T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDEMİK BEYŞEHİR KABABURUN BALIĞI, *CHONDROSTOMA BEYSEHIRENSE* (BOGUTSKAYA, 1997) ÜZERİNE SİTOGENETİK ARAŞTIRMALAR

Hayriye GÜNDOĞDU
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalını

Haziran-2016
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.

Hayriye GÜNDOĞDU
Tarih: 01.06.2016

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDEMİK BEYŞEHİR KABABURUN BALIĞI, *CHONDROSTOMA BEYSEHIRENSE* (BOGUTSKAYA, 1997) ÜZERİNE SİTOGENETİK ARAŞTIRMALAR

Hayriye GÜNDOĞDU

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Atilla ARSLAN

2016, 43 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Atilla ARSLAN
Doç. Dr. Haluk ÖZPARLAK
Doç. Dr. Musa DİKMENLİ

Bu çalışmada, Beyşehir Gölü'ndeki Kababurun Balığı, *Chondrostoma beysehirense*'nin 10 örneğine standart giemsa boyama, gümüş NOR (Ag-NOR) boyama ve C-bantlama uygulanarak, onların ayrıntılı sitogenetik özellikleri araştırılmıştır. Diploid kromozom sayısının 50 ve kromozom karyotip analizinde kromozomların ise metasentrik, submetasentrik/subtelosentrik ve akrosentrik olduğu tespit edilmiştir. Morfolojik olarak farklılaşmış eşey kromozomları tespit edilememiştir. Altıncı submetasentrik kromozomun kısa kolunda ikincil bir boğum gözlenmiştir. Bazı kromozomlarda sentromerik ve perisentromerik C-bantlara sahiptir ve altıncı submetasentrik kromozom çiftinin kısa kolunun tamamının C-pozitif olduğu belirlenmiştir. Altıncı submetasentrik kromozom çiftinin kısa kolunda aktif NOR bölgeleri gözlemlendi ve bu aktif NOR'lar ile C-heterokromatinin ilişkili olduğu bulunmuştur.Bu NOR incelenen tüm örneklerde kaydedilmiştir ve homolog kromozomların her ikisi de homomorfiktir. Gelecekte *Chondrostoma* türlerinin sistematiği moleküler ve FISH tekniği ile daha iyi anlaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Karyotip, kromozom, Ag-NOR bantlama, C-bantlama.

ABSTRACT

CYTOGENETIC STUDIES ON ENDEMIC BEYŞEHİR NASE,*Chondrostoma beysehirense* (BOGUTSKAYA, 1997) İN BEYŞEHİR LAKE

Hayriye GÜNDOĞDU

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCEOF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE / DOCTOR OF PHILOSOPHY IN MECHANICAL ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Atilla ARSLAN

2016, 43 Pages

Jury
Prof. Dr. Atilla ARSLAN
Assoc. Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK
Assoc. Prof. Dr. Musa DİKMENLİ

In this study, conventional giemsa staining, Ag-NOR and C-banding were applied to ten specimens of Beysehir nase, *Chondrostoma beysehirense* in Lake Beysehir and their detailed cytogenetic properties were investigated. The diploid number of chromosomes was 50 and the chromosomes in karyotypes were distinguished as metacentric, submetacentric/subtelocentric and acrocentric. Morphologically differentiated sex chromosomes could not be recognized. A secondary constriction was observed on the short arm of the sixth submetacentric chromosome pair. Some chromosomes had centromeric and pericentromeric C-bands and the short arm of the sixth submetacentric chromosome pair was entirely C-positive. The active NOR was localized on the short arm of the sixth submetacentric chromosome pair and this active NOR was associated with a large C-heterochromatin region. This NOR was recorded in all specimens examined and it occurred always in the homomorphic state on both homologous chromosomes. Systematics of *Chondrostoma* species will be better understood by using both molecular and FISH techniques in the future.

Keywords: Karyotype; chromosome; Ag-NOR banding; C-banding.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim esnasında, laboratuvar çalışmalarında, tez yazımında ilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. 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.

Hayriye GÜNDOĞDU
KONYA-2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

2.1. Kromozom 12
2.1.1. Kromozomun genel yapısı 14
2.1.2. Kromozomların nomenklatürü 16
2.1.3. Kromozomun ince yapısı 18
2.1.4. Kromozomların şekli 19
2.1.5. Kromozomların sayısı 20
2.1.6. Kromozomların büyüklüğü 22
2.2. Karyotip 22
2.3. Kromozom Boyama ve Bantlama Yöntemleri 23
2.3.1. Standart giemsa boyama 23
2.3.2. C-bantlama 23
2.3.3. NOR boyama 24

3. MATERYAL VE YÖNTEM **27**

3.1. Materyal 27
3.2. Metod 27
3.2.1. Standart giemsa boyama 29
3.2.2. C-bantlama 29
3.2.3. Ag-NOR boyama 30

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI **32**

4.1. Standart Giemsa Boyama 32
4.2. C- Bantlama 33
4.3. Ag-NOR Boyama 34

5. TARTIŞMA **35**

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **37**

6.1. Sonuçlar 37
6.2. Öneriler 37

7. KAYNAKLAR **38**

8. ÖZGEÇMİŞ 43

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 : Kromozom kol sayısı

NFa : Otozomal kromozomların kol sayısı

NH_3 : Amonyak

pH : Çözeltinin bazlık ya da asitlik 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

Sitogenetik, sitoloji ve genetik bilimlerinin gelişmesi ile kromozomların yapısını, işlevini ve evrimini araştıran bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır. 19. yüzyıl ortalarında organizmaların çoğalmasında en önemli olayın hücre bölünmesinin olduğu kabul edildikten ve Virchow (1855)'un, 'hücreler hücrelerden oluşur' ünlü sözünü söyledikten sonra hücre ve kalıtım kavramları birbirine yaklaşmıştır. Morgan ve arkadaşlarıda yaptıkları çalışma ile 'gen' adını verdikleri kalıtsal birimlerin kromozomlar üzerinde bulunduğunu keşfetmişlerdir. Böylece Biyolojinin yeni bir altdalı ortaya çıkmıştır ve Bateson buna 1906 yılında 'Genetik' adını vermiştir. 1916'da Bridges'in Drosophila'da beyaz göz rengi geni ile X kromozomu arasındaki kalıtsal bağı göstermesiyle Genetik ve Sitoloji (Hücre Bilimi) bilimleri arasındaki bağ daha da kuvvetlenmiştir. Böylece 'Sitogenetik(Hücre Genetiği)' alanının kurulması sağlanmıştır (Karol ve ark., 2000).

Sitogenetik, hücrelerin genetiğini araştıran ve kromozomları sayısal ve yapısal değişikliklerine göre inceleyen genetiğin alt bilimlerinden biridir. Kromozomal analizler, FISH (floresan insitu hibridizasyon), bantlama yöntemleri, CGH (karşılatırmalı genom melezleme) gibi uygulamalar sitogenetiğin çalışma alanlarından birkaçıdır. Karyotip analiz çalışmaları, genetik ıslah, sistematik ya da taksonomi ve türler arası ilişkilerin saptanmasında sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir (Ulupınar ve Alaş, 2002).

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).

1840 yılında,Hofmeister ilk kez kromozomları gözlemlemiştir. Sitogenetik biliminin başlangıcı olarak kabul edilen bu çalışma ile birliktekalıtsal değişmelerin sebepleri, kromozomlar ve kromozoma dayalı oluşumlar daha kapsamlı incelenmeye başlanmıştır.

Omurgalı sitogenetiği oldukça yaygın olmasına rağmen balık sitogenetiği ancak son yıllarda daha çok çalışılmaya başlanmıştır. Ulupınar ve Alaş (2002)'ın araştırmalarına göre, sitogenetik çalışmalar balıklarda uzun yıllardan beri

sürdürülmektedir. Ancak balık kromozom analizlerinde karşılaşılan zorluklar bu alana olan ilgiyi hayli azaltmaktadır. Memeli hayvanlar üzerine yapılan sitogenetik çalışmalarda başarılı sonuçların alınmış olması balık sitogenetiği çalışmalarına da ilham vermiştir. 1960'dan beri balık sitogenetiğinde yeni metotlar geliştirilmektedir (Denton, 1973). Ülkemizde ise balık kromozom çalışmalarına son yıllarda ilgi duyulmaya başlanmıştır. Ancak ülkemiz balık faunasının çeşitliliği göz önüne alındığında bu çalışmaların yetersiz kaldığı görülmüştür. Rock ve ark. (1996)'na göre Dünya'daki balık türü sayısı 20.000 civarındadır. Bu türlerden yaklaşık 3.000 tanesinin kromozom sayısının ve karyotiplerinin tespit edildiği düşünülmektedir. Günümüzde devam etmekte olan çalışmalarla birlikte kromozom sayısı belirlenmiş ve karyotipi çıkarılmış balık türü sayısında artış görülmektedir.

Balıkların sitogenetiği üzerine yapılan çalışmalar birçok alana da ışık tutmaktadır. Balık yetiştiriciliğinde verimi artırmak için yapılacak araştırmalar, balığın genetik yapısından kaynaklandığından bunun gibi birçok konuda yarar sağlayacaktır (Saygun, 2005).

Günümüzde teknolojinin gelişmesi,doğal kaynakların bilinçsizce kullanılması, kaçak avlanmalar, nüfus artış hızının fazla olması ve çevre kirliliğinin de artması ile birlikte tür bakımından zengin pek çok tatlısu gölü ve akarsularımız tehdit altındadır. Dolayısıyla birçok canlının da hem yaşam hem de üreme ortamı olan bu göl ve akarsuların çevre kirliliği tehdidi ile bu canlılarda karşı karşıya kalmaktadır. Nüfus artışının hızlı olduğu günümüzde ise beyaz etin sağlık açısından önemi anlaşılmış ve değeri oldukça artmıştır. Bu nedenle yapay üretime önem verilmektedir ve balık çiftliklerinde yetiştirilen balıklarla ilgili büyüme oranı, verimlilik, üreme mevsimleri gibi çeşitli konuları kapsayan balık biyolojisi ile ilgili 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 ve popülasyonlar arasındaki genetik materyal değişimi gibi konuların temeli oluşturulacaktır (Gaffaroğlu ve Yüksel, 2004).

Sitogenetik araştırmaların önemli bir diğer faydası da çeşitli kimyasalların mutajenik yani zehir etkilerinin test edilmesinde ya da biyolojik kirlilik düzeylerinin saptanmasındaindikatör olarak kullanımları açısından da balıklar üzerinde önemli bir yere sahiptirler (Ergene ve Çavaş, 1999).

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda genellikle metrik veya meristik bakımdan incelemelerile tanımlamalar yapılmıştır. Ancak teknolojinin gelişmesine paralel olarak bu yöntemin tek başına yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Günümüzde bu yöntemlere ek olarak ise karyotip analizleri, biyokimyasal teknikler ve moleküler yöntemler de kullanılmaktadır (Martins ve Galetti, 1999; Hua Yue ve Orban, 2001).

Chondrostoma türlerinden *C. regium*'un standart giemsa boyama metodu kullanılarak karyolojik özellikleri Esmaeli ve ark. (2010a) tarafından yapılmıştır. Balık ve ark. (2007)*C. meandrense* (Elvira, 1987)'nin bazı büyüme ve üreme özelliklerini incelemiştir. Tarkan ve ark. (2007), Sapanca Gölü'nden *C. angorense* (Elvira, 1987)'nin ilk kaydını vermişlerdir. Bu türün tanınma özellikleri ve koruma durumu tartışılmıştır.

Cypriniformes (Sazangiller), takımı 8 familya, 320'nin üzerinde cins ve 3,250'den daha fazla türü kapsar. Bu türlerin en çok çeşitlilik gösterdiği yer güneydoğu Asya'dır (Freyhof, 2014). Türkiye iç suları bakımından zengindir. Ülkemizde 27 familyaya ait 226 balık türü ve alt türünün yaşadığı tespit edilmiştir. Bunların 170'i tatlı sularda yaşamaktadır. Bu balıkların 108'i de Cyprinidae familyasına aittir (Kuru, 1971; 1979; Geldiay ve Balık, 1996; Kuru ve ark., 2001). Cyprinidae (Sazangiller) familyası tür sayısı bakımından en zengin ve en önemli balık familyalarından biridir (Kuru, 2004). Dünyanın farklı bölgelerinde yayılış gösteren bu familya yaklaşık 1.500 türle temsil edilmektedir. Cyprinidae Türkiye ve dünyada geniş alanlarda yayılış gösterir.Bu familya yaklaşık 33 cins ve 116 tür ve alttür ile temsil edilir. *Chondrostoma*, Cyprinidae ailesine ait ışın yüzgeçli bir balık cinsidir. Yaklaşık 26 *Chondrostoma* türü genellikle kababurun olarak bilinir (Elvira, 1997; Freyhof, 2014). Bu türlerden bazıları Türkiye'de de bulunur (Elvira, 1997). Elvira (1997), Küçük ve ark. (2007), Özcan (2008) ve Freyhof (2014)'a göre *Chondrostoma angorense* (Elvira, 1997) Sapanca gölü, Sakarya ve Kızılırmak nehirlerinde, *Chondrostoma colchicum* (Derjugin, 1899) Yeşilırmak nehrinde, *Chondrostoma holmwoodii* (Boulenger, 1896) Anadolu'nun batısında Bakır ve Gediz nehirlerinde, *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) Büyük Menderes nehrinde, *Chondrostoma kinzelbachi* (Krupp, 1985) Karasu nehri ve Gölbaşı gölünde ve *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) Göksu, Seyhan ve Ceyhan nehirlerinde yayılış gösterir.İlhan (2009)'a göre *Chondrostoma beysehirense* (Bogutskaya, 1997)

Türkiye'de endemik bir türdür ve çok sınırlı bir bölgede görülür. Beyşehir Gölü'nde ve sadece bu tatlısu gölüne bağlı bir kaç akarsuda rastlanır.

