

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
BİY-YL-2011-0003

Büyük Menderes Nehri'nden Yakalanan *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) ve *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960) (*Cyprinidae*)'in Karyotip Analizi

Uğur Emek UYSAL

**Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Serdar KOCA**

AYDIN

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Uğur Emek UYSAL tarafından hazırlanan “Büyük Menderes Nehri’nden Yakalanan *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) ve *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960) (*Cyprinidae*)’in Karyotip Analizi” başlıklı tez, (04.07.2011) tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan	:
Üye	:
Üye	:
Üye	:
Üye	:

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun Sayılı kararıyla (*tarih*) tarihinde onaylanmıştır.

Ünvanı, Adı Soyadı
Enstitü Müdürü

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

04 / 07 /2011

Uğur Emek UYSAL

ÖZET

Büyük Menderes Nehri'nden Yakalanan *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) ve *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960) (Cyprinidae)'in Karyotip Analizi

Uğur Emek UYSAL

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Serdar KOCA

2011, 46 sayfa

Bu araştırmada, Büyük Menders Nehrine endemik olan gerçek kemikli balıklara (*Teleostei*) ait *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) ve *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960) (Cyprinidae) türlerinin kromozom sayısı ve yapısı belirlenmiş ve karyotip analizi yapılmıştır. Balıklar, Büyük Menderes Nehri ve Büyük Menderes'in kolu olan Çine Çayından serpme ağlarla yakalanarak laboratuvara getirilmiştir. Balıklara her bir gram vücut ağırlığı için 0.005 gr kolkisin abdominal boşluktan enjekte edilmiş ve yaklaşık 4 saat beklenmiştir. Kromozom preparatları hazırlandıktan sonra mikroskopta incelenerek balıkların karyotipleri çıkarılmıştır.

Yapılan karyotip analizi sonucunda *Chondrostoma meandrense* 'nin $2n=52$ diploid kromozom sayısına sahip olduğu ve karyotipinin 18 adet metasentrik, 6 adet submetasentrik, 6 adet subtelosentrik ve 22 adet akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve kol sayısının $NF=82$ olduğu belirlenmiştir. *Acanthobrama mirabilis*'in ise $2n=50$ diploid kromozom sayısına ve karyotipinin 10 adet metasentrik, 6 adet submetasentrik, 10 adet subtelosentrik ve 24 adet akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve kol sayısının $NF=76$ olduğu saptanmıştır.

Örnekler üzerinde yapılan karyotipik incelemelerde, kromozom takımında eşey kromozomu farklılaşması olmadığı için tespit edilememiştir.

Anahtar Sözcükler: Balık, Kromozom, Karyotip analizi, Büyük Menderes, *Chondrostoma meandrense*, *Acanthobrama mirabilis*.

ABSTRACT**Karyotype Analysis of *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) and *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960) (Cyprinidae) caught in the River Menderes**

Uğur Emek UYSAL

M. SC. Thesis, Department of Biology

Supervisor : Assoc. Prof. Serdar KOCA

2011, 46 pages

In this study, the chromosome numbers and structures of *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) and *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960) (Cyprinidae) species, belonging to real bony fish family (*Teleostei*), endemic to the Buyuk Menderes River, and karyotype analysis of them were made. The fish were caught by spreading network in the Buyuk Menderes, and its branch Cine River, and brought to the laboratory. The fish were injected 0.005 gr colchicin abdominal per gram body weight in their abdominal parts and waited for approximately 4 hours. After the chromosome preparats were prepared, they were examined through the microscope and the karyotype of the fish was made.

In the end of the karyotype analysis applied, it was determined that *Chondrostoma meandrense* had $2n=52$ diploid chromosome number, that its karyotype was made up of 18 metacentric, 6 submetasentrik, 6 subtelosentrik and 22 acrosentrik chromosomes, and that its Number of Fundamental was $NF=82$. *Acanthobrama mirabilis* was determined to have $2n=50$ diploid chromosome number and its karyotype being made up of 10 metasentrik, 6 submetasentrik, 10 subtelosentrik and 24 acrosentrik chromosomes, and its Number of Fundamental being $NF=76$.

In the studies done on the samples, sex chromosome differentiation in the set of chromosomes could not be determined because they don't have such a differentiation.

Key Words: fish, chromosome, Karyotype analysis, Büyük Menderes, *Chondrostoma meandrense*, *Acanthobrama mirabilis*.

ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesi, yürütülmesi ve çalışmalarım sırasında bana rehberlik eden, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Serdar KOCA' ya, bana göstermiş olduğu sabır ve ilgiden dolayı Sayın Hocam Doç. Dr. Yücel BAŞIMOĞLU KOCA' ya sonsuz minnetlerimi sunarım.

Balıkların tür teşhisinde tecrübe ve bilgileriyle bana yardımcı olan Ege Üniversitesi Su Ürünleri Bölümü Öğretim Görevlilerinden Sayın Hocam Dr. Ali İlhan' a bana verdiği destekten dolayı teşekkür ederim.

Labratuvar çalışmalarımda bilgi, deneyim ve tecrübelerini benimle paylaşan ve her zaman manevi desteğini yanımda hissettiğim sevgili arkadaşım Biyolog Feryal KARAKAHYA' ya, arazi çalışmalarımda beni yalnız bırakmayan can dostum Salih ALTAN' a, hayatım boyunca desteğini ve sevgisini benden esirgemeyen annem Ömür Deniz UYSAL, babam Tayyar Macit UYSAL ve kardeşim Özgür Barış UYSAL' a eğitim hayatımda da beni yalnız bırakmayarak maddi manevi her konuda yanımda oldukları için ayrıca teşekkür ederim.

Tezimi FEF11023 nolu proje ile destekleyen Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER DİZİNİ	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Karyotip Çalışmaları Hakkında Bilgiler.....	9
1.2. Bantlama Çalışmaları	10
1.3. Balıkların Yakalandığı Büyük Menderes Nehri Hakkında Bilgi	10
2. KAYNAK ÖZETİ	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Mitotik Preparatların Hazırlanması.....	18
3.2. Mikroskopik İnceleme.....	19
3.3. Biyometrik Değerlendirme	19
3.4. Araştırmada Kullanılan Balık Türlerinin Taksonomik Özellikleri.....	20
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	21
5. SONUÇ	34
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ.....	47

SİMGELER DİZİNİ

a	Akrosentrik
AR	Kol oranı
CI	Sentromer indeksi
cm	Santimetre
gr	Gram
K	Kromozom
KH_2PO_4	Potasyum dihidrojen Fosfat
km	Kilometre
km^2	Kilometre kare
M	Molar
m	Metasentrik
ml	Mililitre
Na_2HPO_4	Disodyum Hidrojen Fosfat
NF	Number of fundamental
q	Uzun kol
p	Kısa kol
pH	Power of Hydrogen
RL	Relatif uzunluk
rpm	Revolutions per minute
sm	Submetasentrik
st	Subtelosentrik

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Büyük Menderes Haritası	17
Şekil 3.2. Serpme Kullanılarak Balıkların Avlanması	18
Şekil 4.1. <i>Chondrostoma meandrense</i> (Kababurun)	21
Şekil 4.2. <i>Acanthobrama mirabilis</i> (Ulubat)	21
Şekil 4.3. <i>Chondrostoma meandrense</i> 'nin Karyogramı	22
Şekil 4.4. <i>Chondrostoma meandrense</i> 'nin Metafaz Plağı	22
Şekil 4.5. <i>Chondrostoma meandrense</i> 'nin İdiogramı	23
Şekil 4.6. <i>Acanthobrama mirabilis</i> 'in Karyogramı	25
Şekil 4.7. <i>Acanthobrama mirabilis</i> 'in Metafaz Plağı	25
Şekil 4.8. <i>Acanthobrama mirabilis</i> 'in İdiogramı	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Mitotik Kromozomlarda Sentromer Konumuna Göre Düzenlenen Sınıflandırmada Kullanılan Parametreler.	19
Çizelge 3.1.	<i>Chondrostoma meandrense</i> (Elvira, 1987) ve <i>Acanthobrama mirabilis</i> (Ladiges, 1960)'in Sistematikteki yeri.....	20
Çizelge 4.1.	<i>Chondrostoma meandrense</i> 'nin Karyotipinde Kromozomların Sayısal Analizi	24
Çizelge 4.2.	<i>Acanthobrama mirabilis</i> 'in Karyotipinde Kromozomların Sayısal Analizi	27

1. GİRİŞ

Coğrafi durumu, değişik iklim tipleriyle çok çeşitli biyotopları yapısında bulunduran ve bundan dolayı da bir kıta karakteri gösteren Türkiye, diğer ülkelerle kıyaslanamayacak şekilde zengin ve ilginç canlılar topluluğuna sahiptir. Asya ve Avrupa ile doğrudan doğruya, güney sınırları ile uzaktan da olsa Afrika ile bağlantısı olan Türkiye'nin sahip olduğu bu canlılar topluluğunun biran önce bilim alemine sunulması önem taşımaktadır (Demirsoy, 1975). Türkiye faunasına ait canlılarla ilgili sistematik çalışmalar uzun zamandan bu tarafa yapılmasına rağmen, bu canlıların sitogenetik özellikleri hakkındaki bilgiler henüz yeterli düzeyde değildir.

Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili olması ve çok çeşitli özelliklere sahip iç suları nedeniyle sucul canlılar bakımından da zengin bir ülkedir. Türkiye faunasına ait geniş yayılım gösteren canlı gruplarından biri de balık faunasıdır. Sistematik durumları üzerinde çok çalışmalar yapılmış olan balık faunasının sitogenetik özellikleri ile ilgili çalışmalar son yıllarda biraz artmasına rağmen henüz yeterli düzeyde değildir.

Tür teşhislerinde sitolojik verilerin değeri uzun zamandır bilinmektedir. Son yıllarda yapılmış olan çok sayıdaki sitogenetik çalışma hayvan ve bitki taksonomisinin gelişimine önemli katkılar sağlamıştır.

Sitotaksonomistler farklı türler, ırklar ve yüksek taksonomik sınıflar arasındaki genetik, sitolojik, anatomik ve morfolojik farklılıkları göz önüne alarak morfolojik olarak ayıramayan türlerin sınıflandırılmasında ve evrimsel yönden akrabalık ilişkilerinin belirlenmesinde sağlıklı sonuçlara varabilmektedirler (White, 1973).

Taksonomide kullanılan sitolojik özelliklerin başında kromozom sayısı ve morfolojisi gelir. Bu amaçla farklı familyalara ait cinslerin türlerinde yapılan karyotip analizleri önemli sitotaksonomik veriler sağlamaktadır (Önder, 1998; Ryder vd., 1989).

Anatomik ve morfolojik karakterler yani fenotip, değişen çevre koşullarına karşı yüksek elastikiyet göstermesinden dolayı karmaşık bir durum yaratmakta ve fenotipik farklılıkların genellikle genetik dayanağı olmayabilmektedir. Kromozomlar daha sabit bir yapı göstermekte ve kalıtım mekanizması ile bağlantı

halinde bulunarak evrimsel değişimlerin temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle, sadece fenotipik karakterlere dayalı çalışmalar türler arasındaki genetiksel benzerliği tespit etmede yetersiz kalmaktadır. Bu bakımdan, farklı veya aynı coğrafik bölgelerde yaşayıp morfolojik özellikler bakımından birbirine benzeyen veya birbirinden farklı olan türlerin tespiti yapılırken sitogenetik yapı da dikkate alınmalıdır (Turan vd., 2005).

Bir bireyin sahip olduğu kromozom sayısı ve morfolojisi onun karyotipini oluşturmaktadır. Karyotip analizleri, bir bireyin kendi genomu içindeki kromozomlarını birbirleriyle karşılaştırmada ve diğer bireylerle olan kromozom yapı farklılıklarını belirlemede kullanılmaktadır. Karyotip analizlerinde kromozom sayısı ve büyüklüğü, sentromer konumu, kromozom kollarının oransal ilişkisi, sekonder boğumun yeri ve satellitler gibi özellikler esas alınmaktadır.

Sitolojik çalışmalarda kromozomları büyük ve kromozom sayısı az olan canlılar tercih edilmektedir. Dünya üzerinde değişik coğrafik bölgelerde çok geniş bir yayılış gösteren balık türleri, kromozomlarının kk ve çok sayıda olmasıyla kromozom araştırmaları için uygun bir materyal olmasa da sucul ortamlardaki kirliliğin canlılar üzerindeki genotoksik etkisinin gösterilmesinde çok uygun bir materyal olarak kullanılmaktadır.

Sudaki kirlitici maddelerin genotoksikliği hakkında bilgi sağlanması amacıyla, kromozomal hata çalışmaları için az sayıda büyük kromozomlara sahip ve karyotipleri belirlenmiş balık türlerinin uygun olduğu anlaşılmıştır. Kligerman (1981)' e göre, klastojenik çalışmalar için uygun karyotipli balık türleri; *Amea splendens* (2n=26), *Aphyosemion celia* (2n=20), *A. christyi* (2n=18), *A. franzwernerii* (2n=22), *Apteronotus albifrons* (2n=24), *Characodon lateralis* (2n=24), *Galaxias maculatus* (2n=22) tir.

Balık faunasına ait karyotip çalışmaları 1960 lı yıllarda başlamıştır (Ergene ve Portakal, 1999). Yurdumuzda ise balıklarda karyotip çalışmaları 80 li yıllarda (olak vd., 1985) başlamış ve son on yıl içerisinde yeterli olmasa da bir ivme kazanmıştır.

Bir cins içinde, birbirine yakın akraba türlerin kromozom sayıları ve yapıları birbirinden farklı olabilir. Kromozomlardaki farklılığı belirleyen faktörler kromozomlardaki yapısal ve sayısal değişikliklerdir. Yapısal değişiklikler

duplikasyon, delesyon, inversiyon ve translokasyon gibi kromozomun yapısında meydana gelen ve onun morfolojisini değiştiren olaylardır. Sayısal varyasyonun nedeni öploidi, anöploidi ile sentrik füzyon (Robertson tipi translokasyon) ve sentrik fizyona bağlanabilir. Bu gibi olaylar değişimin derecesine göre canlının fenotipinde değişikliklere yol açabilir veya canlının ölmesine sebep olabilir.

Kromozom sayısı ve yapısında değişim meydana getiren olaylardan biri olan sentrik füzyon (sentrik kaynaşma) homolog ya da homolog olmayan akrosentrik kromozomlarda görölen özel bir resiprokal translokasyon tipidir. Bu translokasyonda, kromozomlardan birinde sentromere yakın olarak kısa kolunda, diğerinde ise yine sentromere yakın olarak uzun kolunda birer kırılma olur. Daha sonra iki kromozomun kısa ve uzun kolları birleşerek translokasyon kromozomlarını oluştururlar. Ortaya çıkan bu anormal kromozomlardan küçük olanı çoğunlukla bir sonraki bölünmede dejenere olarak kaybolur. Kromozom sayısı ve yapısında değişiklik meydana getiren olaylardan bir diğeri de sentrik fizyondur. Sentrik fizyonda, metasentrik bir kromozom sentromerden ikiye ayrılmakta ve iki akrosentrik kromozomun oluşumuna neden olmaktadır (Schulz-Schaeffer, 1980; Başaran, 1994).

Longitarsus (Coleoptera) genusuna ait türlerde kromozom sayısında sentrik fizyondan kaynaklanan bir artmanın olduğunu Petitpierre vd. (1991) belirlemişlerdir. Maryanska-Nadachowska vd. (1994), Psylloidea (Homoptera) türlerinde görölen kromozom sayısındaki değişimlerin sentrik füzyon veya sentrik fizyondan kaynaklandığını düşünmüşlerdir.

Orthoptera faunasından *Pholidoptera aptera* ($2n=29$) türünün kromozom sayısının Tettigonidae familyasına ait birçok türden ve *Pholidoptera griseoptera* türünden ($2n=31$) farklı olmasının nedeninin birinci ve ikinci otozomal kromozomlar arasında meydana gelen sentrik füzyondan kaynaklandığını belirtmiştir (Warchalowska-Sliwa, 1984). Gampsocleis genusuna dahil *G. glabra* ($2n=23$) türünün kromozom sayısının bu genusa ait diğer türlerden ($2n=31$) farklı olmasının nedeninin multipli translokasyon ve füzyonlardan kaynaklanabileceği düşünölmüştür (Warchalowska-Sliwa, 1984). Sentrik füzyon olayı balıklarda da yaygındır. Heterokromatinin sayısı ve pozisyonu türleşmede çok önemlidir (John ve Miklos, 1979; Karahan ve Ergene, 2009).

