

T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

KURA-ARAS HAVZASINA ENDEMİK *Acanthalburnus microlepis* (DE
FILIPPI, 1863) VE *Alburnus filippü* (KESSLER, 1877) 'DE
KROMOZOMAL ÇALIŞMALAR

Gökhan NUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Prof. Dr. Arif BAYSAL

2006

KARS

Gökhan NUR'un Yüksek Lisans Tezi olarak hazırladığı “**Kura-Aras Havzasına Endemik *Acanthalburnus microlepis* (De Filippi 1863) ve *Alburnus filippii* (Kessler 1877)'de Kromozomal Çalışmalar**” adlı bu çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek oy.....ile kabul edilmiştir.

...../...../2006

Adı Soyadı	İmza
Başkan :
Üye :
Üye :
Üye :
Üye :

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../2006 tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç.Dr.Yunus GİCİK
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Sayfa no

ÖZET	i
SUMMARY	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	v
RESİMLERİN LİSTESİ	vi
HARİTALARIN LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	
2. GENEL BİLGİLER	7
2.1. Kullanılan Balıklar Üzerine Genel Bilgiler	7
2.2. Araştırma Örneklerinin Alındığı Alanın Özellikleri ve Çevresinin Jeolojisi	12
2.3. Kromozomlar Üzerine Genel Bilgiler	18
2.4. Mitoz Bölünme	21
2.5. Mitoz Önleyiciler	24
2.6. Balıklarda Kromozom Kaynakları	29
2.7. Karyotip Çalışmaları Üzerine Genel Bilgiler	37
2.8. İdiogram	44
3. MATERYAL VE METOD	46
4. BULGULAR	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
6. KAYNAKLAR	66
7. TEZDEN ÇIKAN YAYINLAR	74
8. ÖZGEÇMİŞ	75

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KURA-ARAS HAVZASINA ENDEMİK *Acanthalburnus microlepis* (DE FILIPPI, 1863) VE *Alburnus filippii* (KESSLER, 1877) 'DE KROMOZOMAL ÇALIŞMALAR

Gökhan NUR

Kafkas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman
Prof. Dr. Arif BAYSAL

Bu çalışmada Kura-Aras Havzasına Endemik *Acanthalburnus microlepis* (De Filippi, 1863) ve *Alburnus filippii* (Kessler, 1877) (Fam : Cyprinidae)'nin kromozomlarının sayısı ve yapıları incelenerek, karyotip analizi yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan balıklar Kars ilindeki Kars Çayı'ndan ve Çıldır Gölü'nden serpmeye ağlarla yakalanarak laboratuvara getirilmiştir. Her bir gram vücut ağırlığı için 0,01 ml, %0,6'lık kolşisin solüsyonu balıkların karın boşluğuna enjekte edilmiş ve balık kesilmeden önce 190 dakika beklenilmiştir. Metafaz incelemeleri ile *A.microlepis*'in $2n=50$ kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir. Bunların karyotiplerinin 8 metasentrik, 7 submetasentrik ve 10 akrosentrik kromozom çiftinden (NF: 80) oluştuğu saptanmıştır. *A.filippii*'nin metafaz incelemeleri sonucunda ise $2n=50$ kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir. Karyotiplerinin 8 metasentrik, 8 submetasentrik ve 9 akrosentrik kromozom çiftinden (NF=82) oluştuğu tesbit edilmiştir. Her iki türde de cinsiyete bağlı herhangi bir kromozom tesbit edilememiştir.

Anahtar kelimeler : Kura-Aras Havzası, Kars Çayı, *Acanthalburnus microlepis*, *Alburnus filippii*, *Cyprinidae*, Karyotip

SUMMARY

M. Sc

KARYOTYPE ANALYSIS in *Acanthalburnus microlepis* (DE FILIPPI, 1863) and *Alburnus filippii* (Kessler, 1877) ENDEMIC to KURA-ARAS RIVER BASIN

Gökhan NUR

Kafkas University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor

Prof. Dr. Arif BAYSAL

In this study, chromosome numbers and the standard karyotypic details for the Blackbrow bleak, *Acanthalburnus microlepis*, (De Filippi, 1863) (Fam: *Cyprinidae*) and *Alburnus filippii* (Kessler, 1877) endemic to Kura-Aras river basin were ascertained. The fishes used in this study were caught with fishing nets from the Kura-Aras river basin and taken to the laboratory. Fishes were injected intraperitoneally (i.p.) with doses of 0.01 ml/g body weight of 0.6 % solution of colchicine and left for 190 minutes before sacrifice. It was determined that *A. microlepis* had $2n=50$ chromosomes by metaphase investigation. Their karyotypes were determined as being composed of 8 metacentric, 7 submetacentric and 10 acrocentric chromosome pairs with NF: 80. It was determined by metaphase investigation that *A. filippii* has $2n = 50$ chromosomes. Its karyotypes were determined to be composed of 8 metacentric, 8 submetacentric and 9 acrocentric chromosome pairs with NF: 82. We were unable to identify any sex-related chromosomes in these species.

Key words : Kura-Aras Basin, Kars Stream, *Acanthalburnus microlepis*, *Alburnus filippii*, *Cyprinidae*, Karyotype

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın tez konusu olarak seçiminde, projelendirilmesinde, yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında bana yol gösteren, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocalarım, Sayın Prof.Dr.Arif BAYSAL, Yrd.Doç.Dr.Süleyman GL'e ve çalıőmalarım sırasında emeği geçen arkadaőlarıma teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalıőmamı maddi yönden destekleyen TÜBİTAK (104T283 no'lu proje)'a ve Kafkas Üniversitesi Araştırma Fonuna teőekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Hücre siklusu	19
Şekil 2. Mitoz bölünmeyi önleyici ve hızlandırıcı maddeler	24
Şekil 3. $2n=44$ kromozomlu Garra rufa'nın haploid idiogramı	45
Şekil 4. Kromozom analizleri yapılmış balıkların sayıları	59

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1. Sadece karyotipleri dikkate alınarak yapılmış Kuzey-Batı Amerika alabalıklarının (<i>Salmo</i>) soy ağacı	4
Çizelge 2. Bazı Alburnus türlerinin karyotip bilgileri	8
Çizelge 3. Alburnus türlerinde diagnostik özelliklerin karşılaştırılması	8
Çizelge 4. Kars çayı su kalite değerleri	14
Çizelge 5. <i>Alburnus filippii</i> (Kessler 1877)'nin solungaç epitelinden elde edilen kromozomların sayısal dağılımı	50
Çizelge 6. <i>Acanthalburnus microlepis</i> (De Filippi 1863)'in solungaç epitelinden elde edilen kromozomların sayısal dağılımı	51
Çizelge 7. Bazı balık türlerinin karyotip bilgileri	61
Çizelge 8. Bazı balık takımlarında yapılmış kromozom çalışmalarında çalışılan tür sayıları	63

RESİMLERİN LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Resim 1. Lambda-cyhalothrin'e maruz bırakılan <i>Garra rufa</i> 'da mikronükleus oluşumu gözlenmiş eritrositler	3
Resim 2. İnci balığı (<i>Alburnus filippii</i>)	10
Resim 3. İnci balığı (<i>Acanthalburnus microlepis</i>)	11
Resim 4. Çıldır gölü'nde kış aylarında sazan avı	15
Resim 5. <i>Eigenmannia virescens</i> 'in yüzgeç epitelinden elde edilmiş metafaz yayılımı	31
Resim 6. <i>Alburnus heckeli</i> 'nin solungaç epitelinden elde edilen metafaz evresindeki kromozomlar	33
Resim 7. 2n=56 kromozomlu <i>Clarias lazera</i> 'nın böbrek dokusundan elde edilen metafaz yayılımı	34
Resim 8. 2n=61 kromozomlu gökkuşuğu alabalığına ait metafaz yayılımı ve göz karyotipi	39
Resim 9. 2n=50 kromozomlu <i>Orthrias angorae</i> 'nin foto-karyotipi	40
Resim 10. <i>Acanthalburnus microlepis</i> 'den elde edilen metafaz kromozomları	53
Resim 11. <i>Acanthalburnus microlepis</i> 'in metafaz yayılımlarından elde edilmiş karyotipi	53
Resim 12. <i>Alburnus filippii</i> 'den elde edilen metafaz kromozomları	55
Resim 13. <i>Alburnus filippii</i> 'nin metafaz yayılımlarından hazırlanmış karyotipi	56

HARİTALARIN LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Harita 1. Kars ayı haritası	14
Harita 2. Çıldır Gölü haritası	17

1. GİRİŞ

Canlı vücudunun başlıca yapı taşı hücredir. Bir balığın vücudunda milyonlarca (70 kg'lık bir insan vücudunda ise 70 trilyondan fazla) hücre bulunmaktadır. Bu hücrelerin her birinin çekirdeğinin içinde bulunan DNA molekülü, kendi eksenini etrafında kıvrılarak yükselen bir çift spiral yapıdadır. Mesela, bir insan vücudundaki bütün DNA moleküllerini çözersek arka arkaya dizersek, dünya ile güneş arasında 400 defadan fazla gidip gelinebilmektedir. Bir organizmaya ait bütün bilgiler DNA moleküllerinde 4 özel nukleotidin (A,T,G ve C) diziliş sırasına göre kodlanmıştır. Bir insana ait DNA molekülünde yaklaşık 3.5 milyar nukleotid yani 3.5 milyar harf bulunmaktadır. Diğer bir deyişle 46 kromozomlu bir insan hücresindeki DNA molekülleri "her cildi 20000 sayfalık 46 cilt dev bir ansiklopediye" benzemektedir. DNA üzerindeki bu bilgiler gen adı verilen özel bölümlerde yer alır. Bir organizmanın vücudunda ise on binlerce gen bulunur ve her bir organ farklı sayıda gen tarafından kontrol edilir. Mesela, yine insan vücudunda 50000 den fazla gen bulunur ve bunlardan 29930 tanesi beyinde görev yapar (1).

Gen denilen parçacıklardan oluşan ve kuşaktan kuşağa aktarılan madde "genetik madde" adını almaktadır. Genetik maddenin iki esas görevi;

- 1) Kendisine tıpa tıp benzeyen ya da kopyası olan maddeleri oluşturmak için replikasyon olayını gerçekleştirmek,
- 2) Enzimler ve hücre metabolizması için gerekli olan diğer moleküllerin sentezi ile bilgi aktarım görevini yerine getirmektir. Ancak, bir sonraki nesile "yaşam sırasında kazanılmış olan özellikler değil, yalnızca genlerdeki bilgiler " aktarılmaktadır.

Genetik (kalıtım bilimi), canlılarda bir önceki bireyden bir sonraki bireye neyin nasıl geçtiğini araştıran bir bilim dalıdır. Sitogenetik ise, kromozomları, bunların ayrışım ilkelerini incelemenin yanında fenotiple olan ilişkilerini de araştıran genetik dalıdır (1).

Geçmiş yıllardaki en önde gelen hastalık ve ölüm nedenleri enfeksiyonlar ve yetersiz beslenme olduğu için genetik etkenlere yeterince dikkat edilmemişti. Fakat özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sosyo-ekonomik konulardaki ilerleme ve tıp bilimindeki çok hızlı gelişmeler enfeksiyonları kontrol altına alırken, genetik

hastalıkların üzerine daha fazla ve dikkatli eğilinmesine neden olmuştur (1).

Bugün için kromozomlar doğru olarak numaralandırılıp (karyotiplenip) yapısal ve sayısal değişiklikleri kolaylıkla saptanabilmektedir. Kromozom elde etme ve kromozomları birbirinden ayırma tekniklerinin gelişmesi, özellikle bantlama tekniklerinin ortaya çıkışı sitogenetikte büyük atılımlara neden olmuştur. Sitogenetiğe olan ilginin artmasının bir başka nedeni ise, bilhassa insanlarda kongenital (nedeni çevresel ya da kalıtsal da olsa doğuştan var olan) hastalıkların doğumdan önce tanınmasıdır. Yine sonraki kuşakta daha az zarar vermesini sağlamak bakımından yapılan çalışmalar, yani "genetik danışmanlık" artık ayrı bir ilgi ve uygulama alanı olmuştur (1).

Balıklardaki kromozom çalışmaları da son yıllarda aktif bir araştırma sahası olmuştur. Bu konu birçok bilim adamının (taksonomici, balık bilimci ve toksikolog gibi) ilgisini çekmiştir (1).

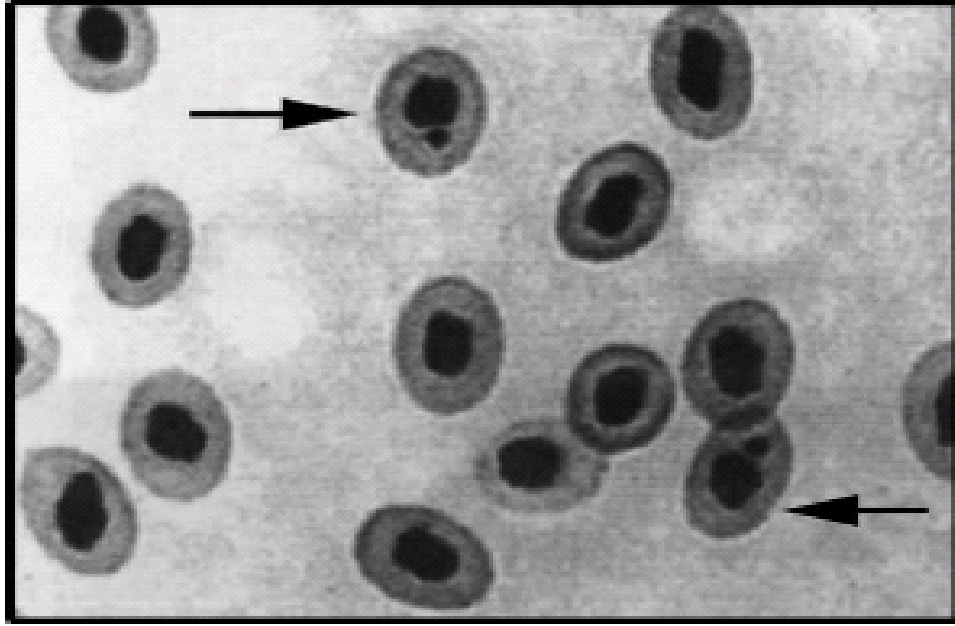
Yetiştiricilikte hızlı büyüme yeteneğine sahip, hastalıklara karşı dayanıklı ve ortam şartlarına iyi uyum sağlayabilen balıklar tercih edilmektedir. Bu amaçla yapılan ıslah çalışmaları ise dünyada hızla devam etmekte ve önemli gelişmeler kaydedilmektedir. Avrupa ve bilimsel açıdan ileri diğer ülkelerde uygulanan üst düzey genetik çalışmalara (örneğin; kromozom seti manipülasyonu ve gen transferi gibi) nazaran, ülkemizde kamu sektörü bu konuya teknik, eleman ve maddi yetersizliklerden dolayı yeterince eğilememiş, özel sektör ise bu konuda eğitilememiştir. Özellikle balıkçılık alanında çiftlik stoklarının zaten bilinmeyen genetik yapıları da, çiftlikler arası nakiller yoluyla iyice içinden çıkılmaz bir hal almıştır. Bunun sebebi, herhangi bir çiftlik diğer bir çiftlikten genetik özellikleri bilinmeyen yumurta, yavru ya da damızlık balık almakta ve daha sonra bunları kendi çiftliğindekiler ile bilinçsizce çiftleştirmekte ve en önemlisi gerçekleştirdiği bu işlemleri kaydetmemektedir (1).

Halbuki, doğadaki ve çiftlik stoklarındaki genetik yapının bilinmesi; stok yönetimi çalışmalarında yeni stratejilerin geliştirilmesinde (gelecekte daha iyi stoklar elde edilebilmesi ve mevcut genetik kaynakların korunması çalışmalarında) çok yararlı olacaktır (1).

Kromozom analizleri yardımıyla balık popülasyonlarının genetik yapılarının belirlenmesi, popülasyonlar arası ve popülasyon içi (hatta bireysel) kromozom polimorfizminin tespiti hususunda yurt dışında yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur. Ne var ki, ülkemizde bu konuda yapılmış çalışma yok denebilecek kadar azdır. Oysa kromozom analizi;

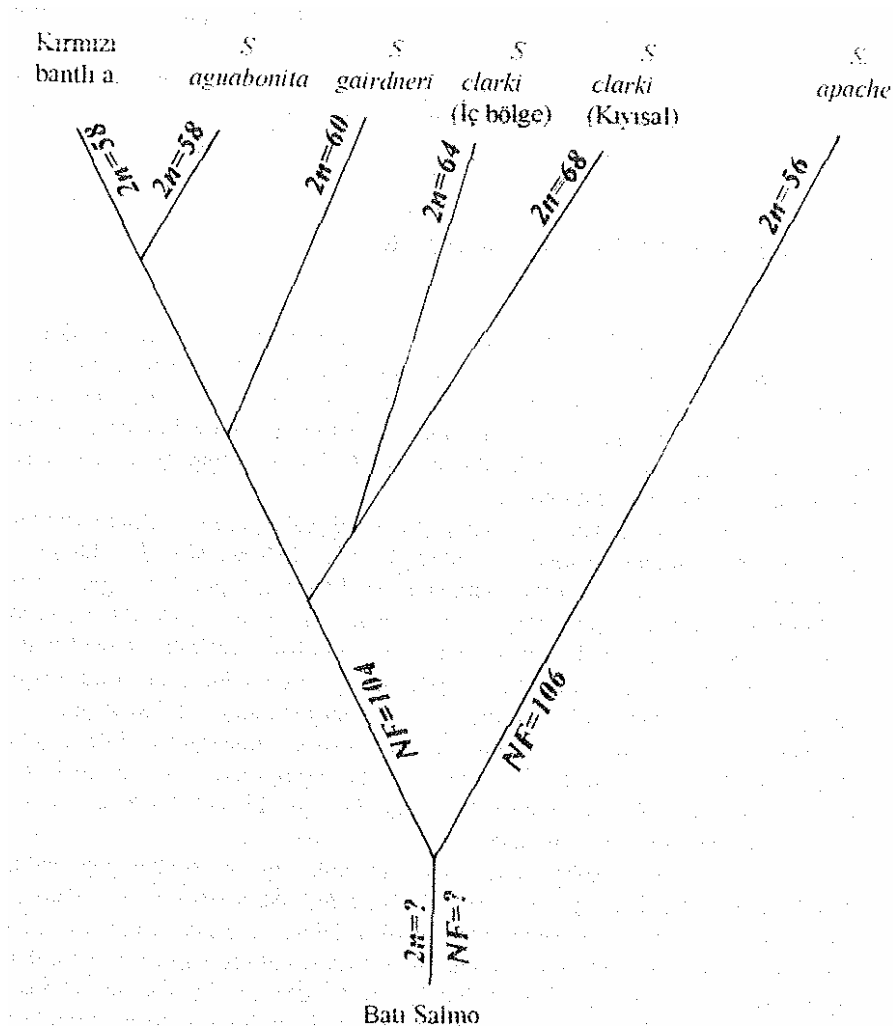
-Balıkçılık yönetimi ve yetiştiricilikte (kromozom manipülasyonu teknikleri, poliploidliği teşvik etmek suretiyle veya Ginogenezis yardımıyla-kısırlaştırma, yüksek popülasyonu önleme ve cinsi olgunluk yaşından sonra balıklarda büyüme ve hayatta kalma süresini artırmada)

- Su kirliliği göstergesi olarak (Balıklar su yoluyla taşınan kirleticileri metabolize edebilen, toplayabilen ve depolayabilen organizmalar olması nedeniyle ve endüstriyel atıklar(kanserojen ve mutajen kimyasallar) ve radyasyonun balık kromozomlarında hatalara sebep olmasından).



Resim 1. Lambda-cyhalothrin'e maruz bırakılan *Garra rufa*'da mikronükleus oluşumu gözlenmiş eritrositler (ok ile gösterilen) (2).

- **Kromozomal hastalıkların tesbitinde** (örneğin insanlarda; Mongolizm (Down sendromu, Trizomi D13 sendromu, G21 trizomi sendromu), 13q eksiklik sendromu, Turner sendromu, Klinefelter veya XXY sendromlarının belirlenebilmesinden).
- **Filogenetik ilişki** (evrimsel ilişkileri ortaya koyabilmesinden dolayı) kullanılabilir. Ancak balıklarda kromozomal incelemeler (özellikle kromozom bantlama çalışmaları) insanlardaki kadar ileri düzeye ulaşmadığından evrim konusundaki bilgiler tartışmalıdır.



Çizelge 1. Sadece karyotipleri dikkate alınarak yapılmış Kuzey-Batı Amerika alabalıklarının (*Salmo*) soy ağacı (3).

Bugün dünyada yaklaşık 20.000 balık türü yaşamaktadır. Bunlardan yaklaşık 3000 tanesinin kromozom sayısı belirlenmiş ve karyotipleri yapılmıştır. Sitogenetik incelemelerin balıklarda da sistematik araştırmalara büyük katkılar sağlayacağına inanılmaktadır. Karyotip çalışmaları tür seçiminde, verimli tür üretiminin yönlendirilmesinde ve sitotoksik kimyasalların izlenebilmesinde önemli katkılar sağlayacaktır (4).

Balıkların normal karyotiplerinin bilinmesi, çeşitli çevre kirleticilerinin besin zincirinde önemli bir yer tutan balıkların kromozomlarındaki değişimleri de saptamamıza olanak verecektir.

İkinci dünya savaşından sonra endüstriyel kimyasalların kullanımı artmıştır. Çevresel kirlenme direkt ya da indirekt olarak insanlığı tehdit etmektedir. Endüstriyel gelişimin bir sonucu olarak son yirmi yıl içerisinde 50.000 kimyasal madde üretilmiştir. Bu maddeler ekosistemi sedimentlere yığılarak ya da üst besin zincirini etkileyerek bozmaktadırlar.

Sanayi ve evsel atıklar arıtma tesislerinin yeterli miktarda olmadığı ülkemizde direkt olarak nehirlere ya da denizlere katılmaktadır. Kars ili iyi bir örneği oluşturmaktadır. Sanayisi çok gelişmiş olmasada, sanayi ve evsel atıklar kanalizasyonla Kars nehrine atılmaktadır.

Balık kromozomları üzerine yapılan ve yapılacak çalışmalar çevresel kirlenmenin insan sağlığı üzerine etkileri bakımından bir tür “erken uyarı sistemi” olabilecektir.

Cyprinidae (Sazangiller) familyası türleri Asya, Avrupa ve Afrika da geniş yayılış gösteren yaklaşık 1500 tür ile temsil edilmektedir. Ülkemizde de tatlı su balıklarının büyük bir kısmı bu familya ya dahil olup yaklaşık 30 cins ve 70 türü bulunmaktadır. (5).

Balık kromozomlarının sayı ve morfolojileri üzerine yapılan çalışmaların hibritleme (melez) sınıflandırma ve evrim araştırmalarına yararlı olduğu belirlenmiştir (6-11).

Bugüne kadar yaklaşık 1300 tatlı su ve deniz balığının karyotipleri ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu tip çalışmalar ülkemiz için henüz yeni olup bu konuda yeterli çalışma bulunmamaktadır (12).