Tüm omurgalıların içinde sitogenetiği en az çalışılan balıklardır. Balıklar genellikle küçük ve çok sayıda kromozoma sayısına sahip olduğu için onlarda iyi metafaz elde etmek zordur (Padilla, 1993). Bazı yerel *Chondrostoma* türlerinin bantlı karyotipleri bazı araştırmacılar tarafından dünyaya tanıtılmıştır. İran'dan *C. regium* (Kral burun balığı)'un karyotip analizi Esmaeili ve ark. (2010b) tarafından ve Avrupa'daki *C. nasus*' un kromozom çalışması Ráb ve ark. (2008) tarafından yapılmıştır. Ancak, Türkiye'den *Chondrostoma* türlerinin farklı şekilde boyanmış kromozom ve detaylı karyotip yapısı hakkında araştırma yapılmamıştır.

İlhan (2009) Beyşehir Gölü kababurunu olan *Chondrostoma beysehirense*'nin Dorsal IV/9 , Yanal çizgi 65-71, Anal III-IV/9-10-11, solungaç dikeni 34-40, toplam vertebra 45-46, tipik yutak dişleri formülünü 7-7 olarak teşhis etmiştir. Bu çalışmada *C. beysehirense*'nin Beyşehir Gölü'nde ve bu tatlısu gölüne bağlı bir kaç derede yayılış gösterdiği vurgulanmış ve türün neslinin tükenme tehtidi ile karşı karşıya olduğundan da söz edilmektedir.

Bu çalışmanın amacı ise C-bantlama ve Ag-NOR boyama tekniği ile Beyşehir Gölü'nde bulunan ve buraya endemik olan *Chondrostoma beysehirense*'nin ayrıntılı karyotipi ve kromozom bantlama analizini gerçekleştirmektir. Bazı *Chondrostoma* türlerinin önceki çalışmalardan elde edilmiş olan bulgularını karşılaştırmaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Beyşehir gölü, Türkiye'nin en büyük tatlısu gölüdür. Göl, Isparta ve Konya olmak üzere 2 İl; Beyşehir, Hüyük, Yenişarbademli ve Şarkikaraağaç olmak üzere 4 ilçe ve 22 yerleşim alanı ile çevrilmiştir. Beyşehir Gölü, denizden 1121 m yükseklikte olup ve 68.893 ha (651 km²) yüzölçümüne sahiptir.

Beyşehir Göl'ünde, 6 farklı familyaya ait 9 tür ve 2 alttür balığın yaşadığı saptanmıştır. Bu balık türleri sazan (*Cprinus carpio* Linnaeus, 1758), sudak (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758), gümüşi havuz balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782), kadife (*Tinca tinca* Linnaeus, 1758), tatlısu kefali (*Leuciscus lepidusanatolicus* Bogutskaya, 1997), kababurun (*Chondrostoma beysehirense* Bogutskaya, 1997), yağ balığı (*Psedophoxinus anatolicus* Hanko, 1924), dişli sazancık (*Aphanius anatoliae anatoliae* Leidenfrost, 1912), küçük kaya balığı (*Knipowitschia caucasica* Berg, 1916) ve gümüş balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810)'dır (Çubuk, 2006).

Erdemli (1982)'nin Beyşehir Gölü balıkları üzerine yaptığı çalışmada Cyprinidae ve Cobitidae familyalarına ait türler tespit etmiştir. Bu araştırıcı çalışmasında, *C. beysehirense* türünü *C. regium* (Heckel, 1843) olarak belirtmiştir. Çünkü Bogutskaya (1997) yaptığı çalışma ile *C. regium* olarak bilinen bu türün Beyşehir Gölü'ne endemik olduğunu saptamış ve *C. beysehirense* adında yeni bir tür olarak tanımlamıştır. Erdemli (1982)'ye göre bu türde vücut uzun ve yuvarlak, standart boy maksimum vücut yüksekliğinin 4,3-5,1 katı kadardır. Yüzgecin üst kısmı siyah ve diğer yüzgeçler portakal rengindedir.

Chondrostoma beysehirense' nin sistematikteki yeri aşağıdaki şekildedir;

Alem :Animalia (Hayvanlar)
Şube : Chordata (Kordalılar)
Sınıf : Actinopterygii (Işınsal yüzgeçliler)
Takım : Cypriniformes (Sazansılar)
Familya : Cyprinidae (Sazangiller)
Cins : Chondrostoma(Agassis, 1835)
Tür : *Chondrostoma beysehirense* (Bogutskaya, 1997)
İlk bulunuş yeri (*Chondrostoma regium*, Heckel 1843): Beyşehir Gölü
Türkçe adı: Kababurun, Kızılkanat

Cyprinion macrostomus'un Çolak ve ark. (1985)'ı kromozom sayısını 2 çift metasentrik, 13 çift submetasentrik ve 9 çift akrosentrik olmak üzere 2n=48 olarak saptadıklarını bildirmişlerdir. *Alburnus heckeli* üzerinde Gül ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada 2n=50 kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir. Bu türün kromozom setinde 7 metasentrik, 9 submetasentrik ve 9 akrosentrik kromozom çifti (NF=82) bulunduğu tespit edilmiştir. Bu türde cinsiyete bağlı herhangi bir kromozom tespit edilememiştir.

Gül ve ark. (2000) *Chalcalburnus mossulensis* üzerine sitogenetik incelemeler yapmışlar ve bu türün 2n=48 kromozoma sahip olduğu belirlemişlerdir. Araştırıcılar bu türün karyotipinde ise 6 metasentrik, 10 submetasentrik ve 8 akrosentrik kromozom çiftinden oluştuğu saptanmışlardır.

Rab ve ark. (1989) *Cyprinus carpio*'un karyotip analizi yapmıştır. Pekol (1999) *C. carpio*'nun Kastamonu Beyler ve Germeçtepe Baraj Gölleri'ndeki populasyonlarının karşılaştırmalı karyotip analizini yapmıştır. Beyler populasyonu; 22 metasentrik, 30 submetasentrik ve 48 subtelo-akrosentrik, Germeçtepe populasyonu; 22 metasentrik, 30 submetasentrik, 50 subtelo-akrosentrikolarak tesbit edilmiştir. Pekol (1999) *C. carpio*'un üç farklı NOR fenotipi bulduğunu bildirmiştir. Hamalosmanoğlu ve Kuru (2003) Mogan Gölü (Ankara)'nde yaşayan *C. carpio*'nun karyotip analizini yapmışlar ve araştırıcılar diploid kromozom sayısını 2n=100 olarak tespit etmişlerdir.

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

Collares-Pereira ve ark. (1998) *Leuciscus carolitertii* ve *Leucicus pyrenaicus*'un karyotiplerini çalışmışlar ve her iki türün 2n kromozom sayısı 50 olarak bulmuşlardır. *L. carolitertii* kromozom setinin 12 metasentrik, 30 submetasentrik, 8 akrosentrik, *L. pyrenaicus*'un kromozom setinin 12 metasentrik, 32 submetasentrik, 6 akrosentrik kromozomlardan oluştuğunu belirlemişlerdir.

Pekol (1999) *Leuciscus cephalus* populasyonlarının karşılaştırmalı karyotip analizini yapmıştır. Beyler populasyonunda 18 metasentrik, 12 submetasenrik, 20 subtelo-akrosentrik ve Germeçtepe populasyonunda 20 metasentrik, 12 submetasentrik, 18 subtelo-akrosentrik kromozom tespit etmiştir. Ayrıca aynı araştırıcı *L. cephalus*'da üç farklı NOR fenotipinin bulduğunu da bildirmiştir. *L. c. orienthalis*'in karyotipi Kılıç-Demirok (2000) tarafından çalışılmış ve 2n=50, 14 metasentrik, 20 submetasentrik, 16 subtelosentrik-akrosentrik ve kol sayısının 84 olduğu bildirilmiştir.

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

Capoeta capoeta umbla ile Kılıç-Demirok (2000)'un çalışmasında 2n = 150 ve set içinde 26 metasentrik, 58 submetasentrik, 66 subtelo-akrosentrik kromozom bularak NF değerini 234 olarak tespit etmişlerdir. *C. capoeta umbla* ile yine Kılıç-Demirok ve Ünlü (2001)'nün yaptığı çalışmada kromozom sayısı 2n =150, 43 çift meta-submetasentrik, 32 çift subtelo-akrosentrik ve NF=236 olarak bulmuşlardır.

Capoeta trutta üzerinde Kılıç-Demirok (2000)'un çalışmasında 2n=150, 20 metasentrik, 54 submetasentrik, 76 subteloakrosentrik ve NF=224 olduğu gözlemlenmiştir. *C. trutta* için Kılıç-Demirok ve Ünlü (2001) diploid kromozom sayısını; 35 çift meta-submetasentrik, 40 çift subteloakrosentrik olmak üzere 2n=150 ve kol sayısını (NF) 220 olarak bulmuşlardır.

Aydın (2001), *Carassius auratus*'un kromozom sayısını 2n=104 (12 çift metasentrik, 17 çift submetasentrik, 23 çift akrosentrik) ve kol sayısını 162 olarak gözlemlemiştir.*C. auratus* ile Ölmez ve Kuru (2001) kromozom sayısı ve karyotip analizi üzerine çalışmıştır. Kromozom sayısı 104, kromozom kol sayısı (NF) 162 olarak tespit edilmiştir. Bu kromozomların 23 çifti akrosentrik, 17 çifti submetasentrik ve 12 çifti ise metasentriktir.

Gözükara ve Çavaş (2004) *Garra rufa*'nın kromozom sayısını 2n = 44 olarak tespit etmişlerdir. Bu türün karyotip analizi sonucunda 22 metasentrik, 20 submetasentrik, satellit tasıyan 2 akrosentrik kromozoma sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. *Garra rufa obtusa*'nın karyolojik analizi Kılıç ve Demirok (2000)

tarafından yapılmış ve 2n=44, 16 metasentrik, 26 submetasentrik, 1 subtelosentrik, 1 akrosentrik ve NF=87 bulunmuştur.

Gaffaroğlu ve ark. (2009) *Pseudorasbora parva* karyoloji analizini yaparak diploid kromozom sayısı (2n) 50, 7 çift metasentrik, 10 çift submetasentrik ve 8 çift subtelosentrik, kol sayısını (NF) 100 olarak bulmuşlardır.

Centofonnte ve ark. (2003) iki allopatrik *Astyanax* türü (*Astyanax fasciotus* ve *Astyanax parahybae*) üzerinde karşılaştırmalı sitogenetik çalışmalar yapmıştır. Her iki türünde kromozom sayısını aynı bulunmuştur, fakat karyotip formülleri (kromozom kol sayıları), C- ve Ag-NOR bant özellikleri farklı bulunmuştur. Sonuçta *A. parahybae* son zamanlarda tür derecesinden alttür derecesine getirilmiş iken *A. faciatus* tür olarak kalmıştır.

Berberovic ve ark. (1978) ve Padilla ve ark. (1993) *Tinca tinca* üzerinde karyolojik çalışma yapmışlardır. Hamalosmanoğlu ve Kuru (2002), Mogan Gölü'nde (Ankara) yayılış gösteren *T. tinca*'nın standart karyolojik özelliklerini çalışmışlar ve türün diploid kromozom sayısını 2n=48 olarak bulmuşlardır. Araştırıcılar kromozom seti içinde 6 çift metasentrik, 8 çift subtelosentrik ve 10 çift akrosentrik kromozom tespit etmişlerdir.

Gaffaroğlu ve Yüksel (2004) *Cyprinion macrostomus*'un kromozom sayısı ve karyotip analizi üzerine çalışmıştır. Karyotip analizi yapılan bu türün diploid kromozom sayısı, 2n=50 olarak belirlenmiştir. Kol sayısı NF=92 olup 3 çift metasentrik, 12 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik, 4 çift akrosentrik kromozoma sahip olduğu anlaşılmıştır. Eşey kromozomları morfolojik olarak farklılaşmadığı için gözlenememiştir. *C. macrostomus*'un Gaffaroğlu ve Yüksel (2006) tarafından nükleolus organizatör bölgelerin (NOR'lar) orta büyüklükteki 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucuna yerleşmiş olarak bulunmuştur ve NOR kalıplarının Avrasya cyprinidleri ile benzer olduğu tespit edilmiştir.

Gaffaroğlu ve Yüksel (2005) *Chalcalburnus mossulensis* (Heckel, 1843; Pisces: Cyprinidae)'in karyolojisini incelemiştir. Karakaya Baraj Gölü'nün üç ayrı bölgesinden *C. mossulensis* örneklerini toplamışlardır. Karyoloji çalışmalarında Collares-Pereira'nın havada kurutma tekniğini uygulamışlardır. Diploid kromozom sayısı 2n=50, 6 çift metasentrik, 8 çift submetasentrik, 5 çift subtelosentrik, 6 çift

akrosentrik olmak üzere ve temel sayı 88 bulundu. Eşey kromozomlarında farklılaşma gözlenmemiştir.

