



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEYŞEHİR GÖLÜ'NDEKİ KADİFE BALIĞI, *TINCA TINCA* (L., 1758) ÜZERİNE SİTOGENETİK ARAŞTIRMALAR

Fatma Nur TAKI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalını

Temmuz-2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Fatma Nur TAKI

28.07.2011

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

BEYŞEHİR GÖLÜ'NDEKİ
KADİFE BALIĞI, *TINCA TINCA* (L., 1758)
ÜZERİNE SİTOGENETİK ARAŞTIRMALAR

Fatma Nur TAKI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Atilla ARSLAN

2011, 47 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Atilla ARSLAN

Doç. Dr. Muhammet GAFFAROĞLU

Yrd. Doç. Dr. Haluk ÖZPARLAK

Bu çalışmada Beyşehir Gölü'ndeki Kadife Balığı, *Tinca tinca*'nın sekiz örneğine standart giemsa boyama, gümüş boyama ve C-bantlama uygulanarak, onların ayrıntılı sitogenetik özellikleri araştırıldı. Araştırılan örneklerin karyotipindeki kromozomlarının tamamının iki kollu olduğu belirlendi. Ayrıca üçüncü çift kromozomun kısa kolu üzerinde ikincil boğum tespit edildi. Erkek ve dişi örneklerin eşey kromozomları arasında herhangi morfolojik bir fark tespit edilmedi. Örneklerin kromozomlarının tamamı sentromerik ve perisentromerik C-bantlara sahipti. Ayrıca bir çift kromozomun kısa kolu üzerinde intersitial bir bant bulunurken, üç çift kromozomun kısa kolları tamamen C-pozitifti. İki çift kromozomda heteromorf C-bantlar tespit edildi. Gümüş nitrat ($Ag\text{-}NO_3$) boyama ile bütün örneklerin üç nolu metasentrik kromozom çiftinin kısa kolu üzerinde aktif NOR belirlendi. Ancak bu aktif NOR C-heterokromatin ile ilişkili değildi. Çalışılan örneklerde tespit edilen aktif NOR'ların tamamı homomorftu.

Anahtar Kelimeler: Beyşehir Gölü, C-bant, Kadife Balığı, NORs, *Tinca tinca*

ABSTRACT

MS THESIS

CYTOGENETIC STUDIES ON TENCH,
TINCA TINCA (L., 1758) IN BEYŞEHIR LAKE

Fatma Nur TAKI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN BIOLOGY

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Atilla ARSLAN

2011, 47 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Atilla ARSLAN

Assoc. Prof. Dr. Muhammet GAFFAROĞLU

Assist. Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK

In this study, conventional giemsa staining, Ag-NOR and C-banding were applied to eight specimens of Tench, *Tinca tinca* of Lake Beysehir and their detailed cytogenetic properties were investigated. It was determined that all of the chromosomes in karyotypes of the samples investigated were bi-armed (metacentric, submetacentric, subtelocentric). Also a secondary constriction was observed on the short arm of the third pair chromosome. No morphological difference was identified between sex chromosomes of male and female specimens. All chromosomes of the specimens had centromeric and pericentromeric C-bands. Also, there was an interstitial band on the short arm of a chromosome pair, while all the short arms of three chromosome pairs were C-positive. Heteromorph C-bands were detected in two chromosome pairs. By Ag-nitrate (Ag-NO_3) staining, active NOR was identified on short arm of number three metacentric chromosome pair of all specimens. But this active NOR was not related to C-heterochromatin. All the active NORs determined in specimens worked on were homomorph.

Keywords: C-band, Lake Beyşehir, NORs, Tench, *Tinca tinca*

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim esnasında, laboratuvar çalışmalarında, tez yazımında ilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Atilla ARSLAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca öğrenim hayatım boyunca beni daima destekleyen ve hiçbir fedakârlıktan kaçınmayıp benim bugünlere ulaşmamda çok büyük emekleri geçen değerli aileme de teşekkür ederim.

Fatma Nur TAKI
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

2. 1. Kromozom 5
2. 1. 1. Kromozomun genel yapısı 6
2. 1. 2. Kromozomun ince yapısı 7
2. 1. 3. Kromozomların şekli 8
2. 1. 4. Kromozomların sayısı 10
2. 1. 5. Kromozomların büyüklüğü 10
2.2. Karyotip 11
2. 3. Kromozom Boyama ve Bantlama Yöntemleri 14
2. 3. 1. Standart giemsa boyama 14
2. 3. 2. C-Bantlama 14
2. 3. 3. NOR boyama 15

3. MATERYAL VE METOT **18**

3. 1. Materyal 18
3. 2. Metod 18
3. 2. 1. Standart giemsa boyama 19
3. 2. 2. C-bantlama 20
3. 2. 3. Ag-NOR boyama 21

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **23**

4. 1. Standart Giemsa Boyama 23
4. 2. C-bantlama 29
4. 3. Ag-NOR boyama 33

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **39**

5. 1. Sonuçlar 39
5. 2. Öneriler 39

KAYNAKLAR **40**

ÖZGEÇMİŞ **47**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a : Akrosentrik

$AgNO_3$: Gümüş nitrat

$Ba(OH)_2$: Baryum hidroksit

H_2O : Su

HCl : Hidroklorik asit

HPO_4 : Hidrofosfat

KCl : Potasyum klorür

KH_2HPO_4: Potasyum dihidrojen fosfat

m : Metasentrik

Na_2HPO_4 : Disodyum fosfat

NF : Temel kromozom kol sayısı

NFa : Otozomal kromozom kol sayısı

NH_3 : Amonyak

pH : Çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi

sm : Submetasentrik

st : Subtelosentrik

°C : Santigrat derece

2n : Diploid kromozom sayısı

Kısaltmalar

A : Adenin bazı

g : Gram

km : Kilometre

m : Metre

ml : Mililitre

mtDNA : Mitokondriyal DNA

nm : Nanometre

rpm : Dakikadaki devir sayısı

rRNA : Ribozomal RNA

T : Timin bazı

µm : Mikrometre

1. GİRİŞ

Rock ve ark. (1996)'na göre dünyada 20.000 civarında balık türü yaşamaktadır ve bunlardan yaklaşık 3.000 tanesinin kromozom sayısı belirlenmiş, karyotipleri çıkarılmıştır. Ancak günümüzde de devam etmekte olan çalışmalarla birlikte kromozom sayısı belirlenmiş ve karyotipi çıkarılmış balık türü sayısında artış sağlanmıştır. Karyotip çalışmaları tür seçiminde, verimli türün üretiminin yönlendirilmesinde ve sitotoksik kimyasalların izlenebilmesinde önemli katkılar sağlayacaktır (Rock ve ark., 1996).

Tinca cinsinin dahil olduğu Cyprinidae (Sazangiller) familyası tür sayısı bakımından en zengin ve en önemli balık familyalarından biridir ve dünyanın farklı bölgelerine yayılmıştır. Dünyada bu familya yaklaşık 1.500 türle temsil edilmektedir. Ülkemizde 27 familyaya ait 226 balık türü ve alttürünün yaşadığı tespit edilmiştir. Bunların 170'i tatlı sularda yaşamaktadır. Bu balıkların 108'i de Cyprinidae familyasına aittir (Kuru, 1971; Kuru, 1979; Geldiay ve Balık, 1996; Kuru ve ark., 2001).

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak her geçen gün artan çevre kirliliği sonucu, sahip olduğumuz zengin su kaynaklarımız kirlenmekte ve canlıların doğal üreme ortamları yavaş yavaş yok olmaktadır. Ayrıca artan nüfusa paralel olarak besin ihtiyacının karşılanmasındaki sıkıntılar ve beyaz etin dünyaca kabul edilen besin değeri her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bu nedenlerle yakın zamanda yapay üretimin önemi daha çok artacak, balık çiftliklerinde yetiştirilen balıklarla ilgili sitogenetik çalışmalar daha da ileriye götürülüp değişik çaprazlamalar ve seleksiyonlar yapılarak daha kısa zamanda, daha çok ve kaliteli, aynı zamanda da ekonomik yollarla balık üretiminin yapılmasına çalışılacaktır (Hamalosmanoğlu ve Kuru, 2004).

Günümüze kadar yapılan tüm tanımlamalarda çoğunlukla metrik ve meristik karakterlerin incelenmesi yoluyla tanımlamalara gidilmiştir. Ancak son yıllarda bu yöntemin tek başına yeterli olmadığı görülmüş ve bunun yanına karyolojik özellikler, biyokimyasal ve moleküler parametreler de eklenmiştir (Hua Yue ve Orban, 2001; Martins ve Galetti, 1999).

Memeli sitogenetiğinde yapılan çalışmalarla elde edilen başarılar, balık sitogenetiğinde yapılan çalışmalara ışık tutmuştur. 1960'dan beri balık sitogenetiğinde yeni metotların geliştirilmesine çalışılmıştır (Denton, 1973).

Dünyada 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 birkaç yıldır standart giemsa boyama ile çeşitli balık türleri üzerinde çalışma yapılmış ancak kromozom bantlama teknikleri ile yapılmış yeterli çalışma yoktur.

Dünyada *Tinca tinca* (L.,1758)'nın karyolojik özellikleri, standart giemsa boyama metodu ile Cataudella ve ark. (1977), Berberovic ve ark. (1978) ile Sola ve ark. (1983) tarafından tespit edilmiştir. Hafez (1979) ise bu türün karyolojik çalışmalarında standart giemsa boyama metoduna ilaveten C ve G bantlama metodlarını da kullanmıştır. Padilla ve ark. (1993) standart giemsa boyama, C-bantlama, NOR boyama ve restriksiyon endonükleaz bantlama metodlarıyla *T. tinca*'nın karyotip analizlerini yapmışlardır.

Türkiye'de ise Hamalosmanoğlu ve ark. (2004) Mogan Gölü'nden elde edilen *T. tinca*'nın karyotip analizlerini sadece standart giemsa boyama metodu ile yapmıştır.

Bu çalışmanın amacı C-bantlama ve Ag-NOR boyama tekniği ile Beyşehir Gölü'nde bulunan *T. tinca*'nın ayrıntılı karyolojik özelliklerini araştırmak ve çalışmanın sonucunda elde edilen verileri önceki literatür bilgileri ile karşılaştırmaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dünyanın büyük bölümünü kaplayan su küreyi keşfetme amacıyla insanoğlu balıklarla (Pisces) çeşitli nedenlerle ilgilenmiştir. Bunun en önemli sebebi de beslenme olmuştur. Her ne kadar insanlar için zararlı olan (zehirli, elektrikli, dikenli, saldırgan vb.) balık türleri varsa da çok sayıda yararları da mevcuttur (Saygun, 2005).

Proteinin beslenmedeki önemi anlaşıldıktan sonra insanlar önemli bir protein kaynağı olan su ürünlerine doğru eğilim göstermişlerdir. Balıklar %18-20 oranında protein içerir. Bu nedenle birçok balık türü insanların önemli besinleri arasında yer alırken bunun yanında hayvan besini ve ham madde olarak ticari önem taşır. Bu yüzden balıklar, birçok ülkenin ekonomisinde önemli rol oynar (Saygun, 2005).

Diğer canlı grupları gibi balıkların sınıflandırılmasında da amaç; doğal bağlantılarına, akrabalık derecelerine dayanan bir sınıflandırma yapmaktır. Ancak günümüze kadar, bu konularda yeterli bilgi elde edilemediğinden, tümüyle doğal bir sınıflandırma yapma olanağı bulunamamıştır, sınıflandırmalar kısmen yapay olarak yapıla gelmiştir. Üstelik ihtiyologlar arasında, balıkların filogenetik incelenmesinde uygun morfolojik özelliklerin seçimi bakımından da büyük fikir ayrılıkları ortaya çıkmıştır. Bazı bilim adamları kraniyal osteolojiyi, bazıları kaudal bölgesinin osteolojisini, bazıları pullarını, bazıları yüzgeçlerin yapısını, bazıları da vücudun yumuşak kısımlarının yapısını birinci derecede önemli saydıklarından, çok çeşitli sistemler ortaya çıkmıştır. Günümüzde balıkların büyük gruplarının karşılaştırılmasında kullanılan dört farklı sistem vardır. Bunlar; Berg (1940), Romer (1967), Nelson (1974) ile Lagler ve ark. (1977)'dır.

Sistematik çalışmalar yirminci yüzyıl başlarından itibaren yoğunluk kazanmıştır. Bu çalışmalar hem iç sularda hem de denizlerde gerçekleştirilmiştir. İç su ve deniz balıkçılığının sistemli bir şekilde yapılabilmesi için önce iç sularda ve denizlerde yaşayan balık türlerinin tespit edilmesi ve daha sonra da ekonomik önemi olanların yaşadıkları ortamdaki populasyon yoğunluklarının belirlenmesi gerekir (Saygun, 2005).

Balıkların sınıflandırılmasında; morfometrik ölçümler ve oranlar, meristik sayımlar, anatomik karakteristikler, renk, elektroforezin yanında üreme izolasyonu testleri, karyotip ve DNA analizleri kullanılmaktadır. Karyotip analizleri son zamanlarda ihtiyolojide kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle problem teşkil eden taksonların ayrımında başvurulan yollardan birisidir. Bir türün karyotipi, o türün genetik sisteminin fiziksel olarak gösterimidir. Değişebilen dış morfolojik karakterlere göre

yapılan sistematik ve taksonomik çalışmalarda kimi zaman problemler ortaya çıkmaktadır. Kromozom sayısı ve morfolojisi, çevresel faktörlerin etkisiyle değişime uğrayan diğer karakterlere oranla daha iyi muhafaza edilir. Bu yüzden karyotip analizi, özellikle populasyonların karakterize edilmelerinde kaydadeğer öneme sahiptir (Saygun, 2005).

Karyotiple ilgili diğer yararlı bir teknik, her hücredeki DNA miktarının ölçülmesidir. Karyotip analizlerinde kromozom bantlama tekniği kullanıldığında, balık kromozomlarının sayı ve yapısı daha iyi biçimde ortaya konur. Kromozom bantlama teknikleri ile kromozomlardaki sayısal ve yapısal değişikliklerle yeni melezlerin tespiti yapılabilir. Bu ise, daha verimli balık türlerinin elde edilmesine ışık tutar. Aynı kromozom sayılarında kararlılığı ya da kararsızlığı, dolayısıyla seleksiyonun önemini aydınlatmada yararlı olur (Ergene ve Karahan, 1999).

Türkiye göllerinin toplam yüz ölçümü 9.200 km^2'yi bulur. Ülkemizde büyüklü küçüklü yaklaşık 200 adet doğal göl, 679 adet gölet ve 114 adet baraj gölü bulunmaktadır (Anonim, 1992). Türkiye'de yapılan bir çalışmada Ramsar Sözleşmesi balık kriterlerine uyan 22 sulak alan bulunduğu belirlenmiştir. Bu sulak alanların 16'sı doğal göl, 2'si akarsu havzasıdır (Anonim, 2001). Ülkemiz iç sular bakımından zengin olmasına karşın, iç su balıkları hakkında yapılan çalışmalar yeterli değildir. Bununla birlikte, son zamanlarda ülkemizin değişik bölgelerinde yapılan gerek taksonomik gerekse ekolojik çalışmalar, iç sulardaki balıklar hakkında bilgi sahibi olmayı sağlamaktadır.

Bütün Avrupa, Batı Asya ve Hazar Denizi'nde yayılış gösteren kadife balığı (*T. tinca*) memleketimize kuzeyden girmiştir. 1970'li yıllardan itibaren bazı doğal göl ve baraj göllerimize aşılanan (Karabatak, 1994) bu türün ülkemizdeki göl ve baraj göllerindeki yayılış alanı gün geçtikçe artış göstermektedir. Kadife balığı (*T. tinca*)nın varlığını Kapulukava Baraj Gölü'nde (Yılmaz ve ark., 1995), Büyükçekmece Baraj Gölü'nde (Özuluğ ve Meriç, 1996), Seyhan Baraj Gölü'nde (Alagöz, 2005), Beyşehir Gölü'nde Yeğen ve ark. (2006), Mogan Gölü'nde (Karabatak, 1994), Altındağ ve ark. (1998-2002) Kesikköprü ve Bayındır Baraj Göllerinde, Balık ve ark. (2004) Çivril Gölü'nde, Ergönül ve Altındağ (2005) Mogan Gölü'nde yaptıkları çalışmada tespit etmişlerdir. Beyşehir Gölü'ne de balıkçılar tarafından 1990'lı yılların başında Çiftlik Köyü sahilinden bırakıldığı balıkçılar tarafından ifade edilmektedir.

Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü Konya ve Isparta illeri (37º 33'-37º 59' N, 31º 19'-31º 44' E) sınırları içerisinde yer almaktadır. Gölün

yaklaşık yüzey alanı 650 km^2, deniz seviyesinden yüksekliği 1.116 m (Geldiay ve Balık, 1996) olan bu gölün ortalama derinliği 6 m olup, verimlilik bakımından oligotrofik karakterdedir. Boyu 45 km maksimum genişliği 25 km olan göl takriben dört köşedir (Numan, 1958). Gölün su gelirini Iliırmak ve Soğuksu Dereleri, göl tabanından çıkan su kaynakları ile yağmur ve kar suları oluşturur. Su giderini ise; buharlaşma, Çarşamba Kanalı ile Apa Barajı'na verilen su, sulama suyu ve Beyşehir İlçesi'ne alınan içme suyu oluşturmaktadır (Balık ve ark., 1997; Balık, 1997).