İnversiyon olayı, bir kromozomun içinden kopan bir parçanın ters dönerek koştığı yere yeniden yapışmasıdır. Bu olay sonucunda, kromozom üzerindeki genlerin dizilişinde değişim meydana gelir. Koparak ters dönen parça sentromer içeriyorsa perisentrik, sentromer içermiyorsa parasentrik inversiyon olarak adlandırılır. Perisentrik inversiyon bazen kromozom morfolojisinde değişimlere yol açabilir. Örneğin, metasentrik bir kromozom submetasentriğe veya akrosentrik bir kromozom metasentriğe dönüşebilir (Oraler Temizkan, 1994).

Orthoptera takımı üyelerinin birçoğunda perisentrik inversiyon sonucu kromozom morfolojisinin değiştiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Messina vd., 1975; Hewitt, 1979; Wachalowska-Sliwa vd., 1996; Wachalowska-Sliwa ve Bugrov, 1998).

Scaridae familyasından *Sparisoma axillare*'deki diploid sayıdaki farklılaşma perisentrik inversiyonla birleşmiş Robertsonion füzyonla meydana gelmiştir. *Scarus coelestinus*' de korunmuş diploid sayı bulunurken, yapısal karyotipik değişiklikler perisentrik inversiyon sonucu meydana gelmiştir (Sena ve Molina, 2007).

Kromozom bantlama teknikleri kromozomların spesifik bölgelerini belirlemede önemlidir. Bu sadece geleneksel giemsa boyama ile imkansızdır. Bantlama, homolog kromozomları eşleştirmeye izin vermesinin yanı sıra, populasyon ve tür seviyesinde karşılaştırmaya da izin verir (Barros vd., 2009). Karyotip analizleri yapılırken kromozom bantlama teknikleri de kullanılırsa kromozomlardaki sayısal ve yapısal değişiklikler daha kolay belirlenebilir ve melezlerin tespiti daha kolay yapılabilir. Genellikle, bantlama akraba türler arasındaki kromozom farklılıklarını tanımlama, filogenetik ilişkiyi belirleme ve bant orijinlerini analiz etme gibi farklı amaçlarla kullanılabilir (Sumner, 1990).

Sitogenetikte çalışmalarda sıklıkla kullanılan iki bant tipi C- ve G- bantlarıdır. C-bantları kromozomlardaki genetiksel olarak aktif olmayan konstitif heterokromatin içeren bölgeleri belirler. Bu bölgeler yüksek tekrarlı dizilere sahiptir ve geç replike olurlar. C-bantları DNA'nın denatürasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. C-bantları homolog kromozomları tespit etmede ve bazı durumlarda da cinsiyet kromozomlarını belirlemede yardımcı olabilir. G-bantları ise Giemsa boyası ile boyama sonucu meydana gelmektedir. Ancak bu bantların oluşması için kromozomların tripsin gibi bir proteaz ile ön muameleden geçirilmesi gerekir. G-

bandların olduğu bölgelerde kromatin sıkı bir şekilde kondensasyon göstermektedir. Buradaki DNA dizilerinin Adenin-Timin' ce zengin oldukları düşünülmektedir (Bradbury vd., 1981; Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Türkoğlu, 2001).

Ag-NOR, G- ve C- bant tekniklerinden balık ve diğer organizmalardaki karyolojik analizleri belirlemek için yararlanılmaktadır. NOR bölgeleri balıklarda önemli bir işaretleyici (marker) olarak kullanılmaktadır. Kromozomlar üzerindeki NOR' ların sayı ve pozisyonu cins, tür ve populusyona göre değişmektedir. Bundan dolayı NOR bölgeleri filogenetik çalışmalarda kullanılmaktadır (Karahana ve Ergene, 2009). *Clarias gariepinus* ile yapılan sitogenetik çalışmada iki farklı bölgeden yakalanan balıkların kromozom sayıları ve kol sayıları aynı bulunmasına rağmen iki bölge arasındaki balıkların çeşitli bant örneklerinde farklılıklar bulunmuştur (Karahana ve Ergene, 2011). Ergene vd. (2010)' nin *Pseudophoxinus antalyae* ile yaptıkları çalışmada C-, G- ve NOR bantlarını bu türde ilk defa belirlemişlerdir. Yüksel ve Gaffaroğlu (2008), *Cyprinion macrostomus*' da yaptıkları çalışma ile NOR' ları orta büyüklükteki iki çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucunda bulmuşlardır. Mardin' in Savur Çayı' ndan yakaladıkları *Garra variabilis* ile yaptıkları çalışmada birçok kromozom üzerinde NOR bölgesi tespit etmişlerdir (Karahana ve Ergene, 2010).

Balıklarda diğer omurgalılarda olduğu gibi kolaylıkla ayırt edilebilen bir eşey kromozomu yoktur (Moreira-Filho vd., 1993). Fakat bazı balık gruplarında morfolojik olarak ayırd edilebilen eşey kromozomu heteromorfizmi görülmektedir (Bertollo vd., 1986). Konuyla ilgili bir çok araştırma yapılmıştır.

Brezilya'da bulunan Loracoriidae familyasına ait *Pseudotocinclus tietensis* balığında Andreatta vd. (1992), yaptıkları çalışmada bir XX/XY cinsiyet kromozomu heteromorfizmi tespit etmişlerdir. Bertollo vd. (1997), neotropikal balık türlerinden *Hoplias malabaricus* balığında yaptıkları çalışmada X_1X_2Y ($2n=39$) erkek ve $X_1X_1X_2X_2$ ($2n=40$) dişi cinsiyet kromozomuna sahip bireyleri saptamışlardır. Characiformes takımından *Characidium cf. fasciatum* balığında yapılan çalışmada kromozom sayısının çoğu örnekte $2n=51$ ile 54 arasında değiştiğini, bununda 1 ile 4 adet küçük fazladan subtelosentrik/akrosentrik kromozom nedeniyle olduğu saptanmıştır (Maistro vd., 1998). Bu türde bir ZZ/ZW eşey kromozomu farklılaşmasını da bildirmişlerdir. Born ve Bertollo (2000), *Hoplias malabaricus* ($2n=42$) balığında XX/XY eşey kromozomu sistemi

tespit etmişlerdir. Erkeklerdeki X kromozomunun (submetasentrik) Y kromozomundan kolaylıkla ayırt edilebildiğini ve ayrıca NOR taşıdığını da tespit etmişlerdir.

Ueno vd. (2001), sitogenetiksel olarak inceledikleri *Trachinocephalus myops* balığında diğer akrabalarına göre (*Synodus ulue*, *S. hostionis* ve *Saurida elongata*; $2n=48$ ve ZZ/ZW eşey kromozom sistemi) farklı bir sitotip belirlemişlerdir. Erkek *T. myops* balığında $2n=26$ (ZZ), dişide $2n=27$ (ZW_1W_2) diploit sayıda kromozom tespit ettiklerini ve bu farkın da eşey kromozomlarından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Campos-Ramos vd. (2001), mavi tilapia da (*Oreochromis aureus*) eşey kromozomu olarak bilinen ZW (♀) – ZZ (♂) sisteminin olduğunu FISH analizleri sonucunda belirlemişlerdir. Volf ve Schartl (2001), *Xiphophorus maculatus* balığında melanoma (renk pigmenti) şekillenmesini, farklı pigmentasyon örneklerinin oluşumunu ve eşeysel olgunlaşmayı kontrol eden genin X ve Y kromozomlarının subtelomerik bölgesindeki eşeyi belirleyen lokusa bağlı olduğunu ve genelde homomorfik olan gonozomlara (XX/XY ya da ZZ/ZW) sahip olduklarını bildirmişlerdir. Characidae familyasına ait Triportheus cinsinden bazı türlerde yapılan çalışmada bu ailede yaygın olmayan ZZ/ZW eşey kromozom sistemi olduğu Artoni vd. (2001) tarafından bildirilmiştir. *Eigenmannia virescens* ($2n=38$) balığında (Gymnotiformes) ilk defa rastlanan bir eşey kromozom polimorfizminin (ZZ/ZW) olduğu keşfedilmiştir.

Karyolojik çalışmaların yararları şu şekilde sıralanabilir (Saygun, 2005);

1. Herhangi bir türün coğrafik varyasyonlarının belirlenmesinde kromozom morfolojisi taksonomik karakter olarak kullanılabilir.
2. Türler orjinal tipten farklı ise, sistematik karışıklıkları çözmede, sistematik kategorilerin belirlenmesinde kullanılır. Böylece türler arasında ilişkilere açıklık getirir. Karyotip analizleri, tür ve alt türlerin ayırımında, taksonomik durumu tartışmalı olan taksonların durumuna açıklık getirmede yardımcı olur. Özellikle cinslerin yayılış alanı içindeki tür ve alt türler üzerinde yapılan karyotipik çalışmalar, taksonlar arasındaki ve içerisindeki filogenetik ilişkilerin aydınlatılmasını sağlar.
3. Her hücrede kromozom sayısı oldukça iyi muhafaza edilen bir karakteristik gibi görüldüğünden, bir familyanın türleri arasında yakınlığın belirleyicisidir.

4. Balıklarda sitogenetik çalışmaları, kirlilik düzeylerinin belirlenmesinde biyolojik ayıraç olarak kullanılır. Böylece balığın çevresel etkenlerden, özellikle kirleticilerden ne ölçüde etkilendiğini ortaya çıkarır.
5. Karyolojik karakterlerin keşfi, ekonomik önemi olan balıklardan daha çok verim alınmasını sağlar. Balıklarda verimin yükseltilebilmesi, canlının bulunduğu çevre koşullarına ve genetik yapısına bağlıdır. Böylece üretimin artırılması, balıkların genetik ıslahı ve kültüre alınması konusunda yararlar sağlar.
6. Türün genetik potansiyelinin belirlenmesi, melezleme çalışmalarında kullanılabilir alt yapının oluşturulmasında yardımcı olur.
7. Balıklarda yapay ginogenesis ve poliploidi oluşturmak için kromozom çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kromozom sayısında değişim meydana getiren poliploidi bitkilerde sıklıkla meydana gelmesine karşın hayvanlarda nadiren görülmektedir. Poliploidi hayvanlarda eşeyi belirleyen kromozomların sayısını artırarak eşey tayini mekanizmalarında dengesizliğe yol açmakta ve bunun sonucu olarak da kısırılık ortaya çıkmaktadır (Oraler Temizkan, 1994). Balıklarda hem anöploidi, hem de öploidi incelenmiştir. Diploid ($2n$) sayıya haploid (n) sayıda kromozom setlerinin eklenmesiyle oluşan poliploidi köpek balıklarından yüksek kemikli balıklara kadar birçok balık grubunda görülmektedir. Balıklarda poliploidiliğin başlamasında çevresel değişim ve melez stabilizasyonu büyük rol oynamaktadır (Leggatt ve Iwama, 2003; Saygun, 2005).

Balıkların büyük bir bölümü 40 ile 60 arasında değişen sayıda kromozoma sahiptir. Bunun yanı sıra bir Cyprinodontid türü olan *Notobranchius rachovii* $2n=16$, bir Acipenserid türü olan *Acipenser gueldenstaedti* $2n=258\pm 4$ kromozoma sahiptir (Post, 1965; Fontana vd., 1996; Saygun, 2005). Poliploidi, kıkırdaklı balıklarda (Chondrichthyes), akciğerli balıklarda (Dipnoi), sazan balıklarında (Cypriniformes), yayın balıklarında (Siluriformes) vb. ilkel kemikli balıklarda, Perciformes ordosunda bulunan yüksek kemikli balıklardan daha yaygın olarak görülür (Saygun, 2005). Balıklarda rastlanılmış bazı poliploid durumlara örnek verecek olursak;

Yetiştiriciliği yapılan sazan balıklarında yapılan sitogenetik incelemeler sonucunda $2n=100$ olan normal kromozom sayısı yerine $3n=150$ kromozom sayısına sahip bir bireye rastlanmıştır (Anjum ve Jankun, 1994).

Fernandes-Matioli vd. (1998), *Gymnotus caparo* balığında yaptıkları sitogenetik incelemeler sonucunda kromozom sayısı $2n=54$ ve 2 NOR' lu kromozoma sahip normal bireylerin yanı sıra 3 NOR' lu ve 81 kromozoma sahip triploid bir birey tespit etmişlerdir. Bu poliploidliğin, haploid bir spermle diploid bir oositin döllemesi sonucu oluştuğunu açıklamışlardır.

Yayın balığı *Silurus glanis* yumurtalarından çıkan ve çeşitli fenotipik anormallikleri olan bir bireyin kromozomları incelendiğinde tetraploid olduğu ($4n=130$), normal görünen bir bireyin genotipinin triploid ($3n=90$) olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan fenotipik olarak triploid özellik gösteren anöploid ($2n=64$) bireyde omurganın çok eğik olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlara dayanarak Varkonyi vd. (1998), larval gelişimde anöploidi gibi kromozomal anormalliklerin görülebileceğini ve poliploidinin her zaman sterilite ve morfolojik bozukluğa yol açmayabileceğini bildirmişlerdir.

Borin vd. (2002), bir yayın balığı türü olan *Trichomycterus davisi* ile yaptıkları sitogenetik çalışmada, doğal triploidiye rastlamışlardır. İncelenen 50 örnekte $3n=81$ kromozomlu (Normal kromozom sayısı $2n=54$) bir bireye rastlamışlardır.

Cyprinid balıklar, Afrika, Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika balık faunasının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Cyprinid familyası yaklaşık 220 cins ve 2420 türe sahiptir ve tatlı su balıklarının en büyük familyasıdır (Nelson, 2006). Türkiye'den 95' ten fazla Cyprinid türü rapor edilmiştir (Kuru, 2004). Türkiye' de tatlı su balıklarının genetik yapısı hakkında bilinenler azdır. Son zamanlarda, sitogenetik işaretleyiciler farklı balık türlerinde genetik yapı analizleri için kullanılmaktadır (Karahan ve Ergene, 2010).

Genellikle balık karyotipleri çok sayıda ve küçük kromozomlarla karakterizedir. Bu nedenle pek çok araştırmacı balık karyotip analizlerini yapmaktan kaçınmaktadır. Bundan dolayı, balıklar üzerindeki karyolojik bilgiler taksonomik olarak bilinen 25.000 balık türünün çok küçük bir yüzdesine (%10) sahiptir (Karahan ve Ergene, 2010). Karyotip çalışmaları tür seçiminde, verimli tür üretiminin yönlendirilmesinde ve sitotoksik kimyasalların izlenebilmesinde önemli katkılar sağlayacaktır (Al-Sabti, 1991).

1.1. Karyotip Çalışmaları Hakkında Bilgiler

Karyotipler, iyi yayılmış metafaz kromozomlarından hazırlanır. Son yıllarda balık karyotipi hakkında çok şey öğrenildiği görülmektedir. Günümüzde balık kromozomlarının tamamen görünüşlerine uygun kesin sonuçlar elde edilememesine rağmen sayısı, yapısı ve gelişimine ilişkin tamamlayıcı daha gerçek bilgiyi çıkartan eğilimler ve mekanizmalar vardır. Balık kromozomları ile ilgili bilinen özelliklerin bazıları aşağıdakiler gibi özetlenebilir (Denton, 1973).