Gaffaroğlu ve Yüksel (2006) *Cyprinion macrostomus*'un nükleolus organizatör bölgeleri (NORs) ve pliodi düzeylerini araştırmışlardır. Bu türün kromozom sayısı 3 çift metasentrik, 12 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik ve 4 çift akrosentrik olmak üzere 2n=50 olarak sayılmıştır. NOR'lar orta büyüklükteki 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucuna yerleşmiş olarak bulunmuştur. NOR kalıpları Avrasya cyprinidleri ile benzer olarak tespit edilmiştir.

Balık ve ark. (2007), Yayla Gölü'nde yaşayan Kababurun balığı (*Chondrostoma meverense* Elvira, 1987)'nın büyüme ve üreme özelliklerinin saptanmasını amaçlamışlardır. Örnekler Mart ve Nisan 2001 tarihlerinde farklı göz açıklıklarına sahip fanyalı ağlarla gerçekleştirilmiştir ve 382 örnek yakalanmıştır. Populasyonun yaş-eşey kompozisyonu, yaş-boy, yaş-ağırlık ve boy-ağırlık ilişkisinin yanı sıra yumurta çapı ve fekondite gibi üreme ve büyüme özelliklerini tespit etmişlerdir. Populasyonun %63,35'inin dişi, %36,65'inin erkek bireylerden oluştuğu saptamışlardır. Büyüme ile birlikte yumurta sayısının arttığı belirlenmiştir. Ortalama yumurta çapı 1,242 mm, toplam ölüm oranı ise %24,02 olarak saptanmıştır. Yayla Gölü kababurunu populasyonunda genellikle dişilerin erkeklere oranla ortamda daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir.

Küçük ve ark. (2007) Göksu Nehri Havzası balık faunasının taksonomisi ve zoocoğrafya özellikleri arasındaki bağlantıyı kurmak için balık örneklerini toplamış ve 17 tür *(Anguilla anguilla, Barbus capito pectoralis, Sardinella aurita, Salmo trutta macrostigma, Cyprinus carpio, Capoeta capoeta angorae, Chondrostoma regium, species from Gobio gobio group, Clarias gariepinus, Seminemacheilus cf. ispartensis, Mugil cephalus, Liza ramada* ve *Liza saliens*) ve 3 alttür tespit edilmiştir. Aynı araştırıcılar tarafından nehir ve kollarında en baskın bireyler 3 tür ve 2 alttür ile Cyprinidae familyası olarak belirlenmiştir.

Tarkan ve ark. (2007) tarafından Türkiye, Marmara Bölgesi doğal yaşam alanı olan tatlısu balığı *Chondrostoma angorense* Elvira, 1987 (Osteichtyes: Cyprinidae) için yeni bir lokalite olduğu tespit edilmiştir. Sakarya Nehri ve çevresinde ilk *Chondrostoma* türü *Chondrostoma nasus* olarak 1987 yılında rapor

edilmiştir. Sapanca Gölü'nden ise 1966 yılında rapor verilmiştir. Ancak, 1987 yılında Sapanca Gölü'ndeki örneğin üzerinde yapılan dikkatli incelemelerle aslında türün *Vimba vimba* olduğu ortaya çıkarılmıştır. Böylece bu çalışmada, Sapanca Gölü'nden *C.angorense*'nin ilk raporu verilmiştir. Bu türün tanınma özellikleri ve koruma durumu tartışılmıştır.

Kalous ve ark. (2008), *Parachondrostoma arrigonis* (1866, Steindachner) nesli tükenmekte olan İber endemik sazan balığı karyotip ve sitogenetik özellikleri üzerine yapılan çalışmada kromozom sayısı 2n=50 ve 8 çift metasentrik, 14 çift subtelosentrik ile submetasentrik ve 3 çift subtelo-akrosentrik olarak gözlemlenmiştir.

Karasu ve ark. (2009) Fırat Nehir'inde yaşayan *Pseudophoxinus firati* (Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2007) (Actinopterygii, Cyprinidae)' nin karyotipi metafaz kromozomları böbrek hücrelerinden elde edilmiştir. Diploid kromozom sayısı 19 çift meta-submetasentrik ve 6 çift subtelosentrik olmak üzere 2n=50 ve kol sayısı 88 bulunmuştur.

Valıć ve ark. (2010), Cetina Nehri endemik türü olan *Telestes ukliva* (Heckel, 1843, Cyprinidae) karyotip ve NOR fenotipi çalışmasında incelenen tüm örneklerde kromozom tamamlayıcısı diploit kromozom 2n=50 sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Karyotip 8 çift metasentrik (m), 13 çift submetasentrik (sm) ve 4 çift subtelosentrik (st) kromozom olarak tespit edilmiştir.

Nazarı ve ark. (2009), iki karşılaştırmalı karyotip analizi İran sazanları olan, *Alburnoides bipunctatus* ve *Alburnus filippii* (Cypriniformes, Cyprinidae) karyotiplerinin çok farklı olduklarını tespit etmişlerdir. *A. bipunctatus* 7 çift metasentrik, 10 çift submetasentrik, 8 çift subtelo-akrosentrik kromozomdan ve *A. filippi* türünün ise 6 çift metasentrik, 9 çift submetasentrik, 4 çift subtelosentrik ve 6 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir.

Gaffaroğlu ve ark. (2009) Kızılırmak Nehri'nde yaşayan *Pseudorasbora parva* (Temminck ve Schlegel 1846) (Pisces, Cyprinidae)'nın karyotip çalışmasında diploid kromozom sayısını 2n=50 bulmuştur. 7 çift metasentrik, 10 çift submetasentrik ve 8 çift subtelosentrik kromozomdan meydana gelmiştir. Kol sayısı (NF) 100 olarak gözlemlenmiştir.

Esmaeili ve ark. (2010a) İran'dan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843; Actinopterygii: Cyprinidae) diploid kromozom sayısı 2n=52 olarak tespit edilmiştir. Karyotipi ise 21 submetasentrik ve 5 subtelosentrik kromozom çiftinden oluşmaktadır (12Sm, 5St). Kol sayısı (NF) 58 olarak tespit edilmiştir.

Khosravanizadeh ve ark. (2011)'nın gerçekleştirdiği Güney Hazar Denizi'ndeki *Alburnus alburnus*'un karyoloji çalışmasında karyotip 7 metasentrik, 13 ve 5 submetasentrik akrosentrik veya subtelosentrik şeklindedir. Kromozom kol sayısı NF = 90 olarak tespit edilmiştir.

Arslan ve Takı (2012) Beyşehir Gölü'ndeki Kadife Balığı (*Tinca tinca*)'nın sekiz örneğine standart giemsa boyama, gümüş boyama ve C-bantlama yaparak, bunların ayrıntılı sitogenetik özelliklerini araştırmışlardır. Araştırılan örneklerin karyotipindeki kromozomlarının tamamının iki kollu olduğu belirlenmiştir. Erkek ve dişi örneklerin eşey kromozomları arasında herhangi morfolojik bir fark tespit edilmiştir. Örneklerin kromozomlarının tamamı sentromerik ve perisentromerik C-bantlara sahip olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca bir çift kromozomun kısa kolu üzerinde intersitial bir bant bulunurken, üç çift kromozomun kısa kolları tamamen C-pozitif olarak tespit edilmiştir. İki çift kromozomda heteromorf C-bantlar bulunmuştur. Gümüş nitrat (Ag-NO_3) boyama ile bütün örneklerin üç nolu metasentrik kromozom çiftinin kısa kolu üzerinde aktif NOR belirlenmiştir. Ancak bu aktif NOR C-heterokromatin ile ilişkili olmadığı bulunmuştur. Çalışılan örneklerde tespit edilen aktif NOR'ların tamamı ise homomorf olarak gözlemlenmiştir.

Gaffaroğlu ve ark. (2012), Fırat nehrinde ki Çopra balığının (*Turcinoemacheilus kosswigi*, Banarescu ve Nalbant, 1964; Cypriniformes, Balitoridae) diploid kromozom sayısı tüm örneklerde 2n = 50 olarak bulunmuştur. Karyotipi ise 4 çift metasentrik, 14 çift akrosentrik ve 7 çift submetasentrik–subtelosentrik şeklinde teşhis edilmiştir. NF= 72 olarak saptanmıştır.

Hindistan'ın kuzeydoğusunda *Barilius bendelisis* (Cypriniformes Cyprinidae) (Hamilton, 1807)' in karyotip yapısı, temel kol numaraları NF = 80, 16 metasentrik, 14 submetasentrik , 20 akrosentrik ve diploid kromozom sayısı 50 olarak tespit edilmiştir (Sukham ve ark., 2013).

Gaffaroğlu ve ark. (2013), *Luciobarbus escherichii* (Steindachner, 1897)'nin iki farklı populasyonunda (Kızılırmak ve Sakarya Nehri) kromozomal araştırmalarda bulunmuşlardır. *L.escherichii*' nin diploit kromozom sayısı 2n=100, kol sayısı NF=158 olarak hesaplanmıştır. Metafaz kromozomları böbrek hücrelerinden elde edilmiştir. *L. escherichii*' nin karyotip analizi ile de 7 çift metasentrik, 22 çift submetasentrik ve 21 çift subtelo akrosentrik kromozoma sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kol sayısı (C-bantlama ile kromozomların sentromerinde konstitütif heterokromatin bölge gözlemlenmiştir. Ayrıca 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucunda NOR tespit edilmiştir. Bu çalışmanın Anadolu cyprinidlerinin sitogenetiğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Sukham ve ark. (2014), Hindistan'ın kuzeydoğusunda *Barilius ngawa* (Cypriniformes, Vishwanath ve Manojkumar 2002)'nın karyotip diploid kromozom sayısını 50 ve 12 metasentrik, 10 submetasentrik ve 28 akrosentrik kromozom çiftinden (Temel kol numaraları, NF = 72) oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

2.1. Kromozom

İlk kez 1840 yılında Hofmeister (Botanikçi) tarafından *Tradescantia* bitkisinin polen ana hücrelerinde görülmüş ve 1888 yılında Waldeyer tarafından da "kromozom" adı verilmiştir. Kromozom, Yunanca: chroma; renk ve soma: vücut kelimelerinin birleşmesi ile oluşturulmuştur (Karol ve ark., 2000).

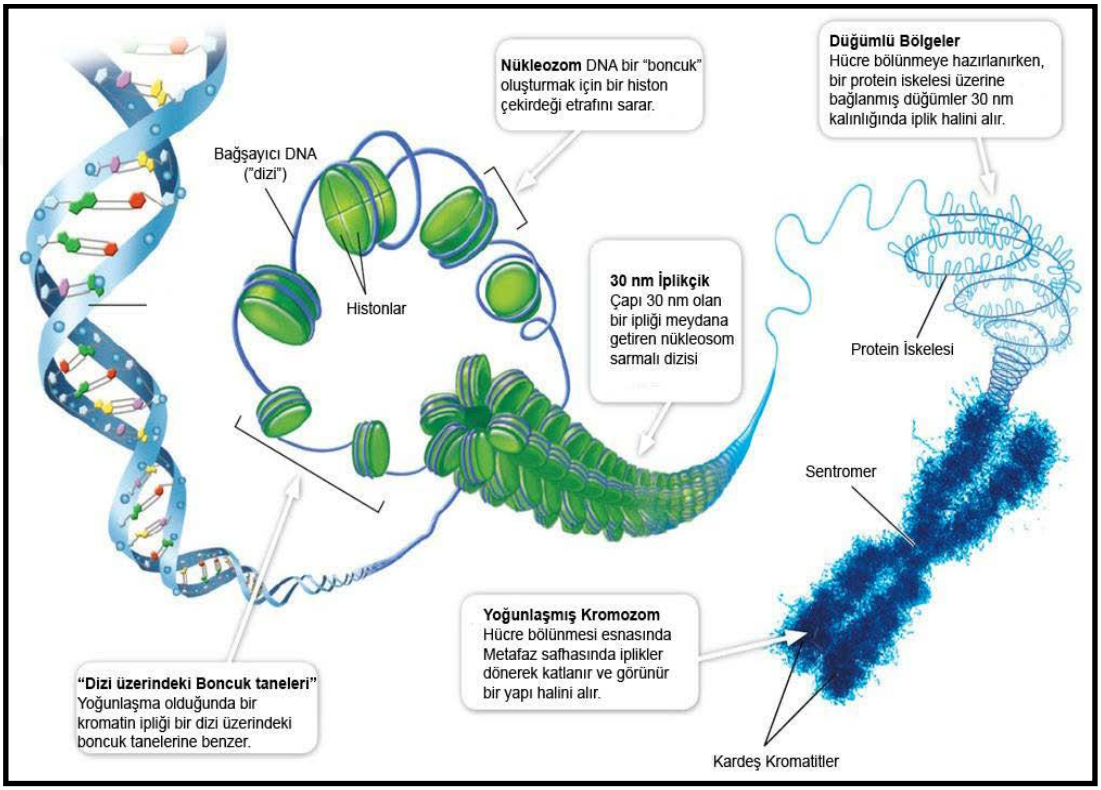
Kromozom, kalıtım özelliklerinin nesilden nesile aktarılmasını sağlayan, özel boyalarla kuvvetli bir şekilde boyanan, nükleik asit ve proteinden oluşmuş ipliksi yapılardır. Kromozom, nükleik asit olarak Deoksiribo Nükleik Asit (DNA) ve bazik bir protein olan histona sahiptir (Bilgin, 2004; Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010).