*T. tinca'*nın sistematikteki yeri aşağıdaki şekildedir;

Alem :Animalia (Hayvanlar)

Şube : Chordata (Kordalılar)

Sınıf : Actinopterygii (Işınsal yüzgeçliler)

Takım : Cypriniformes (Sazansılar)

Familya : Cyprinidae (Sazangiller)

Cins : *Tinca* (Cuvier, 1816)

Tür : *T. tinca* (Linnaeus, 1758)

İlk bulunuş yeri (Terra typica): Avrupa

Türkçe adı: Yeşilsazan, Kadife balığı

2. 1. Kromozom

İlk defa 1840 yılında botanikçi Hofmeister tarafından *Tradescantia* bitkisinin polen ana hücrelerinde görülmüş ve 1888 yılında Waldeyer tarafından da "kromozom" ismi verilmiştir.

Kromozom, kalıtım özelliklerinin kuşaktan kuşağa iletilmesini sağlayan, özel boyalarla kuvvetli bir şekilde boyanan, nükleik asit ve proteinden meydana gelmiş ipliksi yapılara denir. Nükleik asit olarak deoksiribonükleik asit (DNA), protein olarak da genellikle bazik bir protein olan histon bulunur. Hücrenin kendi kendini eksiksiz olarak kopyalamasına yarayan tüm bilgileri içerir.

Sitogenetik çalışmalarda tür ve alt tür tespiti kromozomlar üzerindeki çalışmalarla ortaya konmaktadır. Özellikle memeliler ve böcekler gibi taksonomisinde güçlükler bulunan grupların teşhisinde kromozomlar büyük kolaylık sağlamaktadır (Gülkaç, 1987).

Kromozomlar özellikle iki farklı düzeyde yararlı olmaktadır. Bir taraftan sibling türler dâhil, yakın akraba türler arasında mukayese yapmaya yardımcıdır. Bu türler daha

çok dış morfolojilerinden ziyade kromozomlarında farklılık gösterirler. Bu yüzden kromozomların ve sentromerlerin yeniden düzenlenmeleri, bölünmeleri, birleşmeleri ve yer değiştirmeleri çok defa akrabalık için açık ipuçları verir (Gülkaç, 1987).

2. 1. 1. Kromozomun genel yapısı

Bir kromozom aralarında genel olarak açı bulunan iki koldan oluşur.

Sentromer: Kollar, primer boğumla birbirinden ayrılmıştır, buna "sentromer" (kinetokor) denir. Sentromerik DNA'ya spesfik proteinler bağlanır ki bunlarda hücre bölünmesi sırasında mikrotübüllere bağlanmayı sağlar. Hücre bölünmesi sırasında kromatidlerin birbirinden ayrılmasından sorumludur. Sentromeri olmayan bir kromozom bölünmeye katılamaz (Demirsoy, 1991; Akman, 1998).

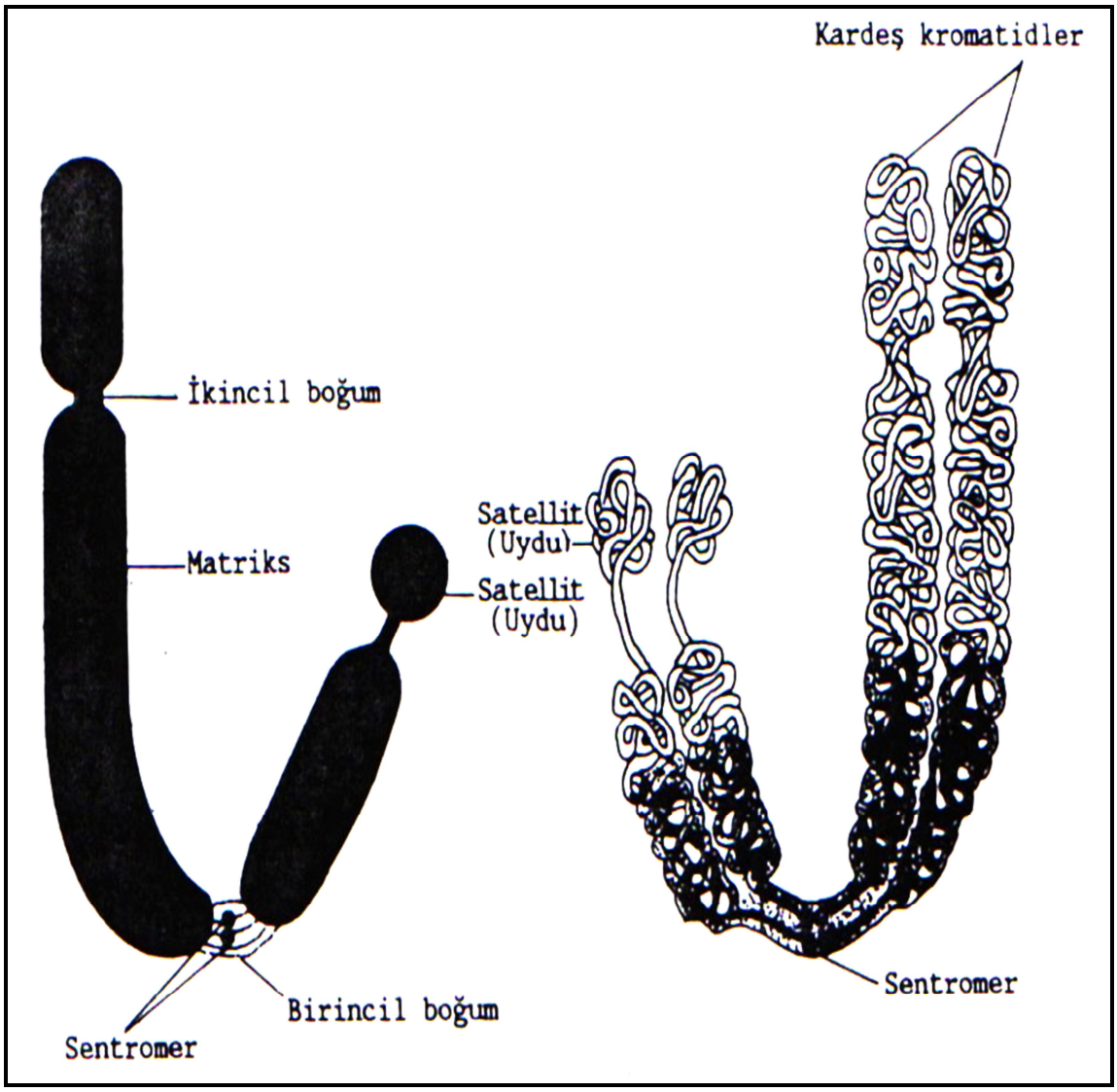
Primer boğum: Kromozomlarda sentromerin bulunduğu daralma bölgesine "primer boğum" (birinci boğum) denir. Primer boğum; kromozom kollarının açı yapması ile sekonder boğumlardan ayrılır (Demirsoy, 1991; Akman, 1998).

Sekonder boğum: Bazı kromozomlarda primer boğum dışında ikinci bir boğum daha bulunmaktadır. Bu bölgeye "sekonder boğum" denir. Sekonder boğumlar, rRNA'ların ve çekirdekçiklerin oluşumu ile ilgilidir. Bu nedenle sekonder boğumlara nükleolar bölge de denilmektedir. Genellikle her hücrede sekonder boğum taşıyan en fazla iki kromozom bulunur. Bu kromozomlara "nükleolar kromozomlar" denir (Karol, 1998).

Satellit: Bazı kromozomlarda, bir uçta yer alan ince bir flament ile kromozoma bağlanmış yuvarlak veya silindir biçiminde bir yapı bulunmaktadır. Bu yapıya "satellit" denir. Satellitin çapı kromozomun çapına eşittir. Satellit bulunduran kromozomlara "SAT-kromozom" adı verilmektedir. Satellitin görevi belli olmamakla birlikte DNA'dan yapılmış olduğu ve 10 kadar baz çifti taşıdığı anlaşılmıştır (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Akman, 1998).

Telomer (Terminal): Ökaryotik hücrelerde kromozomun her iki kolunun ucunda "telomer" denilen özel nükleotit dizileri vardır. Telomer bölgeleri guanin ve timin nükleotitlerince zengindir. Hücrelerin yaşlanma süreleriyle telomer boyu arasında çok yakın bir ilişki vardır. Yaşlanan hücrelerde telomer boyunun kısaldığı kanıtlanmıştır. Telomerler hücrelerin biyolojik saatleridir. Hücresel yaşamın düzenlenmesinde rol oynarlar. Hücre içerisinde kromozomların birbirlerine dolaşmasını ve yapışmalarını önlerler. Mayoz I'in profaz safhasında homolog kromozomların

ayrılmasına ve crossing-over olayına yardım ederler (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Akman, 1998).



Şekil 2.1. Kromozomunun genel yapısı (Kühn, 1967)

2. 1. 2. Kromozomun ince yapısı

Ökaryotik hücrelerde kromatin materyali DNA ve proteinlerden oluşmuş kompleks bir yapı halinde nükleusa ait özelleşmiş bölgelerde yerleşmiş olarak bulunurlar (Şekil 2.2). Kromatinin temel yapısal birimlerine "nükleozom" adı verilir. Bu yapı DNA ve histon proteinlerinin birleşmesi ile meydana gelir (Temizkan, 1999).

Nükleozom içerisinde bulunan total DNA'nın uzunluğu canlı türüne göre değişmekle beraber bu uzunluk 160 ile 241 baz çifti arası bir değerdedir (Alberts, 1994; Temizkan, 1999).

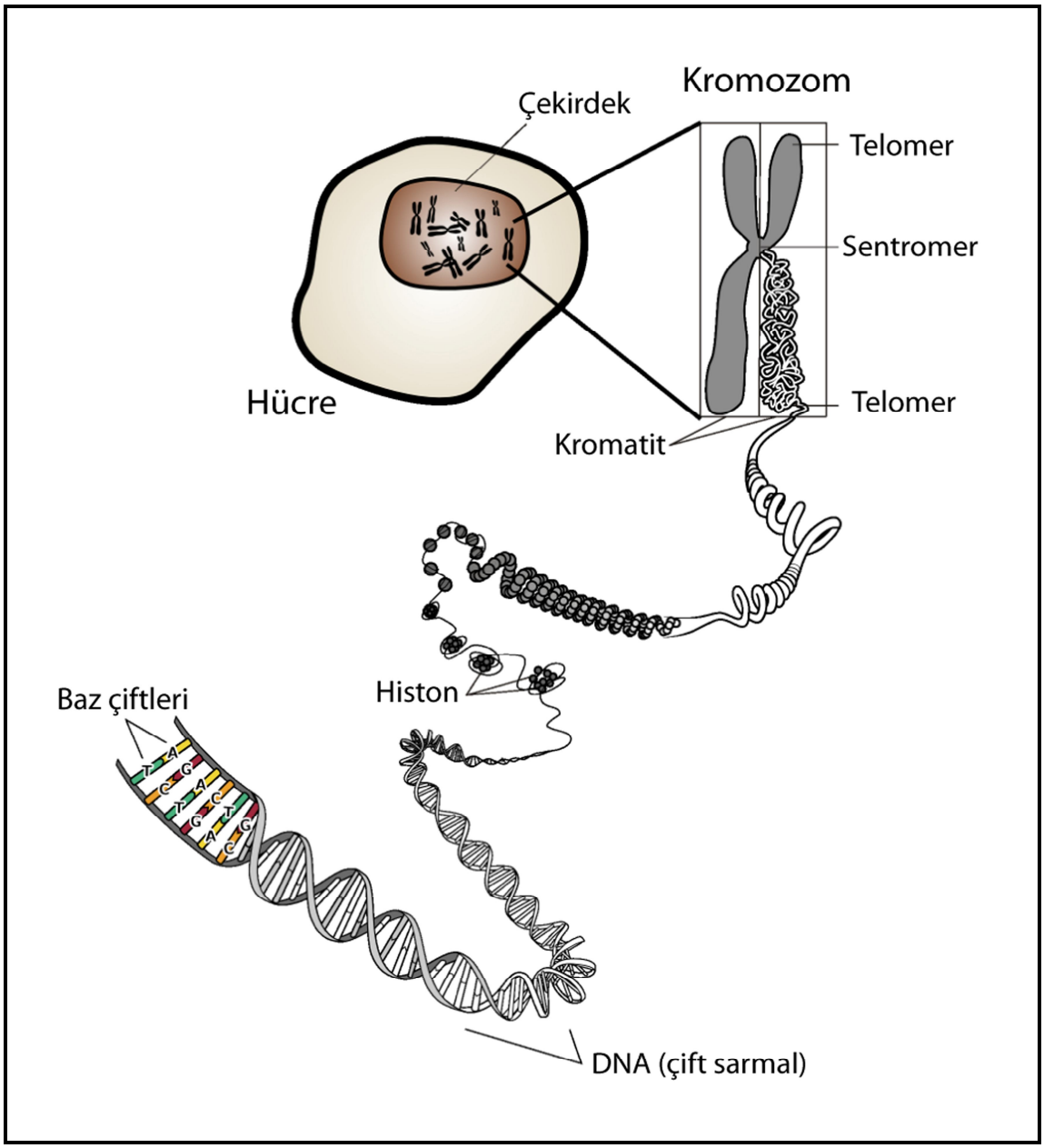
Nükleozomlar meydana gelirken öncelikle H2A, H2B, H3 ve H4 histonlarından ikişer tanesi bir araya gelerek histon oktomerini oluştururlar. Yaklaşık 160 baz çifti uzunluğundaki bir DNA parçası da H1 proteini ile bu çekirdeği iki defa sararak nükleozomu meydana getirir. Nükleozomun dış yüzeyinde yer alan H1; nükleozomun kararlı kalmasını ve DNA'nın bulunduğu yere sabitleşmesini sağlar (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Temizkan, 1999).

Nükleozom meydana geldiği zaman DNA'nın boyu 10 kat kısalmış, kalınlığı ise 5 kat artmıştır. 6-120 nükleozomun bir araya gelmesiyle de yeni katlanmalar oluşur ve kromatinin boyu daha da kısalarak fibrilin çapı 20-30 nm'ye ulaşır. Hücre bölünmesi sırasında, metafaza gelinceye kadar fibrillerin boylarının kısalıp kalınlaşması için fibrillerde sürekli olarak yeni kıvrımlar oluşur. Bu süper kıvrımlar sonucu boy sürekli kısalır. Sonuçta metafaz kromozomlarındaki DNA'nın boyu başlangıçtaki boyuna oranla 9.000 kat daha kısalmıştır, kalınlığı da başlangıçtaki kalınlığının 400-1.000 katı daha artmıştır (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Temizkan, 1999).

2. 1. 3. Kromozomların şekli

Kromozom morfolojisi en iyi hücre bölünmesinin metafaz ve anafaz safhalarında incelenir. Bu safhalarda silindir şeklindeki kromozomlar en kısa ve en kalın hallerinde olurlar ve tipik şekillerini gösterirler (Swansson, 1965).

Kromozomların genel görünüşleri sentromer pozisyonuna bağlıdır. Buna göre kromozomlar metasentrik, submetasentrik, subtelosentrik ve akrosentrik veya telosentrik olmak üzere dört grupta toplanırlar (Gülkaç, 1987) (Şekil 2.3).



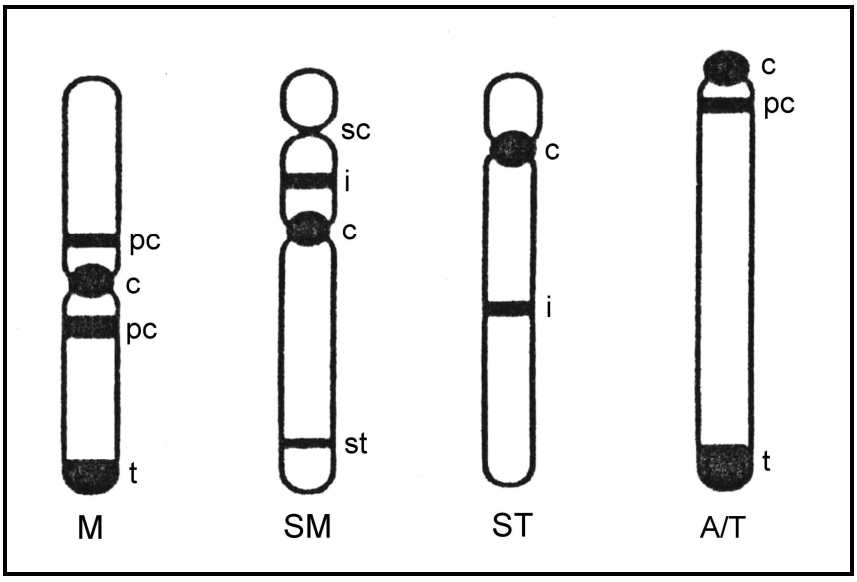
Şekil 2.2. Kromozomun ince yapısı (Anonim, 2004)

Metasentrik kromozom: Sentromer kromozomun hemen hemen tam ortasındadır. Kromozom kolları hemen hemen birbirine eşittir. Bu kromozomlar kutuplara çekilirken V harfi şeklinde görülürler (Şekil 2.3).

Submetasentrik kromozom: Sentromer kromozomun ortasında değildir, dolayısıyla kollardan biri uzun, diğeri daha kısadır. Oran 1:1,1-1,9'dur (Şekil 2.3).

Subtelosentrik kromozom: Sentromer kromozomun bir ucuna daha yakındır. Oran 1:1,9'dan büyüktür (Şekil 2.3).