Kromozomların yapı ve tiplerinin belirlenmesinin yanı sıra restriksiyon enzimlerinin uygulanışı temel genetik bilgilere de katkıda bulunmaktadır (13). Hücre bölünmesinin detaylarının anlaşılmasında kromozomların heterokromatin ve ökromatin içeriğinin belirlenmesi önemli bir süreçtir. Bilindiği gibi hücre bölünmesinde herhangi bir bozukluk kansere giden bir oluşumu başlatabilmektedir. Kromozomlar mitoz ve mayoz bölünmelerin anafaz safhasında kutuplara çekilmektedir bu çekilme işlevi iğ ipliklerinin kromozomların sentromer bölgelerine tutunması olayı ile gerçekleşmektedir. Fare ve insan hücreleri üzerine bu konuda pek çok çalışma bulunmaktadır. Balıklarda ve diğer canlılarda ise fazla çalışma yoktur. Restriksiyon enzimleri belirli DNA dizilerini keserek kromozomlarda bant oluşturabilmektedir. Örneğin *Alu I* enzimi *Anthrobacter luteus* adlı bakteriden elde edilmektedir ve bakteri bu enzimi virüslere özellikle bakteriofajlara karşı bir savunma mekanizması olarak kullanmaktadır. *Alu I* enzimi kromozomlarda satellit DNA bölgelerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Satellit DNA sentromerlerde ve heterokromatinin yapısında bulunmaktadır (14, 15). Balıklarda da gerçekten hücre bölünmesi benzer bir süreç mi izlemektedir? Şu ana kadar yapılan çalışmalar bitkilerde ve hayvanlarda hücre bölünmesinin kabaca benzer aşamalar içerdiğini göstermiştir (14, 16).

Bu çalışma ile Kura-Aras Havzasına endemik olan *Alburnus filippii* ve *Acanthalburnus microlepis*'in kromozom sayı ve tiplerinin belirlenmesi ve adı geçen türlerin diğer akraba türlerle kromozomal açıdan karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kullanılan Balıklar Üzerine Genel Bilgiler

Familya : *Cyprinidae*

Ülkemizde yaşayan kemikli balıkların, özellikle de tatlısu balıklarının büyük bir kısmını oluşturan bu familya, Kura-Aras Havzasında da oldukça yaygındır. Bu balıklarda baş çıplak, vücut ise sikloit tip pullarla örtülüdür. Ağızda maksiller (maxiller) diş bulunmaz. Bazı türlerde ağız protraktil karakterde (körüklü) olup, tıpkı bir körüklü hortum şeklinde ileriye doğru azayıp kısalabilir. Yağ yüzgeci (adipöz) bulunmaz. Bu familyanın en karakteristik özelliği olarak farinks dişlerinin varlığı gösterilebilir. Bu dişler genellikle operkulumun altında ve 4. solungaç yaylarının gerisindeki faringien kemikler üzerinde olup sıra, sayı ve şekilleri türlere göre büyük farklılıklar gösterir. Bu nedenle, cinslerin ve türlerin ayırımında önemli diagnostik özellikler olarak dikkate alınırlar. Sırtta daima tek dorsal yüzgeç vardır. Ventral yüzgeçler ise, bütün cins ve türlerde abdominal tiptedir. Hava keseleri mevcut olup, daima bir boğumla iki loba ayrılmıştır. Ayrıca pneumatofor adı verilen bir kanal sayesinde özofagus ile devamlı irtibat halindedir. Omur şeridinin ilk dört omuru birbiriyle az çok kaynaşarak Weber kemikleri denilen özel bir formasyon meydana getirmişlerdir. Mide civarında plorik çekum denilen kör barsaklar bulunmaz. Genellikle bıyiksız iseler de bazen bir veya iki çift bıyık taşıyan temsilcilerine rastlanmaktadır. Ağız konumu itibariyle terminal, yukarıya yönelik veya alt durumlu olabilir.

Çoğunlukla sürüler halinde yaşarlar. Üreme zamanı İlkbahar ve Yaz aylarıdır. Bu zamanda özellikle erkeklerin daha parlak ve süslü bir görünüm kazandığı, özellikle baş ve vücutları üzerinde küçük üreme tüberküllerinin meydana geldiği dikkati çekmektedir.

Ekonomik önemi olan bu familyanın bazı temsilcileri çabuk büyümeleri, yapay dölleme yoluyla yetiştirilmelerinin nispeten kolay olması gibi nedenlerle doğal yaşam alanlarının dışındaki bir çok ülkelere insanlar tarafından taşınmışlardır.

Esas itibariyle, Eski Dünya Kıtaları adını verdiğimiz Asya, Avrupa ve Afrika'yı tamamen kaplamışlardır. Bununla beraber, Amerika'nın Kuzeye yakın bölgelerinde

de bulunmaktadır. Daha da genelleştirecek olursak, Madagaskar, Avustralya, Yeni Zelanda, Güney Amerika, Kuzey Kanada ve Alaska, Grönland ve İzlanda hariç olmak üzere bütün dünyaya dağılmışlardır. Madagaskar ve Amazon civarındaki mevcudiyetleri insanlar tarafından çeşitli maksatlar için taşınmalarıyla mümkün olmuştur. Bu familya dünya yüzünde 1500'e yakın tür ile temsil edilirse de, Türkiye'de 30 cins ve 70 türü yaşamaktadır (17, 18).

Cins : *Alburnus* (Heckel, 1843)

Vücut genellikle uzamış ve yanlardan hafif yassılaştırmıştır. Bütün vücut orta büyüklükte pullarla kaplıdır. Dorsal yüzgeç ventral yüzgecin kaidesinin biraz gerisinden başlar. Ventral ve anal yüzgeçleri arasındaki karın bölgesinde pullarla örtülü olmayan bir karina görülür. Ağız küçük, alt çene üst çeneden daha uzun olup, hafif yukarıya doğru yönelmiştir. Farinks dişleri iki sıralıdır ve üzerlerinde çengel şeklinde çentikler bulunur. Sıralanışları genellikle 2.5-5.2 şeklinde ise de nadiren 2.5-4.2, 2.5-4.1, 1.5-5.1 şeklinde dizilişler de görülebilmektedir. Kuyruk yüzgeci derin çatallıdır (18, 19).

Coğrafik yayılışı : Avrupa, Kafkasya, Kuzey İran, Anadolu ve Suriye.

Çizelge 2. Bazı *Alburnus* türlerinin karyotip bilgileri

Tür	2n	No.M	No.SM	No.St	No.A	NF
<i>Alburnus alburnus</i>	50	16	10	16	8	76
<i>A. bipunctatus</i>	50	38 M,SM			12	90
<i>A. heckeli</i>	50	14	18		18	82
<i>A. filippii</i>	50	16	16		18	82

Çizelge 3. *Alburnus* türlerinde diagnostik özelliklerin karşılaştırılması.

Türler	L.lat	L.tran.	D	A	P	V
<i>A.alburnus</i>	48-52	7-9/3-4	III 7-8	III 16-20	I 15-16	II 7-8
<i>A.albinus</i>	42-48	8-9/4-5	III 9-10	III 16-18	I 14	II 8
<i>A.akili</i>	85-88	16-18/7-9	III 9	III 13	I 16	II 8
<i>A.heckeli</i>	85-98	12-17/7-9	III 8-9	III 12-14	I 15-17	II 8-9
<i>A.orontis</i>	46-50	9/4	III 8-9	III 12-14	I 13-14	I 8-9
<i>A.filippii</i>	48-63	8-11/3-5	III 7	III 10-12	-	-

Tür : *Alburnus filippii* (Kessler, 1877)

Alburnus filippii'nin Ligne lateralindeki pul sayısı 48-57 civarındadır. Standart boy maksimum vücut yüksekliğinin 4.7-5.6, baş uzunluğunun 4.2-4.7, baş genişliğinin 7.8-8.6, baş yüksekliğinin 6.2-6.9 katı kadardır. Gözler oldukça büyük ve baş uzunluğu göz çapının 3.5-4.0 katıdır. Ağız küçük ve yukarı doğru yönelmiştir. Farinks dişleri iki sıralıdır. Dorsal ve anal yüzgeçlerin serbest kenarı düz veya çok hafif girintilidir. Vücudun yanlarında göz çapı kalınlığında, baştan kuyruk yüzgecine kadar uzanan bir band vardır. Vücut rengi sırtta gri-esmer, karın tarafta ise gümüş beyazıdır (18-21).

Coğrafik yayılışı : Kura-Aras Havzaları

İlk bulunuş yeri : Kura nehri

Yerel adı : Kavinne balığı

Sistematikteki yeri :

Regnum (Alem)	: Animalia
Subregnum (Alt alem)	: Metazoa
Phylum (Şube)	: Chordata
Subphylum (Alt şube)	: Vertebrata
Superclass (Üst sınıf)	: Pisces
Class (Sınıf)	: Osteichthyes
Subclass (Alt sınıf)	: Actinopterygii
Süperordo (Üst takım)	: Teleostei
Order (Takım)	: Cypriniformes
Family (Aile)	: Cyprinidae
Genus (Cins)	: Alburnus
Species (Tür)	: <i>Alburnus filippii</i> (17).



Resim 2. İnci balığı (*Alburnus filippii*, Kessler 1877).

Tür : *Acanthalburnus microlepis* (Filippi, 1863)

Vücut şekli yönünden *Alburnus* türlerine çok benzerse de yanlardan fazla yassılaştığı olması ile ayırt edilir. Standart boyda vücut yüksekliğinin 3.5-4.5 katıdır. Dorsal yüzgecin sonuncu basit ışını iyi kemikleşmiş olup, aşağı yukarı sert bir diken şeklindedir ve uzunluğu baş boyuna eşittir. Ağız küçük yapılı ve hafif yukarıya yöneliktir. Üst çene alt çeneden daha uzundur. Gözler nisbeten iri yapıdadır ve çapları baş boyunun 1/4'ü kadardır. Kuyruk yüzgeci derin girintili ve loplara ucu sivridir.

Renk, *Alburnus*'larda olduğu gibi parlak beyaz görünüştedir. Vücut yanlarında baştan kuyruğa kadar uzanan, siyah renkli geniş birer bant bulunur. Dorsal ve kaudal yüzgeçlerin serbest uçları genellikle siyah renklidir. Diğer yüzgeçler ise, çoğu kez gri, bazen de kırmızı renklidir. Asıl yayılış alanı Kura ve Aras nehir sistemleri olan bu tür, ülkemizde Aras nehri, Ölçek suyu (Ardahan), Akçalar suyu (Arpaçay) ve Kars çayından bilinmektedir. Etleri yenmekle beraber çok kılçıklı olduğundan fazla ekonomik önemi yoktur.

Diagnostik Özellikleri :

D : III ; 8-9

D : III ; 8-9

A : II-III ; 13-17

L. lat : 68-83

L.tran : 13-15/6-8

Farinks dişleri : 2.5-5.2 veya 2.5-4.2

Solungaç dikenleri : 9-10

Regnum (Alem) : Animalia

Subregnum (Alt alem) : Metazoa

Phylum (Şube) : Chordata

Subphylum (Alt şube) : Gnathostomata

Superclass (Üst sınıf) : Pisces

Class (Sınıf) : Osteichthyes

Subclass (Alt sınıf) : Actinopterygii

Superordo (Üst takım) : Teleostei

Order (Takım) : Cypriniformes

Family (Aile) : Cyprinidae

Genus (Cins) : Acanthalburnus

Species (Tür) : *Acanthalburnus microlepis*

(17).



Resim 3. İnci balığı (*Acanthalburnus microlepis*, Filippi 1863)

2.2. ARAŞTIRMA ÖRNEKLERİNİN ALINDIĞI ALANIN ÖZELLİKLERİ VE ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ

Genellikle Orta Miyosen’de Arabistan plakaları ile Avrasya plakasının çarpışması, Türkiye neotektoniğinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Kıtaların çarpışması ile Anadolu’nun özellikle Doğu Anadolu’nun sıkışmanın etkisinde kaldığı ve bunun sonucu olarak Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu dönüşüm faylarının oluştuğu bununla birlikte Anadolu plakasının batıya doğru hareket ettiği, kıtaların çarpması sonucunda meydana gelen sıkışma ortamında çarpışma volkanitlerin oluştuğu belirtilmektedir (22).

Bölgedeki yükselmenin ve volkanizmanın etkisiyle Kalkankale formasyonunun çökeldiği göllerin devamlı olarak boyutları değişmiş, bir yerde söz konusu göllerin bir kısmı ve/veya tamamı kapanarak diğer tarafta yeni göl ve göller oluşarak çökeltme Alt Kuaterner’e kadar devam etmiştir. Bu arada Dumanlıdağ Piroklastikleri, Taşköprü andezit, dasit riyolitleri ile Melikler bazaltını oluşturan faaliyetler de gerçekleşmiştir. Bu faaliyetlerin ürünü olan lav, tuf, aglomeralar bölgeye yayılmış ve kısmen söz konusu göller de yayılarak Kalkankale formasyonu ile iç içe girik bir durum almışlardır.

Pleistosen’de bölgenin yükselmesi sonucu Kalkankale formasyonu su yüzeyine çıkmış, bu esnada gelişen akarsuların çökelleri Yolboyu formasyonunu meydana getirmişlerdir.

Çalışma alanının topoğrafyası aşınma ile günümüz topoğrafyasına ulaşmış olup, bu arada faaliyetteki akarsular vadi tabanında alüvyonları biriktirmiş ve yamaçlarda erozyon sonucu yamaç molozu birikintileri oluşmuştur (22). Çalışma alanında yer alan çökel kayalardan Üst Miyosen yaşlı Horasan formasyonuna ait birimler genelde yatay veya yataya yakın 50-100 ile Güneydoğuya eğimli olup, orta-kalın tabakalanma sunar.

MTA tarafından yapılmış bölgesel çalışmada, bölgede sıkışma tektoniğinin etkisiyle, volkanizmanın yanında çok sayıda Kuzeydoğu-Güneybatı gidişli sağ yanal doğrultu atımlı fayların ve Kuzey-Güney yönlü açılma çatlaklarının oluşmasına neden olduğu, sağ ve sol yanal atımlı fayların birbirlerini dik kestiği belirtilmiştir (22).

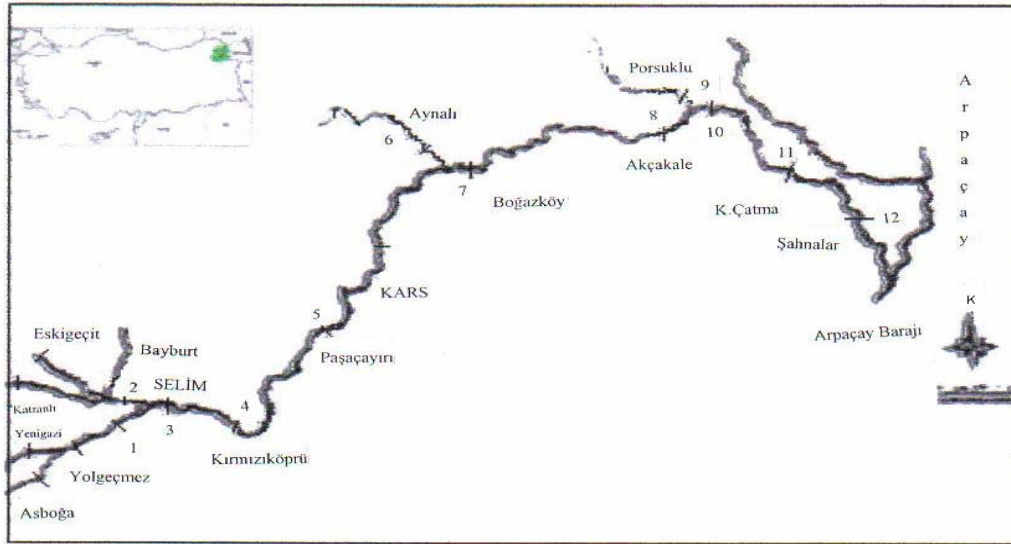
A. filippii örnekleri Kars çayı (Kars)'ndan avlanmıştır. Kars çayı farklı isimlerle anılan yan kolların birleşmesinden oluşur. Bunlar Sarıkamış Çayı, Kekeç Çayı, Katranlı Çayı, Bayburt Suyu, Susuz Çayı, Çıldır Göluyağı, Karahan Çayı ve Tazekent Suyudur.

Uzunluğu 93 kilometre olan Kars çayı'nın en uzun kolu Sarıkamış Çayıdır. Soğanlı Dağlarının Aşıt Tepe (2350 m) eteklerinden doğan Sarıkamış Çayı, Sarıkamış ilçesini geçtikten sonra Kars çayı adını alır. Kars çayının su potansiyeli açısından en önemli kolu Kekeç Çayıdır. Katranlı Çayı ve Bayburt Suyu ile birleştikten sonra Selim İlçesi Killik düzü mevkiinde Kars çayı'na karışır. Bu noktadan itibaren doğu yönünde akışını sürdüren Kars çayı Kars ilinin içinden geçerek kuzeyden gelen Susuz Çayı ve Çıldır Gölü ayağını da alarak Arpaçay Barajı gölüne dökülür (22, 23).

İnceleme materyalimiz olan *A. filippii* ve *A. microlepis* yukarıda da değindiğimiz gibi sadece Kura-Aras Havzasına endemik bir türdür. Kura nehri Türkiye'den kaynaklanarak, Transkafkasya olarak adlandırılan Gürcistan ve Azerbaycan içinden geçen, yaklaşık 1500 km uzunluğunda bir nehirdir. Hazar denizine dökülmeden önceki 480 km uzunluğundaki kısmı deniz taşıtlarının seyri için uygun bir özellik arzeder. Nehrin kaynağı, Türkiye'nin kuzeydoğusundaki bir dağdan kaynaklanan Kuru çayıdır. Kuzeydoğu yönünde akıp Gürcistan topraklarına girer ve Gori şehrinin yakınından geçtikten sonra güneydoğu yönünde akmaya devam eder. Sabirabat'ta, Arasın başlıca kolları Kura nehrine katılır. Kura nehri, Bakü şehrinin güneyinde Hazar denizine dökülür. Aras veya diğer bir deyişle Araks nehri, Asya'nın güneybatısında Erzurum şehri sınırları içerisinde kaynaklanır. Türkiye'den kaynaklanan nehir genelde doğu yönünde akarak Ermenistan, daha sonra da Azerbaycan topraklarına girer ve başlıca kolları Kura nehrine katılarak Hazar denizine dökülür. Aras nehri; Ermenistan-Türkiye, Ermenistan-İran ve Azerbaycan-İran arasındaki sınırın şekillenmesinde önemli rol oynar. Aras nehrine katılan en önemli kollar 914 km uzunluğundaki Hrazdan ve Qareh nehirleridir (24).

Çizelge 4. Kars Çayı Su Kalite Değerleri (22, 23).

Özellikleri	01.07.2000	03.10.1994	19.10.1994	19.08.1964
Ph	8.59	8.06	8.34	8.20
ECxE ⁰ 25 °C	431	420	387	388
Toplam Katyon (me/lt)	4.66	4.58	4.25	3.88
Na ⁺	1.26	1.05	1.05	1.38
K ⁺	0.11	0.13	0.10	0.00
Ca ⁺⁺⁺ Mg ⁺⁺	3.29	3.40	3.10	2.50
Toplam Anyon (me/lt)	4.66	4.58	4.25	3.88
CO ₃ ⁻²	0.84	0.16	0.62	1.60
HCO ₃	2.81	3.76	2.85	1.44
Cl ⁻	0.62	0.42	0.42	0.48
SO ₄ ⁻²	0.39	0.24	0.36	0.36
% Na	27.04	22.92	24.70	36.00
SAR	0.98	0.80	0.84	0.52
Sulama Suyu Sınıfı	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁



Harita 1. Kars Çayı haritası (25).

Ardahan ve Kars il sınırları içerisinde kalan ıldır Gölü 123 km² alanı ile Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük tatlı su ve en büyük ikinci göldür. Deniz seviyesinden 1965 m yüksekte bulunan gölün en derin noktası 22 metre ve tektonik oluşumlu bir göldür. Birçok dere ve pınarlarla beslenmekte olan gölün tek çıkışı kuzey batısında yer alan Ermenistan sınırında bulunan Arpaçayın kolu olan Telek Çayı'dır. En büyük olanı Akçakale harabelerinin yanında yer alan adadır. Göl etrafında çok az bitki örtüsü gelişmiştir ancak gölü çevreleyen otlaklarda yoğun hayvancılık yapılmaktadır.

Yılın dört mevsiminde yapılabilen balıkçılık yöre halkı için önemli bir ekonomik gelir kaynağı teşkil etmektedir. Gölde balıkçılık önemli bir insan aktivitesi olup, kışın buz tutan gölde kalın buz tabakası kırılarak balık avlanmaktadır. Gölde yakalanan en önemli balık türü Sazan'dır (*Cyprinus carpio*). Ancak kurak geçen mevsimlerde, göl seviyesi hızla çekilmekte ve bu nedenle sazan gibi türlerin üremesi için gerekli sızlıklar daralmaktadır. Bununla beraber birçok balıkçının yasaklara uymayarak kontrolsüz avlanmaları balık stoklarını olumsuz etkilemektedir.



Resim 4. Çıldır Gölü'nde kış aylarında sazan avı.

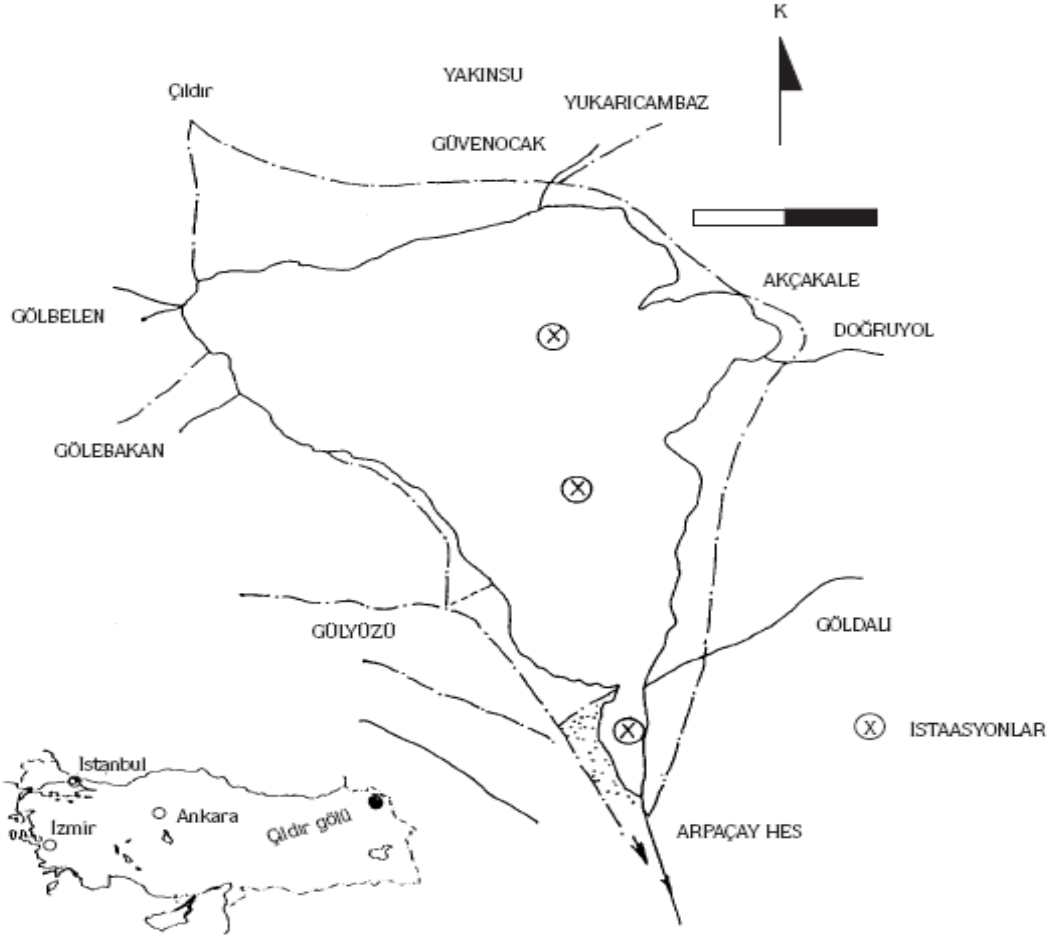
Gölün sadece kuzey batısında seddeyle ayrılmış bataklık ve sulak çayırlar bulunur. Genelde göl çevresi mera vasıflı olup, sert bölge iklimi tarıma olanak vermez. DSI tarafından gölü beslemek amacı ile yapılan derivasyon tünellerinin hem diğer havzalardaki kirlilik yükünü göle taşıması, hem de hayvancılık açısından çok önemli çayırların kurumasına neden olması mümkündür.

