

**T.C.
AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SEYHAN VE CEYHAN NEHİR SİSTEMLERİNDE
YAŞAYAN BAZI CYPRINID TÜRLERİNDE
KARYOLOJİK İNCELEMELER**

Sevgi ÜNAL

**DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

KIRŞEHİR 2015

**T.C.
AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SEYHAN VE CEYHAN NEHİR SİSTEMLERİNDE
YAŞAYAN BAZI CYPRINID TÜRLERİNDE
KARYOLOJİK İNCELEMELER**

Sevgi ÜNAL

**DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

DANIŞMAN

Doç. Dr. Muhammet GAFFAROĞLU

KIRŞEHİR 2015

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Eşref YÜKSEL

Üye.....

Doç. Dr. Muhammet GAFFAROĞLU

Üye.....

Prof. Dr. İbrahim ÖRÜN

Üye.....

Doç. Dr. Mahmut YILMAZ

Üye.....

Yrd. Doç. Dr. Hakan SEPET

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2015

Prof. Dr. Levent KULA
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Sevgi ÜNAL

15.07.2015

SEYHAN VE CEYHAN NEHİR SİSTEMLERİNDE YAŞAYAN BAZI CYPRINID TÜRLERİNDE KARYOLOJİK İNCELEMELER

Sevgi ÜNAL

ÖZET

Bu tez çalışmasında Seyhan ve Ceyhan Nehir Sistemlerinde yaşayan Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842), *Luciobarbus pectoralis* (Heckel, 1843), *Pseudophoxinus zekayi* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2006, *Squalius seyhanensis* Turan, Kottelat & Doğan, 2013 ve *Alburnus adanensis* Battalgazi, 1944 örneklerinde sitogenetik analizler gerçekleştirilmiştir. Kromozom eldesi için havada kurutma tekniği uygulanmıştır. Konstitütif heterokromatin bölgeler C-bantlama tekniği kullanılarak, nükleolus organizatör bölgeler (NOR) ise gümüş boyama tekniği ile belirlenmiştir. Karyotip morfolojileri; *C. carpio*'da $2n=100$; 15 çift metasentrik (m), 9 çift submetasentrik (sm), 26 çift subtelo-akrosentrik (st-a) kromozom ve kol sayısı (NF)=148; *C. damascina*'da $2n=150$; 23 çift m, 21 çift sm, 31 çift st-a kromozom ve NF=238; *L. pectoralis*'de $2n=100$ olmak üzere 10 çift m, 21 çift sm, 19 çift st-a kromozom ve NF=162; *P. zekayi*'de $2n=50$; 8 çift m, 13 çift sm, 4 çift st-a kromozom ve NF=92; *S. seyhanensis*'de $2n=50$; 8 çift m, 14 çift sm, 3 çift st-a kromozom ve NF=94; *A. adanensis*'de 6 çift m, 14 çift sm, 5 çift st-a kromozom ve NF=90 olarak hesaplanmıştır. Heteromorfik eşey kromozomları gözlenmemiştir. Konstitütif heterokromatin bölgeler çok sayıda kromozomun sentromer bölgesinde belirlenmiştir. *L. pectoralis*, *P. zekayi*, *S. seyhanensis* ve *A. adanensis* türlerinde 1 çift sm kromozomun kısa kollarının ucunda; *C. carpio*'da 1 çift m kromozomun kısa kollarının ucunda ve *C. damascina*'da 3 çift kromozomda NOR gözlenmiştir. *P. zekayi*'de NOR sayı polimorfizmi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Seyhan Nehir Sistemi, Ceyhan Nehir Sistemi, Cyprinidae, karyotip, C-bantlama, nükleolus organizatör bölge (NOR)

KARYOLOGICAL INVESTIGATIONS ON SOME SPECIES OF CYPRINIDAE
FROM SEYHAN AND CEYHAN RIVERS

Sevgi ÜNAL

ABSTRACT

In this research the caryological investigation of *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842), *Luciobarbus pectoralis* (Heckel, 1843), *Pseudophoxinus zekayi* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2006, *Squalius seyhanensis* Turan, Kottelat & Doğan, 2013 and *Alburnus adanensis* Battalgazi, 1944 which of they belonging to Cyprinidae family and living in Seyhan and Ceyhan Rivers System were performed. Air drying technique was carried out for obtaining of chromosomes. C-banding technique was used for determining constitutive heterochromatin regions and silver staining was used for determining nucleolus organizer regions (NORs). Karyotypic formulations are; $2n=100$, 15 pairs of metacentric (m), 9 pairs of submetacentric (sm), 26 pairs of subtelo-acrocentric (st-a) chromomosomes and fundamental arm number (NF)=148 for *C. carpio*; $2n=150$, 23 pairs of m, 21 pairs of sm, 31 pairs of st-a and NF=238 for *C. damascina*; $2n=100$, 10 pairs of m, 21 pairs of sm, 19 pairs of st-a and NF=162 for *L. pectoralis*; $2n=50$, 8 pairs of m, 13 pairs of sm, 4 pairs of st-a and NF=92 for *P. zekayi*; $2n=50$, 8 pairs of m, 14 pairs of sm, 3 pairs of st-a and NF=94 for *S. seyhanensis*; $2n=50$, 6 pairs of m, 14 pairs of sm, 5 pairs of st-a and NF=90 for *A. adanensis*. Heteromorphic sex chromosomes were not identified. Constitutive heterochromatin regions were determined on the centromeres of several chromosomes. NORs were observed on the telomeres of the short arms of 1 pair of sm chromosome in *L. pectoralis*, *P. zekayi*, *S. seyhanensis* and *A. adanensis*; on the telomeres of the short arms of 1 pair of m chromosome in *C. carpio* and 3 pairs of chromosomes in *C. damascina*. NOR polymorphism of number were determined in *P. zekayi*.

Key Words: Seyhan River System, Ceyhan River System, Cyprinidae, karyotype, C-banding, nucleolus organizer regions (NOR)

TEŞEKKÜR

Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleri ile desteğini her zaman hissettiğim, bilim yolunda ufkumu ve yolumu açan danışmanım Sayın Doç Dr. Muhammet GAFFAROĞLU'na, doktora eğitimim boyunca değerli görüşlerini esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Eşref YÜKSEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışılan balıkların tür teşhislerini gerçekleştiren Sayın Yrd. Doç. Dr. S. Cevher ÖZEREN ve Sayın Dr. S. Serkan GÜÇLÜ'ye, arazi çalışmalarında yardımcı olan sevgili Talha Doğukan GAFFAROĞLU'na, arazi ve laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı sevgili arkadaşım Arş. Gör. Muradiye KARASU AYATA'ya teşekkür ederim.

Varlıklarıyla yaşamımı dolduran sevgili arkadaşlarım Esra ERİKEL, Arş. Gör. Ece AVULOĞLU YILMAZ, Ömür ŞİMŞEK, Nazmiye ATASEVEN ve Cemile ENGÜZEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Ve evlatları olmaktan gurur duyduğum canım annem Nedime ÜNAL ve canım babam Cahit ÜNAL'a ve onların nezdinde ablalarım Seval REÇBER, Sevda REÇBER ve abim Sadi ÜNAL'a, eniştelерim Sefa REÇBER ve Serdar REÇBER'e, sevgili Tuğba ÜNAL'a ve can parçası yeğenlerime en içten teşekkürlerimi sunarım...

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
HARİTALARIN LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
RESİMLERİN LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. ARAŞTIRMA KONUSU FAMILİYAYA AİT GENEL BİLGİLER.....	5
2.1.1. Araştırma Konusu Altfamilyalara Ait Genel Bilgiler	6
2.1.1.1. Cyprininae altfamilyası	6
2.1.1.2. Leuciscinae altfamilyası.....	8
2.1.1.3. Alburninae altfamilyası	9
2.2. ARAŞTIRMA KONUSU TÜRLERE AİT GENEL BİLGİLER.....	10
2.2.1. <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	12
2.2.2. <i>Capoeta damascina</i> (Valenciennes, 1842).....	13
2.2.3. <i>Luciobarbus pectoralis</i> (Heckel, 1843).....	13
2.2.4. <i>Pseudophoxinus zekayi</i> Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2006	14
2.2.5. <i>Squalius seyhanensis</i> Turan, Kottelat & Doğan, 2013.....	15

	Sayfa
2.2.6. <i>Alburnus adanensis</i> Battalgazi, 1944	16
2.3. BALIKLARDA KARYOTİP ÇALIŞMALARI	16
2.4. BALIKLARDA C-BANTLAMA ÇALIŞMALARI	33
2.5. BALIKLARDA GÜMÜŞ BOYAMA ÇALIŞMALARI	39
3. MATERYAL VE METOT	46
3.1. MATERYAL	46
3.1.1. Araştırma Alanı.....	46
3.1.2. Materyalin Toplanması ve Değerlendirilmesi	50
3.2. METOT	52
3.2.1. Kromozom Elde Etme Tekniği	52
3.2.2. C-Bantlama Tekniği	52
3.2.3. Gümüş Boyama Tekniği	53
3.2.4. Hazırlanan Preparatların Değerlendirilmesi ve Karyotipleme.....	53
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	55
4.1. BULGULAR	55
4.1.1. <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	55
4.1.1.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları	55
4.1.1.2. C-bant bulguları	58
4.1.1.3. NOR bulguları.....	58
4.1.2. <i>Capoeta damascina</i> (Valenciennes, 1842).....	60
4.1.2.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları	60
4.1.2.2. C-bant bulguları	62
4.1.2.3. NOR bulguları.....	62

	Sayfa
4.1.3. <i>Luciobarbus pectoralis</i> (Heckel, 1843).....	64
4.1.3.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları	64
4.1.3.2. C-bant bulguları	66
4.1.3.3. NOR bulguları.....	66
4.1.4. <i>Pseudophoxinus zekayi</i> Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2006	68
4.1.4.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları	68
4.1.4.2. C-bant bulguları	70
4.1.4.3. NOR bulguları.....	70
4.1.5. <i>Squalius seyhanensis</i> Turan, Kottelat & Doğan, 2013.....	73
4.1.5.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları	73
4.1.5.2. C-bant bulguları	75
4.1.5.3. NOR bulguları.....	75
4.1.6. <i>Alburnus adanensis</i> Battalgazi, 1944	77
4.1.6.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları	77
4.1.6.2. C-bant bulguları	79
4.1.6.3. NOR bulguları.....	79
4.2. TARTIŞMA.....	81
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	94
6. KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ.....	114

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 3.1. Çalışma alanının görüntüsü.....	46
Harita 3.2. Çalışma alanının yakınlaştırılmış görüntüsü.....	47

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Araştırma konusu türlerin sistematikteki yeri	11
Çizelge 3.1. Çalışma yapılan örneklerle ait bilgiler	51
Çizelge 4.1. Ülkemiz cyprinidlerinde yapılan karyolojik çalışmalar.....	87
Çizelge 4.2. Ülkemiz cyprinidlerinde yapılan C-bantlama çalışmaları	90
Çizelge 4.3. Ülkemiz cyprinidlerinde gözlenen yaygın NOR fenotipleri.....	93

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. <i>Cyprinus carpio</i> 'nun diploid kromozom sayısı frekansı	56
Şekil 4.2. <i>Capoeta damascina</i> 'nın diploid kromozom sayısı frekansı	60
Şekil 4.3. <i>Luciobarbus pectoralis</i> 'in diploid kromozom sayısı frekansı	64
Şekil 4.4. <i>Pseudophoxinus zekayi</i> 'nin diploid kromozom sayısı frekansı	68
Şekil 4.5. <i>Squalius seyhanensis</i> 'in diploid kromozom sayısı frekansı	73
Şekil 4.6. <i>Alburnus adanensis</i> 'in diploid kromozom sayısı frekansı.....	77

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. <i>Cyprinus carpio</i> 'nun genel görünüşü.....	12
Resim 2.2. <i>Capoeta damascina</i> 'nın genel görünüşü.....	13
Resim 2.3. <i>Luciobarbus pectoralis</i> 'in genel görünüşü	13
Resim 2.4. <i>Pseudophoxinus zekayi</i> 'nin genel görünüşü	14
Resim 2.5. <i>Squalius seyhanensis</i> 'in genel görünüşü	15
Resim 2.6. <i>Alburnus adanensis</i> 'in genel görünüşü	16
Resim 3.1. Karahalka Köyü çalışma alanı	47
Resim 3.2. Çulluuşağı Köyü çalışma alanı	48
Resim 3.3. Dağlıca Köyü çalışma alanı	48
Resim 3.4. Hacıbeyli Köyü çalışma alanı	49
Resim 3.5. Koçyurdu Köyü çalışma alanı	49
Resim 3.6. Hemite Köyü çalışma alanı	50
Resim 4.1. <i>Cyprinus carpio</i> 'nun a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi	57
Resim 4.2. <i>Cyprinus carpio</i> 'nun C-bantlı metafaz plağı	58
Resim 4.3. <i>Cyprinus carpio</i> 'nun gümüş boyalı metafaz plağı	59
Resim 4.4. <i>Capoeta damascina</i> 'nın a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi	61
Resim 4.5. <i>Capoeta damascina</i> 'nın C-bantlı metafaz plağı	62
Resim 4.6. <i>Capoeta damascina</i> 'nın gümüş boyalı metafaz plağı	63
Resim 4.7. <i>Luciobarbus pectoralis</i> 'in a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi	65
Resim 4.8. <i>Luciobarbus pectoralis</i> 'in C-bantlı metafaz plağı	66
Resim 4.9. <i>Luciobarbus pectoralis</i> 'in gümüş boyalı metafaz plağı	67

Resim 4.10. <i>Pseudophoxinus zekayi</i> 'nin a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi.....	69
Resim 4.11. <i>Pseudophoxinus zekayi</i> 'nin C-bantlı metafaz plağı	70
Resim 4.12. <i>Pseudophoxinus zekayi</i> 'nin gümüş boyalı metafaz plağı (2 NOR'lu)	71
Resim 4.13. <i>Pseudophoxinus zekayi</i> 'nin gümüş boyalı metafaz plağı (3 NOR'lu)	72
Resim 4.14. <i>Pseudophoxinus zekayi</i> 'nin gümüş boyalı metafaz plağı (4 NOR'lu)	72
Resim 4.15. <i>Squalius seyhanensis</i> 'in a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi	74
Resim 4.16. <i>Squalius seyhanensis</i> 'in C-bantlı metafaz plağı	75
Resim 4.17. <i>Squalius seyhanensis</i> 'in gümüş boyalı metafaz plağı	76
Resim 4.18. <i>Alburnus adanensis</i> 'in a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi.....	78
Resim 4.19. <i>Alburnus adanensis</i> 'in C-bantlı metafaz plağı.....	79
Resim 4.20. <i>Alburnus adanensis</i> 'in gümüş boyalı metafaz plağı	80

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmaların açıklamaları aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
&	Ve
2n	Diploid kromozom sayısı
cm	Santimetre
%	Yüzde
µm	Mikrometre
♀	Dişi
♂	Erkek
ml	Mililitre
M	Molar
KCl	Potasyum klorür
°C	Santigrat derece
pH	Bir sıvının asit veya bazlık derecesi
N	Normalite
HCl	Hidroklorik asit
Ba(OH)₂	Baryum hidroksit
SSC	Sodyumsalısitrat
AgNO₃	Gümüş nitrat
Kısaltmalar	Açıklamalar
AFLP	Çoğaltılmış Parça Uzunluk Polimorfizmi
C-	Sentromerik
CMA₃	Kromomycin A ₃
D	Doğu
DD	Yetersiz Veri

FISH	Flüoresan <i>In Situ</i> Hibridizasyon
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
K	Kuzey
LC	Asgari Endişe
m	Metasentrik
NF	Kol Sayısı
NOR	Nükleolus Organizatör Bölge
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RAPD	Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA
RFLP	Restriksiyon Parça Uzunluğu Polimorfizmi
rDNA	Ribozomal Deoksiribonükleik Asit
rRNA	Ribozomal Ribonükleik Asit
rpm	Dakikada Dönme Hızı
sm	Submetasentrik
st-a	Subtelo-akrosentrik
VU	Hassas

1. GİRİŞ

Karyoloji, hücre nükleusunun ayrıntılı yapısı ile birlikte kromozomları sayı, yapı, büyüklük bakımından çeşitli boyama ve bantlama teknikleri ile inceleyen sitoloji ve genetik biliminin birleştiği birimdir. Kalıtımda kromozomların önemi, yapı ve hareketlerinin açıklanması ile anlaşılmıştır. Kromozom sayı ve morfolojisi kapsamında bir türe ait kromozomların boy, sentromer konumu ve kol uzunlukları gibi bütün özelliklerinin ifade edildiği kromozom setine karyotip denmektedir (Swanson, 1965; Karol ve Suludere, 1992).

Karyotip analizi, sentromer, ikincil boğum ya da tekrarlı DNA bölgeleri gibi kromozomal belirteçlerin şekli ve konumu ile birlikte kromozom sayı, büyüklük ve simetri gibi karakteristiklerin ölçümlerini gerektirmektedir (Heslop-Harrison ve Schwarzacher, 2011; Mirzaghaderi ve Marzangi, 2015). Bu karakteristikler homolog kromozomların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Farklı taksonların kromozomlarının kıyaslanması sayesinde karyotip korunum mekanizması ve şeklinin, çeşitlilik ve türleşme için önemi hakkında bilgi edinilebilmektedir (Weiss-Schneeweiss ve ark. 2008; Mirzaghaderi ve Marzangi, 2015).

Karyotip ve beraberinde kromozom bantlama teknikleri gibi karyolojik analizler, türler arası ve tür içi kromozom polimorfizminin ortaya çıkarılmasında, birbirine yakın türlerin, morfolojik olarak ayırt edilemeyen türlerin, alttürlerin ve izole olmuş grupların sınıflandırılmasında metrik ve meristik karakterlerin belirlenmesi gibi sistematik çalışmalara tamamlayıcı yöntem olarak kullanılmaktadır (Gaffaroğlu, 2003).

Karyolojik analizler sistematik ve taksonomik çalışmalarda büyük öneme sahiptir. Birbirleri ile ilişkili olan türler kromozom sayı ve morfolojisi bakımından farklı olduklarından kromozom analizi türleri teşhis etmede yararlı olmaktadır. Kromozom sayı ve morfolojisindeki benzerlik seviyesi türler arasındaki evrimsel ilişkiyi ölçmede de kullanılabilir (Thorgaard, 1990). Kromozom kollarının sayı ve yeri, kromozom sayısından daha iyi muhafaza edildiğinden (Demir, 2009)

taksonomik araştırmalarda bu karakteristiklerden de yararlanılarak sitotaksonomik çalışmalara katkı sağlanmaktadır.

Kromozomal filogeni özellikle memelilerde yaygın olarak çalışılmış olmasına rağmen balıklarda son yıllarda uygulanmaya başlanmıştır (Amemiya ve Gold, 1988). Memelilerin aksine balıklar evrim boyunca önemli derecede seçimli olarak birkaç çeşit kromozomal yeniden düzenlenme geçirmiştir. Ayrıntılı karyotipik revizyonlar öncelikli olarak tüm cinsin çok az revizyonu ile familya içi modellerin tanımlanmasını amaçlamaktadır (Molina ve ark. 2014).

Balık kromozomu çalışmaları sınıflandırma, evrim, kalıtım, balık yetiştiriciliği, hibrit türlerin hızlı üretimi ve sitotaksonomi alanlarındaki öneminden dolayı son yıllarda büyük lde dikkat çekmektedir. Balık teşhisinde morfolojik metotların yanı sıra daha güvenilir veri kaynağı sağlamaktadır. Kromozomların sayı, büyüklük ve morfoloji bilgileri, balıklarda hibridizasyon ve kromozomal maniplasyonlar gibi genetik araştırmalara temel olmaktadır (Sukham ve ark. 2014). Kromozom manipülasyon teknikleri; poliploidliği teşvik etme, melezleme, ginogenezis tekniği ile kısırlaştırma, yüksek popülasyonu nleme ve cinsi olgunluk yaşından sonra balıklarda büyüme ve hayatta kalma süresini artırmada, su kirliliği göstergesi olarak kirleticilerin ve radyasyonun metabolize edilip mutajenik etkilerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Ulupınar ve Alaş, 2002). Son yıllarda moleküler çalışmalara zemin oluşturan karyotipleme ile ilgili diğer bir teknik ise, her hücredeki DNA miktarının llmesine dayanmaktadır. Filogenez sırasında DNA miktarının, özel koşullara uyarlanmış türlerden, geniş alanlara yayılmış türlere doğru artma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (Demir, 2009).

Balık sitogenetiğindeki son gelişmeler temel alanlarda (sistemik, balıklar ve diğer omurgalı gruplar arasında genom karşılaştırılması) ve uygulamalı alanlarda (balıkçılık, koruma, biyomonitör, model balık türlerinin tüm genom dizilemesi) kromozom analizlerine ilgiyi artırmaktadır. Genomik materyal olan kromozomların farklı organizmalarda temel olarak aynı olmasına rağmen, yapılan araştırmalar balık

kromozomlarının türe özgü protokoller uygulanarak ele alınması gerektiğini göstermektedir (Ozouf-Costaz ve ark. 2015).

Balık türleri için sitogenetik veri zenginliği ana grupların karyotip evrimi ile ilgili yapısal sitogenetik metodların genel analizlerini olası kılmaktadır. Bazı cinsler için sitogenetik verilerin kısmi analizi, çeşitli karyotipik eğilimleri ortaya çıkarmaktadır. Aynı soydan gelen türlerin bazıları belirgin korunum gösterirken, diğerleri B kromozomları oluşumu, cinsiyet kromozomları farklılaşması, yapı polimorfizmi, spontan ya da korunmuş poliploidi gibi geniş kromozomal değişiklikler içermektedir. Bütün bu özellikler evrimsel olarak çalışılmış olan Actinopterygii (ışın yüzgeçli balıklar) karyolojisi verileri ile desteklenmektedir (Molina ve ark. 2014).

Actinopterygii, omurgalı hayvanlar arasında filogenetik kararlılığı en fazla olan, çok sayıda türe sahip olması ile birlikte bireylerin edinilmesi ve teşhisindeki güçlükler nedeni ile diğer taksonları geride bırakmaktadır. Actinopterygii superordosuna bağlı bulunan balık türlerinin filogenisindeki poliploid türlerin genom duplikasyonlarının anlaşılması da zorluk teşkil etmektedir. Genom duplikasyonları genellikle actinopterygian evriminde, özellikle tatlısu balıklarının en büyük grubu olan Cypriniformes ordosunda oluşmaktadır (Yang ve ark. 2015).

Karyotipleme destekli çalışmalar, bazı ordolarda diploid kromozom sayısı arttıkça genom büyüklüğünün arttığını göstermektedir. Cypriniformeslarda karyotip analizi gerçekleştirilmiş 747 (%21.8) tür/alttür bulunmaktadır. Tatlısu balıklarından oluşan bu ordo içerisinde en çok tür ve karyotip analizi yapılmış tür sayısına sahip familya Cyprinidae olarak bilinmektedir. Cyprinidae familyasına ait 11 altfamilyadan (Nelson, 2006) Cyprininae ve Leuciscinae altfamilyalarının bir kısmı poliploid türler içermektedir. Tanımlanan taksonlar arasında başka familyalar ile birlikte Cyprinidae familyasına ait türlerin bir kısmının da poliploidi orjini olabileceği söylenmektedir (Arai, 2011).

Poliploid ve atasal kromozom sayısını muhafaza eden türler bakımından zengin iç sularımızdan Seyhan ve Ceyhan nehir sistemlerinde Cyprinidae familyasına ait 18 tür yayılış göstermektedir (Erk'akan ve Ozdemir, 2011; Turan ve ark. 2013). Bu türler; *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843), *Alburnus adanensis* Battalgazi, 1944, *Alburnus baliki* Bogutskaya, Küçük & Ünlü, 2000, *Alburnus orontis* (Sauvage, 1882), *Luciobarbus pectoralis* (Heckel, 1843) (Eschmeyer ve Fong, 2015), *Barbus rajanorum* Heckel, 1843, *Capoeta barroisi* (Lortet, 1894), *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842), *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843), *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Garra rufa* (Heckel, 1843), *Hemigrammocapoeta culiciphaga* Pellegrin, 1927, *Pseudophoxinus zekayi* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2006, *Squalius adanaensis* Turan, Kottelat & Doğan, 2013 (Turan ve ark. 2013), *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), *Squalius lepidus* (Heckel, 1843), *Squalius seyhanensis* Turan, Kottelat & Doğan, 2013 (Turan ve ark. 2013), *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758) olarak sıralanmaktadır. *Alburnus adanensis*, *Alburnus baliki*, *Hemigrammocapoeta culiciphaga*, *Pseudophoxinus zekayi* (Erk'akan ve Ozdemir, 2011), *Squalius adanaensis*, *Squalius seyhanensis* Seyhan ve Ceyhan nehir sistemlerine, *Luciobarbus pectoralis* Asi Nehri'ne endemik olan türlerdir (Turan ve ark. 2013).

Bu türlerden *Capoeta damascina* (Degani, 2014) ve *Cyprinus carpio*'da kromozomal çalışmalar bildirilmiştir (Pekol, 1999). Ancak Seyhan ve Ceyhan nehir sistemlerinde yayılış gösteren Cyprinidae familyası türlerinde nehir sistemi bütünlüğü dahilinde sitogenetik alanda yapılmış herhangi bir çalışma tespit edilememiştir.

Kromozom sayısına göre genom miktarı belirleme, poliploidi, melezleme ve sonrasında hibrit türlerden kromozom eldesi ile kalıtımsal filogeninin yolaklarına temel oluşturma gibi sitogenetik çalışmaların önemi ve bu alanda araştırma sayısının azlığı göz önünde bulundurularak sitogenetik verilerin karşılaştırılması ve karyotipik yakınlıklar hakkında yeni veriler sunmak amacıyla bu çalışmada Cyprinidae familyasına ait, *Cyprinus carpio*, *Capoeta damascina*, *Luciobarbus pectoralis*, *Pseudophoxinus zekayi*, *Squalius seyhanensis* ve *Alburnus adanensis* türlerinde karyolojik incelemeler gerçekleştirilmiştir.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. ARAŞTIRMA KONUSU FAMILYAYA AİT GENEL BİLGİLER

Geniş okyanus termal bölgelerinde, kıtaların biyocoğrafik bölgelerinde ve bölgesel yayılım gösteren Cyprinidae familyası, omurgalı hayvanların tür bakımından en zengin familyasını oluşturmaktadır. Biyocoğrafik bölgeler endemizm seviyesini ve endemik organizmaların sayısını ve oranını gösteren yararlı indikatörleri ifade etmektedir (Nelson, 2006). Akdeniz biyocoğrafik bölgesinin tatlı sularında yaşayan Cypriniformes ordosuna ait en yaygın bulunan familya Cyprinidae olarak belirtilmektedir (Gante ve ark. 2011). Bu familya üyeleri Kuzey Amerika (Kuzey Kanada'dan Güney Meksika'ya), Afrika ve Avrasya'da yayılış göstermektedir. Bulunduğu bölgeye göre familya isimleri farklılık gösteren cyprinidler, Kuzey Amerika'da golyan balığı olarak bilinirken Avrasya'da sazangiller olarak adlandırılmaktadır. Familyanın çeşitli üyeleri besin balıkçılığında, akvaryum balıkçılığında ve biyolojik araştırmalarda önem taşımaktadır. Özellikle bazı türler gelişimsel (embriyolojik) ve genetik araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Nelson, 2006).

Familya temsilcileri, bükümsüz dudakların genellikle ince olması; bıyığın olup olmaması; üst çenenin genellikle sadece bir premaksilla ile sınırlandırılması; üst çenenin uzayıp kısalabilir olması; yağ yüzgecinin bulunmaması; bazılarında dorsal yüzgeçte dikensi ışınların olması; farinks dişlerinin 1-3 sıra olması ve her bir sırada sekiz dişi geçmemesi ile karakterize edilmektedir. Bu dişler genellikle yutak bölgesinde ve faringien kemikler üzerinde olup sıra, sayı ve şekilleri cinslerin ve türlerin ayırımında önemli diagnostik özellikler olarak dikkate alınmaktadır (Nelson, 2006; Geldiay ve Balık, 2009). Bu özellikler temel alınarak Cyprinidae familyası, Acheilognathinae, Cultrinae, Cyprininae, Barbinae, Labeoninae, Squaliobarbinae, Tincinae, Xenocypridinae, Gobioninae, Leuciscinae, Danioninae, ex-danioninae, (no subfamily) altfamilyası olmayanlar, Alburninae, Leptobarbinae, Oxygastrinae altfamilyalarına ayrılmaktadır. Son on yılda Cyprinidae familyasına 323 tür eklenerek geçerli tür sayısı 2987, mevcut tür sayısı 5690 olarak belirtilmektedir

(Eschmeyer ve Fong, 2015). Tür sayısı revizyonu öncesinde bu familyanın Türkiye’de 33 cins ve 116 tür ve alttür ile temsil edildiği bildirilmekle birlikte (Kuru, 2004) günümüzde bu sayının arttığı düşünülmektedir.

2.1.1. Araştırma Konusu Altfamilyalara Ait Genel Bilgiler

Bu çalışmada Seyhan ve Ceyhan Nehir Sisteminde yaşayan Cyprinidae familyasının Cyprininae, Leuciscinae ve Alburninae altfamilyalarına ait türlerinde kromozomal incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Cyprinidler taksonomik olarak incelenme zorlukları göz önünde bulundurularak alt kategorilere ayrılmak istenmiştir. Avrupa cyprinidleri ve bütün cyprinidler için iki ana soyun tanımlanması gerçekleştirilmiştir. Leuciscin ve cyprinidler arasındaki çatallanma temel olarak bıyık varlığı ya da yokluğu ve bıyık konumu ile tanımlanmaktadır. Bıyık dağılımı, eksik ya da düzensiz bıyık bulunması, morfoloji ve inervasyon, altfamilyaların belirlenmesinde ayırt edici olmaktadır (Winfield ve Nelson, 2012).

2.1.1.1. Cyprininae altfamilyası

Orta konumlu burun kalbur kemiği; uzamış gözyaşı bezi kesesi; anterior ve posterior bıyıklar; anterior bıyıkların sinir sistemi için üst çene boşluğu; bazen dişli genişlemiş dorsal yüzgeç ışını ve anal ışın bulundurması ile karakterize edilmektedir (Winfield ve Nelson, 2012).

Cyprininae Afrika, Hindistan, Güney Doğu Asya, Levant ve Orta Doğu, Çin’in bir kısmı, Batı Avrupa ve Hazar bölgesi boyunca dağılıma sahip olan, 1300’den fazla tür sayısı ile (Yang ve ark. 2015) cyprinidlerin en geniş altfamilyası olarak bilinmektedir. *Barbin*, *Labein*, *Squaliobarbin*, *Schizothoracin* ve *Cyprinion-Onychostoma* soylarına ayrılmaktadır (Winfield ve Nelson, 2012).

Barbin soyu (=Barbini, Barbinae) genellikle etli dudaklar, alt çenenin ortasında gelişmiş bir lop bulunması ve bir çifti burun ucundan çıkan iki çift bıyık ile karakterizedir (Geldiay ve Balık, 2009). *Cyprinus*, *Capoeta* ve *Luciobarbus* genusları bu soyun üyeleri olarak tanımlanmaktadır (Winfield ve Nelson, 2012).

Cyprinus genusu; oval şekilli vücuda; iri ve aşağı yukarı vücut yüksekliğinde başa; küçük ve terminal konumlu ağıza; iyi gelişmiş ve etli dudaklara; üst dudak üzerinden çıkan ve fazla uzun olmayan iki çift bıyığa sahip olması ile karakterizedir.

Vücuduna nazaran başının çok küçük, etinin lezzetli ve az kılçıklı, büyüme süratinin daha hızlı olması ve yapay yemlere daha kolay alışması gibi nedenlerle balık üretim çiftliklerinde kültür sazanı olarak tercih edilmektedir.

Genus üyeleri yaşam alanı olarak doğal gölleri, göletleri, havuzları ve özellikle dibi çamurlu, etrafı bol vejetasyonlu yavaş akan derin akarsuları tercih etmektedir. Özellikle ıslah edilmiş ırkları yapay balık üretiminde (akuvakültür) önemli bir yer tutmaktadır (Geldiay ve Balık, 2009).

Capoeta genusu; Daha önce *Varicorhinus* olarak bilinen bu cins, yanlardan hafifçe yassılaştırmış uzun ve ovalimsi şekilde görünümlü vücuda; küçük veya orta büyüklükte pullara nispeten büyük ve ventral konumlu ağıza; kıkırdakla kaplı üst dudağa ve sert ve boynuzsu alt dudağa sahip olması ve birlikte ağızda bir veya iki çift çok uzun olmayan bıyık bulundurması ile karakterizedir (Winfield ve Nelson, 2012).

Genus üyeleri genellikle akarsuların hızlı akan, zemini taşlı ve çakıllı zonlarında yaşamaktadır. Özellikle kayalık bölgelerdeki bol oksijenli suları tercih etmektedir (Geldiay ve Balık, 2009).

Luciobarbus genusu; *Barbus* ve *Luciobarbus* soyları *Barbus* içinde tanımlanmasına rağmen son yıllarda iki farklı cins olarak nitelendirilmektedir (Turan ve ark. 2008). *Barbus* Avrupa, Kafkasya, Türkiye, Aral ve Hazar havzasından;

Luciobarbus ise kuzey batı Afrika (Fas, Cezayir), İber ve Balkan yarımadaaları ve batı Asya'dan türler içermektedir.

Luciobarbus alt dudak şeklinin farklı olması (alt dudağın ortasında papillanın olmaması ya da alt dudağın orta kısmının papilla ile tamamen örtülmüş olması), farenks dişlerin sıralanması ve sayısı ile birlikte moleküler karakterler (Tsigenopoulos ve ark. 2010) bakımından *Barbus* soyundan ayrılmaktadır (Turan ve ark. 2008).

2.1.1.2. Leuciscinae altfamilyası

Maksiller bıyığın ve maksiller boşluğun olmayışı; lateral kalbur kemiği ve dermal kemik arasında bağlayıcı doku bağlantısı bulundurması, birinci üst sinirin eklemlili ya da daralan bir şekilde sinirsel kompleksten ayrılması ile karakterize edilmektedir (Winfield ve Nelson, 2012).

