

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANADOLU'DA DAĞILIM GÖSTEREN BAZI KAHVERENGİ
ALABALIKLARIN (*Salmo trutta labrax*, *S.t. caspius*, *S.t. abanticus*) ve
HİBRİTLERİNİN KROMOZOM SAYISI ve YAPISININ TESPİTİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Melike ALEMDAĞ

MART 2017
TRABZON



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANADOLU'DA DAĞILIM GÖSTEREN BAZI KAHVERENGİ ALABALIKLARIN
(*Salmo trutta labrax*, *S.t. caspius*, *S.t. abanticus*) ve HİBRİTLERİNİN KROMOZOM
SAYISI ve YAPISININ TESPİTİ**

Melike ALEMDAĞ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.02.2017
Tezin Savunma Tarihi : 28.03.2017**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İlhan ALTINOK

Trabzon 2017

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalında
Melike ALEMDAĞ Tarafından Hazırlanan**

**ANADOLU'DA DAĞILIM GÖSTEREN BAZI KAHVERENGİ ALABALIKLARIN
(*Salmo trutta labrax*, *S.t caspius*, *S.t abanticus*) ve HİBRİTLERİNİN KROMOZOM
SAYISI ve YAPISININ TESPİTİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 07/03/2017 gün ve 1692 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mevlit İKBAL


.....

Üye : Prof. Dr. İlhan ALTINOK


.....

Üye : Doç. Dr. Şevki KAYIŞ


.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Çalışmanın giderleri TÜBİTAK tarafından desteklenen 214O595 nolu “Anadolu’da dağılım gösteren bazı kahverengi alabalık (*Salmo trutta labrax*, *S. t. fario* ve *S. t. abanticus*) ve hibritlerinin büyüme, gelişme özellikleri ve Mikrosatelit DNA belirteçlerine dayalı parental analizi” adlı projeden karşılanmıştır.

Tez çalışmamın her aşamasında yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. İlhan ALTINOK’a, çalışmalarına yardımcı olan Doç. Dr. Erol ÇAPKIN ve Yrd. Doç. Dr. Şebnem ATASARAL ŞAHİN’e, örneklerin görüntülenmesi aşamasında KTÜ Tıp Fakültesi ve Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Genetik laboratuvarlarını kullanmamıza izin veren Prof. Dr. Mevlit İKBAL ve Prof. Dr. Abdulgani TATAR’a, karyotip düzenlemelerindeki katkılarından dolayı Arş. Gör. Rafet Çağrı ÖZTÜRK’e ve çalışmamın her aşamasında desteğini hissettiğim aileme ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Melike ALEMDAĞ
Trabzon 2017

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Anadolu’da Dağılım Gösteren Bazı Kahverengi Alabalıkların (*Salmo trutta labrax*, *S.t. caspius*, *S.t. abanticus*) ve Hibritlerinin Kromozom Sayısı ve Yapısının Tespiti” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. İlhan ALTINOK’un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 28/03/2017

Melike ALEMDAĞ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kromozomun Yapısı	2
1.3. Karyotip.....	5
1.4. Kromozomlarda Sayısal ve Yapısal Değişiklikler	6
1.5. Balıklarda Kromozom Kaynakları	7
1.6. Kromozom Elde Etme Yöntemleri.....	8
1.6.1. <i>In vitro</i> Yöntemler	8
1.6.2. <i>In vivo</i> Yöntem	8
1.7. Kromozom Bantlama Yöntemleri	9
1.7.1. Giemsa Boyama Tekniği	9
1.7.2. C-Bantlama (Konstitütif Heterokromatin Bantlama)	9
1.7.3. Ag-NOR Boyama	10
1.8. Kahverengi Alabalıklar	10
1.8.1. Aras Alabalığı (<i>Salmo trutta caspius</i>)	11
1.8.2. Karadeniz Alabalığı (<i>Salmo trutta labrax</i> , Pallas, 1811)	11
1.8.3. Abant Alabalığı (<i>Salmo trutta abanticus</i> , Tortonesse, 1954).....	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	13
2.1. Materyal.....	15
2.1.1. Çalışma Balıkları	15
2.2. Metot	16
2.2.1. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar	16
2.2.2. Kromozom Preparatlarının Hazırlanması.....	17

2.2.2.1. Havada Kurutma Yöntemi.....	17
2.2.2.2. Doku Kültürü Yöntemi.....	18
2.2.3. Gümüş Nitrat (Ag-NOR) ile Boyama	19
2.2.4. C-Bantlama.....	19
3. BULGULAR	20
3.1. <i>Salmo trutta abanticus</i>	21
3.2. <i>Salmo trutta caspius</i>	23
3.3. <i>Salmo trutta labrax</i>	25
3.4. Hibrit Balıklara Ait Karyotip Bulgular	27
3.5. Ag-NOR Bantlama	38
3.6. C-Bant	38
4. TARTIŞMA.....	40
5. SONUÇ	45
6. ÖNERİLER	46
7. KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans

ÖZET

ANADOLU'DA DAĞILIM GÖSTEREN BAZI KAHVERENGİ
ALABALIKLARIN (*Salmo trutta labrax*, *S.t. caspius*, *S.t. abanticus*) ve
HİBRİTLERİNİN KROMOZOM SAYISI VE YAPISININ TESPİTİ

Melike ALEMDAĞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıkçılık Teknolojisi Anabilim Dalı
Danışman: Prof.Dr. İlhan ALTINOK
2017, 54 Sayfa

Bu çalışmada, *Salmo trutta labrax* (L), *S.t. caspius* (C), *S.t. abanticus* (A) ve bu balıkların hibritlerinin (AC, AL, LC, CA, LA, CL) kromozom sayısı ve yapılarının tespit edilmesi, kromozom yapılarındaki farklılıkların çeşitli bantlama (C-bantlama ve Ag-NOR) yöntemleriyle ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Yapılan karyotip çalışma sonucunda AA grubunun kromozom sayısı $2n=80$, kromozom kol sayısı (NF)=100 ve karyotipi 7 metasentrik çift (M), 3 submetasentrik çift (SM), 3 subtelosentrik (ST), 27 akrosentrik çift (A), CC grubunun kromozom sayısı $2n=80$, NF=98, karyotipi 7M, 2SM, 2ST, 29A ve LL'nin kromozom sayısı $2n=80$, NF=102, karyotipi 8M, 3SM, 2ST, 27A olduğu tespit edilmiştir. Hibritlerin kromozom sayısı ise AC grubunda $2n=80$, NF=100, karyotipi 8M, 2SM, 4ST, 26A; AL grubunda $2n=80$, NF=102, karyotipi 8M, 3SM, 1ST, 28A; CA grubunda $2n=76$, NF=98, karyotipi 8M, 3SM, 3ST, 29A; CL grubunda $2n=78$, NF=96, karyotipi 7M, 2SM, 4ST, 26A; LA grubunda $2n=80$, NF=100, karyotipi 8M, 2SM, 7ST, 28A; ve LC grubunun kromozom sayısı $2n=80$, NF=101, karyotipi 9M, 2SM, 1ST, 28A olarak belirlenmiştir. Ag-NOR bantlama sonuçlarına göre incelenen tüm türlerin ve hibritlerinin bir çift submetasentrik kromozomunun kısa kollarının telomer bölgelerinde belirgin halde NOR'lu bölgeler gözlenmiştir. Ayrıca C-bantlama ile bazı kromozomların sentromerlerinde bazılarının ise kollarında farklı sayıda konstitütif heterokromatin bölge tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Kahverengi alabalık, hibrit, kromozom, karyotip, C-bant, Ag-NOR.

Master Thesis

SUMMARY

DETERMINATION OF CHROMOSOME NUMBER AND STRUCTURE OF BROWN TROUT (*Salmo trutta labrax*, *S.t. caspius*, *S.t. abanticus*) AND THEIR HYBRIDS DISTRIBUTED IN ANATOLIA

Melike ALEMDAĞ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Fishes Technology Program

Supervisor: Prof. Dr. İlhan ALTINOK

2017, 54 Pages,

In this study, chromosome numbers and structures of *Salmo trutta labrax* (L), *S. t. caspius* (C), *S. t. abanticus* (A) and their hybrids (AC, AL, LC, CA, LA, CL) were determined. Also differences in chromosome structures of these fish were defined by using different banding methods such as C-banding and Ag-NOR. Chromosome number for AA was $2n=80$ and fundamental arm number (NF)=100. The diploid complement comprised 7 metacentric pairs (M), 3 submetacentric pairs (SM), 6 subtelocentric pairs (ST) and 27 Acrosentric pairs (A). Chromosome number and diploid complement for CC was $2n=80$, NF=98, 7M, 2SM, 2ST, 29A; for LL $2n=80$, NF=102, 8M, 3SM, 2ST, 27A. Chromosome number and diploid complement for hybrids $2n=80$, NF=100, 8M+2SM+4ST+25A in a AC; $2n=80$, NF=102, 8M+3SM+1ST+28A in AL; $2n=76$, NF=98, 8M+3SM+3ST+29A in CA; $2n=78$, NF=96, 7M+2SM+4ST+26A in CL; $2n=80$, NF=100, 8M+2SM+7ST+28A in LA; $2n=80$, NF=101, 9M+2SM+1ST+28A in LC. According to Ag-NOR banding results, a pair of NOR regions were observed on the telomere regions of SM chromosome's short arms of all groups and hybrids. Moreover, after C-banding, various numbers of constitutive heterochromatin region were determined either on the centromere or arms of some chromosomes.

Key Words: Brown trout, hybrid, chromosome, karyotype, C-band, Ag-NOR.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Metafazda kromozom oluşumu	3
Şekil 2. Kromozom yapısı.....	4
Şekil 3. Sentromer durumuna göre kromozomların sınıflandırılması	5
Şekil 4. <i>Salmo trutta caspius</i> (orijinal)	11
Şekil 5. Karadeniz Alabalığı (<i>Salmo trutta labrax</i>) (orijinal).....	12
Şekil 6. Abant Alabalığı (<i>Salmo trutta abanticus</i>) (orijinal)	12
Şekil 7. <i>Salmo trutta abanticus</i> 'a ait kromozom görüntüsü	21
Şekil 8. <i>S. trutta abanticus</i> balığına ait karyogram.....	22
Şekil 9. <i>Salmo trutta caspius</i> 'a ait kromozom görüntüsü.....	24
Şekil 10. <i>S. trutta caspius</i> balığının karyogramı	24
Şekil 11. <i>Salmo trutta labrax</i> 'a ait kromozom görüntüsü	26
Şekil 12. <i>S. trutta labrax</i> balığının karyogramı	26
Şekil 13. AL, AC, CA, CL, LA, LC balıklarına ait kromozom görüntüsü	28
Şekil 14. AC balığına ait karyogram.....	29
Şekil 15. AL balığına ait karyogram.....	29
Şekil 16. CA balığına ait karyogram.....	30
Şekil 17. CL balığına ait karyogram	30
Şekil 18. LA balığına ait karyogram.....	31
Şekil 19. LC balığına ait karyogram	31
Şekil 20. Gümüş boyama yapılan AA'ya ait metafaz safhasında bulunan kromozom üzerinde ki NOR (kırmızı halka içerisinde).	38
Şekil 21. <i>Salmo trutta abanticus</i> 'a ait C-bantlama	39

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Sentromerik pozisyon ve kol oranlarına (uzun/kısa kol) göre belirlenen kromozom tipleri	5
Tablo 2. Bazı balık türlerinin kromozom sayısı.....	6
Tablo 3. <i>S. trutta labrax</i> (L), <i>S. trutta abanticus</i> (A) ve <i>S. trutta caspius</i> (C) türlerinin çaprazlanması ile elde edilen hibrit bireyler, boy ve ağırlıkları.....	16
Tablo 4. <i>S. trutta abanticus</i> 'a ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması	22
Tablo 5. <i>S. trutta caspius</i> 'a ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması	24
Tablo 6. <i>S. trutta labrax</i> 'a ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması	26
Tablo 7. AC balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması	31
Tablo 8. AL balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması	33
Tablo 9. CA balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması	34
Tablo 10. CL balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması	35
Tablo 11. LA balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması	36
Tablo 12. LC balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması	37

SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Akrosentrik
AgNO₃	: Gümüş Nitrat
Ba(OH)₂	: Baryum Hidroksit
CoCl₂	: Kobalt Klorür
C-Bant	: Konstitütif Heterokromatin Bantlama
°C	: Derece Santigrat
Dişi	: ♀
DNA	: Deoksirübo Nükleik Asit
Erkek	: ♂
g	: Gram
HCl	: Hidroklorik asit
KCl	: Potasyum Klorür
M	: Metasentrik
NF	: Kromozom Kol Sayısı (Number of Fundamental)
NaCl	: Sodyum klorür
NOR	: Çekirdeği Düzenleyen Bölgeler (Nuclear Organizing Regions)
PBS	: Fosfat Tamponu
RPMI	: Roswell Park Memorial Institute medium
rRNA	: Ribozomal RNA
SM	: Submetasentrik
ST	: Subtelosentrik
SSC	: Tuzlu Sodyum Sitrat Çözeltisi
vd.	: ve diğerleri
X100	: 100 kat büyütme
µ	: Mikron
µl	: Mikrolitre
∞	: Sonsuz
%	: Yüzde
LL	: <i>Salmo trutta labrax</i> x <i>Salmo trutta labrax</i>
CC	: <i>Salmo trutta caspius</i> x <i>Salmo trutta caspius</i>

- AA** : *Salmo trutta abanticus* x *Salmo trutta abanticus*
AL : *Salmo trutta abanticus* x *Salmo trutta labrax*
AC : *Salmo trutta abanticus* x *Salmo trutta caspius*
CA : *Salmo trutta caspius* x *Salmo trutta abanticus*
CL : *Salmo trutta caspius* x *Salmo trutta labrax*
LA : *Salmo trutta labrax* x *Salmo trutta abanticus*
LC : *Salmo trutta labrax* x *Salmo trutta caspius*



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Hem zengin protein içeriği hem de aminoasit değerleri bakımından önemli bir ekonomik kaynak olan balıklar her zaman inceleme konusu olmuştur. 2005 yılında dünyada alt türler dâhil yaşayan balık sayısı 28000 olarak tahmin edilirken her yıl bu sayı artış gösterip 2016 yılında 401 yeni tür tanımlanmasıyla mevcut sayı 59162 civarında ve geçerli olan sayı 34156 olduğu söylenmektedir (Saygun, 2005; Eschmeyer vd., 2016). Her canlı grubunda olduğu gibi balıklarında fizyolojik ve morfolojik açıdan sınıflandırılmaya ihtiyacı vardır.

Balıkların sınıflandırılmasında; morfometrik ölçümler ve oranlar, meristik sayımlar, anatomik karakteristikler, renk, elektroforez, üreme izolasyonu testleri, karyotip ve DNA analizleri kullanılmaktadır. Kromozom sayısı ve morfolojisi, çevresel faktörlerin etkisiyle değişime uğrayan diğer karakterlere oranla daha iyi muhafaza edilir. Karyotip analizi, özellikle popülasyonların karakterize edilmelerinde önemlidir (Saygun, 2005). Karyotip çalışmaları türler arasındaki akrabalık ilişkilerinin açıklanmasında yararlı bilgiler vermektedir (Cataudellavd, 1974).

Balıklar üzerine yapılan kromozom çalışmaları çok uzun yıllar öncesine dayanmasına rağmen henüz balık sitogenetiği üzerine başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Bunun nedeni balıkların kromozom sayılarının fazla olması ve yapılarının çok küçük olmasından kaynaklanmaktadır. Karyotip analizlerinde kromozom bantlama tekniği kullanıldığında, balık kromozomlarının sayı ve yapısı daha anlaşılır olmaktadır. Kromozom bantlama teknikleri ile kromozomlardaki sayısal ve yapısal değişikliklerle yeni melezlerin tespiti yapılabilir (Ergene ve Karahan, 1999).

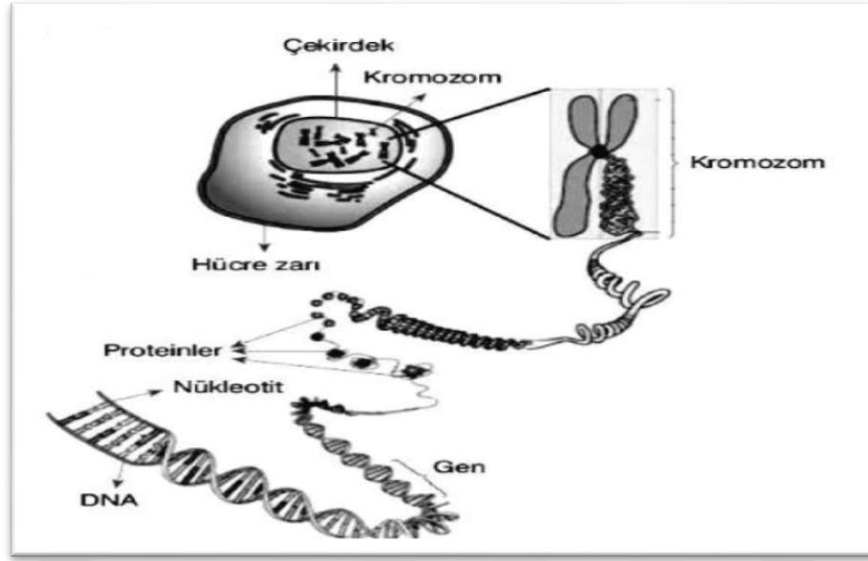
Bu çalışmada, *Salmo trutta labrax*, *Salmo trutta abanticus*, *Salmo trutta caspius* ve bu balıkların hibritlerinin kromozom sayısı ve yapılarının tespit edilmesi, kromozom yapılarındaki farklılıkların çeşitli bantlama yöntemleriyle ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

1.2. Kromozomun Yapısı

Kalıtım genetik aracılığıyla özelliklerin ebeveynlerden yavrulara aktarımıdır. Hofmeister'in 1840 yılında kromozomları keşfetmesinden sonra, bu kromozomlardan yarısının bir yavru hücreye, diğer yarısının ise diğer yavru hücreye nakledildiğinin ortaya çıkarılmasıyla kalıtımın sitolojik temeli aydınlanmıştır. Daha sonrasında 1887'de kalıtım maddesinin dölden döle geçtiğini savunan ve August Weismann tarafından ortaya atılan Kromozom Teorisi, gametlerin oluşumu sırasında kromozom sayılarının yarıya indiklerini (haploid), yani bir mayoz bölünme geçirdiklerini, döllenme ile yeniden normal kromozom sayılarına (diploit) ulaştıklarını ve böylece eşeyli üremenin yeni döllerde rekombinasyonlara neden olduğunu açıklamaktadır. *Drosophila* (sirke sineği) üzerine yapılan araştırmalar sonucunda; genlerin kromozomlar üzerinde lineer tarzında dizildiğini savunan Kromozom teorisi geliştirildi (Kuru ve Serap, 2005). 1888 yılında W. Waldeyer tarafından ilk kez kromozom kelimesi kullanıldı (Allison, 2014).