1. Çoğu balık 40 ve 60 arasında değişmekle birlikte ortalama olarak $2n=50$ kromozom sayısına sahiptir. Sayılar bazı Cyprinodontid (dişli sazancıklar) formlarda, *Notobranchius rachovii* $2n=16$ (Gold, 1979) gibi düşük bir sayıdan Rus mersin balığı, *Acipenser gueldenstaedti* $2n= 258\pm 4$ (Fontana vd., 1996) gibi yüksek sayılara kadar değişir.
2. 41 balık ordosu içerisinde 25'inin üyelerinin kromozom sayıları ve/veya tipleri bilinmektedir. Salmonidae, Coregonidae, Cyprinidae, Cobitidae, Cyprinodontidae, Poecilidae, Gasterosteidae, Centrarchidae ve Gobiidae familyaları için diğerlerine göre daha fazla karyolojik bilgi vardır.
3. Tahminen 20000 balık türü içinde yaklaşık 6000'inin kromozom sayıları belirlenmiştir. Bu sayının içinde yaklaşık 2800'ünün karyotipi (Klinkhard vd., 1995) bilinmektedir.
4. Kromozom sayıları ve tipleri arasındaki benzerliklerin belirlenmesi aile ve tür yapısındaki şüphely ortadan kaldıırır.
5. Balıklarda, öploidi ve anöploidi olayları nadiren de olsa görülür.
6. Kromozom tipi ve sayısındaki başlıca değişimler muhtemelen tetraploidi orjinlilik ve kromozom segmentlerinin seri bir şekilde duplikasyonlarıyla meydana gelir. Başlıca değişimler prokordatlar (çok ışınılılar) ve pirimitiv (ilkel) balıklar arasında ve (krossoptergii) ilkel balıklar ve tetrapotlar arasında en çok bellidir.
7. En küçük kromozom değişimleri hatalı somatik kardeş kromatid crossingover'larının ya da homologlar arasındaki hatalı mayotik geçişmelerin bir sonucu olarak özel lokusun delesyonu ve duplikasyonu ile meydana gelir.
8. Kromozomlar filogeninin tüm safhalarında meydana gelir ve sentrik fizyonlarla, ayrılmalarla veya inversiyonlarla düzenlenir.
9. Gen duplikasyonu gereğinden fazla olmasına bağlıdır, fazla gen kaybolabilir, ebeveyn geni olarak görev yapabilir veya değişik bir yerde görev alabilir ve son olarak yeni bir lokusun oluşumuna öncülük edebilir.

10. Balıklarda kromozomal polimorfizm meydana gelir ve somatik ayırım esnasında muhtemelen translokasyonların bir sonucu olarak oluşur.

1.2. Bantlama Çalışmaları

Ag-NOR, G- ve C-bant teknikleri balık ve diğer organizmalardaki karyolojik analizleri belirlemek için kullanılmaktadır. NOR bölgeleri balıklarda önemli bir kromozomal işaretleyici olarak kullanılmaktadır. Kromozomlar üzerindeki NOR'ların sayı ve pozisyonu cins, tür ve popülasyona göre değişmektedir. Bundan dolayı NOR bölgeleri filogenetik çalışmalarda kullanılmaktadır. Kromozomlar üzerindeki çalışmalar kromozom sayısının sentrik füzyon ile değişebileceğini göstermektedir. Bu olay balıklarda çok yaygındır. Heterokromatinin sayı ve pozisyonu türleşmede çok yaygındır (John and Miklos, 1979; Karahan ve Ergene, 2009).

1.3. Balıkların Yakalandığı Büyük Menderes Nehri Hakkında Bilgi

Büyük Menderes Havzası, yaklaşık 25.000 km²lik yüz ölçümüyle ülkemizin önemli tarım alanlarından biridir. Büyük Menderes Havzası'nın su ihtiyacı Büyük Menderes Nehri ve kollarından karşılanmaktadır. Büyük Menderes Nehri'nin toplam uzunluğu 529 km dir. Dinar ilçesindeki "Su Çıkan" dan doğar ve Söke ilçesine bağlı Balat Köyü Dipburnu mevkiinden Ege Denizi'ne dökülür. Büyük Menderes Havzası, Nazilli ve Söke ovası gibi tarım potansiyeli çok yüksek geniş ovaları kaplamaktadır. Havza doğu-batı doğrultusunda yaklaşık 200 km boyunca uzanmakta ve genişliği doğudan batıya gittikçe artmaktadır (Mençep, 2000). Büyük Menderes Havzası'nın kuzeyinde; İzmir, Manisa, Uşak, güneyinde; Muğla, doğusunda; Afyon ve Burdur illeri, batısında; Ege Denizi yer almaktadır.

Büyük Menderes Havzası'nın en önemli sulama kaynağı olan Büyük Menderes Nehri birçok nedenden dolayı kirlenmektedir. Bu nedenler; artan havza nüfusu nedeniyle yerleşim yerlerinden kaynaklanan evsel atık sular, artan sanayi kuruluşlarının faaliyetleri sonucu oluşan endüstriyel atık sular, yoğun tarım nedeniyle bilinçsizce ve aşırı dozda kullanılan gübre ve pestisitlerin sulama suyu ile birlikte taban suyuna karışması, Sarayköy'deki Kızıldere Jeotermal Enerji Santrali'nin atık suları ve Germencik sınırları içinde bulunan Ömerbeyli Jeotermal sularındaki yüksek konsantrasyondaki Bor elementi ve Yatağan Termik santrali'nden kaynaklanan atıkların Çine Çayı aracılığıyla nehre karışmasıdır.

Büyük Menderes Nehri sadece Büyük Menderes Havzası'nın su ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamakla kalmayıp aynı zamanda pek çok canlıya ev sahipliği yapmaktadır. Türkiye'de önemli kuş türlerini barındıran sulak alanlardan birisi Büyük Menderes Deltası'dır. Büyük Menderes Deltası, Türkiye'nin gizli kalmış kuş cennetlerinden biridir. Son zamanlara kadar Türkiye'nin iç sularında yaklaşık 250 balık türü rapor edilmiş ve bunların yaklaşık 60 tanesinin Türkiye iç sularına endemik olduğu bildirilmiştir (Özcan ve Balık, 2008). Bu güne kadar Kemer Rezervuarı ve Akçay ve Büyük Menderes Havzası'ndan üçü endemik yirmi altı tür tespit edilmiştir (Özcan ve Balık, 2008).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tilapia zilli balığı ile Ergene ve Çavaş (1999) yaptıkları çalışmada kromozom sayısının $2n=44$ ve karyotipinin de 4 metasentrik, 8 submetasentrik ve 24 akrosentrik kromozomdan oluştuğunu belirlemişlerdir.

Ergene ve Karahan (1999), *Tilapia rendalli* balığının solungaçlarından karyolojik analiz yapmışlardır. Araştırmalarının sonucunda *T. rendalli* balığının $2n=44$ kromozom sayısına ve karyotipinin de 2 metasentrik, 4 submetasentrik ve 38 akrosentrik kromozomdan oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Ergene ve Portakal (1999), çalışmalarında bir tilapia balığı türü olan *Oreochromis aureus* balığının karyotipini çıkarmışlardır. Analiz sonuçlarına göre *O. aureus* balığında $2n=44$ adet kromozom ve karyotipte ise 6 submetasentrik, 10 subtelo-akrosentrik, 28 akrosentrik kromozom bulunduğunu bildirmişlerdir.

Göksu Deltası'nda yer alan Akgöl-Paradeniz lagünlerinde bol olarak bulunan kara yayın balığı *Clarias lazera* karyolojik olarak incelenmiştir. Kromozomal araştırmaların sonucunda *C. lazera* balığının $2n=56$ kromozoma ($K=18m+12sm+12a$) ve $NF=100$ kromozom kol sayısına sahip olduğu belirlenmiştir (Ergene vd. 1999).

Gül vd. (2000), Kızılırmak Nehri'nde yaygın olarak bulunan gümüş balığı da denilen Cyprinidae familyasına ait *Chalcalburnus mossulensis* balığında karyotip analizi sonucunda kromozom sayısının $2n=48$ olduğunu ve karyotipinin 12 metasentrik, 20 submetasentrik ve 16 akrosentrik kromozomdan oluştuğunu belirlemişlerdir.

Kılıç Demirok (2000), Dicle su sisteminde yaşayan bazı Cyprinidae tür ve alttürlerinin (*Alburnoides bipunctatus*, *Barbus rajanorum mystraceus*, *Capoeta trutta*, *C. capoeta umbla*, *Cyprinodon macrostomus*, *Gara rufa obtusa*, *G. variabilis* ve *Leuciscus cephalus orientalis*) kromozom sayılarını belirlemiş ve karyotiplerini çıkarmıştır. Giemsa boyamayı kullanarak incelediği preparatlardan *A. bipunctatus* balığının diploit kromozom sayısını $2n=50$, karyotipini 8 çift metasentrik, 11 çift submetasentrik ve 6 çifti subtelo-akrosentrik kromozomu, *B. r. mystraceus* balığının $2n=100$ ve $K=22m+30sm+48sta$, *C. trutta* balığının $2n=150$ ve $K=20m+54sm+76sm$, *C. c. umbla* balığında $2n=150$ ve

$K=26m+58sm+66sta$, *C. macrostomus* balığının $2n=50$ ve $K=6m+26sm+18sta$, *G. r. obstusa* balığının $2n=44$ ve $K=16m+26sm$ ve çiftleri olmayan bir büyük metasentrik ve bir akrosentrik kromozom, *L. c. orientalis* balığında ise kromozom sayısını $2n=50$ ve $K=14m+20sm+16st-a$ kromozom olduğunu belirlemiştir.

Kılıç Demirok ve Ünlü (2001), Dicle Nehri'nde yaygın olarak bulunan Cyprinidae familyasına dahil olan *Capoeta trutta* ve *C. capoeta umbla* türlerinin karyotiplerini incelemişler ve her iki türde de $2n=150$ olan kromozom sayısına rağmen *C. trutta* ($NF=220$ ve $K=70m-sm+80st-a$) ve *C. c. umbla* balıklarının ($NF=236$ ve $K=86m-sm+64st-a$) karyotiplerinin farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Saygun vd. (2001), Orta Karadeniz Bölgesi'nden elde ettikleri altınbaş kefallerin (*Mugil auratus*) kromozomlarını incelemişler ve kromozom sayısının $2n=48$ ($NF=48$) ve kromozomların tamamının akrosentrik yapıda olduğunu belirlemişlerdir.

Akdeniz'de yaygın olarak bulunan bir Gobiid türü olan *Gobius paganellus* balığında yapılan sitogenetik analizler sonucunda karyotipin 43 akrosentrik ve 1 büyük metasentrik ($2n=44$ ve $NF=45$) kromozomdan oluştuğu belirlenmiştir (Ergene Gözükara ve Çavaş 2002).

Kuzey Doğu Karadeniz bölgesindeki çiftliklerde yetiştirilen gökkuşağı alabalıklarında kromozom farklılıkları incelenmiş ve araştırmalar sonucunda Ulupınar ve Okumuş (2002), alabalıklara özgü kromozom sayısı farklılaşmasının ($2n=58-64$) görüldüğünü ve Robertson polimorfizmini tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Gül vd. (2003), Van Gölü'nde endemik olarak bulunan inci kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*) kromozomlarını incelemişler ve kromozom sayısının $2n=50$ olduğunu tespit etmişlerdir. *C. tarichi* balığının karyotipinin ise 16m, 10sm ve 24a kromozomdan meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Gökkuşağı alabalığında böbrek dokusundan elde ettiği kromozomları inceleyen Örs (2003), bu türün diploit kromozom sayısını $2n=58$ olarak belirlemiştir.

Gül vd. (2004), Cyprinidae familyasına ait *Alburnus heckeli* balığında yapılan karyotip analizi sonucu, karyotipin 14m, 18sm, ve 18a kromozomdan oluştuğunu ve kromozom sayısının $2n=50$ olduğunu (NF=82) saptamışlardır.

Hamalosmanoğlu ve Kuru (2004), Mogan Gölü' nde (Ankara) yaşayan kadife balığının, *Tinca tinca*, karyolojik analizini yapmışlardır. Çalışmalarının sonucunda kadife balığında 6 çift metasentrik, 8 çift submetasentrik ve 10 çift akrosentrik kromozom olmak üzere $2n=48$ diploit sayıda kromozom olduğunu belirlemişlerdir.

Doğu Akdeniz nehirlerinde bulunan *Garra rufa* (Pisces, Cyprinidae) balığını sitogenetik olarak inceleyen Ergene Gözükara ve Çavaş (2004), balığın kromozom sayısının $2n=44$ olduğunu ve karyotipinin de 22 metasentrik, 20 submetasentrik ve satellit taşıyan 2 akrosentrik kromozoma sahip olduğunu (NF=85) tespit etmişlerdir.

Kaya ve Ergene Gözükara (2004), Seyhan Nehri' nden yaşayan bir sazan balığı türü olan *Capoeta barroisi* balığının kromozom analizini yapmışlardır. İncelemeleri sonunda *Capoeta barroisi* balığının karyotipinin 26 metasentrik, 54 submetasentrik, 26 subtelosentrik ve 44 akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve $2n=150$ diploit sayıda kromozoma sahip olduğunu belirlemişlerdir. Temel kol sayısının da NF=230 olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmayla ilk kez *C. barroisi* balığının kromozom sayısı ve yapısının belirlendiğini bildirmişlerdir.

Kars Çayı' ndan yakalanan *Alburnus filippi* (Cyprinidae) balığının kromozomlarını Gül vd. (2005), incelemişlerdir. Yaptıkları karyolojik analizler sonucunda *A. filippi* balığının diploit kromozom sayısının $2n=50$ ve karyotipinin 8 metasentrik, 8 submetasentrik, 9 akrosentrik kromozom çiftinden (NF=82) oluştuğunu belirlemişlerdir.

Kura-Aras Nehrinden yakalanan *Orthrias angorae* ile yapılan çalışmada, kromozom sayısı $2n= 50$ olduğu ve karyotipin 7 m, 7 submetasentrik ve 11 akrosentrik kromozom çiftinden oluştuğu bulunmuştur (Kaya ve ark., 2005).

Saygun (2005), Karadeniz'de yaşayan yassı balıklardan (Pleuronectiformes) Pisi balığı (*Platichthys flesus luscus*), kalkan balığı (*Psetta maxima*) ve dil balığın (*Pegusa lascaris*) da sitogenetik bir çalışma yapmıştır. Yaptığı incelemeler sonucunda, *P.f. luscus*'un kromozom sayısının $2n=48$ (NF=48) ve tüm

kromozomların akrosentrik yapıda olduğunu, *P. maxima*'nın kromozom sayısının $2n=44$ (NF=48) ve karyotipin 2 çift metasentrik, 7 çift subtelosentrik, 13 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğunu ve *P. lascaris* balığının ise $2n=44$ kromozom sayısına (NF=58) ve karyotipin 3 çift metasentrik, 4 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik ve 8 çift akrosentrik kromozomdan meydana geldiğini bulmuştur.

Kura-Aras Havzasına endemik *Acanthalburnus microlepis* ve *Alburnus filippii*'nin kromozom sayı ve yapıları incelenmiş ve her iki türün $2n=50$ kromozoma sahip olduğu saptanmıştır. *A. microlepis*'in karyotipinin 8 metasentrik, 7 submetasentrik ve 10 akrosentrik kromozom çiftinden (NF=80), *A. filippii*'nin karyotipinin ise 8 metasentrik, 8 submetasentrik ve 9 akrosentrik kromozom çiftinden (NF=82) ibaret olduğu belirlenmiştir. Her iki türde de cinsiyet kromozom ayrımı yapılamamıştır (Nur, 2006).

Kılıç (2006), Kura-Aras Havzasından *Orthias tigris*'te yaptığı kromozomal analizler sonucunda kromozom sayısının $2n=50$ olduğunu belirlemiştir. *O. tigris*'in karyotipinin 18 metasentrik, 18 submetasentrik ve 14 akrosentrik kromozomdan (NF=86) oluştuğunu saptamıştır. Bu türde ayrı bir eşey kromozomu tespit edilememiştir.

Sinop yöresinden avlanan bazı deniz balıklarında yapılan sitogenetik çalışma sonucunda lüfer (*Pomatomus saltator*), gümüş (*Atherina boyeri*), dil (*Pegusa lascaris*), mezigit (*Merlangius merlangius euxinus*) ve tirsi (*Alosa fallax nilotica*) balıklarının kromozom sayıları Vicdanlı (2007) tarafından belirlenmiştir. Yaptığı incelemeler sonucunda, *P. saltator*' da kromozom sayısının $2n=46\pm 2$, *A. boyeri*'de $2n=47\pm 1$, *P. lascaris*'de $2n=41\pm 1$, *M. merlangius euxinus*'da $2n=60\pm 5$ ve *A. fallax nilotica*'da $2n=47\pm 1$ olduğunu belirlemiştir.

