

T.C.  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİCLE VE FIRAT SU SİSTEMLERİNDE YAŞAYAN BAZI  
COBITOIDEA TÜRLERİ ÜZERİNE KARYOLOJİK  
ARAŞTIRMALAR

Deniz DEĞER

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR

Haziran - 2011

T.C.  
DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ  
DIYARBAKIR

Deniz DEĞER tarafından yapılan Dicle ve Fırat Su Sistemlerinde Yaşayan Bazı Cobitoidea Türleri Üzerine Karyolojik Araştırmalar” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Yüksel COŞKUN

Üye : Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ (Danışman)

Üye : Prof. Dr. Aydın KETANİ

Üye : Doç. Dr. Ahmet OYMAK

Üye : Doç. Dr. Elif İPEK SATAR

Tez Savunma Sınavı Tarihi: .08/06/2011

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../.../2011

Prof. Dr. Hamdi TEMEL

## **TEŞEKKÜR**

Tez çalıŐmamın her aŐamasında yardım ve katkılarıyla beni yÖnlendiren bÜyÜk yardımlarını gördÜğÜm Sayın hocam Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ'ye; laboratuvar çalıŐmalarımın yanı sıra, benden yardım, bilgi ve görÜŐlerini esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Muhammet GAFFAROĞLU'na saygılarımla teşekkür ederim.

Ayrıca çalıŐmalarımın her aŐamasında yanımda olan ve dostluklarını esirgemeyen çok sevgili arkadaşlarım AraŐ. Gör. Muradiye Karasu'ya, AraŐ. Gör. Pelin UĐURLU'ya, Dr. Seven SEÇKİN'e ve AraŐ. Gör. Dr. Alaattin KAYA'ya; arazi çalışmalarındaki değerli katkıları ve yardımları için ArŐ.Gör. Tarık iek ve Serbest BİLİCİ'ye; Photoshop kullanım ustalığı ile karyotip düzenlemelerinde bÜyÜk katkısı olan Öđrencim Ayhan KOYUN'a; evde çalışma ortamını sağlayan, bÜyÜk Özveri ve sabırla tezin baŐından sonuna kadar yardım eden aileme sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Bu tezi DÜBAP-08-FF-09 No'lu proje ile destekleyen Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme KoordinatÖrlÜğü (DÜBAP)'ne teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	I
ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	VI
ÇİZELGE LİSTESİ .....	VIII
ŞEKİL LİSTESİ .....	IX
KISALTMA VE SİMGELER .....	X
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	5
2.1. Araştırma Konusu Üstfamilya, Familya ve Türlerle Ait Genel Bilgiler .....	5
2.1.1. Cobitoidea Üstfamilyası ile İlgili Genel Bilgiler .....	5
2.1.2. Cobitidae Familyası ile ilgili Genel Bilgiler .....	7
2.1.3. <i>Cobitis elazigensis</i> Türü ile İlgili Genel Bilgiler .....	11
2.1.4. Nemacheilidae Familyası ile İlgili Genel Bilgiler .....	11
2.1.5. <i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> Türü ile İlgili Genel Bilgiler .....	13
2.1.6. <i>Oxynoemacheilus frenatus</i> Türü ile İlgili Genel Bilgiler .....	13
2.1.7. <i>Turcinoemacheilus kosswigi</i> Türü ile İlgili Genel Bilgiler .....	13
2.2. Balıklarda Kromozom Analizleri .....	14
2.2.1. Cobitoidea Üstfamilyası ile İlgili Kromozom Analizleri .....	15
2.2.2. Dicle ve Fırat Havzası'ndaki Balıklar ile İlgili Kromozom Analizleri .....	20
3. MATERYAL ve METOT .....	25
3.1. Balık Örneklerinin Alındığı Lokaliteler .....	25
3.2. Kromozom Preparatlarının Hazırlanması .....	31
3.2.1. Mitoz Stimülasyonu .....	31
3.2.2. Mitotik Bir Engelleyici ile Ön Muamele .....	32
3.2.3. Hipotonik Muamele .....	32
3.2.4. Fiksasyon (Tespit Etme) .....	32
3.2.5. Klasik Giemsa Boyama .....	32
3.2.6. C-Bantlama .....	34
3.2.7. Ag-NOR Boyama .....	35
3.3. Kimyasalların Hazırlanması .....	37
3.4. Preparasyonda Kullanılan Lamların Temizlenmesi .....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	39
4.1. <i>Cobitis elazigensis</i> Coad & Sarieyyupoglu, 1988 .....	39
4.1.1. <i>Cobitis elazigensis</i> Türünün Karyotip Analizi .....	39
4.1.2. <i>Cobitis elazigensis</i> Türünün C-bant analizi .....	39
4.1.3. <i>Cobitis elazigensis</i> Türünün NOR analizi .....	41

4.2. <i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> (Heckel 1846).....	42
4.2.1. <i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> (Heckel 1846) Türünün Karyotip Analizi .....	42
4.2.2. <i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> Türünün C-bant analizi .....	47
4.2.3. <i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> Türünün NOR analizi.....	47
4.3. <i>Oxynoemacheilus frenatus</i> (Heckel 1846).....	48
4.3.1. <i>Oxynoemacheilus frenatus</i> Türünün Karyotip Analizi.....	48
4.3.2. <i>Oxynoemacheilus frenatus</i> Türünün C-bant analizi .....	52
4.3.3. <i>Oxynoemacheilus frenatus</i> Türünün NOR analizi.....	52
4.4. <i>Oxynoemacheilus sp.</i> .....	53
4.4.1. <i>Oxynoemacheilus sp.</i> Türünün Karyotip Analizi.....	53
4.4.2. <i>Oxynoemacheilus sp.</i> Türünün C-bant analizi .....	55
4.4.3. <i>Oxynoemacheilus sp.</i> Türünün NOR analizi.....	55
4.5. <i>Turcinoemacheilus kosswigi</i> Banarescu ve Nalbant, 1964.....	56
4.5.1. <i>Turcinoemacheilus kosswigi</i> Türünün Karyotip Analizi .....	56
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	59
6. KAYNAKLAR.....	69
7. ÖZGEÇMİŞ.....	79

## ÖZET

### DİCLE VE FIRAT SU SİSTEMLERİNDE YAŞAYAN BAZI COBITOIDEA TÜRLERİ ÜZERİNE KARYOLOJİK ARAŞTIRMALAR

DOKTORA TEZİ

Deniz DEĞER

DİCLE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2011

Bu çalışma; Dicle ve Fırat su sistemlerinde yaşayan Cobitoidea üstfamilyasına ait *Cobitis elazigensis* Coad & Sarieyyupoglu, 1988; *Oxynoemacheilus argyrogramma* (Heckel 1846); *Oxynoemacheilus frenatus* (Heckel 1843); *Oxynoemacheilus sp.* ve *Turcinoemacheilus kosswigi* Banarescu ve Nalbant, 1964 örneklerinin kromozom özelliklerinin sitogenetik yöntemler (karyotip, C-bantlama ve nükleolus organizatör bölge-NOR) ile tanımlanması amacıyla yapılmıştır.

Fırat su sistemine ait Cip Baraj'ından toplanan *Cobitis elazigensis* türünün diploid kromozom sayısı 9 çift meta-submetasentrik, 16 çift akrosentrik kromozom olmak üzere  $2n=50$  ve kromozom kol sayısı(NF) 68 bulunmuştur. C-bantlama ile hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde konstitütif heterokromatin bölge tespit edilmiştir. Bir çift büyük submetasentrik kromozomun kısa kollarının telomer bölgelerinde ise NOR belirlenmiştir.

*Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün Dicle Su sisteminden alınan örneklerinde 22 çift meta-submetasentrik ve 3 çift akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve  $NF=94$ , Fırat Su sistemi örneklerinde ise 21 çift meta-submetasentrik ve 4 çift akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve  $NF=92$  bulunmuştur. Kromozom setinin tek ve iki kollu kromozomların hemen hemen hepsinde sentromerde heterokromatin C pozitif olup, en büyük bir çift submetasentrik kromozomun uzun kollarında telomer bölgesinde NOR tespit edilmiştir.

*Oxynoemacheilus frenatus* türünün Dicle ve Fırat su sistemlerinden alınan tüm örneklerinde diploid kromozom sayısı  $2n=50$  ve kromozom kol sayısı ise  $NF=82$  olarak belirlenmiştir. Kromozom morfolojisi ise 16 çift meta-submetasentrik ve 9 çift akrosentriktir. C-bantlama ile hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde konstitütif heterokromatin

bölge tespit edilmiş olup, orta büyüklükte iki çift akrosentrik kromozomun uzun kollarının telomer bölgelerinde NOR bulunmuştur.

Fırat Nehri'ne dökülen Kozluk Çayı'ndan alınan *Oxynoemacheilus sp.* türünün diploid kromozom sayısı  $2n=50$  ve  $NF=80$  bulunmuştur. Kromozomların 15 çifti meta-submetasentrik ve 10 çifti akrosentriktir. C-bantlama ile hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde konstitütif heterokromatin bölge ile orta büyüklükte iki çift akrosentrik kromozomun uzun kollarının telomer bölgelerinde NOR belirlenmiştir.

Dicle su sisteminden alınan *Turcinoemacheilus kosswigi* türünün 4 çift metasentrik 8 çift submetasentrik-subtelosentrik ve 13 çift akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve  $NF=74$  olarak bulunmuştur.

İncelenen örneklerde morfolojik olarak eşey kromozom farklılaşması gözlenmemiştir. Elde edilen sonuçların balık sitogenetiği ve Cobitoidea üstfamilyasına taksonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** *Cobitis elazigensis*, *Oxynoemacheilus argyrogramma*, *Oxynoemacheilus frenatus*, *Oxynoemacheilus sp.*, *Turcinoemacheilus kosswigi*, Cobitoidea, karyotip, C-bantlama, Ag-NOR

## ABSTRACT

### THE KARYOLOGICAL INVESTIGATIONS OF SOME TYPES FROM COBITOIDEA FROM RIVER SYSTEM TIGRIS AND EUPHRATES

PhD THESIS

Deniz DEĞER

DEPARTMENT OF BIOLOGY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
UNIVERSITY OF DICLE

2011

This study was carried out on the chromosomal features of samples belonging to *Cobitis elazigensis* Coad & Sarieyyupoglu, 1988; *Oxynoemacheilus argyrogramma* (Heckel 1846); *Oxynoemacheilus frenatus* (Heckel 1843); *Oxynoemacheilus sp.* And *Turcinoemacheilus kosswigi* Banarescu ve Nalbant, 1964 (Superfamilya: Cobitoidea) collected from Tigris and Euphrates River System by cytogenetic studies (karyotype, C-banding and nucleolus organizer region-NOR).

The diploid chromosome number of *Cobitis elazigensis* from Cip Dam related Euphrates River System was to be  $2n = 50$ , consisting of 9 pairs of meta-submetacentric, 16 pairs of acrocentric and  $NF=68$ . The C-positive heterochromatin was present in the centromeres of almost all chromosomes. Centromeric C-bands of uniarmed chromosomes were weaker and smaller in comparison with the of biarmed chromosomes. NOR was observed at a telomeric position on the short arms of one pair of the submetacentric chromosomes.

*Oxynoemacheilus argyrogramma* specimens from Tigris River System has  $2n = 50$  and a karyotype composed of 22 pairs of meta-submetacentric, 3 pair of acrocentric chromosomes ( $NF=94$ ). However, those of specimens from Euphrates River System has  $2n = 50$  and a karyotype composed of 21 pairs of meta-submetacentric, 4 pair of acrocentric chromosomes ( $NF=92$ ). Almost all other biarmed and uniarmed elements of chromosome set had C-positive. Ag-NOR regions were: at a telomeric position on the longer arm of one pair of the biggest submetacentric chromosomes.

The diploid chromosome number of *Oxynoemacheilus frenatus* from both Tigris and Euphrates River Systems were to be  $2n = 50$ , consisting of 16 pairs of meta-submetacentric, 9 pairs of acrocentric and  $NF=82$ . The C-positive heterochromatin was present in the centromeres



of almost all chromosomes. NOR was observed on the long arms of two pairs of medium sized acrocentric chromosomes.

On the other hand, The diploid chromosome number of *Oxynoemacheilus sp.* from Kozluk Stream of Euphrates River System has 50 chromosomes and the karyotype comprised of 15 pairs of metacentric-submetacentric, 10 pairs of acrocentric chromosomes with the arm numbers 80. The C-positive heterochromatin was present in the centromeres of almost all chromosomes. NOR was observed on the long arms of two pairs of medium sized acrocentric chromosomes.

The diploid chromosome number of *Turcinoemacheilus kosswigi* from River Tigris has  $2n= 50$  and the karyotype comprised of 4 pairs of metacentric 8 pairs of submetacentric-subtelocentric, 13 pairs of acrocentric chromosomes with the arm numbers 74.

Sex chromosomes were morphologically undifferentiated in all samples investigated. This study may contribute to cytogenetic and taxonomy of Subfamily Cobitoidea.

**Key Words:** *Cobitis elazigensis*, *Oxynoemacheilus argyrogramma*, *Oxynoemacheilus frenatus*, *Oxynoemacheilus sp.*, *Turcinoemacheilus kosswigi*, Cobitoidea, karyotype, C-banding, Ag-NOR

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa No
Çizelge 2.1.	Cobitoidea'nın çeşitli gruplama sistemlerine genel bakış.....	6
Çizelge 2.2.	Dicle ve Fırat su sistemlerindeki balıklara ait kromozom verileri.....	21
Çizelge 3.1.	Dicle Nehri Pamuk Çayı ve incelenen örnekler ile ilgili veriler.....	27
Çizelge 3.2.	Dicle Nehri Kurmuşlu Deresi ve incelenen örnekler ile ilgili veriler...	28
Çizelge 3.3.	Fırat Nehri Cip Barajı ve incelenen örnekler ile ilgili veriler.....	29
Çizelge 3.4.	Fırat Nehri Kozluk Çayı ve incelenen örnekler ile ilgili veriler.....	29
Çizelge 3.5.	Fırat Nehri Culap Deresi ve incelenen örnekler ile ilgili veriler.....	30
Çizelge 3.6.	Fırat Nehri Beyazsu Deresi ve incelenen örnekler ile ilgili veriler.....	30
Çizelge 4.1.	<i>Cobitis elazigensis</i> türünün karyotip analizi.....	39
Çizelge 4.2.	<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> türünün karyotip analizi.....	42
Çizelge 4.3.	<i>Oxynoemacheilus frenatus</i> türünün karyotip analizi.....	48
Çizelge 4.4.	<i>Oxynoemacheilus sp.</i> türünün karyotip analizi.....	53
Çizelge 4.5.	<i>Turcinoemacheilus kosswigi</i> türünün karyotip analizi.....	56
Çizelge 5.1.	Cobitidae Familyasına ait kromozom verileri.....	62
Çizelge 5.2.	Nemacheilidae Familyasına ait kromozom verileri.....	64
Çizelge 5.3.	Cobitidae ve Nemacheilidae familyalarına ait C-band verileri.....	66
Çizelge 5.4.	Cobitidae ve Nemacheilidae familyalarına ait NOR verileri.....	68

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No		Sayfa No
Şekil 2.1.	Cobitoidea ve familyaların ilişkilerini gösteren kladogram .....	5
Şekil 2.2.	Cobitidae Familyası ( <i>Cobitis</i> ve <i>Sabanejewia</i> ) ile ilgili Filogenetik ağaç ...	9
Şekil 3.1.	Balık Örneklerinin alındığı Dicle Nehri'nin iki lokalitesi.....	26
Şekil 3.2.	Balık Örneklerinin alındığı Fırat Nehri'nin dört lokalitesi.....	26
Şekil 4.1.	Fırat Nehri-Cip Barajı'ndan(a) alınan <i>Cobitis elazigensis</i> (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) .....	40
Şekil 4.2.	<i>Cobitis elazigensis</i> türünün C-bantlı metafaz plağı .....	41
Şekil 4.3.	<i>Cobitis elazigensis</i> türünün metafaz plağında NOR.....	41
Şekil 4.4.	Dicle Nehri-Pamuk Çayı'ndan(a) alınan <i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) .....	43
Şekil 4.5.	Dicle Nehri-Kurmuşlu Deresi'nden(a) alınan <i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) .....	44
Şekil 4.6.	Fırat Nehri-Kozluk Çayı'ndan(a) alınan <i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) .....	45
Şekil 4.7.	Fırat Nehri-Beyazsu Deresi'nden(a) alınan <i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> türünün(b), metafaz plağı ve karyotipi(c) .....	46
Şekil 4.8.	<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> türünün C-bantlı metafaz plakları .....	47
Şekil 4.9.	<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> türünün metafaz plağında NOR .....	48
Şekil 4.10.	Dicle Nehri-Pamuk Çayı'ndan(a) alınan <i>Oxynoemacheilus frenatus</i> (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) .....	49
Şekil 4.11.	Dicle Nehri-Kurmuşlu Deresi'nden(a) alınan <i>Oxynoemacheilus frenatus</i> (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) .....	50
Şekil 4.12.	Fırat Nehri-Culap Deresi'nden(a) alınan <i>Oxynoemacheilus frenatus</i> türünün(b), metafaz plağı ve karyotipi(c) .....	51
Şekil 4.13.	<i>Oxynoemacheilus frenatus</i> türünün C-bantlı metafaz plakları .....	52
Şekil 4.14.	<i>Oxynoemacheilus frenatus</i> türünün metafaz plağında NOR .....	53
Şekil 4.15.	Fırat Nehri-Kozluk Çayı'ndan(a) alınan <i>Oxynoemacheilus sp.</i> (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) .....	54
Şekil 4.16.	<i>Oxynoemacheilus sp.</i> türünün C-bantlı metafaz plağı .....	55
Şekil 4.17.	<i>Oxynoemacheilus sp.</i> türünün metafaz plağında NOR.....	55
Şekil 4.18.	Dicle Nehri-Kurmuşlu Deresi'nden(a) alınan <i>Turcinoemacheilus kosswigi</i> türünün (b) metafaz plağı (c).....	57

## KISALTMA VE SİMGELER

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>A</b>	Akrosentrik
<b>a</b>	Akrosentrik
<b>C-bantlama</b>	Konstitütif heterokromatin bantlama
<b>Diploid</b>	Temel kromozom sayısının iki katı kromozom
<b>DNA</b>	Deoksiribonükleik asit
<b>M</b>	Metasentrik
<b>m</b>	Metasentrik
<b>NF</b>	Kol sayıları
<b>NOR</b>	Nükleolus organizatör bölge
<b>RNA</b>	Ribonükleik asit
<b>Rpm</b>	Dakikadaki dönme hızı
<b>S</b>	Submetasentrik - Subtelosentrik
<b>sm</b>	Submetasentrik
<b>st</b>	Subtelosentrik

## 1. GİRİŞ

Sistemik her zaman biyolojinin en önemli dallarından biri olmuştur. Deneysel ve karşılaştırmalı metotlar, sistemik çalışmalarla desteklendiğinde anlam bulur (Başbüyük ve ark. 2000, Karasu 2009).

Bazı morfolojik karakterlerin biyo-ekolojik ve çevre şartlarına bağlı olarak değişebilmesi nedeniyle sistemik ve taksonomik çalışmalarda bazen problemler ortaya çıkmaktadır (Amemiya ve Gold 1990). Bu yüzden karyotip, türlerin taksonomik olarak ayırt edilmesine (sitotaksonomi) yardımcı olur (Amemiya 1987).

Kromozom çalışmaları sistemik ve filogenetik çalışmalara yardımcı olduğundan bu konudaki bilgilere ihtiyaç günden güne artış göstermektedir (Reddy ve John 1986). Kromozom analizleri balıklarla ilgili genetik ve evrimsel değişimler konusunda yararlı veriler sunmaktadır (Denton 1973, Thorgaard ve Disney 1990, Fontana 2002). Çünkü kromozom sayısı ve morfolojisindeki farklılıklar türlerin akrabalık bağlantılarıyla yakından ilişkilidir. Kromozom analizleri türlerin belirlenmesinde yararlı olabilir. Kromozom sayısı ve morfolojilerinin benzerlik derecesi türler arasında evrimsel akrabalığın hesaplanmasında da kullanılmaktadır (Cataudella ve ark. 1974).

Balık kromozom çalışmaları çok eski yıllara dayanmasına rağmen, balık sitogenetiğinde henüz istenilen başarı elde edilememiştir. Balık kromozomlarının boyca küçük olmaları, sayıca fazla olmaları ve her balığa uygulanabilecek standart bir metodun olmaması bu başarıyı önemli ölçüde etkilemektedir (Gold ve ark. 1990). Ülkemizde ise son yıllarda ilgi duyulmaya başlanmış, ancak bu konudaki çalışmalar daha çok Cyprinidae türleri üzerinde yapılmıştır (Çolak ve Ark., 1985; Ergene ve ark., 1998; Kılıç-Demirok 2000, Kılıç-Demirok ve Ünlü 2001; Gaffaroğlu 2003; Karahan ve Ergene, 2010). Kromozom analizleri evrimsel ilişkileri ortaya koyabilmesinden dolayı filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde kullanılabilir. Ancak balıklarda kromozomal incelemelerdeki özellikle bantlama çalışmalarındaki eksikliklerden dolayı evrimsel ilişkileri ortaya koyabilmesi hususundaki bilgiler tartışmalıdır (Krysanov ve Golubtsov 1996, Colihueque 1998).

Dicle Nehri Türkiye’de doğup birçok kolları olan ve Irak topraklarına geçip

## 1.GİRİŞ

---

orada Fırat'la birleşerek Şat-ül-Arap adını alır ve Basra Körfezi'ne dökülür. Nehir ana kaynaklarını Doğu Anadolu dağlarından ve dipten sızma yoluyla Elazığ yakınlarındaki Hazar (Gölcük) gölünden alır. Türkiye'nin önemli akarsularındandır. Toplam uzunluğu 1900 km'dir. Türkiye topraklarında kalan bölümün uzunluğu ise 523 km'dir. Akarsuda genellikle yaz sonu kuraklığı ve sonbahar başı yağış noksanlığı nedeniyle su azalır. Buna rağmen kış sonu yağışı ile ilkbahar başındaki karların erimesinden oluşan su ile kabarıp (Vikipedi 2011a).

Fırat nehri ise Erzincan, Tunceli, Elazığ, Malatya, Diyarbakır, Adıyaman ve Gaziantep il sınırını belirledikten sonra Suriye, daha sonra Irak topraklarına girer. Irak'ta denize uzak olmayan bir noktada Dicle Nehri ile birleşerek Şat-ül-Arap'ı oluşturur ve Basra Körfezi'ne dökülür. Nehrin en önemli kolları Murat, Karasu, Tohma, Peri, Çaltı ve Munzur Çayları'dır. Toplam uzunluğu 2.800 km ile Türkiye sınırları içinde kalan bölümün uzunluğu ise 1263 km'dir. 720.000 km<sup>2</sup> su toplama havzasına sahiptir. Fırat Nehri'nin rejimi Türkiye'deki diğer akarsulara göre daha düzenlidir. Mart ile Haziran ayları arasında yavaş yavaş kabarıp, Temmuz ile Ocak ayları arasında çekilmiş olmasına rağmen yine de bol su akışı olur. Fırat nehri, Türkiye'nin en verimli ve su potansiyeli en yüksek ırmağıdır (Vikipedi 2011b).

Kıtaların, iklimlerin ve canlı türlerinin kesiştiği bölgede yer alan Dicle vadisi, doğal özelliklerini yitirmeden günümüze ulaşmış nehir ekosistemlerinin en iyi örneğidir. Fırat nehrinin barajlarla doğal yapısını kaybetmesi sonucunda birçok endemik tür için kalan son yaşam alanıdır. Hasankeyfi de içine alan vadi, GAP idaresinin görevlendirmesiyle Doğal Hayatı Koruma Derneği tarafından hazırlanan GAP Biyoçeşitlilik Araştırma Projesi 2001- 2003 Sonuç Raporu'nda korunması gerekli alan olarak belirlenmiştir. Doğa Derneği'nin yürüttüğü ve ilk olarak Yeşil Atlas dergisinin 2003 yılı sayısında yayınlanan Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları (ÖDA) çalışmasında ise aynı bölge, korumada öncelikli dört önemli Doğa Alanı'nın bütünü oluşturuyor (Anonim 2011).

Dicle ve Fırat su sistemlerinde yaşayan 10 familyaya ait en az 46 tür ve alttür yaşamaktadır. Bu türler zoocoğrafik kökenleri itibariyle, Akdeniz elemanları, Mezopotamya elemanları ile Batı ve Orta Asya elemanları olarak gruplandırılmıştır (Kuru 1975, 1978-1979). Coad (1996), Dicle-Fırat Havzası'nda endemik familya

olmadığını, endemizmin tür düzeyinde olduğunu belirtmiştir.

Fırat Nehri'nde yaşayan Cyprinidae familyasına bağlı birçok türün karyolojik özellikleri belirlenmiştir (Gaffaroğlu 2003,2009, Gaffaroğlu ve Yüksel 2004,2005,2009, Gaffaroglu ve ark. 2006, Yüksel ve Gaffaroğlu 2006, 2008a,b, Karasu 2009). Dicle Nehri'nde yaşayan Cyprinidae familyasına bağlı birçok tür ve alttürleri (Kılıç-Demirok 2000, Kılıç-Demirok ve Ünlü 2001, 2004) ile Mugilidae familyasına ait *Liza abu* ve Bagridae familyasına ait *Mystus halepensis* türlerinin karyolojik özellikleri belirlenmiştir (Değer 2006). Ayrıca Dicle ve Fırat su sistemlerinde yaşayan Mastacembelidae familyasına ait *Mastecembelus mastacembelus* türünün karyolojik özellikleri çalışılmıştır (Değer ve ark. 2010).

Dicle ve Fırat nehir sisteminde yaşayan balık türlerinin biyolojileri hakkındaki çalışmalar yanında kromozom sayısı ve morfolojilerinin araştırılması, gelecekteki yetiştiriciliğe ve korumaya yönelik çalışmaların başarılı olmasında önem taşıyacağı düşünülmektedir. GAP nedeniyle Dicle ve Fırat nehir sistemleri üzerinde kurulan dev barajlarla, çoğu endemik olan bu türlerin soyu tehlike altındadır (Ünlü ve ark. 1997). Ayrıca barajlar nehirlerin alt ve üst havzalarında izolasyona neden olmakta ve bu durumun endemik olan birçok türün genetik çeşitliliğini etkileyeceği sanılmaktadır. Bu nedenle, gelecekteki çevresel değişimlere bağlı ortaya çıkabilecek birçok değişimle birlikte genetik değişimin de belirlenmesinde kromozom yapılarının şimdiden bilinmesi oldukça yararlı olacaktır. Bu çalışmada Dicle ve Fırat nehir sistemlerinde yaşayan Cobitoidea üstfamilyasına ait *Cobitis elazigensis* Coad & Sarieyyupoğlu, 1988; *Oxynoemacheilus argyrogramma* (Heckel 1846); *Oxynoemacheilus frenatus* (Heckel 1843); *Oxynoemacheilus sp.* ve *Turcinoemacheilus kosswigi* Banarescu ve Nalbant, 1964 türlerinin karyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



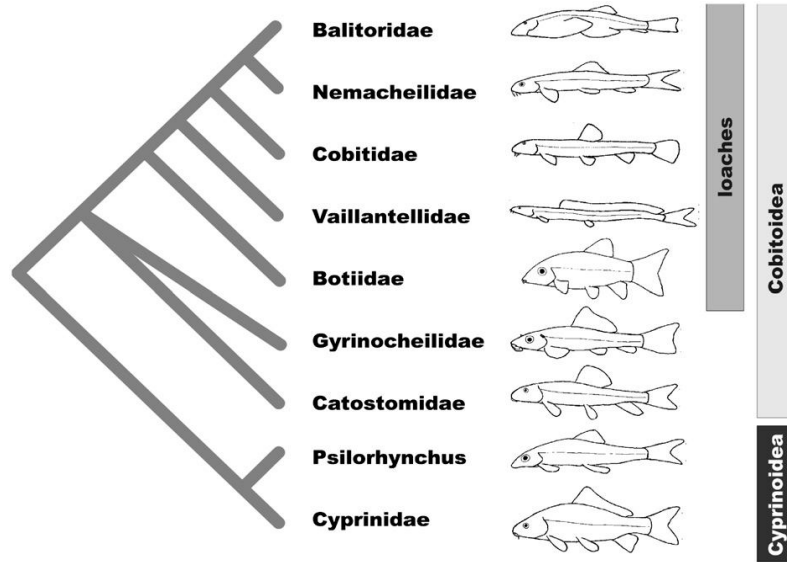


## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Araştırma Konusu Üstfamilya, Familya ve Türler Ait Genel Bilgiler

#### 2.1.1. Cobitoidea Üstfamilyası ile İlgili Genel Bilgiler

Cypriniformes takımı, Cyprinoidea ve Cobitoidea olmak üzere iki monofiletik üstfamilyaya (superfamilya) ayrılır (Slechtova ve ark. 2007). Genellikle Cyprinoidea'nın tek bir familya (Cyprinidae) içerdiği kabul edilmesine rağmen, Nelson (2006) gibi bazı araştırmacılar Cyprinoidea içinde Psilorhynchidae familyasını da dahil etmişlerdir (Slechtova ve ark. 2007) (Şekil 2.1) .