Genetik materyal olan DNA'yı üzerinde taşıyan kromozomlar, normal bir hücrede her zaman gözükmemekte, ancak hücrenin interfaz evresinde ince iplikler halinde bulunan kromatini oluşturan kromatin iplikçikleri hücre bölünmesi başladığında boylarını kısaltıp, çaplarını artırarak kromozomları oluşturur ve bu fazda daha iyi görülürler (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995).

Kısacası kromozom, kromatin ipliklerinin yoğunlaşmış şeklidir. Temizkan'a göre ise kromozomlar birbirini takip eden döller arasındaki bağlantıyı temin eden ve

genleri üzerinde taşıyan genetik yapılardır (Temizkan, 1994). Kromozomlar hücrenin kendi kendini eksiksiz olarak kopyalamasını sağlayan tüm bilgileri içerir.

Kromozomlar normal bir hücrede kromatin ağ şeklindedir ve belirgin değildir. Hücre bölünmesinde, Profaz evresinden başlayarak gittikçe kıvrılan ve kalınlaşan kromatin ağ sonunda ait olduğu canlıya özgü bir sayıya ve şekle ulaşır. Kromozom şeklini alan kromatin iplikleri ise en iyi metafaz evresinde görülür. Kromatin ipliklerinin kısalıp kalınlaşmalarını 'Histon proteinleri' sağlar (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Karol ve ark., 2000).



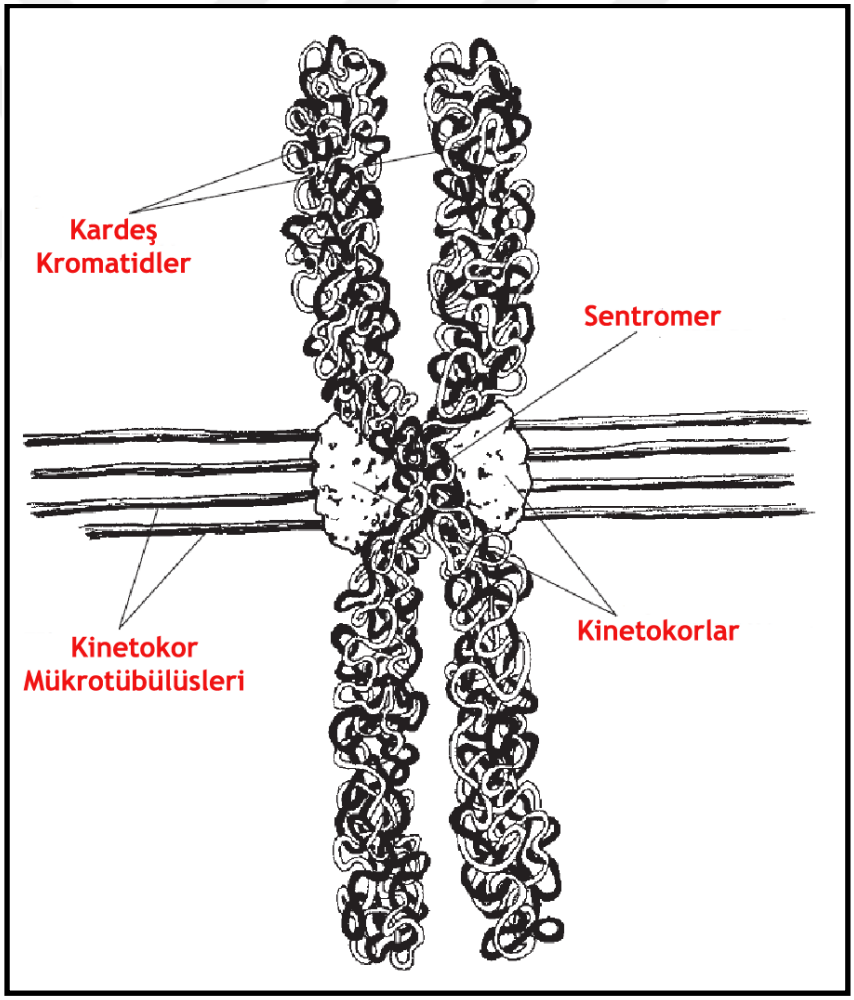
Şekil 2.1. Kromozomların yapısı, metafazda kromozomun oluşumu (Anonim, 2015)

Histonlar; arjinin ve lizin gibi bazik aminoasitleri çok fazla taşımalarından dolayı bazik özellik gösterirler. Böylece asidik olan DNA'ya sıkıca bağlanırlar. Beş tip histon vardır. Bunlar: H_1, H_{2A}, H_{2B}, H_3 ve H_4'tür. DNA'nın histon proteinleriyle oluşturduğu bu yapıya 'nükleozom' denir (Karol ve ark., 2000). 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

İnterfaz evresinde bazik boyalarla boyanan uzun, ağ veya yumak şeklinde düzenlenmiş ipliksi yapılara 'kromatin iplikleri (kromonema)' adı verilir. Bu iplikler üzerinde bulunan daha koyu boyanan kısımlara da 'kromatin taneleri (kronomer)' denilir. Hücre bölüneceği zaman kromatin iplikleri kısalıp kalınlaşarak kromozomları oluşturur. Kromatin iplikleri ve taneleri dolayısıyla kromozomlar DNA, histon ve histon olmayan proteinlerden oluşur.

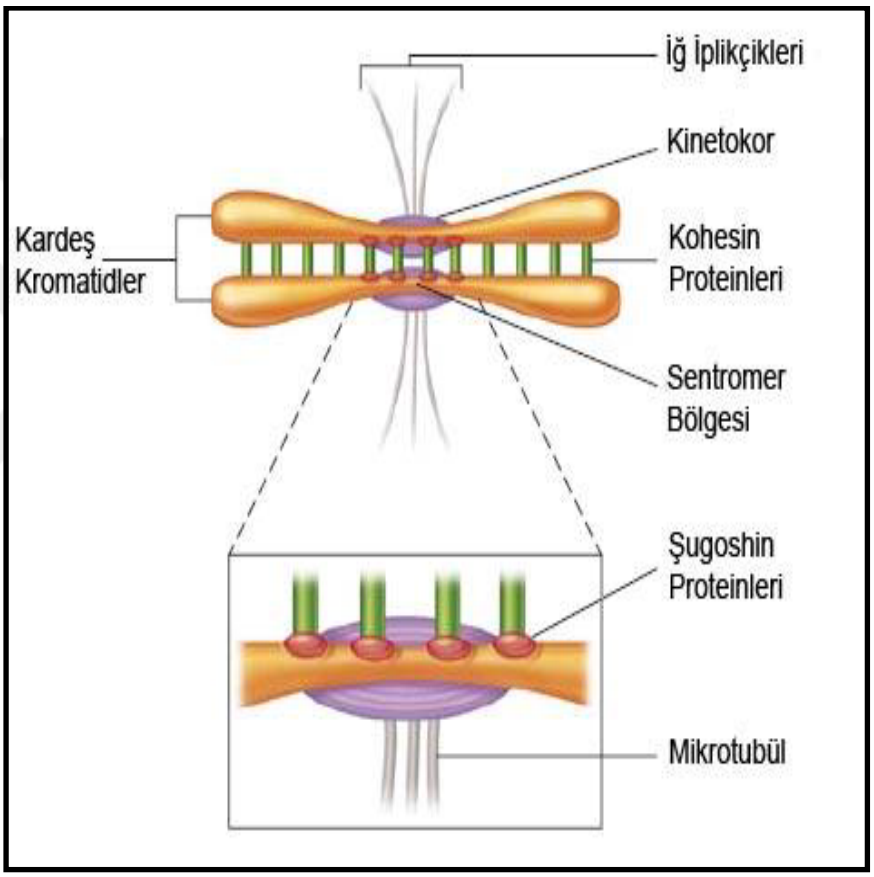


Şekil 2.2. Metafazda yoğunlaşmış kromozomun kromatin ağı (Ness ve Knight, 2004)

Genellikle sitonegetik çalışmalar, bölünen hücrelerden elde edilen

yoğunlaşmış metafaz kromozomları ile yapılır. Bölünme esnasında her bir metafaz kromozomu iki kardeş kromatidden ibarettir. Bu iki kardeş kromatid sadece ‘sentromer’ adı verilen kısımlarda birbirine tutunmuş ayrı yapılar halindedir.

Sentromer:Hücre bölünmesi sırasında iğ ipliklerinin tutunduğu ve böylece kardeş kromatidlerin metafaz-anafaz geçişinde bu kısımlarından farklı kutuplara çekilmesinde görev yapan kısımlardır.



Şekil 2.3. Kinetokorun yapısı (Klug ve ark., 2012)

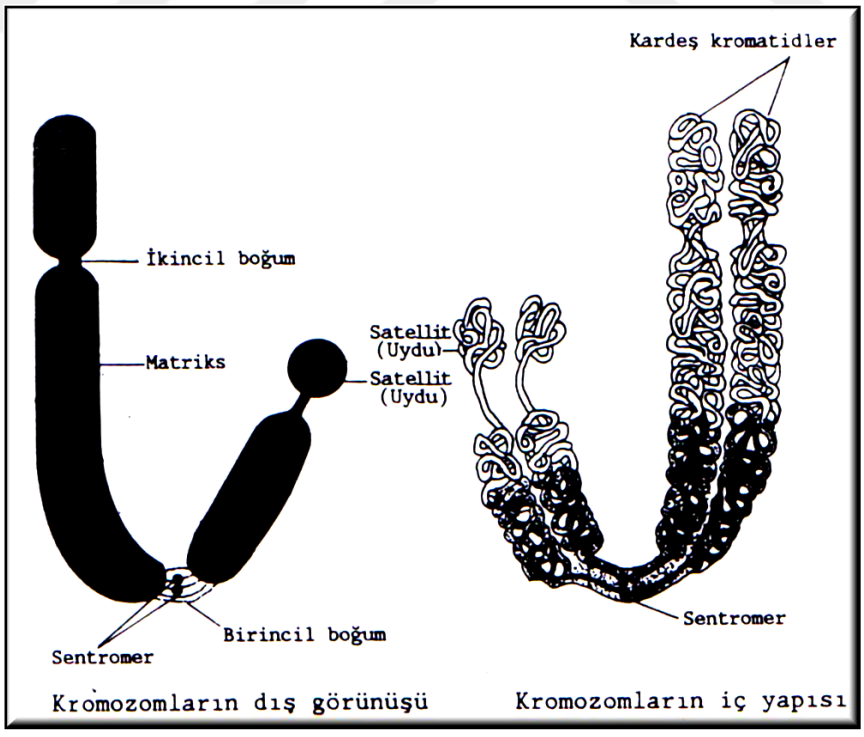
Bir diğer önemli görevi ise kinetekorların oluşma yeri olmasıdır. Kinetekorlar, kromozom üzerinde yer alan düğme benzeri yapılardır. İğ ipliklerinin kromozoma bağlanmasını ve hücre bölünmesinde kromozom hareketlerinin gerçekleşmesini sağlarlar.

2.1.2. Kromozomların nomenklatürü

Kromozomlar iki kardeş kromatidden oluşmaktadır. Kardeş kromatidler ise ‘sentromer (kinetokor)’ denilen bir boğum ile birbirlerine bağlanarak kromozomları oluşturmaktadırlar (Demirsoy, 1995; Bozcuk, 2005). Sentromer, hücre bölünmesi sırasında kromozomların hareket etmesini sağlar (Bilgin, 2004).

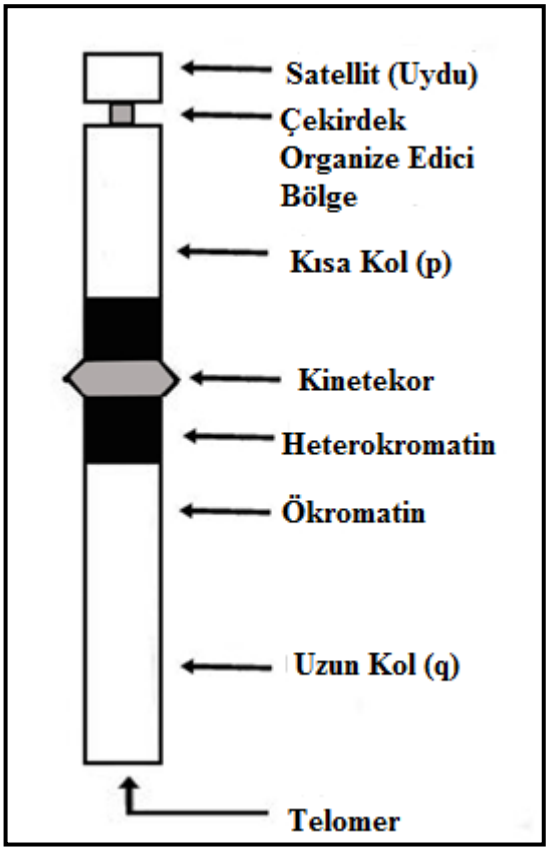
i. Primer boğum: Kromozomlarda sentromerin bulunduğu daralma bölgesine ‘primer boğum (birincil boğum)’ denir (Şekil 2.4). Primer boğum; kromozom kollarının açı yapması ile sekonder boğumlardan ayrılır (Demirsoy, 1991; Akman, 1998).

ii. Sekonder boğum: Bazı kromozomlarda primer boğum dışında ikinci bir boğum daha bulunmaktadır. Bu bölgeye ‘sekonder boğum (ikincil boğum)’ denir (Şekil 2.4). Sekonder boğumlar, rRNA’ların ve çekirdekçiklerin oluşumu ile ilgilidir. Bu nedenle sekonder boğumlara ‘nükleolar bölge’ de denilmektedir. Bu boğumlara nükleus yapıcı veya nükleolar bölge de (NOR) denilmektedir (Demirsoy, 1995). Genellikle her hücrede sekonder boğum taşıyan en fazla iki kromozom bulunur. Bu kromozomlara “nükleolar kromozomlar” denir (Karol, 1998).