Leuciscinae altfamilyası Avrasya ve Kuzey Amerika'da yayılış gösteren birçok türden oluşmaktadır. Leuciscinae, leuciscin ve phoxinin olmak üzere iki filogenik gruba ayrılmaktadır. Leuciscin türleri Avrupa'da, phoxinin türlerinin ataları Kuzey Amerika'da yayılış göstermektedir (Imoto ve ark. 2013). Türkiye'de Leuciscinae altfamilyası *Abramis*, *Acanthalburnus*, *Acanthobrama*, *Alburnoides*, *Alburnus*, *Aspius*, *Blicca*, *Chondrostoma*, *Ladigesocypris*, *Leucalburnus*, *Leucaspius*, *Leuciscus*, *Phoxinus*, *Pseudophoxinus*, *Rutilus*, *Scardinius* cinsleri ile temsil edilmekle birlikte (Bogutskaya, 1997) bu altfamilyanın üyesi olan *Squalius* cinsi *Leuciscus*'un morfolojik ve moleküler bilgileri tanımlanıncaya kadar *Leuciscus* olarak yer edinmiştir (Turan ve ark. 2009; Ünal, 2011).

Pseudophoxinus genusu; orta büyüklükte küçük balıklar olup, vücudun az çok uzamış, yanlardan basık olması; ventral ya da anal yüzgeçten önce omurga bulunmaması; ağız yapısının terminal ya da subterminal konumlu olması; bıyık olmaması; lateral çizginin tam olması, tamamlanmamış olması ya da hiç olmaması ile karakterizedir (Bogutskaya, 1992).

Anadolu *Pseudophoxinus* türlerinin genus içindeki diğer gruplar ile akrabalığı ile birlikte anatomi ve taksonomi çalışmaları, bütün Anadolu *Pseudophoxinus* türlerinin gelişimini Orta Anadolu bölgesi ile ilişkilendirmektedir. Grup içindeki türlerin dağılımı farklılık göstermektedir. Orta Anadolu'nun güney batısı, kuzeyi, merkezi ve Eğirdir Gölü yayılış bölgelerini oluşturmaktadır (Bogutskaya, 1992).

Squalius genusu; vücudun az çok uzamış olup, iri cycloid pullarla örtülü olması; başın yan taraflardan hafif yassılaştırmış, ağız konumunun terminal veya yarı ventral olması; dudağın iyi gelişmemiş ve ince olması; ağızda bıyık olmaması ile karakterizedir (Geldiay ve Balık, 2009).

Anadolu'da çok yaygın olan *Squalius* genusunun esas yayılış alanı Avrupa, Kuzey ve Batı Asya, Kuzey Amerika, Azak Denizi, Karadeniz ve Hazar Denizi havzaları olarak bilinmektedir (Geldiay ve Balık, 2009).

2.1.1.3. Alburninae altfamilyası

Alburninae altfamilyası daha önce Leuciscinae ve Cultrinae altfamilyaları arasında yer almakta iken filogenetik özelliklerinin belirlenmesi ile yeni bir takson olarak atanmıştır. Uzamış bir kafatası boşluğu; nöral büküm genişliği farklılığı; frontal olarak enine dışbükey olması; kafatasının intermusküler kemiklerden köken alması; pelvik kemiğin genişlemiş ve dikey olarak konumlanmış olması; bazı taksonlarda pektoral aksiyal lobların bulunması ile karakterizedir (Winfield ve Nelson, 2012).

Alburnine üyeleri Avrasya'da doğu-batı olmak üzere iki seçenekli dağılım sergilemektedir. *Alburnus*, *Chalcalburnus*, *Pseudolaubuca*, *Hemiculter*, *Hemiculterella*, *Alburnoides*, *Leucalburnus* taksonlarını içermektedir (Winfield ve Nelson, 2012).

Alburnus genusu: vücudun genellikle uzamış ve yanlardan hafifçe yassılaştırmış olması; bütün vücudun orta büyüklükte, bazı türlerde dokunulduğu zaman

dökülebilen nazik yapılı pullarla örtülü olması; alt çenenin üst çeneden daha uzun olup ağız yarığının hafif yukarı doğru yönelmiş olması; kuyruk yüzgecinin daima derin çatallı olması ile karakterizedir (Geldiay ve Balık, 2009).

Genellikle Suriye, İran, Kafkasya, Avrupa ve Anadolu'nun büyük bir kısmında yayılış göstermektedir (Geldiay ve Balık, 2009).

2.2. ARAŞTIRMA KONUSU TÜRLERE AİT GENEL BİLGİLER

Seyhan Ceyhan Nehir Sisteminde yayılış gösteren Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio*, *Capoeta damascina*, *Luciobarbus pectoralis*, *Pseudophoxinus zekayi*, *Squalius seyhanensis*, *Alburnus adanensis* türleri karyolojik olarak incelenmiştir. Türlerin sistematikteki yeri Çizelge 2.1'de ifade edilmiştir.

Çizelge 2.1. Araştırma konusu türlerin sistematikteki yeri

Regnum (Alem)	: Animalia (Hayvanlar)
Filum (Şube)	: Chordata (Sırtı İplikliler)
Subfilum (Altşube)	: Vertebrata (Omurgalılar)
Superclassis (Üstsinif)	: Osteichthyes (Kemikli Balıklar)
Classis (Sınıf)	: Actinopterygii (Işın Yüzgeçli Balıklar)
Ordo (Takım)	: Cypriniformes (Sazangiller)
Familia (Familya)	: Cyprinidae (Sazanlar)
Subfamilia (Subfamilya)	: Cyprininae
Genus (Cins)	: <i>Cyprinus</i> (Sazan Balığı)
1. Species (Tür)	: <i>C. carpio</i> Linnaeus, 1758
Genus	: <i>Capoeta</i> (Siraz Balığı)
2. Species	: <i>C. damascina</i> (Valenciennes, 1842)
Genus	: <i>Luciobarbus</i> (Bıyıklı Balık)
3. Species	: <i>L. pectoralis</i> (Heckel, 1843)
Subfamilia	: Leuciscinae
Genus	: <i>Pseudophoxinus</i> (Yağ Balığı)
4. Species	: <i>P. zekayi</i> Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2006
Genus	: <i>Squalius</i> (Tatlı Su Kefali)
5. Species	: <i>S. seyhanensis</i> Turan, Kottelat & Doğan, 2013
Subfamilia	: Alburninae
Genus	: <i>Alburnus</i> (İnci Balığı)
6. Species	: <i>A. adanensis</i> Battalgazi, 1944

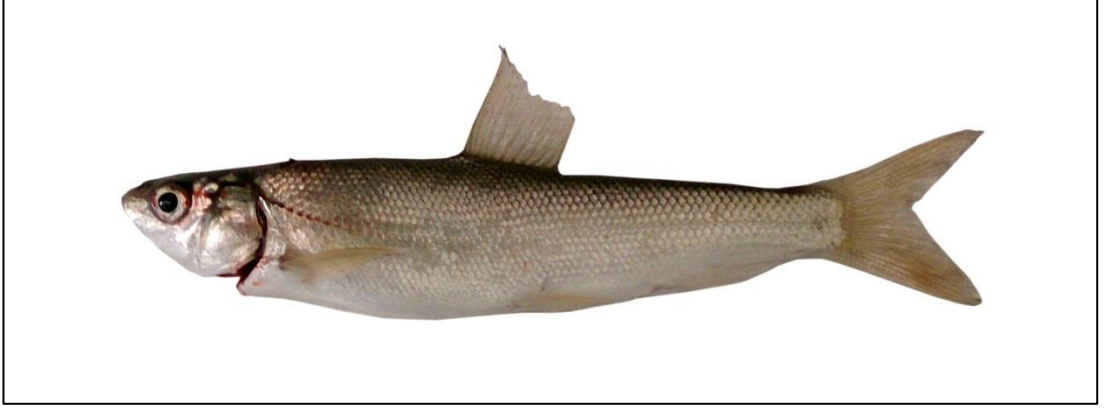
2.2.1. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758



Resim 2.1. *Cyprinus carpio*'nun genel görünüşü

Vücut yapısının az çok uzamış ve oval şekilli olup genellikle büyük pullarla örtülü olması; başı çıplak ve iri olması, baş uzunluğunun aşağı yukarı vücut yüksekliğine eşit olması; ağız konumunun terminal olup nispeten küçük olması; dudakların iyi gelişmiş ve etli olması; ağız etrafında üst dudak üzerinden çıkan ve fazla uzun olmayan iki çift bıyık bulundurması ile karakterizedir (Resim 2.1). Yaşam alanlarını doğal göller, göletler, havuzlar ve özellikle dibi çamurlu, etrafı bol vejetasyonlu yavaş akan derin akarsular oluşturmaktadır. Akvakültürde önemli bir yer tutması nedeni ile Güneydoğu Asya'dan köken alarak Sibiryada dışında bütün Avrupa'ya, İngiltere ve Amerika'ya kadar yayılım göstermektedir (Geldiay ve Balık, 2009). Nehir regülasyonu (kanalizasyon ve barajlar), yumurtlama zamanlarında suyun akış hızı ve melezleme çalışmaları türde % 30'un üzerinde popülasyon azalmasına neden olmuştur. Bu nedenle popülasyon düzeyi duyarlı-hassas (VU) olarak belirtilmektedir (IUCN, 2015a).

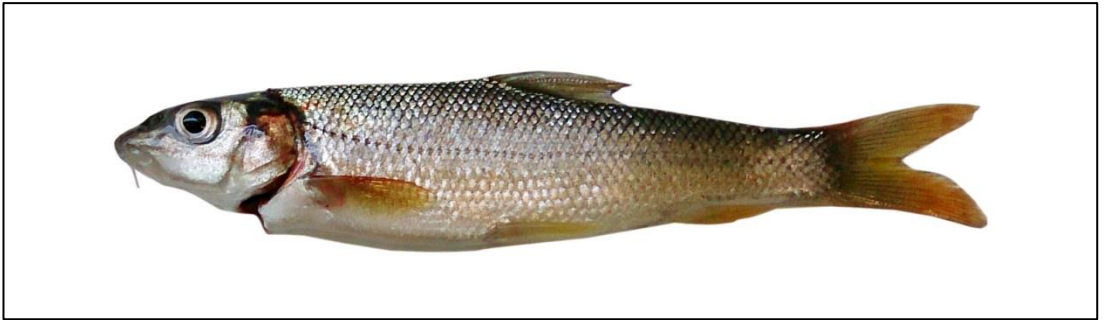
2.2.2. *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842)



Resim 2.2. *Capoeta damascina*'nın genel görünüşü

Tür oldukça çeşitli vücut yapısına ve renklenme modeline sahiptir. Vücut uzamış, juvenillerde hafif basık, erginlerde ise silindirik şekildedir. Ağız ventral konumlu, pürüzsüz üst dudak ile kalın keskin alt dudak hilâl benzeri görünümündedir. Bir çift bıyık bulundurması ve kaudal yüzgecin çatallı olması ile karakterizedir (Resim 2.2). Yaşam alanı hızlı akan nehirler ve durgun göllerdir (Hamidan, 2004). Dip balığı olması nedeniyle besinini atıklar ve sucul omurgasızlar oluşturmaktadır. Yumurtlama dönemi Ocak ve Mart ayları arasında olmakla birlikte lezzetsiz ve yumurtalarının toksik olduğu rapor edilmiştir (Froese, 2015). Bu nedenle populasyon yoğunluğunun asgari endişe (LC) düzeyinde olduğu belirtilmektedir. Akdeniz nehirlerinden Seyhan, Ceyhan ve Asi drenajının güneyinden Lübnan Litani Nehri'ne kadar yayılış göstermektedir (IUCN, 2015b).

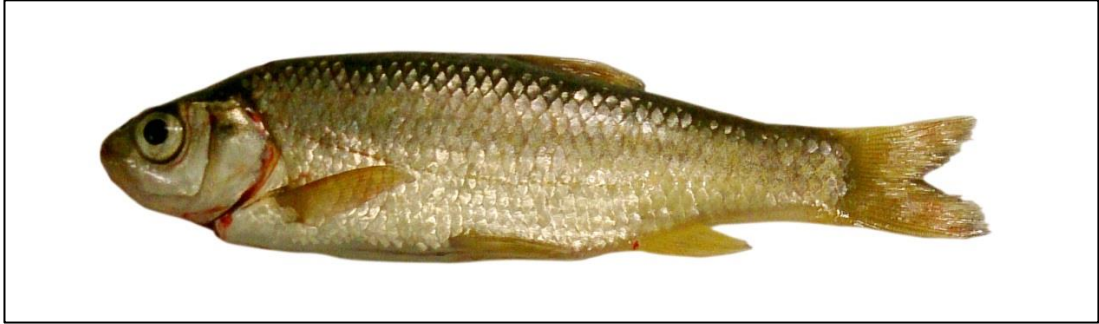
2.2.3. *Luciobarbus pectoralis* (Heckel, 1843)



Resim 2.3. *Luciobarbus pectoralis*'in genel görünüşü

Tür daha önceleri *Barbus capito pectoralis* (Kuru, 2004) olarak isimlendirilmiştir (Fricke ve ark. 2007). Baş geniş, burun ise nispeten sivridir. Ağız etrafında iyi gelişmiş iki çift bıyığın bulunması; yanal çizgideki pul sayısında indirgenmenin olması ve üzerinde hiçbir zaman koyu beneklerin bulunmaması ile önceki alttürlerden ayrılmaktadır. Vücudun dorsali genellikle aynı tonda zeytin yeşili olup yan kısımlar ve karın kısmı gri-esmer, yüzgeçleri ise açık siyah veya sarı-esmer renklenme göstermektedir (Resim 2.3). Güney ve Güneydoğu Anadolu esas yayılış alanı olmakla birlikte batıda Ege sahillerine kadar yaşam alanı bulmaktadır (Geldiay ve Balık, 2009). Göksu Nehri'nin alt kısımlarında, Seyhan ve Ceyhan drenajlarında ve Asi drenajının tamamında yayılış göstermektedir. Populasyon eğilimi durağan olmakla birlikte asgari endişe (LC) düzeyinde olduğu belirtilmektedir (IUCN, 2015c).

2.2.4. *Pseudophoxinus zekayi* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2006

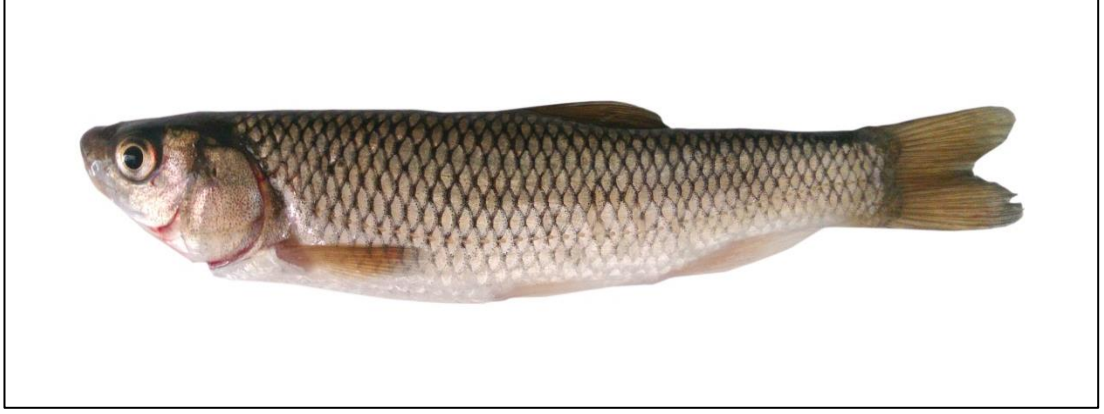


Resim 2.4. *Pseudophoxinus zekayi*'nin genel görünüşü

Cinse ait diğer türlerden dorsal ve anal yüzgeçlerdeki dallanmış ışın sayısı; ağzın terminal konumlu olması; göz çapının burun uzunluğundan belirgin derecede daha büyük olması; yanal çizginin tam olması ile ayrılmaktadır. Ağız açıklığının en üst noktası gözün orta düzeyindedir. Üst çene göz kenarının önünde, alt çene nispeten uzun ve göz kenarına dikey konumludur. Renklenme canlı ve korunmuş örneklerde arka ve yan kısımlarda hafif pigmentli olmakla birlikte canlı örneklerde arka kısım kahverengimsi, karın beyazımsı olarak tanımlanmaktadır. Yanal şerit bulunmamaktadır (Resim 2.4). Endemik olan tür sadece Ceyhan Nehri drenajında yayılış göstermektedir (Bogutskaya ve ark. 2007). Su tahliye ve kirliliğinin büyük

tehdit oluşturması nedeniyle popülasyon düzeyinin hassas (VU) olduğu bildirilmiştir (IUCN, 2015d).

2.2.5. *Squalius seyhanensis* Turan, Kottelat & Doğan, 2013



Resim 2.5. *Squalius seyhanensis*'in genel görünüşü

Türkiye'deki ve yakın sulardaki *Squalius* genusuna ait diğer türlerden: vücut üzerinde karşılıklı ağsı şekilli olması, pul ceplerinde yoğun pigment kümeleri ve her pulun arka kenarı boyunca yoğun melanofor bandın bulunması; derin bir vücut ve derin bir kuyruk sapı olması; eşeyssel dimorfizm gösteren baş şekli; dişi bireylerde terminal olan ağız konumunun, erkek bireylerde hafif subterminal konumlu olması; alt dudağın kalın olması; anal ve pelvik yüzgeçlerin ışınlarının yaşamları boyunca turuncu pigmentli olması karakterlerinin kombinasyonu ile ayrılmaktadır (Resim 2.5). Günümüzde sadece Seyhan drenajının üst kısmındaki kollarında, Sarız ve Zamantı ırmaklarından teşhis edilmiştir. Hızlı ve soğuk akan, dibi çakıl ve taşlı sularda yaşamaktadır (Turan ve ark. 2013). Seyhan Nehri'ne ait yeni kayıt olan endemik türün popülasyon düzeyine ait yetersiz veri (DD) bulunmaktadır (IUCN, 2015e).

2.2.6. *Alburnus adanensis* Battalgazi, 1944



Resim 2.6. *Alburnus adanensis*'in genel görünüşü

Alburnus sellal olarak bilinen tür *Alburnus adanensis* olarak kaydedilmiştir (Fricke ve ark. 2007). Vücut yapısının yanlardan yassılaştığı olması; başın üstten bakıldığında sivri ve uzun olması; ağız konumunun dorsal olması; ventral yüzgeç ile anal yüzgeç arasında pulsuz bir karina bulundurması; başın gerisinden başlayarak kuyruk yüzgeci kaidesine kadar uzanan koyu renkli bir bant bulundurması ile karakterizedir (Erk'akan ve ark. 2009) (Resim 2.6). Tür çok sayıda alt popülasyona sahip olup yaygın olarak bulunmaktadır (IUCN, 2015f). Ötrofikasyon, sucul organizmaların kaybı, organik ya da inorganik kirleticilerin çeşitli etkileri, baraj inşaatları gibi yaşam alanlarını tehdit eden unsurlar nedeniyle popülasyon düzeyi hassas (VU) olarak bildirilmiştir. Seyhan ve Ceyhan nehirlerinde yayılış gösteren tür, endemik olarak kaydedilmiştir (Fricke ve ark. 2007).

2.3. BALIKLARDA KARYOTİP ÇALIŞMALARI

Karyotip, somatik kromozomların fenotipik olarak gösterimi olan her bir tür için karakteristik kromozom takımı olarak tanımlanmaktadır (Mirzaghaderi ve Marzangi, 2015). Balık kromozomları üzerine yapılan çalışmalar sınıflandırma, evrim ve kalıtım alanlarında önem taşımaktadır. Sitogenetik araştırmalar atasal türlerin ve yakın akraba türlerin taksonomik belirsizliğinin anlaşılmasında, genetik polimorfizmlerin, eşey kromozomlarının ve poliploidinin belirlenmesinde güvenilir yöntemler olarak bilinmektedir (Bano ve ark. 2015).

Karyotip, balıklarda ploidin kontrolü için en güvenilir metod olarak bilinmektedir. Bu direkt metotta somatik hücrelerdeki metafaz kromozomu sayısının hesaplanması esas alınmaktadır. Balıklarda böbrekler hematopoetik özellikte olduğundan ve hücreleri düzenli olarak bölündüğünden kromozomal çalışmalarda ve ploidin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Balıkların karyolojik preparasyonunda pul ve solungaç epiteli, baş böbrek, testis, kalp dokusu gibi juvenil ve ergin bireylere ait dokular kadar embriyonik dokular da kullanılmaktadır. Kromozom preparasyonu sayısı ile yüksek kalitede metafaz plakları eldesi; avlanma metodu ve bireylerin toplanarak laboratuvara getirilme periyodu, deney ortamı, araştırma araç gereçleri, mevsim vb. koşullara göre değişiklik göstermektedir (Pukhtayevych, 2014).

Balıklarda karyotipin aydınlatılması memelilerden daha yavaş ilerlemektedir. Yeni türlerin oluşumuna bağlı olarak balıkların türleşmesinde kromozom yeniden düzenlenmesi ve kromozom duplikasyonu temel oluşturmaktadır. Balıklarda kromozom komplementleri ($2n$), kromozom sayısı ve bireysel kromozom büyüklükleri farklılık göstermektedir. Kromozom setleri, otozomal ve eşeye bağlı ya da bağlı olmayan heteromorfik kromozom çiftlerinden oluşmaktadır. Balıklarda eşeyin kromozomal faktörlerden ziyade genellikle poligenik olarak belirlendiği düşünülmektedir. Farklı otozomlar üzerinde konumlanan genler de eşey belirlenmesini etkilemektedir. Birçok balık türünde heteromorfik eşey kromozomları bulunmamaktadır. Kromozom sayıları ploidi düzeyinden bağımsız olarak somatik kromozom sayısı için " $2n$ " ve gametik kromozom sayısı için " n " olarak gösterilirken bir türün ya da ailenin temel kromozom sayısı x ile temsil edildiğinde $2n=2x$ diploid bireyleri; $2n=3x$ triploid bireyleri; $2n=4x$ tetraploid bireyleri ifade etmektedir (Gregory ve Mable, 2005). Balık kromozomlarının çoğu $2n=40$ ile $2n=50$ arasında değişmekle birlikte atasal diploid kromozom sayısı genellikle $2n=48$ olarak kabul edilmektedir (Chrisman ve ark. 1990). Diploid kromozom sayısı $2n=98-100$ olan türler $2n=48-50$ olan türlerin poliploidizasyonu sonucu oluşmaktadır (Bhatnagar ve ark. 2014).

Karyolojik çalışma gerçekleştirilen 3,425 tür/alttür balık çeşitliliğinin %12.2'sini oluşturmaktadır. Actinopterygian balıklara ait 216 familyanın hala herhangi bir karyotip verisi bulunmamaktadır. Balık sitogenetiğine en fazla karyotipik veriyi Actinopterygii sınıfı içerisinde Cyprinidae familyası sağlamaktadır. Cyprinidae familyasında toplam 220 cins içerisinde 180 cinse, 2420 tür içerisinde 628 türe ait karyolojik çalışma bulunmaktadır. Familyanın çeşitli alt üyelerinde diploid kromozom sayısı 42-162 arasında değişmektedir. Cyprinidae familyasına ait altfamilyalarda özellikle poliploidi özelliğine sahip gruplar diploid kromozom sayısı bakımından farklılık göstermektedir. Altfamilyalarda gerçekleştirilen karyolojik çalışmalarda; Barbinae altfamilyasının 30 cinsine ait 154 türde $2n=48-150$ olarak, Cyprininae altfamilyasına ait 25 türden 22'sinde $2n=100-162$, Leuciscinae altfamilyasının 68 cinsinin 200 türünde $2n=48-50$ olarak tespit edilmiştir (Arai, 2011).

Cyprinidae familyasına ait atasal kromozom sayısına sahip ($2n=50$) Dünyadaki balık kromozomları çalışmaları;

Vimba vimba ve *V. elongata* türlerinin $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojilerinin 8 çift metasentrik, 14 çift submetasentrik ve 3 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. Eşey kromozomları farklılaşması bildirilmemiştir (Rabova ve ark. 2003).

Abramis brama'nın $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 7 çift metasentrik, 11 çift submetasentrik ve 7 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. Kromozom takımının en büyük kromozom çiftinin tek kollu olduğu bildirilmiştir (Ocalewicz ve ark. 2004).

Alburnus albidus'da $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 8 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 4 çift subtelo/akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir (Bianco ve ark. 2004).

Squalius alburnoides'de $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 8 çift metasentrik, 15 çift submetasentrik ve 2 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. NF=96 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması belirtilmemiştir (Gromicho ve Collares-Pereira, 2007).

Squalius pyrenaicus'un $2n=50$ olmak üzere karyotip karakteristiğini 8 çift metasentrik, 14 çift submetasentrik ve 3 çift subtelo-akrosentrik kromozomun oluşturduğu rapor edilmiştir. Eşey kromozomları farklılaşması bildirilmemiştir (Gromicho ve Collares-Pereira, 2007).

Parachondrostoma arrigonis'de $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 8 çift metasentrik, 14 çift submeta-subtelosentrik ve 3 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir (Kalous ve ark. 2008).

Achondrostoma oligolepis, *Pseudochondrostoma duriense* ve *P. polylepis* türlerinde gerçekleştirilen karyolojik çalışmada her üç tür için $2n=50$ olmak üzere NF=94 olarak hesaplanmıştır. Karyotip morfolojileri *A. oligolepis* için 6 çift metasentrik, 16 çift submetasentrik ve 3 çift subtelo/akrosentrik kromozom; *P. duriense* ve *P. polylepis* türleri için 7 çift metasentrik, 15 çift submetasentrik ve 3 çift subtelo/akrosentrik kromozom olarak tespit edilmiştir. Eşey kromozomları farklılaşması bildirilmemiştir (Pereira ve ark. 2009).

Iberchondrostoma almaçai ve *Iberchondrostoma lusitanicum* türlerinin her ikisi için de $2n=50$ olmak üzere karyotiplerinin 7 çift metasentrik 15 çift submetasentrik ve 3 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. NF=94 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları gözlenmemiştir (Monteiro ve ark. 2009).

Squalius cephalus (Syn: *Leuciscus cephalus*)'un $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 5 çift metasentrik, 11 çift submetasentrik, 5 çift subtelosentrik ve 4 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=82 olarak hesaplanmıştır (Boron ve ark. 2009).

Leuciscus idus'un $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 5 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik, 3 çift subtelosentrik ve 4 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. NF=86 olarak hesaplanmıştır (Boron ve ark. 2009).

Leuciscus leuciscus'da $2n=50$ olmak üzere karyotip yapısının 6 çift metasentrik, 12 çift submetasentrik, 4 çift subtelosentrik ve 3 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. NF=86 olarak hesaplanmıştır (Boron ve ark. 2009).

Abramis bjoerka ve *Scardinius erythrophthalmus* türlerinde her iki tür için $2n=50$ olmak üzere NF=86 olarak hesaplanmıştır. Karyotip morfolojileri *A. brama*'da 7 çift metasentrik, 11 çift submetasentrik ve 7 çift akrosentrik; *S. erythrophthalmus*'da 8 çift metasentrik, 14 çift submetasentrik ve 3 çift akrosentrik kromozom olarak tespit edilmiştir. Eşey kromozomları farklılaşması bildirilmiştir (Luca ve ark. 2010).

Cyprinion kais'de $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 8 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik, 3 çift subtelosentrik ve 7 çift telosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. NF=86 olarak hesaplanmıştır (Nasri ve ark. 2010).

Telestes ukliwa'da $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 8 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik, 4 çift subtelosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. Kromozom takımında en büyük çiftin subtelosentrik kromozom olduğu bildirilmiştir. Heteromorfik eşey kromozomu belirlenmemiştir (Valic ve ark. 2010).

Alburnus filippi'nin $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 6 çift metasentrik, 9 çift submetasentrik, 4 çift subtelosentrik ve 6 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. NF=88 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları heteromorfizmi görülmediği rapor edilmiştir (Nazari ve ark. 2011).

Alburnus alburnus'da $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 7 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 5 çift subtelo/akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=90 olarak hesaplanmıştır (Khosravanizadeh ve ark 2011).

Squalius lucumonis'in $2n=50$ olmak üzere kromozom morfolojisinin 8 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 4 çift subtelo/akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. Dereceli olarak azalan büyüklüklerine göre sıralanan kromozomlar içerisinde en büyük kromozomun leuciscinler için karakteristik olan subtelosentrik gruptan olduğu belirlenmiştir. Eşeye bağlı kromozomal farklılaşmanın saptanmadığı belirtilmiştir (Rossi ve ark. 2012).

Squalius aradensis ve *S. torgalensis*'de $2n=50$ olmak üzere iki türde de kromozom morfolojilerinin 5 çift metasentrik, 18 çift submetasentrik ve 2 çift subtelo/akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. Her iki tür için NF=96 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşmasının gözlenmediği bildirilmiştir (Nabais ve ark. 2013).

Catla catla'nın $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 3 çift metasentrik, 10 çift submetasentrik, 1 çift subtelosentrik ve 11 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. NF=76 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomu farklılaşması gözlenmemiştir (Bhatnagar ve ark. 2014).

Labeo rohita'nın $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 4 çift metasentrik, 3 çift submetasentrik, 2 çift subtelosentrik ve 16 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. NF=64 olarak hesaplanmıştır. Heteromorfik eşey kromozomları gözlenmemiştir (Bhatnagar ve ark. 2014).

Ülkemizde yapılan balık karyolojisi çalışmalarının çoğunluğunu Cyprinidae familyası üyeleri oluşturmakla birlikte çeşitli familya temsilcilerinin de yer aldığı $2n=48-60$ kromozumlu balıkların karyotip karakteristikleri;

Ülkemizde ilk balık karyolojisi çalışması 1985 yılında Cyprinidae familyasına ait *Cyprinion macrostomum*'da gerçekleştirilerek $2n=48$ olmak üzere karyotip karakteristiği 2 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 9 çift akrosentrik kromozom olarak tespit edilmiştir (Çolak ve ark. 1985).

Oncorhynchus mykiss'de $2n=58, 60, 61, 62$ olmak üzere 4 farklı diploid sayısı ve karyotip morfolojisi rapor edilmiştir. $2n=60$ diploid sayısı ve 22 çift meta/submetasentrik, 1 çift subtelosentrik, 7 çift akrosentrik kromozomdan oluşan karyotip morfolojisi en yaygın olarak bildirilmiştir. Robertsonian polimorfizm saptanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması tespit edilmiştir (Tüfek, 1993).

Barbus plebejus (Syn: *Barbus plebejus lacerta*)'un $2n=48$ olmak üzere karyotipinin 16 çift metasentrik ve 8 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir (Ergene ve ark. 1998).

Squalius cephalus'un iki farklı popülasyonunda gerçekleştirilen karyolojik incelemelerde diploid kromozom sayıları ve karyotip morfolojileri; *S. cephalus* Beyler Barajı popülasyonunun $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 9 çift metasentrik, 6 çift submetasentrik, 10 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=80$ olduğu; *S. cephalus* Germeçtepe Barajı popülasyonunun $2n=50$ olmak üzere 10 çift metasentrik, 6 çift submetasentrik, 9 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=82$ olduğu rapor edilmiştir (Pekol, 1999).

Cyprinion macrostomum (Syn: *Cyprinion macrostomus*)'un $2n=50$ ve $NF=82$ olmak üzere karyotipinin 3 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 9 çift subtelo-akrosentrik; *Garra rufa* (Syn: *Garra rufa obtusa*)'nın $2n=44$ ve $NF=87$ olmak üzere 8 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve çiftleri olmayan bir büyük metasentrik ve bir küçük akrosentrik; *Squalius orientalis* (Syn: *Leuciscus cephalus orientalis*)'in $2n=50$ ve $NF=84$ olmak üzere 7 çift metasentrik, 10 çift submetasentrik, 8 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir (Kılıç Demirok, 2000).

Alburnus tarichi (Syn: *Chalcalburnus tarichi*)'nin $2n=50$ olmak üzere 8 çift metasentrik, 5 çift submetasentrik ve 12 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. Eşey kromozomları belirlenmemiştir (Gül ve ark. 2003).

Cyprinion macrostomum'da $2n=50$ olmak üzere kromozom morfolojisi 3 çift metasentrik, 12 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik, 4 çift akrosentrik kromozom olarak tespit edilmekle birlikte $NF=92$ olarak belirlenmiştir. Eşey kromozomlarının morfolojik olarak farklılaşmadığı için gözlenemediği rapor edilmiştir (Gaffaroğlu ve Yüksel, 2004).

Alburnoides bipunctatus'un $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 8 çift metasentrik, 11 çift submetasentrik ve 6 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. $NF=88$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları gözlenmemiştir (Kılıç-Demirok ve Ünlü, 2004).

Alburnus heckeli'de $2n=50$ olduğu ve karyotipinin 7 çift metasentrik, 9 çift submetasentrik ve 9 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir. $NF=82$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları tespit edilememiştir (Gül ve ark. 2004).

Tinca tinca'da $2n=48$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 6 çift metasentrik, 8 çift subtelosentrik ve 10 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. Toplam kol sayısı ve eşey kromozomları belirlenmemiştir (Hamalosmanoğlu ve Kuru, 2004).

Alburnus mossulensis (Syn: *Chalcalburnus mossulensis*)'de $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 6 çift metasentrik, 8 çift submetasentrik, 5 çift subtelosentrik ve 6 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir. $NF=88$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşmasının olmadığı rapor edilmiştir (Gaffaroğlu ve Yüksel, 2005).

Orthrias angorae (Fam:Balitoridae)'de $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 7 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik ve 11 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu

bildirilmiştir. NF=78 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları tespit edilememiştir (Kaya ve ark. 2005).

Acanthobrama marmid'de $2n=50$ olmak üzere kromozom morfolojisi 6 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik, 9 çift subtelosentrik ve 3 çift akrosentrik kromozom olarak tespit edilmiştir. NF=94 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomlarının morfolojik olarak farklılaşmaması nedeniyle belirlenememiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2006).

Acanthobrama microlepis (Syn: *Acanthalburnus microlepis*)'de $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 8 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik ve 10 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir. NF=80 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları tespit edilememiştir (Nur, 2006).

Alburnus filippi'de $2n=50$ olmak üzere kromozom morfolojisinin 8 çift metasentrik, 8 çift submetasentrik ve 9 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. NF=82 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması belirlenememiştir (Nur, 2006).

Chondrostoma regium'da $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 11 çift metasentrik, 4 çift submetasentrik, 3 çift subtelosentrik ve 7 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=86 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomlarının farklılaşmadığı bildirilmiştir (Kaya, 2009).