Şekil 2.1. Cobitoidea familyaları ilişkilerini gösteren kladogram (Slechtova ve ark. 2007)

Cobitoidea superfamilyası ise birkaç familya içerir, fakat bunların sayısı araştırmacılara göre değişir (Çizelge 2.1). Genel olarak, çok sayıda ve çeşitli sınıflandırma kavramlarının çeşitliliği Cobitoidea'nın en büyük soyları hakkında bilgi yoksunluğunu yansıtmaktadır (Slechtova ve ark. 2007). Son zamanlardaki önemli değişikliklerden biri Cobitidae'den Botiidae'nin ayrılmasıdır; suborbiter diken gibi morfolojik karakterin her iki familyada da ortak olarak bulunması uzun süre bir arada sınıflandırılmalarına sebep olmuştur (Nelson 1994). Siebert (1987) Gyриноcheilidae ve Catostomidae'nın Cobitoidea dahil edilmesini önermiştir. Tang ve ark. (2006) DNA verilerine dayalı ilk sınıflandırma hipotezini sunmuşlardır ve Balitoridae ve Nemacheilidae iki ayrı familya olarak değerlendirmişlerdir. En eski sınıflandırmalarda genellikle bu iki grup arasında

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

bir kardeş ilişkisi kabul edilmiştir (Slechtova ve ark. 2007). Buna rağmen Tang ve ark. (2006) çalışmaları sonucunda balitorid ve nemacheilid balıkların kardeş soy temsil etmediği sonucuna varmışlardır.

Liu ve ark. (2010), Cobitoidea'nın 10 yeni ND4 ve ND5 gen dizisini klonlamışlardır. Gen Bankasından alınan 15 tür ile filogenetik ilişkilerini yeniden düzenlemek için bu gen dizilerini kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre Cobitinae, Nemacheilinae, Botiinae, Balitoridae ve Vaillantellidae taksonlarının hepsinin monofiletik olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu taksonlar arasındaki ilişkileri şöyle sıralamışlardır: (Vaillantellidae + (Botiinae + (Cobitinae + (Nemacheilinae + Balitoridae)))).

**Çizelge 2.1.** Cobitoidea'nın çeşitli gruplama sistemlerine genel bakış

Regan 1911	Nalbant 2002	Tang ve ark. 2006	Slechtova ve ark. 2007
Familya: Cobitidae	Familya: Cobitidae	Familya:Cobitidae	Familya: Cobitidae
Subfamilya:Cobitinae			
Subfamilya:Noemacheilinae			
	Familya: Botiidae	Familya:Botiidae	Familya: Botiidae
	Subfamilya:Botiinae		
	Subfamilya:Vaillantellinae		
	(Gyrinocheilidae ve	Familya:Nemacheilidae	Familya: Nemacheilidae
	Catostomidae	Familya:Balitoridae	Familya: Balitoridae
	familyalarından	Subfamilya:Balitorinae	Familya: Vaillantellidae
	bahsetmemiştir.)	Subfamilya:Gastromyzoninae	
		Familya:Gyrinocheilidae	Familya:Gyrinocheilidae
		Familya: Catostomidae	Familya:Catostomidae

Nalbant (2002), Cobitoid balıklarının yeni sınıflandırılmasının morfoloji, evrimleri ve filogenilerine dayalı olmasını önermiştir. Cobitoid balıklarının evriminin geç Paleosen de başladığını, yaklaşık 60 milyon yıl önce, bir catostomid atadan kökün iki soya ayrıldığını ileri sürmüştür. Bu iki soyun botiids soy ve nemacheilid-cobitid soy olduğunu ifade etmiştir. Erken Eosende botiids kök vaillantellin klade ve botiin klade olarak ayrılmıştır. Her ikisinin de günümüze kadar yavaş yavaş geliştiğini belirtmiştir. Vaillantellinlerin sadece güney doğu Asya'da 3-4 tür ile *Vaillantella* cinsinin bulunduğunu ifade etmiştir. Botiidlerin ise 3 Doğu Asya cinsi (*Leptobotia*, *Parabotia*

ve *Sinibotia*) ile Leptobotiini tribe ve 3 güney ve Güney-Doğu Asya cinsi (*Hymenophysa*, *Yasuhikotakia* ve *Botia*) ile Botiini tribe ayrıldığını belirtmiştir.

### 2.1.2. Cobitidae Familyası ile ilgili Genel Bilgiler

Kottelat ve Freyhof (2007), Cobitidae familyasına ait türlerin Asya, Avrupa ve Kuzey Afrika'da bulunduğunu ifade etmişlerdir. Güneydoğu Asya'da 16 cinse ait 130 tür bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu familyaya ait balıkların küçük ve ince olduklarını ayrıca gözlerinin önünde suborbital dikenin bulunması ile ayırt edilebileceklerini ancak suborbital dikenin bazı türlerde deri altında gizli olduğunu belirtmişlerdir. Türlerin çoğunda dış eşeysel dimorfizm olduğunu belirtmişlerdir. Erkeklerin dişilere göre daha küçük olduğunu ve pektoralde modifiye ışına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Cobitidae familyası üyelerinin vücutlarındaki pigmentasyon desenlerinin tür tanımlaması için önemli olduğunu; özellikle kuyruk tabanında göze çarpan lekenin ve vücudun dorsal yarısındaki desenlerin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Cobitidae familyasının ülkemiz sularındaki durumu ilk kez detaylı olarak Banarescu ve Nalbant (1964) tarafından incelenmiştir. Familyaya ait bazı türlerin yakın zamanda Botiidae, Nemacheilidae ve Balitoridae familyalarına ait olduklarının anlaşıldığını ifade etmişlerdir.

#### Avrupa Cobitidae Familyası Cins Anahtarı (Kottelat ve Freyhof 2007)

1-) Suborbital diken dışardan görünmez, deri altına gizlenmiştir. Alt dudakta 4 tane uzun bıyık benzeri uzantı taşır.....(*Misgurnus*)

- Suborbital diken dışardan görünür. Alt dudakta 0-2 tane kısa bıyık benzeri uzantı taşır.....(2)

2-) Dorsalde 1, lateralde 2 boyuna desen vardır. Kuyrukta 12 dallı ışın vardır.....(*Sabanejewia*)

- Dorsalde 1, lateralde 4 boyuna desen vardır. Kuyrukta 14 dallı ışın vardır.....  
.....(*Cobitis*)

Kottelat ve Freyhof (2007), *Cobitis* ve *Misgurnus*'un çamur ve kumlu ortamda; *Sabanejewia*'nın ise dipteki çakıllı ortamda yaşadığını belirtmişlerdir. *Cobitis* ve *Misgurnus* cinslerinin gece beslendiklerini; hava solunumu yapabildiklerini, bağırsak duvarının oksijeni absorbe edilebileceğini ifade etmişlerdir.

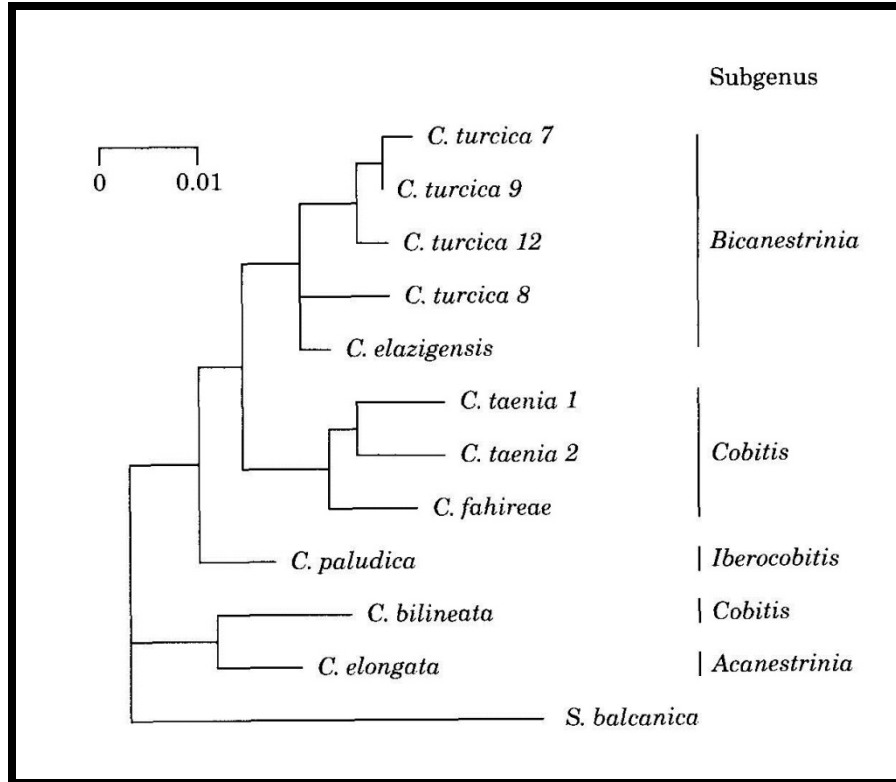
Kottelat ve Freyhof (2007), *Cobitis* erkeklerinin ön pektoral ışınlarının dorsal yüzeyinde bir veya iki katmanlı çıkıntı (lamina circularis) bulunduğunu belirtmişlerdir. *Cobitis* türlerinde benzer yumurtlama davranışlarının olduğunu ve özellikle vejetasyonun yoğun olduğu yerleri tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Bohlen (2003) *Cobitis taenia* nın yumurta dağıtımı ile vejetasyon yoğunluğu arasında güçlü korelasyon, ancak mevcut hız, su derinliği, ya da alt yüzey ile zayıf korelasyon tespit etmiştir.

Nalbant ve ark (2001), Cobitidae familyasına ait *Cobitis* cinsinin (yaklaşık 50 geçerli tür) evriminin (tachitelyc evrim) çok özelleştiğini belirtmişlerdir. *Cobitis* cinsine ait farklı türlerin Pasifik Okyanusu havzasından Atlantik Okyanusu havzasında kadar, kuzey Asya ve tüm Avrupa boyunca yayıldığını ifade etmişlerdir. Bu tachitelyc evrimi (morfolojik, genetik ve biyocoğrafik) farklı yönleriyle ele almışlardır. *Cobitis* cinsinin son yıllarda Türkiye'den bilinen türler yanında dört yeni türü tanımlanarak dağılımları verilmiştir (Coad ve Sarieyyüpoğlu, 1988; Erk'akan ve ark., 1998; Erk'akan ve ark., 2008).

Ludwig ve ark. (2001), 12s rRNA gen dizi analizi için *Sabanejewia balcanica*, *Cobitis paludica*, *Cobitis bilineata*, *Cobitis fahireae*, *Cobitis elazigensis*, *Cobitis elongata*, *Cobitis taenia*'nın 2 farklı subpopulasyonu ve *Cobitis turcica*'nın 4 farklı subpopulasyonu üzerinde çalışmışlardır. Analiz edilen taksonların oldukça uzaktan ilişkili olduklarını iddia etmişlerdir (Şekil 2.2). *Sabanejewia* cinsinin bir dış grup olduğunu ileri sürmüşlerdir. *Cobitis bilineata*'nın *Cobitis sensu stricto* subgenusundan ayrıldığını ve *Cobitis* cinsinin diğer tüm türlerinden bazal olarak *Cobitis elongata* ile birlikte yer aldığını iddia etmişlerdir. *Bicanestrinia* ve *Cobitis s.s.* subgenuslarının (*Cobitis bilineata* hariç) kardeş-takson ilişkisi olduğunu savunmuşlardır. *Cobitis elazigensis* ile *Cobitis turcica*'nın Beyşehir Gölü populasyonunun yakın akraba olduklarını iddia etmişlerdir. *Cobitis fahireue* ve *Cobitis taenia* bazal iken *Cobitis turcica*'nın geriye kalan üç populasyonunun kardeş grup olduklarını savunmuşlardır.

Bohlen ve Rab (2001), dikenli çopra balıklarının çeşitliliğinin *Cobitis taenia* nın yanı sıra çeşitli türlerin varlığına ve türlerin birlikte yaşadığı hibrit biyotiplerin varlığına oldukça yüksek oranda bağlı olduğunu savunmuşlardır. Orta ve Doğu Avrupa'da birkaç türün geniş yayılım alanlarına sahip olduklarını; Güney Avrupa'da bir dizi farklı türün

allopatrik olarak oluştuğunu; hibrit biyotiplerin sadece Orta ve Doğu Avrupa'da bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Toplamda, farklı genom kompozisyonları ile 14 hibrit biyotip kaydetmişlerdir. Çok çeşitli populasyonlar araştırmışlardır, iki tür ile ilişkili beş hibrit biyotip bulmuşlardır. Türlerin hibrit biyotiplerle birleşmesine Orta ve Doğu Avrupa'da sıkça rastlandığını, genel olarak *Cobitis* türlerinin Sintopik oluşumunun bir istisna olarak kabul edilebileceğini ifade etmişlerdir.



Şekil 2.2. Cobitidae familyası (*Cobitis* ve *Sabanejewia*) ile ilgili filogenetik ağaç (Ludwig ve ark. 2001)

Erk'akan ve ark. (1999), Balkanlar ve Anadolu da *Cobitis* dalının evriminde çok sayıda yerel soy türediğini ileri sürmüşlerdir. Anadoluda 3 subgenusa (*Cobitis* s. str., *Beysheheria* ve *Bicanestrinia*) ait 10 tür olduğunu ve bunlardan sekizinin endemik olduğunu belirtmişlerdir. Anadolu türlerinin *Cobitis* s. str. *vardarensis*, *kellei*, *fahireae*, *splendens* ve *puncticulata*; subgenus *Beysheheria*: *bilseli*; subgenus *Bicanestrinia*: *simlicispina*, *turcica* ve *levantina* olduğunu ifade etmişlerdir.

Nalbant ve ark (2001), *Cobitis* cinsi ile ilgili çalışmalarda pek çok problem ve belirsizlikler olduğunu ve türlerin yanlış tanımlandığını savunmuşlardır. Böyle uzun süreli bir problemin iki nedeni olduğunu belirtmişlerdir. İlk nedenin, *Cobitis* tür

tanımlamasını içeren birleşik taksonomik metodolojinin eksikliği olduğunu belirtmişlerdir. Bu balıkların yüzeysel olarak çok benzer olduklarını ancak ayrıntılı gözlemler yapılarak vücudun iki yanındaki çizgili desenler, kaudal yüzgeç üzerinde jet siyah nokta (lar) varlığı/yokluğu, ağız bölgesinin yapısı ve organizasyonu, suborbiter dikenin büyüklüğü ve şekli, subdorsal pulun şekil ve odak alanının konumu, erkeklerde lamina circularis sayı ve şekli gibi ayırt edici karakterler elde edilebileceğini ifade etmişlerdir. Ancak bazı durumlarda, bir türü tanımlamak için bütün bu karakterlerin yeterli olamayacağını belirtmişlerdir. Başka uygulamaların yani biyokimyasal, genetik veya moleküler taksonomi yaklaşımlarının bu yüzden gerekli olduğunu savunmuşlardır. Problemin ikinci nedeninin bu tür araştırmaların eksikliği olduğunu belirtmişlerdir. Her ne kadar çoğu için hala mevcut karışıklıklar olsada şimdiye kadar toplanan genetik veriler Nalbant ve ark (2001) tarafından şöyle özetlenmiştir: 1) *Cobitis* cinsi büyük bir karyotipik çeşitlilik gösterir; 2) türlerin tanımlanmasında genetik veriler faydalıdır; 3) Hibrit orjin, populasyonlarda tek cinsiyet modunda üreme ile ilişkilidir; 4) Morfolojik olarak benzer türlerin uzak ilişkileri genetik veriler ile saptanmıştır. Morfolojik ve genetik verilerin alınmasını, tüm materyallerin saklanması önermişlerdir. Her bireyin detaylı analizlerinin gerekli bir zorunluluk olduğunu iddia etmişlerdir.

Nalbant ve ark (2001), *Cobitis* cinsinin çok sayıda tür ile büyük bir bölgeye yayılmada çok başarılı olduğunu belirtmişlerdir. *Cobitis* balıklarının yoğun oluşum alanları ile farklı habitatları olan alt yüzeylerde yaşamaya adapte olduklarını ifade etmişlerdir. Aynı ekolojik nişe kimsenin girmemiş olmasının daha şaşırtıcı ve ilginç bir durum olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun ne anlama geldiğini şöyle özetlemişlerdir: 1) Bu nişe ulaşmak kolay değildir; 2) gerçekten çok özelleşmişlerdir (belki sadece 1-2 parametre ile ilgili); 3) Onlar nişi terk edemezler. Böyle ekolojik sınırlamanın sadece türler arası rekabetin üst düzeyde değil, aynı zamanda tür içi rekabetin de yüksek düzeyde olduğunu gösterdiğini savunmuşlardır. Aslında, allopatrik dağılımın her yerde görülen bir kalıp olduğunu ve simpatrik oluşumun çok nadir olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir deyişle, *Cobitis* balıklarının kendi dağılım alanlarındaki tüm nehir sistemlerinde kolonize olduğunu ve orada özelleştiklerini ifade etmişlerdir. Çeşitli türlerin (*Cobitis taenia*, *Cobitis melanoleuca*, *Cobitis elongatoides*, *Cobitis lutheri*) çok geniş bir dağılıma sahip olduğunu; büyük çoğunluğun ise oldukça sınırlı alanlarda ve endemik olduklarını ileri sürmüşlerdir. Endemik türlerin "biyoçeşitlilik sıcak

noktaları"olan Balkanlar, Anadolu, Japonya ve büyük olasılıkla Çin'de daha sık görüldüğünü ifade etmişlerdir. Avrupa *Cobitis* balıklarının çeşitlenmesinin ise aslında Doğu Asya bölgesinde oluşan soyun adım adım evrimi ile oluştuğunu iddia etmişlerdir.

Son yıllarda *Cobitis* cinsi türlerinin habitat durumları (Erk'akan ve Ekmekçi, 2000) ve koruma statüleri (Freyhof ve ark., 2008; Ekmekci ve ark., 2010) hakkında önemli çalışmalar yapılmıştır.

### 2.1.3. *Cobitis elazigensis* Türü ile İlgili Genel Bilgiler

Sadece ülkemizde tespit edilen bu tür Fırat havzası için endemiktir (Coad & Sarieyyopoglu, 1988). Elazığ Çip Baraj alanında ilk defa elde edilen bu tür daha sonraki çalışmalarda Atatürk Barajı ve Fırat nehrinin bazı lokalitelerinden de elde edilmiştir (Oymak ve ark. 1999). *Cobitis elazigensis* örneklerinin karakteristik özellikleri Oymak ve ark. (1999) tarafından şöyle belirtmişlerdir. Yüzgeç Işınları Formülleri: Dorsal Yüzgeç: III/6, Anal Yüzgeç: III/5, Pektoral Yüzgeç: I/8, III/6(7), Ventral Yüzgeç: III/7. Baş ve vücudun yanlardan yassılaştığı olduğunu, anterior burun deliğinin tübüler yapıda olduğunu, ikisi üst çenede biri ağız kenarında yer alan üç çift bıyık bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ağızın yay şeklinde ve subterminal konumda olduğunu belirtmişlerdir. Suborbital dikenin iyi gelişmiş olduğunu belirtmişlerdir. Dorsal yüzgeç ile ventral yüzgecin başlangıç konumlarının hemen hemen aynı hizada olduklarını tespit etmişlerdir. Pektoral yüzgeç kaidesinin iç tarafında iki adet lamina circularis bulunduğunu belirtmişlerdir. Örneklerin sırt tarafında 7-8 adet iri predorsal 8 adet postdorsal ve dorsal yüzgeç altında ise 4 spot bulunduğunu belirlemişlerdir. Dört Gambetta zonu bulunduğunu ve birinci, ikinci ve dördüncü Gambetta zonunda iri spotlar bulunduğunu, üçüncü zondaki spotların belirsiz uzun devamlı bir bant şeklinde olduğunu tespit etmişlerdir.

### 2.1.4. Nemacheilidae Familyası ile İlgili Genel Bilgiler

Kottelat ve Freyhof (2007), Nemacheilidae familyasına ait türlerin Asya, Avrupa ve Etiyopya'da bulunduğunu ifade etmişlerdir. Tropikal ve subtropikal Asya da 33 cinse ait 440 tür bulunduğunu belirtmişlerdir. Nemacheilidae ait türlerin uzun süre Cobitidae familyasında sınıflandırıldığını ancak anatomik ve filogenetik çalışmaların bu türlerin farklı olduğunu gösterdiğini ifade etmişlerdir. Bazı bilim insanlarının ise bu türleri

Balitoridae'nin alt familyası olarak değerlendirdiğini belirtmişlerdir. Bu familyaya ait balıkların başlarının yuvarlak ve basık olduğunu; Avrupa'da *Barbatula* ve *Oxynoemacheilus* olmak üzere iki cins bulunduğunu; *Barbatula* cinsinin önceleri *Orthrias* veya *Nemacheilus* olarak adlandırıldığını belirtmişlerdir (Banarescu ve ark, 1978). *Barbatula*'nın Avrupa ve Kuzey Asya'da; *Oxynoemacheilus*'un Güneydoğu Avrupa ve Güneybatı Asya'da bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Avrupa Nemacheilidae Familyası Cins Anahtarı (Kottelat ve Freyhof 2007)

1- ) Kuyruk kesik veya girinti hafif var. Kuyruktaki ışın sayısı: 15-16.....

.....(*Barbatula*)

- Kuyruk derin girintili veya çatallaşmıştır. Kuyruktaki ışın sayısı: 17

.....(*Oxynoemacheilus*)

Prokofiev (2010), altfamilya Nemacheilinae balıklarının kapsamlı, karşılaştırmalı morfolojik analizini yapmıştır. Kırk önemli filogenetik karakter önermiş ve filogenetik ilişkileri yeniden yapılandırmıştır. Nemacheilinae altfamilyasını 5 bölüme ayırmıştır (Vaillantellini, Lefuini nov., Yunnanilini nov., Triplophysini nov., ve Nemacheilini) ve bunlar arasındaki ilişkileri şu şekilde formüle etmiştir. Vaillantellini (Lefuini (Yunnanilini (Triplophysini + Nemacheilini))). Nemacheilinae alt familyası (Çopra balığı) Asya kıtasının büyük kısmında ve ona bağlı adalarda, Avrupa'da, Kuzeydoğu Asya (Etiyopya) nın tatlı sularında yaşayan küçük vücutlu balıklardır (Prokofiev 2009).

Erk'akan ve ark. (2007), Türkiye'deki çeşitli tatlısu sistemlerinde *Barbatula*, *Schistura* ve *Seminemacheilus* cinslerini içeren 11 yeni nemacheilid balık türü tanımlamışlardır. Yeni türler kafa ve vücudun genel şekli, yüzgeç ışın formülleri, ağız ve dudak şekli, üst çenede diş oluşumunun var olup olmaması, başta suborbital çıkıntının var olup olmaması, kuyruk sapının altında veya üstünde adipoz çıkıntının var olup olmaması, yanal çizginin tam veya tamamlanmamış olması, yüzme kesesinin kemik kapsül şekilleri ve renk desenleri özellikleri gibi karakterlerle ayırt etmişlerdir.



### 2.1.5. *Oxynoemacheilus argyrogramma* Türü ile İlgili Genel Bilgiler

Dağlı ve Erdemli (2008), *Oxynoemacheilus argyrogramma* (Heckel 1846) türünün diyagnostik özelliklerini Dorsal Yüzgeç: III/8, Anal Yüzgeç: II/5, Pektoral Yüzgeç: I/9-11, Ventral Yüzgeç: I/6-7 olarak belirlemişlerdir. Morfolojik özelliklerinde ise vücudun silindirik olduğunu özellikle arka kısımlarda basık olduğunu tespit etmişlerdir. Vücut üzerinde genellikle Linea lateral boyunca yarıda kesilen 10-12 adet siyah- kahverengi bant mevcut olduğunu ve Linea lateral kuyruk sapının başlangıç kısmına kadar uzandığını belirtmişlerdir. Ventral yüzgecin anal açıklığa kadar uzadığını ifade etmişlerdir.

### 2.1.6. *Oxynoemacheilus frenatus* Türü ile İlgili Genel Bilgiler

Coad (2011a), *Oxynoemacheilus frenatus* (Heckel 1843) türünün diyagnostik özelliklerini, Dorsal Yüzgeç: I/8, Anal Yüzgeç: I/5, Pektoral Yüzgeç: I/10, Ventral Yüzgeç: I/6-7 olarak belirlemiştir. Bu türün Quwayq ve Dicle-Fırat nehirlerinde yayılış gösterdiğini ifade etmiştir. Pulların tüm vücut üzerinde bulunduğunu ancak büyütme olmadan kolayca görünmeyeceğini belirtmiştir. Genel rengin sarımsı olduğunu, ince benekler olduğunu ancak düzensiz kahverengi veya siyah noktalar-lekeler şeklinde olduğunu, bazı yan lekelerin ise oldukça büyük olduğunu belirtmiştir. Vücudun arka ve özellikle kaudal yüzgecinde kahverengi beneklerin olduğunu ifade etmiştir.

### 2.1.7. *Turcinoemacheilus kosswigi* Türü ile İlgili Genel Bilgiler

*Turcinoemacheilus kosswigi* Banarescu ve Nalbant 1964 önceleri Dicle Nehri havzasında endemik tür olduğu biliniyorken Breil ve Bohlen (2001) tarafından üst Fırat Nehri havzasında ilk kez kaydedilmiştir. *Turcinoemacheilus kosswigi*'nin ağır akan su, iri çakıl yatakları üzerinde yaşadığını belirtmişlerdir. *Turcinoemacheilus kosswigi*'nin su dışında bile sert zemine bağlanma kabiliyetinin bu habitat için bir adaptasyon olarak anlaşılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Coad (2011b), bu türün Sezar Nehri'nde, Dez Nehri'nde, Gulf Havzası'nın kuzeyinde, Türkiye'de de Göksu Nehri de dahil olmak üzere Dicle Nehri ve kolları ve üst Fırat nehri havzasında bulunduğunu ifade etmiştir. Bu türün diyagnostik özelliklerini, Dorsal Yüzgeç: II-IV/7, Anal Yüzgeç: I-IV/5, Pektoral Yüzgeç: 7-9, Ventral Yüzgeç: 5-7 olarak belirlemiştir. Yanal çizginin 18-19 gözenek ile kısa

olduğunu ve dorsal yüzgecin başlangıcında sonlandığını, vücudun pulsuz olduğunu, genel vücut renginin sarımsı kahverengi olduğunu, vücutta kahverengi bir çizgi olduğunu, yüzgeçlerin benekli olmadığını, gözlerin küçük ve birbirinden uzak olduğunu belirtmiştir.

### 2.2. Balıklarda Kromozom Analizleri

Şimdiye kadar taksonomik olarak kaydedilmiş 25.690 balık türü vardır (Nelson 1994, Das ve Khuda-Bukhsh 2003). Yaklaşık 2.500 türün karyotipleri belirlenebilmiştir (Arkhipchuk 1999, Das ve Khuda-Bukhsh 2003). Balıkların çoğunda çok sayıda ve oldukça küçük kromozomların bulunması ve balık dokusundan iyi kalitede metafaz plağı elde edilememesi balık kromozom çalışmalarını sınırlayıcı faktörlerdir (Gold ve ark. 1990). Balıklarda metafaz kalitesini etkileyen faktörler ise mevsim, cinsiyet, yaş, balığın sağlık ve stres durumu olarak bildirilmiştir (Flajshans ve Rab 1990, Ulupınar ve Alaş 2002). Balıklarda kromozom sayısı  $2n=18$ 'den  $2n=446$ 'ya kadar değişmektedir (Lagler ve ark. 1977, Rab ve Collares-Pereira 1995). Balık karyotipi genellikle küçük ve yüksek sayıda kromozomlara sahip olması ve birkaç tür dışında morfolojik olarak ayırt edilebilir eşey kromozomlarının olmamasıyla karakterize edilmiştir (Das 2003). Genellikle balıkların büyük çoğunluğu 50 (48–52) kromozoma sahipken, bir kısmı 100 (98–104) kromozoma ve bir kısmı da 150 (148–150) kromozoma sahiptir (Rab ve Collares-Pereira 1995, Kılıç-Demirok 2000, Gaffaroğlu 2003, Gaffaroğlu ve ark. 2009). Balıkların büyük çoğunluğu diploid olmakla birlikte triploid, tetraploid ve hekzaploidler de yaygındır (Gaffaroğlu 2003).

Balık türlerinin çoğunda eşey kromozomu yoktur veya en azından morfolojik olarak ayırt edilemezler. Bazı türlerde erkek heterogamet gösterirken bazılarında dişinin heterogamet gösterdiği bilinir (Sola ve ark. 1979).

Yüksek omurgalılarda (kuşlar ve özellikle memelilerde) kromozom araştırmak için geliştirilen bantlama prosedürleri (G, R, Q bantlar), balık kromozomlarında kullanılamamıştır. Ökromatinin yapısal temeli veya seri bant desenleri yüksek omurgalıların genomundaki AT ve GC zengin bölümlerle ilişkilidir ve bu genellikle balıklar, çoğu kurbağa ve sürüngenlerin kromozomlarında mevcut değildir (Gold ve ark. 1990). Alt omurgalılarda karşılaştırmalı kromozom bantlama çalışmaları temelde  $2n$ , NF ve kromozom morfolojisinin geleneksel Giemsa boyama gibi homojen boyama

teknikleri kullanılarak belirlenmesi ile sınırlıdır. C-bant kullanarak konstitüif heterokromatin dağılımı çok az sayıda çalışılmıştır. NOR fenotipleri tanımlaması için kullanılan  $AgNO_3$  boyama yaygın balık sitogenetiği aracıdır.

