

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİRMİR ÇAYI'NDA YAŞAYAN *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)'un BÜYÜME  
BİYOLOJİSİ

Yağmur GÜLBAŞI

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ANKARA  
2025

Her hakkı saklıdır

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### KİRMİR ÇAYI'NDA YAŞAYAN *Rhodeus amarus* (Bloch,1782)'UN BÜYÜME BİYOLOJİSİ

Yağmur GÜLBAŞI

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sibel ATASAĞUN

Bu tez çalışmasında, Kirmir Çayı'nda Ağustos 2023-Ağustos 2024 tarihleri arasında yakalanan 681 *Rhodeus amarus* bireyinin büyüme biyolojisi incelenmiştir. Araştırmada bireylerin total boy, çatal boy, yaş ve ağırlık gibi parametreleri ölçülmüş, yaş ve eşey dağılımı, boy ve ağırlık dağılımı, boyca ve ağırlıkça büyüme, boy-ağırlık ilişkileri, Von Bertalanffy büyüme parametreleri, oransal büyüme ile yaşa ve mevsimlere bağlı kondisyon faktörleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, *R. amarus*'un Kirmir Çayı'nda dengeli bir popülasyon yapısına sahip olduğunu göstermektedir. İncelenen bireyler 0-V yaş grubu arasında yer almakta ve eşey dağılımları 364 erkek ile 287 dişi bireyden oluşmaktadır. Boy-ağırlık ilişkisi denklemleri tüm bireyler, dişiler ve erkekler için ayrı ayrı hesaplanmış ve pozitif allometrik büyüme tipi gözlemlenmiştir. Von Bertalanffy büyüme modeline göre teorik maksimum boy erkek bireylerde 77 mm, dişi bireylerde ise 73 mm olarak belirlenmiştir. Teorik maksimum ağırlık ise erkek bireylerde 6,4 g, dişi bireylerde 4,77 g olarak hesaplanmıştır. Fizikokimyasal su parametreleri, türün yaşaması için uygun aralıklarda bulunmuştur. Ayrıca *R. amarus*'un yüksek elektriksel iletkenlik değerlerine karşı tolerans geliştirdiği gözlemlenmiştir. Bu araştırma, *R. amarus*'un popülasyon dinamiklerini ve büyüme özelliklerini anlamada önemli katkılar sağlayacaktır.

**Mayıs 2025, 78 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** *Rhodeus amarus*, Kirmir Çayı, Büyüme, Ağırlık, Boy, Kondisyon Faktörü, Boy-ağırlık ilişkisi, Von Bertalanffy Büyüme Modeli

## ABSTRACT

Master's Thesis

### GROWTH BIOLOGY OF *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782) LIVING IN KIRMIR STREAM

Yağmur GÜLBAŞI

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Sibel ATASAĞUN

In this thesis study, the growth biology of 681 *Rhodeus amarus* individuals caught in the Kirmir Stream between August 2023 and August 2024 was examined. Parameters such as total length, fork length, age, and weight of the individuals were measured. Age and sex distribution, length and weight distribution, growth in terms of length and weight, length-weight relationships, Von Bertalanffy growth parameters, proportional growth, and condition factors according to age and seasons were calculated. The findings indicate that *R. amarus* has a balanced population structure in the Kirmir Stream. The examined individuals were between age groups 0 and V, and the sex distribution consisted of 364 males and 287 females. Length-weight relationship equations were calculated separately for all individuals, males, and females, and a positive allometric growth type was observed. According to the Von Bertalanffy growth model, the theoretical maximum length was estimated to be 77 mm in males and 73 mm in females. The theoretical maximum weight was calculated as 6.4 g in males and 4.77 g in females. Physicochemical water parameters were found to be within suitable ranges for the species. Additionally, *R. amarus* was observed to have developed tolerance to high electrical conductivity levels. This study will make significant contributions to understanding the population dynamics and growth characteristics of *R. amarus*.

**May 2025, 78 pages**

**Keywords:** *Rhodeus amarus*, Kirmir Stream, Growth, Weight, Length, Condition Factor, Length-Weight Relationship, Von Bertalanffy Growth Model

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca akademik ve insani anlamda bilgi, deneyim ve desteğiyle yol gösteren, motive edici tutumuyla her zaman yanımda olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Sibel ATASAĞUN'a (Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı),

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübeleriyle bana ışık tutan, motivasyonumu artıran değerli hocam Doç. Dr. Saniye Cevher ÖZEREN'e (Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı),

Hayatım boyunca her koşulda yanımda olan, sevgisini ve desteğini eksik etmeyen, bana güven aşılayan aileme; annem Ayten GÜLBAŞI'na, babam Hasan GÜLBAŞI'na, Aylin GÜLBAŞI ve Aysun GÜLBAŞI'na,

Üniversite hayatımız boyunca birlikte keşfettiğimiz, öğrendiklerimizi paylaştığımız ve tez çalışmama değerli katkılar sağlayan değerli arkadaşlarım Tuğba AYHAN ve Doğukan AYHAN'a,

Tez sürecimde motivasyon ve akademik anlamda destek olan sevgili arkadaşım Cevriye YILDIRIM'a,

Tez sürecimde bana yardımcı olan sevgili arkadaşım Ceyhun TAŞTAN'a ve Arş. Gör. Seyfullah BEKDEMİR'e (Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı),

Gönülden teşekkür ederim.

*Hayatım boyunca bana cesaret veren, sevgisini göstermekte tereddüt etmeyen ve yokluğunda bile bana yol gösteren sevgili babam **Hasan GÜLBAŞI'nın** anısına,*

*Sonsuz özlem ve minnetle...*

Yağmur GÜLBAŞI  
Ankara, Mayıs 2025

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	3
2.1 <i>Rhodeus amarus</i> ' un Sistematığı ve Biyolojisi .....	3
2.1.1 Coğrafi yayılışı ve tarihsel evrimi.....	3
2.1.2 Morfolojik özellikleri ve çevresel adaptasyonları .....	4
2.1.3 Beslenme biyolojisi.....	6
2.1.4 Üreme davranışı ve yaşam döngüsü .....	6
2.1.5 Ekolojik koşullar ve habitat özellikleri .....	9
2.1.6 Balıklarda büyümeyi etkileyen faktörler ve <i>R. amarus</i> ' un büyüme özellikleri .....	10
2.2 Türkiye'de <i>R. amarus</i> Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	12
2.3 Kırmir Çayı'nda Yapılan Çalışmalar .....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Çalışma Alanı .....	16
3.2 Örnekleme ve Veri Toplama .....	18
3.3 Laboratuvar Çalışmaları.....	23
3.3.1 Örneklerin üzerinde yapılan işlemler .....	23
3.3.2 Yaş tayini .....	25
3.3.3 Veri analizi ve istatistiksel yöntemler.....	27
3.4 Büyüme Analizi ve Matematiksel Modeller.....	27
3.4.1 Yaş-boy ilişkisi ve Von Bertalanffy büyüme modeli .....	27
3.4.2 Yaş-ağırlık ilişkisi ve Von Bertalanffy büyüme modeli.....	27
3.4.3 Boy-ağırlık ilişkisi .....	28
3.4.4 Kondisyon faktörü .....	28

3.4.5 Oransal büyüme .....	28
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>30</b>
4.1 Eşey Dağılımı .....	30
4.2 Yaş Dağılımı.....	30
4.3 Boy Dağılımı .....	32
4.4 Total ve Çatal Boy İlişkisi .....	35
4.5 Ağırlık Dağılımı.....	36
4.6 Boy-Ağırlık İlişkisi .....	38
4.7 Büyüme .....	39
4.7.1 <i>R. amarus</i> bireylerinde boy olarak büyüme.....	39
4.7.2 <i>R. amarus</i> bireylerinde ağırlık olarak büyüme .....	44
4.8 Kondisyon Faktörü .....	49
4.9 Oransal Büyüme.....	54
4.10 Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri.....	56
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>59</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>71</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>73</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>78</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C:	Santigrat derece
%:	Yüzde
g:	Gram
cm:	Santimetre
mm:	Milimetre
ha:	Hektar
m <sup>3</sup> :	Metreküp
km:	Kilometre
m:	Metre
pH:	Asitlik/bazlık derecesi
NaOH:	Sodyum hidroksit
µS/cm:	MikroSiemens/santimetre
>:	Büyük
<:	Küçük
K:	Kondisyon Faktörü

### **Kısaltmalar**

Sp:	Türleri
TB:	Total boy
ÇB:	Çatal boy
EC:	Elektriksel iletkenlik
OW:	Oransal ağırlık artışı
OL:	Oransal boy artışı
DO:	Çözünmüş oksijen
CF:	Kondisyon faktörü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Rhodeus amarus .....	5
Şekil 2.2 Üreme döneminde erkek R. amarus'un morfolojik ve renklenme özellikleri. ....	7
Şekil 2.3 R. amarus erkek bireyinin üreme tüberküllerinin yakından görüntüsü.....	7
Şekil 2.4 Üreme döneminde dişi R. amarus'un morfolojik ve renklenme özellikleri ile ovipozitör uzantısının görünümü.....	8
Şekil 2.5 R. amarus'un yaşadığı su ekosistemi ve habitat özelliklerini gösteren bir görüntü .....	9
Şekil 2.6 Balıklarda büyümeyi etkileyen faktörler .....	11
Şekil 3.1 Kırmir Çayı'nın kolları, istasyonları ve geçtiği ilçelerin haritası .....	17
Şekil 3.2 Kırmir Çayı'nda Elektroşoker yöntemiyle balıkların yakalanması .....	18
Şekil 3.3 Kırmir Çayı'ndaki örneklerin balık torbalarına alınması .....	19
Şekil 3.4 Kırmir Çayı'ndaki fiziksel ve kimyasal su parametrelerinin ölçülmesi .....	19
Şekil 3.5 Kırmir Çayı'ndaki Özçaltı istasyonundan bir görüntü.....	20
Şekil 3.6 Kırmir Çayı'ndaki Gömleksiz istasyonundan bir görüntü.....	20
Şekil 3.7 Kırmir Çayı'ndaki İnönü Mağaraları istasyonundan bir görüntü .....	21
Şekil 3.8 Kırmir Çayı'ndaki Uruş-Güdül istasyonundan bir görüntü .....	21
Şekil 3.9 Kırmir Çayı'ndaki Yeşilöz istasyonundan bir görüntü.....	22
Şekil 3.10 Kırmir Çayı'ndan yeni yakalanan R. amarus bireyinin örnekleme sonrası ilk görünümü. ....	23
Şekil 3.11 R. amarus örneğinin total ve çatal boyunun ölçülmesi .....	24
Şekil 3.12 R. amarus örneğinin tartılması .....	24
Şekil 3.13 R. amarus örneğinden yaş tayini için pul alınması .....	25
Şekil 3.14 R. amarus bireylerinde eşey tayini amacıyla yapılan diseksiyon işlemi.....	25
Şekil 3.15 R. amarus örneklerinden alınan pullardan yaş tayini işlemi .....	26
Şekil 3.16 Mikroskop altında R. amarus pul örneği ile yaş tayini değerlendirmesi .....	26
Şekil 4.1 R. amarus popülasyonu genelinde eşey kompozisyonu.....	30
Şekil 4.2 R. amarus popülasyonu genelinde yaş dağılımı.....	31
Şekil 4.3 R. amarus dişi bireylerinde yaş dağılımı .....	32
Şekil 4.4 R. amarus erkek bireylerinde yaş dağılımı .....	32
Şekil 4.5 R. amarus popülasyonu genelinde boy dağılımı .....	33
Şekil 4.6 R. amarus dişi bireylerinde boy dağılımı.....	34



Şekil 4.7 R. amarus erkek bireylerinde boy dağılımı.....	34
Şekil 4.8 R. amarus bireylerinin boy-boy ilişkisi.....	35
Şekil 4.9 R. amarus popülasyonu genelinde ağırlık dağılımı.....	36
Şekil 4.10 R. amarus dişi bireylerinde ağırlık dağılımı .....	37
Şekil 4.11 R. amarus erkek bireylerinde ağırlık dağılımı .....	37
Şekil 4.12 R. amarus popülasyonu genelinde boy-ağırlık ilişkisi.....	38
Şekil 4.13 R. amarus dişi bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi.....	39
Şekil 4.14 R. amarus erkek bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi.....	39
Şekil 4.15 R. amarus popülasyonu genelinde yaşlara göre ortalama total boy dağılımı	40
Şekil 4.16 R. amarus dişi bireylerinde yaşlara göre ortalama total boy dağılımı .....	41
Şekil 4.17 R. amarus erkek bireylerinde yaşlara göre ortalama total boy dağılımı .....	41
Şekil 4.18 R. amarus popülasyonu genelinde yaşlara göre ortalama vücut ağırlığı dağılımı.....	45
Şekil 4.19 R. amarus dişi bireylerinde yaşlara göre ortalama vücut ağırlığı dağılımı ....	46
Şekil 4.20 R. amarus erkek bireylerinde yaşlara göre ortalama vücut ağırlığı dağılımı .	46
Şekil 4.21 R. amarus popülasyonu genelinde aylara göre kondisyon faktörü değişimi .	49
Şekil 4.22 R. amarus dişi bireylerinde aylara göre kondisyon faktörü değişimi .....	50
Şekil 4.23 R. amarus erkek bireylerinde aylara göre kondisyon faktörü değişimi .....	50
Şekil 4.24 R. amarus popülasyon genelinde yaşlara göre kondisyon faktörü dağılımı ..	51
Şekil 4.25 R. amarus dişi bireylerinde yaşlara göre kondisyon faktörü dağılımı .....	52
Şekil 4.26 R. amarus erkek bireylerinde yaşlara göre kondisyon faktörü dağılımı .....	52
Şekil 4.27 Belirli istasyonlardan ölçülen aylara göre su sıcaklık parametreleri .....	56
Şekil 4.28 Belirli istasyonlardan ölçülen aylara göre elektriksel iletkenlik parametreleri.....	57
Şekil 4.29 Belirli istasyonlardan ölçülen aylara göre pH parametreleri .....	57
Şekil 4.30 Belirli istasyonlardan ölçülen aylara göre çözünmüş oksijen parametreleri .	58

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Araştırma istasyonları ve koordinatları.....	22
Çizelge 4.1 <i>R. amarus</i> boy-ağırlık ilişkisi parametreleri .....	38
Çizelge 4.2 <i>R. amarus</i> türünde tüm bireyler, dişi ve erkek bireyler için Von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri.....	42
Çizelge 4.3 <i>R. amarus</i> bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyete bağlı ortalama total boylarının istatistiksel verileri.....	43
Çizelge 4.4 <i>R. amarus</i> bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyete bağlı ortalama çatal boylarının istatistiksel verileri .....	44
Çizelge 4.5 <i>R. amarus</i> türünde tüm bireyler, dişi ve erkek bireyler için Von Bertalanffy ağırlık büyüme denklemi parametreleri .....	47
Çizelge 4.6 <i>R. amarus</i> bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyete bağlı ortalama ağırlıkların istatistiksel verileri .....	48
Çizelge 4.7 <i>R. amarus</i> bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyete bağlı ortalama kondisyon faktörünün istatistiksel verileri.....	53
Çizelge 4.8 <i>R. amarus</i> türünde tüm bireyler, dişi ve erkek bireyler için ortalama total boy ve oransal boy artışı (OL) değerleri .....	55
Çizelge 4.9 <i>R. amarus</i> türünde tüm bireyler, dişi, erkek bireyler için ortalama ağırlık ve oransal ağırlık artışı (OW) .....	55
Çizelge 5.1 <i>R. amarus</i> 'un farklı bölgelerde yapılan araştırmalardaki total boy verileri .....	63
Çizelge 5.2 <i>R. amarus</i> 'un farklı bölgelerde yapılan araştırmalardaki ağırlık verileri .....	64
Çizelge 5.3 <i>R. amarus</i> 'un farklı bölgelerde yapılan araştırmalardaki Von Bertalanffy boy büyüme denklemi parametreleri.....	66
Çizelge 5.4 <i>R. amarus</i> boy- ağırlık ilişkisi parametreleri .....	68

## 1. GİRİŞ

Biyolojik çeşitlilik, doğadaki canlı türlerini, bu türler arasındaki etkileşimleri ve yaşadıkları habitatların çeşitliliğini ifade eden dinamik bir sistemdir (Demir 2009). Canlıların çeşitliliği, ekosistemin sağlığı hakkında bize önemli bilgiler vermektedir. Bu bağlamda, balıkların çeşitliliği, ekosistem sağlığı açısından önemli bir kesit sunmaktadır. Türkiye'nin balık çeşitliliği yönünden denizler dışındaki en önemli kaynaklarından biri de iç sulardır. Ülkemizde 1800'lü yıllardan itibaren yapılan çalışmalarda 384 tür tatlı su balığının varlığı tespit edilmiştir (Çiçek vd. 2020).

Tatlı su balıklarının popülasyon dinamikleri, balık popülasyonlarının zaman içindeki sayısal değişimlerini ve bu değişimlere neden olan faktörleri ifade eder. Popülasyon dinamikleri ve biyoçeşitlilik ile ilgili doğru analizler yapabilmek için büyüme özelliklerinden yararlanılmaktadır. Büyüme özellikleri, balıkların ortamdan nasıl etkilendiği konusunda önemli bilgiler sunmakta, popülasyonun ve ekosistemin sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Büyüme özelliklerinin bilinmesi, bir popülasyonun mevcut durumu ve geçmişi hakkında bize bilgiler vererek balıkçılığın gelecekteki gelişimi ile ilgili ileriye dönük değerlendirmelerde bulunmamıza yardımcı olur. Balık popülasyonlarındaki boyut değişiklikleri, bir popülasyonun rahatsızlığa uğradığını erken aşamada gösterebilir. Aynı zamanda balıklardaki yaş ve büyüme çalışmaları balık türlerinin yaşam süresi, ölüm oranı, üretkenlik, verim ve popülasyon dinamiklerini incelemek için kullanılır ve bu bilgiler balıkçılık yönetimi için gereklidir (S. Khan ve M. A. Khan 2020).

Balık popülasyonlarının durumu ve büyüme dinamikleri, yalnızca biyolojik etmenlere değil, aynı zamanda çevresel faktörlere de önemli ölçüde bağlıdır. Bu faktörlerin başında, sulu yaşam için büyük önem taşıyan suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri gelmektedir. Sıcaklık, iletkenlik, pH ve çözülmüş oksijen gibi parametreler, balıkların fizyolojik süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Örneğin, sıcaklık arttıkça balıkların metabolizma hızı da artar. Ancak her tür için optimum sıcaklık aralığı farklıdır. Elektriksel iletkenlik, sudaki iyon (tuz, mineral, metal) yoğunluğunu gösteren bir parametredir ve birimi  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. İletkenliğin çok düşük olması osmotik dengenin bozulmasına, çok yüksek

olması ise toksik etkilere yol açabilir. Ayrıca su sıcaklığı ile iletkenlik arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. pH değeri de balıkların yaşamı açısından kritik öneme sahiptir ve her tür belirli bir pH aralığına uyum sağlamıştır. Bu dengenin bozulması sistemik hastalıklara ve hatta ölüme neden olabilir. Bununla birlikte, balıklar için sudaki çözülmüş oksijen miktarı da hayati önem taşır. Tüm bu nedenlerle, suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin düzenli olarak izlenmesi, sucul ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve balık popülasyonlarının sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir.

Balıklarda büyüme, besin tüketimi ile beraber bireyin boy, ağırlık ve biyolojik olgunluk açısından zaman içinde gösterdiği artışı ifade eder. Büyüme, genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Genetik faktörler, balığın boy ve ağırlık sınırlarını belirlerken, çevresel faktörler (besin kaynakları, popülasyon yoğunluğu, habitat değişiklikleri, ışık, sıcaklık, oksijen seviyesi ve su kalitesi vb.) büyümeyi doğrudan veya dolaylı olarak etkiler. Balıklarda büyüme, türlere göre farklı kalıtsal özellikler gösterdiği gibi aynı türün farklı ekosistemlerde bulunan popülasyonları arasında da farklılıklar gösterebilir. Büyüme genellikle yaşam boyunca devam eder ancak doğrusal değildir. Büyüme oranı, yaşın artmasıyla birlikte ya da bazı çevresel etmenlerle beraber azalmaktadır (Kılıç vd. 2018).

Lentik (durgun sular) ve lotik (akarsular) ekosistemlerde yaşayan balık popülasyonlarının büyüme özelliklerinin belirlenmesi, sürdürülebilir balıkçılık ve popülasyonun verimli kullanımını açısından önemlidir (Yüngül vd. 2022). Balıklarda büyüme özelliklerinin önemini göz önünde bulundurduğumuzda, Cyprinidae familyasının Acheilognathinae alt familyasına ait olan *R. amarus*'un büyüme özelliklerini anlamak, bu balığın ekosistemdeki rolünü daha iyi kavrayabilmemize yardımcı olur. Bu balık türü Türkiye'nin birçok havzasında yayılış göstermesine rağmen, büyüme özelliklerine dair sınırlı bilgiler bulunmaktadır (İlhan vd. 2014). Bu çalışmada, Kırmir Çayı'ndaki *R. amarus* bireylerinde yaş-ağırlık, yaş-boy, total boy-çatal boy ve boy-ağırlık ilişkileri; oransal boy ve ağırlık artışları ile mevsimsel ve yaşa bağlı olarak kondisyon faktörü incelenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 *Rhodeus amarus*' un Sistematığı ve Biyolojisi

*R. amarus*' un sistematik olarak sınıflandırılması şu şekildedir (Fricke vd., 2019).

Alem: Animalia (Hayvanlar)

Şube: Chordata (Kordalılar)

Sınıf: Actinopterygii (Işınsal Yüzgeçliler)

Takım: Cypriniformes

Aile: Cyprinidae (Sazangiller)

Cins: *Rhodeus*

Tür: *R. amarus* (Bloch, 1782)

#### 2.1.1 Coğrafi yayılışı ve tarihsel evrimi

*R. amarus* tatlarının acı olması nedeniyle Türkçede "acıbalık" olarak isimlendirilmektedir (İlhan vd., 2014). *Rhodeus* cinsinin literatürde tanımlanan otuzdan fazla türü bulunmaktadır. Bu türlerin büyük bir kısmı Asya'da yaşarken, Avrupa'da *R. meridionalis* ve *R. amarus* olmak üzere yalnızca iki türü yaşamaktadır (Kujawa ve Piech 2021). *R. amarus* Avrupa'nın büyük bir kısmındaki tatlı sularda yaygın olarak bulunmakta ve yerli bir tür olarak kabul edilmektedir. Batı ve Orta Avrupa'da sazan yetiştiriciliğinin yaygın olduğu bölgelerden türemiştir ve sazan yetiştiriciliğinin genişlemesiyle birlikte yayılmıştır.

*R. amarus*, Küçük Buz Çağı'nın en soğuk döneminde Avrupa'da neredeyse yok olurken, 18. Yüzyılın sonlarında tekrar ortaya çıkmış ve 19. Yüzyılın ortalarından itibaren Avrupa'da yaygın bir tür haline gelmiştir. Ancak 20. Yüzyılda günümüzdeki dağılım oranlarına ulaşmıştır. *R. amarus*' un dağılımındaki bu artış, kabuklu organizmaların sayısının ve sıcaklığın artışı gibi çevresel değişimlerle doğrudan ilişkilidir (Kujawa ve Piech 2021).

*R. amarus*'un buzul çağında Karadeniz, Hazar Denizi ve Ege çevresinde hayatta kalabildiği; Holosen'in başında bu bölgelerden yayılmaya başlamış olabileceği tahmin edilmektedir. Ancak, *R. amarus*'un tarihsel kalıntıları bulunmadığından, bu türün yerli dağılımı hakkında kesin bir bilgiye ulaşılamamaktadır (Damme vd. 2007).

Fransa'dan başlayıp Orta ve Doğu Avrupa'ya oradan da Hazar Denizi'ne kadar uzanan, oldukça geniş bir alanda yayılış gösterip Anadolu'ya da girerek Karadeniz, Marmara ve Ege Bölgesi'ndeki bazı nehir ve göllere yerleşmişlerdir (İlhan vd. 2014).

### 2.1.2 Morfolojik özellikleri ve çevresel adaptasyonları

*R. amarus*, küçük bir balık, vücut yapısı yanlardan oldukça yassılaşmış, ince ve yüksek yapılıdır. Bu özellikleri sayesinde dar ve akıntılı ortamlarda daha verimli hareket ederler. Ağız uç konumunda, burun ise sivridir. Gözler iri yapılıdır, irisin etrafında sarı ve siyah pigmentler vardır. Sırt ve karın kısımları dış bükeydir ve balığın stabilitesini artırmaktadır. Dorsal yüzgecin ön bölgesinde ise belirgin bir karina bulunur; bu yapı, türün suda kontrollü manevra yapmasını ve yön değiştirirken daha fazla stabilite sağlamasını mümkün kılar. Kuyruk yüzgeci derin çatallı, üst lobu alt lobdan biraz daha uzundur. Kuyruk sapı ise ince yapılıdır. Bu morfolojik özellikler, balığın suda daha hızlı hareket etmesine olanak tanır (Öztürk ve Küçük 2017). *R. amarus*'un morfolojik özellikleri Şekil 2.1'de gösterilmiştir.