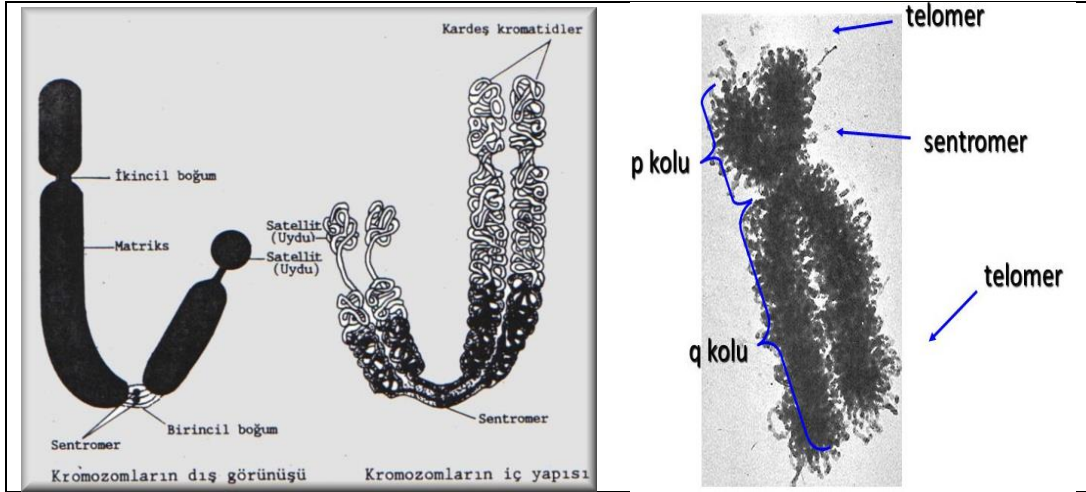
Morgan tarafından eşeye bağlı kalıtım keşfedildi ve 1913 yılında Alfred Sturtevant tarafından ilk kromozom haritası geliştirildi. 1927 yılında H.J. Müller ve L.J. Stander tarafından, röntgen ışınlarını *Drosophila* ve mısır bitkisinde yapay mutasyonlara neden olduğu kanıtlandı. Kromozom haritasının sitolojik temelleri; Müller ve Painter 1929'da, Dipterle (Sinekler)'in tükürük bezlerinde dev kromozomları keşfetmesiyle oluşturuldu (Kuru ve Ergene, 2005).

Kromozom, birbirini takip eden döller arasındaki bağlantıyı temin eden ve genleri üzerinde taşıyan genetik yapılardır. Başka bir deyişle, hücre çekirdeğinde, mitokondri ve kloroplastta yer alan ve üzerinde lineer bir şekilde genleri taşıyan iplik şeklindeki yapılara kromozom denir (Kuru ve Ergene, 2005). Kromozom, nükleik asit olarak tamamen uniform bir element olan deoksirübo nükleik asit (DNA) ve bazik bir protein olan histona sahiptir (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010).



Şekil 1. Metafazda kromozom oluşumu (Anonim, 2016a).

Kromozomlar şekilleri ve sayıları çeşitli canlı türlerinde farklılıklar gösterir. Kromozomlar normal bir hücrede kromatin ağ şeklindedir ve belirgin değildir. Profazdan başlayarak gittikçe kıvrılan ve kalınlaşan kromatin ağ sonunda ait olduğu canlıya özgü bir sayı ve şekle ulaşır. Hem erkek hem de dişiye bazı kromozomlar şekil bakımından birbirinin aynıdır ve bunlara “otozom” adı verilir. Canlının eşeyine göre biçimleri aynı veya farklı olanlara ise “gonozom” (eşey kromozomları) denir. Ozotomlar sayı ile belirtilirken gonozomlar “X” ve “Y” harfleriyle gösterilirler (Kuru ve Gözükkara, 2001). Aynı genetik materyali ihtiva eden ve döllenme sırasında biri dişi eşey hücresi (yumurta) ile anadan, diğeri erkek eşey hücresi (sperma) ile babadan zigota geçen kromozomlara homolog kromozomlar denir.

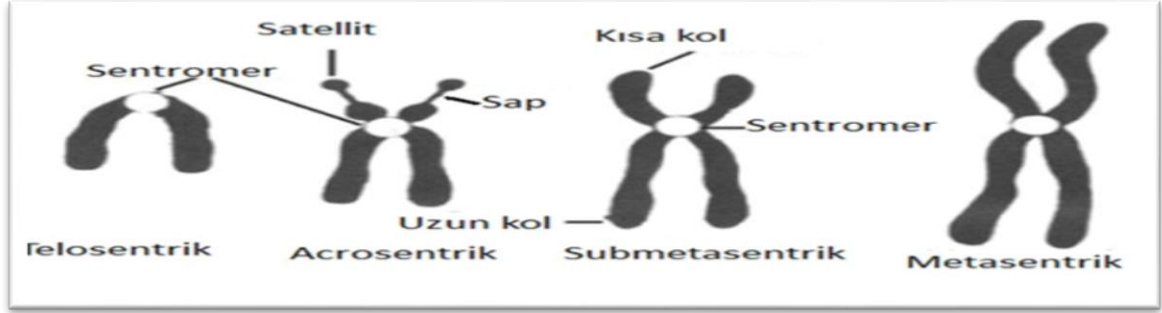


Şekil 2. Kromozom yapısı (Anonim, 2016b).

Bir kromozom dıştan incelenince birbirine primer bir boğumla birleşmiş iki koldan meydana geldiği görülmektedir. Bu boğuma sentromer denir ve içerisinde iğ ipçiklerinin bağlanmasını sağlayan kinetokor bulunur. Sentromeri bulunmayan kromozomlar bölünmeye katılamazlar ve kısa bir süre sonra canlılıklarını kaybederler. Kromozomlarda birincil boğumun yanında ikincil bir boğum olan sekonder boğumda bulunur ve bu boğumlara nukleus yapıcı veya nukleolar bölge de denir. Bu boğum rRNA'ların ve dolayısıyla çekirdek oluşumuyla alakalıdır. Genellikle her hücrede sekonder boğum taşıyan iki boğum bulunur böyle kromozomlara da nukleolar kromozom denir. Kromozomların bir kısmında ise, bir uçta yer alan satellit bulunmaktadır. Satellitin çapı kromozomun çapına eşit olup filament adı verilen ince kromatin iplikle kromozomun ucuna bağlanmıştır. Bu kromozomlara da Sat kromozom adı verilir. Kromozomların uç kısımlarına ise telomer adı verilir. Telomerler, zengin basit dizilerin ardışık tekrarlarından oluşur. Çeşitli kimyasal maddeler, X ışınları ve UV ışınların etkisinde kalan kromozomlar parçalara ayrılır ve bu parçalar koptukları yere veya başka bir kromozomun kopmuş kısmına yapışabilmesine rağmen kesinlikle bir kromozomun telomer kısmına yapışamaz (Kuru ve Ergene, 2005). Başka bir deyişle, telomerler, kromozomların uçlarını kapatarak birbirlerine yapışmalarını önleyerek ve hücrenin canlılığını koruyarak kararlılıklarını sağlar. Telomerlerin kayıp olması kromozomların uç uca birleşmesine (füzyon) neden olur, genetik rekombinasyonu artırır ve programlı hücre ölümünü (apotoz) başlatır (Allison, 2014).

Kromozomların şekli sentromerlerin bulunduğu yer ile ilgilidir. Sentromerleri ortada ve bu nedenle iki kolu birbirine eşit olan kromozomlara metasentrik, sentromerleri bir uca

daha yakın bulunduğundan iki kolu birbirine eşit olmayan kromozomlara submetasentrik, sentromeri bir uca çok yakın olanlara akrosentrik, sentromeri bir uçta olanlara da telosentrik kromozomlar denir (Kuru ve Ergene, 2005).



Şekil 3. Sentromer durumuna göre kromozomların sınıflandırılması (Anonim, 2016c).

Tablo 1. Sentromerik pozisyon ve kol oranlarına (uzun/kısa kol) göre belirlenen kromozom tipleri (Levan vd., 1964).

Sentromerik Pozisyon	Kol Oranı (q/p)	Kromozom Tipi
Median	1,00:1,70	Metasentrik (M)
Submedian	1,71:3,00	Submetasentrik (SM)
Subterminal	3,00:7,00	Subtelosentrik (ST)
Terminal	7,01: ∞	Akrosentrik/Telosentrik (A/T)

Kromozomların kol sayısı (NF= Number of Fundamental) çift kollu kromozomların (p ve q kolu olan metasentrik ve submetasentrik) kollarının ve tek kollu kromozomların (akrosentrik veya subtelosentrik) kollarının tamamının sayılması ile belirlenir (Naran ve Daksha, 1997). Bu sayı altta belirtildiği gibi formüle edilmektedir.

$$NF = (M \text{ ve } SM \text{ kromozom sayısı} \times 2) + (ST, T \text{ ve } A \text{ kromozomların sayısı} \times 1)$$

1.3. Karyotip

Bir canlının kromozomlarının şekli, sayısı ve büyüklükleri onun karyotipini teşkil eder. Kromozom seti veya karyotip denen kromozomların sayısı aynı türe ait her bireyin somatik kromozom sayısı da bellidir ve $2n$ olarak ifade edilir (Elçi, 1994).

Tablo 2. Bazı balık türlerinin kromozom sayısı (Anonim, Animal Genom Size Database, 2016d; Anonim, welcome to fish karyome, 2016e).

Tür	2n
Mavi Köpekbalığı (<i>Prionace glauca</i>)	86
Kalkan Balığı (<i>Scophthalmus maximus</i>)	44
Ton Balığı (<i>Thunnus alalunga</i>)	50
Vatoz Balığı (<i>Raja clavata</i>)	98
Rus Mersini (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>)	250
Aynalı Sazan (<i>Cyprinus carpio carpio</i>)	100
Mersin Balığı (<i>Huso huso</i>)	118
Gökkuşluğu Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	60
İskorpit (<i>Scorpaen aporcus</i>)	42
Mıgırı Balığı (<i>Conger conger</i>)	38

1.4. Kromozomlarda Sayısal ve Yapısal Değişiklikler

Ortam şartlarının etkisi ile kromozomlarda kırılmalar meydana gelir. Kırılma kendiliğinden meydana gelebildiği gibi çeşitli dış etkenler (X, gamma ışınları, çeşitli kimyasal maddeler, vb.) tarafından da meydana getirilebilir. Kopan parçaların davranışlarına göre mutasyonları;

1. Translokasyon, homolog olmayan kromozomların parçalarının yer değiştirilmesidir.
2. İnversiyon, gen parçasının ters dönerek aynı yere yapışmasıdır. Sentromerler de olabileceği gibi farklı yerlerde de meydana gelebilir.
3. Delesyon, kromozom üzerindeki herhangi bir gen parçasının koparak o kromozomdan ayrılmasıdır.
4. Duplikasyon, kromozom üzerindeki herhangi bir gen parçasının ikiye katlanması şeklinde dört gruba ayrılmaktadır (Altınok, 2014).

Kromozom sayısında kendiliğinden veya dış etkenler nedeniyle değişiklikler meydana gelebilmektedir. Kromozom sayısındaki değişimler anöplöidi ve öplöidi olmak üzere iki grup altında incelenmektedir.

Öplöidi, bir takımındaki kromozomların hepsinin birden sayısının tam katlar halinde yükselmesi veya o takımın organizmada tek bir defa bulunması olayıdır (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010). Öplöidi kendi içinde ikiye ayrılır. Ferdin somatik hücrelerinde n sayıda kromozom bulunması olayına monoploidi, tam bir kromozom takımının üç veya daha çok katının fazlalaşmasına poliploid denir. Bazı kimyasallar kullanılarak iğ

ipliklerinin faaliyeti durdurularak metafazdan anafaza geçiş durdurularak kromozom sayısı $2n$ 'den $4n$ 'e çıkarılır (Altınok, 2014).

Bir takımdaki kromozomlardan birinin veya birden fazlasının sayısını değiştirmesi olayına ise anöploidi denir. Anöploidi kendi arasında ikiye ayrılır. Hipoploidi, fertte kromozom sayısının azalması olayıdır. Hiperploidi, bir takımdaki kromozomlardan birinin veya birkaçının sayısının yükselmesi olayıdır (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010).

1.5. Balıklarda Kromozom Kaynakları

Balık kromozomlarının en iyi görüldüğü doku epitel dokudur. Fakat balıklar farklı büyüklüklere ve farklı morfolojilere sahip olmalarından dolayı en uygun doku diye bir şey söylemek mümkün değildir. Örneğin metafaz kromozomlarının en iyi gözlemlendiği doku gökkuşağı alabalığında böbrekten (Ulupınar ve Okumuş, 1997), *Tilapia rendalli* balığında solungaçlardan elde edilmiştir (Ergene ve Karahan, 1999). Kromozom çalışmalarında en fazla yüzgeçler, solungaçlar, dalak, böbrekler, karaciğer, kornea, embriyo, testis, doku kültürleri ve lökositlerden yararlanılmaktadır (Thorgaard ve Disney, 1990).

Yüzgeç veya pullardan kromozom elde edilirken balığın öldürülmesi gerekmemektedir. Bu dokuların preparatları mükemmel metafaz dağılımı sonucunu verir. Mitoz bölünme bakımından en aktif yüzgeç, kuyruk (kaudal) ve karın (ventral) yüzgeçlerdir. Pullarda ise kaudal yüzgecin sap bölgesinden çıkarılır. Bu dokuların kullanılmasındaki avantaj, kolsişin iş engelleyicisinin ön muamelesini gerektirmemesi iken dezavantajı ise, bu dokularda meydana gelen hücre bölünmesinin genellikle az sayıda olmasıdır (Denton, 1973).

Solungaçlar, kromozom çalışmaları için bolca doku örneği alınabilen organlardır. Solungaçlarda metafaz safhasını kolsişinle veya kolsişin olmadan elde etmek mümkündür. Solungaçlardan metafaz safhası elde edilirken en iyi yayılım temiz sularda yaşayan genç ve canlı bireylerden elde edilir. Kirli sularda yaşayan balıkların ise solungaçları mukus ile kaplanır. Bu da lam preparatlarının hazırlanmasında fazladan iş gücü gerektirir (Denton, 1973).

Karaciğer, dalak ve böbrek dokularında mutlaka kolsişin kullanımı gerekmektedir. Dokular çıkarılmadan birkaç saat öncesinde balığın sırt kasına veya karın boşluğuna kolsişin uygulanmalıdır (Denton, 1973).

Kornea diğer yapılarla karşılaştırıldığında en kolay kromozom elde edilen yapılardandır. Bu doku genç balıklarda oldukça hızlı bölünür. Bölünen hücrelerin yüzdesi, kolsişin ön muamelesi veya göze hasar vermeyle artırılabilir (Denton, 1973).

Embriyo hücreleri süratli bir şekilde bölündükleri için, metafaz şekilleri, embriyo hücrelerinde çok olmaktadır. Roberts (1967) ve Gold (1979) yapmış oldukları çalışmalar da embriyonun büyüklüğünün yetersiz ve elde edilmesinin zor olması gibi birkaç dezavantajın olduğu belirtmişlerdir.

Mitotik ve mayotik şekillenmeler testis materyalinden de elde edilebilir. Diploit ve haploit sayısını belirlemede farklı bir avantaj sağlar. Bölünen hücrelerin poliploit olma eğiliminden dolayı kolsişin muamelesinin kısa dönem uygulaması şekillerin sayısını zenginleştirir (Denton, 1973).

1.6. Kromozom Elde Etme Yöntemleri

1.6.1. *In vitro* Yöntemler

Steril besi yerinde hücreler çoğaltılarak *in vitro* çalışmalar yapılır. Hücrelerin büyümesi ve gelişmesi için en yaygın olarak RPMI (Roswell Park Memorial Institute) 1640 besi ortamı kullanılmaktadır. Hücre kültürleri ya periferik kandan ya da pul epiteli, böbrek, yüzgeç ışınları, embriyonun çeşitli dokularındaki hücrelerden yapılır. Uygulamalar yapılırken türün fizyolojik karakteristikleri göz önünde bulundurulmalıdır. İnkübasyon süresi, inkübasyon sıcaklığı, besi yerine ilaveler, besi yerinde antibiyotikler, bireysel araştırmacılar tarafından balığı adapte etmek için, gerekli olan osmolarite ile ilgili olan tuz konsantrasyonu gibi faktörler, bir türden başka bir türe göre farklılıklar gösterebilir. Bu hücrelerden elde edilen kromozomlar çok iyi gözlenir ve yayılma oranı çok yüksektir (Denton, 1973; Thorgaard ve Disney, 1990; Ozouf-Costaz ve Foresti, 1992).

1.6.2. *In vivo* Yöntem

In vivo yöntemlerin avantajları; Lam preparasyonu kolay ve ucuzdur, uzun süre beklemeyi gerektirmez ve ilk sonuçlar dört saat gibi kısa bir zaman içinde alınabilir. Hücrelerin üretilmesi gibi bir durum söz konusu olmadığı için steril koşullar gerektirmez.

Hücreleri yapay yoldan mitoz bölünmeye sokmak için kullanılan uyarıcı etkenlere gerek duyulmaz. *In vitro* yöntemlerde, kültür ortamının neden olduğu kimi değişiklikler olabilirken *in vivo* yöntem de vücutta bulunan kromozomların durumunu yansıtır. Kolsişin dozundaki problem, düşük sayıdaki metafaz dağılımları, mitojenlerin kullanımının zorluğu metodun dezavantajları olarak sayılabilir (Denton, 1973).

1.7. Kromozom Bantlama Yöntemleri

Bantlama tekniği, balık kromozomları üzerindeki açık ve koyu bantlardaki değişiklikleri görmemize yardımcı olması bakımından önemlidir. Bantlama ile balıklardaki taksonomi ve evrimle ilgili birçok problem çözülebilmektedir. Kromozom morfolojisinin en iyi teşhisi kromozomların bantlanması suretiyle gerçekleştirilebilir. Yaklaşık olarak 1970'e kadar bireysel kromozomların üzerindeki bazı bölgelerin farklı boyanabileceği elverişli teknikler mevcut değildi. Memeli sitogenetiğindeki gelişmeler kromozom bantlama tekniklerinin de gelişmesini sağlamış ve kromozom yapılarının daha iyi yorumlanabilmesine olanak sağlamıştır (Vicdanlı, 2007).

Balık kromozomlarına uygulanan bazı yöntemler aşağıdaki gibidir.

1.7.1. Giemsa Boyama Tekniği

Geleneksel bir boyama tekniği olan Giemsa boyama, sentromerlerin bağlantı yerlerinden ayrılması sırasında kromozomların boyanmasında kullanılmaktadır. Böylece kromozomların uzunlukları, kol oranları ve sentromerik pozisyonların ölçümünü sağlar (Gustashaw, 1991). Giemsa, tiasin ve eosinden oluşan bir karışımdır (Sharma ve Sharma, 1975).

1.7.2. C-Bantlama (Konstitutif Heterokromatin Bantlama)

C-bantlama metafaz kromozomlarıyla ilgili kullanılan yaygın bir tekniktir ve özellikle genetiksel olarak aktif olmayan bölgeleri (heterokromatin) boyamaktadır. Bölgeler transkripsiyonel olarak inaktif, yüksek derecede tekrarlamalı DNA dizilerini içerir (Boron, 1999). Ayrıca, homolog kromozomları ve bazı durumlarda da cinsiyet

kromozomlarını tespit etmek için de kullanılmaktadır (Haaf ve Schmid, 1984). C-bantlama yönteminde etki genellikle, telomerler üzerindeki heterokromotin bloklarında ve akrosentrik veya metasentrik kromozomların sentromerlerinde görülür (Haaf, 1984; Phillips, 1985). Koyu boyanan C-bantlar, sentromere yakın kromozom bölgelerini ve polimorfizm olup olmadığını göstermek amacıyla kullanılmaktadır.

1.7.3. Ag-NOR Boyama

Gümüş boyama kromozom kolları üzerindeki NOR (Nucleolar Organizer Region) bölgelerini belirlemeye yarayan bir tekniktir. Bu bölgeler rRNA transkripsiyonu yapan genlere sahiptir (Anonim, 2016d). Boyama reaksiyonu gerçekleştiğinde, NOR bölgeleri siyaha boyanırken, kromozomun diğer kısımları sarıya boyanmaktadır (Jenkin,1992).