Kars İli Kura-Aras Havzası'ndan yakalanan çöpçü balığı (*Orthias angorae*) ile yapılan kromozom araştırmaları sonucunda kromozom sayısının $2n=50$ olduğu belirlenmiştir. Bu balığın karyotipinin ise 7 çift metasentrik, 7 çift submetasentrik ve 11 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu anlaşılmıştır (Kaya, 2007).

Karahan ve Ergene (2009), Türkiye'nin dört farklı bölgesinden (Mersin, Hatay, Kahramanmaraş ve Sivas) yakalanan *Garra rufa*'da karyotip analizleri yapmışlardır. Kromozom sayısı Mersin ve Sivas'tan yakalanan dişi balıklarda

$2n=50$ olarak bulunmuştur. Mersin örneklerinde NF değerinin 94, Sivas örneklerinde ise NF değerinin 96 olduğunu belirlemişlerdir. Hem Hatay, hem de Kahramanmaraş populasyonlarında kromozom sayısı erkek ve dişi balıklarda $2n=46$ olarak saptanmıştır. Hatay bölgesinin dişi bireylerinde NF sayısı 88, erkek bireylerinde 87 olarak belirlenmiştir. Kahramanmaraş'tan gelen dişi balıkların kol sayısı 90, erkek bireylerin 89 olduğu bulunmuştur. Kahramanmaraş ve Hatay bölgesi örneklerinde XX / XY eşey kromozom sistemi olarak karakterize edilebilen farklılaşmış bir çift heterokromatik kromozom belirlenmiştir.

Kızılırmak'tan yakalanan *Pseudorasbora parva*'nın karyotipi Gaffaroğlu vd. (2009) tarafından araştırılmış ve kromozom sayısının $2n=50$ olduğu bulunmuştur. Balığın karyotipinin 7 çift metasentrik, 10 çift submetasentrik ve 8 çift subtelosentrik kromozomdan (NF=100) meydana geldiği belirlenmiş, eşey kromozomu saptanamamıştır.

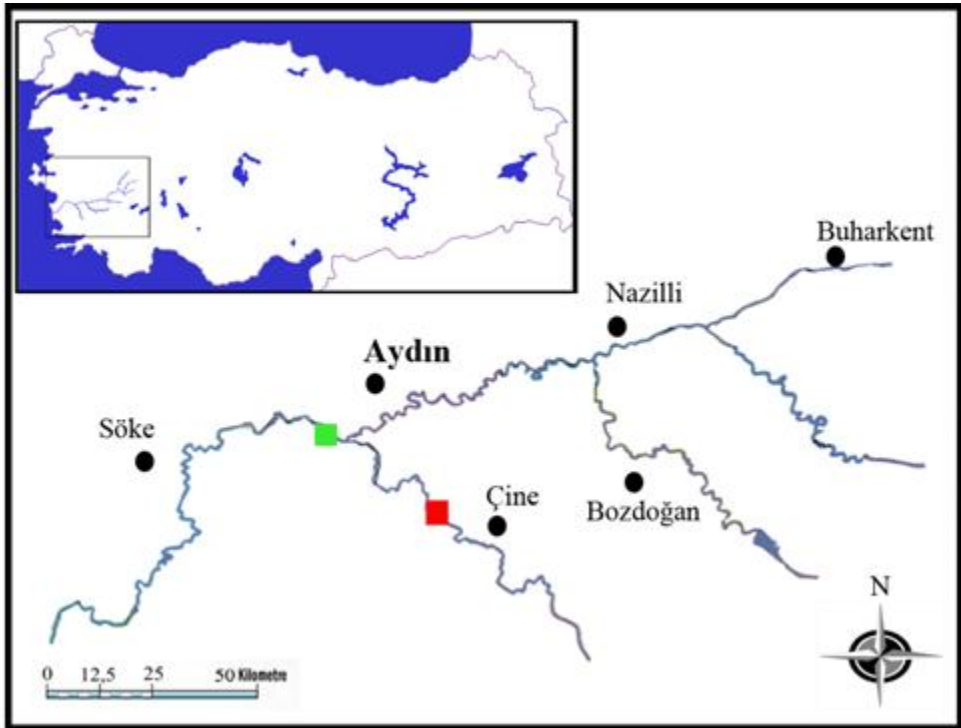
Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesindeki nehirlerde yaşayan *Pseudophoxinus antalyae*' de yapılan sitogenetik analiz sonucu kromozom sayısının $2n=50$ (NF=92), karyotipinin ise 16 metasentrik, 14 submetasentrik, 12 telosentrik ve 8 akrosentrik kromozomdan ibaret olduğunu Ergene vd. (2010) saptamışlardır.

Mardin'in Savur Çayı' ndan yakalanan *Garra variabilis*'te yapılan kromozom analizi çalışması sonucunda kromozom sayısının $2n=102$ olduğunu ve karyotipin dişiler için $42m+18sm+24st+18a$ (NF=186), erkekler için $41m+18sm+24st+19a$ (NF=185) kromozomdan oluştuğunu Karahan ve Ergene (2010) belirlemişlerdir.

Karahan ve Ergene (2011), Göksu Deltası ve Asi Nehri'ndeki *Clarias gariepinus* populasyonları arasındaki kromozomal farklılıkları incelemişlerdir. Her iki bölgeden yakalanan balıklarda kromozom sayısı ve kromozom kol sayısı aynı bulunmasına rağmen ($2n=56$, NF=100) bant örnekleri arasında farklılıklar bulunmuştur. Asi Nehri'nden yakalanan balıkların karyotipi $24m+10sm+10st+12a$ kromozom iken, Göksu Deltası'ndan yakalanan balıkların karyotipi $28m+6sm+10st+12a$ kromozom olarak belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada kullanılacak balıklar Büyük Menderes'in kolu olan Çine Çayı'nın Cumalı Köyü (*Chondrostoma meandrese*) mevki ve Büyük Menderes Nehri'nin Koçarlı köprüsü (*Acanthobrama mirabilis*) civarından yakalanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Büyük Menderes Haritası (■ : *Chondrostoma meandrese* için Avlanma Yeri, ■ : *Acanthobrama mirabilis* için Avlanma Yeri).

Balıklar serpm ağ kullanılarak yakalanmış (Şekil 3.2) ve kendi ortamlarındaki su ile birlikte bidonlara konularak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda, bidonlar içine oksijen verilerek dinlendirilen balıklar daha sonra, önceden hazırlanmış içlerinde temiz ve dinlendirilmiş su bulunan akvaryumlara konulmuştur. Standart alabalık yemiyle beslenen balıkların yaklaşık 8-10 gün kadar laboratuvara uyum sağlamaları beklenmiştir.



Şekil 3.2. Serpme kullanılarak balıkların avlanması

3.1. Mitotik Kromozom Preparatlarının Hazırlanması

Ortalama ağırlıkları 10-15 gram, uzunlukları 8-10 cm olan balıklara eşey farkı gözetmeden, vücut ağırlığının her 1 gr için 0,005 gr Kolkisin (Colchicine) abdominal boşluktan enjekte edilmiştir. Kolkisin enjeksiyonu yapılan balıklar havalandırılmış akvaryumda yaklaşık 4 saat bekletilmişlerdir. Bu sürenin sonunda balıklardan rejenerasyonun yoğun olduğu bölgelerden biri olan solungaç epitel dokusu alınarak saat camı içerisinde bistüri yardımıyla ufak parçalara ayrılmış ve üzerlerine KCI (0,075 M) çözeltisi eklenerek, oda ısısında 30-40 dakika tutulduktan sonra deney tüplerine aktarılmıştır. 2000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant atılarak hipotonik hücrelerden ayrılmıştır. Fiksasyonu sağlamak için, taze olarak hazırlanmış ve soğutulmuş 3:1 metanol:glasiyel asetik asit karışımından hücreler üzerine yaklaşık 7 ml karıştırıcı yardımıyla damla damla eklenerek aynı devir ve süreyle santrifüj edilmiştir. Süpernatant atılmış ve bu işlem iki defa daha tekrarlanmıştır. Aynı işlemler karaciğer ve böbrekten alınan örnekler için de yapılmıştır. Son santrifüj işleminden sonra süpernatant'ın büyük bir kısmı atılıp tüpün taban kısmında kalan yaklaşık 1 ml'lik hücre süspansiyonu

iyice karıştırılmıştır. Hücre süspansiyonunun, lamlar üzerine yüksekte 1-2 damla damlatılarak yayılması sağlanmıştır. Preparatlar havada kurutulmuş ve Sorenson fosfat tamponu (pH=6.8) içerisinde hazırlanmış %4'lük Giemsa ile 10-15 dakika boyanmıştır. Preparatlar kuruduktan sonra entellan ile kapatılarak daimi hale getirilmiştir. Çalışma sırasında her iki balık türünden 5'er tane balık kullanılmış ve her balıktan 5'er preparat hazırlanmıştır. Her preparatta 10'ar tane iyi dağılmış metafaz örneği değerlendirmeye alınmıştır.

3.2. Mikroskopik İnceleme

Yapılan işlemler sonucu daimi hale getirilen preparatlarda iyi yayılmış metafaz plakları seçilmiştir. Bu metafaz plaklarından normal ışık mikroskobu (Olympus BX51) altında kromozomlar incelenmiş, sayımları yapılmış ve uygun metafaz dağılımlarının fotoğrafları (Olympus E-330 dijital kamera) çekilmiştir.

3.3. Biyometrik Değerlendirmeler

Kromozomları iyi dağılmış ve iyi boyanmış metafaz plaklarının mikroskop altında fotoğrafları çekilmiştir. Çekilen bu fotoğraflardan kromozomların ölçümleri Leica IMCA 50 bilgisayar programı ile yapılmıştır. Bu ölçümler ile kromozomların morfolojik özellikleri saptanmış, karyotip ve idiogramları oluşturulmuştur. Sentromer indeksi (CI), kol oranı (AR) ve relatif uzunluk (RL) değerleri Levan ve ark. (1964) ve Green ve ark. (1980) önerdikleri sisteme göre hesaplanmıştır. Hesaplama kullanılan sistem Çizelge 3.1'de görülmektedir.

Çizelge 3.1 : Mitotik kromozomlarda sentromer konumuna göre düzenlenen sınıflandırmada kullanılan parametreler.

Kromozom tipi	Sembolü	Kol oranı	Sentromerik indeks
Metasentrik	m	1.00 - 1.67	0.500 - 0.375
Submetasentrik	sm	1.68 - 3.00	0.374 - 0.250
Subtelosentrik	st	3.01 - 7.00	0.249 - 0.125
Telosentrik	t	7.01 - ∞	0.124 - 0.000

Kullanılan çözeltiler ve boya:

Kolkisin	:	%0,05' lik (Sigma)
Fiksatif	:	Üç kısım Metanol , bir kısım glasiyal asedik asit
Hipotonik	:	0,075 Molar KCl
Boya	:	pH 6,8 Giemsa, yüzde 4-6 arası.

Boyanma işleminde kullanılan tampon önemlidir, genelde Giemsa ile birlikte Sorenson tamponu kullanılmaktadır.

Sorenson fosfat tampon çözeltisi:

Çözelti 1:

KH ₂ PO ₄	9,08 gr.
Bidistile su.....	1000 ml.

Çözelti 2:

Na ₂ HPO ₄	11,88 gr.
Bidistile su.....	1000 ml.

İki çözelti karıştırılarak pH 6,8'e ayarlanır ve pH'i 6,8 e ayarlanmış tamponun 100 ml'inde 4 ml olacak şekilde boya hazırlanır.

3.4. Araştırmada Kullanılan Balık Türlerinin Taksonomik Özellikleri

Araştırmada kullanılan balıkların sistematikteki yeri Çizelge 3.2' de görülmektedir.

Çizelge 3.2 : *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) ve *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960)'in Sistematikteki yeri.

	<i>Chondrostoma meandrense</i>	<i>Acanthobrama mirabilis</i>
Kingdom	Animalia	Animalia
Phylum	Chordata	Chordata
Subphylum	Vertebrata	Vertebrata
Class	Actinopterygii	Actinopterygii
Infraclass	Teleostei	Teleostei
Order	Cypriniformes	Cypriniformes
Family	Cyprinidae	Cyprinidae
Genus	Chondrostoma	Acanthobrama
Species	<i>Chondrostoma meandrense</i>	<i>Acanthobrama mirabilis</i>

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

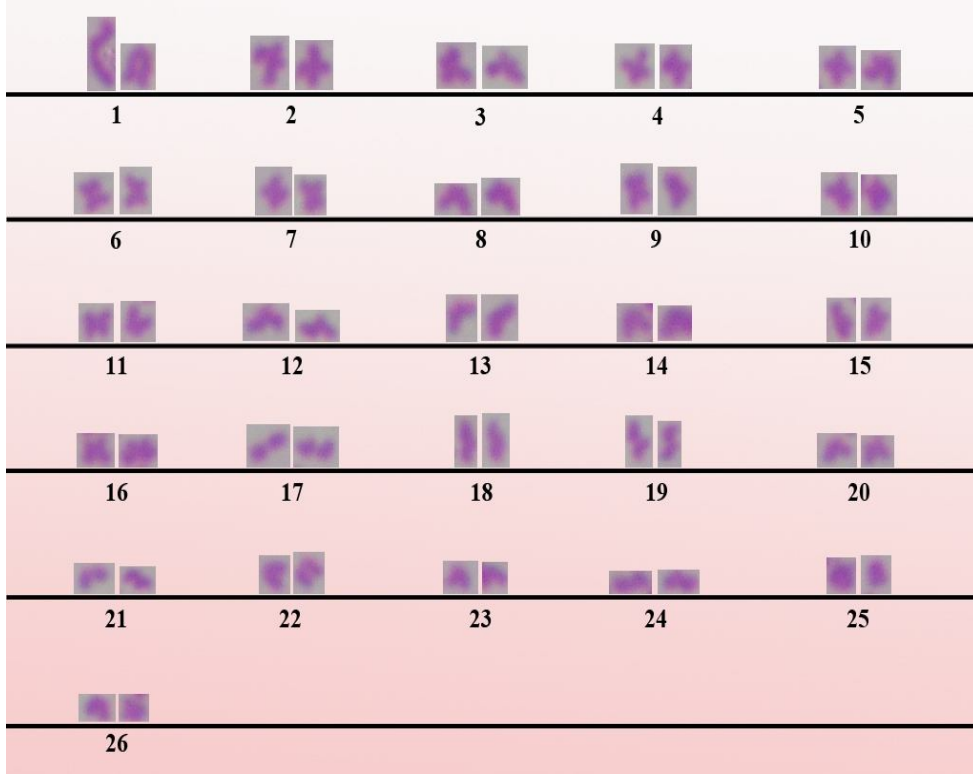
Büyük Menderes Nehri'nde yaşayan Cyprinidae familyasına ait iki endemik tür olan *Chondrostoma meandrense* (yaygın adı kababurun) (Şekil 4.1) ve *Acanthobrama mirabilis* (yaygın adı ulubat)' e (şekil 4.2) ait kromozom preparatları giemsa ile boyanarak her iki türün karyotipi ve kromozomların sayısal analizi yapılmıştır. Balıkların solungaç, karaciğer ve böbreklerinden hazırlanan preparatların mikroskopta incelenmeleri sonucunda *Chondrostoma meandrense* türünün kromozom sayısı $2n= 52$ (Şekil 4.3.) olarak belirlenmiştir. Kromozomların sentromer konumlarına göre sınıflandırılması sonucu karyotipin 18 adet metasentrik, 6 adet submetasentrik, 6 adet subtelosentrik, 22 adet akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve kromozom kol sayısının ise (NF) 82 olduğu saptanmıştır. Kromozomların çekilen fotoğrafı (Şekil 4.4.) ve idiogramı (Şekil 4.5.) de görülmektedir.



