

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) KROMOZOM SAYISININ
LÖKOSİTLERİNDEN TESPİTİ**

Hasan YILDIRIM

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Halil İbrahim HALİLOĞLU
2015**

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)
KROMOZOM SAYISININ LÖKOSİTLERİNDEN TESPİTİ

Hasan YILDIRIM

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2015

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)
KROMOZOM SAYISININ LÖKOSİTLERİNDEN TESPİTİ

Prof. Dr. Halil İbrahim HALİLOĞLU danışmanlığında, Hasan YILDIRIM tarafından hazırlanan bu çalışma 20/01/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği (3/0)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Halil İbrahim HALİLOĞLU

İmza :

Üye : Prof. Dr. Murat ARSLAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Hakan AŞKIN

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 29/01/2015 tarih ve 04/120 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) KROMOZOM SAYISININ LÖKOSİTLERİNDEN TESPİTİ

Hasan YILDIRIM

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Halil İbrahim HALILOĞLU

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezinde yer alan gökkuşığı alabalıklarından (*Oncorhynchus mykiss*) bayıltılmak suretiyle kuyruk venasından alınan kan örneklerinde lökosit kültürü (balığın öldürülmeden kan alınarak kromozom elde edilmesi yöntemi) yoluyla kromozom tespitleri yapılmıştır. Alınan kan örneklerinde Kolşisin eklendikten sonra yaklaşık 4 saat bekleme süresinin daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir. Yine aynı uygulamada hipotonik süresinin 45 dakika olarak ayarlandığında daha iyi sonuç elde edilmiştir. Alabalık yetiştiriciliğinde başarılı olma; kaliteli damızlık yetiştiriciliğine dayanır ve buna bağlı olarak damızlıklarda kromozom sayı ve tiplerinin bilinmesi önemlidir. Bu çalışmada da lökosit hücrelerinden elde edilen kromozomların sayı ve yapıları incelenmiş; analiz sonucu *Oncorhynchus mykiss*'in metafaz incelemeleri ile $2n=58$ kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir.

2015, 42 sayfa

Anahtar Kelimeler: Genetik, Gökkuşığı Alabalığı, Kromozom.

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF CHROMOSOME NUMBER in RAINBOW TROUT LEUKOCYTE

Hasan YILDIRIM

Atatürk University
Graduate School of Agriculture Faculty
Department of Aquaculture Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Halil İbrahim HALILOĞLU

In this study, rainbow trout production facility (*Oncorhynchus mykiss*) stunned to by the tail of the received leukocyte culture of blood samples (fish killed without a method to obtain chromosome taking blood) found chromosome through fish samples were taken from the Aquaculture Application and Research Center for Freshwater Fish at Atatürk University. After the addition of colchicine in the blood samples was observed that better results about 4 hours of standby time. However, when the same application period is set to 45 minutes hypotonic obtained better results. Be successful in trout farming; are based on the quality breeding and breeding knowledge of chromosome number and types of breeding accordingly are also important. This study examined the number and structure of chromosomes derived from leukocyte cells; *Oncorhynchus mykiss* with the analysis of the metaphase studies were determined to have $2n=58$ chromosomes.

2015, 42 pages

Keywords: Genetic, Rainbow trout , Chromosome.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konumun seçimi, yönlendirilmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde bana yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Halil İbrahim HALİLOĞLU'na, fakülte yönetimi ve öğretim elemanlarına ayrıca Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Genetik bölümünden Sayın Doç. Dr. Abdulgani TATAR'a, Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümünden Sayın Doç. Dr. Hakan AŞKIN'a, Ziraat Fakültesi Hayvansal Biyoteknoloji bölümünden Sayın Doç. Dr. Ercüment AKSAKAL'a, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri bölümünden Sayın Arş. Gör. Dr. Muammer KIRICI'ya ve manevi desteğini esirgemeyen aileme içtenlikle teşekkürü bir borç bilirim.