Ayrıca inşaatı henüz tamamlanmamış olan Kuzey derivasyonunun ıldır'ın çok önemli ayırılığı olan Karaçay ovasının ot verimini ciddi boyutta etkilemesi söz konusudur.

Göl ve çevresindeki tarım alanlarında kullanılan tarımsal kimyasalların (özellikle yüksek oranda azot içeren gübrenin) bilinçsizce ve yörenin ekolojik ve iklimsel koşulları göz ardı edilerek kullanılmasının göl üzerindeki kötü etkileri belirtilmektedir.

- Kontrolsüz ve aşırı avlanma
- Erozyon
- Yüksek besin girdisi ıldır Gölü için tehdit oluşturmaktadır.

Gölde aşırı bir kirlilik gözlenmemesine rağmen yine de artan bir evsel kirlilik göze çarpmaktadır. Adalardaki insan baskısının artması bu alanları kuluçka için kullanan türleri olumsuz etkilemektedir. Yapımı planlanan otel ise yeniden gözden geçirilmelidir. Son yıllarda artan turizmle birlikte insan baskısı artmış ve turistik tesisler inşa edilmeye başlanmıştır (26).



Harita 2. Çıldır Gölü haritası (27).

Göl Hakkında Diğer Bilgiler :

Konum	Ardahan ılı
Alan (ha)	12.350
Koordinatlar	410 03' N ve 430 15' E
Rakım (m)	1962
Maksimum derinlik (m)	22

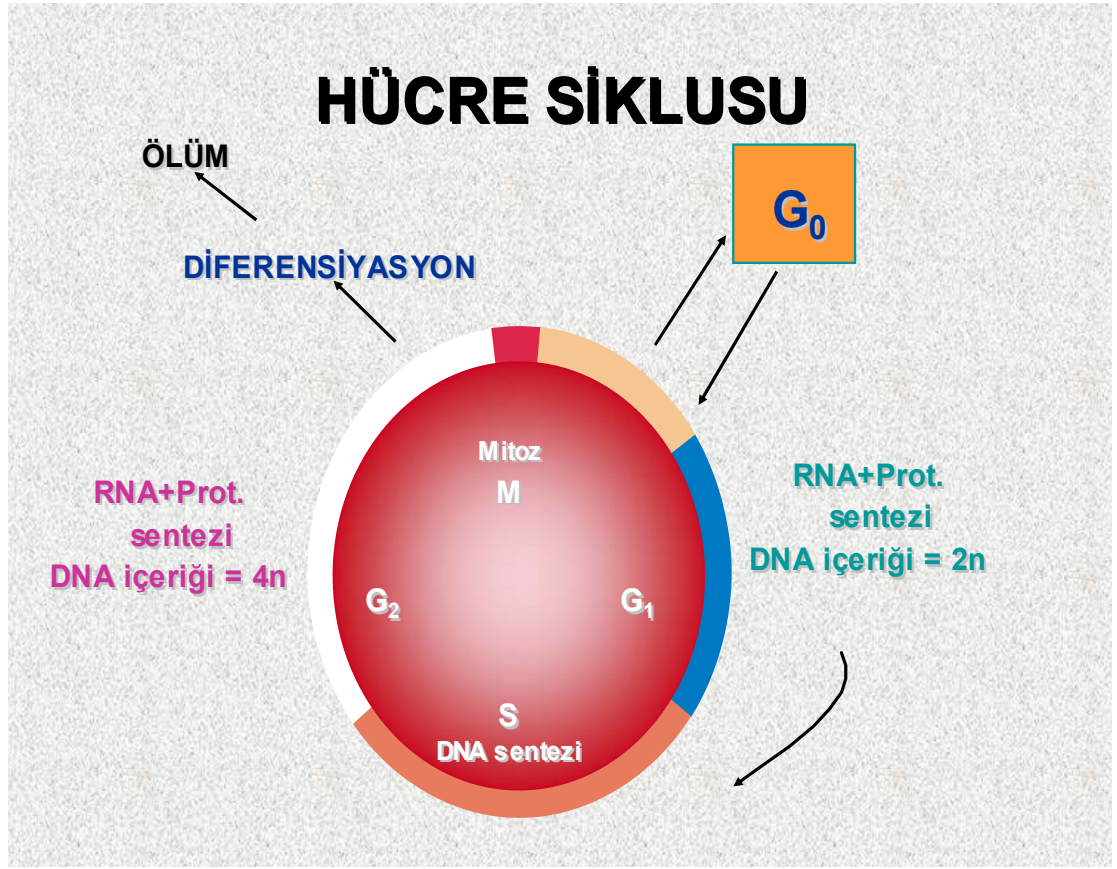
2.3. Kromozomlar üzerine genel bilgiler.

Genetik bilimi 1860'larda Gregor Mendel in kendi yetiştirdiği bezelyeler üzerine çalışmaları ile başladı. Watson ve Crick isimli iki araştırmacının deoksiribonükleik asidin yapısını keşfetmesi insan genom projesinin geçtiğimiz günlerde popüler hale gelmesinden sadece yarım yüzyıl önce gerçekleşti. 1970'lerde DNA üzerindeki belirli genlerin izole edilebildiği bu genlerin kesilip biçilebildiği ve yeniden yapılandırıldığı genetik mühendisliği uygulamaları başladı. 1980'lere gelindiğinde gen tedavisi gündeme geldi ve günümüzün genom araştırmaları için daha ileri bir motivasyon oluşturdu.

Hücre çekirdeğinde bulunan bileşenlerin tiplerini açığa çıkarmak için yapılan ilk girişimler moleküler biyolojide devrim yaratmıştır. 1868'de İsviçreli genç biyokimyacı Friedrich Miescher proteinleri parçalamak için pepsin ile bir hücreyi muamele ettiğinde çekirdeğin küçüldüğünü (büzüldüğünü); ama esas itibari ile bozulmadan kaldığını gösterdi. Miescher peptit parçalanmaya karşı koyabilen bu çekirdek materyalin başka pek çok ajanlarla muamele edildiğinde proteinden tamamen farklı davrandığını ve bir proteinde bulunması beklenen karbon, oksijen, hidrojen ve azotun yanı sıra fosfor elementini de içerdiğini gösterdi. Bütün bunlar çekirdeğin çok fazla miktarda protein ve tanımlanamayan proteinden farklı bileşikler içerdiği sonucunu verdi. Miescher'in nüklein diye adlandırdığı proteinden farklı yapılar o zamandan beri nükleik asitler olarak adlandırılmaktadır. Daha ileri araştırmalar hücrelerin çeşitli tipte nükleik asitler içerdiğini ve hatta bazılarının sadece çekirdekte sınırlı olmadığını gösterdi. Miescher'in çalıştığı nükleik asit tipi DNA (deoksiribonükleik asit) idi. 1914'te Alman kimyacı Robert Feulgen nükleini parlak kırmızıya boyayan bir yöntem geliştirdi.

On yıl sonra Feulgen kendi tekniğini tüm hücreye uyguladığında çekirdek DNA'sının kromozomlarla sınırlı olduğunu gördü. Feulgen'in yöntemi hala uygulanmakta ve çeşitli tipteki hücrelerin çekirdeklerindeki DNA miktarını ölçmek için kullanılmaktadır.

Araştırmacılar belirli bir organizmanın bütün somatik hücrelerinin (gamet oluşturan germ hücrelerinin dışındaki hücreler) -hatta diğer bileşenlerinin miktarının oldukça farklı olduğu karaciğer, böbrek, sinir ve kas gibi farklı dokulara ait hücrelerin somatik hücrelerdekinin sadece yarısı kadar DNA içerdiğini kesin olarak göstermişlerdir (28).



şekil 1. Hücre Siklusu.

Genellikle her hücrenin yaşam süresinde bölünme olmayan uzun bir interfaz evresi ile bir bölünme evresi vardır. Buna hücre siklusunu, hücre çevrimi, hücre periyodu gibi isimler verilir. Hücre siklusunu her hücre soyunda tekrarlanır ve süresi çeşitli hücre tiplerinde farklıdır. Bazı hücrelerin hayat süresi kısadır ve bölünme sık sık tekrarlanır. Bazı hücrelerde interfaz çok uzun sürer ve bu hücreler organizmanın yaşamı süresince bir daha bölünmezler (sinir hücrelerinde olduğu gibi).

Bitki ve hayvanlarda hücre bölünmesi ergin evreye kadar devam eder. Bundan sonra bölünme çok kısıtlı olarak hayvanlarda gametlerin oluşumu sırasında gonadlarda, kan yapıcı dokuların hücrelerinde, bitkilerde ve kök meristem hücrelerinde, ayrıca bitki ve hayvan hücrelerinde yaraların kapanması sırasında yapılan hücre bölünmeleri biçiminde sürer.

Hücre siklusu kural dışı olarak zigotun ilk bölünmelerinde çok kısadır, blastomerler hiçbir büyüme evresi geçirmeksizin yeniden bölünürler.

G1 Periyodu : DNA sentezi için gerekli malzemenin biriktirildiği evredir. Süresi çok değişkendir.

Hücre siklusunun G1 fazının belli bir noktasında bazı hücreler devamlı olarak, bazı hücrelerde geçici olarak durdurulabilirler. Bu durdurulan hücrelerin G0 periyodunda oldukları kabul edilir. G0'dan tekrar G1 fazına giren hücreler bundan sonra normal hücre siklusunu izlerler.

Hücre siklusunda G1 fazının olmaması o kadar önemli olmayabilir. Oysa S fazı ve M (mitoz) fazı olmadan devam eden bir hücre siklusu düşünülemez.

S Periyodu : Hücre S fazına girdiyse bir daha durdurulamaz ve olay mitoz bölünmeye kadar devam eder. DNA'nın iki katına çıktığı evredir. DNA sentezi S fazının başlangıcında durdurulursa hücre mitoz geçemez.

G2 Periyodu : Mitoz bölünme başlayana kadar devam eder.

Biyokimyasal değişiklikler, mitoz bölünme sırasında gelişecek olaylar için (nükleus zarının parçalanması, kromatinin yoğunlaşması ve bireysel kromozomlara değişimi, nükleolusun kaybolması, hücre yüzü elemanlarının ve hücre iskeletinin yeniden oluşturulması) hazırlık safhasıdır. Bu nedenlerle G2 fazı önemli proteinlerin yoğun bir biçimde sentezlenme fazıdır. Eğer hücre G2 fazında iken protein sentezi durdurulursa hücre bölünmez.

Replikasyon nedeniyle her kromozom iki DNA çift sarmalı içerir. Bunların her biri bir kromatidi veya kardeş kromozomu oluşturur.

Mitoz bölünmenin tamamlanması için gerekli zaman organizmaya, dokuya, dış ve iç koşullara bağlı olarak değişmekle birlikte genellikle mitoz bölünme 1 saat kadar sürmektedir.

Doku kültürlerinde 37 °C'da pek çok hayvan hücresi bölünmelerini 30-60 dakikada tamamlar. Yüksek bitkiler genellikle düşük ısıda bölündükleri halde bölünme periyodunun süresi memeli hücrelerinde olduğu kadardır. Yüksek ısı mitozu hızlandırır. Örneğin bitki hücrelerinde hücre bölünmesi 10°C'de 153 dakikada, buna karşın 45°C'de 30 dakikada tamamlanır.

RNA sentezi, mitoz fazı dışındaki hücre çevrimi süresince devamlıdır. RNA sentezinin mitoz sırasında durdurulması büyük olasılıkla kromozomların yoğunlaşması sonucu DNA'nın transkripsiyon yapamamasındandır. Buna karşın prokaryotik hücrelerde RNA sentezi mitoz bölünme ile birlikte bütün hücre siklusunda sürekli olarak yapılır.

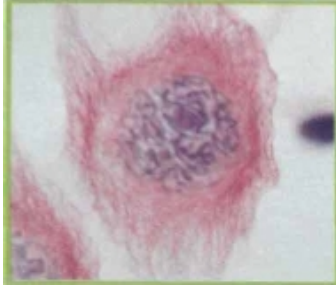
Protein sentezi ise bütün interfaz süresince devamlıdır, ancak mitozun metafazında durdurulur (29).

2.4. MİTOZ BÖLÜNME

Bölünen hücreden birbirinin aynısı olan iki yavru hücre oluşur ve bölünen hücreye ait hücresel materyal eşit olarak iki yavru hücreye dağıtılır. Mitoz bölünme tek hücrelilerde çoğalmayı çok hücreli canlılarda büyümeyi ve yıpranan kısımların onarılmasını sağlar. Bu nedenle mitoz bölünmeye somatik hücre bölünmesi de denir. Zigottan embriyonun oluşması sırasında mitoz bölünmeler hızlıdır.

Mitoz bölünme bütün ökaryot organizmalarda birbirine benzer biçimde gelişirse de farklı organizmalarda bazı ayrıcalıklar bulunabilir. Bitki hücrelerinde mitoz bölünmede kutuplarda sentriyol ve asterler bulunmaz, ayrıca mitoz bölünme sonunda oluşan yavru hücrelerin ayrılması hayvan hücrelerindekiinden daha karışıktır.

Mitoz bölünme interfazın sona ermesi ile başlar ve yeni bir interfazın başlaması ile son bulur. Mitoz bölünmede birbirini izleyen evreler profaz, metafaz, anafaz, telofazdır. Bu evreler aslında süreklidir, biri diğerine karışır, aralarında kesin duraklamalar yoktur.



Hücre bölünmesinde çekirdek bölünmesine karyokinez, sitoplazma bölünmesine sitokinez denir (29).

PROFAZ : Hücre küresel bir hal alır, hacmi, ışığı kırma özelliği, yüzey gerilimi ve akışmazlığı artar. Nükleus içinde profaz kromozomları ince uzun iplikler halinde belirmeye başlar. Kromozomal iplikler nükleus içinde

gelişi güzel dağılırlar. Mitoz kromozomların yoğunlaşmaya başlaması ile belirginleşir. Yoğunlaşma kromatin materyalinin sıkı sarmal yapması ve katlanması biçiminde ilerler. Her profaz kromozomu uzunluğu boyunca yan yana duran iki kromatidten oluşur. Profaz evresi ilerlerken kromatidler kısalıp kalınlaşır, sentromerler göze çarpar. Erken profazda kromozomlar bütün nükleus içine dağılır, profaz ilerledikçe nükleusun kenarlarına doğru çekilirler ve nükleusun ortası boş kalır, nükleus zarı parçalanmaya başlar. Kromozomların kısalması maksimuma erişir, her kromozomun iki kromatidten oluştuğu görülür. Nükleus dışında da iç iplikleri ve asterler oluşmaya başlar. Nükleusa yakın sitoplazma bölgesinde iki çift sentriyol bulunur. Sentriyol çiftlerinin çevresinde çok sayıda kısa mikotübüllerden oluşan her yöne ışınal uzanan ortak yapı aster vardır. Birbirlerinden ayrılan sentriyol çiftlerinin arasında iç iplikleri oluşumu başlar.



METAFAZ : Nükleus zarının parçalanmaya başlayıp kaybolması ile nükleus materyali sitoplazmaya karışır ve metafaz başlar. Nükleus zarının kaybolmadığı mitoz bölünmeye protozoada rastlanır. Bu durumda mitoz bölünmenin bütün evreleri nükleus zarı kaybolmaksızın devam eder ve sona erer. Bu tür mitoz bölünmeye endomitoz

denir. Artan kromozomlar nedeniyle endoploid nükleuslar oluşur. Nükleus zarının erimesi ile hücrenin merkezinde daha akışkan bir bölge görülür ve kromozomlar ekvator düzlemine doğru bağımsızca hareket ederler. Ekvatorial sıralanma mekanizmasına metakinez denir.

Kromozomlar ekvatorial düzleme ışınsal sıralanır. Ekvator düzlemi sitoloji çalışmaları için çok önemlidir, çünkü kromozomlar en kolay şekilde burada olduklarında sayılabilmektedir ve bu nedenle kolşisin gibi mitozu metafazda durduran ajanlar kullanılmaktadır. Ekvator düzleminde küçük kromozomlar içe doğru, büyük kromozomlar dışa doğru dizilir. Kromozomların kinetokorundan kutuplara uzanan iğ ipliklerine kromozomal iğ iplikleri denir.



ANAFAZ : Kromatidleri bir arada tutan sentromerlerin bütün kromozomlarda aynı anda birbirlerinden ayrılmaları ile kromozomları ekvator düzleminde tutan kuvvetler arasındaki denge bozulur ve serbest kalan kromatidler kinetokor bölgesinden başlayarak birbirlerinden ayrılıp karşı kutuplara doğru çekilmeye başlarlar. Kromozomların kutuplarda

kümeleşmeleri ile telofaz başlar.



TELOFAZ : Kromozomların kutuplara göçünün sona ermesi ile telofaz başlar , nükleus yeniden oluşur. Kromozomlar yavaş yavaş yoğun görünüşlerini kaybederler ve sarmal yapıları açılırken kromatin kitlesini oluştururlar. Yeni oluşan yavru nükleusların sitoplazmaya bakan yüzleri yüzleri üzerinde yer yer nükleus zarı oluşumu başlar, nükleolus oluşur. Asterler azalmaya başlar, telofaz sonunda tamamen kaybolur.

SİTOKİNEZ : Nükleus bölünmesini izler , ondan tamamen bağımsızdır.

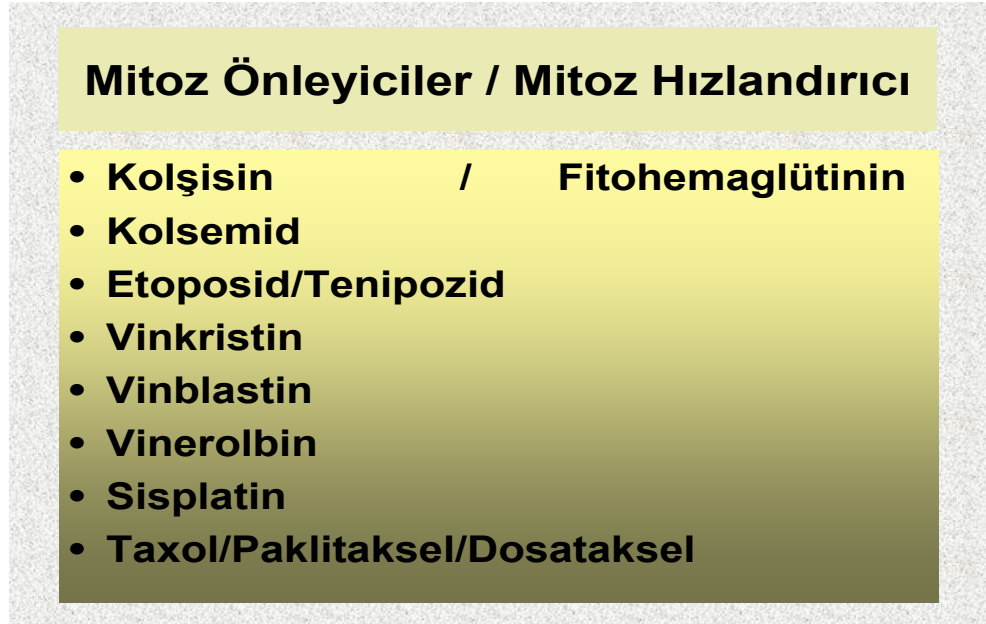
Hayvan Hücrelerinde Sitokinez : Telofazda iğ iplikleri mikrotübülleri bozulup kaybolmaya başlarken ekvator düzleminde interzonal mikrotübüllerin sıklaştıkları ve çevrelerinin veziküllerle sarıldığı görülür. Bu oluşan yapıya orta cisim denir. Aynı anda hücre yüzünün ekvator düzleminde içeri doğru sanki bir iplikle boğuluyormuş gibi çökmeye başladığı görülür. Bu sıkılma gittikçe ilerler ve orta cisim varana kadar devam eder. Boğumlanmanın tamamlanması ile yavru hücrelerin birbirlerinden ayrılması sağlanır.

Ayrıca bölünen hücrenin tam boğulma bölgesindeki plazma zarının hemen altında çok ince mikroflamentlerden oluşan bir sistem bulunmuştur. Bu mikroflamentlerin aktine benzer bir proteinden yapıldıkları gösterilmiştir. Ayrıca aktin ve miyozin antikoları kullanılarak da hayvan hücrelerinde sitokinezde oluşan kasılma halkada bu iki kasılma proteininin bulunduğu gösterilmiştir (29).


2.5. MİTOZ ÖNLEYİCİLER

Bunların primer etkileri, mitozun metafaz döneminde, tübülün moleküllerine bağlanarak mikrotübüllerden oluşan mikrotübül içciklerinin oluşmasını önlemektir (epipodofilotoksinler hariç). Bu ilaçlara mitoz zehirleri=metafaz zehirleri=içcik zehirleri adları da verilir. Döneme özgü (M fazı) ilaçlardır (30).

Şekil 2. Mitoz bölünmeyi önleyici ve hızlandırıcı maddeler.



KOLŞİSİN

COLCHIAM AUTUMNALE	LATİNCE	<i>Colchium autumnale</i>
	TÜRKÇE	Acı çiğdem, sonbahar çiğdemi, Güz çiğdemi
	Familya	Liliaceae
	Bileşimi	Tohumlar kolşisin, azotdezasetilkolhisin, 4-desmetilkolhisin, 3-dimetilazotmetilkolhisin alkaloidleri ihtiva eder; daha nötral karakterde maddeler: azotformildezasetilkolhisin; glikoalkaloid kolhikozid, tiokolşisin, apigenin flavonu, aromatik asitler, fitosterin şekerler, % 17 kadar (olein, palmitin ve linol asitlerinden ibarettir.) yağlı maddeler, nişasta vs. ihtiva eder. Yumru soğancıklar; kolşisin, yağlı maddeler, reçine vs. ihtiva eder.
	Kullanılan Kısım	Tohumlar kullanılır. Meyve kapsülleri olgunlaşmadan az evvel (Haziran-Temmuz aylarında) toplanır.
	Yetiştği Yer/bölge	Çayırlar, ovalar, meralar ve çalılıklar arasında bulunur.
	Kullanılışı	Kolşisin ve kolhamin alkaloidleri hücrelerin ayrılmasına mani olur. Kan verici organ dokularını değiştirir, bundan dolayı akyuvar hücrelerde azalma meydana gelir. Bitkinin bütünü idrar söktürücü ve çok zayıflatıcıdır. Kronik leukoz ve deri kanseri tedavisinde kullanılır. Cilt kanseri tedavisi haricen kolhamin yağı şeklinde kullanılır. Bunun terkiğine hialuronidaz fermenti ilave edilerek kullanılması tavsiye edilir. Deri kanserinin ilk devresinde çok iyi te'sir gösterdiği görülmüştür. Bitki bazı vakalarda, nikris (podagra) illetine, mafsallı romatizması, endokardit (kalbin iç zarı) ve perikardit (kalp dış zarının iltihaplanması), skarlatinal nefrit vs. hastalıklara karşı kullanılır.
	Kullanma şekli	Doktorun tavsiyesi üzerinedir.
	Halk Arasında Kullanılışı	Su toplama, şişkinlikler, mafsallı romatizması vs. kullanılması tavsiye edilir. Haricen 1/10 nisbetinde kuvvetli alkol içerisinde tohumlar 20 gün bekletilirse romatizmalı yerler, nikris ve nevralljide ağrılı yerleri yağlamakta kullanılır. Böbreklerde skarlatinoz iltihabı ve deri altı ödemlerde içilerek kullanılır.
	Fiziksel Özelliği	İnce kahve rengi zarla sarılı, yumurta biçiminde yumru soğancıklı çok yıllık otsu bitkidir. Çiçekler güz mevsiminde gelişir. Çiçekler açık pembe veya erguvani pembe, bazen de beyaz renkte, 6 bölümlü, kenar yapraklarda 6 bölümlü, uzun soluk borucuğun kaidesine kaynaşmış yapraklar ilkbaharda inkişaf eder, sulu, koyu yeşil ve geniş mızrak biçimindedir. Yapraklarla birlikte meyvede gelişir. Meyve yaz mevsiminde olgunlaşır, evvela yeşil, sonraları kahve rengini alır. Üç evli, çok sayıda siyah kahve tohumları küre şeklinde ve acı tattadır. Eylül-Ekim aylarında çiçek açar.

