yaş ve ağırlık - yaş arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($p < 0,01$).

6. ÖNERİLER

Amfibiler, hem karada hem de suda yaşayan canlılar oldukları için habitat ihlaline, hastalığa, kimyasal kirlenmeye ve iklim değişikliklerine karşı oldukça duyarlıdırlar. *M. caucasica* türünün habitatlarının başlıca bozulma sebepleri arasında; yayılış alanı içerisinde dere yataklarının ve akarsu kıyılarının bozulması, aşırı otlatma, orman habitatlarında ağaç kesimi ve türün bulunduğu alanların turistik faaliyetler sebebiyle gelişmesi ile birlikte altyapı faaliyetlerinin ve kentleşmenin artması sayılabilir.

Ülkemizde sadece Doğu Karadeniz Bölgesi'nde dar bir alanda bulunan ve IUCN kriterlerine göre "Duyarlı" (Vulnerable) kategorisinde bulunan bu türün neslinin doğada tükenme riskinin yüksek olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışma ile *Mertensiella caucasica*'nın 3 farklı yükseklikte bulunan popülasyonlarının demografik özellikleri ilk kez çalışılmıştır. Çevresel faktörler ile ilişkili olarak yaş parametrelerinin değişimini araştırmak, türün birey sayısının azalmasının altında yatan mekanizmaları da anlamamıza yardımcı olabilir.

İklim değişikliği ve antropojenik habitat bozulmasının Kafkas semenderi popülasyonlarının demografik yapısı üzerindeki potansiyel etkileri, yalnızca aynı popülasyonlar üzerinde yapılacak uzun vadeli araştırmalar ile tespit edilebilir. Bu yüzden antropojenik habitat bozulmasını iklim değişikliğinin etkilerinden ayırmak için gelecekte çok çeşitli habitatlarda yaşayan popülasyonlar ile yapılacak araştırmalara ihtiyaç vardır.

M. caucasica gibi nesli tehlikede olan türler için uygun yönetim ve koruma stratejisi geliştirilmeli ve özellikle bu tür hakkında kamu bilinci artırılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Alcobendas, M. ve Castanet, J., 2000. Bone growth plasticity among populations of *Salamandra salamandra*: interactions between internal and external factors, *Herpetologica*, 56, 14-26.
- Alford, R.A., 1999. Tadpole Ecology: resource use, competition and predation. In: McDiarmid R.W. and Altig R., (Eds.), *Biology of Anuran Larvae*, University of Chicago Press, Chicago, pp. 240-278.
- Altunışık, A., 2015. Türkiye'deki *Bufo variabilis* (Anura: Bufonidae) (Değişken Desenli Gece Kurbaçası) Populasyonlarında Yaş Tayini ve Bazı Ekolojik Faktörlerin Büyüme Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Andersson, M., 1994. *Sexual Selection*, Princeton Univ. Press, Princeton.
- Andreone, F., 1990. Variabilità morfologica e riproduttiva in popolazioni di *Triturus alpestris* (Laurenti, 1768) (Amphibi, Urodela, Salamandridae), Doctoral Research Thesis, University of Bologna, Bologna, Italy.
- Arnold, S.J., 1987. The comparative ethology of courtship in salamandrid salamanders. 1. *Salamandra* and *Chioglossa*, *Ethology*, 74, 133-145.
- Baran, İ., Ilgaz, Ç., Avcı, A., Kumlutaş, Y. ve Olgun, K., 2012. Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 240 s.
- Baran, İ., Avcı, A., Kumlutaş, Y., Olgun, K. ve Ilgaz, Ç., 2021. Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri, Palme Yayınevi, Ankara, 223s.
- Barbault, R., 1984. Stratégies de reproduction et démographie de quelques amphibiens anoures tropicaux, *Oikos*, 43, 77-87.
- Başkale, E., 2009. Ege Bölgesindeki Bazı Göllerde Yaşayan Amfibi Türlerine Ait Populasyonların Gözlenmesi, Populasyon Büyüklüklerinin Hesaplanması ve Habitat Özelliklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Başoğlu, M., Özeti, N. ve Yılmaz, İ., 1994. Türkiye Amfibileri, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No: 151, İzmir.
- Beebee, T.J.C., 1996. *Ecology and Conservation of Amphibians*, Chapman & Hall, London, 228 p.
- Begon, M., Harper, J.L. ve Townsend, C.R., 1990. *Ecology: Individuals, Populations and Communities*, Blackwell Scientific Publications, London.