Şekil 2.4. Kromozomunun genel yapısı (Kühn, 1967)

Satellit: Bazı kromozomların uç kısımlarında bulunan ve uydu görevi yapan, ince bir flament ile kromozoma bağlanmış yuvarlak ya da silindir şeklinde olan yapılara "satellit" denir (Şekil 2.5). Satellitin çapı ile kromozomun çapı aynıdır. Satellite sahip olan kromozomlara "SAT-kromozom" denilmektedir. Satellit DNA'dan yapılmıştır ve 10 kadar baz çifti taşımaktadır. Görevi ise tam olarak belirlenememiştir (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Akman, 1998).



Şekil 2.5. Bantlanmış bir kromozomda p ve q kollarında bulunan yapılar (Pergament ve Fiddler, 1998)

Telomer (Terminal): Ökaryotik hücrelerde kromozomun her iki kolunun ucunda "telomer" denilen özel nükleotit dizileri vardır (Şekil 2.5). Telomerler kromozomun kendini eşlemesinde ve korunmasında rol oynar. 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. Hücre bölünmesinde Mayoz I'in profaz evresinde homolog kromozomların ayrılmasında ve crossing-over olaylarında görevlidir (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Akman, 1998).

2.1.3. Kromozomun ince yapısı

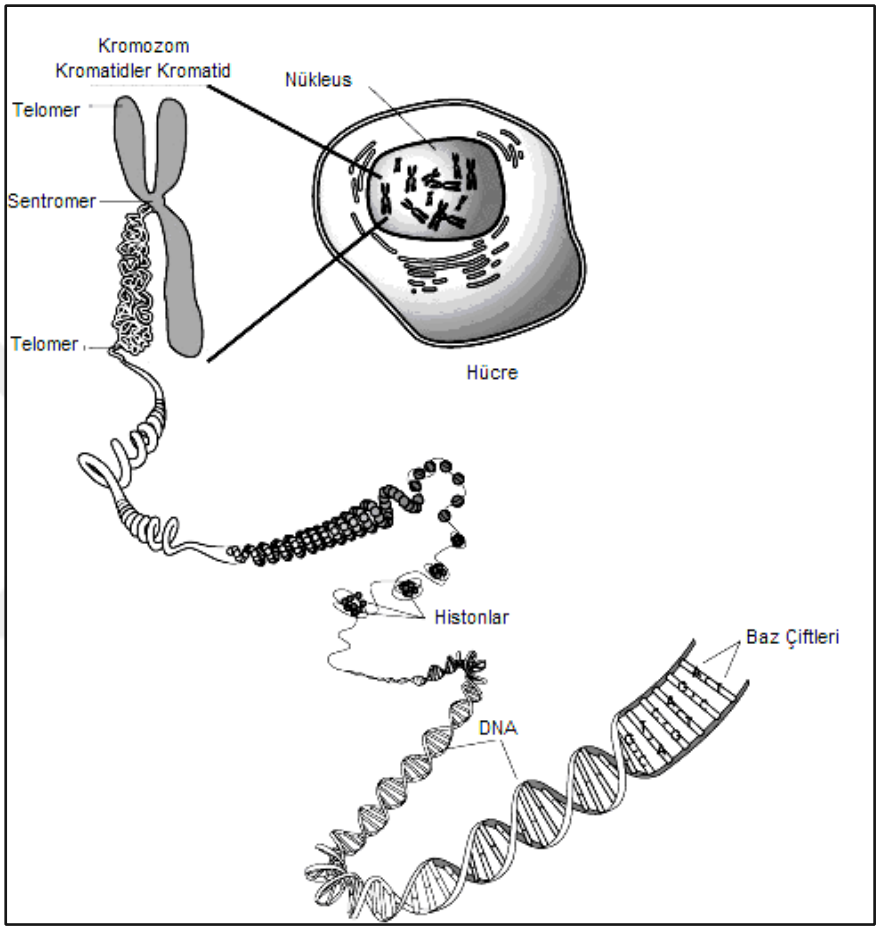
Ökaryotik hücrelerde kromatin nükleolus içinde bulunur. Kromatin, DNA ve proteinlerden oluşmuş kompleks bir yapıya sahiptir (Şekil 2.6). Kromatinin temel yapı birimlerine "nükleozom" denir. Nükleozom, DNA ve histon proteinlerinin birleşmesi ile oluşur (Temizkan, 1999).

Nükleozomlarda bulunan toplam DNA (Deoksiribo Nükleik Asit) uzunluğu canlı türüne göre değişmektedir. Bu uzunluk değeri ise 160 ile 241 baz çifti arasındadır (Alberts ve ark., 1983; Temizkan, 1999).

Nükleozomlar, histon adı verilen proteinlere sahiptirler. H_{2A}, H_{2B}, H_3 ve H_4 histonlarından ikişer tanesi bir araya gelerek 'histon oktomerini' oluştururlar. Yaklaşık 160 baz çifti uzunluğundaki bir DNA parçası da H_1 proteini ile bu çekirdeği iki kez çevreleyerek nükleozomu oluşturur. H_1 histon proteini nükleozomun dış yüzeyinde bulunur. Nükleozomun kararlı kalmasını ve DNA'nın bulunduğu yere sabitleşmesini sağlar (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Temizkan, 1999). Nükleozom oluşurken DNA'nın boyu 10 kat kısalır ve kalınlığı da 5 kat artar. Nükleozomların (6-120 tane) bir araya gelmesiyle birlikte yeni katlanmalar meydana gelir ve kromatinin boyu 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).

2.1.4. Kromozomların şekli

Kromozomların şekil ve morfolojileri en iyi metafaz ve anafaz safhalarında gözlemlenir. Çünkü hücre bölünmelerinin bu safhalarında kromozomlar silindir şeklinde, en kısa ve en kalın hallerinde bulunurlar (Swanson, 1965).



Şekil 2.6. Kromozomun ince yapısı (Anonim, 2016)

Kromozomların genel görünüşleri sentromer pozisyonuna bağlıdır. Kromozom morfolojisinin tespitinde sentromerin konumuoldukça önemlidir. Kromozomlar, şekillerine göre yani sentromerin bulunduğu yere adlandırılır. Her kromozom için sentromerin yeri sabittir (Temizkan, 1994; Demirsoy, 1995).

Buna göre kromozomlar metasentrik, submetasentrik, subtelosentrik ve akrosentrik veya telosentrik olmak üzere dört grupta toplanırlar (Gülkaç, 1987).

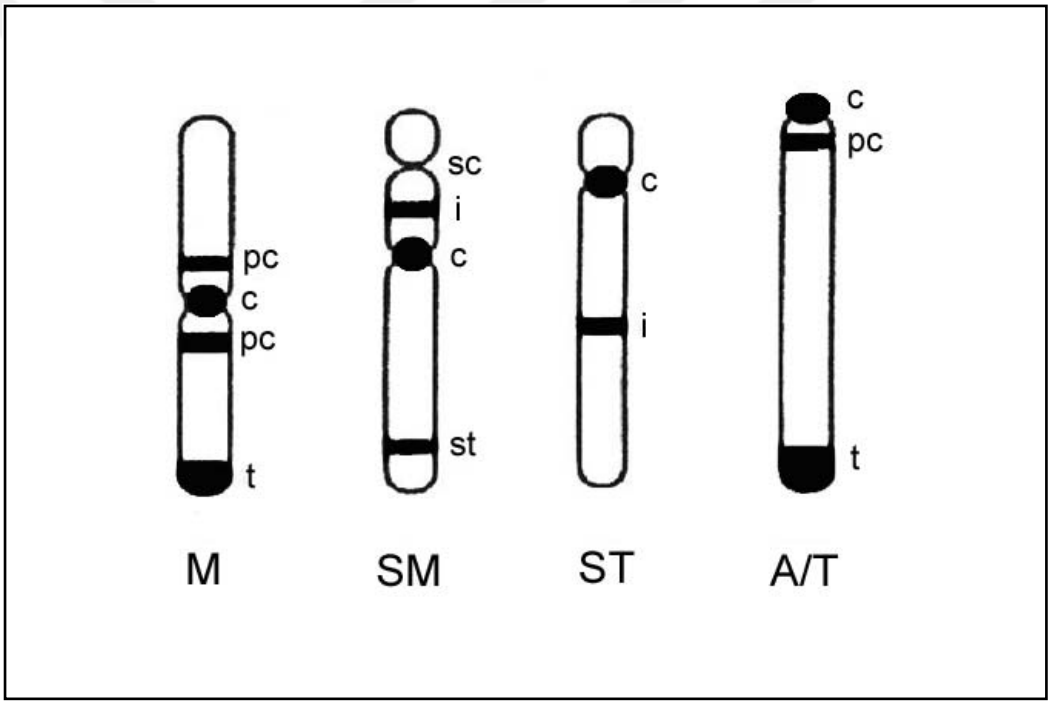
Sentromerin kromozom üzerinde bulunduğu yere göre kromozomlar:

a.Metasentrik kromozom: Bunlarda sentromer merkeze yakındır ve kromozomun her iki kolu hemen hemen birbirine eşittir. Bu kromozomlar kutuplara çekilirken V harfi şeklinde görülürler.

b.Submetasentrik kromozom: Sentromer kromozomun merkezinden uzaktadır. Kolların uzunlukları birbirinden farklıdır.

c.Subtelosentrik kromozom: Sentromer kromozomun bir ucuna daha yakındır.

d.Akrosentrik veya Telosentrik kromozom: Sentromer kromozomun tam ucunda olup görülebilir ikinci bir kol yoktur (Güneş, 2003).



Şekil 2.7. 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).

2.1.5. Kromozomların sayısı

Her canlı türü, türe özgü şekil ve sayıda kromozoma sahiptir. Farklı türlerin kromozom sayıları aynı olabilir ancak bu gibi durumlarda şekil ve yapıları arasındaki farklılıklar ile tür ayrımı yapılmaktadır (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995).

Kromozom sayısı en az olan organizma, nematodlardan *Ascaris equarum univalens* türüdür ve 2n=2 kromozomludur (Temizkan, 1994). En çok kromozoma sahip canlı ise 2n=500 kromozomla bir çeşiteğrelti otu türü olan *Ophyoglossum vulgatum'*dur (Demirsoy, 1998).

Eşeyli üreme gerçekleştiren bir bireyin kromozom sayısı tüm hücrelerinde aynı değildir. Bunlarda kromozom sayısı hücre çeşidine göre farklılık gösterir.Yüksek yapılı bitki ve hayvanların eşey hücrelerinde bulunan her bir kromozomdan sadece bir adet bulunması buna örnektir.

Kromozomların sayısıyla birlikte ana içeriği olan genetik materyalin (DNA) miktarı da türden türe değişmektedir. Hücredeki kromozomları oluşturan kromatin iplikçiği, kromatini oluşturan DNA molekülü ve proteinlerin miktarındaki bu değişim canlılardaki çeşitliliğin genetik materyal ve kromozomlarla ilişkili olduğunu göstermektedir (Cooper, 1997).

Canlıların eşey hücrelerindeki kromozomlar o türün "haploid" kromozom sayısını vermektedir ve bu hücrelerdeki kromozom sayısına "takım" veya "genom" denilir. Haploid kromozom sayısı 'n' harfi ile gösterilir. Eşey hücrelerinin dışında kalan bütün vücut hücreleri birer çift halinde bulunur. Bu çift halde bulunan vücut (soma) hücrelerine ise ''homolog kromozom'' adı verilir. Homolog kromozomlar döllenme sırasında anne ve babadan birer tane gelerek çift halde bulunurlar ve bu da 'diploit' kromozom sayısını verir. Kromozomların çift halde bulunduğunu göstermek için de kısaca "2n" ifadesi kullanılır (Denton, 1973).

Diploid bir organizmanın somatik hücrelerdeki kromozomlar bir başka açıdan da şu şekilde adlandırılabilir; diploidlerde daima birer çift bulunan ve biçimleri aynı olanlara "otozom" kromozom; canlının eşeyine göre biçimleri aynı veya farklı olabilir, bunlara da "gonozom" (eşey kromozomları) adı verilir. Otozomlar sayı ile belirtilirken gonozomlar "X" ve "Y" harfleriyle gösterilirler (Kuru ve Gözükara, 2001).

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.

2.1.6. 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

Teorik olarak eşlerin iki üyesinin aynı boyda bulunması zorunluluğu karşısında gözlenen değişikliğin çoğu kez teknik nedenlere bağlanacağı doğrudur. Genellikle kontraksiyon arttıkça kromozomun boyu kısalır (Şaylı, 1986).