ACI ÇİĞDEM

(31, 32).

Kolşisin ilk defa 2000 yıl önce *C.autumnale*'den hazırlanan preparatlar hainle kullanılmış; 1763'de Viyana'da Baron Anton Stoerck tarafından hazırlanan ekstre ve pilüllerin gut tedavisinde kullanılmasıyla modern tedavi alanına girmiştir. Kolşisin ilke defa Fransız kimyacılar Pelletier ve Caventou tarafından 1820'de farmakolojik olarak aktif olan kolşisin formülünde izole edilmiştir. Kesin yapısı 1955'de Corrodi ve Hardegger tarafından tayin edilmiştir. Sitogenetik çalışmalarda metafaz şekillerinin kolşisin muamelesi ile daha iyi sonuçlar alınmaktadır. bu alkaloid madde, bütün mitoz engelleyiciler arasında en çok kullanılanıdır. Esas olarak, bu kimyasal madde, bir hücredeki iğ oluşum mekanizmasını ortadan kaldırır. Şöyle ki, kromozomlar anafazdaki kutuplarına doğru normal olarak çekilme yerine metafazda durdurulur. Böylece, kromozomları daha iyi inceleyebilme imkanı oluşur. Ancak yüksek konsantrasyonlarda kolşisinin kromozom üzerindeki etkileri zararlı olabilir. Bu engelleyici, kromozomların morfolojisini bozarak, büzülmelerine (boylarının kısalmasına) ve kümelenmelerine sebep olabilir. Hatta, kromozomlar ayırt edilemez bir hal alabilir. Şayet uzun süre maruz bırakılırsa, özellikle hücre çoğalmasının meydana geldiği dokularda poliploidliğe sebep olabilir. Balık dokuları için normal olarak kullanılan konsantrasyonlar 1-6 saat süreyle %0.01-0.1'dir.Kolşisinin yaklaşık 12-14 saat sonra etkisini kaybettiği düşünülmektedir. Zira, hücreler tarafından kolaylıkla metabolize edilmektedir (31, 32).

1.Gut Tedavisinde: Tübülün dimerleri oluşturur. Bu dimerler de uzun mikrotübül filamentlerini oluşturmak için polimerize olurlar. Kolşisin tübülün dimerlerine bağlandığında dimerler artık mikrotübül oluşturamazlar. Tahminen gut iltihabı ve ağrısının önlenmektedir.

2.Sitokinetik Çalışmalarda: Kolşisin ve Kolsemid; hücre bölünmesi sırasında kromozomları kutuplara çekecek olan stoplazmik ipliklerin oluşmasını engeller. Bu nedenle bölünme metafaz evresinde durur ve kromozom sayısı iki katına çıkar. Böylece poliploidi meydana gelir. Kolşisin bitki genetik çalışmalarında da poliploididen tarımsal üretimde de faydalanmak için kullanılır. Ayrıca insülin salınımını azaltır.

3.Antikanser Ajan Olarak Kullanılışı: Bilim adamları mitozu metafaz sırasında durdurduğu için antikanser ajan olarak değerlendirmişler ancak tedavi dozun toksik doza yakın olması nedeniyle antineoplastik tedavilerde istenilen seviyede kullanılamamıştır. Yapı-etki ilişkileri üzerindeki çalışmalar devam etmektedir (33).

4.Behçet Hastalığı Tedavisi: Kesin tedavisi yoktur. Kolşisin ve çeşitli immünosupresiv ilaçlar atakları önlemek, intraoküler enflamasyonun tedavisinde veya iltihabın ilerlemesini önlemek için kullanılmıştır. Ayrıca ağızdaki ve genital bölgelerdeki yaralara kolşisin iyi gelmektedir. Masuda ve arkadaşları ise bir çalışmada siklosporinin kolşisine göre atakların sayısını ve ciddiyetini önemli ölçüde azalttığını gösterdiler (34).


5.Ailesel Akdeniz Ateşi Tedavisinde (FMF): Ortadoğu kökenli insanlar arasında yaygın görülen etnik olarak sınırlı genetik bir hastalıktır. Hayati organların etrafındaki bağ dokularında tekrarlayan enflamasyon ataklarına neden olur (35). Ateş çıktığı andan itibaren 3 gün devam eder. Eğer kolşisin ile profilaktik tedavi yapılmazsa bazı hastalarda amiloidoz ve böbrek yetmezliği gelişir (36). Kolşisin tedavisi 1972-73'de ortaya çıkmıştır. Hastalara ömür boyu 1-2 mg/gün dozda kolşisin kullanmaları önerilir. Kolşisin tedavisi birçok ateşli enflamatuvar atakları önler ve öldürücü hastalıkta amiloidoz gelişimini durdurur (35, 37).

ETOPOZİD/TENİPOZİD

"DNA Topoizomeras II" enzimini inhibe eder. Küçük hücreli akciğer kanserine etkili ilaçlardan biridir. Kardiyotoksiktir (30).

VİNBİBLASTİN

Non seminomatöz testis Ca.dasisplatin ve bleomisin ile kombine şekilde en tercih edilen ilaçtır. Hodgkin tedavisinde ABVD (Adriamisin+Bleomisin+Vinblastin+Dakarbazin) kombinasyonu içinde kullanılır. Ayrıca meme, baş-boyun kanseri, koryokarsinoma, nöroblastomada da kullanılır. En sık görülen yan etkisi lökopenidir. Ayrıca psikonöropati (periferik nörit, mental depresyon, konvulsiyonlar) de yapabilir (30).

VINCA MINOR	LATİNCE	<i>Vinca minor</i>
	TÜRKÇE	Cezayir menekşesi, bikir çiçeği
	Familya	Apocynaceae
	Bileşimi	Sepi ve acı maddeler, acılı vinisin, vinkozid glikozidi, minorin alkaloidi, rezerpinin, vinin, pubesin vs. ihtiva eder.
	Kullanılan Kısım	Toprak üstü kısımlar kullanılır. Çiçek açma zamanında (Mayıs-Haziran aylarında) toplanır.
	Yetiştigi Yer/bölge	Bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirilir. Yabanasine de rastlanır.
	Kullanılışı	Kan dindirici ve tansiyon düşürücü te'sire sahiptir. Burun kanaması, rahim ve akciğer kanamaları, özellikle birinci derecede yüksek tansiyona karşı kullanılır.
	Kullanma şekli	Kuru saplardan 1 çorba kaşığı 0,5 lt. suda 5 dakikada kaynatılır. Günde 3 defa yemeklerden evvel birer fincan alınır.
	Halk Arasında Kullanılışı	İshal, sıtma, öksürük, kan tükürmede kullanılır. Haricen, ağız ve boğaz iltihaplarında (gargara), diş ağrılarında (ağız çalkalamak suretiyle), sulu ekzama ve deri sivilcelerinde (kompres olarak) kullanılır.
	Fiziksel Özelliği	Yaz kış yeşil, çok yıllık otsu bir bitkidir. Kısır sapsar sürüngen, çiçek verecek sapsar dik ve düzdür. Yapraklar karşılıklı, eliptik derimsi, bütün kenarlı ve kısa saplıdır. Çiçekler mavi, kısa saplı yaprak koltuklarından çıkarlar. Çanak 5 yapraklı, taç, boru gibi kaynaşık ve 5 yapraklı, 5 de erkek organ mevcuttur. Meyve; eşkenar kama şeklinde sarkar.
	CEZAYİR MENEKŞESİ	

(32, 38).

VİNKRİSTİN(=ONCOVİN)

MOPP (Mekloetamin+Onkovin+Prokarbazin+Prednizon) kombinasyonunun içinde solid tümörlerin tedavisinde kullanılır. Nadiren bulantı-kusma yapar. Periferik nöropati, paralitik ileus yapabilir (30).

SİSPLATİN

Cisplatin hücre bölünmesini engelleyen ajanlara benzer biyokimyasal özelliklere sahiptir. Belirgin bir şekilde non - spesifik olarak hücre siklusunu etkiler, bu etkisi ile DNA'da çapraz bağlar oluşturarak DNA sentezine karışmış olur. DNA sentezine bu şekilde karışmak cisplatinin etki yapmasını sağlayan tek bir mekanizma olmayabilir. Buna ilave olarak, cisplatin immünolojik reaksiyon göstererek de etkili olabilir. Döneme özgü değildir (30).

TAXOL/PAKLİTAKSEL/DOSETAKSEL

Mikrotübül sentezini, tübülün polimerizasyonunu arttırarak stimüle eder. Sonuçta, tübülün/mikrotübül dengesi bozularak ve fonksiyonel olmayan mikrotübülün meydana gelerek antineoplastik etki oluşur. Belirgin hipersensitivite ve anafilaksi oluşturduğundan, uygulanmasından önce deksametazon verilir. Dosataksel, belirgin sıvı retansiyonu yapabilir (30).

Paklitaksel ve Dosataksel gibi mikrotübül hasarına yol açan ajanlar klinik olarak uzun yıllardır antikanser tedavide kullanılmaktadır (39).

EPIPODOFİLOTOKSİNLER

(PODOFİLOTOKSİN/ETOPOZİD/TENİPOZİD)

Podofilotoksin hariç mitoz zehiridir. Bu ilaçlar G2 dönemine özgüdürler. Podofilotoksin cilt kanserinde ve kondiloma aküminata'nın tedavisinde kullanılır (30).

2.6. Balıklarda Kromozom Kaynakları

Kromozom preparasyonlarında aktif olarak bölünen dokular kullanılır. Bu amaçla balıklarda genellikle embriyonik dokular, solungaçlar, ön böbrekler, bağırsaklar ve pul epiteli gibi dokular bölünen hücrelerin mükemmel kaynaklarıdır. Ayrıca, lenfosit ve fibroblastların kültürleri de bölünen hücreler için iyi bir kaynaktır.

Ergin balıklardan sağlanan hücre ve dokular, ergin memelilerinkine göre daha iyi kültür edilebilir. Çünkü, genellikle balıkların biyolojisi gereği, büyümü hayat boyu devam eder ve kendini yenileme özelliğine sahiptir. Örneğin, yüzgeçleri kesildiğinde yeniden oluşabilir. Bununla beraber, embriyonik balık hücreleri çok daha iyi kültür edilebilirler.

Embriyonik doku, genellikle bakteriyolojik olarak steril olma, gizli virüse sahip olma riskinin çok düşük olması, hücre depo ürünlerinin nispeten az olması ve hücre unsurlarında çok küçük bir farklılaşma olması gibi avantajlara sahiptir. Dezavantajı ise, özellikle bazı balıkların çok küçük olmasından dolayı doku elde edilecek kasların çok küçük olmasıdır. Ayrıca, embriyoların elde edilmesi, özellikle pelajik yumurta bırakan türlerde çok zordur (örneğin, birçok balık embriyosu yılın sadece belli bir döneminde bulunabilir).

Kültürü daha kolay ve iyi olan ikinci doku tipi ise tercihen genç balıklardan alınan ve olgunlaşmamış gonadlardır. Çünkü, doku farklılığı çok daha azdır ve çok daha iyi jerminal (oluşum safhasındaki) dokuya sahiptir. Ovaryum, genellikle testisten daha fazla tercih edilir ve tam olgunluk anında kültürü yapılabilecek bolca hücre sağlar. Tam olgunlaşmamış ovaryumdaki yumurta sarısı ve kabuk en büyük kitleye sahiptir. Gonad dokusu kültürü, daha düşük seviyeli omurgalılar arasında yaygın olarak uygulanan bir yöntemdir.

Kültürü yapılabilecek diğer dokular ise; yüzme kesesi, yüzgeç, bağırsak, kornea, solungaç ve deridir. Dalak ve böbrek gibi hematopoietik dokular da kültür için uygundur. Kemikli balıkların dolaşım sistemlerindeki lökositlerden kültür kabı yüzeylerine yapıştırılarak çok iyi monolayer hücre kültürleri oluşturulabilir.

Wolf ve Quimby, stannius cisimcikleri ile başarılı olamamalarına rağmen Lewis ve MacNeal, hipofiz bezinden, McLimans pankreas dokularından alınan hücreleri büyütebilmişlerdir. Bakteriyel kontaminasyon kontrol altına alınabildiği takdirde mide bağırsak dokuları da tercih edilebilir (1, 40).

1) Yüzgeç ve Pul : Kromozom çalışması için doku seçiminde, öncelikle organizmayı öldürmenin gerekli olup olmadığına karar verilmelidir. Çoğunlukla, son kararın verilmesinde balığın fiyatı ve kolayca bulunup bulunmamasına göre karar verilir. Yüzgeç ve pul epiteli gibi dokular, hayvan öldürülmeden kromozom çalışması yapmak amacıyla oldukça uygundur. Bu işlem en aktif olan yüzgeçlerin bir kenarından bir parça kesmek (genellikle bir kuyruk veya karın yüzgeçleridir) veya kuyruk sapı bölgesinden birkaç pul çekmek suretiyle kolaylıkla gerçekleştirilebilir. (41).

Bu dokulardan yapılacak preparasyonlar, genellikle mükemmel sayılabilecek metafaz yayımları sağlar.



Resim 5. *Eigenmannia virescens*' in yüzgeç epitelinden elde edilmiş metafaz yayılımı (42).

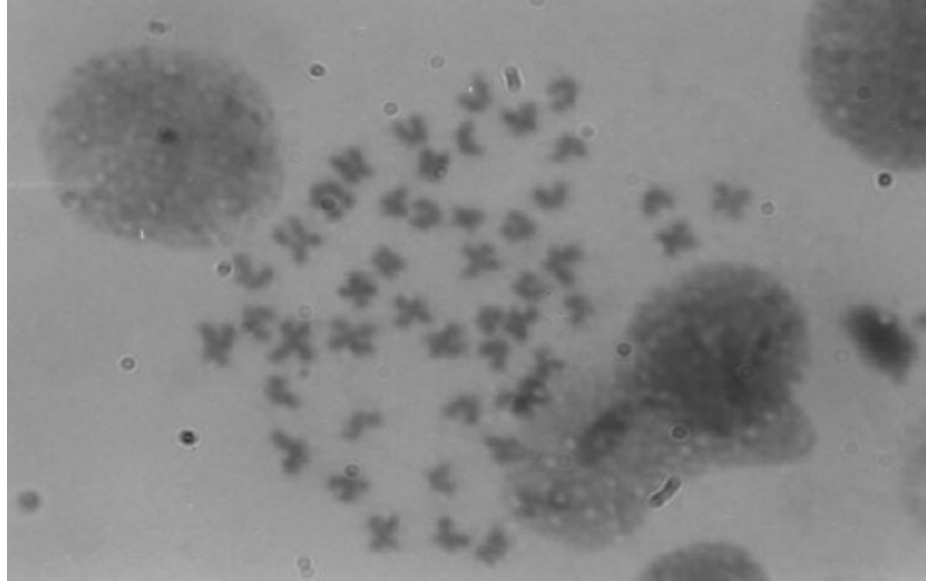
Bu dokuların seçilmesiyle, ayrıca kolşisin gibi iğ ket vurucusu (iğ oluşumunu engelleyici) ile ön muameleye tabi tutulmaksızın kromozom çalışması yapabilmeye avantajı sağlanmış olur. Kromozomların fazla kasılması (büzülmesi) veya kromatidlerin muhtemel kırılma tehlikesi yoktur. Yüzgeç ve pulların kullanılmasının en önemli dezavantajı ise, bu dokulardaki bölünen hücrelerin genellikle az sayıda olmasıdır.

Rejenere (yeniden oluşturulmuş) yüzgeçten daha fazla metafaz şekilleri elde edilebilir. Bu amaçla, sırt yüzgeci (dorsal yüzgeç) veya çift yüzgeçlerin (pektoral ve ventral yüzgeçler) uçları kesilir ve iki üç gün sonra rejenerasyon işaretleri gözlenilmeye başlanıldığında rejenere kısım işlem amacıyla alınabilir. Şayet organizmayı öldürmek bir problem oluşturmayacak ise, yüzgeç ve pullardan doku örneği almadan önce birkaç saat balık sulu bir ortamda kolşisin ile muamele edilebilir.

Bu muamele mitotik indeksi önemli derecede arttıracaktır. Yüzgeç dokusunu rejenerere etmek ile birlikte kolşisin kullanmak suretiyle daha da fazla metafaz şekli elde edilebilir. Ancak, rejenerasyon işaretlerinin görünmeye başlamasından sonra ve bu dokuya işlem uygulamadan yaklaşık 5-6 saat kadar önce kolşisin ilave edilmiş olmalıdır.

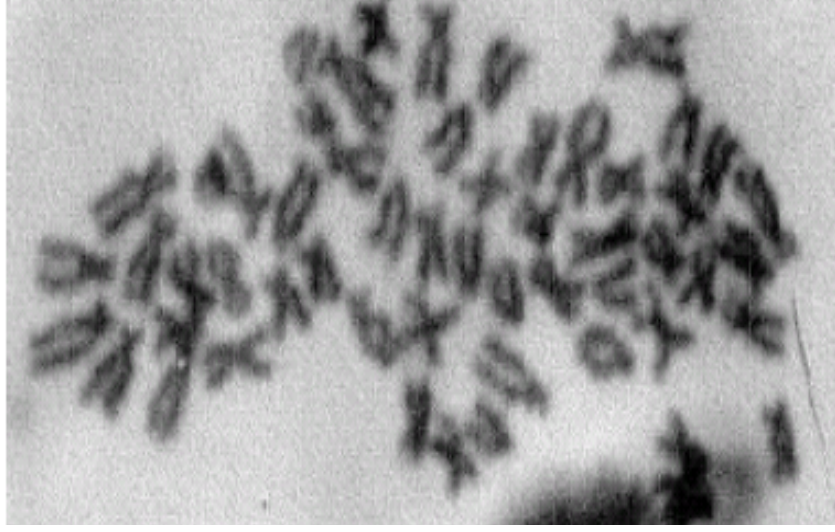
2) Solungaç : Kromozom elde etmek amacıyla solungaç epitelinin kullanımı ilk olarak McPhail ve Jones adlı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu dokudan, kolşisin ön muamelesi uygulanarak veya uygulanmaksızın da metafaz şekilleri elde edilebilir. Bununla birlikte, kolşisin muamelesi, çok sayıda metafaz yayılımları sağlaması bakımından daha çok tercih edilir. Bu dokulardan elde edilen hücreler, farklı flamentler içinde aktif ve sabit bölünme oranına sahiptirler. Genellikle araştırmacılar, posterior solungaç yayınının daha düşük flamentleri ile çalışmayı tercih ederler. Fakat deneyler, bu bölgenin her zaman en aktif bölünme mevkisi olmadığını da göstermektedir.

En iyi yayılımlar temiz sularda yaşayan genç balıklardan elde edilir. Şayet ırmaklar, kirli veya durgun iseler, deri ve solungaçlar mukus veya yıkıntılar ile kaplanmış olur. Lamların hazırlanmasında, hücrelerin zarar görmemesi amacıyla, bu durum fazladan bir işlem olarak solungaçların temizlenmesi gerekir. Ayrıca solungaçlar, kromozom çalışmaları için bolca doku örneği alınabilen organlardır. Bu amaçla bir çok balıkta 4-7 çift olan solungaç flamenti, yeterli materyali sağlamaktadır.



Resim 6. *Alburnus heckeli*'nin solungaç epitelinden elde edilen metafaz evresindeki kromozomlar (43).

3) Dalak, Böbrek, Karaciğer ve Bağırsak : Dalak, böbrek ve karaciğer de kromozom elde etmek için uygun dokulardır. Bunlar genellikle kan hücrelerinin oluşturulduğu veya ortadan kaldırıldığı merkezler ile bağlantılıdır. Bu dokuların kullanımında kolşisin muamelesi zorunludur. Bu muamele, genellikle dokular işlem görmeden birkaç saat önce sırt kası veya vücut boşluğuna az bir miktar kolşisin enjekte etmek suretiyle uygulanır. Histolojik incelemeler, karaciğerde bulunan mitoz şekillerinin parenşimal hücrelerin neslinden geldiğini göstermektedir. Dalak limfoid hücrelerden, böbrekler ise miyeloid hemopoietik unsurlardan türetilmişlerdir. Ancak, bağırsak dokusundan da iyi kromozom preparasyonlarının yapılabileceği kaydedilmiştir.



Resim 7. $2n=56$ kromozomlu *Clarias lazera*'nın böbrek dokusundan elde edilen metafaz yayılımı (44).

4) Kornea : Bazı araştırmacılar tarafından kromozom çalışmalarında kornea ve conjunctial epitel doku kullanılmıştır. Bu dokular, genç balıklarda çok hızlı bölünürler ve bölünme oranı, gözü hasara uğratmak veya kolęsin n muamelesi suretiyle daha da arttırılabilir.

5) Embriyo : Kromozom preparasyonu için kullanılan diğer bir yapı ise embriyolardır. Embriyo hücrelerinde metafaz şekillerinin bol olarak bulunması, bu hücrelerin aktif olarak bölündüğünü göstermektedir. Fakat bu hücrelerden elde edilen kromozomların karyotipinin yapılması önemli bir meseledir.

Roberts (45), balık embriyoları ile çalışmadaki birkaç dezavantajı şu şekilde açıklamıştır; öncelikle, embriyoları elde etmek, tür ve cinsiyet tayini yapmak zordur. Yapay dölleme bu zorluklara are bulmakla birlikte olgun gametlerin elde edilmesi bir çok balıkta mümkün olmayabilmektedir (böylece embriyoları elde etme ihtimali elimine edilmektedir). Diğer bir zorluk, embriyonun büyüklüğüdür. Gerçi, salmonların döllenmiş yumurtaları yeterince büyüktür ve blastomerler işlemden önce yumurtadan kolaylıkla ayrılabilir. Bununla beraber, küçük yumurtalı balıklarda blastomerlerin yumurta sarısından uzaklaştırılmaları oldukça zordur ve bu durum iyi bir boyama işlemine de engel olmaktadır. Geç embriyolar çok kolay ayrılabilirler, fakat bölünen hücrelerin sayısı oldukça azdır.

Kolşisin, metafaz görülme oranını arttıracaktır, fakat kromozomlar analiz için uygun olmayan piknotik yığınlar oluştururlar. Bu yüzden, balık embriyolarındaki kromozom çalışmalarında işlemlerin kusursuzca ve işlem mahareti kazanmış kişiler tarafından yapılması gerekmektedir.