Akrosentrik veya telosentrik koromozom: Sentromer kromozomun tam ucundadır. Görülebilir ikinci bir kol yoktur (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Kromozom morfolojisi ve bantların pozisyonu için kullanılan yaygın terminoloji. Kromozom morfolojisi: M, metasentrik; SM, submetasentrik; ST, subtelosentrik; A, akrosentrik; T, telosentrik. Bant pozisyonları: c, sentrometrik; pc, perisentrik (perisentromerik); i, intersitial; sc, sekonder constriction (ikincil boğum); t, telomerik (terminal); st, subtelomerik (Hillis ve Moritz, 1990).

2. 1. 4. Kromozomların sayısı

Bir organizmada hücreden hücreye, bir alt türde bireyden bireye kromozom sayısı sabittir. Yüksek yapılı bir canlının soma hücrelerindeki kromozom sayısı diploid olup somatik veya zigotik diye bilinir. Mayoz bölünme sonucu oluşan gametler, yani ovum veya spermin kromozom sayısı ise haploid olup gametik veya mayotik sayı esas alınıp n (veya a, x) sembolüyle gösterilir. Buna göre normal somatik sayı 2n'dir. Seçilebilir morfolojide kromozoma sahip olan canlılar n=2 ile yüzlerce arasında olmak üzere büyük bir değişkenlik gösterir.

2. 1. 5. Kromozomların büyüklüğü

Kromozomların morfolojik özellikleri mitozun metafaz ve anafazında ortaya çıkar (Macgregor ve Varley, 1983).

Genellikle metafaz plağındaki ölçüleriyle bilinen bir kromozom büyüklüğü ya da uzunluğu o canlı türü için sabittir; buna rağmen bir canlının çeşitli dokuları hatta aynı dokunun çeşitli hücrelerinden elde edilen değerlerde bile farklar görülebilir.

Hücrenin dolayısıyla kromozomun o an içinde bulunduğu ortam veya koşullar, yani hücrenin interfaz veya mitozda ya da mitozun çeşitli dönemlerinde, hatta belli bir

dönemin başlangıç, orta veya sonu gibi kesimlerinde yakalanışı, hipotonik sıvının yani tekniğin etkisidir (Şaylı, 1986).

Teorik olarak eşlerin iki üyesinin aynı boyda bulunması zorunluluğu karşısında gözlenen değişikliğin çoğu kez teknik nedenlere bağlanacağı doğrudur. Genellikle kontraksiyon arttıkça kromozomun boyu kısalır.

Preparatın hazırlanması esnasında kromozomların preparata gömülmelerindeki farklılıktan dolayı bir hücreden bir hücreye kromozom gözlemlerinde farklılıklar oluşur.

Kromozomların büyüklükleri oldukça sabit olup bir kromozomun uzunluğu 0,2-50 µm, genişliği 0,2-2 µm arasında değişir (Carol ve ark., 1980). Levan ve Hsu (1959)'ya göre en büyük insan kromozomu 6,8 en küçüğü de 1,1 µm uzunluğundadır.

2.2. Karyotip

Karyoloji, bir hücredeki kromozomların özdeş çift kromozomlar halinde eşlendikten sonra belli bir düzene göre sıralanmasıdır.

Mayotik ve mitotik metafazdaki kromozomların ölçümü ve tanımı basittir. Genel olarak bir kromozomun ölçülebilir ve tanımlanabilir iki özelliği bulunmaktadır. Bunlar; kromozomun boyu ve sentromerin bulunduğu pozisyondur. Kromozomun boyu ve sentromer pozisyonunda 3 faktör hesaplanabilmektedir; sentromer indeksi, kol oranı ve kromozomun nispi uzunluğu. İlk iki faktör sentromer indeksi (CI) ve kol oranı kromozomun kendisi hakkında bilgi verir. Nisbi uzunluk ise kromozomun takımdaki diğer kromozomlarla ilişkili büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir (Macgregor ve Varley, 1983).

Sentromer indeksi, kısaca aşağıdaki gibi tanımlanabilmektedir:

$$CI = \frac{\text{Kısa kol uzunluğu}}{\text{Kromozomun nisbi uzunluğu}} \times 100$$

Kol oranının hesaplanması ise şöyle yapılabilmektedir:

$$\text{Kol oranı} = \frac{\text{Kromozomun uzun kol uzunluğu}}{\text{Kromozomun kısa kol uzunluğu}}$$

Buna göre metasentrik kromozomların kol oranı 1:1,1'den az, submetasentriklerin 1:1,1 ile 1:1,9 arasında, subtelosentriklerin 1:2 veya daha büyük olup akrosentriklerin ise kısa olan kolu görülememektedir (Yüksel, 1984).

Nisbi uzunluğun tanımlanması ise kısaca şöyle yapılabilmektedir.

$$\text{Nisbi uzunluk} = \frac{\text{Kromozomun toplam uzunluğu}}{\text{Haploid kromozomların toplam uzunluğu}} \times 100$$

Kromozomların ölçülmesinin birçok yolu bulunmaktadır. Bunların tümü iyi yayılmış preparasyonlarda iyi kontrastlı ve dış hatları keskin bir şekilde görülen kromozomlarla yapılmaktadır. En basit, en hızlı ve çok açık bir metot kamera lusida veya mikroskoba takılan çizim aleti ile mümkün olan en yüksek büyültmede kromozomların çizilmesidir. Kromozomların dış hatları ve sentromer pozisyonları mikroskoba ve kamera lusida'ya adapte edilmiş 10 μm bölümlü mikrometrik bir lamla ölçülerek kaydedilebilmektedir. Her bir kromozomun veya kromozom kollarının uzunluğu bir şerit cetvel, basit bir harita ölçüm tekerleği veya bu iki yöntemden çok daha hızlı ve incelikli olan, mikrobilgisayara bağlı dijital göstergeli bir alet kullanılarak ölçülmektedir. Kromozom kol uzunlukları çizim üzerinde ölçüm çizgisine oranlanarak mutlak birimlere kolaylıkla çevrilebilmektedir. Diğer metotlar en yüksek büyültmede kromozomların fotoğraflarının çekilmesi ile yapılmaktadır, sonra ölçüm yapılmak için basılmakta ve projeksiyonla büyütülmektedir. Komple bir kromozom takımının karakterizasyonunda ilk adım genellikle karyotipleme olarak öne çıkmaktadır. Normal olarak bunu her bir kromozomun ölçülmesi ve bir idiyogramdaki tam kromozom takımının diyagramatik bir görünüşün hazırlanması takip etmektedir. Hayvan kromozomları ile çalışılırken çok dikkatli davranılmaktadır. Birinci mayotik prometafaz ve metafaz plaklarından sağlanan verilerle desteklenen mitotik metafaz plağının kromozom takımının pek çok özelliği not edilmektedir. Kromozom sayısında güven sağlandıktan ve kromozom takımının özellikleri tanımlandıktan sonra, kromozomlar çizilmekte, fotoğrafları çekilmekte, ölçülmekte ve sentromer indeksleri, kol oranları ile nisbi uzunlukları hesaplanmaktadır. Daha sonra, bir karyotip ve kromozomlar yeterli büyüklükte ise bir idiyogram oluşturulmaktadır. Bir karyotipin ortaya konulabilmesi için üst üste çakışmış kromozomların olmadığı tam bir kromozom takımının iyi büyültmeli fotoğrafik baskısına ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece her bir kromozomun

kesilip çıkarılması mümkün olmaktadır. Kromozomların orijinal mikrografları yüksek bir ayırma gücü olan immersiyon objektifi ile yapılmaktadır. Fotoğrafik baskı esnasında imajlar büyütüldüğünde takımdaki en küçük kromozomların bile boyutları kolaylıkla ölçülebilmektedir. Bir makasla büyütülmüş her bir kromozom kesilip çıkartılarak imajlara zarar verilmeksizin kromozomun çevresi kesilip düzeltilmektedir. Daha sonra bir resim kağıdı üzerine kromozomlar soldan sağa büyüklüklerine göre düzenlenmektedir. Bunların uzunlukları, sentromer pozisyonları ve diğer bazı kalıcı özelliklerine bakılarak homolog çiftle düzenlenmeye çalışılır. Eğer kromozomlar giemsa ve florokromlar ile boyanmışsa ya da kromozomlar oldukça farklı büyüklüklerde iseler bu işlem bir yönüyle kolay olmaktadır. Ancak kromozom uzunluklarındaki fark azsa ve sentromer pozisyonlarına göre birbirlerine benzerlerse bu işlem zor olmaktadır (Macgregor ve Varley, 1983).

Kromozomlar resim kağıdına yerleştirilirken kağıt üzerindeki bir çizgiye dayandırılmaktadırlar, kromozomların kısa kolları daima üstte kalacak şekilde ve sentromerlerine bakılarak kromozom kollarının uzunluğuna göre çiftler halinde düzenlenmektedirler. Bütün kromozom takımı yerleştirildikten sonra kromozomlar numaralandırılmaktadır ve mümkünse idiyogram yapılmaktadır. Karyotipin şekil halinde gösterilmesine "idiyogram" denir. Bir idiyogram yapılması için kromzomların çizimi veya fotoğrafları, ölçümü, sentromer indeksleri, kol oranları ve nisbi uzunluklarının hesaplanması gerekmektedir. Daha sonra, yapılan idiyogramda her bir kromozom, kromozomların nisbi uzunluğu, sentromer pozisyonları ve bazı diğer göze çarpan özelliklerine uygun olarak vertikal bir çizgi halinde gösterilmektedir. Vertikal idiyogram çizgileri solda en uzun, sağda en kısa kromozomu temsil etmek suretiyle kromozomların boylarındaki azalmaya dikkat edilerek ve her durumda kromozomun kısa kolu üstte kalacak şekilde düzenlenmektedir. İdiyogramlar türün veya alttürün birkaç farklı bireyinden alınan kromozom takımının gerçek değerlerinin ölçümleri ile kol uzunlukları ve kromozom takımının diğer değerleri ortalama değerler olarak ifade edilebilmektedir (Macgregor ve Varley, 1983).

Karyotiplemenin genel prensipleri herhangi bir hücre tipinden sağlanan kromozomlara fiilen uygulanabilmektedir. Lamba fırçası kromozomları bile sentromer pozisyonları teşhis edilebildiği sürece doğru karyotip yapmak için mükemmel materyal sağlar. Birinci mayotik safhadaki kromozomlar Counce ve Meyer (1973) tarafından geliştirilmiş bir teknikle doğru olarak karyotiplendirilmiştir (Gülkaç, 1987).

2. 3. Kromozom Boyama ve Bantlama Yöntemleri

2. 3. 1. Standart giemsa boyama

Sitogenetik çalışmalarda kromozomları tanımlamada kullanılan en yaygın yöntemdir. Her kromozom kendine özgü açık ve koyu bant bölgeleri içerir. Bu bölgeler premetafaz ve metafaz kromozomlarında sayıca farklıdır.

Giemsa, tiasin ve eosin boyasının bir karışımıdır. Giemsa boyasıyla değişik boyama özellikleri ilk olarak fare kromozomları çalısmasında bazı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Sharma ve Sharma, 1975)

2. 3. 2. C-Bantlama

Heterokromatini ilk defa Heitz 1928 yılında keşfetmiş ve interfaz hücresinin nükleusunda görülen daha koyu bölgeler olarak tanımlamıştır. Gerek nükleus gerekse kromozom üzerindeki heterokromatin bölgelerin DNA'sı daha sıkı bir şekilde paketlenmiştir. Nükleus üzerindeki daha koyu bölgelere heterokromatin bölgeler ve açık olan diğer bölgelere ökromatin denir (Balicek ve ark., 1977; Sumner, 2003). Bu bölgeler oldukça sıkı olmakla birlikte metafazdaki kadar sıkı değildir. Nükleus periferindeki yaklaşık 30 nm'lik paketlenmiş heterokromatin bölgeler o türün kromozomlarının ya tamamında ya da belirli kromozom sayısı üzerinde çeşitli yerlere dağılmışlardır. Heterokromatin bloklar (C-bantlar) tekrar eden DNA bölgelerini içerir ve bu bölgeler aktif değildirler. Bundan dolayı türe özgü olan bu blokların aktif olmaması nedeniyle bozulma olasılığı düşüktür. Yani nesiller boyu yapısı korunabilmektedir (Varley ve ark., 1980; Sperling ve ark., 1987). DNA'nın bu özelliğinden dolayı heterokromatin bölgeler kromozom üzerinde tespit edilerek tür ayrımında kullanılmaktadır (Arslan ve Arslan, 2007). Tekrar eden bu DNA bölgeleri A+T bazlarından oluşmaktadır. Bu bazların uzunluğu 2 baz çiftinden 1.000 baz çiftine kadar değişmektedir (Beridze, 1986; Sumner, 1990).

Bu metotla, kromozomlar purin bazlarını uzaklaştırmak için sulandırılmış bir asitle, purinleri uzaklaştırılmış DNA'yı hidroliz etmek için sıcak $Ba(OH)_2$ ve hidrolizlenmiş DNA'yı uzaklaştırmak için tuzla muamele edildikten sonra korunmuş heterokromatin bölgeleri seçerek boyayan Giemsa ile boyanır (Sumner, 2003). Bu şekilde DNA üzerindeki ökromatin bölgeler uzaklaştırılır (Gosden, 1994). Bu prosedür

sonunda kromozomal formlar arasındaki heterokromatin yoğun bölge farklılıklarını gösterecek korunan heterokromatin bölgeler kalır (Robinson, 2003). Bu özelliğinden dolayı yüksek omurgalılarda, tüm karyotipin açıklanmasında yardımcı bir rol üstlenir.

2. 3. 3. NOR boyama

Canlı hücrede protein sentezi ribozomlarda yapılmaktadır. Bu nedenle ribozomlara ve bir ribozom bileşeni olan rRNA'ya büyük çapta gereksinim duyulmaktadır (Gaffaroğlu ve Yüksel, 2005). Nükleolus (çekirdekçik), RNA polimeraz I vasıtasıyla yüksek oranlarda RNA genlerinin transkripsiyonunu yapan iri DNA loblarını içerir. Bu DNA lobları NOR olarak bilinirler (Alberts ve ark., 1983). Kromozom üzerinde bulunan NOR genellikle heterokromatin yapısındadır. NOR özel olarak boyanabilen bir bölgedir. Işığı kırar, bu özelliğinden dolayı çok belirgin bir şekilde görünür (Gaffaroğlu ve Yüksel, 2005). Kromozom üzerindeki özel işaretleyici konumu nedeniyle genel olarak NOR'lar sistematik ve taksonomik işaretleyici olarak kullanılmışlardır. Kromozomlarda bulunan NOR'lar gümüş nitrat ile yoğun olarak boyanmaktadırlar. Gümüş boyama; NOR ile ilgili Nonhiston proteininin geçici olarak iyonik gümüş ile bağlanarak gümüşün indirgenmesi ile meydana gelen bir reaksiyondur (Pekol, 2000). NOR'lar genellikle kromozomun kısa kolunun (p) ucundadır. Ancak uzun kolun ucunda, kromozomun ortasında ve sentromere bitişik pozisyonda da görülebilir (Gold ve Zoch, 1990).