1.8. Kahverengi Alabalıklar

Kahverengi alabalık (*Salmo trutta* L.) *Salmo salar*, kaynak/Alp alası ve diğer alabalık türleri gibi *Salmonidae* ailesine mensup bir türdür. *Salmonidae* ailesinin diğer bireyleri gibi, kahverengi alabalığında anadrom ve anadrom olmayan formları mevcuttur. Ülkemizde hemen her akarsuda kaynağa yakın kirlenmemiş bölgelerde (Fırat'ın yukarı kısımlarında) dağılım göstermektedir ve 3 ekotipinin olduğundan bahsedilmektedir. Bunlar Karadeniz Havzası'nda denize göç eden deniz alabalığı özelliği gösteren 'Deniz Ekotipi' ve denize göçmeyen akarsu içerisinde göç gerçekleştiren 'Dere Ekotipi' ile birlikte, bazı bölgelerde (Abant Gölü gibi) Karadeniz Bölgesi göllerinde bulunan 'Göl Ekotipi' olarak bildirilmiştir (Tabak vd., 2001).

Kahverengi alabalıkların sistematik olarak sınıflandırılması oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Bilim adamlarının, *S. trutta*'nın bazı alt türlerinin *Salmo* cinsinin bir türü olarak kabul edilip edilmeyeceği konusundaki görüş ayrılıkları nedeniyle, *Salmo* cinsinin sistematikteki yeri tam olarak netleşmemiştir (Baglinière, 1999).

Kahverengi alabalıklar uzunca ve yanlardan biraz basık bir vücuda sahiptir. Kuyruk, hızlı akan ve kaynağa yakın sularda yaşayanlarda çatallı, diğerlerinde düzdür. Baş vücuda orantılı olarak büyüktür. Ağızın şekli yaşadığı ortama göre büyük ya da küçük olabilir. Kahverengi alabalık genel olarak oldukça fazla büyüyebilir. Vücudun şekli ve büyüklüğü

ise balığın cinsiyetine ve yaşama ortamına göre büyük değişiklik gösterir. Kaynağa yakın hızlı akan sulardaki alabalıklar nispeten daha küçüktür. Özellikle denize (*S.t. labrax*, *S.t. caspius*) ve göllere göçenlerinin (*S.t. lacustris*, *S.t. abanticus*) büyüklüğü 140 cm boy ve 50 kg fazla ağırlığa kadar ulaşabilir. Ancak hızlı akan kaynaklarda yaşayanları ise (*S.t. fario*) maksimum 2,3–3,2 kg ağırlığa kadar büyüyebilir (Teufel vd., 2002). Genel olarak aynı yaştaki erkek ve dişi kahverengi alabalıklardan dişi olanlar daha büyüktür.

1.8.1. Aras Alabalığı (*Salmo trutta caspius*)

Aras alabalığı Hazar Denizi kökenli olup ülkemizde Çıldır Gölü, Kura, Aras ve Susuz akarsularında yaşamını sürdürür. Vücut rengi diğer alabalıklara göre çok daha koyu renge sahip olup yan hatlarına kadar inen düzensiz ve farklı şekillere sahip kırmızı benekleri bulunur. Yağ yüzgecinin ucuna kadar kırmızı benekleri bulunur ve dorsal yüzgecinde de kırmızı ve siyah benekleri vardır. Başın ön kısmında ise mavi halkalı koyu benekleri vardır. Kırmızı beneklerin etrafında ince bir beyaz halka mevcuttur. Ülkemizde tüm yaşamını tatlı suda geçiren bu alabalığın kuyruk yüzgeci hafif girintili olup anadrom bir canlıdır (Kocabaş, 2009).



Şekil 4. *Salmo trutta caspius* (orijinal)

1.8.2. Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811)

Anadolu'nun kuzey ve kuzeydoğu akarsularında bulunan Karadeniz menşeli bir alabalık türüdür. Yaşamlarının büyük çoğunluğunu deniz suyunda geçirir, burada büyür ve gelişirler. Yumurtlama dönemlerinde ise tatlı sulara doğru göç ederler. Genç bireylerde yan taraflarında dağınık ve düzensiz kırmızı ve siyah benekler bulunurken denize göç ettikten

sonra renkleri gümüşe döner. Solungaç kapağının üzerinde belirgin bir siyah lekenin bulunması, kırmızı beneklerinin etrafında belirgin bir beyaz halkanın olmasından dolayı diğer türlerden ayrılır (Kocabaş, 2009).



Şekil 5. Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*) (orijinal)

1.8.3. Abant Alabalığı (*Salmo trutta abanticus*, Tortonesse, 1954)

İlk kez Abant Gölünde 1954 yılında Tortonesse tarafından tanımlanmıştır. Endemik bir ekotip olan bu alabalık ülkemizde sadece Abant Gölü, Yedigöller ve sonradan aşılınmış olan Almus Baraj Gölünde (Tokat) yaşamaktadır. Bu balığın vücudunda kırmızı benek bulunmamaktadır. En belirgin özelliği vücutlarındaki yan hat altına taşan etrafı beyaz haleyle çevrili düzensiz siyah iri beneklidir (Kocabaş, 2009).



Şekil 6. Abant Alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) (orijinal)

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Al-Sabti (1985), *Salmo gairdneri*, *S. trutta*, *S. marmoratus* türleri üzerine yapmış olduğu karyotip çalışmalarında, *Salmo gairdneri* türünde 316 metafaz safhası incelenip kromozom sayısını $2n=60$, $NF=104$ ve karyotipini 44 (M+SM), 16 (ST+T) olarak, *S. trutta* türünde 243 metafaz safhası incelenip, kromozom sayısını $2n=80$, $NF=100$ ve karyotipini 20 (M+SM), 60(T) olarak, *S. marmoratus* türünde ise 164 metafaz safhası incelenmiş ve kromozom sayısını $2n=80$, $NF=108$ ve karyotipini 22(M+SM), 58(T) olarak belirtmiştir.

Woznicki vd. (1998), Polanya'nın Wdzydze Gölü'nde yapmış oldukları çalışmada *Salmo trutta morpha lacustris* türüne ait kromozom sayısı $2n=80$, kol uzunlukların da 19 balık da 102, 13 balıkta 101, 4 balıkta da 100 olarak tespit edilmiş ve sonuç olarak $NF=102$ kabul edilmiştir. Karyotipi 11 çifti M ve SM, 29 çifti ST ve akrosentrik olarak tespit edilmiş ve en geniş bir SM çiftinde de NOR görülmüştür.

Örs (2003), gökkuşağı alabalığının böbrek dokusu üzerine yapmış olduğu karyotip çalışmalarda kromozom sayısını $2n=58$ olarak bulmuştur. Yıldırım (2015) yapmış olduğu gökkuşağı alabalığı kromozom sayısının lökositlerinden tespiti konulu çalışmasında gökkuşağı alabalığında 42 metafaz safhasını incelemesi sonucu türün kromozom sayısını $2n=58$ olarak bulmuştur.

Kalbassi vd. (2006), Hazar Deniz'inin güneyindeki bir bölgede *Salmo trutta caspius* üzerine yapılan kromozom çalışmasında kromozom sayısını $2n=80$, $NF=104$ ve karyotipini 7 çift M, 5 çift SM, 28 çift Akrosentrik olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada kromozom sayısı 76-80 arasında değiştiğini ancak %60 metafaz safhasında 80 olarak görülmüştür.

Northland-Leppe vd. (2009), *Salmo trutta fario* üzerine yapmış oldukları karyotip çalışması sonucunda kromozom sayısı $2n=80$, kromozom kol sayısını $NF=100$ ve karyotipinin 14M, 6SM, 2ST ve 58A olduğunu belirlemişlerdir. Bir çift SM ve bir çift ST kromozomlarının kısa kollarında NOR görülmüştür.

Ohno vd. (1996), yapmış oldukları çalışmada 8 tür balığın DNA miktarlarını ve kromozom yapılarını incelemişlerdir. Bu balıkların kromozom sayılarını; Akciğerli balığın *Lepidosiren paradoxa* (*Lepidosirenidae*) $2n=38$, *Salmo irideus* balığının (*Salmonidae*) $2n=60$, *Carassius auratus* balığının (*Cyprinidae*) $2n=102$, *Symphysodon aequifasciata* balığının (*Cichlidae*) $2n=60$, *Lepomis cyanellus* balığının (*Centrarchidae*) $2n=46-48$,

Xiphophorus helleri balığının (*Poeciliidae*) $2n=48$, *Pleuronichthys verticalis* balığının (*Pleuronectidae*) $2n=48$ ve *Xystreurus liolepis* balığının (*Bothidae*) $2n=48$ olduğunu bildirmişlerdir.

Ueda vd. (1988), dişi gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve erkek kaynak alabalığını (*Salvelinus fontinalis*) çaprazlamış, 7 gökkuşacağı, 7 kaynak alabalığı ve 12 hibrit balığın karyotipini incelemişlerdir. Çalışmada yüzgeç ve embriyo kullanılmış olup, gökkuşacağı alabalığının kromozom sayısını $2n=60$ ve karyotipini 44M veya SM ile 16A veya ST bulmuşlardır. Bir çift SM veya metasentriğin uç kısımlarına yakın bölgede NOR gözlemlemişlerdir. Kaynak alabalığının kromozom sayısını $2n=84$ ve karyotipini 18 (M+SM)+ 66 (ST+A) ve NF=102 bulmuşlardır. Dört çift kromozom (SM ve akrosentrik)' da NOR gözlemlemişlerdir. Diploit olan hibritler de kromozom sayısı $2n=72$ ve karyotipi olarak 31Mveya SM ile 41 ST veya akrosentrik bulmuşlardır.

Jankun vd. (2014), *Coregonus lavaretus* (*Salmonidae*) türün de böbrek hücreleri kullanılarak yaptıkları çalışmalarında, kromozom sayısını $2n=80$ ve karyotipi de 8 çift metasentrik, 1 çift geniş ve 1 çift orta büyüklükte SM ve 27 çift akrosentrik bulmuşlardır.

Fan ve Fox (1990), çalışmalarında yeni bir kromozom preparasyonu denemişlerdir. Denemelerinde gökkuşacağı alabalığı, *Gadus morhua* ve pisi balığı *P. platessa* örneklerine PBS solüsyonunda hazırlanmış PHA (fitohemaglutinin) ön muamelesini uygulandıktan 48 saat sonra alınan doku örneklerine 30-35 hipotonik muamelesi uygulamışlardır. Sonraki adımlarda geleneksel havada kurutma yöntemini izlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre gökkuşacağı alabalığında $2n=62$, *G. morhua*'da $2n=45-46$ ve pisi balığında ise $2n=47-48$ kromozom tespit etmişlerdir.

Fan ve Fox (1991), iki ayrı familyanın üyesi olan *P. platessa* ve *G. morhua* balığının sitogenetik incelemesini çeşitli boyama teknikleri kullanarak yapmışlardır. Yaptıkları incelemede *P. platessa* balığında 3 farklı sitotipin görüldüğünü ($2n=46, 47$ ve 48) bununda Robertson translokasyonundan ileri geldiğini ileri sürmüşlerdir. *G. morhua* türünde tek bir balık örneğinde $2n=46$ diploit sayıdan sapma olduğunu ($2n=45$) belirlemişlerdir.

Ulupınar ve Okumuş (2001), Kuzeydoğu Karadeniz Bölgesi'ndeki çiftliklerde üretilen gökkuşacağı alabalığının kromozom sayısının belirlenmesi başlıklı çalışmasında 118 adet balığın ön böbrek dokusundan doğrudan kromozom preparasyonu yoluyla elde edilen 468 hücrenin analizi sonucu 7 farklı diploit kromozom sayısı ($2n= 58, 2n= 59, 2n= 60, 2n= 61, 2n= 62, 2n= 63$ ve $2n= 64$) tespit etmişlerdir. En yaygın olarak bulunan

karyotiplerin, sırayla %25.2 ve %24.8'lik oranlara sahip $2n=60$ ve $2n=62$ kromozomlu karyotipler olduğunu belirtmişlerdir.

Raicu vd. (1977), *S. irideus* ve *S. trutta fario* türlerinin böbrek, dalak, karaciğer ve solungaç dokularından yapmış olduğu kromozom çalışmasında *S. irideus* türü için kromozom sayısı $2n=60$ $NF=104$ ve karyotipinin 22 çifti $SM+M$, 8 çifti ise akrosentrik olarak kabul etmişlerdir. *S. trutta fario* türü için ise kromozom sayısı $2n=80$, $NF=104$ bulmuşlar ve karyotipinde 12 çifti $SM+M$, 28 çifti ise Akrosentrik olarak kabul etmişlerdir.

Capanna vd. (1979), yapmış olduğu çalışmada dişi *S. trutta fario*, erkek *Salvelinus fontinalis* ile *S. trutta fario* x *Salvelinus fontinalis* hibritlerinin kromozom sayı ve yapısını incelemiştir. *S. trutta fario*'nun kromozom sayısı $2n=80$ karyotipi $14M+6SM+2ST+54A$, *Salvelinus fontinalis*'in kromozom sayısını $2n=84$ karyotipini $16M+62A+6ST$ olarak bulmuştur. Hibritin kromozom sayısı ise $2n=72$, karyotipi $15M+3SM+4ST+60A$ olarak hesaplanmıştır (Capanna vd., 1972).

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma Balıkları

Bu çalışmada Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ Araştırma ve Uygulama Ünitesinde TÜBİTAK destekli 214O595 nolu projeden elde edilen *Salmo trutta labrax*, *Salmo trutta caspius*, *Salmo trutta abanticus* ve bunların hibritleri kullanılmıştır (Tablo 3). Kromozom preparatları Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Moleküler Biyoloji Laboratuvarında hazırlandıktan sonra, KTÜ Tıp Fakültesi ve Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dahili Tıp Bölümü, Tıbbi Genetik Laboratuvarlarında görüntülenerek analiz edilmiştir.

Kromozom çalışması için her bir gruptan 5 balık kullanıldı. Balıkların ortalama boy ve ağırlıkları Tablo 3'de verilmiştir. Ayrıca balıklar çalışma öncesinde bakteriyel ve parazitik yönden incelenmiş olup herhangi bir hastalığa rastlanılmamıştır.

Tablo 3. *S. trutta labrax* (L), *S. trutta abanticus* (A) ve *S. trutta caspius* (C) türlerinin çaprazlanması ile elde edilen hibrit bireyler, boy ve ağırlıkları

Gruplar (♀X ♂)	Grupların Kısaltılması	Boy (cm)	Ağırlık (gr)
<i>S. t labrax</i> X <i>S. t. labrax</i>	LL	18,63	69,18
<i>S. t. labrax</i> X <i>S. t. abanticus</i>	LA	19,70	71,51
<i>S. t. labrax</i> X <i>S. t. caspius</i>	LC	24,36	156,0
<i>S. t. abanticus</i> X <i>S. t. abanticus</i>	AA	17,37	38,84
<i>S. t. abanticus</i> X <i>S. t. labrax</i>	LL	16,45	48,58
<i>S. t. abanticus</i> X <i>S. t. caspius</i>	AC	15,20	34,78
<i>S. t. caspius</i> X <i>S. t. labrax</i>	CL	15,88	41,70
<i>S. t. caspius</i> X <i>S. t. abanticus</i>	CA	11,62	13,67
<i>S. t. caspius</i> X <i>S. t. caspius</i>	CC	12,54	18,30

2.2. Metot

2.2.1. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler ve solüsyonlar aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

RPMI 1640 Besi Ortamı: 50 ml RPMI içerisine 700 µl antibiyotik (Penicillin-fungiazome-gentamycin-stroptomycin-enrofloxacin) ilave edilip stok solüsyon oluşturulmuştur.

%0,1'lik Kolsişin Solüsyonu: 0,001g kolsişin 1 ml distile suda çözülmüştür.

Hipotonik Solüsyonu (0.075 M): 5,59 gr potasyum klorür 1000 ml distile suda çözülmüştür.

Fiksatif (Carnoy Fiksatif) : 3 birim metanol ile 1 birim asetik asit karıştırılmıştır.

Sorenson Fosfat Tamponu (pH6,8): 9,073 g KH₂PO₄ 1000 ml distile su ile çözdürülmüştür. 11,87 g Na₂HPO₄ 1000 ml distile su ile çözdürülmüştür. Bu iki solüsyon birbirine karıştırılarak pH 6,8'e ayarlanmıştır.

Giemsa Solüsyonu (%10): 10 ml stok Giemsa solüsyonu üzerine 90 ml distile su ilave edilerek hazırlanmıştır.

Gümüş Nitrat (AgNO₃) Çözeltisi (%50): 5 g AgNO₃ 10 ml distile suda çözdürülmüştür.

Kolloidal Geliştirici: 1 ml formik asit ve 2 g toz jelatin 100 ml distile suda çözdürülmüştür.

Kobalt klorür Solüsyonu (%0,4): 400 mg CoCl_2 üzerine 100 ml distile su eklenerek solüsyon hazırlanmıştır.

Hidroklorik Asit Solüsyonu (0,2 N): 4,15 ml 1N HCl'ye 200 ml distile su ilave edilmiştir.

Baryum Hidroksit Solüsyonu (% 1): 0,4 g Ba(OH)_2 40 ml distile suda çözdürülmüştür.

2XSSC: 7,4 g NaCl ve 8,24 g sodyum sitrat 1000 ml distile suda çözdürülmüştür.

2.2.2. Kromozom Preparatlarının Hazırlanması

Kromozom preparasyonlarının yapımında temel yaklaşım, metafazda bölünen hücreleri arttırmak ve daha sonra gözlemek için bir mikroskop lamı üzerine metafaz hücrelerinden kromozomları yaymaktır. Balıklarda en iyi kromozom kaynakları aktif bölünen dokuları içeren böbrek ve dalak, solungaçların epitel hücreleri ve yüzgeçlerdir (Gold vd., 1990).

Bu çalışmada balık örneklerinden kromozom elde etmek için farklı yöntemler kullanılmıştır.

2.2.2.1. Havada Kurutma Yöntemi

Kromozomların metafaz safhasında görüntülenebilmesi için yaygın olarak kullanılan canlı balığa kolsişin ya da kolsemid enjekte edilerek uygulanan havada kurutma yöntemi için Collares-Pereira'nın (1992) önerdiği yöntem modifiye edilerek kullanıldı. Hatta hücrelerin metafaz safhasına geçişini hızlandırmak için balıklara kolsişin vermeden önce CoCl_2 'de verildi.

Bu yöntemde mitozu uyarmak amacıyla preperasyondan 72 saat önce balıklara intraperitoneal olarak her 1 g vücut ağırlığı için 0,005 ml % 0,4'lük CoCl_2 solüsyonu enjekte edildi. 72 saat sonrasında balığın vücut ağırlığına göre farklı konsantrasyonlarda (0,05-0,1 mg/L) kolsişin veya kolsemid enjekte edilip farklı sürelerde (30 dk-6saat) bekletildi. Bekleme sonrasında balıklar buz şoku uygulanarak bayıldıktan sonra dalak,

böbrek, solungaç, karaciğer ve yüzgeçlerinden örnekler alındı ve 0,075M'lık KCl'de 37°C veya oda sıcaklığında farklı sürelerde (20 dk-2 saat) bekletildi. Doku örnekleri sonrasında taze olarak hazırlanmış 3:1 oranında metanol:glasiyal asetik asit solüsyonunda 10 dk 1000 x g'de santrifüj edilerek üst kısımları atıldı, üzerine tekrar fikstatif eklenerek tekrar santrifüj edildi. Santrifüj işlemi toplamda 3 kez tekrarlandı. Ayrıca bazı örnekler santrifüj yapılmadan fiksasyon işlemi oda sıcaklığında veya +4°C farklı sürelerde (10 dk-1 gün) yapıldı. Fiksatif solüsyonunda küçük parçalara ayrılan dokular belirli bir yükseklikten her bir lama 3 veya 4 damla damlatılıp kurutuldu. Kuruyan preparatlar %10'luk Giemsa ile 10 dakika ve 30 dakika gibi farklı zaman aralıklarında boyandı. Boyama işleminden sonra preparatlar kurutularak ışık mikroskobunda incelendi.