6) Gonad (Ovaryum ve Testis) : Mitoz ve mayoz bölünmeye ait şekillerin her ikisi de testis materyallerinden elde edilebilir. Testislerden yapılan preparasyonlar kromozom sayılarını belirlemede ayrı bir avantaj sağlar. Zira diploid ve haploid sayıların her ikisi de elde edilebilmektedir. Mayoz aktivitesi yumurtlama sezonundan kısa bir süre önce erkekte en yüksektir ve testis sperm ile dolu iken azalmaya başlar. Bazı tropik balıklarda (Örneğin; *Mollinesia sphenops*) metafaz şekilleri yıl boyunca elde edilebilir. Yukarıda belirtildiği gibi, kolşisin enjeksiyonu metafaz görülme oranını büyük oranda artırır. Bununla beraber, bu işlem poliploid hücreler oluşma ihtimali göz önünde tutularak kısa tutulmalıdır.

7) Doku Kültürü : Kromozom çalışmalarında yeterli sabır, zaman ve parasal açıdan yeterli kaynaklara sahip olunmuşsa, kromozom elde etmek için doku kültürü metodu da uygulanabilir. Balıklarda doku kültürü kısa bir geçmişe sahip olmasına rağmen bir hayli iyi kalitede metafaz şekilleri aktif olarak bölünen fibroblastlardan *in vitro* muamele yoluyla gerçekleştirilmektedir. Doku kültürü için genellikle emdriyo, yüzgeç, testis, ovaryum, böbrek, dalak, karaciğer ve yüzme keselerinden elde edilen dokular kullanılabilir. Doku kültüründe gerekli olan "sindirim" ve santrifüj işlemlerinden sonra ekim için yeterli sayıda hücre elde etmek için oldukça fazla miktarda dokuya ihtiyaç duyulur. Kültür sonuçları alınana kadar geçen süre, kullanılan dokunun tipi yanında organizmanın büyüklüğüne ve yaşına da bağlıdır. Bu süre 6 gün ile 2 ay arasında değişebilir. Kültür hücrelerinden elde edilen kromozomlar en iyi kalitededirler. Ayrıca yayımlar bir hayli fazladır. Eski teknikler hemen hemen standartlaştırılmıştır.

Roberts (46), tarafından gerçekleştirilen bu yöntemde *Salmo salar*'ın ovaryum dokusundan kültür hazırlanmıştır. Bu yöntemde dalak, kalp ve testis dokusu kullanılabilir.

Bu amaca en uygun besi ortamı Eagle MEM (minimum essential medium)'dir. Bu besiyerine glutamin, fetal dana serumu ve penisilin-streptomisin eklenir. Besiyeri 19 santigrat derece de inkübe edilir. 1,5 ml. Kolsişin (10 µg/ml) kültür ortamına eklenir. 10 dakika % 0,9 luk sodyum sitrat ile hipotonik uygulaması yapılır. Hipotonik santrifüjle alınır ve % 1'lik asetoorseinle boyama yapılır. Daha sonra uygun metafaz yayılımlarının fotoğrafları çekilir.

8) Lökosit Kültürü : Kromozom elde etmek için en mükemmel teknik olarak, kan lökositlerinin kültür edilmesi gösterilebilir. Bu teknik ilk kez 1960'da insan kanını kültür etmek için kullanılmıştır. Daha sonra kuşlar, sürüngenler ve kurbağagiller gibi diğer organizmalardan elde edilen kanlar da başarılı bir şekilde kültür edilmiştir.

Lökositler, normal olarak hemopoietik dokuda üretilirler ve kanın vücutta dolaşımı içinde değişime uğramazlar. Mitojen olarak adlandırılan bazı kimyasalların bulunduğu durumlarda kırmızı kan hücreleri aglutine olabilirlerken (yapışabilirken), lökositler tek bir bölünme geçirmeye teşvik edilirler. Bu işlemler rutin olarak *in vitro* olarak gerçekleştirilebilirler. Mitojenler iki tiptirler. Bunlardan en yaygın kullanılanlardan birisi PHA (phytohemaglutinin)'dir.

PHA, fasülye (*Phaseolus vulgaris*)'den elde edilen bir ekstrattır. PHA, iki şekilde elde edilebilir. PHA (M), oldukça saf olarak ekstrakte edilmiş olup en yaygın kullanılanıdır. Normal olarak, bu mitojenin yaklaşık 0.1 ml'si 5 ml kanda kullanılır. Bununla beraber, balıklar için bu miktarın arttırılmasına ihtiyaç duyulabilir. PHA (P) ise, PHA (M)'den daha çok saflaştırılmış olup PHA (P)'nin hemaglutine işlemi ve mitoz uyarma kapasitesi bakımından yaklaşık 5 kat daha tesirlidir.

En yeni mitojen, Pokeweed Mitojeni (PWM)'dir. PWM, şekerçi boyası (*Phytolacca americana*)'dan elde edilen bir ekstrattır. Bu mitojen, blastojenik ve mitojeniklik açıdan memeli lökosit sistemindeki PHA'dan daha uygundur. Leuk-aglutinasyon bakımından ise, PHA'dan daha azdır. PWM'nin balık kan kültürü ile ilişkisi kaydedilmemiştir. Her iki bitkiden elde edilen ekstrakt, doğada mukoprotein olarak bulunurlar. Hücredeki faaliyet tarzları da henüz bilinmemektedir. Birçok araştırmacı, muhtemelen monositlerin ve lenfositlerin yüzeyleriyle her hangi bir şekilde bir antijen-anti body tarzında tepki gösterdiği fikrine sahiptir.

Yine birçok araştırmacı, balık kan kültüründe başarılı olmuştur. Labat ve ark. (47), ilk olarak Doğa sazanından (*Cyprinus carpio*) alınarak kültür edilmiş lökositlerden kromozom elde etmişlerdir. Heckman ve Brubaker (48), *Carassius auratus*'un lökositlerinden kromozom preparasyonları yapmışlardır. Daha sonra, Heckman ve ark. (49), bu tekniğin kullanımında tür seçiminin başarılı yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Çünkü, Heckman ve Brubaker (48), tarafından daha önce önerilen tekniği kullanarak, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile başarılı olamamışlar, daha sonra oksijen tansiyonunu arttırmak suretiyle uygun sayıda yayılımlar elde edebilmişlerdir. Bütün bu üç durumda da ortak payda, PHA (M)'nin tetraploid bir organizma ile kullanılmasıdır.

Baker (50), deniz balığı olan *Pleuronectes platessa*'nın kan dolaşımındaki olgunlaşmamış lökositlerinden kromozomlar elde etmek için yeni bir metod geliştirerek, bu tekniğin diğer deniz formlarıyla da başarıyla kullanılabilceğini belirtmiştir. Bu metotta mitojen kullanılmamış ve kromozomlar üç saat içinde hasat edilmişlerdir.

Lökosit kültürü yardımıyla rutin olarak yüksek kalitede ve çok sayıda metafaz şekilleri elde edilebilmesinden dolayı, balıkların somatik hücrelerinden kromozom çalışmaları yapmak amacıyla diğerlerinde daha uygun sayılabilir.

2.7. Karyotip Çalışmaları Üzerine Genel Bilgiler

Denton (42), optimum berraklık (netlik) elde etmek için bir prosedür önermiştir. Bu prosedür, başlangıçta zaman kaybettirecektir, fakat birkaç deneme sonunda daha çabuk yapılabilir. Bu prosedür özellikle resim çekilmeden önce uygulanmalıdır. Söz konusu prosedür, immersiyon yağı objektifi kullanılarak aydınlatma (Koehler aydınlatma) sistemine sahip bir araştırma mikroskobu için geçerlidir.

1. Kondansatör diyaframını kapatılır ve saha (ışık kaynağı) diyaframı açılır. Kondansatör diyaframının kapalı lifleri üzerindeki ışık flamentinin görüntüsü odaklanır.
2. Mikroskop tablası üzerine boyanmış kromozomları içeren bir lam konular ve immersiyon yağı ile bir görüntü elde edilir.
3. Kondansatör diyaframı açılır ve küçük bir ışık halkası oluşturacak şekilde saha diyaframı kapatılır.

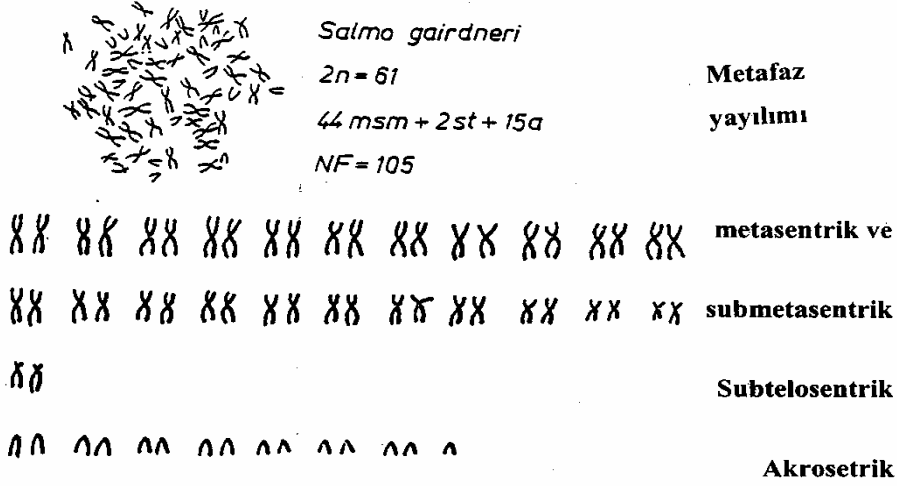
4. Kenarlar, keskin odakta olana kadar kondansatör ayarlanır, daha sonra kenarlar sahadan tam kayboluncaya kadar saha diyaframı açılır.
5. Oküler uzaklaştırılır ve sahanın yaklaşık $\frac{3}{4}$ 'ü görünecek kadar tabla altı kondansatörü kapatılır. Şayet kondansatör merkezden uzak ise, kondansatör onun kenarları üzerinde yerleşmiş merkezleme vidaları yardımıyla ayarlanabilir.
6. Oküleri tekrar yerine konular ve ışık sahasının yoğunluğu değiştirilir. Kondansatör ve ışık kaynağı arasına konulan yeşil bir filtre, görünebilirliği berraklığı düzeltecek ve iyi bir fotoğraf çekimi sağlayacaktır. Şayet ışık çok parlak ise, nötral yoğunluk filtreleri kullanılmalıdır.

Kriyojenik çalışmalar için önerilen prosedür ise şöyledir:

1. İnceleme esnasında memnuniyet verici kromozom yayımları ile karşılaşıldığında, hücrelerin koordinatları ilave açıklamalar ile birlikte kaydedilir.
2. Doğru bir sayım yapılabilmesi için iyi kromozom yayımlarının fotoğrafları çekilir veya elle çizilir. Bir video monitöründe de sayımlar yapılabilir. Ayrıca, monitör üzerine bir asetat kalemi konularak, mürekkebi su ile silinebilir bir kalem ile kromozomlar kopya edildikten sonra bu kopya üzerinde de sayımlar gerçekleştirilebilir.
3. İmmersiyon yağı ile incelemenden sonra, lam üzerindeki yağın giderilmesi amacıyla kurutma kağıdı ile lam kurutulur.

Karyotipler, iyi yayılma gösteren metafaz kromozomlarından hazırlanır. Ancak, aynı çekirdekteki benzer kromozomlar arasında boyca eşitlik varsa, bu takdirde zorlukla karşılaşılr. Bazen, bazı kromozomlar diğerlerinden daha çok kısalmış olabilir. Böylece özellikle insan ve diğer memelilerin kromozomlarıyla karşılaştırıldığında zaten çok küçük olan balık kromozom ölçümleri daha da zorlaşır. Diğer bir problem, balık karyotiplerinin insanda veya diğer hayvan türlerindeki gibi özdeş olmamalarıdır. Bu nedenle, balıklardaki farklılıklar (polimorfizm) sadece türler arasında değil, bir balık türü için de gözlemlenir. Dolayısıyla standart bir karyotipe sahip değillerdir. Fakat, genel olarak karyotip prosedürü 2 yolla olur.

1. Göz Karyotipi (Serbest el Çizimi): Göz karyotipi genellikle önemsenmez ve nadiren kullanılır. Bu yöntem, kromozomların direkt olarak görünüşlerinin serbest el ile çizimidir. Çizimi takiben çeşitli kromozom tipleri kağıt üzerine çentik işareti konularak hesaplanır ve gruplandırılır (Şekil 12). Böylece araştırmacı iyi yayılmayan kromozomları daha iyi teşhis etme imkânına sahip olur. Göz karyotipleri, foto karyotip ile bağlantılı kullanıldığı zaman daha iyi neticeler elde edilebilir. Göz karyotipi ayrıca, her metafaz yayımını sık sık fotoğraflamaya gitmeksizin kromozom sayımlarının yapılmasını sağlar.

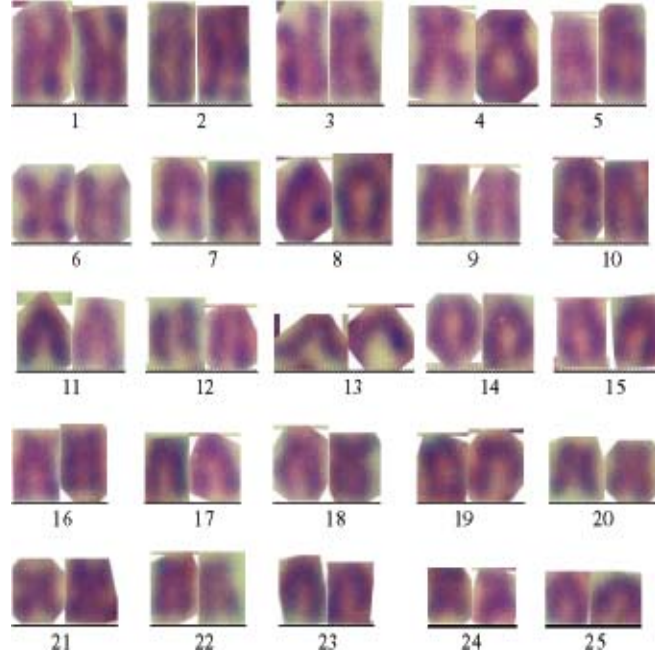


Resim 8. $2n=61$ kromozomlu gökkuşağı alabalığına ait metafaz yayılımı ve göz karyotipi (51).

2. Foto-Karyotip: Fotokaryotip, bir hücreden elde edilen metafaz yayımlarının çekilmiş olan fotoğraflarından kromozomların teker teker kesilerek belli bir kurala göre düzenlenmesidir.

İncelenen olgularda sayısal ya da yapısal anomaliler tespit edildikten sonra fotoğraf çekimi yapılır. Karyotip analizlerini ve kromozom ölçümlerini yapmak için devamlı veya yeni yapılmış devamlı olmayan preparatlardan faydalanılabilir. Bu amaçla, iyi yayılma gösteren, fazla büzülmemiş, kromozom morfolojileri iyi görülebilen, kromozomları bir düzlem üzerinde bulunan en iyi somatik hücreler seçilir.

Daha önce belirtildiği gibi, seçilen hücrelerin $\times 1000$ veya $\times 1600$ büyütme, fotoğraf makinesi ile teçhiz edilmiş bir mikroskoptan (ör. 35 mm'lik otomatik fotoğraf makinesi donatılmış Zeiss mikroskop yardımıyla) 24×36 mm filmler üzerine fotoğrafları çekilir. Kromozomlar “Distar 200 slide viewer (lam görüntüleyici)” kullanılarak sayılır. Kromozomların negatif filmleri, mikrofilme alınan yazıları okumada kullanılan alete veya fotoğraf agridizörüne konular. Bu aletlerden masa üzerindeki kağıda yansıyan kromozomların görüntülerince uçlu bir kalem ile çizilir. Kağıt üzerinde onların kısa ve uzun kollarının boyları mm olarak ölçülür. Kromozomların mikroskopta fotoğrafları çekilirken hakiki büyütmenin ne kadar olduğunu belirlemek için bir objektif mikrometrenin de fotoğrafları çekilir. Mikrometrenin negatif filmi aynı alete konularak 1μ 'nin filmde ne kadar büyütüldüğü bulunur. Böylece, kromozomların boyları μ m olarak verilir.



Resim 9. $2n=50$ kromozomlu *O. angorae*'nin foto-karyotipi (52).

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, kromozomların boyları ölçülürken, ikincil yapılar, sentromerler gibi boyanmayan ve uzaklıkları değişiklik gösteren kısımlar ölçünün dışında tutulur.

Aynı hücre içinde bulunan kromozom boylarını birbirleri veya anaçları ilerideki dölleri ile karşılaştırmak için kromozomların oransal boyları kullanılır. Çünkü, ölçülen her hücrede kromozomlar diğer hücrenin kromozomlarından az çok farklı bir şekilde büzülmüş olabilir. Halbuki, bir hücrenin kromozomları hemen hemen aynı derecede büzülmüş bulunabilir. Her ne kadar, örnekler alınırken, preparatlar yapılırken ve diğer bütün işlemlerde her preparata mümkün olduğu oranda aynı yöntemler uygulanırsa da kromozom ölçülerinde deneylerin hatalarını tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir. Bu bakımdan, kromozomların boyu, hücre içindeki diğer kromozomların toplam boylarına oranlanırsa, elde edilen oran hücreden hücreye az bir değişim gösterir. Böylece bir hücrenin kromozomları diğer bir hücre ile daha güvenli bir şekilde karşılaştırılır. Oransal kromozom boyları çok sayıda kromozomu olan hücreler için bir katsayı ile çarpılabilir. Böylece, çeşitli sayıda kromozomları bulunan hücreleri doğrudan doğruya karşılaştırmak olanağı bulunabilir.

$$OB = (KB/TB) \times 50$$

Burada; OB: Bir kromozomun oransal boyu,

KB: Kromozomun boyu (c)

TB: Hücredeki bütün kromozomların toplam boyudur (T_c).

Kromozom kolu indeksi; uzun kol boyunun kısa kol boyuna bölünmesi ve kısa kol boyunun uzun kol boyuna bölünmesiyle elde edilebilir. Bu suretle, kromozomların tanımında hangi kolun daha uzun olduğu ve sentromerlerinin yeri belirlenir.

Kromozomların oransal boyu ve kol indeksleri bir karyotipteki homolog kromozomların belirlenmesinde kullanılabilir. Özellikle, çok sayıda kromozomu bulunan ve morfolojileri birbirine benzeyen kromozomlara sahip olan karyotiplerde homolog kromozomların belirlenmesinde bu iki ölçünün kullanılması kolaylık sağlar.

Karyotip çalışmalarında örneğin, bir tür içinde ve anaçlar ile ilerideki döller arasında yapılan karşılaştırmalarda kromozomlar oransal boy sınıflarına göre gruplandırılabilir. Anaçların her birinde beş somatik hücrede kromozom ölçüleri yapılır. Böylece, $2n$ kromozom yani bir kromozom ve bir de onun homoloğu olan, aynı değerdeki iki kromozom ölçülmüş olur. Beş hücrede bir kromozom beş defa ölçülür., beş defa da bu kromozomun homoloğu olan kromozom ölçüldüğüne göre 10 kromozom ölçüsü elde edilmiş olur. Hesaplar bu 10 kromozomun ölçüleri üzerinden yapılabilir. Yalnız, bir melezlemede F_1 'de kromozomların homoloğu bulunmadığı zaman 10 ayrı hücrede kromozomlar ölçülerek burada da 10 kromozom ölçüsü üzerinden hesaplar yapılır. Amfidiploid de homolog kromozomlar tespit edilebilir. Böylece 10 homolog kromozomun ölçüsü esas alınarak istenilen değer bulunur.

Her kromozomun boyu, kısa kol ve uzun kol boyları daha evvel anlatılan yöntem ile kromozom şekillerinin çizildiği kağıtlar üzerinde verniyerli kumpas veya bir cetvel ile mm olarak mm'nin 0.1'ine kadar ölçülür. Bir kromozomun iki kol boyu toplamı, kromozomun boyunu verir. Her kromozomun ayrı ayrı oransal boyu ve kol indeksleri hesaplanır. Kol indeksleri ve oransal boyları birbirine yakın olanlar homolog kromozomlar olarak belirlenir. Ayrı bir cetvel hazırlanarak homolog kromozomlar cetvelde birbirinin yanına getirilir. Şimdi, 5 hücrenin her birinde örneğin, en uzun olan ikişer kromozoma (homolog kromozomlara) bir numara verilir. Sıra ile diğer homolog kromozomlar da numaralandırılır. Sonra, aynı numarayı (örneğin 1 no) alan 5 ayrı hücredeki 10 homolog kromozomun kısa kollarının boyları toplanıp ortalaması alınarak 1 numaralı kromozomun kısa kol boyu bulunur. Aynı yoldan gidilerek kromozomun uzun kol boyu hesaplanır. Ortalama kısa ve uzun kol boylarının toplamı bu kromozomun ortalama boyu olarak kabul edilir. Gerçek kromozom boyları bu rakamların $10 \times 100 \times 3 = 3000$ 'e (şayet oküler $10 \times$, objektif $100 \times$ ve agrandizör $3 \times$ büyütme ise) bölünmesi ile μm olarak bulunur. 1 numaralı 10 homolog kromozomun oransal boyları toplanıp ortalaması alınarak kol indeksleri bulunur.

Eğer bir melezleme yapılmış ise, o zaman anaçların ve melezin (F_1) kromozom boyları, kromozomların oransal boyları ve kol indekslerine ait çizelgeler de aynı şekilde hazırlanır. Karyogram yapmak için homolog kromozomların fotoğrafları eşler halinde yan yana getirilmelidir. Bunun için her hücrenin çok iyi çekilmiş fotoğrafı seçilmelidir. Hücrede bütün kromozomlar kendi morfolojik özelliklerini göstermelidir. Satellit, sentromerin yeri ve diğer yapılar açık bir şekilde görülmelidir. Metafaz devresinde kromozomlar büzülmüş olmamalıdır. Aynı zamanda, henüz tam metafaz devresine erişmemiş uzun ince yapılı kromozomları olan hücreler de bu amaçla kullanılamazlar. Bu seçilen fotoğrafta homolog kromozomlar bulunup üzerlerine aynı numaralar yazılmalıdır. 1 numaralı en büyük iki homolog kromozomun fotoğrafı kesilir, bir eksen çizilir. Kromozomların sentromerleri bu eksen üzerine gelecek şekilde kağıda yapıştırılır. 2 numaralı bir çift homolog kromozomun fotoğrafları da yan yana yapıştırılarak ve bu işlemlerin diğer numara verilmiş homolog kromozomlara uygulanması sureti ile bir bireye ait karyogram hazırlanmış olur.

Bir balık karyotipi hazırlamak amacıyla Denton şu metodu tavsiye etmektedir (42).

1. İyi seçilebilirlikli (kontrastlı) bir fotoğraf kağıdından kromozomlar tek tek kesilir. Resim, mümkün olduğu kadar netlik kaybı olmaksızın büyük olmalıdır. Ayrıca, kol ölçümlerini belirlemek için, karyotip yapmak amacıyla kromozom kesimi ve kontrol için üçer adet resim bastırılmalıdır. Makas kullanılmasıyla birlikte sert bir karton parçaya resmi sabitleştirmek ve keskin bir sivri bistüri ile kromozomları kesmek daha hızlı ve kolaydır.

2. Kromozom kesimleri yapılı yapılmaz kayıplarını önlemek için bir taşıyıcıya (örneğin; petri kutusu) konulur.

3. Uygun büyüklükte beyaz poster levha parçası üzerine kromozomlar homolog çiftler halinde düzenlenir. Kromozomlar, boy sırasına ve birbirine benzerliklerine (homolog olma durumlarına) göre gruplandırılırlar (örneğin; metasentriklerin hepsi eşlendirilir ve en büyükten en küçüğe doğru birlikte gruplandırılır). En sonda cinsiyet kromozomları veya tek kalan kromozomlar uygun olarak gruplandırılır.