Garra rufa'nın dört farklı popülasyonunda gerçekleştirilen karyolojik incelemelerde diploid kromozom sayıları ve karyotip morfolojileri; *G. rufa* Mersin popülasyonunun $2n=50$ olmak üzere 13 çift metasentrik, 5 çift submetasentrik, 4 çift subtelosentrik, 3 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=94 olduğu; *G. rufa* Hatay popülasyonunun dişilerde ve erkeklerde $2n=46$ olmak üzere; dişilerde 11 çift metasentrik, 6 çift submetasentrik, 4 çift subtelosentrik, 2 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=88 olduğu, erkeklerde 11 çift metasentrik, 6 çift submetasentrik, 7 subtelosentrik, 5 akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=87

olduğu; *G. rufa* Kahramanmaraş populasyonunun dişilerde ve erkeklerde $2n=46$ olmak üzere; dişilerde 16 çift metasentrik, 3 çift submetasentrik, 3 çift subtelosentrik, 1 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=90$ olduğu, erkeklerde 31 metasentrik, 3 çift submetasentrik, 3 çift subtelosentrik, 3 akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=89$ olduğu; *G. rufa* Sivas populasyonunun $2n=50$ olmak üzere 14 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik, 2 çift subtelosentrik, 2 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=96$ olduğu tespit edilmiştir. Eşey kromozomlarının morfolojik olarak farklılaşma gosterdiği için belirlenebildiği rapor edilmiştir (Karahana ve Ergene, 2009).

Pseudorasbora parva'da $2n=50$ olmak üzere kromozom morfolojisi 7 çift metasentrik, 10 çift submetasentrik, 8 çift subtelosentrik kromozom olarak belirlenmiştir. $NF=100$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomu farklılaşmasının gozlenmediği bildirilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2009).

Pseudophoxinus antalyae'de $2n=50$ olmak üzere kromozom morfolojisinin 8 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik ve 4 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. $NF=92$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması belirtilmemiştir (Ergene ve ark. 2010).

Pseudophoxinus firati'nin $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 19 çift meta-submetasentrik ve 6 çift subtelosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. $NF=88$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomu farklılaşmasının gozlenmediği bildirilmiştir (Karasu ve ark. 2011).

Chondrostoma meandrense'de $2n=52$ olmak üzere kromozom morfolojisinin 9 çift metasentrik, 3 çift submetasentrik, 3 çift subtelosentrik, 11 çift akrosentrik kromozom olarak belirlenmiştir. $NF=82$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomu farklılaşması olmadığı rapor edilmiştir (Uysal, 2011).

Vimba mirabilis (Syn: *Acanthobrama mirabilis*)'in $2n=50$ olmak üzere karyotipini 5 çift metasentrik, 3 çift submetasentrik, 5 çift subtelosentrik ve 12 çift

akrosentrik kromozomun oluşturduğu belirlenmiştir. NF=76 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomu farklılaşması belirlenmemiştir (Uysal, 2011).

Squalius anatolicus'da $2n=50$ olmak üzere kromozom morfolojisinin 5 çift metasentrik, 11 çift submetasentrik, 5 çift subtelosentrik ve 4 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=82 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomlarının farklılaşmadığı için gözlenmediği rapor edilmiştir (Ünal, 2011).

Turcinoemacheilus kosswigi (Fam:Balitoridae)'nin $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 4 çift metasentrik, 7 çift submeta-subtelosentrik ve 14 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. NF=72 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları rapor edilmemiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2012a).

Tinca tinca'da yapılan diğer bir çalışmada $2n=48$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 6 çift metasentrik, 10 çift submetasentrik ve 8 çift subtelosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=80 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmediği rapor edilmiştir (Arslan ve Taki, 2012).

Pseudophoxinus crassus'da $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 6 çift metasentrik, 15 çift submetasentrik ve 4 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir. NF=92 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması olmadığı için gözlenmediği bildirilmiştir (Unal ve ark. 2014).

Pseudophoxinus hittitorum'un $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 7 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 5 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. NF=90 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomlarının belirlenmediği rapor edilmiştir (Unal ve ark. 2014).

Pseudophoxinus elizavetae'de $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojisi 4 çift metasentrik, 17 çift submetsentrik ve 4 çift subtelosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=92 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmemiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2014a).

Alburnoides bipunctatus'da yapılan diğerk bir çalışmada $2n=50$ olmak üzere kromozom morfolojisinin 7 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 5 çift subtelosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. $NF=90$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomlarının gözlenmediği bildirilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2014b).

Aphanius anatolia, *Aphanius danfordii*, *Aphanius splendens* ve *Aphanius villwocki* (Fam:Cyprinodontidae)'de yapılan karyolojik incelemede her dört tür için $2n=48$ olmak üzere karyotip morfolojileri 3 çift submetasentrik ve 21 çift subtelosentrik kromozom olarak tespit edilmiştir. $NF=54$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşmasının gözlenmediği bildirilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2014c).

Seminemacheilus lendli (Fam:Nemacheilidae)'de $2n=50$ olmak üzere karyotipinin 13 çift meta-submetasentrik ve 12 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. $NF=76$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması belirlenememiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2015).

Pseudophoxinus cinsine ait 6 türde gerçekleştirilen sitogenetik araştırmalarda diploid kromozom sayıları her tür için $2n=50$ olmak üzere *P. battalgilae*'nin 8 çift metasentrik, 14 çift submetasentrik, 3 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=94$ olduğu; *P. burduricus*'un 9 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik, 3 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=94$ olduğu; *P. egridiri*'nin 7 çift metasentrik, 14 çift submetasentrik, 4 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=92$ olduğu; *P. evliyae*'nin 7 çift metasentrik, 15 çift submetasentrik, 3 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=94$ olduğu; *P. fahrettini*'nin 8 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik, 4 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=92$ olduğu; *P. maeandri*'nin 5 çift metasentrik, 16 çift submetasentrik, 4 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=92$ olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan türlerde eşey kromozomlarının gözlenmediği bildirilmiştir (Karasu Ayata, 2015).

Poliploidi, kromozomların normal setlerden farklı olarak her kromozomun ikiden fazla kata artması ile oluşmaktadır. Balıklarda, köpekbalıklarından teleostlara kadar birçok grupta bağımsız olarak yaygın bir şekilde tekrar etmektedir. Balıklarda poliploidi, çevresel değişim ve hibrid stabilizasyonunun rol oynadığı yeni bir poliploid türün başlaması ile gelişmektedir. Balık evriminde poliploidinin önemi kesinlik kazanmamıştır. Poliploidi aşağı yapılı teleostlarda yüksek yapılı teleostlardan daha yaygın görülmektedir. Poliploid balıklar artan heterozigosite, duplike genlerin farklılığı, ve/veya kilit proteinlerin ifadesinin artması yoluyla diploid balıklar üzerinden avantaj kazanmaktadır (Leggat ve Iwama, 2003).

Poliploid bireylerin sahip oldukları kromozom takımlarının kökenine göre poliploidi; otopoliploidi ve allopoliploidi olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Kılıç-Demirok, 2000).

Otopoliploid bireylerin oluşumunda, mitotik replikasyondan sonra germ hücre bölünmesinin olmayışı nedeniyle tek genom katlanması; mayoz sonrası hücre bölünme başarısızlığı nedeniyle bölünmemiş gametlerin üretimi ya da fertilizasyonu; polispermi ya da bir yumurtanın birden fazla sperm ile fertilizasyonu mekanizmaları rol oynamaktadır. Sıcaklık, üretim yöntemi ve diğer dış faktörler de otoploidi sıklığını artırabilmektedir. Allopoloid bireyler ise çaprazlanarak döllenmiş benzer genoma sahip atasal türlerin hibridizasyonu sonucu oluşmaktadır (Otto ve Whitton, 2000; Gregory ve Mable, 2005). Başlangıçta farklı türlere ait kromozom takımlarının bir türde bir araya geldikten sonra tüm katlar halinde artışı söz konusudur (Rab ve Collares-Pereira, 1995; Kılıç-Demirok, 2000).

Dünyada sitogenetik çalışma gerçekleştirilmiş poliploid balıkların karyolojik karakteristikleri;

Cyprinus carpio'da $2n=100$ olmak üzere karyotip karakteristiğinin 6 çift metasentrik, 18 çift submetasentrik ve 26 çift subtelo/akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. $NF=148$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması olmadığı bildirilmiştir (Ojima ve Hitotsumachi, 1967).

Capoeta capoeta sevangi'de $2n=150$ olmak üzere 5 çift metasentrik, 15 çift submetasentrik ve 55 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. NF=190 olarak hesaplanmıştır. Eşey farklılaşması bildirilmiştir (Krysanov, 1999).

Carasobarbus canis (Syn: *Barbus canis*)'de $2n=150$ olmak üzere karyotipinin 38 çift metasentrik, 12 çift subtelosentrik ve 25 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. NF=250 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması bildirilmemiştir (Gorshkova ve ark. 2002).

Capoeta damascina'nın $2n=148$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 39 çift meta-submetasentrik, 16 çift subtelosentrik ve 19 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=258 olarak hesaplanmıştır. Heteromorfik eşey kromozomları belirlenmemiştir (Gorshkova ve ark. 2002).

Pseudobarbus genusuna ait altı türde yapılan karyolojik çalışmada bütün türlerin $2n=100$ olmak üzere karyotip morfolojilerinin; *Pseudobarbus afer*'in 6 çift metasentrik, 20 çift submetasentrik, 19 çift subtelosentrik, 5 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=190 olduğu; *P. asper*'in 7 çift metasentrik, 23 çift submetasentrik, 16 çift subtelosentrik, 4 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=192 olduğu; *P. burchelli*'nin 5 çift metasentrik, 21 çift submetasentrik, 17 çift subtelosentrik, 7 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=186 olduğu; *P. burgi*'nin 7 çift metasentrik, 18 çift submetasentrik, 19 çift subtelosentrik, 6 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=188 olduğu; *P. phlegethon*'un 7 çift metasentrik, 20 çift submetasentrik, 19 çift subtelosentrik, 4 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=192 olduğu; *P. tenius*'un 7 çift metasentrik, 20 çift submetasentrik, 16 çift subtelosentrik, 7 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=186 olduğu rapor edilmiştir. Eşeye bağlı intraspesifik karyotip varyasyonu olmadığı bildirilmiştir (Naran ve ark. 2006).

Barbus barbus'un $4n=96$ olmak üzere karyotipinin 6 çift metasentrik, 19 çift submetasentrik ve 23 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir.

NF=146 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması bildirilmemiştir (Luca ve ark. 2010).

Luciobarbus comiza'nın $2n=100$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 6 çift metasentrik, 30 çift submetasentrik ve 14 çift subtelo/akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=172 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması bildirilmemiştir (Collares-Pereira ve Madeira, 1990; Arai, 2011).

Luciobarbus microcephalus'de $2n=100$ olmak üzere karyotipinin 9 çift metasentrik, 25 çift submetasentrik ve 16 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. NF=168 olarak hesaplanmıştır. Heteromorfik kromozomların oluşumu gözlenmemiştir (Collares-Pereira ve Madeira, 1990; Arai, 2011).

Luciobarbus sclateri'nin $2n=100$ olmak üzere kromozom morfolojisi 5 çift metasentrik, 22 çift submetasentrik ve 23 çift akrosentrik kromozom olarak tespit edilmiştir. NF=154 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları bildirilmemiştir (Collares-Pereira ve Madeira, 1990; Arai, 2011).

Luciobarbus steindachneri'de $2n=100$ olmak üzere karyotipinin 5 çift metasentrik, 24 çift submetasentrik, 21 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=158 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması bildirilmemiştir (Collares-Pereira ve Madeira, 1990; Arai, 2011).

Carassius auratus'da $2n=100$ olmak üzere karyotipinin 11 çift metasentrik, 16 çift submetasentrik ve 23 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. NF=154 olarak hesaplanmıştır (Pukhtayevych, 2014).

Carassius carassius'da $2n=100$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 10 çift metasentrik, 18 çift submetasentrik ve 22 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. NF=156 olarak hesaplanmıştır. Heteromorfik eşey kromozomlarının gözlenmediği bildirilmiştir (Spoz ve ark. 2014).

Carassius auratus x *Cyprinus carpio* hibrid türünde $2n=100$ olmak üzere karyotip karakteristiğini 11 çift metasentrik, 15 çift submeta-subtelosentrik ve 24 çift akrosentrik kromozomun oluşturduğu tespit edilmiştir. $NF=152$ olarak hesaplanmıştır. 1-2 adet ekstra kromozom (B kromozom) tanımlandığı bildirilmiştir (Kucinski ve ark. 2015).

Ülkemiz iç sularında yayılış gösteren poliploid balık türlerinde gerçekleştirilmiş karyolojik analizler;

Cyprinus carpio'nun iki farklı popülasyonunda gerçekleştirilen karyolojik incelemelerde diploid kromozom sayıları ve karyotip morfolojileri; *C. carpio* Beyler Barajı popülasyonunun $2n=100$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 11 çift metasentrik, 15 çift submetasentrik, 24 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=152$ olduğu; *C. carpio* Germeçtepe Barajı popülasyonunun $2n=100$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 10 çift metasentrik, 15 çift submetasentrik, 25 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $NF=150$ olduğu tespit edilmiştir (Pekol, 1999).

Luciobarbus mystaceus (Syn: *Barbus rajanorum mystaceus*)'un $2n=100$ ve $NF=152$ olmak üzere karyotipinin 11 çift metasentrik, 15 çift submetasentrik ve 24 çift subtelo-akrosentrik; *Capoeta trutta*'nın $2n=150$ ve $NF=224$ olmak üzere, karyotipinin 10 çift metasentrik, 27 çift submetasentrik ve 38 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir (Kılıç Demirok, 2000).

Capoeta umbla (Syn: *Capoeta capoeta umbla*)'nın $2n=150$ olmak üzere, karyotipi 43 çift meta-submetasentrik, 32 çift subtelo-akrosentrik kromozom olarak tespit edilmiştir. $NF=236$ olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmemiştir (Kılıç Demirok ve Ünlü, 2001).

Carassius auratus'un karyotip morfolojisinin 12 çift metasentrik, 17 çift submetasentrik, 23 çift akrosentrik kromozomdan oluşmak üzere $2n=104$ olduğu

belirlenmekle birlikte NF=162 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları tespit edilmemiştir (Ölmez Aydın, 2001).

Cyprinus carpio'nun $2n=100$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 6 çift metasentrik, 19 çift subtelosentrik ve 25 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmemiştir (Hamalosmanoğlu ve Kuru, 2003).

Barbus capito'nun $2n=120$ olmak üzere karyotipinin 16 çift metasentrik, 21 çift submetasentrik, 4 çift subtelosentrik ve 19 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. NF=194 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomu farklılaşması saptanmamıştır (Kaya, 2009).

Garra variabilis'in $2n=102$ olmak üzere karyotipinin dişi bireylerde 21 çift metasentrik, 9 çift submetasentrik, 12 çift subtelosentrik, 9 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=186 olduğu; erkek bireylerde 41 metasentrik, 9 çift submetasentrik, 12 çift telosentrik, 19 akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF=185 olduğu tespit edilmiştir. Eşey kromozomu farklılaşması gözlendiği rapor edilmiştir (Karahana ve Ergene, 2010).

Capoeta tinca'nın $2n=150$ olmak üzere kromozom morfolojisinin 44 çift meta-submetasentrik, 31 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu rapor edilmiştir. NF=238 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomu farklılaşmasının gözlenmediği bildirilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2010).

Capoeta antalyensis'in $2n=150$ olmak üzere karyotipini 42 çift meta-submetasentrik ve 33 çift subtelo-akrosentrik kromozomun oluşturduğu rapor edilmiştir. NF=234 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomu farklılaşmasının gözlenmediği bildirilmiştir (Yüksel ve ark. 2011).

Luciobarbus escherichii'de $2n=100$ olmak üzere karyotipinin 7 çift metasentrik, 22 çift submetasentrik, 21 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan

oluştugu tespit edilmiştir. NF=158 olarak hesaplanmıştır. Eşey kromozomları belirlenmemiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2013).

Barbus tauricus'un $2n=100$ olmak üzere karyotip morfolojisinin 3 çift metasentrik, 12 çift submetasentrik, 19 çift subtelosentrik ve 16 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu bildirilmiştir. NF=130 olarak hesaplanmıştır (Ataç Şahin, 2015).

2.4. BALIKLARDA C-BANTLAMA ÇALIŞMALARI

Heterokromatin kromozomun yoğunlaşmış, çoğunlukla geç replike olan ve transkripsiyonel olarak baskılanmış tekrarlı DNA dizilerini içermektedir (Choo, 2000). Kromozom üzerinde telomer bölgelerinde, sentromer etrafında ya da nukleolus organizatör bölgelere bitişik olarak bulunmaktadır. Heterokromatin, bütün hücrelerde daimi olarak yoğunlaşmış olarak bulunan konstitüif heterokromatin ve bazı hücre tiplerinde veya gelişmenin bazı safhalarında yoğun kalan fakültatif heterokromatin olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Karol ve Suludere, 1992). Konstitüif heterokromatik bölgeler aktif olmayan DNA bölgelerini içerdiğinden nesiller boyunca yapısını koruyabilmektedir. Türe özgü olan bu heterokromatin bloklar (C-bantlar) kromozom üzerinde tespit edilerek tür ayrımında kullanılmaktadır (Arslan ve Arslan, 2007).

Türler çeşitli C-bantlı heterokromatin dağılımı göstermektedir. Sentromerik C-bantlar genellikle birçok türde bulunmakla birlikte sayısı, boyanabilirliği ve büyüklüğü türler arasında oldukça geniş varyasyon göstermektedir. C-bantlar konumları ve büyüklükleri bakımından hemen hemen bütün kromozomlarda benzer büyüklükte; sadece birkaç kromozomda az boyanmış olarak; çeşitli büyüklükte ve boyanabilirlikte bütün kromozomlarda olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Birçok balık türünde benzer dağılımları göstermektedir. Birçok tür sentromerik C-bantlar ile karakterizedir. Balıklardaki bu şekildeki C-bant karakteristikleri çoğunlukla Cyprinidae familyasında gözlenmektedir (Takai ve Ojima, 1988).

Cyprinidae familyasına ait ya da cyprinid olmayan balıklarda konstitütif heterokromatin bulunuşu ve dağılımı farklılıklar göstermektedir. Cyprininae türlerinde sentromerik C-bantların yanı sıra çoğunlukla telomerik heterokromatin gözlenmektedir. Leuciscinae türleri ise çok az telomerik ya da heterokromatinin diğer türlerini bulundurmaktadır. C-bantlama şekilleri çok sayıda türe sahip Cyprinidae familyasına ait altfamilyaların sınıflandırılması ve filogenetik akrabalıkların ortaya çıkarılmasında kullanılmaktadır (Ren ve ark. 1992).

Cyprinidae familyasına ait bazı türlerde gerçekleştirilmiş C-bantlama çalışmaları;

Aspius aspius'da 1 çift subtelo-akrosentrik kromozomun uzun kollarının ucunda C-bantların gözleendiği bildirilmiştir (Rab ve ark. 1990).

Cyprinus carpio'da birçok kromozomun prosentrik, telomerik ve kısa kol konumlu heterokromatik bölgeler bulundurduğu bildirilmiştir (Ren ve ark. 1992).

Phoxinus phoxinus'da 3., 4., 6., 8., 13., 16., 18. çift kollu kromozom çiftlerinde ve 21., 23-25. tek kollu kromozom çiftlerinde heterokromatinin bloklar gözlenmiştir. C-bantların bazı submetasentrik kromozomlarda sentromerik konumlu, bazı metasentrik kromozomlarda ara konumlu olduğu belirtilmiştir (Boron, 2001).

Vimba vimba ve *V. elongata* türlerinde C-pozitif heterokromatinin dağılımının her iki türde aynı olduğu belirlenmiştir. En büyük metasentrik ve subtelosentrik kromozomdan akrosentrik kromozomlara kadar heterokromatik blokların büyüklük polimorfizmi tespit edilmiştir. Bütün kromozom çiftlerinin perisentromerik bölgelerinde heterokromatik blokların varlığı gözlenmiştir (Rabova ve ark. 2003).

Abramis brama'nın ilk akrosentrik kromozom çiftinin sentromerik bölgelerinde ve uzun kolların ucunda C-pozitif ve geç replike olmuş heterokromatin blokların gözleendiği bildirilmiştir (Ocalewicz ve ark. 2004).

Alburnus albidus'da özellikle 8 çift metasentrik kromozomda sentromerik ve telomerik heterokromatin belirlenmekle birlikte C-bantların hemen hemen tüm kromozomlarda gözleendiği rapor edilmiştir (Bianco ve ark. 2004).

Iberchondrostoma almaçai ve *I. lusitanicum* türlerinde heterokromatik blokların bazı akrosentrik kromozom çiftlerinde distal blok ve bazı submetasentrik kromozom çiftlerinde birkaç küçük blok olarak gözlenmesi dışında çoğunlukla sentromerik bölgelere lokalize olduğu bildirilmiştir (Monteiro ve ark. 2009).

Achondrostoma oligolepis, *Pseudochondrostoma duriense* ve *P. polylepis* türlerinde yapılan C-bantlama çalışmasında üç türde 1. subtelo-akrosentrik ve 1. submetasentrik kromozomların uzun kollarında ve bazı metasentrik ve submetasentrik kromozomların kısa kollarında konstitütif heterokromatin bölgelerin tespit edildiği bildirilmiştir (Pereira ve ark. 2009).

Leuciscus idus, *Squalius cephalus* ve *L. leuciscus* türlerinde gerçekleştirilen C-bantlama çalışmasında; *L. idus* ve *S. cephalus*'da hemen hemen tüm kromozomlarda sentromerik konumlu C-bantlar gözlenmiştir. *L. leuciscus*'da birçok kromozomun sentromer bölgesinde C-bantlar tespit edilmiştir (Boron ve ark. 2009).

Squalius lucumonis'de en büyük subtelo/akrosentrik kromozom çifti dışında bütün kromozomların perisentromerik bölgelerinde ve orta büyüklükte submetasentrik kromozom çiftinin kısa kollarında C-bantlar tespit edilmiştir (Rossi ve ark. 2012).

Pseudorasbora parva'nın yüzgeç doku kültüründe gerçekleştirilen karyolojik çalışmalarda C-bant lokasyonunun çoğunlukla kromozomların sentromer ve terminal bölgelerinde, nadiren interstisyel bölgelerde gözleendiği bildirilmiştir (Kun ve ark. 2012).

Carassius carassius'da konstitütif heterokromatin blokların telomerik ve perisentromerik kromozom bölgelerinde tespit edildiği bildirilmiştir. Telomerik

bölgelerdekilerin perisentromerik olanlardan daha yoğun olduğu rapor edilmekle birlikte 7 çift kromozomda C-bant saptanmıştır (Knytl ve ark. 2013).

Alburnus tarichi'de bazı kromozomların sentromer bölgesinde belirgin C-bantlar tespit edilmiştir (Gül ve ark. 2003).

Acanthobrama marmid'de bütün kromozomların perisentromerik bölgelerinde ve 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarında C-bant tespit edilmiştir (Gaffaroğlu ve Yüksel, 2009).

Cyprinion macrostomum'un bütün kromozomlarında ve 2 çift submeta-subtelosentrik kromozomun kısa kollarında konstitütif heterokromatin blokların gözlemlendiği bildirilmiştir (Gaffaroğlu ve Yüksel, 2009).

Garra rufa'nın Mersin, Hatay, Kahramanmaraş ve Sivas populasyonlarında Karahan ve Ergene (2009) tarafından yapılan karyolojik çalışmada *G. rufa* Mersin populasyonunun C-bant dizisinde 1. kromozom kolunda 3 bant bölgesi, 2., 4., 6., 9., 13. kromozom kollarında 2 bant bölgesi, 5., 7., 8., 11., 12., 14., 15., 16., 17., 18., 19., 20., 22., 23. kromozom kollarında 1 bant bölgesi; *G. rufa* Hatay populasyonunda C-bantlama sonucu 1. kromozom kollarında 4 bant bölgesi, 2., 4., 6., 12., 18. kromozom kollarında 2 bant bölgesi ve 9., 10., 11., 13., 14., 21. kromozom kollarında 1 bant bölgesi, 13. submetasentrik kromozomun uzun kolunda oldukça büyük bir heterokromatin bölge; *G. rufa* Kahramanmaraş populasyonunda C-bant pozitif heterokromatik bölgelerin sentromerik ve perisentromerik konumlu olduğu, belirgin C-bant bölgelerinin birçok kromozomun sentromerik bölgelerinde, 1. ve 13. metasentrik kromozomun uzun kollarının interstisyel bölgelerinde, 1. kromozomun kollarında 4 bant bölgesi, 17. kromozomun kollarında 3 bant bölgesi, 3., 5., 6., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 22. kromozom kollarında 2 bant bölgesi, 4., 7., 14., 18., 20., 21. kromozom kollarında 1 bant bölgesi ve en büyük heterokromatin bölgesinin 14. metasentrik kromozom olduğu; *G. rufa* Sivas populasyonunda C-bant pozitif heterokromatin bölgelerinin sentromerik konumlu dağıldığı, 1. kromozom kollarında 3 bant bölgesi, 2., 3., 4., 7., 9., 12., 13., 15., 16., 17. kromozom kollarında 2 bant

bölgesi, 6., 10., 11., 18., 19., 22., 23., 24. kromozom kollarında 1 bant bölgesi tespit edilmiştir (Karahana ve Ergene, 2009).

Garra variabilis'de birçok kromozomun terminal bölgesinde ve 2., 4., 6., 32. kromozom kollarının interstisyel bölgelerinde C-bantlar gözlenmiştir (Karahana ve Ergene, 2010).

Pseudophoxinus antalyae'de C-bant pozitif heterokromatik bölgelerin birçok kromozomda sentromerik konumlu olarak dağıldığı bildirilmiştir (Ergene ve ark. 2010).

Pseudophoxinus firati'de C-bantlama ile 6 çift kromozomun perisentromerlerinde heterokromatin bölgelerin varlığı bildirilmiştir (Karasa ve ark. 2011).

Squalius anaticus'da çok sayıda kromozomun sentromer bölgesinde konstitüif heterokromatin bloklar tespit edilmiştir (Ünal, 2011).

Capoeta antalyensis'de çok sayıda kromozomun sentromerinde konstitüif heterokromatin bölgeler tespit edilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2012b).

Tinca tinca'nın bütün kromozomlarında sentromerik ve perisentromerik C-bantlar gözlenmekle birlikte 1 çift kromozomun kısa kollarında interstisyel band ve 3 çift kromozomun kısa kollarında C-bantlar tespit edilmiştir (Arslan ve Taki, 2012).

Luciobarbus escherichii'de birçok kromozomun sentromerinde konstitüif heterokromatin bölgelerin gözlendiği rapor edilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2013).

Alburnoides bipunctatus'da çok sayıda kromozomun sentromerinde konstitüif heterokromatin bölgelerin belirlendiği rapor edilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2014b).

Pseudophoxinus crassus ve *P. hittitorum*'da yapılan C-bantlama çalışmasında her iki türde birçok kromozom çiftinin perisentromerik bölgelerinde konstitüif heterokromatin bölgeler tespit edilmiştir (Unal ve ark. 2014).

Pseudophoxinus elizavetae'de konstitüif heterokromatin bölgelerin çok sayıda kromozomun sentromerinde tespit edildiği bildirilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2014a).

Pseudophoxinus cinsine ait 6 türde yapılan C-bantlama çalışmasında *P. battalgilae*, *P. burduricus*, *P. evliya* ve *P. maeandri*'de çok sayıda kromozomun sentromerinde; *P. egridiri*'de çok sayıda kromozomun sentromerinde ve 1 çift kromozomda blok halinde; *P. fahrettini*'de çok sayıda kromozomun sentromerinde ve birkaç çift kromozomda blok halinde konstitüif heterokromatin bölgelerin varlığı tespit edilmiştir (Karasu Ayata, 2015).

2.5. BALIKLARDA GÜMÜŞ BOYAMA ÇALIŞMALARI

Gümüş boyama tekniği işlevsel olarak interfaz aşamasından itibaren boyanma yeteneğinde olan ve sadece metafaz kromozomlarında lokasyonu belirlenen özellikle ökaryotlarda 18S ve 28S aktif ribozomal RNA gen bölgelerini görüntülemek amacıyla kullanılmaktadır. Nükleolus organizatör bölgeler (NORs) birçok balık grubunda tür içi ve türler arası kromozomal polimorfizmin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Nazari ve ark. 2011).

Farklı sucul sistemlerde yayılış gösteren populasyonların, soyların ve alt türlerin mutasyon oluşumu, tür ıslahı ve hibridizasyonu ile türlerdeki kromozomal farklılıkların ortaya çıkarılmasında gümüş boyama çalışmaları destekleyici olmaktadır (Rab ve Collares-Pereira, 1995).

Türlerin NOR karakteristikleri taksonomik farklılıklar ile birlikte sitotaksonomi alanında, sistematik ve filogenetik farklılıklar ile sitosistematikte kullanılmaktadır. NOR heteromorfizmi cyprinidlerde yaygın olarak görülmekle birlikte türler arası ve tür içi bireylere ait kromozomlarda niteliksel olarak varyantların tespitini sağlamaktadır (Amemiya ve Gold, 1988). Türler arasında NOR konumu sayısı, NOR bulunduran kromozom grubu ve kromozom üzerindeki NOR'ların pozisyonunda farklılıklar olabilmektedir. Türler içinde NOR aktivitesindeki değişiklikler, gümüş boyanmış bölgelerin büyüklük farklılıkları ve aktif NOR konumlarının sayısındaki farklılıklar tür karakteristiklerini oluşturmaktadır (Ulupınar ve Alaş, 2002).

NOR lokasyonu genellikle subtelosentrik ve submetasentrik kromozomların kısa kollarında olmakla birlikte submetasentrik ve subtelosentrik kromozomların uzun kollarının ucunda, metasentrik ve akrosentrik kromozomların kollarında, telomer ile sentromer arasında ya da sentromere bitişik konumlu olarak, nadiren de eşey kromozomlarında bulunmaktadır (Rab ve Collares-Pereira, 1995).

Cyprinidae familyasına ait bazı türlerde gerçekleştirilmiş gümüş boyama çalışmaları;

Cyprinus carpio'da gümüş boyama tekniği ile 1 çift telosentrik/akrosentrik kromozomun kısa kollarında NOR gözlenmiştir. *Cyprinus* genusunda NOR büyüklük polimorfizmi gözlendiği bildirilmiştir (Weishun, 1985).

Aspius aspius'da 1 çift en küçük subtelo-akrosentrik kromozomun uzun kollarının ucunda NOR belirlenmiştir (Rab ve ark. 1990).

Phoxinus phoxinus'da gümüş boyalı metafazların %62'sinde metasentrik ve submetasentrik kromozomların telomerinde olmak üzere 2 NOR; %31'inde ikisi submetasentrik, biri metasentrik kromozomda olmak üzere 3 NOR; %7'sinde ikisi submetasentrik kromozomun uzun kolunun ucunda, ikisi submetasentrik kromozomun kısa kollarında telomer konumlu olmak üzere 4 NOR saptanmıştır (Boron, 2001).

Vimba vimba, *V. elongata* ve *V. melanops* türlerinde gerçekleştirilen gümüş bantlama çalışmasında 1 çift orta büyüklükte submetasentrik kromozom çiftinin kısa kolunda NOR rapor edilmiştir. Üç türde NOR büyüklük polimorfizmi gözlendiği bildirilmiştir (Rabova ve ark. 2003).

Abramis brama'da NOR lokasyonunun 1 akrosentrik kromozom çiftinde sadece kromatidlerin ucunda gözlendiği rapor edilmiştir (Ocalewicz ve ark. 2004).

Alburnus albidus'da 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarında NOR gözlendiği bildirilmiştir (Bianco ve ark. 2004).

Chondrostoma macrolepidotum'da 1 çift submetasentrik kromozomun NOR taşıdığı belirlenmiştir. NOR'lar bir çiftte sentromer bölgesinin altında ve kısa kollarında; bir çiftte homolog kromozomdan birinin sentromer bölgesi altında ve kısa kollarında, diğer homolog kromozomun sadece kısa kollarında; başka bir çiftte ise

sadece kısa kollarda olmak üzere NOR lokasyon varyasyonu gösterdiği bildirilmiştir (Gante ve ark. 2004).

Squalius pyrenaicus'da NOR bulunduran 1 çift submetasentrik kromozomun tespit edildiği bildirilmiştir (Gromicho ve Collares-Pereira, 2004).

Squalius alburnoides'de 3-5 submetasentrik kromozom çiftinin kısa kollarının tamamında gümüş-pozitif sinyaller saptanmıştır (Gromicho ve ark. 2005).

Parachondrostoma arrigonis'de nükleolus organize edici bölgeler gümüş ve CMA₃ boyama ile bir çift orta büyüklükte submetasentrik kromozom çiftinin telomerlerinde tespit edilmiştir (Kalous ve ark. 2008).

Achondrostoma oligolepis, *Pseudochondrostoma duriense* ve *P. polylepis* türlerinde yapılan gümüş bantlama çalışmasında; *Achondrostoma oligolepis*'de çoğunlukla 3., 5. ve 6. submetasentrik kromozom çiftlerinde, CMA₃ boyamanın verdiği 4-6 pozitif sinyalle NOR belirlenmiştir. Sinyallerin tamamı 5. submetasentrik çift hariç kromozomların kısa kollarında lokalize olmuştur. *Pseudochondrostoma duriense* bireylerinin 3. ve 6. kromozom çiftinin kısa kollarında NOR tespit edilmiştir. *P. polylepis*'de genellikle sadece 1 kromozom çiftinde (3. submetasentrik) NOR gözleendiği rapor edilmiştir (Pereira ve ark. 2009).

Iberchondrostoma almakai ve *I. lusitanicum* türlerinin farklı populasyonlarında yapılan gümüş bantlama çalışmasında *I. almakai*'nin genellikle 2. submetasentrik kromozom çiftinde (9. çift) ve nadiren de 1 küçük submetasentrik kromozom çiftinin kısa kollarında NOR tespit edilmiştir. Ayrıca bazı populasyon polimorfizmleri de bulunmuştur: Arade populasyonu örneklerinde 1-3 NOR ve Mira populasyonunda en fazla 2 NOR tespit edilmiştir. *I. lusitanicum*'da 2. submetasentrik çiftin ve 1 küçük submetasentrik çiftin kısa kollarında NOR gözlenmiştir. Tüm populasyonda gözlenen varyasyonda 1-4 NOR olmasına rağmen istisnai Tejo 1 populasyonunda genellikle 3-4 NOR tespit edilmiştir (Monteiro ve ark. 2009).