### 2.2.1. Cobitoidea Üstfamilyası ile İlgili Kromozom Analizleri

Ueno ve Ojima (1976), yaptıkları çalışmada *Cobitis biwae* nin iki karyotip formu olduğunu tespit etmişlerdir. Diploid formun 20 metasentrik (m) + 22 submetasentrik (sm) – subtelosentrik (st) + 6 akrosentrik (a) ile  $2n=48$  olduğunu; Tetraploid formun 32m + 54 sm-st + 10a kromozom ile  $2n=96$  olduğunu belirlemişlerdir. *Cobitis taenia taenia* nın üç karyotip formu olduğunu tespit etmişlerdir. Diploid formun 12m + 4sm + 34a ile  $2n=50$ ; Tetraploid formun 32m + 32sm-st + 22a ile  $2n=86$  olduğunu; Tetraploid formun 26m + 32sm-st + 36a ile  $2n=94$  olduğunu belirlemişlerdir. *Cobitis taenia striata*' nın diploid formun 12m + 4sm + 34a ile  $2n=50$ ; tetraploid formun 20m + 22sm + 56a ile  $2n=98$  olmak üzere iki karyotip formu olduğunu belirlemişlerdir.

Ueno ve ark. (1985), Güney Kore'de yaşayan beş cobitid balığının karyotiplerini incelemişlerdir. *Cobitis* cinsine ait dört türün; *Cobitis tenia lutheri* (12m + 4sm + 34st-a NF=66), *Cobitis koreensis* (12m + 8sm + 30st-a NF=70), *Cobitis longicarpus* ve *Cobitis rotundicaudata* (10m + 4sm + 36st-a NF=64), diploid kromozom sayısını  $2n=50$  olarak tespit etmişlerdir. *Misgurnus mizolepis* (12m+4sm+32st-a NF=64)in diploid kromozom sayısını  $2n=48$  olarak tespit etmişlerdir. Bu türün yakın akraba türlerden (örnek *Misgurnus angillicaudatus*) bir Robertsonian düzenlenmesi ile oluşma olasılığının olduğunu düşünmüşlerdir.

Rab ve ark. (1991), Doğu Slovakya'daki *Sabanejewia aurata balcanica* alt türünün karyotipini Ag- NOR boyama, C-bantlama ve geleneksel Giemsa boyama ile incelenmişlerdir. Diploid kromozom sayısı  $2n = 50$  olarak tespit etmişlerdir. Karyotipinin 2 çift metasentrik, 6 çift submetasentrik ve 17 çift subtelosentrik-akrosentrik kromozomdan oluştuğunu belirlemişlerdir. C bantlama sonucunda metasentrik çift ve 2 büyük subtelosentrik çiftde yoğun perisentromerik heterokromatin bloklar; diğer tüm kromozomlarda zayıf heterokromatin bloklar tespit etmişlerdir. NOR, orta büyüklükteki subtelosentrik çiftin kısa kollarının üzerinde yerleşik olduğunu belirlediler. Kromozomal polimorfizm ile cobitid türlerinin geniş yayılışa sahip

olduklarını, *Sabanejewia aurata balcanica* nın karyotipinin *Sabanejewia aurata kubanica* nın karyotipinden farklılığının bu durumu desteklediği ileri sürmüşlerdir. Bu polimorfik karyotiplerin ilkel ve gelişmiş cobitid karyotipleri bağlayan geçiş süreçlerini gösterebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Boron (1992), Vistula Nehri'ndeki bir lokaliteden rastgele örnekleme ile alınan *Cobitis taenia* nın karyolojik analizleriyle diploid ve triploid bireylerden oluştuğunu açığa çıkarmıştır. Diploid karyotip  $2n=48$ , 6 çift metasentrik, 9 çift submetasentrik, 9 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan (NF= 78) oluştuğunu saptamıştır. Triploid karyotip 74 kromozomdan oluştuğunu ve NF= 125 olduğunu tespit etmiştir. Böyle bir triploid bireyin aynı lokalitede bulunan diploid bireylerden ototriploidizasyon ile tüvelendiğini öne sürmüştür. Fakat 50 kromozumlu diploid bireyin allotriploidi ile oluşmuş olmasının daha yüksek ihtimal olduğunu savunmuştur.

Boron (1995a), *Noemacheilus barbatulus* un karyotipini klasik giemsa boyama, Ag-NOR tekniği ve C-band tekniği ile çalışmıştır. Diploid kromozom sayısının  $2n=50$ , 4 çift metasentrik, 10 çift submetasentrik, 11 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan (NF=78) oluştuğunu tespit etmiştir. NOR kromozomlarının, en büyük metasentrik kromozom çifti olduğunu ve terminal pozisyonda lokalize olduğunu belirlemiştir. Bu bölgenin C band için de pozitif olduğunu ifade etmiştir. Büyük heterokromatin blokların ikinci metasentrik kromozom çiftinin sentromer tarafında ve kolunda lokalize olduğunu belirlemiştir. Kromozom setinin tek ve iki kollu kromozomların hemen hemen hepsinde sentromerde heterokromatin C pozitif olduğunu tespit etmiştir. Noemacheilinae subfamilyasının çalışılan türlerinin çoğunda diploid kromozom sayısının  $2n=50$  olduğunu belirlemiştir. *Noemacheilus barbatulus* un karyotip sonuçlarını önceki çalışmalarla karşılaştırmış ve karyolojik stabilite olduğunu ileri sürmüştür.

Boron (1995b) Polonya'dan *Cobitis taenia* popülasyonunun kromozomlarını giemsa boyama, Ag-NOR ve C bantlama teknikleri kullanılarak incelemiştir. Hem erkek hem dişide  $2n = 48$  kromozom [6 çift metasentrik, 9 çift submetasentrik ve 9 çift subtelo ve akrosentrik kromozom (NF = 78)] içerdiğini tespit etmiştir. C pozitif heterokromatin bütün kromozomların sentromerlerinde ve bazı metasentrik ve submetasentrik kromozomların perisetromerik bölgelerinde mevcut olduğunu belirlemiştir. NOR orta

büyükükte subtelosentrik çift üzerine lokalize olduğunu tespit etmiştir.

Boron (1999), diploid *Cobitis taenia* ve ve onun triploid hibrit dişilerinin (Vistula Nehri'nin diploid-poliploidi kompleksine ait) karyotipleri üzerinde C-bantlama, gümüş boyama ve floresan boyama tekniklerini kullanmıştır.  $2n=48$  kromozumlu *Cobitis taenia* karyotipinin 1 çift NOR boyalı submetasentrik kromozom ve en az 4 tane CMA<sub>3</sub> pozitif kromozom ile karakterize etmiştir. C pozitif heterokromatini hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde ve birkaç metasentrik ve submetasentrik kromozomun perisentromerik bölgelerinde tespit etmiştir. *Cobitis taenia* nın triploit dişilerinin 18 metasentrik, 33 submetasentrik ve 23 subtelo-akrosentrik (NF=125) olmak üzere  $3n =74$  kromozumlu olduğunu tespit etmiştir. Triploid dişiler 2 çift aktif Nor kromozoma sahip olduğunu ve en az 6 tane CMA<sub>3</sub> pozitif kromozom olduğunu tespit etmiştir. *Cobitis taenia* nın triploit dişilerinde, iki subtelosentrik kromozom, bir metasentrik kromozom ve orta büyüükte bir submetasentrik kromozomda telomerik pozisyonda Ag-NOR tespit etmiştir. C pozitif heterokromatini bantlama ile onların hibrit orjinli olduklarını doğruladığını savunmuştur.

Rab ve ark. (2000), Çek Cumhuriyeti'ndeki *Cobitis* cinsinin karyotip ve sitogenetik çeşitliliğini klasik giemsa boyama, Ag-boyama, C-bantlama, CMA<sub>3</sub>-floresan ve 28S DNA probu ile Floresan İn Situ Hibridizasyon (FISH) tekniklerini kullanarak araştırmışlardır. *Cobitis elongatoides* türü  $2n=50$  ve karyotipinin  $30m+16sm+2st+2a$  kromozomdan oluştuğunu belirlemişlerdir. Bir orta büyüükte m; bir küçük ve büyük sm kromozom çiftinde olmak üzere kompleks-spesifik NOR fenotipi tespit etmişlerdir. *Cobitis taenia* nın kromozom sayısını  $2n = 48$  olarak tespit etmişlerdir. Bu türde NOR taşıyan kromozomların orta boy sm kromozom çifti olduğunu ve NOR bölgesinin bu kromozom çiftinin kısa kollarının tamamını kapsadığını tespit etmişlerdir.

Boron ve ark. (2003), İngiltere' deki 3 popülasyona ait *Cobitis* cinsindeki balıkların kromozomları Ag-NOR, CMA<sub>3</sub> ve C bantlama teknikleri kullanılarak incelemişlerdir. Bütün bireylerde her zaman  $2n=48$  ve karyotipin ise 10 metasentrik, 18 submetasentrik, 20 subtelo-akrosentrik kromozomdan (NF=76) oluştuğunu saptamışlardır. C-band kromozomların çoğunda sentromerik bölgede konstitüf heterokromatin oluşumu olduğunu tespit etmişlerdir. Metasentrik kromozomlar arasında

4 işaretli kromozom belirlemişlerdir. Karyotipteki en büyük kromozom çifti sentromer konumunda büyük bir heterokromatin blok olduğunu tespit etmişlerdir. NOR, bir submetasentrik ve bir subtelosentrik kromozom çiftinin kısa kollar üzerine lokalize olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuçlara dayanarak yalnızca *Cobitis taenia* nın *Cobitis* dağılım aralığının kuzey bölümünde meydana geldiğini iddia etmişlerdir. C bant, G-C zengin DNA bölgeleri, NOR lokalizasyonu ve sayısı gibi sitogenetik özellikler türlerin taksonomik durumlarını doğruladığını tespit etmişlerdir. İngiltere popülasyonlarındaki bireylerde poliploid form tespit edememişlerdir.

Boron (2003), Polonya'da 13 lokaliteden *Cobitis* balıklarının kromozomal çalışmalarını karşılaştırmalı olarak özetlemiştir. En az iki belirgin tür *Cobitis taenia* ve *Cobitis elongatoides*'i sitogenetik olarak tanımlamıştır. *Cobitis taenia* popülasyonları Kuzey Polonya'da yalnızca 3 gölde saptamıştır. Hibrit diploid, 4 triploid ve 4 tetraploid form tanımlamıştır. *Cobitis*'in bu hibrid formlarının dış özellikleri ile ayırt edilmediğini ileri sürmüştür. NOR, CMA<sub>3</sub> pozitif ve C bant gibi türe özgü markerları kullanmıştır. 2 farklı hibrit diploid-poliploid *Cobitis* kompleksi ayırt etmiştir.

Szlachciak ve Boron (2003), Polonya, Rusya, Çek Cumhuriyeti ve İngiltere'deki *Cobitis* türlerinin arasındaki akrabalıklarının açığa çıkarılması için sitogenetik özelliklerinin bazılarını numerik taksonomi metodunu kullanılarak karşılaştırmışlardır. *Cobitis taenia*, *Cobitis elongatoides*, *Cobitis tanaitica* nın Polonya'ya poliploid orjinli katıldığını doğrulamışlardır. Numerik taksonomi metodu sayesinde *Cobitis* balık türleri arasındaki akrabalıkları ortaya çıkartmışlardır ve *Cobitis* balık türlerini iki gruba ayırmışlardır. Bunlardan biri tek kollu kromozomların baskın olduğu karyotipleri ile: *Cobitis taenia*, *Cobitis tanaitica*, *Cobitis melanoleuca* diğer grup ise iki kollu kromozomların baskın olduğu karyotipleri ile: *Cobitis elongatoides* ve *Cobitis vardarensis* dir.

Suzuki (2003), Subfamilya Noemacheilinae ait *Lefua nikkonis* türünün 2n=50 kromozoma sahip olduğunu ve karyotipinin 4m+24sm-st+22a kromozomdan oluştuğunu bildirmiştir. Bu türde NOR kromozomları olarak orta büyüklükte bir sm-st kromozom çiftini belirlemiştir. Aynı subfamilyaya ait *Micronemacheilus pulcher* 2n=50 kromozoma sahip olduğunu ve karyotipinin 8m + 30sm-s t+ 12a kromozomdan oluştuğunu bildirmiştir. Bu türde NOR taşıyan kromozomları ise bir çift kromozom

olarak tespit etmiştir.

Kaya ve ark. (2005), Kura-Aras havzasından *Orthrias angorae* (Steindachner, 1897) (Fam: Balitoridae)'nin kromozomlarının sayısı ve yapıları incelenerek, karyotip analizi yapılmışlardır. Bu türün  $2n=50$  kromozom ve karyotiplerinin 7 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik ve 11 çift akrosentrik kromozomdan (NF=78) oluştuğunu tespit edilmişlerdir. Bu türde cinsiyet kromozomu tespit etmemişlerdir.

Kılıç (2006), çalışmasında Kura-Aras Havzasından *Orthrias tigris* (Heckel, 1843) (Fam: Balitoridae)'in kromozomlarının sayısı ve yapıları incelenerek, karyotip analizini yapmıştır. Metafaz incelemeleri ile *Orthrias tigris*' in  $2n=50$  kromozom ve karyotiplerinin 18 metasentrik, 18 submetasentrik ve 14 akrosentrik kromozomdan (NF= 86) oluştuğunu saptamıştır.

Jelen ve ark. (2008), Morfolojik karakterlerin değişkenliğini, karyolojik olarak tanımlı saf diploid *Cobitis taenia* ( $2n = 48$ )'nin Klawoj Gölü'ndeki bir popülasyonu üzerinde çalışmışlardır. 24 metrik özellik, total uzunluk ve metrik özellikler arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir. 11 meristik özellik incelemişler ve dişilerde predorsal ve lateral lekelerin erkeklere göre daha çok bulunduğunu tespit etmişlerdir. Erkek ve dişiler arasındaki sayısal olan diğer önemli farkın 15 metrik indeksin ortalama değerlerinde tespit etmişlerdir. Erkeklerin lamina circularisin şeklinde yaşa göre değişikliklerin olduğunu tespit etmişlerdir.

Vasil'ev ve Vasil'eva (2008), Amur Havzası'nda yaşayan Cobitidae familyasına ait 4 türün karyolojisini çalışmışlardır. *Misgurnus nikolskyi* ( $2n = 50$ ,  $10m + 4 sm + 36st-a$ , NF = 64), *Cobitis lutheri*, ( $2n=50$ ,  $12m + 8sm + 30st-a$ , NF = 70), *Cobitis choii* ( $2n = 50 = 8m + 10sm + 8st + 24a$ , NF = 68) ve *Cobitis melanoleuca* ( $2n = 50$ ,  $6m + 16sm + 28st-a$ , NF =72) türlerinin kromozom sayılarını ve kromozom formüllerini belirlemişlerdir.

Gaffaroğlu (2009), Sultansuyu (Malatya)'ndan yakalanan *Turcinoemacheilus kosswigi*'de karyotip ve konstitüif heterokromatin bölgeleri araştırmıştır. Diploid kromozom sayısı  $2n=50$  olarak bulmuştur. Karyotip 4 çift metasentrik, 7 çift submeta - subtelosentrik ve 14 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğunu tespit etmiştir. Çok sayıda kromozomun sentromerinde ve büyük 1 çift meta - submetasentrik kromozomun kollarında C - bant pozitif olan konstitüif heterokromatin bölgeler

gözlemiştir.

### 2.2.2. Dicle ve Fırat Havzası'ndaki Balıklar ile İlgili Kromozom Analizleri

Dicle ve Fırat su sistemlerindeki balıklara ait kromozom verileri Çizelge 2.2. de verilmiştir. Kılıç-Demirok (2000), Dicle Nehri'nden elde edilen *Cyprinion macrostomus*, *Garra variabilis* türlerinin; *Barbus rajanorum mystaceus*, *Garra rufa obtusa*, *Leuciscus cephalus orientalis* alttürlerinin kromozom sayılarını tespit etmiştir. *Cyprinion macrostomus* türünün  $6m+26sm+18st-a$  ve  $NF=82$  ile diploid kromozom sayısının  $2n=50$  olduğunu; *Garra variabilis* türünün  $26m + 24sm + 22st-a$  ve  $NF=125$  ile diploid kromozom sayısının  $2n=74$  olduğunu tespit etmiştir. *Barbus rajanorum mystaceus* alttürünün  $22m + 30sm + 48st-a$  ve  $NF=152$  ile diploid kromozom sayısının  $2n=100$  olduğunu; *Garra rufa obtusa* alttürünün  $16m + 26sm + 1m + 1a$  ve  $NF=87$  ile diploid kromozom sayısının  $2n=44$  olduğunu; *Leuciscus cephalus orientalis* alttürünün  $14m + 20sm + 16st-a$  ve  $NF=84$  ile diploid kromozom sayısının  $2n=50$  olduğunu tespit etmiştir.

Kılıç-Demirok ve Ünlü (2001), Dicle Nehri'nden elde edilen *Capoeta trutta* ve *Capoeta capoeta umbla* (Cyprinidae) türlerinin kromozom sayıları ve karyolojik özelliklerini belirlemişlerdir. *Capoeta trutta*'nın diploid kromozom sayısını 35 çift meta-submetasentrik, 40 çift subtelo-akrosentrik olmak üzere  $2n=150$ ,  $NF=220$  olarak belirlemişlerdir. *Capoeta capoeta umbla*'nın diploid kromozom sayısını, 43 çift meta-submetasentrik, 32 çift subtelo-akrosentrik kromozom olmak üzere  $2n=150$  ve  $NF=236$  olarak tespit etmişlerdir.

Kılıç-Demirok ve Ünlü (2004), Dicle Nehri'nden elde edilen *Alburnoides bipunctatus* türünün diploid kromozom sayısını, 8 çift metasentrik, 11 çift submetasentrik, 6 çift subtelo-akrosentrik kromozom olmak üzere  $2n=50$  ve  $NF=88$  olarak tespit etmişlerdir.



Çizelge 2.2. Dicle ve Fırat su sistemlerindeki balıklara ait kromozom verileri

Tür	Familya	Lokali te	2n	Kromozom Formülü	NF	Kaynak
<i>Cyprinion macrostomus</i>	Cyprinidae	Dicle Nehri	50	6m+26sm+18st-a	82	Kılıç-Demirok 2000
<i>Garra variabilis</i>	Cyprinidae	Dicle Nehri	74	26m+24sm+22st-a	125	Kılıç-Demirok 2000
<i>Barbus rajanorum</i>	Cyprinidae	Dicle Nehri	100	22m+30sm+48st-a	152	Kılıç-Demirok 2000
<i>mystaceus</i>						
<i>Garra rufa obtusa</i>	Cyprinidae	Dicle Nehri	44	16m+26sm+1m+1a	87	Kılıç-Demirok 2000
<i>Leucicus cephalus</i>	Cyprinidae	Dicle Nehri	50	14m+20sm+16st-a	84	Kılıç-Demirok 2000
<i>Capoeta trutta</i>	Cyprinidae	Dicle Nehri	150	70m-sm+80st-a	220	Kılıç-Demirok ve Ünlü 2001
<i>Capoeta capoeta umbla</i>	Cyprinidae	Dicle Nehri	150	86m-sm+64st-a	236	Kılıç-Demirok ve Ünlü 2001
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Cyprinidae	Dicle Nehri	50	16m+22sm+12st-a	88	Kılıç-Demirok ve Ünlü 2004
<i>Acanthobrama marmid</i>	Cyprinidae	Fırat Nehri	50	12m+14sm+18st+6a	94	Gaffaroğlu 2003
<i>Chalcalburnus mossulensis</i>	Cyprinidae	Fırat Nehri	50	12m+16sm+10st+12a	88	Gaffaroğlu 2003
<i>Cyprinion macrostomus</i>	Cyprinidae	Fırat Nehri	50	6m+12sm+12st+8a	92	Gaffaroğlu 2003
<i>Liza abu</i>	Mugilidae	Dicle Nehri	48	2m-46a	50	Değer 2006
<i>Mystus halepensis</i>	Bagridae	Dicle Nehri	32	12m-sm+18st-a+1sm+1a	45	Değer 2006
<i>Pseudophoxinus firati</i>	Cyprinidae	Fırat Nehri	50	38m-sm+12st-a	88	Karasu 2009
<i>Turcinoemacheilus kosswigi</i>	Balitoridae	Fırat Nehri	50	8m+14sm-st+28a	-	Gaffaroğlu 2009
<i>Mastacembelus mastacembelus</i>	Mastacembelidae	Dicle Nehri	48	16 m-sm+32st-a	64	Değer ve ark. 2010
<i>Mastacembelus mastacembelus</i>	Mastacembelidae	Fırat Nehri	48	20m-sm+28st-a	68	Değer ve ark. 2010

Gaffaroğlu (2003), Fırat Nehri'nde yaşayan *Acanthobrama marmid* türünün diploid kromozom sayısını  $2n=50$  ve  $NF=94$  olarak tespit etmiştir. Kromozom morfolojisini; 6 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik, 9 çift subtelosentrik ve 3 çift akrosentrik olarak belirlemiştir. *Chalcalburnus mossulensis* türünün diploid kromozom sayısını  $2n=50$  ve  $NF=88$  bulmuştur. Kromozom morfolojisini ise, 6 çift metasentrik, 8 çift submetasentrik, 5 çift subtelosentrik ve 6 çift akrosentrik olarak tespit etmiştir. *Cyprinion macrostomus* türünün diploid kromozom sayısını  $2n=50$  ve  $NF=92$  olarak bulmuştur. Kromozomların, 3 çifti metasentrik, 12 çifti submetasentrik, 6 çifti subtelosentrik ve 4 çift akrosentrikten oluştuğunu belirlemiştir.

Gaffaroglu ve ark. (2006), Fırat Nehri'nden elde edilen Anadolu *Acanthobrama marmid* balığının karyotipi ve gümüş boyama kullanılarak ribozomal bölgeleri açığa

çıkartmışlardır. Diploid kromozom sayısını  $2n=50$  ve karyotipinin 8 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 4 çift subtelosentrik-akrosentrik kromozom içerdiğini bildirmişlerdir. En büyük kromozom çifti subtelosentrik-akrosentriktir. Bu özellik Leuciscinae için karakteristik bir sitotaksonomik markerdir. NOR orta büyüklükteki submetasentrik-subtelosentrik kromozom çiftinin telomerlerinde tespit etmişlerdir. Heteromorfik eşey kromozomları tespit etmemişlerdir. *Acanthobrama marmid* 'in karyotipi Avrasya Leuciscinae sazanlarıyla hemen hemen özdeş olduğunu iddia etmişlerdir.

Yüksel ve Gaffaroğlu (2006), Fırat Nehri'nden elde edilen *Cyprinion macrostomus*'un nükleolus organizatör bölgelerini (NORs) ve ploidi düzeylerini araştırmışlardır. Bu türün kromozom sayısını 3 çift metasentrik, 12 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik ve 4 çift akrosentrik olmak üzere  $2n=50$  olarak belirlemişlerdir. NOR'ların orta büyüklükteki 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucuna yerleşmiş olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir. NOR kalıplarının Avrasya cyprinidleri ile benzer bulunduğunu savunmuşlardır. İnterfazdaki nükleolusları sayarak ploidi seviyesi tanımlandıklarını ileri sürmüşlerdir.

Yüksel ve Gaffaroğlu (2008b), Fırat Nehri'nden elde edilen *Chalcalburnus mossulensis*'in nükleolus organizatör bölgelerini (NORs) araştırmışlardır. Bu türün kromozom sayısını 6 çift metasentrik, 8 çift submetasentrik, 5 çift subtelosentrik ve 6 çift akrosentrik olmak üzere  $2n=50$  olarak belirlemişlerdir. NOR'ların en büyük çift submetasentrik kromozomun uzun kollarının ucuna; diğerinin ise orta büyüklükteki çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucuna yerleşmiş olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Gaffaroğlu ve Yüksel (2009), Fırat Nehri'nde yaşayan iki Cyprinid *Acanthobrama marmid* ve *Cyprinion macrostomus* üzerinde konstitütif heterokromatini araştırmışlardır. Bu türlerin metafaz kromozomlarından C band kalıplarını rapor etmişlerdir. Bütün örneklerde diploid kromozom sayısını  $2n=50$  olarak bulmuşlardır. Her iki türde de bütün kromozomların perisentromerik bölgelerinde C band görüldüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca *Acanthobrama marmid*'de iki çift submetasentrik kromozomun kısa kollarında ve *Cyprinion macrostomus*'ta iki çift submeta-subtelosentrik kromozomun kısa kollarında C-band gözlemlemişlerdir. C-band blokları

ve NOR bölgeleri arasında benzerlikler bulunduğunu ifade etmişlerdir. Her iki türün C band kalıpları arasında benzerliklerin mevcut olduğunu belirtmişlerdir.

Değer (2006), Dicle Nehri'nden elde edilen Mugilidae familyasına ait *Liza abu*, Bagridae familyasına ait *Mystus halepensis* türlerinin kromozom sayısı ve morfolojilerini ilk kez belirlemiştir. *Liza abu* türünün diploid kromozom sayısının 48, karyotipinin 1 çift metasentrik ve 23 çift akrosentrik kromozomdan (NF=50) oluştuğunu; *Mystus halepensis*'in diploid kromozom sayısının 32; 6 çift metasentrik-submetasentrik ve 9 çift subtelo-akrosentrik kromozom, 1 submetasentrik ve 1 akrosentrik kromozom ile kol sayısının 45 olduğunu belirlemiştir.

Karasu (2009) Tohma Çayı'ndan (Fırat Nehri) alınan *Pseudophoxinus firati* (Pisces: Cyprinidae) örneklerinin kromozom özelliklerini sitogenetik (karyotip, C-bantlama ve nükleolus organizatör bölge-NOR) yöntemler ile ilk kez tanımlamıştır. Diploid kromozom sayısını 19 çift meta-submetasentrik, 6 çift subtelosentrik olmak üzere  $2n=50$  ve NF=88 olarak bulmuştur. C bantlama ile 6 çift kromozom üzerinde konstitütif heterokromatin bölge tespit etmiştir. Orta büyüklükte 2 çift submeta-subtelosentrik kromozomun kısa kollarında NOR gözlemlemiştir.

Değer ve ark. (2010), iki farklı lokaliteden, Devegeçidi Baraj Gölü (Dicle su sistemi) ve Karakaya Baraj Gölü'nden (Fırat su sistemi), yakalanan *Mastacembelus mastacembelus* türüne ait örneklerin karyolojik analizleri yapılarak kromozom sayıları ve morfolojilerini incelemiştir. Dicle ve Fırat su sistemlerinden yakalanan *Mastacembelus mastacembelus* örneklerinin diploid kromozom sayısı  $2n=48$  bulunmuştur. Her iki popülasyona ait örneklerin karyotipleri karşılaştırıldığında kromozom sayısının korunduğu ancak kromozom morfolojilerinin ve kol sayılarının (NF) değiştiğini belirlemiştir.



### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Balık Örneklerinin Alındığı Lokaliteler

Bu çalışmada Dicle ve Fırat su sistemlerinden getirilen Cobitoidea üstfamilyasına ait türler karyolojik yönden incelenmiştir. Balıklar küçük gözenekli ıgrıp ve elektroşoker kullanılarak yakalanmıştır. Canlı olarak havalandırılmalı bidonlarla laboratuara getirilmiştir. Laboratuarda 50x70x100 cm ebatlarındaki akvaryumlara yerleştirilmiş ve birkaç gün süreyle bu ortama adaptasyonları sağlanmıştır. Adaptasyon ve test aşamalarında laboratuvar sıcaklığı 25° C şeklinde ayarlanmıştır. Akvaryumlar sürekli havalandırılmıştır.

Kromozom analizleri için Mayıs- 2008'den itibaren laboratuara çok sayıda balık örnekleri getirilmiştir. Cobitoidea üstfamilyasına ait 94 örnek incelenmiştir. Kromozom analizleri için birçok teknik denenmiştir. Bu deneme sürecinden sonra en iyi sonucu veren metotla kromozom analizleri yapılmıştır.

Balık örnekleri Dicle Nehri'nin Pamuk Çayı ve Kurmuşlu Deresi olmak üzere iki farklı lokalitesinden alınmıştır (Şekil 3.1.). Fırat Nehri'nin ise Cip Barajı, Kozluk Çayı, Culap Deresi ve Beyazsu Deresi olmak üzere dört farklı lokalitesinden balık örnekleri alınmıştır (Şekil 3.2.).

### 3. MATERYAL ve METOT



Şekil 3.1. Balık Örneklerinin alındığı Dicle Nehri'nin iki lokalitesi



Şekil 3.2. Balık Örneklerinin alındığı Fırat Nehri'nin dört lokalitesi

Dicle Nehri Pamuk Çayı'ndan (38°16'02,96''K, 40°34'13,54''D) 25.09.2009 tarihinde örnekler alınmıştır. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türüne ait toplam 3 örnek (3♂) incelenmiştir. Örneklerin total boy uzunluklarının 54-80 mm ve total vücut ağırlıklarının 2-3 gr arasında değiştiği gözlenmiştir. *Oxynoemacheilus frenatus* türüne ait toplam 12 örnek (2♀ , 10♂) incelenmiştir. Örneklerin total boy uzunluklarının 61-85 mm ve total vücut ağırlıklarının 2-4 gr arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Dicle Nehri Pamuk Çayı ve incelenen örnekler ile ilgili veriler

Örneklerin Alındığı Yer : Dicle Nehri, Pamuk Çayı Kocaköy/DİYARBAKIR

Koordinat: 38°16'02,96''K 40°34'13,54''D

Tarih: 25.09.2009

İncelenen Örnek Sayısı:

*Oxynoemacheilus argyrogramma*

3 örnek (3 ♂ )

Total boy uzunluğu (mm): 54-80

Total vücut ağırlığı (gr):2-3

*Oxynoemacheilus frenatus*

12 örnek (2♀ , 10♂)

Total boy uzunluğu (mm): 61-85

Total vücut ağırlığı (gr): 2-4



Dicle Nehri Kurmuşlu Deresi'ne (37°48'02,45''N, 40 °45'55,30''E) iki farklı tarihte gidilmiştir. 13.06.2009 tarihinde *Oxynoemacheilus argyrogramma* türüne ait 48 örnek (8♀ , 40♂) alınmıştır. Örneklerin total boy uzunluklarının 55-65 mm ve total vücut ağırlıklarının 1,5-2 gr arasında değiştiği gözlenmiştir. 22.07.2010 tarihinde ise *Oxynoemacheilus argyrogramma* türüne ait 3 örnek incelenmiştir. Bu örneklerin total boy uzunluklarının 73-76 mm ve total vücut ağırlıklarının 2,5-3 gr arasında değiştiği gözlenmiştir. *Oxynoemacheilus frenatus* türüne ait 3 örnek incelenmiştir. Bu örneklerin total boy uzunluklarının 60-62 mm ve total vücut ağırlıklarının 1,6-2,8 gr arasında değiştiği gözlenmiştir. *Turcinoemacheilus kosswigi* türüne ait 1 örnek alınmıştır. Bu örneğin total boy uzunluğu 52 mm ve total vücut ağırlığı 0,84 gr olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3.2).