4. Çok daha doğru düzenlemeler için, her bir kromozom kumpas veya benzer bir alet ile ölçülmeli ve değerler her bir kesimin arkasında kaydedilir. Ölçümler; tam uzunluk, her bir kolun uzunluğu ve uzun kolun kısa kola bölünmesiyle elde edilen kol oranını (L/S) içerir. Akrosentrik kromozomlar için bu son değer sonsuz olarak değerlendirilecektir. Kromozomların eşleştirilme işlemi çıplak gözle yapıldığı esnada ölçümlerde yapılmalı ve tarafsız davranılmalıdır.

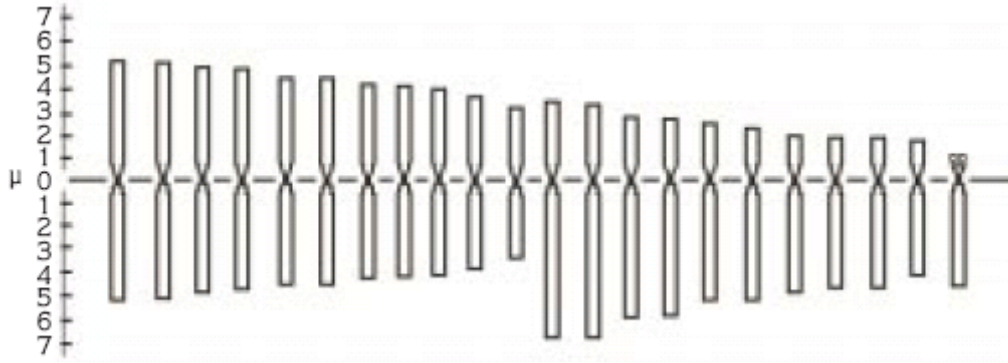
5. Daha önce son şekli verilerek gruplandırılmış kromozomlar, İskoçya işareti gibi daha iyi düzenlenmiş sıralar haline getirilir. Kromozomların yerlerinin değişmemesi için şerit su ile hafifçe ıslatılır. Bütün kenarlar kapanır ve baş parmak ile bastırılarak hava kabarcıkları giderilir.

6. Her bir kromozomun göreceli uzunluklarını μ olarak gösterecek şekilde kromozomların oluşturduğu şeritlere paralel olarak bir skala yerleştirilir. Bu skala, mikroskoptaki en uzun kromozom ölçüldükten sonra fotoğraftaki aynı kromozom ölçülüp iki ölçümü ayarlayan kromozomlar arasında bir hat yerleştirilerek yapılır.

7. Son karyotipin fotoğrafı çekilebilir ve arzulanan herhangi bir büyüklüğe basılabilir. Bu son fotoğrafın büyütmesi, kromozomun gerçek uzunluğu ile mikron olarak en uzun basılmış kromozomun uzunluğuna bölmek suretiyle belirlenir.

2.8. İDİOGRAM

İdiogram, sentromer pozisyonu ve uzunluk (boy) azalış sırasına göre kromozomların haploid bir unsurunun şema halinde (düz hatlar şeklinde) düzenlenmesidir. İdiogram, iki veya daha çok organizma türünün özelliklerini karşılaştırmada kullanışlıdır. İdiogram hazırlamak için, bir bireyin kromozomlarının büyükten başlayarak kısa ve uzun kol boylarının ortalama değerleri bulunur. Kağıda çizilen yatay eksen üzerine belli bir oranda kromozomların ortalama kol boylarını belirleyen 3-4 mm'lik kalın dik çizgiler halinde kromozomların önce uzun kolu çizilir. Sonra, 1 mm kadar sentromerin yerini belirleyen bir aralık bırakılır. Aynı kalınlıktaki çizgi ile devam edilerek kromozomun kısa kolu belirtilir. 5 mm aralık bırakılarak ikinci kromozomun aynı kalınlıktaki bir çizgi ile önce uzun kolu çizilir. Sonra 1 mm sentromer yeri olarak boş bırakılır. Aynı kalınlıkta kısa kol belirlenir. Böylece, çizgi ile bireyin bütün kromozomları çizilerek idiogram hazırlanır.



Şekil 3. $2n=44$ kromozomlu *Garra rufa*'nın haploid idiogramı (53).

3. MATERYAL VE METOD

Araştırmada kullanılacak *Alburnus filippii* ve *Acanthalburnus microlepis*'in temini için Kura-Aras Havzasının sınırları içerisinde bulunan Kars Çayı'na ve Çıldır Gölü'ne ilkbahar aylarından itibaren yaklaşık 10 kez gidildi. Balıklar tutulurken zedelenmelerini önlemek için düşük voltajlı şoker ve çevirme ağ kullanıldı. Balıkların cinsiyet ayırımı gonad analizi ile yapıldı. Balıklar tutuldukları ortamdan alınır alınmaz, içinde bu ortamdaki sudan bulunan bidonlara konarak, bidonlara oksijen bağlandı. Ortalama ağırlıkları 5-10 gram, uzunlukları 10 cm olan balıklara eşey farkı gözetmeden, vücut ağırlığının her 1 gr için 0.0006 gr Kolşisin (Colchicine) solüsyon halinde hazırlanarak abdominal boşluktan enjekte edilmiştir. Çalışmalarımızın bir kısmında daha fazla metafaza giren hücre sayısını arttırmak ve hücreleri transforme etmek amacıyla balığın her 1 gr. vücut ağırlığına %0.1'lik 0.1 ml. gelecek şekilde abdominal boşluktan fitohemaglutinin (PHA) enjekte edilmiştir (4, 12, 54). Fitohemaglutinin enjeksiyondan 44 saat sonra yukarıda miktarı verilen ölçüde kolşisin enjeksiyonu yapılarak balıklar havalandırılmış akvaryumda 4-6 saat bekletilmişlerdir. Kolşisin verildikten yaklaşık 3.5-4 saat sonra rejenerasyonun yoğun olduğu bölgelerden biri olan solungaç epitel dokusu alınarak bistüri yardımıyla ufak parçalara ayrılmış ve deney tüplerine konularak üzerlerine KCl (0.046) solüsyonu eklenerek, oda ısısında 30-40 dakika tutulduktan sonra 2000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant atılarak hipotonik hücrelerden ayrılmıştır. Hipotonik olarak bazı denemelerde, fetal dana serumu (fetal calf serum) kullanıldı. Bu amaçla 7 kısım distile su ile bir kısım fetal dana serumu karıştırıldı (4). Bu tür denemelerinde oldukça olumlu sonuçlar alınmıştır. Fiksasyonu sağlamak için, 3:1 metanol:asetik asit karışımından hücreler üzerine yaklaşık 7 cc karıştırıcı yardımıyla eklenerek aynı devir ve süreyle santrifüj edilerek süpernatant atılmış, bu işlem iki defa tekrarlanmıştır. Son santrifüj işleminden sonra süpernatant'ın büyük bir kısmı atılıp tüpün taban kısmında kalan 2-3 cc'lik hücre süspansiyonu iyice karıştırılmıştır. Hücre süspansiyonunun, lamalar üzerine yüksekte 1-2 damla damlatılmak suretiyle yayılması sağlanmıştır. Preparatlar havada kurutularak %5'i Giemsa boyası olan Sorenson tamponu içerisinde 20-30 dakika boyanmıştır.

Preparatlar mikroskopta incelenmiş ve uygun metafaz dağılımlarının fotoğrafları çekilmiştir.

Kullandığımız çözeltiler ve boya:

Kolşisin : % 6'lık (Sigma $C_{22}H_{25}NO_6$)

Fiksatif : Üç kısım Metanol (Merck), bir kısım glasial asedik asit (Carlo Erba)

Hipotonik : 0.075-0.046 Molar KCl

Boya : pH: 6.8 Giemsa, yüzde 4-6 arası.

Boyanma işleminde kullanılan tampon önemlidir, genelde Giemsa ile birlikte Sorenson ismi verilen bir tampon kullanılmaktadır.

Sorenson fosfat tampon çözeltisi:

Bu çözelti çeşitli pH değerlerine ayarlanabilir bu işlem için her iki çözeltinin değişik miktarları kullanılarak pH istenilen değere ayarlanır.

Çözelti 1:

KH_2PO_4 9.1 gr.

Bidistile su..... 1000 ml.

Çözelti 2:

Na_2HPO_4 11.9 gr.

Bidistile su..... 1000 ml.

pH 5.6 için: Çözelti 1'den 100 ml, Çözelti 2 den 5 ml.

pH 6.0 için: Çözelti 1'den 100 ml, Çözelti 2 den 12.3 ml.

pH 6.5 için: Çözelti 1'den 100 ml, Çözelti 2 den 30 ml.

pH 6.8 için: Çözelti 1'den 100 ml, Çözelti 2 den 50 ml.

pH 7.2 için: Çözelti 1'den 100 ml, Çözelti 2 den 70 ml (4).

4. BULGULAR

Balıkların beslenmesinin ve su sıcaklığının artırılmasıyla balıkların aktivitelerinin ve dolayısıyla da mitoz bölünmelerin arttığı gözlenmiştir. Kromozom analizini kolaylaştırmak için verilen kolşisinin (colchicine) enjeksiyonundan sonra, yaklaşık 4-4,5 saat bekleme süresinin en iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu sürenin az olması halinde metafaz alanlarının azaldığı, uzadığında ise metafaz alanlarının artmasına rağmen kromozom kollarının kontrakte olduğu ve bunun sonucunda analizlerin zorlaştığı gözlenmiştir. Kromozom analizleri yapmak için kullanılan solungaç epitel hücrelerinden yapılan preparatlarda yüksek oranda mitoz bölünme elde edilmiştir. Hipotonikle muameledeki süre 40-45 dakika olarak tespit edilip, bu sürenin altında yapılan işlemlerde hücrelerin yeterince şişmediği, sürenin üstünde yapılan denemelerde ise hücrelerin patlayarak kromozomların dağıldığı gözlemlenmiştir. Preparatların hazırlanması esnasında hücre solüsyonunun lam üzerine damlatma mesafesinin kromozomların dağılımında önemli bir etken olduğu gözlenmiş, ortalama iyi olarak kabul edebileceğimiz mesafenin 10-15 cm civarında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan preparatlardaki inceleme sonucunda, *Alburnus filippii*'den elde edilen 72 adet metafaz dağılımından ve *Acanthalburnus microlepis*'in 78 adet metafaz dağılımından uygun olanların fotoğrafı çekilerek gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Tablo 5'de görüldüğü gibi *Alburnus filippii*'nin en yaygın karyotipi $2n=50$ olarak % 79,16 oranında bulunmuştur.

Alburnus filippii (Kessler, 1877)'nin solungaç epitelinden elde edilen kromozomların sayısal dağılımı incelendiğinde 34 kromozumlu 1, 42 kromozumlu 2, 48 kromozumlu 7, 50 kromozumlu 57 ve 52 kromozumlu 5 adet olmak üzere toplam 72 adet metafaz sayılmıştır. Sonuçta en yaygın karyotip $2n=50$ olarak saptanmıştır. Kromozomların sentromer durumları göz önüne alındığında 16 adet metasentrik, 16 adet submetasentrik, 18 adet akrosentrik kromozom olduğu gözlemlenmiş ve kromozom kolları sayısı (NF) 82 olarak saptanmıştır.

Acanthalburnus microlepis (De Filippi, 1863)'in solungaç epitelinden elde edilen kromozomların sayısal dağılımı incelendiğinde 48 kromozumlu 3, 49 kromozumlu 4, 50 kromozumlu 66, 51 kromozumlu 3, 52 kromozumlu 2 adet metafaz sayılmış olup en yaygın karyotip $2n=50$ olarak saptanmıştır. Kromozomların sentromer konumlarına göre sınıflandırılması sonucu 16 adet metasentrik, 14 adet submetasentrik, 20 adet akrosentrik kromozom olduğu ve kromozom kolları sayısı ise (NF) 80 olarak saptanmıştır.

İnceleme materyali olarak kullandığımız balıklardan elde edilen metafazlar yukarıda da değinildiği gibi farklı kromozom sayılarına sahiptir. Burada çeşitli faktörler bu sonucun elde edilmesinde etkili olabilmektedir. Çalışma esnasında işlemlerin yapılması esnasında meydana gelen hatalar, bir metafazdan diğerine kromozom katılımı sonucu bazı metafaz dağılımlarının sahip olduğu kromozom sayısında artış gözlenirken, buna bağlı olarak diğerinde azalma olmaktadır. Bu nedenle bu tür hassas ve sonuçların literatür açısından önemli olan çalışmalarda metafaz dağılımları mümkün olduğunca yeterli miktarda sayılarak sonuçların sağlıklı bir biçimde alınması sağlanmıştır.

Çizelge 5. *Alburnus filippii* (Kessler, 1877)'nin Solungaç Epitelinden elde edilen Kromozomların Sayısal Dağılımı.

İncelenen örnekler	Kromozom Sayısı					Karyotip (2n = 50)				
	34	42	48	50	52	Metafaz sayısı	m	sm	a	NF
1	1		6			7	16	16	18	82
2			1	4	2	7				
3	1		3	1		5				
4			1	4		5				
5				2		2				
6				5		5				
7			2	6		8				
8				4	1	5				
9			1	3		4				
10				4	1	5				
11	1			2		3				
12				4		4				
13			1	3		4				
14				3		3				
15			1	4		5				
Toplam	1	2	7	57	5	72				

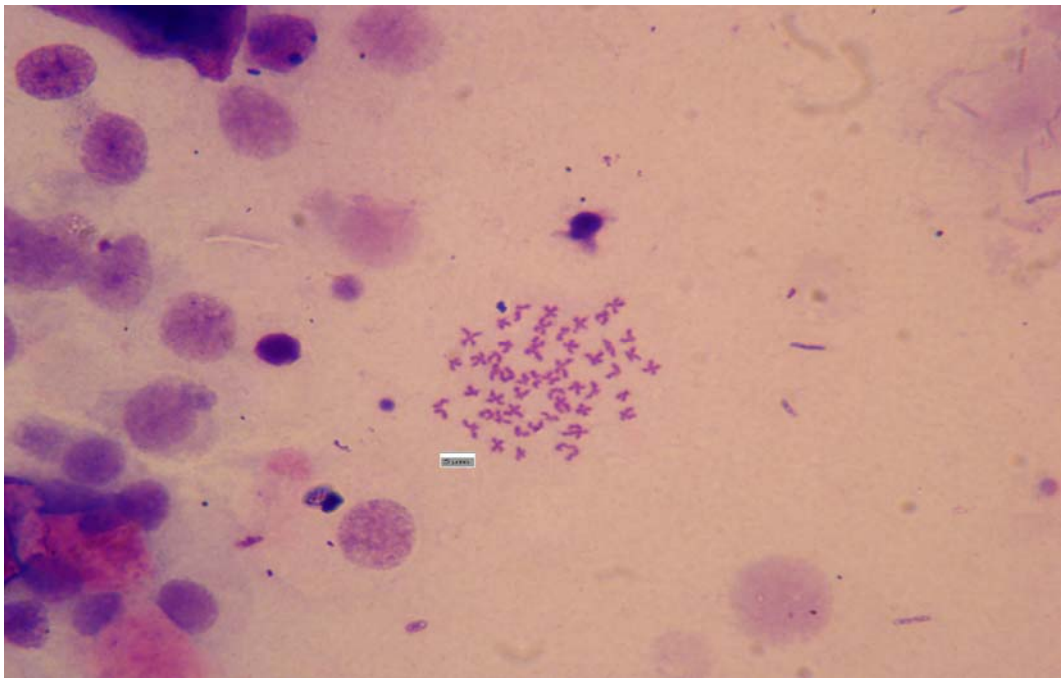
m: Metasentrik sm: Submetasentrik a: Akrosentrik NF: Kromozom kolları sayısı

Yapılan preparatlardaki inceleme sonucunda, *Acanthalburnus microlepis*'den elde edilen 78 adet metafaz dağılımından uygun olanların fotoğrafı çekilerek gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Tablo 6'de görüldüğü gibi en yaygın karyotip 2n=50 olarak % 84,61 oranında bulunmuştur.

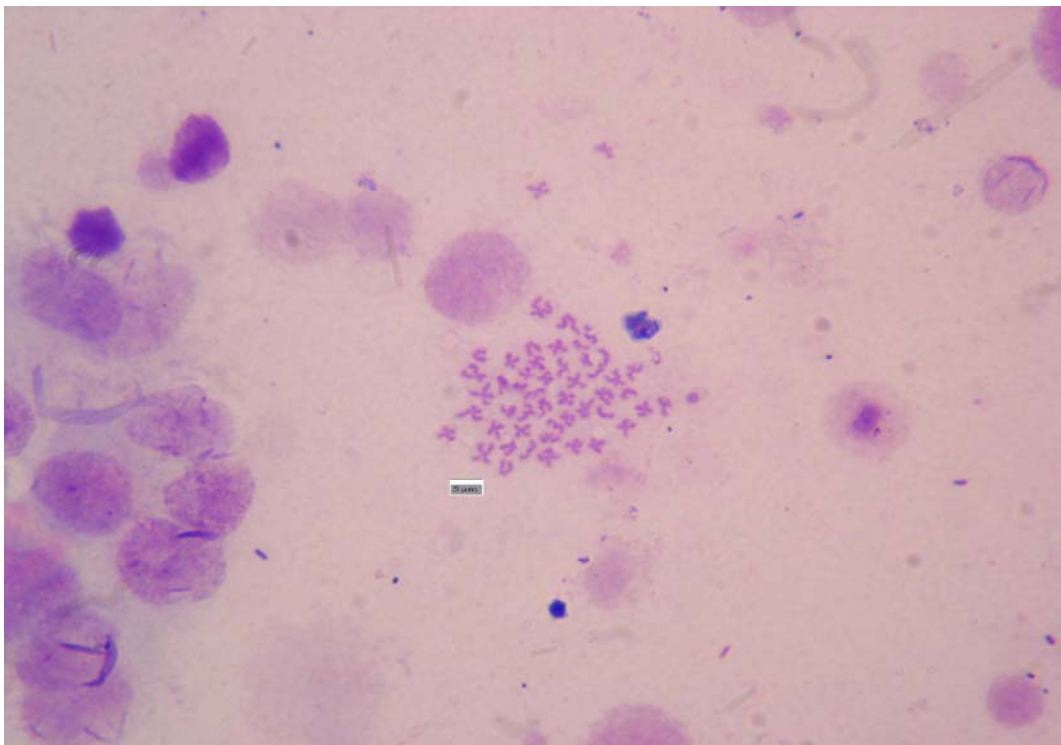
Çizelge 6. *Acanthalburnus microlepis* (De Filippi, 1863)'in Solungaç Epitelinden elde edilen Kromozomların Sayısal Dağılımı.

İncelenen Örnekler	Kromozom sayısı					Metafaz sayısı	Karyotip (2n=50)			
	48	49	50	51	52		m	sm	a	NF
1			4	1		5	16	14	20	80
2			7		1	8				
3		1	5			6				
4			2	1		3				
5	1		6			7				
6		1	6			7				
7			4	1		5				
8			3			3				
9			4			4				
10	1		3			4				
11		1	3		1	5				
12			5			5				
13			5			5				
14	1	1	5			7				
15			4			4				
Toplam	3	4	66	3	2	78				

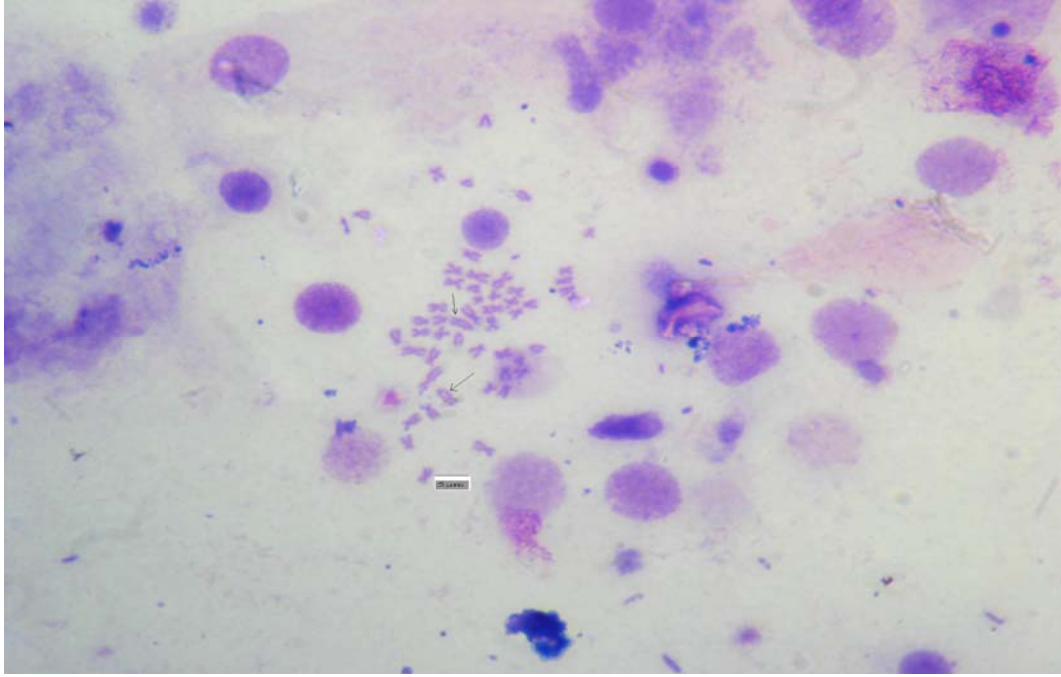
m: Metasentrik sm: Submetasentrik a: Akrosentrik NF: Kromozom kolları sayısı