Leuciscus idus, *S. cephalus* ve *L. leuciscus* türlerinde gerçekleştirilen gümüş bantlama çalışmasında; *L. idus*'da ikinci en büyük submetasentrik kromozom çiftinin uzun kollarında telomerik NOR; *S. cephalus*'da 1 çift küçük subtelosentrik kromozomun kısa kollarında; *L. leuciscus*'da 1-4 arasında NOR sayı varyasyonu gözlenmekle birlikte lokasyonu en büyük metasentrik kromozom çiftinin uzun kolları ve subtelosentrik kromozom çiftinin kısa kolları olarak belirlenmiştir (Boron ve ark. 2009).

Telestes ukliwa'da 2 çift orta büyüklükte submetasentrik kromozomun telomerinde nukleolus organize edici bölgelerin tespit edildiği bildirilmiştir. Çoklu NOR fenotipi gözlenmiştir (Valic ve ark. 2010).

Alburnus filippi'nin 1 çift subtelosentrik kromozomun kısa kollarının telomerlerinde gümüş boyalı NOR gözlenmiştir (Nazari ve ark. 2011).

Pseudorasbora parva'nın yüzgeç doku kültüründe gerçekleştirilen karyolojik çalışmalarda 23. kromozom çiftinin kısa kolunda NOR gözlendiği ve NOR'ların polimorfizm gösterdiği rapor edilmiştir (Kun ve ark. 2012).

Squalius lucumonis'de heteromorfik büyüklükte olmak üzere 1 çift orta büyüklükte submetasentrik kromozom çiftinin kısa kollarında NOR gözlenmiştir (Rossi ve ark. 2012).

Squalius aradensis ve *S. torgalensis* türlerinde gerçekleştirilen Ag-NOR uygulaması sonucu 1 çift submetasentrik kromozom çiftinin kısa kollarının ucunda NOR lokasyonu rapor edilmiştir (Nabais ve ark. 2013).

Carassius carassius'da 14. çift submetasentrik kromozom çiftinin kısa kollarında ve 32. subtelo-akrosentrik kromozom çiftinin kısa kollarında NOR lokasyonu tespit edildiği bildirilmiştir (Knytl ve ark. 2013).

Carassius auratus x Cyprinus carpio hibrid türünde Ag-NOR bantlama ile tutarlı bir şekilde 2-3 submetasentrik kromozomun kısa kollarında NOR lokasyonu gözlemlendiği bildirilmiştir (Kucinski ve ark. 2015).

Ülkemizde gerçekleştirilen Cyprinidae familyasına ait NOR çalışmaları;

Cyprinus carpio'nun iki farklı popülasyonunda gerçekleştirilen gümüş boyama çalışmasında; *C. carpio* Beyler Barajı popülasyonunda 1 çift kromozomun NOR taşıdığı; *C. carpio* Germeçtepe Barajı popülasyonunda 1 çift homolog ya da homolog olmayan kromozomda NOR gözlemlendiği rapor edilmiştir. Ayrıca NOR büyüklük ve lokasyon farklılıkları olduğu da bildirilmiştir (Pekol, 1999).

Squalius cephalus'un iki farklı popülasyonunda gerçekleştirilen gümüş boyama çalışmasında; *S. cephalus* Beyler Barajı popülasyonunda 1 çift subtelosentrik ya da akrosentrik kromozomda; *S. cephalus* Germeçtepe Barajı popülasyonunda 1 çift metasentrik ya da akrosentrik kromozomda NOR gözlemlendiği rapor edilmiştir (Pekol, 1999).

Acanthobrama marmid'de 2 çift orta büyüklükte submeta-subtelosentrik kromozomun telomerlerinde nükleolus organize edici bölgelerin tespit edildiği bildirilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2006).

Alburnus mossulensis'de 1 çift submetasentrik kromozomun uzun kolunun terminalinde ve 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kolunun terminalinde olmak üzere 2 çift kromozomda NOR tespit edilmiştir (Yüksel ve Gaffaroğlu, 2008).

Garra rufa'nın dört farklı popülasyonunda gerçekleştirilen gümüş boyama çalışmasında; Mersin popülasyonunda 15. submetasentrik kromozom çiftinin terminal bölgesinde ve 20. çiftin subtelosentrik kromozom çiftinin kısa kollarında; Hatay popülasyonunda 21. subtelosentrik kromozomun kısa kolunun terminal bölgesinde; Kahramanmaraş popülasyonunda metasentrik X kromozomunun kısa kolunda; Sivas popülasyonunda 3., 4., 5., 9. metasentrik kromozomların terminal

bölgesinde ve 17. submetasentrik kromozomun kısa kollarında Ag-NOR tespit edilmiştir (Karahana ve Ergene, 2009).

Garra variabilis'de 3., 6., 7., 8., 9., 10., 28., 29. kromozom çiftlerinin kısa kollarının telomerik kısımlarında nükleolus organize edici bölgeler tespit edilmiştir (Karahana ve Ergene, 2010).

Pseudophoxinus antalyae'de 1 çift subtelosentrik kromozomun kısa kolunun terminal bölgesi üzerinde NOR bulunduğu rapor edilmiştir (Ergene ve ark. 2010).

Pseudophoxinus firati'de orta büyüklükte 2 çift submeta-subtelosentrik kromozomun kısa kollarında NOR gözleendiği bildirilmiştir (Karasa ve ark. 2011).

Squalius anatolicus'da 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarında NOR gözlenmekle birlikte NOR büyüklük polimorfizmi bildirilmiştir (Ünal, 2011).

Capoeta antalyensis'de 3 çift submeta-subtelosentrik kromozomun kısa kollarında NOR gözleendiği bildirilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2012b).

Tinca tinca'da 1 çift metasentrik kromozomun kısa kollarında gümüş boyama ile NOR tespit edildiği bildirilmiştir (Arslan ve Taki, 2012).

Luciobarbus escherichii'nin iki farklı populasyonunda gerçekleştirilen sitogenetik çalışmada sadece bir populasyonda 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarında NOR gözleendiği bildirilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2013).

Alburnoides bipunctatus'da 1 çift kromozomun kısa kollarının ucunda NOR gözlenmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2014b).

Pseudophoxinus crassus ve *P. hittitorum* türlerinde yapılan gümüş boyama çalışmasında her iki türde 1 submetasentrik kromozom çiftinin kısa kollarında NOR lokasyonu tespit edilmiştir (Unal ve ark. 2014).

Pseudophoxinus elizavetae'de 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarında nukleolus organize edici bölgeler tespit edilmiştir (Gaffaroğlu ve ark. 2014a).

Pseudophoxinus cinsine ait 6 türde gerçekleştirilen gümüş boyama çalışmasında *P. battalgilae*, *P. evliya* ve *P. meandri*'de 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kolunun ucunda; *P. burduricus*, *P. egridiri* ve *P. fahrettini*'de 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kolunun ucunda NOR belirlenmiştir (Karasu Ayata, 2015).

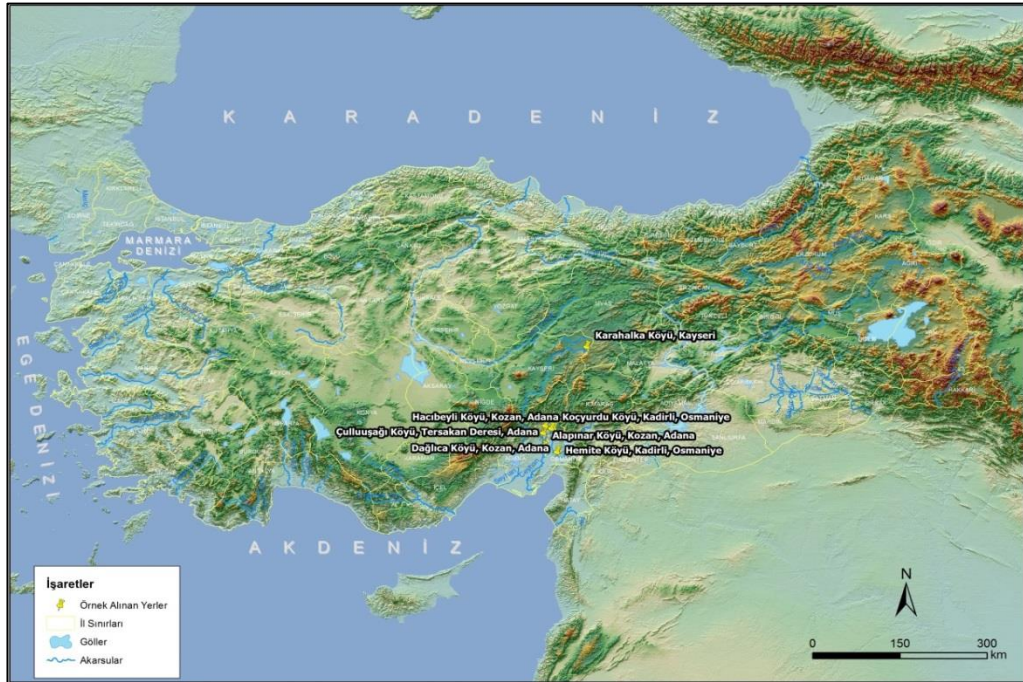
3. MATERYAL VE METOT

3.1. MATERYAL

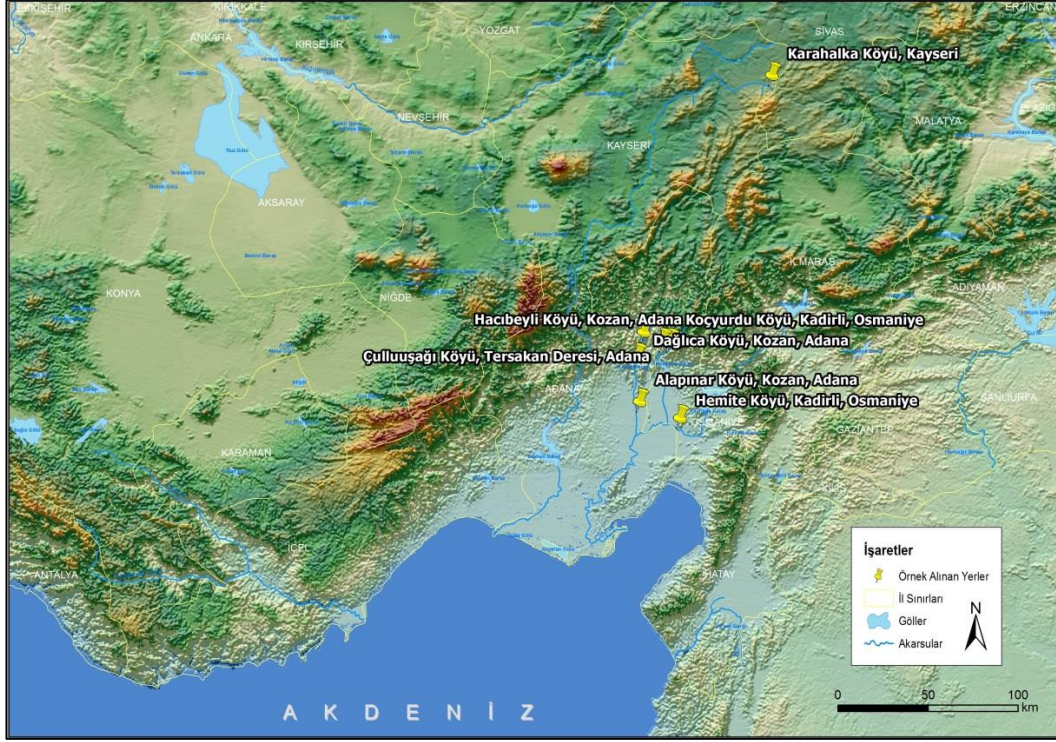
3.1.1. Araştırma Alanı

Bu tezin arazi çalışması; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nden alınan araştırma izni ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, 2012-2014 yılları arasında Seyhan ve Ceyhan Nehir Sistemlerine ait birçok lokalitede ön arazi çalışması gerçekleştirildi. Bu lokalitelerin bazılarında balık örnekleri yakalandı. Örnekler; Kayseri İli, Pınarbaşı İlçesi, Karahalka Köyü; Adana İli, Kozan İlçesi, Çulluuşağı Köyü, Dağlıca Köyü, Hacıbeyli Köyü, Alapınar Köyü; Osmaniye İli, Merkez İlçe, Koçyurdu Köyü, Hemite Köyü lokalitelerinden toplandı. Arazi koordinat bilgileri kaydedildi (Çizelge 3.1). Çalışma alanının harita bilgileri Harita 3.1 ve Harita 3.2'de gösterildi. Arazi bölgesine ait fotoğraflar Resim 3.1, Resim 3.2, Resim 3.3, Resim 3.4, Resim 3.5, Resim 3.6'da sunuldu.



Harita 3.1. Çalışma alanının görüntüsü



Harita 3.2. Çalışma alanının yakınlaştırılmış görüntüsü



Resim 3.1. Karahalka Köyü çalışma alanı



Resim 3.2. ulluŖađı Köyü alıŖma alanı



Resim 3.3. Dağlıca Köyü alıŖma alanı



Resim 3.4. Hacibeyli Köyü çalışma alanı



Resim 3.5. Koçyurdu Köyü çalışma alanı



Resim 3.6. Hemite Köyü çalışma alanı

3.1.2. Materyalin Toplanması ve Değerlendirilmesi

Bu araştırmada Seyhan ve Ceyhan nehir sistemlerinden Cyprinidae familyasına ait 6 türün 74 bireyi elektroşok cihazı ve serpme ağlarla yakalanarak havalandırma motorları bulunan su bidonları ile canlı olarak, kromozom eldesi ve kromozom bantlama çalışmalarının gerçekleştirildiği Ahi Evran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakóltesi Biyoloji Bölümü Sitogenetik Araştırma Laboratuvarına getirilmiştir. Getirilen örnekler 40x50x90 cm ebatlarında içerisinde dinlendirilmiş su bulunan havalandırma sistemine sahip akvaryumlara yerleştirilerek çalışma öncesi balıkların adaptasyonunu sağlamak ve streslerini azaltmak için en az bir gece beklenmiştir. Besin ihtiyaçları balık yemi ile sağlanmıştır.

Türlerin teşhisi metrik ve meristik karakterlere göre Yrd. Doç. Dr. S. Cevher ÖZEREN (Ankara Üniversitesi) ve Dr. Salim Serkan GÜÇLÜ (Süleyman Demirel

Üniversitesi) tarafından yapılmıştır. Disekte edilen balıkların gonadlarından eşey tayini gerçekleştirilmiştir.

ArcGIS Desktop-ArcMap 10.3 Programı kullanılarak koordinatları belirlenmiş noktalar Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) DEM verisi üzerinde belirtilmiş, SRTM DEM verisinden Hillshade Haritası oluşturulmuş ve elde edilen bu haritaların birleştirilmesi ile Topoğrafya'ya ait bilgiler aktarılmaya çalışılmış, aynı zamanda çalışma alanları oluşturulan harita üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışma yapılan örneklere ait bilgiler

Tür	Lokalite	Nehir Sistemi	Koordinat	Tarih	Örneklerin sayısı ve cinsiyeti
<i>Cyprinus carpio</i>	Hacıbeyli Köyü, Kozan, Adana	Ceyhan	37°38'7.485" K 36°02'9.315" D	2014	2♀, 3♂
<i>Capoeta damascina</i>	Dağlıca Köyü, Kozan, Adana	Ceyhan	37°33'46.146" K 35°50'24.095" D	2012-2014	7♀, 15♂
	Çulluuşağı Köyü, Tersakan Deresi, Adana	Seyhan	37°38'6.889" K 35°51'30.96" D		
<i>Luciobarbus pectoralis</i>	Hemite Köyü, Kadirli, Osmaniye	Ceyhan	37°11'47.014" K 36°04'52.084" D	2012-2014	1♀, 4♂
<i>Pseudophoxinus zekayi</i>	Alapınar Köyü, Kozan, Adana	Ceyhan	37°20'25.013" K 35°50'52.109" D	2012-2014	2♀, 5♂
<i>Squalius seyhanensis</i>	Karahalka Köyü, Kayseri	Seyhan	38°53'42.381" K 36°49'5.619" D	2014	8♀, 14♂
<i>Alburnus adanensis</i>	Koçyurdu Köyü, Kadirli, Osmaniye	Ceyhan	37°38'17.537" K 36°02'55.498" D	2014	3♀, 6♂
	Çulluuşağı Köyü, Tersakan Deresi, Adana	Seyhan	37°38'6.889" K 35°51'30.96" D		

3.2. METOT

3.2.1. Kromozom Elde Etme Tekniği

Karyolojik analiz için Collares-Pereira (1992)'nin "Havada Kurutma Tekniği" türlere göre modifiye edilerek uygulanmıştır. Balıklara intraperitoneal olarak 1 g vücut ağırlığı için 0,01 ml % 0,1 oranında kolşisin enjekte edildi. Enjeksiyondan 2-2,5 saat sonra balıklar disekte edildi. Cerrahi uygulama ile balıkların böbrek anteriyorları çıkarılarak bir miktar 0,075 M KCl damlatılmış gözenekli elik rende üzerinde pens ile homojenize edildi. Elde edilen hücre süspansiyonu santrifüj tüplerine alınarak 37°C'de 45 dakika inkübasyona bırakıldı. Inkübasyondan sonra tüpler 2000 RPM'de 15 dakika santrifüj edilerek süpernatant atıldı. Tüplere taze olarak hazırlanmış 5 ml 3:1 oranında metanol-glasiyel asetik asit (Carnoy) fiksativi eklenerek +4°C'de buzdolabında 15 dakika bekletildi. Santrifüj ve fiksasyon işlemleri doku kalıntılarını süspansiyondan uzaklaştırılmaya kadar en az 2 defa tekrar edildi. Daha önceden temizlenmiş ve buzdolabında soğutulmuş olan lamalar üzerine hücre süspansiyonu damlatılarak hazırlanan preparatlar kurumaya bırakıldı. Preparatların bir kısmını pH 6,8 olan Sransan fosfat tamponuyla hazırlanmış % 10'luk Giemsa ile 15 dakika boyandı. Boyama işleminin ardından Entellan ile daimi hale alındı.

3.2.2. C-Bantlama Tekniği

Hazırlanmış olan preparatların bir kısmına Sumner (1972)'in C-bantlama tekniği modifiye edilerek uygulandı. Preparatlar oda sıcaklığındaki 0,2 N HCl içerisinde 45 dakika bekletildikten sonra distile su ile yıkanarak 37°C'de %5 oranında Ba(OH)₂ çözeltisinde 20 dakika bekletildi. Daha sonra preparatlar 2xSSC çözeltisinde 2 saat inkübe edildi. Inkbasyonun ardından preparatlar pH 6,8 olan Sransan fosfat tamponu ile hazırlanan %10 oranında Giemsa boyasında 30 dakika bekletildi. Preparatlar saf su ile yıkanıp kurutulularak Entellan ile daimi hale alındı.

3.2.3. Gümüş Boyama Tekniği

Kromozom eldesi sağlanmış ve daimi hale alınmamış preparatlarda gümüş boyama yapılarak nükleolus organize edici bölgelerin belirlenmesinde Howell ve Black (1980)'in "a 1-step" tekniği uygulandı. Preparatların üzerine 70 mikrolitre kolloidal geliştirici çözelti ve 140 mikrolitre sulu gümüş nitrat çözeltisi damlatılarak pipetaj yapıldı. Preparatların üzeri lamelle kapatıldıktan sonra 70°C'deki etüve konuldu. Preparatın rengi altın kahverengiye dönüşünce etüvden çıkarıldı ve üzerindeki lamel kaldırılarak distile su ile yıkanıp kurumaya bırakıldı. Preparatlar Entellan ile daimi hale alındı.

3.2.4. Hazırlanan Preparatların Değerlendirilmesi ve Karyotipleme

Giemsa boyalı ve bantlama tekniklerine uygun olarak hazırlanmış bütün preparatlar Leica markalı DM3000 model ışık mikroskobunda tarandı. Preparat taraması süresince kromozomların sayı ve yapılarının açık bir şekilde belirlenebildiği iyi kalitede metafaz plakları Kameram Gen5 görüntüleme sistemi kullanılarak 100X büyütme özelliğindeki objektif ile programa aktarılan görüntü fotoğrafı çekildi.

Türlerin diploid kromozom sayıları Giemsa boyalı metafaz plaklarında kromozom sayımları yapılarak belirlendi. Karyotip yapmak için kol uzunlukları ve sentromer bölgelerinin net olarak görüldüğü metafaz plaklarının fotoğraf baskıları alındı. Basılan fotoğraflardan ince uçlu makas ile kesilen kromozomların kısa kol, uzun kol ölçümleri dijital kumpas ile belirlenerek kromozom sınıflarına ayrıldı. Nicel verilere dayalı kromozomların kol oranlarına bağlı sınıflandırılması Levan (1964)'a göre gerçekleştirildi.

Kol uzunlukları ve oranları aynı ya da benzer olan kromozomlar eşleştirilerek manuel karyotip hazırlandı. Daha sonra Photoshop CS5 programı kullanılarak dijital ortamda ilgili metafaz plağı ve karyotip birleştirilmesi yapıldı. Kol sayılarının hesaplanmasında metasentrik ve submetasentrik olarak sınıflandırılan kromozomlar

iki kollu; subtelo-akrosentrik olarak sınıflandırılan kromozomlar ise tek kollu olarak esas alındı. Her tür için temel kol sayıları (NF) hesaplandı.

Bantlama tekniği uygulanmış preparatlardan C-bantlı metafaz plaklarında kromozom üzerindeki heterokromatin bölgelerin belirgin olduğu fotoğraflar alındı. Gümüş boyalı metafaz plaklarında ise NOR'ların sayı ve lokasyonunun gözlemlenebildiği fotoğraflar seçilerek ilgili kısımlar Photoshop CS5 programında eklenen ok işaretleri ile gösterildi.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

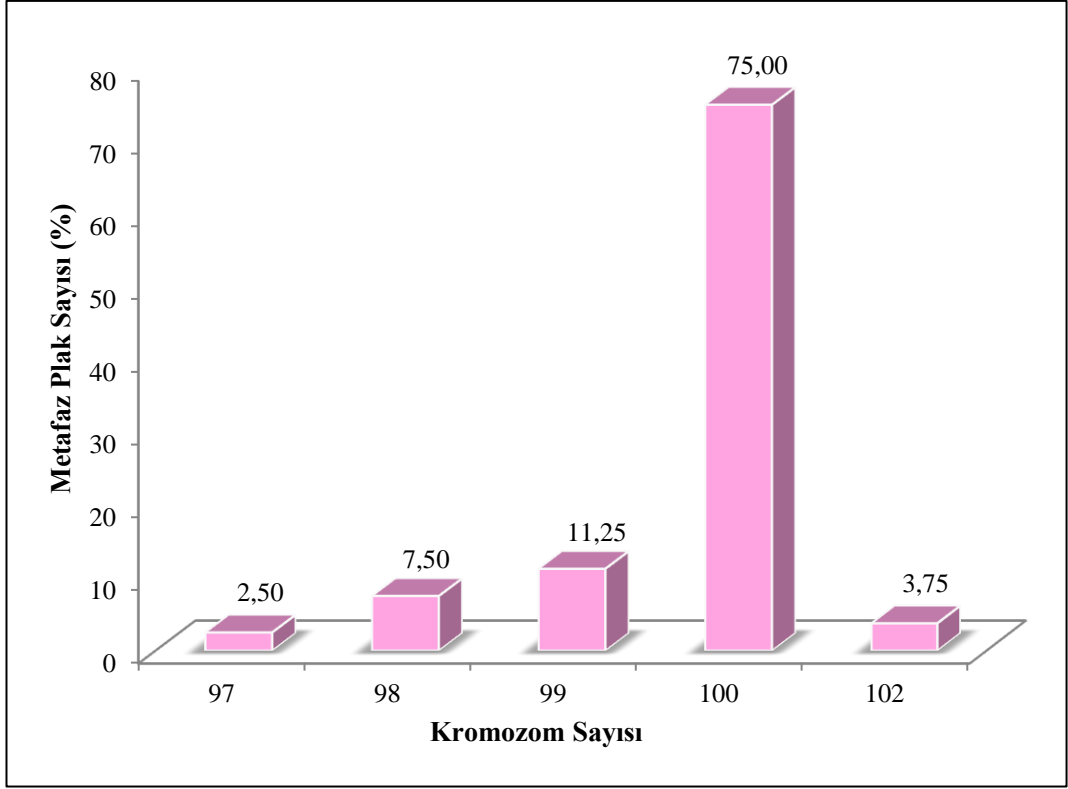
Bu çalışmada Seyhan ve Ceyhan nehir sistemlerinde yayılış gösteren Cyprinidae familyasına ait bazı türlerde (*Cyprinus carpio*, *Capoeta damascina*, *Luciobarbus pectoralis*, *Pseudophoxinus zekayi*, *Squalius seyhanensis*, *Alburnus adanensis*) karyolojik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Türlerin diploid kromozom sayıları belirlenerek karyotiplenme yapılmış olmakla birlikte C-bantlama tekniği ile konstitütif heterokromatin bölgeleri ve gümüş boyama tekniği ile NOR sayı ve lokasyonu tespit edilmiştir.

4.1. BULGULAR

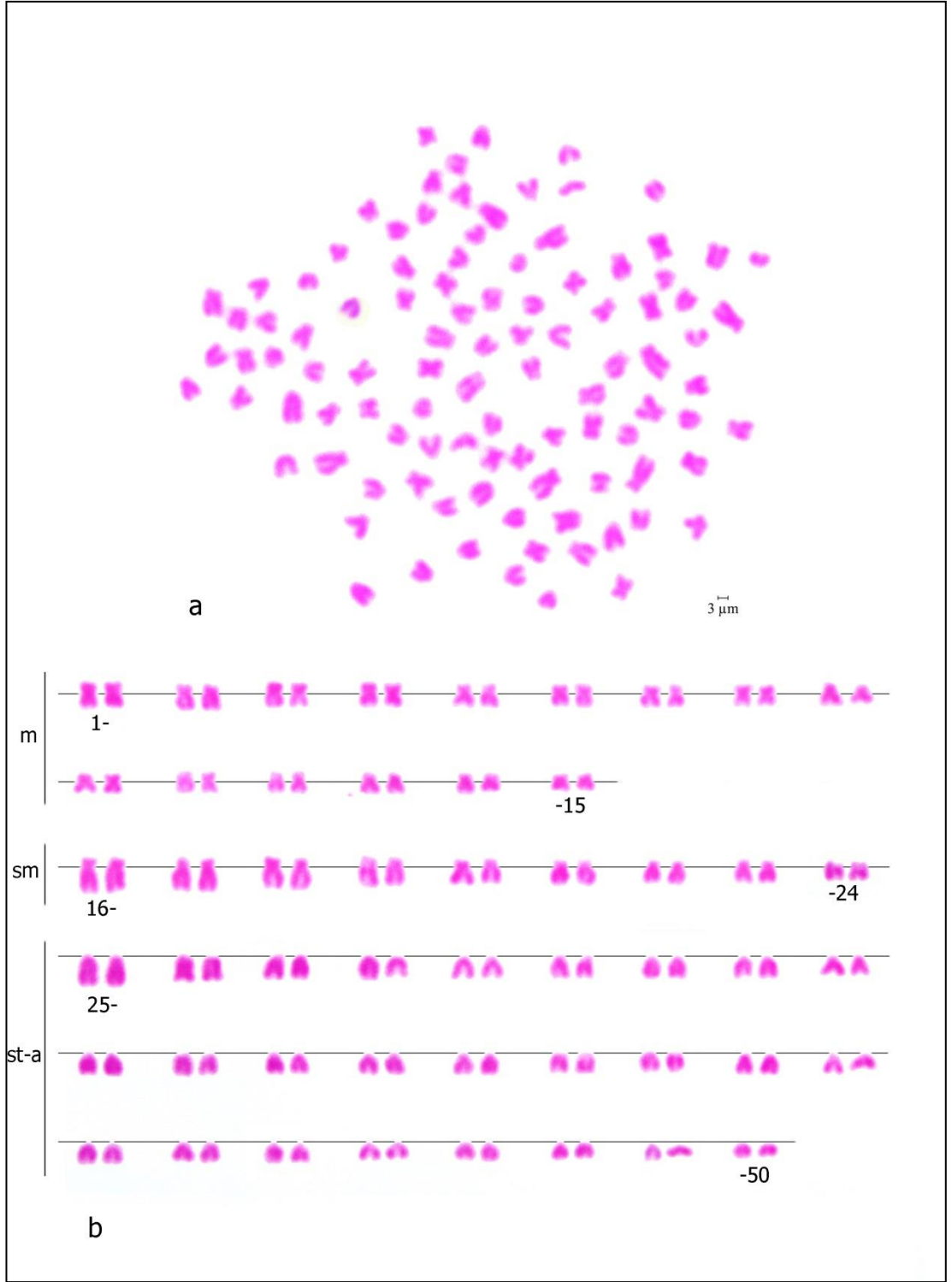
4.1.1. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758

4.1.1.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları

C. carpio bireylerinden elde edilen preparatlardan iyi kalitede olan 80 metafaz plağında yapılan sayımlar sonucu bu türün kromozom sayısının 97-102 arasında değiştiği ancak %75'inin diploid kromozom sayısının 100 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Karyotip morfolojisinin ise; 15 çift metasentrik, 9 çift submetasentrik, 26 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir (Resim 4.1). Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmemiştir. Toplam kromozom kol sayısı (NF) 148 olarak hesaplanmıştır.



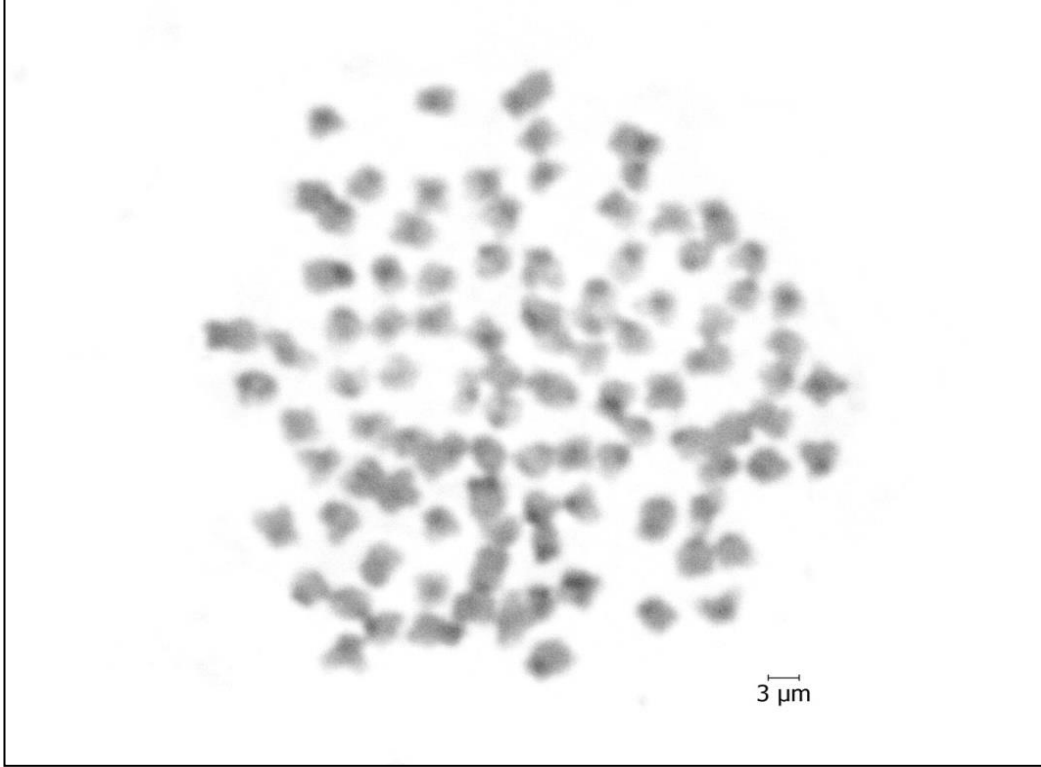
Şekil 4.1. *Cyprinus carpio*'nun diploid kromozom sayısı frekansı



Resim 4.1. *Cyprinus carpio*'nun a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi

4.1.1.2. C-bant bulguları

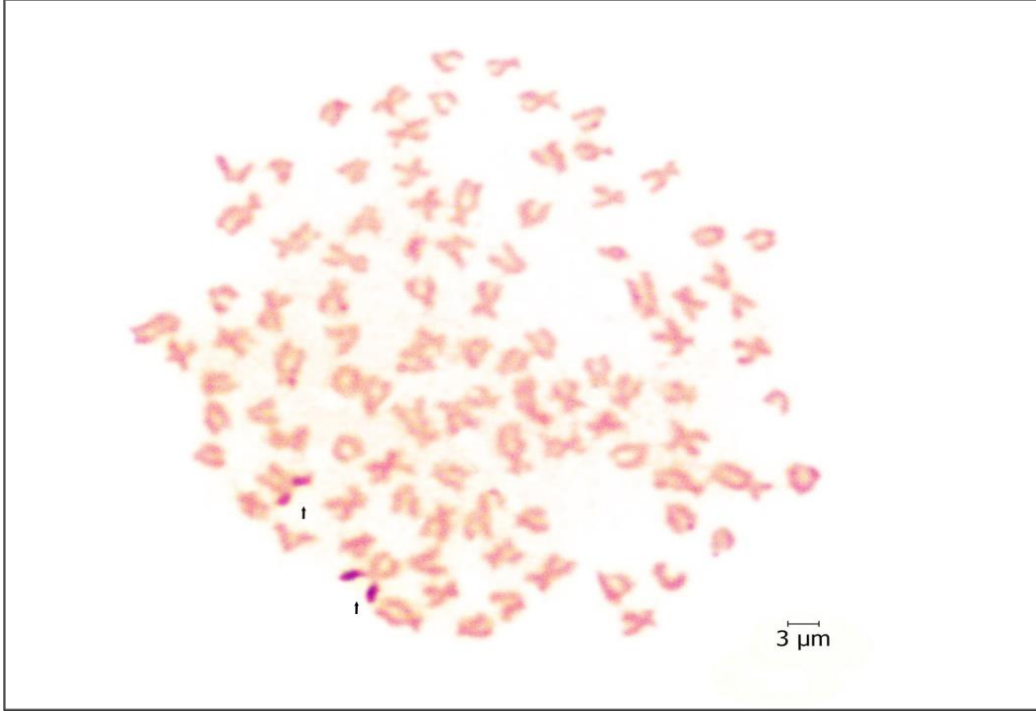
C. carpio'nun C-bantlı metafaz plaklarında çok sayıda kromozomun sentromer bölgesinde konstitütif heterokromatin bölgeler tespit edilmiştir (Resim 4.2).