### 3. MATERYAL ve METOT

---

**Çizelge 3.2.** Dicle Nehri Kurmuşlu Deresi ve incelenen örnekler ile ilgili veriler

---

Örneklerin Alındığı Yer: Dicle Nehri, Kurmuşlu (Şeyhan) Deresi Bismil/Diyarbakır

Koordinat: 37°48'02,45''N 40°45'55,30''E

Tarih: 13.06.2009 İncelenen Örnek Sayısı

*Oxynoemacheilus argyrogramma*

48 örnek (8♀ , 40♂)

Total boy uzunluğu (mm):55-65 Total vücut ağırlığı (gr):1,5-2

Tarih: 22.07.2010 İncelenen Örnek Sayısı

*Turcinoemacheilus kosswigi*  
(1 örnek)

Total boy uzunluğu (mm): 52

Total vücut ağırlığı (gr): 0,84

*Oxynoemacheilus argyrogramma*  
(3 örnek)

Total boy uzunluğu (mm): 73-76

Total vücut ağırlığı (gr): 2,5-3

*Oxynoemacheilus frenatus*  
(3 örnek)

Total boy (mm): 60-62

Total vücut ağırlığı(gr): 1,6-2,8



---

Fırat Nehri üzerinde bulunan Cip Barajı'ndan (38° 40' 40,92'' K, 39° 03' 59,46'' D) 01.10.2009 tarihinde örnekler alınmıştır. *Cobitis elazigensis* türüne ait toplam 5 örnek (1♀ , 4♂) incelenmiştir. Örneklerin total boy uzunlukları 63-91 mm ve total vücut ağırlıklarının 1,5-4,5 gr arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 3.3).

Fırat Nehri Kozluk Çayı'ndan (39° 4'16.63''K, 38°30'41.07''E) 25.07.2010 tarihinde örnekler alınmıştır. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türüne ait 3 örnek incelenmiştir. Bu örneklerin total boy uzunluklarının 75-81 mm ve total vücut ağırlıklarının 3,6-4 gr arasında değiştiği gözlenmiştir. *Oxynoemacheilus sp.* türüne ait 3 örnek incelenmiştir. Bu örneklerin total boy uzunluklarının 76-82 mm ve total vücut ağırlıklarının 3,7-4,2 gr arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 3.4 ).



**Çizelge 3.3.** Fırat Nehri Cip Barajı ve incelenen örnekler ile ilgili veriler

Örneklerin Alındığı Yer: Fırat Nehri/Cip Barajı Elazığ

Koordinat: 38° 40' 40,92'' K 39° 03' 59,46'' D

Tarih: 01.10.2009

İncelenen Örnek Sayısı: 5 örnek (1♀ , 4♂)

Total boy uzunluğu (mm):63-91

Total vücut ağırlığı (gr): 1,5-4,5

*Cobitis elazigensis*

**Çizelge 3.4.** Fırat Nehri Kozluk Çayı ve incelenen örnekler ile ilgili veriler

Örneklerin Alındığı Yer: Fırat Nehri, Kozluk Çayı  
Kemaliye/Erzincan

Koordinat: 39° 4'16.63"K 38°30'41.07"E

Tarih: 25.07.2010

İncelenen Örnek Sayısı:

*Oxynoemacheilus argyrogramma*

3 örnek

Total boy uzunluğu (mm): 75-81

Total vücut ağırlığı (gr): 3,6-4



Su analizi verileri

pH:8,40

Sıcaklık: 21,4°C

Oksijen : 8,27mg/l

Doygunluk: %

İletkenlik:246µs/cm,

21,3 mV

*Oxynoemacheilus sp.*

3 örnek

Total boy uzunluğu (mm): 76-82


Total vücut ağırlığı (gr): 3,7-4,2



31.07.2010 tarihinde Fırat Nehri Culap Deresi'nden (37° 9'45.57"K,39° 2'0.43"E) örnekler alınmıştır. *Oxynoemacheilus frenatus* türüne ait 8 örnek (1♀ , 7♂) incelenmiştir. Örneklerin total boy uzunluklarının 65-75 mm ve total vücut ağırlıklarının 2-3,5gr arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 3.5).

### 3. MATERYAL ve METOT

**Çizelge 3.5.** Fırat Nehri Culap Deresi ve incelenen örnekler ile ilgili veriler

<u>Örneklerin Alındığı Yer:</u> Fırat Nehri, Culap Deresi Urfa-Mardin Yolu Şanlıurfa	<u>Su analizi verileri</u>
<u>Koordinat:</u> 37° 9'45.57"K_39° 2'0.43"E	pH:8,03
<u>Tarih:</u> 31.07.2010	Sıcaklık: 30,1°C
	Oksijen : 6,70mg/l
	Doygunluk: %95,4
	İletkenlik: 482µs/cm, -56,7mV
<u>İncelenen Örnek Sayısı:</u>	
<i>Oxynoemacheilus frenatus</i>	
8 örnek (1♀ , 7♂)	
Total boy uzunluğu (mm): 65-75	
Total vücut ağırlığı (gr): 2-3,5	
	

Fırat Nehri Beyazsu Deresi'nden (37°12'19.45"K, 41°19'1.11"E) 31.07.2010 tarihinde örnekler alınmıştır. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türüne ait toplam 5 örnek (1♀ , 4♂) incelenmiştir. Örneklerin total boy uzunluklarının 72-81 mm ve total vücut ağırlıklarının 2,6-3,8 gr arasında değiştiği gözlenmiştir (Çizelge 3.6.).

**Çizelge 3.6.** Fırat Nehri Beyazsu Deresi ve incelenen örnekler ile ilgili veriler

<u>Örneklerin Alındığı Yer:</u> Fırat Nehri, Beyazsu Deresi Nusaybin/Mardin	<u>Su analizi verileri</u>
<u>Koordinat:</u> 37°12'19.45"K 41°19'1.11"E	pH:8,09
<u>Tarih:</u> 31.07.2010	Sıcaklık: 19,6°C
	Oksijen : 7,12mg/l
	Doygunluk: %84,6
	İletkenlik:463µs/cm, -58,5mV
<u>İncelenen Örnek Sayısı:</u>	
<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i>	
5 örnek (1♀ , 4♂)	
Total boy uzunluğu (mm):72-81	
Total vücut ağırlığı (gr): 2,6-3,8	
	

### 3.2. Kromozom Preparatlarının Hazırlanması

Kromozom preparasyonlarının yapımında temel yaklaşım, metafazda bölünen hücreleri arttırmak ve daha sonra gözlemek için bir mikroskop lamı üzerine metafaz hücrelerinden kromozomları yaymaktır. Balıklarda en iyi kromozom kaynakları aktif bölünen dokuları içeren yumuşak organlar (böbrek ve dalak), solungaçların epitel hücreleri ve yüzgeçlerdir (Gold ve ark. 1990). Balıklarda böbrekler baş ve kuyruk böbrek olarak ayrılır. Baş böbrek bir lenfoid organdır; kan hücreleri ise karaciğer, dalak ve böbrekte oluşturulur (Mayer 2011). Cobitoidea üstfamilyasına ait türler çok küçük balıklar olduğu için bu çalışma analizlerinde böbrek, dalak ve solungaç gibi dokular kullanılmıştır. Balıklarda kromozom preparasyonu yapılırken izlenen yol aşağıda sırasıyla verilmiştir.

#### 3.2.1. Mitoz Stimülasyonu

Direkt kaynaklardaki bölünen hücre sayısını arttırmak amacı ile birkaç metot geliştirilmiştir. Böylece lam preparasyonlarında yüksek mitotik indeks çok sayıda iyi yayılmış metafaz plağı elde edilir. Böbrek preparasyonlarında bölünen hücre sayısını arttırmak için farklı metotlar kullanılır. Örneğin at serumu enjeksiyonu (Ojima ve Kurishita 1980), maya solüsyonu enjeksiyonu (Oliveria ve ark. 1988), Fitohemoglutinin enjeksiyonu (Gold ve ark. 1990) , kobalt klorür solüsyonu enjeksiyonu (Cucchi ve Baruffaldi 1990) gibi mitoz uyarıcılar kullanılır. Bunların bölünen hücrelerin sayısını arttırma mekanizmaları antijenlerin immunolojik stimülasyonu şeklindedir. İn vivo uygulamadan sonra böbreklerde büyüme meydana geldiği bilinmektedir. Fakat eksik yanı özellikle küçük balıkları öldürmemek için dozun belirlenmesinin zor olmasıdır.

Direkt metodun esası balığa çeşitli mitotik uyarıcıların enjeksiyonundan sonra böbrek, solungaç gibi belirli dokuların alınarak direkt olarak preparasyona tabi tutulması esasına dayanır (Thorgard ve Disney 1990). Bu çalışmada balıklara mitozu arttırmak amacı ile preparasyondan 72 saat önce  $CoCl_2$  (kobalt klorür) solüsyonu enjekte edilmiştir. Bu sürenin sonunda kolşisin enjekte edilmiştir.

#### **3.2.2. Mitotik Bir Engelleyici ile Ön Muamele**

Kolşisin direkt ve indirekt metotlarda mitozu inhibe etmek için en yaygın kullanılan kimyasaldır (Collares-Pereira 1992). Bu kimyasal madde bir hücredeki iğ oluşum mekanizmasını ortadan kaldırır. Kolşisin hücre bölünmesinin metafaz safhasında iğ iplikçiklerinin oluşmasını önler ve böylece kromozomlar anafazda kutuplara göç etmek yerine metafazda kalır (Denton 1973).

#### **3.2.3. Hipotonik Muamele**

Metafazdaki kromozomları birbirinden ayırmak için dokuların hipotonikte bir süre beklemeleri gerekmektedir. Bu işlem hücrelerin kendi ozmatik basıncından daha düşük bir ozmatik basınca sahip olan bir solüsyona maruz bırakılmaları esasına dayanır. Balıktan doku alındıktan hemen sonra yapılır. Böylece hücreye su girer ve hücre şişmeye başlar. Bu durumda kromozomlar birbirinden ayrılır ve iyi bir şekilde yayılmaları sağlanır. Hipotonikte bekletme süresi 7 dakikadan 1 saate kadar değişir (Ulupınar ve Alaş 2002). Bu süre kullanılan dokunun yoğunluğuna ve sıcaklığına bağlı olarak değişir. Bunun yanında deneme ve yanılmayla yeterli sayıda iyi yayılmış kromozom elde etmek için uygun zaman doğru olarak tespit edilebilir (Denton 1973).

#### **3.2.4. Fiksasyon (Tespit Etme)**

Şişen hücreler boyama için hazırlanmadan önce kimyasal olarak fikse edilir. Fiksasyonun amacı hücrenin içeriğini bozmadan hücreyi tespit etmektir. Fiksatif daima preperasyondan hemen önce taze olarak hazırlanmalıdır (Denton 1973). Fiksatifin içinde bulunan alkol dokuyu sertleştirir ve büzölmeye neden olur; asetikasit ise alternatif olarak alkolün sebep olduğu büzüşmeyi önler ve istenilen düzeyde hızlı bir biçimde içe işleme yeteneğindedir (Gold ve ark. 1990).

#### **3.2.5. Klasik Giemsa Boyama**

Kromozomları aydınlık saha mikroskobu altında incelemek için netlik (kontras) elde etmek için boyama gereklidir. Yaygın olarak kullanılan boya giemسادır. Muamele süreleri, sıcaklıkları optimum boyama için önemlidir.

Bu çalışmada kromozom preparatlarının hazırlanmasında Collares-Pereira

(1992)'nin önerdiği havada kurutma tekniği modifiye edilerek kullanılmıştır. Aşağıda kromozom preparatlarının hazırlanmasında izlediğimiz yol maddeler halinde verilmiştir:

1. Mitozu uyarmak amacıyla balıklara intraperitoneal olarak 1 g vücut ağırlığı için 0,005 ml %0,4'lük  $\text{CoCl}_2$  solüsyonu enjekte edildi.
2. Balıklar iyi havalandırılmış akvaryumlarda 72 saat boyunca bekletildi.
3. Balıklara intraperitoneal olarak 1 g vücut ağırlığı için 0,01 ml taze hazırlanmış % 0,1'lik kolşisin solüsyonu enjekte edildi.
4. Tekrar akvaryuma bırakılan balıklar 2,5 saat bekletildi.
5. Balığın omuriliği zedelendikten sonra balıklar disekte edildi ve böbrek, dalak ve solungaçları alındı. Dokuların 0,075M KCl içinde iyi bir şekilde parçalanmaları sağlandı. Parçalanmış dokular santrifüj tüplerine aktarıldı. 15 ml'lik konik santrifüj tüpü içinde 35-40 dakika  $37^\circ\text{C}$  de inkübe edildi.
6. Bu işlemden sonra 10 dakika 1200 rpm de santrifüj edildi.
7. Santrifüjden sonra hipotonik atıldı.
8. 3:1 metanol: asetik asit karışımından oluşan fiksatif 5-6 ml ilave edildi.
9. 10 dakika 1200 rpm de santrifüj edildi ve supernatant atıldı.
10. Bu iki adım iki kez tekrarlanır ve hücreler tekrardan suspense edildi.
11. Son fiksatif 10 dakika 1200 rpm de santrifüj edildi ve küçük bir miktar fiksatif içinde tekrardan suspense edildi.
12. Hücre suspensiyonu pastör pipeti ile 20-30 cm yükseklikten mikroskop lamları üzerine damlatıldı. Her balık örneği için 2 tane giemsa boyama, 2 tane Ag-NOR boyama ve 2 tane C-bantlama için ayrılmak üzere 6 tane preparat hazırlandı.
13. Preparatlar kurutulduktan sonra karyotip için hazırlanan 2 preparat % 10'lük Giemsa boyasında 15 dakika bekletildi. Yıkanan ve havada kurutulan preparatlar entellan ile kapatılarak daimi preparat haline getirildi.
14. Balık örnekleri alkol ve formaldehit içeren farklı kaplarda saklandı.
15. Karyotip için "Havada Kurutma" yöntemine göre hazırlanan preparatlar, Nikon ECLİPSE 80i araştırma mikroskopunda tarandı ve 100'lük objektifte Nikon DS Fi-

1 kamera ile fotoğrafları çekilmiştir.

Çekilen fotoğraflardan iyi olanları seçilmiştir. Karyotip düzenlemesi bilgisayardan Adobe Photoshop CS3 programı ile yapılmıştır. Karyotipler Collares-Pereira ve ark. (1998)'nin yöntemine göre yapılmıştır. Kromozomlar üç gruba ayrılmıştır. M (metasentrik), S (subtelosentrik-submetasentrik) ve A (telosentrik-akrosentrik). NF değerini hesaplamak için, M ve S kromozom grupları iki kollu ve A kromozom grubu tek kollu olarak skorlanmıştır (Collares-Pereira ve ark. 1998).

#### 3.2.6. C-Bantlama

Metafaz kromozomlarıyla ilgili diğer yaygın sitogenetik teknik C-bantlamadır. Pozitif C bantlar konstitütif heterokromatin bölgelerini teşhis etmektedir ki bu bölgeler transkripsiyonel olarak inaktif, yüksek derecede tekrarlamalı DNA dizilerini içerir. C-pozitif heterokromatin dağılımı; türler arasında ve tür içinde homolog kromozomların teşhisinde ve kromozom sınıflandırılmasını düzenlemede uygulanır (Boron 1999).

Kromozomlarda en çok çalışılan iki bant tipi mevcut olup bunlar heterokromatik ve ökromatik bantlardır. Ökromatik kısma göre farklı bir yoğunlaşma/çözülme devresi gösteren kromatin, heterokromatindir. Heterokromatin fakültatif ve konstitütif heterokromatin olmak üzere ikiye ayrılır. Fakültatif heterokromatin, genomik kompozisyon bakımından ökromatinden farklı değildir. Bazı durumlarda, ökromatin ile aynı anda yoğunlaşma gösterirken bazen farklı devrelerde yoğunlaşır. Konstitütif heterokromatin ise, yoğunlaşma devresi ökromatinin yoğunlaşma devresiyle sürekli olarak farklılık gösteren heterokromatindir. Genellikle çok tekrarlayan DNA bakımından zengin olup, baz kompozisyonu bakımından genomun geri kalan kısmından farklıdır. Bu özellikleri, konstitütif heterokromatinin Giemsa gibi boyalarla ayırt edilmesini sağlamaktadır. Heterokromatinde repetitif yani tekrarlayan DNA dizileri mevcuttur. Araştırmacılar ökaryotik genomun büyük bir kısmının repetitif DNA'dan yani belli bir diziden oluşan segmentin ya peş peşe veya tek kopya DNA dizileri arasında yüzlerce-binlerce kez tekrarlanmasıyla oluştuğunu açıklamışlardır. Repetitif DNA iki kategoride bulunur. Bunlardan biri dizilerin 100 baz çiftinden (bp) daha kısa fakat  $10^5$ - $10^7$  kez peş peşe tekrarlandığı çok tekrarlayan DNA'dır. Diğerisi ise en az 1000 bp uzunluğunda ve  $10^2$ - $10^4$  gibi orta derecede tekrarlayan DNA'dır. Bu DNA genom içinde dağılmış halde bulunurken, çok tekrarlayan DNA ise belli bölgelerde lokalize

olmuştur. C-bantları ile bu tipteki DNA bölgeleri belirlenmektedir. C-bandı olarak bilinen konstitütif heterokromatin bölgeleri kromozom markerları olarak faydalıdır. Bu bantların dağılışı türler için karakteristik bir özelliktir (Yüzbaşıoğlu 1996, Karasu 2009)

Balık kromozomlarında rutin olarak kullanılan bantlamalardan birisi C-bandı metodudur (Gaffaroğlu ve Yüksel 2009). Balık kromozomlarındaki C-bantlamada üzerinde durulan ilk nokta heterokromatinin varlığı ve lokasyonudur. Birçok durumda C-bantlar kromozom boyunca sentromerik ve telomerik bölgelerde dağılır. Ayrıca, bu bantlar kromozom kolları boyunca ve akrosentrik kromozomların kısa kolunda da gözlemlenmektedir. C-bantlama homolog kromozomları tanımlamada ve birçok durumda eşey kromozomlarının tanımlanmasında yararlıdır (Zhang 1996).

Birçok C-bant metodu hafif asit muamelesi, baz denatürasyonu ve sıcak tuzda inkübasyona dayalıdır (Zhang 1996).

Hazırlanmış olan preparatlardan C-bantlama yapmak için Sumner (1972)'ın tekniği kısmen modifiye edilerek kullanılmıştır.

1. Preparatlar oda sıcaklığında şale içerisindeki 0,2 N HCl'de 30 dakika bekletildi.
2. Preparatlar 37 °C ye ayarlanmış su banyosunda Ba(OH)<sub>2</sub>'de 15 dakika inkübe edildi.
3. Preparatlar 2 X SSC'de 2 saat 65°C ye ayarlanmış su banyosunda inkübe edildi.
4. İnkübasyondan sonra % 10'luk Giemsa boyasında 15 dakika bekletildi.
5. Yıkanan ve kurutulan preparatlar entellan ile kapatılarak daimi preparat haline getirildi.

C-bandı için, daha önce hazırlanmış olan preparatlar, yukarıda bahsedilen işlemlerden geçirildikten sonra preparatların taranması yapıldı. Uygun metafazların fotoğrafları çekildi ve C-bandı pozitif olan kromozomlar işaretlendi.

### 3.2.7. Ag-NOR Boyama

Hücre bölünmesi sırasında nükleolus devirsel değişiklikler gösterir. Işık mikroskobu incelemeleri, nükleolusun, profaz başlarken kaybolduğunu ve bölünme tamamlanınca tekrar ortaya çıktığını göstermektedir. Herbir nükleolus sadece bir çift kromozomla temas halindedir. Bu kromozomlara nükleolus kromozomları ve temas yerine nükleolus organizatörü denir. Telofazda bu nükleolus kromozomlarının

### 3. MATERYAL ve METOT

---

nükleolus organizatörü olan bölgelerinden nükleoluslar teşekkül etmektedir. Nükleolus organizatörü bölgeleri rRNA transkripsiyonu yapan genlere sahiptir (Karol ve ark. 2000, Karasu 2009).

NOR'un ayırt edilmesi gümüş nitrat metodu ile başarılıdır. Bu boyamanın mekanizması iyonik gümüşün metalik gümüşe redüksiyonu ( $Ag^+ \rightleftharpoons Ag^0$ ) ve transkripsiyonel aktif NOR bölgelerinde üretilen proteinlerle gümüşün etkileşmesine dayanır. Boyama reaksiyonu gerçekleştiğinde, NOR bölgeleri siyaha boyanırken, kromozomun diğer kısımları sarıya boyanmaktadır. Birçok omurgalı grubunda; memelilerde, kuşlarda, sürüngenlerde, iki yaşamlılarda ve balıklarda kromozomal NOR'un gözlenmesi için bu metottan yararlanılmıştır. Kromozomal NOR boyama çok sayıda sitogenetik araştırmanın başında gelir. Bunlar; NOR yapısındaki çalışmalar, NOR'un fonksiyonu ve kalıtımı, NOR'da genetik düzenlenme ve NOR'un tür içi ve türler arasındaki değişkenliğidir (Jenkin 1992).

Yapılan NOR çalışmalarında farklı homolog kromozomlar üzerinde bulunan NOR'lar farklı büyüklükte olabilmektedir. Hatta bazı balıklarda, aynı homolog kromozom üzerinde bulunan NOR'lar arasında hemen hemen iki katına varan büyüklük farklılıkları görülebilir. NOR'ların bu ölçüde farklılık göstermesinin sistron sayısından ve transkripsiyonel aktivitedeki farklılıklardan kaynaklandığı bildirilmektedir. Balık türlerinde NOR fenotiplerinin belirlenmesinin yanı sıra özellikle tür içi ve türler arası NOR varyasyonlarının ortaya çıkarılması konusunda çalışmalar yoğunlaşmıştır. Tür içi ve türler arasındaki heteromorfizmin dört kategoride değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Bunlar;

- a) Genom başına mutlak NOR sayısı
- b) NOR'ların pozisyon veya kromozomal yerleşimi
- c) NOR'ların büyüklüğü
- d) Hücre başına aktif NOR'ların dağılımı (a ve b türler arası, c ve d tür içi heteromorfizmin belirlenmesinde kullanılır) (Jenkin 1992, Pekol 1999, Gaffaroğlu 2003).

Kromozom setlerini boyamada ayırt edici sitogenetik teknikler gereklidir. NOR lokalizasyonu ve NOR kromozom fenotipi balık sitotaksonomisinde kullanılmıştır. (Philips ve ark. 1989, Martinez ve ark. 1993). Gümüş boyama interfazdan önce



transkripsiyonel olarak aktif rDNA genlerini tanımlar (Howell ve Black 1980). Sola ve ark. (1988) na göre NOR aktifliği ve kromatin yoğunluğu derecesiyle NOR kromozomlarının morfolojik değişkenliği arasında korelasyon vardır.

Hazırlanmış olan preparatlardan gümüş boyama yapmak için Howell ve Black (1980)'in "a 1-step" tekniği kısmen modifiye edilerek kullanılmıştır.

1. Preparatların üzerine 70 mikrolitre koloidal geliştirici çözelti ve 140 mikrolitre sulu gümüş nitrat çözeltisinden damlatıldı.
2. Preparatların üzeri lamelle kapatıldıktan sonra 70 °C'deki etüve kondu.
3. Preparatın rengi altın kahverengiye dönüşünce etüvden çıkarıldı ve üzerindeki lamel kaldırıldı.
4. Preparat önce çeşme suyunda daha sonra distile suda iyice yıkandı ve kurumaya bırakıldı.
5. Preparatlar % 10'luk Giemsa boyasında 15 dakika bekletildi.
6. Yıkanan ve kurutulan preparatlar Entellan ile kapatılarak daimi preparat haline getirildi.

NOR boyama için, daha önce hazırlanmış olan preparatlar, yukarıda bahsedildiği gibi gümüş boyama yöntemiyle boyandıktan sonra, preparatların taranması yapılarak NOR sayısında güvenilirlik sağlandı. Uygun metafazların fotoğrafları çekildi ve NOR taşıyan kromozomlar işaretlendi.

### 3.3. Kimyasalların Hazırlanması

**Kobalt klorür Solüsyonu (%0,4'lük):** 400mg kobalt klorür- $\text{CoCl}_2$  (Sigma 60818) üzerine 100ml distile su eklenerek solüsyon hazırlandı.

**Kolşisin Solüsyonu (%0,1'lik):** 100 mg kolşisin-  $\text{C}_{22}\text{H}_{25}\text{NO}_6$  (Sigma C9754) üzerine 100ml distile su eklenerek solüsyon hazırlandı (Collares-Pereira 1992).

**Hipotonik Solüsyonu (0,075M):** 558 mg potasyum klorür-KCl (Riedel-de Haën® 12636) üzerine 100 ml distile su ilave edilerek hazırlandı.

**Fiksatif [3:1 Metanol:Asetikasit ]:** 3 hacim metanol (Merck 24229) ve 1 hacim

### 3. MATERYAL ve METOT

---

asetik asit (Merck 27225) olmak üzere gerekli olduğu miktarda hazırlanır.

**Giemsa Solüsyonu (%10'luk):** 10 ml hazır giemsa solüsyonu (Merck 9204) üzerine 90 ml distile su ilave edilerek hazırlanır.

**Hidroklorik Asit Solüsyonu (0.2 N):**

Stok solüsyon: 1N hidroklorik asit-HCl (Merck 1.00314.2500) 44 ml HCl/ 500 ml distile su ilavesiyle hazırlandı.

Çalışma solüsyonu: 0.2 N HCl: 20 ml 1N HCl/100 ml distile su ilavesiyle hazırlandı.

**Baryum Hidroksit Solüsyonu:** 5.3 g baryum hidroksit-Ba(OH)<sub>2</sub> (Sigma-Aldrich 342386)/100 ml distile su ilavesiyle hazırlandı ve filtre kâğıdında süzüldü.

**2XSSC:** 17.53 g sodyum klorür-NaCl (Merck 1.0604.1000) ve 8.82 g sodyum sitrat-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>Na<sub>3</sub>O<sub>7</sub> (Merck Art.6431) üzerine 500 ml distile su ilave edildi. pH 7 ayarlamak için 1N sodyum hidroksit-NaOH (Riedel-de Haën® 04270) (21.25 g NaOH/500 ml distile su) ilave edildi.

**Sulu Gümüş Nitrat Çözeltisi (% 50'lik):** 1 g gümüş nitrat -AgNO<sub>3</sub> (Fluka 85228) ve 2 ml deiyonize suda eritildi.

**Kolloidal geliştirici çözelti:** 2 g jelatin (Fluka 48723) üzerine 100 ml. deiyonize su ve 1 ml formik asit (Riedel-de Haën® 27001) eklendi.

#### 3.4. Preparasyonda Kullanılan Lamların Temizlenmesi

İyi bir preparat elde etmek için yayma yapılacak lamların son derece temiz olması gerekir. Lamlar bir tülbent yardımıyla deterjanla musluk suyuyla iyice yıkanır. Yıkanan lamlar 100 ml etanol (Sigma-Aldrich E7023) ve 1 ml HCl solüsyonunda en az 10 dakika bekletilir. Bu solüsyondan çıkarılan lamlar bez ya da kâğıt havlu ile kurulanır. Bu işlemin kromozom preparasyonuna başlamadan hemen önce yapılması gereklidir (Pisano 1992).

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada Dicle ve Fırat su sistemlerinde yaşayan Cobitoidea üstfamilyasına ait *Cobitis elazigensis*, *Oxynoemacheilus argyrogramma*, *Oxynoemacheilus frenatus*, *Oxynoemacheilus sp.* ve *Turcinoemacheilus kosswigi* türülerinin karyolojik özellikleri belirlenmiştir.

##### 4.1. *Cobitis elazigensis* Coad & Sariyyupoglu, 1988

Cobitidae familyasına ait *Cobitis elazigensis* endemik bir tür olup, Elazığ ilinin Cıp Barajı'ndan elde edilen örneklerin kromozom karakteristikleri incelenmiştir.

##### 4.1.1. *Cobitis elazigensis* Türünün Karyotip Analizi

*Cobitis elazigensis* türünün iyi kalitede olan toplam 75 metafaz plaklarının incelenmesiyle, bu türün diploid kromozom sayısı  $2n=50$  olarak tespit edilmiştir. Kromozom morfolojisi; 9 çift meta-submetasentrik, 16 çift akrosentrik ve kol sayısının  $NF=68$  olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1). Eşey kromozomları farklılaşması bu türde görülmemiştir.