Acıbalığının yüzgeç formülü, D: III+9–11; A: III+8–10; P: I+10–11; V: II+6–7 şeklindedir (Öztürk ve Küçük 2017).

D: Dorsal yüzgeç (Sırt yüzgeci)

A: Anal yüzgeç (Anüs yüzgeci)

P: Pektoral yüzgeç (Göğüs yüzgeci)

V: Pelvik yüzgeç (Karın yüzgeci)



Şekil 2.1 *Rhodeus amarus*

Vücutları iri pullarla örtülü, yanal çizgisindeki pul sayısı 3 ile 5 arasında değişir. Solungaçlarında 9 diken bulunur ve yutak dişleri her iki yutak bölgesinde 5'er tane olmak üzere toplamda 10 adettir. Balıkların vücutlarındaki renklemeler ise çeşitli çevresel faktörler ve biyolojik özelliklere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Üreme dönemi dışında, vücutları genellikle gümüş-gri renk tonlarında; karın kısmı beyaz, sırt bölgesi ise yeşilimsi bir görünüme sahiptir. *R. amarus* bireyleri arasında eşeyssel dimorfizm görülmektedir. Üreme dönemi öncesinde erkek ve dişi bireyler arasında renk farkı gözlenmezken, üreme döneminde eşeyler arasında belirgin bir renk farklılığı ortaya çıkar. Acı balığının üreme döneminde renklenme özellikleri eşeye göre incelendiğinde, erkeklerin sırt kısımlarının koyu kahverengi, karın bölgelerinin ise kirli sarı olduğu belirtilmektedir. Baş ve ense bölgesi koyu renklidir ve kuyruk yüzgeci tabanı ile dorsal yüzgecinin ortasına kadar uzanan belirgin bir siyah bant bulunmaktadır. Üreme döneminde ise burun ile nostril deliği arasında büyük üreme tüberkülleri gözlemlenir. Erkek bireyler, üreme döneminde belirgin farklar göstererek daha parlak ve dikkat çekici, süslü bir görünüm kazanmaktadır (Gül 2021). Dişi bireylerin üreme döneminde sırt kısımları koyu kahverengi, karın bölgesi ise kirli sarıdır. Kuyruk yüzgeci tabanı ile sırt yüzgecinin başlangıcı arasında erkek bireylere kıyasla daha ince ve uzun bir bant bulunur. Üreme döneminde ise anal bölgede yumurta çıkışını sağlayan ovipozitör (yumurta kanalı) daha da belirginleşir (Öztürk ve Küçük 2017).

### 2.1.3 Beslenme biyolojisi

*R. amarus* omnivor bir beslenme türüne sahip olmasına rağmen başlıca besin kaynağı olarak bitkileri tercih eder (Aydoğdu vd. 2020). Bunun yanı sıra, daha az ölçüde ise zooplanktonun küçük kabuklularını, zoobenthos organizmaları (solucanlar, böcek larvaları, yumuşakçalar), makro ve mikroalgler, balık yumurtaları ve organik atıkları da tüketmektedir (Gaygusuz 2012).

### 2.1.4 Üreme davranışı ve yaşam döngüsü

*R. amarus*, küçük ve kısa ömürlü bir balık türüdür. Yaşam süresi genellikle 5 yıla kadar uzanır, ancak çoğu birey ilk üreme yılını geçiremez ve popülasyon boyutları yıllar içinde büyük dalgalanmalar gösterir (Kottelat ve Freyhof 2007, Smith vd. 2000). *R. amarus*, gerçekleştirdiği simbiyotik birliktelik sayesinde ilginç bir üreme stratejisi geliştirmiş ve bu davranışıyla dikkat çeken bir tür olmuştur. Midyelerle olan bu simbiyotik birliktelikleri nedeniyle davranışsal ve evrimsel ekoloji alanlarında da değerli bir model tür olmaktadır (Mills ve Reynolds 2003). Ancak varlığı oksijen açısından zengin olan *Unio sp.* ve *Anodonta sp.* gibi tatlı su midyelerinin varlığına bağlı olduğundan, bu kabukluların ortamda bulunması ve sayısı, *R. amarus* için büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, larvalar ve midyeler oksijen için rekabet ettiğinden ve midyeler *R. amarus*'un larvalarını taşıırken biyolojik uyumlarını kaybettiğinden dolayı, parazitik bir ilişki içerisindedirler (Kottelat ve Freyhof 2007). Üreme süreci, kabuklu sayısı, su sıcaklığı ve cinsel olgunluk gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Örneğin ortamda canlı midye bulunmadığında, üreme zamanında erkeklerde renk değişimi görülmemekte, dişilerde ise ovipozitör adı verilen uzantılar gelişmemektedir (Tarkan vd. 2012).

*R. amarus*, 1 yaşında ve 30-35 mm standart boya ulaştığında cinsel olgunluğa erişmektedir (İlhan vd. 2014). Ancak bazı kaynaklara göre eşeyssel olgunlaşma yaşı 2-3 yaş olarak belirtilmiştir (Geldiay ve Balık 1988). Yumurtlama dönemi ise Nisan-Haziran ayları arasında gerçekleşir ve bu süreçte su sıcaklığı 17°C ile 26°C arasında değişmektedir (Kujawa ve Piech 2021).



Üreme zamanı, erkek bireylerin vücudunun yan tarafında ve karın bölgesinde kırmızımsı morumsu renk değişimleri gözlemlenir. Şekil 2.2’de erkek bireylerin morfolojik ve renklenme özellikleri gösterilmiştir. Erkekler, daha parlak çiftleşme renkleriyle süslü ve büyük bir görünüm kazanarak üreme davranışı sergiler ve baş bölgesinde çok sayıda üreme tüberkülü belirir (Gül 2021). Şekil 2.3’te erkek bireyin üreme tüberküllerinin yakından görüntüsü bulunmaktadır. Erkek bireyler üreme döneminde midyelerin etrafındaki bölgeleri savunarak dişi balıkları çeker ve üremenin gerçekleşmesi için güvenli bir ortam sağlarlar (Damme vd. 2007).



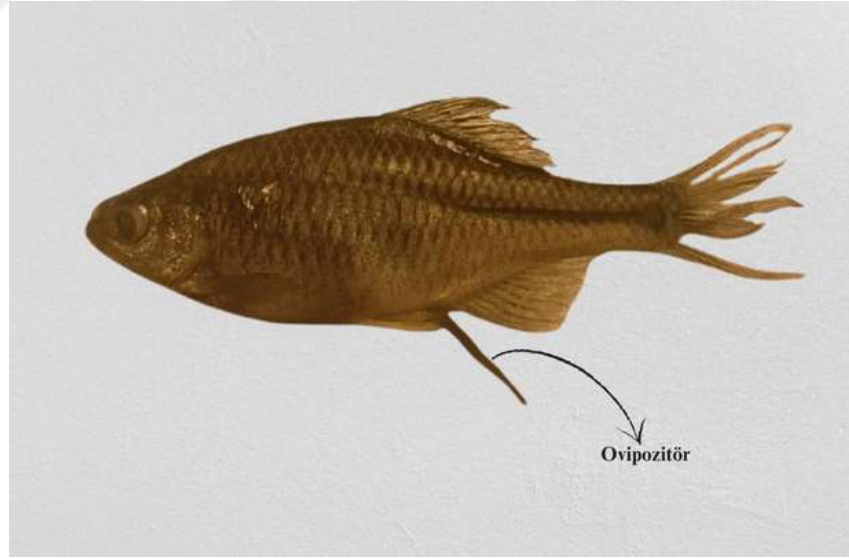
Şekil 2.2 Üreme dönemindeki erkek *R. amarus*’un morfolojik ve renklenme özellikleri



Şekil 2.3 *R. amarus* erkek bireyinin üreme tüberküllerinin yakından görüntüsü

Dişi bireylerde, belirgin bir renk değişikliği gözlemlenmez; renk her mevsim aynı kalır. Dişi bireylerin üreme döneminde, yumurtalarını bırakmayı sağlayan “ovipozitör” adı verilen uzantılar ortaya çıkar. Şekil 2.4'te dişi bireylerin ovipozitör uzantıları gösterilmiştir. Bu uzantılar sayesinde dişi bireyler, yumurtalarını *Unio sp. ve Anadonta sp.* gibi tatlı su midyelerinin manto boşluklarına bırakır. Bu davranış yumurtaların güvende kalmasını, döllemenin uygun bir ortamda gerçekleşmesini ve dişi bireyin üreme avantajı elde etmesini sağlamaktadır.

Yumurtalar bırakıldıktan sonra, erkek birey spermlerini suya bırakır ve midye suyu filtrelerken spermler manto boşluğuna girerek burada bulunan yumurtaları döller. Yumurtalar yaklaşık bir ay boyunca midyenin içinde gelişir ve aktif yüzebilen larvalara dönüşür (Kujawa ve Piech 2021). Dişi bireyler her yıl ortalama 80-250 arasında yumurta üretir ve bu yumurtaları bir sezonda 5 defada bırakırlar. Yumurta sayısının çok az olmasından dolayı midyelerle yaptıkları simbiyotik birliktelik sayesinde nesillerinin devamını sağlamaktadırlar (İlhan 2014).



Şekil 2.4 Üreme dönemindeki dişi *R. amarus* bireyinin morfolojik ve renklenme özellikleri ile ovipozitör uzantısının görünümü

### 2.1.5 Ekolojik koşullar ve habitat 6zellikleri

*R. amarus* limnofilik (durgun su ortamlarını tercih eden) bir t6rd6r ve lentik ortamlara uygun olmasına rağmen, lotik ortamlarda da yaşayabilmektedir (Patimar vd. 2010). Ağır akışlı akarsular veya g6llerde, kumlu, çakıllı ve çamurlu sığ sularda, 6zellikle vejetasyonun zengin olduğu ve midyelerin bol bulunduğu kıyı b6lgelerinde yaşamaktadır (Kottelat ve Freyhof, 2007). *Unio sp.* ve *Anadonta sp.* midyelerinin yaşadığı tatlı suları tercih ederler (Gaygusuz 2012). Bentopelajik (tabany6z6c6) bir yaşam biçimine sahiptir ve yaşadığı derinlik aralığı hakkında net bir bilgi bulunmamaktadır (Froese ve Pauly 2019). Termofilik bir t6r olan acıbalığın kuzeydeki dağılım sınırı, iklim koşullarıyla belirlenmiştir ve 16 6C izotermi ile sınırlıdır (Okazaki vd. 2001). 6remesi için optimum sıcaklık 236C'dir ve bu değer çoğu Avrupa tatlı su balığından daha y6ksektir (Smith vd. 2004). Tatlı su balığı olmasına rağmen, hafif tuzlu sulara tolerans g6sterebilmektedir (Kozhara vd. 2007). Kirmir ayı'nda *R. amarusun* doğal yaşam alanı Şekil 2.5'te g6sterilmiştir.



Şekil 2.5 *R. amarus* 'un yaşadığı su ekosistemi ve habitat 6zelliklerini g6steren bir g6r6nt6

### 2.1.6 Balıklarda büyümei etkileyen faktörler ve *R. amarus* 'un büyüme özellikleri

Balıklarda büyüme, genetik ve çevresel faktörlere bağılı olarak değişim göstermektedir. Balıklarda büyümei etkileyen faktörler Şekil 2.6'da gösterilmiştir. Büyümei etkileyen temel genetik faktörler arasında balığın türü, genetik yapısı, eşeyssel olgunluğu, beslenme göçü, üreme göçü ve büyüme hızı yer almaktadır. Çevresel faktörler ise su sıcaklığı, ortamda bulunan besin miktarı ve kalitesi, mevsimsel değişimler, hastalıklar, parazitler ve su kirliliği gibi unsurlardan oluşmaktadır. Genetik faktörler, balıkların boy ve ağırlıklarının maksimum ve minimum sınırlarını belirlerken, çevresel faktörler ise balıkların büyümesini doğrudan ya da dolaylı yollarla etkileyebilmektedir (Yingül vd. 2022).

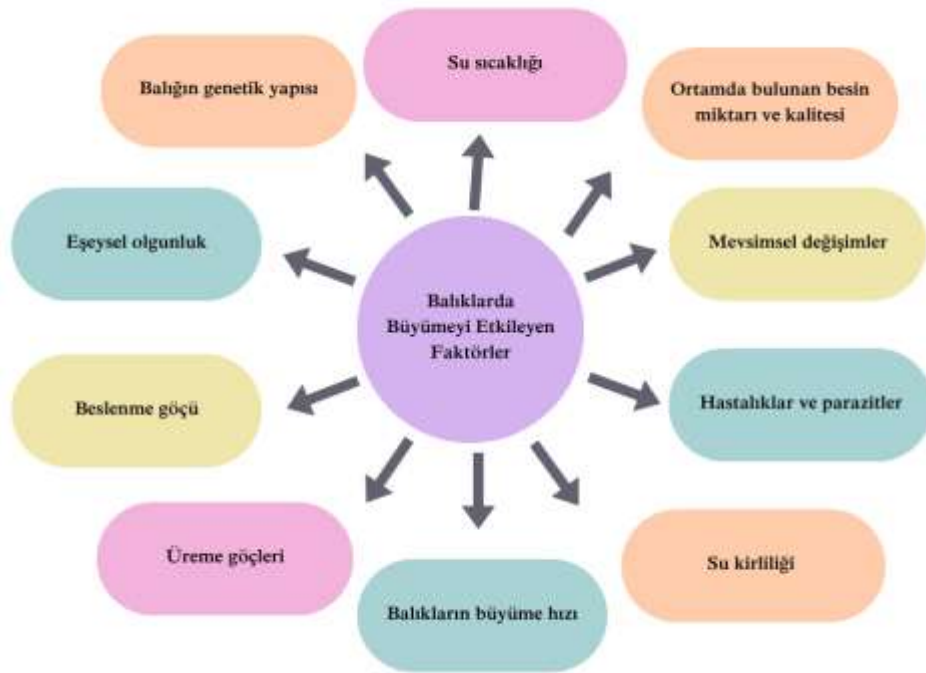
Su sıcaklığı, balıkların büyüme hızını etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biridir. Su sıcaklığı arttıkça balıkların büyüme hızı genellikle artar ancak aşırı sıcaklık, balıklarda stres yaratıp büyümesini engelleyebilir. Türlerin büyüme hızları optimum sıcaklıklarına göre farklılık göstermektedir. Sıcaklık değişimleri, habitatlardaki besin kaynaklarını da etkileyebilir; bu durum bazı bireylerin yüksek, diğer bireylerin ise düşük besin mevcudiyetiyle karşılaşmalarına yol açmaktadır (Van Ham vd. 2003, Handeland vd. 2008, Pang vd. 2016). Ortamda bulunan besin miktarı ve kalitesi, balıkların büyüme hızını doğrudan etkileyen çevresel faktörler arasında yer alır. Yetersiz beslenme ve düşük kaliteli yemler büyüme hızını düşürür. Mevsimsel değişimler, su sıcaklığı ve besin bolluğu değişir (Gardin vd. 2023) Kışın suyun soğuduğu zamanlarda balıklar daha az aktif olur ve büyümesi yavaşlar.

Su kirliliği, toksik maddeler içermesi nedeniyle balıkların sağlığını olumsuz yönde etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Solunum, sindirim ve bağışıklık sistemlerinin zarar görmelerinden dolayı büyüme hızı gerilemektedir. Hastalıklar ve parazitler, balıkların enerjilerini savunmaya harcamalarına neden oldukları gibi hastalıklar doğrudan metabolizmayı etkileyerek büyümei azaltabilir (Sindermann 1987).

Üreme göçleri ve üreme dönemlerinde, balıklar enerji ve kaynaklarını göç ve üremeye yönlendireceklerinden büyüme için yeterince enerji harcamazlar. Cinsel olgunluğa

ulaşıldığında balıklar enerjilerini büyümeden çok üreme organlarının gelişimine yönlendirir, dolayısıyla büyüme hızı yavaşlar.

Yüksek popülasyon yoğunluğu, balıkların yiyecek ve oksijen kaynakları için rekabet etmesine yol açar ve bu durum balıklar üzerinde stres yaratarak büyümesini yavaşlatabilir. Balıkların genetik yapısı, onların maksimum ulaşabileceği ve ne kadar hızlı büyüebileceğini belirleyen temel faktörler arasında yer alır (Kılıç vd. 2018).



Şekil 2.6 Balıklarda büyüme etkileyen faktörler (Yüngül 2022).

Balıkların büyüme özelliklerinin belirlenmesi türlerin korunması ve ekosistemin yönetilmesi açısından son derece önemlidir dolayısıyla *R. amarus*'un büyümesini etkileyen faktörler de bu çalışma için büyük önem arz etmektedir. *R. amarus*'un büyümesini etkileyen önemli çevresel faktörler arasında su sıcaklığı, oksijen seviyesi, su akış hızı ve derinlik gibi unsurlar yer alır. 16-22°C arasındaki su sıcaklıklarında optimum büyüme gösterirken daha düşük sıcaklıklarda büyüme hızında azalma göstermektedir (Okazaki vd. 2001). Akarsularda yaşayan *R. amarus* su akış hızına ve derinliğine karşı duyarlıdır, ağır akışlı sularda ve uygun derinliklerde daha sağlıklı bir büyüme

göstermektedir. Bulunduğu ortamın vejetasyonca zengin olması da yine büyümesini olumlu yönde etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Kottelat ve Freyhof 2007). *R. amarus*'un genetik yapısı, balığın büyüklüğünü etkileyen önemli bir faktör olmakla beraber genellikle 5-6 cm uzunluğundadır ve en fazla 9 cm' ye kadar büyümektedirler (Tarkan vd. 2012).

## 2.2 Türkiye'de *R. amarus* Üzerine Yapılan Çalışmalar

Smith vd. (2000)'nin çalışmalarında, *R. amarus* dişi bireylerinin yumurtlama kararlarının yavru hayatta kalımı üzerindeki etkileri araştırılmış ve çalışmada *R. amarus* yavrularının serbest bırakılma oranının *Anodonta cygnea* türü midyelerde, *A. anatina*, *Unio pictorum* ve *U. tumidus* midyelerine kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek olduğu ortaya konmuştur.

Koutrakis vd. (2003)'nin çalışmalarında *R. amarus*'un popülasyon yapısı, büyüme özellikleri, üreme özellikleri, beslenme alışkanlıkları detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Mills ve Reynolds (2003) yaptıkları çalışmada *R. amarus*'un erkek yoğunluğu ve eşey oranının erkeklerdeki çiftleşme stratejilerini ve cinsel rekabet düzeyinin nasıl etkilendiğine yönelik tespitler yapmışlardır.

Tarkan vd. (2005) yılında Ömerli Baraj Gölü'nde yaptığı bir çalışmada 2003 Nisan ile 2004 Ağustos tarihleri arasında *R. amarus* (Bloch,1782) 'un hayat süreci özelliklerini incelemişler ve Von Bertalanffy büyüme fonksiyonu denklemini kullanarak yaşa bağlı uzunluk değerlerini hesaplamışlardır.

Damme vd. (2007)'nin yaptıkları çalışmada *R. amarus* 'un tarihsel olarak yalnızca Kafkas havzası ve Ege Bölgesi'nde bulunduğu, 19. Yüzyılda Avrupa'ya yayıldığı ve 1960-1980 yılları arasında kirlilikle azaldığı ancak 1980 sonrası yeniden yayılış gösterdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca *R. amarus* 'un istilacı bir tür olduğu ve tatlı su midyelerine zarar verebileceği bildirilmiştir.

Gaygusuz (2012) yaptığı çalışmada İstanbul'un günlük su ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayan Darlık Baraj Gölü'ne akan derelerde baskın türler olan *R. amarus* ve *Squalius cephalus*'un biyoekolojik özellikleri ve derelere ait bazı hidrolojik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik verilerini incelemiştir.

Saygın vd. (2018) çalışmalarında *R. amarus*'un Terme ve Terice Dereleri'ndeki boy-ağırlık (LWR) ve boy-boy (LLR) ilişkilerini analiz etmişlerdir.

Saygın vd. (2020)'nin çalışmalarında Samsun ilinde Terme ile Terice Dereleri'ndeki *R. amarus* örneklerinin toplam boy ve otolit boyutları arasındaki ilişki ortaya konmuş ve otolit morfolojisi açısından önemli farklılıklar olduğu gösterilmiştir.

Kujawa vd. (2021)'nin çalışmalarında Avrupa'da nesli tehlike altında olan *R. amarus* popülasyonlarının yeniden kazanımı amacıyla kontrollü koşullar altında yetiştirilmesi amaçlanmıştır. Doğal ortamlarından elde edilen larvalar 20°C ve 26°C sıcaklıktaki iki ortamda, ortalama 7,2-7,3 pH ve ortalama 7,2-8,2 çözülmüş oksijen şartlarında yetiştirilmiş. Her iki ortamda da %100 hayatta kalma oranı yakalandığı kaydedilmiştir.

Kamocki vd. (2021) yaptıkları çalışmada, *R. amarus* ile *U. crassus* midyesinin simbiyotik ilişkisinin koruma altına alınması amaçlanmıştır. Midyeler yeni bir habitata nakledilerek *R. amarus* türünün üremesi için uygun konaklar olduğu gösterilmiştir. Bu müdahale balık popülasyonunun çöküşünü önlemiş, türler arası ortak yaşamın korunmasına katkı sağlamıştır.

Podobailo vd. (2021) yılında yaptıkları çalışmada, Ukrayna'daki Uday ve Prevod Nehirlerinde, *R. amarus* popülasyonlarının yaş ve büyüme özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada *R. amarus*'un büyüme özelliklerinin habitat özellikleri ve çevresel koşullara bağlı olarak değiştiğini ve büyüme hızının en yüksek ikinci yılda olduğunu gözlemlendiği bildirilmektedir.

Halabowski vd. (2024)'nin Polonya'da yaptıkları çalışmada, *R. amarus*'un *P. complanata* adlı tatlı su midyesini üreme sürecinde konak olarak kullanma potansiyelini incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre *P. complanata*'nın *R. amarus* için nadiren de olsa uygun bir konak olabileceğinin gösterilmesiyle birlikte, bu simbiyotik ilişkinin embriyo gelişimi nedeniyle midyenin oksijen alımının olumsuz etkilenmesiyle sonuçlanabileceği ifade edilmiştir.

Zdanovich vd. (2024)'nin çalışmalarında, *R. amarus*'un termal tercihlerini ve hareketliliğini termogradient bir ortamda incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonuçlarında göre balıkların 17–29 °C sıcaklık aralığında aktif olarak yüzdüğü, en çok 21–25 °C sıcaklık aralığını tercih ettiğini ve tercih edilen ortalama sıcaklığın 22,4°C olduğunu belirtmişlerdir.

Pavlov vd. (2025a)'nin çalışmalarında, Orta Rusya'da *R. amarus*'un yaşam ve üreme döngülerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma *R. amarus*'un yaşam döngüsünün habitat koşulları ve midye popülasyonlarının varlığıyla yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Pavlov vd. (2025b)'nin çalışmalarında Orta Rusya'da iki farklı gölette *R. amarus* türünün popülasyon yapısını incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre iki farklı göletteki örneklerin yaşam süresi ve maksimum boy özelliklerinde küçük farklılıklar görülmesiyle birlikte her iki örnekte de *R. amarus* türünün erkeklerinin dişilerinden büyük olduğu, büyüme hızlarının benzer olduğu ve cinsel olgunluğa genellikle ikinci kıştan sonra yaklaşık 2 yaşında erişildiği sonuçları ortaya konmuştur.

Pfeiffer vd. (2025)'nin yaptıkları çalışmada, *R. amarus*'un üreme başarısında, *C. fluminea* adlı midye türünün potansiyel konak rolünün incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre *R. amarus*'un bu midye türüne yumurtalarını bırakabildiği ancak embriyo gelişiminin olmadığı gözlenmiştir. Bu bağlamda *C. fluminea* türünün, *R. amarus* için tesadüfi bir konak olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



### 2.3 Kirmir ayı'nda Yapılan alışmalar

Gül vd. (2008) Kirmir ayı'ndaki *Capoeta tinca* (Heckel, 1843) bireylerinin Hg (II) klorür ile statik akut toksisitesi ve davranış değişikliklerinin belirlenmesini amaçlayan bir çalışma yapmışlardır.

Küçük vd. (2008) Sakarya Nehri ve Kirmir ayı'nda bentik makroomurgasız toplulukları üzerinden organik kirliliğin etkilerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Organik kirliliğe dayanıklı birkaç türün daha yüksek oranda bulunduğunu ortaya koyarak Kirmir ayı'nın evsel ve endüstriyel atıklarla kirlendiğini ve su kalitesinin bozulduğu belirtilmiştir.

Türkan (2013) Beypazarı ilçesindeki jeomorfolojik birimler ile ilgili yaptığı çalışmada Kirmir ayı'nın jeomorfolojik birimlerini de incelemiştir.