Türler arası ve içi, populasyonlar arası ve içi, hatta birey içi NOR'un varlığı, sayısı ve morfolojisi değişebilmektedir. Bu özelliğinden dolayı NOR, varyasyonların karşılaştırılmasında, türleşmelerin belirlenmesinde ve açıklanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca NOR, taksonomik çalışmalarda türler arasındaki akrabalıkların belirlenmesinde de kullanılmaktadır (Gold ve Zoch, 1990). Tür içi ve türler arası heteromorfizmin 4 kategoride değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Bunlar;

a. Genom başına mutlak NOR sayısı,

b. NOR'ların pozisyon ve 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 kullanılırlar. Tür içi NOR heteromorfizminin değerlendirildiği başka bir çalışma da; tür içi NOR heteromorfizmi 3 tipte tanımlanmıştır ki bunlar;

1. NOR büyüklüğü veya NOR boyu heteromorfizmi: Bu tipte homolog kromozomların NOR'ları farklı büyüklüktedirler.

2. NOR silinmesi: İki homolog kromozomun bir tanesinde NOR silinmiştir.

3. NOR aktivite heteromorfizmi (Pekol, 2000).

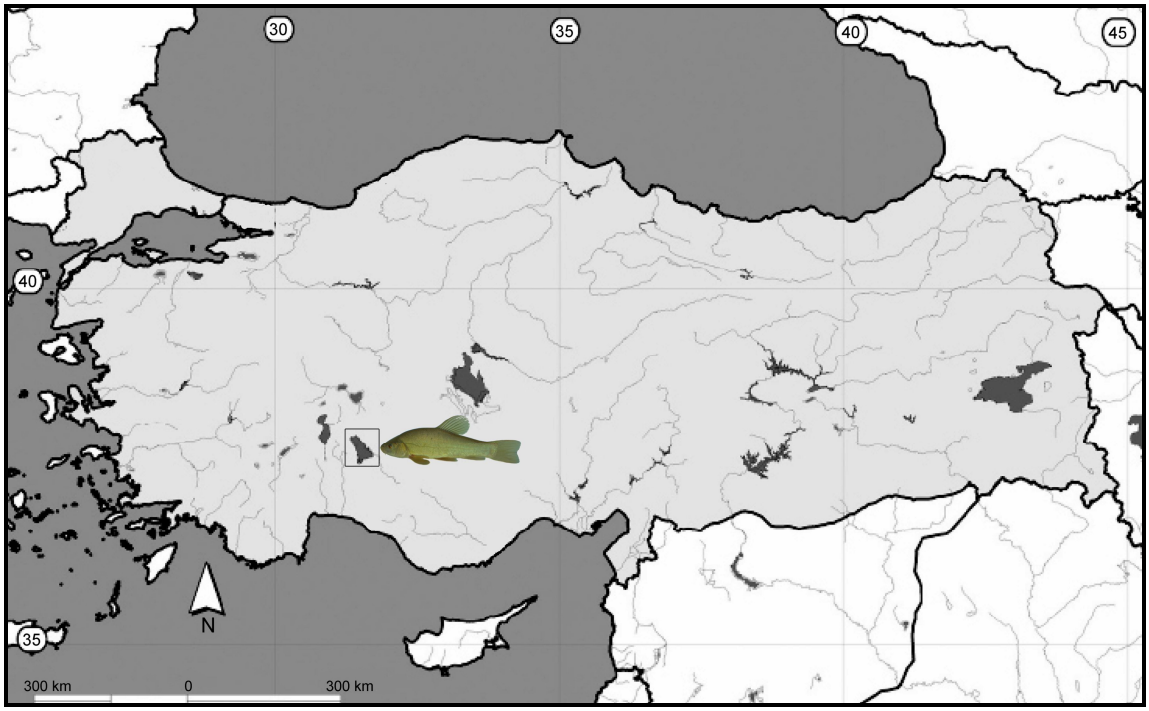
Birçok türde birden fazla nükleolar kromozom bulunurken, bazı türlerde haploid genomda yalnızca bir nükleolar kromozom bulunmaktadır. Farede X ve Y kromozomları ile 6. kromozom; *Triticum aestivum*'da 1., 10., 14. ve 18. kromozomlar; insanda 13., 14., 15., 21. ve 22. kromozomlar nükleolus oluşumu ile ilgili olan kromozomlardır (Özban, 1994). Oluşan nükleolus sayısı, NOR sayısına bağlıdır. Genellikle bir nükleolus, bir NOR'dan oluşur. Bazen NOR'lardan bazılarının etkin olmayışından veya birden fazla NOR'un tek bir nükleolus oluşumunda iş birliği yapmasından dolayı oluşan nükleolus sayısı NOR sayısından az olabilir. Bu durum en iyi şekilde mitoz bölünmenin telofaz evresinde gözlenebilir. NOR'da yeni oluşacak nükleolus materyali prenükleolar cisimler adı verilen fibrilli ve granüllü bölgeler halinde belirmeye başlar. Bu prenükleolar cisimlerin sayısı azalırken bir araya toplanıp kaynaşarak yeni nükleolusu oluştururlar (Özban, 1994). Coğrafik izolasyon nedeniyle gen alışverişi sınırlı olan türlerde karyotip ve NOR çeşitliliği artmaktadır. Bu bakımdan bu türlerin küçük ancak izole populasyonlarında bile farklı karyotiplere rastlanmaktadır (Gaffaroğlu ve Yüksel, 2005). Nükleolar kromozomlarda bulunan NOR'lar bazen sekonder boğumla ilişkili iken bazen hiç ilgisi olmayabilir. Bu durumda NOR genellikle nükleolar kromozom kolunun ucunda oluşur. Kemirgenlerde olduğu gibi NOR nükleolar kromozom kolunun ucunda oluşmuşsa, bu şekildeki nükleolar kromozomların metafaz evresinde ikincil boğum görülmez. NOR üzerindeki ribozomal genler, belli aralıklarda bölgeler bırakarak DNA molekülü boyunca dizilirler. Aralık bölgelerde RNA transkripsiyonu yapılmadığı halde genlerde RNA transkripsiyonu yapılmaktadır. Ömrü yaklaşık 15 dakika kadar olan her RNA molekülü metilasyona uğrayarak kırpılma adı verilen ilerleme olayı ile 18S, 28S ve 5,8S olmak üzere alt bölümlere ayrılır (Özban, 1994). 20S RNA'nın 18S RNA'ya dönüşümü ise daha çabuk gerçekleşir. 18S RNA küçük alt birimi oluşturmak üzere sitoplazmaya geçer. Mitoz bölünme boyunca nükleolusta çeşitli değişiklikler meydana gelir, hatta bölünmenin olmadığı interfaz evresinde bile nükleolustaki bu değişiklikler gözlenir. Kromozomların biçimlenmeye başladıkları geç profaz evresinde ribozomal RNA genlerini içeren DNA ilmeği kısalır, sarılıp bükülür ve kromozomun NOR'una çekilir. Bu sırada nükleolus da küçülüp kaybolur. Nükleolusun yeniden oluşumu ise geç telofaz evresinde gerçekleşir. Bu

evrede NOR'un içine çekilmiş olan sıkı sarmallı DNA ilmeği yavaş yavaş gevşeyip açılır ve bu bölgede nükleolus yeniden oluşur.

3. MATERYAL VE METOT

3. 1. Materyal

Beyşehir Gölü'nden sekiz *T. tinca* örneği (altı dişi ve iki erkek) çevirme ağlar kullanılarak yakalandı (Şekil 3.1). Balıkların cinsiyet ayırımı gonadları ile yapıldı. Balıklar tutuldukları ortamdan alınır alınmaz, içinde bu ortamdaki sudan bulunan havalandırmalı bidonlara konuldu.



Şekil 3.1. *Tinca tinca* örneklerinin alındığı Beyşehir Gölü.

3. 2. Metod

Ortalama ağırlıkları 100-150 g, uzunlukları 20 cm olan balıklara eşey farkı gözetmeden, vücut ağırlığının her 1 g için 0,0006 g Kolşisin (Colchicine) solüsyon halinde hazırlanarak abdominal boşluktan enjekte edildi. Enjeksiyondan sonra balıklar havalandırılmış akvaryuma alındı (Şekil 3.2). Kolşisin verildikten yaklaşık 3,5-4 saat sonra rejenerasyonun yoğun olduğu bölgelerden biri olan böbrek dokusu alınarak bistüri yardımıyla ufak parçalara ayrıldı ve deney tüplerine konularak üzerlerine KCl (0,046) solüsyonu eklenerek, oda ısısında 30-40 dakika tutulduktan sonra 2.000 rpm de 10 dakika santrifüj edilerek ve süpernatant atılarak hipotoniğin hücrelerden ayrılması

sağlandı. Fiksasyonu sağlamak için, 3:1 methanol: asetik asit karışımından hücreler üzerine yaklaşık 7 ml karıştırıcı yardımıyla eklenerek aynı devir ve süreyle santrifüj edilerek süpernatant atıldı, bu işlem iki defa tekrarlandı. Son santrifüj işleminden sonra süpernatantın büyük bir kısmı atılarak tüpün taban kısmında kalan 2-3 ml'lik hücre süspansiyonu iyice karıştırıldı. Hücre süspansiyonunun, lamlar üzerine yüksekten 1-2 damla damlatılmak suretiyle yayılması sağlandı.



Şekil 3.2. Karyolojisi yapılmada önce akvaryuma alınan *Tinca tinca* örnekleri.

3. 2. 1. Standart giemsa boyama

Kullanılan çözeltiler

a) 10 ml giemsa 90 ml söransan fosfat tamponu ile karıştırılarak hazırlandı.

Yapılışı

Hazırlanan preparatların tamamı kurutulduktan sonra 10-15 dk %10'luk sorensan giemsa boya solüsyonunda bekletildi.

3. 2. 2. C-bantlama

Kullanılan çözeltiler

a) 0,2 N HCl: 0,7246 ml HCl 100 ml bidistile suya dilue edilirler.

b) %5'lik $Ba(OH)_2$ (Baryum hidroksit): 5 g $Ba(OH)_2*8H_2O$ 100 ml bidistile suyla karıştırılırlar. Ayran görünümünde olan solüsyonlar, kapaklı şişelerde 37°C'de etüvde saklanırlar.

c) 2XSSC (2X Standart tuzlu sitrat) solüsyonu: 1,7530 g NaCl (Sodyum klorür) 100 ml bidistile suda çözünür. 0,8823 g Na-Sitrat 100 ml bidistile suda çözünür. İki solüsyon birbiriyle karıştırılırlar.

d) Söransan fosfat tamponu: 11,88 g HPO_4 1.000 ml bidistile suda çözünür (Stok). 9,08 gr KH_2HPO_4 (Potasyum-di-hidrojen fosfat) 1.000 ml bidistile suda çözünür (Stok). Behere önce bir miktar Na_2HPO_4 solüsyonu konur. Üzerine KH_2HPO_4 ilave edilerek pH= 6.8'e ayarlanır.

e) Boya solüsyonu: 49 ml Söransan tamponu içine, 1 ml Giemsa ilave edilerek hazırlanır.

Yapılışı

C-bantlama, Sumner (1972)'ın metoduna göre yapılmıştır. Preparatlar oda sıcaklığında 1 saat 0,2 N HCl solüsyonu içinde bekletildiler. Preparatlar beher içindeki distile suda 3-4 kez çevrildikten sonra çıkarıldılar. 37°C'de etüvde saklanan %5'lik $Ba(OH)_2$ solüsyonu 100 ml'lik beherin içine karıştırılarak aktarıldı. Beher içindeki ayran görümünde solüsyon 50°C'lik etüve konuldu. Solüsyonun sıcaklığı 50°C oluncaya kadar bekletildi. Preparatlar beher içine daldırıldı ve 15 dk beklendi. Beher içindeki distile suda çalkalandılar. Preparatlar, 60°C su banyosuna yarım saat önce konan ve içinde 2xSSC bulunan 100 ml'lik beher içinde 1 saat bekletildiler. Beher içindeki distile suda çalkalandılar. 1,5 saat %2'lik giemsa boyası içinde boyandılar. Beher içindeki distile suda çalkalandılar ve havada kurutuldular.

3. 2. 3. Ag-NOR boyama

Kullanılan çözeltiler

a) %50'lik Gümüş Nitrat çözeltisi: 1 g $AgNO_3$, 2 ml distile su içinde çözünür. Alüminyum folyo ile sarıldı ve buzdolabında (+4°C) saklandı.

b) Amonyak çözeltisi: 6,4 ml NH_3, 3,6 ml su ile karıştırılarak stok solüsyonu hazırlandı.

c) Amonyak-Gümüş Nitrat çözeltisi: 0,5 gr $AgNO_3$ üzerine stok amonyak solüsyonundan 1,25 ml ilave edildi ve karıştırıldı. Alüminyum folyo ile sarıldı. +4°C'de saklandı.

d) %35'lik Formaldehit çözeltisi: 3,5 ml Formaldehit üzerine 6,5 ml distile su ilave edilerek karıştırıldı.

Yapılışı

NOR bantlama, Howell ve Black (1980)'in "One-Step" metoduna göre yapılmıştır. Materyalin lam üzerine alınıp kurutulmasından sonra preparatlar 5-7 gün kadar bekletildiler. Preparatların yayma olmayan bir köşesine 140 µl %50'lik gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisi, diğer köşesine 70 µl koloidal geliştirici, pipetle damlatılarak iki sıvı karıştırıldı. Yaymanın üzerine gelecek şekilde solüsyon üzerine lamel kapatıldı. Isıtıcıda 70°C'de 30 sn bekletilip preparatın renginin altın-kahverengiye döndüğü gözlendi. Preparat ısıtıcı üzerinden kaldırıldı ve üzerindeki lamel alındı. Preparat distile suda yıkandı. Kurutma kağıdı üzerine bırakılarak kuruması beklendi. Gümüş nitrat ($AgNO_3$) boyama işlemini takiben lamlar, her birinde 30 sn tutulmak suretiyle 2 kez aseton, 1 kez 1:1 aseton: ksilol ve 2 kez de ksilol ihtiva eden dehidrasyon banyolarından geçirildi. Banyo işlemi tamamlandıktan sonra lamlar havada kurutuldular. Tamamen kuruduktan sonra lamların üzerine 1-2 damla entellan damlatılarak lamelle kapatıldı.

Standart giemsa, NOR ve C boyama yapılarak daimi hale getirilen preparatların kromozom morfolojileri, C ve NOR fenotipinin belirlenmesi için incelenmiş, uygun yaymalardaki metafazların Olympus BX51 araştırma mikroskobunda fotoğrafları çekilmiştir. Diploid kromozom sayısı (2n), temel kromozomların sayısı, metasentrik, submetasentrik ve subtelosentrik kromozomların ayrımı Levan ve ark. (1964)'na göre yapılmıştı (Çizelge 3.1). Karyotipler, kromozom morfolojisi çok iyi görülen ve tam

metafaz safhasında bulunan hücrelerin fotoğrafları bilgisayar ortamına aktarılarak görüntülenmişti. Homolog olan kromozomlar belirlenerek kesilip çıkarılmış ve en uzundan başlayarak eşler halinde yan yana getirilerek bir eksen üzerine yerleştirilmişlerdi. Her birinde en uzun kromozoma sahip olan iki homolog kromozoma, "1 numaralı kromozom" adı verilmiştir. Sırası ile diğerleri de numaralandırılmıştır.

Çizelge 3.1. Levan ve ark. (1964)'ına göre kromozom morfolojilerinin terminolojisi.

Sentromer indeks	Terminoloji
0,00-0,12	akrosentrik (a) veya telosentrik (t)
0,13-0,25	subtelosentrik (s)
0,26-0,38	submetasentrik (sm)
0,39-0,50	metasentrik (m)

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4. 1. Standart Giemsa Boyama

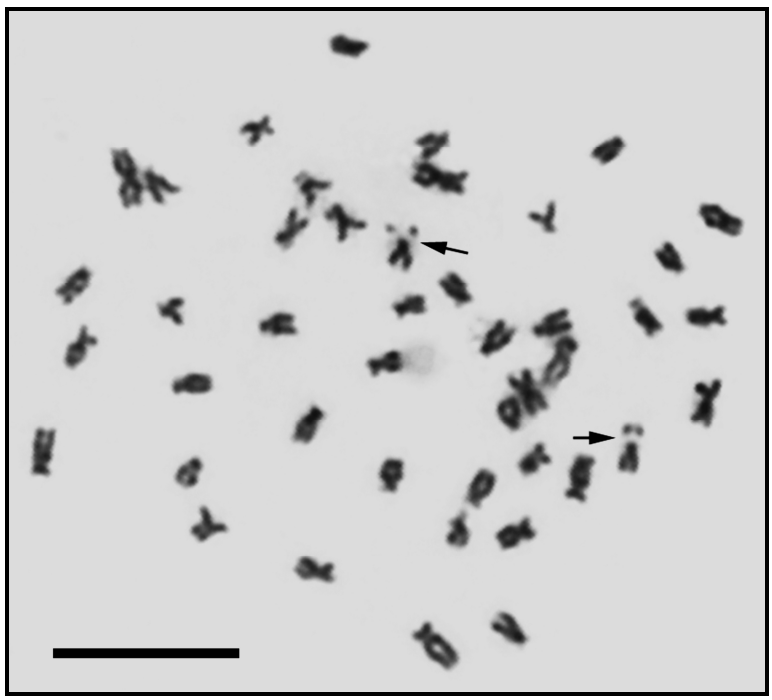
Ağlar kullanılarak yakalanan toplam sekiz kadife balığının karyolojileri yapıldı. Standart giemsa boyama yapılan bütün preparatlardan kaliteli metafazların fotoğrafları çekildi (Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4). Kromozom morfolojileri elde edilen kromozomların kısa ve uzun kol ölçümleri dikkate alınarak Levan ve ark. (1964)'na göre yapıldı (Çizelge 4.1). Buna göre *T. tinca*'nın karyotipi altı çift metasentrik, 10 çift submetasentrik ve sekiz çift subtelosentrik kromozomlardan oluşmuştur. Üçüncü çift kromozomun kısa kolu üzerinde ikincil boğum tespit edilmiştir (Şekil 4.5 ve 4.15). Bu türün eşey kromozom arasındaki morfolojik fark tespit edilememiştir.

Çizelge 4.1. Beyşehir Gölü'ndeki *Tinca tinca*'nın kromozomlarının Levan ve ark (1964)'na göre sınıflandırılması (µm). m; metasentrik, sm; submetasentrik, st; subtelosentrik.