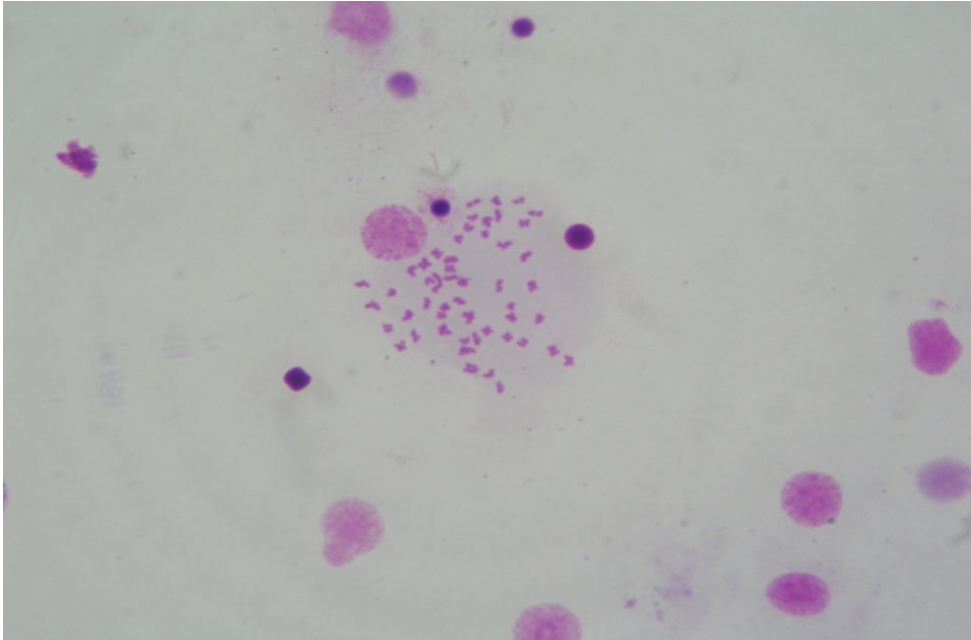
Şekil 4.1. *Chondrostoma meandrense* (Kababurun)



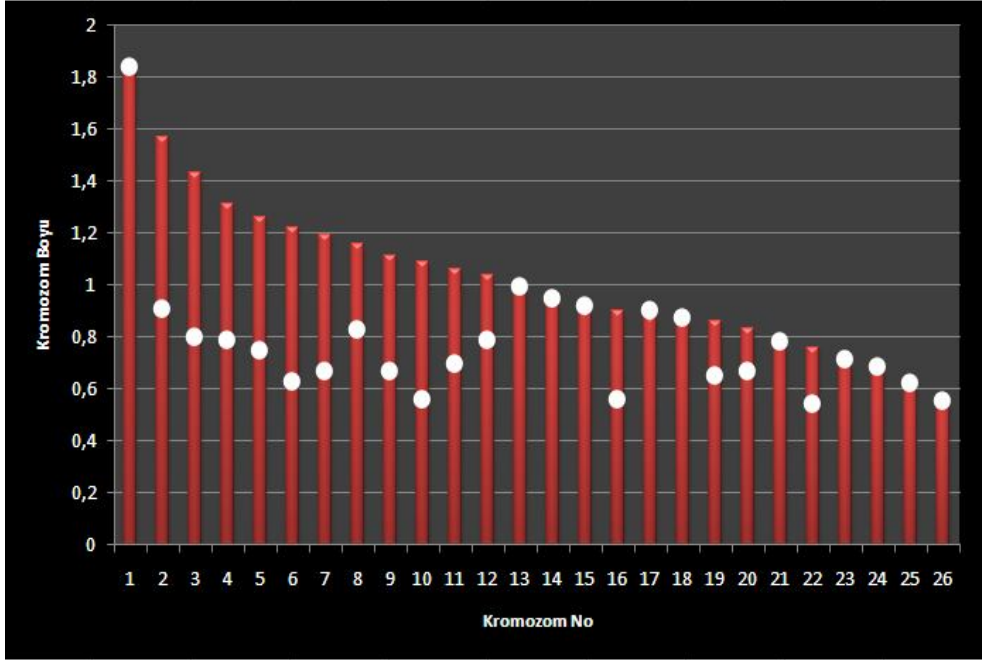
Şekil 4.2. *Acanthobrama mirabilis* (Ulubat)



Şekil 4.3. *Chondrostoma meandrense* 'nin karyogramı



Şekil 4.4. *Chondrostoma meandrense* 'nin metafaz plağı



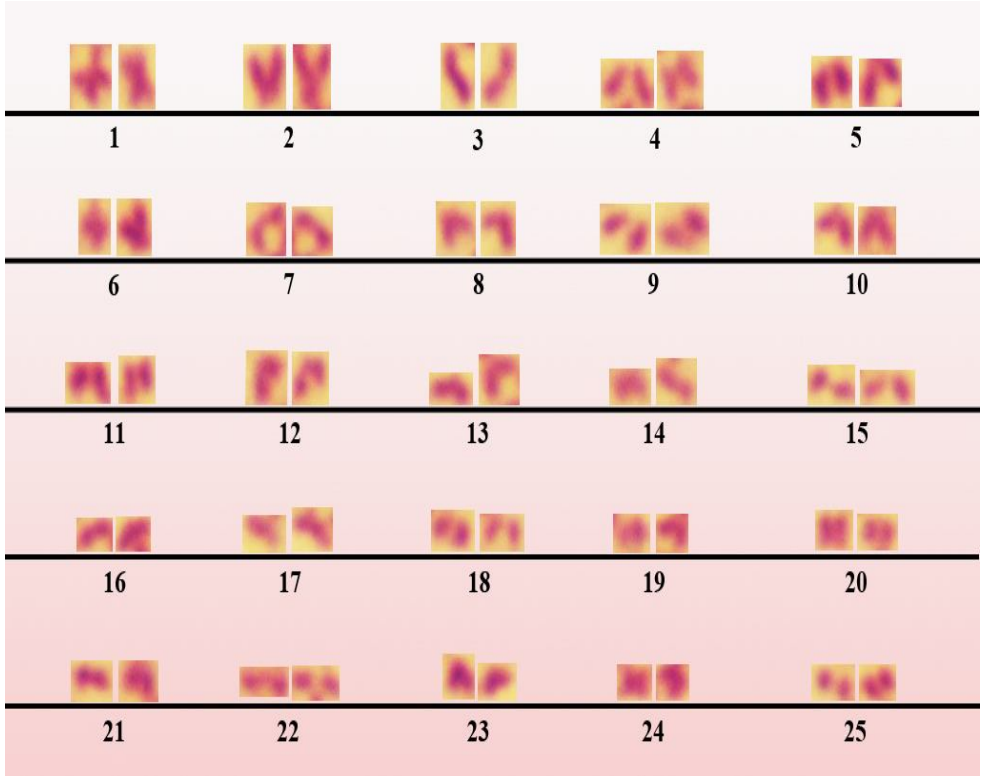
Şekil 4.5. *Chondrostoma meandrense* 'nin idiogramı

Chondrostoma meandrense 'ye ait kromozomlarda yapılan ölçümler sonucu kromozomlarla ilgili elde edilen değerler Çizelge 4.1.'de görülmektedir.

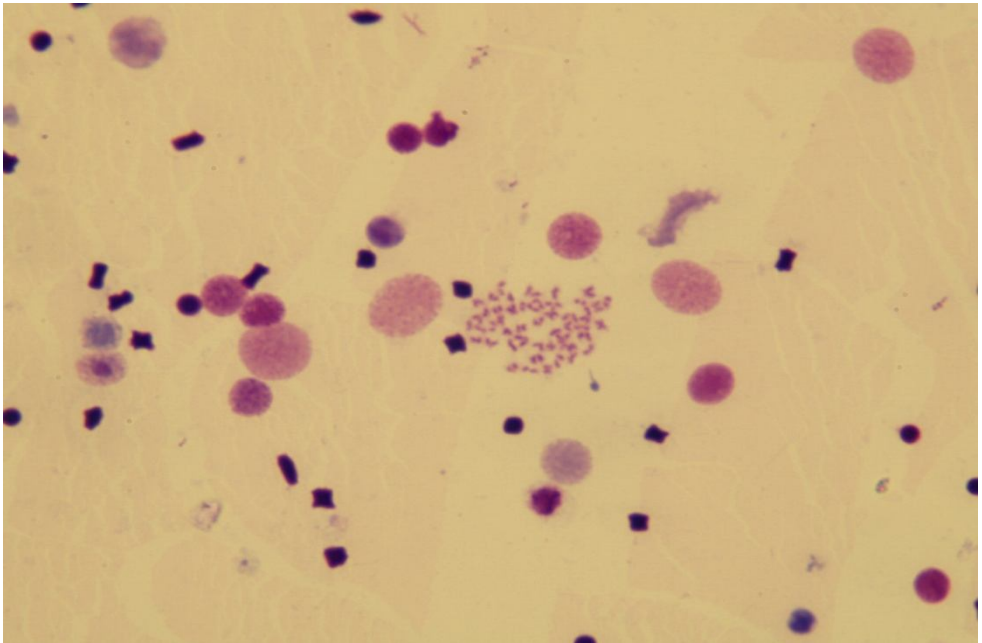
Çizelge 4.1. *Chondrostoma meandrense* karyotipinde kromozomların sayısal analizi

Kromozom No	Uzun Kol (q)	Kısa Kol (p)	Kromozom Boyu	AR	CI (%)	RL (%)	Sentromer Pozisyonu
1	1,84	0,00	1,84	∞	0,00	6,96	A
2	0,91	0,66	1,57	1,38	41,99	5,92	M
3	0,80	0,63	1,43	1,27	44,06	5,42	M
4	0,78	0,53	1,31	1,47	40,46	4,97	M
5	0,75	0,51	1,26	1,49	40,24	4,76	M
6	0,64	0,58	1,22	1,10	47,54	4,63	M
7	0,67	0,52	1,19	1,29	43,64	4,47	M
8	0,84	0,32	1,16	2,67	27,27	4,38	SM
9	0,67	0,44	1,11	1,51	39,82	4,19	M
10	0,56	0,53	1,09	1,05	48,85	4,11	M
11	0,70	0,36	1,06	1,96	33,81	3,98	SM
12	0,79	0,25	1,04	3,20	23,79	3,91	ST
13	0,98	0,00	0,98	∞	0,00	3,70	A
14	0,93	0,00	0,93	∞	0,00	3,51	A
15	0,90	0,00	0,90	∞	0,00	3,41	A
16	0,56	0,34	0,90	1,66	37,64	3,38	M
17	0,88	0,00	0,88	∞	0,00	3,32	A
18	0,86	0,00	0,86	∞	0,00	3,26	A
19	0,65	0,21	0,86	3,07	24,56	3,24	ST
20	0,68	0,15	0,83	4,53	18,07	3,15	ST
21	0,77	0,00	0,77	∞	0,00	2,92	A
22	0,54	0,22	0,76	2,43	29,14	2,86	SM
23	0,70	0,00	0,70	∞	0,00	2,64	A
24	0,67	0,00	0,67	∞	0,00	2,54	A
25	0,61	0,00	0,61	∞	0,00	2,31	A
26	0,55	0,00	0,55	∞	0,00	2,07	A

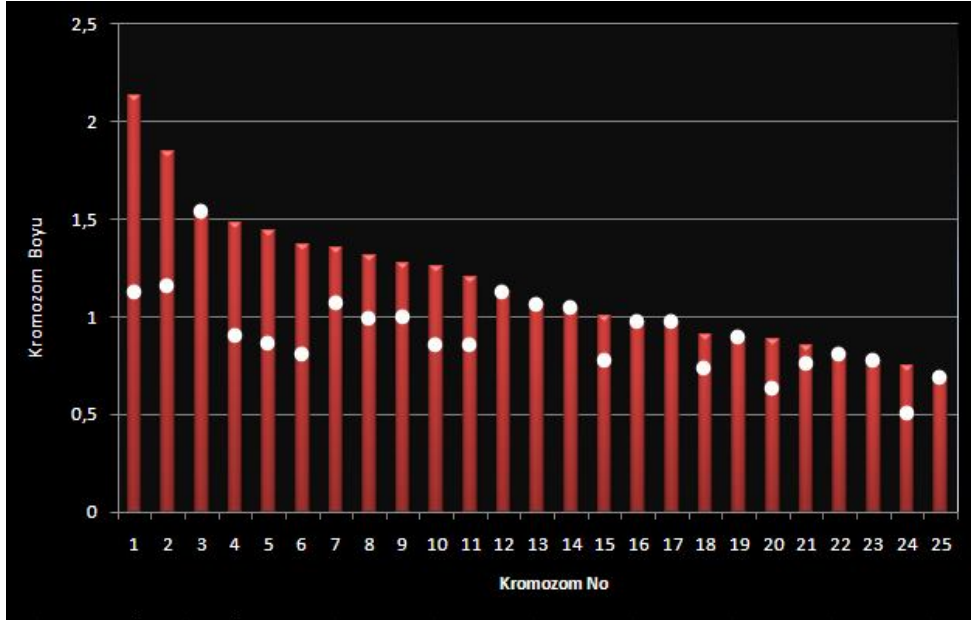
Acanthobrama mirabilis türünün kromozom sayısının $2n=50$ (Şekil 4.6) olduğu belirlenmiştir. Mikroskopta yapılan incelemelerde kromozomların sentromer konumlarına göre sınıflandırılması sonucu karyotipin 10 adet metasentrik, 6 adet submetasentrik, 10 adet subtelosentrik, 24 adet akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve kromozom kol sayısının ise (NF) 76 olduğu saptanmıştır. Kromozomların çekilen fotoğrafı Şekil 4.7' de ve idiogramı Şekil 4.8' de görülmektedir.



Şekil 4.6. *Acanthobrama mirabilis* 'in karyogramı



Şekil 4.7. *Acanthobrama mirabilis* 'in metafaz plağı



Şekil 4.8. *Acanthobrama mirabilis* 'in idiogramı

Yapılan ölçümler sonucu *Acanthobrama mirabilis* 'e ait kromozomlarla ilgili elde edilen değerler Çizelge 4.2 de görülmektedir.

Çizelge 4.2. *Acanthobrama mirabilis* karyotipinde kromozomların sayısal analizi

Kromozom No	Uzun Kol (q)	Kısa Kol (p)	Kromozom Boyu	AR	CI (%)	RL (%)	Sentromer Pozisyonu
1	1,13	1,00	2,13	1,13	46,93	7,36	M
2	1,15	0,70	1,85	1,65	37,67	6,41	M
3	1,52	0,00	1,52	∞	0,00	5,26	A
4	0,89	0,59	1,48	1,52	39,66	5,12	M
5	0,85	0,59	1,44	1,44	40,91	4,97	M
6	0,80	0,57	1,37	1,42	41,39	4,74	M
7	1,19	0,16	1,35	7,65	11,57	4,65	A
8	0,99	0,32	1,31	3,08	24,52	4,53	ST
9	1,00	0,27	1,27	3,75	21,03	4,38	ST
10	0,84	0,42	1,26	2,01	33,20	4,34	SM
11	0,84	0,36	1,20	2,33	30,00	4,17	SM
12	1,13	0,00	1,13	∞	0,00	3,92	A
13	1,07	0,00	1,07	∞	0,00	3,72	A
14	1,04	0,00	1,04	∞	0,00	3,61	A
15	0,77	0,23	1,00	3,33	23,12	3,46	ST
16	0,97	0,00	0,97	∞	0,00	3,37	A
17	0,97	0,00	0,97	∞	0,00	3,35	A
18	0,71	0,20	0,91	3,53	22,10	3,14	ST
19	0,89	0,00	0,89	∞	0,00	3,09	A
20	0,67	0,21	0,88	3,27	23,43	3,04	ST
21	0,75	0,10	0,85	7,45	11,83	2,93	A
22	0,81	0,00	0,81	∞	0,00	2,80	A
23	0,77	0,00	0,77	∞	0,00	2,66	A
24	0,51	0,24	0,75	2,10	32,21	2,59	SM
25	0,69	0,00	0,69	∞	0,00	2,40	A

Balık kromozomları nispeten küçüktürler. NF değeri (Fundamental number) veya kromozom kol sayısı bir kromozomun genetik içeriğini verdiğinden önemlidir. Çünkü sentrik füzyon veya sentrik fizyon ve benzeri olaylarla kromozom sayısı değişse bile kol sayısı değişmemektedir. *Garra rufa*'nın coğrafik olarak izole olmuş dört popülasyonundan (Hatay, Kahramanmaraş, Mersin, Sivas) Mersin ve Sivas popülasyonlarında kromozom sayısı $2n=50$, Hatay ve Kahramanmaraş popülasyonlarında kromozom sayısı $2n=46$ olarak saptanmıştır. Mersin örneklerinde karyotip $26M + 10SM + 8ST + 6A$ (NF=94), Sivas örneklerinde $28M + 14SM + 4ST + 4A$ (NF=96) olarak bulunmuştur. Hatay bölgesi dışı örneklerinde $22M + 12SM + 8ST + 4A$ (NF=88), erkek örneklerinde $22M + 12SM + 7ST + 5A$ (NF=87) olarak belirlenmiştir. Kahramanmaraş dışı

örneklerinde 32M+6SM+6ST+2A (NF=90), erkek örneklerinde 31M+6SM+6ST+3A (NF=89) şeklinde olduğu saptanmıştır (Karahan ve Ergene, 2009).