Zencir Tanır ve Korkmaz (2016) Kirmir ayı'ndaki balık popülasyonlarının yoğunluğunu ve biyomasını incelemişlerdir.

Korkmaz ve Zencir Tanır (2016) Kirmir ayı'ndaki balık tür çeşitliliği ve popülasyon yapılarının ortaya konması amacıyla yapılan çalışmada çevresel kirlilik, metal kirliliği, tarımsal faaliyetler, habitat kaybı ve kuraklığın Kirmir ayı'ndaki balık türlerinin yaşamlarını tehdit eden en önemli faktörler olduğunu ortaya koymuşlardır.

Arslan (2019) Kirmir ayı'ndaki çalışmasında su, sediment ve balık örneklerinde kalıcı organik kirleticiler analiz edilmiş ve balıkların doku hasarı ile yaş, cinsiyet ve kondisyon faktörü arasındaki ekotoksikolojik ilişkileri değerlendirilmiştir.

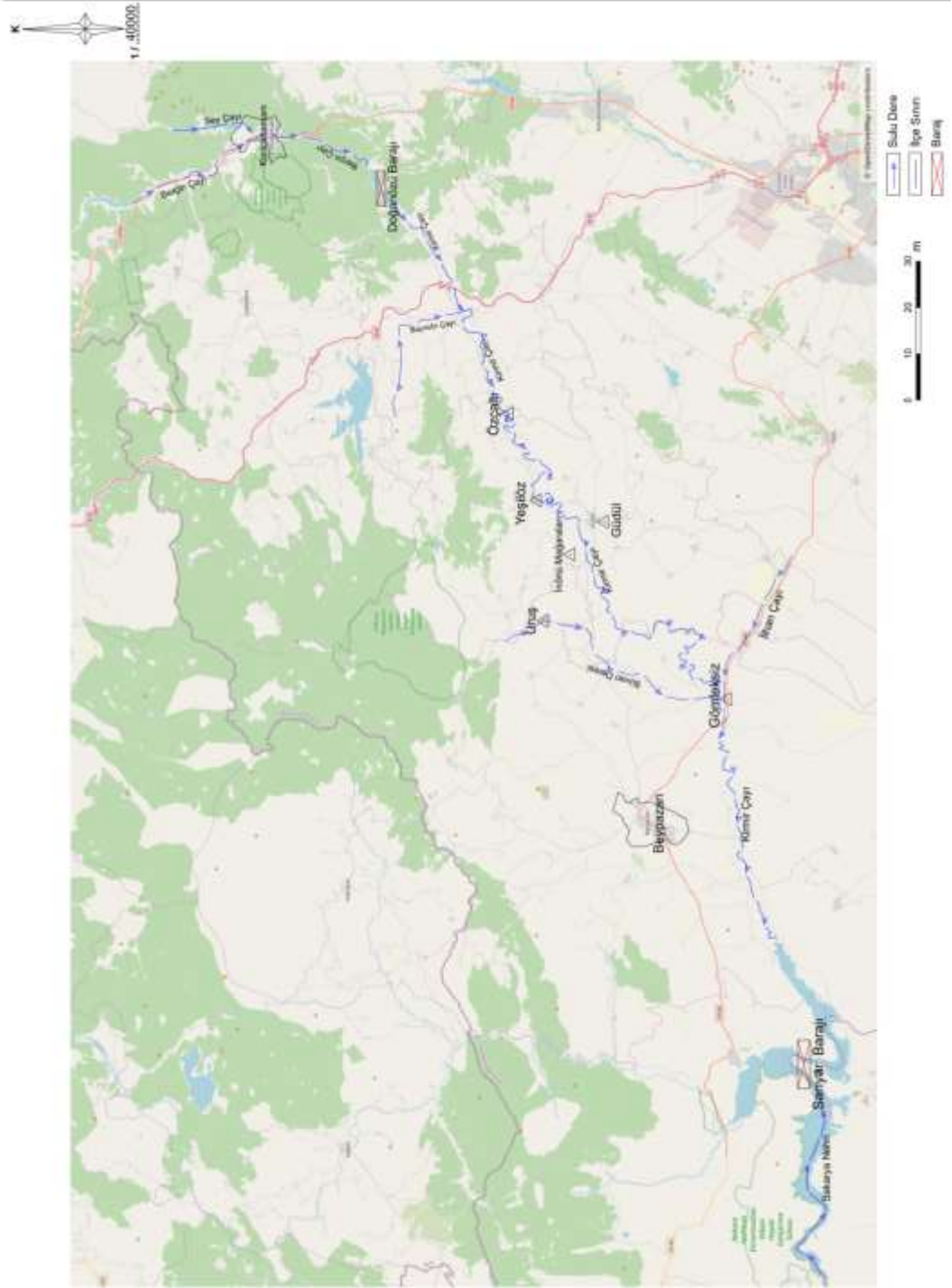
Arslan vd. (2022) Ankara Kirmir ayı'ndan, 2017-2018 yıllarında alınan mevsimsel örneklerde 38 mikroorganik kirleticinin kaynak, bileşim ve kalıntı profillerini belirlemişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Çalışma Alanı

Bu çalışma Ankara ilinin kuzeybatısında yer alan Kirmir Çayı'nda gerçekleştirilmiştir. Kirmir Çayı, Sakarya Nehri'nin büyük kollarından biridir (Altıparmak vd. 2023, Dede vd. 2013). Orta Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında, 32°-33° doğu boylamları ile 40°-41° kuzey enlemleri arasında konumlanmakta, yaklaşık 223.900 ha alana, 160 km uzunluğa ve 806.106 m<sup>3</sup> yıllık su potansiyeline sahiptir (Küçük ve Alpbaz 2008, Yaykırır 2016). Kirmir Çayı Kızılcahamam, Beypazarı ve Güdül ilçelerinden geçmekte olup, tektonik bir çöküntü içerisinde yer almaktadır (Uluocak 1961).

Kirmir Çayı, Kızılcahamam İlçesi'nin kuzeyinde, Işık Dağı ve Karadürgen Dağları'ndan başlayarak Kızılcahamam, Çeltikçi, Yeşilöz ve Güdül ilçelerinden geçip Sakarya Nehri'ne dökülmektedir. Berçin Deresi ve Sey Çayı (Hamam Çayı) Kızılcahamam'da birleşerek Öz Çayı adını alır. Doğanözü Barajı'nı geçtikten sonra, kuzeybatıdan gelen Bayındır Çayı ile Öz Çayı'nın birleşmesiyle Kirmir Çayı oluşur. Güneyden İlhan Çayı ve kuzeyden Süvari Çayı da bağlandıktan sonra Kirmir Çayı, güneybatı yönünde bir akışla Sarıyar Barajı'na dökülerek Sakarya Nehri'ne ulaşır (Çiçek 2001). Genel olarak sığ bir yapıya sahip olup bazı noktalarda 2-3 m derinliğe ulaşabilmektedir. Dip yapısı kumlu, taşlı veya çamurlu olarak değişiklik göstermektedir. Kirmir Çayı ve ona bağlı kolların yataklarında çakıl, kum gibi tortullardan oluşan yer şekilleri görülmektedir (Türkan 2013). Kirmir Çayı'nın etrafında yoğun tarım alanları yer almakta olup, Kirmir Çayı vadisi ve çevresinde önemli oranda sebze tarımı yapılmaktadır (Arslan 2019, Türkan 2013). Kirmir Çayı'nın kolları geçtiği ilçe ve istasyonları Şekil 3.1'de yer verilmiştir.



Şekil 3.1 Kirmir Çayı'nın kolları, istasyonları ve geçtiği ilçelerin haritası

### 3.2 Örnekleme ve Veri Toplama

Bu araştırmada, Ağustos 2023 ile Ağustos 2024 tarihleri arasında Kirmir Çayı'ndan belirlenen beş istasyondan 12 aylık süre zarfında belirli aralıklarla örnekler toplanmıştır. Örnekleme işlemleri, Ağustos 2023, Eylül 2023, Ekim 2023, Aralık 2023, Nisan 2024, Mayıs 2024, Haziran 2024, Temmuz 2024 ve Ağustos 2024 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. İstasyonlar; Özçaltı, Uruş-Güdül, İnönü Mağaraları, Yeşilöz ve Gömleksiz olarak belirlenmiştir (Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9). Çizelge 3.1'de belirlenen istasyon noktalarının koordinatları verilmiştir. Örnekleme sırasında güvenliğin sağlanabilmesi amacıyla su geçirmez tulum ve izolasyonlu eldiven giyilmiştir. Balık örneklerinin yakalanmasında Elektroşok cihazı ve balık kepçesi kullanılmıştır (Şekil 3.2). Yakalanan örnekler, balık torbalarına alınarak, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir (Şekil 3.3). Kirmir Çayı'ndan yakalanan *R. amarus* bireyinin örnekleme sonrası görünümüne Şekil 3.10'da yer verilmiştir. Sudaki pH, elektriksel iletkenlik (EC), sıcaklık, çözünmüş oksijen gibi fiziksel ve kimyasal parametreler ölçülmüştür (Şekil 3.4).



Şekil 3.2 Kirmir Çayı'nda Elektroşoker yöntemiyle balıkların yakalanması



Şekil 3.3 Kirmir Çayı'ndaki örneklerin balık torbalarına alınması



Şekil 3.4 Kirmir Çayı'ndaki fiziksel ve kimyasal su parametrelerinin ölçülmesi





Şekil 3.5 Kirmir Çayı'ndaki Özçaltı istasyonundan bir görüntü



Şekil 3.6 Kirmir Çayı'ndaki Gömleksiz istasyonundan bir görüntü



Şekil 3.7 Kirmir Çayı'ndaki İnönü Mağaraları istasyonundan bir görüntü



Şekil 3.8 Kirmir Çayı'ndaki Uruş-Güdü istasyonundan bir görüntü





Şekil 3.9 Kirmir Çayı'ndaki Yeşilöz istasyonundan bir görüntü

Çizelge 3.1 Araştırma istasyonları ve koordinatları

İstasyon Adı	İstasyon Koordinatları
Gömleksiz	40.2505° K, 32.1278° D
İnönü Mağaraları	40.219694°K, 32.244833°D
Özçaltı	40.277176° K, 32.360062° D
Yeşilöz	40.2567° K, 32.2659° D
Uruş-Güdül	40.2115° K, 32.0486° D





Şekil 3.10 Kırmir Çayı'ndan yeni yakalanan *R. amarus* bireyinin örnekleme sonrası ilk görünümü

### 3.3 Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvara getirilen balık örnekleri yapısal özelliklerinin korunabilmesi amacıyla %4 lük formaldehit içerisine alınarak sabitlenmiştir. Balık örnekleri formaldehitten arındırılmak üzere %70'lik alkol içeren kavanozlara alınmıştır (Lagler 1966). Balık örnekleri, toplama yeri, tarih ve diğer ilgili bilgilerle etiketlenip sistematik bir şekilde sınıflandırdıktan sonra, uygun sıcaklık ve nem koşullarının sağlandığı serin ve karanlık laboratuvar depolarında muhafaza edilmiştir.

#### 3.3.1 Örneklerin üzerinde yapılan işlemler

Bu araştırmada, Kırmir Çayı'ndan yakalanan toplam 681 *R. amarus* bireyi incelenmiştir. *R. amarus* bireylerinin Total boy (TB) ve Çatal boy (ÇB) değerleri 0,1 mm hassasiyetli cetvel ile yapılmış ve elde edilen değerler önceden hazırlanmış formlara kaydedilmiştir (Şekil 3.11). Balıkların ağırlıkları 0,01 g hassasiyetli Dikomsan KD-TBC 1200 marka terazi kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 3.12).

*R. amarus* türünde yaş tayini çalışmalarında pul kullanımı tercih edilmiştir. Pullar, ince uçlu penset kullanılarak lateral çizgisine yakın bölgelerden toplanmış ve yaş tayini

yapılana kadar muhafaza edilmek üzere zarflara konulmuştur (Şekil 3.13). Dış morfolojik özelliklerin cinsiyet belirlemek için yeterli olmadığı durumlarda, diseksiyon işlemi uygulanarak gonadlar incelenmiştir (Şekil 3.14). Detaylı analiz gerektiren durumlarda ise Olympus SZ51 marka stereo mikroskop altında inceleme yapılmış ve eşey tayini gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.11 *R. amarus* örneğinin total ve çatal boyunun ölçülmesi



Şekil 3.12 *R. amarus* örneğinin tartılması



Şekil 3.13 *R. amarus* örneğinden yaş tayini için pul alınması



Şekil 3.14 *R. amarus* bireylerinde eşey tayini amacıyla yapılan diseksiyon işlemi

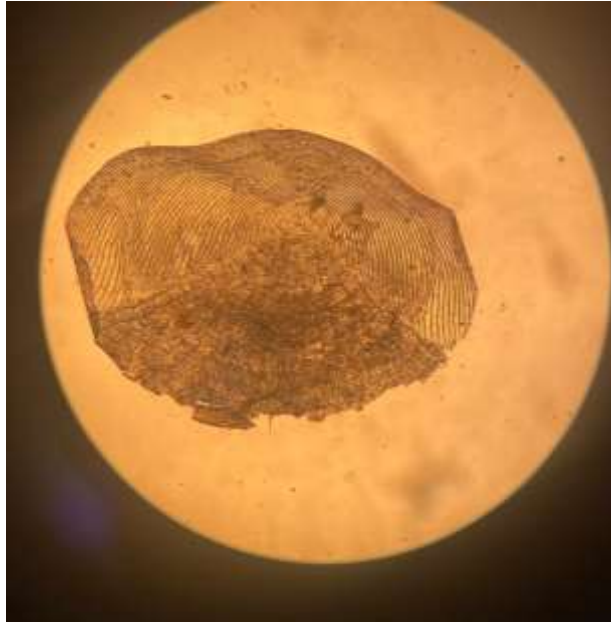
### 3.3.2 Yaş tayini

*R. amarus* örneklerinin pullarının belirgin olması ve işlemin daha pratik olması nedeniyle yaş tayini pul örnekleri alınarak yapılmıştır. Yaş tayini yapılmak üzere, her bir boy uzunluğu kategorisindeki dişi ve erkek bireyler yaşları analiz edilmek üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yaş tayini yapılmak üzere zarflarda muhafaza edilen pullar cımbız yardımıyla çıkarılıp temizlenmek üzere %4'lük NaOH 'ta 15 dakika bekletilip ardından su ile yıkanmıştır. 15 saniye %70'lik etil alkolde bekletildikten sonra tekrardan su ile

yıkanmış ve kurutma işlemi yapılmıştır (Lagler 1966). Daha sonra balık pulları enjektör iğnesi yardımıyla mikroskop altında temizlenmiştir. Temizlenen pullar balığın türü, numarası, alındığı yer ve tarih yazılı olan lamın üzerine dizilmiş ve başka bir lamla kapatılıp etrafı bantlanarak yaş tayini yapılmak için hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.15). Leica EZ4 marka stereo mikroskobu ile preparatlar incelenip balık örneklerinin yaş tayini gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.15 *R. amarus* örneklerinden alınan pullardan yaş tayini işlemi



Şekil 3.16 Mikroskop altında *R. amarus* pul örneği ile yaş tayini değerlendirilmesi

### 3.3.3 Veri analizi ve istatistiksel yöntemler

Çalışma boyunca elde edilen ağırlık, total boy, çatal boy, diseksiyon işlemi sonucunda belirlenen eşey ve pullardan yapılan yaş tayini verileri Microsoft Excel programına girilmiş; istatistiksel analizler ve grafikler bu program aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Aynı yaş grubundaki dişi ve erkek bireyler arasında boy ve ağırlık bakımından büyüme farklılıklarını, ayrıca yaş ve aylara göre Kondisyon Faktörü ilişkisini belirlemek amacıyla, SPSS programı kullanılarak Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

### 3.4 Büyüme Analizi ve Matematiksel Modeller

#### 3.4.1 Yaş-boy ilişkisi ve Von Bertalanffy büyüme modeli

*R. amarus* popülasyonunun yaş-boy ilişkisinin belirlenmesinde Von Bertalanffy büyüme modeli kullanılmıştır (Von Bertalanffy 1938).

Von Bertalanffy yaş-boy ilişkisinde kullanılan büyüme denklemi:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

$L_t$ : t yaşındaki balığın boyu (cm),

$L_\infty$ : Teorik olarak ulaşılabilecek maksimum boy (cm),

k: Büyüme katsayısı,

$t_0$ : Balığın boyunun teorik olarak sıfır olduğu yaş.

#### 3.4.2 Yaş-ağırlık ilişkisi ve Von Bertalanffy büyüme modeli

*R. amarus* popülasyonunun yaş-ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde de Von Bertalanffy büyüme modeli kullanılmıştır (Von Bertalanffy 1938).

Von Bertalanffy yaş-ağırlık ilişkisinde kullanılan büyüme denklemi:

$$W_t = W_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$$

$W_t$  : t yaşındaki balığın ağırlığı (g)

$W_\infty$ : Teorik olarak ulaşılabilecek maksimum ağırlık (g)

k: Büyüme katsayısı,

$t_0$ : Balığın ağırlığının teorik olarak sıfır olduğu yaş

$b$ : Ağırlığın boy ile olan ilişkisinin bir parametresi.

### 3.4.3 Boy-ağırlık ilişkisi

*R. amarus* popülasyonunda boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde Lagler yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin denklem eşitliği aşağıda verilmiştir (Lagler 1966).

$$W = a.L^b$$

W: Balık ağırlığı (g),

a ve b: Regresyon sabitleri,

a: Boy-ağırlık ilişkisini belirleyen eğrinin y eksenini kestiği noktayı,

b: Boy-ağırlık ilişkisini belirleyen eğrinin eğimini ifade etmektedir.

### 3.4.4 Kondisyon faktörü

$$K = (W/L^3) \times 100$$

W: Balığın ağırlığı (g)

L: Balığın boyu (total ve çatal boy) (cm) (Schreck ve Moyle 2000)

### 3.4.5 Oransal büyüme

Oransal boy artışı;

$OL = (L_t - L_{t-1}) / (L_{t-1})$  denklemi kullanılarak hesaplanmıştır (Von Bertalanffy 1938).

OL: Oransal boy artışı

$L_t$ : t anındaki boy değeri

$L_{t-1}$ : t-1 anındaki boy değerini ifade etmektedir.

Oransal ağırlık artışı;

$OW = (W_t - W_{t-1}) / (W_{t-1})$  denklemi kullanılarak hesaplanmıştır.

OW: Oransal ağırlık artışı,

$W_t$ : t anındaki ağırlık değerini,

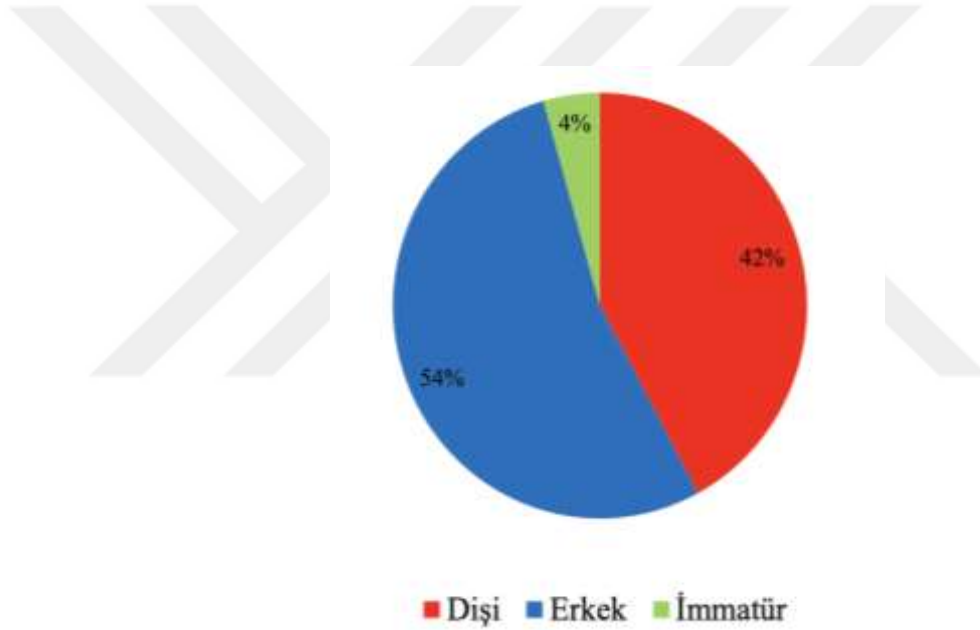
$W_{t-1}$ : t-1 anındaki ağırlık değerlerini ifade etmektedir.



## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1 Eşey Dağılımı

Kirmir Çayı'ndan Ağustos 2023-Ağustos 2024 tarihleri arasında yakalanan 681 *R. amarus* örneğinin eşey dağılımı Şekil 4.1'de verilmiştir. Örneklerin 651'i eşeyssel olarak olgunlaşmış, 30'u ise immatür (eşeyssel olarak olgunlaşmamış) bireylerden oluşmaktadır. Olgunlaşmış bireylerin 364'ü (%54) erkek, 287'si (%42) dişi olarak belirlenmiştir. Eşeyssel bakımdan olgunlaşmamış birey sayısı (İmmatür) ise 30'dur ve popülasyonun %4'ünü oluşturmaktadır.



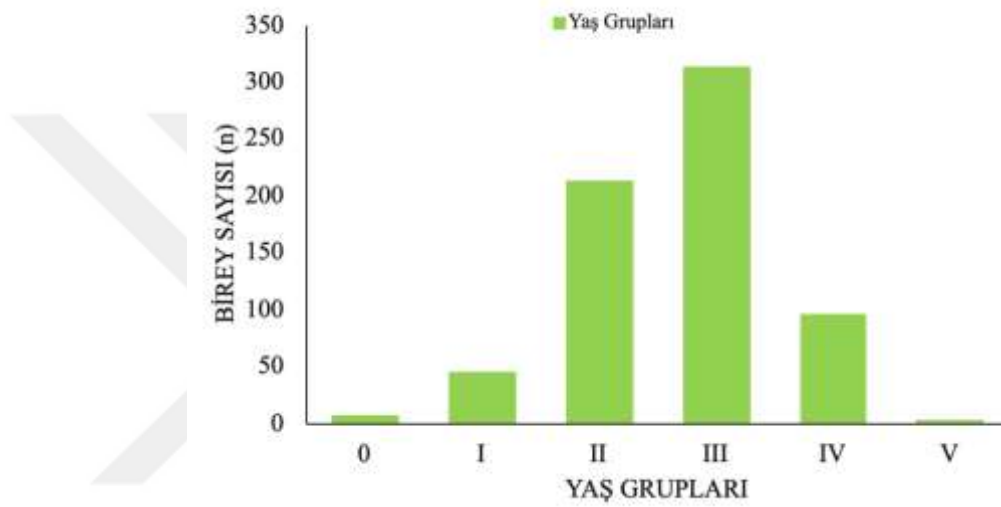
Şekil 4.1 *R. amarus* popülasyonu genelinde eşey kompozisyonu

### 4.2 Yaş Dağılımı

Kirmir Çayı'ndan yakalanan 681 *R. amarus* bireylerinin yaşları 0 – V yaş grupları arasında değişim göstermektedir. Popülasyon genelinde yaş dağılım grafiği Şekil 4.2'de verilmiş olup, 0 ve 0<sup>+</sup> yaş grubundaki örnekler 0. yaş grubu, 1 ve 1<sup>+</sup> yaş grubundaki örnekler I. yaş grubu, 2 ve 2<sup>+</sup> yaş grubundaki örnekler II. yaş grubu, 3 ve 3<sup>+</sup> yaş grubundaki örnekler III. yaş grubu, 4 ve 4<sup>+</sup> yaş grubundaki örnekler IV. yaş grubu, 5 ve 5<sup>+</sup> yaş grubundaki örnekler V. yaş grubu içerisinde değerlendirilmiştir. Eşeyi

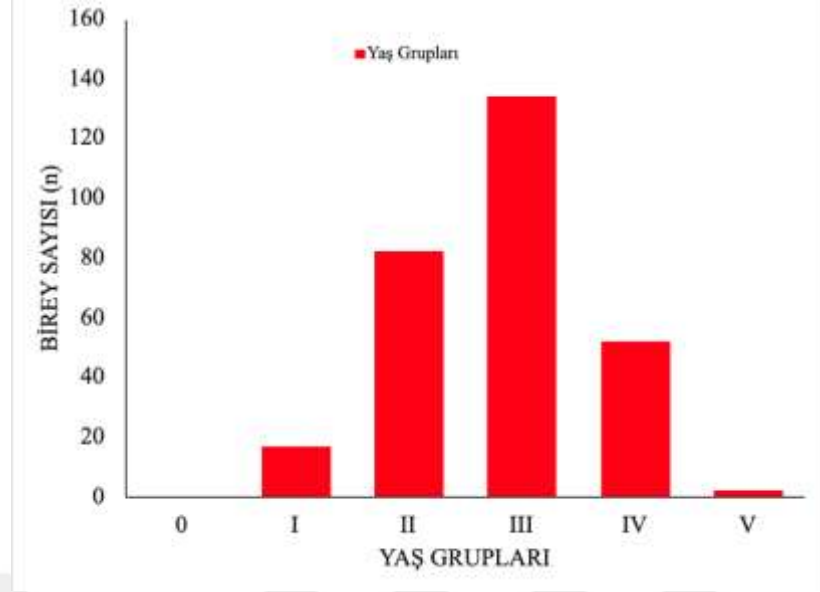


belirlenemeyen bireyler yalnızca popülasyon genelinde analiz edilmiş, eşeyssel analizlerde ise immatür bireylerin verileri değerlendirmeye dahil edilmemiştir. *R. amarus* örneklerinin yaş dağılımı incelendiğinde, en fazla bireyin III. yaş grubunda yer aldığı görülmektedir ve bu grup popülasyonun %46,1'ini oluşturmaktadır. Popülasyonda en az bireye sahip yaş grubu, toplam bireylerin %0,59'unu oluşturan V. yaş grubudur. Diğer yaş gruplarının popülasyon içindeki oranları ise sırasıyla; 0. yaş grubu %1,03, I. yaş grubu %6,76, II. yaş grubu %31,3 ve IV. yaş grubu %14,25 olarak tespit edilmiştir.