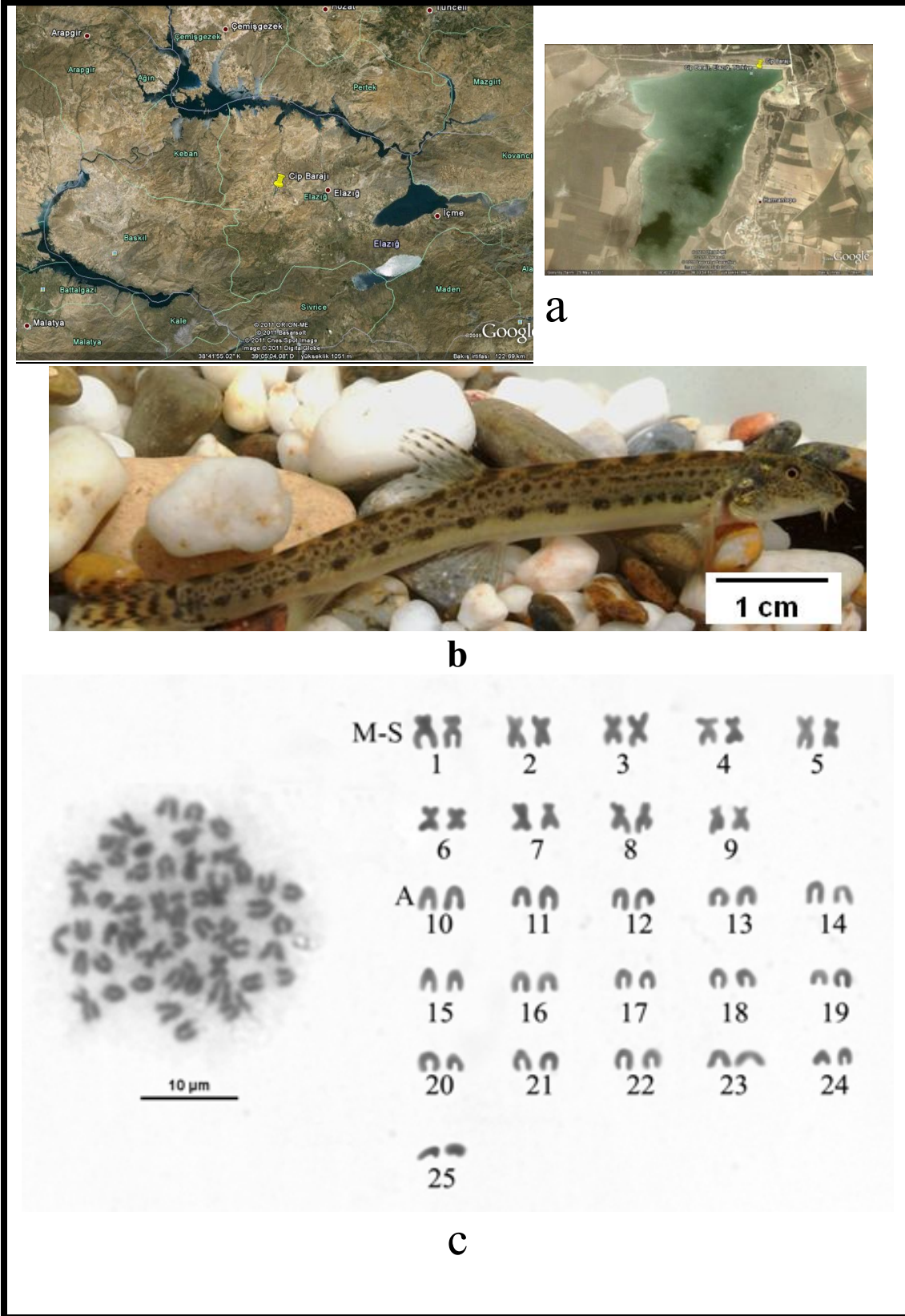
Çizelge 4.1. *Cobitis elazigensis* türünün karyotip analizi

Tür	Lokalite	Örnek sayısı	Metafaz sayısı	2n	NF	Kromozom morfolojisi	
						M-S	A
<i>Cobitis elazigensis</i>	Fırat Nehri (Cıp Barajı)	5	75	50	68	18	32

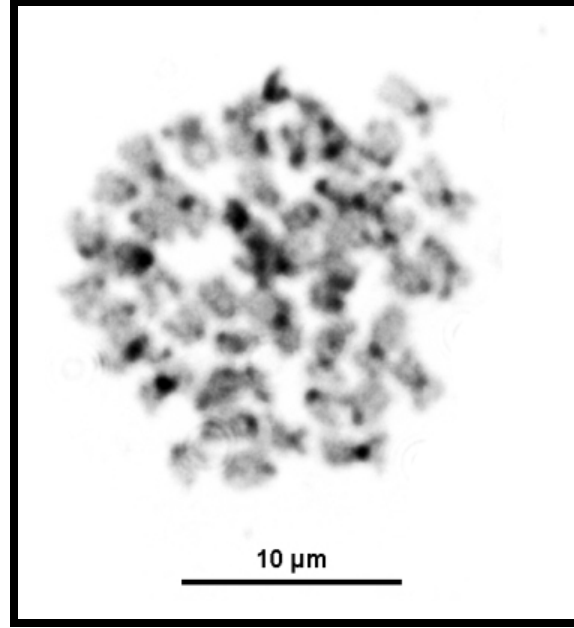
##### 4.1.2. *Cobitis elazigensis* Türünün C-bant analizi

C-bantlama ile hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde konstitüif heterokromatin bölge tespit edilmiştir (Şekil 4.2.). İki kollu kromozomlarda daha güçlü C-bandlar elde edilmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI



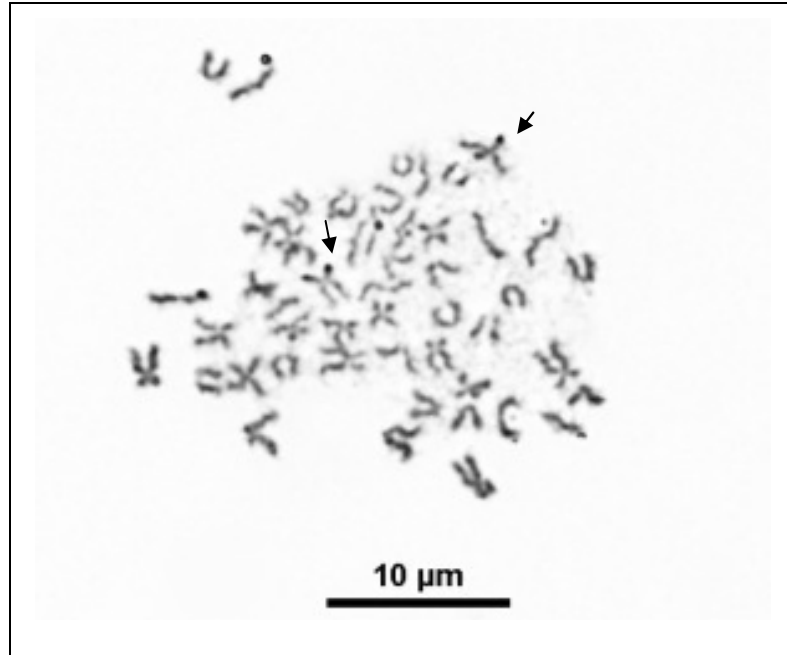
Şekil 4.1. Fırat Nehri-Cip Barajı'ndan (a) alınan *Cobitis elazigensis*(b) türünün metafaz plağı ve karyotipi (c) (Balık No: 93)



Şekil 4.2. *Cobitis elazigensis* türünün C-bantlı metafaz plağı (Balık No:85)

#### 4.1.3. *Cobitis elazigensis* Türünün NOR analizi

Bir çift büyük submetasentrik kromozomun kısa kollarının telomer bölgelerinde NOR tespit edilmiştir (Şekil 4.3).



## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Şekil 4.3. *Cobitis elazigensis* türünün metafaz plağında NOR (Balık No:94)

### 4.2. *Oxynoemacheilus argyrogramma* (Heckel 1846)

Dicle ve Fırat su sistemlerinde yaygın olarak bulunan Cobitoidea üstfamilyası ve Nemacheilidae familyasına ait *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün kromozom sayıları, karyotip morfolojileri, kol sayıları (NF), konstitütif ve nükleolus organizatör bölgeleri (NOR) gibi karyolojik özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

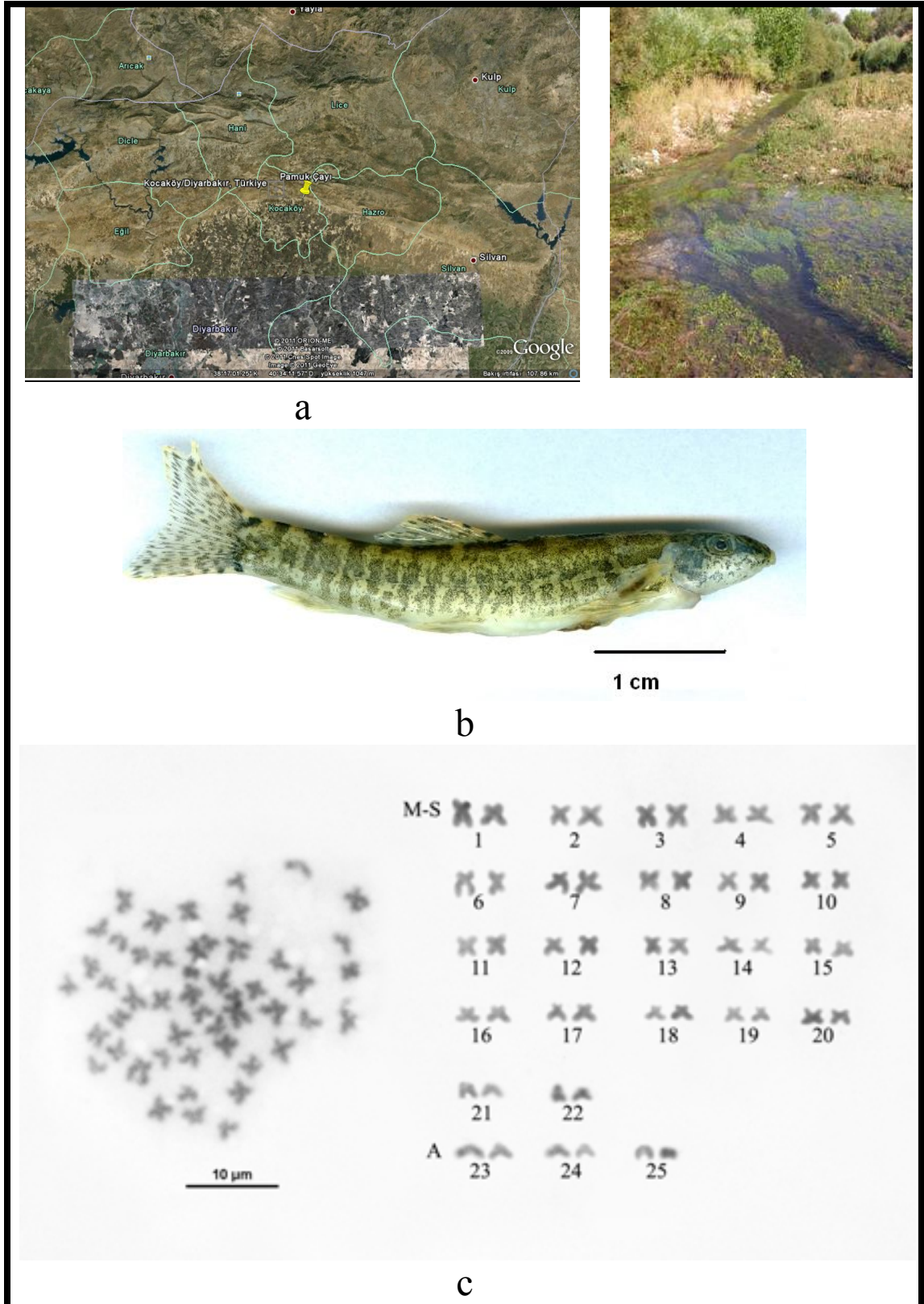
#### 4.2.1. *Oxynoemacheilus argyrogramma* (Heckel 1846) Türünün Karyotip Analizi

Dicle Nehri'nin iki farklı lokalitesinden ve Fırat Nehri'nin 2 lokalitesinden toplanan *Oxynoemacheilus argyrogramma* türüne ait örneklerin karyotip analizi Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün karyotip analizi

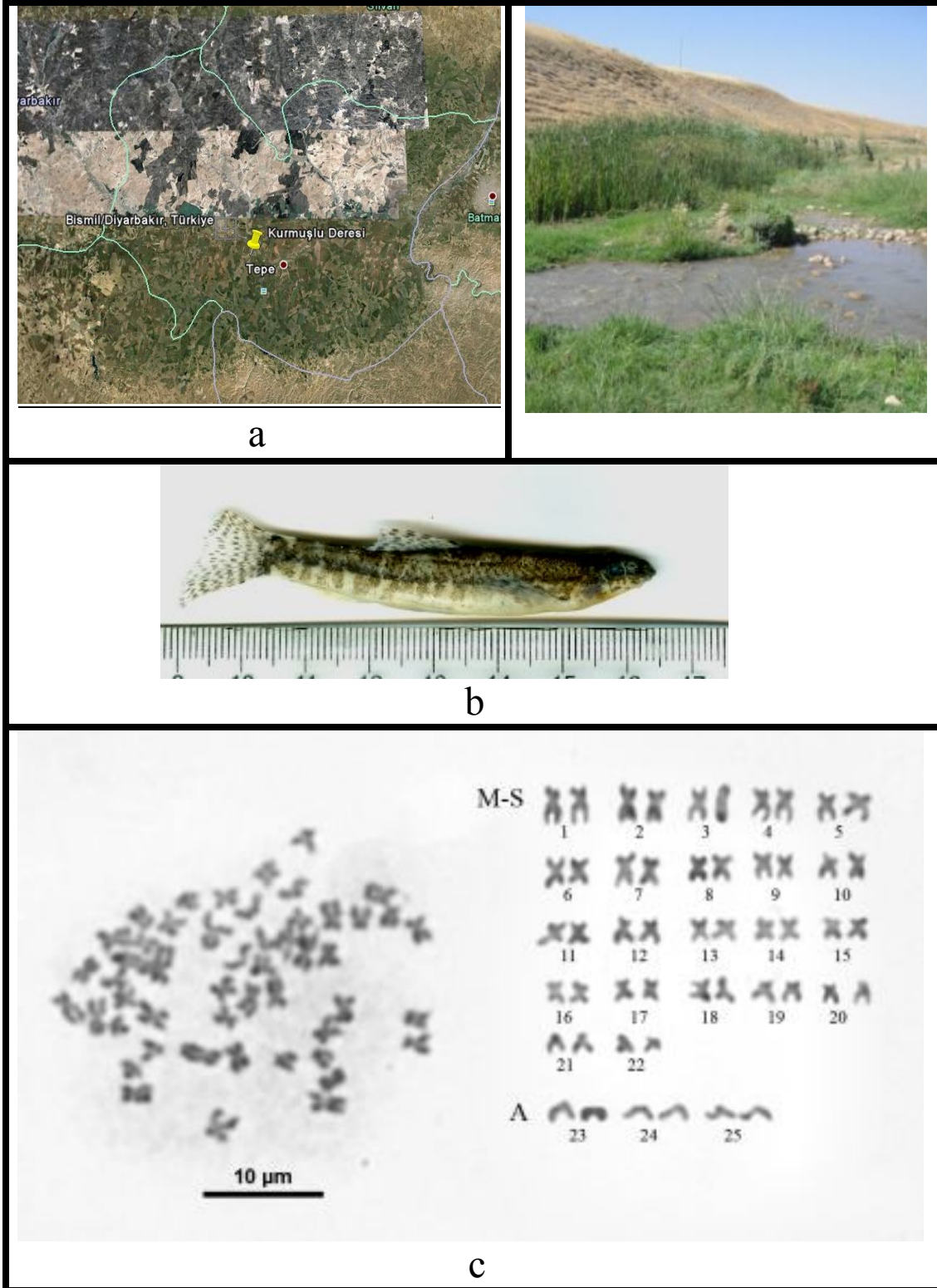
Tür	Lokalite	Örnek sayısı	Metafaz sayısı	2n	NF	Kromozom morfolojisi	
						M-S	A
<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i>	Dicle Nehri (Pamuk Çayı)	3	70	50	94	44	6
<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i>	Dicle Nehri (Kurmuşlu Deresi)	51	85	50	94	44	6
<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i>	Fırat Nehri (Kozluk Çayı)	3	50	50	92	42	8
<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i>	Fırat Nehri (Beyazsu Deresi)	5	67	50	92	42	8

Dicle Nehri-Pamuk Çayı'ndan (Şekil 4.4) ve Dicle Nehri-Kurmuşlu Deresi'nden (Şekil 4.5) alınan bireyler incelenen metafaz plaklarından *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün Dicle nehri popülasyonlarının 2n=50 kromozom sayısına sahip olduğu saptanmıştır. Bu türde eşey kromozomu saptanamamıştır. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün kromozomlarının 44 submeta-metasentrik ve 6 akrosentrik kromozom morfolojisine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kromozom kol sayısı ise NF=94 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Dicle Nehri-Pamuk Çayı'ndan(a) alınan *Oxynoemacheilus argyrogramma* (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) (Balık No: 90)

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

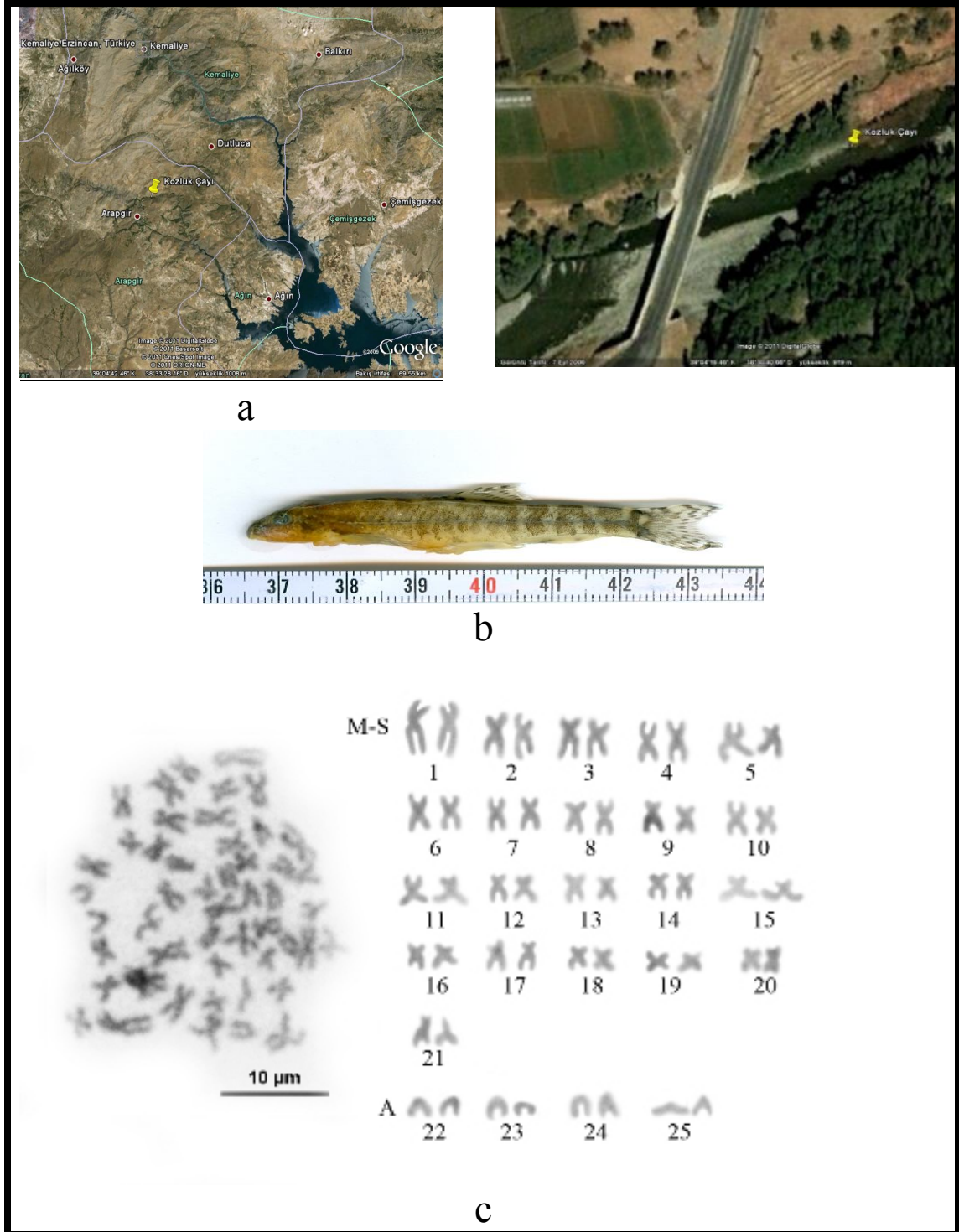


Şekil 4.5. Dicle Nehri-Kurmuşlu Deresi'nden(a) alınan *Oxynoemacheilus argyrogramma* (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) (Balık No: 105)

Fırat Nehri-Kozluk Çayı'ndan (Şekil 4.6) ve Fırat Nehri-Beyazsu Deresi'nden (Şekil 4.7) alınan *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün incelenen metafaz

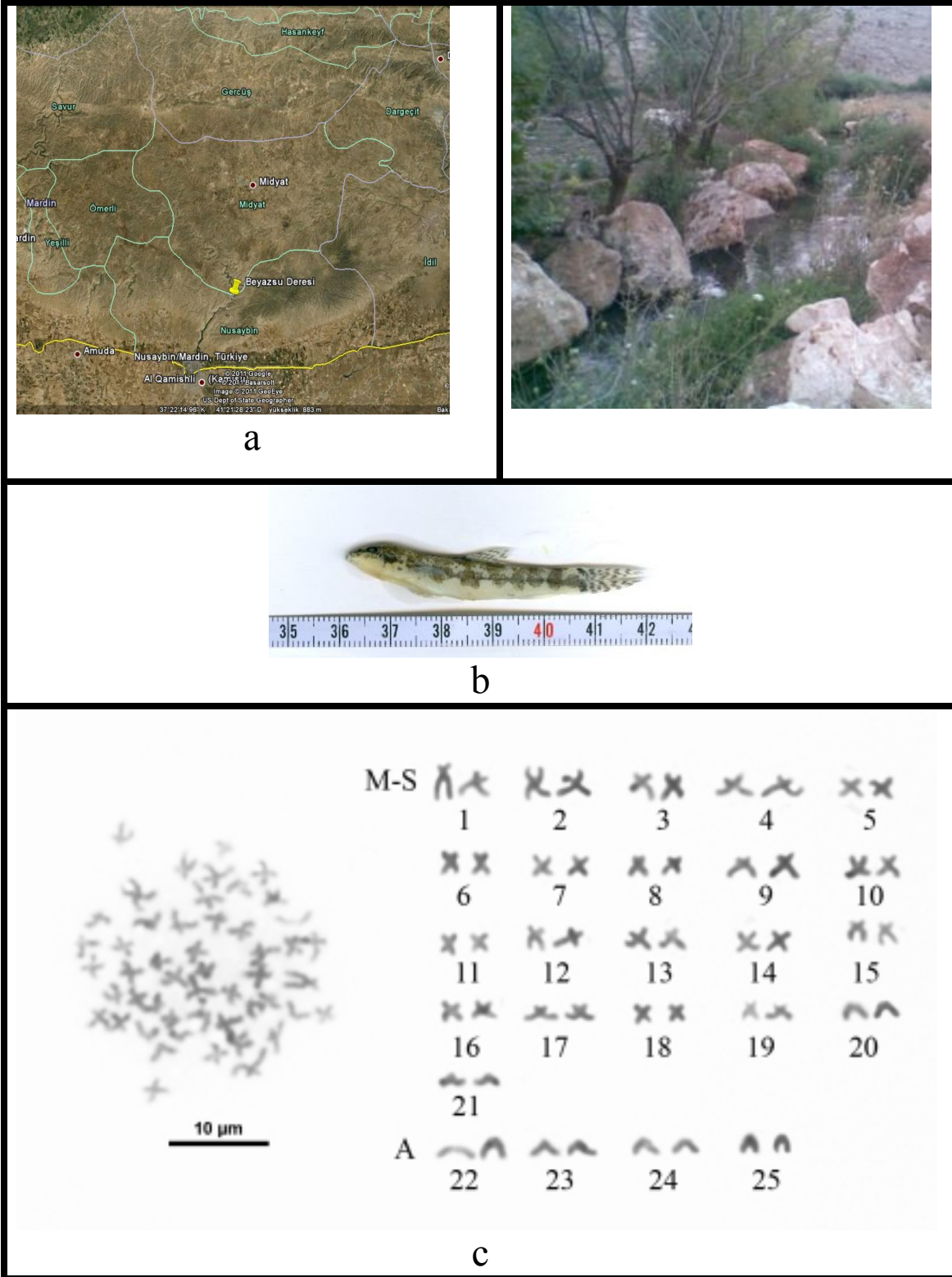


plaklarından bu türün her iki popülasyonunda da diploid kromozom sayısı  $2n=50$  ve  $NF=92$  olarak tespit edilmiştir. Ancak kromozom morfolojisi her iki popülasyonda 42 submeta-metasentrik ve 8 akrosentrik olarak bulunmuştur.



Şekil 4.6. Fırat Nehri-Kozluk Çayı'ndan(a) alınan *Oxynoemacheilus argyrogramma*(b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) (Balık No: 121)

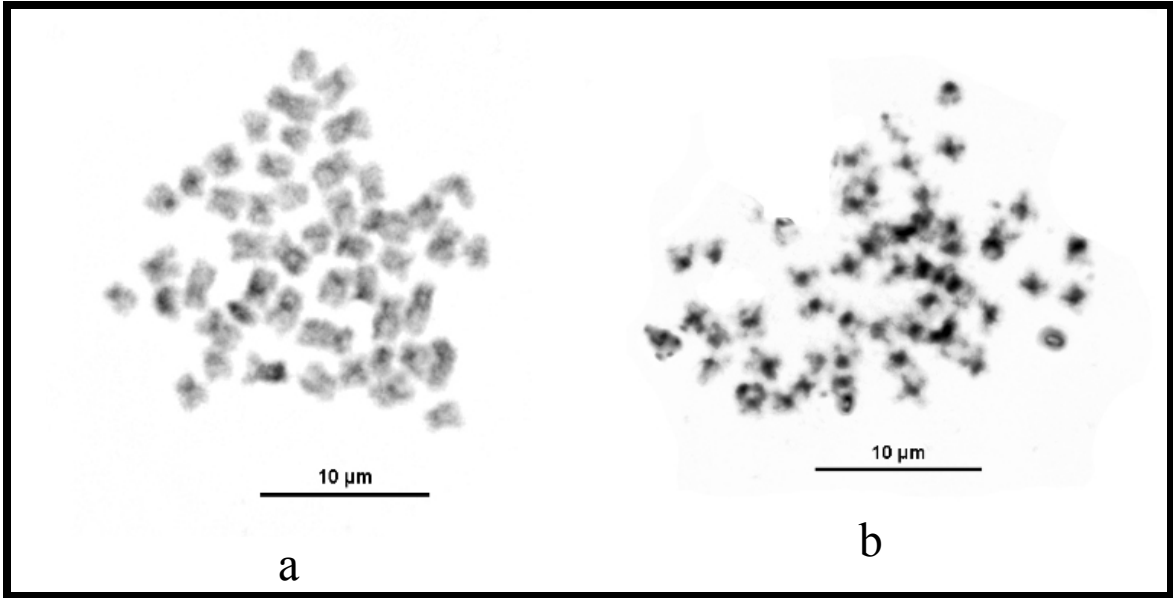
#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4.7. Fırat Nehri-Beyazsu Deresi'nden(a) alınan *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün(b), metafaz plağı ve karyotipi(c) (Balık No: 132)

#### 4.2.2. *Oxynoemacheilus argyrogramma* Türünün C-bant analizi

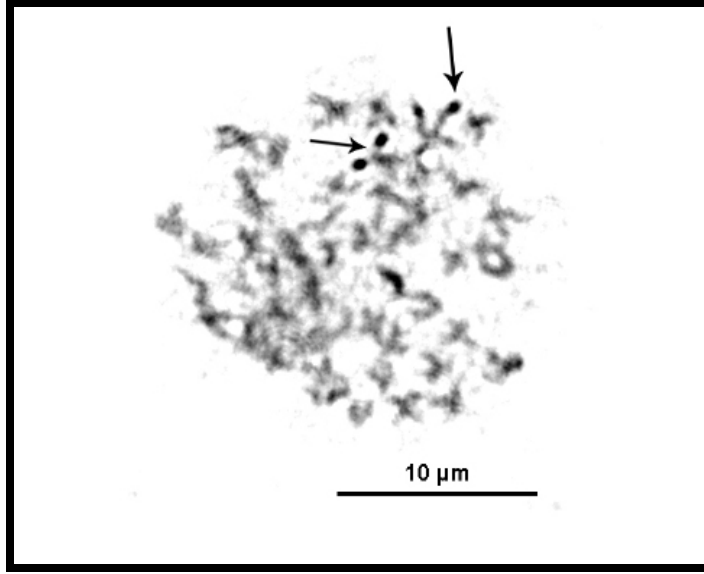
Dicle Nehri Pamuk Çayı'ndan alınan örneklerin C-band analizi şöyledir: Büyük heterokromatin bloklar orta büyüklükteki metasentrik kromozom çiftinin sentromer tarafında ve kolunda lokalize olmuştur. Kromozom setinin tek ve iki kollu kromozomların hemen hemen hepsinde sentromerde heterokromatin C pozitifdir (Şekil 4.8.a). Fırat Nehri-Beyazsu Deresi'nden alınan örneklerde C-bantlama ile hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde konstitütif heterokromatin bölge tespit edilmiştir (Şekil 4.8.b).