- Berven, K.A., Gill, D.E. ve Smith-Gill, S.J., 1979. Countergradient selection in the green frog, *Rana clamitans*, Evolution, 33, 609-623.
- Berven, K.A., 1982. The genetic basis of altitudinal variation in the wood frog *Rana sylvatica* II. An experimental analysis of larval development, Oecologia, 52, 360-369.
- Berven, K.A. ve Chadra, B.G., 1988. The relationship among egg size, density and food level on larval development in the wood frog (*Rana sylvatica*), Oecologia, 75, 67-72.
- Beşer, N., Avcı, A., Tunıyev, S.B., Tunıyev, B.S. ve Üzümlü, N., 2017. Age structure and body size of *Mertensiella caucasica* (Waga, 1876)(Caudata: Salamandridae) in a population from Turkey, Russian Journal of Herpetology, 24, 3, 202-208.
- Biek, R., Funk, W.C.B., Maxell, A. ve Mills, L.S., 2002. What is missing in amphibian decline research: insights from ecological sensitivity analysis, Conservation Biology, 16, 728-734.
- Bizer, J.R., 1978. Growth rates and size at metamorphosis of high elevation populations of *Ambystoma tigrinum*, Oecologia, 34, 175-184.
- Blanckenhorn, W.U., 2005. Behavioral causes and consequences of sexual size dimorphism, Ethology, 111, 11, 977-1016.
- Blaustein, A.R. ve Wake, D.B., 1990. Declining amphibian populations: a global phenomenon, Trends in Ecology and Evolution, 5, 203-204.
- Blaustein, A.R., Wake, D.B. ve Sousa, W.P., 1994. Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions, Conservation Biology, 8, 60-71.
- Böll, S., Erben, R.G. ve Linsenmair, K.E., 1997. Wie zuverlässig ist die skeletochronologische Altersbestimmung bei der Geburtshelferkröte *Alytes obstetricans*, Mertensiella, 7, 315-327.
- Bradford, D.F., Tabatabai, F. ve Graber, D.M., 1993. Isolation of remaining populations of the native frog, *Rana muscosa*, by introduced fishes in Sequoia and Kings Canyon National Parks, California, Conservation Biology, 7, 882-888.
- Breckenridge, W.J. ve Tester, J.R., 1961. Growth, local movements and hibernation of the Manitoba toad, *Bufo hemiophrys*, Ecology, 42, 637-646.
- Bonin, J., DesGrange, J., Rodrigue, M. ve Ouellet, M., 1997. Anuran species richness in agricultural landscapes of Quebec: foreseeing long-term results of road call surveys. In: D.M. Green (Ed.), *Amphibians in decline: Canadian studies of a global problem*, Society for the Study of Amphibians and Reptiles, St. Louis, Missouri, USA, 141-149.

- Bourdon, E., Castanet, J., De Ricqles, A., Scofield, P., Tennyson, A., Lamrous, H. ve Cubo, J., 2009. Bone growth marks reveal protracted growth in New Zealand kiwi (Aves, Apterygidae), Biology Letters, 5, 639-642.
- Buffrenil, V.D. ve Castanet, J., 2000. Age estimation by skeletochronology in the Nile monitor (*Varanus niloticus*), a highly exploited species, Journal of Herpetology, 34, 414- 424.
- 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 squeletteochronologie, 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.
- Castanet, J., Meunier, F.S. ve De Ricqles, A., 1977. L'enregistrement de la Croissance Cyclique Par le Tissue Osseux Chez les Vertebres Poikilothermes Données Comparatives et Essai de Synthèse, Bull. Biol. Fr. Belg. T., 111, 183-202.
- Castanet, J. ve Cheylan, M., 1979. Les marques de croissance de os et des écailles comme indicateurs de l'âge chez *Testudo hermanni* et *Testudo graeca* (Reptilia, Chelonia, Testudinidae), Canadian Journal of Zoology, 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 Stephens and Lady Alice Islands, New Zealand, Herpetologica, 44, 25-37.
- Castanet, J. ve Smirina, E., 1990. Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles, Annales Des Sciences Naturelles-zoologie Et Biologie Animale, 11, 191-196.
- Castanet, J., Francillon-Vieillot, H., Meunier, F.J. ve De Ricqles, A., 1993. Bone and individual aging. In: Bone Growth, B.K. Hall (Ed.). Boca Raton, CRC Press, 7, 245-283.
- Castanet, J., Francillon-Vieillot, H. ve Bruce, R.C., 1996. Age estimation in desmognathine salamanders assessed by skeletochronology, Herpetologica, 160-171.
- Castanet, J., 2002. Amphibiens et reptiles non aviens: un materiel de choix en squeletteochronologie, Bulletin De La Societe Zoologique De France-Evolution Et Zoologie, 103, 21-40.
- Crump, M.L., 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community, University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publications, 61, 1-68.
- Crump, M.L., 1984. Intraclutch egg size variability in *Hyla crucifer* (Anura: Hylidae), Copeia, 2, 302-308.