Preparatın hazırlanması esnasında kromozomların preparata gömülmelerindeki farklılıktan dolayı bir hücreden bir hücreye kromozom gözlemlerinde farklılıklar oluşur.Kromozomların büyüklükleri oldukça sabit olup bir kromozomun uzunluğu 0,250 µm, genişliği 0,2-2 µm arasında değişir (Carol ve ark., 1980). Levan ve Hsu (1964)'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.Karyotip çalışmaları sitogenetik alanının gelişmesiyle birlikte önem kazanmıştır. Karyotip bir türe ya da bir bireye ait kromozom morfolojisi, sayısı ve büyüklüğünü ifade eder. Hücre bölünmesinin metafaz safhasında kromozomlar belirgin hale gelir böylelikle karyotip hakkında değerlendirmeler ve tanımlamalar metafaz safhasında gerçekleştirilir. Bu yöntemlerle türlerin belirlenmesi ya da aynı tür içindeki kromozomal sitotiplerin

ortaya çıkarılması sağlanmaktadır. Birçok genetik hastalık, kromozomların kaybolması, kırılması veya çoğalması sonucu olur. Sitogenetikçi olarak isimlendirilen bilim adamları karyotip çalışmalarıyla, bu kromozomal anormalliklerin çoğunu tespit etmektedirler ancak karyotipleme ile genlerdeki küçük mutasyonlar ve oluşan mutasyonların türü görülemez (Anonim, 2006a). Bireysel karyotipler 2n'li kromozomları kullanma, otozomal kolların sayısı (NFa), dişilerdeki toplam kromozom kolları (NF), sentromerin pozisyonuna göre bireysel kromozomların sınıflandırılması gibi hususlara göre tanımlanırlar. Karyotip çalışmalarında kromozom morfolojileri sentromer indekslerine göre belirlenir ve Akrosentrik (A), Subtelosentrik (St), Submetasentrik (Sm) ve Metasentrik (M) kromozomlar arasındaki farklar çıkarılır (Hillis ve Moritz, 1990).

2.3. Kromozom Boyama ve Bantlama Yöntemleri

2.3.1. Standart giemsa boyama

Standart giemsa boyama, sitogenetik araştırmalarda kromozomları tanımlamada kullanılan en yaygın yöntemdir. Kromozomların kendilerine özel açık ve koyu bant bölgeleri bulunur. 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 (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, 2003). 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

Nukleolus ve Nukleolus Organizatör Bölgeler (NOR'lar) hücredeki bütün proteinlerin sentezi için önemli ve gerekli olan ribozomal RNA'ları üretmesi açısından önemlidir. Ribozomal genler bütün organizmalarda bulunup hücredeki tüm RNA'ların yaklaşık %80'nini oluştururlar. Nukleolus Organizatör Bölgeler kromozomlarda gümüşnitrat boyama yöntemiyle ortaya çıkarılabilmektedir. Bu bölgeler akrosentrik kromozomların kısa kollarında ve satellitlerinde bulunmakta ve gümüş nitrat ile koyu kahverengi veya siyah tonunda boyanmaktadır. Kalıtsal özelliklere bağlı olarak çıkan polimorfizmde ve bu bölgelerdeki normal olmayan durumları tanımlamada kullanılanbir yöntemdir. Ayrıca bunlar *in situ* hibridizasyon ile tanımlanabilmektedirler (Sumner, 2003; Karahan, 2007).

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).

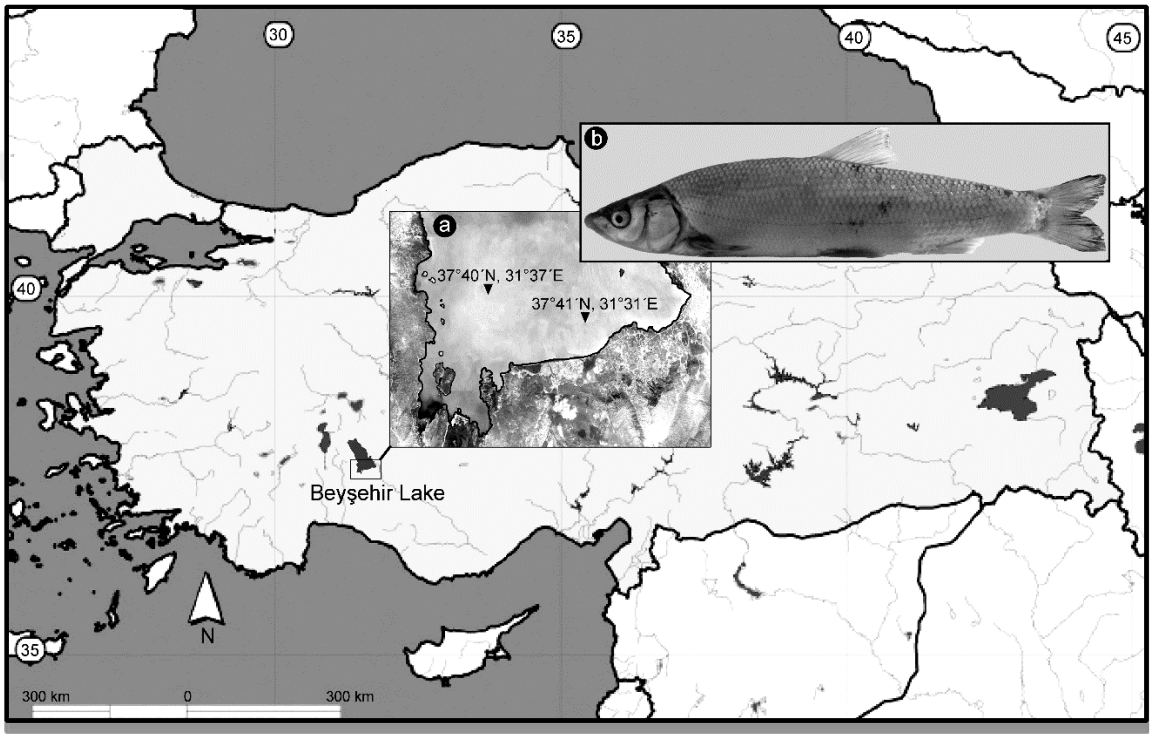
Birçok türde birden fazla nükleolar kromozom bulunurken, bazı türlerde haploid genomda yalnızca bir nükleolar kromozom bulunmaktadır. Farede X ve Y kromozomları ile 6. kromozom; *Triticum aestivum*'da 1., 10., 14. ve 18. kromozomlar; insanda 13., 14., 15., 21. ve 22. kromozomlar nükleolus oluşumu ile

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 YÖNTEM

3.1. Materyal

Beyşehir Gölü'nden on tane Kababurun (*Chondrostoma beysehirense*)örneği (sekiz dişi ve iki erkek) Beyşehir gölüne dökülen Akçabelen Çayından (Yazı Çayı) çevirme ağlar kullanılarak yakalandı (Şekil 3.1). Balıkların cinsiyet ayırımı gonadları ile yapıldı.



Şekil 3.1.. (a) *Chondrostoma beysehirense*örneklerinin (b) Beyşehir Gölündeki konumu (37°40´N, 31°37´E; 37°41´N, 31°31´E) Konya, Türkiye.

Balıklar tutulduktan sonra balıkların kendi yaşam ortamlarından alınmış su bulunan bidonlara hızlı ve dikkatlice alındı ve bu bidonlara oksijen bağlandı.

3.2. Metod

Ortalama uzunlukları 25-30 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 yapılmadan önce akvaryuma alınan *Chondrostoma beysehirense* örnekleri.

3.2.1. Standart giemsa boyama

Kullanılan çözeltiler

10 ml giemsa 90 ml söransan fosfat tamponu ile karıştırılarakhazırlandı.

Yapılışı

Hazırlanan preparatların tamamı kurutulduktan sonra 10-15 dk %10'luk sorensan giemsa boya solüsyonunda bekletildi (John ve John, 1986).

3.2.2. C-bantlama

Kullanılan çözeltiler

a) 0,2 N HCl: 0,7246 ml HCl 100 ml bidistile suya ilave 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 pl %50'lik gümüş nitrat ($AgNO_3$) çözeltisi, diğer köşesine 70 pl 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.

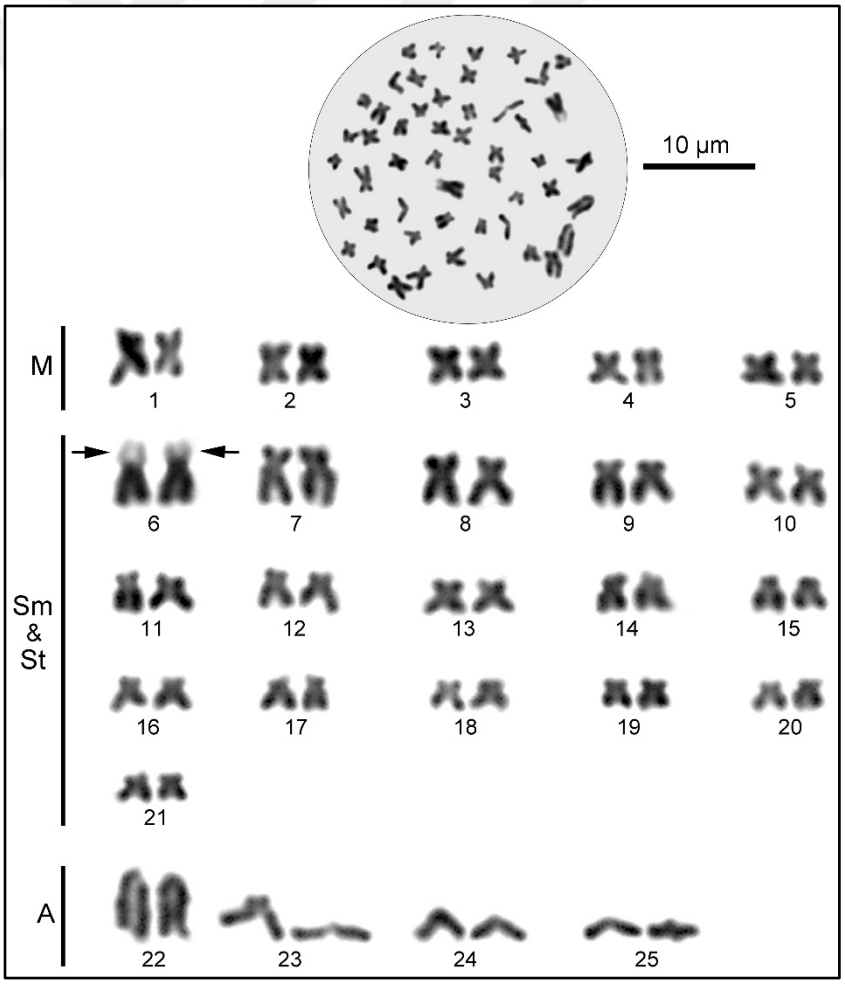
Çizelge 3.1. Levan ve ark. (1964)'ına göre kromozom morfolojilerinin terminolojisi.

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

4.1. Standart Giemsa Boyama

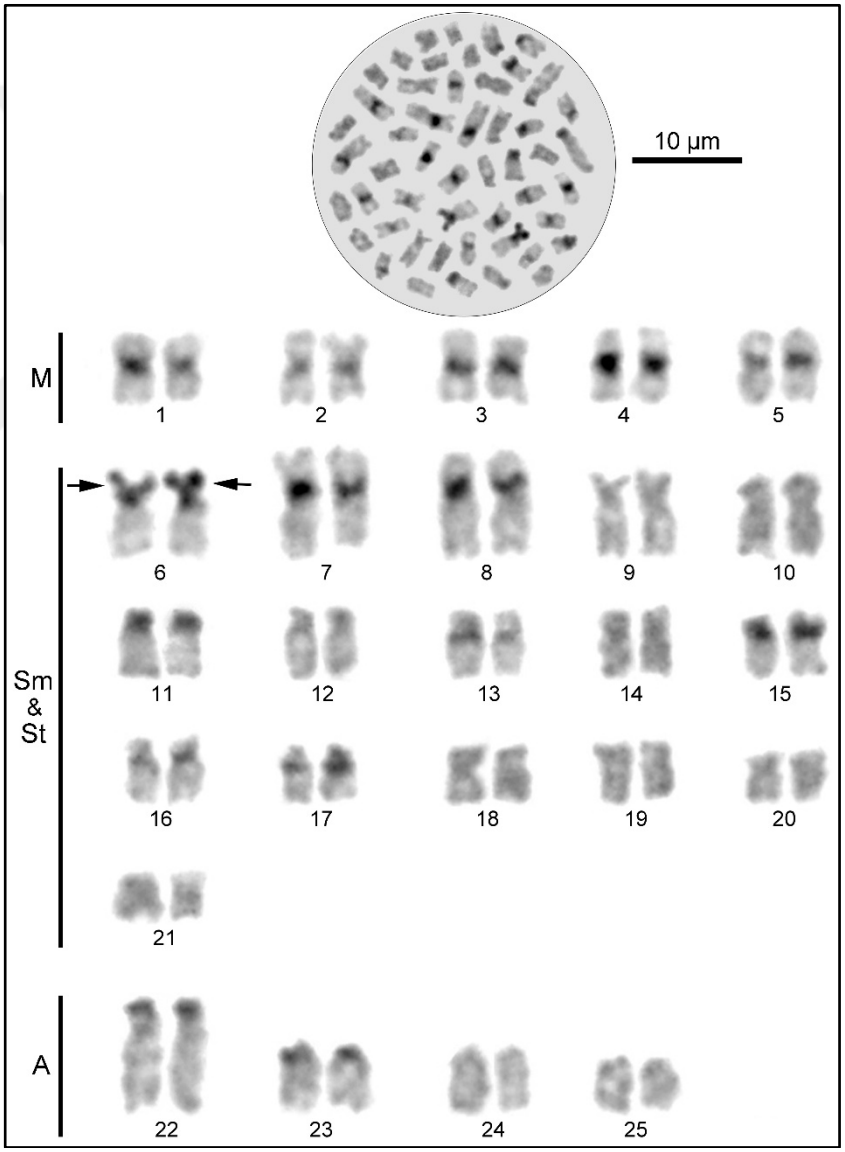
Çevirme ağlar kullanılarak yakalanan 10 adet kababurun balığının karyolojileri yapıldı. Standart giemsa boyama yapılan bütün preparatlardan kaliteli metafazların fotoğrafları çekildi (Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3). Kromozom morfolojileri elde edilen kromozomların kısa ve uzun kol ölçümleri dikkate alınarak Levan ve ark. (1964)'na göre yapıldı (Çizelge 3.1). Buna göre *C. beysehirense*'nin karyotipi 5 çift metasentrik (no: 1-5), 16 çift submetasentrik/subtelosentrik (no: 6-21) ve 4 çift akrosentrik (no: 22-25) otozomlarından oluşmuştur (NF = 92). Altıncı çift kromozomun kısa kolu üzerinde ikincil boğum tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Bu türün cinsiyet kromozomları kromozom setinde tespit edilememiştir.