Resim 4.2. *Cyprinus carpio*'nun C-bantlı metafaz plağı

4.1.1.3. NOR bulguları

C. carpio'nun gümüş boyalı 43 metafaz plağı incelenmiş ve 1 çift metasentrik kromozomun kısa kollarının ucunda NOR lokasyonu tespit edilmiştir. NOR'ların kromozomların kısa kollarının neredeyse tamamında olduğu belirlenmiştir (Resim 4.3).

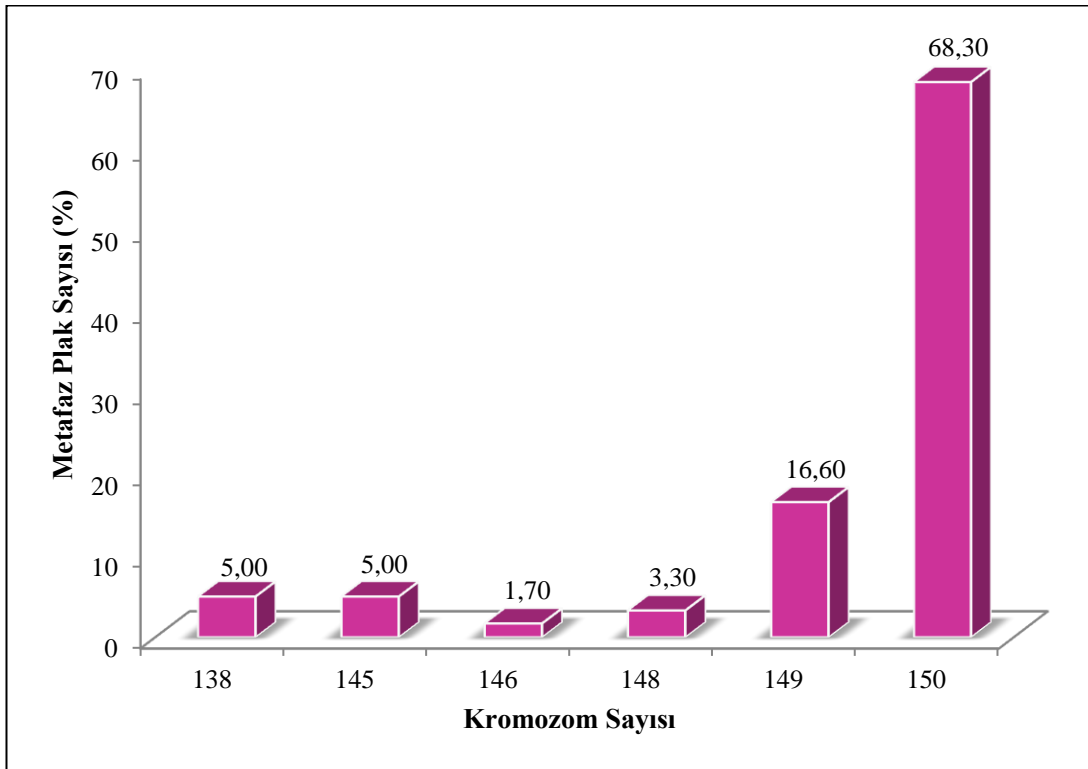


Resim 4.3. *Cyprinus carpio*'nun gümüş boyalı metafaz plağı

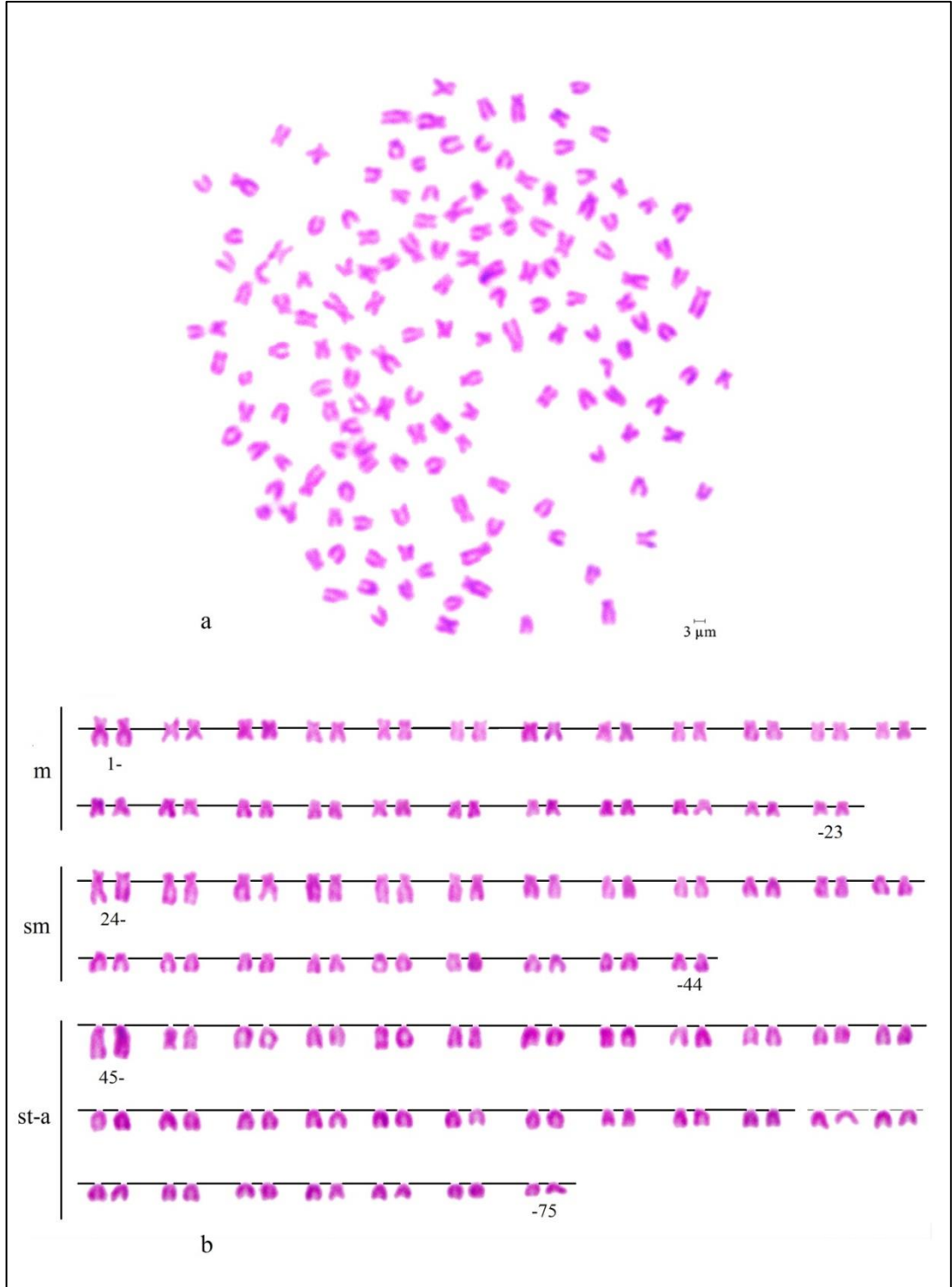
4.1.2. *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842)

4.1.2.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları

C. damascina bireylerinden elde edilen preparatlardan iyi kalitede olan 60 metafaz plağında yapılan sayımlar sonucu bu türün kromozom sayısının 138-150 arasında değiştiği ancak %68,30'unun diploid kromozom sayısının 150 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Karyotip morfolojisinin ise; 23 çift metasentrik, 21 çift submetasentrik, 31 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir (Resim 4.4). Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmemiştir. Toplam kromozom kol sayısı 238 olarak hesaplanmıştır.



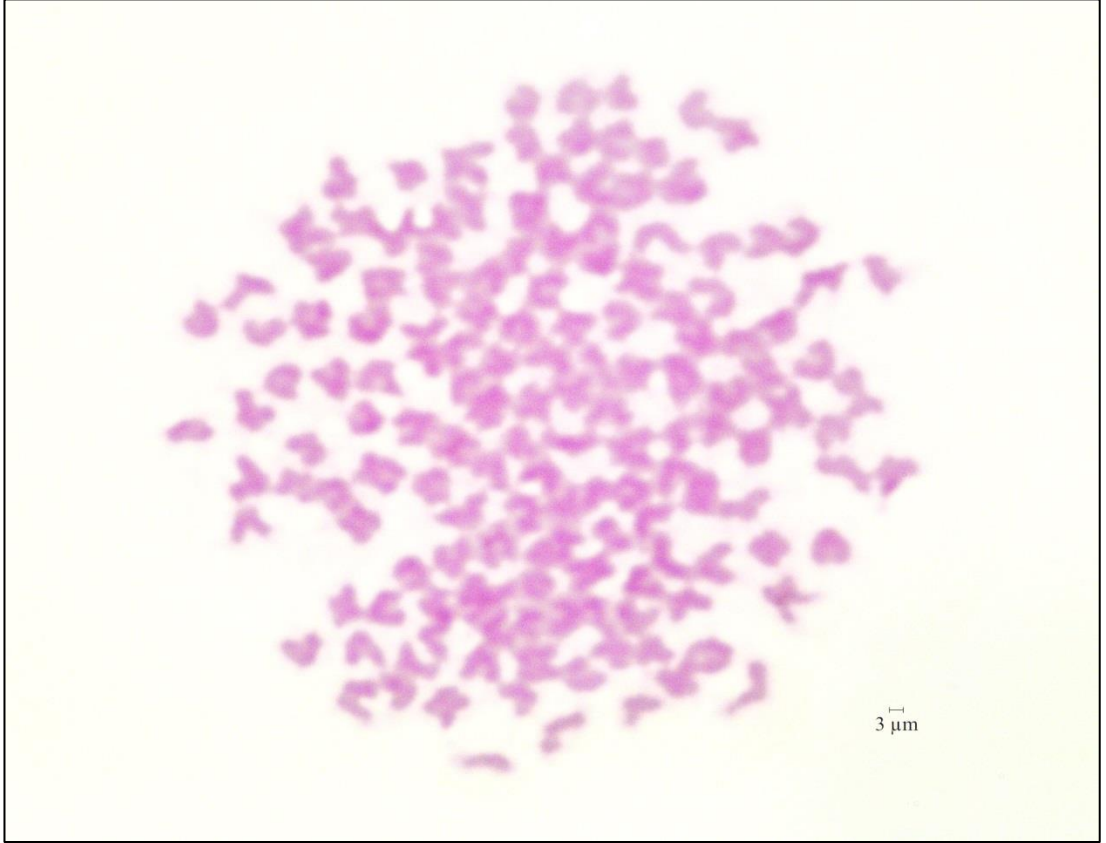
Şekil 4.2. *Capoeta damascina*'nın diploid kromozom sayısı frekansı



Resim 4.4. *Capota damascina*'nin a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi

4.1.2.2. C-bant bulguları

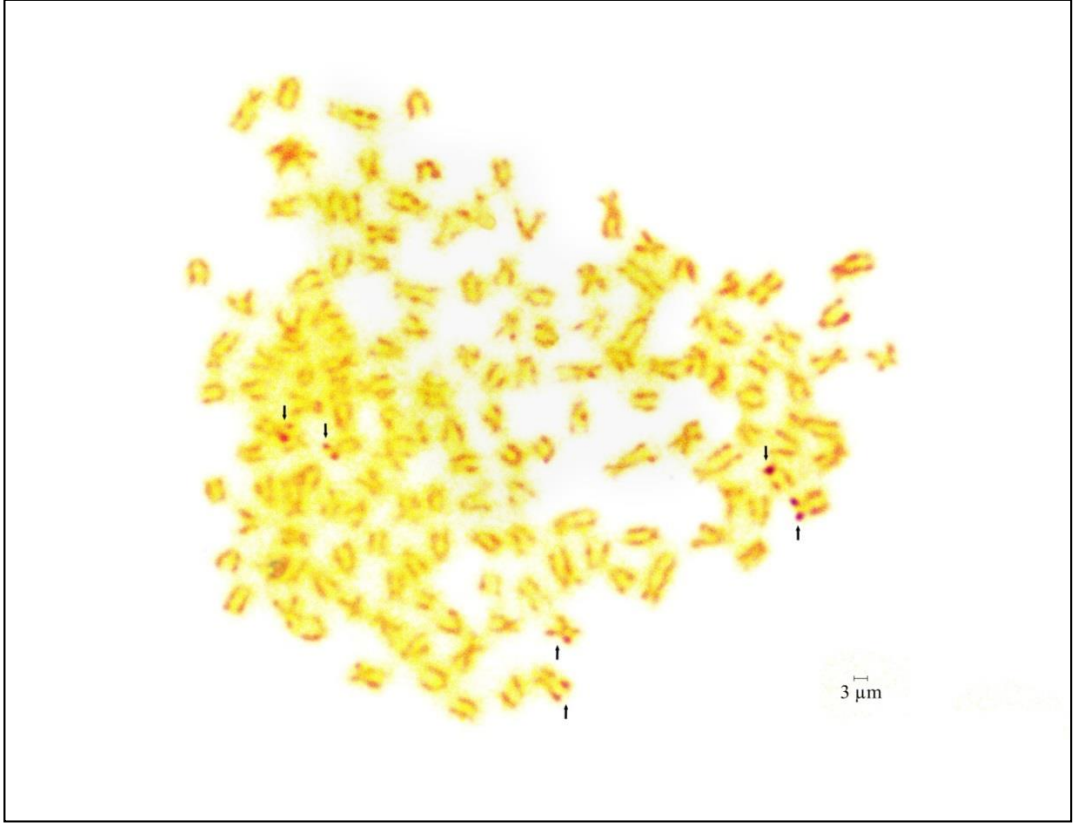
C. damascina'nın C-bantlı metafaz plaklarında çok sayıda kromozomun sentromer bölgesinde konstitüif heterokromatin bölgeler tespit edilmiştir (Resim 4.5). Ayrıca birkaç çift kromozomun uzun kollarında da heterokromatin bloklar gözlenmiştir.



Resim 4.5. *Capoeta damascina*'nın C-bantlı metafaz plağı

4.1.2.3. NOR bulguları

C. damascina'nın gümüş boyalı 48 metafaz plağı incelenmiş ve 3 çift kromozomda NOR lokasyonu tespit edilmiştir. Bazı metafaz plaklarında NOR yapı polimorfizmi gözlenmiş ve bu 3 çift kromozomda NOR dağılımı; 4 kromozomun kısa kollarının ucunda, 1 kromozomun sadece kardeş kromatidinin kısa ve uzun kollarının ucunda, 1 kromozomun uzun kollarında olmak üzere belirlenmiştir (Resim 4.6).

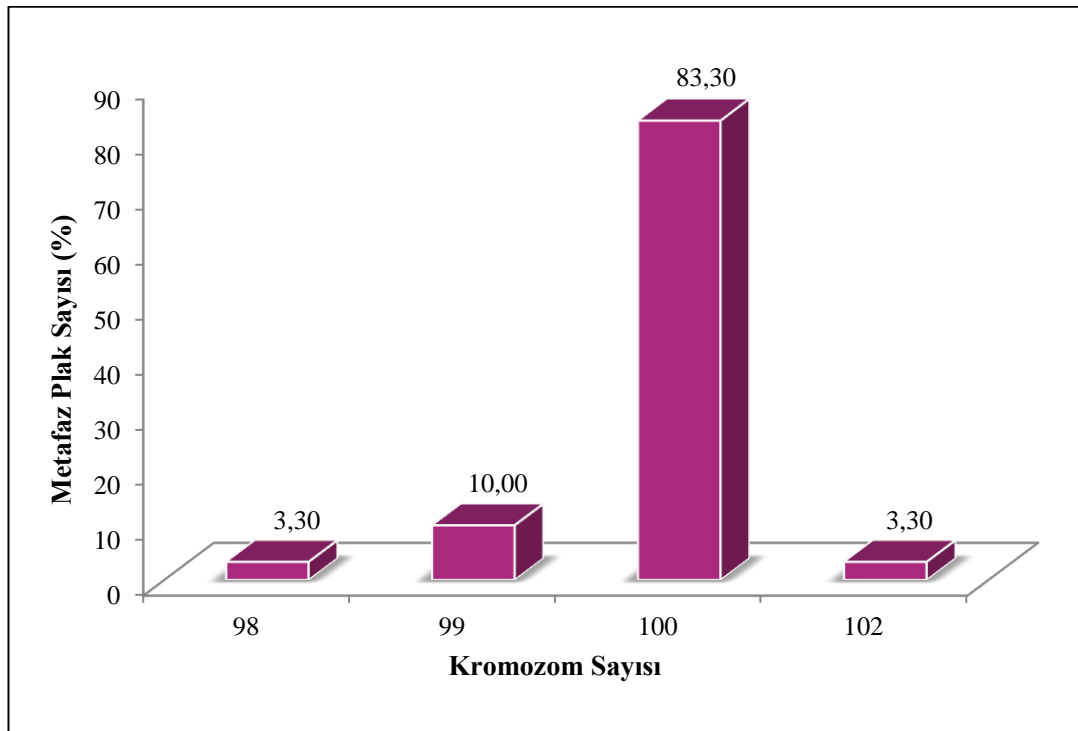


Resim 4.6. *Capota damascina*'nın gümüş boyalı metafaz plağı

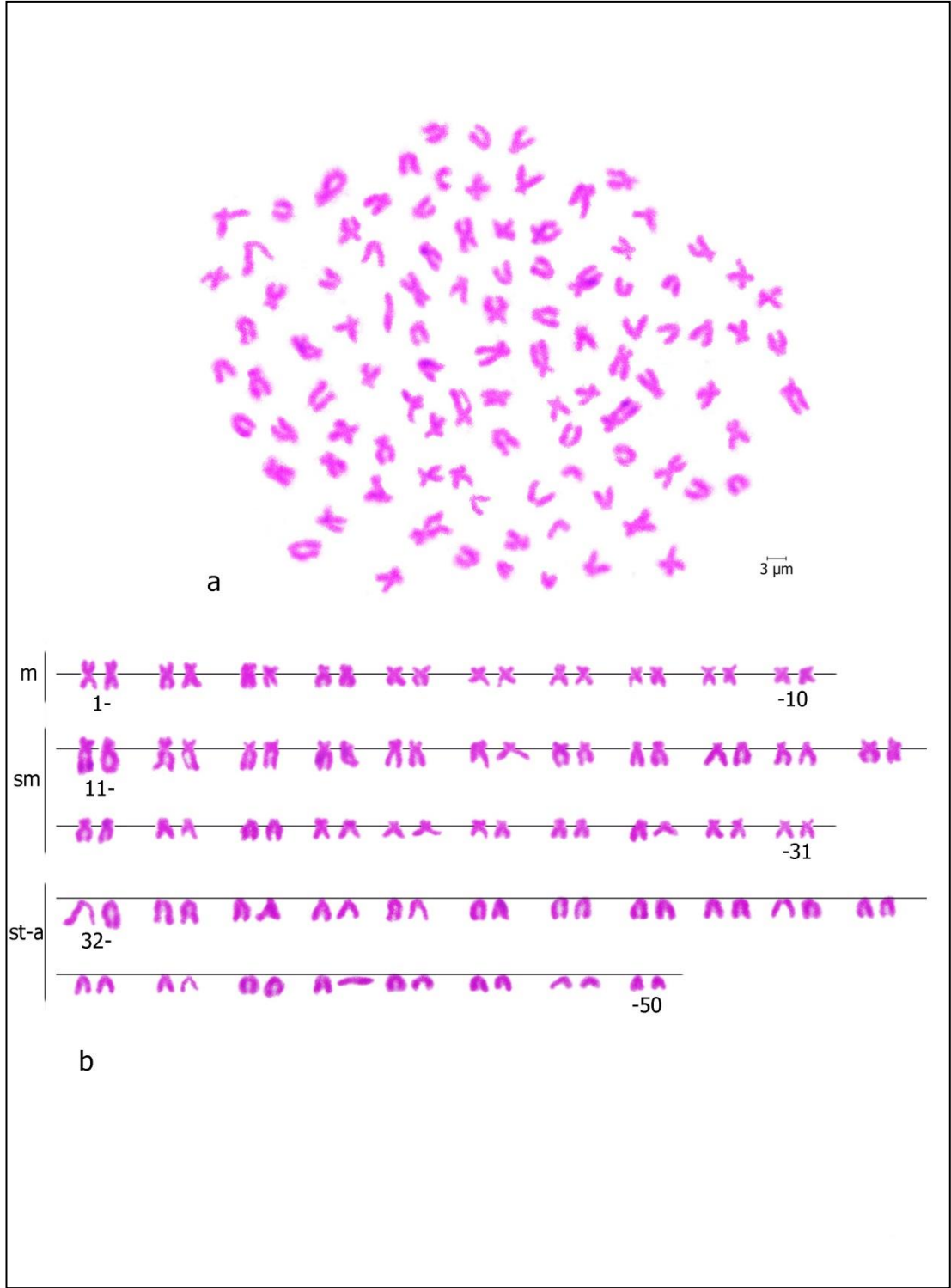
4.1.3. *Luciobarbus pectoralis* (Heckel, 1843)

4.1.3.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları

L. pectoralis bireylerinden elde edilen preparatlardan iyi kalitede olan 60 metafaz plağında yapılan sayımlar sonucu bu türün kromozom sayısının 98-102 arasında değiştiği ancak %83,30'unun diploid kromozom sayısının 100 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Karyotip morfolojisinin ise; 10 çift metasentrik, 21 çift submetasentrik, 19 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir (Resim 4.7). Karyotipteki en uzun kromozom çifti subtelo-akrosentrik olarak tespit edilmiştir. Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmemiştir. Toplam kromozom kol sayısı 162 olarak hesaplanmıştır.



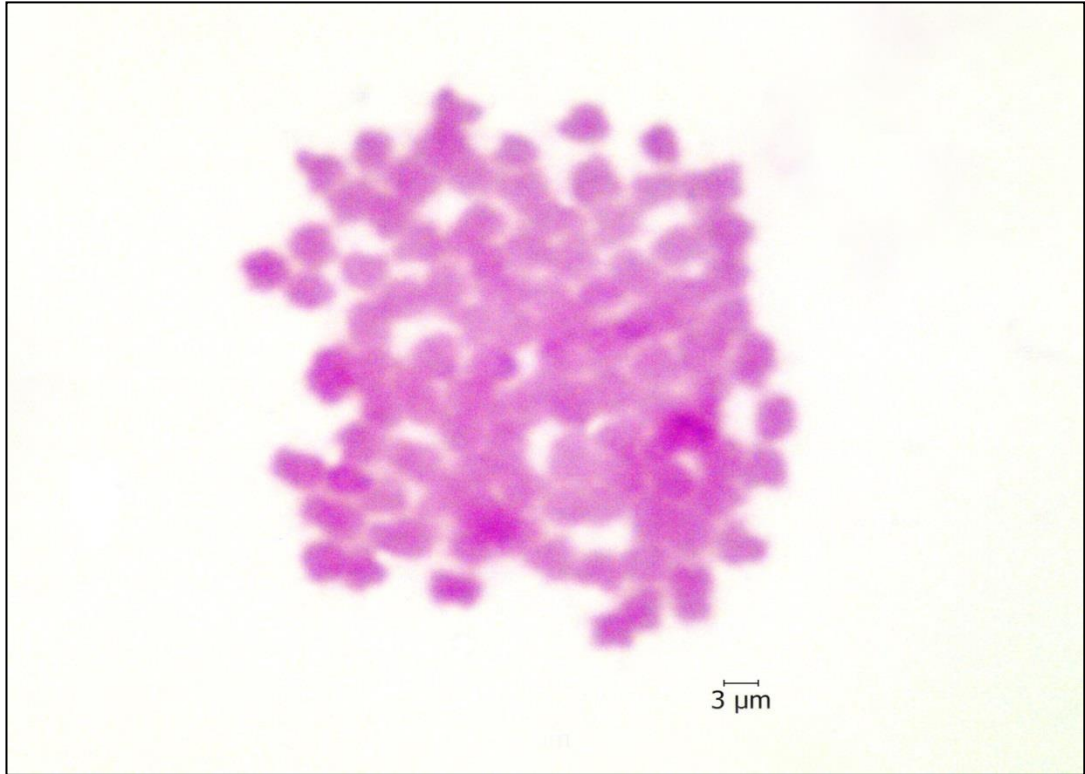
Şekil 4.3. *Luciobarbus pectoralis*'in diploid kromozom sayısı frekansı



Resim 4.7. *Luciobarbus pectoralis*'in a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi

4.1.3.2. C-bant bulguları

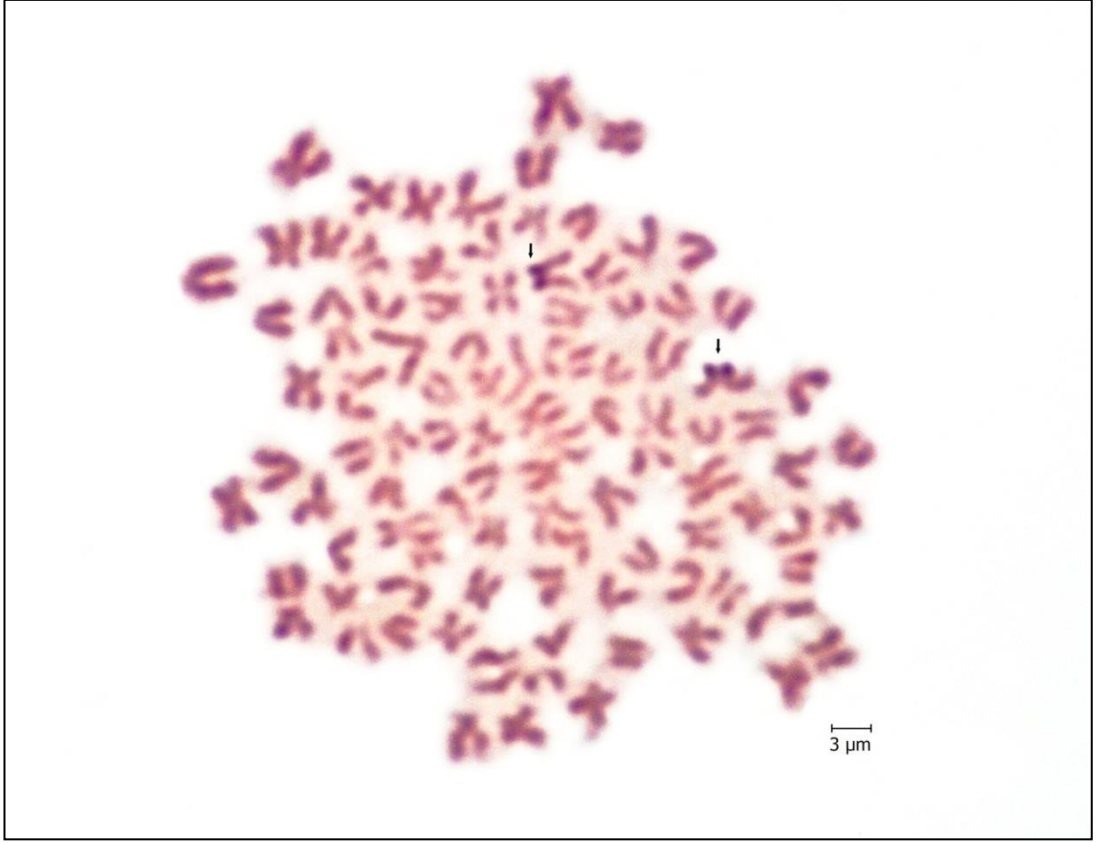
L. pectoralis'in C-bantlı metafaz plaklarının incelenmesi sonucu konstitüif heterokromatin bölgeleri bazı kromozomların sentromer bölgesinde tespit edilmiştir. Bazı kromozomların ise neredeyse tamamında heterokromatin bloklaşma belirlenmiştir (Resim 4.8).



Resim 4.8 *Luciobarbus pectoralis*'in C-bantlı metafaz plağı

4.1.3.3. NOR bulguları

L. pectoralis'in gümüş boyalı metafaz plakları incelenmiş ve 1 çift submetasentrik kromozomda NOR lokasyonu tespit edilmiştir. NOR'ların kromozomun kısa kollarının neredeyse tamamında olduğu belirlenmiştir (Resim 4.9).

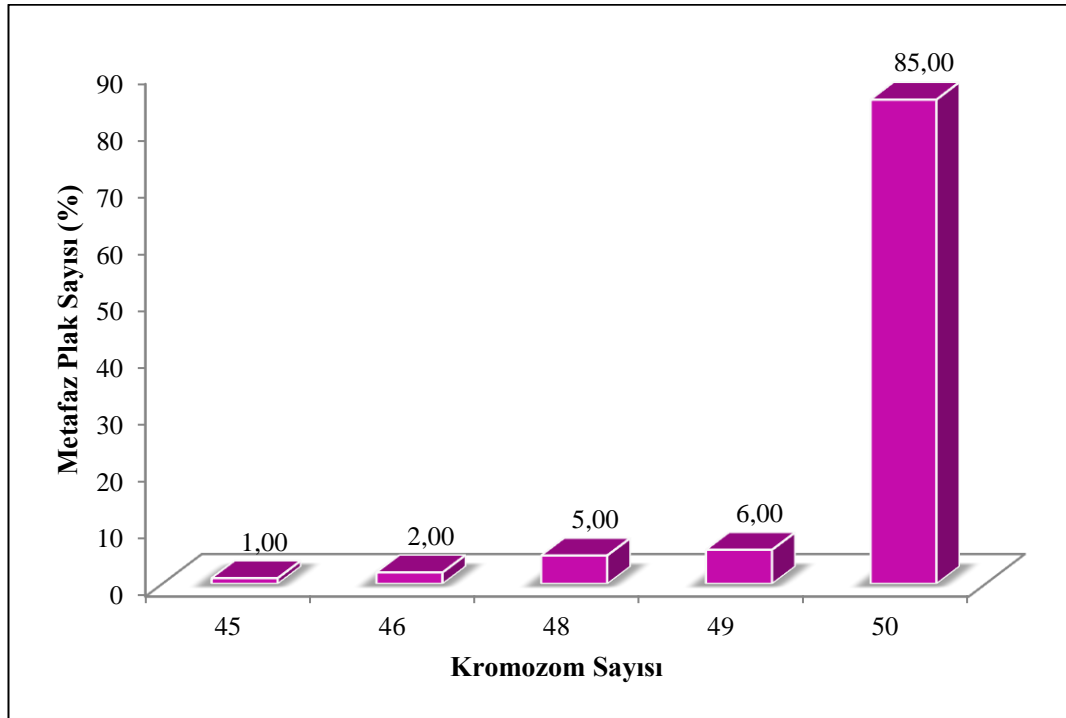


Resim 4.9. *Luciobarbus pectoralis*'in gümüş boyalı metafaz plağı

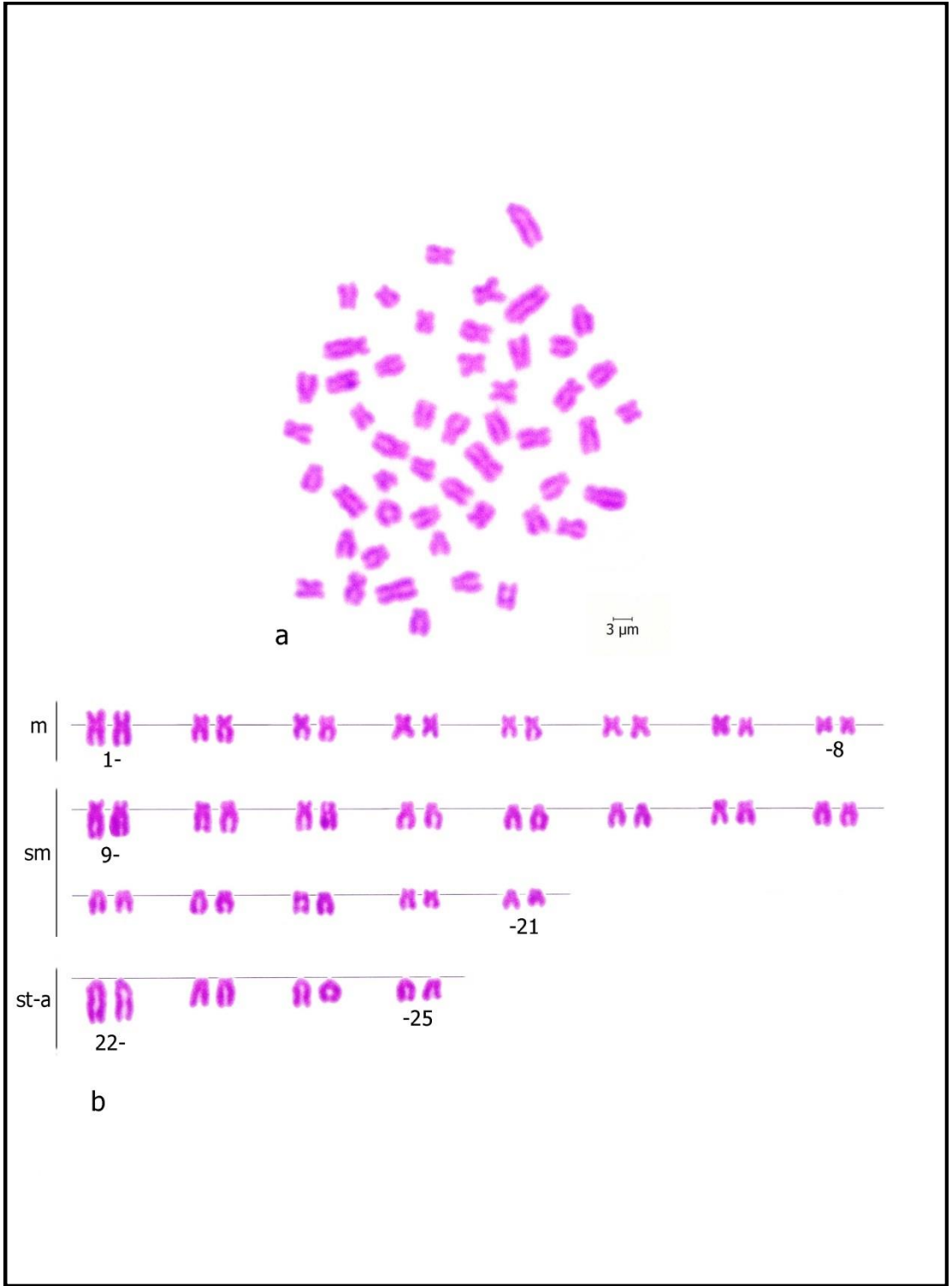
4.1.4. *Pseudophoxinus zekayi* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2006

4.1.4.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları

P. zekayi bireylerinden elde edilen preparatlardan iyi kalitede olan 100 metafaz plağında yapılan sayımlar sonucu bu türün kromozom sayısının 45-50 arasında değiştiği ancak %85'inin diploid kromozom sayısının 50 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Karyotip morfolojisinin ise; 8 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik, 4 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir (Resim 4.10). Karyotipteki en uzun kromozom çifti subtelo-akrosentrik olarak tespit edilmiştir. Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmemiştir. Toplam kromozom kol sayısı 92 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.4. *Pseudophoxinus zekayi*'nin diploid kromozom sayısı frekansı



Resim 4.10. *Pseudophoxinus zekayi*'nin a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi

4.1.4.2. C-bant bulguları

P. zekayi'nin C-bantlı metafaz plaklarının incelenmesi sonucu konstitütif heterokromatin bölgeleri çok sayıda kromozomun sentromer bölgesinde tespit edilmiştir. Bazı kromozomların ise uzun kollarında da heterokromatin bloklara rastlanmıştır (Resim 4.11).