Şekil 4.8. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün C-bantlı metafaz plakları (a:Dicle Nehri-Pamuk Çayı Balık No:90, b: Fırat Nehri-Beyazsu Deresi Balık No: 132)

#### 4.2.3. *Oxynoemacheilus argyrogramma* Türünün NOR analizi

En büyük bir çift submetasentrik kromozomun uzun kollarında telomer bölgesinde NOR tespit edilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. *Oxyneomacheilus argyrogramma* türünün metafaz plağında NOR (Fırat Nehri-Beyazsu Deresi, Balık No: 132)

### 4.3. *Oxyneomacheilus frenatus* (Heckel 1846)

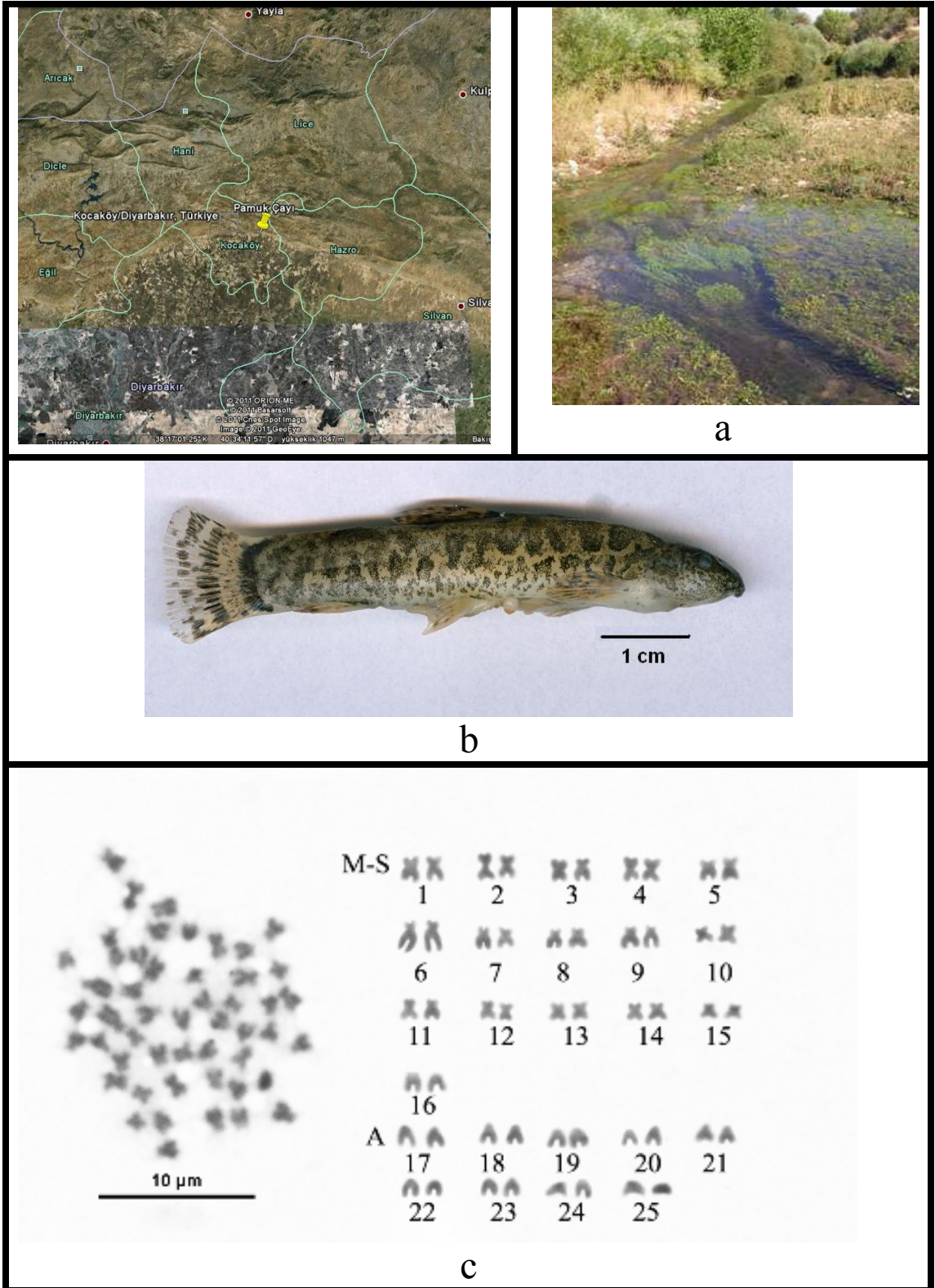
Dicle ve Fırat su sistemlerinde yaşayan Cobitoidea üstfamilyası ve Nemacheilidae familyasına ait *Oxyneomacheilus frenatus* türünün kromozom sayıları, karyotip morfolojileri, kol sayıları (NF), konstitütif ve nükleolus organizatör bölgeleri (NOR) gibi karyolojik özellikleri belirlenmiştir.

#### 4.3.1. *Oxyneomacheilus frenatus* Türünün Karyotip Analizi

Dicle Nehri'nin iki farklı lokalitesinden ve Fırat Nehri'nin bir lokalitesinden toplanan *Oxyneomacheilus frenatus* türüne ait örneklerin türünün kromozom sayıları, karyotip morfolojileri ve kol sayıları (NF) Çizelge 4.3 ve Şekil 4.10, 4.11 ile 4.12'de verilmiştir.

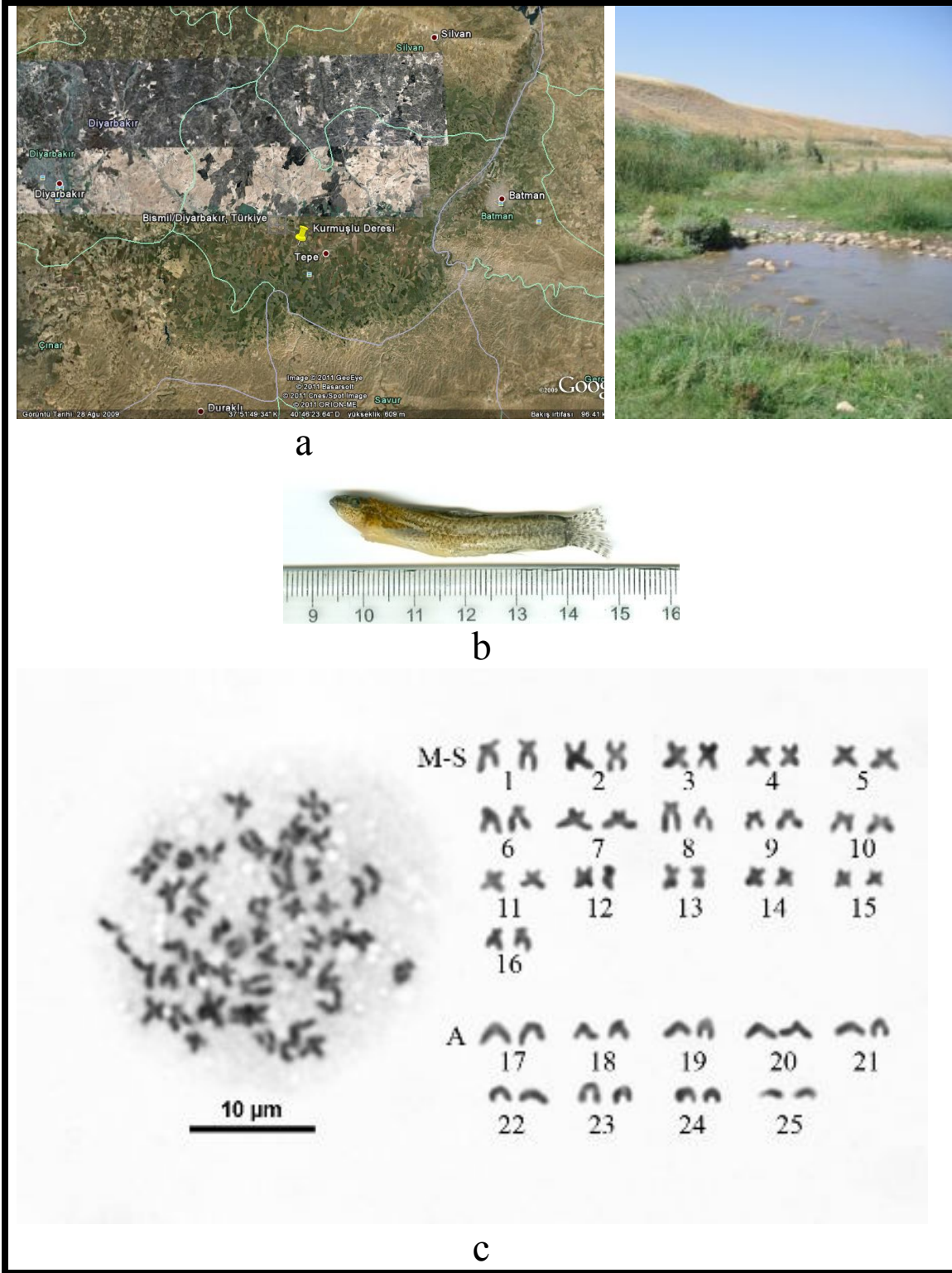
Çizelge 4.3. *Oxyneomacheilus frenatus* türünün karyotip analizi

Tür	Lokalite	Örnek sayısı	Metafaz sayısı	2n	NF	Kromozom morfolojisi	
						M-S	A
<i>Oxyneomacheilus frenatus</i>	Dicle Nehri (Pamuk Çayı)	12	100	50	82	32	18
<i>Oxyneomacheilus frenatus</i>	Dicle Nehri (Kurmuşlu Deresi)	3	70	50	82	32	18
<i>Oxyneomacheilus frenatus</i>	Fırat Nehri (Culap Deresi)	8	85	50	82	32	18

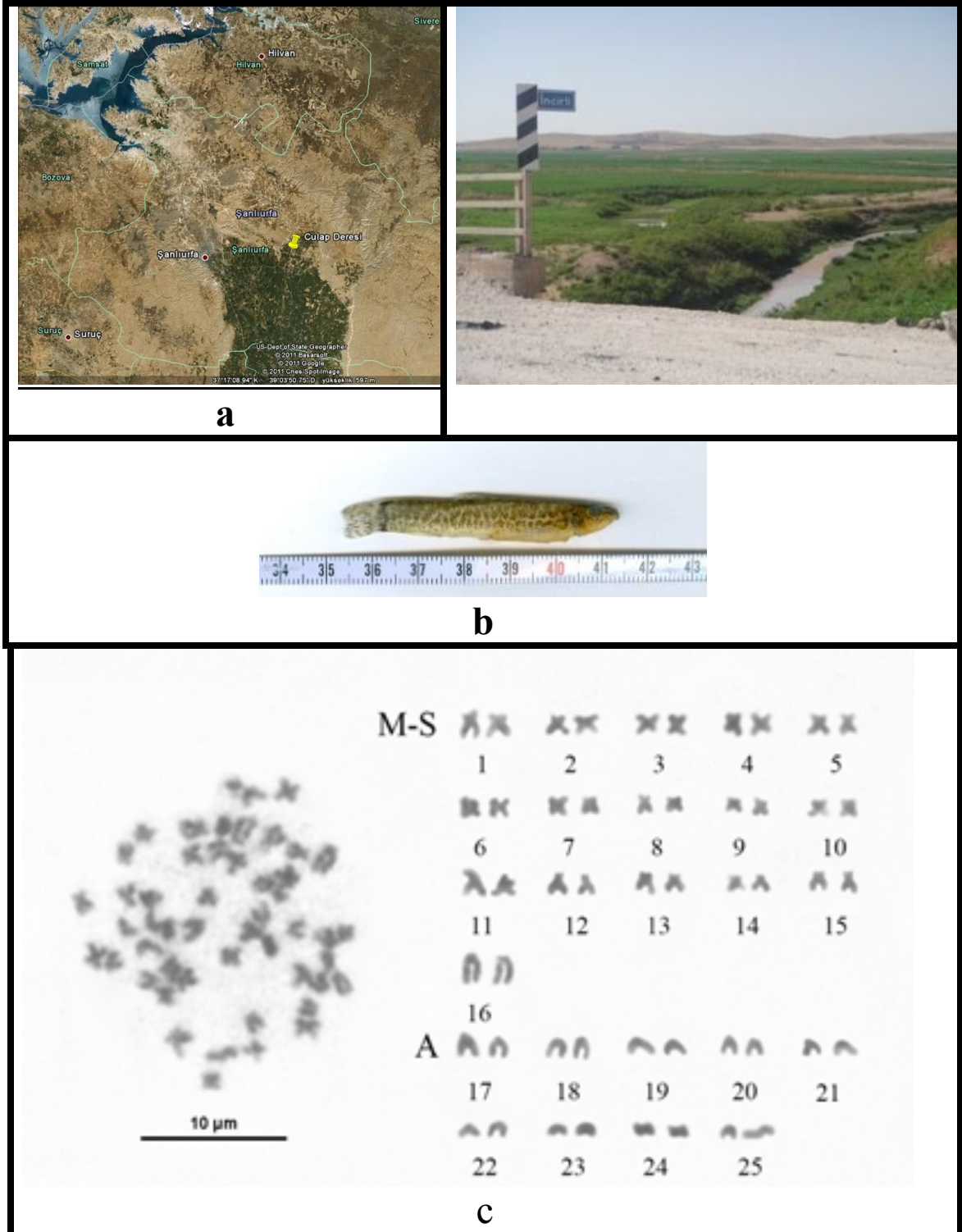


Şekil 4.10. Dicle Nehri-Pamuk Çayı'ndan(a) alınan *Oxynoemacheilus frenatus* (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) (Balık No: 96)

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4.11. Dicle Nehri-Kurmuşlu Deresi'nden (a) alınan *Oxynoemacheilus frenatus* (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi (c) (Balık No: 106)



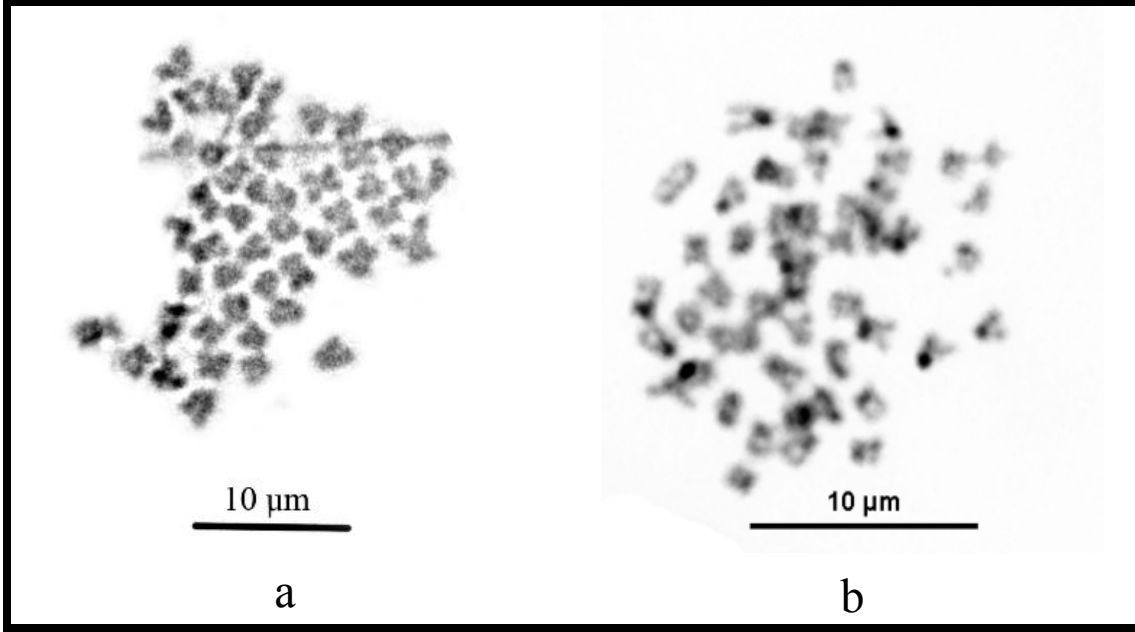
Şekil 4.12. Fırat Nehri-Culaap Deresi'nden(a) alınan *Oxyneomacheilus frenatus* türünün(b), metafaz plağı ve karyotipi(c) (Balık No: 134)

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Her üç lokaliteye ait örneklerden incelenen metafaz plaklarından *Oxynoemacheilus frenatus* türünün  $2n=50$  kromozom sayısına sahip olduğu, kromozom morfolojisi 32 submeta-metasentrik ve 18 akrosentrik olduğu tespit edilmiştir. Bunlarda eşey kromozomu saptanamamıştır. Kromozom kol sayısı ise  $NF=82$  olarak bulunmuştur. Farklı populasyonlara ait örneklerde kromozom sayı ve morfolojileri farklılık göstermemiştir.

##### 4.3.2. *Oxynoemacheilus frenatus* Türünün C-bant analizi

Dicle Nehri Pamuk Çayı'ndan ve Fırat Nehri Culap Deresi'nden alınan örneklerde C-bantlama ile hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde konstitütif heterokromatin bölge tespit edilmiştir (Şekil 4.13).

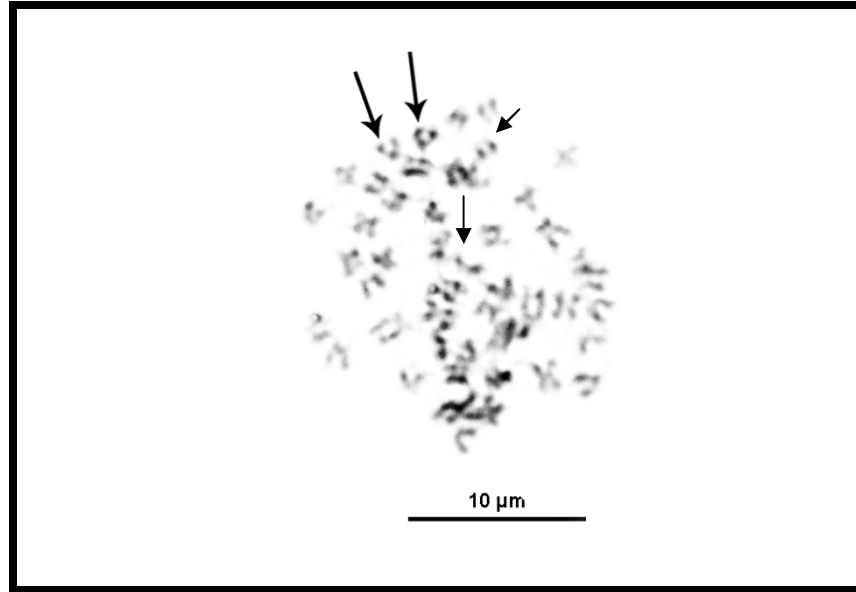


Şekil 4.13. *Oxynoemacheilus frenatus* türünün C-bantlı metafaz plakları (a:Dicle Nehri-Pamuk Çayı Balık No:96 ; b: Fırat Nehri-Culap Deresi Balık No: 134)

##### 4.3.3. *Oxynoemacheilus frenatus* Türünün NOR analizi

Orta büyüklükte iki çift akrosentrik kromozomun uzun kollarının telomer bölgelerinde NOR tespit edilmiştir (Şekil 4.14).





Şekil 4.14. *Oxyneomacheilus frenatus* türünün metafaz plağında NOR (Dicle Nehri-Pamuk Çayı Balık No:96)

#### 4.4. *Oxyneomacheilus sp.*

Fırat Nehri üzerinde bulunan Kozluk Çayı'ndan alınan örneklerden bazılarının türü tespit edilememiş ve sp. olarak nitelendirilmiştir. *Oxyneomacheilus sp.* türünün kromozom sayısı, karyotip morfolojileri, kol sayıları (NF), konstitütif ve nükleolus organizatör bölgeleri (NOR) gibi karyolojik özellikleri belirlenmiştir.

##### 4.4.1. *Oxyneomacheilus sp.* Türünün Karyotip Analizi

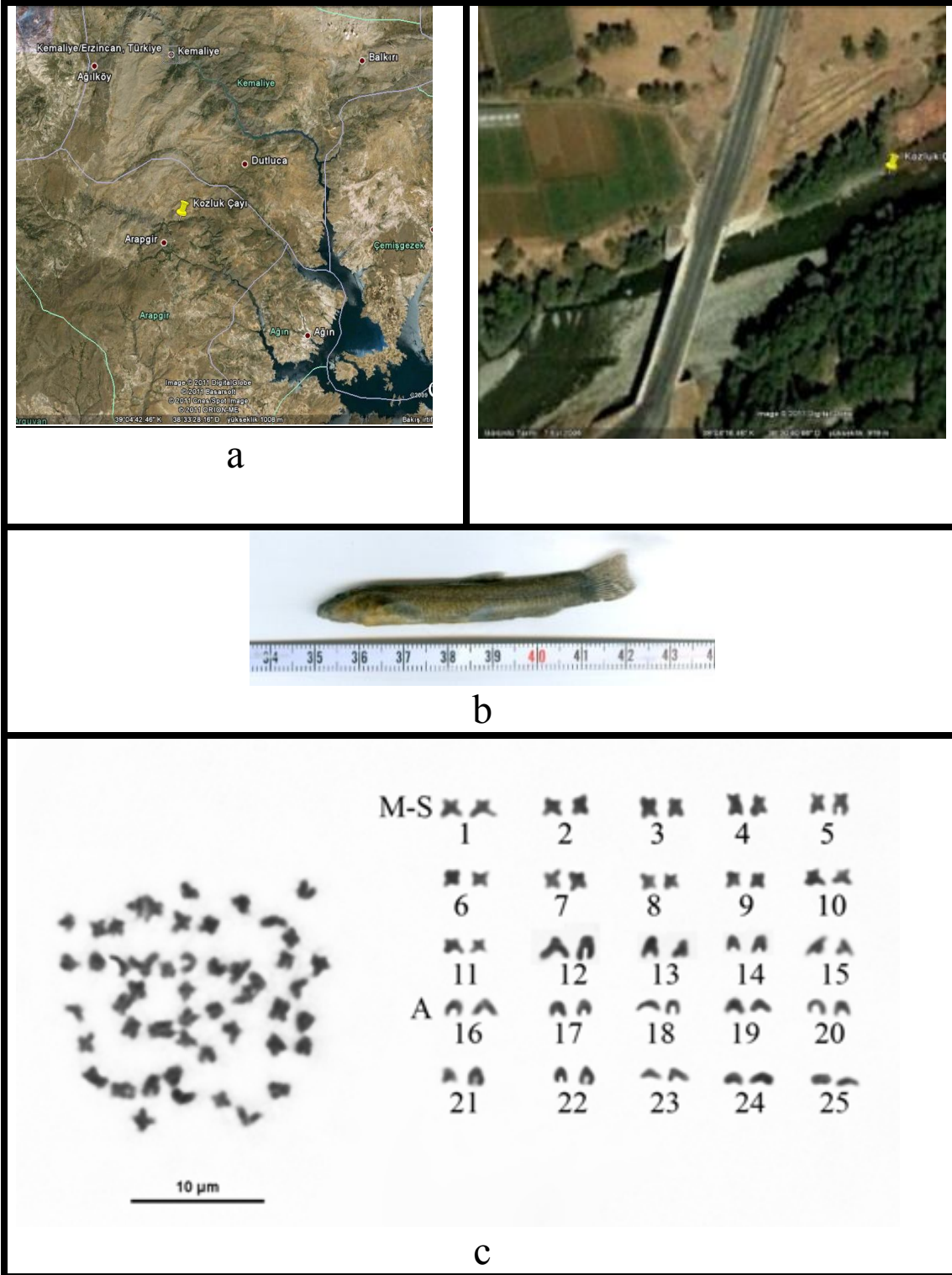
Fırat Nehri'nin bir lokalitesinden toplanan *Oxyneomacheilus sp.* türüne ait örneklerin karyotip analizi Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. *Oxyneomacheilus sp.* türünün karyotip analizi

Tür	Lokalite	Örnek sayısı	Metafaz sayısı	2n	NF	Kromozom morfolojisi	
						M-S	A
<i>Oxyneomacheilus sp.</i>	Fırat Nehri (Kozluk Çayı)	3	75	50	80	30	20

*Oxyneomacheilus sp.* (Şekil 4.15) örneklerinden elde edilen preparatlardan hazırlanan metafaz plaklarından bu türün diploid kromozom sayısı  $2n=50$  ve  $NF=80$  olarak tespit edilmiştir. Kromozom morfolojisi ise 30 submeta-metasentrik ve 20 akrosentriktir (Çizelge 4.4, Şekil 4.15).

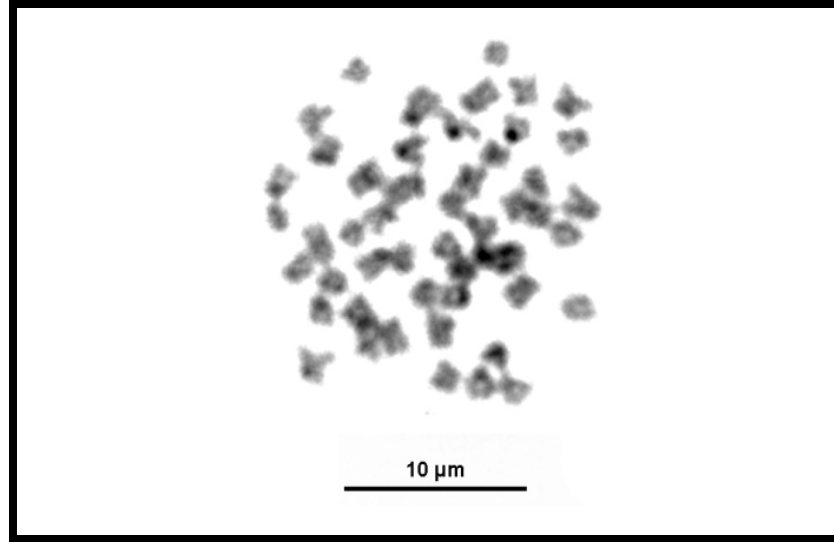
#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI



Şekil 4.15. Fırat Nehri-Kozluk Çayı'ndan(a) alınan *Oxynoemacheilus sp.* (b) türünün metafaz plağı ve karyotipi(c) (Balık No: 122)

#### 4.4.2. *Oxynoemacheilus sp.* Türünün C-bant analizi

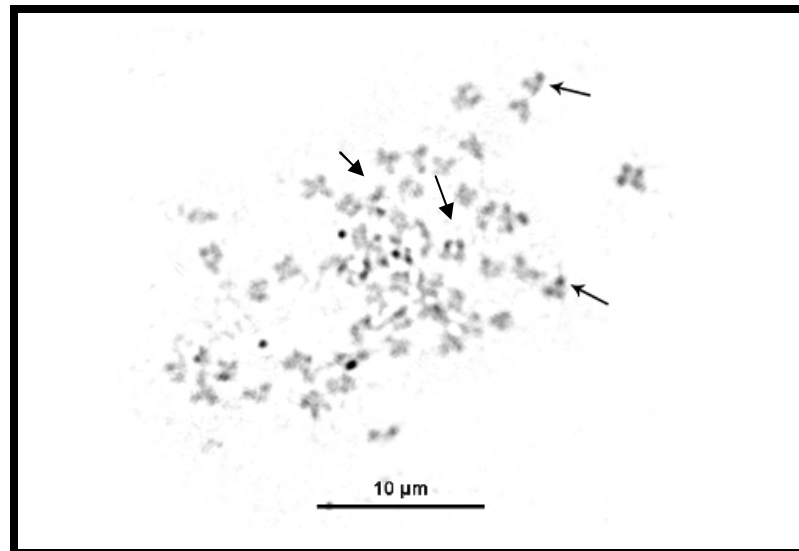
C-bantlama ile hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde konstitütif heterokromatin bölge tespit edilmiştir. Bunlardan dört çift kromozom koyu boyalıdır (Şekil 4.16.).