Şekil 4.1.*Chondrostoma beysehirense*' nin metafaz plağı ve karyotipi. Oklar ikincil boğumları göstermektedir.

4.2. C- Bantlama

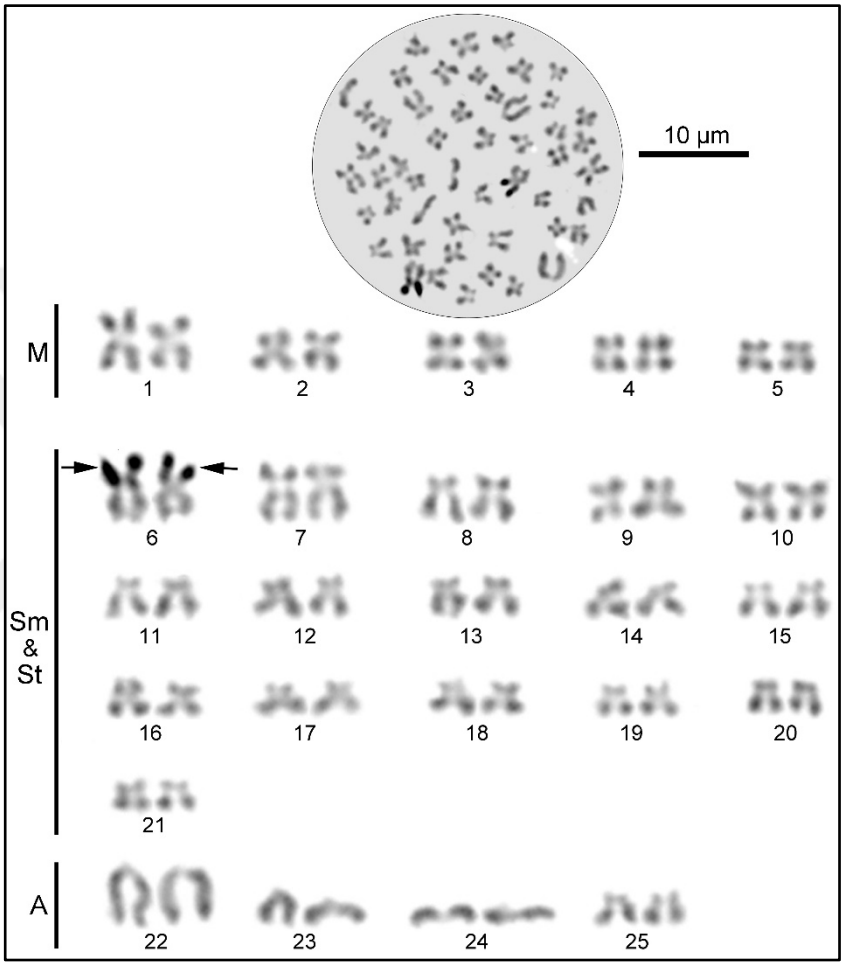
Beyşehir kababurununun C bantlı karyotipi Şekil 4.2.'de gösterilmiştir. 1, 3, 4, 7, 8 ve 15 nolu kromozomlarda sentromerik ve perisentromerik C-bantlar gözlemlenmiştir. Dört tane iki kollu kromozom çiftinde (2, 5, 13, 16 ve 17) ve iki tane akrosentrik kromozom çiftinde (22 ve 23) hafif sentromerik ve ya perisentromerik C-bantlar gözlemlenirken diğer kromozom çiftlerinin C-pozitif olmadığı belirlenmiştir. Altı nolu kromozomun kısa kolunun tamamen C-pozitif olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. *Chondrostoma beysehirense*' nin metafaz plağı ve C-bantlı karyotipi

4.3. Ag-NOR Boyama

Aktif Ag-NOR bölgesi çalışılan bütün örneklerinde, bir tane iki kollu kromozom çiftinde (no:6) tespit edildi. Bu NOR C-pozitif boyalı kısa kolda lokalize olmuştur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3.*Chondrostoma beysehirense*' nin metafaz plağı ve gümüş-nitrat bantlı karyotipi. Oklar aktif Ag-NOR bölgelerini göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Chondrostoma beysehirense'nin ayrıntılı sitogenetik özellikleri ilk kez bu çalışmada araştırılmış ve türün diplit kromozom sayısı 50 olarak belirlenmiştir. Bu türün kromozom setlerinde dört çift akrosentrik kromozomlar tespit edilmiştir (NF=92). Bu bulgular *Chondrostoma* cinsine ait 50 kromozomlu olan bir çok türün karyotip sonuçları ile uyumludur (Arai, 2011). Tek istisna ise İran'da yayılış gösteren 52 kromozomlu *Chondrostoma regium*'dur vetümkromozomlar iki kolludur (Esmaeili ve ark., 2010a).

Esmaili ve ark. (2010a) ve Rab ve ark. (2008)'ı bazı Cyprinidae türlerinin karyolojik özelliklerini FISH tekniği kullanılarak çalışmışlardır. Bu çalışmada NOR taşıyan orta büyüklükteki bir kromozom çifti sitogenetik analizi yapılan *Leuciscine* türleri arasında oldukça yaygındır. *Leuciscine* taksonomisinde marker olarak subtelosentrik ve akrosentrik kromozom en büyük çift olarak karakteristiktir. *C. beysehirense'*nin karyotipi içinde benzer bir marker kromozom bulundu. NOR bölgesi taşıyan kromozom submetasentrik-subtelosentriktir ve NOR hemen hemen kısa kolun tamamını içermektedir. NOR bölgesi her zaman olan her iki kromozomda da bulunduğu için homomorfiktir. Rodrigues ve Collares-Pereira (1996) ile Collares-Pereira ve Rab (1999), *C. lusitanicum* (2n = 50)'nin karyotipinde NOR polimorfizmi kaydedilmiştir. Aktif NOR'ların varlığı bu türün kromozomlarının bir ya da iki çiftinde gümüş-nitrat (Ag-NO_3) ve FISH tekniği kullanılarak tespit edilmiştir. *C. lusitanicum'*un karyotipindeki bazı kromozomlarının sentromerik heterokromatin bölgesine sahip olması sonuçlarımıza benzerdir (Rodrigues ve Collares-Pereira, 1996).

Son zamanlarda hem Türkiye hem de Dünya'da bazı sazan türlerinin bantlama ve karyotip çalışmaları yapılmıştır. Karahan ve Ergene (2010) Türkiye'den seçilmiş dört farklı bölgeden *Garra variabilis* (2n=102) (Subfamily: Labeoninae) ve *Garra rufa* (2n=44)'nın karyotip analizlerini gümüş nitrat boyama, G- ve C-bantlama teknikleri ile yapmışlardır. Bu araştırıcılar NOR'ların tür içi değişiklik gösterdiğini ve bu değişikliklerin analizleri karşılaştırılan dört popülasyondasabit olduğunu ortaya çıkartmışlardır.

Arslan ve Takı (2012) Beyşehir Gölündeki Kadife balığı, *Tinca tinca* (Subfamily:Tincinae) (2n=48)'nın sekiz örneğinin sitogenetik analizini yapmışlardır.

Onlar bütün örneklerin kromozomlarında sentromerik ve perisentromerik C-bantlar olduğunu ve kromozomların üçüncü çiftinin kısa kolunda aktif NOR ve ikincil boğum olduğunu saptamışlardır. Ayrıca Arslan ve Takı (2012) üç kromozom çiftinin tüm kısa kollarının C pozitif olduğunu ve bir kromozom çiftinin kısa kolunun interstitial bölgesinde bir C-bant olduğunu gözlemlemişlerdir.

Karasu ve ark. (2009) Fırat Nehri sisteminde yaşayan *Pseudophoxinus firati* Bogutskaya, Küçük ve Atalay 2007, karyotip analizi, C-bantlama ve nükleolus organizatör bölge özelliklerini incelemişlerdir. Onlara göre bu türün altı çift kromozomun perisentromerik bölgesinde C-heterokomatin bantlar vardır. Ayrıca, Karasu ve ark. (2009) tarafından yapılan NOR boyamada, bu türde orta büyüklükteki 2 çift submeta-subtelosentrik kromozomun kısa kollarında aktif NOR olduğu tespit edilmiştir.

Anadolu sazanlarından olan *Acanthobrama marmid'*in iki çift orta boy submeta-subtelosentrik kromozomların telomerlerinde aktif NOR gözlemlenmiştir Gaffaroğlu ve ark. (2006) *Alburnus filippii* türünün bir çift orta boy subtelosentrik kromozomunkısa kollunun telomer bölgesinde NOR'ların varlığı tespit edilmiştir. Nazari ve ark. (2011)'da *A. filippii* türünün NOR' larının kısa kollarının ucunda bir çift orta boy subtelosentrik kromozomlar tespit etmişlerdir.

Türkiye'deki *Luciobarbus escherichii* (Subfamily:Barbinae)'in 2 farklı populasyonu üzerine yapılan araştırmada, diploid kromozom sayısını 2n=100 olduğu belirlenirken, her iki popülasyonda iki çift submetasentrik kromozom kısa kollarında aktif NOR'lar ve çeşitli kromozomların sentromer bölgelerinde C-heterokromatin bölgeler görülmektedir (Gaffaroğlu ve ark., 2013).

Sonuç olarak, daha önceki çalışmalarda ve bu çalışmada da balıkların karyoloji ve sistematiğinde bandlama tekniklerinin önemli olduğu anlaşılmaktadır. Gelecekte, Türkiye'deki diğer *Chondrostoma* türlerinin ayrıntılı C-bantlama ve gümüş nitrat boyama çalışmaları yapılarak onların sistematiğinin daha iyi anlaşılabilmesi sağlanacaktır. Ayrıca kromozom bantlama tekniklerine ek olarak, tür içi ve türler arası akrabalık derecesi tespitinde yaygın olarak kullanılan mtDNA dizi analizi tekniğiyle bu cinse ait türler arasındaki akrabalık ilişkileri ortaya çıkartılması önemlidir. Böylece, moleküler ve kromozom bantlama teknikleri ile *Chondrostoma* türlerinin sistematiğinin daha iyi anlaşılması sağlayacaktır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar çıkartılmıştır.

a) Literatür araştırmalarında balıkların karyosistematiğinde standart giemsa boyamanın dışında türlerin populasyonların ayrımında kullanılan diğer bantlama metotlarının çok sık kullanılmadığı görülmektedir.

b) Beyşehir gölü ve bağlı akarsularda bulunan ve endemik olan *C. beysehirense*'nin ayrıntılı karyolojik özellikleri ilk defa bu çalışmada tespit edilmiştir. Karyolojik sonuçlar gelecekte yapılacak olan Türkiye'de ve Dünya'da yayılış gösteren aynı cinse bağlı diğer türlerin sonuçlarına katkı sağlayacaktır.

6.2. 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 farklılıklarının tespiti için standart giemsa boyamasının yanı sıra C- ve Ag-NOR bantlamaların yapılması ile daha net sonuçlar sağlanacaktır.

7. KAYNAKLAR

Akman, Y., 1998, In: Bitki biyolojisine giriş, Botanik, Eds: Palme Yayıncılık, Ankara, , p. 1-220.

Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Robert, K. ve Watson, J., 1983, Molecular biology of the cell, *Garland Publishing*, New York and London, 204.

Arai, R., 2011, Fish karyotypes: a check list., *Japan: Springer*.

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

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

Aydın, D. Ö. ve Kuru, M., 2001, Kızılırmak Kayseri Türkiyeta Yaşayan *Carassius auratus* L 1758un Karyotipi, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (3), 33-37.

Balık, S., Ustaoğlu, M. R., Sarı, H. ve Topkara, E. T., 2007, Yayla Gölü'ndeki (Buldan-Denizli) Kababurun balığı (*Chondrostoma meandrense* Elvira, 1987)'nın bazı büyüme ve üreme özellikleri, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19 (3), 325-332.

Berberovic, L. J., Safradzija, A. ve Wagner, L. J., 1978, The Chromosomes of the Tench (*Tinca tinca*), *Ichthyologia*, 10, 9-15.

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

Bilgin, B., 2004, Düzce ili ve Çevresindeki Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretim tesislerindeki balıklarda kromozom farklılıklarının belirlenmesi. , *İstanbul Üniversitesi*, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bogutskaya, N. G., 1997, *Chondrostoma beysehirense*, Beyşehir Gölü'nde yeni sazan balığı a new cyprinid fish from Beyşehir Lake, Central Turkey, *Ichthyol Explor Freshwaters*, 8:151–158.