Heterokromatin, Cyprinid balıkların çeşitlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Tür içinde, makroyapı nispeten sabittir, fakat türler arasında heterokromatinle ilgili farklar vardır. Heterokromatinin aynı zamanda bazı türlerdeki tür içi çeşitliliği karakterize ederek polimorfizmin belirlenmesinde etkili olduğu görülebilir.

Türlerdeki homolog kromozomlar arasında farklılıklar olabilmektedir. Buradaki olası neden, genel kromozom şekli ya da sentromer durumunun evrimsel açıdan farklılık gösterebilmesidir (Macgregor vd., 1990). Aynı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda bu farklılıkları, genom miktarı, mitotik kromozom yapısı, kromozom sayısı, C-bantların pozisyonu ve heterokromatin miktarını bularak saptamışlardır.

Kromozomal analizlerle ortaya çıkarılan kromozom sayısı ve morfolojisi türlerin kolaylıkla belirlenmesinde ve çeşitli türler arasındaki ilişkileri tanımlamada kullanılmaktadır. Kromozom sayısı ve morfolojisi türler arasında değişebilir. Araştırmacıların büyük çoğunluğu, kromozomları Levan ve arkadaşlarının (1964) kurallarına göre bir kollu ve iki kollu olarak sınıflandırmaktadır. Bunun için kromozom kol sayısındaki farklılıklar aynı tür için bildirilmiştir. Bu genellikle, farklı araştırmacılar tarafından subtelosentrik kromozomların sayısındaki farklılığın sonucu olarak kabul edilir (Kaya ve ark., 2005). Bu varyasyondan popülasyonlar içi ve popülasyonlar arası evrimsel ilişkilerin araştırılmasında yararlanılmaktadır (Thogaard ve Disney, 1990; Karahan ve Ergene, 2010).

Evrimsel olarak ileri canlılarda kromozom morfolojisine dayalı heterogametik eşey belirlenmesi yapılabilmesine karşın, balıklarda bazı istisnalar dışında eşey kromozomlarının farklılıkları ayırt edilememektedir (Vitturi vd., 1993). Balıklarda eşey kromozomu farklılaşmasının az olmasının nedeni belki de şu ana kadar çok az balık türünün karyotipinin çalışılmış olmasıdır. Balıklardaki sitogenetik çalışmalar arttıkça belki daha çok balık türünde farklılaşmış eşey kromozomları belirlenecektir. Heteromorfik eşey kromozomları, karyotipleri çıkarılmış balık türlerinin yaklaşık %10'unda bulunmuştur (Devlin ve Nagahama, 2002). Balıklarda eşey kromozomu farklılaşmalarının, var olan bir eşey kromozomu ve bir otozom arasında kaynaşmaları (füzyon) içeren çeşitli mekanizmalarla meydana gelebileceğini ve bu füzyonların, hem atasal hem de neo-sex kromozomuna sahip

bir türde çoklu eşey kromozom (multiple sex chromosome) sistemiyle sonuçlanabileceğini bildirmişlerdir (Kitano ve Peichel, 2011). Bu çoklu eşey kromozom sistemleri pek çok balıkta bulunmuş olmasına rağmen, neo-seks kromozomu oluşumunda seçim veya fenotipik evolüsyon ve türleşmede neo-seks kromozomlarının rolü hakkında çok az şey bilindiğini Kitano ve Peichel (2011) belirtmişlerdir. Eşey kromozomuna sahip çoğu balık türü ya erkek heteromorfik (XX dişi / XY erkek) ya da dişi heteromorfik (ZZ erkek / ZW dişi) eşey kromozom sistemine sahiptir.

Karayip mavi başlı resif balığı gibi bazı balık türlerinde protogonius denen sıralı hermafroditizmin bir türü vardır ve bu eşeysele değişim yaş ve büyüklükle bağıntılıdır. Bu balık türü, bir erkek ve birkaç dişiden oluşan topluluklar halinde yaşamaktadır. Bu türdeki tüm resif balıkları dişi olarak doğarlar. Ancak, erkeğin ölmesi veya herhangi bir şekilde ortamdan ayrılması halinde, buradaki en büyük ve genellikle en yaşlı bireyler dişiden erkeğe dönüşmektedir. Bu değişikliği izleyen bir hafta içinde yumurta yerine sperm üretmeye başlarlar (Campbell ve Reece, 2008). Üstelik balıklarda sıcaklık etkeni kullanılarak eşey değişiklikleri yapay yolla da gerçekleştirilebilmektedir (James, 1983).

Garra rufa'nın Sivas, Mersin, Hatay ve Kahramanmaraş popülasyonlarından Sivas ve Mersin örneklerinde eşey ile ilgili kromozomlar belirlenememişken, Kahramanmaraş ve Hatay bölgesi örneklerinin erkeklerinde XX/XY olarak tanımlanan heteromorfik cinsiyet kromozomları belirlenmiştir (Karahan ve Ergene, 2009). Bizim yaptığımız çalışmada da her iki türde eşey kromozomu belirlenememiştir. Rudek (1974), bir Cyprinid olan *Vimba vimba* 'da XX / XY tipinde heteromorfik cinsiyet kromozomları bulmuştur. X kromozomunun en büyük metasentrik, Y kromozomunun en küçük akrosentrik kromozom olduğu belirlenmiştir. Rabova vd. (2003), *V. vimba* ve *V. elongata* 'da ayrı eşey kromozomları belirleyememişlerdir. Sonuçlarımız *Garra rufa*'nın Hatay ve Kahramanmaraş örnekleriyle uyumsuzken, Sivas ve Mersin örnekleriyle uyusmaktadır. Aynı şekilde, sonuçlarımız *V. vimba* 'da Rudek (1974) tarafından yapılan çalışmayla uyumsuzken, Rabova ve arkadaşlarının (2003) *V. vimba* ve *V. elongata* 'da yaptıkları çalışmayla uyum sağlamaktadır.

Balıkçılık çalışmalarının ekonomik açıdan verimli olması, bu çalışmaların bilimsel olarak planlanmasına ve yönlendirilmesine bağlıdır. Balıkçılık biyolojisi çalışmalarında temel amaç, hem popülasyonun sürekliliğini, hem de yüksek av

verimliliğini sağlayacak şekilde avlanmanın düzenlenmesidir. Bunun için, öncelikle balığın bulunduğu ortamda büyüme özelliklerinin iyi bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir (Kırankaya ve Ekmekçi, 2004; Kılıç, 2006). Balık kültüründe, özellikle de tatlı su balıklarında hormonal uygulamalar yoluyla cinsiyet oranlarının kontrolü, triploidi ve tetraploidi gibi poliploidi uyarımı, ginogenez ve androgenez gibi uniparental kromozom kalıtımı için kromozom takımı ve gen transferi manipülasyonları bir çok balık türü üzerinde bütün dünyada uygulanmaktadır (Özden vd., 2003). Bu teknikler ürün verimliliğini artırıcı yöntemlerdir.

Kromozom preparasyonlarının yapımında temel yaklaşım, metafazda bölünen hücreleri arttırmak ve daha sonra gözlemek için bir mikroskop lamı üzerinde metafaz hücrelerinden kromozomları yaymaktır. Aynı prensipler insanlar dahil, diğer memelilerle çalışmalarda da geçerlidir (MacGregor vd., 1987; Yunis, 1974).

Bölünen hücreleri metafazda durdurmak için kolkisin, kolsemid ve vinblastin sülfat gibi çeşitli kimyasal maddeler kullanılır. Bu maddelerin hepsi iğ ipliği oluşumunu önlemek ve kromozomların metafaz düzleminde dağınık halde kalmalarını sağlamak için kullanılmaktadır. Kullanılan kolkisinin miktarı ve uygulama süresi kromozomların elde edilmesinde önemlidir. Kimyasal maddeye maruz bırakma süresi 20 dakikadan 6-8 saate kadar değişebilmektedir. Kısa süreli uygulamalarda metafaz sayısı az iken, uzun süreli muamelede ise kromozomların aşırı yoğunlaşmasından kaynaklanan büzölmeler meydana gelebilmektedir. Bu da kromozomların morfolojilerinin belirlenmesinde zorluklara yol açmaktadır.

Cyprinidae familyası Türkiye’de 166 tür ve alt türle temsil edilmektedir (Kuru, 2004). *Acanthobrama* cinside Cyprinidae familyasına aittir ve Anadolu, Orta Doğu ve Arap yarımadasında en az dokuz türünün yaşadığı bilinmektedir. Beş türün bir su kaynağına veya bir ırmağına lokal endemik olduğu bilinmektedir. Bunlar, *A. centisquama*, *A. hulensis*, *A. lissneri*, *A. Terrasanctae*, *A. tricolor* dur. Orta Doğu ve Mezopotamyada geniş yayılış gösteren iki tür *A. marmid* ve *A. telavivensis* olduğu bildirilmiştir (Gaffaroğlu vd., 2006). Kalan iki tür *A. mirabilis* ve *A. hadiyahensis*’in dağılım yerlerinin bilinmediği belirtilmişse de daha sonra yapılan çalışmalarla *A. mirabilis*’in Büyük Menderes Nehrine endemik olduğu belirlenmiştir (Sarı ve Bilecenoğlu, 2000, 2002). *Chondrostoma meandrense*’de Cyprinidae familyasına dahil olup, Büyük Menderes Nehrine endemik bir balık türüdür. (Yeğen ve ark., 2008; Özcan ve Balık, 2008).

İnversiyon, bir kromozomun iki yerinden kırılma meydana geldikten sonra kırılan parçanın ters dönerek aynı kromozoma yapışmasıdır. Perisentrik inversiyonda ters dönen parça sentromeri de içerdiğinden kromozomun şeklinde değişiklik meydana gelmektedir. Brezilya’da Hypoptomatinae subfamilyasına ait çalışılan 9 türde tüm örneklerin $2n=54$ kromozoma sahip olduğu bulunmuştur. Fakat karyotipik yapı seviyesinde farklılıklar belirlenmiştir. Hypoptomatinae’de kromozom evrimiyle ilişkili olarak çeşitli türlerde inversiyonların meydana geldiği ve bu tür kromozom düzenlemelerinin karyotipik evolüsyonda ve tür farklılaşmasında çok önemli rol oynadığına Christina ve arkadaşları (2005) tarafından dikkat çekilmiştir. Böylece, sayısal kromozom değişimleri Hypoptomatinae’nin evriminde sıklıkla fikse edilmemesine rağmen, yapısal düzenlemeler bu grubun türleşmesinde önemli bir rol oynamıştır.

Otoinclus affinis’in iki lokal örneğinde kromozom sayısı $2n=54$ olarak bulunmuştur. Kromozom sayısındaki benzerliğe rağmen karyotip durmunda farklılıklar belirlenmiştir. *Otoinclus aff.vestitus*’ta kromozom sayısının $2n=72$ olduğu ve çok sayıda tek kollu kromozomlara sahip olduğu saptanmıştır. $2n=54$ kromozomlu örneklerde karyotipler arasında bulunmuş farklılıklar olasılıkla parasentrik inversiyonlarla ilişkiliyken, *Otoinclus aff.vestitus*’ta $2n=72$ kromozomun varlığı kromozom fizyonlarının bu türün karyotipik evriminde önemli bir rol oynadığını Andreatta ve arkadaşları (1994) bidirmişlerdir.

Cyprinid türlerin büyük çoğunluğu $2n=50$ (48-52) ile $2n=100$ (98-102) kromozom sayısına sahiptirler. Ayrıca, Barbus ve Capoeta gibi cinslerin $2n=150$ kromozomlu türleri de vardır (Gaffaroğlu vd., 2009). İncelediğimiz türlerden biri olan *A. mirabilis*’in kromozom sayısı $2n= 50$ olarak bulunmuştur. Bu Cyprinidae familyasının genelde sahip olduğu kromozom sayısına benzerlik göstermektedir. Doğu Anadolu, Orta Doğu ve Arap Yarımadası’nda yaşayan bir tür olan *Acanthobrama marmid* ile yapılan çalışmalarda kromozom sayısının $2n=50$ olduğu belirlenmiştir (Gaffaroğlu vd., 2006; Gaffaroğlu ve Yüksel, 2009). Gaffaroğlu ve arkadaşlarının 2006’da yaptıkları çalışmada, karyotipin 8 çift metasentrik (m), 13 çift submetasentrik (sm) ve 4 çift subtelosentrik (st) - akrosentrik (a) kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir. Kılıç Demirok ve Ünlü (2001), *Capoeta trutta* ve *Capoeta capoeta umbla*’ da yaptıkları sitogenetik incelemeler sonucunda *C. trutta*’nın diploid kromozom sayısını $2n=150$ ve kromozom kolları sayısını $NF=220$ olarak, *C.capoeta umbla*’nın kromozom sayısını $2n=150$ ve $NF=236$ olarak bulmuşlardır. Bizim çalıştığımız *A. mirabilis*’te

karyotip 5 metasentrik, 3 submetasentrik, 5 subtelosentrik ve 12 akrosentrik çiftten oluşmuştur. *A. marmid* ile aynı kromozom sayısına ($2n=50$) sahip olmasına rağmen karyotipte farklılıklar bulunmuştur. Esmaeli ve arkadaşları tarafından (2010) *C. regium*'da ($2n=52$) karyotipin 42 submetasentrik ve 10 subtelosentrik kromozomdan meydana geldiği ve NF değerinin 58 olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda *C. meandrense* ($2n=52$)'nin karyotipinin 18 metasentrik, 6 submetasentrik, 6 subtelosentrik ve 22 akrosentrik kromozomdan oluştuğu ve NF değerinin 82 olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıklar kromozomların yapılarında meydana gelen perisentrik inversiyon ve translokasyon gibi olaylar sonucu ortaya çıkmaktadır (Rab vd., 1990; Rodrigues ve Collares-Pereira, 1996; Gaffaroğlu vd., 2006).

Chondrostoma meandrense'de kromozom sayısı $2n= 52$ olarak bulunmuştur. Bu sayı diğer Cyprinid türlerin genelde sahip oldukları sayıya denktir. İran'da Esmaceli ve arkadaşlarının (2010) *Chondrostoma regium* ile yaptıkları çalışmada kromozom sayısı $2n= 52$ olarak bulunmuştur. Bu sayı bizim bulduğumuz sayı ile uyusmaktadır. Ancak, *Chondrostoma* cinsinin bazı türleri (*C. genei*, *C. knerii*, *C. nasus*, *C. phoxinus*, *C. soetta* and *C. toxostoma*, *C. duriense*, *C. arcasii*, *C. macrolepidotum*) ile yapılan çalışmalarda diploid sayı $2n= 50$ olarak bulunmuştur (Arkhipchuk, 1999; Klinkhard vd., 1995; Gante vd., 2004). Bu durum, *Chondrostoma* cinsi üyelerinin sitogenetik bakış açısı bakımından korunmadığını ve bu takson bakımından ilginç bir özellik olduğunu göstermektedir. Diğer balık cinslerinin türleri arasındada diploit sayıda büyük varyasyonların olduğu Alves ve arkadaşları (2006) tarafından bildirilmiştir. Alves ve arkadaşlarına (2006) göre, *Hypostomus* cinsinin türlerinin kromozom sayılarının $2n=52$ ile $2n=80$ arasında değiştiği, bu değişikliğin *Hypostomus* cinsinin karyotipik evrimi esnasında senrik fizyon (ayrılma) sonucu oluşan çok sayıda tek kollu kromozomlar yüzünden olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Balık kromozomlarının çok küçük ve sayılarının fazla olmaları, coğrafik farklılıklar, kromozom boyama ve bantlama yöntemleri, ölçümden doğan farklılıklar gibi etkenlerden dolayı balık kromozomları üzerinde yapılan karyotip, NOR ve diğer bantlama çalışmalarında bazı araştırmacılar farklı sonuçlar bulabilmekte ve hatta bazen istenilen netice elde edilememektedir. Ag-NOR, G ve C-band teknikleri balık ve diğer organizmalardaki karyolojik analizleri belirlemek için kullanılmaktadır. NOR bölgeleri balıklarda önemli bir marker olarak kullanılmaktadır. Kromozomlar üzerindeki NOR'ların sayı ve pozisyonu cins, tür

ve popülasyona göre değişmektedir. Bundan dolayı NOR bölgeleri filogenetik çalışmalarda kullanılmaktadır. Kromozomlar üzerindeki çalışmalar kromozom sayısının sentromerik füzyon ile değişebileceğini göstermektedir. Bu olay balıklarda çok yaygındır. Heterokromatinin sayı ve pozisyonu türleşmede çok önemlidir (John ve Miklos, 1979).