Şekil 4.16. *Oxynoemacheilus sp.* türünün C-bantlı metafaz plağı  
(Balık No: 122)

#### 4.4.3. *Oxynoemacheilus sp.* Türünün NOR analizi

Orta büyüklükte iki çift akrosentrik kromozomun uzun kollarının telomer bölgelerinde NOR tespit edilmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. *Oxynoemacheilus sp.* türünün metafaz plağında NOR

##### 4.5. *Turcinoemacheilus kosswigi* Banarescu ve Nalbant, 1964

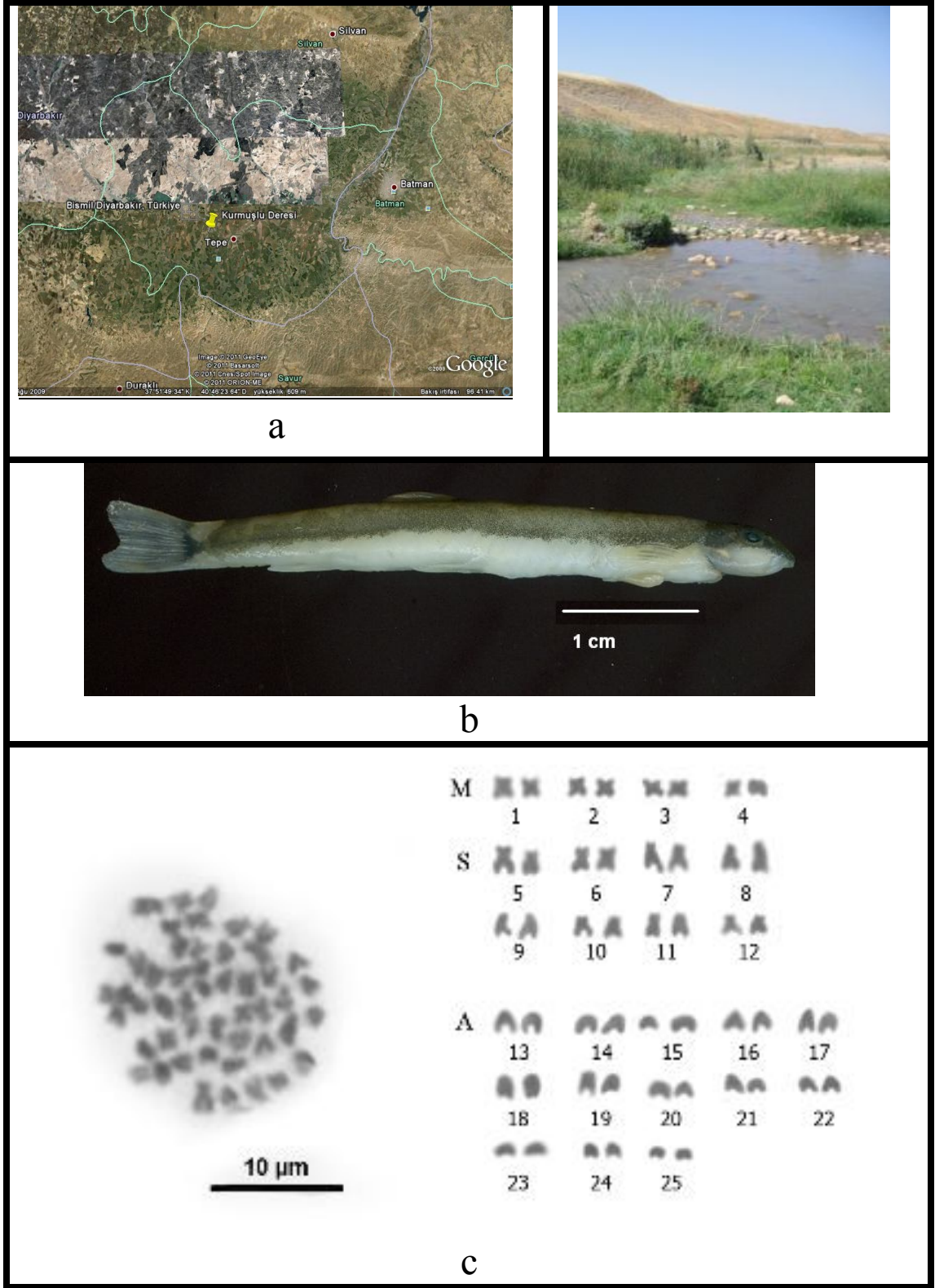
Dicle ve Fırat su sisteminde yaşayan yaşayan *Turcinoemacheilus kosswigi* türünün birçok lokaliteden örneğinin alınmış ancak boylarının çok küçük olması nedeniyle sadece 1 örnekte kromozom plağı elde edilebilmiştir. C-bant ve Nor uygulanması yapılamamıştır.

##### 4.5.1. *Turcinoemacheilus kosswigi* Türünün Karyotip Analizi

Dicle Nehri Kurmuşlu Deresi'nden alınan *Turcinoemacheilus kosswigi* örneğinden elde edilen preparatlardan hazırlanan toplam 20 metafaz plaklarından bu türün 8 metasentrik 16 submeta-subtelosentrik ve 26 akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve  $NF=74$  olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.18).

Çizelge 4.5. *Turcinoemacheilus kosswigi* türünün karyotip analizi

Tür	Lokalite	Örnek sayısı	Metafaz sayısı	2n	NF	Kromozom morfolojisi		
						M	S	A
<i>Turcinoemacheilus kosswigi</i>	Dicle Nehri (Kurmuşlu Deresi)	1	20	50	74	8	16	26



Şekil 4.18. Dicle Nehri-Kurmuşlu Deresi'nden(a) alınan *Turcinoemacheilus kosswigi* türünün (b) metafaz plağı (c)(Balık No:101)



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Dicle ve Fırat su sistemlerinde yaşayan Cobitoidea üstfamilyasına ait *Cobitis elazigensis*, *Oxynoemacheilus argyrogramma*, *Oxynoemacheilus frenatus*, *Oxynoemacheilus sp.* ve *Turcinoemacheilus kosswigi* türülerinin karyolojik özellikleri ilk defa ortaya çıkartılmıştır. *Turcinoemacheilus kosswigi* türünün karyolojik özellikleri ise Fırat nehrinden daha önceki bir çalışmada araştırılmış (Gaffaroğlu 2009), ancak Dicle nehir sisteminde ilk kez çalışılmıştır.

*Cobitis elazigensis*'in kromozom sayısı 18 meta-submetasentrik, 32 akrosentrik olmak üzere  $2n=50$  ve  $NF=68$  bulunmuştur. *Cobitis* cinsinin diploid kromozom sayısı 64-90 arasında değişmektedir (Vasil'ev ve Vasil'eva 2008). Kromozom morfolojisi ve buna dayalı olarak kromozom kol sayısı değişimi (Çizelge 5.1) türler arasında önemli varyasyonlar göstermektedir (Vasil'ev ve Vasil'eva 2008). Poliploidi görünmeyen Cobitid türlerinde kromozom sayısı  $2n = 50$  ve nadiren 48 olmaktadır (Rab ve ark. 1991). Ueno ve ark. (1985), *Cobitis* cinsine ait *Cobitis tenia lutheri*, *Cobitis koreensis*, *Cobitis longicarpus* ve *Cobitis rotundicaudata* türlerinin diploid kromozom sayısını  $2n=50$  olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada *Cobitis elazigensis* türünün kromozom sayısının  $2n = 50$  olması, Rab ve ark. (1991)'nin teorisini desteklemektedir.

Ancak bazı cobitid türlerde poliploidi görülmekte olup, buna bağlı olarak farklı karyotip formları gözlenmektedir. Ueno ve Ojima (1976), yaptıkları çalışmada *Cobitis biwae* nin diploid formun 20 metasentrik, 22 submeta-subtelosentrik ve 6 akrosentrik kromozom ile  $2n=48$  olduğunu; tetraploid formun ise 32 metasentrik, 54 submetasentrik-subtelosentrik ve 10 akrosentrik kromozom ile  $2n=96$  olduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar *Cobitis taenia taenia*'da üç farklı, *Cobitis taenia striata*' da ise farklı karyotip formları saptamışlardır. Bu alttürlerin diploid formlarındaki kromozom sayısı  $2n=50$  iken, poliploid olanlarda ise  $2n=86$  ile  $2n=94$  arasında değiştiği belirtilmektedir.

*Cobitis* cinsinin şimdiye kadar çalışılan türlerinin çoğu  $2n = 50$  diploid kromozom sayısı göstermiştir ama çok çeşitli karyotip vardır (Rab ve ark. 2000). Bu genetik karakter bu nedenle genetik ve taksonomik çalışmalarda önemli parametrelerden biri olarak görünmektedir (Vasil'eva ve Vasil'ev 1998). Ayrıca, C-pozitif heterokromatin, nükleolar organizatör bölgelerin sayı ve yerlerinin dağılımı,

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

---

heteromorf eşey kromozomlarının bulunup bulunmaması gibi sitotaksonomik uygulamalarındaki diğer kromozomal markerlar *Cobitis* balıkları için bilinmemektedir (Rab ve ark. 2000).

*Cobitis tenia lutheri* alttürü karyotipinin 12 metasentrik, 4 submetasentrik 34 subtelosentrik- akrosentrik kromozomdan oluştuğunu ve kol sayısının 66; *Cobitis koreensis* 'in 12 metasentrik, 8 submetasentrik ve 30 subtelosentrik-akrosentrik kromozom ve kol sayısının 70; *Cobitis rotundicaudata* türünün ise 10 metasentrik, 4 submetasentrik ve 36 subtelosentrik-akrosentrik kromozomdan oluştuğunu ve kol sayısının 64 olduğunu belirlenmiştir (Ueno ve ark. 1985). Avrupa'da yaygın olarak bulunan *Cobitis taenia* 'nın karyolojik analizleriyle hem diploid hemde triploid bireylerden oluştuğu, diploid karyotip  $2n=48$ , 6 çift metasentrik, 9 çift submetasentrik, 9 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan (NF= 78), triploid bireylerin ise 74 kromozomlu olup NF= 125 olduğu belirtilmektedir (Boron (1992; 1995b; 1999). Cobitidae familyasının *Misgurnus* ve *Sabanejewia* cinslerinde  $2n=48$  ve 50 olan farklı türleri bulunmaktadır (Kim ve Pak 1995). *Misgurnus mizolepis* de  $2n=48$  kromozom sayısı ve karyotipinin 12 metasentrik, 4 submetasentrik 32 subtelosentrik-akrosentrik kromozomdan oluştuğunu ve kol sayısının 64 olduğunu belirtilmektedir (Ueno ve ark. 1985). Vasil'ev ve Vasil'eva (2008), *Misgurnus nikolskyi* türünün kromozom sayısını 10 metasentrik, 4 submetasentrik ve 36 subtelo-akrosentrik kromozom ile  $2n = 50$  ve kol sayısını NF = 64 olduğunu tespit etmişlerdir. Rab ve ark. (1991), *Sabanejewia aurata balcanica* alt türünün diploid kromozom sayısı  $2n=50$  olarak tespit etmişlerdir. Karyotipinin 4 metasentrik, 12 submetasentrik ve 34 subtelosentrik-akrosentrik kromozomdan oluştuğunu belirlemişlerdir. Vasil'eva ve Vasil'ev (1988), *Sabanejewia aurata kubanica* türünün kromozom sayısını 6 metasentrik, 14 submetasentrik ve 30 subtelosentrik-akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve kol sayısını 70 olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda *Cobitis elazigensis* 'in karyotipi diğer *Cobitis* türlerinden farklılık göstermekte olup, *Cobitis tenia lutheri*, *Cobitis koreensis*, *Cobitis longicarpus* ve *Cobitis rotundicaudata* türleri gibi yüksek sayıda akrosentrik kromozom içerdiği belirlenmiştir. Ludwig ve ark. (2001), 12s rRNA gen dizi analizi sonuçlarına göre *Cobitis elazigensis* ile *Cobitis turcica* 'nın Beyşehir Gölü populasyonunun yakın akraba olduklarını ileri sürmüş olup, bu iki türün karyotip analizlerinin taksonomik ilişkilerini



belirlemede ilginç olacağı düşünülmektedir.

*Cobitis elazigensis* türünde C-bantlama ile hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde konstitütif heterokromatin bölge tespit edilmiştir. Bazı kromozomlarda özellikle iki kollu kromozomlarda güçlü C-bandlar elde edilmiştir. Cobitidae ve Nemacheilidae familyalarına ait C-band verileri Çizelge 5.3 de verilmiştir. Rab ve ark. (1991) *Sabanejewia aurata balcanica* nın en büyük metasentrik çiftinin perisentromerik bölgesinde (kromozomlar boyunca sentromerin her iki tarafında) büyük heterokromatin blok tespit etmişlerdir. Metasentrik kromozomlar üzerinde böyle heterokromatinin dağılımı bazen sentrik füzyon sonucunda oluşmuştur (Gropp ve Winking 1981).

Saitoh and Aizawa (1987) *Cobitis taenia striata* türünde C-bant metasentrik kromozom çiftinde bulmuşlardır. Saitoh ve ark. (1984) *Cobitis taenia striata* nın iki kollu kromozomlarının çoğunda C bant büyüklüklerinin farklı olduklarını tespit etmişlerdir. Boron (1995b) *Cobitis taenia*'nın bütün metasentrik kromozomların sentromer bölgelerinde güçlü C-band boyama tespit etmiştir. Tek kollu kromozomların sentromerik C-bantları, iki kollulara kıyasla daha küçük ve daha güçsüz olduğunu belirlemiştir. Bu durum *Cobitis elazigensis* türündeki C-bantlama ile benzerlik göstermektedir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

**Çizelge 5.1.** Cobitidae Familyasına ait kromozom verileri

Tür	Kromozom Sayısı	Kromozom Seti	Kol Sayısı NF	Kaynaklar
<i>Cobitis biwae</i>	2n=48	20m+22sm-st+6a	90	Ueno ve Ojima 1976
	4n=96	32m+54sm-st + 10a	182	
<i>Cobitis taenia</i>	2n=48	-	-	Boron 1999
	3n =74	18m+33sm+23st-a	125	
<i>Cobitis taenia</i>	2n = 48	12m+18sm+18 st-a	78	Boron 1995b
<i>Cobitis taenia</i>	2n = 48	10 m+18 sm+20st-a	76	Boron ve ark. 2003
<i>Cobitis taenia</i>	2n = 48	10m+18sm+20st-a	76	Rab ve ark. 2000
<i>Cobitis tenia lutheri</i>	2n=50	12m+4sm+34st-a	66	Ueno ve ark. 1985
<i>Cobitis taenia taenia</i>	2n=50	12m + 4sm+34a	66	Ueno ve Ojima 1976
	4n=86	32m+32sm, st+22a	150	
	4n=94	26m+32sm, st+36a	152	
<i>Cobitis taenia striata</i>	2n=50	12m + 4sm+34a	66	Ueno ve Ojima (1976 )
	4n=98	20m+22sm + 56a	140	
<i>Cobitis lutheri</i>	2n=50	12m + 8sm + 30st-a	70	Vasil'ev ve Vasil'eva 2008
<i>Cobitis choii</i>	2n=50	8m + 10sm + 8st + 24a	68	Vasil'ev ve Vasil'eva 2008
<i>Cobitis melanoleuca</i>	2n=50	6m + 16sm + 28st-a	72	Vasil'ev ve Vasil'eva 2008
<i>Cobitis tetralineata</i>	2n=50	10m + 6sm + 34sta	66	Kim ve ark. 1999
<i>Cobitis lutheri</i>	2n=50	10m + 6sm + 34sta	66	Kim ve ark. 1999
<i>Cobitis elongatoides</i>	2n=50	30m+16sm+2st+2a	96	Rab ve ark. 2000
<i>Cobitis koreensis</i>	2n=50	12m+8sm+30st-a	70	Ueno ve ark. 1985
<i>Cobitis longicorpus</i>	2n=50	12m+8sm+30st-a	70	Ueno ve ark. 1985
<i>Cobitis rotundicaudata</i>	2n=50	10m+4sm+36st-a	64	Ueno ve ark. 1985
<i>Sabanejewia larvata</i>	2n=50	4m+ 6sm + 22st + 18a	60	Lodi ve Marchioni 1970
<i>Sabanejewia caspia</i>	2n=50	4m + 6sm + 22st +18a	60	Vasil'ev 1985
<i>Sabanejewia aurata kubanica</i>	2n=50	6m + 14sm + 30st- a	70	Vasil'eva ve Vasil'ev 1988
<i>Sabanejewia aurata balcanica</i>	2n=50	4m+ 12sm+ 34st-a	66	Rab ve ark. 1991
<i>Misgurnus nikolskyi</i>	2n=50	10m + 4 sm + 36st-a	64	Vasil'ev ve Vasil'eva 2008
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	2n=50	8m + 6sm + 36st-a	64	Yu ve ark. 1989
<i>Misgurnus mizolepis</i>	2n=50	10m + 2sm + 38sta	62	Kim ve Pak 1995
<i>Misgurnus bufoensis</i>	2n=48	10m + 2sm + 36sta	60	Kim ve Pak 1995
<i>Misgurnus mizolepis</i>	2n=48	12m+4sm+32st-a	64	Ueno ve ark. 1985
<b><i>Cobitis elazigensis</i></b>	<b>2n = 50</b>	<b>18 M-S+32A</b>	<b>68</b>	<b>Bu çalışmada</b>

Nemacheilidae familyası Cobitoidea üstfamilyası içinde çok sayıda türü olması ve geniş bir coğrafik alanda yayılış göstermesi açısından önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada Nemacheilidae familyasına ait dört tür, *Oxynoemacheilus argyrogramma* ve *Oxynoemacheilus frenatus* ve *Oxynoemacheilus sp.* ve *Turcinoemacheilus kosswigi* türlerinin karyotipleri ile C-bant ve NOR boyama özellikleri tespit edilmiştir.

*Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün Dicle Nehri'nden alınan örneklerinde kromozom sayısı 44 submeta-metasentrik ve 6 akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve kromozom kol sayısı ise  $NF=94$  olarak tespit edilmiştir. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün Fırat Nehri'nden alınan örneklerinde kromozom sayısı 42 submeta-metasentrik ve 8 akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve kromozom kol sayısı ise  $NF=92$  olarak tespit edilmiştir. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünün iki farklı popülasyonu için kromozom sayısı aynı iken kol sayısında polimorfizm gözlenmiştir. Kromozom sayısı ve morfolojisi aynı balık türü içinde de değişim gösterebilir (Gyldenholm ve Schell 1971). Populasyonlar arası ve içindeki varyasyonlar evrimsel akrabalığın hesaplanması, balıklardaki poliploidinin ortaya çıkarılmasında ve diğer amaçlar için kullanılabilir (Uyeno ve Smith 1972, Schultz 1980). Kromozom analizleri yardımıyla balık popülasyonlarının genetik yapılarının belirlenmesi, populasyonlar arası ve populasyon içi (hatta bireysel) kromozom polimorfizminin tespiti hususunda yurt dışında yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur (Uribe-Alcocer ve ark. 1999, Szlachciak ve Boron 2003, Boron ve ark. 2003, Galetti ve ark. 2006).

*Oxynoemacheilus frenatus* türünün Dicle Nehri ve Fırat Nehri'nden alınan örneklerinde kromozom sayısı 32 submeta-metasentrik ve 18 akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve kromozom kol sayısı ise  $NF=82$  olarak tespit edilmiştir. *Oxynoemacheilus sp.* türünün Fırat Nehri'nden alınan örneklerinde kromozom sayısı 30 submeta-metasentrik ve 20 akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve kromozom kol sayısı ise  $NF=80$  olarak tespit edilmiştir. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türü *Oxynoemacheilus frenatus* ve *Oxynoemacheilus sp.* türlerine göre daha fazla iki kollu kromozom içermektedir. *Oxynoemacheilus frenatus* türü *Oxynoemacheilus sp.* türüne göre 1 çift iki kollu kromozom eksik iken 1 çift akrosentrik kromozom fazladır. Üç türün de kromozom sayısı aynıdır ve  $2n=50$  dir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Nemacheilidae familyasına ait kromozom verileri Çizelge 5.2. de verilmiştir. Boron (1995a), *Noemacheilus barbatulus* türünün kromozom sayısını 10 çift submetasentrik, 11 çift subtelo-akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve  $NF=78$  olduğunu tespit etmiştir. Nemacheilidae familyasının çalışılan türlerinin çoğunda diploid kromozom sayısının  $2n=50$  olduğunu belirlemiştir. *Oxynoemacheilus argyrogramma*, *Oxynoemacheilus frenatus*, *Oxynoemacheilus sp.* ve *Turcinoemacheilus kosswigi* dört türün de kromozom sayısı  $2n=50$  dir. Boron (1995a), *Noemacheilus barbatulus* un karyotip sonuçlarını önceki çalışmalarla karşılaştırmış ve karyolojik stabilite olduğunu ileri sürmüştür. Madeira ve ark. (1992), İsviçre'den *Noemacheilus barbatulus* karyotipi ile Boron (1995a), Polonya'dan *Noemacheilus barbatulus* karyotipi aynıdır. Sofradzija ve Vukovic (1979) ve Vasil'ev 'in (1985) bulgularında ise akrosentrik kromozom sayısı çok yüksek sayıdadır.

**Çizelge 5.2.** Nemacheilidae Familyasına ait kromozom verileri

Tür	Kromozom Sayısı	Kromozom Seti	Kol Sayısı NF	Kaynaklar
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	$2n = 50$	20m-sm + 30a	70	Sofradzija ve Vukovic 1979
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	$2n= 50$	6m + 12 sm-st + 32a	68	Vasilev 1985
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	$2n = 50$	8m + 20sm + 22a	78	Madeira ve ark. 1992
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	$2n= 50$	8m + 20sm + 22sta	78	Boron 1995a
<i>Lefua nikkonis</i>	$2n=50$	4m+24sm-st+22a	-	Suzuki 2003
<i>Micronemacheilus pulcher</i>	$2n=50$	8m+30sm-st+12a	-	Suzuki 2003
<i>Orthrias angorae</i>	$2n=50$	14m+14sm+22a	78	Kaya ve ark. 2005
<i>Orthrias tigris</i>	$2n=50$	18m+18sm+14a	86	Kılıç 2006
<i>Turcinoemacheilus kosswigi</i> (Fırat Nehri)	$2n=50$	8m+14sm-st+28a	-	Gaffaroğlu 2009
<i>Turcinoemacheilus kosswigi</i> (Dicle Nehri)	<b><math>2n=50</math></b>	<b>8M+16S+26A</b>	<b>74</b>	<b>Bu çalışmada</b>
<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> (Dicle Nehri)	<b><math>2n=50</math></b>	<b>44M-S+6A</b>	<b>94</b>	<b>Bu çalışmada</b>
<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i> (Fırat Nehri)	<b><math>2n=50</math></b>	<b>42M-S+8A</b>	<b>92</b>	<b>Bu çalışmada</b>
<i>Oxynoemacheilus frenatus</i>	<b><math>2n=50</math></b>	<b>32M-S+18A</b>	<b>82</b>	<b>Bu çalışmada</b>
<i>Oxynoemacheilus sp.</i>	<b><math>2n=50</math></b>	<b>30M-S+20A</b>	<b>80</b>	<b>Bu çalışmada</b>

Kaya ve ark. (2005), Kura-Aras havzasından *Orthrias angorae* türünün  $2n=50$  kromozoma sahip olduğu belirlenmişlerdir. Karyotiplerinin: 7 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik ve 11 çift akrosentrik kromozomdan (NF=78) oluştuğunu tespit edilmişlerdir. Bu türde cinsiyete bağlı herhangi bir kromozom tespit etmemişlerdir. Kılıç (2006), çalışmasında Kura-Aras Havzasından *Orthrias tigris* türünün  $2n=50$  kromozoma sahip olduğunu belirlemiştir. Bunların karyotiplerinin 18 metasentrik, 18 submetasentrik ve 14 akrosentrik kromozomdan (NF: 86) oluştuğunu saptamıştır.

Bu çalışmada Dicle Nehri'nden alınan *Turcinoemacheilus kosswigi* türünün 4 çift metasentrik 8 çift submeta-subtelosentrik ve 13 çift akrosentrik kromozom ile  $2n=50$  ve NF=74 olarak tespit edildi. Gaffaroğlu (2009), Fırat Nehri'nden yakalanan *Turcinoemacheilus kosswigi*'nin diploid kromozom sayısını  $2n=50$  olarak bulmuştur. Karyotip 4 çift metasentrik, 7 çift submeta-subtelosentrik ve 14 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğunu tespit etmiştir. Dicle Nehri'nden alınan *Turcinoemacheilus kosswigi* türünde Fırat Nehri'nden alınan örneklerle göre submeta-subtelosentrik kromozom sayısı bir çift fazla iken akrosentrik kromozom sayısı bir çift eksik sayıdadır.

Boron (1995a), *Noemacheilus barbatulus* türünde büyük heterokromatin blokların ikinci metasentrik kromozom çiftinin sentromer tarafında ve kolunda lokalize olduğunu tespit etmiştir. Kromozom setinin tek ve iki kollu kromozomların hemen hemen hepsinde sentromerde heterokromatin C pozitif olduğunu belirlemiştir. Boron (1995a), kromozom elementlerinin bazılarında çok büyük heterokromatin blokların bulunması perisentrik inversiyonlar veya sentrik füzyonlar gibi intrakromozomal yeniden düzenlemelerin bazı tiplerinin olduğunu gösterdiğini iddia etmiştir. Cobitoid atasında bütün bu yapısal yeniden düzenlemelerin meydana geldiği savunmuştur. İncelenen türlerin heterokromatin dağılım yapısı, çok sayıda tek kollu kromozomlu poliploid atadan sentrik füzyonlarla *Cobitis taenia* karyotipinin orjinlenmesinin mümkün olduğunu savunmuştur. İki kollu kromozomlarda böyle heterokromatin oluşumu, cobitid türlerinin evrimi ve orjinine katılmış perisentrik inversiyonlar gibi intra-kromozomal yeniden düzenlemelerin bazı tipleri veya sentromerik füzyonların olasılığını doğrular (Gropp ve Winking 1981, Rab ve ark. 1991).

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

**Çizelge 5.3.** Cobitidae ve Nemacheilidae familyalarına ait C-band verileri

Tür	C-pozitif bant	Kaynaklar
<i>Cobitis taenia</i>	Bütün kromozomların sentromerlerinde ve bazı m ve sm kromozomların perisetromerik bölgelerinde	Boron 1995b
<i>Cobitis taenia</i>	Karyotipteki en büyük kromozom çifti sentromer konumunda	Boron ve ark. 2003
<i>Cobitis taenia</i> (Triploit dişi)	Kromozomların çoğunun sentromerik bölgesinde	Boron,1999
<i>Cobitis taenia striata</i>	İki kollu kromozomlarının çoğunda	Saitoh ve ark. 1984
<i>Cobitis taenia striata</i>	Birkaç iki kollu kromozomun perisentromerik bölgesi ve akrosentrik kromozomların sentromerlerinde	Saitoh ve Aizawa 1987
<i>Sabanejewia aurata balcanica</i>	Birkaç iki kollu kromozomun perisentromerik bölgesi büyük C-bant	Rab ve ark. 1991
<i>Sabanejewia aurata balcanica</i>	En büyük m çiftinin perisentromerik bölgesinde büyük heterokromatin blok	Rab ve ark. 1991
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	İkinci m çiftinin sentromer tarafında ve kolunda büyük heterokromatin bloklar; Kromozom setinin tek ve iki kollu kromozomların hemen hemen hepsinde sentromerde	Boron 1995a
<i>Turcinoemacheilus kosswigi</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde ve büyük 1 çift m-sm kromozomun kollarında	Gaffaroğlu 2009
<i>Cobitis elazigensis</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde, iki kollu kromozomlarda daha güçlü C-bandlar	Bu çalışmada
<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde	Bu çalışmada
<i>Oxynoemacheilus frenatus</i>	Çok sayıda kromozomun sentromerinde,	Bu çalışmada
<i>Oxynoemacheilus sp.</i>	Hemen hemen bütün kromozomların sentromerlerinde	Bu çalışmada

Klasik giemsa boyama ile karyotipleri birbirinden ayırt edebilmenin zor olduğu, buna karşın gümüş boyama ile karşılaştırma yapmayı mümkün kılan NOR'ların mükemmel birer sitolojik marker olduğu bildirilmiştir (Amemiya, 1987).

Bu çalışmada, *Cobitis elazigensis* türünde bir çift büyük submetasentrik kromozomun kısa kollarının telomer bölgelerinde NOR tespit edilmiştir. *Oxynoemacheilus argyrogramma* türünde en büyük bir çift submetasentrik

kromozomun uzun kollarında telomer bölgesinde; *Oxynoemacheilus frenatus* ve *Oxynoemacheilus sp.* türlerinde ise orta büyüklükte iki çift akrosentrik kromozomun uzun kollarının telomer bölgelerinde NOR bulunmuştur. Cobitidae ve Nemacheilidae familyalarına ait NOR verileri Çizelge 5.4 de verilmiştir. Madeira ve ark. (1992), *Noemacheilus barbatulus* un en büyük metasentrik çifti üzerinde NOR lokalizasyonu tespit etmişlerdir. Boron (1995) *Noemacheilus barbatulus* un en büyük metasentrik çifti üzerinde NOR lokalizasyonu tespit etmiştir. *Noemacheilus barbatulus* türündeki durum *Oxynoemacheilus argyrogramma* türü ile benzerlik göstermektedir. Madeira ve ark. (1992) *Cobitis maroccana* un en büyük metasentrik çifti üzerinde; Rab ve ark. (1991) *Sabanejewia aurata balcanica* nın subtelosentrik kromozom çiftinin kısa kollarında terminal pozisyonda; Boron (1995b) *Cobitis taenia*'da NOR, orta büyüklükte subtelosentrik çift üzerinde kısa kollarda terminal olarak lokalize olduğunu tespit etmiştir. *Cobitis maroccana* ve *Cobitis calderoni* türlerinde ise Ag-NOR, en büyük metasentrik çiftte tespit edilmiştir (Madeira ve ark.1992). Kromozom bantlama üzerinde daha detaylı çalışmalar ile cobitid türlerinin taksonomi, filogeni ve evrimsel rolü açıklanması günümüz balık taksonomik çalışmalarının en popüler konularındandır (Boron 1995a).