a

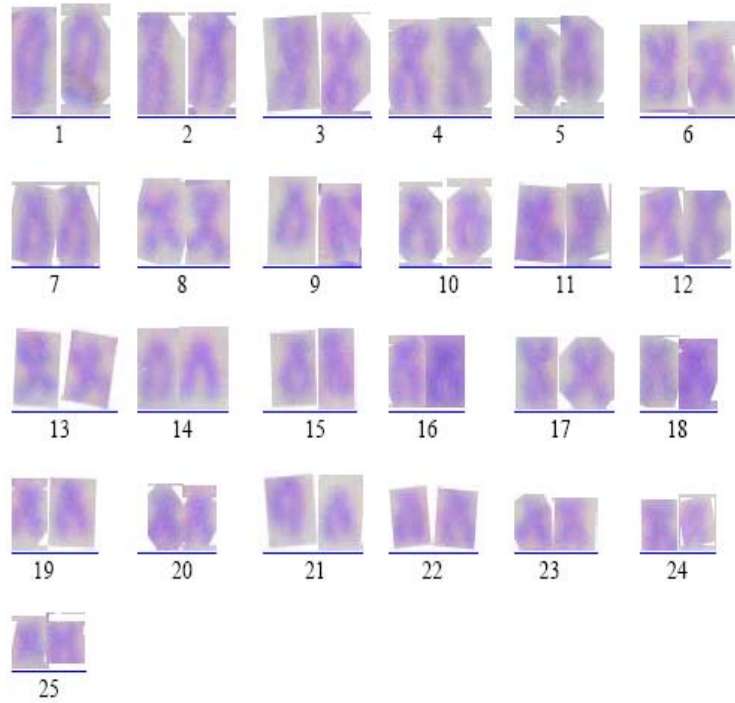


b

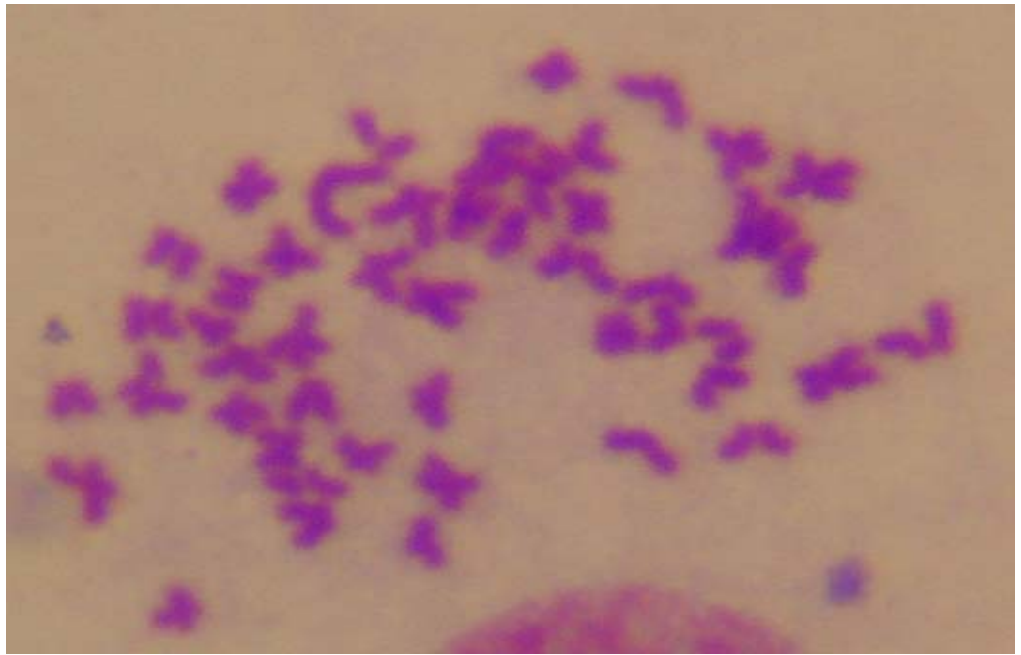


c

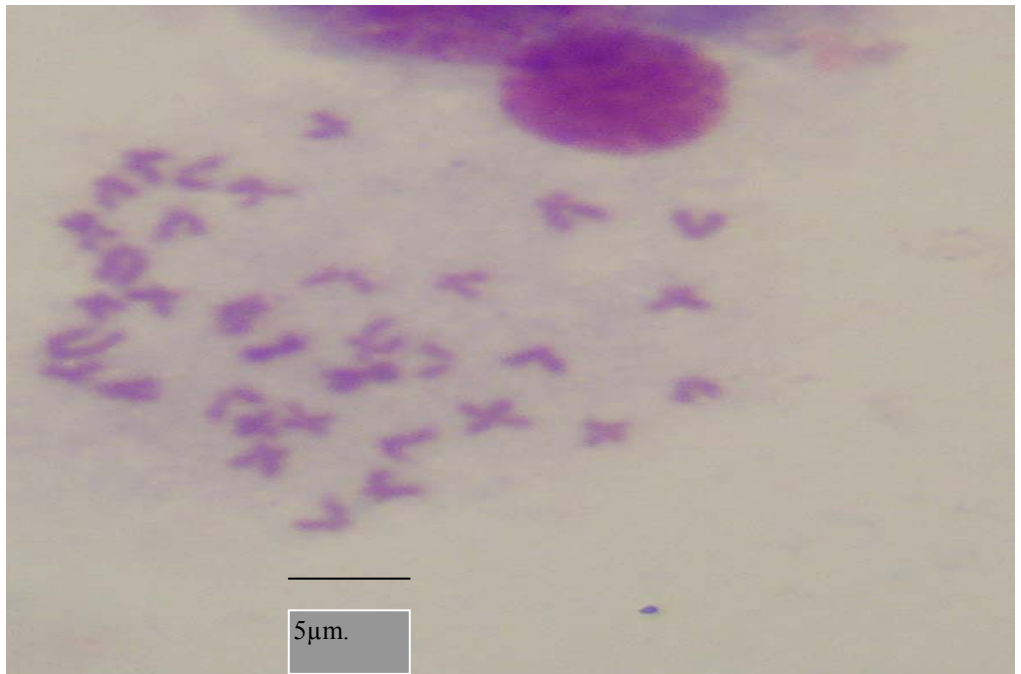
Resim 10a, b, c. *Acanthalburnus microlepis*'den elde edilen metafaz kromozomları.



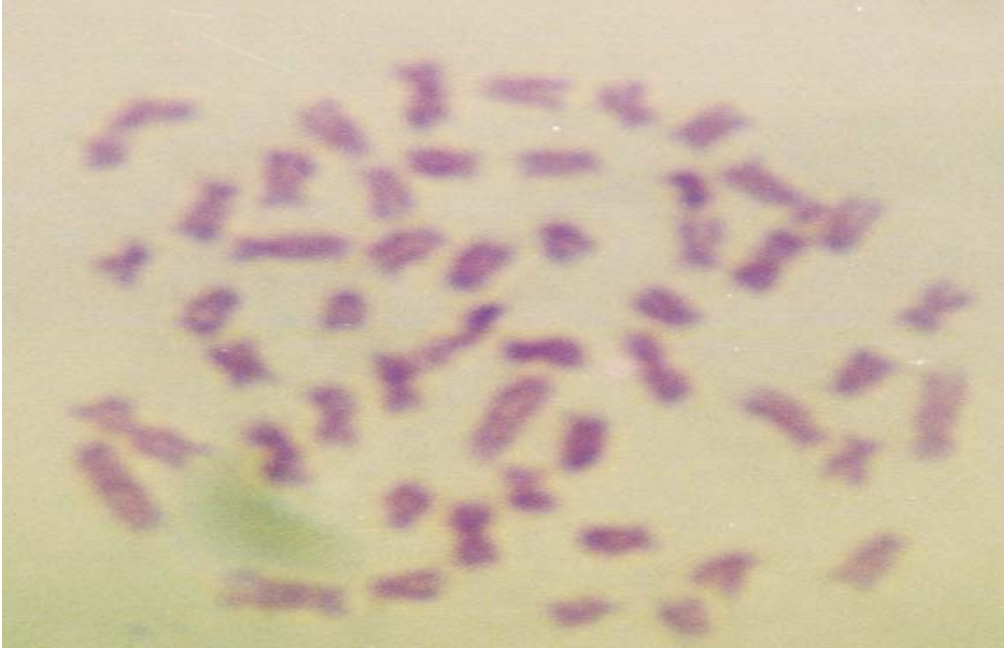
Resim 11. *Acanthalburnus microlepis*'in metafaz yayılımlarından elde edilmiş karyotipi.



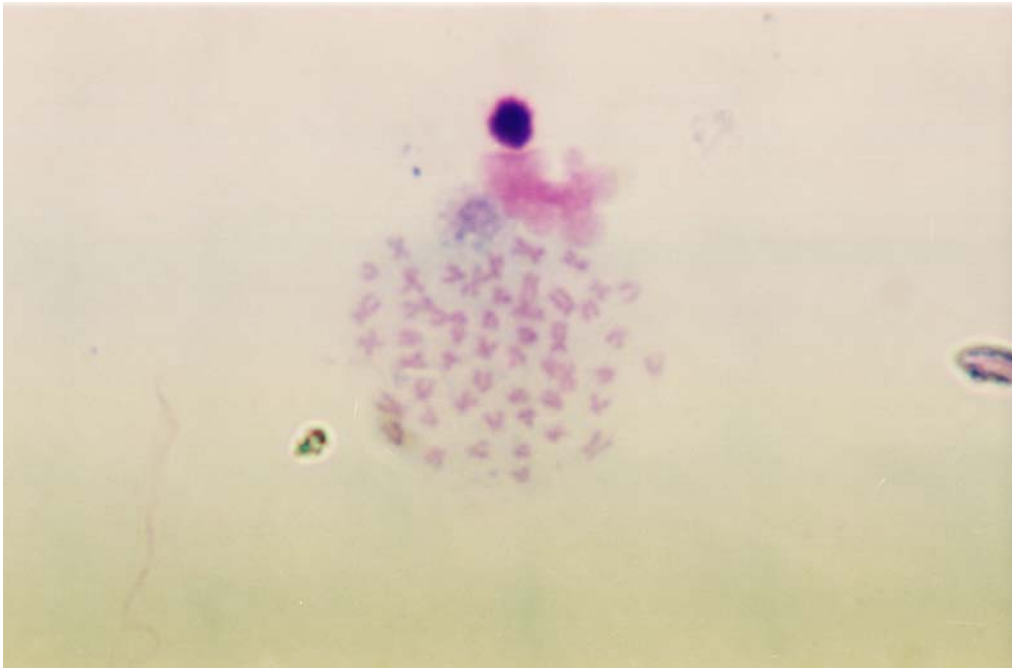
a



b

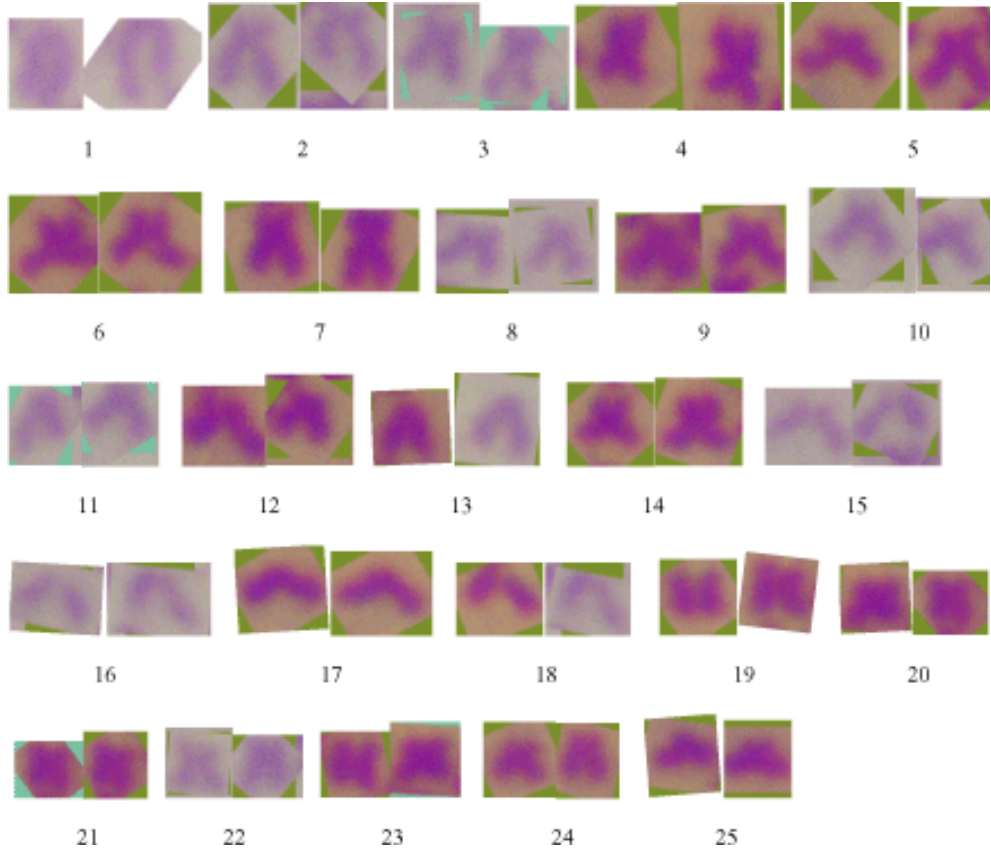


c



d

Resim 12a, b, c, d. *Alburnus filippii*'den elde edilen metafaz kromozomları.



Resim 13. *A. filippii*'nin metafaz yayılımlarından hazırlanmış karyotipi.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Canlılarda sitogenetik incelemelerle kromozomların elde edilme yöntemleri oldukça fazladır. Balıklarda insanlardaki gibi lenfosit kültürü yoluyla ve kan hücrelerinin üretim yeri olan böbreklerin incelenmesi yöntemiyle kromozom elde edilebilmektedir (4). Önemli olan bölünmekte olan hücreleri metafaz evresinde yakalamaktır. Kromozomların net bir biçimde görülebilmesi için en pratik, en ucuz ve en çabuk olan yöntemin uygulanması gerekir.

Kromozom analizi için organizmanın farklı dokuları kullanılabilir. Nitekim bazı araştırmacılar bunun için balıkların böbreğini kullanmalarına karşın (8, 11) bazıları da solungaç epitel hücrelerini aynı amaçla kullanmışlardır (6, 7). Bizde bu amaçla daha pratik ve ucuz olması bakımından solungaç epitelinden yararlandık. Balık solungaç epitel hücrelerinde ideal kromozom eldesi için hipotonikte bekleme süresini 30 dakika olarak belirledik. Halbuki Yamazaki bu süreyi böbrek dokusu için 40 dakika olarak kullanmıştır (8).

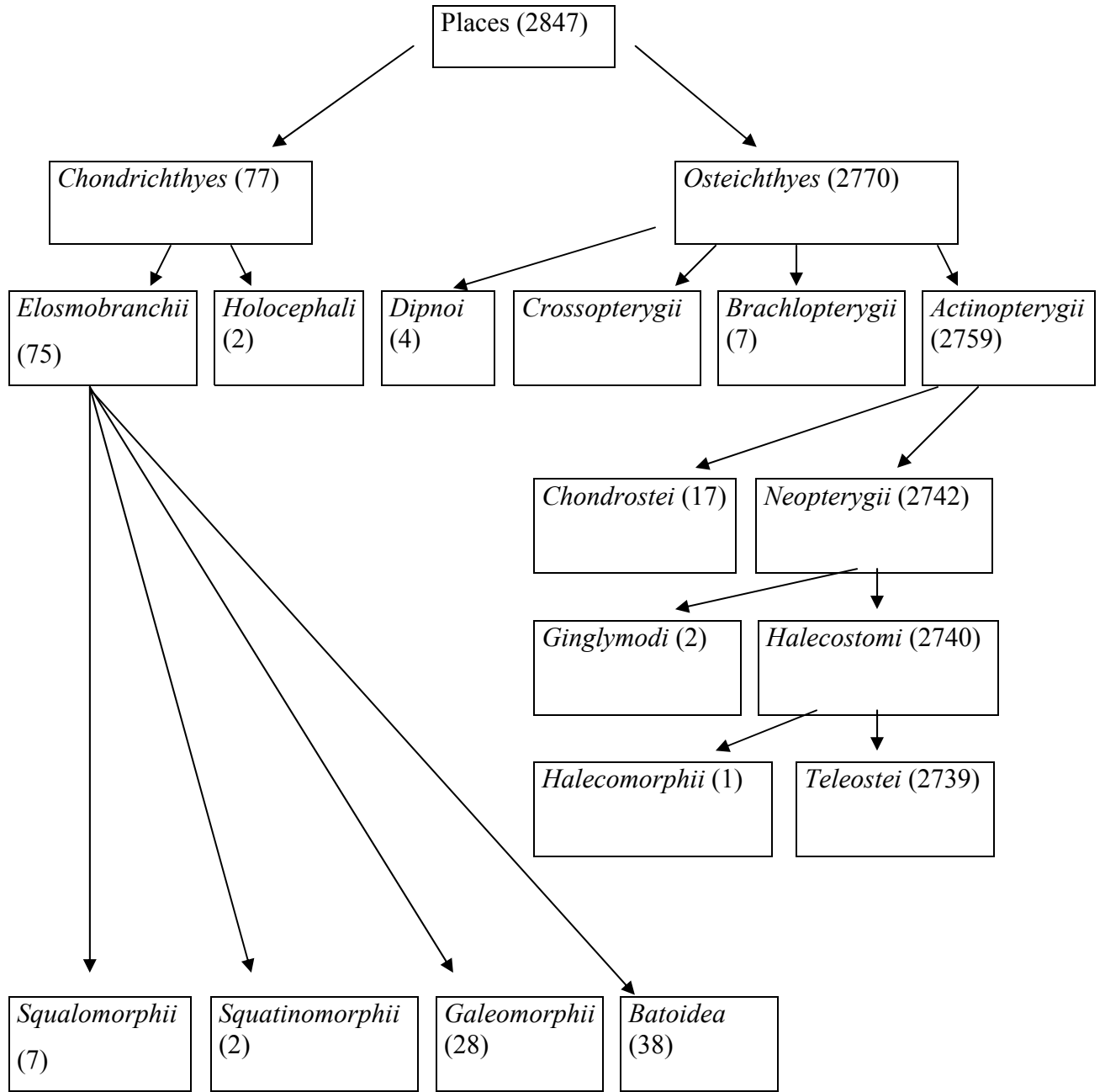
Nishikawa ve arkadaşları Avrupa, Amerika ve Japon yılan balıklarının 3 türünde de kromozom sayısının $2n=38$ olduğunu, karyotiplerinin ise 20 metasentrik-submetasentrik ve 18 akrosentrik kromozom yapısında olduğunu bildirmektedirler (6). Aynı araştırmacılar *Cichlidae* familyasından bir tatlı su balığı olan *Cichlasoma citrinella*'da ise kromozom sayısını $2n=48$, karyotipinin 36 submetasentrik ve 12 akrosentrik kromozom yapısında olduğunu bildirmişlerdir (7). Demirok ve Ünlü (12), *Capoeta trutta* ve *Capoeta capoeta umbla* türlerinin böbreklerinden elde ettikleri preparatları incelemeleri 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. Hamalosmanoğlu ve Kuru, Kadife Balığı (*Tinca tinca*)'nın kromozom sayısını $2n=48$ ve ortalama kromozom uzunluğunu 2.191μ olarak saptamışlardır (55). Pandey ve Lakra (56), *Clarias batrachus*'un kromozom sayısını $2n=50$, karyotipinin ise 8 metasentrik, 5 submetasentrik, 2 subtelosentrik ve 10 akrosentrik kromozomdan oluştuğunu belirlemişlerdir

Balık kromozomları mitoz bölünmenin fazla olduğu ve metafaz safhasında bir ışık mikroskobu yardımıyla çok kolay görülebilir ve çok iyi tanımlanabilirler. 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 (57, 58).

Bölünen hücreleri metafazda durdurmak için çeşitli kimyasal maddeler kullanılır. Kolşisin, kolsemid ve vinblastin sülfat'ın hepsi iğ ipliği oluşumunu önlemek için kullanılabilir. Kullanılan kolşisin miktarı diğer canlılarda kullanılanlara oranla biraz yüksektir. Örneğin farelere (16), intraperitoneal olarak 4 mg/kg kolşisin verilmesine karşın, balıklarda 150 mg/kg'a kadar yüksek dozlar kullanılmıştır (7), Kimyasal maddeye maruz bırakma süresi 20 dakikadan 6-8 saate kadar uzatılabilir. Kısa süreli muamelede metafaz sayısı az iken uzun süreli muamelede ise kromozomların aşırı yoğunlaşmasından kaynaklanan büzölmeler meydana gelebilmektedir. Nanda ve ark. (59), yönteminde ise balık % 0.03'lük kolşisin içeren suda 6-8 saat bekletilmiştir. Daha sonra, metafaz kromozomlarını birbirinden ayırmak için hipotonikle muameleye tabi tutulur. Bu muamele, hücrenin kendi içindeki osmatik basınçtan daha düşük basınçlı bir solüsyon (örneğin; %1'lik sodyum sitrat veya %0.35-0.56'lık KCl) ile hücreleri açığa çıkarmayı ihtiva eder. Bu işlemde, hücreye su girer ve hücre şişer. Böylece kromozomlar birbirinden ayrılır. Bu işlemlerden sonra, hücre içi unsurların korunması amacıyla hücreler fiske edilir. Fiksasyon için, genellikle 3 kısım etanol veya metanol ve 1 kısım glasiyel asedik asit (Carnoy fiksatif) kullanılır. Fiske edilmiş hücreler bir mikroskop lamı üzerinde yayılır ve boyanır, daha sonra bu hücrelerin metafaz kromozomları ışık mikroskobu ile incelenir.

Balık kromozomlarının boyca küçük ve sayıca fazla olması ve balık kromozomu preparasyonları için standart bir tekniğin olmaması, sitogenetik, genotoksik çalışmalarda ve diğer amaçlar için balık kromozomlarının kullanılmasını zorlaştırmaktadır.

Günümüzde Agnatha (çenesiz balıklar), Chondrichthyes (kıkırdaklı balıklar) ve Osteichthyes (kemikli balıklar) sınıflarına dahil 20000-23000 civarında balık türü mevcuttur. Ancak, bunlardan yaklaşık 3000 kadarının kromozom sayıları bilinmektedir. Salmoniformes takımına dahil balıklardan 299 tanesinin kromozom sayısı, bunlardan 203 tanesinin de karyotipi tespit edilmiştir.



Şekil 4. Kromozom analizleri yapılmış balıkların sayıları (60).

Bununla beraber, memeli sitogenetiğindeki ve özellikle insanlar üzerindeki sitogenetik çalışmalarındaki ilerlemeler, benzer çalışmaların balıklarda da yapılmasına yol açmış, balık kromozomu çalışmalarında gözle görülür bir artış sağlanmıştır (4, 61).

Mezgit, sazan, yılan balığı, kaya balığı, kefal vb. gibi farklı balıklarda yapılan çok sayıda kromozom çalışması olmakla beraber üzerinde en çok çalışılmış balık türü gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'dır (62-68). Buna rağmen, bu türün kromozom yapıları henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Birçok husus, ancak daha ileri sitogenetik yöntemler ve kromozom bantlama çalışmalarıyla açıklığa kavuşacaktır.

Denton ve Gold balıklarda kromozom preparasyonu amacıyla, böbrek ve dalak gibi yumuşak organlar ile solungaç, yüzgeç, pul ve korneadan alınan epitel hücrelerinin kromozom çalışmaları için uygun olduğunu, testislerin de mayoz kromozomlarını elde etmede uygun olmakla beraber, sadece aktif spermatogonial çoğalma döneminde kullanıldıklarını bildirmişlerdir (42, 69). Balıklarda kromozom preparasyonlarının hazırlanmasında kullanılan doku ve organların alınma yöntemleri, fiksasyonu, mikroskop altında incelenmesi, fotoğraflarının çekilmesi gibi konularda ayrıntılı bilgiler vermiştir. Blaxhall, balık dokularından kromozom preparasyonları amacıyla bir metot geliştirmiştir (70). McGurk ve Rivlin'de (71), kromozom ölçümü ve karyotip preparasyonunda kullanılacak BASIC bilgisayar programı hazırlamıştır.

Çizelge 7. Bazı balık türlerinin karyotip bilgileri (72).

Tür	Kromozom sayısı	Karyotip	Kaynak
<i>Alburnus alburnus</i>	50	16m+6sm+10st	4
<i>Chalcalburnus mossulensis</i>	48	6m+10sm+8a	73
<i>Capoeta capoeta umbla</i>	144	42m+72sm+30t	76
<i>Cyprinion macrostomum</i>	48		11
<i>Salmo gairdneri</i>	60		13
<i>Aphanius cypris</i>	48		4
<i>Bothus podas</i>	38	12m+16sm+10st	74
<i>Poecilia formosa</i>	46		59
<i>Coregonus albula</i>	80		4
<i>Cichlasoma citrinella</i>	48	36sm+12a	7
<i>Acheilognathus tonkinensis</i>	44	14m+14sm+8st+8a	4
<i>Chalcalburnus tarichi</i>	50		72
<i>Leuciscus cephalus</i>	50	43m+16st,t	4
<i>Cyprinus carpio</i>	98	50m+48t	4
<i>Salmo trutta</i>	80	20m+60t	4
<i>Salvelinus fontinalis</i>	84		75
<i>Salvelinus alpinus</i>	78		75

Balıklarda genel ve farklı balıklar için geliştirilenlere ilave olarak, özellikle gökkuşığı alabalığında kromozom preparasyonu amacıyla Al-Sabti, Chourrout ve Happe ve Lozano ve ark. (77-79), tarafından direkt kromozom preparasyonu metotları geliştirilmiş, ülkemizde ise bu konuda çalışan çok az sayıda araştırmacı olup, Ulupınar ve Okumuş (80), gökkuşığı alabalığı için mevcut direkt kromozom preparasyonu metotlarını modifiye etmişlerdir.