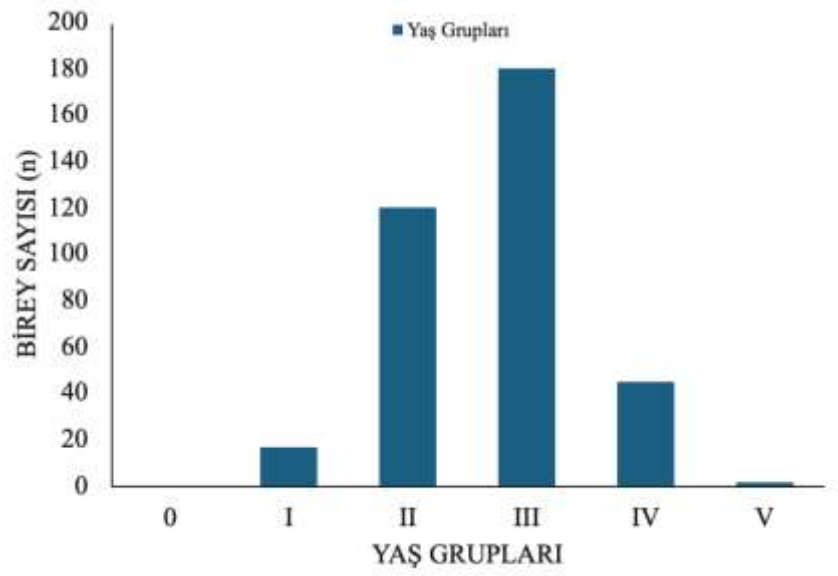


Şekil 4.2 *R. amarus* popülasyonu genelinde yaş dağılımı

Dişi ve erkek *R. amarus* bireylerinde yapılan analiz sonucunda, İmmatür bireyler değerlendirilmeye alınmadığı için, 0. yaş grubundaki bireylerin tamamı immatür olduğundan, bu yaş grubunda herhangi bir olgun birey bulunmamaktadır. Yaş dağılımı grafiklerinde, dişi (Şekil 4.3) ve erkek (Şekil 4.4) bireylerin oranları, I. ve V. yaş gruplarında birbirine oldukça yakındır. *R. amarus* erkek bireylerinin oranı, II. ve III. yaş gruplarında dişi bireylerden daha yüksektir. IV. yaş grubunda ise dişi bireylerin oranı, erkek bireylerden daha yüksektir.



Şekil 4.3 *R. amarus* dişi bireylerinde yaş dağılımı

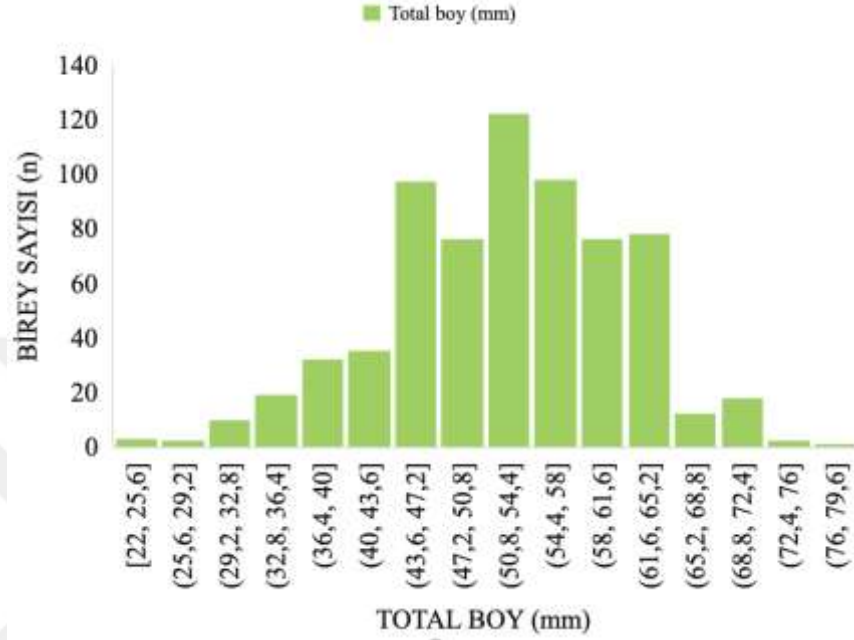


Şekil 4.4 *R. amarus* erkek bireylerinde yaş dağılımı

### 4.3 Boy Dağılımı

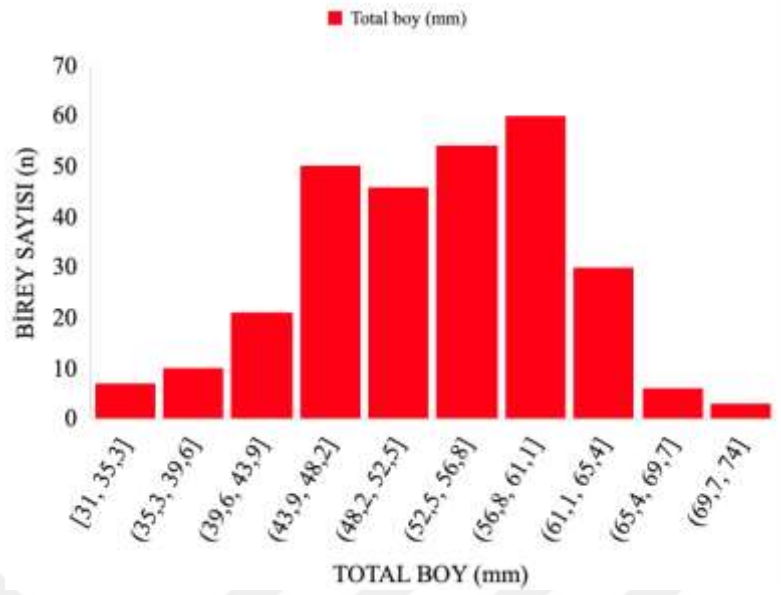
Kirmir Çayı'ndan toplanan *R. amarus* örneklerinin total boyu 22 ile 77 mm arasında değişmektedir. En düşük total boya sahip birey, Haziran 2024'te toplanmış, 0 yaşında ve 22 mm boyundadır. En yüksek total boya sahip birey ise Mayıs 2024'te toplanmış, 5 yaşında ve 77 mm boyundadır. İncelenen örneklerin %40,4'ü 22–51 mm aralığında,

%59,6'sı ise 51–80 mm aralığında yer almaktadır. Örneklerin %49,93'ü 53 mm'nin altında, %50,07'si ise 53 mm'nin üzerinde boy uzunluğuna sahiptir. Şekil 4.5'te *R. amarus* popülasyonuna ait boy dağılımı grafiği sunulmuştur.



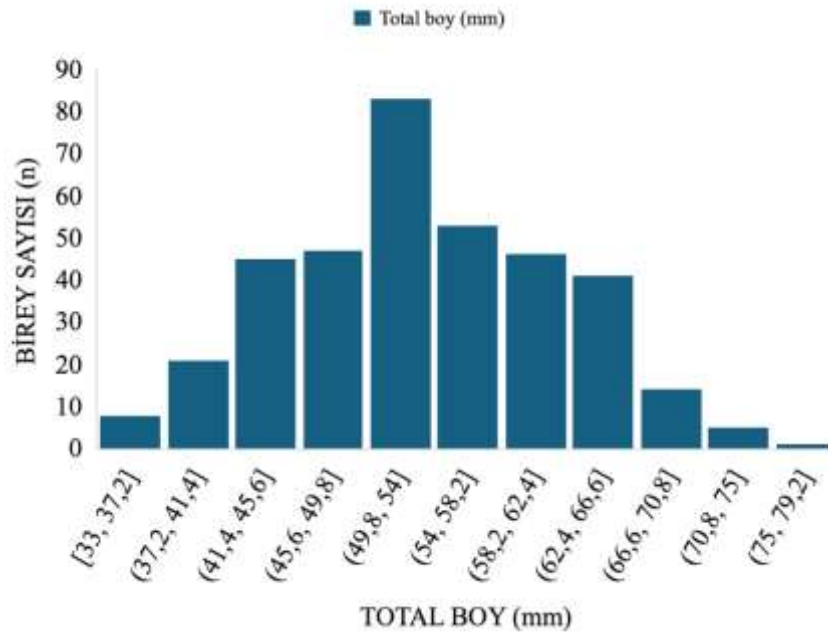
Şekil 4.5 *R. amarus* popülasyonu genelinde boy dağılımı

*R. amarus* dişi bireylerinin boy dağılımı 31–74 mm arasında değişmektedir. En düşük total boya sahip dişi bireyler, Ekim 2023 ve Haziran 2024 tarihlerinde yakalanmış, 1 yaşında ve 31 mm boyundadır. En yüksek total boya sahip dişi birey ise Ekim 2023'te yakalanmış, 5 yaşında ve 73 mm boyundadır. Dişi bireylerin %20,91'i 57–61 mm boy aralığında yer almaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 *R. amarus* dişi bireylerinde boy dağılımı

*R. amarus* erkek bireylerinin boy dağılımı 33–79 mm aralığında değişim göstermektedir. En küçük total boya sahip erkek birey, Ağustos 2023 tarihinde yakalanmış, 1 yaşında ve 33 mm boyundadır. En büyük total boya sahip erkek birey ise Mayıs 2024 tarihinde yakalanmış, 5 yaşında ve 77 mm boya sahiptir. Erkek bireylerin %12,19'u 49,8–54 mm boy aralığında yer almaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 *R. amarus* erkek bireylerinde boy dağılımı

#### 4.4 Total ve Çatal Boy İlişkisi

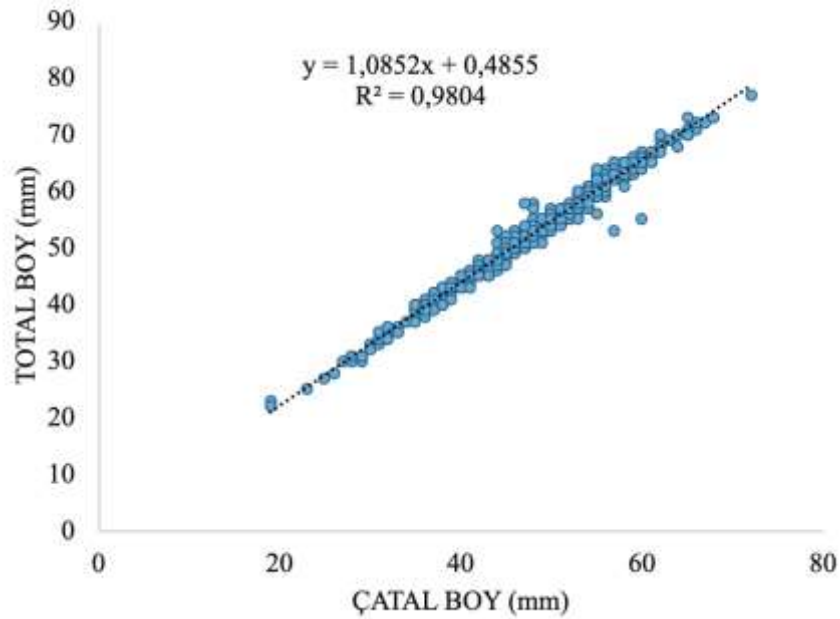
Kirmir Çayı'ndan yakalanan *R. amarus* örneklerinin Total boy (TB) ile Çatal boy (ÇB) arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla bir grafik oluşturulmuştur (Şekil 4.8). Regresyon analizi yapılmış, korelasyon katsayısı (r) ve determinasyon katsayısı ( $r^2$ ) hesaplanmıştır. Bu analiz sonucunda elde edilen doğrusal regresyon denklemi aşağıda verilmiştir:

$$TB = 1,0852xÇB + 0,4855$$

$$R^2 = 0,9804$$

$$R \approx 0,9902$$

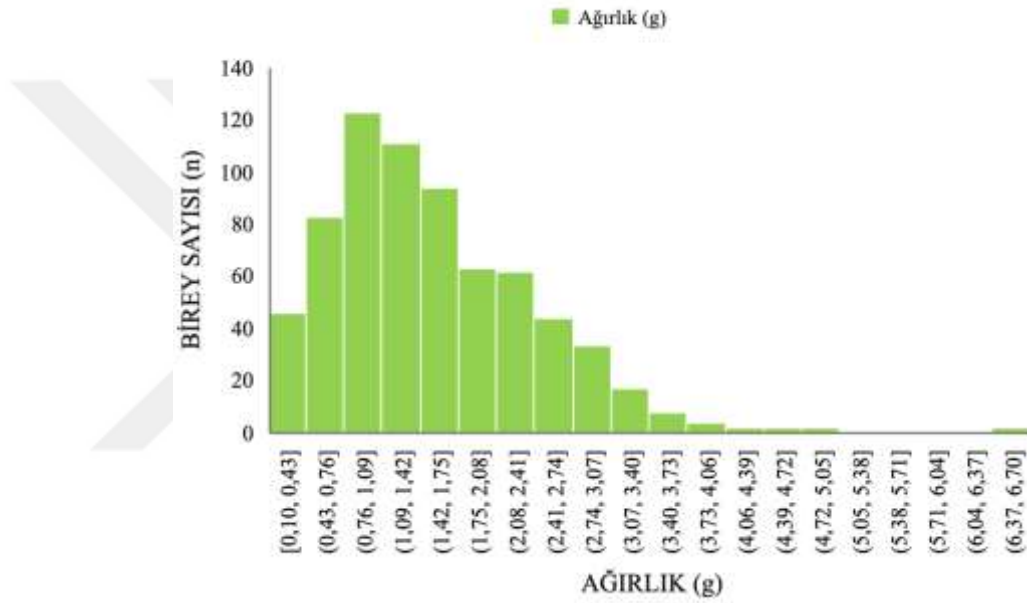
Regresyon denklemindeki analiz sonuçlarına göre TB ve ÇB arasında güçlü ve pozitif yönlü doğrusal bir ilişki vardır.



Şekil 4.8 *R. amarus* bireylerinin boy-boy ilişkisi

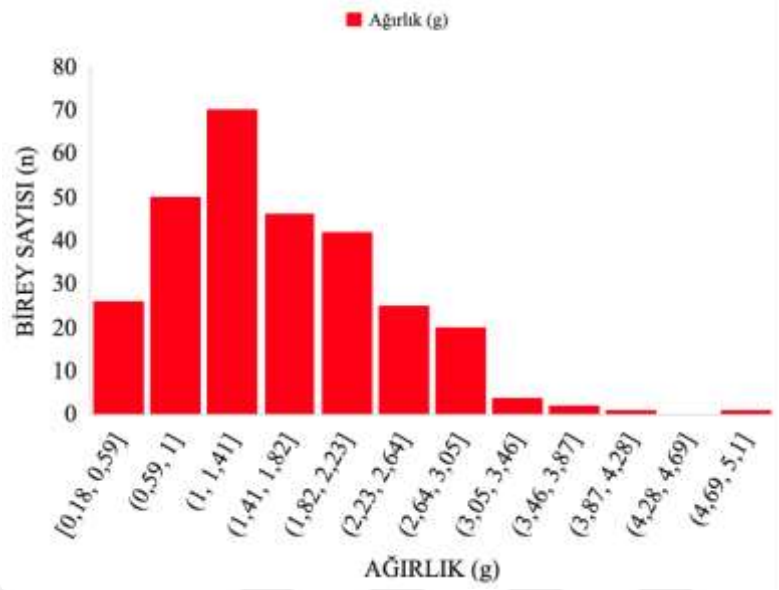
#### 4.5 Ağırlık Dağılımı

Toplanan *R. amarus* bireylerinin ağırlık dağılımı 0,1–6,4 gram arasında değişiklik göstermektedir. En düşük ağırlığa sahip birey, Haziran 2024 tarihinde yakalanmış, 0 yaşında ve 0,1 gram ağırlığındadır. En yüksek ağırlığa sahip birey ise Mayıs 2024 tarihinde yakalanmış, 5 yaşında ve 6,4 gram ağırlığındadır. Kırmır Çayı'nda yakalanan *R. amarus* bireylerinin %50,15'i 1,38 gram ve altında, %49,78'i ise 1,38 gramın üzerindedir (Şekil 4.9).



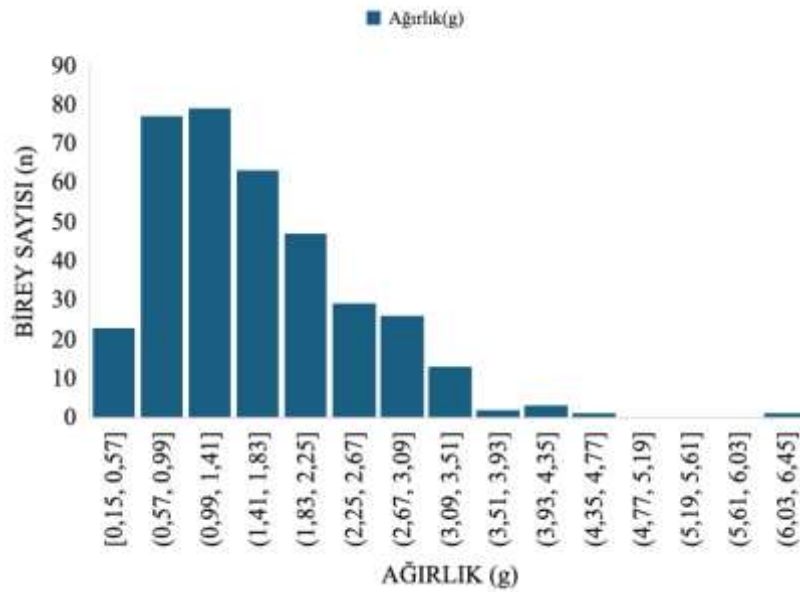
Şekil 4.9 *R. amarus* popülasyonu genelinde ağırlık dağılımı

*R. amarus* dişi bireylerinin ağırlık dağılımı ise 0,18-5,1 arasında değişmektedir. En düşük ağırlığa sahip dişi birey, Haziran 2024 tarihinde yakalanmış, 0,18 gram ve 1 yaşındadır. En yüksek ağırlığa sahip dişi birey ise Ekim 2023 tarihinde yakalanmış, 4,77 gram ve 5 yaşındadır. *R. amarus* dişi bireylerinin %50,52'si 1,4 gramın altında, %49,48'i ise 1,4 gramın üzerindedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 *R. amarus* dişi bireylerinde ağırlık dağılımı

*R. amarus* erkek bireylerinin ağırlık dağılımı 0,15-6,45 aralığında değişmektedir. En düşük ağırlığa sahip erkek birey, Aralık 2023 tarihinde yakalanmış, 0,15 gram ağırlığında ve 1 yaşındadır. En yüksek ağırlığa sahip erkek birey ise Mayıs 2024 tarihinde yakalanmış, 6,4 gram ağırlığında ve 5 yaşındadır. *R. amarus* erkek bireylerinin %50,27'si 1,44 gramın altında, %49,73'ü ise 1,44 gram ve üzerindedir (Şekil 4.11).



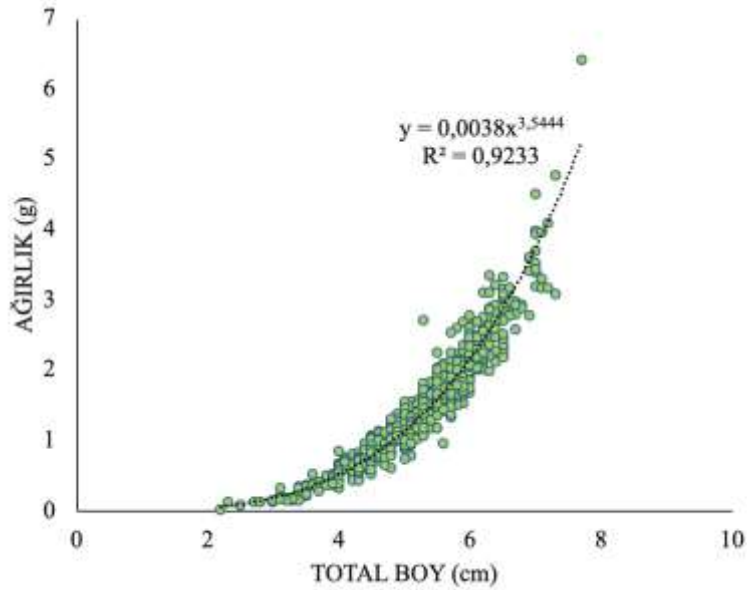
Şekil 4.11 *R. amarus* erkek bireylerinde ağırlık dağılımı

#### 4.6 Boy-Ağırlık İlişkisi

Kırmır Çayı'ndan yakalanan *R. amarus* örneklerinin popülasyon genelinde, dişi ve erkek bireyler olarak boy-ağırlık ilişki grafikleri Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14'te verilmiştir. Boy ağırlık ilişki eşitlikleri ise tüm bireyler, dişi ve erkek bireyler olarak Lagler yöntemi denklemiyle ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tüm bireyler, dişi ve erkek bireyler olarak hesaplanan boy- ağırlık ilişkisi denklemi sonuçlarına göre büyüme katsayısı olan “b” değeri hepsinde 3'ten büyük olması nedeniyle pozitif allometrik büyüme göstermektedir (Çizelge 4.1).