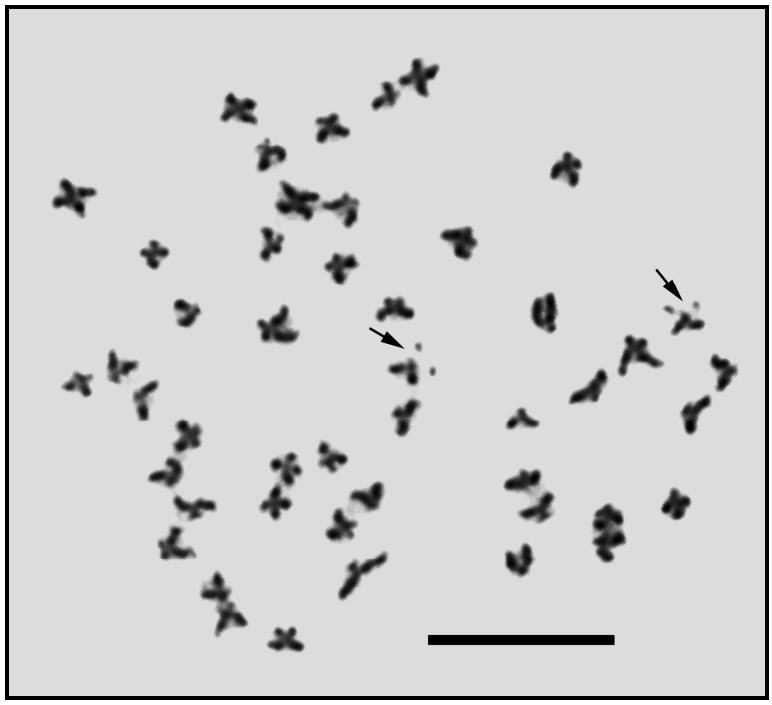
Kromozom çifti	Kromozom kolları		Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Relative length (%)	Sentromer indeks	Sentromer pozisyonu
	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)					
1	1,67	1,80	3,47	1,08	6,32	0,48	m
2	1,16	1,46	2,62	1,26	4,77	0,44	m
3	1,20	1,29	2,49	1,07	4,53	0,48	m
4	1,03	1,42	2,45	1,38	4,46	0,42	m
5	0,99	1,25	2,24	1,26	4,08	0,44	m
6	0,73	1,12	1,85	1,53	3,37	0,39	m
7	0,94	1,98	2,92	2,11	5,32	0,32	sm
8	0,73	1,89	2,62	2,59	4,77	0,28	sm
9	0,73	1,72	2,45	2,36	4,46	0,30	sm
10	0,65	1,50	2,15	2,31	3,91	0,30	sm
11	0,56	1,59	2,15	2,84	3,91	0,26	sm
12	0,60	1,55	2,15	2,58	3,91	0,28	sm
13	0,73	1,25	1,98	1,71	3,61	0,37	sm
14	0,69	1,29	1,98	1,87	3,61	0,35	sm
15	0,56	1,29	1,85	2,30	3,37	0,30	sm
16	0,43	1,16	1,59	2,70	2,89	0,27	sm
17	0,43	2,49	2,92	5,79	5,32	0,15	st
18	0,52	1,85	2,37	3,56	4,32	0,22	st
19	0,52	1,80	2,32	3,46	4,22	0,22	st
20	0,56	1,67	2,23	2,98	4,06	0,25	st
21	0,55	1,64	2,19	2,98	3,99	0,25	st
22	0,54	1,61	2,15	2,98	3,91	0,25	st
23	0,39	1,63	2,02	4,18	3,68	0,19	st
24	0,30	1,46	1,76	4,87	3,2	0,17	st

Şu ana kadar yapılan sitogenetik çalışmaların tamamında bu türün diploid kromozom sayısı 48 olarak bulunmuştur (Cataudella ve ark., 1977; Sola ve ark., 1983; Padilla ve ark., 1993; Hamalosmanoğlu ve Kuru, 2004). Ancak bu araştırıcılar değişen sayılarda akrosentrik kromozom tespit etmişlerdir. Hamalosmanoğlu ve Kuru (2004)'nun yaptığı çalışmada *T. tinca*'nın kromozom boylarının 1,399 µm ile 3,642 µm arasında değiştiğini kaydetmiştir. Bu çalışmadaki örneklerin kromozom boyları ise 1,760-3,470 µm arasındadır.

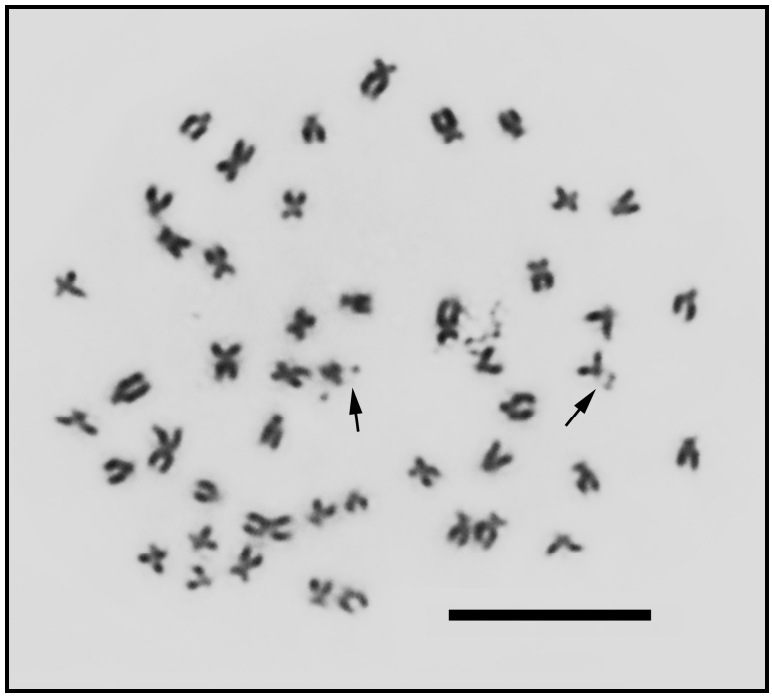
Padilla ve ark. (1993) standart giemsa boyama ile metasentrik olan 3. kromozomda ikincil boğum tespit etmelerine rağmen Hamalosmanoğlu ve Kuru (2004) Türkiye örneklerinde tespit edememişlerdir. Bu çalışmada ise hem standart giemsa boyama ile ikincil boğum Padilla ve ark. (1993) olduğu gibi bir çift metasentrik kromozomda tespit edildi hem de bu sonuç Ag-NOR boyama ile doğrulandı. Örneklerimizin hiçbirinde bu sonuç ile ilgili varyasyon tespit edilmemiştir. Örneklerimizin kromozomları morfoloji bakımından hem Padilla ve ark. (1993) hem de Türkiye'de yapılan diğer çalışmadakine çoğunlukla benzemesine rağmen, akrosentrik kromozom tespit edilmemiştir. Bu farklılık muhtemelen metodolojiden kaynaklanmaktadır.



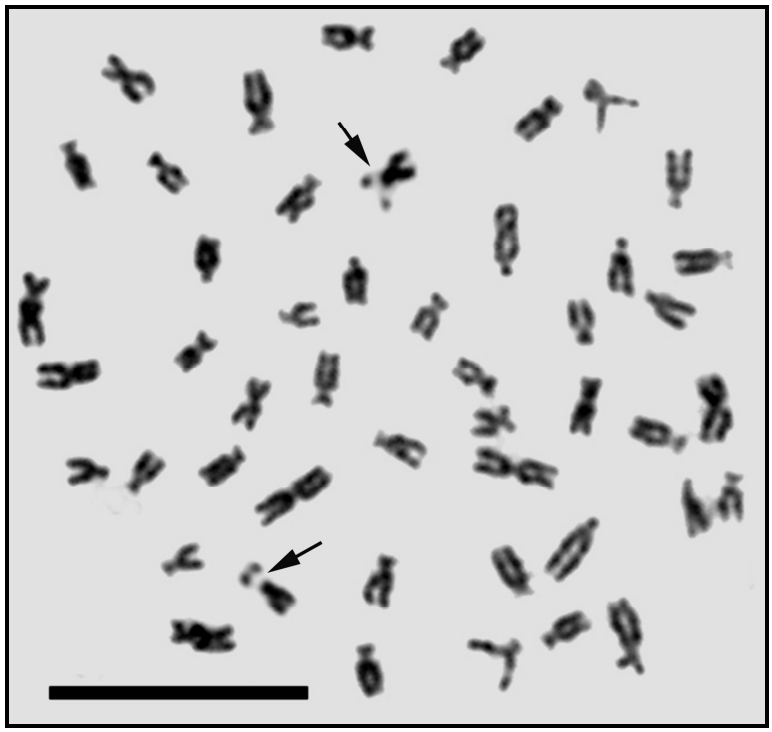
Şekil 4.1. Beyşehir Gölü'ndeki 1 nolu *Tinca tinca* örneğinin metafaz plağı. Oklar ikincil boğumların pozisyonunu göstermektedir. Scale bar 10 µm.



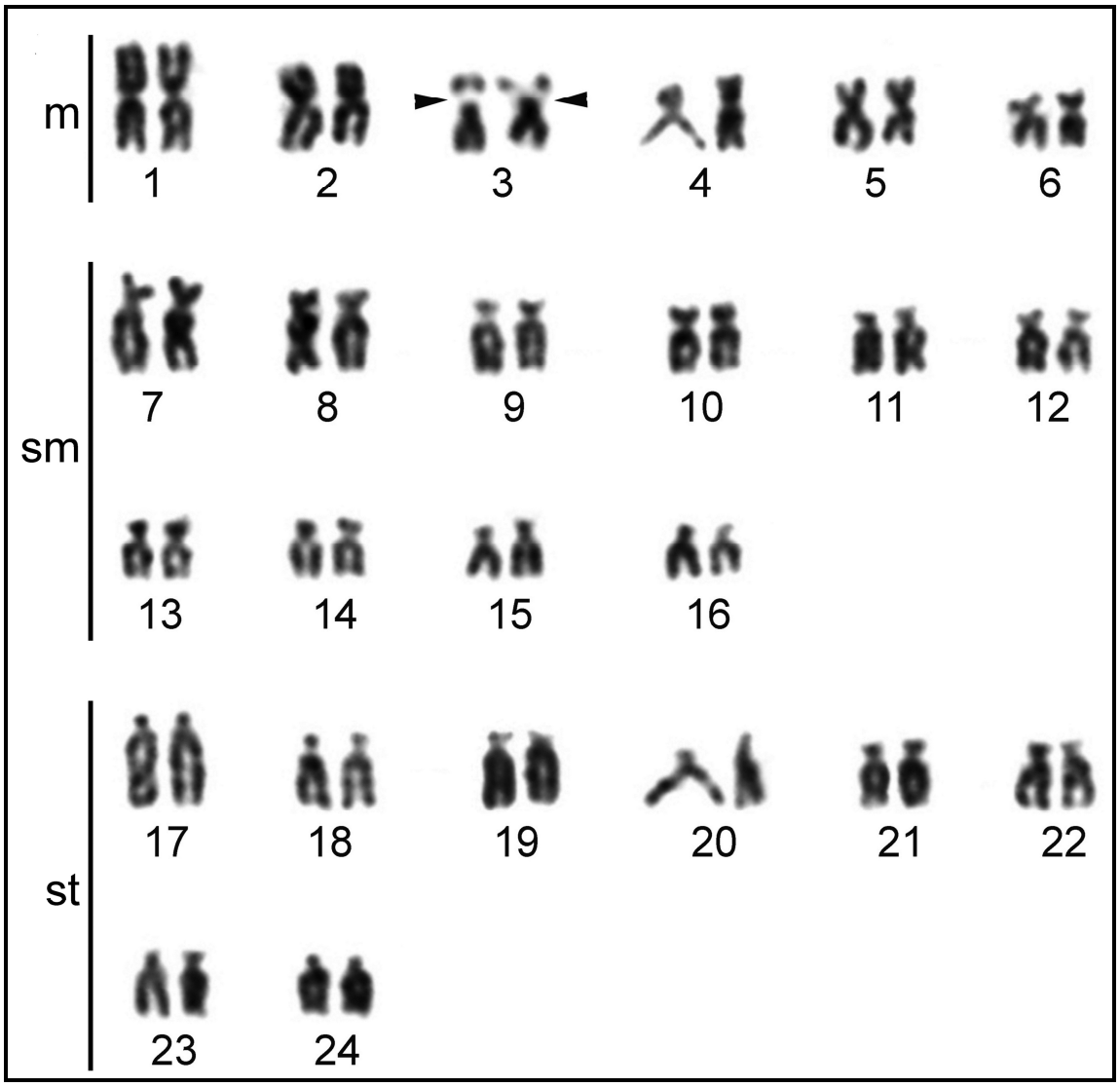
Şekil 4.2. Beyşehir Gölü'ndeki 3 nolu *Tinca tinca* örneğinin metafaz plağı. Oklar ikincil boğumların pozisyonunu göstermektedir. Scale bar 10 µm.



Şekil 4.3. Beyşehir Gölü'ndeki 5 nolu *Tinca tinca* örneğinin metafaz plağı. Oklar ikincil boğumların pozisyonunu göstermektedir. Scale bar 10 µm.



Şekil 4.4. Beyşehir Gölü'ndeki 7 nolu *Tinca tinca* örneğinin metafaz plağı. Oklar ikincil boğumların pozisyonunu göstermektedir. Scale bar 10 μm.



Şekil 4.5. Beyşehir Gölü'ndeki 7 nolu *Tinca tinca* örneğinin karyotipi. Oklar ikincil boğumların pozisyonunu göstermektedir.

Türkiye ve dünyada yayılış gösteren Cyprinidae familyasına ait bazı türlerin karyolojik çalışmaları standart giemsa boyama ile yapılmış ve karyotipleri çıkartılmıştır.

Gül ve ark. (2004) tarafından *Alburnus heckeli* üzerinde yapılan çalışmada 2n = 50 diploid kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir. Bu türün kromozom setinde 7 metasentrik, 9 submetasentrik ve 9 akrosentrik kromozom çifti (NF = 82) bulunduğu tespit edilmiştir. Bu araştırıcılar tarafından türün cinsiyet kromozomlarında herhangi bir farklılık tespit edilememiştir.

Kılıç Demirok (2000) yaptıkları çalışmada *Alburnoides bipunctatus*'un diploid kromozom sayısını 2n = 50 olduğunu ve set içinde ise 16 metasentrik, 22 submetasentrik ve 12 subteloakrosentrik kromozom (NF = 88) bulduğunu bildirmiştir.

Ergene ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada Erzurum'da çeşitli lokalitelerinden yakaladıkları *Barbus plejebus lacerta*'nın diploid kromozom sayısını (2n) 48 ve set içinde 32 metasentrik ve 16 akrosentrik kromozom bulmuşlardır. Kılıç Demirok (2000)'un *Barbus rajanorum mystaceus* alttürü üzerine yaptığı çalışmada diploid kromozom sayısının (2n) 100 olduğunu belirtmişlerdir. Araştırıcılar, set içinde 22 metasentrik, 30 submetasentrik ve 48 subtelo-akrosentrik kromozom tespit ederek NF değerini 152 olarak belirtilmişlerdir.

Kılıç Demirok (2000) aynı çalışmada bir başka alttür olan *Capoeta capoeta umbla*'nın diploid kromozom sayısını (2n) 150 ve set içinde ise 13 metasentrik, 29 submetasentrik ve 33 subtelo-akrosentrik kromozom bularak NF değerini 234 olarak tespit etmişlerdir. *C. capoeta umbla* ile yine Kılıç Demirok ve Ünlü (2001)'nün yaptığı çalışmada diploid kromozom sayısını (2n) 150, 43 çift meta-submetasentrik ve 32 çift subtelo-akrosentrik kromozom ve NF=236 olarak bulmuşlardır.

Capoeta trutta üzerine Kılıç Demirok (2000)'un çalışmada diploid kromozom sayısını (2n) 150, set içinde ise 20 metasentrik, 54 submetasentrik ve 76 subteloakrosentrik kromozom ile NF değerini 224 olduğu gözlemlemiştir. *Capoeta trutta* için Kılıç Demirok ve Ünlü (2001) diploid kromozom sayısını (2n) 150 (35 çift meta-submetasentrik ve 40 çift subteloakrosentrik kromozom) ve temel kromozom kol sayısını (NF) 220 olarak bulmuşlardır.

Aydın (2001) ve Ölmez Aydın ve Kuru (2001) *Carassius auratus* üzerine ayrı ayrı yaptıkları karyolojik çalışmada türün diploid kromozom sayısını (2n) 104 olarak bulmuşlardır. Aynı araştırıcılar bu türün kromozom setinin 12 çift metasentrik, 17 çift submetasentrik ve 23 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğunu ve temel kromozom kol sayısının (NF) 162 olduğunu tespit etmişlerdir.

Gül ve ark. (2000) *Chalcalburnus mossulensis* üzerine sitogenetik incelemeler yapmışlar ve bu türün diploid kromozom sayısının (2n) 48 olduğu belirlemişlerdir. Araştırıcılar bu türün karyotipinin ise altı metasentrik, 10 submetasentrik ve sekiz akrosentrik kromozom çiftinden oluştuğunu saptamışlardır.

Çolak ve ark. (1985) *Cyprinion macrostomus*'un karyotipinin 2 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 9 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğunu (2n=48) saptamışlardır. Ancak Kılıç Demirok (2000) yaptıkları çalışmada *C. macrostomus*'un diploid kromozom sayısını (2n) 50 ve temel kromozom kol sayısının ise (NF) 82 olduğunu vurgulamışlardır. Gaffaroğlu ve Yüksel'de 2004 yılında aynı tür üzerine yaptıkları çalışmada Kılıç Demirok (2000) gibi diploid kromozom sayısını (2n) 50

olarak bulmuşlardır. Ancak bu araştırıcılar da Kılıç Demirok (2000)'dan farklı olarak bu türün karyotipinin 3 çift metasentrik, 12 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik ve4 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğunu ve temel kromozom kol sayısının (NF) ise 92 olduğunu tespit etmişlerdir.

Rab ve ark. (1989), Pekol (1999) ile Hamalosmanoğlu ve Kuru (2003) *Cyprinus carpio*'un karyotip analizini yapmışlardır. Yukarıdaki araştırıcıların tamamı *Cyprinus carpio*'nun diploid kromozom sayısını (2n) 100 olarak tespit etmişlerdir.

Ergene Gözükara ve Çavaş (2001) ile Kılıç Demirok (2000) *Garra rufa*'nın kromozom sayısının (2n) 44 olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu araştırıcılar türün karyotipindeki kromozomların morfolojilerini birbirlerinden farklı vermişlerdir.