- Chugunova, N.I., 1959. Guide to the Study of Age and Growth of Fishes, AÇ. Sci. USSR., Publ.
- Corn, P.S., 2000. Amphibian declines: review of some current hypotheses, In: Sparling, D.W., Linder, G., Bishop, C.A. (Eds.), *Ecotoxicology of amphibians and reptiles*, U.S. geological survey, Midwest Science Center, Columbia, 663-696.
- Cvetkovic, D., Tomasevic, N., Ficetola, G.F., Crnobrnja-Isailovic, J. ve Miaud, C., 2009. Bergmann's rule in amphibians: combining demographic and ecological parameters to explain body size variation among populations in the common toad *Bufo bufo*, Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, 47, 171-180.
- Çiçek, K., Yakın, B.Y., Afsar, M., Ayaz, D. ve Tok, C.V., 2019. Some records of Caucasian Parsley Frog and Caucasian Salamander from Eastern Blacksea Region, Turkey, 32, 1, 37-41.
- Dazsak, P., Cunningham, A.A. ve Hyatt, A.D., 2003. Infectious disease and amphibian population declines, Diversity and Distributions, 9, 141-150.
- Duellman, W.E. ve Trueb, L., 1986. *Biology of Amphibians*, McGraw-Hill, New York.
- Duellman, W.E. ve Trueb, L., 1994. *Biology of Amphibians*, The John Hopkins Press Ltd, London, 670 p.
- Eden, C.S., Whiteman, H.H., Duobinis-Gray, L. ve Wissinger, S.A., 2007. Accuracy assessment of skeletochronology in the Arizona tiger salamander (*Ambystoma tigrinum nebulosum*), Copeia, 2, 471-477.
- Elmberg, J., 1991. Ovarian cyclicity and fecundity in boreal common frogs *Rana temporaria* L. along a climatic gradient, Functional Ecology, 5, 340-350.
- Erişmiş, U., 2005. Göller Bölgesi *Rana ridibunda* (Anura: Ranidae) Populasyonlarında Yaş-Boy, Yaş-Ağırlık ve Boy-Ağırlık İlişkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Esteban, M., Garcia-Paris, M. and Castanet, J., 1996. Use of bone histology in estimating the age of frogs (*Rana perezi*) from a warm temperate climate area, Canadian Journal of Zoology, 74, 1914-1921.
- Esteban, M., Garcia-Paris, M. and Castanet, J., 1999. Bone growth and age in *Rana saharica*, a water frog living in a desert environment, Annales Zoologici Fennici, 36, 53-62.
- Fairbairn, D.J., 1997. Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in males and females, Annu. Rev. Ecol. Syst., 28, 659-687.

- Francillon, H., 1979. Etude expérimentale des marques de croissance sur les humérus et les fémurs de Tritons crêtés (*Triturus cristatus cristatus* Laurenti) en relation avec la détermination de l'âge individuel, Acta Zoologica, 60, 223-232.
- Francillon, H., 1980. Mise en evidence experimentale du caractere annuel des Lignes D'arret Croissance (LAC) chez le triton czete *Triturus cristatus* (Laur), Bull. Soc. Zool. Fr., 105, 343-347.
- Gehlbach, F.R. ve Kennedy, S.E., 1978. Population ecology of a highly productive aquatic salamander (*Siren intermedia*), The Southwestern Naturalist, 23,3, 423-430.
- Gibbons, M.M. ve MacCarthy, T.K., 1983. Age determination of frogs and toads (Amphibia, Anura) from north-western Europe, Zoologica Scripta, 12, 145-151.
- Green, D.M., 1997. Amphibians in decline: Canadian studies of a global problem, Society for the Study of Amphibians and Reptiles, St. Louis, Missouri, USA.
- Gül, S., Candan, K. ve Kumlutaş, Y., 2017. Two new records of the Caucasian salamander (*Mertensiella caucasica* Waga, 1876) located in the northeast Anatolia mountains, Tabiat ve İnsan, 199, 22-25.
- Gül, S., Kumlutaş, Y. ve Ilgaz, Ç., 2018. Potential distribution under different climatic scenarios of climate change of the vulnerable Caucasian salamander (*Mertensiella caucasica*): A case study of the Caucasus Hotspot, Biologia, 73, 175-184.
- Haines, R.W., 1942. The evolution of epiphysis and of endochondral bone, Biological Reviews, 17,4, 267-292.
- Halliday, T.R. ve Verrell, P.A., 1988. Body size and age in amphibians and reptiles, Journal of Herpetology, 22, 253-265.
- Hamilton, W.J., 1934. The rate of growth of the toad (*Bufo americanus americanus* Holbrook) under natural conditions, Copeia, 2, 88-90.
- Hartel, T., 2004. The long term trend and the distribution of amphibian populations in a semi-natural pond in the middle section of the Târnava-Mare Valley (Romania), Biota, 5, 25-36.
- Hayes, T., Haston, K., Tsui, M., Hoang, A., Haeffele, C. ve Vonk, A., 2002. Herbicides: feminization of male frogs in the wild, Nature, 419, 895-896.
- Healy, K., Guillerme, T., Finlay, S., Kane, A., Kelly, S.B., Mcclean, D. ve Cooper, N., 2014. Ecology and mode-of-life explain lifespan variation in birds and mammals, Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 281 p.
- Hedeen, S.E., 1972. Postmetamorphic growth and reproduction of the mink frog, *Rana serpentinalis* Baird, Copeia, 1, 169-175.