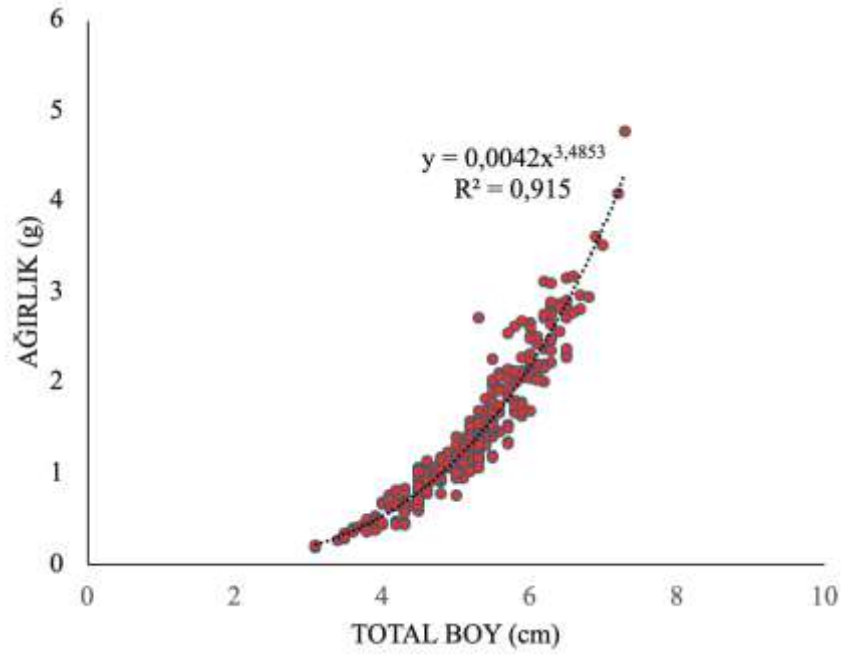
Çizelge 4.1 *R. amarus* boy-ağırlık ilişkisi parametreleri

Eşeyler	Boy-ağırlık ilişkisi	Büyüme katsayısı	R <sup>2</sup>
Tüm Bireyler	$W = 0,0038xTB^{3,5444}$	b= 3,5444	R <sup>2</sup> =0,9233
Dişiler	$W = 0,0042xTB^{3,4853}$	b= 3,4853	R <sup>2</sup> =0,915
Erkekler	$W = 0,0048xTB^{3,4024}$	b= 3,4024	R <sup>2</sup> =0,9188

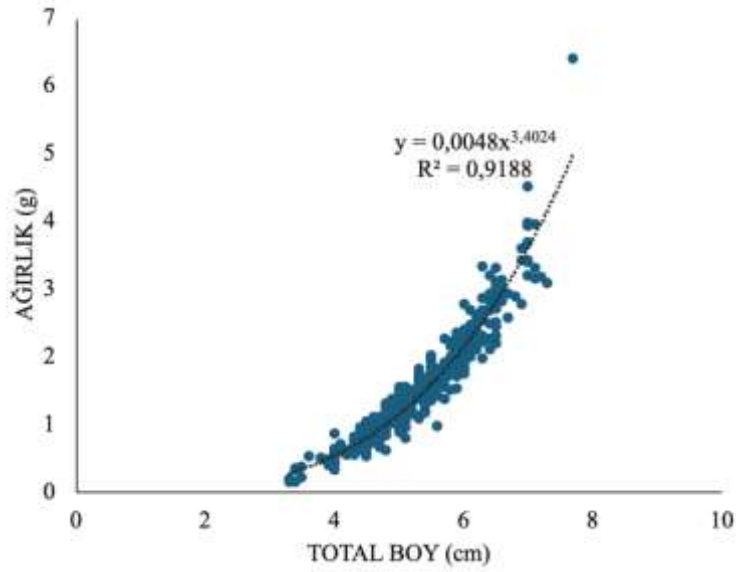


Şekil 4.12 *R. amarus* popülasyonu genelinde boy-ağırlık ilişkisi





Şekil 4.13 *R. amarus* dişi bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi



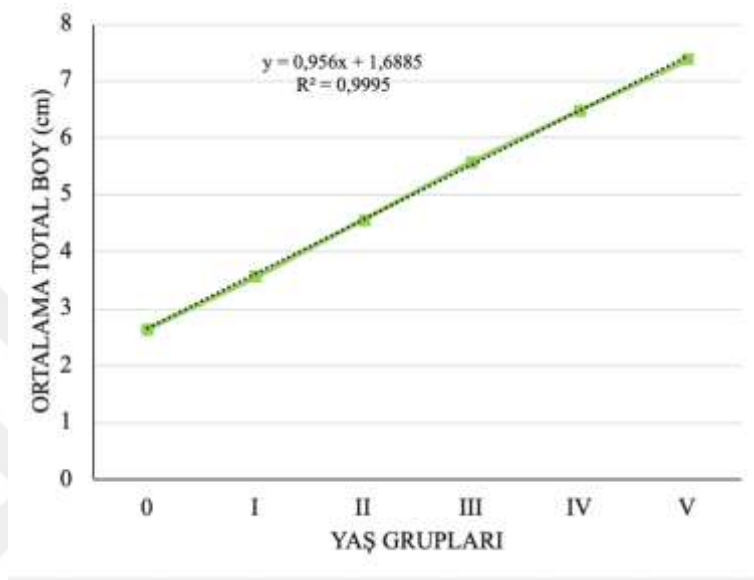
Şekil 4.14 *R. amarus* erkek bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi

## 4.7 Büyüme

### 4.7.1 *R. amarus* bireylerinde boy olarak büyüme

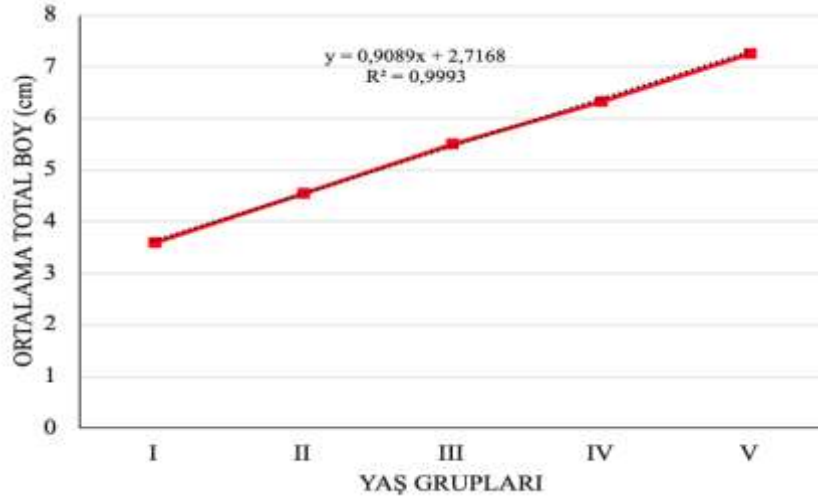
*R. amarus* bireylerinde popülasyon genelinde yapılan incelemelerde boy dağılımı, 26,43 mm ile 73,75 mm arasında değişmektedir. En küçük ortalama total boya sahip bireyler 0.

yaş grubunda yer almakta ve bu grubun ortalama boyu 26,43 mm'dir. En büyük ortalama total boya sahip bireyler ise V. yaş grubunda yer almakta ve bu grubun ortalama boyu 73,75 mm'dir. I. yaş grubunun ortalama total boyu 35,61 mm, II. yaş grubunun ortalama boyu 45,63 mm, III. yaş grubunun ortalama boyu 55,76 mm ve IV. yaş grubunun ortalama boyu ise 64,90 mm'dir (Şekil 4.15).



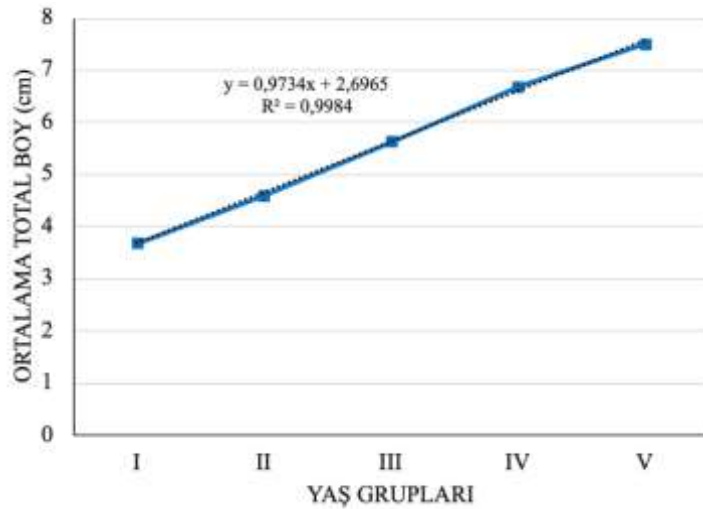
Şekil 4.15 *R. amarus* popülasyonu genelinde yaşlara göre ortalama total boy dağılımı

*R. amarus* dişi bireylerinde ortalama total boy değerleri 35,94 mm ile 72,50 mm arasında değişmektedir. En küçük ortalama total boya sahip bireyler I. yaş grubunda yer almakta, bu grubun ortalaması 35,94 mm'dir. En büyük ortalama total boya sahip bireyler ise V. yaş grubunda gözlenmiş, bu grubun ortalaması 72,50 mm'dir. II. yaş grubunun ortalama total boyu 45,46 mm, III. yaş grubunun ortalama total boyu 55,03 mm, IV. yaş grubunun ise 63,23 mm'dir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 *R. amarus* dişi bireylerinde yaşlara göre ortalama total boy dağılımı

*R. amarus* erkek bireylerinde ortalama total boy 36,76 mm ile 75 mm arasında değişmektedir. En küçük ortalama total boya sahip bireyler I. yaş grubunda yer almakta olup, bu grubun ortalaması 36,76 mm'dir. En büyük ortalama total boya sahip bireyler ise V. yaş grubunda gözlenmiş olup, bu grubun ortalaması 75 mm'dir. II. yaş grubunun ortalama total boyu 45,95 mm, III. yaş grubunun ortalama total boyu 56,30 mm, IV. yaş grubunun ise 66,82 mm'dir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 *R. amarus* erkek bireylerinde yaşlara göre ortalama total boy dağılımı

*R. amarus*'un tüm bireylerinde, dişi ve erkek bireyleri için Von Bertalanffy büyüme denkleminin parametreleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Erkek bireylerde asimptotik boy ( $L_{\infty}$ )

değerinin dişilere göre daha yüksek, dişi bireylerde ise büyüme katsayısı (k) değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 *R. amarus*'un tüm bireylerinde, dişi ve erkek bireyleri için Von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri

Birey Grubu	$L_{\infty}$ (mm)	$k$	$t_0$	Von Bertalanffy Büyüme Modeli
Tüm Bireyler	77	0,33706	-1,06951	$L_t = 77$ $[1 - e^{-0,33706(t+1,06951)}]$
Dişiler	73	0,45753	-0,37497	$L_t = 73$ $[1 - e^{-0,45753(t+0,37497)}]$
Erkekler	77	0,43707	-0,35911	$L_t = 77$ $[1 - e^{-0,43707(t+0,35911)}]$

Çizelge 4.3'te *R. amarus* bireyelerine ait her yaş grubunda ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum total boy değerleri sunulmuştur. Yaş grupları arasında bireylerin ortalama total boylarında istatistiksel olarak anlamlı farklar belirlenmiştir. Özellikle 0 yaş grubunun ortalama boyu, diğer yaş gruplarına kıyasla anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. I. ve II. yaş gruplarında cinsiyetler arasında anlamlı bir fark gözlenmezken, III. ve IV. yaş gruplarında erkek bireylerin boy ortalamalarının dişilere göre anlamlı şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak yaş ilerledikçe total boyda istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi gözlenmiştir. Benzer şekilde, Çizelge 4.4'te *R. amarus* bireyelerine ait çatal boy değerleri verilmiş olup, her yaş grubunda ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler sunulmuştur. Elde edilen çatal boy sonuçları, total boy verileriyle paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.3 *R. amarus* bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyete bağlı ortalama total boylarının istatistiksel verileri

<b>ORTALAMA TOTAL BOY (mm)</b>				
<b>Yaş Grubu</b>	<b>Birey Grubu</b>	<b>Birey Sayısı (N)</b>	<b>ORT ± SS (Min.-Maks.)</b>	<b>p- değeri</b>
<b>0</b>	<b>Tüm Bireyler</b>	7	26,43 ± 3,2 (22-30)	P<0,05 Önemli
<b>I</b>	<b>Dişi</b>	17	35,94 ± 2,9 (31-39)	p>0,05
	<b>Erkek</b>	17	36,76 ± 2,6 (33-40)	Önemsiz
	<b>Tüm Bireyler</b>	34	35,61 ± 2,98 (33-40)	P<0,05 Önemli
<b>II</b>	<b>Dişi</b>	82	45,46 ± 2,7 (40-50)	p>0,05
	<b>Erkek</b>	120	45,95 ± 2,9 (40-50)	Önemsiz
	<b>Tüm Bireyler</b>	202	45,63 ± 2,8 (40-50)	P<0,05 Önemli
<b>III</b>	<b>Dişi</b>	134	55,03 ± 3,0 (50-60)	P<0,05
	<b>Erkek</b>	180	56,3 ± 4,02 (50-64)	Önemli
	<b>Tüm Bireyler</b>	314	55,76 ± 3,7 (50-64)	P<0,05 Önemli
<b>IV</b>	<b>Dişi</b>	52	63,23 ± 2,3 (60-70)	P<0,05
	<b>Erkek</b>	45	66,82 ± 2,5 (64-72)	Önemli
	<b>Tüm Bireyler</b>	97	64,90 ± 3,02 (60-72)	P<0,05 Önemli
<b>V</b>	<b>Dişi</b>	2	72,5 ± 0,7 (72-73)	p>0,05
	<b>Erkek</b>	2	75 ± 2,8 (73-77)	Önemsiz
	<b>Tüm Bireyler</b>	4	73,75 ± 2,2 (72-77)	P<0,05 Önemli

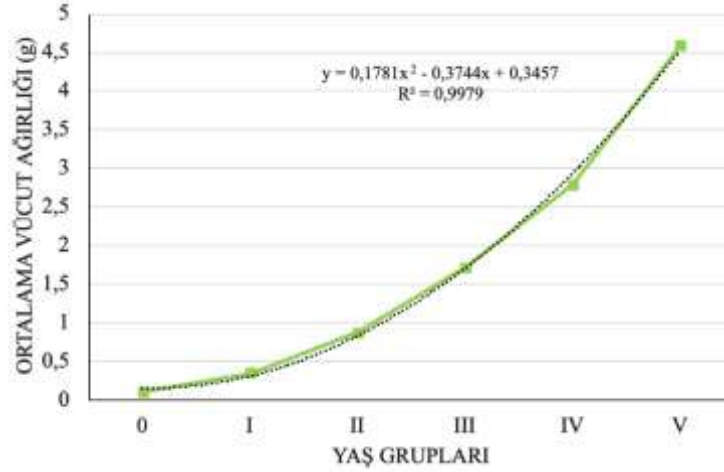
Çizelge 4.4 *R. amarus* bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyete bağlı ortalama çatal boylarının istatistiksel verileri

<b>ORTALAMA ÇATAL BOY (mm)</b>				
<b>Yaş Grubu</b>	<b>Birey Grubu</b>	<b>Birey Sayısı</b>	<b>ORT ± SS (EK-EB)</b>	<b>p- değeri</b>
<b>0</b>	<b>Tüm Bireyler</b>	7	23,86 ± 3,40 (19-28)	p<0,05 Önemli
<b>I</b>	<b>Dişi</b>	17	33,18 ± 2,64 (28- 37)	p>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	17	33,59 ± 2,09 (30-36)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	34	32,74 ± 2,62 (28-37)	p<0,05 Önemli
<b>II</b>	<b>Dişi</b>	82	41,70 ± 2,67 (36-47)	p>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	120	42,1 ± 2,79 (35,46)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	202	41,85 ± 2,75 (35-47)	p<0,05 Önemli
<b>III</b>	<b>Dişi</b>	134	50,06 ± 3,21 (44-57)	p<0,05 Önemli
	<b>Erkek</b>	180	51,27 ± 3,80 (44-59)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	314	50,75 ± 3,61 (44-59)	p<0,05 Önemli
<b>IV</b>	<b>Dişi</b>	52	57,44 ± 2,36 (54-65)	p<0,05 Önemli
	<b>Erkek</b>	45	61,22 ± 2,56 (57-66)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	97	59,20 ± 3,09 (54-66)	p<0,05 Önemli
<b>V</b>	<b>Dişi</b>	2	66 ± 1 (65-67)	p>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	2	70 ± 2 (68-72)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	4	68 ± 2,55 (65-72)	p<0,05 Önemli

#### 4.7.2 *R. amarus* bireylerinde ağırlık olarak büyüme

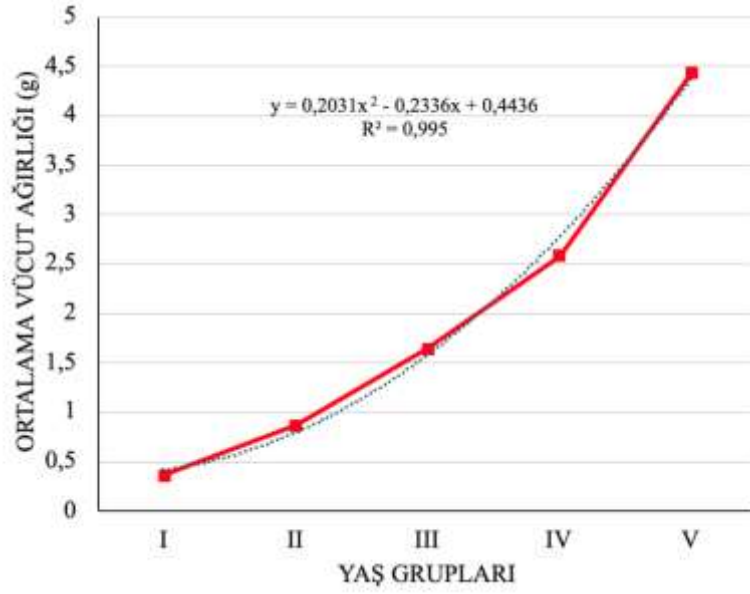
*R. amarus* popülasyonu genelinde yapılan analiz sonucunda, ortalama vücut ağırlıkları 0,11 g ile 4,59 g arasında değişiklik göstermektedir. En küçük ortalama vücut ağırlığına

sahip bireyler 0. yaş grubunda yer almakta, bu grubun ortalaması 0,11 g'dır. En büyük ortalama vücut ağırlığına sahip bireyler ise V. yaş grubunda yer almakta, bu grubun ortalaması 4,59 g'dır. I. yaş grubunun ağırlık ortalaması 0,35 g, II. yaş grubunun 0,87 g, III. yaş grubunun 1,72 g, IV. yaş grubunun ise 2,79 g'dır (Şekil 4.18).



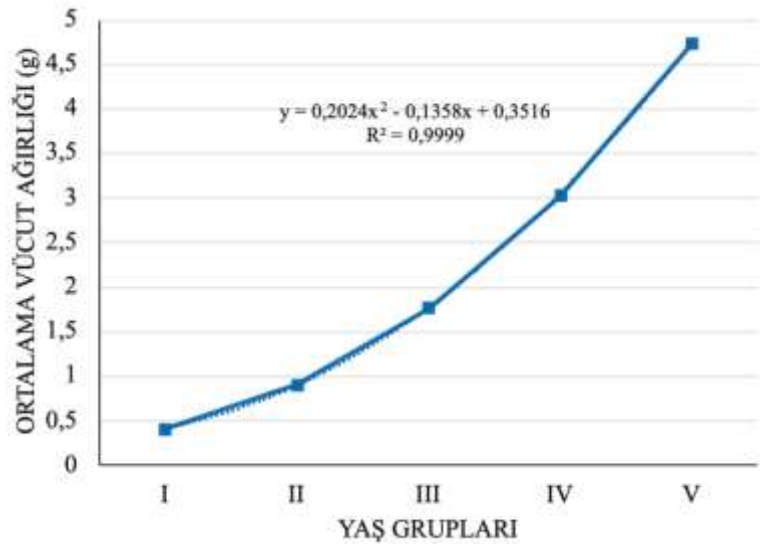
Şekil 4.18 *R. amarus* popülasyonu genelinde yaşlara göre ortalama vücut ağırlığı dağılımı

*R. amarus* dişi bireylerinde ortalama vücut ağırlığı değerleri 0,36 g ile 4,43 g arasında değişiklik göstermektedir. En küçük vücut ağırlığına sahip bireyler I. yaş grubunda yer almakta, bu grubun ortalaması 0,36 g'dır. En büyük ortalama vücut ağırlığına sahip birey ise V. yaş grubunda yer almakta, bu grubun ortalaması 4,43 g'dır. II. yaş grubu değeri 0,87 g, III. yaş grubu 1,65 g, IV. yaş grubu 2,58 g'dır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 *R. amarus* dişi bireylerinde yaşlara göre ortalama vücut ağırlığı dağılımı

*R. amarus* erkek bireylerinde ortalama vücut ağırlığı 0,41 g ile 4,74 g arasında değişiklik göstermektedir. En küçük ortalama vücut ağırlığına sahip bireyler I. yaş grubunda yer almakta, 0,41 g'dır. En büyük ortalama vücut ağırlığına sahip bireyler ise V. yaş grubunda yer almakta, 4,74 g'dır. II. yaş grubunun ortalama vücut ağırlığı 0,90 g, III. yaş grubunun 1,77 g, IV. yaş grubunun ise 2,50 g'dır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 *R. amarus* erkek bireylerinde yaşlara göre ortalama vücut ağırlığı dağılımı



Çizelge 4.5'te cinsiyetlere göre Von Bertalanffy büyüme modeli denkleminin parametreleri verilmiştir. Dişi bireylerde büyüme katsayısı (k) daha yüksek, erkek bireylerde ise asimptotik ağırlık ( $W_{\infty}$ ) değeri daha yüksektir.

Çizelge 4.5 *R. amarus* türünde tüm bireyler, dişi ve erkek bireyler için Von Bertalanffy ağırlık büyüme denklemi parametreleri

Birey Grubu	$W_{\infty}$	$k$	$t_0$	$b$	Von Bertalanffy Büyüme Modeli
Tüm Bireyler	6,4	0,38398	0	3	$W_t = 6,4 \frac{(1 - e^{-0,38398(t-0)})^3}{(1 - e^{-0,38398(t-0)})^3}$
Dişi	4,77	0,46739	0	3	$W_t = 4,77 \frac{(1 - e^{-0,46739(t-0)})^3}{(1 - e^{-0,46739(t-0)})^3}$
Erkek	6,4	0,39840	0	3	$W_t = 6,4 (1 - e^{-0,39840(t-0)})^3$

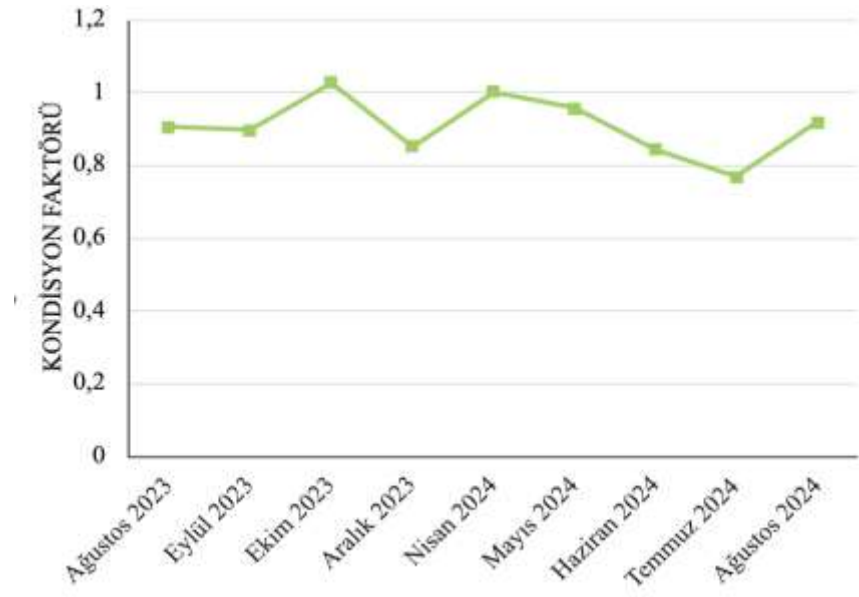
Çizelge 4.6'da *R. amarus*'un her yaş grubunda ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum ağırlık değerleri sunulmuştur. Çizelgeye göre farklı yaş gruplarındaki bireylerin ortalama ağırlıkları incelendiğinde, I, II, III, IV ve V yaş gruplarında tüm bireyler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmıştır. Cinsiyet karşılaştırmalarında ise IV. yaş grubunda dişi bireylerin ağırlığı erkeklere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Diğer yaş gruplarında ise cinsiyetler arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.6 *R. amarus* bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyete bağlı ortalama ağırlıkların istatistiksel verileri

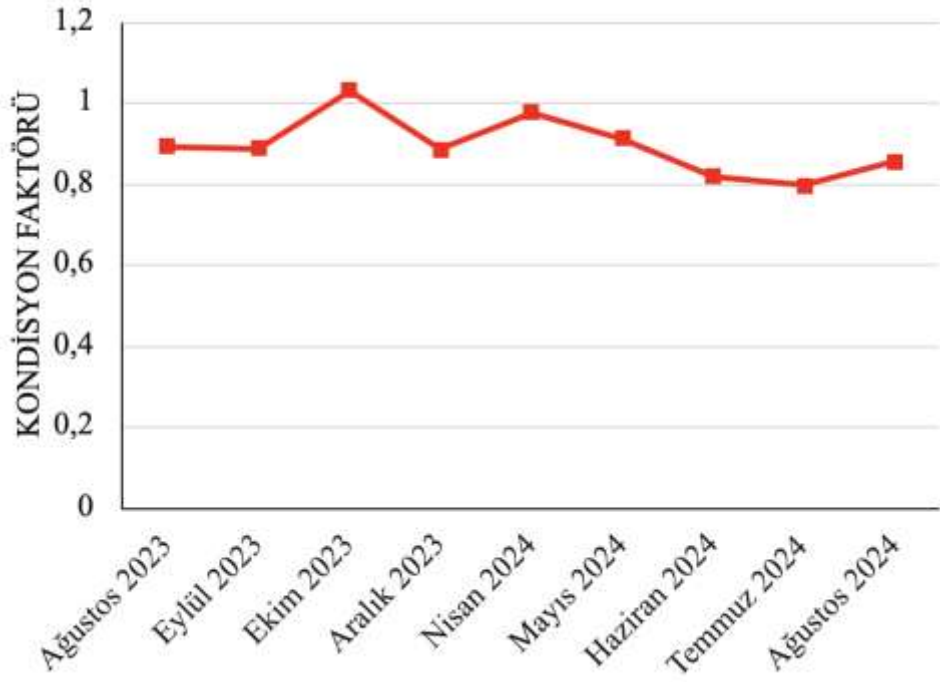
<b>ORTALAMA AĞIRLIK (g)</b>				
<b>Yaş Grubu</b>	<b>Birey Grubu</b>	<b>Birey Sayısı</b>	<b>ORT ± SS (Min.-Maks.)</b>	<b>p - değeri</b>
<b>0</b>	<b>Tüm Bireyler</b>	7	0,11 ± 0,04 (0,10-0,14)	p>0,05 Önemsiz
<b>I</b>	<b>Dişi</b>	17	0,36 ± 0,11 (0,18-0,53)	p>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	17	0,41 ± 0,18 (0,15-0,86)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	34	0,35 ± 0,1 (0,15- 0,18)	p<0,05 Önemli
<b>II</b>	<b>Dişi</b>	82	0,87 ± 0,22 (0,44-1,4)	p>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	120	0,90 ± 0,24 (0,33-1,56)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	202	0,87 ± 0,24 (0,33- 1,56)	p<0,05 Önemli
<b>III</b>	<b>Dişi</b>	134	1,65 ± 0,42 (0,94-2,72)	p>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	180	1,77 ± 0,48 (0,79-3,34)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	314	1,72 ± 0,46 (0,79-3,34)	p<0,05 Önemli
<b>IV</b>	<b>Dişi</b>	52	2,58 ± 0,38 (2,02-3,61)	p<0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	45	3,03 ± 0,49 (2,19-4,5)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	97	2,79 ± 0,49 (2,02-4,5)	p<0,05 Önemli
<b>V</b>	<b>Dişi</b>	2	4,43 ± 0,48 (4,09-4,77)	p>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	2	4,74 ± 2,35 (3,08- 6,4)	
	<b>Tüm Bireyler</b>	4	4,59 ± 1,40 (3,08-6,4)	p<0,05 Önemli