Collares Pereira ve ark. (1998) *Leuciscus carolitertii* ve *Leucisus pyrenaicus*'un karyolojik analizlerini yapmışlar ve her iki türün 2n kromozom sayısını 50 olarak bulmuşlardır.

Pekol (1999) ve Kılıç Demirok (2000) *Leuciscus cephalus*'un farklı populasyonlar üzerine karşılaştırmalı karyotip analizini yapmışlar ve populasyonlar arasında türün kromozom morfolojilerinde değişiklikler tespit etmişlerdir. Ayrıca aynı araştırıcı *L. cephalus*'da üç farklı NOR fenotipinin bulunduğunu da bildirmişlerdir.

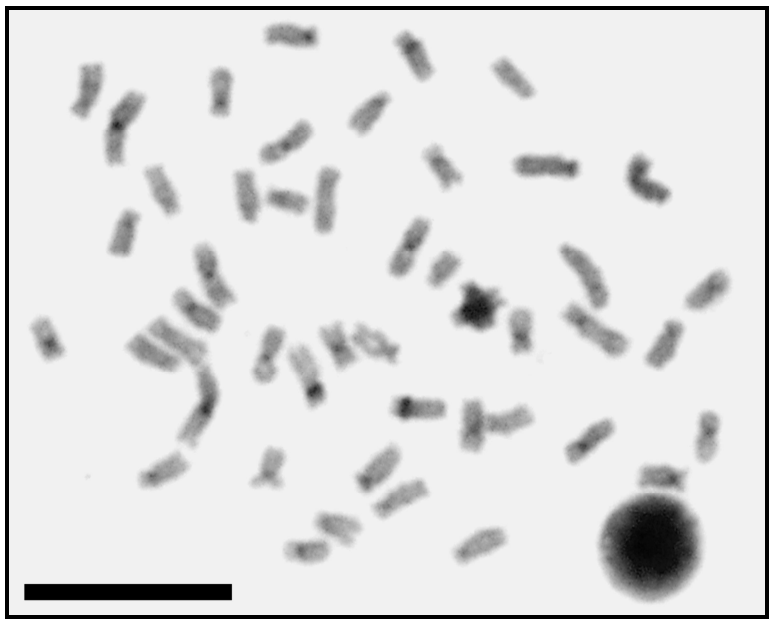
Gaffaroğlu ve ark. (2009) *Pseudorasbora parva*'nın karyolojik analizini yaparak türün diploid kromozom sayısını (2n) 50 ve temel kromozom kol sayısını (NF) 100 olarak bulmuşlardır.

4. 2. C-bantlama

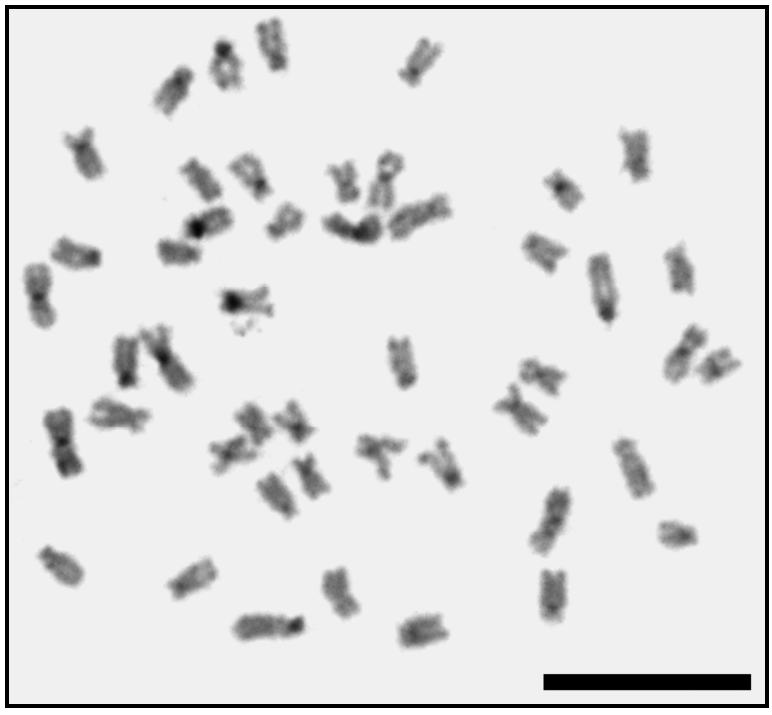
Çalışılan *T. tinca* örneklerinin tamamında bütün kromozomlar sentromerik ve perisentromerik C-bantlara sahiptir (Şekil 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.15). İki nolu metasentrik kromozom sentromerik banta ilaveten açıkça görülebilen kısa kol üzerinde intersitial bir banta daha sahiptir. Perisentromerik bantlar 10 nolu kromozomun kısa kolu, 21 nolu kromozomun ise uzun kolu üzerinde lokalize olmuşlardır. Subtelosentrik kromozomların bazılarında (17, 18 ve 19) kısa kollar tamamen heterokromatindir. Sekiz ve 23 nolu kromozom çiftini oluşturan homologların C-pozitif bölgeleri heteromorftur (Şekil 4.10).

Hafez (1979) bu türün C-bantlarının genellikle kromozomların sentromerik bölgesinde olduğunu ve bantların kromozomlar arasında da polimorfizm gösterdiğini rapor etmiştir. Padilla ve ark. (1993) benzer sonuçlar bulmuşlardır ve ayrıca onlar

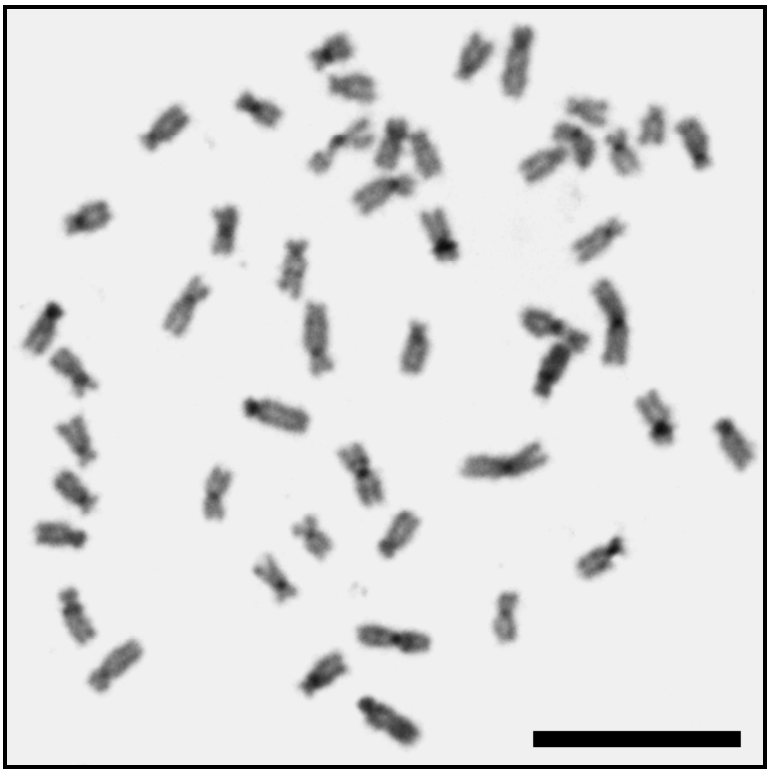
ikincil boğumun C-heterokromatin bölge ile ilişkili olduğunu tespit etmiştir. Ancak örneklerimizde ikincil boğumun bulunduğu bölgenin C-heterokromatin ile ilişkili olmadığı tespit edilmiştir.



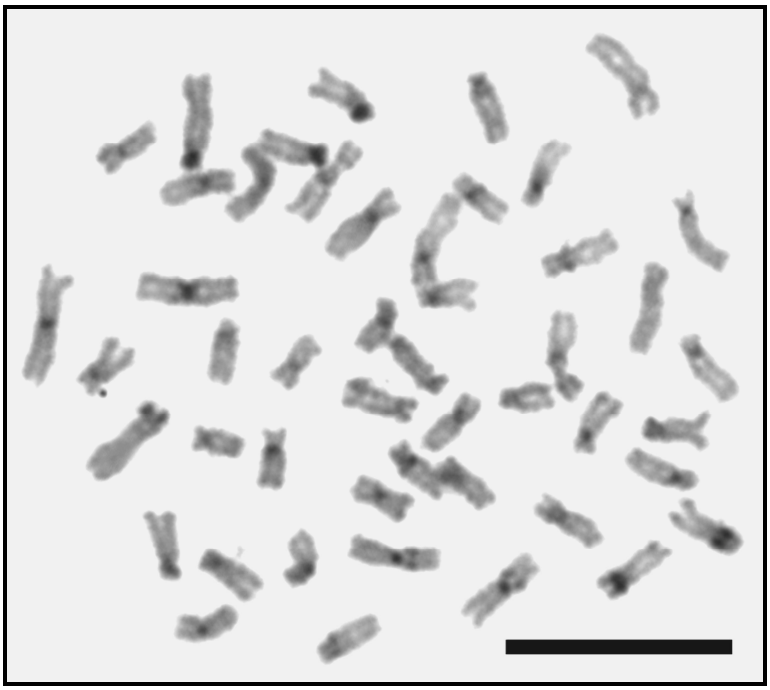
Şekil 4.6. Beyşehir Gölü'ndeki 2 nolu *Tinca tinca* örneğinin C-bantlı metafaz plağı. Scale bar 10 µm.



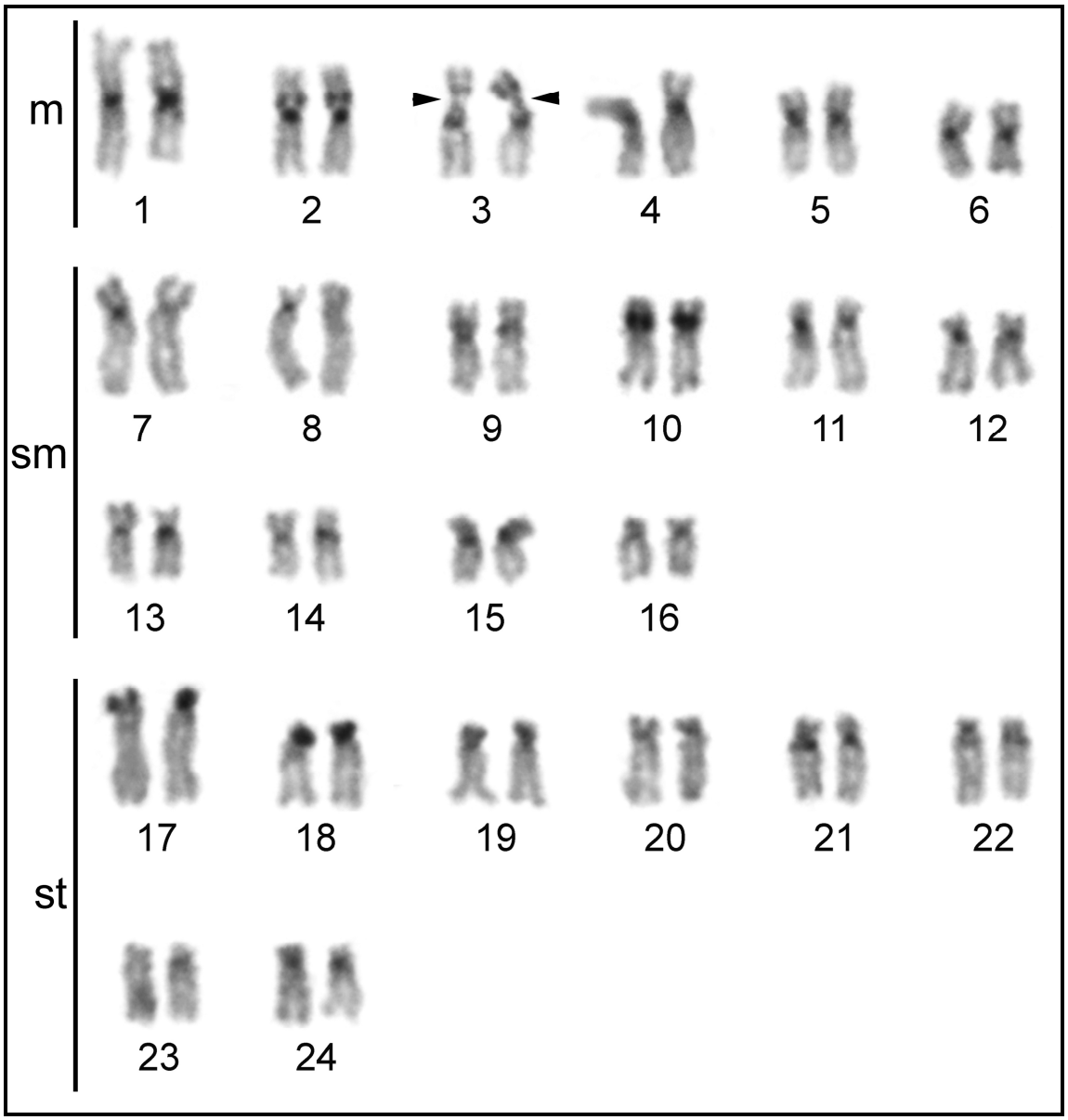
Şekil 4.7. Beyşehir Gölü'ndeki 4 nolu *Tinca tinca* örneğinin C-bantlı metafaz plağı. Scale bar 10 µm.



Şekil 4.8. Beyşehir Gölü'ndeki 6 nolu *Tinca tinca* örneğinin C-bantlı metafaz plağı. Scale bar 10 µm.



Şekil 4.9. Beyşehir Gölü'ndeki 8 nolu *Tinca tinca* örneğinin C-bantlı metafaz plağı. Scale bar 10 µm.



Şekil 4.10. Beyşehir Gölü'ndeki 8 nolu *Tinca tinca* örneğinin C-bantlı karyotipi. Oklar ikincil boğumların pozisyonunu göstermektedir.

Türkiye'de yayılış gösteren Cyprinidae familyasına ait bazı türleri üzerinde C-bantlama ile yapılmış karyolojik çalışmalar vardır.

Gül ve ark. (2003) Van Gölü'ne endemik olan İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi* Pallas, 1811) kromozomları üzerine C, G ve restriksiyon endonükleazlar (Alu I, Nhe I, Hae III, Mbo I, Hinf I) ile yaptıkları bantlanma çalışmasında kromozomların sentromerik ve telomerik bölgelerinde C-bantlar tespit etmişlerdir.

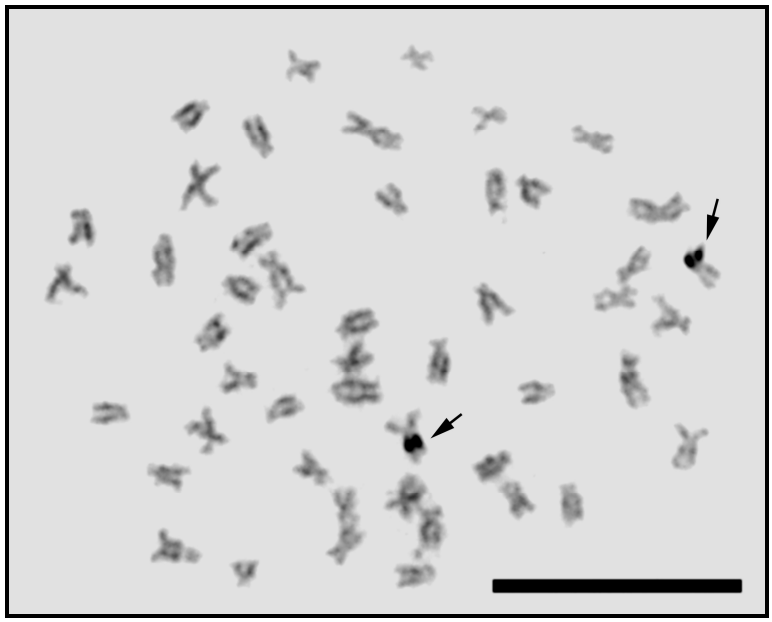
Gaffaroğlu ve Yüksel (2009) *Acanthobrama marmid* ve *Cyprinion macrostomus* ile yaptıkları çalışmada bütün kromozomların perisentromerik bölgelerinde C bant gözlemişlerdir. Ayrıca *A. marmid*'de iki çift submetasentrik kromozomun kısa

kollarında ve *C. macrostomus*'ta iki çift submeta-subtelosentrik kromozomun kısa kollarında C-bant gözlemişlerdir. Araştırmacılar her iki türün C-bant blokları arasında benzerliklerin mevcut olduğunu belirlemişlerdir.