- 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, Netherlands Journal of Zoology, 30, 129-135.
- Hemelaar, A.S.M., 1981. Age determination of male *Bufo bufo* (Amphibia, Anura) from The Netherlands, based on year rings in phalanges, Amphibia-Reptilia, 1, 223-233.
- Hemelaar, A.S.M., 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, 323-341.
- Hemelaar, A.S.M., 1988. Age, growth and other population characteristics of *Bufo bufo* from different latitudes and altitudes, Journal of Herpetology, 22, 369-388.
- Hjernquist, M.B., Söderman, F., Jönsson, K.I., Herczeg, G., Laurila, A. ve Merilä, J., 2012. Seasonality determines patterns of growth and age structure over a geographic gradient in an ectothermic vertebrate, Oecologia, 170, 641-649.
- Holm, S., Davis, R.B., Javois, J., Öunap, E., Kaasik, A., Molleman, F. ve Tammaru, T., 2016. A comparative perspective on longevity: the effect of body size dominates over ecology in moths, Journal of Evolutionary Biology, 29, 2422-2435.
- Horner, J.R., De Ricqles, A. ve Padian, K., 1999. Variation in dinosaur skeletochronology indicators: implications for age assessment and physiology, Paleobiology, 25, 295-304.
- Howard, J.H. ve Wallace, R.L., 1985. Life history characteristics of populations of the long-toed salamander (*Ambystoma macrodactylum*) from different altitudes, American Midland Naturalist, 113, 361-372.
- Ischchenko, V.G., 1989. Population biology of amphibians, Soviet Sci. Rev. Ser. F. Physiol.-Gen. Biol, 13, 119-151.
- IUCN (2011). IUCN Red List of Threatened Species, Version 2011.
- 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.
- Johnson, P.T.J., Lunde, K.B., Ritchie, E.G. ve Launer, A.E., 1999. The effect of trematode infection on amphibian limb development and survivorship, Science, 284, 802-804.
- Kaplan, R.H., 1980. The implications of ovum size variability for offspring fitness and clutch size within several populations of salamanders (*Ambystoma*), Evolution, 34, 51-64.

- Kaya, U., Tuniyev, B., Ananjeva, N., Orlov, N., Papenfuss, T., Kuzmin, S., Tarkhnishvili, D., Tuniyev, S., Sparreboom, M., Ugurtas, İ. ve Anderson, S., 2009. *Mertensiella caucasica*, The IUCN Red List of Threatened Species.
- 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.
- Kirkwood, T.B. ve Rose, M.R., 1991. Evolution of senescence: late survival sacrificed for reproduction, Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 332, 15-24.
- Kirkwood, T.B. ve Austad, S.N., 2000. Why do we age?, Nature, 408, 233-238.
- Kirkwood, T.B., 2001. Sex and ageing, Experimental Gerontology, 36, 413-418.
- 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.
- Kuhn, J., 1994. Lebensgeschichte und demographie von erdkrötenweibchen *Bufo bufo bufo* (L.), Zeitschrift für Feldherpetologie, 1, 3-87.
- Kupfer, A., 2007. Sexual size dimorphism in amphibians: an overview., D.J., Blanckenhorn, W.U., Székely, T. (Eds.), Sex, size and gender roles: evolutionary studies of sexual size dimorphism, Oxford University Press, New York, pp. 50-59.
- Kuramoto, M., 1975. Embryonic temperature adaptation in development rate of frogs, Physiological Zoology, 48, 360-366.
- Kutrup, B., Bülbül, U. ve Yılmaz, N., 2005. Age structure in two populations of *Triturus vittatus ophryticus* at aifferent altitudes, Amphibia-Reptilia, 26, 49-54.
- Kuzmin, S.L., 1999. The Amphibians of the Former Soviet Union, Pensoft, Sofia-Moscow, 538 p.
- Kolarov, N.T., Ljubisavljevic, K., Polovic, L., Dzukic, G. ve Kalezic M.L., 2010. The body size, age structure and growth pattern of the endemic Balkan Mosor rock lizard (*Dinarolacerta mosorensis*, Kolombatoviæ, 1886), Acta Zool. Acad. Sci. Hung., 56, 1, 55-71.
- Koopman, J.J., Wensink, M.J., Rozing, M.P., Van Bodegom, D. ve Westendorp, R.G., 2015. Intrinsic and extrinsic mortality reunited, Experimental Gerontology, 67, 48-53.
- Kozłowska, M., 1971. Differences in the reproductive biology of mountain and lowland common frogs *Rana temporaria*, Acta Biologica Cracoviensia Seriea Zoologia, 14, 17-32.