Çizelge 8. Bazı balık takımlarında yapılmış kromozom çalışmalarında çalışılan tür sayıları (81).

Takım	Çalışılan tür sayısı	Takım	Çalışılan tür sayısı
<i>Petromyzontiformes</i>	14	<i>Gonorhynchiformes</i>	1
<i>Hexanchiformes</i>	4	<i>Cypriniformes</i>	590
<i>Squaliformes</i>	3	<i>Characiformes</i>	356
<i>Rajiformes</i>	14	<i>Siluriformes</i>	329
<i>Pristiformes</i>	1	<i>Salmoniformes</i>	203
<i>Torpenidiformes</i>	6	<i>Stomiatiformes</i>	21
<i>Myliobatiformes</i>	17	<i>Aulopiformes</i>	3
<i>Squatiniiformes</i>	2	<i>Myctophiformes</i>	8
<i>Heterodontiformes</i>	2	<i>Amblyopsiformes</i>	1
<i>Orectolobiformes</i>	1	<i>Gobiesociformes</i>	1
<i>Lamniiformes</i>	1	<i>Lophiiformes</i>	1
<i>Carcharhiniiformes</i>	24	<i>Gadiformes</i>	14
<i>Chimaeriformes</i>	2	<i>Atheriniiformes</i>	58
<i>Ceratodontiformes</i>	1	<i>Cyprinodontiformes</i>	254
<i>Lepidosireniiformes</i>	3	<i>Beryciformes</i>	8
<i>Acipenceriformes</i>	17	<i>Zeiformes</i>	1
<i>Polypteriformes</i>	7	<i>Gasterosteiformes</i>	11
<i>Lepisosteiformes</i>	2	<i>Synbranchiformes</i>	4
<i>Amiiformes</i>	1	<i>Channiiformes</i>	7
<i>Osteoglossiformes</i>	11	<i>Scorpaeniiformes</i>	83
<i>Elopiiformes</i>	3	<i>Perciformes</i>	747
<i>Anguilliformes</i>	20	<i>Pleuronectiformes</i>	34
<i>Clupeiformes</i>	24	<i>Tetraodontiformes</i>	32

Schreck ve Moyle (82), kromozom preparatları hazırlamak için metafaz hücrelerinin iyi bir kaynağı olan bölünen dokular (embriyonik dokular, solungaçlar, böbrekler, bağırsaklar, pul epitelleri ve fibroblastlar) tercih edilmelidir.

Yamazaki bir alabalık türü olan *Plecoqlossus altivelis*'te kromozom sayısını $2n=56$ olarak saptamıştır (8). Kromozom tiplerini 44 akrosentrik, 12 submetasentrik olarak vermiştir. Çolak ve ark. Beni Balığı (*Cyprinion macrostomum*, Heckel 1843)'nın kromozom sayısını $2n=48$ olarak saptamıştır (11). Ergene ve ark. *Clarias lazera*'nın 18 metasentrik, 26 submetasentrik ve 12 akrosentrik kromozom olmak üzere $2n=56$ kromozoma sahip olduğunu tespit etmişlerdir (44).

İleri canlıların poliploidi olayına tolerans göstermemelerine karşın balıklarda doğal poliploidiye rastlamak olasıdır (83). Nanda ve arkadaşları (59), 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. Ancak *Barbus ssp*'de $2n=150$ kromozom saptayan araştırmacılar bu balığın heksaploid olduğunu belirtmişlerdir (84).

Bu çalışmada, mitotik inhibitör olan kolşisin, Rukhsana ve Malgorzata (85), Padilla ve ark. (86), Gül ve ark. (73)'nin çalışmaları ile uyum göstermektedir. Çalışma sırasında intraperitoneal enjeksiyonun, yeterli dozun balığa enjekte edilememesinden dolayı oldukça zor yapılabilmekte ve olumlu sonuç alınamamaktadır.

Evrimsel olarak ileri canlılarda kromozom morfolojisine dayalı heterogametik eşey belirlenmesi yapılabilmesine karşın, balıklarda bazı istisnalar dışında eşey kromozomlarının farklılıkları ayırt edilememektedir (74). Üstelik balıklarda sıcaklık etkeni kullanılarak eşey değişiklikleri yapay yolla gerçekleştirilebilmektedir (87). Oysa evrimsel olarak ileri canlılarda böyle bir örneğe rastlamak olası değildir. Çalışmamızda her iki türde de cinsiyete bağlı herhangi bir kromozom tespit edilememiştir. Bu tür sonuçlar balık kromozomları üzerindeki pek çok çalışmada da aynı olmaktadır (4, 9, 12, 73, 74, 75, 88).

Sonuç olarak; karyotip çalışmalarında kaliteli metafazların elde edilebilmesi için uygulanan her aşamanın kusursuzca yapılması gerekmektedir. Çalışmanın herhangi bir aşamasında dozun veya uygulama süresinin yetersiz veya fazla olması sonuçların istenilen şekilde alınmasını zorlaştırmaktadır. Bu tür çalışmaların birçok araştırmacı tarafından yapılması ile karşılaştırma ve çalışma yöntemlerinin gelişimi sağlanarak en iyi sonuca ulaşılması mümkün olacaktır.

Kura-Aras Havzasına endemik olan balıklar üzerine kromozomal bazda literatür bilgileri oldukça azdır. Bu çalışma ile üzerinde araştırma yapılan *Alburnus filippii* ve *Acanthalburnus microlepis*'in kromozom sayısı ve yapıları belirlenerek karyotipleri yapılmış ve bu konuda literatür bazında eksik olan bilgiler tamamlanarak ülke ve dünya biliminin gelişmesine ve buna paralel olarak sonuçlarımızı referans olarak kullanacak diğer çalışmalara temel oluşturacağı inancındayım.

6. KAYNAKLAR

1. Ulupınar, M., Alaş, A., “Balık Sitogenetiği ve Laboratuar Teknikleri Kitabı I Baskı”, s. 10 (2002).
2. Çavas, T., Ergene-Gozukara, S., “Evaluation of genotoxic potential of lambda-cyhalothrin using nuclear and nucleolar biomarkers on fish cells”, *Mutat. Res.*, 534 (1-2): 93-99 (2003).
3. Gold, J.R., “Systematics of Western North American Trout (Salmo), with Notes on the Redband trout of Sheephaeven Creek”, *Can. J. Zool.*, California, 55, 11, 1858-1873 (1977).
4. Al-Sabti, K., “Handbook of Genotoxic effects and fish chromosomes”, J. Stefan Institute, Ljubljana, Yugoslavia, 221pp (1991).
5. Kence, A., Bilgin, C., “Türkiye Omurgalıları Tür Listesi”, *Tübitak Yayınları*, 119 (1996).
6. Nishikawa, S., Amaoka, K., Karasawa, T., “On the Chromosomes of two species of eels (*Anguilla*)”, Chromosome Information Service No:12, Shiminoseki University of Fisheries, Shiminoseki, 27-28 (1971).
7. Nishikawa, S., Amaoka, K., Karasawa, T., “A Preliminary study on the chromosomes of *Cichlasoma citrinella* (Cichlidae; Pisces)”, Chromosome Information Service No:14 Shiminoseki Universty of Fisheries Shiminoseki, 32-33 (1973).
8. Yamazaki, F.A., “Chromosome study of Ayu, Salmonoid Fish”, *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries.*, Vol: 37, No: 8, 707-710 (1971).
9. Jankun, M., Rab, P., Vuorinen, J., “A karyotype study of vendace, *Coregonus albuta* (Pisces, Coregoninae)”, *Hereditas.*, 115: 291-294 (1991).
10. Baker, C.J., “A method for display of chromosomes of plaice *Pleuronectes platessa* and other marinefishes”, *Copeia.*, 2: 365-368 (1972).
11. Çolak, A., Sezgin, Ü., Süngü, S., “Sazangiller (Cyprinidae) familyasına ait Beni Balığında *Cyprinion macrostomum* (Heckel, 1843) Kromozomal araştırmalar”, *Doğa Bilim Dergisi.*, Seri A₂, Cilt 19, Sayı 2, 193-195 (1985).

12. Kılıç Demirok, N., Ünlü, E., “Karyotypes of Cyprinid fish *Capoeta trutta* and *Capoeta capoeta umbla* (Cyprididae) from the Tigris river”, *Turk J Zool.*, 25, 389-393 (2001).
13. Lloyd, M.A ., Thorgaard, G.H., “Restriction endonuclease banding of rainbow trout chromosomes”, *Chromosoma.*, 96: 171-177 (1988).
14. Wong, A.K.C., Rattner, J.B., “Sequence organisation and cytological localisation of the minor satellite of mouse”, *Nucleic Acids Res.*, 16:1645-661 (1988).
15. Cooper, D.N., “Eukaryotic DNA methylation”, *Hum. Genet.*, 64: 315-333 (1983).
16. Ekmekçi, A., Menevşe, S., Menevşe, A., “Fare kemik iliği hücrelerinde difenil hidantoin’in indüklediği sayısal ve yapısal kromozom anomalileri ve bunlar üzerine eksojen prostaglandin E₁’in azaltıcı etkisi”, *Doğa Bilim Dergisi (Medical Sciences)*., 14: 177-184 (1990).
17. Kuru, M., “Omurgalı Hayvanlar”, *Atatürk Üniversitesi Yayınları*, Erzurum, No: 646, s. 735 (1987).
18. Geldiay, R., Balık, S., “Türkiye Tatlısu Balıkları IV Baskı”, Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, No: 9, İzmir, , s. 520 (1988).
19. Kuru, M., “Doğu Anadolu Bölgesinin Balık Faunası”, *Atatürk Üniv. Yayınları*, Erzurum, No: 348 (1975).
20. Berg, L.S., “Freshwater Fishes of the U.S.S.R. and Adjacent Countries, Academy of Sciences of the U.S.S.R. (Translated from Russian, Published by the Israel Program for Scientific Translation)”, Vol. 2-3, (1949).
21. www.fishbase.com (2006).
22. DSİ., Kars Barajı ve Sulaması Projesi ÇED Raporu (2003).
23. Aras, B. ve Aras, İ., “Kars çayı İhtiyofaunası”, Lisans Tezi, Kafkas Ün. Fen-Ed. Fak Biyoloji Bölümü, Kars (2001).
24. Microsoft Encarta Encyclopedia, 2004.
25. Ayaz, M., “Kars Çayı Balıklarının Taksonomik Yönden Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Kars, (2004).

26. www.ardahanemniyet.gov.tr/ilimiz/cildir.asp (2006).
27. Yerli, S., Zengin, M., “Çıldır Gölü (Ardahan, Kars)’ndeki *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)’nun Üremesi Üzerine Bir Araştırma”, *Tr. J. Of Veterinary and Animal Sciences.*, 22, 309-313 (1998).
28. Keeton, W.T., Gould, J.L., Gould, C.G., “Kromozomların Bileşimi”, Biological science 5nd ed., W. W. Norton Company, New York, London, *Palme Yayıncılık*, Ankara, 214-218 (2003).
29. Özban, N., “Hücre Kitabı”, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, 236:262 (1988).
30. www.ctf.edu.tr (2005).
31. www.marmaraecza.org (2005).
32. www.angelfire.com (2005).
33. www.papirus.ankara.edu.tr (2005).
34. www.lokman.cu.edu.tr (2005).
35. Pras, M., “Familial Mediterranean Fever from the clinical syndrome to the cloning of thryprin gene (editorial)”, *Scand. J.Rheumatol.*, 27 (2), 92-97i 63:220 (1998).
36. Samuels, J.Aksentijevich,I., “Familial Mediterranean Fever at the millenium, Clinical spectrum, ancient mutations and a survey of 100, American refferrals to the National İnstitutes of Health Medicine (Baltimore)”, 77 (4), 268-297 (1998).
37. Saatçi,U., Özen, S., Özdemir, S., Bakkaloğlu, A., Beşbaş, N., Topaloğlu, R., Arslan, S., “Familial Mediterranean feverin children: Report of a large series anddiscussion of the risk and prognostik factors of amyloidosis”, *Eur. J. Pediatr.*, 156 (8), 619-623 (1997).
38. www.bcf.com (2005).
39. Şahin, F., Saydam, G., Aydın, H.H., Selvi, N., Öktem, G., Müezzinoğlu, G.G., Omay, S.B., “Serin/Treonin Protein Fosfataz İnhibitörleri Paklitaksel / Dosataksel İle İndüklenen H1-60 Lösemik Hücre Sitotoksitesi”, *Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları*, Volume 20, Number 3 (2003).
40. Wolf, K., Quimby, M.C., “Fish Cell and Tissue Culture”, *Fish Physiology.*, Vol. 3, N.Y, Academic Press (1969).

41. Denton, T.E., Howell, W.M., “A technique for Obtaining Chromosomes from the Scale Epithelium of Teleost Fishes”, *Copeia.*, 392-393 (1969).
42. Denton, T.E., “Fish Chromosome Methodology”, Charles C. Thomas Publisher, *Springfield, Illinois*, 169pp (1973).
43. Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ., Kaloğlu, B., “Karyotype Analysis in *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) from Lake Hazer”, *Turk J Vet Anim Sci.*, 28, 309-314 (2004).
44. Ergene, S., Portakal, E., Karahan, A., “Karyological Analysis and Body Proportion of Catfish (*Clariidae, Clarias lazera*, Valenciennes, 1840) in the Göksu Delta, Turkey”, *Tr. J. of Zoology*, 23, 423-426 (1999).
45. Roberts, F.L., “Chromosomal Polymorphism in North American Landlocked *Salmo salar*”, *Can. J. Genet Cytol.*, 10, 865 (1968).
46. Roberts, R.J., “A specific endonuclease from *Anthrobacter luteus*”, *J. Mol. Biol.*, 102, 157 (1976).
47. Labat, R., Larrouy, G., Malaspina, L., “Technique de Culture des Leucocytes de *Cyprinus carpio*”, *G.R. Acad. Sc. Paris*, 264: 2473 (1967).
48. Heckman, J.R., Brubaker, P.E., “Chromosome Preparation from Fish Blood Leucocytes”, *Prog. Fish Cult*, 32, 206-208 (1970).
49. Heckman, J.R., Allendorf, F.W., Wright, J.E., “Trout Leucocytes :Growth in Oxygenated Cultures”, *Science.*, 173, 246-247 (1971).
50. Baker, C.J., “A Method for the Display of chromosomes of Plaice, *Pleuronectes platessa* and other Marine Species”, *Copeia.*, 2:365 (1972).
51. Klinkhardt, M.B., Buuk, B., “Die Chromosomen der Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*)”, *Z. Binnenfisch.*, 37, 7, 226-228 (1990).
52. Kaya, Ö.T., Gül, S., Nur, G., “Karyotype Analysis In *Orthrias angorae* (Steindachner, 1897)”, “Karyotype Analysis of *Orthrias angorae* (Steindachner, 1897)”, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi.*, 11 (2):147-140 (2006).
53. Ergene, S., Çavaş, T., “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 (2004).

54. Ergene, S., Kaya, F., Pekcan, I., Oral, A., “Karyological analysis of *Oreochromis niloticus* (L., 1758) (Pisces, Cichlidae) used in Aquaculture”, *Intern. Symp. on Fisheries & Ecology Proc*, 2-4 September, Trabzon, Turkey, 191-195, 1998.
55. Hamalosmanoğlu, M., Kuru, M., “Mogan Gölü’nde (Ankara) Yaşayan Kadife Balığı’nın (*Tinca tinca*, L 1758) Karyotip Analizi ve İdiogramı, *Turk J Vet Anim Sci*, 28, 143-147 (2004).
56. Pandey, N., Lakra, W.S., “Evidence of female heterogamety, B-chromosome and natural tetraploidy in the Asian catfish, *Clarias batrachus*, used in aquaculture”, *Aquaculture.*, 149, 31-37 (1997).
57. MacGregor, J.T., Heddle, J.A., Hite, M., Margolin, B.H., Ramel, C., Salamone, M.F., Tice, R.R., Wild, D., “Guidlines for the conduct of micronucleus assays in mammalian bone marrow erythrocytes”, *Mutat. Res.*, 189, 103-112 (1987).
58. Yunis, J.Y., “Human chromosome methodology”, *Academic Press*, New York, (1974).
59. Nanda, I., Schartl, M.N., “Feichtinger, W., Schlupp, I., Parzefall, J., Schmid, M., “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 (1995).
60. Kapuscinski, A.R., Hallerman, E.M., “Transgenic fish and public policy: Anticipating Environmental Impacts of Transgenic Fish”, *Fisheries.*, 15, 1, 2-11 (1990).
61. Gold, J.R., L, Y.C., Shipley, N.S., Powers, P.K., “Improved methods for working with fish chromosomes with a rewiev of metaphase chromosome banding”, *J. Fish Biol.*, 37, 563-575 (1990).
62. Nygren, A., Nilsson, B., Jahnke, M., “Cytological studies in *Salmo trutta* and *Salmo alpinus*”, *Hereditas.*, 67: 259-268 (1971).
63. Nygren, A., Nilsson, B., Jahnke, M., “Cytological studies in *Thymallus thymallus* and *Coregonus albula*”, *Hereditas*, 67: 269-274 (1971).
64. Nygren, A., Nilsson, B., Jahnke, M., “Cytological studies in the Smelt, *Osmerus eperlanus L*”, *Hereditas.*, 67: 283-284 (1971).

65. Ojima, Y., Hitotsumachi, S., “Cytogenetic studies in lower vertebrates IV: A note on the chromosomes of the carp (*Cyprinus carpio*) in comparison with those of the funa and gold fish (*Carassius carassius*)”, *Japan. J. Genetics.*, 42 (3): 163-167 (1967).
66. Medrano, L., Bernardi, G., Couturier, J., Durillaux, B., “Chromosome banding and genome compartmentalization in fishes”, *Chromosoma (Berl.)*, 96, 178-183 (1988).
67. Cataudella, S., Civitelli, M.V., Capanna, E., “Chromosome complements of the mediterranean mullets (*Pisces, Perciformes*)”, *Caryologia.*, 27, 93-105 (1974).
68. Sofradzija, A., “Cytogenetic characteristic of the Adriatic fish species *Mullus surmuletus*, *Chromis chromis* and *Gaidropsarus mediterraneus*”. *Ichthyologia.*, 19 (1): 45-51 (1986).
69. Gold, J.R., “A fast and easy method for chromosome karyotyping in adults teleosts”, *Prog Fish Cult*, 36, 169-171 (1974).
70. Blaxhall, P.C., “Fish chromosome techniques- a review of selected literature”, *J. Fish Biol.*, 7, 315-320 (1975).
71. McGurk, J., Rivlin, K., “A Basic Computer Program for Chromosome Measurement and Analysis”, *J. Heredity.*, 74, 304-305 (1983).
72. Gül, S., Akyol, F., Sezgin, İ., İnci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811)’nin Karyotip Analizi, *XV. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 5-9 Eylül 2000, Ankara Üniversitesi, Ankara.
73. Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ., “Gümüş Balığı’nda (*Chalcalburnus mossulensis*, Heckel 1843) Karyotip Analizi”, *Turk J Biol.*, 24: 657-662 (2000).
74. Vitturi, R., Catalano, E., Colombera, D., “Chromosome analysis of *Bothus podas* (Pisces, Pleuronectiformes) from the Mediterranean Sea”, *J Fish Biol.*, 43: 221-227 (1993).
75. Hartley, S.E., “C, Q and restriction enzyme banding of the chromosomes in brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*)”, *Hereditas.*, 114: 253-261 (1991).

76. Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ., “Siraz Balığı *Capoeta capoeta umbla* (Güldenstadt, 1773)’da sitogenetik incelemeler”, *C.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 20: 19-25 (1998).
77. Al-Sabti., “Karyotypical studies on three salmonids in Slovenia using leucocyte culture technique”, *Ichthyologia.*, 15, 41-46 (1983).
78. Chourrout, D., Happe, A., “Improved methods of direct chromosome preparation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*)”, *Aquaculture.*, 52, 255-261 (1986).
79. Lozano, R., Rejon, C.R., Rejon, M.R., “A method for increasing the number of mitosis available for cytogenetic analysis in rainbow trout”, *Stain. Ttech.*, 63, 335-338 (1988).
80. Ulupınar, M., Okumuş, İ., “Gökkuşığı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) Kromozom Analizi İçin Islah Edilmiş Bir Metod”, *IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Isparta, 17-19 Eylül 1997, Süleyman Demirel Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Eğirdir, (1997).
81. Klinkhardt, M.B., “Karyological Studies in Several Species of Freshwater Fishes from Bracish Coastal Waters of Southwestern Baltic : I. The Ruffe (*Gymnocephalus cernua*, L 1758)”, *Zool. Anz.*, 224 (3/4): 156-164 (1990).
82. Schreck, C.B., “Moyle, P.B., Methods for Fish Biology American Fisheries Society”, Maryland, USA, (1990).
83. Menzel, B.W., Darnell, R.M., “Morphology of naturally occurring triploid fish related to *Poecilia formosa*”, *Copeia.*, 350-352 (1973).
84. Oellermann, L.K., Skelton, P.H., “Hexaploidy in yellow fish species (*Barbus*, Pisces, *Cyprinidae*) from southern Africa”, *J Fish Biol.*, 37, 105-115 (1990).
85. Rukhsana, A., Malgorzata, J., “Spontaneous Triploid common carp (*Cyprinus carpio* L.) in a Farm Population”, *Cytobios.*, 78: 153-190 (1994).
86. Padilla, J.A., Fernandez-Garcia, J.L., Rabasco, A., Martinez Trancon, M., Rodriguez de Ledesma, I., Perez-Regadera, J.J., “Characterization of the Karyotype of the Tench (*Tinca tinca* L.) and Analysis of it’s Chromosomal Heterochromatic Regions by C-banding, Ag-staining and Restriction Endonuclease Banding”, *Cytogenet. Cell Genet.*, 62, 220-223 (1993).

- 87.** James J., Bull, “Evolution of sex determining mechanism”, California, The Benjamin/Cuming Publishing Company, Inc, 123 (1983).
- 88.** Elo, K., Vuorinen, J.A., Niemela, E., “Genetic resources of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Teno and Naatamö Rivers, northernmost Europe”, *Hereditas.*, 120, 19-28 (1994).

7. TEZDEN ÇIKAN YAYINLAR

1. Gül, S., **Nur, G.**, Baysal, A., “Karyotype Analysis of *Alburnus filippii* (Kessler, 1877)”, *Indian Veterinary Journal.*, 83 (1): 100-102 2006.
2. **Nur, G.**, Gül, S., Baysal, A., Kaya, Ö.T., “Kura-Aras Havzasına Endemik *Acanthalburnus microlepis* (De Filippi 1863)’de Karyotip Analizi”, XVIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 26-30 Haziran 2006.
3. Gül, S., **Nur, G.**, Baysal, A., Kaya, Ö.T., Kılıç, B., “Kura-Aras Havzasına Endemik İnci Balığı’nda (*Alburnus filippii*, Kessler 1877) Karyotip Analizi, NOR Bölgelerinin Gösterilmesi ve Restriksiyon Endonükleazlarla Bantlama”, XVIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 26-30 Haziran 2006.
4. Gül, S., **Nur, G.**, Baysal, A., “Kura-Aras Havzasına Endemik İnci Balığı’nda (*Alburnus filippii*, Kessler 1877) Kromozomal Çalışmalar”, XIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, 1-4 Eylül 2005.

8 . ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Hatay ili Antakya ilçesinde doğdu. İlköğretimini İskenderun, lise öğretimini Antakya'da tamamladı. 1999 yılında okumaya hak kazandığı Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 2003 yılında Biyolog olarak mezun oldu. 2003 yılında Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 15 Aralık 2006 tarihinde Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalına, 26 Mayıs 2006 tarihinde Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı. Hala Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.