#### 4.8 Kondisyon Faktörü

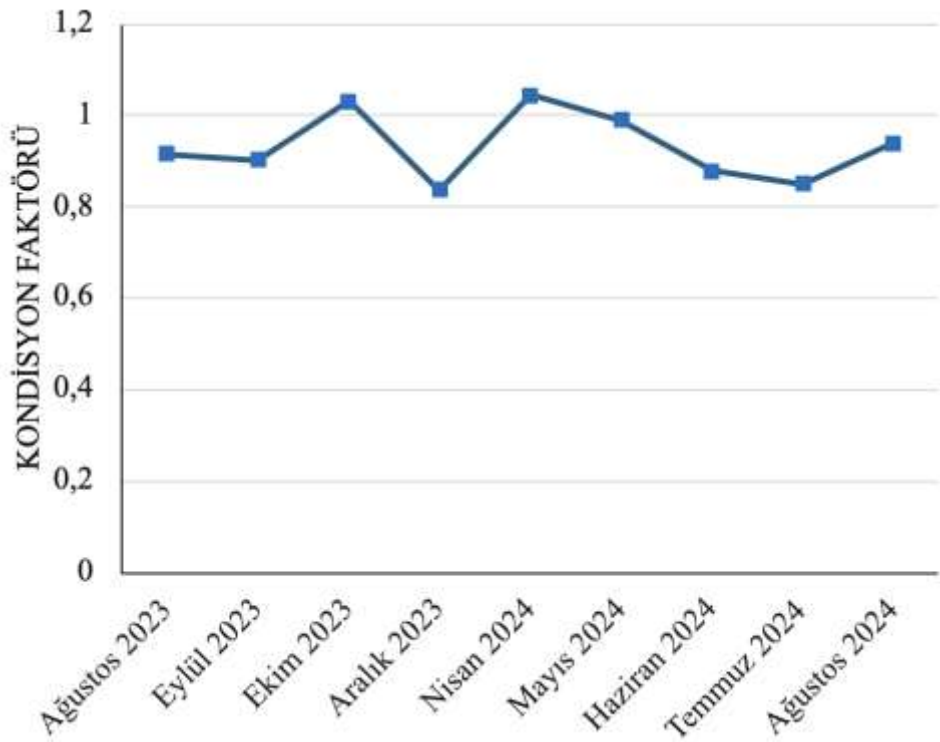
Kirmir Çayı'nda yakalanan *R. amarus* bireylerinde kondisyon faktörünün aylara göre değişimi popülasyon genelinde, dişi ve erkek olarak ayrı ayrı analiz edilmiştir. Arazi çalışmaları Ağustos 2023, Eylül 2023, Ekim 2023, Aralık 2023, Nisan 2024, Mayıs 2024, Haziran 2024, Temmuz 2024, Ağustos 2024 tarihlerinde yapılmış olup, aylara göre kondisyon faktörü hesaplamak için Ağustos 2023 verileri ile Ağustos 2024 verileri birleştirilmiştir. *R. amarus* popülasyon genelinde aylara göre kondisyon faktörü değişimi Şekil 4.21'de verilmiştir. Bu grafiğe göre en yüksek kondisyon faktörü ekim ayında görülürken, en düşük kondisyon faktörü temmuz ayında görülmektedir. *R. amarus*'un kondisyon faktörü yıl boyunca analiz yapılan aylara göre genel olarak dengeli seyretilmektedir ancak en yüksek değerlerine sonbahar ve ilkbaharda ulaşırken yaz sonunda belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. Aralık ayında yapılan ölçün sonuçlarına göre, kış ayında orta seviyede kondisyon faktörü değeri elde edilmiş ve diğer aylara göre düşüş göstermiş olmasına rağmen en düşük kondisyon faktörü yaz sonunda elde edilmiştir. Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'teki eşeylerin aylara göre kondisyon faktörü grafiklerini incelediğimizde yılın büyük çoğunluğunda erkek bireylerin dişi bireylere göre daha iyi kondisyon faktörü değerlerine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.21 *R. amarus* popülasyonu genelinde aylara göre kondisyon faktörü değişimi

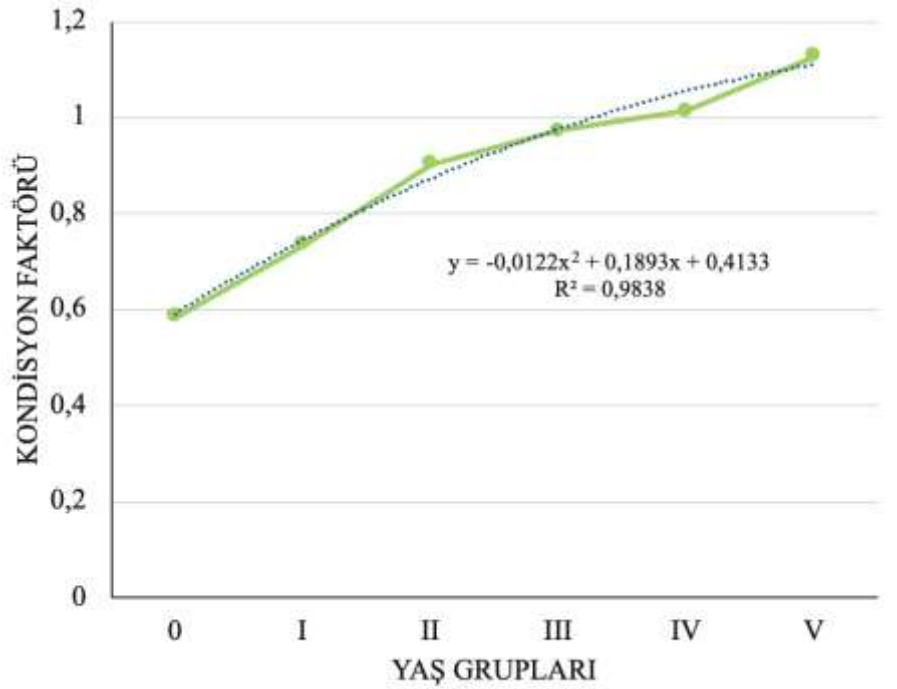


Şekil 4.22 *R. amarus* dişi bireylerinde aylara göre kondisyon faktörü değişimi



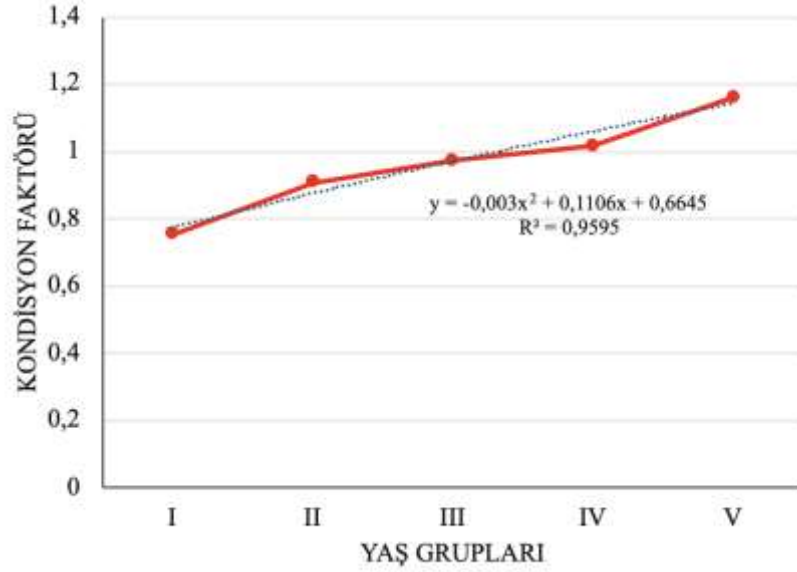
Şekil 4.23 *R. amarus* erkek bireylerinde aylara göre kondisyon faktörü değişimi

*R. amarus* popülasyonu genelinde yaşlara göre kondisyon faktörü değişimi Şekil 4.24'te verilmiştir. Kondisyon faktörü değerleri 0,59 ile 1,13 arasında değişim göstermektedir. En küçük kondisyon faktörüne sahip bireyler 0. yaş grubunda yer almakta, bu grubun kondisyon faktörü değeri 0,59'dur. En büyük kondisyon faktörüne sahip bireyler ise V. yaş grubunda yer almakta, bu grubun kondisyon faktörü değeri 1,13'tür. I. yaş grubunun kondisyon faktörü değeri 0,73, II. yaş grubunun 0,90, III. yaş grubunun 0,97, IV. yaş grubunun kondisyon faktörü değeri ise 1,01'dir. *R. amarus* popülasyonu genelinde yaşlara göre kondisyon faktörü değişimi grafiği (Şekil 4.24) ve *R. amarus* dişi ve erkek bireylerinin yaşlara göre kondisyon faktörü değişim grafiği (Şekil 4.25 ve Şekil 4.26) incelendiğinde, yaş grubu arttıkça kondisyon faktörünün arttığı gözlemlenmiştir.



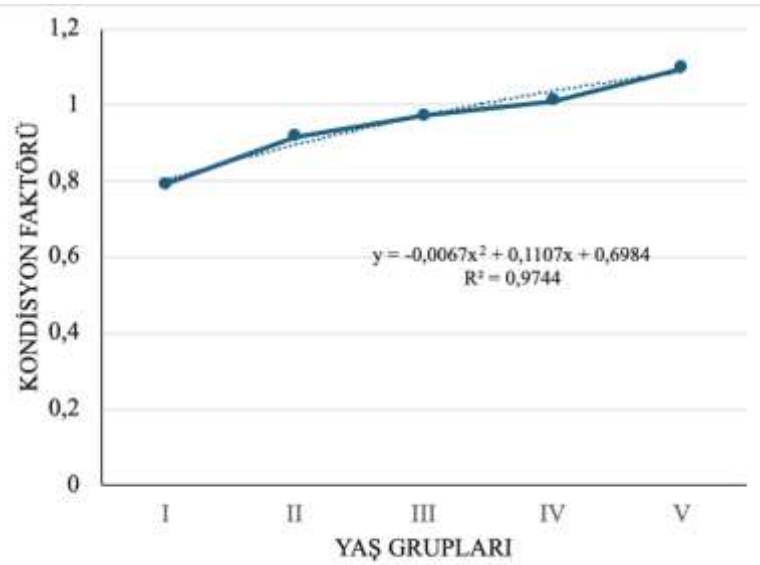
Şekil 4.24 *R. amarus* popülasyonu genelinde yaşlara göre kondisyon faktörü dağılımı

*R. amarus* dişi bireylerinde yaşlara göre kondisyon faktörü değişimi Şekil 4.25'te verilmiştir. En küçük kondisyon faktörü değerine sahip bireyler I. yaş grubunda yer almakta, ve kondisyon faktörü değeri 0,75'tir. En büyük kondisyon faktörü değerine sahip bireyler ise V. yaş grubunda yer almakta, kondisyon faktörü değeri 1,16'dır. II. yaş grubu kondisyon faktörü değeri 0,91, III. yaş grubu 0,97, IV. yaş grubu değeri ise 1,16'dır.



Şekil 4.25 *R. amarus* dişi bireylerinde yaşlara göre kondisyon faktörü dağılımı

*R. amarus* erkek bireylerinde yaşlara göre kondisyon faktörü değişimi Şekil 4.26'da verilmiştir. En küçük kondisyon faktörüne sahip bireyler I. yaş grubunda yer almakta, kondisyon faktörü değeri 0,79'dur. En büyük kondisyon faktörü değerine sahip bireyler V. yaş grubunda yer almakta, kondisyon faktörü değeri 1,10'dur. II. yaş grubunun kondisyon faktörü değeri 0,92, III. yaş grubunun 0,97, IV. yaş grubunun kondisyon faktörü ise 1,10'dur.



Şekil 4.26 *R. amarus* erkek bireylerinde yaşlara göre kondisyon faktörü dağılımı

Çizelge 4.7’de *R. amarus* bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyetler arası kondisyon faktörü karşılaştırıldığında, genel olarak dişi ve erkek bireyler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamıştır. Özellikle 0, III, IV ve V yaş gruplarında hem cinsiyetler arasında hem de tüm bireyler için değerlendirilen kondisyon farkları önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, I. ve II. yaş gruplarında tüm bireyler düzeyinde anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Ancak aynı yaş gruplarında dişi ve erkek bireyler arasında yapılan karşılaştırmalarda farklar önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.7 *R. amarus* bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyete bağlı ortalama kondisyon faktörünün istatistiksel verileri

<b>KONDİSYON FAKTÖRÜ</b>				
<b>Yaş</b>	<b>Birey Grubu</b>	<b>Birey Sayısı</b>	<b>ORT ± SS (EK-EB)</b>	<b>p-değeri</b>
<b>0</b>	<b>Tüm bireyler</b>	7	0,59 ± 0,21 (0,5 – 0,10)	P>0,05 Önemsiz
<b>I</b>	<b>Dişi</b>	17	0,75 ± 0,096 (0,6 – 0,9)	P>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	17	0,79 ± 0,24 (0,4 – 1,34)	
	<b>Tüm bireyler</b>	34	0,73 ± 0,19 (0,4- 1,34)	p<0,05 Önemli
<b>II</b>	<b>Dişi</b>	82	0,91 ± 0,15 (0,55- 1,17)	P>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	120	0,92 ± 0,15 (0,5- 1,2)	
	<b>Tüm bireyler</b>	202	0,9± 0,15 (0,5- 1,2)	p<0,05 Önemli
<b>III</b>	<b>Dişi</b>	134	0,97 ± 0,16 (0,7-1,8)	P>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	180	0,97 ± 0,13 (0,6-1,3)	
	<b>Tüm bireyler</b>	314	0,97 ± 0,14 (0,6-1,8)	P>0,05 Önemsiz

Çizelge 4.7 *R. amarus* bireylerinde yaş gruplarına göre cinsiyete bağlı ortalama kondisyon faktörünün istatistiksel verileri (devam)

<b>KONDİSYON FAKTÖRÜ</b>				
<b>IV</b>	<b>Dişi</b>	52	1,02 ± 0,1 (0,8-1,3)	P>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	45	1,01 ± 0,11 (0,8-1,3)	
	<b>Tüm bireyler</b>	97	1,01 ± 0,11 (0,8-1,3)	P>0,05 Önemsiz
<b>V</b>	<b>Dişi</b>	2	1,16 ± 0,09 1,2)	P>0,05 Önemsiz
	<b>Erkek</b>	2	1,10 ± 0,43 (0,8-1,4)	
	<b>Tüm bireyler</b>	4	1,13 ± 0,26 (0,8-1,4)	P>0,05 Önemsiz

#### 4.9 Oransal Büyüme

*R. amarus* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama total boyları (mm) ve oransal boy artışları (OL) Çizelge 4.8'de sunulmuştur. Yapılan değerlendirme sonucunda, 0. yaş grubunda 0,35 ile en yüksek oransal boy artışı gözlemlenirken, 4 yaş grubunda 0,13 ile en düşük oransal boy artışı tespit edilmiştir. Balıkların yaş ilerledikçe oransal boy artışlarının düzenli olarak azaldığı belirlenmiştir. Eşeye göre oransal boy artışı incelendiğinde 0. yaş grubunda eşey belirlenemediğinden dolayı değerler hesaplanamamıştır. İncelenen dişi ve erkek örneklerinde ise I. yaş grubunda en büyük oransal boy artışı gözlemlenirken, IV. yaş grubunda en küçük oransal boy artışı tespit edilmiştir.



Çizelge 4.8 *R. amarus* türünde tüm bireyler, dişi ve erkek bireyler için ortalama total boy ve oransal boy artışı (OL) değerleri

YAŞ	TÜM BİREYLER		DİŞİ		ERKEK	
	Ortalama total boy (mm)	Oransal boy artışı (OL)	Ortalama total boy (mm)	Oransal boy artışı (OL)	Ortalama total boy (mm)	Oransal boy artışı (OL)
0	26,43	0,35	-	-	-	-
I	35,61	0,28	35,94	0,26	36,76	0,25
II	45,63	0,22	45,46	0,21	45,95	0,23
III	55,76	0,16	55,03	0,15	56,3	0,19
IV	64,90	0,13	63,23	0,15	66,82	0,12
V	73,75	-	72,5	-	75	-

*R. amarus* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama ağırlıkları (g) ve oransal ağırlık artışları (OW) Çizelge 4.9’da verilmiştir. Tüm bireyler için oransal ağırlık artışı değerleri incelendiğinde en büyük oransal ağırlık artış değeri olan 2,18 ‘in 0 yaş grubu bireylerinde olduğu gözlemlenmiştir. En küçük oransal ağırlık artışı değeri olan 0,56’nın ise IV. yaş grubu bireylerinde olduğu gözlemlenmiştir. Eşeye göre oransal ağırlık artışı değerleri incelendiğinde, 0 yaş grubu bireylerinde eşey tespit edilemediğinden dolayı hesaplanamamıştır. En büyük oransal ağırlık artışı değeri dişi ve erkeklerde I. yaş grubunda gözlemlenirken, En küçük oransal ağırlık artışı değeri IV. Yaş grubunda gözlemlenmektedir.

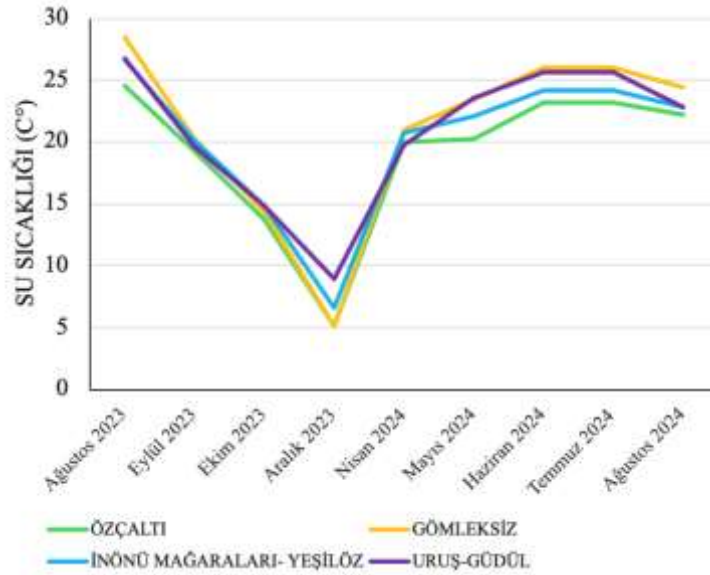
Çizelge 4.9 *R. amarus*’un tüm bireylerinde, dişi ve erkek bireyleri için ortalama ağırlık ve oransal ağırlık artışı (OW)

YAŞ	TÜM BİREYLER		DİŞİ		ERKEK	
	Ortalama ağırlık (g)	Oransal ağırlık artışı (OW)	Ortalama ağırlık (g)	Oransal ağırlık artışı (OW)	Ortalama ağırlık (g)	Oransal ağırlık artışı (OW)
0	0,11	2,18	-	-	-	-
I	0,35	1,49	0,36	1,42	0,41	1,20
II	0,87	0,98	0,87	0,90	0,9	0,97
III	1,72	0,62	1,65	0,56	1,77	0,71
IV	2,79	0,65	2,58	0,71	3,03	0,56
V	4,59	-	4,43	-	4,74	-

#### 4.10 Suyun Fiziksel ve Kimyasal Parametreleri

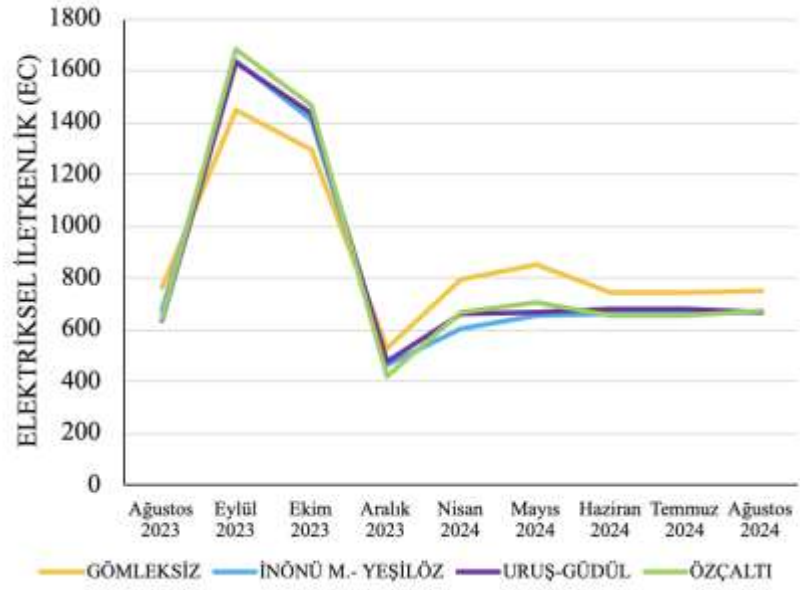
Kirmir Çayı'nın belirlenen istasyonlarındaki su kalitesini belirlemek amacıyla su örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Suyun fiziksel özelliklerinden sıcaklık ve elektriksel iletkenlik değeri ölçülmüş, suyun kimyasal özelliklerinden ise çözülmüş oksijen miktarı ve pH değeri ölçülmüştür.

**Sıcaklık (C°):** Şekil 4.27'de belirli istasyonlardan ölçülen su sıcaklık parametreleri aylara göre verilmiştir. Bu çalışmada en yüksek sıcaklık değeri Gömleksiz istasyonunda Ağustos 2023 tarihinde ölçülmüş olup değeri 28,50 C°'dir. En düşük sıcaklık değeri ise Gömleksiz istasyonunda Aralık 2023 tarihinde ölçülmüş olup değeri 5,20 C°'dir.



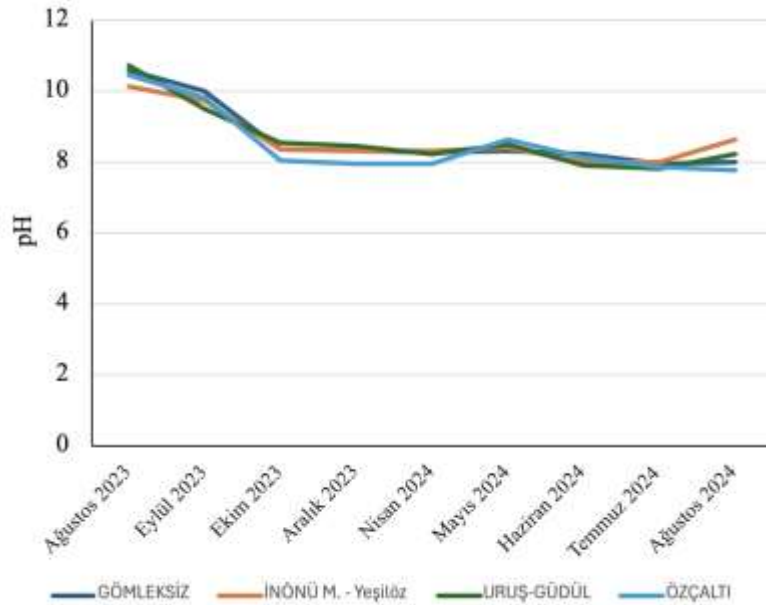
Şekil 4.27 Belirli istasyonlardan ölçülen aylara göre su sıcaklık parametreleri

**EC (Elektriksel iletkenlik):** Şekil 4.28'de belirli istasyonlardan ölçülen elektriksel iletkenlik parametreleri aylara göre verilmiştir. En düşük elektriksel iletkenlik Özçaltı istasyonunda Aralık 2023 tarihinde ölçülmüş olup değeri 423 $\mu$ S/cm'dir. En yüksek elektriksel iletkenlik ise Özçaltı istasyonunda Eylül 2023 tarihinde ölçülmüş olup değeri 1683  $\mu$ S/cm'dir.