Anadolu'da zengin endemik potansiyele sahip Cobitoidea üstfamilyasına ait türlerin genetik özelliklerinin belirlenerek türlerin korunmaya alınması biyolojik çeşitliliğimizin ve gen zenginliğimizin geleceği açısından önemlidir. Genotipik çeşitliliğin bulunması, ancak gen kaynaklarının korunmasıyla mümkündür. Ayrıca bu cinsin sınıflandırılmasında kullanılan geleneksel morfolojik karakterlerin yanı sıra sitogenetik ve moleküler çalışmalar da faydalı olacaktır. Bu çalışmanın; balık sitogenetiği ve taksonomisine katkıda bulunacağı ve balıklar üzerinde yapılacak diğer sitogenetik çalışmalara kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir. İlerleyen zamanlarda ülkemizde yaşayan diğer Cobitoidea üstfamilyasına ait türlerde yapılacak karyotip çalışmalarla türler arasında sitogenetik açıdan karşılaştırmalar yapılabilecektir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

**Çizelge 5.4.** Cobitidae ve Nemacheilidae familyalarına ait NOR verileri

Tür	Nor fenotipi	Kaynaklar
<i>Cobitis taenia</i>	St çiftinin kısa kollarında	Boron 1999
<i>Cobitis taenia</i> (Triploit dişi)	2 st,1 m ve orta büyüklükte 1 sm kromozomda telomerik pozisyonda	Boron 1999
<i>Cobitis taenia</i>	Orta büyüklükte st çift	Boron 1995b
<i>Cobitis taenia</i>	Bir sm ve bir st kromozom çiftinin kısa kollar üzerine	Boron ve ark. 2003
<i>Cobitis taenia</i>	Orta boy sm kromozom çiftinin kısa kolların tamamını kapsar	Rab ve ark. 2000
<i>Cobitis maroccana</i>	En büyük m çift	Madeira ve ark. 1992
<i>Cobitis calderoni</i>	En büyük m çift	Madeira ve ark. 1992
<i>Cobitis elongatoides</i>	Bir orta büyüklükte m;bir küçük ve büyük sm kromozom çiftinde	Rab ve ark. 2000
<i>Sabanejewia aurata balcanica</i>	St kromozom çiftinin kısa kollarında terminal pozisyonda	Rab ve ark.1991
<i>Barbatula barbatula</i> ( <i>Noemacheilus barbatulus</i> )	Orta büyüklükte m çift	Madeira ve ark.1992, Boron 1995a
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	En büyük m çift	Madeira ve ark. 1992
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	En büyük m çift terminal pozisyonda	Boron 1995a
<i>Lefua nikkonis</i>	Orta büyüklükte bir sm-st kromozom çifti	Suzuki 2003
<i>Micronemacheilus pulcher</i>	Bir çift kromozom	Suzuki 2003
<i>Cobitis elazigensis</i>	Büyük bir çift sm kromozomun kısa kollarında telomer bölgesinde	Bu çalışmada
<i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i>	En büyük bir çift sm kromozomun uzun kollarında telomer bölgesinde	Bu çalışmada
<i>Oxynoemacheilus frenatus</i>	Orta büyüklükte iki çift akrosentrik kromozomun uzun kollarının telomer bölgesinde	Bu çalışmada
<i>Oxynoemacheilus sp.</i>	Orta büyüklükte iki çift akrosentrik kromozomun uzun kollarının telomer Qbölgesinde	Bu çalışmada



## 6. KAYNAKLAR

- Amemiya, C.T. 1987. Cytogenetic and cytosystematic studies on the nucleolus organizer regions of North American cyprinid fishes. Doktora Tezi, Graduate College of Texas A&M University, Texas, 120.
- Amemiya, C.T., Gold, J.R. 1990. Cytogenetic studies in the North American minnows (Cyprinidae). *Hereditas*, 112: 231-247.
- Anonim 2011. Doğa Derneği. Dicle'nin Bedeninde Yaşam [ATLAS] Erisim:[<http://www.dogadernegi.org/yayinlarimiz.aspx>] Erisim Tarihi:13.03.2011.
- Arkhipchuk, V.A. 1999. Chromosome database, Database of Dr. Victor Arkhipchuk. FishBase. Erisim:[[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)] Erisim Tarihi: 12.01.2007.
- Banarescu, P., T. Nalbant. 1964. Sübwasserrfische der Türkei 2. Teil Cobitidae, Mitt.hamburg. Zool. Mus. Inst., Band 61: 159-201.
- Banarescu, P.M., Nalbant, T.T. and Balık, S. 1978. Süswasserrfische der Türkei 11 teil die Gattung *Orthrias* in der Türkei und in Südbulgarien (Pisces, Cobitidae, Noemacheilinae). Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst. Band, 75: 225-266.
- Başbüyük, H.H., Bardakçı, F., Belshaw, R., Quiche, L.J.D., 2000. Phylogenetic Systematics 1<sup>st</sup> ed. Önder Matbaa, 1-20, Sivas.
- Boron, A. 1992. Karyotype study of diploid and triploid *Cobitis taenia* (Pisces, Cobitididae) from Vistula river basin. *Cytobios*. 72 (290-291): 201-206.
- Boron, A. 1995a. Chromosome banding studies of *Noemacheilus barbatulus* (Linnaeus, 1758) from Poland. *Caryologia* , 43 (3-4): 239-246.
- Boron, A. 1995b. Chromosome banding studies of spined loach *Cobitis taenia* (L.). *Cytobios*, 81: 97-102.
- Boron, A. 1999. Banded karyotype of spined loach *Cobitis taenia* and triploid *Cobitis* from Poland. *Genetica*, 105: 293–300.
- Boron, A. 2003. Karyotypes and cytogenetic diversity of the genus *Cobitis* (Pisces, Cobitidae) in Poland: a review. Cytogenetic evidence for a hybrid origin of some *Cobitis* triploids. *Folia Biol (Krakow)*, 51: 49-54.
- Boron, A., Culling, M., Pulym A., 2003. Cytogenetic Characteristics of the Fish Genus *Cobitis* from England. *Folia biologica (Kraków)*, 51: 13-16.
- Bohlen, J., Rab, P. 2001. Species and hybrid richness in spined loaches of the genus *Cobitis* L.

## 6. KAYNAKLAR

---

- (Teleostei: Cobitidae), with a checklist of European forms and suggestions for their conservation. *Journal of Fish Biology*, 59a:75-89.
- Bohlen, J. 2003: Spawning habitat in the spined loach, *Cobitis taenia* (Cypriniformes; Cobitidae). *Ichthyological Research*, 50: 98-101.
- Breil, M., Bohlen, J. 2001. First record of the loach fish *Turcinoemacheilus kosswigi* in the basin of river Euphrates with first observations on habitat and behaviour. *Zoology in the Middle East*, 23:71-76.
- Cataudella, S., Civitelli, M.V., Capanna, E. 1974. Chromosome complements of the Mediterranean mullets (Pisces, Perciformes). *Caryologia*, 27: 93-105.
- Coad, B., Sarieyyüpoğlu, M. 1988. *Cobitis Elazigensis*, A New Species of Cobitidid Fish From Anatolia, Turkey. *Japanese Journal of Ichthyology*, Vol. 34, No:4, P. 426-430, Japan
- Coad, B.W. 1996. Zoogeography of the fishes of the Tigris-Euphrates Basin. *Zoology in the Middle East*, 13: 51-70.
- Coad, B.W. 2011a. Freshwater Fishes of Iran, Nemacheilidae, *Oxyemacheilus frenatus* Erisim:[<http://www.briancoad.com/Species%20Accounts/Cobitidae%20to%20Cyprinodontidae.htm>] Erisim Tarihi: 12.03.2011
- Coad, B.W. 2011b. Freshwater Fishes of Iran, Nemacheilidae, *Turcinoemacheilus kosswigi* Erisim:[<http://www.briancoad.com/Species%20Accounts/Cobitidae%20to%20Cyprinodontidae.htm>] Erisim Tarihi: 12.03.2011
- Colihueque, N. 1998. Chromosome banding in Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) from Chile. *Cytobios*, 95: 43-51.
- Collares-Pereira, M. J. 1992. In vivo direct chromosome preparation (protocol for air drying technique). First International Workshop on Fish Cytogenetic Techniques, 14-24 Sept., France.
- Collares-Pereira, M.J., Prospero, M.I., Bileu, R.I., Rodrigues, E.M. 1998. *Leuciscus* (Pisces, Cyprinidae) karyotypes: Transect of Portuguese populations. *Genet. Mol. Biol.*, 21(1): 1415-4757.
- Cucchi, C., Baruffaldi, A. 1990. A new method for karyological studies in teleost fishes. *J. Fish Biol.*, 37: 71-75.
- Çolak, A., Sezgin, İ., Süngü, S., 1985. Sazangiller Familyasına (Cyprinidae) Ait Beni Balığında (*Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843) Kromozomal Araştırmalar. *Doğa Türk Biol.*

Derg. 9: 2. 193-195

- Dağlı, M., Erdemli A.Ü. 2008. A Taxonomical Study on the Fish of Sabun Suyu and Deliçay Stream (Kilis, Turkey) International Journal of Science & Technology, 3 (1): 19-25.
- Das, J.K., Khuda-Bukhsh, A.R. 2003. Karyotype, Ag-NOR, CMA3 and SEM studies in fish (*Mystus tengara*, Bagridae) with indication of female heterogamety. Indian J. Exp. Biol., 41: 603-608.
- Denton, T. E. 1973. Fish Chromosome Methodology 1<sup>st</sup> ed. Charles C. Thomas Publisher, 166, USA.
- Değer, D. 2006. Dicle Nehri'nde yaşayan Cyprinidae familyası dışındaki bazı balık türlerinin karyolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 44.
- Değer, D., Gaffaroğlu, M., Karasu, M., Ünlü, E. 2010. Dicle ve Fırat Su Sistemleri'nde yaşayan *Mastacembelus mastacembelus*'un (Banks & Solander, 1794) karyolojik özellikleri. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-25 Haziran 2010, Denizli, 1045-1046.
- Ekmekçi, F.G., Kirankaya, S.G., Turan, D., 2010. Threatened Fishes of the World, *Cobitis puncticulata* (Erk'akan, Atalay-Ekmekçi & Nalbant, 1998) (Cobitidae) Environ. Biol. Fish. 87 (3): 217-218.
- Ergene, S., Kuru, M., Çavaş, T. 1998. *Barbus plejebus lacerta* (Heckel, 1843)'nın Karyolojik Analizi, II. Uluslararası Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi, 20-22 Mayıs, Kırıkkale.
- Erk'akan, F., Atalay-Ekmekçi F.G., Nalbant T.T. 1999. A review of genus. *Cobitis* in Turkey (Pisces:Ostariophysi:Cobitidae). Hydrobiologia, 403:13–26.
- Erk'akan F., Atalay-Ekmekçi F.G., Nalbant T.T. 1998. Four new species and one new subspecies of the genus *Cobitis* (Pisces: Ostariophysi: Cobitidae) from Turkey. Tr J Zool 22:9–15
- Erk'akan F., Ekmekçi F.G. 2000. Habitats of *Cobitis puncticulata*, and *Cobitis levantina* (Teleostei: Cobitidae) in Turkey. Folia Zool 49(suppl 1):193–198
- Erk'akan, F., Nalbant, T.T., Özeren, S.C. 2007. Seven New Species of *Barbatula*, Three New Species of *Schistura* and a New Species of *Seminemacheilus* (Ostariophysi: Balitoridae: Nemacheilinae) from Turkey. Journal of Fisheries International, 2 (1): 69-85.
- Erk'akan, F., Özeren, S.C. and Nalbant, T.T. 2008. *Cobitis evreni* sp. nova -a new spined loach species (Cobitidae) from the southern Turkey. Journal of Fisheries International, 3(4): 112-114.

## 6. KAYNAKLAR

---

- Flajshans, M., Rab, P. 1990. Chromosome Study of *Oncorhynchus mykiss kampllops*. Aquaculture, 89:1-8.
- Fontana, F. 2002. A cytogenetic approach to the study of taxonomy and evolution in sturgeons, J. Appl. Ichthyol., 18: 226-233.
- Freyhof, J., Stelbrink, B., Özuluğ, M., Economidis, P.S., 2008. First record of *Cobitis puncticulata* from Europe with comments on its conservation status (Teleostei : Cobitidae). Folia Zool., 57 (1-2): 16-19.
- Gaffaroğlu, M. 2003. Karakaya Baraj Gölünde yaşayan Cyprinidae familyasına ait bazı türlerin karyolojik analizleri. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 65.
- Gaffaroğlu, M. 2009. Fırat Nehir Sisteminde Yaşayan *Turcinoemacheilus kosswigi* Banareescu & Nalbant, 1964 (Pisces, Balitoridae)'nin Karyotipi ve C-bantlaması. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Temmuz 2009, Rize,32.
- Gaffaroğlu, M., Yüksel, E. 2004. *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843 (Pisces: Cyprinidae)'un Karyotip Analizi. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi, 5 (2): 235-239.
- Gaffaroğlu, M., Yüksel, E. 2005. *Chalcalburnus mossulensis* Heckel, 1843 (Pisces: Cyprinidae)'in Karyotipi. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17 (1):114-120.
- Gaffaroğlu, M., Yüksel, E. 2009. Constitutive heterochromatin in *Acanthobrama marmid* and *Cyprinion macrostomus* (Osteichthyes, Cyprinidae). Kafkas Univ. Vet. Fak Derg., 15 (2): 169-172.
- Gaffaroğlu, M., Yüksel, E., Rab, P. 2006. Note on the karyotype and NOR phenotype of leuciscine fish *Acanthobrama marmid* (Osteichthyes, Cyprinidae). Biologia, 61 (2): 207-209.
- Gaffaroğlu, M., Yılmaz, M., Yılmaz, M. 2009. Karyotype of *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel 1846) (Pisces, Cyprinidae) in Kızılırmak River, Turkey. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 15 (3): 325-327.
- Galetti, P.M., Molina, W.F., Affonso, P.R., Aguilar C.T. 2006. Assessing genetic diversity of Brazilian reef fishes by chromosomal and DNA markers. Genetica, 126: 161-177.
- Gold, J.R., Li, Y.C., Shipley, N.S., Powers, P.K. 1990. Improved methods for working with fish chromosomes with a review of metaphase chromosome banding. J. Fish Biol., 37: 563-575.

- Gropp, A., Winking, H. 1981. Robertsonian translocations: cytology, meiosis, segregation Patterns and biological consequences of heterozygosity. Symp. Zool. Soc. London, 47:141-81.
- Gyldenholm, A.O., Scheel, J.J. 1971. Chromosome numbers of fishes. I, J. Fish. Biol. 3:479-486.
- Howell, W.M., Black, D.A. 1980. Controlled Ag-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer; a 1-step method. *Experientia*, 36: 1014–1015.
- Jelen, I., Boron, A., Szlachciak, J., Juchno, D. 2008. Morphology of the karyologically identified spined loach *Cobitis taenia* (Teleostei, Cobitidae) from a diploid population. *Folia Zool.*, 57:1-2.
- Jenkin, J.D. 1992. Cytosystematic studies of North American Cyprinidae, with emphasis on the “Western” clade. Doktora Tezi, Office of Graduate Studies Texas A&M University, Texas, 64.
- Karahan, A., Ergene, E. 2010. Cytogenetic Analysis of *Garra variabilis* (Heckel, 1843) (Pisces, Cyprinidae) from Savur Stream (Mardin), Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 10: 483-489.
- Karasu, M. 2009. *Pseudophoxinus firati* (Pisces: Cyprinidae)’nin Karyotip Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 43.
- Karol, S., Ayvalı, C., Suludere, Z. 2000. Hücre Biyolojisi. Öğün Matbaacılık, IV. Baskı, 322-324, Ankara.
- Kaya, T.Ö., Gül, S., Nur, G. 2005. Karyotype Analysis in *Orthrias angorae* (Steinctachner, 1897) Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 11(2): 137-140.
- Kılıç, B. 2006. Kura-Aras Havzasından *Orthrias Tigris* (Heckel, 1843)’de Kromozomal Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars, 58.
- Kılıç-Demirok, N. 2000. Dicle Su Sisteminde Yaşayan Bazı Cyprinid tür ve Alttürlerinin Kromozomları Üzerine Çalışmalar, Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 71.
- Kılıç-Demirok, N., Ünlü, E. 2001. Karyotypes of Cyprinid Fish, *Capoeta trutta* and *Capoeta capoeta umbla* in the Tigris River, Turkey. *Tr. J. of Zool.*, 25: 389–393.
- Kılıç-Demirok, N., Ünlü, E. 2004. Karyotype of the Cyprinid Fish *Alburnoides bipunctatus* (Cyprinidae) from the Tigris River. *Folia biol.-Kraków*, 52 (1–2): 57–59.

## 6. KAYNAKLAR

---

- Kim R.T., Pak, S.Y. 1995. A New Species of a Loach, *Misgurnus* from D.P.R. of Korea. Bull. Acad. Sci. DPR Korea, 1: 54–56 .
- Kim, I.S., Park, J.Y., Nalbant, T.T. 1999. The Far-East Species of the Genus *Cobitis* with the Description of Three New Taxa (Pisces: Ostariophysi: Cobitidae). Trav. Mus. Nat. Hist. Nat. Grigore Antipa, 41: 373–391.
- Kottelat, M., Freyhof, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, 646, Germany.
- Kuru, M. 1975. Fırat ve Dicle Sistemlerinde Yaşayan Balıklar (Pisces) Üzerine Sistematik Araştırmalar, T.B.T.A.K. V. Bilim Kongresi, İzmir, TÜBİTAK yayınları, 430, 329-338
- Kuru, M. 1978-1979. The freshwater fish of South-Eastern Turkey-2 (Euphrates-Tigris system). Hacettepe Bulletin of Naturel Sciences and Engineering, 7-8:105-114.
- Krysanov, E.Y., Golubtsov, A.S. 1996. Karyotypes of some Ethiopian *Barbus* and *Varicorhinus* from the Nile Basin including Lake Tana morphotypes. Folia Zool., 45: 67–75.
- Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R. 1977. Ichthyology, the study of fishes. John Wiley and Sons, Toppan Company Ltd., 545, New York.
- Liu, S., Zhang, J., Tang, Q., Liu, H. 2010. Phylogenetic relationships among Cobitoidea based on mitochondrial ND4 and ND5 gene sequences. Zoological Research, Jun., 31(3) : 221–229.
- Lodi, E., Marchioni, V. 1980. Chromosome complement of the masked loach *Sabanejewia larvata* (De Fil.) (Pisces, Osteichthyes). Caryologia, 33(4): 435-440.
- Ludwig, A., Bohlen, J., Wolter, C., Pitra, C. 2001. Phylogenetic relationships and historical biogeography of spined loaches (Cobitidae, *Cobitis* and *Sabanejewia*) as indicated by variability of mitochondrial DNA. Zoological Journal of the Linnean Society, 131: 381-392.
- Madeira, J.M., Collares-Pereira, M.J., Elvira, B. 1992. Cytotaxonomy of Iberian loaches with some remarks on the karyological evolution of both families (Pisces, Cobitidae, Homalopteridae). Caryologia, 45: 273–282.
- Martinez, P., Vinas, A., Bouza, C., Castro, J., Sanchez, L., 1993. Quantitative analysis of the variability of nucleolar organizer regions in *Salmo trutta*. Genome, 36: 1119-1123.
- Mayer, J. 2011. Fish Medicine. Erisim:[<http://rachel.worldpossible.org/ocw.tufts.edu/Content/5/lecturenotes/215706.html>]. Erisim Tarihi : 11.03.2011

- Nalbant, T.T., Rab, P., Bohlen, J., Saitoh, K. 2001. Evolutionary success of the loaches of the genus *Cobitis* (Pisces: Ostariophysi: Cobitidae). *Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle, Grigore Antipa*, XLIII: 277-289.
- Nalbant, T.T. 2002. Sixty million years of evolution. Part one: family Botiidae (Pisces: Ostariophysi: Cobitoidea). *Travaux du Museum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"* 44: 309-333.
- Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the World*, third ed. John Wiley and Sons, 600, New York.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the World*, 4th ed. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, 601, New Jersey, USA.
- Ojima, Y., Kurishita, A. 1980. A new method to increase the number of mitotic cells in the kidney tissue for fish chromosome studies. *Proc. Japan. Acad.*, 56: 610-615.
- Olivera, C., Almeida Toledo, L.F., Foresti, F., Toledo, S.A. 1988. Supernumerary chromosomes, robertsonian rearrangement and multiple NORs in *Corydoras aeneus* (Pisces, *Siluriformes*, *Callichthyidae*). *Caryologia*, 41: 227-236.
- Oymak, A., Ünlü, M.Y., Ünlü, E. 1999. Atatürk Baraj Gölünde Bir Cobitid Türü, *Cobitis elazigensis* Coad and Sarıeyüpoğlu, 1988, X. Su ürünleri Sempozyumu, 22-24 Eylül 1999, Adana, 780-789.
- Pekol, S. 1999. Kastamonu Beyler ve Germeçtepe Barajlarındaki *Cyprinus carpio* (L., 1758) ve *Leuciscus cephalus* (L., 1758) popülasyonlarının karşılaştırmalı karyotip analizi ve NOR fenotipleri. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 68 .
- Phillips, R.B., Pleyte, K.A., Ihssen, P.E. 1989. Patterns of chromosomal nucleolar organizer region (NOR) variation in fishes of the genus *Salvelinus*. *Copeia*, 1: 47-53.
- Pisano, E. 1992. Complementary Techniques, First International Workshop on Fish Cytogenetic Techniques. 14-24, France.
- Prokofiev, A.M. 2009. Problems of the Classification and Phylogeny of Nemacheiline Loaches of the Group Lacking the Preethmoid I (Cypriniformes: Balitoridae: Nemacheilinae). *Journal of Ichthyology*, 49(10): 874–898.
- Prokofiev, A.M. 2010. Morphological Classification of Loaches (Nemacheilinae). *Journal of Ichthyology*, 50(10): 827–913.
- Regan, C.T. 1911. The classification of teleostean fishes of the order Ostariophysi. I. Cobitoidea. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 8:13–32.

## 6. KAYNAKLAR

---

- Reddy, P.V.G.K., John, G. 1986. A Method to Increase Mitotic Metaphase Spreads and Permanent Chromosome Preparation for Karyotypes Studies in Fishes. *Aquacult Hungarica* (Szarvas), V:31-36.
- Rab, P., Collares-Pereira, M.J., 1995: Chromosomes of European Cyprinid Fishes (Cyprinidae, Cypriniformes): A review. *Folia Zool.*, 44:193–214.
- Rab, P., Roth, P., Vasil'eva, E.D. 1991. Chromosome banding study of the golden loach, *Sabanejewia aurata balcanica* from Slovakia (Cobitidae). *Jap. J. Ichthyol.*,38(2): 141–146.
- Rab, P., Rabova, M., Bohlen, J., Lusk, S. 2000. Genetic differentiation of the two hybrid diploid-polyploid complexes of loaches, genus *Cobitis* (Cobitidae) involving *C. taenia*, *C. elongatoides* and *C. spp.* in the Czech Republic: Karyotypes and cytogenetic diversity. *Folia Zool.*, 49 (1): 55-66.
- Saitoh, K., Aizawa, H. 1987. Local differentiation within the striated spined loach (the striata type of *Cobitis taenia* complex). *Jap. J. Ichthyol.*, 34(3): 334–345.
- Saitoh, K., Takai, A., Ojima, Y., 1984. Chromosomal study on the three local races of the striated spined loach (*Cobitis taenia striata*). *Proc. Jpn. Acad.*, 60B (6): 187-190.
- Schultz, R.J. 1980. The role of polyploidy in the evolution of fishes. In: Lewis WH, ed. *Polyploidy: Biological Relevance*. Plenum Press, 313–339, New York.
- Siebert, D.J. 1987. Interrelationships among families of the order Cypriniformes (Teleostei). Ph.D. thesis, Univ. New York.
- Slechtova, V., Bohlen, J., Tan, H.H. 2007. Families of Cobitoidea (Teleostei; Cypriniformes) as revealed from nuclear genetic data and the position of the mysterious genera *Barbucca*, *Psilorhynchus*, *Serpenticobitis* and *Vaillantella*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 44: 1358-1365.
- Sofradzija, A., Vukovic, T. 1979. Chromosome complement of *Nemacheilus barbatulus* (Linnaeus,1758), Cobitidae, Pisces. *Ichthyologia*,11: 43-49.
- Sola, L., Cataudella, S., Capanna, E. 1979. New Developments In Vertebrate Cytotaxonomy III. Karyology of Bony Fishes: A Review. 54(3):285-328.
- Sola, L., Natili, G.L., Cataudella, S. 1988. Cytogenetical characterization of *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atherinidae), an Argentine species introduced in Italy. *Genetica*, 77: 217-224.



- Sumner, A.T. 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Exp. Cell. Res.*, 75: 304-306.
- Suzuki, A. 2003. Cytogenetical studies on three species of Noemacheilinae and Gastromyzoninae fishes (Cobitidae; Cypriniformes). *Folia biol. (Kraków)* 51(1): 125-128.
- Szlachciak, J., Boron, A. 2003. A numerical taxonomic study of several *Cobitis* species (Pisces, Cobitidae) based on their cytogenetic features. *Folia Biol (Krakow)*, 51:7-11.
- Tang, Q., Liu, H., Mayden, R., Xiong, B. 2006. Comparison of evolutionary rates in the mitochondrial DNA cytochrome b gene and control region and their implications for phylogeny of the Cobitoidea (Teleostei: Cypriniformes). *Mol. Phylogenet. Evol.*, 39:347–357.
- Thorgaard, G.H., Disney, J.E. 1990. *Methods For Fish Biology*. Ed. Carl B. Schreck and Peter B. Moyle, America Fisheries Society, Bethesda, 171-187, Maryland, USA.
- Ueno, K., Ojima, Y. 1976. Diploid tetraploid Complexes in the Genus *Cobitis* (Cobitidae, Cyprinida ). *Proc. Japan Acad*, 52 : 446-449.
- Ueno, K., Senou, H., Kim, I.S. 1985. A Chromosome study of five species of Korean cobitid fish. *Jpn. J. Genet.*, 60: 539-544.
- Ulupınar, M., Alaş, A. 2002. *Balık Sitogenetiği ve Laboratuar Teknikleri*. 1.Baskı. Haziran, 371,Ankara.
- Uribe-Alcocer, M., Tellez-Vargas, C., Diaz-Jaimes, P. 1999. Chromosomes of *Cichlasoma istlanum* (Perciformes : Cichlidae) and karyotype comparison of two presumed subspecies. *Revista De Biología Tropical*, 47: 1051-1059.
- Uyeno, T., Smith, G.R. 1972. Tetraploid origin of the karyotype of catostomid fishes. *Science*, 175: 644–646.
- Ünlü, E., Özbay, C., Kılıç, A., Coşkun, Y., Şeşen, R. 1997. GAP'ın Faunaya Etkileri, GAP'ın Ekolojiye ve Tarıma Etkileri. *Türkiye Çevre Vakfı Yayınları*, Ankara, 79-102.
- Vikipedi 2011a, Dicle Nehri. Erisim:[ [http://tr.wikipedia.org/wiki/Dicle\\_Nehri](http://tr.wikipedia.org/wiki/Dicle_Nehri)] Erisim Tarihi:13.03.2011.
- Vikipedi 2011b, Fırat Nehri. Erisim:[ <http://tr.wikipedia.org/wiki/F%C4%B1rat>] Erisim Tarihi:13.03.2011.
- Vasil'ev V.P. 1985. *Evolutionary karyology of fishes*. 300, Moskow Nauka. Russian.
- Vasil'ev, V.P., Vasil'eva E.D. 2008. *Comparative Karyology of Species of the Genera*

## 6. KAYNAKLAR

---

- Misgurnus* and *Cobitis* (Cobitidae) from the Amur River Basin in Connection with Their Taxonomic Relations and the Evolution of Karyotypes. *Journal of Ichthyology*, 48(1):1–13.
- Vasil'eva, E.D., Vasil'ev, V.P. 1988. Studies in intraspecific structure of *Sabanejewia aurata* (Cobitidae) with the description of new subspecies *S. aurata kubanica* subsp. nov. *Russian, Vopr. Ichtiol.*, 28(2): 192-212.
- Vasil'eva, E.D., Vasil'ev, V.P. 1998. Vidy-dvojniki v rode *Cobitis* (Cobitidae). 1. Yuzhnorusskaya schipovka *Cobitis rossomeridonalis* sp. nova [Sibling species in the genus *Cobitis* (Cobitidae). 1. *Cobitis rossomeridonalis* sp. nova]. *Russian, Vopr. Ichtiol.*, 38(5): 604-614.
- Yüksel, E., Gaffaroğlu, M. 2006. *Cyprinion macrostomus* (Osteichthyes, Cyprinidae)'un NOR Fenotipi ve Pliodi Düzeyi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1):17-22.
- Yüksel, E., Gaffaroğlu, M. 2008a. Nor Phenotype of *Cyprinion macrostomus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Journal of Fisheries Sciences*, 2(2): 114-117.
- Yüksel, E., Gaffaroğlu, M. 2008b. The Analysis Of Nucleolar Organizer Regions in *Chalcalburnus mossulensis* (Pisces: Cyprinidae). *Journal of Fisheries Sciences*, 2(3): 587-591.
- Yu, X., Zhou, T., Li, Y. 1989. *Chromosomes of Chinese Fresh-Water Fishes*. Sci. Press, Beijing, 179, Chine.
- Yüzbaşıoğlu, D. 1996. Bazı *Sternbergia Wadst. & Kit.* türlerinin karyolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 41.
- Zhang, Q. 1996. Cytogenetic and molecular analysis of the channel catfish (*Ictalurus punctatus*) genome. Doktora Tezi, Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Baton Rouge, 76.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : DEĞER, Deniz  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 21.03.1980 Diyarbakır  
e-mail : [denizdeger@gmail.com](mailto:denizdeger@gmail.com)

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümü	2006
Lisans	Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği	2001
Lise	Pertek Mustafa Kemal Lisesi	1996

**Yabancı Dil** İngilizce

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar

	Yıl
MEB- Sınıf Öğretmeni	2002
MEB- Biyoloji Öğretmeni	2008

### Yayımları (SCI ve diğer):

- Ünlü, E., Çiçek, T., Değer, D., Coad, B.W., 2011. Range extension of the exotic Indian stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch,1794) (Heteropneustidae) into the Turkish part of the Tigris River watershed. *J. Appl. Ichthyol.*, 27 : 141–143.
- Değer, D., Gaffaroğlu, M., Karasu, M., Ünlü, E. 2010. Dicle ve Fırat Su Sistemleri'nde yaşayan *Mastacembelus mastacembelus*'un (Banks & Solander, 1794) karyolojik özellikleri. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-25 Haziran 2010, Denizli, 1045-1046.
- Ünlü, E., Değer, D., Gaffaroğlu, M., Karasu, M., 2010. Dicle Nehri'nde Yaşayan *Liza abu* Heckel, 1846'nun Karyolojik Özellikleri. 2010 Ekoloji Sempozyumu, 5-7 Mayıs 2010, Aksaray, 231.