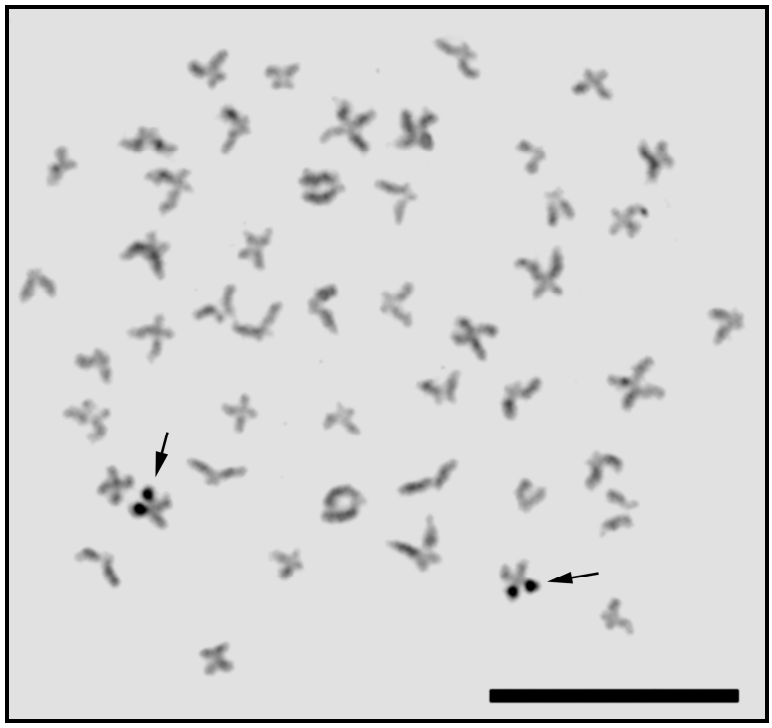
4. 3. Ag-NOR boyama

T. tinca'da standart giemsa boyama ile tespit edilen ikincil boğumdaki aktif NOR'ların gümüş nitrat ($AgNO_3$) boyama ile bütün örneklerin 3 nolu metasentrik kromozom çiftinin kısa kolu üzerindeki yeri tespit edildi. Bu kromozom çiftindeki aktif NOR, C-heterokromatin bölge ile ilişkili olmadığı görülmüştür. Çalışılan örneklerde gözlemlenen aktif NOR'ların tamamı homomorftur. Ayrıca homolog kromozomlar arasında NOR'ların büyüklüğünde de herhangi bir varyasyon gözlenmemiştir (Şekil 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15).

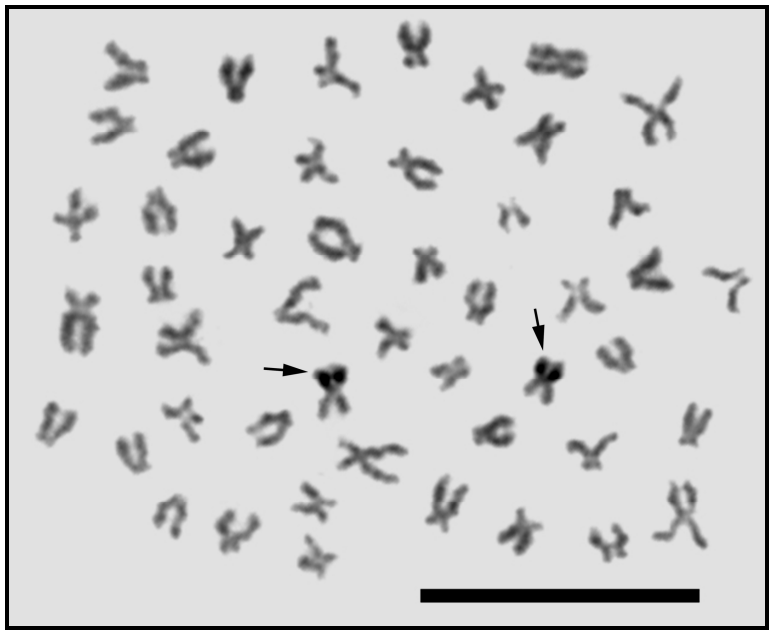
Bu araştırmadaki sonuçlar Hafez (1979) ve Padilla ve ark. (1993)'nın sonuçları ile bazı farklılıklar dışında oldukça benzerdir ve bu türün karyolojik özelliklerinin farklı coğrafik bölgeler arasında korunduğunu göstermektedir. Padilla ve ark. (1993) çalışmalarında NOR'un bulunduğu bölgedeki heterokromatin ile ilişkili olduğunu savunmuştur.



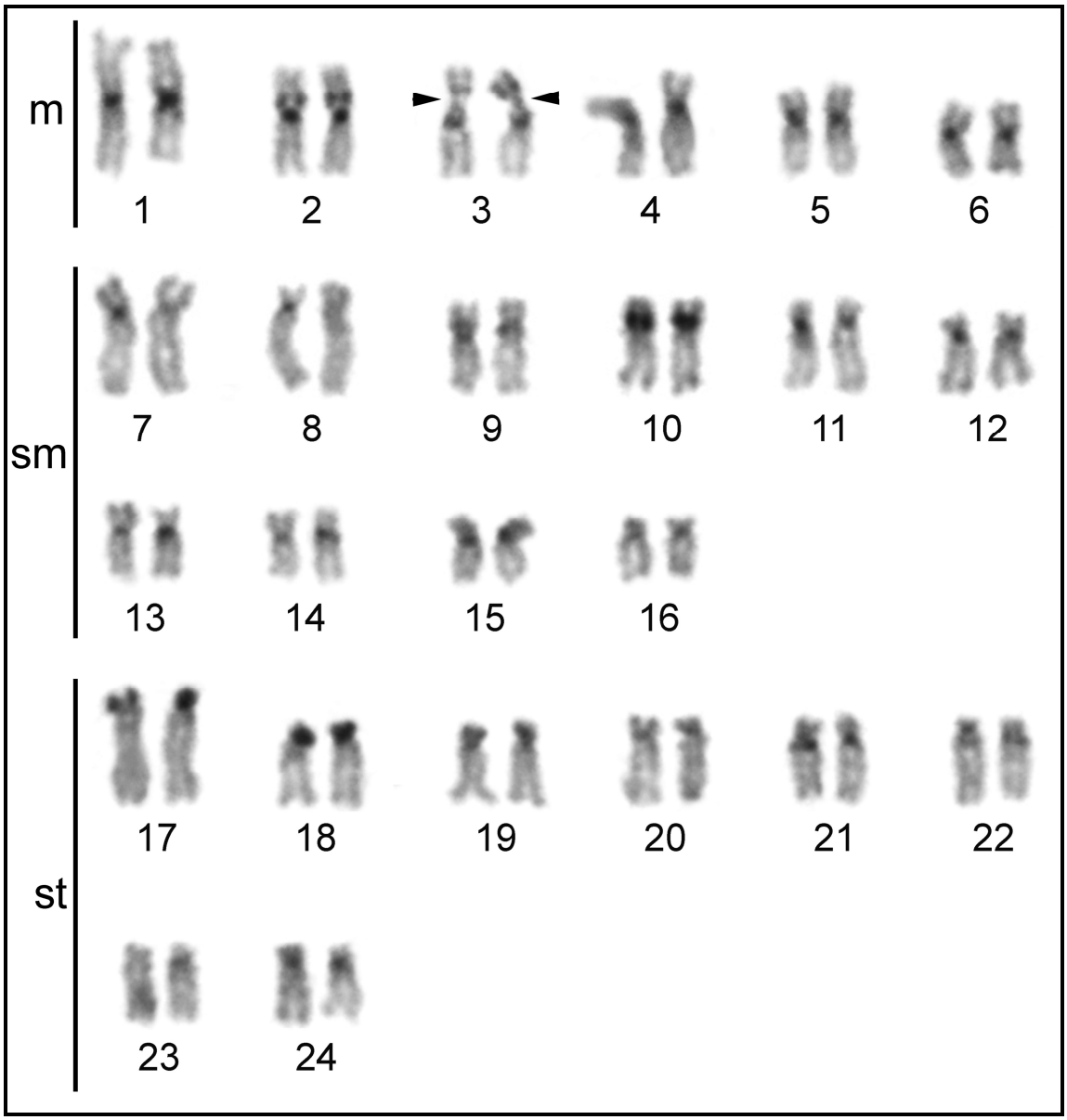
Şekil 4.11. Beyşehir Gölü'ndeki 3 nolu *Tinca tinca* örneğinin Ag-NOR bantlı metafaz plağı. Scale bar 10 μm.



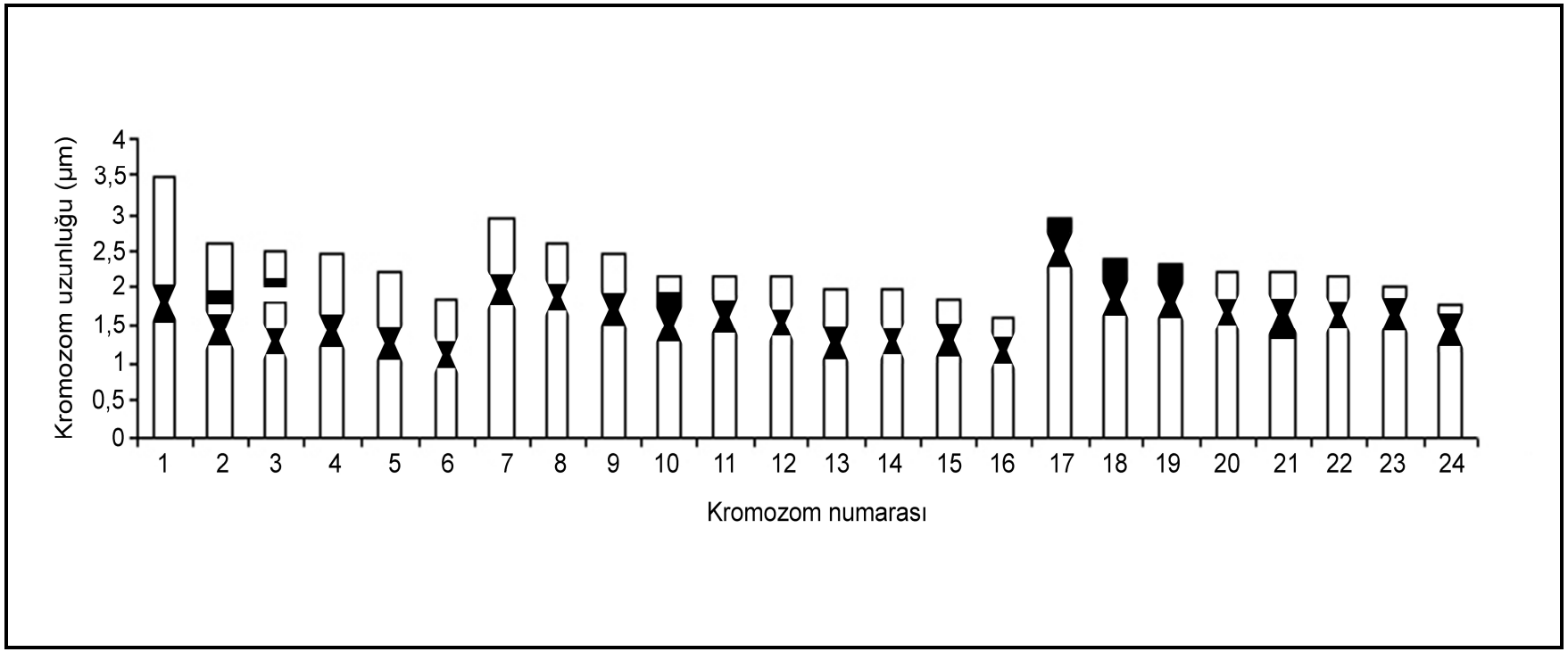
Şekil 4.12. Beyşehir Gölü'ndeki 5 nolu *Tinca tinca* örneğinin Ag-NOR bantlı metafaz plağı. Scale bar 10 µm.



Şekil 4.13. Beyşehir Gölü'ndeki 8 nolu *Tinca tinca* örneğinin Ag-NOR bantlı metafaz plağı. Oklar aktif NOR'ları göstermektedir. Scale bar 10 µm.



Şekil 4.14. Beyşehir Gölü'ndeki 8 nolu *Tinca tinca* örneğinin Ag-NOR bantlı karyotipi. Oklar aktif NOR'ları göstermektedir. Scale bar 10 µm.



Şekil 4.15. Beyşehir Gölü'ndeki *Tinca tinca*'nın idiogramı (3 nolu kromoz ikincil boğuma sahiptir).

Türkiye'de yayılış gösteren Cyprinidae familyasına ait bazı türleri üzerinde Ag-NOR boyama ile yapılmış karyolojik çalışmalar vardır.

Gaffaroğlu ve ark. (2006), *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843) üzerinde yaptıkları çalışmada bir metasentrik ve bir submetasentrik olmak üzere 2 çift kromozomda NOR tespit etmişlerdir. Yüksel ve Gaffaroğlu (2006 ve 2008) *Cyprinion macrostomus* ile ilgili yaptıkları diğer bir çalışmada 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kolunun terminalinde NOR'lar olduğunu belirlemişlerdir ve NOR'ların Avrasya Cyprinidleri ile benzer olduğunu tespit etmişlerdir. Yüksel ve Gaffaroğlu (2008) *Chalcalburnus mossulensis* üzerinde yaptıkları çalışmada 2 submetasentrik kromozom çiftinde NOR tespit etmişlerdir. Tespit edilen NOR'lardan biri uzun submetasentrik kromozomun uzun kolunun terminalinde, diğeri ise orta boy submetasentrik kromozomun kısa kolunun terminalinde gözlenmiştir. Gaffaroğlu (2009) *Turcinoemacheilus kosswigi* üzerine yaptığı çalışmada sadece büyük 1 meta-submetasentrik kromozom çiftinde C-bant tespit etmiştir.

Karahan (2007) Mersin ve Sivas'daki *Garra rufa* ve *Garra variabilis* türlerinin birçok kromozomunda NOR'lar tespit etmiştir. Karahan ve Ergene (2009) 4 farklı lokaliteden aldıkları *Garra rufa* örneklerinde farklı sayı ve konumda NOR ve C-bantlar tespit etmişlerdir. Karahan ve Ergene (2010) Savur Irmağı'nda (Mardin) yaşayan *Garra variabilis*'in karyolojik analizini yapmışlardır. Onlar bu türün dört çift kromozomunda C-bantlar ve 8 çift kromozomunda NOR'lar gözlemlemişlerdir. Karahan ve Ergene (2011) tarafından Göksu Deltası ve Asi Nehri'ndeki *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)'un populasyonları arasındaki kromozomal farklılıklar ile ilgili yaptıkları karşılaştırmalı analizler ile tür içi çeşitliliği ortaya çıkartılmıştır. Araştırıcılar iki populasyon için farklı sayılarda NOR'lar ve C-bantları belirlemişlerdir.

Saygun (2005) Karadeniz'de yaşayan Pleuronectiformes ordosuna ait bazı türlerde (*Platichthys flesus luscus* (Pallas, 1814), *Psetta maxima* Linnaeus, 1758 ve *Pegusa lascaris* (Risso, 1810)) yerleri farklı olmak üzere 3 çift kromozomun sentromerik ve telomerik bölgelerinde NOR'lar tespit etmiştir.

Ergene ve ark. (2010) C-bantlama, Ag-NOR boyama tekniklerini kullanarak *Pseudophoxinus antalyae'*nin karyolojik analizini yapmışlardır. Yaptıkları analiz sonucunda NOR'ları 17. subtelosentrik kromozom çiftleri üzerinde tespit etmişlerdir. Birçok kromozomda C-bantlara rastlamışlardır.

Karasu ve ark. (2009) *Pseudophoxinus firati'*nin üzerinde yaptığı çalışma ile 6 çift kromozomda C-bant tespit etmişlerdir. Ayrıca orta büyüklükte 2 çift submeta-subtelosentrik kromozomun kısa kollarında NOR'lar tespit etmişlerdir.

Pekol (1999) *Leuciscus cephalus*'un farklı populasyonlar üzerine karşılaştırmalı karyotip analizinde üç farklı NOR fenotipinin bulunduğunu da bildirmiştir. Pekol (2006) 2 farklı lokaliteden elde edilen *Cyprinus carpio'*nun NOR fenotiplerini karşılaştırmıştır. NOR'ların Beyler Barajı populasyonunda büyük bir çift homolog/homolog olmayan submetasentriğin kısa kolu boyunca veya metasentrik kromozomun kolları boyunca olduğunu belirlemiştir. Germeçtepe Barajı populasyonunda ise bir çift homolog/homolog olmayan akrosentrik veya submetasentrik kromozomun kısa kollarında terminal olarak yerleşmiş olduğunu belirlemiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5. 1. Sonuçlar

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar çıkartılmıştır.

a) Kromozom ölçümleri dikkate alındığı zaman örneklerimizin karyotipindeki kromozomların tamamının terminolojiye göre daha önce hem Türkiye hem de Avrupa'da yapılan çalışmalardan farklı olarak iki kollu olduğu belirlenmiştir. Literatür araştırmalarında bazı Cyprinidae türlerinin farklı populasyonlarında kromozom sayısı ve morfolojilerinin değiştiğinin görülmesine rağmen, *T. tinca*'nın kromozom sayısı ve tek kollu kromozoma sahip olmaması dışında karyotipinin populasyonlar arasında değişmediği yani korunduğu görülmüştür.

b) Literatür araştırmalarında balıkların karyosistematiğinde standart giemsa boyamanın dışında türlerin populasyonların ayrımında kullanılan diğer bantlama metotlarının çok sık kullanılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada ise *T. tinca*'nın kromozomları üzerine yapılan bantlama çalışması sayesinde Avrupa'daki populasyonlar arasında hem heterokromatin hem de aktif NOR sayısı ve dağılımının değişmediği anlaşılmıştır.