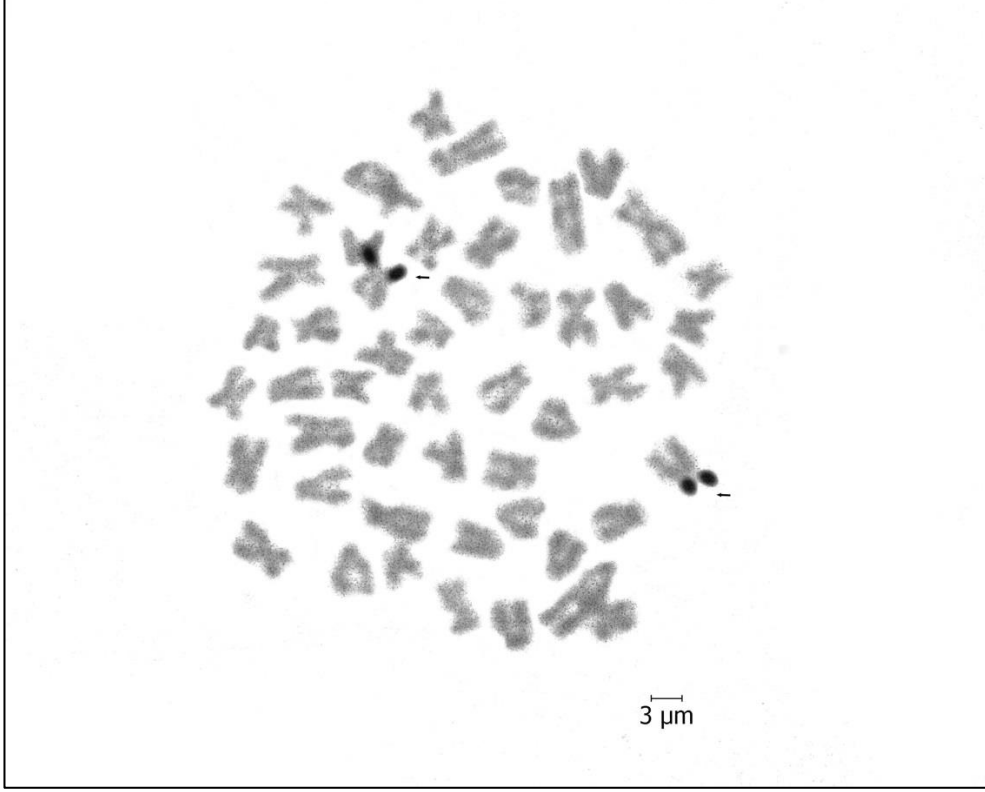


Resim 4.11. *Pseudophoxinus zekayi*'nin C-bantlı metafaz plağı

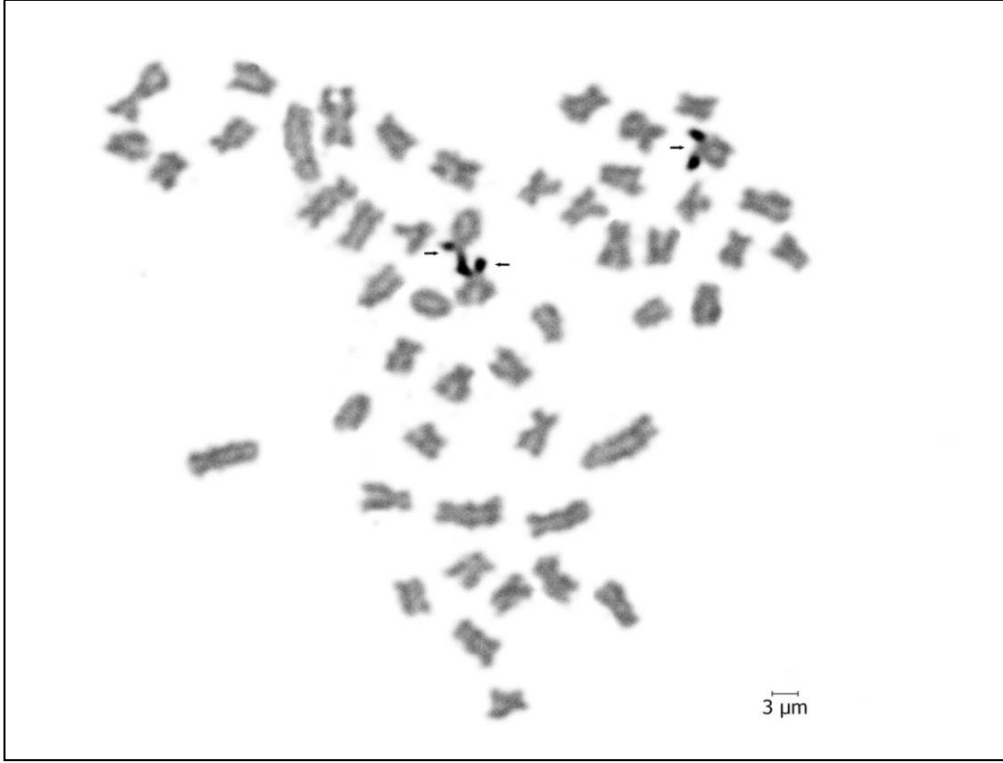
4.1.4.3. NOR bulguları

P. zekayi'nin gümüş boyalı metafaz plakları incelenmiş ve 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucunda NOR lokasyonu tespit edilmiştir. NOR'ların kromozomun kısa kollarının neredeyse tamamında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu türde NOR sayı polimorfizmi de gözlenmiştir (Resim 4.12). Bu türe ait NOR sayılarının 2-4 arasında değiştiği belirlenmiştir. Her metafaz plağında gözlenen

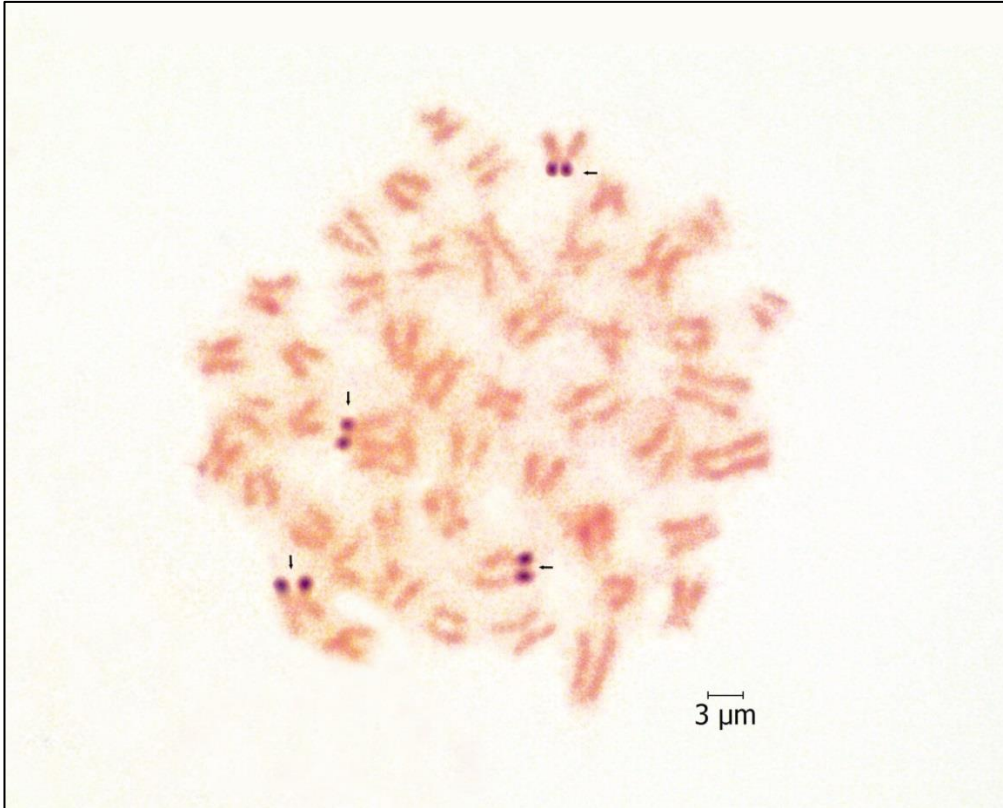
sayısına göre NOR frekansı %61 oranında 2 NOR, %14 oranında 3 NOR, %25 oranında 4 NOR olarak saptanmıştır.



Resim 4.12. *Pseudophoxinus zekayi*'nin gümüş boyalı metafaz plağı (2 NOR'lu)



Resim 4.13. *Pseudophoxinus zekayi*'nin gümüş boyalı metafaz plağı (3 NOR'lu)

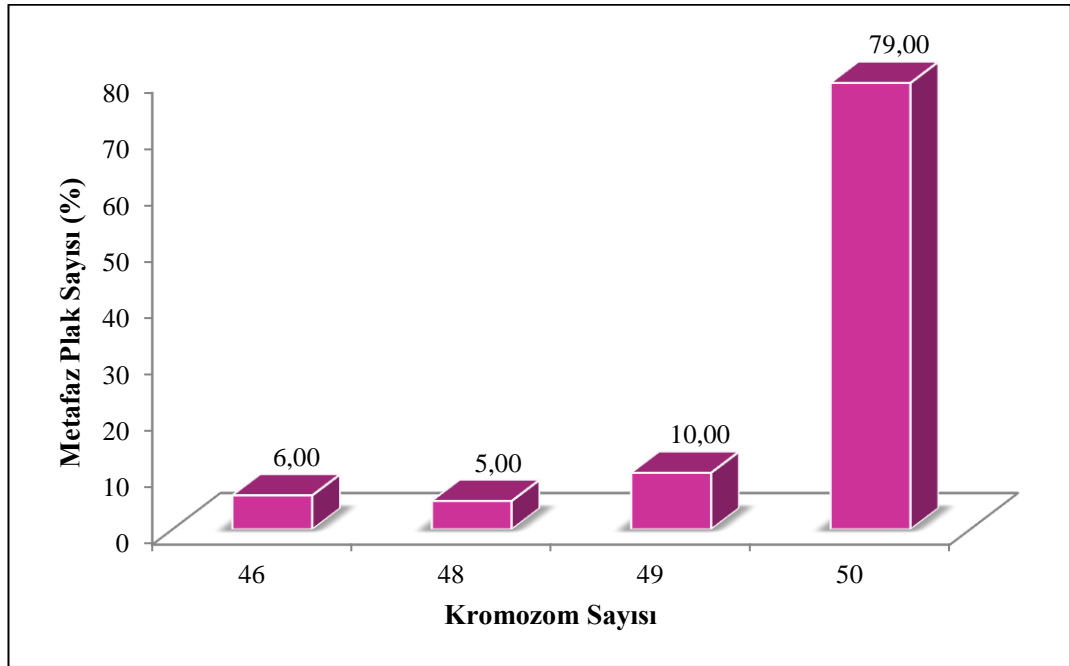


Resim 4.14. *Pseudophoxinus zekayi*'nin gümüş boyalı metafaz plağı (4 NOR'lu)

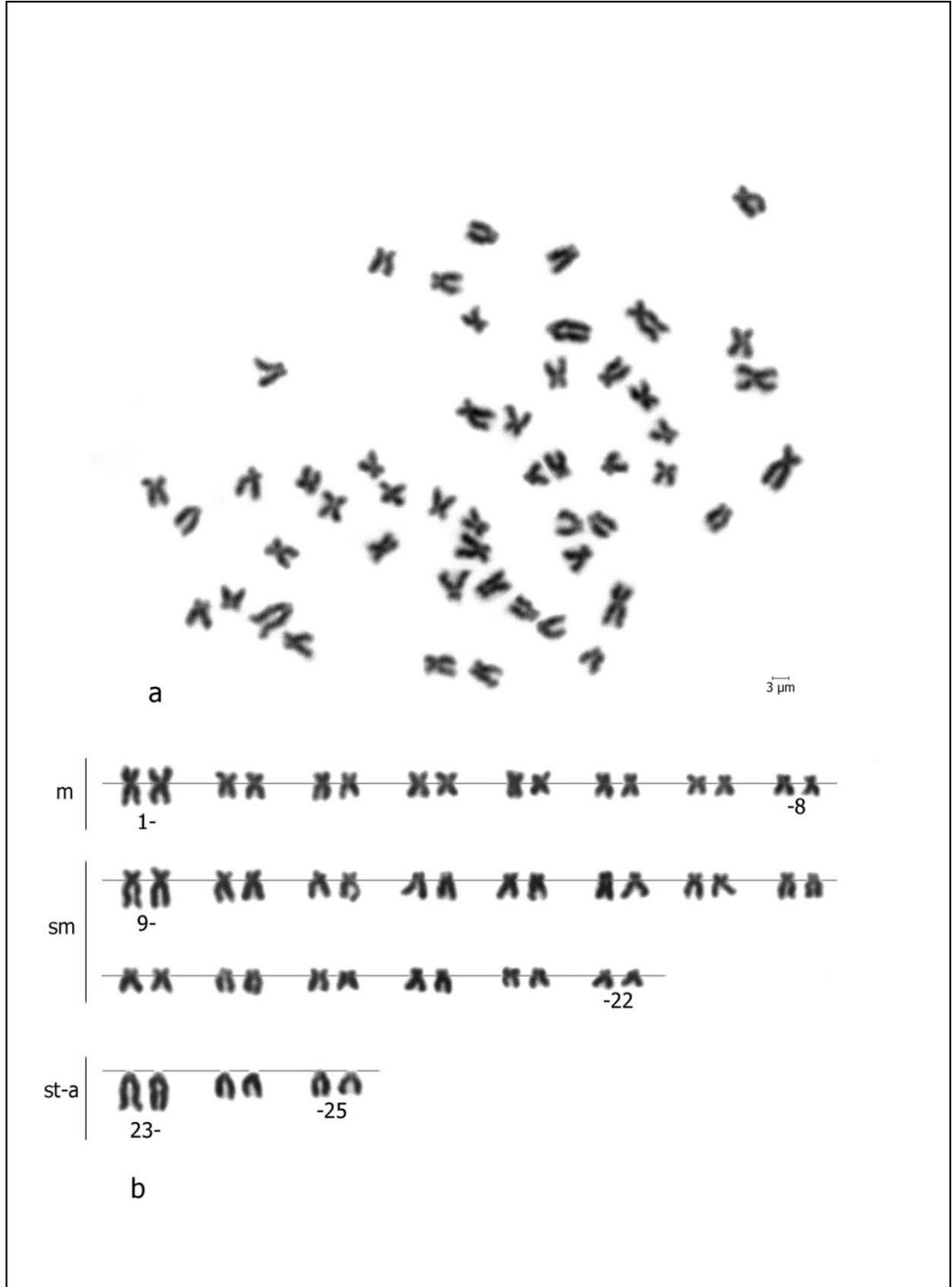
4.1.5. *Squalius seyhanensis* Turan, Kottelat & Doğan, 2013

4.1.5.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları

S. seyhanensis bireylerinden elde edilen preparatlardan iyi kalitede olan 100 metafaz plağında yapılan sayımlar sonucu bu türün kromozom sayısının 46-50 arasında değiştiği ancak %79'unun diploid kromozom sayısının 50 olduğu tespit edilmiştir (şekil 4.5). Karyotip morfolojisinin ise; 8 çift metasentrik, 14 çift submetasentrik, 3 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir (Resim 4.13). Karyotipteki en uzun kromozom çifti subtelo-akrosentrik olarak tespit edilmiştir. Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmemiştir. Toplam kromozom kol sayısı 94 olarak hesaplanmıştır.



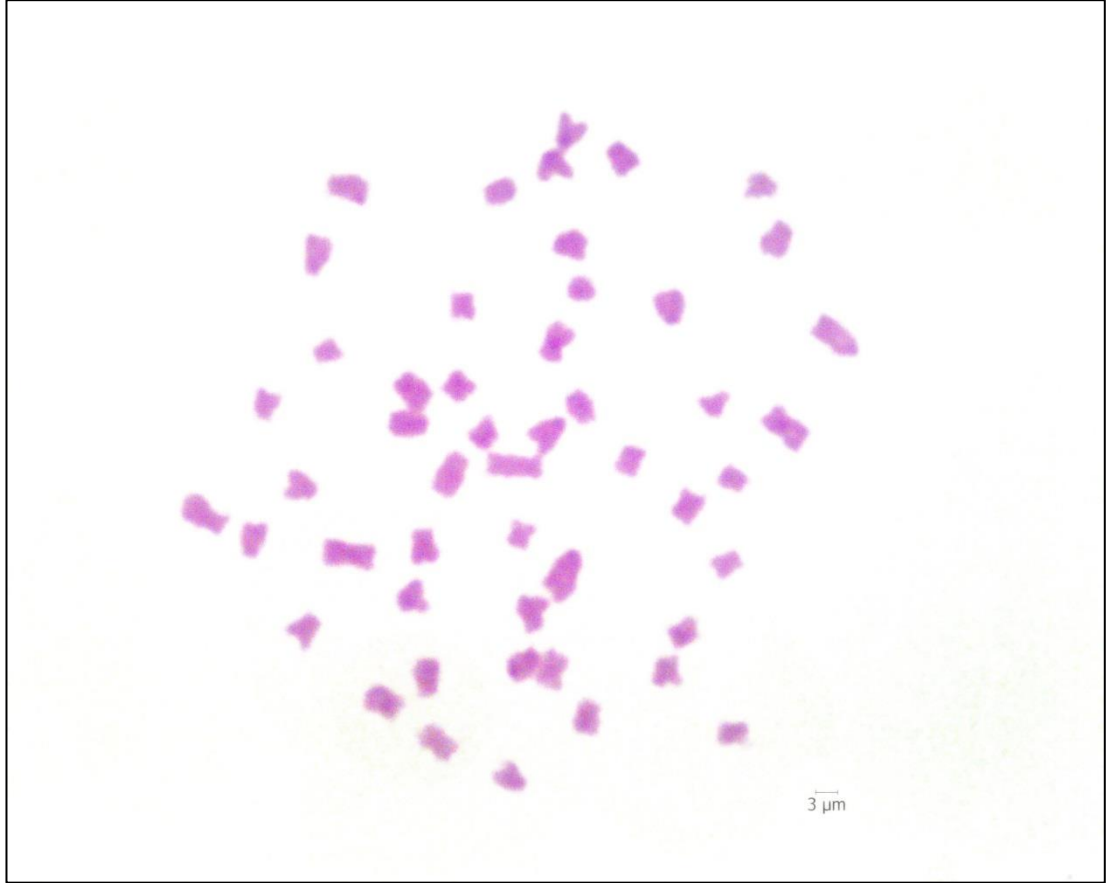
şekil 4.5. *Squalius seyhanensis*'in diploid kromozom sayısı frekansı



Resim 4.15. *Squalius seyhanensis*'in a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi

4.1.5.2. C-bant bulguları

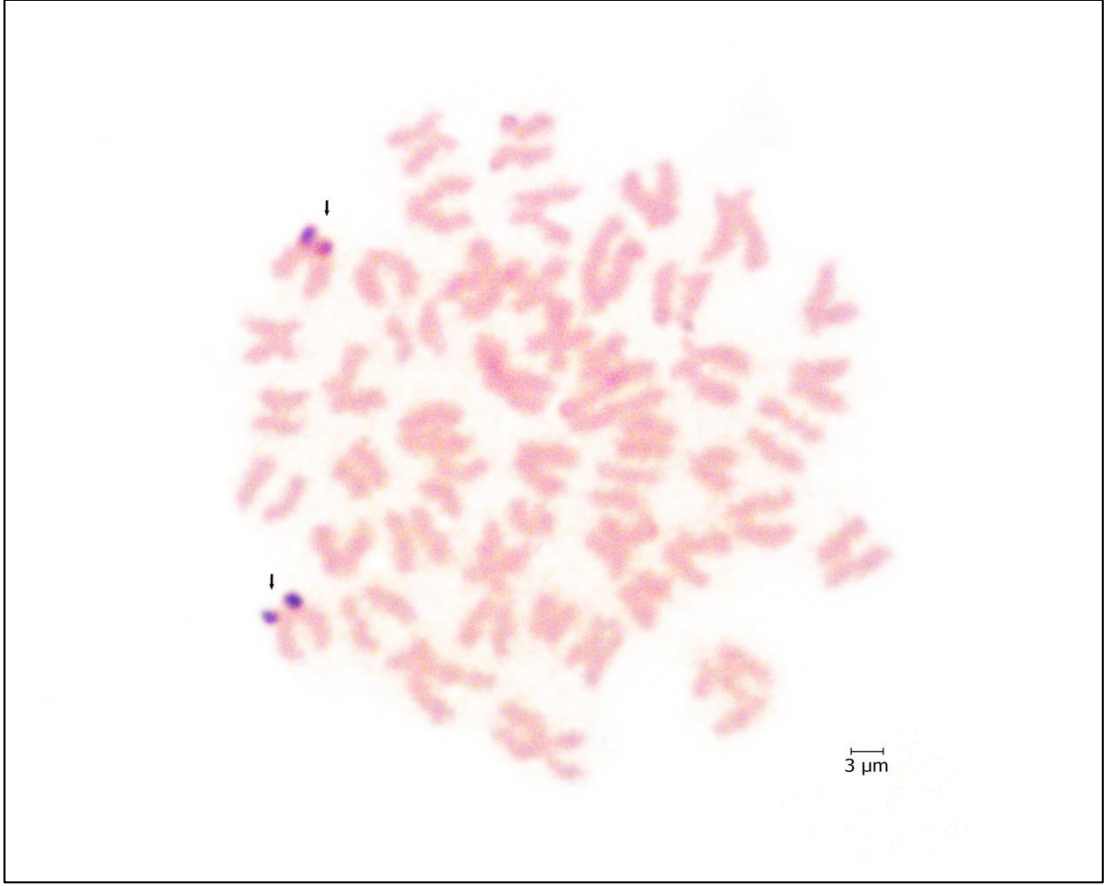
S. seyhanensis'in C-bantlı metafaz plaklarının incelenmesi sonucu konstitüif heterokromatin bölgeleri çok sayıda kromozomun sentromer bölgesinde tespit edilmiştir (Resim 4.14).



Resim 4.16. *Squalius seyhanensis*'in C-bantlı metafaz plağı

4.1.5.3. NOR bulguları

S. seyhanensis'in gümüş boyalı metafaz plakları incelenmiş ve 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucunda NOR lokasyonu tespit edilmiştir (Resim 4.15).

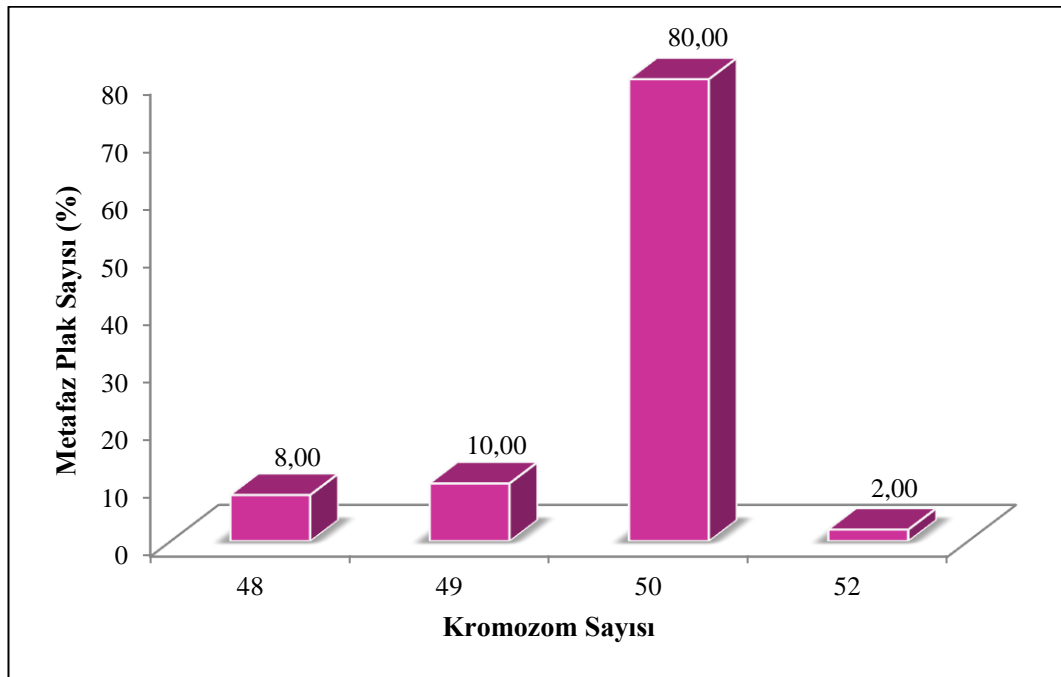


Resim 4.17. *Squalius seyhanensis*'in gümüş boyalı metafaz plağı

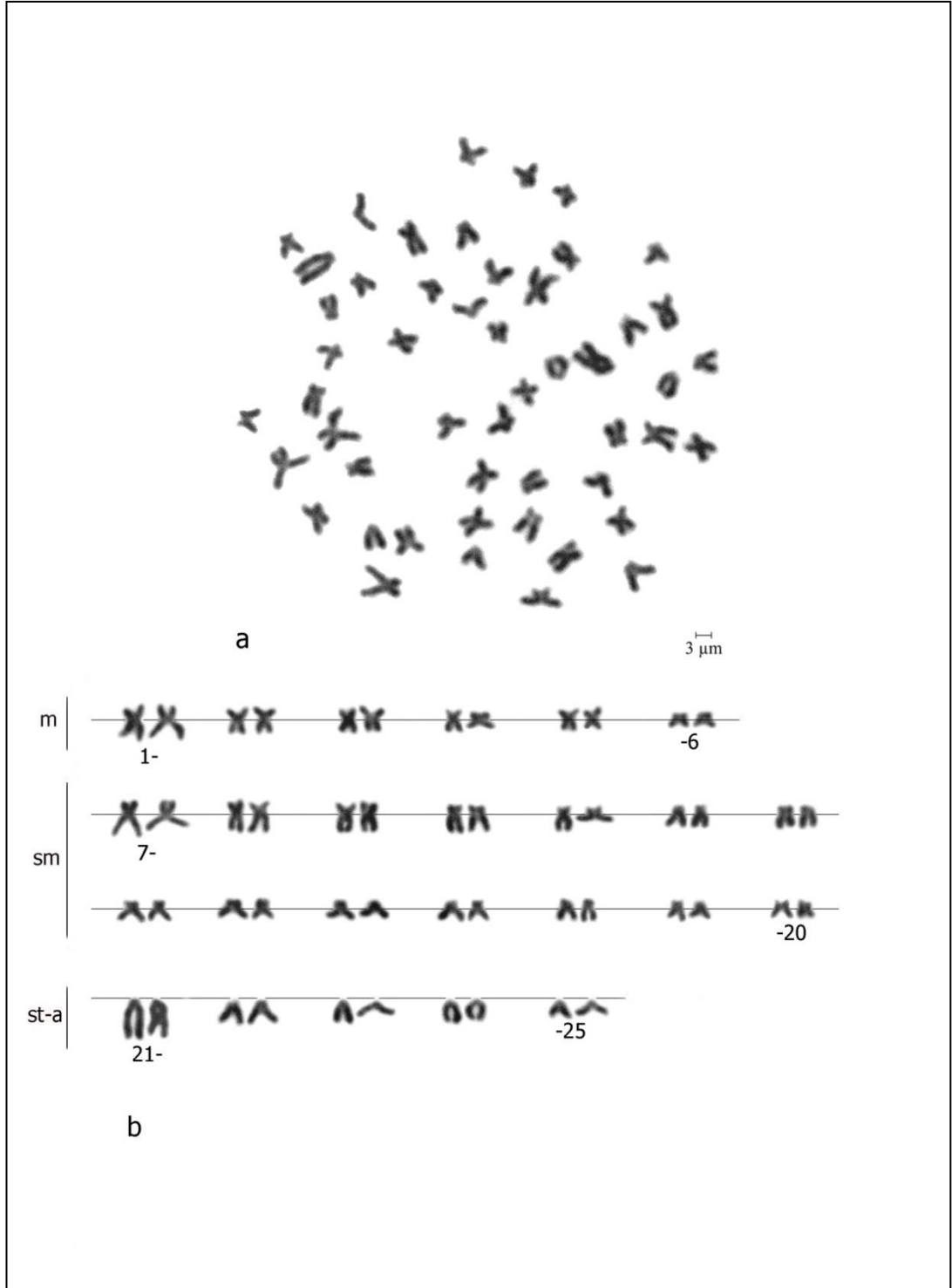
4.1.6. *Alburnus adanensis* Battalgazi, 1944

4.1.6.1. Diploid kromozom sayısı ve karyotip bulguları

A. adanensis'in bireylerinden elde edilen preparatlardan iyi kalitede olan 50 metafaz plağında yapılan sayımlar sonucu bu türün kromozom sayısının 48-52 arasında değiştiği ancak %80'inin diploid kromozom sayısının 50 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6). Karyotip morfolojisinin ise; 6 çift metasentrik, 14 çift submetasentrik, 5 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir (Resim 4.16). Karyotipteki en uzun kromozom çifti subtelo-akrosentrik olarak tespit edilmiştir. Eşey kromozomları farklılaşması gözlenmemiştir. Toplam kromozom kol sayısı 90 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.6. *Alburnus adanensis*'in diploid kromozom sayısı frekansı



Resim 4.18. *Alburnus adanensis*'in a) Giemsa boyalı metafaz plağı b) karyotipi

4.1.6.2. C-bant bulguları

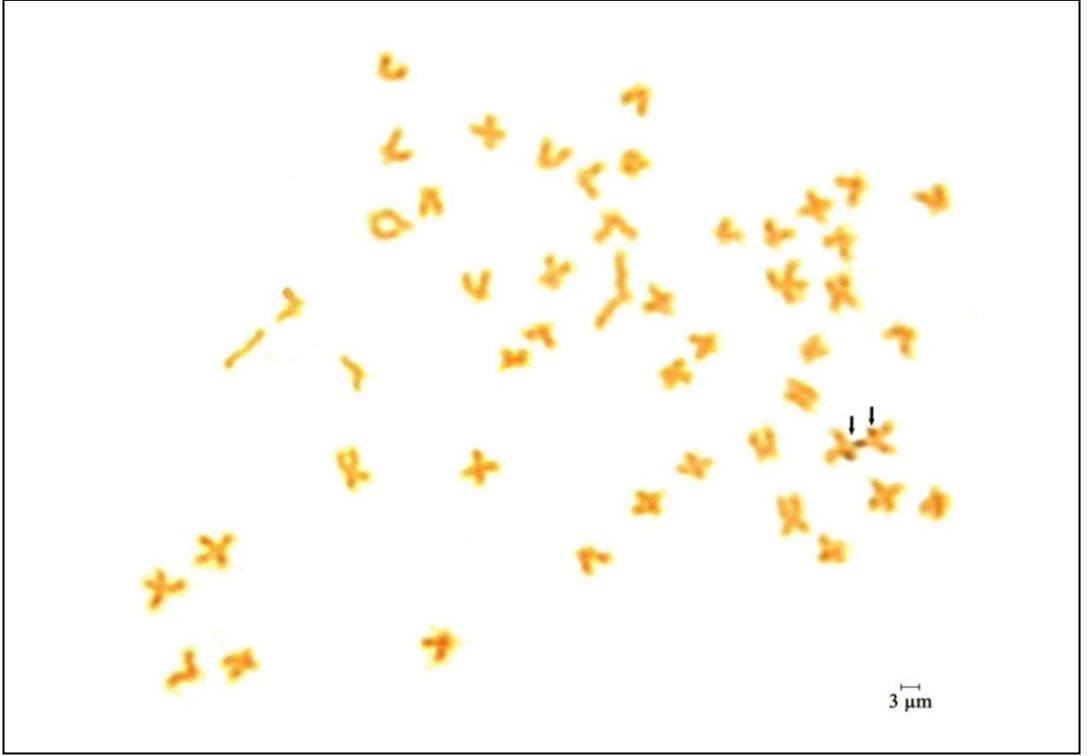
A. adanensis'in C-bantlı metafaz plaklarının incelenmesi sonucu konstitüif heterokromatin bölgeleri çok sayıda kromozomun sentromer bölgesinde tespit edilmiştir. Bazı kromozomların ise uzun kollarında da heterokromatin bloklara rastlanmıştır (Resim 4.17).



Resim 4.19. *Alburnus adanensis*'in C-bantlı metafaz plağı

4.1.6.3. NOR bulguları

A. adanensis'in gümüş boyalı metafaz plakları incelenmiş ve 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucunda NOR lokasyonu tespit edilmiştir (Resim 4.18).



4.20. *Alburnus adanensis*'in gümüş boyalı metafaz plağı

4.2. TARTIŞMA

Bu çalışmada Seyhan ve Ceyhan nehir sistemlerinde yayılış gösteren Cyprinidae familyasına ait *Capoeta damascina*, *Cyprinus carpio*, *Luciobarbus pectoralis*, *Pseudophoxinus zekayi*, *Squalius seyhanensis*, *Alburnus adanensis* türlerinin karyolojik analizleri gerçekleştirilmekle birlikte kromozom bantlama yöntemleri ile konstitütif heterokromatin ve nukleolus organize edici bölgelerin tespiti sağlanmıştır.