2.2.2.2. Doku Kültürü Yöntemi

Bu çalışmada Nagpure ve Barat (1997) tarafından geliştirilen protokol modifiye edilerek uygulanmıştır. Kromozom çalışması için her bir gruptan 5 balık kullanıldı. Kromozom çalışması yapılacak balıkların anestezi işleminden sonra böbrekleri çıkartılıp 1,5 ml RPMI (21 µl penicillin-fungiazome-gentamycin-stroptomycin-enrofloxacin karışımı) içerisinde küçük parçalara ayırıp tüplere aktarıldı. 24 saat oda sıcaklığında manyetik karıştırıcıda bekletilen örneklerin üzerine doku miktarının hacmine göre taze hazırlanmış %0,1'lik kolsişin ilave edilip 75 dk inkübe edildi. Örnekler 10 dk 1000 x g'de santrifüj edilip üst kısım atıldıktan sonra üzerine hücrelerin şişmesini sağlamak için 3 ml KCl (0,075 M) eklendi ve 30 dk bekletilen örneklere yeni hazırlanmış soğuk 4 damla Carnoy fiksatifi damlatıldı ve 10 dk 1000 x g'de santrifüj edildikten sonra üst kısım atılıp ve 5 ml fiksatif eklendi. Örnekler tekrardan 10 dk 1000 x g'de santrifüj edildi ve üst kısım uzaklaştırıldı. Fiksasyon işlemi toplamda 3 kez yapıldı. Dokular petri kabına alındı ve üzerine fiksatif ilave edilip bistüri ile parçalandı. Doku süspansiyonundan 2-3 damla 40-50 cm yüksekten 60°C'de ki buhar içerisinde bulunan lamlara damlatıldı ve lamlar oda sıcaklığında kurutuldu. Hazırlanan preparatlar 3 kısma ayrıldı. Bir kısmı %10'luk Giemsa ile 10 dk boyanıp distile su ile yıkanırken, diğer kısımları ise gümüş boyama (NOR) ve C-bantlama için muhafaza edildi. Preparatlar kurutulduktan sonra ışık mikroskobu altında incelendi ve karyotip analizine uygun olanlar entellan ile kapatılarak devamlı preparat haline getirildi. Sonra metafaz safhasındaki kromozomların resmi tam otomatik kromozom sayım cihazı olan Olympus ışık mikroskobuna monte edilmiş CytoVison 3,92 yazılımı

kullanılarak çekildi. Her bir preparattan belirgin 10 adet metafaz safhasındaki kromozom analizde kullanıldı. Karyotip analizi için Image-Pro Premier (Media Cybernetics), SmartType 3.1.0.43 (Digital Scientific, Cambridge, UK) ve tpsDig2 v2.26 (New York State University, Stony Brook, ABD) yazılımları kullanıldı.

2.2.3. Gümüş Nitrat (Ag-NOR) ile Boyama

Gümüş boyamada Howell ve Black (1980) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek kullanıldı. Hazırlanmış preparatların üzerine 2 damla kollaidal geliştirici ile 1 damla sulu gümüş nitrat çözeltisi damlatılıp üzeri lamelle kapatıldı. Preparatlar daha sonra 70°C deki ısıtılmış etüvde üzeri altın rengi oluncaya kadar bekletilip distile su ile iyice yıkandı ve kurumaya bırakıldı. Kuruyan preparatlar %10'luk Giemsa ile 15 dk boyandı ve x100'lük büyütmede ışık mikroskobu altında görüntülenip resmi çekildi.

2.2.4. C-Bantlama

C-bantlama yapmak için Sumner (1972)'de açıklanan yöntem kısmen modifiye edilerek kullanıldı. Preparatlar 0,2 N HCl'de 37°C'de 1 saat bekletip saf su ile yıkandıktan sonra taze hazırlanmış 50°C'deki Ba(OH)₂ içerisinde 8 dakika inkübe edildi. Süre sonunda saf su ile yıkanan preparatlar daha önceden 60°C'ye ısıtılmış pH'sı 7 olan 2XSSC'de 1 saat inkübe edildi. Saf su ile yıkanan preparatlar %10'luk Giemsa ile 20 dk boyanıp x100'lük büyütmede ışık mikroskobu altında görüntülenip resmi çekildi.

3. BULGULAR

Bu çalışmada LL, AA, CC ve bu balıkların hibritlerinin kromozom sayıları ve yapıları incelenmiş olup bunların karyogramları ve kromozom ölçüm tabloları hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bütün türlerin diploit kromozom sayılarının aynı olup 76-80 arasında değiştiği gözlemlenmiştir.

Çalışmada C-bantlama yöntemi ve AgNOR bantlama yöntemi de kullanılmıştır. C-bantlama yönteminde birçok farklı metot denenmesine rağmen pek başarılı sonuç elde edilememiştir. NOR bantlama yönteminde ise, tüm grupların çift SM kromozomunun kısa kollarında net görünümü NOR'lu bölge belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan balıkların kromozom sayısını belirlemek için metot kısmında belirtilen doku kültürü yöntemi ve havada kurutma yöntemi kullanılmıştır. Havada kurutma yönteminde başarılı sonuçlar elde edilemeyip doku kültürü yönteminde başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Balıktan dokular alındıktan sonra küçük parçalara ayrılıp antibiyotikli RPMI içerisine konup çalkalayıcıda 1 gün bekletilmesi ve bu süre sonunda kolsişin ilave edip 1 saat 15 dakika bekletilmesinin en iyi sonuç verdiği, bu sürenin artması veya kısılması durumunda kromozom analizlerinin zorlaştığı gözlemlenmiştir. Kolsişin yerine kolsemid kullanılarak yapılan çalışmalarda da metafaz safhası yakalanamamıştır.

Çalışmada balıkların karaciğer, böbrek, dalak, solungaç ve yüzgeç dokuları kullanılmış olup en kaliteli metafaz alanlarının özellikle ön böbrek dokusundan elde edildiği görülmüştür. Diğer dokulardan iyi kalitede metafaz alanları yakalanamamış ve dalak kullanılarak yapılan çalışmalarda ise preparatlarda makrofajlı bölgelerin yaygın olduğu gözlemlenmiştir.

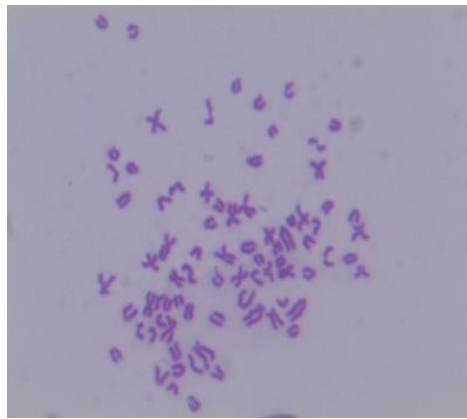
İlk denemelerde doku kültürü besi yerinde bakteri çoğaldığı ve dokuların yapısını bozduğu gibi Giemsa boyamadan sonra bakterilerin kromozom gibi gözüktüğü ve yanlış anlaşılmalara sebebiyet verdiği belirlendi. Doku kültürü besi yerine antibiyotik karışımı eklendikten sonra bu sorun çözüldü.

KCl çözeltisi ile muamele süresi bütün gruplarda 40 dakika olarak tespit edilmiş, bu sürenin azalması durumunda hücrelerin yeterince olgunluğa erişemediğinden patlamadığı sürenin arttırılması durumunda ise hücrelerin patlayarak çok geniş alanlara dağıldığı görülmüştür.

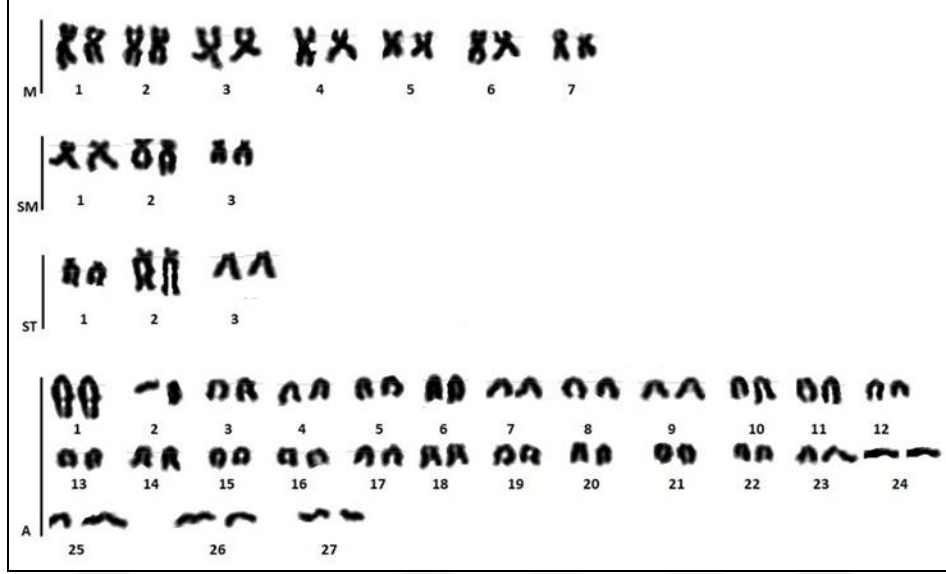
Fiksatif olarak kullanılan 3:1metanol-glasiyal asetik asit işlem sırasında taze hazırlanıp soğuk olarak kullanılması sonucunda istenilen kalitede preparatlar elde edilmiştir. Doku süspansiyonunun lam üzerine damlatma mesafesinin yaklaşık 40-50 cm olduğu, alçaktan damlatmalarda hücrelerin yeterince hıza ulaşmayıp patlamadığı, yüksekte damlatmada ise hücrelerin patlayıp birden fazla metafaz alanındaki kromozomların birbirine karışmasıyla kromozom sayılarının artması ya da azalması gibi durumlar ortaya çıkmıştır. Lam üzerine damlatılan süspansiyonun yaklaşık 1 dk buharda bekletilmesiyle kromozomların daha belirgin hal aldığı ve daha net metafaz alanlarının olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca elde edilen dokuların bazıları +4°C'de saklanmasına rağmen 4. ayın sonunda bozulduğu gözlenmiştir.

3.1. *Salmo trutta abanticus*

Çalışmada toplam 5 balık kullanılmış olup her balıktan 2 preparat hazırlanmıştır. Preparatlarda iyi kalitede yaklaşık 500 metafaz alanı incelenmiştir. İncelenen metafazlardan bu türe ait kromozom sayısının 74-80 arasında değiştiği ancak incelenen metafaz alanlarının sayısının yarısından fazlasında diploit kromozom sayısı $2n=80$ olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Elde edilen verilere göre AA balığının karyotipinin $14M+8SM+2ST+56A$ (Şekil 8), $NF=102$ olduğu saptanmıştır (Tablo 4).



Şekil 7. *Salmo trutta abanticus*'a ait kromozom görüntüsü



Şekil 8. *S. trutta abanticus* balığına ait karyogram

Tablo 4. *S. trutta abanticus*'a ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması

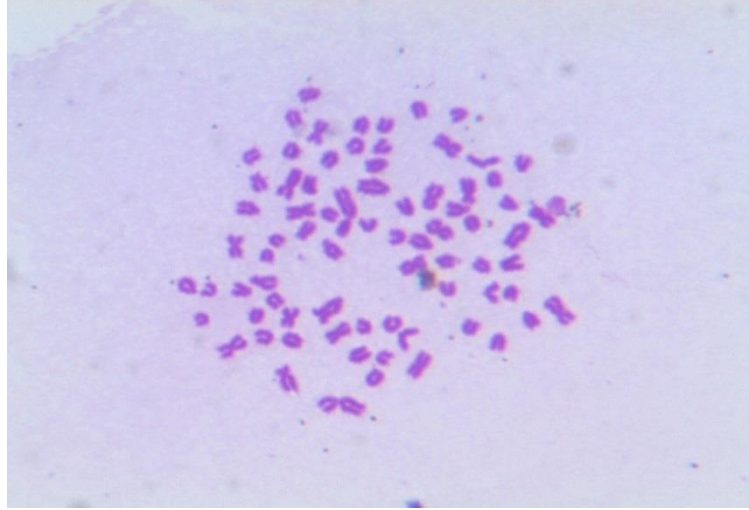
Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
1	0.12	0.12	0.24	1.00	M
2	0.12	0.12	0.24	1.00	M
3	0.12	0.12	0.24	1.00	M
4	0.12	0.12	0.24	1.00	M
5	0.90	0.90	1.80	1.00	M
6	0.10	0.10	0.20	1.00	M
7	0.80	0.80	1.70	0.89	M
8	0.05	0.12	0.17	2.40	SM
9	0.07	0.13	0.20	1.86	SM
10	0.05	0.10	0.15	2.00	SM
11	0.03	0.12	0.15	4.00	ST
12	0.06	0.19	0.25	3.17	ST
13	0.02	0.13	0.15	6.50	ST
14	0.00	0.22	0.22	∞	A
15	0.00	0.09	0.09	∞	A
16	0.00	0.14	0.14	∞	A
17	0.00	0.12	0.12	∞	A
18	0.00	0.14	0.14	∞	A
19	0.00	0.15	0.15	∞	A
20	0.00	0.11	0.11	∞	A
21	0.00	0.11	0.11	∞	A
22	0.00	0.11	0.11	∞	A

Tablo 4'ün devamı

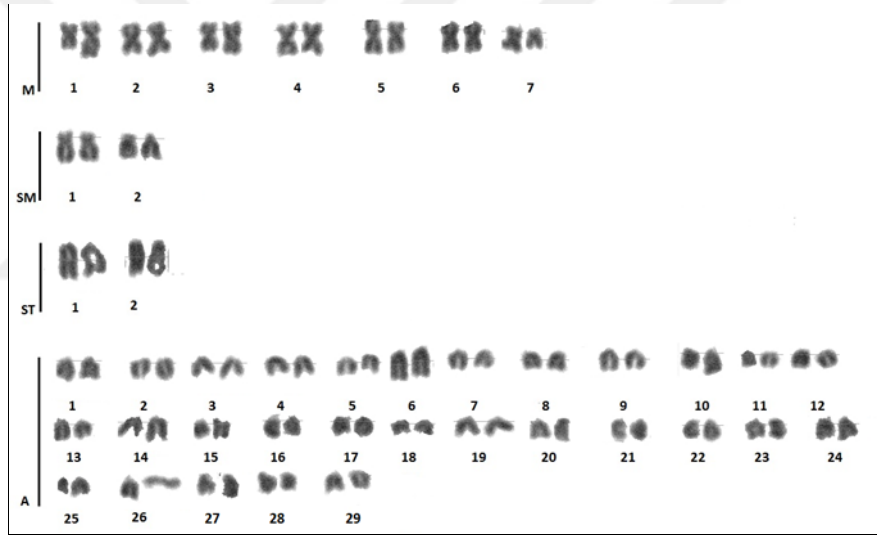
Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
23	0.00	0.11	0.11	∞	A
24	0.00	0.11	0.11	∞	A
25	0.00	0.12	0.12	∞	A
26	0.00	0.10	0.10	∞	A
27	0.00	0.11	0.11	∞	A
28	0.00	0.10	0.10	∞	A
29	0.00	0.08	0.08	∞	A
30	0.00	0.10	0.10	∞	A
31	0.00	0.12	0.12	∞	A
32	0.00	0.12	0.12	∞	A
33	0.00	0.11	0.11	∞	A
34	0.00	0.11	0.11	∞	A
35	0.00	0.07	0.07	∞	A
36	0.00	0.08	0.08	∞	A
37	0.00	0.08	0.08	∞	A
38	0.00	0.10	0.10	∞	A
39	0.00	0.08	0.08	∞	A
40	0.00	0.13	0.13	∞	A

3.2. *Salmo trutta caspius*

Bu çalışmada toplamda 5 balık kullanılmış fakat 3 balıkta başarılı sonuç elde edilmiştir. Hazırlanan preparatlarda yaklaşık 300 metafaz alanı incelenmiş ve iyi kalitede olanların fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 9). İncelenen metafaz alanları sonucunda türe ait kromozom sayısının 78-82 arasında değiştiği görülmüş olup NF=98 bulunmuştur (Tablo 5). CC'nin karyotipi ise 14M+4SM+ 4ST+58A olarak belirlenmiştir (Şekil 10).



Şekil 9. *Salmo trutta caspius*'a ait kromozom görüntüsü



Şekil 10. *S. trutta caspius* balığının karyogramı

Tablo 5. *S. trutta caspius*'a ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
1	0.09	0.12	0.21	1.33	M
2	0.08	0.11	0.19	1.38	M
3	0.08	0.09	0.17	1.13	M
4	0.10	0.10	0.20	1.00	M
5	0.09	0.11	0.20	1.22	M
6	0.07	0.08	0.15	1.14	M

Tablo 5'in devamı

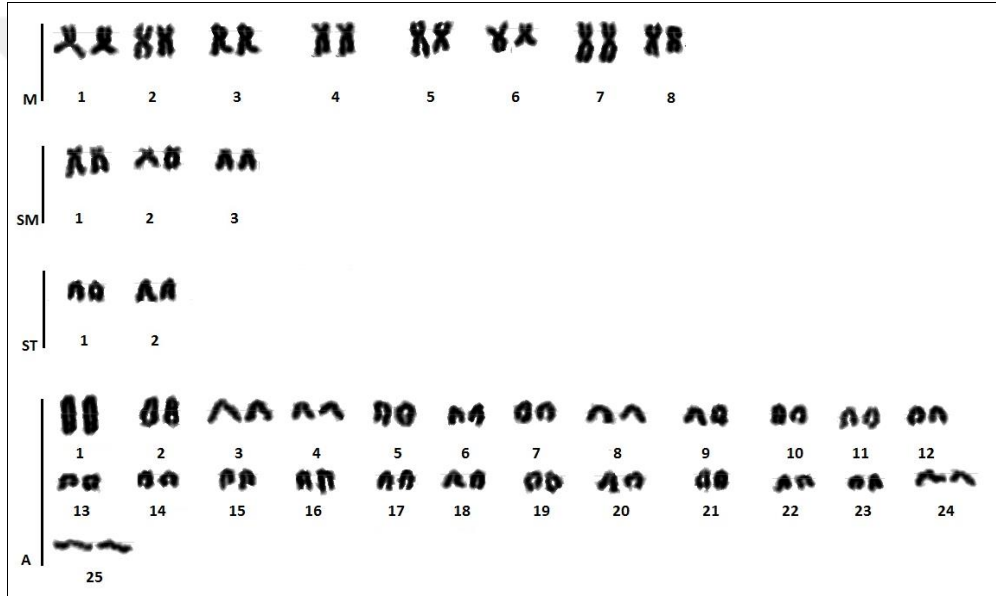
Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
7	0.06	0.07	0.13	1.17	M
8	0.06	0.12	0.18	2.00	SM
9	0.04	0.10	0.14	2.50	SM
10	0.04	0.18	0.22	4.50	ST
11	0.04	0.15	0.19	3.75	ST
12	0.00	0.09	0.09	∞	A
13	0.00	0.08	0.08	∞	A
14	0.00	0.11	0.11	∞	A
15	0.00	0.09	0.09	∞	A
16	0.00	0.09	0.09	∞	A
17	0.00	0.15	0.15	∞	A
18	0.00	0.10	0.10	∞	A
19	0.00	0.07	0.07	∞	A
20	0.00	0.12	0.12	∞	A
21	0.00	0.09	0.09	∞	A
22	0.00	0.08	0.08	∞	A
23	0.00	0.07	0.07	∞	A
24	0.00	0.07	0.07	∞	A
25	0.00	0.10	0.10	∞	A
26	0.00	0.07	0.07	∞	A
27	0.00	0.08	0.08	∞	A
28	0.00	0.11	0.11	∞	A
29	0.00	0.06	0.06	∞	A
30	0.00	0.09	0.09	∞	A
31	0.00	0.08	0.08	∞	A
32	0.00	0.08	0.08	∞	A
33	0.00	0.08	0.08	∞	A
34	0.00	0.09	0.09	∞	A
35	0.00	0.09	0.09	∞	A
36	0.00	0.09	0.09	∞	A
37	0.00	0.08	0.08	∞	A
38	0.00	0.10	0.10	∞	A
39	0.00	0.07	0.07	∞	A
40	0.00	0.09	0.09	∞	A

3.3. *Salmo trutta labrax*

Çalışmada 5 balık kullanılmış ve her bir balıktan 2 preparat hazırlanmış olup iyi kalitede 450 metafaz alanı incelenip diploit kromozom sayısı $2n=80$ (Şekil 11), $NF=102$ (Tablo 6) bulunmuştur. Ayrıca kromozomların incelenmesi sonucu karyotipi 16M, 6SM, 4ST, 54A olarak belirlenmiştir (Şekil 12).