- Leclair, R. ve Castanet, J., 1987. A skeletochronological assessment of age and growth in the frog *Rana pipiens* Schreber (Amphibia, Anura) from southwestern Quebec, Copeia, 2, 361-369.
- Leclair, J.R. ve Laurin, G., 1996. Growth and body size in populations of mink frogs *Rana septentrionalis* from two latitudes, Ecography, 19, 296-304.
- Leclair, M.H., Leclair, R. ve Gallant, J., 2005. Application of skeletochronology to a population of *Pelobates cultripes* (Anura: Pelobatidae) from Portugal, Journal of Herpetology, 39, 199-207.
- Leskovar, C., Oromi, N., Sanuy, D. ve Sinsch, U., 2006. Demographic life history traits of reproductive natterjack toads (*Bufo calamita*) vary between northern and southern latitudes, Amphibia-Reptilia, 27, 365-375.
- Liao, W.B. ve Lu, X., 2012. Adult body size=f (initial size + growth rate $\times$ age): explaining the proximate cause of Bergman's cline in a toad along altitudinal gradients, Evolutionary Ecology, 26, 579-90.
- Liao, W.B., Liu, W.C. ve Merilä, J., 2015. Andrew meets Rensch: sexual size dimorphism and the inverse of Rensch's rule in Andrew's toad (*Bufo andrewsi*), Oecologia, 177, 389-399.
- Licht, L.E., 1974. Survival of embryos, tadpoles and adults of the frogs *Rana aurora aurora* and *Rana pretiosa pretiosa* sympatric in southwestern British Colombia, Canadian Journal of Zoology, 52, 613-627.
- Licht, L.E., 1975. Comparative life history features of the western spotted frog, *Rana pretiosa*, from low and high-elevation populations, Canadian Journal of Zoology, 53, 1254-1257.
- Lima, V., Arntzen, J.W. ve Ferrand, N.M., 2000. Age structure and growth pattern in two populations of the golden-striped salamander *Chioglossa lusitanica* (Caudata, Salamandridae), Amphibia-Reptilia, 22, 55-68.
- Lips, K.R., 1999. Mass mortality and population declines of anurans at an upland site in western Panama, Conservation Biology, 13, 117-125.
- Lovich, J.E. ve Gibbons, J.W., 1992. A review of techniques for quantifying sexual size dimorphism, Growth Development and Aging, 56, 269-281.
- Lu, X., Li, B. ve Liang, J.J., 2006. Comparative demography of a temperate anuran, *Rana chensinensis*, along a relatively fine elevational gradient, Canadian Journal of Zoology, 84, 1789-1795.
- 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.
- McLaren, I.A. ve Cooley, J.M., 1972. Temperature adaptation of embryonic development rate among frogs, Physiological Zoology, 45, 223-228.