Cyprinidae familyası temsilcileri morfoloji, habitat ve davranış özellikleri bakımından olduğu kadar taksonomik olarak da farklılık göstermektedir (Amemiya ve Gold, 1988). Bu familyada yapılan karyolojik çalışmalar Cyprinid grupları arasında ve gruplar içindeki evrimsel ve karşılıklı ilişkileri belirlemektedir (Rab ve Collares-Pereira, 1995).

Avrupa Cyprinidleri karyosistematik özelliklerine göre; $2n=50$ olmak üzere karyotip morfolojilerinin 6-8 çift metasentrik, 12-14 çift submetasentrik ve 2-4 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluştuğu *Abramis*, *Alburnus*, *Aspius*, *Alburnoides*, *Chondrostoma*, *Leuciscus*, *Phoxinus*, *Rutilus*, *Scardinius* ve *Vimba* cinsleri ile temsil edilen Leuciscine Cyprinidleri; $2n=48$ olmak üzere karyotip morfolojilerinin 8 çift metasentrik, 13 çift subtelosentrik ve 3 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu sadece *Tinca tinca* ile temsil edilen Tincine Cyprinidleri; $2n=100-150$ olmak üzere karyotip morfolojileri birbirine benzeyen küçük kromozomlara sahip *Barbus*, *Carassius*, *Cyprinus*, *Capoeta* cinsleri ile temsil edilen Cyprinidlerin evrimsel tetraploid ve heksaploidleri olarak sınıflandırılmaktadır (Rab ve Collares-Pereira, 1995). Bu çalışmadaki *Alburnus adanensis*, *Pseudophoxinus zekayi* ve *Squalius seyhanensis* türlerinin diploid kromozom sayılarının $2n=50$ olması bakımından Leuciscin Cyprinidleri; *Cyprinus carpio*, *Luciobarbus pectoralis* türlerinin $2n=100$ ve *Capoeta damascina*'nın $2n=150$ olması bakımından Cyprinidlerin evrimsel tetraploid ve heksaploidleri olarak cyprinidlerin karyolojik özelliklerine göre sınıflandırılmış bireylerine benzerlik göstermektedir. Aynı sınıflandırma dahilinde bu çalışmada bulunan *A. adanensis*, *P. zekayi* ve *S. seyhanensis* türlerinin karyotip

morfolojilerinin 6-8 çift metasentrik, 12-14 çift submetasentrik ve 3-5 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan oluşması ile Avrupa leuciscinleri ile yakın benzerlik göstermektedir. *C. carpio*, *L. pectoralis* ve *C. damascina* türleri ise çok sayıda ve küçük kromozomlara sahip olmaları bakımından poliploid Cyprinidler ile benzerlik göstermektedir (Bkz. Çizelge 4.1).

Cyprinid karyotiplerinin metasentrik pozisyondan akrosentrik pozisyona doğru kademeli bir şekilde küçülerek sıralanmaktadır (Rab ve Collares-Pereira, 1995). Bu çalışmada türlere ait karyotipler metasentrik gruptan başlayarak akrosentrik gruba doğru azalan büyüklük oranı ile kromozomların sıralanması ile oluşturulmuştur.

Leuciscinae karyomorfolojisinde en büyük kromozom çiftinin bu altfamilyaya özgü olarak subtelo-akrosentrik kromozom olduğu bildirilmiştir (Pereira ve ark. 2012). Bu çalışmadaki leuciscin ve diğer altfamilyalara ait türlerin de karyotiplerinde en büyük kromozom çifti subtelo-akrosentrik olarak tespit edilmekle birlikte bu altfamilyaya özgü kromozomun diğer leuciscin türlerinde de belirlendiği bildirilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Boron, 2001; Kalous ve ark. 2008; Pereira ve ark. 2012).

Eşey kromozomlarının otozomal kromozomlardan farklılaşmasını etkileyen çeşitli faktörler olmakla birlikte birçok balık türünde heteromorfik eşey kromozomları bulunmamaktadır (Bhatnagar ve ark. 2014). Nitekim bu çalışmada da farklılaşmış eşey kromozomları gözlenmemiştir.

Bu çalışmada tespit edilen *A. adanensis*'in karyotip morfolojisinde submetasentrik kromozom sayısının metasentrik ve subtelo-akrosentrik kromozom sayısından fazla olması ve kol sayısı bakımından *Alburnus albidus*, *Alburnus alburnus* ve *Alburnoides bipunctatus* ile benzerlik göstermekte iken kol sayısının *Alburnus heckeli*, *Alburnus filippi*, *Alburnus tarichi*, *Alburnus mossulensis*, *Acanthobrama microlepis* türlerinin kol sayılarından yüksek olduğu ve metasentrik kromozom sayısı bakımından ise *A. mossulensis* ile benzerlik gösterirken *A. tarichi*,

A. microlepis, *A. filippi* türlerinden az sayıda metasentrik kromozoma sahip olduğu görülmektedir (Gül ve ark. 2003; Bianco ve ark. 2004; Gül ve ark. 2004; Gaffaroğlu ve Yüksel, 2005; Nur, 2006; Khosravanizadeh ve ark. 2011; Nazari ve ark. 2011; Gaffaroğlu ve ark. 2014b). *A. adanensis*'in aynı altfamilyada yer alan bu çalışmadaki *P. zekayi* ve *S. seyhanensis* türleri ile kıyaslandığında bu türlerle aynı diploid kromozom sayısına sahip olduğu, karyotip morfolojilerinde submetasentrik kromozom sayılarının metasentrik ve subtelo-akrosentrik kromozom sayılarından fazla olması bakımından benzerlik gösterdiği, kol sayısının *P. zekayi* ve *S. seyhanensis* türlerine göre az olduğu gözlenmektedir (Bkz. Çizelge 4.1).

Bu çalışmada rapor edilen *P. zekayi*, karyotip morfolojisinde submetasentrik kromozom sayısının metasentrik ve subtelo-akrosentrik kromozom sayısından fazla olması bakımından *Phoxinus phoxinus*, *Pseudophoxinus crassus*, *Pseudophoxinus hittitorum* ve *Pseudophoxinus elizavetae* türleri ile; aynı sayıda submetasentrik kromozoma sahip olması bakımından *P. hittitorum* ile; kol sayıları bakımından *Pseudophoxinus antalyae* ve *P. elizavetae* ile; karyotip morfolojisi ve kol sayısı bakımından *Pseudophoxinus fahrettini* ile; metasentrik kromozom sayıları bakımından *P. battalgilae* ile benzerlik gösterirken; metasentrik ve submetasentrik kromozomların ayrı gruplarda yer almaması ve kol sayıları bakımından *Pseudophoxinus firati* ile farklı olduğu görülmektedir (Boron, 2001; Ergene ve ark. 2010; Karasu ve ark. 2011; Unal ve ark. 2014; Gaffaroğlu ve ark. 2014a, Karasu Ayata, 2015).

Bu çalışmada karyolojik incelemesi gerçekleştirilen *S. seyhanensis*, karyotip morfolojisinde bulundurduğu metasentrik kromozom sayısı bakımından *Squalius alburnoides*, *Squalius pyrenaicus*, *Squalius lucumonis* türleri ile; kol sayıları bakımından *Squalius aradensis* ve *S. torgalensis* türleri ile benzerlik göstermektedir (Gromicho ve Collares-Pereira, 2007; Gromicho ve Collares-Pereira, 2007; Rossi ve ark. 2012; Nabais ve ark. 2013). *Squalius anatolicus* ile subtelosentrik ve akrosentrik kromozomların ayrı gruplanması bakımından farklılık gözlenmekle birlikte kol sayısının *S. seyhanensis*'den az olduğu belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.1).

Teleostei balıkların evriminde poliploidinin önemi açıktır, farklı çevre koşullarında hayatta kalma avantajı sağlar. Poliploid tür genom ve kromozom düzeyinde poliploidizasyon sağlayarak evrimsel sürecin karşılaştırılmalı incelenebilmesi için yararlı model sistem olmaktadır (Spoz ve ark. 2014). Bu çalışmada da atasal ve poliploid türlerin birlikte incelenmesi ile kromozom sayısı, yapı ve büyüklük farklarının karşılaştırılabilir olmasına olanak sağlanmıştır.

Omurgalı hayvanlar içinde filogenetik kararlılığı en geniş grup Actinopterygii ya da ışın yüzgeçli balıklardır. Diğer taksonları tür sayısının çokluğu, elde edilme güçlüğü ve bireylerin tanımlanması nedeniyle geride bırakmıştır. Actinopterygian filogenisinde diğer bir zorluk ise poliploidlerde genom duplikasyonlarının evrimidir. Genom duplikasyonları çoğu kez tatlısu balıklarının en büyük ailesi olan Cypriniformeslarda oluşmaktadır. Cypriniformes içinde Cyprininae altfamilyası 120'den fazla genusa ait 1300'ün üzerinde Tatlısu balığı türüne sahiptir (Eschmeyer ve Fong, 2015). Bu altfamilyanın çoğu üyesi güney Avrasya ve Afrika sularında yayılış göstermektedir. Sazan (*Cyprinus carpio*) ve Goldfish (*Carassius auratus*) türleri bilinen türler arasındadır. Cyprininae altfamilyası Acipenseriformes, Salmoniformes gibi diğer ailelerden daha fazla, yaklaşık 400'e yakın akraba poliploid tür içermektedir (Arai, 2011; Froese ve Pauly, 2015). Bu subfamilyadaki en fazla poliploidler tetraploid ($2n=100$) ya da heksaploidler ($2n=150$) olarak tespit edilmiştir (Yang ve ark. 2015). Bu çalışmada Actinopterygii sınıfına ait balıklardan karyolojik özellikleri incelenen *Cyprinus carpio* ve *Luciobarbus pectoralis* türlerinin tetraploid, *Capoeta damascina*'nın heksaploid olduğunun belirlenmesi bakımından Cyprininae altfamilyasına ait poliploidi karakterini desteklemektedir.

Bu çalışmada *C. carpio*, Ojima ve Hitotsumachi (1967)'nin aynı türde gerçekleştirdiği araştırmada belirlenen karyolojik özellikleri ile kıyaslandığında metasentrik ve submetasentrik kromozom sayılarının farklı olmakla birlikte aynı sayıda subtelo-akrosentrik kromozoma ve kol sayılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca her iki çalışmada da eşey kromozomlarının belirlenmemiş olması araştırmaların birbirlerini destekler nitelikte olduğunu göstermektedir. *C. carpio* türüne sistematik olarak yakın olan *Carassius* cinsine ait türler

karşılaştırıldığında, *Carassius auratus* ve *Carassius carassius* türlerinin diploid kromozom sayılarının *C. carpio* ile aynı olduğu ancak karyotip morfolojisi incelendiğinde metasentrik, submetasentrik ve subtelo-akrosentrik kromozomların dağılımının ve kol sayılarının farklı olduğu görülmüştür (Pukhtayevych, 2014; Spoz ve ark. 2014). Bu yakın cinslerin temel genetik yapıları incelenerek uygunluğu tespit edildiğinden hibritleme çalışması gerçekleştirilmiş ve *Carassius auratus* x *Cyprinus carpio* hibridinin karyolojik özellikleri açığa çıkarılmıştır (Kucinski ve ark. 2015). Bu çalışmadaki *C. carpio*'dan kromozomların gruplandırılması, kol sayısı ve ekstra kromozom bulundurması bakımından farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Yine bu çalışmada yer alan aynı sayıda diploid kromozom sayısına sahip *L. pectoralis* ile karşılaştırıldığında karyotip morfolojilerinin ve kol sayılarının farklı olduğu görülmüştür (Bkz. Çizelge 4.1).

L. pectoralis'in karyolojisi *Luciobarbus comiza*, *L. microcephalus*, *L. sclateri*, *L. steindachneri* türleri ile kıyaslandığında *L. sclateri* dışında diğer türlerde submetasentrik kromozomların metasentrik ve subtelo/akrosentrik kromozomlardan fazla olduğu görülmüştür. Aynı türler kol sayısı bakımından incelendiğinde *L. pectoralis*'in kol sayısının *L. sclateri* ve *L. steindachneri* türlerinden fazla iken *L. comiza* ve *L. microcephalus* türlerinden az sayıda olduğu belirlenmiştir (Collares-Pereira ve Madeira, 1990). Ülkemizden karyolojik çalışması gerçekleştirilmiş diğer bir *Luciobarbus* türü ile kıyaslandığında karyomorfolojik özelliklerinden submetasentrik ve subtelo-akrosentrik kromozom dağılımlarının benzer sayıda olduğu ve kol sayılarının da benzerlik gösterdiği görülmüştür (Bkz. Çizelge 4.1). Ayrıca iki türde de eşey kromozomları belirlenememiştir.

Bu çalışmada karyolojisi rapor edilen *C. damascina*'nın *Capoeta capoeta sevangi* ile aynı sayıda diploid kromozom sayısına sahip olması ile birlikte karyotip morfolojileri ve kol sayılarında farklılıklar görülmüştür. Ayrıca *C. damascina*'da eşey kromozomları gözlenmezken *C. c. sevangi*'de gözlendiği bildirilmiştir (Krysanov, 1999). *C. damascina*'da Gorshkova ve ark. (2002)'lerinin yaptığı çalışmada diploid kromozom sayısının $2n=148$ olması bakımından bu çalışma ile farklılık göstermektedir. Diploid kromozom sayısı farklılığına çeşitli faktörler sebep

olabileceđi gibi kromozom kaybı ya da fazlalıđının preparasyon ařamasından kaynaklanabileceđi de dūřunūlmektedir. *C. damascina*; *C. trutta*, *C. umbla*, *C. tinca* ve *C. antalyensis* tūrleri ile karřılařtırıldıđında karyotip morfolojisi bakımından sadece *C. trutta* ile benzerlik gōsterdiđi ve *C. tinca* ile aynı sayıda kol sayısına sahip olduđu gōrūlmūřtūr (Bkz. Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Ülkemiz cyprinidlerinde yapılan karyolojik çalışmalar

Tür	2n	Karyotip	NF	Kaynak
<i>Garra rufa</i>	44	17m+26sm+1a	87	Kılıç Demirok, 2000
	46	22m+12sm+7st+5a	87	
<i>Garra rufa</i>	46	31m+6sm+6st+3a	89	Karahan ve Ergene, 2009
	50	26m+10sm+8st+6a	94	
	50	28m+14sm+4st+4a	96	
<i>Barbus plebejus</i>	48	32m+16a	-	Ergene ve ark. 1998
<i>Tinca tinca</i>	48	12m+16st+20a	-	Hamalosmanoğlu ve Kuru, 2004
<i>Tinca tinca</i>	48	12m+20sm+16st	80	Arslan ve Taki, 2012
<i>Cyprinion macrostomum</i>	48	4m+26sm+18a	-	Çolak ve ark. 1985
<i>Cyprinion macrostomum</i>	50	6m+26sm+18st-a	82	Kılıç Demirok, 2000
<i>Cyprinion macrostomums</i>	50	6m+24sm+12st+8a	92	Gaffaroğlu ve Yüksel, 2004
<i>Squalius cephalus</i>	50	18m+12sm+20st-a	80	Pekol, 1999
	50	20+12sm+18st-a	82	
<i>Squalius orientalis</i>	50	14m+20sm+16st-a	84	Kılıç Demirok, 2000
<i>Squalius anatolicus</i>	50	10m+22sm+10st+8a	82	Ünal, 2011
<i>Alburnus tarichi</i>	50	16m+10sm+24a	-	Gül ve ark. 2003
<i>Alburnus heckeli</i>	50	14m+18sm+18a	82	Gül ve ark. 2004
<i>Alburnus mossulensis</i>	50	12m+16sm+10st+12a	88	Gaffaroğlu ve Yüksel, 2005
<i>Alburnus filippi</i>	50	16m+16sm+18a	82	Nur, 2006
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	50	16m+22sm+12st-a	88	Kılıç-Demirok ve Ünlü, 2004
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	50	14m+26sm+10st	90	Gaffaroğlu ve ark. 2014b
<i>Acanthobrama marmid</i>	50	12m+14sm+18st+6a	94	Gaffaroğlu ve ark. 2006
<i>Acanthobrama microlepis</i>	50	16m+14sm+20a	80	Nur, 2006
<i>Pseudorasbora parva</i>	50	14m+20sm+16st	100	Gaffaroğlu ve ark. 2009
<i>Chondrostoma regium</i>	50	22m+8sm+6st+14a	86	Kaya, 2009
<i>Chondrostoma meandrense</i>	52	18m+6sm+6st+22a	82	Uysal, 2011
<i>Vimba mirabilis</i>	50	10m+6sm+10st+24a	76	Uysal, 2011
<i>Pseudophoxinus antalyae</i>	50	16m+14sm+12st+8a	92	Ergene ve ark. 2010
<i>Pseudophoxinus firati</i>	50	38m-sm+12st	88	Karasu ve ark. 2011
<i>Pseudophoxinus crassus</i>	50	12m+30sm+8st-a	92	Unal ve ark. 2014
<i>Pseudophoxinus hittitorum</i>	50	14m+26sm+10st-a	90	Unal ve ark. 2014
<i>Pseudophoxinus elizavetae</i>	50	8m+34sm+8st	92	Gaffaroğlu ve ark. 2014a
<i>Pseudophoxinus battalgilae</i>	50	16m+28sm+6st-a	94	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus burduricus</i>	50	18m+26sm+6st-a	94	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus egridiri</i>	50	14m+28sm+8st-a	92	Karasu Ayata, 2015

Çizelge 4.1. Ülkemiz cyprinidlerinde yapılan karyolojik çalışmalar (devamı)

<i>Pseudophoxinus evliyae</i>	50	14m+30sm+6st-a	94	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus fahrettini</i>	50	16m+26sm+8st-a	92	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus maeandri</i>	50	10m+32sm+8st-a	92	Karasu Ayata, 2015
<i>Cyprinus carpio</i>	100	22m+30sm+48st-a	152	Pekol, 1999
	100	20m+30sm+50st-a	150	
<i>Cyprinus carpio</i>	100	12m+38st+50a	-	Hamalosmanoğlu ve Kuru, 2003
<i>Luciobarbus mystaceus</i>	100	22m+30sm+48st-a	152	Kılıç Demirok, 2000
<i>Barbus capito</i>	120	32m+42sm+8st+38a	194	Kaya, 2009
<i>Luciobarbus escherichii</i>	100	14m+44sm+42st-a	158	Gaffaroğlu ve ark. 2013
<i>Barbus tauricus</i>	100	6m+24sm+38st+32a	130	Ataç Şahin, 2015
<i>Garra variabilis</i>	102	42m+18sm+24st+18a	186	Karahan ve Ergene, 2010
<i>Carassius auratus</i>	104	24m+34sm+46a	162	Ölmez Aydın, 2001
<i>Capoeta trutta</i>	150	20m+54sm+76st-a	224	Kılıç Demirok, 2000
<i>Capoeta umbla</i>	150	86m-sm+64st-a	236	Kılıç Demirok, 2001
<i>Capoeta tinca</i>	150	88m-sm+62st-a	238	Gaffaroğlu ve ark. 2010
<i>Capoeta antalyensis</i>	150	84m-sm+66st-a	234	Yüksel ve ark. 2011
<i>Alburnus adanensis</i>	50	12m+28sm+10st-a	90	Bu çalışmada
<i>Squalius seyhanensis</i>	50	16m+28sm+6st-a	94	Bu çalışmada
<i>Pseudophoxinus zekayi</i>	50	16m+26sm+8st-a	92	Bu çalışmada
<i>Cyprinus carpio</i>	100	30m+18sm+52st-a	148	Bu çalışmada
<i>Luciobarbus pectoralis</i>	100	20m+42sm+38st-a	162	Bu çalışmada
<i>Capoeta damascina</i>	150	46m+42sm+62st-a	238	Bu çalışmada

Konstitütif heterokromatin büyük bir çoğunlukla transkripsiyonel olarak aktif olmayan, yüksek tekrarlı DNA dizilerini içermekte ve C-bant tekniği kullanılarak seçilebilir şekilde boyanmaktadır. C- bant tekniğinin geliştirilmesi ile birçok türde konstitütif heterokromatin belirlenmiştir. Balık kromozomlarında heterokromatin farklılaşması ve cyprinid türlere karakterize konstitüf heterokromatin tespiti gerçekleştirilmektedir (Ren ve ark. 1992). Bu çalışmada da bazı cyprinid türlerine ait konstitütif heterokromatin karakteristiği belirlenmiştir.

Bu çalışmadaki *A. adanensis*'in çok sayıda kromozomun sentromerinde C-bant bulundurması bakımından *A. albidus* ve *Alburnoides bipunctatus* türleri ile benzerlik göstermekle birlikte *Alburnus tarichi*'de bazı kromozomlar bulunması bakımından farklı olduğu belirlenmiştir (Bianco ve ark. 2004; Gül ve ark. 2003).

Bu çalışmada C-bant karakteristiği belirlenen *P. zekayi*'nin çok sayıda kromozomun sentromerinde konstitütif heterokromatin bulundurması bakımından *P. elizavetae*, *P. battalgilae*, *P. burduricus*, *P. evliya*, *P. meandri* ile benzerlik gösterirken birçok kromozomun perisentromerinde C-bant bulunduran *P. crassus*, *P. hittitorum* ve *P. antalyae*'den farklı olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Çizelge 4.2).

Bu çalışmadaki *S. seyhanensis* çok sayıda kromozomun sentromerinde C-bantlar görülmesi bakımından *S. anaticus* ve *S. lucumonis* türleri ile benzerlik göstermektedir (Rossi ve ark. 2012).

Bu çalışmadaki çok sayıda kromozomun sentromer bölgesinde C-bant bulunduran *C. carpio* konstitütif heterokromatin bloklarını telomerik ve perisentromerik konumlu bulunduran *Carassius carassius* ile farklılık göstermektedir (Knytl ve ark. 2013).

C-bantların bu çalışmadaki *L. pectoralis*'de bazı kromozomların sentromerinde gözlenirken *L. escherichii*'de birçok kromozomun sentromerinde belirlenmesi bakımından farklılık göstermektedir (Bkz. Çizelge 4.2).

Bu çalışmada C-bant konumu belirlenen *C. damascina*'nın konstitütif heterokromatin bölgelerinin çok sayıda kromozomda gözlenmesi bakımından *C. antalyensis* ile benzerlik göstermektedir (Bkz. Çizelge 4.2.)

Çizelge 4.2. Ülkemiz cyprinidlerinde yapılan C-bantlama çalışmaları

Tür	C-bant fenotipi	Kaynak
<i>Alburnus tarichi</i>	Bazı kromozomların sentromerinde	Gül ve ark. 2003
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Gaffaroğlu ve ark. 2014b
<i>Acanthobrama marmid</i>	Bütün kromozomların perisentromerinde ve bazı kromozomların kısa kollarında	Gaffaroğlu ve Yüksel, 2009
<i>Cyprinion macrostomum</i>	Bazı kromozomların kısa kollarında	Gaffaroğlu ve Yüksel, 2009
<i>Garra rufa</i>	Çok sayıda kromozomun sentromer ve perisentromerinde	Karahan ve Ergene, 2009
<i>Garra variabilis</i>	Çok sayıda kromozomun terminal bölgesinde	Karahan ve Ergene, 2010
<i>Squalius anatolicus</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Ünal, 2011
<i>Capoeta antalyensis</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Gaffaroğlu ve ark. 2012b
<i>Tinca tinca</i>	Bütün kromozomların sentromerinde ve perisentromerinde	Arslan ve Taki, 2012
<i>Luciobarbus escherichii</i>	Birçok kromozomun sentromerinde	Gaffaroğlu ve ark. 2013
<i>Pseudophoxinus antalyae</i>	Birçok kromozomun sentromerinde	Ergene ve ark. 2010
<i>Pseudophoxinus firati</i>	Bazı kromozomların sentromerlerinde	Karasu ve ark. 2011
<i>Pseudophoxinus crassus</i>	Birçok kromozomun perisentromerinde	Unal ve ark. 2014
<i>Pseudophoxinus hittitorum</i>	Birçok kromozomun perisentromerinde	Unal ve ark. 2014
<i>Pseudophoxinus elizavetae</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Gaffaroğlu ve ark. 2014a
<i>Pseudophoxinus battalgilae</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus burduricus</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus egridiri</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde ve 1 çift kromozomda blok halinde	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus evliyae</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus fahrettini</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde ve birkaç çift kromozomda blok halinde	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus maeandri</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Karasu Ayata, 2015
<i>Cyprinus carpio</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Bu çalışmada
<i>Capoeta damascina</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Bu çalışmada
<i>Luciobarbus pectoralis</i>	Bazı kromozomların sentromerinde	Bu çalışmada
<i>Pseudophoxinus zekayi</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Bu çalışmada
<i>Squalius seyhanensis</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Bu çalışmada
<i>Alburnus adanensis</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Bu çalışmada

Gümüş boyama tekniği metafaz kromozomlarının nükleolus organizatör bölgelerindeki (NOR) aktif ribozomal RNA genlerini görüntülemek için kullanılmaktadır. NOR'lar balıkların birçok grubunda türler arası ve tür içi kromozomal polimorfizmin tespit edilmesinde belirteç olmaktadır (Nazari ve ark. 2011). Bu çalışmada da aktif ribozomal RNA bölgeleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada *A. adanensis*'de belirlenen NOR fenotipi 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarında NOR bulunduran *A. albidus* ile benzerlik göstermektedir (Bianco ve ark. 2004). NOR sayısı bakımından *Alburnoides bipunctatus* ile, NOR bulunduran kromozom bakımından da *Alburnus mossulensis* ile benzerlik göstermektedir (Bkz. Çizelge 4.3).

P. zekayi'de yaygın olarak 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kolunda NOR gözlenmesi bakımından *P. crassus*, *P. hittitorum*, *P. burduricus*, *P. egridiri*, *P. fahrettini* ile benzerlik göstermekle birlikte NOR sayısı bakımından *P. elizavetae*, *P. firati*, *P. battalgilae*, *P. evliya*, *P. maeandri*'den farklı olduğu görülmektedir (Bkz. Çizelge 4.3). NOR sayı polimorfizminin gözlenmesi bakımından *P. zekayi*; *P. battalgilae*, *P. burduricus*, *P. evliya* ve *P. fahrettini* ile benzerlik göstermektedir (Karasu Ayata, 2015).

S. seyhanensis'de 1 çift submetasentrik kromozomun kısa kolunda NOR gözlenmesi bakımından *S. pyrenaicus*, *S. lucumonis*, *S. aradensis*, *S. torgalensis* ve *S. anatolicus* türleri ile benzerlik, NOR sayısı bakımından *S. alburnoides* ile farklılık göstermektedir (Gromicho ve Collares-Pereira, 2004; Gromicho ve ark. 2005; Rossi ve ark. 2012; Nabais ve ark. 2013; Ünal, 2011).

C. carpio'da 1 çift metasentrik kromozomun kısa kolunda gözlenen NOR, sayısı bakımından Weishun (1985) ve Pekol (1999)'un aynı türde gerçekleştirdikleri araştırma bulgularına benzerlik göstermekle birlikte Weishun (1985)'un telosentrik/akrosentrik kromozomda belirlediği NOR konumu bakımından farklılık görülmektedir (Weishun, 1985). *Carassius auratus* x *Cyprinus carpio* hibrid türü ve

Carassius carassius'un NOR sayı ve lokasyonu karşılaştırıldığında *C. carpio* ile farklılık göstermektedir (Knytl ve ark. 2013; Kucinski ve ark. 2015).

L. pectoralis, NOR lokasyonu bakımından *L. escherichii* ile benzerlik gösterirken, NOR sayısı ve bulunduğu kromozom grubu bakımından farklı olduğu görülmektedir. Diploid kromozom sayıları aynı olan *C. carpio* ile aynı sayıda NOR taşınması bakımından da benzerlik göstermektedir (Bkz. Çizelge 4.3).

C. damascina, NOR sayısı bakımından *C. antalyensis* ile benzerlik göstermekle birlikte NOR lokasyonu *C. damascina* 'da 2 çift submetasentrik ve 1 çift metasentrik kromozomda *C. antalyensis*'de ise 3 çiftin de submeta-subtelosentrik kromozomda olması bakımından farklılık göstermektedir (Bkz. Çizelge 4.3).

Bu çalışmadaki türler karşılaştırıldığında diploid kromozom sayıları aynı olan *P. zekayi*, *S. seyhanensis* ve *A. adanensis* türlerinin NOR sayısı, bulunduğu kromozom grubu ve kromozom üzerindeki konumu bakımından benzerlik göstermektedir. Ayrıca diploid kromozom sayısı bu türlerden farklı olan triploid *L. pectoralis*'de de NOR sayı ve lokasyonu bakımından benzerlik saptanmıştır. *L. pectoralis* gibi poliploid olan *C. carpio* da *P.zekayi*, *S. seyhanensis*, *A. adanensis* ve *L. pectoralis* ile bulundurduğu nukleolus organizatör bölge sayısı bakımından benzerlik göstermekte iken NOR konumunun farklı olduğu belirlenmiştir. Heksaploid olan *C. damascina* ise diğer türlerden NOR sayısı ve konumu olmak üzere ayrıca nukleolus organizatör bölgelerin farklı kromozom gruplarında bulunması ile de ayrılmaktadır.

Çizelge 4.3. Ülkemiz cyprinidlerinde gözlenen yaygın NOR fenotipleri

Tür	NOR fenotipi	Kaynak
<i>Cyprinus carpio</i>	1 çift kromozomda	Pekol, 1999
<i>Acanthobrama marmid</i>	2 çift sm-st kromozomun kısa kolunda	Gaffaroğlu ve ark. 2006
<i>Alburnus mossulensis</i>	2 çift sm kromozomda	Yüksel ve Gaffaroğlu, 2008
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	1 çift kromozomun kısa kolunda	Gaffaroğlu ve ark. 2014b
<i>Garra rufa</i>	2 çift sm kromozomun terminalinde	Karahan ve Ergene, 2009
<i>Garra variabilis</i>	4 çift kromozomun telomerinde	Karahan ve Ergene, 2010
<i>Squalius cephalus</i>	1 çift st-a kromozomda	Pekol, 1999
<i>Squalius anatolicus</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunda	Ünal, 2011
<i>Capoeta antalyensis</i>	3 çift sm-st kromozomun kısa kolunda	Gaffaroğlu ve ark. 2012b
<i>Tinca tinca</i>	1 çift metasentrik kromozomun kısa kolunda	Arslan ve Taki, 2012
<i>Luciobarbus escherichii</i>	2 çift sm kromozomun kısa kolunda	Gaffaroğlu ve ark. 2013
<i>Pseudophoxinus antalyae</i>	1 çift st kromozomun kısa kolunda	Ergene ve ark. 2010
<i>Pseudophoxinus firati</i>	2 çift sm-st kromozomun kısa kolunda	Karasu ve ark. 2011
<i>Pseudophoxinus crassus</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunda	Unal ve ark. 2014
<i>Pseudophoxinus hittitorum</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunda	Unal ve ark. 2014
<i>Pseudophoxinus elizavetae</i>	2 çift sm kromozomun kısa kolunda	Gaffaroğlu ve ark. 2014a
<i>Pseudophoxinus battalgilae</i>	2 çift sm kromozomun kısa kolunun ucunda	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus burduricus</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunun ucunda	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus egridiri</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunun ucunda	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus evliya</i>	2 çift sm kromozomun kısa kolunun ucunda	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus fahrettini</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunun ucunda	Karasu Ayata, 2015
<i>Pseudophoxinus maeandri</i>	2 çift sm kromozomun kısa kolunun ucunda	Karasu Ayata, 2015
<i>Cyprinus carpio</i>	1 çift metasentrik kromozomun kısa kolunda	Bu çalışmada
<i>Capoeta damascina</i>	3 çift (2 çift sm ve 1 çift m) kromozomda	Bu çalışmada
<i>Luciobarbus pectoralis</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunda	Bu çalışmada
<i>Pseudophoxinus zekayi</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunda	Bu çalışmada
<i>Squalius seyhanensis</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunda	Bu çalışmada
<i>Alburnus adanensis</i>	1 çift sm kromozomun kısa kolunda	Bu çalışmada

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Canlıların genetik materyali olan kromozomlar yapı ve sayı bakımından her tür için farklılık göstermektedir. Türlerin oluşum, gelişim ve kalımları ile ilgili veri elde edebilmek için her türe ait kromozomların moleküler ve morfolojik özelliklerinin anlaşılması gerekmektedir. Kromozomların moleküler yapısını oluşturan DNA ve proteinlerin miktar ve işlevlerinin belirlenmesi evrimsel filogeni çalışmalarında son yıllarda kullanılmaktadır. Ancak moleküler çalışmaların temelinde öncelikle türlere ait kromozom sayı ve yapı morfolojilerinin açığa çıkarılıp karyotip karakteristiklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Kromozomların sentromer konumu, kısa kol ve uzun kol oranı, toplam kol sayısı ve otozomal metafaz hücrelerinden elde edilen diploid kromozom sayıları karyotip karakteristiklerini oluşturmaktadır. Eşeye bağlı gonozomal kromozomların belirlenmesi de aynı türe ait bireyler arası karyolojik farkları ortaya çıkarmaktadır. Karyotip oluşturmada özellikle kromozom bantlama çalışmaları homolog kromozomların çoğunlukla eşlerinde aynı bant bölgesini bulundurması ile kolaylık ve güvenilirlik sağlamaktadır.