Bozcuk, A. N., 2005, Genetik, *Palme Yayıncılık, Genişletilmiş Düzeltilmiş İkinci Baskı, Ankara*.

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

Centofante, L., Bertollo, L. A. ve Justi, C., 2003, Correlation of chromosomal ve morphologic character in two *Astyanax* species (Teleostei; Characidae), *Ichthyology Explore Freshwater*, 14(4), 361-368.

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

Collares-Pereira, M. J. ve Ráb, P., 1999, NOR polymorphism in the Iberian species *Chondrostoma lusitanicum* (Pisces: Cyprinidae) re-examination by FISH, *Genetica*, 105:301–303.

Cooper, G. M., 1997, The Cell: A molecular approach, *The American Society for Microbiology, NW*, Washington,USA,673.

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

Çubuk, H., 2006, Beyşehir Gölü'ne Sonradan Aşılanan Yeni Balık Türlerinin Göl Ekosistemi Üzerine Etkileri, I, *Uluslararası Beyşehir ve Yöresi Sempozyumu*, 11-13.

Demirsoy, A., 1991, , In: Yaşamın temel kuralları, Eds: Meteksan Matbaacılık ve Teknik Sanayi Tic. Ltd. Şti., A., p. 1-560.

Demirsoy, A., 1995, Kalıtım ve Evrim, In, Eds: Meteksan A.Ş., V. B., Ankara, , p. 902s.

Demirsoy, A., 1998, In: Kalıtım ve Evrim, Eds: Meteksan Matbaacılık, Ankara, p. 206-207.

Denton, T. E., 1973, Fish chromosome methodology, Thomas; Springfield, Ill., Thomas [1973], p. 1-166.

Elvira, B., 1997, Taxonomy of the genus *Chondrostoma* (Ostıchthyes, Cyprinidae): An updatedrevıew, *Folia Zoologica*, 46, 1-14.

Erdemli, A. Ü., 1982, Beyşehir Gölü balıkları, *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, sayı:2, seri:B-Biyoloji, 137-138.

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

Ergene, S. ve Çavaş, T., 1999, *Tilapia zilli* (Gervais, 1848)'in (Pisces: Cichlidae) karyolojik analizi., *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12 (3), 829-835.

Esmaeili, H. R., Zareian, H., Gholamhosseini, A., Ebrahimi, M., Gholami, Z., Teimori, A. ve Ansari, T. H., 2010a, Karyotype Analysis of the King Nase Fish, *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) (Actinopterygii: Cyprinidae) from Iran,, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10 (4).

Esmaeili, H. R., Zareian, H., Gholamhosseini, A., Ebrahimi, M., Gholami, Z., Teimori, A. ve Ansari, T. H., 2010b, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10 (4).

Freyhof, J., 2014, *Chondrostoma beysehirense*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. [cited 2014 Dec 26]. Available from www.iucnredlist.org, Downloaded on 26 December 2014.

Gaffaroglu, M., Karasu, M. ve Unal, S., 2012, Karyotype of River Loach *Turcinoemacheilus kosswigi* Banarescu ve Nalbant, 1964 (Cypriniformes, Balitoridae) from the Euphrates River, *Turkey J. Agr. Sci. Tech.*

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, *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17 (1), 114-120.

Gaffaroğlu, M. ve Yüksel, E., 2006, *Cyprinion macrostomus* (Osteichthyes,Cyprinidae)'un NOR Fenotipi ve Pliodi Düzeyi, *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 61 (2), 207-209.

Gaffaroğlu, M. ve Yılmaz, M., 2009, Karyotype of *Pseudorasbora parva* (Temminck ve Schlegel 1846) (Pisces, Cyprinidae) in Kızılırmak River,Turkey, , *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.,15 (3), 407-409.*

Gaffaroğlu, M., Karasu Ayata, Ünal, M., S., ve Arslan, A., 2013, Chromosomal Studies of Two Different Populations (Turkey) of *Luciobarbus escherichii* (Steindachner, 1897), *Turkish Journal of Fisheries ve Aquatic Sciences*, 13, 875-879.

Geldiay, R. ve Balık, S., 1996, In: Türkiye tatlı su balıkları, Eds: Ege Üniversitesi Basım Evi, p. 1-532.

Gold, J. R. ve Zoch, P. K., 1990, Intraspesifik variation in chromosomal nucleolus organizer regions in Notropis chrysocehalus in Texas, *Southwestern Naturalist*, 37, 563-575.

Gosden, R., 1994, Chromosome analysis protocols, Methods in molecular biology, In, Eds: Humana Press Inc., Totowa, p. 54-96.

Gözükara, S. E. ve Çavaş, T., 2004, A karyological analysis of *Garra rufa* (Heckel, 1843)(Pisces, Cyprinidae) from the Eastern Mediterranean River basin in Turkey, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28 (3), 497-500.

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

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

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

Güneş, H. V., 2003 In: Moleküler Hücre Biyolojisi, Eds: Kaan Kitabevi, Porsuk Bulvar-Eskişehir, p. 1-333.

Hamalosmanoğlu, M. ve Kuru, M., 2002, Mogan Gölü'nde (Ankara) Yaşayan Kadife Balığının (*Tinca tinca* L., 1758) Karyotip Analizi ve İdiogramı, *Turkish Journal of Veterinary ve Animal Sciences*, 28 (1).

Hamalosmanoğlu, M. ve Kuru, M., 2003, Mogan Gölü (Ankara)'nde Yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758 (Sazan)'nın Karyotip Analizi, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*.

Hillis, D. M. ve Moritz, C., 1990, Molecular systematics, *Sinauer Associates Inc.*, 159.

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

Hua Yue, G. ve Orban, L., 2001, Rapid Isolation of DNA from Fresh and Preserved Fish Scales for Polymerase Chain Reaction, *Marine Biotechnology*, 3, 199-204.

İlhan, A., 2009, Threatened fishes of the world: *Chondrostoma beysehirense* Bogutskaya, 1997 (Cyprinidae), *Environmental Biology of Fishes*, 86 (4), 483-484.

John, R. ve John, G., 1986, A Method to Increase Mitotic Metaphase Spreads and Permanent Chromosome Preparation for Karyotype Studies in Fishes, *Aquacultura Hungric (Szarvas)*, 5, 31-36.

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

Karahan, A., 2007, *Garra rufa* ve *Garra variabilis*'in morfometrik ve sitogenetik yönden karşılaştırmalı olarak incelenmesi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 25.

Karahan, A. ve 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 (4).

Karasu, M., Yüksel, E. ve Gaffaroğlu, M., 2009, Karyotype, NORs, and C- banding analysis of *Pseudophoxinus firati* Bogutskaya, Küçük & Atalay, 2007 (Actinopterygii, Cyprinidae) in the Euphrates River, Turkey, *Turk J. Zool*., 112-119.

Karol, S., 1998, In: Hücre biyolojisi, , Eds: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, Ankara, p. 1-451.

Karol, S., Ayvalı, C. ve Suludere, Z., 2000, Hücre Biyolojisi. Öğün Matbaacılık, Ankara:337.

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

Kılıç-Demirok, N., 2000, Dicle Su Sisteminde yaşayan bazı Cyprinid tür ve alttürlerinin kromozomları üzerine bir araştırma, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır, 71.

Klug, W. S., Cummings, M. R., Spencer, C. A. ve Palladino, M. A., 2012, Mitosis and Meiosis: Concepts of Genetics, *10th Ed., Pearson Education, Inc., California, USA*.

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 andEngineering*, 7-8, 105-114.

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, 1-289.

Kuru, M., 2004, Türkiye İçsu Balıklarının Son Sistematik Durumu, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*.

Kuru, M. E. ve Gözükara, S., 2001, In: Genetik, 569 örnek problem, *Eds: Palme Yayıncılık*, Ankara, p. 360.

Küçük, F., Gümüş E., İ., G., ve ve S., G. S., 2007, The Fish Fauna of the Göksu River (Türkiye): Taxonomic ve Zoogeographic Features, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7:53–63.

Levan, A., Fredga, K. ve Sandberg, A. A., 1964, In: Nomenclature for centromeric position on chromosomes, Eds: Hereditas, p. 201-220.

Macgregor, H. C. ve Varley, G. M., 1983, In: Working with animal choromosomes, Eds: Wiley-Interscience Publisher, Chichester, p. 1-250.

Martins, C. ve Galetti, J. P. M., 1999, Chromosomal Localization of 5S rDNA Genes in Leporinus Fish (Anostomidae, Characiformes), *Chromosome Research*, 5 (7), 363-367.

Nazari, S., Pourkazemi, M. ve Porto, R., 2010, Comparative karyotype analysis of two Iranian cyprinids, *Alburnoides bipunctatus* and *Alburnus filippii* (Cypriniformes, Cyprinidae), Iranian Journal of Animal Biosystematics, 5 (2).

Nazari, S., Pourkazemi, M. ve Porto, J., 2011, Chromosome description and localization of nucleolus organizing regions (NORs) by Ag-staining technique in *Alburnus filippii* (Cyprinidae, Cypriniformes) in Anzali Lagoon, North Iran, *Iranian J Fish Sci.*, 10:352–355.

Ölmez, A. D., and ve M., K., 2001, Karyotype of the *Carassius auratus* (L., 1758) Live in Kızılırmak (Kayseri - Turkey),, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,*.

Özban, N., 1994, Sitoloji, p. 1-199.

Özcan, G., 2008, Threatened fishes of the world: *Chondrostoma meandrense* Elvira, 1987 (Cyprinidae), *Environmental Biology of Fishes*, 83 (3), 297-298.

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, *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, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3-45.

Pergament, D. ve Fiddler, M., 1998, The Location of The Centromere, The Genetics of Cancer, New Yorks. www.cancergenetics.org/centrmr.htm.

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

Ráb, P., Pokorný, J. ve Roth, P., 1989, Chromosome Studies of The Common Carp, *Cyprinus carpio*. I. Karyotype of Amurian Carp, C. Carpio Haematopterus, *Caryologia*, 42 (1), 27-36.

Ráb, P., Rábová, M., Pereira, C. S., Collares-Pereira, M. J. ve Pelikánová, Š., 2008, Chromosome studies of European cyprinid fishes: Interspecific homology of leuciscine cytotaxonomic marker the largest subtelocentric chromosome pair as revealed by cross-species painting, , *Chromosome Res.*

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

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

Rodrigues, E. M. ve Collares-Pereira, M. J., 1996, NOR polymorphism in the Iberian species *Chondrostoma lusitanicum* (Pisces: Cyprinidae), *Genetica*, 98.

Saygun, S., 2005, Karadeniz'de yaşayan çeşitli yassı balıkların (Pisces, Pleuronectiformes) kromozom yapılarının karşılaştırılması, 1-113.

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

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

Sukham, S., Chingakham, B., Thoidingjam L., Waikhom G., R., K., and ve B., K., 2013, A note on karyotype structure in *Barilius bendelisis* (Hamilton, 1807) (Cypriniformes: Cyprinidae) from Northeast India, *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*, 3 (3), 42-46.

Sukham, S., Chingakham, B., Thoidingjam L., Waikhom G., R., K., and ve B., K., 2014, A cytogenetical study on *Barilius ngawa*, Vishwanath ve Manojkumar, 2002 (Cypriniformes: Cyprinidae) from Northeast India, Manipur, *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*.

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

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

Swanson, C. P., 1965, In: Cytology and cytogenetics, Eds: Macmillan, London, p. 477 499.

Şaylı, B. S., 1986, In: Medikal sitogenetik, Eds: Yargıçoğlu Yayınevi, Ankara, p. 1-307.

Tarkan, A. S., Özuluğ, M., Gaygusuz Ö. ve Gürsoy Gaygusuz, Ç., 2007, A New Locality for the Freshwater Fish *Chondrostoma angorense* Elvira, 1987 (Osteichtyes: Cyprinidae) in the Marmara Region (Turkey) *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 24 (1).

Temizkan, G., 1999, In: Genetik (Moleküler genetik), Eds: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, İstanbul, p. 1-399.

Temizkan, G. O., 1994, In: Genetik: I. Temel Genetik, Eds: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basım Evi, B., İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basım Evi, 2. Baskı, İstanbul, p. 281.

Topaktaş, M. ve Rencüzoğulları, E., 1995, In: Sitogenetik, Eds: Dağıtım, N. Y., *Nobel Yayın Dağıtım,* Ankara, p. 1-182.

Ulupınar, M. ve Alaş, A., 2002, Balık Sitogenetiği ve Laboratuvar Teknikleri., Tuğra Matbaası, 25.

Valıć, D., Kapetanovıć, D., Zanella, D., Mrakovčıć, M., Teskeredžıć, E., Besendorfer, V., Rábová, M., and ve Ráb, P., 2010, The karyotype and NOR phenotype of *Telestes ukliva* (Cyprinidae), *Folia Zool.*, 59 (2), 169.

Varley, J. M., Macgregor, H. C., Nardi, I., Adrews, C. ve 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.

8. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Hayriye GÜNDOĞDU
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Konya/ 01.08.1989
Telefon	**:**	-
Faks	**:**	-
e-mail	**:**	fen-b-30@windowslive.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Cumhuriyet Lisesi, Selçuklu, Konya	2006
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi, Konya	2012
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü	2016