- Marín-Moratalla, N., Jordana, X. ve Köhler, M., 2013. Bone histology as an approach to providing data on certain key life history traits in mammals: implications for conservation biology, Mammalian Biology, 78, 422-429.
- Matsuki, T. ve Matsui, M., 2009. The validity of skeletochronology in estimating ages of Japanese clouded salamander, *Hynobius nebulosus* (Amphibia, Caudata), Current Herpetology, 28, 41-48.
- McCreary, B., Pearl, C.A. ve Adams, M.J., 2008. A protocol for aging anurans using skeletochronology: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1209, 38 s.
- Miaud, C., Guyétant, R. ve Elmberg, J., 1999. Variations in life-history traits in the common frog *Rana temporaria* (Amphibia: Anura): a literature review and new data from the French Alps, Journal of Zoology, 249, 61-73.
- Miaud, C., Guyétant, R. ve Faber, H., 2000. Age, size and growth of the alpine newt *Triturus alpestris* (Urodela: Salamandridae) at high altitudes and a review of life history trait variation throughout its range, Herpetologica, 56, 135-144.
- Miaud, C. ve Merila, J., 2000. Local adaptation or environmental induction? Causes of population differentiation in alpine amphibians, Biota, 2, 31-50.
- Middleton, J. ve Green, D.M., 2015. Adult age-structure variability in an amphibian in relation to population decline, Herpetologica, 71, 190-195.
- Morell, V., 1999. Are pathogens felling frogs?, Science, 284, 728-731.
- Morgan, L.A. ve Buttemer, W.A., 1996. Predation by the non-native fish *Gambusia holbrooki* on small *Litoria aurea* and *L. dentata* tadpoles, Australian Zoologist, 30, 2, 143-149.
- Morrison, C. ve Hero, J.M., 2002. Geographic variation in life history characteristics of amphibians in mid-eastern Australia: reproductive traits, Proceedings of the Frogs in the Community Symposium, (ed. A. Nattress), pp. 52-61, Environment Australia, Canberra.
- Morrison, C. ve Hero, J.M., 2003. Geographic variation in life-history characteristics of amphibians: a review, Journal of Animal Ecology, 72, 2, 270-279.
- 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, 1, 34-44.
- Murphy, M.L. ve Hall, J.D., 1981. Varied effects of clear-cut logging on predators and their habitat in small streams of the Cascade Mountains, Oregon, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, 38, 137-145.
- Nagy, L. ve Grabherr, H., 2009. The Biology of Alpine Habitats, Oxford: Oxford University Press.

- Nunn, C.L. ve Barton, R.A., 2000. Allometric slopes and independent contrasts: a comparative test of Kleiber's law in primate ranging patterns, The American Naturalist, 156, 519-533.
- Olgun, K., Üzümlü, N., Avcı, A. ve Miaud, C., 2005. Age, size and growth of the southern crested newt *Triturus karelinii* (Strauch 1870) in a population from Bozdag (Western Turkey), Amphibia-Reptilia, 26, 223-230.
- Özeti, N ve Yılmaz, İ., 1994. Türkiye Amfibileri, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, İzmir, 221 s.
- Peabody, F.E., 1961. Annual growth zones in living and fossil vertebrates, Journal of Morphology, 108, 11-62.
- Peng, Z., Zhang, L. ve Lu, X., 2022. Global gaps in age data based on skeletochronology for amphibians, Integrative Zoology, 17, 5, 752-763.
- 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.
- Reinhard, S., Renner, S. ve Kupfer, A., 2015. Sexual dimorphism and age of Mediterranean salamanders, Zoology, 118, 19-26.
- Roff, D.A., 2002. Life History Evolution, Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Rozenblut, B. ve Ogielska, M., 2005. Development and growth of long bones in European water frogs (Amphibia: Anura: Ranidae), with remarks on age determination, Journal of Morphology, 265, 304-317.
- Ryser, J., 1988. Determination of growth and maturation in the common frog, *Rana temporaria*, by skeletochronology, Journal of Zoology, 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.
- Sayım, F., Başkale, E., Tarkhnishvili, D. ve Kaya, U., 2009. Some water chemistry parameters of breeding habitats of the Caucasian salamander, *Mertensiella caucasica* in the Western Lesser Caucasus, C. R. Biologies, 332, 464-469.
- Scharf, I., Feldman, A., Novosolov, M., Pincheira-Donoso, D., Das, I., Böhm, M., Meiri, S., 2015. Late bloomers and baby boomers: ecological drivers of longevity in squamates and the tuatara, Global Ecology and Biogeography, 24, 396-405.
- Schroeder, E.E. ve Baskett, T.E., 1968. Age estimation, growth rates and population structure in Missouri bullfrogs, Copeia, 538-592.
- Schultschik, G., 1994. Zur Fortpflanzungsbiologie von *Mertensiella caucasica* (Waga, 1876) (Urodela: Salamandridae), Abh. Ber. Naturknd. Magdebg., 17, 163-175.