İleri canlıların poliploidi olayına tolerans göstermemelerine karşın balıklarda doğal poliploidiye rastlamak olasıdır (Menzel ve Darnell, 1973). Nanda ve arkadaşları (1995), laboratuvarında poliploid tür oluşturarak diploid türden farklı fenotipik olarak ne gibi sapmalar gösterdiğini incelemişler ve belirgin bir fark olmadığını belirlemişlerdir. Cyprinidae familyasının incelenen çoğu türünde kromozom sayısı çoğunlukla $2n=50$ 'dir. *Cyprinus carpio* gibi bazı türlerin $2n=98-100$ ve Güney Afrika'dan *Barbus* türlerinin $2n=148-150$ kromozoma sahip olduğu bulunmuştur (Oellerman ve Skelton, 1990; Al-Sabti, 1991; Gül vd., 2004). Afrika cyprinid türlerinde diploid (yaklaşık 50 kromozom), tetraploid (yaklaşık 100 kromozom) ve heksaploid (yaklaşık 150 kromozom) olmak üzere üç ploidi seviyesi kabul edildiğini Tsigenopoulos ve arkadaşları (2002) belirtmişlerdir (Nur, 2006).

5. SONUÇ

Çalışma materyalimizi oluşturan *Chondrostoma meandrense* ve *Acanthobrama mirabilis* türleri Cyprinidae familyasına ait olup, yurdumuzda Büyük Menderes Nehri ve kollarında yaşayan endemik iki türdür. Bu türlere ait sistematik kayıtlar ve yaşama alanları ile ilgili bilgiler çeşitli araştırmacılar tarafından verilmiştir (Sarı vd., 1999; Sarı ve Bilecenoğlu, 2000, 2002; Yeğen vd., 2008; Özcan ve Balık, 2008).

Büyük Menderes Havzası sularında yaşayan bu iki türün karyolojisiyle ilgili çalışmalar bulunmamaktadır. Bu nedenle, araştırmamızda Büyük Menderes Nehri'ne endemik olan *C. meandrense* ve *A. mirabilis* türlerinin sitogenetik olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Karyotip özelliklerinin bilinmesi, morfolojik olarak tanımlanan taksonların ayrıntılı sitogenetik tekniklerle desteklenmesi daha güvenilir sınıflamalar yapılmasını sağladığından bu iki türün kromozom sayıları ve kromozom morfolojileri belirlenmiştir.

Canlıların kromozom sayıları cinsten cinse hatta türden türe değişkenlik göstermesine karşın tür içinde sabittir. Fakat balıklarda aynı tür içinde kromozom sayılarında farklılıklar gözlenmiştir (Saxena ve Vasave, 2011) Bir bireyin her hücresi onun ait olduğu türe özgü sayıda kromozom taşır. Ökaryotik canlıların çoğu diploid sayıda kromozoma sahiptir, yani somatik hücrelerinde iki takım kromozom vardır. Bu sayının kendiliğinden veya dış etkenlerle değiştiği sık görülen bir olaydır (Oraler-Temizkan, 1994).

Sadece morfolojik, anatomik ve biyokimyasal özelliklere göre yapılan çalışmaların taksonomik ve filogenetik açıdan yeterli olmadığı, aynı cinse ait tür ve alttürlerin ayırt edilmesinde ve aralarındaki akrabalıkların belirlenmesinde karyolojik çalışmaların ne kadar önemli olduğu, bu çalışma ile bir kez daha ortaya konmuştur. Bu alanlara yeni boyut getiren karyoloji ile bu sıkıntıların biraz da aşılabacağı beklenmektedir.

Karyotip çalışmalarında kaliteli metafazların elde edilebilmesi için uygulanan her aşamanın kusursuzca yapılması gerekmektedir. Bu tür çalışmaların birçok araştırmacı tarafından yapılması ile karşılaştırma ve çalışma yöntemlerinin gelişimi sağlanarak en iyi sonuca ulaşılması mümkün olacaktır.

Sonuç olarak; balıklar üzerinde yapılan çalışmalar da çok dikkatli olunmalıdır. Her aşamada kullanılan doz ve sürenin az ya da çok olması istenilen sonuçları almayı zorlaştırmaktadır. En iyi sonuca ulaşmak bir çok araştırmacının değişik yöntemleri uygulaması ve geliştirmesiyle mümkündür.

Büyük Menderes Havzasına endemik olan balıklar üzerine kromozomal bazda literatür bilgileri oldukça azdır. Bu çalışma ile üzerinde araştırma yapılan *Chondrostoma meandrense* ve *Acanthobrama mirabilis*'in kromozom sayı ve yapıları belirlenerek karyotipleri yapılmış ve bu konuda literatür bazında eksik olan bilgiler tamamlanarak ülke ve dünya biliminin gelişmesine katkıda bulunacağı ve buna paralel olarak sonuçlarımızı referans olarak kullanacak diğer çalışmalara temel oluşturacağı inancındayız.

KAYNAKLAR

- Al-Sabti, K. 1991. Handbook of Genetoxic Effect and Fish Chromosomes. **J. Stefan Institute**, 221 p., Ljubljana, Yugoslavia.
- Alves L. A., Oliveira C., Nirchio M., Granado A., Foresti F. 2006. Karyotypic relationships among the tribes of Hypostominae (Siluriformes: Loricariidae) with description of XO sex chromosome system in a Neotropical fish species. **Genetica**, 128: 1–9.
- Andreato, A. A., Almeida-Toledo, L. F., Oliveira, C. and Toledo Filho, S.A., 1992. Chromosome studies in Hypoptomatinae (Pisces, Siluriformes, Loricariidae): I. XX/XY sex chromosome heteromorphism in *Pseudotocinclus tietensis*. **Cytologia**, 57:369-372.
- Andreato, A. A., Almeida-Toledo, L. F., Oliveira, C., Toledo-Filho, S. A. 1994. Chromosome studies in Hypoptopomatinae (Pisces, Siluriformes, Loricariidae): III. Analysis seven species. **Caryologia**, 47:27-37.
- Anjum, R. and Jankun, M., 1994. Spontaneous Triploid Common carp (*Cyprinus carpio L.*) in a Farm Population. **Cytobios**, 78:153-157.
- Arkipchuk V. V. 1999. Chromosome Database. Database of Dr. Victor Arkipchuk. (<http://www.fishbase.org>), Erişim Tarihi : 2011.
- Artoni, R. F., Falcao, J. D. N. and Moreira-Filho, O., 2001. An uncommon condition for a sex chromosome system in Characidae fish. Distribution and differentiation of the ZZ/ZW system in *Triportheus*. **Chromosome Research** 9:449-456.
- Barros, L. A. C., Mariano, C. S. F., Pompolo, S. G., Delabie, J. H. C. 2009. Hsc-FA and NOR bandings on chromosomes of the giant ant *Dinoponera lucida* Emery, 1901 (Hymenoptera: Formicidae). **Comparative Cytogenetics**, Vol. 3, No:2, P. 97-102.
- Basaran, N. 1994. Tibbi Genetik. **Bilim Teknik Yayınevi**, 494 s., Eskisehir.
- Bertollo, L. A. C., Moreira-Filho, O., Galetti, P. M., Jr. 1986. Cytogenetics and taxonomy:considerations based on chromosome studies of freshwater fish. **J.Fish Biol.** 28:153-159.
- Bertollo, L. A. C., Takahashi, C. S., Moreira-Filho, O. & Fontes, M. S. 1997. Karyotypic diversity and distribution in *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae): cytotype with 2n = 40 chromosome. **Brazilian Journal of Genetics** 20:237–242.

- Borin, L. A., Martins-Santos, I. C. and Oliveira, C., 2002. A Natural Triploid in *Trichomycterus davisi* (Siluriformes, Trichomycteridae): Mitotic and Mitotic Characterization by Chromosome Banding and Synaptonemal Complex Analyses. **Genetica**, 115:253-258.
- Born, G. G. & Bertollo, L. A. C. 2000. An XX/XY sex chromosome system in a fish species, *Hoplias malabaricus*, with a polymorphic NOR-bearing X chromosome. **Chromosome Research** 8:111-118.
- Bradbury, E. M., Maclea, N. and Matthews, H. R. 1981. DNA, Chromatin and Chromosomes. **Blackwell Scientific Pub.** 1-275.
- Campbell, N.A., Reece, J. B. 2008. Biyoloji, 6. Baskıdan çeviri. **Palme Yayıncılık**, sayfa 977, Ankara.
- Campos-Ramos, R., Harvey, S. C., Masabanda, J. S., Carrasco, L. A. P., Griffin, D. K., McAndrew, B. J., Bromage, N. R. and Penman, D. J. 2001. Identification of putative sex chromosomes in the blue tilapia, *Oreochromis aureus*, through synaptonemal complex and FISH analysis. **Genetica** 111:143-153.
- Christina, F. D., Chiachi, M. C., Takako, A. K., Andreato, A. A., Foresti, F., Oliveira, C. 2005. Comparative cytogenetics of nine species of Hypoptomatinae (Teleostei: Siluriformes: Loricariidae): the importance of structural rearrangements in chromosome evolution. **Caryologia** Vol:58, no.4: 387-395.
- Çolak, A., Sezgin, Ü., Süngü, S. 1985. Sazangiller (Cyprinidae) familyasına ait Beni Balığında *Cyprinion macrostomum* (Heckel, 1843) Kromozomal araştırmalar. **Doğa Bilim Dergisi**, Seri A2, Cilt 19, Sayı 2, 193-195.
- Demirsoy, A. 1975. Erzurum Bölgesi Orthoptera (Insecta) Faunasının Tesbiti ve Taxonomik incelenmesi. **Atatürk Üniversitesi Yayınları** No. 347, **Fen Fakültesi Yayınları** No. 39. Serisi No. 35. 122 s.
- Denton, T. E. 1973. Fish chromosome methodology. Illinois, USA. Charles C. Thomas. Springfield, 166 p.
- Devlin R. H., Nagahama Y. 2002. Sex determination and sex differentiation in fish: overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, 208:191-364.
- Ergene, S. ve Çavas, T. 1999. *Tilapia zilli* (Gervais, 1848)'in (Pisces: Cichilidae) Karyolojik Analizi. **Gazi Üniv. Fen Bilimleri Dergisi**, 12 (3):829-835.

- Ergene Gözükara, S. and Çavas, T. 2002. Cytogenetic Analysis of a Mediterranean Gobiid Fish *Gobius paganellus* (L., 1758) From Turkey. **Folia Biologica**, 50:1-2, 5-7.
- Ergene Gözükara, S. and Çavas, T. 2004. A Karyological Analysis of *Garra rufa* (Heckel, 1843) (Pisces, Cyprinidae) from the Eastern Mediterranean River Basin in Turkey. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, 28:497-500.
- Ergene, S. and Karahan, A. 1999. Karyological analyses of *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1897) (Pisces: Cichlidae). **Gazi University Journal of Education Faculty**, 19(2):161-165.
- Ergene S., Karahan A., Kuru M. 2010. Cytogenetic analysis of *Pseudophoxinus antalyae*, Bogustkaya, 1992 (Pisces: Cyprinidae) from the Eastern Mediterranean River Basin, Turkey. **Turk J. Zool.**, 34 (2010) 111-117.
- Ergene, S. ve Portakal, E. 1999. *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) 'un Karyolojik Analizi. **X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, 22-24 Eylül, Adana, Cilt II, 758-766.
- Ergene S., Portakal E. and Karahan A. 1999. Karyological analysis and body proportion of Catfish (Clariidae, *Clarias lazera*, Valenciennes. 1840) in Göksu Delta Turkey. **Turkish Journal of Zoology**, 23:423-426.
- Esmaeili, H. R., Zareian, H., Gholamhosseini, A., Ebrahimi, M., Gholami, Z., Teimori, A., Ansari, T. H. 2010. Karyotype Analysis of the King Nase Fish, *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) (Actinopterygii: Cyprinidae) from Iran **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 10: 477-481.
- Fernandes-Matioli, F. M. C., Almeida-Toledo, L. F. and Toledo-Filho, S. A. 1998. Natural Triploidy in the Neotropical Species *Gymnotus carapo* (Pisces: Gymnotiformes). **Caryologia**, 51(3-4):319-322.
- Fontana, F., Lanfredi, M., Rossi, R., Bronzi, P. and Arlati, G. 1996. Karyotyping Characterization of *Acipenser gueldenstaedti* with C-, AgNO₃, and Fluorescence Banding Techniques. **Ital. J. Zool.**, 63:113-118.
- Gaffaroğlu, M., Yılmaz, M., Yılmaz, M. 2009. Karyotype of *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel 1846) (Pisces, Cyprinidae) in Kızılırmak River, Turkey. **Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.** 15(3):407-409.
- Gaffaroglu, M., Yüksel, E., and Ráb, P. 2006. Note on the karyotype and NOR phenotype of leuciscine fish *Acanthobrama marmid* (Osteichthyes, Cyprinidae). **Biologia**, 61:207-209.

- Gaffaroğlu, M., Yüksel, E. 2009. Constitutive heterochromatin in *Acanthobrama marmid* and *Cyprinion macrostomus* (Osteichthyes, Cyprinidae). **Kafkas Univ Vet Fak Derg.**, 15 (2): 169-172.
- Gante, H. F., Collares-Pereira, M. J. and Coelho, M. M. 2004. Introgressive hybridisation between two Iberian *Chondrostoma* species (Teleostei, Cyprinidae) revisited: new evidence from morphology, mitochondrial DNA, allozymes and NOR-phenotypes. **Folia Zool.**, 53(4): 423–432.
- Gold, J. R. 1979. Cytogenetics, Fish Physiology. **Academic Press**, Vol. VIII :353-405.
- Green, D. M., Bogart, J. P., Anthony, E.H., Genner, D.L. 1980. An Interactive, Microcomputer-Based Karyotype Analysis System for Phylogenetic Cytotaxonomy. **Comput. Biol. Med.**, 10:219-227.
- Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ. 2000. Gümüş Balığı'nda (*Chalcalburnus mossulensis*, Heckel 1843) Karyotip Analizi. **Turk. J. Biol.**, 24:657-662.
- Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ. ve Kaloglu, 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. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, 27:1293-1298.
- Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ., Kaloğlu, B. 2004. Karyotype Analysis in *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) from Lake Hazer. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, 28:309-314.
- Gül, S., Nur, G. ve Baysal, A. 2005. Kura-Aras Havzasında Endemik İnci Balığı'nda (*Alburnus filippi*, Kessler, 1877) Kromozomal Çalışmalar. **XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, 1-4 Eylül 2005, Çanakkale.
- Hamalosmanoğlu M., Kuru M. 2004. Mogan Gölünde (Ankara) Yaşayan Kadife Balığının (*Tinca tinca* L., 1758) Karyotip Analizi ve İdiogramı. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, 28:143-147.
- Hewitt, G. M. 1979. Orthoptera. In: Animal Cytogenetics Tlöl 3. Insecta 1 Gerbriider. **Borntraeger**, Berlin, Stuttgart.
- James J. 1983. "Evolution of sex determining mechanism", California, **The Benjamin/Cuming Publishing Company, Inc**, 123.
- John B, Milkos G. L. G. 1979. Functional aspects of satellite DNA and heterochromatin. **Int. Rev. Cytol.**, 58:1-114.