5. 2. Öneriler

Bantlama çalışmalarının karyotip çalışmalarındaki önemi, bu çalışmada bir kez daha ortaya konmuştur. Bundan sonra yapılacak olan balıkların karyosistematik çalışmalarında türler arası türiçi populasyonlar arasındaki heterokromatin dağılımı ve NOR farklılıkların tespiti için standart giemsa boyamasının yanı sıra C- ve Ag-NOR bantlamaların yapılması ile daha net sonuçlar sağlanacaktır. Ayrıca bu türün gerek Türkiye içindeki gerekse Asya ve Avrupa'daki populasyonları arasındaki filocoğrafik ilişkinin, son zamanlarda türler ve populasyonlar arası filogenetik ilişkinin belirlenmesinde kullanılan mtDNA dizi analiz tekniği ile de ortaya çıkartılması gerektiği savunulmaktadır.

KAYNAKLAR

Akman, Y., 1998, Bitki biyolojisine giriş, Botanik, *Palme Yayıncılık*, Ankara, 1-220.

Alagöz, S., 2005, Seyhan Baraj Gölü (Adana) balık faunasının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 1-82.

Alberts, A., 1994, How DNA and histons are organized in chromosomes, Molecular biology of the cell, *Garland Publishing*, London, 1-342.

Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Robert, K. and Watson, J., 1983, Molecular biology of the cell, *Garland Publishing*, New York and London, 1-124.

Altındağ, A., Shah, S. L. and Yiğit, S., 2002, The growth features of tench (*Tinca tinca* L., 1758) in Bayındır Dam Lake, *Turkish Journal*, 26, 385-391.

Altındağ, A., Yiğit, S. and Ahıska, S., 1998, The growth features at tench (*Tinca tinca* L., 1758) in Kesikköprü Dam Lake, *Turkish Journal*, 22, 311-318.

Anonim, 1992, Su ürünleri kredileri seminer notları, T.C. Ziraat Bankası Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri Kredi Müdürlüğü, Ankara, 1-60.

Anonim, 2001, The evaluations in regar of fish criteric Ramsar Agreement of wetlands in Turkey , (in Turkish). T.C. Çevre Bakanlığı, Çevre Koruma Genel Müdürlüğü ve Gazi Üniversitesi Vakfı, Sonuç Raporu, Ankara, 1-93.

Anonim, 2004, World Wide Web Electronic Publication http://www.accessexcellence.org/RC/VL/GG/chromosome.html

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

Aydın, D. Ö., 2001, Kızılırmak (Kayseri-Türkiye)'ta yaşayan *Carassius auratus* (L., 1758)'un karyotipi, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 21 (3), 33-37.

Balık, İ., 1997, Beyşehir Gölü su ürünleri geliştirme projesi, Balık populasyonlarının araştırılması ve sudak populasyonunun göl balıkçılığı üzerine etkileri, *Sonuç Raporu Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, *Eğirdir*, 1-93.

Balık, İ., Kuşat, M. ve Bolat, Y., 1997, Kadife Balığının (*Tinca tinca* L., 1758) Beyşehir ve Eğirdir Göllerine aşılanmasının etkileri, *IX. Ulusal Su Ürün. Sempozyumu*, Cilt:II, Eğirdir, 771-777.

Balık, S., Sarı, H. M., Ustaoğlu, R. ve İlhan, A., 2004, Çivril Gölü (Denizli-Türkiye) Kadife Balığı (*Tinca tinca* (L.,1758)) populasyonunun yapısı, mortalitesi ve büyümesi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 937-979.

Balicek, A. J., Zizka, J. and Skalska, H., 1977, Length of human constitutive heterochromatin in relation to chromosomal contraction, *Human Genetics*, 38, 189-193.

Berberovic, L. J., Safradzija, A. and Wagner, L. J., 1978, The chromosomes of the tench (*Tinca tinca*), *Ichthyologia*, 10, 9-15.

Berg, L. S., 1940, Classification of fishes, both recent and fosil, *Travaux de l'Institut Zoologique de l'Academie des Sciences,* 5 (2), 517.

Beridze, T., 1986, Satellite DNA, *Springer Verlag*, Berlin, 1-149.

Carol, P., Theodore T. and Housman, D., 1980, Isolation and localization of DNA segments from specific human chromosomes, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* 205-215.

Cataudella, S., Sola, L., Accame Muratori, R. and Capanna, E., 1977, The chromosomes of 11 species of Cyprinidae and one Cobitidae from Italy, with some remarks on the problem of the polyploidy in the Cypriniformes, *Genetica*, 47, 161–171.

Collares-Pereira, M. J., Próspero, M. I., Biléu, R. I. and Rodrigues, E. M., 1998, *Leuciscus (Pisces, Cyprinidae*) karyotypes: Transect of Portuguese populations, *Genetics and Molecular Biology*, 21 (1), 63-69.

Counce, S. J., and Meyer, G. F., 1973, Differentiation of the synaptonemal complex and the kinetochore in locusta spermatocytes studied by whole mount electron microscopy, *Chromosoma,* 44, 231– 253.

Çolak, A., Sezgin, İ. ve Süngü, Y. S., 1985, Sazangiller familyasına ait Beni Balığı'nda (*Cyprinion macrostomus*, Heckel, 1843) kromozomal araştırmalar, *Doğa Bilim Dergisi*, 2, 9–12.

Demirsoy, A., 1991, Yaşamın temel kuralları, *Meteksan Matbaacılık ve Teknik Sanayi Tic. Ltd. Şti*., Ankara, 1-560.

Denton, T. E., 1973, Fish chromosome methodology, *Charles C. Thomas Publisher, Springfield*, Illinois, 1-166.

Ergene Gözükara, S. and Çavas, T., 2001, Cytogenetic analysis of *Garra rufa* (Heckel, 1843) from Eastern Mediterranean River Systems, *Third European Cytogenetics Conference*, 1 (73)**,** 43.

Ergene, S. ve Karahan, A., 1999, *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1897) (Cichlidae, Pisces)'nin karyolojik analizi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 19 (2), 161-165.

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

Ergene, S., Kuru, M. ve Çavaş T., 1998, *Barbus plejebus lacerta* (Heckel, 1843)'nın karyolojik analizi, *II. Uluslararası Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi,* Kırıkkale.

Ergönül, M. B. and Altındağ, A., 2005, The effects of *Ligula intestionalis* Plerocercoids on the growth features of tench (*Tinca tinca), Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences,* 29, 1337-1341.

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

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

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

Gaffaroğlu, M., 2009, Fırat Nehir Sistemi'nde yaşayan *Turcinoemacheilus kosswigi* Banarescu & Nalbant, 1964 (Pisces, Balitoridae)'nin karyotipi ve C-bantlaması, *15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu,* Rize, 89-102.

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

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

Geldiay, R. ve Balık, S., 1996, Türkiye tatlı su balıkları, *Ege Üniversitesi Basım Evi*, Bornova-İzmir, 1-532.

Gold, J. R. and Zoch, P. K., 1990, Intraspesifik variation in chromosomal nucleolus organizer regions in *Notropis chrysocehalus* in Texas, *Southwestern Naturalist*, 35, 311-215.

Gold, J. R., Li, Y. C., Shipley, N. S. and Powers, P. K., 1990, Improved methods for working with fish chromosomes with a review of metaphase chromosome banding, *Journal of Fish Biology,* 37, 563-575.

Gosden, R., 1994, Chromosome analysis protocols, Methods in molecular biology, Volume 29, *Humana Press Inc*, Totowa, NJ, 54-96.

Gül, S., Çolak, A. ve Sezgin, İ., 2000, Gümüş Balığı'nda (*Chalcalburnus mossulensis* Heckel, 1843) karyotip analizi, *Turkish Journal of Biology*, 24, 657–662.

Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ. and Kaloğlu, B., 2004, Karyotype analysis in *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) from Lake Hazer, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 309-314.

Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ. ve Kaloğlu, B., 2003, Van Gölüne endemik olan İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi* PALLAS 1811) kromozomlarının C, G ve restriksiyon endonükleazlar (Alu I, Nhe I, Hae III, Mbo I, Hinf I) ile bantlanması, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 1293-1298.

Gülkaç, M. D., 1987, Malatya yöresi kör fareleri (Rodentia: Spalacidae) üzerinde sitogenetik bir inceleme, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Malatya, 45-50.

Hafez, R., 1979. Analysis du caryotype de la tanche (*Tinca tinca* L.) par l'obtention des bandes C et G, *Cybium*, 3 (7), 15-26.

Hamalosmanoğlu, M. ve Kuru, M., 2003, Mogan Gölü (Ankara)'nde yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758 (Sazan)'nun karyotip analizi, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 1-10.

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

Hillis, D. M and Moritz C., 1990, Molecular systematics, *Sinauer Associates Inc.*, 159-160.

Howell, W. M. and Black, D. A., 1980, "Controlled silver staining of nucleolus organizer region with a protective colloidal developer; a 1 step Method", *Experientia*, 36, 1014-1015.

Hua Yue, G. and Orban, L., 2001, Rapid isolation of DNA from fresh and preserved fish scales for polymerase chain reaction, *Marine Biotechnology*, 3, 199-204.

Karabatak, M., 1994, Mogan Gölü'ndeki Kadife Balığının (*Tinca tinca* (L.)) boy-ağırlık ilişkisi, kondisyon ve gonad gelişiminde mevsimsel değişiklikler, *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 8, 15-30.

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

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

Karahan, A. and Ergene, S., 2011, Chromosomal differentiation between populations of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) from the Göksu Delta and Orontes River (Turkey), *Turkish Journal of Biology*, 35, 79-87.

Karahan, A., 2007, *Garra rufa* ve *Garra variabilis'*in morfometrik ve sitogenetik yönden karşılaştırmalı olarak incelenmesi, Doktora Tezi, *Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mersin, 1-101.

Karasu, M., Yüksel, E. ve Gaffaroğlu, M.,2009, *Pseudophoxinus firati* Bogustkaya, Küçük & Atalay, 2006 (Pisces: Cyprinidae)'nin karyotip, C-bantlama ve NOR analizi, 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize, 112-119.

Karol, S., 1998, Hücre biyolojisi, *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi*, Ankara, 1-451.

Kılıç Demirok, N. and Ünlü, E., 2001, Karyotypes of Cyprinid fish *Capoeta trutta* and *Capoeta capoeta umbla* (Cyprinidae) from the Tigris River, *Turkish Journal of Zoology*, 25, 389-395.

Kılıç Demirok, N., 2000, Dicle Su Sistemi'nde yaşayan bazı Cyprinid tür ve alttürlerinin kromozomları üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır, 1-71.

Kuru, M., 1971, Freshwater fishes fauna of eastern anatolia, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası Seri B*, 36 (3-4), 137-147.

Kuru, M., 1979, Freshwater fishes of south-eastern Turkey 2 (Euphrates-Tigris System), *Hacettepe Bulletin of Natural Science and Engineering*, 7-8, 105-114.

Kuru, M., 1980, Key to the inland waters of Turkey, *Hacettepe Bulletin of Science and Engineering*, 9, 103–133.

Kuru, M., Balık, S., Ustaoğlu, M. R., Ünlü, E., Taşkavak, E., Gül, A., Yılmaz, M., Sarı, H. M., Küçük, F., Kutrup, B. ve Hamalosmanoğlu, M., 2001, Türkiye'de bulunan sulak alanların ramsar sözleşmesi balık kriterlerine göre değerlendirilmesi, *T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü ve Gazi Üniversitesi Vakfı*, *Ankara*, 1-289.

Kühn, A., 1967, Grundriss der Allgemeinen Zoologie, *Thieme Verlag*, Stuttgart, 19.

Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R. and Passino, D. R. M., 1977, Ichthyology, *John Wiley & Sons,* New York, 1-506.

Levan, A. and Hsu, T. C., 1959, The human idiogram, *Hereditas,* 45, 665-672.

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

Macgregor, H. C. and Varley, G. M., 1983, Working with animal choromosomes, *Wiley-Interscience Publ*., Chichester, 1-250.

Martins, C. and Galetti, Jr P. M., 1999, Chromosomal localization of 5S rDNA genes in leporinus fish (Anostomidae, Characiformes), *Chromosome Research*, 5 (7), 363-367.

Nelson, J. S., 1974, Fishes of the world, II. Edition, *John Wiley & Sons*, New York, 1-523.

Numan, W., 1958, Anadolu'nun muhtelif göllerinde limnolojik ve balıkçılık ilmi bakımından araştırmalar ve bu göllerde yaşayan sazanlar hakkında özel bir etüd, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları*, İstanbul, 1-112.

Ölmez Aydın, D. and Kuru, M., 2001, Karyotype of the *Carassius auratus* (L., 1758) Live in Kızılırmak (Kayseri – Turkey), *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 21 (3), 33-37.

Özban, N., 1994, Sitoloji, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, 1-199.

Özuluğ, M. ve Meriç, N., 1996, Büyükçekmece Baraj Gölü balıkları hakkında, *XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi*, İstanbul, 109-117.

Padilla, J. A., Fernández-García, J. L., Rabasco, A., Martínez-Trancón, M., Rodriguez de Ledesma, I. and Pérez-Regadera, J. J., 1993, Characterization of the karyotype of the tench (*Tinca tinca* L.) and analysis of its chromosomal heterochromatic regions by C-banding, Ag-staining, and restriction endonuclease banding, *Cytogenetics and Cell Genetics*, 62, 220-223.

Pekol S., 1999, Kastamonu Beyler ve Germeçtepe Barajlarındaki *Cyprinus carpio* (L., 1758) ve *Leuciscus cephalus* (L., 1758) populasyonlarının karşılaştırmalı karyotip analizi ve nor fenotipleri, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 2-68.

Pekol, S., 2000, Kastamonu Beyler ve Germeçtepe Barajlarındaki *Cyprinus carpio* (L.,1758) ve *Leuciscus cephalus* (L., 1758) populasyonlarının karşılaştırmalı karyotip analizi ve NOR fenotipleri, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 3-45.

Rab, P., Pokorny, J. and Roth, P., 1989, Chromosome studies of common carp. I. Karyotype of Amurian carp. (*Cyprinus carpio*) Haematoterus, *Caryologia*, 42, 27–36.

Robinson, R., 2003, Genetics encyclopedias, *The Gale Group Inc*, New york, 69-98.

Rock, J., Eldridge, A., Chanpion, A. and Joss J. J., 1996, Caryotype and nuclear DNA content for The Australian Lungfish *Neoceratodus fostrei* (Cerotidae:Dipnoi), *Cytogenetic Cell*, 73, 187-189.

Romer, A. S., 1967, The vertebrate story, *University of Chicago Press*, Chicago IL, 65-78.

Saygun, S., 2005, Karadeniz'de yaşayan çeşitli yassı balıkların (pisces, pleuronectiformes) kromozom yapılarının karşılaştırılması, Doktora Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 1-113.

Sharma, A.K. and Sharma, A., 1975, Chromosome Techniques: Theory and Practice, Study of Banding Patterns of Chromosomes, *Butterworths*, London, 408-442.

Sola, L., Cataudella, S., Gentili, G. and Monaco, G., 1983, An experimental carp x tench hybrid: karyological analysis and SEM morphological observations, *Bolletino di zoologia*, 50 (3-4), 159-171.

Sperling, K., Kalscheuer, V. and Neitzel, H., 1987, Transcriptional activity of constitutive heterochromatin in the Mammal *Microtus agrestis* (Rodentia, Cricetidae), *Experimental Cell Research*, 173, 463-472.

Sumner, A. T., 1972, A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin, *Experimential Cell Research,* 75, 304-306.

Sumner, A. T., 1990, Chromosome banding, *Unwin Hyman*, London, 1-434.

Sumner, A. T., 2003, Chromosomes: Organization and function, *Blackwell Publishing*, Oxford, UK, 1-93.

Swanson, C. P., 1965, Cytology and cytogenetics, *Macmillan*, London, 477 499.

Şaylı, B. S., 1986, Medikal sitogenetik, *Yargıçoğlu Yayınevi*, Ankara, 1-307.

Temizkan, G., 1999, Genetik (Moleküler genetik), *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi*, İstanbul, 1-399.

Topaktaş, M. ve Rencüzoğulları, E., 1995, Sitogenetik, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 1-182.

Varley, J. M., Macgregor, H. C., Nardi, I., Adrews, C. and Erba, H. P., 1980, Cytological evidence of transcription of highly repeted DNA sequences during the lampbrush stage in *Triturus cristatus carnifex*, *Chromosoma*, 80, 289-307.

Yeğen, V., Balık, S., Bostan, H., Uysal R. ve Bilçen, E., 2006, Göller bölgesindeki bazı göl ve baraj göllerinin balık faunalarının son durumu, *I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu 7-9 Şubat,* Antalya, 62-69.

Yılmaz, M., Gül, A. ve Solak, K., 1995, Kapulukaya Baraj Gölü balık faunası, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8, 2.

Yüksel, E. and Gaffaroğlu, M., 2008, NOR Phenotype of *Cyprinion macrostomus* (Osteichthyes, Cyprinidae*), Journal of Fisheries Sciences,* 2 (2), 114-117.

Yüksel, E. ve 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., 1984, Cytogenetics Study in Spalax (Rodentia: Spalacidae) from Turkey, Communications Serie C., *Biologie*, 2, 1-12.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	FATMA NUR TAKI
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	KONYA\ 04.01.1986
Telefon	**:**	
Faks	**:**	
e-mail	**:**	fnur-biology@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	ÖZEL ENVAR LİSESİ, KARATAY, KONYA	2003
Üniversite	:	SELÇUK ÜNİVERSİTESİ, MERAM, KONYA	2009
Yüksek Lisans	:	SELÇUK ÜNİVERSİTESİ, SELÇUKLU, KONYA	2011
Doktora	:		