Şekil 11. *Salmo trutta labrax*'a ait kromozom görüntüsü



Şekil 12. *S. trutta labrax* balığının karyogramı

Tablo 6. *S. trutta labrax*'a ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
1	0.10	0.10	0.20	1.00	M
2	0.10	0.09	0.19	1.11	M
3	0.11	0.07	0.18	1.57	M
4	0.11	0.09	0.20	1.22	M
5	0.12	0.10	0.22	1.20	M
6	0.80	0.70	1.50	1.14	M
7	0.10	0.09	0.19	1.11	M
8	0.08	0.07	0.15	1.14	M

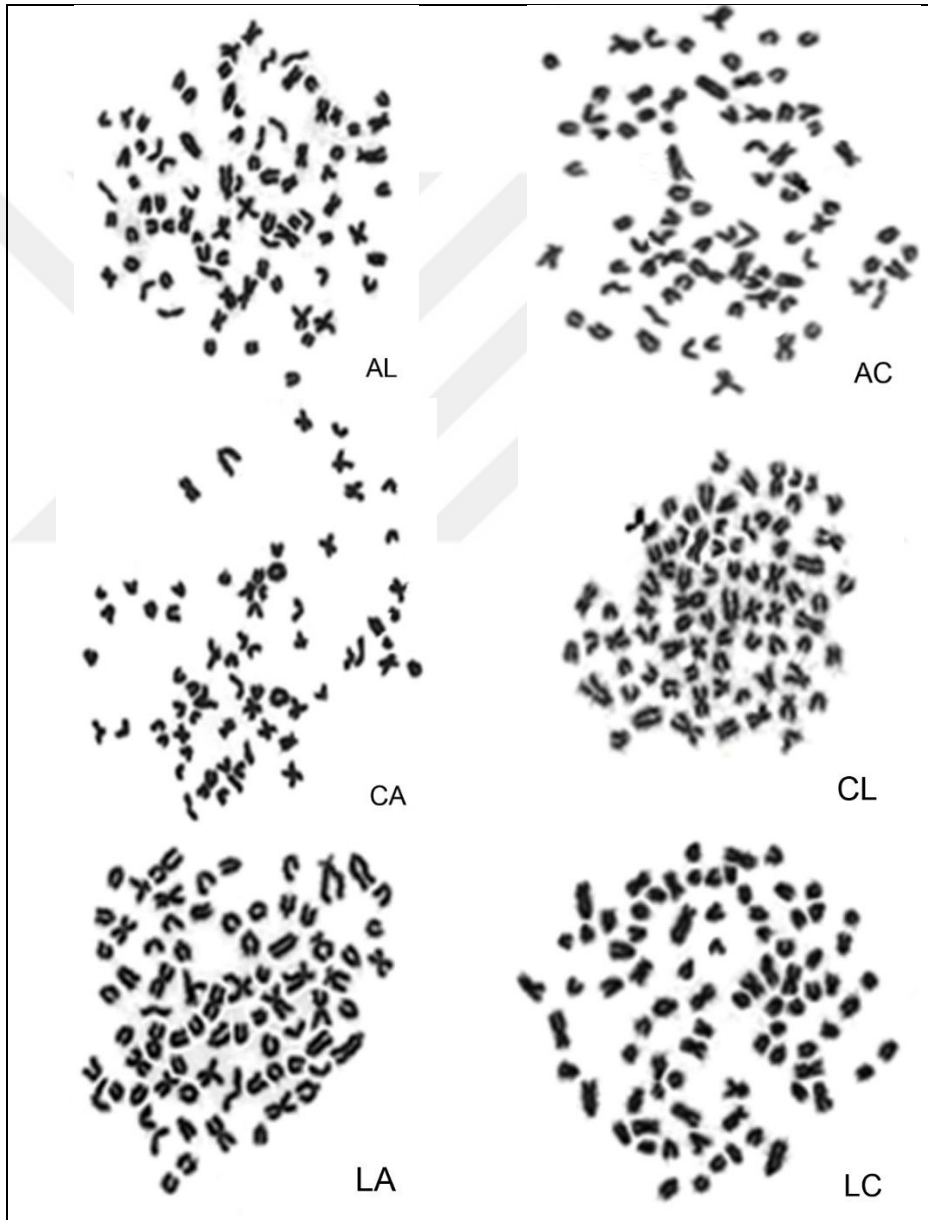
Tablo 6'nın devamı

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
9	0.13	0.05	0.18	2.60	SM
10	0.10	0.04	0.14	2.50	SM
11	0.09	0.03	0.12	3.00	SM
12	0.10	0.02	0.12	5.00	ST
13	0.11	0.03	0.14	3.67	ST
14	0.20	0.00	0.20	∞	A
15	0.15	0.00	0.15	∞	A
16	0.13	0.00	0.13	∞	A
17	0.11	0.00	0.11	∞	A
18	0.11	0.00	0.11	∞	A
19	0.10	0.00	0.10	∞	A
20	0.11	0.00	0.11	∞	A
21	0.10	0.00	0.10	∞	A
22	0.10	0.00	0.10	∞	A
23	0.11	0.00	0.11	∞	A
24	0.10	0.00	0.10	∞	A
25	0.10	0.00	0.10	∞	A
26	0.08	0.00	0.08	∞	A
27	0.10	0.00	0.10	∞	A
28	0.10	0.00	0.10	∞	A
29	0.10	0.00	0.10	∞	A
30	0.10	0.00	0.10	∞	A
31	0.11	0.00	0.11	∞	A
32	0.09	0.00	0.09	∞	A
33	0.10	0.00	0.10	∞	A
34	0.09	0.00	0.09	∞	A
35	0.08	0.00	0.08	∞	A
36	0.08	0.00	0.08	∞	A
37	0.09	0.00	0.09	∞	A
38	0.08	0.00	0.08	∞	A
39	0.09	0.00	0.09	∞	A
40	0.08	0.00	0.08	∞	A

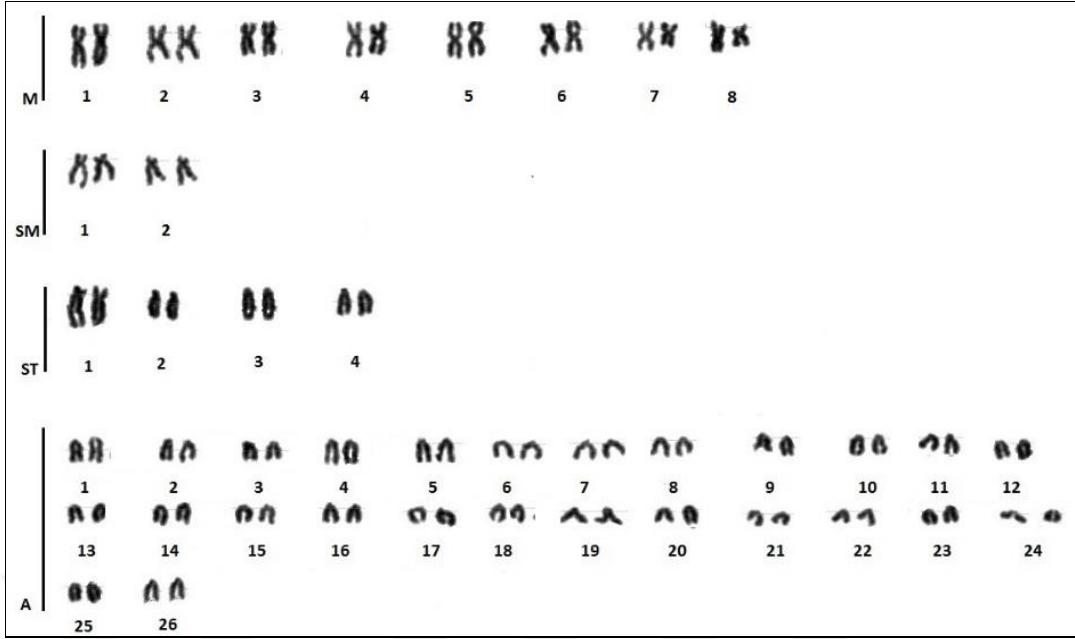
3.4. Hibrit Balıklara Ait Karyotip Bulgular

LL, AA ve CC balıklarına ait hibritlerden yapılan kromozom çalışmalarında her hibrit grubu için 5 balık kullanılıp uygun metafaz alanları incelenmiştir (Şekil 13). Kromozom sayısı sırasıyla *S.t. abanticus*- *S.t. caspius* (AC) hibritlerinde $2n=80$, $NF=100$, karyotipi 16M, 4SM, 8ST, 52A (Tablo 7; Şekil 14), *S.t. abanticus* - *S.t. labrax* (AL) hibritlerinde $2n=80$, $NF=102$, karyotipi 16M, 6SM, 2ST, 56A (Şekil 15; Tablo 8); *S.t.*

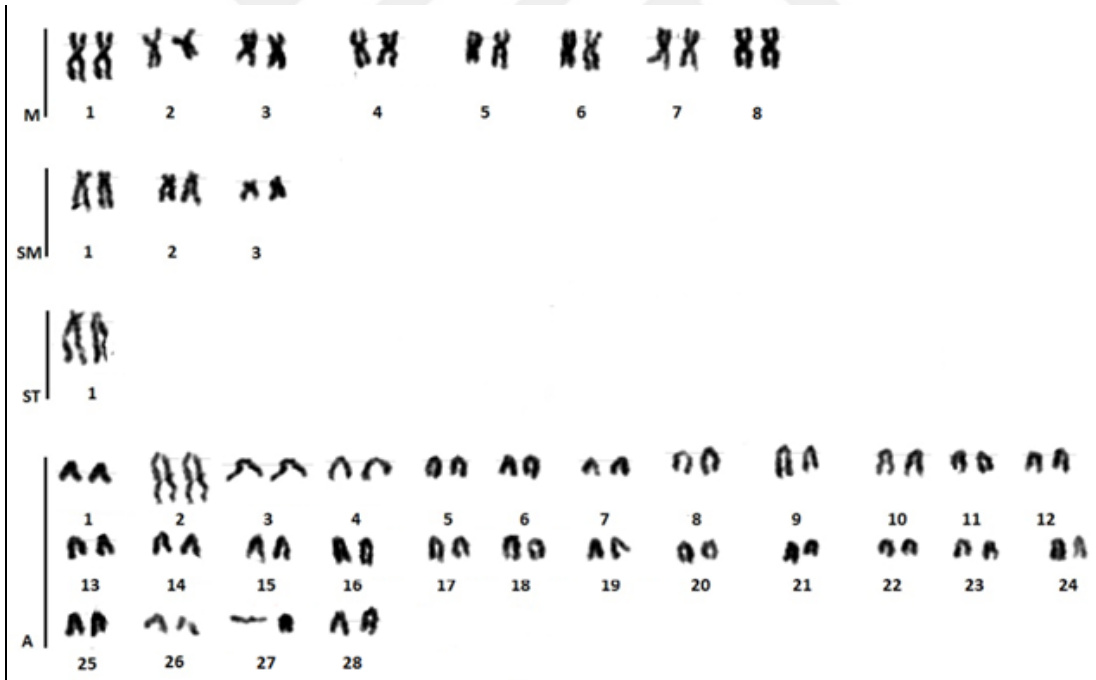
caspius - *S.t. abanticus* (CA) hibritlerinde $2n=76$, $NF=98$, karyotipi 16M, 6SM, 6ST, 48A (Şekil 16; Tablo 9), *S.t. caspius* - *S.t. labrax* (CL) hibritlerinde $n=78$, $NF=96$, karyotipi 14M+ 4SM+8ST+52A (Şekil 17; Tablo 10), *S.t. labrax* - *S.t. abanticus* (LA) hibritlerinde $2n=80$, $NF=100$, karyotipi 16M, 4SM, 14ST, 46A (Şekil 18; Tablo 11); ve *S.t. labrax* - *S.t. caspius* (LC) hibritlerinde kromozom sayısı $2n=80$, $NF=101$, karyotipi 18M, 4SM, 2ST, 56A (Şekil 19; Tablo 12) olarak belirlenmiştir.



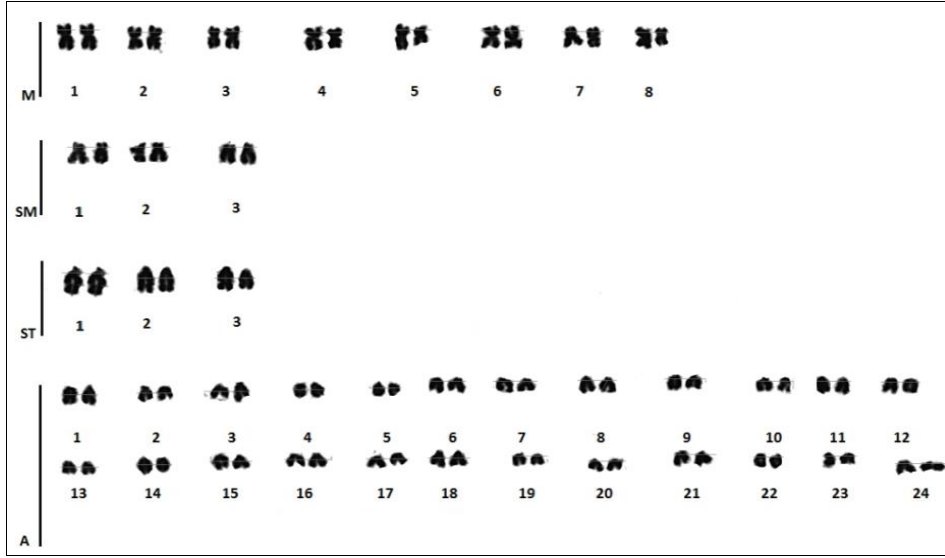
Şekil 13. AL, AC, CA, CL, LA, LC balıklarına ait kromozom görüntüsü



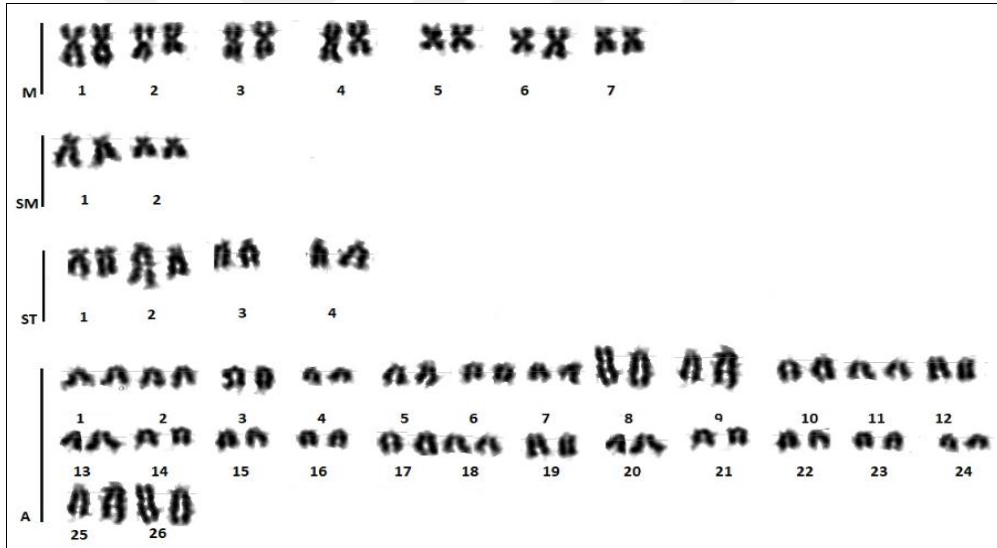
Şekil 14. AC balığına ait karyogram



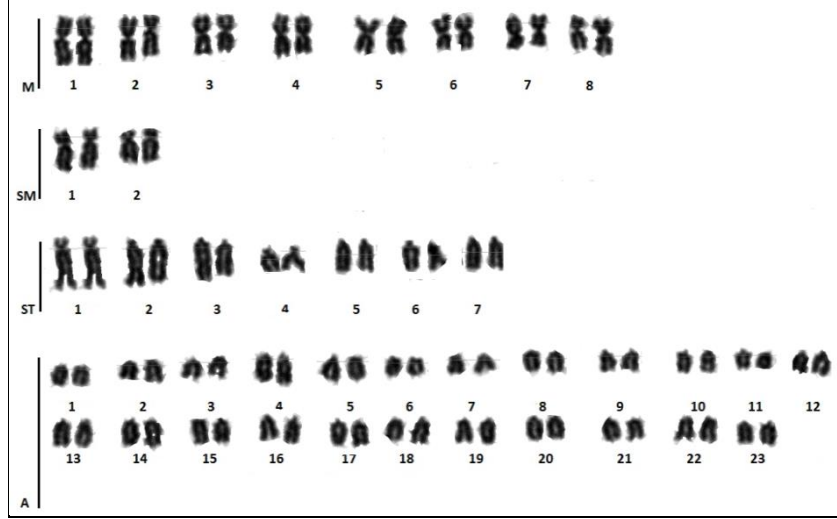
Şekil 15 AL balığına ait karyogram



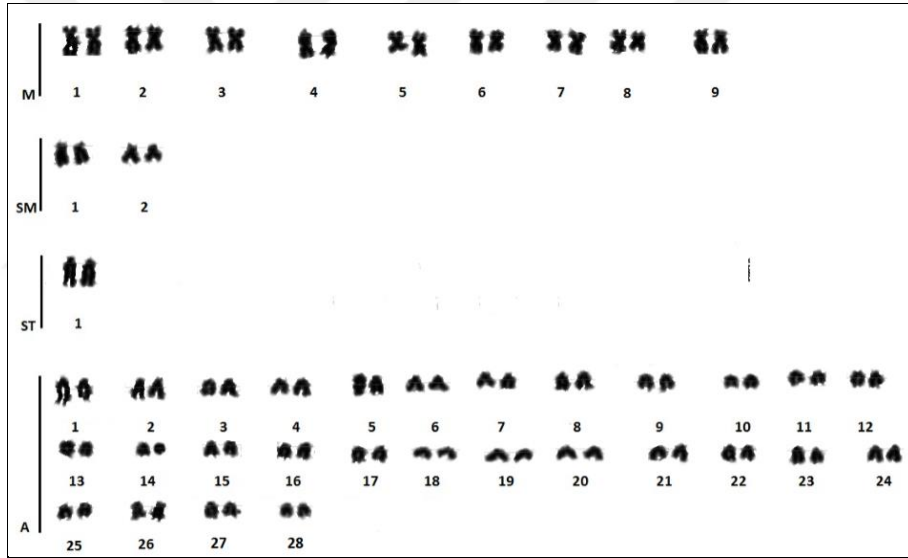
Şekil 16. CA balığına ait karyogram



Şekil 17. CL balığına ait karyogram



Şekil 18. LA balığına ait karyogram



Şekil 19. LC balığına ait karyogram

Tablo 7. AC balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
1	0.10	0.11	0.21	1.10	M
2	0.10	0.10	0.20	1.00	M
3	0.08	0.09	0.17	1.13	M
4	0.08	0.10	0.18	1.25	M