- Seale, D.B., 1980. Influence of amphibian larvae on primary production, nutrient flux, and competition in a pond ecosystem, Ecology, 61, 1531-1550.
- Senning, W.C., 1940. A study of age determination and growth of *Necturus maculosus* based on the parasphenoid bone, Am. J. Anat., 66, 483-494.
- Sessions, S.K. ve Ruth, S.B., 1990. Explanations for naturally occurring supernumerary limbs in amphibians, Journal of Experimental Zoology, 254, 38-47.
- Schroeder, E.E. ve Baskett, T.E., 1968. Age estimation, growth rates and population structure in Missouri bullfrogs, Copeia, 538-592.
- Shine, R., 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia, Copeia, 2, 297-306.
- Shine, R., 1988. The evolution of large body size in females: a critique of Darwin's fecundity advantage model, The American Naturalist, 131, 124-131.
- Sinsch, U., Oromi, N. ve Sanuy, D., 2007. Growth marks in natterjack toad (*Bufo calamita*) bones: histological correlates of hibernation and aestivation periods, The Herpetological Journal, 17, 2, 129-137.
- Sinsch, U., 2015. Review: skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians, The Herpetological Journal, 25, 5-13.
- Sinsch, U., Pelster, B. ve Ludwig, G., 2015. Large-scale variation of size and age-related life-history traits in the common frog: a sensitive test case for macroecological rules, Journal of Zoology, 297, 32-43.
- Smirina, E.M., 1972. Annual layers in bones of *Rana temporaria*, Zoologicheskyy Zhurnal, 51, 1529-1534.
- Smirina, E.M. 1974. Prospects of age determination by bone layers in Reptilia, Zoologicheskyy Zhurnal, 53, 111-117.
- Smirina, E.M., Klevezal, G.A. ve Berger, L., 1986. Experimental investigation of the annual layer formation in bones of amphibians, Zoologicheskyy Zhurnal, 65, 1526-1534.
- Smirina, E.M. ve Makarov, A.N., 1987. On ascertainment of an accordance between the number of layers in tubular bones of amphibians and the age of individuals, Zoologicheskyy Zhurnal, 66, 4, 599-604.
- Smirina, E.M., 1994. Age determination and longevity in amphibians, Gerontology, 40, 133-146.
- Sohal, R.S., 1986. The rate of living theory: a contemporary interpretation. In K. G. Collatz and R. S. Sohal (Eds.), *Insect aging*. Berlin: Springer.

- Sorci, G., Clobert, J. ve Belichon, S., 1996. Phenotypic plasticity of growth and survival in the common lizard *Lacerta vivipara*, Journal of Animal Ecology, 65, 781-790.
- Stark, G. ve Meiri, S., 2018. Cold and dark captivity: drivers of amphibian longevity, Global Ecology and Biogeography, 27, 1384-1397.
- Stearns, S.C., 1992. The Evolution of Life Histories, Oxford University Press, Oxford.
- Tarkhnishvili, D. ve Serbinova, I., 1993. The ecology of the Caucasian salamander (*Mertensiella caucasica* Waga) in a local population, Asiatic Herpetological Research, 5, 147-165.
- Tarkhnishvili, D.N. ve Gokhelashvili, R.K., 1994. Preliminary data of the age structure of a *Mertensiella caucasica* population, Mertensiella, 4, 327-334.
- Tarkhnishvili, D.N. ve Gokhelashvili, R.K., 1999. The Amphibians of The Caucasus, Pensoft Publications, Sofia, Moscow.
- Tarkhnishvili, D.N., Thorpe, R.S ve Arntzen, J.W., 2000. Pre-Pleistocene refugia and differentiation between populations of the Caucasian salamander (*Mertensiella caucasica*), Molecular Phylogenetics and Evolution, 14, 414-422.
- Tarkhnishvili, D., Kaya, U., Gavashelishvili, A. ve Serbinova, I., 2008. Ecological divergence between two evolutionary lineages of the Caucasian salamander: evidence from the GIS analysis, The Herpetological Journal, 18, 155-163.
- Tarkhnishvili, D. ve Kaya, U., 2009. Status and conservation of the Caucasian salamander (*Mertensiella caucasica*), In: Zazanashvili N, Mallon D, (Eds.), Status and protection of globally threatened species in the Caucasus, Tbilisi, Georgia: CEPF, WWF, 232 p.
- Tejedo, M., Reques, R. ve Esteban, M., 1997. Actual and osteochronological estimated age of natterjack toads (*Bufo calamita*), Herpetological Journal, 7, 81-82.
- Temple, H. ve Cox, N., 2009. European Red List of Amphibians, Office for Official Publications of the European Community, 44 pp.
- Terentiev, N.G., 1950. Frog, Moscov Sov Nauka.
- Trochet, A., Moulherat, S., Calvez, O., Stevens, V., Clobert, J. ve Schmeller, D., 2014. A database of life-history traits of European amphibians, Biodiversity Data Journal, 2, e4123.
- Turner, F.B., 1960. Population structure and dynamics of the western spotted frog, *Rana p. previosa* Baird & Girard, in Yellowstone Park, Wyoming, Ecological Monographs, 30, 251-277.
- Turner, F.B., 1962. The demography of frogs and toads, Quarterly Review of Biology, 37, 303-314.