- Karahan A., Ergene S. 2009. Cytogenetic Variation of Geographically Isolated Four Populations of *Garra rufa* [(Heckel, 1843) (Pisces, Cyprinidae)] in Turkey. **CARYOLOGIA**, Vol. 62, no. 4: 276-287, 2009.
- Karahan A., 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., Ergene S. 2011. Chromosomal differentiation between populations of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) from the Göksu Delta and Orontes River (Turkey). **Turk. J. Biol.**, 35:79-87.
- Kaya, F. ve E. Gözükara, S. 2004. Seyhan Nehri'nde Bulunan *Capoeta barroisi* (Lortet, 1894) (Pisces: Cyprinidae)'nin Sitogenetik Analizi, **XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi**, 21-24 Haziran, Adana.
- Kaya T. Ö. 2007. Kura-Aras Havzasından Çöpçü Balığı (*Orthrias angorae* STEINDACHNER, 1897)'nda Kromozomal Çalışmalar. **Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yük Lisans Tezi**, 59 s., Kars.
- Kaya, T. Ö., Gül, S., Nur, G. 2005. Karyotype analysis in *Orthias angorae* (Steindachner, 1897). **Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.**, 11 (2): 137-140.
- Kılıç, B. 2006. Kura-Aras Havzasından *Orthrias tigris* (Heckel, 1843)'de Kromozomal Çalışmalar. **Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yük Lisans Tezi**, VII+58 sayfa, Kars.
- Kılıç Demirok, N. 2000. Chromosomal works on some species and subspecies of Cyprinids which are live in Dicle River System. **Doctorate Thesis, University of Dicle, Institute of Science**, Diyarbakir. Turkey.
- Kılıç Demirok, N., Ünlü, E. 2001. Karyotypes of Cyprinid fish *Capoeta trutta* and *Capoeta capoeta umbla* (Cyprididae) from the Tigris river, **Turk. J. Zool.**, 25:389-393.
- Kırankaya, Ş. G., Ekmekçi, F. G. 2004. Gelingüllü Baraj Gölü'nde Yaşayan Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758)'in Büyüme Özellikleri. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** 28:1057-1064.
- Kitano, J., Peichel, C. L. 2011. Turnover of sex chromosomes and speciation in fishes. **Environ Biol Fish**, DOI 10.1007/s10641-011-9853-8.
- Kligerman, A. D., 1981. The Use of Cytogenetics to Study Genotoxic Agents in Fishes, In: Cytogenetic Assays of Environmental Mutagens, (Hsu, T.C. And Totowa, N.J., Eds.) Allanheld Osmun, pp.161-181.

- Klinkhard, M., Tesche, M. and Greven, H. 1995. Database of Fish Chromosomes Westrap Wissensehaften Verlag Wolf Graf von Westrap. Uhlischstrae. 6, 39108 Magdeburg, Germany, 237.
- Kuru, M. 2004. Recent systematic status of inland Water fishes of Turkey, **Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty**, 3:1-21.
- Legatt, R.A., Iwama, G. K. 2003. Occuence of polyploidy in the fishes. **Rev. Fish. Biol. Fisher.**, 13:237-246.
- Levan A., Fredga, K. and Sandberg, A. A. 1964. Nomenclature for centromer position on chromosomes. **Hereditas**, 52:201-220.
- Macgregor, H. C., Sessions, S. K., Arntzen, J. W. 1990. An Integrative Analysis of Phylogenetic Relationships Among Newts of The Genus Triturus (Family Salamandridae), Using Comparative Biochemistry, Citogenetics and Reproductive Interactions. **Journal of Evolutionary Biology**, 3:329-373.
- MacGregor, J.T., Heddle,,J.A., Hite, M., Margolin,B.H., Ramel, C.,Salamone, M.F., Tice, R.R., Wild, D., (1987) Guidelines for the conduct of micronucleus assays in mammalian bone marrow erythrocytes, **Mutat. Res.**, 189,103-112.
- Maistro, E. L., Mata, E. P., Oliveira, C. and Foresti, F. 1998. Unusual occurrence of a ZZ/ZW sex chromosome in *Characidium cf. fasciatum* (Pisces, Characiformes, Characidiinae).**Genetica**, 104:1-7.
- Maryanska-Nadachowska, A., Warchalowska-Sliwa, E., Glowacka, E. 1994. Relative Chromosomal Lenghts in Psyllids (Homoptera: Psylloidea) and a Description of Karyotypes of Eight Species. **Folia Biologica**, Vol: 42 No:3-4, s.95-100.
- MENÇEP 2000. Menderes Etki Değerlendirme Toplantısı AYDIN BELEDİYESİ.
- Menzel, B. W., Darnell, R. M. 1973. Morphology of naturally occurring triploid fish releted to *Poecilia formosa*. **Copeia**. 350-352.
- Messina, A., Ippolito, S. and Lombardo, F. 1975. Cariologia di alcune specie Europe di Phaneropterinae (Insecta, Orthoptera). **Animalia**, 2: 215-224.
- Moreira-Filho, O., Bertollo, L. A. C. and Galetti, Jr. P. M. 1993. Distribution of sex chromosome mechanisms in neotropical fish and description of a ZZ/ZW system in *Parodon hilarii* (Parodontidae). **Caryologia** 46:115-125.

- Nanda, I., Scharl, M. N., Feichtinger, W., Schlupp, I., Parzefall, J., Schmid, M. 1995. Chromosomal evidence for laboratory synthesis of a triploid hybrid between the gynogenetic teleost *Poecilia formosa* and its host species. **J. Fish Biol.**, 47:619-623.
- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the world, **John Wiley and Sons Inc**, New York.
- Nur G. 2006. Kura-Aras Havzasına Endemik *Acanthalburnus microlepis* (DE FILIPPI, 1863) ve *Alburnus filippii* (KESSLER, 1877) 'de Kromozomal Çalışmalar. **Kafkas Üniversitesi**, 75 s., Kars.
- Oellermann, L. K., Skelton, P. H. 1990. Hexaploidy in yellow fish species (*Barbus*, Pisces, Cyprinidae) from southern Africa. **J. Fish. Biol.**, 37:105-115.
- Oraler-Temizkan G. 1994. Genetik. 2. Baskı, **İ.Ü. Fen Fakültesi Basımevi**, İstanbul, Yayın No:229, s:281.
- Önder, F. 1998. Taksonomi İlkeleri (I. Basım). **Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın**. No:530, sayfa 28.
- Örs T. 2003. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Böbrek Doku Örnekleri ile Karyotip Oluşturulması. **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi**. Cilt/Volume 20, Sayı/Issue (3-4):497–501.
- Özcan, G., Balık, S. 2008. Species Composition of the fish species in Kemer reservoir and Akçay Stream, Aydin, Turkey. **Journal of Central European Agriculture**, Vol 9 No 4; 683-688.
- Özden, O., Güner, Y., Kızak, V. 2003. Tatlısu Balık Kültüründe Uygulanan Bazı Biyoteknolojik Yöntemler. **Ege Üniv. Su Ürünleri Dergisi**, Cilt 20, Sayı (3-4):563-574.
- Petitpierre, E., Juan, C., Fujiyamas, S. and Carreras, L. 1991. Las especies gemelas del complejo *Chrysolina aurichalcea* (Coleoptera, Chrysomelidae): divergencia genética y evolución. In: XXVI Jorn. Luso-Espanholas de Genética (Coimbra): 96. **Univ. de Coimbra**, Coimbra.
- Post, A. 1965. Vergleichende Untersuchungen der Chromosomenzahlen bei Susswasser Teleostem. **Zeits. Fur Zool. Sys. Evol.**, 3:47-93.
- Rabova, M., Rab, P., Ozouf-Costaz, C., Ene, C., Wanzeböck, J. 2003 Comparative cytogenetics and chromosomal characteristics of ribosomal DNA in the fish genus *Vimba* (Cyprinidae), **Genetica**, 118:83–91.

- Rab, P., Roth, P., Arefjev, V.A. 1990. Chromosome studies of European leuciscine fishes (Pisces, Cyprinidae). Karyotype of *Aspius aspius*. **Caryologia** 43: 249–255.
- Rodrigues, E. and Collares-Pereira, M. J. 1996. NOR polymorphism in the Iberian species *Chondrostoma lusitanicum* (Pisces, Cyprinidae). **Genetica** 98:59-63.
- Rudek, Z. 1974. Karyological investigations of two forms of *Vimba vimba* (Linnaeus, 1758) occurring in Poland. **Folia Biol.** (Krakow) 22:211–215.
- Ryder, O. A., Kumamoto, A. T., Durrant, B. S. and Benirschke, K. 1989. Chromosomal divergence and reproductive isolation in dik diks. İçinde (In) Evrimsel Analiz (II. Baskıdan çeviri), Çeviri editörleri: Çıplak, B., Başbüyük, H.H., Karaytuğ, S., Gündüz, İ. **Palme Yayıncılık**, 2002, sayfa 414.
- Sarı, H. M., Balık S., Bilecenoğlu M., Türe G. 1999. Recent changes in the fish fauna of lake Bafa, Aegean region of Turkey. **Zoology in the Middle East**, 18:67-76.
- Sarı H. M., Bilecenoğlu M. 2000. Sualtı Destekli Bir Biyo-Ekolojik Çalışma Örneği: Bafa Gölü Projesi. **Sualtı Günleri**. Sualtı Araştırmalarında Yöntem, Teknik ve Teknolojiler. 5-6 Şubat 2000. Boğaziçi Üniversitesi.
- Sarı H. M., Bilecenoğlu M. 2002. Threatened fishes of the world: *Acanthobrama mirabilis* Ladiges, 1960 (Cyprinidae). **Environmental Biology of Fishes** 65:318.
- Saxena A., Vasave S. Diversity In Fish Chromosomes, (<http://aquafind.com/articles/Fish-chromosomes.php>), Erişim Tarihi : 2011
- Saygun, S., 2005. Karadeniz’de Yasayan Çesitli Yassı Balıkların (Pisces, Pleuronectiformes) Kromozom Yapılarının Karşılaştırılması. Doktora Tezi. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi** Su Ürünleri Yetistirciliği Anabilim Dalı., s. 130., Sinop.
- Saygun, S., Karayücel, ve Karayücel, 2001. Karadeniz’de Sinop yöresinde bulunan altınbaş kefalın, *Liza aurata* (Risso, 1810), üzerine kromozomal incelemeler. **XI. Su Ürünleri Sempozyumu** 04-06 Eylül 2001, Hatay, s. 740-747.
- Schulz-Schaeffer, J. 1980. The nucleolus organizer region. In Cytogenetics, plants, animals, human. Edited by J. Sybenga. **Springer-Verlag**. New York, U.S.A.

- Sena, D. C. S. and. Molina, W. F. 2007. Robertsonian rearrangements and pericentric inversions in Scaridae fish (Perciformes), **Genetics and Molecular Research** 6 (3): 575-580.
- Sumner, A.T., Unwin & Hyman, 1990. Chromosome banding. Kluwer Academic Publishers Group, Dordrecht, Netherlands. s.448.
- Thorgaard, G. H. and Disney, J. E., 1990. Methods for Fish Biology: Chapter 6. Chromosome Preparation and Analysis, Edit. By Schrech, C.B. Moyle, P.B. **American Fisheries Society**, Bethesda, Maryland, USA, pp. 171-190.
- Topaktaş, M. ve Rencüzoğulları, E. (1995). Sitogenetik. Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, s. 182.
- Tsigenopoulos, C.S., Rab, P., Naran, D., Berrebi, P., 2002. Multiple origins of polyploidy in the phylogeny of southern African barbs (Cyprinidae) as inferred from mtDNA markers. **Heredity** 88, 466–473.
- Turan, C., Karcioğlu, M., Hazar, D., Sevenler, S. 2005. Asi Nehri (Hatay)'nde Yaşayan *Barbus* (Cyprinidae) Türlerinin Sitogenetik Analizi. **Türk Sucul Yaşam Dergisi (Turkish Journal of Aquatic Life)**, 3 (4): 579-587.
- Türkoğlu, Ş. 2001. Türkiye'de yayılış gösteren bazı çekirge (Insecta: Orthoptera) türlerinde karyolojik incelemeler. **Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Ens.**, Doktora Tezi.
- Ueno, K., Ota, K. and Kobayashi, T. 2001. Heteromorphic sex chromosomes of lizardfish (Synodontidae): focus on the ZZ-ZW1W2 system in *Trachinocephalus myops*. **Genetica**, 111:133-142.
- Ulupınar, M. ve Okumus, İ., 2002. Kuzey-Dogu Karadeniz'de Yetistiriciligi Yapılan Gökkuşuğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) Kromozom Farklılıklarının Belirlenmesi. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.**, 26, 525-533.
- Varkonyi, E., Bercsenyi, M., Ozouf-Costaz and Billard, R. 1998. Chromosomal and morphological abnormalities caused by oocyte ageing in *Silurus glanis*. **J. Fish. Biol.**, 52:899-906.
- Vicdanlı S. M. 2007. Sinop Yöresinde Avlanan Ekonomik Öneme Sahip Bazı Deniz Balıklarında Kromozom Çalışmaları. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 117 s., Samsun.
- Vitturi, R., Catalano, E., Colomera, D. 1993. Chromosome analysis of *Bothus podas* (Pisces, Pleuronectiformes) from the Mediterranean Sea. **J. Fish. Biol.**, 43:221-227.

- Volff, J. N. and Schartl, M. 2001. Variability of genetic determination in poecilid fishes. **Genetica** 111:101-110.
- Warchalowska-Sliwa, E. 1984. Karyological studies on polish Orthoptera species of the Tettigonioidae superfamily. I. Karyotypes of families: Ephemeroptera, Phaneropteridae, Meconemidae, Conocephalidae. **Folia Biol.** (Krakow), 32: 253-269.
- Warchalowska-Sliwa, E., Bugrov, A. G. 1998. Karyotypes and C-Banding Patterns of Some Species of Phaneropterinae Katydid (Orthoptera, Tettigoniidae) with Special Attention to a Post-reductional Division of the Neo-X and the Neo-Y Sex Chromosomes in Isophya hemiptera. **Folia Biol.** (Krakow), 46(1-2): 47-54.
- Warchalowska-Sliwa, E., Bugrov, A. G. and Maryanska-Nadachowska, A. 1996. Karyotypes and C-Banding Patterns of Some Species of Phaneropterinae (Tettigoniidae, Orthoptera). **Folia Biol.** (Krakow), 44:95-98.
- White, M.j.d. (1973). Animal Cytology and Evolution. **Cambridge University Press**, London.
- Yeğen, V., Balık, S., Bilçen, E., Sarı, H. M., Uysal, R., Yağcı, A. 2008. Denizli İli akarsularında yayılım gösteren balık türleri ve bölgedeki dağılımları. **Journal of Fisheries Sciences**, 2(3): 301-311.
- Yuksel, E., Gaffaroglu, M. 2008. NOR Phenotype of *Cyprinion macrostomus* (Osteichthyes, Cyprinidae), **Journal of Fisheries Sciences**, 2(2): 114-117.
- Yunis, J.Y. 1974. Human chromosome methodology, **Academic Press**, New York.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Uğur Emek UYSAL
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul 20.09.1980

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Ankara Üniversitesi – Ziraat Mühendisliği
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi – Biyoloji Bölümü
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

Ulusal Bildiriler : ZENCİR, Ö., ALÇİÇEK, Z., UYSAL, U.E. “Deniz ve İç Su Ekosistemlerinde Balık Faunasını Etkileyen Faktörler” IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi , NEVŞEHİR , 2009.

UYSAL, U.E., ZENCİR, Ö. “Türkiye Tatlı Su Balıklarında *Ligula* Spp.’nin İstilasları” IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi , NEVŞEHİR , 2009.

UYSAL, U.E., ZENCİR, Ö. "Küresel Isınmanın Okyanuslardaki Etkisi: Mercan Resifleri" IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi , NEVŞEHİR , 2009.

KOCA, S., UYSAL, U.E. “POECILIA LATIPINNA (POECILIDAE)’DA KARYOTİP ANALİZİ” Ulusal Su Günleri 2009 Sempozyumu , ELAZIĞ , 2009.

KOCA, S., UYSAL, U.E. “Topçam Baraj Gölü’nde Yaşayan Güneş Balığının (*Lepomis gibbosus*) Karyotip Analizi” 15. ULUSAL SU ÜRÜNLERİ SEMPOZYUMU , RİZE , 2009.

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : --

İLETİŞİM

E-posta Adresi : emekuysal@hotmail.com
Tarih : 17.06.2011