Taksonomisi gerçekleştirilmiş türlerin, altfamilya cins düzeyinde ve türler arasındaki karyoçeşitliliği ortaya çıkarmak amacıyla bu çalışmada *Cyprinus carpio*, *Capoeta damascina*, *Luciobarbus pectoralis*, *Pseudophoxinus zekayi*, *Squalius seyhanensis* ve *Alburnus adanensis* türlerine ait kromozomal özellikler belirlenmiştir. Türlerle ait metafaz safhasındaki hücrelerden kromozom eldesi sağlanmış, giemsa boyalı karyotip oluşturulmuş, transkripsiyonel olarak inaktif olan ve kalımda korunumlu olarak aktarılan konstitütif heterokromatin bantlar belirlenmiş ve aktif ribozomal rRNA genlerini bulunduran bölgelerin sayı ve lokasyonu rapor edilmiştir. Ayrıca *P. zekayi*'de NOR polimorfizimi saptanmıştır. Çalışılan türlerde heteromorfik eşey kromozomları farklılaşması olmadığından eşey kromozomları tespit edilememiştir. Nitekim balık karyolojisinde eşey kromozomu farklılaşması her türde gözlenmemekle birlikte sadece bazı familyalara ait bir karakteristiktir. Seyhan ve Ceyhan nehir sistemlerine endemik olan *L. pectoralis*, *P. zekayi*, *S. seyhanensis* ve *A. alburnus* türlerinin karyolojileri ilk kez bu çalışmada tespit edilmiştir. *C. damascina* türüne ait ülkemizde yapılmış sitogenetik bir araştırma bulunmamakla birlikte *C.*

carpio'nun karyotip morfolojisinin daha önce yapılmış çalışmalardan farklı olduğu belirlenmiştir. Farklılığın coğrafik izolasyondan, kullanılan yöntem ve kimyasallardan, kromozom preparasyonundan ve kromozomların aşırı ya da az kontraksiyonundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Çalışılan türler arasında karşılaştırma yapıldığında *P. zekayi*, *S. seyhanensis* ve *A. alburnus* türlerinin Avrupa Leuciscineleri için karakteristik $2n=50-52$ olan atasal diploid kromozom sayısını korudukları, *C. carpio* ve *L. pectoralis* türlerinin triploidi, *C. damascina*'nın heksaploidi olduğu belirlenmiştir. Poliploidi özellikteki türlerde kromozom sayısının fazla olması ve kromozomların küçük olması nedeniyle çalışmada zorluklarla karşılaşmış ancak elde edilen kaliteli ve belirgin metafaz hücreleri ile karyotipleri hazırlanmıştır.

Poliploidi tüm kromozom takımlarının katlanarak artması olduğundan, kromozom sayılarını ve/veya nuklear DNA içeriğini tespit ederek ailenin temel kromozom sayısı değerinin katlanma miktarını belirlemede en temel metot olmakla birlikte yaygın olarak kullanılmaktadır (Gregory ve Mable, 2005). Poliploidlerde ikiye katlanmış kromozom takımlarında DNA miktarı tamamen ikiye katlanmadığından total DNA içeriği genellikle azalmaktadır. Karyotipleme ve DNA ölçümü poliploid olarak bilinen türleri diploid akrabalarından ayıran kesin metottur (Leggat ve Iwama, 2003).

Kromozom sayısı ve genetik materyalin değişimi ökaryotik canlıların evriminde belirleyici bir rol oynamaktadır. En büyük değişim kromozom setlerinin ya da tüm genomun katlanarak artması olarak bilinen poliploidi ile oluşmaktadır. Sazan, alabalık, mersin balığı gibi ekonomik öneme sahip birçok balık türü poliploid soydan gelmektedir. Bunun yanı sıra yapay olarak indüklenmiş poliploidi de steriliteyi yaygınlaştırmak ya da üretimi arttırmak amacı ile akvakültürde kullanılmaktadır (Leggat ve Iwama, 2003). Sterilite uygulaması stok yönetimi ve yetiştiricilikte bir popülasyondaki aşırı balık miktarını engellemek, cinsi olgunluk yaşından sonra balıklarda büyümeyi ve yaşama oranını artırmayı sağlamaktadır (Ulupınar ve Alaş, 2002). Balıkların çoğunluğunun kromozom sayısının yaklaşık olarak $2n=48$ olmasına rağmen, poliploid balıklarda diploid kromozom sayısının

100, 150 ve hatta bazı türlerde 400'ün üzerinde olduğu bildirilmiştir (Leggat ve Iwama, 2003).

Bu çalışmanın aynı ihtiyofaunada bulunan Cyprinidae familyasının bazı temsilcilerinde türler ve cinsler arası genetik farklılıkları ortaya çıkarmakla birlikte balık sitotaksonomisine, populasyon genetiğine, kromozomal filogeniye, evrimsel analizlere ve karyoçeşitliliğe katkı sağlayacağı ve FISH, PCR, AFLP, RFLP, RAPD, nükleik asit ekstraksiyonu, mikrosatellit gibi moleküler çalışmalarla desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Amemiya, C. T.; Gold, J. R. Chromosomal NORs as taxonomic and systematic characters in North American cyprinid fishes, *Genetica* **1988**, 76(2), 81-90.

Arai, R. *Fish Karyotypes A Check List*, Springer Press, Tokyo, **2011**.

Arslan, A.; Arslan, E. Karyosistematik de C-bantlama (Konstitütif heterokromatin)'in önemi. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi* **2007**, 29, 121-126.

Arslan, A.; Taki, F. N. C-banded karyotype and nucleolar organizer regions of *Tinca tinca* (Cyprinidae) from Turkey. *Caryologia* **2012**, 65(3), 246-249.

Ataç Şahin, T. *Ilica Deresi'nde (Fatsa/Ordu) Yaşayan Barbus tauricus Kessler, 1877 (Pisces; Cypriniformes)'in Karyotip Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, 87sf, **2015**.

Bano, R.; Tripathi, N. K.; Kumar, P.; Kumari, A. Meiotic chromosomes and karyotype of *Puntius ticto* (Cyprinidae) from Kathua Region (J&K), India. *International Journal of Recent Scientific Research* **2015**, 6(2), 2863-2866.

Bhatnagar, A.; Yadav, A. S.; Kamboj, N. Karyomorphology of three Indian major carps from Haryana, India. *Journal of FisheriesSciences.com*. **2014**, 8(2), 95-103.

Bianco, P. G.; Aprea, G.; Balleto, E.; Capriglione, T.; Fulgione, D.; Odierna, G. The karyology of the cyprinid genera *Scardinius* and *Rutilus* in southern Europe. *Ichthyological Research* **2004**, 51, 274-278.

Bogutskaya, N. G. A revision of species of the genus *Pseudophoxinus* (Leuciscinae, Cyprinidae) from Asia Minor. *Mitteilungen aus dem hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* **1992**, 89, 261-290.

Bogutskaya, N. G. Contribution to the knowledge of leuciscine fishes of Asia Minor. Part 2. An annotated check-list of leuciscine fishes (Leuciscinae, Cyprinidae) of Turkey with descriptions of a new species and two new subspecies. *Mitteilungen aus dem hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* **1997**, 94, 161-186.

Bogutskaya, N. G.; Küçük, F.; Atalay, M. A. A description of three new species of the genus *Pseudophoxinus* from Turkey (Teleostei: Cyprinidae: Leuciscinae). *Zoosystematica Rossica* **2007**, 15(2), 335-341.

Boron, A. Comparative chromosomal studies on two minnow fish, *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) and *Eupallasella perenurus* (Pallas, 1814); an associated cytogenetic-taxonomic considerations. *Genetica* **2001**, 111, 387-395.

Boron, A.; Porycka, K.; Ito, D.; Abe, S.; Kirtiklis, L. Comparative molecular cytogenetic analysis of three *Leuciscus* species (Pisces, Cyprinidae) using chromosome banding and FISH with rDNA, *Genetica* **2009**, 135, 199-207.

Choo, K. A. Centromerization. *Trends in cell biology* **2000**, 10(5), 182-188.

Chrisman, C. L.; Blacklidge, K. H.; Riggs, P. K. Chromosomes of fish. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine* **1990**, 34, 209-227.

Collares-Pereira, M. J. *In vivo direct chromosome preparation (protocol for air drying technique)*. First International Workshop on Fish Cytogenetic Techniques. 14-24, September **1992**, Concarneau, France.

Collares-Pereira, M. J.; Madeira, J. M. Cytotaxonomic studies in Iberian cyprinids. III. Karyology of Portuguese populations of *Barbus* Cuvier, 1817, with

some reconsiderations on the karyological evolution of Cyprinidae. *Caryologia* **1990**, 43(1), 17-26.

Çolak, A.; Sezgin, İ.; Süngü, S. Y. Sazangiller familyasına (Cyprinidae) ait Beni Balığında (*Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843) kromozomal araştırmalar, *Doğa Türk Biyoloji Dergisi* **1985**, 9(2), 193-195.

Degani, G. DNA Variation of *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842) in Three Rivers in Northern Israel. *Journal of Biophysical Chemistry* **2014**, 5(3), 107-117.

Demir, N. *İhtiyoloji*, Karataş, M., Edt.; Nobel Yayın, Ankara, **2009**.

Ergene, S.; Karahan, A.; Kuru, M. Cytogenetic analysis of *Pseudophoxinus antalyae*, Bogustkaya, 1992 (Pisces: Cyprinidae) from the eastern Mediterranean river basin, Turkey. *Turkish Journal of Zoology* **2010**, 34, 111-117.

Ergene, S.; Kuru, M.; Çavaş, T. Karyological analysis of *Barbus plebejus lacerta* (Heckel, 1843), II. International Kızılırmak Scientific Congress, Kırıkkale, 20-22 May **1998**.

Erk'akan, F.; Ozdemir, F. Revision of the fish fauna of the Seyhan and Ceyhan River basins in Turkey. *Research Journal of Biological Sciences* **2011**, 6(1), 1-8.

Erk'akan, F.; Özeren, S. C.; Özdemir, F. Seyhan ve Ceyhan Havzalarının İhtiyofaunasının Revizyonu. Bilimsel Araştırma Projesi (Yayınlanmamış-P.No:993). *Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi*, Ankara, **2009**.

Fricke, R.; Bilecenoglu, M.; Sari, H. M. Annotated checklist of fish and lamprey species (Gnathostomata and Petromyzontomorphi) of Turkey, including a

Red List of threatened and declining species. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde (A)* **2007**, 706, 1–174.

Gaffaroğlu, M. *Karakaya Baraj Gölünde Yaşayan Cyprinidae Familyasına Ait Bazı Türlerin Karyolojik Analizleri*, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 65s, **2003**.

Gaffaroğlu, M.; Ayata, M. K.; Ünal, S.; Özkan, M. Karyological Analysis of Some Species of *Aphanius* (Osteichthyes: Cyprinodontidae) From Anatolia. *Pakistan Journal of Zoology* **2014c**, 46(5), 1271-1275.

Gaffaroğlu, M.; Karasu Ayata, M.; Ünal, S.; Arslan, A. Chromosomal studies of two different populations (Turkey) of *Luciobarbus escherichii* (Steindachner, 1897). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **2013**, 13, 875-879.

Gaffaroğlu, M.; Karasu Ayata, M.; Ünal, S.; Kalkan, E. *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) (Actinopterygii, Cyprinidae)'un kromozomal özellikleri. *Caucasian Journal of Science* **2014b**, 1(1), 37-42.

Gaffaroğlu, M.; Karasu Ayata, M.; Ünal, S.; Yüksel, E. Chromosomal analysis of *Pseudophoxinus elizavetae* Bogutskaya, Kucuk and Atalay, 2007 (Teleostei, Cyprinidae) from Anatolia. FABA2014: International Symposium on Fisheries and Aquatic Science, Trabzon, 25-27 September, **2014a**.

Gaffaroğlu, M.; Karasu Ayata, M.; Yüksel, E.; Ünal, S. *Capoeta antalyensis* (Battalgil, 1944) (Actinopterygii, Cyprinidae)'de NOR ve C-bantlama. Ekoloji 2012 Sempozyumu, Kilis, 3-5 Mayıs **2012b**.

Gaffaroğlu, M.; Karasu Ayata, M.; Yüksel, E.; Ünal, S. *Capoeta tinca* (Heckel, 1843) (Pisces: Cyprinidae)'nin karyotip analizi. Ekoloji 2010 Sempozyumu, Aksaray, 5-7 Mayıs **2010**.

Gaffaroğlu, M.; Karasu, M.; Unal, S. Karyotype of River Loach *Turcinoemacheilus kosswigi* Bănărescu and Nalbant, 1964 (Cypriniformes, Balitoridae) from the Euphrates River, Turkey. *Journal of Agricultural Science and Technology* **2012a**, 14(4), 821-826.

Gaffaroğlu, M.; Ünal, S.; Karasu Ayata, M. Cytogenetic analysis of *Seminemacheilus lendli* (Hanko, 1925) (Teleostei: Nemacheilidae) from Anatolia, Turkey. *Sylwan* **2015**, 159(5), 94-102.

Gaffaroğlu, M.; Yılmaz, M.; Yılmaz, M. Karyotype of *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel 1846) (Pisces, Cyprinidae) in Kızılırmak River, Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* **2009**, 15(3), 407-409.

Gaffaroğlu, M.; Yüksel, E. *Chalcalburnus mossulensis* Heckel, 1843 (Pisces: Cyprinidae)'in karyotipi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* **2005**, 17(1), 114-120.

Gaffaroğlu, M.; Yüksel, E. Constitutive heterochromatin in *Acanthobrama marmid* and *Cyprinion macrostomus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* **2009**, 15(2), 169-172.

Gaffaroğlu, M.; Yüksel, E. *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843 (Pisces: Cyprinidae)'un karyotip analizi. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi* **2004**, 5(2), 235-239.

Gaffaroğlu, M.; Yüksel, E.; Ráb, P. Note on the karyotype and NOR phenotype of leuciscine fish *Acanthobrama marmid* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Biologia, Bratislava* **2006**, 61(2), 207-209.

Gante, H. F.; Alves, M. J.; Dowling, T. E. Paralog-specific primers for the amplification of nuclear Loci in Tetraploid Barbels (Barbus: Cypriniformes). *Journal of Heredity* **2011**, 102(5), 617-621.

Gante, H. F.; Collares-Pereira, M. J.; Coelho, M. M. Introgressive hybridisation between two Iberian *Chondrostoma* species (Teleostei, Cyprinidae) revisited: new evidence from morphology, mitochondrial DNA, allozymes and NOR-phenotypes. *Folia Zoologica* **2004**, 53(4), 423-432.

Geldiay, R.; Balık, S. *Türkiye Tatlısu Balıkları: Ders Kitabı*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, **2009**.

Gorshkova, G.; Gorshkov, S.; Golani, D. Karyotypes of *Barbus canis* and *Capoeta damascina* (Pisces, Cyprinidae) from the Middle East. *Italian Journal of Zoology* **2002**, 69(3), 191-194.

Gregory, T. R.; Mable, B. K. *The Evolution of the Genome, Chapter 8 Polyploidy in Animals*; Gregory, T. R. Edt.; Elsevier Academic Press, London, **2005**.

Gromicho, M.; Collares-Pereira, M. J. Polymorphism of major ribosomal gene chromosomal sites (NOR-phenotypes) in the hybridogenetic fish *Squalius alburnoides* complex (Cyprinidae) assessed through crossing experiments. *Genetica* **2004**, 122, 291-302.

Gromicho, M.; Collares-Pereira, M. J. The evolutionary role of hybridization and polyploidy in an Iberian cyprinid fish-A cytogenetic review. Edt. Pisano, E.; Ozouf-Costaz, C.; Foresti, F.; Kapoor, B. G. *Fish Cytogenetics*. Science Publishers, USA, **2007**.

Gromicho, M.; Ozouf-Costaz, C.; Collares-Pereira, M. J. Lack of correspondence between CMA3-, Ag-positive signals and 28S rDNA loci in two Iberian minnows (Teleostei, Cyprinidae) evidenced by sequential banding. *Cytogenetic and Genome Research* **2005**, 109(4), 507-511.

Gül, S.; Çolak, A.; Sezgin, I.; Kaloglu, B. Karyotype analysis in *Alburnus heckeli* (Battalgi, 1943) from lake Hazer. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* **2004**, 28, 309-314.

Gül, S.; Çolak, A.; Sezgin, I.; Kaloglu, B. Van Gölüne Endemik Olan İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi* PALLAS 1811) Kromozomlarının C, G ve Restriksiyon Endonükleazlar (Alu I, Nhe I, Hae III, Mbo I, Hinf I) ile Bantlanması. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* **2003**, 27(6), 1293-1298.

Hamalosmanoğlu, M.; Kuru, M. Karyotype analyses of the *Cyprinus carpio* (L., 1758) (carp) live in Mogan Lake (Ankara). *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* **2003**, 23(1), 1-10.

Hamalosmanoğlu, M.; Kuru, M. Mogan Gölü'nde (Ankara) yaşayan Kadife balığının (*Tinca tinca* L., 1758) karyotip analizi ve idiogramı. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* **2004**, 28, 143-147.

Hamidan, N. The freshwater fish fauna of Jordan. *Landesmuseen Neue Serie* **2004**, 2, 385-394.

Heslop-Harrison J. S.; Schwarzacher T. Genetics and genomics of crop domestication. *Plant biotechnology and agriculture* **2011**, 66(1), 18-33.

Howell, W. T.; Black, D. A. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. *Experientia* **1980**, 36(8), 1014-1015.

Imoto, J. M.; Saitoh, K.; Sasaki, T.; Yonezawa, T.; Adachi, J.; Kartavtsev, Y. P.; Miya, M.; Nishida, M.; Hanzawa, N. Phylogeny and biogeography of highly diverged freshwater fish species (Leuciscinae, Cyprinidae, Teleostei) inferred from mitochondrial genome analysis. *Gene* **2013**, 514(2), 112-124.

İnternet: Froese, R. Fishbase. Erişim tarihi: 2015-06-13.
URL:<http://www.fishbase.org/summary/26487>

İnternet: IUCN 2015a. (2008-01-01). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. Erişim tarihi: 2015-06-10.
URL:<http://www.iucnredlist.org/details/6181/0>

İnternet: IUCN 2015b. (2013-02-03). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. Erişim tarihi: 2015-06-13.
URL:<http://www.iucnredlist.org/details/19025707/0>

İnternet: IUCN 2015c. (2013-03-05). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. Erişim tarihi: 2015-06-13.
URL:<http://www.iucnredlist.org/details/19383495/0>

İnternet: IUCN 2015d. (2013-03-08). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. Erişim tarihi: 2015-06-13.
URL:<http://www.iucnredlist.org/details/19449290/0>

İnternet: IUCN 2015e. (2014-01-28). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. Erişim tarihi: 2015-06-13.
URL:<http://www.iucnredlist.org/details/19452408/0>

İnternet: IUCN 2015f. (2013-01-23). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. Erişim tarihi: 2015-06-13.
URL:<http://www.iucnredlist.org/details/19018860/0>

İnternet: Eschmeyer, W. N.; Fong, J. D. (2015-06-02). Catalog of fishes: Species of Fishes by Family/Subfamily through 2015. Erişim tarihi: 2015-06-09.
URL:<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>

İnternet: Froese, R.; Pauly, D. 2015. Fishbase. Version 2015.4. Erişim tarihi: 2015-06-13. URL: <http://www.fishbase.org/search.php>

Kalous, L.; Doadrio, I.; Rábová, M.; Ráb, P. Note on the karyotype and NOR phenotype of the cyprinid fish *Parachondrostoma arrigonis*. *Cybium* **2008**, 32(3), 211-215.

Karahan, A.; Ergene S. Cytogenetic analysis of *Garra variabilis* (Heckel, 1843) (Pisces, Cyprinidae) from Savur stream (Mardin), Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **2010**, 10(4), 483-489.

Karahan, A.; Ergene, S. Cytogenetic variation of geographically isolated four populations of *Garra rufa* [(Heckel, 1843) (Pisces, Cyprinidae)] in Turkey. *Caryologia* **2009**, 62(4), 276-287.

Karasu Ayata, M. *Anadolu'da Yayılış Gösteren Bazı Pseudophoxinus (Pisces, Cyprinidae) Türlerinde Sitogenetik Araştırmalar*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 82 sf, **2015**.

Karasu, M.; Yüksel, E.; Gaffaroğlu, M. Karyotype, NORs, and C-banding analysis of *Pseudophoxinus firati* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2007 (Actinopterygii, Cyprinidae) in the Euphrates River, Turkey. *Turkish Journal of Zoology* **2011**, 35(6), 865-868.

Karol, S.; Suludere, Z. *Hücre Çekirdeği ve Kromozomlar*, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Matbaası, Ankara, **1992**.

Kaya, F. *Göksu Nehri'nde Yaşayan Bazı Ekonomik Balıkların Karyolojilerinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 118 sf, **2009**.

Kaya, T. Ö.; Gül, S.; Nur, G. Karyotype analysis in *Orthrias angorae* (Steindachner, 1897). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* **2005**, 11(2), 137-140.

Khosravanizadeh, A.; Pourkazemi, M.; Fashkhami, M. N. Karyology study on Bleak (*Alburnus alburnus*) from the South Caspian Sea region. *Caspian Journal of Environmental Sciences* **2011**, 9(1), 27-36.

Kılıç Demirok, N.; Ünlü, E. Karyotypes of cyprinid fish *Capoeta trutta* and *Capoeta capoeta umbla* (Cyprinidae) from the Tigris River. *Turkish Journal of Zoology* **2001**, 25, 389-393.

Kılıç-Demirok, N. *Dicle Su Sisteminde yaşayan bazı cyprinid tür ve alttürlerinin kromozomları üzerine çalışmalar*, Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 48s, **2000**.

Kilic-Demirok, N.; Ünlü, E. Karyotype of cyprinid fish *Alburnoides bipunctatus* (Cyprinidae) from the Tigris River. *Folia Biologica-Krakow* **2004**, 52, 57-59.

Knytl, M.; Kalous, L.; Rab, P. Karyotype and chromosome banding of endangered crucian carp, *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Teleostei, Cyprinidae). *Comparative Cytogenetics* **2013**, 7(3), 205-213.

Krysanov, E. Y. Karyotypes of *Varicorhinus capoeta* and *Barbus goktschaicus* (Cypriniformes) from lake Sevan, Armenia. *Journal of Ichthyology* **1999**, 39(2), 187-189.

Kucinski, M.; Demska-Zakes, K.; Zarski, D.; Liszewski, T.; Fopp-Bayat, D.; Jankun, M.; Furgala-Selezniow, G. The morphological, histological and cytogenetic characteristics of goldfish *Carassius auratus* (L.) × common carp *Cyprinus carpio* (L.) hybrids. *Caryologia* **2015** (ahead-of-print), 1-7.

Kun, Y.; Zijian, W.; Dongmei, Z. Karyotypic analysis and cellular DNA contents of *Pseudorasbora parva*. *Journal of Huazhong Agricultural University* **2012**.

Kuru, M. Türkiye içsu balıklarının son sistematik durumu. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* **2004**, 24(3), 1-21.

Leggatt, R. A.; Iwama, G. K. Occurrence of polyploidy in the fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **2003**, 13(3), 237-246.

Levan, A.; Fredga, K.; Sandberg, A. A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* **1964**, 52(2), 201-220.

Luca, C.; Suciu, R.; Costache, M. Comparative karyotype in different lineages of cyprinid fish (Teleostei: Cypriniformes: Cyprinidae). *Studia Universitatis "Vasile Goldiș", Seria Științele Vieții* **2010**, 20(1), 37-41.

Mirzaghaderi, G.; Marzangi, K. IdeoKar: an ideogram constructing and karyotype analyzing software. *Caryologia* **2015**, 68(1), 31-35.

Molina, W. F.; Martinez, P. A.; Bertollo, L. A. C.; Bidau, C. J. Evidence for meiotic drive as an explanation for karyotype changes. *Marine Genomics* **2014**, 15, 29-34.

Monteiro, R.; Carvalho, C.; Collares-Pereira, M. J. Karyotype and genome size of *Iberochondrostoma almaçai* (Teleostei, Cyprinidae) and comparison with the sister-species *I. lusitanicum*. *Genetics and molecular biology* **2009**, 32(2), 268-275.

Nabais, C.; Rampin, M.; Collares-Pereira, M. J. Comparative cytogenetics of two endangered leuciscine fish, *Squalius aradensis* and *S. torgalensis* (Teleostei, Cyprinidae), from the Iberian Peninsula. *Comparative cytogenetics* **2013**, 7(1), 33.

Naran, D.; Skelton, P. H.; Villet, M. H. Karyology of the redfin minnows, genus *Pseudobarbus* Smith, 1841 (Teleostei: Cyprinidae): one of the evolutionarily tetraploid lineages of South African barbines. *African Zoology* **2006**, 41(2), 178-182.

Nasri, M.; Keivany, Y.; Dorafshan, S. First karyological analysis of smallmouth lotak, *Cyprinion kais* Heckel, 1843, an endemic Cyprinid fish from the Tigris–Euphrates Basin. *Italian Journal of Zoology* **2010**, 77(3), 272-276.

Nazari, S.; Pourkazemi.; Porto, J. I. R. Short communication: Chromosome description and localization of Nucleolus Organizing Regions (NORs) by Ag-staining Technique in *Alburnus filippii* (Cyprinidae, Cypriniformes) in Anzali Lagoon, North of Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* **2011**, 10(2), 352-355.

Nelson, J. S. *Fishes of the World*, John Wiley and Sons, Inc. New York, **2006**.

Nur, G. *Kura-Aras Havzasına Endemik Acanthalburnus microlepis (De Filippi, 1863) ve Alburnus filippi (Kessler, 1877)'de Kromozomal Çalışmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars, 48 sf, **2006**.

Ocalewicz, K.; Jankun, M.; Boron, A. Karyotypic characterization of bream, *Abramis brama* (Pisces, Cyprinidae). *Folia Zoologica-Praha-* **2004**, 53(3), 329-334.

Ojima, Y.; Hitotsumachi, S. Cytogenetic studies in lower vertebrates. IV. A note on the chromosomes of the carp (*Cyprinus carpio*) in comparison with those of the funa and the goldfish (*Carassius auratus*). *Japan Journal of Genetics* **1967**, 42(3), 163-167.

Otto, S.P.; Whitton, J. Polyploid incidence and evolution. *Annual Review of Genetics* **2000**, 34, 401–437.

Ozouf-Costaz, C.; Pisano E.; Foresti, F.; Toledo, L. F. *Fish Cytogenetic Techniques: Ray-Fin Fishes and Chondrichthyans*, CRC Press Book, **2015**.

Ölmez Aydın, D.; Kuru, M. Karyotype of the *Carassius auratus* (L., 1758) live in Kızılırmak (Kayseri–Turkey). *Gazi University Journal of Education Faculty* **2001**, 21(3), 33-37.

Pekol, S. *Kastamonu Beyler ve Germeçtepe Barajlarındaki Cyprinus carpio (L., 1758) ve Leuciscus cephalus (L., 1758) Populasyonlarının Karşılaştırmalı Karyotip Analizi ve NOR Fenotipleri*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 68 sf, **1999**.

Pereira, C. S.; Ráb, P.; Collares-Pereira, M.J. Chromosomes of European cyprinid fishes: comparative cytogenetics and chromosomal characteristics of ribosomal DNAs in nine Iberian chondrostomine species (Leuciscinae). *Genetica* **2012**, 140, 10-12.

Pereira, C.; Neto, A.; Collares-Pereira, M. J. Cytogenetic survey of species of two distinct genera of Iberian nases (Cyprinidae, Leuciscinae) that hybridize extensively in nature. I. Evidence of a similar and conserved chromosome pattern with some few species-specific markers at macro-structural level. *Genetica* **2009**, 137(3), 285-291.

Pukhtayevych, P. P. Modified method of metaphase plates obtaining for polyploid fish genera *Carassius* and *Cobitis* karyotyping (Actinopterygii, Cypriniformes). *Vestnik Zoologii* **2014**, 48(4), 371-376.

Ráb, P.; Collares-Pereira, M. J. Chromosomes of European cyprinid fishes (Cyprinidae, Cypriniformes) (Review). *Folia Zoologica (Czech Republic)* **1995**, 44(3), 193-214.

Ráb, P.; Roth, P.; Arefjev, V. A. Chromosome studies of European leuciscine fishes (Pisces Cyprinidae). Karyotype of *Aspius aspius*. *Caryologia* **1990**, 43(3-4), 249-255.

Rabova, M.; Rab, P.; Ozouf-Costaz, C.; Ene, C.; Wanzeböck, J. Comparative cytogenetics and chromosomal characteristics of ribosomal DNA in the fish genus *Vimba* (Cyprinidae). *Genetica* **2003**, 118, 83-91.

Ren, X.; Cui, J.; Yu, Q. Chromosomal heterochromatin differentiation of cyprinid fishes. *Genetica* **1992**, 87, 47-51.

Rossi, A. R.; Milana, V.; Hett, A. K.; Tancioni, L. Molecular cytogenetic analysis of the Apennine endemic cyprinid fish *Squalius lucumonis* and three other Italian leuciscines using chromosome banding and FISH with rDNA probes. *Genetica* **2012**, 140(10-12), 469-476.

Spoz, A.; Boron, A.; Porycka, K.; Karolewska, M.; Ito, D.; Abe, S.; Kirtiklis, L.; Juchno, D. Molecular cytogenetic analysis of the crucian carp, *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) (Teleostei, Cyprinidae), using chromosome staining and fluorescence *in situ* hybridisation with rDNA probes. *Comparative cytogenetics* **2014**, 8(3), 233-248.

Sukham, S.; Chingakham, B.; Thoidingjam L.; Waikhom, G; Kumar, R.; Kushwaha, B. A cytogenetical study on *Barilius ngawa*, Vishwanath and Manojkumar, 2002 (Cypriniformes: Cyprinidae) from Northeast India, Manipur. *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture* **2014**, 4(1), 58-62.

Sumner, A. T. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Experimental cell research* **1972**, 75(1), 304-306.

Swanson, C. P. *Cytology and Cytogenetics*, Macmillan&Co Ltd, London, **1965**.

Takai A.; Ojima, Y. Chromosomal distribution of C-banded heterochromatin in cyprinid fishes. *Proceedings of the Japan Academy. Ser. B: Physical and Biological Sciences* **1988**, 64(3), 49-52.

Thorgaard, G. H.; Disney, J. E. *Methods for Fish Biology Chapter 6. Chromosome Preparation and Analysis*, Edit. By Schrech, C.B. Moyle, P.B. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA, **1990**.

Tsigenopoulos, C. S.; Kasapidis, P.; Berrebi, P. Phylogenetic relationships of hexaploid large-sized barbs (genus *Labeobarbus*, Cyprinidae) based on mtDNA data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **2010**, 56(2), 851-856.

Turan, D.; Ekmekci, F. G.; Ilhan, A.; Engin, S. *Luciobarbus kottelati*, a new species of barbel (Teleostei: Cyprinidae) from the Büyük Menderes River, Turkey, with rediagnose of *L. lydianus*. *Zootaxa* **2008**, 1824, 35-44.

Turan, D.; Kottelat, M.; Doğan, E. Two new species of *Squalius*, *S. adanaensis* and *S. seyhanensis* (Teleostei: Cyprinidae), from the Seyhan River in Turkey. *Zootaxa* **2013**, 3637(3), 308-324.

Turan, D.; Yilmaz, B. T.; Kaya, C. *Squalius kottelati*, a new cyprinid species (Teleostei: Cyprinidae) from Orontes River, Turkey. *Zootaxa* **2009**, 2270, 53-62.

Tüfek, Ö. M. *Gökkuşluğu Alabalığında (Oncorhynchus mykiss) Kromozomların İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 29 sf, **1993**.

Ulupınar, M.; Alaş, A. *Balık Sitogenetiği ve Laboratuvar Teknikleri*, Tuğra Matbaası, Isparta, **2002**.

Unal, S.; Gaffaroğlu, M.; Ayata, M. K.; Yüksel, E. Karyotype, C-banding and AgNORs of two endemic leuciscine fish, *Pseudophoxinus crassus* (Ladiges, 1960) and *P. hittitorum* Freyhof & Özulug, 2010 (Teleostei, Cyprinidae). *Comparative Cytogenetics* **2014**, 8(4), 249.

Uysal, U. E. *Büyük Menderes Nehri'nden Yakalanan Chondrostoma meandrense (Elvira, 1987) ve Acanthobrama mirabilis (Ladiges, 1960) (Cyprinidae)'nin Karyotip Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 46sf, **2011**.

Ünal, S. *Squalius anatolicus (Bogutskaya, 1997) (Pisces, Cyprinidae)'un Sitogenetik Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir, 47 sf, 2011.

Valic, D.; Kapetanovic, D.; Zanella, D.; Mrakovcic, M.; Teskeredzic, E.; Besendorfer, V.; Rabova, M.; Rab, P. The karyotype and NOR phenotype of *Telestes ukliwa* (Cyprinidae). *Folia Zoologica* **2010**, 59(2), 169-173.

Weishun, W. R. S. L. H. Studies on nucleolus organizer regions in several species of carp (*Cyprinus*) by silver-staining. *Zoological Research* **1985**, 4, 1-12.

Weiss-Schneeweiss, H.; Tremetsberger, K.; Schneeweiss, G. M.; Parker, J. S.; Stuessy, T. F. Karyotype diversification and evolution in diploid and polyploid South American *Hypochaeris* (Asteraceae) inferred from rDNA localization and genetic fingerprint data. *Annals of Botany* **2008**, 101(7), 909–918.

Winfield, I. J.; Nelson, J. S. *Cyprinid fishes: systematics, biology and exploitation*. Springer Science & Business Media, e-book **2012**.

Yang, K.; Zhu, D.; Wang, W. Studies on fin tissues cultivation, Ag-NORs and C-banding patterns of *Pseudorasbora parva*. *South China Fisheries Science* **2013**, 3, 1-5.

Yang, L.; Sado, T.; Hirt, M. V.; Pasco-Viel, E.; Arunachalam, M.; Li, J.; Wang, X.; Freyhof, J.; Saitoh, K.; Simons, A. M.; Miya, M.; He, S. Phylogeny and polyploidy: Resolving the classification of cyprininae fishes (Teleostei: Cypriniformes). *Molecular Phylogenetics and Evolution* **2015**, 85, 97-116.

Yüksel, E.; Gaffaroğlu, M. The analysis of nucleolar organizer regions in *Chalcalburnus mossulensis* (Pisces: Cyprinidae). *Journal of Fisheries Sciences* **2008**, 2(3), 587-591.

Yüksel, E.; Gaffaroğlu, M.; Karasu, M.; Ünal, S. *Capoeta antalyensis* (Battalgil, 1944) (Actinopterygii, Cyprinidae)'in karyotip analizi. FABA2011 (Balıkçılık ve Akuatik Bilimler-Fisheries and Aquatic Sciences) Sempozyumu, Samsun, 7-9 Eylül **2011**.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÜNAL, Sevgi
Doğum Tarihi ve Yeri : 04.03.1986, Ankara
Telefon : 0 312 202 1511
E-posta : sevgiunal@ymail.com

Eğitim

Mezuniyet Tarihi	Derece	Üniversite-Fakülte-Bölüm/Anabilim Dalı
2009	Lisans	Gazi Üniversitesi (Kırşehir) Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü
2011	Yüksek Lisans	Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Biyoloji ABD
2015	Doktora	Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Biyoloji ABD

İş Deneyimi

Kurum/Kuruluş	Bölüm/Birim	Görev	Yıl
Gazi Üniversitesi	Biyoloji Bölümü / Moleküler Biyoloji ve Genetik ABD	Uzman	2012 – halen