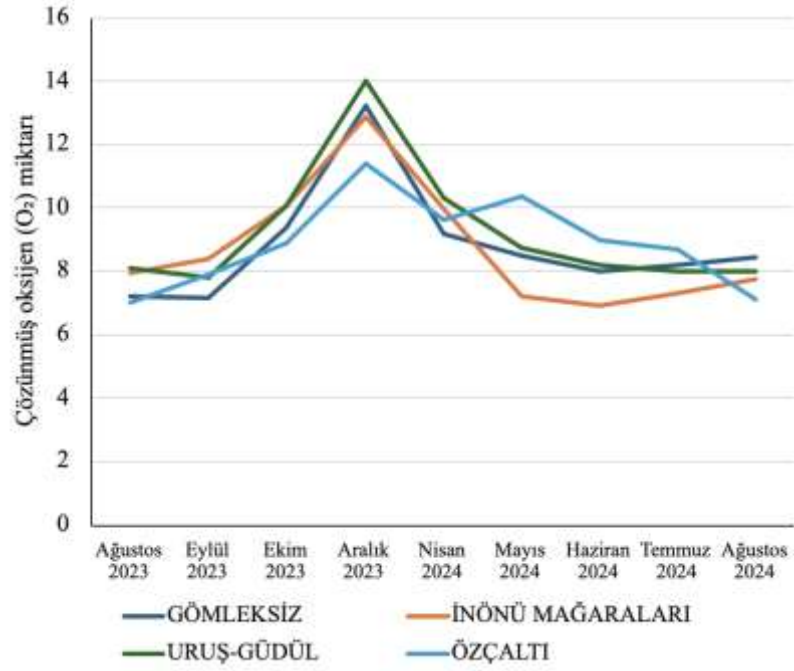
Şekil 4.28 Belirli istasyonlardan ölçülen aylara göre elektriksel iletkenlik parametreleri

**pH:** Şekil 4.29’da belirli istasyonlardan ölçülen pH parametreleri aylara göre verilmiştir. En yüksek pH Ağustos 2023 tarihinde Gömleksiz istasyonunda ölçülmüş olup bu değer 10,58’dir. En düşük pH Ekim Ağustos 2024 tarihinde ölçülmüş olup değeri 7,75’dir.



Şekil 4.29 Belirli istasyonlardan ölçülen aylara göre pH parametreleri

**Çözünmüş oksijen miktarı (DO):** Şekil 4.30’da belirli istasyonlardan ölçülen çözünmüş oksijen parametreleri aylara göre verilmiştir. Bu çalışmada, en az çözünmüş oksijen miktarı Haziran 2024 tarihinde İnönü Mağaralarında ölçülmüş olup değeri 6,9’dur. En fazla çözünmüş oksijen miktarı ise Aralık 2023 tarihinde ölçülmüş olup değeri 13,2’dir.



Şekil 4.30 Belirli istasyonlardan ölçülen aylara göre çözünmüş oksijen parametreleri

## 5. TARTIŞMA

Yapılan çalışmada elde edilen bulgular, biyolojik çeşitliliğin korunması ve aynı zamanda tatlı su ekosistemlerinin yönetimi açısından balık popülasyonlarının büyüme özelliklerinin belirlenmesinin önemini ortaya koymuştur. Balıkların boy, ağırlık ve yaş verilerinin analizi, popülasyon sağlığını erken aşamada değerlendirme ve popülasyon dinamiklerinin anlaşılması açısından kritik bir öneme sahiptir. Kirmir Çayı'nda yaşayan *R. amarus* örnekleri ile yapılan incelemeler, bu türün büyüme özellikleri hakkında literatürdeki bilgi eksikliğini tamamlayıcı nitelik taşımaktadır. Bu çalışmada, Kirmir Çayı'nda yaşayan *R. amarus* türünün büyüme özellikleri araştırılmıştır. Total boy, çatal boy, ağırlık ve yaş gibi temel parametreler ölçülerek; eşey, boy ve ağırlık dağılımları, boy- ağırlık ilişkileri, boy ve ağırlık olarak büyüme, mevsimsel ve yaşa bağlı kondisyon faktörleri ile birlikte oransal boy ve ağırlık artışları değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında eşeysel dağılım incelendiğinde, 681 *R. amarus* örneğinin 364'ü erkek birey, 287'si dişi birey ve 30'unun immatür birey olduğu belirlenmiştir. Erkek bireylerin dişi bireylere göre bir miktar yüksek olması, türün üreme dinamikleri ve çevresel koşullara adaptasyonu hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Ayrıca çalışmada yakalanan bireylerin büyük çoğunluğunu eşeyssel olarak olgun bireyler oluşturmuştur. Popülasyonda gözlemlenen %4'lük immatür birey oranı ise, genç bireylerin gelişimi için de uygun koşullar sunduğunu göstermektedir. Bu durum, Kirmir Çayı'nda yaşayan *R. amarus* popülasyonunun doğal döngüsünü sürdürebildiğini ve ekosistemde aktif bir üreme stratejisine sahip olduğunu göstermektedir. Elde edilen eşey dağılımı verileri ise türün popülasyon yapısının sağlıklı olduğunu ve ortamın büyüme ile üreme açısından destekleyici koşullarda olduğunu ortaya koymaktadır.

Farklı bölgelerde yapılan çalışmalar, *R. amarus* popülasyonunda eşey oranlarının değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Örneğin Konečná vd. (2007) yaptıkları çalışmada bu çalışmaya benzer şekilde, erkek bireylerin daha agresif davranış sergilemeleri ve kaynak savunmaları nedeniyle erkek sayısının daha fazla olabileceğini belirtmişlerdir. Buna karşılık, Konečná, M. ve Reichard (2011) Kyjovka Nehri'nde yaptıkları çalışmalarında ise dişi sayısının daha yüksek olduğu ve üreme döneminde

erkek sayısının belirgin bir şekilde azaldığı belirtilmiştir. Bu bulgulara göre, erkek birey sayısının üreme dönemindeki belirgin azalış göstermesinin nedeni olarak rekabet ve aşırı enerji harcamanın sonucu olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmaya benzer şekilde Koutrakis vd. (2020) Rihios Nehri'nde yaptıkları çalışmada erkek oranının dişi oranına göre daha baskın olduğu belirtilmiştir. Tarkan vd. (2005) Ömerli Baraj Gölü'ndeki yaptıkları çalışmada 376 dişi ve 162 erkek birey tespit edilmiş olup bu sonuçlara göre popülasyonda dişilerin sayısının erkeklere kıyasla daha baskın olduğu görülmektedir. Norouzi vd. (2016) yaptıkları çalışmada Sefidrood Nehri'nde erkek bireylerin, Siyahrood Nehri'nde ise dişi birey sayısının daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen eşey oranları, Konečná vd. (2007), Koutrakis vd. (2020) ve Norouzi vd. (2016) tarafından Sefidrood Nehri'nde yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Ancak, Konečná, M. ve Reichard'ın (2011) ile Tarkan vd. (2005) tarafından farklı bölgelerde yürütülen çalışmalarının yanı sıra Norouzi vd. (2016) tarafından Siyahrood Nehri'nde gerçekleştirilen çalışma, eşey dağılımı açısından bu çalışmadan farklılık göstermektedir. Bu farklılığın örnekleme zamanları, bölgesel farklılık ve suyun fiziksel ve kimyasal parametrelerinin farklılıklarından kaynaklandığı düşünülebilir.

Çalışma kapsamında elde edilen yaş dağılım sonuçlarına bakıldığında ise, türün popülasyonunun genç ve yetişkin bireyler açısından dengeli bir yapıya sahip olduğu anlaşılmıştır. Yaş grupları 0, I, II, III, IV ve V yaş olarak belirlenmiş olup popülasyon geniş yaş aralığına sahiptir. Özellikle III. yaş grubunun diğer yaş gruplarına göre yüksek bir popülasyon oranı oluşturması türün yaşam döngüsünde bu yaş evresinin kritik bir aşama olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda V. yaş grubunda bulunan bireylerin oranının düşük olması, doğal popülasyonlarda beklenen yaşa bağlı ölüm oranlarını ve çevresel baskıların etkisini yansıtmaktadır. V yaş grubundaki birey sayısının çok az olması *R. amarus* bireylerinin yaşam süresinin 5 yıl olduğunu da doğrular niteliktedir.

Yaş gruplarına göre erkek ve dişi bireylerin dağılımındaki farklılıklar ise, bu türün üreme stratejileri ve çevresel koşullara adaptasyonu ile ilgili önemli ipuçları sağlamaktadır. Özellikle popülasyondaki erkek bireylerin II. ve III. yaş gruplarında daha fazla

bulunması, üreme dönemlerinde erkeklerin daha baskın roller üstlenebileceklerine işaret etmektedir. IV. yaş grubunda ise dişilerin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu da üreme potansiyelinin ilerleyen yaşlarda dişiler açısından daha fazla olabileceğini göstermektedir. Popülasyonun hem genç hem de erişkin bireylerden oluşan dengeli bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, popülasyonun sürdürülebilirliğini ve adaptasyon yeteneğini artıran önemli bir göstergedir. Genel anlamda Kırmir Çayı'nda yapılan çalışmada yaş dağılımına bakıldığında, *R. amarus* popülasyonunun başarılı bir üreme ve büyüme süreci geçirdiği ve aynı zamanda popülasyonun kendini yenileme kapasitesine sahip olduğu anlaşılmıştır.

Tarkan vd. (2005) Ömerli Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada *R. amarus*'un en fazla 5 yaşına kadar yaşayabildiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, Battes ve Stoica (2025) Bistrița Nehri'nde; Podobailo vd. (2021) ise Ukrayna'daki Uday ve Pervod Nehirleri'nde popülasyonun en fazla 5. Yaş grubuna ulaştığını çalışmalarında bildirmiştir. Ayrıca Podobailo vd. (2021), bu çalışmada olduğu gibi, 3 yaş grubunun daha baskın olduğunu çalışmalarında belirtmiştir. Tarkan vd. (2005) ve Koutrakis vd. (2003) yaptıkları çalışmalarda da 3 yaş grubunun baskın olduğunu vurgulamışlardır. Buna karşın, Wagler (1949) Elbe Nehri'nde yürüttüğü çalışmada *R. amarus* bireylerinin 8+ yaşına kadar ulaşabildiğini bildirmiştir. Diğer çalışmalar bu çalışmayla benzerlik gösterirken Elbe Nehri'nde Wagler (1949) tarafından yürütülen çalışma ile farklılık göstermektedir.

Bireylerin boy dağılımına bakıldığında ise, popülasyonda geniş bir boy çeşitliliğinin bulunduğu ortaya koyulmuştur. Genel boy aralığının 22-77 mm arasında değişmesi, popülasyonun farklı yaş gruplarını ve gelişim evrelerini kapsadığını göstermektedir. Özellikle bireylerin %59,6'sının 51-80 mm boy aralığında yer alması, popülasyonda olgun bireylerin sayıca daha fazla olduğunu ve popülasyonun üreme açısından aktif bir yapıya sahip olduğunu düşündürmektedir.

Dişi ve erkek bireyler arasındaki boy farklılıkları ise, türün biyolojik özellikleri ve üreme stratejileri ile ilişkili olabilir. Bu çalışma da erkek bireylerde daha geniş bir boy aralığı saptanmıştır (33-79 mm) ve en büyük birey ise erkek olarak tespit edilmiştir. Bu durum, erkek balıkların genellikle daha hızlı büyüyerek daha büyük hale gelmeleri ve üreme

başarısını artırmalarıyla açıklanabilir. Dişi bireylere bakıldığında, erkek bireylere göre daha dar bir boy aralığında (31-74 mm) toplanmaları, dişi balıkların belirli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra enerjilerini yumurta üretimine yönlendirmeleriyle açıklanabilir.

Boy dağılımı verileri, popülasyonda hem genç hem de erişkin bireylerin dengeli bir şekilde bulunduğunu ve popülasyonun üreme kapasitesini koruduğu düşüncesini desteklemektedir. Ancak, küçük boy grubundaki bireylerin oranının ileri yaş gruplarına göre daha düşük olması, çevresel stres faktörlerinin veya yoğun rekabetin genç bireylerin hayatta kalma oranlarını etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Bu çalışmada, *R. amarus* bireylerinde çatal boy ile toplam boy arasında çok güçlü pozitif bir ilişki olduğu elde edilen regresyon denklemi ( $TB = 1,0852 \times \text{ÇB} + 0,4855$   $R^2 = 0,9804$   $R \approx 0,9902$ ) ile belirtilmiştir. Bu durum, balıkların orantılı bir şekilde büyüdüğünü göstermektedir. Bu sayede kuyruk yapısı zarar görmüş ya da total boyu bilinmeyen bireylerin, çatal boyu verilerine göre total boy değerleri tahmin edilebilir.

Çizelge 5.1’de belirtilen Saygın vd. (2018), Tarkan vd. (2005), Benzer ve Gül (2020), Koutrakis vd. (2003), İlhan vd. (2014), Patimar vd. (2010), İlhan ve Sarı (2015) ile Gaygusuz (2012) tarafından yapılan çalışmalarda bildirilen minimum ve maksimum total boy verilerinin, bu çalışmada elde edilen değerlerle farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin, Saygın vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada bireylerin total boy aralığı 46–89 mm arasında değişmekte olup, bu çalışmadaki maksimum total boyya göre daha yüksek bir değere ulaşılmıştır. Bu farklılığın, örneklem sayısı ve çalışmanın yürütüldüğü habitat koşulları gibi etkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Çizelge 5.1 *R. amarus* 'un farklı bölgelerde yapılan araştırmalardaki total boy verileri

Yazar	Tür	Çalışma Bölgesi	Birey Sayısı	Total Boy (mm)	
				Min.	Maks.
Saygın vd., 2018	<i>R. amarus</i>	Terme Çayı	57	46	89
Saygın vd., 2018	<i>R. amarus</i>	Terice Çayı	60	45	80
Tarkan vd., 2005	<i>R. amarus</i>	Ömerli Baraj Gölü	538	50	87
Benzer ve Gül, 2020	<i>R. amarus</i>	Dinsiz Deresi	11	32	59
Koutrakis vd., 2003	<i>R. amarus</i>	Rihios Nehri	624	12	83
İlhan vd., 2014	<i>R. amarus</i>	Batı Karadeniz, Gediz, Küçük Menderes, Kuzey Ege, Sakarya, Susurluk, Marmara, Meriç ve Yeşilirmak havzası	2265	16	83
Patimar vd., 2010	<i>R. amarus</i>	Siahroud Nehri	275	27	84
İlhan ve Sarı, 2015	<i>R. amarus</i>	Marmara Gölü, Batı Anadolu	105	28	65
Gaygusuz, 2012	<i>R. amarus</i>	Darlık Baraj Gölü	1669	15	86
Yedier, 2021	<i>R. amarus</i>	Cevizdere	55	31	70
Bu çalışmada	<i>R. amarus</i>	Kirmir Çayı	681	22	77

Bireylerin ağırlık dağılımına bakıldığında ise geniş bir çeşitlilik olduğu tespit edilmiştir. Ağırlık değerlerinin 0,03-6,63 gram arasında değişmesi, popülasyonda hem genç hem de daha yaşlı bireylerin bulunduğunu göstermektedir. Dişi ve erkek bireyler ayrı olarak değerlendirildiğinde, dağılımlarının benzer olduğu görülmektedir. Erkek bireylerin maksimum ağırlık değerlerinin dişi bireylere göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiş olup bu durumun erkek bireylerin daha fazla dişiyle eşleşme çabası, daha büyük görünmek istemeleri ve üreme için enerji biriktirmeleriyle açıklanabilir.

Çizelge 5.2’de belirtilen Saygın vd. (2018), Tarkan vd. (2005), İlhan vd. (2014), Patimar vd. (2010) ve Gaygusuz (2012) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen maksimum ağırlık değerleri, bu tez çalışmasında tespit edilen maksimum ağırlık değerinden daha yüksektir. Buna karşılık, Podobailo vd. (2020), Benzer ve Gül (2020) ile İlhan ve Sarı (2015) çalışmalarında bildirilen maksimum ağırlık değerleri, bu çalışmanın maksimum ağırlık değerinden daha düşüktür. Ayrıca, Saygın vd. (2018), İlhan vd. (2014), Patimar vd. (2010) ve bu tez çalışması, diğer çalışmalara kıyasla daha geniş bir ağırlık aralığı sunmaktadır. Bu durum, örneklem sayısı, örnekleme dönemi ve çevresel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 5.2 *R. amarus* ’un farklı bölgelerde yapılan araştırmalardaki ağırlık verileri

Yazar	Tür	Çalışma Bölgesi	Birey Sayısı	Ağırlık (g)	
				Min.	Maks.
Saygın vd., 2018	<i>R. amarus</i>	Terme Çayı	57	1,12	9,94
Saygın vd., 2018	<i>R. amarus</i>	Terice Çayı	60	0,73	7,24
Tarkan vd., 2005	<i>R. amarus</i>	Ömerli Baraj Gölü	538	2	8,9
Benzer ve Gül, 2020	<i>R. amarus</i>	Dinsiz Deresi	11	2	3,40
Podobailo vd., 2020	<i>R. amarus</i>	Uday ve Perevod nehirleri	264	0,09	2,5
İlhan vd., 2014	<i>R. amarus</i>	Batı Karadeniz, Gediz, Küçük Menderes, Kuzey Ege, Sakarya, Susurluk, Marmara, Meriç ve Yeşilirmak havzası	2265	0.06	10.65
Patimar vd., 2010	<i>R. amarus</i>	Siahroud Nehri	275	0.32	11.14
İlhan ve Sarı, 2015	<i>R. amarus</i>	Marmara Gölü, Batı Anadolu	105	0,26	4,49
Gaygusuz, 2012	<i>R. amarus</i>	Darlık Baraj Gölü	1669	2	8,9
Bu çalışmada	<i>R. amarus</i>	Kirmir Çayı	681	0,03	6,63

Yaşa göre boyca ve ağırlıkça büyüme değerlerini incelediğimizde popülasyon genelinde en düşük ortalama total boy ve ağırlık değerleri 0. yaş grubunda, en yüksek değerlerin ise V. yaş grubunda olduğu görülmüştür. Yapılan analizlerde, total boy ve vücut ağırlığının yaş ilerledikçe artış gösterdiği, büyümenin özellikle 0. yaş grubundan itibaren her yaş aralığında belirgin bir şekilde devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu bulgu, *R. amarus* türünün sağlıklı bir büyüme süreci geçirdiğini ve Kirmir Çayı'nda uygun yaşam koşulları bulunduğunu göstermektedir. Dişi ve erkek bireyler arasında karşılaştırma yapıldığında, yaş grupları ilerledikçe erkek bireylerin genel olarak dişilere kıyasla daha yüksek boy ve ağırlık değerlerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Dişi bireylerin özellikle erişkin gruplarında erkeklere göre biraz daha düşük boy ve ağırlık değerlerine sahip olması, üreme dönemlerinde yumurta üretimi için harcanan enerjinin, büyümeyi sınırlandırmasıyla açıklanabilir.

Podobailo vd. (2020) yaptıkları çalışmada yaş ilerledikçe büyüme hızının yavaşladığı ancak dişi ve erkek arasında büyüme farklılıklarının olduğu bazı yaş gruplarında erkeklerin daha hızlı büyüdüğü belirtilmiştir. Bu durum, bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Çizelge 4.2'de verilen Von Bertalanffy boy büyüme denklemi parametreleri *R. amarus* türünde cinsiyetler arasında farklılıklar olduğunu göstermektedir. Erkek bireyler, dişi bireylere göre daha büyük bir maksimum ( $L_{\infty}$ ) boya sahip olmasına rağmen dişilerin büyüme hızları ( $k$ ) daha yüksektir. Bu durum, her iki cinsiyetin de farklı bir büyüme stratejisine sahip olduğunu göstermektedir. Erkekler daha büyük boylara ulaşmayı hedeflerken dişilerin daha hızlı büyüme süreci geçirip üreme olgunluğuna ulaşmayı hedeflemekte olduğu düşünülmektedir.

Tarkan vd. (2005) Ömerli Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada bu çalışmaya benzer şekilde maksimum boyu sembolize eden " $L_{\infty}$ " değerinin erkeklerde daha yüksek olduğu ancak büyüme katsayısını simgeleyen " $k$ " değerinin de dişilerde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Przybylski ve Garcia- Berthou (2004) Wieprz- Krzna Kanalı'nda yaptığı çalışma ve Gaygusuz (2012) Darlık Havzası'nda yaptığı çalışma hem bu çalışmayla hem de Tarkan vd. (2005) yaptıkları çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Bu durum, erkek ve dişilerin büyüme ve üreme stratejilerinde bazı farklar olduğunu onaylar niteliktedir. Çizelge 5.3'te *R. amarus*'un farklı bölgelerde yapılan araştırmalardaki Von Bertalanffy boy olarak büyüme parametrelerini farklı çalışmalarla karşılaştırmak üzere tablo haline getirilmiştir. En yüksek " $L_{\infty}$ " değeri ve " $k$ " değeri Koutrakis vd. (2003) Rihios Nehri'nde yaptıkları çalışmada görülmüştür. Bu durum bireylerin daha uzun süre yaşamaları, daha az rekabet halinde olmaları ya da bulunduğu ortamda besin bolluğuna sahip olduğu görülmektedir. İncelenen çalışmalarda en düşük " $L_{\infty}$ " değeri Podobailo vd. (2020) Uday ve Perevod Nehri'nde yaptıkları çalışmada görülmüştür. Sadece Przybylski ve Garcia- Berthou (2004)'nun yaptıkları çalışmada ve bu çalışmada " $t_0$ " değeri negatif görülmektedir. Bu değer negatif olması biyolojik açıdan anlamlı görülmektedir.

Çizelge 5.3 *R. amarus*'un farklı bölgelerde yapılan araştırmalardaki Von Bertalanffy boyca büyüme denklemi parametreleri

Yazar	Tür	Çalışma Bölgesi	$L_{\infty}(mm)$	$k$	$t_0$
Tarkan vd., 2005	<i>R. amarus</i>	Ömerli Baraj Gölü	92.7	0.420	0.040
Koutrakis vd., 2003	<i>R. amarus</i>	Rihios Nehri	120,25	0,86	0,22
Podobailo vd., 2020	<i>R. amarus</i>	Uday ve Perevod nehirleri	51	0,449	0,54
Patimar vd., 2025	<i>R. amarus</i>	Siahroud Nehri	93.91	0.31	0.402
Gaygusuz, 2012	<i>R. amarus</i>	Darlık Havzası	89,1	0,512	0,172
Przybylski ve Garcia- Berthou, 2004	<i>R. amarus</i>	Wieprz- Krzna Kanalı	105	0,137	-0,921
Battes ve Stoica, 2005	<i>R. amarus</i>	Bistrita Nehri	86,3	0,407	0,699
Bu tez çalışmasında	<i>R. amarus</i>	Kirmir Çayı	77	0,337	-1,0695

Çizelge 4.2’de verilen Von Bertalanffy ağırlık büyüme denklemi parametreleri *R. amarus* türünün cinsiyetler arasında anlamlı farklılıkları olduğunu göstermektedir. Erkekler maksimum ağırlığa ulaşırken, dişilerin büyüme hızları daha fazladır. Bu durumda yine aynı şekilde üreme stratejileriyle açıklanabilir.

Battes ve Stoica (2005) yaptıkları çalışmada “ $W_{\infty}$ ” değerinin 8,63 gram, “ $k$ ” değerinin 0,407 ve  $t_0$  değerinin 0,689 olduğu belirtilmiştir. Gaygusuz (2012) yaptığı çalışmada “ $W_{\infty}$ ” değerinin 11,1765 olduğu, “ $k$ ” değerinin 0,253 ve  $t_0$  değerinin -0,669 olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, “ $W_{\infty}$ ” değerinin 6,4, “ $k$ ” değerinin 0,38298,  $t_0$  değeri 0 ve “ $b$ ” değerinin 3 olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların yakalanan mevcut balık sayısı ve bulunduğu çalışma bölgesindeki faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

*R. amarus* bireylerinde Lagler yöntemiyle hesaplanan boy-ağırlık ilişki parametrelerinin incelenmesi sonucunda, büyüme katsayısı olan “ $b$ ” değerinin 3’ten büyük olması nedeniyle pozitif allometrik büyüme gösterdiği görülmektedir. Dişi, erkek ve tüm bireylerde hesaplanan parametreler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Dişi, erkek ve tüm bireylerde pozitif allometrik büyüme tipi olduğu gözlemlenmiştir. Yani balıkların boyları arttıkça, ağırlıkları da hızla artmaktadır. Bu durum, büyüme dönemlerinde vücut şeklinin değiştiğini ve enerji depolama kapasitesinin arttığını göstermektedir. Ayrıca büyüme şekli, Kirmir Çayı’ndaki çevresel koşulların tür için elverişli olduğunu popülasyonun da sağlıklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.4’te *R. amarus* boy-ağırlık ilişki parametreleri bu çalışma ve diğer çalışmalarla beraber verilmiştir. Benzer ve Gül (2020) Dinsiz Deresi’nde yaptıkları çalışmada, İlhan vd. (2014) Gediz Havzası, Marmara Havzası, Sakarya Havzası, Susurluk Havzasında yaptıkları çalışma ve Battes ve Stoica (2005) Bistrita Nehri’nde yaptıkları çalışmada “ $b$ ” değeri 3’ün altında olup negatif allometrik büyüme göstermektedir.