Tablo 7'nin devamı

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
5	0.09	0.10	0.19	1.11	M
6	0.07	0.09	0.16	1.29	M
7	0.08	0.09	0.17	1.13	M
8	0.06	0.07	0.13	1.17	M
9	0.05	0.10	0.15	2.00	SM
10	0.04	0.11	0.15	2.75	SM
11	0.05	0.18	0.23	3.60	ST
12	0.03	0.11	0.14	3.67	ST
13	0.03	0.13	0.16	4.33	ST
14	0.02	0.12	0.14	6.00	ST
15	0.00	0.10	0.10	∞	A
16	0.00	0.11	0.11	∞	A
17	0.00	0.08	0.08	∞	A
18	0.00	0.10	0.10	∞	A
19	0.00	0.10	0.10	∞	A
20	0.00	0.09	0.09	∞	A
21	0.00	0.10	0.10	∞	A
22	0.00	0.08	0.08	∞	A
23	0.00	0.07	0.07	∞	A
24	0.00	0.09	0.09	∞	A
25	0.00	0.09	0.09	∞	A
26	0.00	0.09	0.09	∞	A
27	0.00	0.10	0.10	∞	A
28	0.00	0.09	0.09	∞	A
29	0.00	0.07	0.07	∞	A
30	0.00	0.08	0.08	∞	A
31	0.00	0.06	0.06	∞	A
32	0.00	0.07	0.07	∞	A
33	0.00	0.10	0.10	∞	A
34	0.00	0.07	0.07	∞	A
35	0.00	0.07	0.07	∞	A
36	0.00	0.08	0.08	∞	A
37	0.00	0.09	0.09	∞	A
38	0.00	0.08	0.08	∞	A
39	0.00	0.10	0.10	∞	A
40	0.00	0.10	0.10	∞	A

Tablo 8. AL balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
1	0.10	0.12	0.22	1.20	M
2	0.09	0.10	0.19	1.11	M
3	0.09	0.10	0.19	1.11	M
4	0.08	0.10	0.18	1.25	M
5	0.08	0.08	0.16	1.00	M
6	0.08	0.09	0.17	1.13	M
7	0.09	0.09	0.18	1.00	M
8	0.09	0.10	0.19	1.11	M
9	0.05	0.14	0.19	2.80	SM
10	0.04	0.09	0.13	2.25	SM
11	0.04	0.07	0.11	1.75	SM
12	0.06	0.21	0.27	3.50	ST
13	0.00	0.10	0.10	∞	A
14	0.00	0.24	0.24	∞	A
15	0.00	0.15	0.15	∞	A
16	0.00	0.11	0.11	∞	A
17	0.00	0.09	0.09	∞	A
18	0.00	0.08	0.08	∞	A
19	0.00	0.08	0.08	∞	A
20	0.00	0.09	0.09	∞	A
21	0.00	0.14	0.14	∞	A
22	0.00	0.13	0.13	∞	A
23	0.00	0.09	0.09	∞	A
24	0.00	0.07	0.07	∞	A
25	0.00	0.08	0.08	∞	A
26	0.00	0.10	0.10	∞	A
27	0.00	0.10	0.10	∞	A
28	0.00	0.11	0.11	∞	A
29	0.00	0.08	0.08	∞	A
30	0.00	0.09	0.09	∞	A
31	0.00	0.09	0.09	∞	A
32	0.00	0.08	0.08	∞	A
33	0.00	0.09	0.09	∞	A
34	0.00	0.07	0.07	∞	A
35	0.00	0.08	0.08	∞	A
36	0.00	0.10	0.10	∞	A
37	0.00	0.09	0.09	∞	A
38	0.00	0.09	0.09	∞	A
39	0.00	0.09	0.09	∞	A
40	0.00	0.11	0.11	∞	A

Tablo 9. CA balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
1	0.08	0.08	0.16	1.00	M
2	0.07	0.07	0.14	1.00	M
3	0.05	0.07	0.12	1.40	M
4	0.08	0.09	0.17	1.13	M
5	0.07	0.08	0.15	1.14	M
6	0.07	0.07	0.14	1.00	M
7	0.05	0.07	0.12	1.40	M
8	0.05	0.05	0.10	1.00	M
9	0.04	0.10	0.14	2.50	SM
10	0.04	0.07	0.11	1.75	SM
11	0.04	0.07	0.11	1.75	SM
12	0.03	0.07	0.10	2.33	SM
13	0.03	0.13	0.16	4.33	ST
14	0.03	0.12	0.15	4.00	ST
15	0.00	0.01	0.01	∞	A
16	0.00	0.08	0.08	∞	A
17	0.00	0.01	0.01	∞	A
18	0.00	0.06	0.06	∞	A
19	0.00	0.07	0.07	∞	A
20	0.00	0.08	0.08	∞	A
21	0.00	0.07	0.07	∞	A
22	0.00	0.11	0.11	∞	A
23	0.00	0.07	0.07	∞	A
24	0.00	0.08	0.08	∞	A
25	0.00	0.08	0.08	∞	A
26	0.00	0.07	0.07	∞	A
27	0.00	0.07	0.07	∞	A
28	0.00	0.07	0.07	∞	A
29	0.00	0.10	0.10	∞	A
30	0.00	0.07	0.07	∞	A
31	0.00	0.08	0.08	∞	A
32	0.00	0.09	0.09	∞	A
33	0.00	0.07	0.07	∞	A
34	0.00	0.05	0.05	∞	A
35	0.00	0.07	0.07	∞	A
36	0.00	0.08	0.08	∞	A
37	0.00	0.07	0.07	∞	A
38	0.00	0.07	0.07	∞	A

Tablo 10. CL balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
1	0.12	0.12	0.24	1.00	M
2	0.10	0.11	0.21	1.10	M
3	0.10	0.11	0.21	1.10	M
4	0.11	0.12	0.23	1.09	M
5	0.07	0.08	0.15	1.14	M
6	0.08	0.09	0.17	1.13	M
7	0.08	0.09	0.17	1.13	M
8	0.07	0.15	0.22	2.14	SM
9	0.05	0.09	0.14	1.80	SM
10	0.04	0.13	0.17	3.25	ST
11	0.05	0.19	0.24	3.80	ST
12	0.04	0.13	0.17	3.25	ST
13	0.04	0.13	0.17	3.25	ST
14	0.00	0.10	0.10	∞	A
15	0.00	0.09	0.09	∞	A
16	0.00	0.14	0.14	∞	A
17	0.00	0.07	0.07	∞	A
18	0.00	0.10	0.10	∞	A
19	0.00	0.10	0.10	∞	A
20	0.00	0.10	0.10	∞	A
21	0.00	0.19	0.19	∞	A
22	0.00	0.12	0.12	∞	A
23	0.00	0.18	0.18	∞	A
24	0.00	0.10	0.10	∞	A
25	0.00	0.11	0.11	∞	A
26	0.00	0.12	0.12	∞	A
27	0.00	0.08	0.08	∞	A
28	0.00	0.08	0.12	∞	A
29	0.00	0.09	0.08	∞	A
30	0.00	0.12	0.08	∞	A
31	0.00	0.08	0.09	∞	A
32	0.00	0.12	0.12	∞	A
33	0.00	0.10	0.08	∞	A
34	0.00	0.08	0.12	∞	A
35	0.00	0.10	0.10	∞	A
36	0.00	0.08	0.08	∞	A
37	0.00	0.07	0.10	∞	A
38	0.00	0.14	0.08	∞	A
39	0.00	0.18	0.07	∞	A

Tablo 11. LA balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
1	0.14	0.15	0.29	1.07	M
2	0.14	0.14	0.28	1.00	M
3	0.12	0.13	0.25	1.08	M
4	0.12	0.13	0.25	1.08	M
5	0.11	0.11	0.22	1.00	M
6	0.10	0.11	0.21	1.10	M
7	0.10	0.11	0.21	1.10	M
8	0.10	0.12	0.22	1.20	M
9	0.07	0.16	0.23	2.29	SM
10	0.05	0.15	0.20	3.00	SM
11	0.07	0.23	0.30	3.29	ST
12	0.05	0.23	0.28	4.60	ST
13	0.04	0.22	0.26	5.50	ST
14	0.03	0.11	0.14	3.67	ST
15	0.03	0.15	0.18	5.00	ST
16	0.04	0.15	0.19	3.75	ST
17	0.04	0.15	0.19	3.75	ST
18	0.00	0.10	0.10	∞	A
19	0.00	0.10	0.10	∞	A
20	0.00	0.11	0.11	∞	A
21	0.00	0.13	0.13	∞	A
22	0.00	0.12	0.12	∞	A
23	0.00	0.09	0.09	∞	A
24	0.00	0.12	0.12	∞	A
25	0.00	0.10	0.10	∞	A
26	0.00	0.10	0.10	∞	A
27	0.00	0.11	0.11	∞	A
28	0.00	0.11	0.11	∞	A
29	0.00	0.09	0.09	∞	A
30	0.00	0.14	0.14	∞	A
31	0.00	0.14	0.14	∞	A
32	0.00	0.14	0.14	∞	A
33	0.00	0.12	0.12	∞	A
34	0.00	0.12	0.12	∞	A
35	0.00	0.10	0.10	∞	A
36	0.00	0.13	0.13	∞	A
37	0.00	0.13	0.13	∞	A
38	0.00	0.12	0.12	∞	A
39	0.00	0.14	0.14	∞	A
40	0.00	0.12	0.12	∞	A

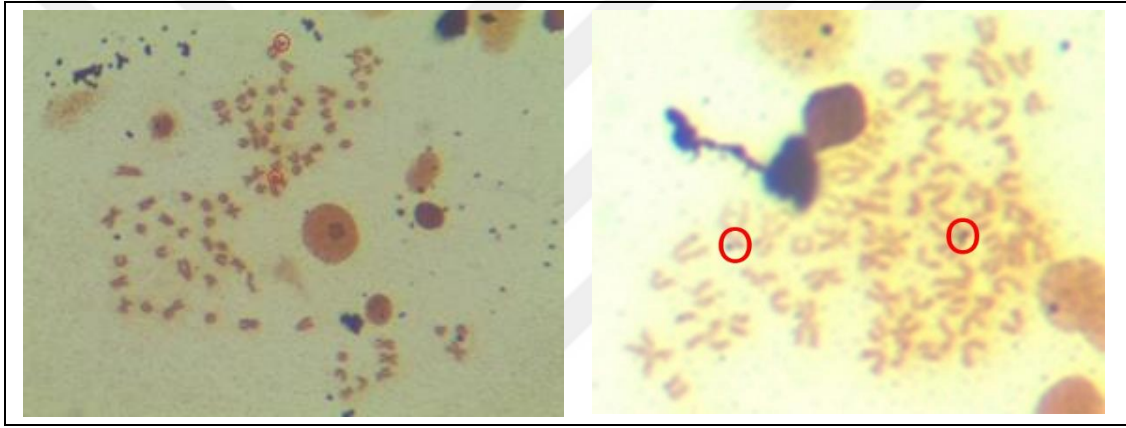
Tablo 12. LC balığına ait kromozomların nispi uzunlukları (μ), toplam uzunluk (μ), kol oranı (q/p) ve sınıflandırılması

Kromozom çifti	Kısa kol (p)	Uzun kol (q)	Toplam uzunluk	Kol oranı (q/p)	Kromozom tipi
1	0.07	0.08	0.15	1.14	M
2	0.08	0.09	0.17	1.11	M
3	0.07	0.08	0.15	1.14	M
4	0.07	0.09	0.16	1.29	M
5	0.05	0.07	0.12	1.40	M
6	0.06	0.07	0.13	1.17	M
7	0.05	0.06	0.11	1.20	M
8	0.07	0.07	0.14	1.00	M
9	0.05	0.07	0.12	1.40	M
10	0.04	0.08	0.12	2.00	SM
11	0.04	0.08	0.12	2.00	SM
12	0.04	0.14	0.18	3.50	ST
13	0.00	0.13	0.13	∞	A
14	0.00	0.11	0.11	∞	A
15	0.00	0.09	0.09	∞	A
16	0.00	0.09	0.09	∞	A
17	0.00	0.11	0.11	∞	A
18	0.00	0.09	0.09	∞	A
19	0.00	0.08	0.08	∞	A
20	0.00	0.08	0.08	∞	A
21	0.00	0.09	0.09	∞	A
22	0.00	0.07	0.07	∞	A
23	0.00	0.09	0.09	∞	A
24	0.00	0.07	0.07	∞	A
25	0.00	0.08	0.08	∞	A
26	0.00	0.07	0.07	∞	A
27	0.00	0.09	0.09	∞	A
28	0.00	0.08	0.08	∞	A
29	0.00	0.10	0.10	∞	A
30	0.00	0.07	0.07	∞	A
31	0.00	0.09	0.09	∞	A
32	0.00	0.08	0.08	∞	A
33	0.00	0.07	0.07	∞	A
34	0.00	0.07	0.07	∞	A
35	0.00	0.10	0.10	∞	A
36	0.00	0.09	0.09	∞	A
37	0.00	0.08	0.08	∞	A
38	0.00	0.10	0.10	∞	A
39	0.00	0.09	0.09	∞	A
40	0.00	0.07	0.07	∞	A

Toplam kromozom uzunlukları AA grubunda 1,80 μ -0,07 μ arasında, CC grubunda 0,22 μ -0,06 μ , LL grubunda 1,50-0,08 arasında değişmektedir. Hibritlerde ise 0,05 μ ile 0,27 μ arasında değişmektedir.

3.5. Ag-NOR Bantlama

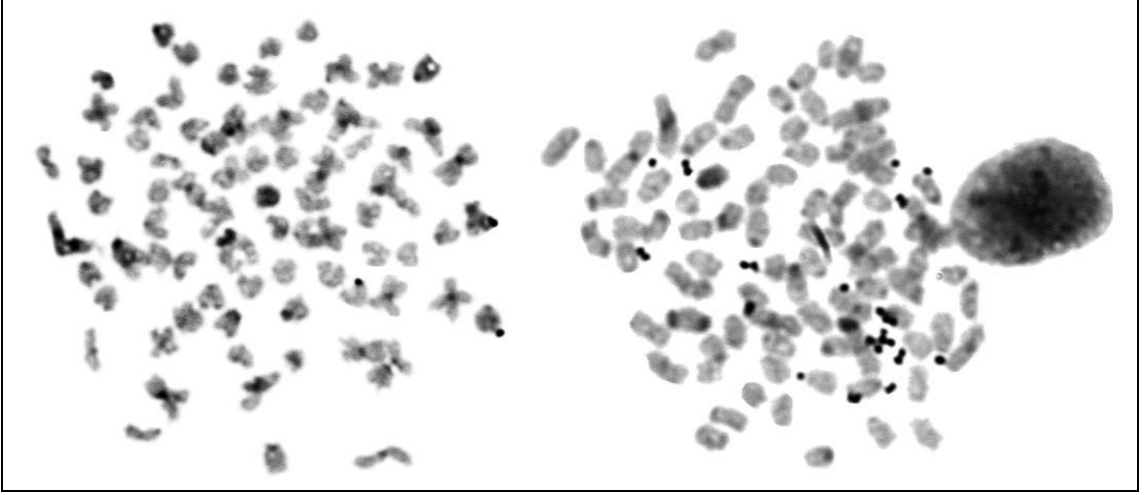
Çalışmada, LL, AA, CC ve bu balıkların hibritlerine uygulanan Ag-NOR bantlama yönteminde bütün türlerin ve hibritlerin tamamında 1 çift SM kromozomun kısa kollarının telomer bölgelerinde NOR tespit edilmiştir.



Şekil 20. Gümüş boyama yapılan AA'ya ait metafaz safhasında bulunan kromozom üzerinde ki NOR (kırmızı halka içerisinde).

3.6. C-Bant

Yapılan çalışmada, C-bant için 5 farklı yöntem denenmesine rağmen pek başarılı sonuç elde edilememiştir. En iyi sonuç metot kısmında verilen protokolden elde edildi. C-bantlama ile bazı kromozomların sentromerlerinde bazılarının ise kollarında farklı sayıda konstitütif heterokromatin bölge tespit edildi (Şekil 21). Aynı türde bile heterokromatin bölgelerin sayıları ve buldukları yerler çok değişken olduğundan C-bantlamada analiz yapılamamıştır.



Şekil 21. *Salmo trutta abanticus*'a ait C-bantlama

Her iki resimde aynı türe ait iki farklı balığa ait olmasına rağmen heterokromatin bölgelerin yeri ve sayısının çok değişken olduğu görülmektedir. Diğer gruplarda da aynı sorun mevcuttur.

4. TARTIŞMA

Türkiye, *Salmo trutta* türünün farklı filogenetik gruplarının kesiştiği ve oldukça büyük morfolojik varyasyon gösterdiği bir dağılım alanıdır. Nitekim morfolojik ve meristik özelliklere dayanılarak çeşitli alt türler tanımlanmıştır. Türün dere (*fario*), göl (*lacustris*) ve deniz ekotipleri bulunmaktadır (Çiftçi vd., 2009). Bu tür üzerine dünyada yürütülen birçok karyotip çalışma olmasına rağmen ülkemizde bu tür üzerine yapılan bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamız bu nedenle LL, AA, CC ve hibritleri üzerine yapılan ilk karyotip çalışma olma özelliği göstermektedir.

Kahverengi alabalıklar üzerine yapılan kromozom çalışmalarında, Karakousis vd. (1992), *S. trutta*'nın Yunanistan nehir popülasyonundaki diploit kromozom sayısı $2n=80$, $NF=104$, Kalbassi vd. (2006), Hazar Denizi'nde bulunan *S. trutta caspius*'un kromozom sayısı $2n=80$, $NF=104$ olarak bulunmuştur. Al-Sabti'nin (1985), *Salmo trutta* türünde yapmış olduğu çalışmasında da kromozom sayısını $2n=80$, $NF=108$ olarak belirlemiştir. Ermenistan'ın Vedi ve Marmarik nehir popülasyonunda yapılmış olan çalışmalarda kromozom sayısı 78, 80 ve 82 olarak rapor edilmiştir (www.fishbase.org, 2016). Raicu ve Taisescu (1977), *S.t. fario*'nun kromozom sayısını 78 ile 84 arasında belirtmişken, Zenzes ve Voiculescu (1975)'de kromozom sayısını 72 ile 82 arasında, $NF=102$ olarak belirtmiştir. Woznicki vd. (1998), Polanya'nın Wdzydze Göl popülasyonundaki *S.t. fario*'nun diploit kromozom sayısını $2n=80$, $NF=102$ ve Northland-Leppe vd. (2009), Şili Atakama çölünde Loa ve Salado nehirlerinde *Salmo trutta fario* popülasyonlarının kromozom sayısı önceki çalışmalar gibi $2n=80$ olarak belirtilmiştir.