URL-1 [http:// https://amphibiaweb.org/](http://https://amphibiaweb.org/)17 Mart 2023.

URL-2 <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/06/20210616-1.htm>/17 Mart 2023.

- Üzüm, N., 2006. Türkiye'deki *Triturus karelinii* (Strauch 1870) (Urodela: Salamandridae) Populasyonlarında Yaş Tayini: Populasyonların Büyüme, Yaş ve Boy Bakımından Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Üzüm, N., 2009. A skeletochronological study of age, growth and longevity in a population of Caucasian salamander, *Mertensiella caucasica* (Waga, 1876) (Caudata: Salamandridae) from Turkey, *N.-W. J. Zool.*, 5, 1, 74-84.
- Volpe, E.P., 1957. Embryonic temperature tolerance and rate of development in *Bufo valliceps*, *Physiological Zoology*, 30, 164-176.
- Van Gelder, J.J. ve Oomen, H.C.J., 1970. Ecological observations on amphibia in the Netherlands. I *Rana arvalis* Nilsson: reproduction, growth, migration and population fluctuations, *Netherlands Journal of Zoology*, 20, 2, 238-252.
- Voituron, Y., De Fraipont, M., Issartel, J., Guillaume, O. ve Clobert, J., 2011. Extreme lifespan of the human fish (*Proteus anguinus*): a challenge for ageing mechanisms, *Biology Letters*, 7, 105-107.
- Wagner, A., Schabetsberger, R., Szatcscny, M. ve Kaiser, R., 2011. Skeletochronology of phalanges underestimates the true age of long-lived Alpine newts (*Ichthyosaura alpestris*), *Herpetological Journal*, 21, 145-148.
- Werner, J.K. ve McCune, M.B., 1979. Seasonal changes in anuran populations in a northern Michigan pond, *Journal of Herpetology*, 13, 101-104.
- Werner, F., 1902. Die reptilien und amphibienfauna von kleinasien, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. Wien*, 111, 1057-1121.
- Williams, G. C., 1957. Pleiotropy, natural selection and the evolution of senescence, *Evolution*, 11, 398-411.
- Williams, L., Zazanashvili, N., Sanadiradze, G. ve Kandaurov, A., 2006. Ecoregional Conservation Plan for the Caucasus, WWF, KFW, BMZ, CEPF, MacArthur Foundation, Printed by Signar Ltd, 220 p.
- Woodward, H., Padian, K. ve Lee, A.H., 2013. Bone histology of fossil tetrapods: advancing methods, analysis, and interpretation, University of California Press, 195-215.
- Yu, T.L. ve Lu, X., 2013. Body size variation of four latitudinally-separated populations of a toad species: Age and growth rate as the proximate determinants, *Integrative Zoology*, 8, 315-323.

- Zalezhski, G., 1938. On populational dynamics of some species of amphibians, Trans. Sci. Students Circles, Moscow Univ, 2, 3-28.
- Zhang L. ve Lu X., 2013. Ontogenetic mechanisms underlying sexual size dimorphism in Urodele amphibians: an across-species approach, Current Zoology, 59, 1, 142-150.
- Zhang, L.X., Lu, Y.Q., Lu, X. ve Chen, X.H., 2013. Age and growth examined by skeletochronology for the streamdwelling frog *Feirana taihangnicus* in central China, Herpetological Journal, 23, 89-92.



ÖZGEÇMİŞ

İlkokulu Ordu Atatürk İlkokulunda, orta ve lise öğrenimini Ordu Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1998 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandı ve 2002 yılında bu bölümü 2.'likle bitirdi. Aynı yıl K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında Tezli Yüksek Lisans öğrenimine başladı. “Doğu Karadeniz Bölgesinde Yaşayan *Rana macrocnemis* (Uludağ Kurbağası) Populasyonlarının Yaş Yapısı ve Bazı Büyüme Parametreleri Üzerine Yüksekliğin Etkisi” isimli Yüksek Lisans tezini 2005 yılında tamamladı ve aynı yıl doktora eğitimine başladı. 2005-2011 yılları arasında K.T.Ü Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yaptı. 2011 yılından itibaren Amasya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.