Saygın vd. (2018) Terme ve Terice Çayı’nda yaptıkları çalışmada, İlhan ve Sarı (2015) Marmara Gölü’nde yaptıkları çalışmada, Gaygusuz (2012) Darlık Havzasında yaptığı çalışmada bu çalışmaya benzer şekilde pozitif allometrik büyüme göstermiş olup değerler birbirine yakınlık göstermektedir.

Çizelge 5.4 *R. amarus* boy- ağırlık ilişkisi parametreleri

Yazar	Tür	Çalışma Bölgesi	a	b	r <sup>2</sup>
Saygın vd., 2018	<i>Rhodeus amarus</i>	Terme Çayı	0,005	3,479	0,921
Saygın vd., 2018	<i>Rhodeus amarus</i>	Terice Çayı	0,004	3,586	0,952
Benzer ve Gül, 2020	<i>Rhodeus amarus</i>	Dinsiz Deresi	0,166	2,068	0,929
İlhan vd., 2014	<i>Rhodeus amarus</i>	Gediz Havzası	0.0197	2.865	0.969
İlhan vd., 2014	<i>Rhodeus amarus</i>	Marmara Havzası	0.0168	2.998	0.973
İlhan vd., 2014	<i>Rhodeus amarus</i>	Sakarya Havzası	0.0169	2.948	0.984
İlhan vd., 2014	<i>Rhodeus amarus</i>	Susurluk Havzası	0.0174	2.924	0.923
İlhan ve Sarı, 2015	<i>Rhodeus amarus</i>	Marmara Gölü, Batı Anadolu	0,0089	3,328	0,972
Bu çalışmada	<i>Rhodeus amarus</i>	Kirmir Çayı	0,0038	3,444	0,9233
Battes ve Stoica (2005)	<i>Rhodeus amarus</i>	Bistrita Nehri	0,0568	2,2886	-
Gaygusuz vd. 2012	<i>Rhodeus amarus</i>	Darlık Havzası	0,0081	3,273	-

Bu çalışmada, *R. amarus* bireylerinin kondisyon faktörü yıl boyunca belirli aralıklarla incelenmiştir. Genel olarak kondisyon faktörünün sonbahar ve ilkbaharda yüksek, yaz sonunda ise düşük olduğu görülmüştür. Ekim ayında en yüksek kondisyon değeri görülürken, temmuz ayında en düşük değer elde edilmiştir. Bu durum ekim ayında popülasyonun üreme sonrası toparlanması ve kış öncesi enerji depolamasıyla açıklanırken, temmuz ayında en düşük olmasının sebebi de üremenin hemen sonrası enerji tükenmesi olarak yorumlanabilir. Dişi ve erkek bireylerin kondisyon faktörleri

incelendiğinde ise erkek bireylerin yıl boyunca dişi bireylere kıyasla daha yüksek kondisyon değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Dişi bireyler, erkek bireylere göre üreme dönemine hazırlanırken yumurta üretimi için daha fazla enerji harcar ve bu da kondisyon faktörünün daha fazla düşmesine yol açar. Bu bağlamda mevsimsel değişimler ve cinsiyet farklılıkları *R. amarus* popülasyonunun kondisyon faktörünü önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışma için 681 bireyin ortalama kondisyon faktörü 0,938 olarak hesaplanmıştır. Kondisyon faktörü erkek popülasyonunda 0,95, dişi popülasyonunda yine 0,95 değerindedir. Bu değer ise balığın ortam koşullarında sağlığının iyi olduğunu ve iyi beslenebildiğini bize göstermektedir. Ancak Mouludi-Saleh ve Soheil Eagderi (2025), 1,47 gibi yüksek bir değer bulmuşken, Koutrakis vd. (2025)' in çalışmasında mevsimsel değişimlerle 0,81-1,06 aralığında değerler bulunmuştur. Stavrescu-Bedivan vd. (2017) ise 2,22 gibi çok yüksek bir değer bulmuştur. Bu farkların, çevresel koşullar ve beslenme kaynaklarından olduğu düşünülmektedir.

Yaş gruplarına göre kondisyon faktörünü incelediğimizde ise genellikle yaş grubu arttıkça kondisyon faktörünün de arttığı gözlemlenmiştir. 0 yaş grubunda en düşük kondisyon değerine sahipken V. yaş grubunda en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Bu da bireylerin yaşları arttıkça daha iyi kondisyon kazandıklarını ve enerji depolama kapasitesini arttırdığını göstermektedir. Dişi ve erkek bireylerin yaşa bağlı kondisyon faktörü değişimi de benzer bir eğilim göstermektedir, ancak erkeklerdeki değerler genellikle dişilerden daha yüksek olmuştur.

Bu çalışmada, yaşlara göre oransal boy artışı değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. En yüksek oransal boy artışı 0 yaş grubunda gözlemlenirken, en düşük IV. yaş grubunda olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, yaş ilerledikçe oransal boy artış değerlerinin azaldığını göstermektedir.

İmmatür ve genç bireylerin büyüme hızlarının daha yüksek olması, eşeyssel olgunluğa erişemedikleri için üreme yerine enerjilerini büyümeye yönlendirmeleri ve bir an önce eşeyssel olgunluğa ulaşmayı istemeleriyle açıklanabilir.

*R. amarus* bireylerinde oransal ağırlık artışını incelediğimizde (Çizelge 4.9) boy artışıyla aynı şekilde en fazla 0 yaş grubunda, en az IV. yaş grubunda görülmektedir. Bu durum genç bireylerin hızlı büyüdüğünü yaşlandıkça büyümenin yavaşladığını göstermektedir.

Kirmir Çayı'nda yapılan ölçümler sonrası fiziksel ve kimyasal su parametreleri incelenmiştir. Su sıcaklığı verileri incelendiğinde, en yüksek su sıcaklığı 28,50°C ile ağustos ayında, en düşük ise 5,20°C ile ağustos ayında ölçülmüştür. *R. amarus* ılık su balıkları olduğu için 16-22°C en verimli aralığa sahip olmakla birlikte, termofilik bir tür olup sıcaklığa karşı tolerans gösterip, uyum sağladıkları da çalışmamızda görülmektedir.

Elektriksel iletkenlik verileri incelendiğinde, bu çalışmada en düşük elektriksel iletkenlik değeri Aralık 2023'te 423  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak ölçülürken, en yüksek değer ise Eylül 2023'te 1683  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak kaydedilmiştir. Tatlı su balıkları için ideal elektriksel iletkenlik değeri genellikle 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  civarındadır. Ancak, çalışma alanımız olan Kirmir Çayı'nın jeolojik yapısının kayaçlı olması nedeniyle elektriksel iletkenlik değerleri daha yüksek çıkabilmektedir. Buna rağmen, *R. amarus* türü yüksek elektriksel iletkenlik seviyesine karşı tolerans gösterebilmektedir.

pH verileri incelendiğinde, tatlı su balıkları için normal kabul edilen pH aralığı 6,5 ve 8,5 arasında değişmektedir. Kirmir Çayı'nda ise en düşük pH değeri 7,75, en yüksek değeri ise 10,58 olarak ölçülmüştür. Bu yüksek pH seviyesi, Kirmir Çayı'nın etrafında yapılan tarımsal faaliyetlerden kaynaklanıyor olabilir.

Tatlı su balıkları için ideal çözünmüş oksijen miktarı 5 mg/L ile 9 mg/L arasında değişmektedir. *R. amarus* türü için en düşük çözünmüş oksijen seviyesi 6.9 mg/L ile Haziran 2024'te ölçülmüşken, en yüksek değer 13.2 mg/L ile Aralık 2023'te kaydedilmiştir. Düşük oksijen seviyeleri, balıkların stres seviyelerini artırabilir, büyüme ve üreme oranlarını olumsuz etkileyebilir. Yüksek oksijen seviyeleri ise balıkların sağlıklı bir şekilde gelişmesini destekler. Oksijen seviyelerinin optimum aralıkta olması, popülasyonun sürdürülebilirliği için önemlidir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, *R. amarus* türünün Kırmir Çayı'ndaki büyüme, üreme ve kondisyon düzeyleri incelenmiş ve çevresel faktörlerin bu süreçler üzerindeki etkileri ortaya konmuştur. Genel olarak, popülasyonun büyüme sürecinde en düşük boy ve ağırlık değerleri 0. yaş grubunda gözlemlenirken, en yüksek değerler V. yaş grubunda elde edilmiştir. Bu, türün sağlıklı bir büyüme süreci geçirdiğini ve uygun yaşam koşulları bulunduğunu göstermektedir. Dişi ve erkek bireyler arasında yapılan karşılaştırmalarda, erkeklerin genel olarak dişilere göre daha büyük boy ve ağırlığa sahip oldukları, ancak dişi bireylerin daha hızlı büyüdüğü belirlenmiştir. Bu durum, her iki cinsiyetin farklı üreme stratejilerine sahip olduğunu ve dişilerin üreme dönemlerinde enerji harcayarak büyümeyi sınırladığını ortaya koymaktadır. Kondisyon faktörü, yıl boyunca yapılan ölçümlerle incelenmiş ve mevsimsel değişimlerin popülasyon üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Sonbahar ve ilkbaharda yüksek, yaz sonunda ise düşük kondisyon değerleri gözlemlenmiş, bu durumun üreme sonrası enerji depolama ve büyüme süreciyle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Dişi bireylerin, erkeklere göre üreme için daha fazla enerji harcayarak kondisyonlarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yaş gruplarına göre kondisyon faktöründe bir artış gözlemlenmiş, 0 yaş grubunda en düşük, V. yaş grubunda ise en yüksek kondisyon değeri elde edilmiştir. Çevresel faktörler de bu popülasyonun sağlıklı gelişimini etkilemektedir. Su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, pH ve çözülmüş oksijen seviyeleri gibi parametreler, *R. amarus* türünün büyüme ve üreme süreçlerinde belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle, türün ılık su balığı olması ve çevresel değişimlere uyum sağlayabilmesi, Kırmir Çayı'nda bu türün sürdürülebilirliğini artıran bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları, *R. amarus* popülasyonunun sağlıklı bir şekilde büyüme, üreme ve gelişme gösterebilmesi için çevresel koşulların stabil tutulmasının ve izlenmesinin önemini vurgulamaktadır. Çevresel faktörlerin düzenli olarak izlenmesi, özellikle genç bireylerin sağlıklı büyümesi ve popülasyonun uzun vadeli sürdürülebilirliği için kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, Kırmir Çayı ekosisteminin korunması ve çevresel değişimlerin minimize edilmesi, bu türün geleceği için önemli bir gerekliliktir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, *R. amarus* popülasyonunun sağlıklı bir şekilde gelişimini sürdürebilmesi için bazı önerilerde bulunulması gerekmektedir. Öncelikle, su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik gibi temel çevresel parametrelerin düzenli olarak izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu tür çevresel faktörlerin sürekli gözlemlenmesi, popülasyon sağlığının korunmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca, Kırmir Çayı'nın doğal yapısının bozulmaması adına habitat koruma çalışmalarına ağırlık verilmesi, özellikle su kirliliği ve fiziksel müdahalelerin önlenmesi açısından önemlidir. Özellikle İnönü Mağaraları'ndaki piknik alanları ve diğer istasyonlardaki tarımsal faaliyetler kaynaklı oluşabilecek kirliliğin de önüne geçilmesi önerilmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak su sıcaklıklarında yaşanabilecek ani dalgalanmaların *R. amarus* üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği göz önünde bulundurularak, adaptasyon stratejileri geliştirilmelidir. Bununla birlikte, türün yaş gruplarına göre gelişim ve kondisyon düzeylerinin izlenmesi, popülasyon dinamiklerinin anlaşılması açısından faydalı olacak; uzun vadeli izleme programları bu süreçte rehberlik edecektir. Ayrıca, Kırmir Çayı'nda *R. amarus*'un üreme özelliklerinin araştırılması önerilmektedir. Özellikle üreme dönemlerinde bu türün yaşam alanlarında yapılacak faaliyetlerin sınırlandırılması veya kontrollü hale getirilmesi önerilmektedir. Son olarak, elde edilen verilerin karşılaştırmalı biçimde değerlendirilmesi için, benzer ekolojik özelliklere sahip diğer sucul sistemlerde de *R. amarus* üzerine araştırmalar yapılması önerilmektedir. Bu tür çalışmalar, farklı çevresel koşullarda türün nasıl tepki verdiğini anlamaya ve koruma stratejilerinin daha geniş bir çerçevede şekillendirilmesine yardımcı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Altıparmak, S., Doğan, U., Koçyiğit, A. ve Yeşilyurt, S. 2023. Kirmir Çayı'nın iklim ve tektonik kontrollü sekileri, İç Anadolu-Türkiye. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, 11(1), 114–136.
- Arslan, P. 2019. Kirmir Çayı su, sediment ve balık (*Squalius pursakensis*, *Capoeta baliki*) örneklerinde bazı antropojenik kirleticilerin tespiti ve ekotoksikolojik etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 177, Ankara.
- Arslan, P. ve Ozeren, S. C. 2022. A case study of 38 micro-organic pollutants contamination in Kirmir Stream, Turkey. Environmental Quality Management, 31(4), 283–290.
- Aydoğdu, N., Alemdar, A., Koç, H. T. ve Erdoğan, Z. 2020. Susurluk Çayı (Balıkesir)'ndaki acı balık, *R. amarus* (Pallas, 1782) (Teleostei: Cyprinidae)'un helmint parazitleri üzerine bir araştırma: Acı balık'ta *Paradiplozoon homoiion*'un Türkiye'de ilk kaydı ve helmint parazitlerin her biri için yeni lokalite kaydı. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(4), 1049–1056.
- Benzer, S. ve Gül, A. 2020. Biological properties of European bitterling *R. amarus* (Bloch, 1782) in Dinsiz Stream, Turkey. Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal, 7(2), 60–64.
- Bloch, M.E. 1782. Oeconomische Naturgeschichte der Fische Deutschlands. 128, Berlin.
- Çiçek, E., Sungur, S. ve Fricke, R. 2020. Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist 2020. Zootaxa, 4809(2), 241–270.
- Çiçek, İ. 2001. İlhan-Kirmir Çayı Kavşağı çevresinin jeomorfolojisi. Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 8, 49–65.
- Damme, D. V., Bogutskaya, N., Hoffmann, R. C. ve Smith, C. 2007. The introduction of the European bitterling (*R. amarus*) to west and central Europe. Fish and Fisheries, 8(2), 79–106.
- Dede, O. T., Telci, I. T. ve Aral, M. M. 2013. The use of water quality index models for the evaluation of surface water quality: a case study for Kirmir Basin, Ankara, Turkey. Exposure and Health, 5(1), 41–56.
- Demir, A. 2009. Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1(2), 37–54.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. ve Van der Laan, R. 2019. Web Sitesi: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>, Erişim Tarihi: Temmuz 2019.
- Froese, R. ve Pauly, D. 2019. Web Sitesi: <https://www.fishbase.de/summary/Rhodeus-amarus.html>, Erişim Tarihi: Aralık 2019.

- Gardin, Y. ve ark. 2023. Seasonality and growth in tropical freshwater ectotherm vertebrates: Results from 1-year experimentation in the African gray bichir, giraffe catfish, and the West African mud turtle. *Ecology and Evolution*, 13(4), 1234–1245.
- Gaygusuz, Ö. 2012. Darlık Barajına akan bazı derelerde Cyprinidae familyasına ait baskın iki türün biyoekolojik özellikleri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 183, Ankara.
- Geldiay, R. ve Balık, S. 1988. Türkiye tatlı su balıkları. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, 97, 1–159, İzmir.
- Gül, A., Yılmaz, M. ve Uzel, N. 2008. Sakarya Nehri Kirmir Çayı'nda yaşayan *Capoeta tinca* Heckel, 1843'te civa-II klörür'ün akut toksik etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 16(1), 199–206.
- Gül, G. 2021. Delice Irmağı (Kızılırmak) ihtiyofaunası ve bazı su kalite parametrelerinin araştırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 190, Ankara.
- Halabowski, D., Reichard, M., Pyrzanowski, K., Ziğba, G., Grabowska, J., Smith, C. ve Przybylski, M. 2024. The depressed river mussel *Pseudanodonta complanata* as an occasional host for the European bitterling *R. amarus*. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, (425), 3.
- Handeland, S. O., Imsland, A. K. ve Stefansson, S. O. 2008. The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts. *Aquaculture*, 283(1–4), 36–42.
- ITIS (Entegre Taksonomik Bilgi Sistemi). 2019. Web Sitesi: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=163610#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=163610#null), Erişim Tarihi: Temmuz 2019.
- İlhan, A., Sarı, H. M. ve Ekmekçi, B. 2014. Türkiye iç sularındaki acı balık, *R. amarus* (Bloch, 1782)'ın boy-ağırlık ilişkisi. *Journal of FisheriesSciences.com*, 8(3), 181.
- Kamocki, A., Urbańska, M., Biereżnoj-Bazille, U. ve Özgo, M. 2021. Averting co-extinction: Successful mussel translocation rescues an endangered population of the European bitterling, *R. amarus*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31(7), 1918-1924.
- Khan, S. ve Khan, M. A. 2020. Importance of age and growth studies in fisheries management, National Seminar Next Generation Sciences: Vision, 1, 194-201, 8 Mart 2014, Haryana, India.
- Kılıç, N. A., Birecikligil, S. S. ve Çiçek, E. 2018. Azaplı Gölü (Gölbaşı, Adıyaman)'ndeki *Acanthobrama thisbeae* Freyhof & Özuluğ, 2014'nin bazı popülasyon dinamiği parametrelerinin belirlenmesi. *Commagene Journal of Biology*, 2(2), 38-42.
- Konečná, M., Smith, C. ve Reichard, M. 2010. Population and individual consequences of breeding resource availability in the European bitterling (*R. amarus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 64, 1069-1079.

- Korkmaz, A. Ş. ve Zencir Tanır, Ö. 2016. Kirmir Çayı (Sakarya Nehri)'ndeki balık türlerinin biyoçeşitliliği. *Limnofish- Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2(3), 145-151.
- Kottelat, M. ve Freyhof, J. 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, 646, Berlin.
- Koutrakis, E. T., Kokkinakis, A. K., Tsikliras, A. C. ve Eleftheriadis, E. A. 2003. Characteristics of the European bitterling *R. amarus* (Cyprinidae) in the Rihios river, Greece. *Journal of Freshwater Ecology*, 18(4), 615-624.
- Kozhara, A. V., Zhulidov, A. V., Gollasch, S. ve Przybylski, M. 2007. Range extension and conservation status of the bitterling, *Rhodeus sericeus amarus* in Russia and adjacent countries. *Folia Zoologica*, 56(2), 97-108.
- Kujawa, R. ve Piech, P. 2021. Rearing of bitterling (*R. amarus*) larvae and fry under controlled conditions for the restitution of endangered populations. *Animals*, 11(12), 3534.
- Küçük, S. ve Albaz, A. 2008. The impact of organic pollution on the Kirmir Creek and Sakarya River in Turkey. *Water Resources*, 35(5), 591.
- Lagler, K. F. 1966. *Freshwater Fishery Biology*. W. M. C. Brown Company, Dubuque, Iowa, ABD.
- Mills, S. C. ve Reynolds, J. D. 2003. Operational sex ratio and alternative reproductive behaviours in the European bitterling, *Rhodeus sericeus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54, 98-104.
- Norouzi, M., Ptimar, R., Golzariyanpour, K. ve Abbasi, K. 2016. Study on some biological parameters of the Bitterling (*R. amarus*) in Sefidrood River (Guilan Province) and Siyahrood River (Mazandaran Province). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 25(3), 81-90.
- Okazaki, M., Naruse, K., Shima, A. ve Arai, R. 2001. Phylogenetic relationships of bitterlings based on mitochondrial 12S ribosomal DNA sequences. *Journal of Fish Biology*, 58, 89-106.
- Öztürk, E. ve Küçük, F. 2017. Simav Çayı'nın balık faunası. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 13(2), 132-152.
- Pang, S. J., Cao, Z. D., Peng, C. ve Fu, S. J. 2016. The effects of temperature and food availability on growth, flexibility in metabolic rates and their relationships in juvenile common carp. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 217, 26-34.
- Patimar, R., Seifi, T., Farahi, A. ve Ezzati, M. 2010. Life history pattern of the bitterling *R. amarus* (Bloch, 1782) in Siahroud River (southern Caspian Sea-Iran). *Ecology & Hydrobiology*, 10(1), 87-95.
- Pavlov, D. A. 2025a. Life History of European Bitterling *R. amarus* (Acheilognathidae) in Two Ponds of Central Russia. 1. Ontogenetic Stages and Reproductive Cycle. *Journal of Ichthyology*, 65(1), 1-15.

- Pavlov, D. A. 2025b. Life History of European Bitterling *R. amarus* (Acheilognathidae) in Two Ponds of Central Russia. 2. Population Structure. *Journal of Ichthyology*, 65(2), 1-10.
- Pfeiffer, M., Mildner, M., Günter, C. P. ve Leschner, M. 2025. The Asian clam *Corbicula fluminea*, an accidental host for the European bitterling *R. amarus*. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, (426), 4.
- Podobailo, A., Shukh, A. ve Kutsokon, Y. 2021. Age and Growth of the European Bitterling *R. amarus* (Cyprinidae, Actinopterygii), in the Uday and Perevod Rivers (Dnipro basin, Ukraine). *Zoodiversity*, 55(5).
- Saygın, S., Özpiçak, M., Aydın, A., Hançer, E., Yılmaz, S. ve Polat, N. 2018. Length-weight and length-length relationships of the European bitterling, *R. amarus* (Bloch, 1782) inhabiting inland waters of Samsun Province. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 201-210.
- Saygın, S., Özpiçak, M., Yılmaz, S. ve Polat, N. 2020. Otolith shape analysis and the relationships between otolith dimensions–total length of European Bitterling, *R. amarus* (Cyprinidae) sampled from Samsun Province, Turkey. *Journal of Ichthyology*, 60, 570-577.
- Schreck, C.B. and Moyle, P.B. 2000. *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society, 704, USA.
- Sindermann, C. J. 1987. Effects of parasites on fish populations: practical considerations. *International Journal for Parasitology*, 17(2), 371-382.
- Smith, C., Reichard, M., Jurajda, P. ve Przybylski, M. 2004. The reproductive ecology of the European bitterling (*Rhodeus sericeus*). *Journal of Zoology*, London, 262, 107-124.
- Smith, C., Reynolds, J. D., Sutherland, W. J. ve Jurajda, P. 2000. Adaptive host choice and avoidance of superparasitism in the spawning decisions of bitterling (*Rhodeus sericeus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 48(1), 29–35
- Tarkan, A. S., Ercan, E. ve Gaygusuz, Ö. 2012. Midye mi balıktan çıkar, balık mı midyeden? Bir birlikte evrim hikâyesi: Tatlısu midyesi ve balık etkileşimleri. *SÜMDER Su Ürünleri Dergisi*, 43/49, Mart 2012.
- Tarkan, A. S., Gaygusuz, Ö., Gürsoy, Ç. ve Acipinar, H. 2005. Life history pattern of an Eurasian Cyprinid, *Rhodeus amarus*, in a large drinking-water system (Ömerli Dam Lake-Istanbul, Turkey). *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 11(2), 205-224.
- Türkan, O. 2013. Beypazarı İlçesi'nde jeomorfolojik birimler ile arazi kullanım ilişkisi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11(1), 53-68.
- Uluocak, N. 1961. Kirmir Çayı yağış havzasında mera amenajmanı araştırmaları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 87.
- Van Ham, E. H., Berntssen, M. H. G., Imsland, A., ve Parpoura, A. C. 2003. The influence of temperature and ration on growth, feed conversion, body composition and

- nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 217(1), 547–558.
- Von Bertalanffy, L. 1938. Quantitative laws in metabolism and growth. *Quarterly Review of Biology*, 32(3), 217-231.
- Wiepkema, P. R. 1961. An ethological analysis of the reproductive behaviour of the bitterling (*R. amarus* Bloch.). University of Groningen, 195.
- Yaykırın, S. 2016. Sakarya Havzası'nın Yüksek Çözünürlüklü Hidrolojik Modelinin Yapılandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı, 178, Mayıs 2016, Ankara.
- Yılmaz, E. 2014. Türkiye’de içsu balıkçılığının mevcut durumu. *Ziraat Mühendisliği*, (361), 28-32.
- Yüngül, M., Aksu, Ö. ve Altınterim, B. 2022. Gölova Baraj Gölü (Sivas)’ndeki Siraz Balığı (*Capoeta sieboldii* Steindachner, 1864)’nın Yaş ve Bazı Büyüme Özellikleri. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 8(2), 424-434.
- Zdanovich, V. V. 2024. Temperature preference and locomotor activity in a thermogradient field of the European bitterling *Rhodeus amarus* (Acheilognathidae). *Journal of Ichthyology*, 64(4), 644-649.
- Zencir Tanır, Ö. ve Korkmaz, A. Ş. 2016. Density and biomass of fish populations in Kirmir Stream of Sakarya River, Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences*, 22(3), 422-432.