Çalışmamızda aynı bireylerin metafaz safhalarındaki kromozom sayısında 72-80 arasında değişkenlik görülmesine rağmen AA, CC, LL'nin kromozom sayıları sırasıyla 80-80-80 ve kol uzunlukları sayısı 102-98-102 olarak bulunmuştur. Hibritlerin, AC, AL, CA, CL, LA, LC'nin kromozom sayıları sırası ile $2n=80-80-76-78-80-80$ olup kol uzunlukları 100-102-98-96-100-101 olarak hesaplanmıştır. Bu bağlamda elde edilen veriler literatür verileri ile uyumludur.

Çalışmamızda *S. trutta* türlerindeki kromozom sayısında birey içi değişkenlik bulunmuştur. Aynı bireyin farklı metafaz safhalarındaki kromozom sayıları 72-80 arasında hatta bazılarında 72 den daha az olduğu tespit edildi. Kromozom sayılarındaki bu tür değişiklikler salmonid balıklarında yaygın olarak gözükmemektedir (Hartley, 1987) ve bu

olay *S. trutta*'nın yanı sıra gökkuşağı alabalığı (Flagshans ve Rab, 1990) ve Atlantik salmonundaki gibi evrimsel çizgide geniş fizyonların bulunduğu salmonid türlerinde doğrulanmıştır. Bu türlerin kromozom sayısı 80 civarındadır (Kalbassi vd., 2006). Bu farklılıklar anaploidi mekanizmasından veya karyotip esnasında kromozom kaybından ve teknik eksiklikler sonucu olabilmektedir (Al-Sabti, 1985; Martinez vd., 1991).

Türlerin cinsiyet, yaş, sağlık durumları, kolsişin uygulaması için maruz kalınan süre ve farklı dozdaki uygulamalar kromozom karakterlerinin farklı olmasına özellikle kol uzunluklarının farklı olmasına neden olabilir (Beck ve Bigger, 2011). Yapılan çalışmada kromozom sayısının değişiklik göstermesinin nedenleri kromozom kollarında meydana gelen kırılmalar veya kopmalar, hücrelerin tam olgunlaşıp patlamaması, kromozomların hepsinin aynı anda metafaz safhasında olmaması, hücre patlaması sırasında kromozomların birbiri üzerine denk gelmiş olması ya da birden fazla metafaz alanının birbirine karışması durumlarından meydana geldiği düşünülmektedir.

Yapılan sitogenetik çalışmalarda direkt yöntem ve doku yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Her iki yöntemde de temel basamaklar aynıdır ve amaç kaliteli metafaz alanları elde etmektir. Doku yöntemi çok zaman isteyen pahalı bir yöntem olmasına rağmen çok sayıda kaliteli metafaz alanlarına sahiptir. Direkt yöntem ise daha kısa sürede ve ucuz olmasına rağmen az sayıda metafaz alanına sahiptir.

Balıklarla ilgili sitogenetik çalışmalar son zamanlarda gelişmeye başladığından sitogenetikçiler insan kromozomu metodlarını balıklara uygulamaya çalışmışlardır. Bu yüzden balıklar için kullanılacak tek bir yöntem yoktur. Bu balığın türüne, kullanılan dokuya göre değişmektedir. Genelde bu iş için seçilecek dokunun aktif olarak bölünen doku olmasına dikkat edilmiştir (Klinkhardt, 1991).

Günümüzde kromozom çalışmalarında bazı araştırmacılar direkt yöntemle başarılı sonuçlar elde ederken (Hamalosmanoğlu ve Kuru, 2003; Örs, 2003; Bilgin, 2004; Saygun, 2005; Vicdanlı, 2007; Tanrıku, 2008; Kaya, 2009; Gaffaroğlu, 2011; Değer, 2011; Ataç Şahin, 2015), bazıları da doku kültürü kullanarak istenilen sonuçları almışlardır (Cau vd., 1988; Ueda vd., 1988; Amores vd., 1995; Pastori vd., 1998; Chen vd., 2005; Karahan, 2016). Çalışmamızda her iki yöntem kullanılmış olup doku kültürü yönteminde daha kaliteli metafaz alanları gözlemlenmiştir. Özellikle kan dokusunda yapılan örneklerde kültür ortamında bakterilerin oluşmaması için ortama belli oranda antibiyotik ilave edilmelidir. Yıldırım (2015), kan dokusu ile yapmış olduğu tez çalışmasında ortama antibiyotik ekmediğinden dolayı çalışmasının sonucunda mikroskop altında kromozom

yerine bakteri görüntüsü elde etmiştir. Bazı çalışmalarda kolsişin muamelesinden önce mitotik aktiviteyi artırmak için çeşitli uyarıcılar enjekte edilmiştir. Hamur mayası uygulaması kolsişinden 18 veya 48 saat önce (Naran, 1997; Naran vd., 2006; Nirchio vd., 2013), PHA enjeksiyonu kolsişinden 12-24 saat önce tek doz veya iki doz şeklinde (Kalbassi vd., 2006; Nasri vd., 2010; Ganai ve Yousuf, 2011) ve kolsişinden 24 saat önce örneklere %0,1 CoCl₂ enjeksiyonu (1ml CoCl₂/100 g VA) (Knytl vd., 2013) veya 72 saat önce 1 g vücut ağırlığı için 0,005 ml %0,4'lük CoCl₂ solüsyonu (Değer, 2011) enjekte edilmektedir. Bu çalışmada ise direkt yöntemde balıklara kolsişin uygulamasından 12-24-48 saat önce farklı dozlarda CoCl₂ uygulanmış fakat başarılı sonuç elde edilememiştir.

Kolsişin ve kolsemid yaygın olarak kullanılan mitotik inhibitördür. Özellikle kolsişin birçok araştırmacı tarafından uygulanmıştır (Kligerman ve Bloom,1977; Fenocchio vd., 1991; Ergene vd., 1999; Saygun vd., 2006; Kaya, 2009; Luca vd., 2010). Bu çalışmada da farklı dozlarda kolsişin ve kolsemid uygulaması yapılmıştır. Kolsemid uygulamasında kaliteli metafaz alanları elde edilemezken deneme yanılma yöntemi sonucunda % 0,1'lik 25 µg/g kolsişin uygulaması ile 1 saat 15 dakika bekletilmeyle net görünümlü metafaz alanları gözlemlenmiştir.

Doku kültürü yönteminde mitotik inhibitörden önce balıklara anestezi işlemi uygulanıp uygun olan doku alınarak kültür ortamında inkübasyona bırakılmaktadır. Birçok doku kültürü yöntemi uygulanan araştırmada kromozom elde edilen doku tipinde pek çok farklılıklar görülmektedir. Bazı araştırmacılar yüzgeç, solungaç epitel dokusu, karaciğer ve böbrek dokusu çalışmış (Suzuki vd., 1988; Gorshkova vd., 2002; Saygun vd., 2005; Kalbassi vd., 2006; Kaya, 2009; Kligerman ve Bloom, 2011; Ataç Şahin, 2015) ayrıca Kalbassi vd. (2006), kültür ortamı için RPMI kullanırken, Fenocchio vd. (1991) Hanks tuz solüsyonlu besiyeri kullanılmıştır. Bu çalışmada farklı dokular denenmiş ve en iyi örnek ön böbrek dokusundan elde edilmiştir. Solungaç, yüzgeç ve karaciğer dokularıyla çalışmada fazla sayıda metafaz alanı bulunamazken dalak ile yapılan çalışmada preparatların genelinde makrofajlı alanlar belirlenmiş ve mevcut kromozomların görüntüsünü bozmuştur.

Metafazdaki kromozomları birbirinden ayırmak için dokudaki hücrelerin şişirilmesi ve kromozomları daha görünür hale getirmek için örneklerin bir süre hipotonik solüsyonda bekletilmesi gerekmektedir. Hipotonik solüsyon olarak genellikle tuzlu bileşikler kullanılır.

Birçok araştırmacı çalışmasında 0,075M'lık KCl (Zenzes ve Voiculescu, 1975; Foresti vd., 1993; Woznicki vd., 1998; Hamalosmanoğlu ve Kuru, 2003; Bilgin, 2004;

Değer, 2011) kullanırken, Kalbassi vd. (2006) 0.1 M'lık KCI, Kligerman ve Bloom (1977), Saygun (2005) %0,4'lük KCI, Örs (2003), Ulupınar ve Okumuş (2002) %0,56'lük KCI kullanmıştır. Naran vd. (2006) %0,4'lük NaCl, Ganai ve Yousuf (2011), Nasri vd. (2010) %1'lik sodyum sitrat çözeltisi kullanmıştır. Ayrıca yapılan çalışmalarda kullanılan çözeltilerle örneklerin muamele süresi dokunun türüne ve hacmine göre değişiklik göstermektedir. Yaptığımız çalışmada örneklerin 3 ml 0,075M'lık KCI çözeltisinde 30 dk bekletilmesi hücrelerin şişmesi için yeterli bulunurken, bu sürenin artması veya azalması durumunda hücrelerin büzüştüğü ve kromozom analizlerin zorlaştığı belirlenmiştir.

Çalışmanın son basamağında hücrenin içeriğini bozmadan hücreyi tespit etmek amacıyla fiksatif uygulanmıştır. Fiksatifin içinde bulunan alkol dokuyu sertleştirir ve büzölmeye neden olur; asetik asit ise alternatif olarak alkolün sebep olduğu büzölmeyi önler ve istenilen düzeyde hızlı bir biçimde doku içine işleme yeteneğindedir (Gold vd., 1990). Yaygın olarak 3:1 oranında metanol:glasiyal asetik asit kullanılır (Denton, 1973; Foresti vd., 1993; Naran, 1997; Kalbassi vd., 2006). Fiksatif, çalışmadan hemen önce taze olarak hazırlanır ve +4°C de saklanır.

Çalışmamızda, Foresti vd. (1993) yapmış olduğu gibi 30 dk KCI'da bekletilen örneklerin üzerine 3 damla taze hazırlanmış 3:1 oranında metanol: glasiyal asetik asit damlatılıp örnekler 1000 g'de santrifüj edilip üst kısmı atıldıktan sonra 5 ml fiksatif eklenip 10 dk 1000 g'de santrifüj edilip üst kısmı atılmış ve tekrardan 5 ml fiksatif eklenmiştir. Bu işlem toplamda 3 kez tekrarlanmıştır. Bazı çalışmalarda örnekler santrifüj yapılmadan 3 kez 30 dk boyunca fiksatifte bekletilmiştir (Saygun, 2005; Ataç Şahin, 2015). Bazı araştırmacılara göre fiksatifte bekletilen örneklerin + 4°C de 9-12 aylık ve daha fazla sürede saklanabileceğini söylerken (Ataç Şahin, 2015), bazıları da minimum 1 ay dolapta bozulmadan saklanabileceğini söylemektedir (Kligerman ve Bloom, 1977). Çalışmamızda Carnoy fiksatif (3:1 metanolglasiyal asetik asit) içerisindeki örneklerin +4°C'de saklanmasına rağmen bazı dokularda 4-5 ay sonra bozulmalar görülmüştür. Bunun nedeninin çalışma sırasındaki kontaminasyonlardan veya fiksasyon aşamasının iyi yapılamamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Günümüzde karyotip çalışmalarda kromozomları boyamak için kullanılan en yaygın boya Giemsa'dır ve pH=6,8 olan Sorenson fosfat tamponu ile hazırlanır. Bazı araştırmacılar gibi (Pekol, 2006; Değer, 2011; Arslan ve Taki, 2012) bu çalışmada da preparatlar %10'luk Sorenson Tamponu ile hazırlanmış Giemsa solüsyonuyla 15 dk boyanmıştır. Boyama süresi, tampon çözelti ve boya oranları karyotip çalışmalarda

değişmektedir. %6'lık (pH=6,8) Giemsa ile 15 dk ve %5'lik (pH=6,8) Giemsa ile 20-30 dk boyama yapılabilir (Kaya, 2009; Ataç Şahin, 2015; Şişman vd., 2016).

Salmonid türleriyle yapılan sitogenetik çalışmalarında sıklıkla tek bir kromozom çiftinde aktif nükleus organizatör bölgesine rastlanmaktadır (Phillips vd., 1986). Fakat bunlara ek olarak birkaç örnekte fazladan NOR'a rastlanmıştır (Phillips vd., 1989; Pendás et al., 1993). Kahverengi alabalıklarda 18S probu ile yapılan floresan hibridizasyon çalışmalarında bir kromozom çifti içerisinde daha büyük rDNA kümeleşmesine ek olarak, 16 tane daha küçük, transkripsiyonel olarak inaktif bölgede NOR mevcut olduğunu ortaya koymuştur (Pendás vd., 1993). Northland-Leppe vd. (2009), *Salmo trutta fario* üzerine yapmış oldukları karyotip çalışması sonucunda bir çift SM ve bir çift ST kromozomlarının kısa kollarında NOR olduğunu rapor etmiştir. Kahverengi alabalığın deniz formunda yapılan başka bir NOR çalışmasında da 1 çift SM kromozomun kısa kollarının telomer bölgelerinde bir çift NOR tespit edilmiştir (Martínez vd., 1991). Daha önce yapılmış olan çalışmalara paralel olarak bu çalışmada da LL, AA, CC ve bu balıkların hibritlerinde 1 çift SM kromozomun kısa kollarının telomer bölgelerinde NOR tespit edilmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada Nagpure ve Barat (1997)'in doku kültürü yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır. *Salmo t. labrax*, *Salmo t. abanticus*, *Salmo t. caspius* ve hibritlerinin ön böbrek hücrelerinden doku kültürü yöntemiyle yüksek sayıda kaliteli metafaz alanları gözlemlenmiştir. Balıktan doku alındıktan sonra küçük parçalara ayrılıp antibiyotikli RPMI içerisine konup çalkalayıcıda 1 gün bekletilmesi ve bu süre sonunda % 0,1'lik kolsişinde edip 1saat 15 dakika bekletilmesinin en iyi sonuç verdiği, bu sürenin artması veya kısılması durumunda kromozom analizlerinin zorlaştığı gözlemlenmiştir. KCl çözeltisi ile muamele süresi bütün gruplarda 40 dakika olarak tespit edilmiş ve fiksatif olarak kullanılan 3:1metanol-glasiyal asetik asit işlem sırasında taze hazırlanıp soğuk olarak kullanılması sonucunda istenilen kalitede preparatlar elde edilmiştir. AA, CC, LL'nin kromozom sayısı sırasıyla 80-80-80 ve kol uzunlukları sayısı 102-98-102 olarak bulunmuştur. Hibritlerin, AC, AL, CA, CL, LA, LC'nin kromozom sayıları sırası ile $2n=80-80-76-78-80-80$ olup kol uzunlukları 100-102-98-96-100-101 olarak hesaplanmıştır. Karyotipleri ise AA için $14M+6SM+6ST+54A$, AC için $16M+4SM+8ST+52A$, AL için $16M+6SM+2ST+56A$, CA için $16M+6SM+6ST+48A$, CC için $14M+4SM+4ST+58A$, CL için $14M+4SM+8ST+52A$, LA için $16M+4SM+14ST+46A$, LC için $18M+4SM+2ST+56A$ ve LL için $16M+6SM+4ST+50A$ olarak belirlenmiştir.

C-bantlama yapmak için Sumner (1972)'de açıklanan yöntem kısmen modifiye edilerek kullanıldı. Preparatlar sırasıyla 0,2 N HCl'de 37°C'de 1 saat, taze hazırlanmış 50°C'deki $Ba(OH)_2$ 'de 8 dakika ve 60°C'ye ısıtılmış pH'sı 7olan 2XSSC'de 1 saat inkübe edilmiştir. C-bantlama ile bazı kromozomların sentromerlerinde bazılarının ise kollarında farklı sayıda konstitütif heterokromatin bölge tespit edildi.

Gümüş boyamada Howell ve Black (1980) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Preparatların üzerine 2 damla kolloidal geliştirici ile 1 damla sulu gümüş nitrat çözeltisi damlatılıp üzeri lamelle kapatıldı. 70°C deki ısıtılmış etüvde üzeri altın rengi oluncaya kadar bekletilip saf su ile yıkandı ve kuruduktan sonra %10'luk Giemsa ile 15 dk boyandı. Ag-NOR bantlama sonuçlarına göre incelenen tüm türlerin ve hibritlerinin 1 çift submetasentrik kromozomunun kısa kollarının telomer bölgelerinde belirgin halde NOR'lu bölgeler gözlenmiştir.

6. ÖNERİLER

Türkiye, *Salmo trutta* türünün farklı filogenetik gruplarının kesiştiği ve oldukça büyük morfolojik varyasyon gösterdiği bir dağılım alanı olduğundan kahverengi alabalıklarda yaşam şekli veya morfolojisi taksonomik sınıflandırma için yeterli değildir ve yanlış yönlendirebilir. Balıklarda karyotip çalışmaları tür ve alt türlerin ayrımında, sistematik karışıklıkları çözmeye ve balık stoklarının genetik gelişimine ilişkin bilgi sağlamak, türlerin kromozom sayısı, büyüklüğü ve morfolojisi hakkında bilgi sağlar. Türlerin genetik yapılarının belirlenmesinde, tür içi ve türler arası sıkça rastlanılan kromozom sayısı değişiklikleri nedeniyle, sadece kromozom sayısı ve yapısı verileri yeterli olmayıp farklı bantlama yöntemleri ve diğer genetik analizler (mDNA analizi, RFLP, RAPD, mikrosatelit vb.) yapılarak kahverengi alabalıkların genetik yapıları ortaya çıkarılmalıdır. Kromozom preparasyonunda meydana gelebilecek olumsuzlukları gidermek için aşağıdaki önlemler alınabilir.

1. Çalışmaya başlamadan önce çok sayıda ön deneme yapıp uygun protokol oluşturulmalı ve çevreden gelebilecek kontaminasyonlara karşı uygulanan yöntemin her aşamasında titizlikle çalışılmalıdır.
2. RPMI besiyerinde bekletilen dokuların kontamine olmaması için besiyeri içerisine antibiyotik ilave edilmelidir. Aksi takdirde besiyerinde bakterilerin üreyip kromozom gibi gözüktüğü için yanlış anlamalara sebebiyet verebilir.
3. Hipotonik solüsyon konsantrasyonu türlere göre değişiklik gösterdiği için birkaç farklı hipotonik solüsyon konsantrasyonu ile deneme yapılarak her tür için optimum konsantrasyon belirlenmelidir.
4. Kromozomların lam üzerine iyice yayılması için damlatma mesafesine dikkat edilmeli ve lamlar buharda bekletilebilir.

Sonuç olarak dünya da bu balık gruplarıyla ilgili olarak yapılmış kromozom çalışmaları yapılmasına rağmen Türkiye’de daha önce bu gruplarla ilgili bir çalışma yapılmaması bu gruplarla ilgili olarak karşılaştırma ve tartışma yapmayı kısıtlamıştır. Başka araştırmacılarında bu gruplarla çalışmalar yapması karşılaştırma imkânını artıracak ve tartışmalara yeni boyutlar kazandıracaktır.

7. KAYNAKLAR

- Allison, L., 2014. Temel Moleküler Biyoloji (s. I.Bölüm), Palme Yayıncılık.
- Al-Sabti, K., 1985. Chromosomal Studies By Blood Leukocyte Culture Technique On Three Salmonids From Yugoslavian Waters, Journal of Fish Biology, 26, 5-12.
- Altınok, İ., 2014. Genetik ders notları.
- Amores, A., Bejar, J. and Alvarez, M. C. 1995. Replication, C- and Ag-NOR Chromosome Banding in Two Anguilliform Fish Species, Marine Biology, 123 , 845-849.
- Anonim, https://www.google.com.tr/search?q=kromozom+resim&tbm=isch&tbs=rimg:CRyC5UrzVPk8Ijhp6sr9wFreA5ztxB8J3rQL2l5wwfHnNmojBXfya4s-cPNA3wXeEHsrFMaVlf6lLyE962gPZhUB2ioSCWnqyv3AWt4DEddl1rKWXOi0KhIJnO3EHwnetAsR_1SkfE7i0W-MqEgnaXnDB8ec2ahHsc8pw2JpwrSoSCSMFd_1Jriz5wE, 20.09.2016
- Anonim, <http://previews.123rf.com/images/designua/designua1601/designua160100028/52129452-Cell-Chromosome-DNA-and-gene-Cell-Structure-The-DNA-molecule--Stock-Photo.jpg>, 03.10.2016
- Anonim, <https://www.msxlab.org/forum/biyoloji/25097-kromozom-nedir-kromozomlari-nin-yapisi-ozellikleri-ve-gorevleri>, 08.10.2016
- Anonim, <http://biologmehmet.blogcu.com/hucre-bolunmeleri/11416056>, 12.11.2016
- Anonim, <http://ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-3-genetics/32-chromosomes/chromosome-types.html>, 12.11.2016
- Anonim, http://mail.nbfgr.res.in/Fish_Karyome/glossary.php, 22.11.2016
- Anonim, <http://www.genomesize.com/search>, 10.12.2016
- Arslan, A. ve Taki, F. N. 2012. C-banded karyotype and nucleolar organizer regions of *Tinca tinca* (Cyprinidae) from Turkey, International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics, 65, 3, 246–249.
- Ataç Şahin, T., 2015. Ilıca Deresi'nde (Fatsa/Ordu) Yaşayan *Barbus Tauricus* Kessler, 1877 (Pisces; Cypriniformes)'ün Karyotip Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Bagliniere, J.L., 1999. The brown trout (*Salmo trutta* L.) - its origin,distribution and economic and scientific significance, Biology and Ecology of the Brown and Sea Trout, Praxis publishing Ltd, Chichester, UK, 1-12.

- Beck, M.L. ve Bigger, C.J., 2011. Karyological analysis of *Ctenopharyngodon idella*, *Aristichthys nobilis*, and their F1 hybrid, Transaction American Fisheries Society, 109, 433-438.
- Bilgin, B., 2004. Düzce İli ve Çevresindeki Gökkuşuğu Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Üretim Tesislerindeki Balıklarda Kromozom Farklılıklarının Belirlenmesi , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Boron, A. 1999. Banded karyotype of spined loach *Cobitis taenia* and triploid *Cobitis* from Poland, Genetica, 105, 3 , 293-300.
- Capanna, E., Cataudella, S., Gentile De Fronza, T., 1972. Some Remarks On The Karyotype Of An Intergeneric Hybrid, *Salmo trutta* × *Salvelinus fontinalis* (Pisces : Salmoniformes), Genetica, 44, 194-206.
- Cataudella ,S., Civitelli, M. ve Capanna, E., 1974. Chromosome Complements of the Mediterranean Mulletts (Pisces Perciformes), Caryologia, 27,1, 93-105.
- Cau, A., Salvador, S., Deiana, A. M., Bela, J. L. ve Mezzanotte, R., 1988. The Characterization of *Muraena helena* L. Mitotic Chromosomes: Karyotype, CBanding, Nucleolar Organizer Regions, and in situ Digestion with Restriction Endonucleases, Cytogenetics and Cell Genetics, 47, 223-226.
- Chen, S. L., Ren, G. C., Sha, Z. X. ve Hong, Y., 2005. Development and Characterization of a Continuous Embryonic Cell Line from Turbot (*Scophthalmus maximus*), Aquaculture, 249 , 63-68.
- Colleras-Pereira, M. J., 1992. In vivo direct chromosome preparation (protocol for air drying technique), First International Workshop on Fish Cytogenetic Techniques, France.
- Cucchi, C. ve Baruffaldi, A.,1990. A new method for karyological studies in teleost fishes, Journal of Fish Biology, 37,1,71-75.
- Çiftçi, Y., Eroğlu, O., Firidin, Ş., Erteken, A. ve Okumuş, İ., 2009. Ülkemizde Kahverengi Alabalıkların Genetik Dağılımı, Trabzon.
- Değer, D., 2011. Dicle ve Fırat Su Sistemlerinde Yaşayan Bazı Cobitoidea Türleri Üzerine Karyotip Araştırmalar, Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Diyarbakır.
- Denton, T.E., 1973. Fish Chromosome Methodology, Charles C. Thomas Publisher, New York.
- Elçi, Ş., 1994. Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler, Van 100. Yıl Üniversitesi yayınları No,18, 6.

- Ergene, S. ve Karahan, A., 1999. *Tilapia rendalli* (Boulenger, 1897) (Cichlidae, Pisces)'nin Karyotip Analizi, Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.
- Ergene, S., Portakal, E. ve Karahan, A., 1999. Karyological analysis and body proportion of catfish (*Clariidae, Clarias lazera*, Valenciennes, 1840) in the Göksu Delta, Turkey, Turkish Journal of Zoology, 23, 423-426.
- Eschmeyer, W.N. ve Fong, J.D., 2016. Species By Family/Subfamily In The Catalog of Fishes <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>.
- Fan, Z. ve Fox, D.P., 1990. A new method for fish chromosome preparation, Journal of Fish Biology, 37, 553-561.
- Fan, Z. ve Fox, D.P., 1991. Robertsonian polymorphism in plaice, *Pleuronectes platessa* L. and cod, *Gadus morhua* L. (Pisces, Pleuronectiformes and Gadiformes), Journal of Fish Biology, 38, 635-640.
- Fenocchio, A.S., Venere, P.C., Cesar, A.C.G., Dias, A.L. ve Bertollo, L.A.C., 1991. Short term culture from solid tissues of fishes, Caryologia, 44, 2, 161-166.
- Flagshans, M. ve Rab, P., 1990. Chromosome study of *Oncorhynchus mykiss* Kamloops, Aquaculture, 89, 1-8.
- Foresti, F., Oliveira, C. ve Toledo, L.T., 1993. A method for chromosome preparations from large fish specimens using in vitro short-term treatment with colchicine, Experientia, 49, 810-813.
- Gaffaroğlu, M., 2011. Orta Anadolu'da Yaşayan Üç Dişli Sazancık (Pisces, *Cyprinodontidae*) Türünde Karyotip Analizler, Kırşehir, Proje No: 110T054.
- Ganai, F.A. ve Yousuf, A.R., 2011. A karyological analysis of *Puntius conchonius* (Hamilton, 1822) (Pisces, Cyprinidae), a new cytotype from Dal Lake Srinagar Kashmir, J&K. Indian International Journal of Fisheries and Aquaculture, 3, 11, 213-217.
- Gold, J. R., Li, Y. C., Shipley N. S. ve Powers, P. K., 1990. Improved methods for working with fish chromosomes with a review of metaphase chromosome banding, Journal of Fish Biology.
- Gold, J.R. 1979. Cytogenetics. In Fish Physiology. VIII, 353-405 (ed. By W.S. Hoar, D.J. Randall and J. R. Brett) Academic Press, London.
- Gorshkova, G.V., Gorshkov, S.A. ve Golani, D., 2002. Karyotypes of *Barbus canis* and *Capoeta damascina* (Pisces, Cyprinidae) from the Middle East, Italian Journal of Zoology, 69, 191-194.

- Gustashaw, K. M., 1991. Chromosome Stains. In the ACT Cytogenetics Laboratory Manual, Second Edition, Edited by M. J. Barch. The Association of Cytogenetic Technologists, Raven Press, Ltd., New York.
- Haaf, T. ve Schmid, M., 1984. An early stage of ZW/ZZ sex chromosome differentiation in *Poecilia sphenops* var. *melanistica* (Poeciliidae, Cypriniformes), Chromosoma, 89, 1, 37-41.
- Hamalosmanoğlu, M. ve Kuru, M., 2003. Mogan Gölü (Ankara)'nde Yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758 (Sazan)'nun Karyotip Analizi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23, 1, 1-10.
- Hartley, S.E., 1987. The chromosome of salmonid fishes, Biology Review, 62, 197-214.
- Howell, W.M. ve Black, A., 1980. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer, A 1-step method, Experientia, 36, 8, 1014-1015.
- Jankun, M. ve Ráb, P., 2014. Multiple polymorphism of chromosome no, 1 in the karyotype of whitefish, *Coregonus lavaretus* (Salmonidae) from lake system Saimaa, Finland, Caryologia, 50, 2, 185-195.
- Jenkin, J.D., 1992. Cytosystematic studies of North American Cyprinidae, with emphasis on the "Western" clade. Doktora Tezi, Office of Graduate Studies Texas A&M University, Texas, 64 s.
- Kalbassi, M.R., Dorafshan, S., Tavakolian, T., Khazab, M. ve Abdolhay, H., 2006. Karyological analysis of endangered Caspian salmon, *Salmo trutta caspius* (Kessler, 1877), Aquaculture Research, 37, 1341-1347.
- Karahan, A., 2016. Karyotype analysis and chromosome banding of *Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855) from the north-eastern Mediterranean, Caryologia, 69, 2, 141-146.
- Karakousis, M., Paschos, J. ve Triantaphyllidis, C., 1992. Chromosomal studies in Brown trout *Salmo trutta* L. populations, Cytobios, 72, 266-269.
- Kaufmann, M., 1998. Molecular bacteriology Protocol and Clinical Applications, N. Noodford and A.P: Johnson, Ed., Humana press Inc., Totowa, N.J., Methods in Molecular Medicine, 15, 88-91.
- Kaya, F., 2009. Göksu Nehri'nde Yaşayan Bazı Ekonomik Balıkların Karyolojilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Kligerman, A. D ve Bloom, S. E., 1977. Rapid Chromosome Preparations from Solid Tissues of Fishes, Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 34, 2, 266-269.

- Klinkhardt, M. B., 1991. A Brief Comparison of Methods for Preparing Fish Chromosomes: An Overview, Cytobios, 67, 193-208.
- Knytl, M., Kalous, L., Symonová, R., Rylková, K. ve Ráb, P., 2013. Chromosome Studies of European Cyprinid Fishes: Cross-Species Painting Reveals Natural Allotetraploid Origin of a Carassius Female with 206 Chromosomes, Cytogenet Genome Research, 139 , 276-28.
- Kocabaş, M., 2009. Türkiye Doğal Alabalık (*Salmo Trutta*) Ekotiplerinin Kültür Şartlarında Büyüme Performansı ve Morfolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması, Trabzon.
- Kuru, M. ve Ergene Gözükar, S., 2001. Genetik (569 Örnek Problem ile), Palme Yayıncılık, Ankara, 360s.
- Levan, A., Fredga, K. ve Sandberg, A.A., 1964. *Nomenclature for centromeric position on chromosomes*, Hereditas, 52, 201-220.
- Luca, C., Suci, R. ve Costache, M., 2010. Comparative karyotype in different lineages of cyprinid fish (Teleostei: Cypriniformes: *Cyprinidae*), Studia Universitatis Vasile Goldiş Seria Ştiinţele Vieţii, 20, 37-41.
- Martinez, P., Vinas, A., Bouza, C., Arias, J., Amaro, R. ve Sanchez, L., 1991. Cytogenetical characterization of hatchery stocks and natural populations of sea and brown trout from northwestern Spain, Heredity, 66, 9-17.
- Nagpure, N.S. ve Barat, A., 1997. A Simplified Method of Fish Chromosome Preparation by in vitro Colchicine Treatment, Indian Journal of Experimental Biology, 35, 915-916.
- Naran, D., Skelton, P.H. ve Villet, M.H., 2006. Karyology of the redfin minnows, genus *Pseudobarbus snith*, 1841 (Teleostei: Cyprinidae): one of the evolutionarily tetraploid lineages of South African barbines, African Zoology, 41, 178-182.
- Naran, D., 1997. Cytogenetic Studies of Pseudobarbus And Selected Barbus (Pisces: Cyprinidae) of Southern Africa, Grahamstown, South Africa: Master of Science of Rhodes University.
- Nasri, M., Keivanya, Y. ve Dorafshan, S., 2010. First karyological analysis of smallmouth lotak, Cyprinion kais Heckel, 1843, an endemic Cyprinid fish from the Tigris-Euphrates Basin, Italian Journal of Zoology, 77, 272-276.
- Nirchio, M., Mujica, A., Oliveira, C., Granado, A., Mora, J., Hett, A.K., Rossi, A.R., Milana V. ve Sola, L., 2013. *Pseudoplatystoma metaense* and *P. orinocoense* (Siluriformes: Pimelodidae) from the Orinoco basin, Venezuela: cytogenetic and molecular analyses, Italian Journal of Zoology, 80, 526-535.

- Northland-Leppe, I., Lam, N., Jara-Seguel, P. ve Capetillo-Arcos, J., 2009. Chromosomes and Ag-NOR Location In Fluviate Populations of *Salmo trutta fario* L. 1758 (Salmoniformes: *Salmonidae*) From Atacama Desert, Chile, Gayana, 73, 45-48.
- Ohno, S. ve Atkin, N. B., 1966. Comparative DNA Values and Chromosome Complements of Eight Species of Fishes, Chromosoma, 18, 455-466.
- Ojima, Y. ve Kurishita, A., 1980. A new method to increase the number of mitotic cells in the kidney tissue for fish chromosome studies, Proceedings of the Japan Academy, 56, 610-615.
- Olivera, C., Almeida Toledo, L.F., Foresti, F. ve Toledo, S.A., 1988. Supernumerary chromosomes, robertsonian rearrangement and multiple NORs in *Corydoras aeneus* (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae), Caryologia, 41, 227-236.
- Ozouf-Costaz, C. ve Foresti, F., 1992. Fish cytoegenetic research: Advances, applications and perspectives, Nedherlands Journal of Zoology, 42, 277-290.
- Örs, T., 2003. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Böbrek Doku Örnekleri ile Karyotip Oluşturulması, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 3-4, 497-501.
- Pendás, A.M., Morán, P. ve García-Vazquez, E. 1993. Multi-chromosomal location of ribosomal RNA genes and heterochromatin association in brown trout, Chromosome Research, 1, 63-67.
- Pastori, M. C., Cano, J., Betollo, L. A. C. ve Fenocchio, A. S., 1998. Cytogenetic Study of Two Species of Needlefish (Belonidae) from Argentina, Italian Journal of Zoology, 65, 57-60.
- Pekol, S., 2006. Kastamonu Beyler ve Germeçtepe Barajı'ndaki *Cyprinus Carpio* (L., 1758) Populasyonlarının Karşılaştırmalı Nor Fenotipi. Kastamonu Education Journal, 14, 185-194.
- Phillips, R. B. ve Ihssen, P. E., 1985. Identification of Sex Chromosomes in Lake Trout (*Salvelinus namaycush*), Cytogenetics and Cell Genetics, 39, 14-18.
- Phillips, R. B., Zajicek, K. D. ve Utter, F. M. 1986. Chromosome banding in salmonid fishes: nucleolar organizer regions in *Oncorhynchus*. Canadian Journal of Genetics and Cytology, 28, 502-510.
- Phillips, R.B., Pleyte, K.A. ve Ihssen, P. E. 1989. Patterns of chromosomal nucleolar organizer regions (NOR) variation in fishes of the genus *Salvelinus*. Copeia 1989:47-53. Raicu, P. ve Taisescu, E., 1977. Cytogenetic study in *Salmo irideus* and *S. trutta fario*, Cytologia, 42, 311-314.
- Roberts, F.L., 1968. Chromosomal polymorphism in North American landlocked *Salmo salar*, Canadian Journal of Genetics and Cytology, 10,4, 865-875.

- Saygun,S., 2005. Karadeniz'de yaşayan çeşitli yassı balıkların (Pisces, Pleuronectiformes) Kromozom yapılarının karşılaştırılması, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Saygun,S., Karayücel, İ. ve Bircan, R., 2006. Karyological observation of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758), Turkish Journal of Biology, 30, 235-238.
- Sharma, A. K. ve Sharma, A., 1975. Chromosome techniques: Theory and practice-3rd ed. Ch. 13, Study of banding patterns of chromosomes, Butterworths, London, 408-442.
- Sumner, A. T., 1972. Simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin, Experimental Cell Research, 75, 304-306.
- Suzuki, A. ve Taki, Y., 1988. Karyotype and DNA content in the cyprinid *Catlocarplo siamensis*, Japanese Journal of Ichthyology, 35, 389-391.
- Şişman, T., Şanlı, F., Tepe, Y. ve Kılıç, D., 2016. Karyotype characteristics of *Chalcalburnus mossulensis* (Heckel, 1843) from Karasu River, Erzurum, Yunus Araştırma Bülteni, 16, 281-292.
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Zengin, B. ve Mısır, D.S., 2001. Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* PALLAS 1811)'ın biyoeolojik özelliklerinin tespiti ve kültüre alınabilirliğinin araştırılması projesi, Sonuç Raporu No:TAGEM/HAYSUD/98/12/017007, Trabzon, 217s, Su Ürünler Merkezi Araştırma Enstitüsü.
- Tanrıkulu, D., 2008. Kura-Aras Havzası'nda Bulunan çöpçü balığı'nda (*Orthrias Panthera*, Heckel 1843) Karyotip Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Teufel, J., Patzold, F. ve Potthof, C., 2002. Scientific research on transgenic fish with special focus on the biology of trout and salmon, Research Report, 360,05,023. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2234.pdf>. 175s, Berlin: Federal environmental Agency (Umweltbundesamt).
- Thorgaard, G.H. ve Disney, J.E., 1990. Chapter 6. Chromosome preparation and analysis: methods for fish biology, Eds: Schreck, C. B., Moyle, P. B., American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA, 171-190.
- Topaktaş, M. ve Rencüzoğulları, E., 2010. Kromozom ve hücre bölünmesi: Sitogenetik. Genişletilmiş ve düzeltilmiş 2. Baskı. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti.
- Ueda, T., Sato, R. ve Kobayash, J., 1988. Silver-banded karyotypes of the rainbow trout and the brook trout and their hybrids: Disappearance in allotriploids of Ag-NORs originated from the brook trout, The Japanese Journal of Genetic. 63, 219-226.

- Ulupınar, M. ve Okumuş, İ., 2002. Kuzeydoğu Karadeniz'de yetiştiriciliği yapılan gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) kromozom farklılıklarının belirlenmesi, The Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26 , 525-533.
- Vicdanlı, S. M., 2007. Sinop yöresinde avlanan ekonomik öneme sahip bazı deniz balıklarında kromozom çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Woznicki, P., Jankun, M . ve Luczynski, M., 1998. Chromosome polymorphism in *Salmo trutta* morpha *lacustris* from Poland, Wdzydze Lake population: Variation in the short arm length of chromosome eleven, 60, 367-375.
- Yıldırım, H., 2015. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Kromozom Sayısının Lökositlerinden Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Zenzes, M.Y. ve Voiculescu, I., 1975. C-banding patterns in *Salmo trutta*, a species of tetraploid origin, Genetica, 45, 531-536.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Trabzon'da doğdu. Lise öğrenimini 2004 yılında Trabzon'da tamamladıktan sonra 2008 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maçka Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü'ne başladı. 2010 yılında mezun olup aynı yıl yapılan Dikey Geçiş Sınavı ile KTÜ, Deniz Bilimleri Fakültesi'ne geçiş yaptı ve 2014 yılında öğrenimini tamamladı. 2014 yılında KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir.