Hasan YILDIRIM

Ocak, 2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. Balık materyali.....	26
3.1.2. Analizlerin yapıldığı yer.....	27
3.1.3. Kullanılan malzemeler.....	28
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Kan alma.....	29
3.2.2. Kültür ortamı ve mitotik engelleyici (kolşisin) ile muamele.....	30
3.2.3. Hipotonik muamele.....	30
3.2.4. Fikzasyon (tespit etme).....	31
3.2.5. Lam üzerine kromozomların yayılması.....	31
3.2.6. Boyama.....	31
3.2.7. Mikroskopta inceleme.....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	32
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	35
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Bir kromozomun dış görünüşü ve iç yapısı	5
Şekil 1.2. Metasentrik, submetasentrik, akrosentrik, telosentrik kromozom tipleri	5
Şekil 2.1. ABD'de Holmes Gölü'nde yakalanan 'iki ağızlı alabalık'	20
Şekil 2.2. Ebeveyn ve yavrulara ait düzenli akrabalı yetiştiricilik modeli	22
Şekil 3.1. İçsu balıkları uygulama ve araştırma merkezi	26
Şekil 3.2. Gökkuşığı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	27
Şekil 3.3. Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarı	28
Şekil 4.1. Gökkuşığı alabalığından elde edilmiş metafaz kromozomları	33
Şekil 4.2. <i>Barbus rajanorum</i> 'un metafaz evresindeki kromozom dağılımı	34
Şekil 4.3. <i>Barbus longiceps</i> 'in metafaz evresindeki kromozom dağılımı	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bazı türlerin somatik hücrelerindeki kromozom sayıları	6
Çizelge 2.1. Türkiye’de bazı balık türlerinde yapılan çalışmalarda saptanan kromozom sayıları	14
Çizelge 2.2. Hibrid salmonidler	25

1. GİRİŞ

Kültür balıkçılığının önemli bir grubunu oluşturan Salmoniformes takımında yer alan alabalıkların tipik özelliği kuyruk yüzgeçlerinin ön kısmında yağ yüzgeçlerinin bulunmasıdır. Kuzey Yarımküre'nin soğuk ve ılıman kesiminde yaşayan Salmonidae familyasına mensup alabalıkların önemli soyları ise *Salmo*, *Oncorhynchus*, *Salvenius*, *Coregonus* ve *Thymallus*'dur. Bunlardan konumuz olan türün ait olduğu *Oncorhynchus* soyu Pasifik Salmonları'nı kapsar. Pasifik'in Asya kıyılarında altı türü bulunup, bunların beş tanesi Kuzey Amerika kıyılarında yaşamaktadır (Elangen 1988; Barton 1996). Bu alabalıklardan özellikle gökkuşağı alabalıkları kültür ortamındaki yetiştiriciliğinde hızlı gelişmeleri, yemden iyi yararlanabilmeleri, çevreye kolay uyum sağlayabilmeleri ve bazı hastalıklara karşı daha fazla dayanıklı olabilmeleri gibi özelliklerinden dolayı tüm Dünya'da tercih edilen balıklar grubunu oluşturmaktadırlar (Hickling 1971; Çelikkale 1994; Aras vd 2000; Timur ve Timur 2003).

Gökkuşağı alabalıklarının (*Salmo gairdneri*) ilk yetiştiricilik çalışmaları Kaliforniya'daki McCloud adlı küçük bir nehirde başlatılmış ve bu tür daha sonra 1882'de Avrupa'ya (Almanya), 1883'de Yeni Zellanda'ya, 1889 yılında da Avustralya'ya getirilmiştir. 1989 yılında gökkuşağı alabalıklarının Latince adı Pasifik orijinli olması (Asya kökenli) nedeniyle *Oncorhynchus mykiss* olarak değiştirilmiştir (Holcik and Mihalik 1970).

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

oluşturan genetik biliminin ana esası, her canlının kendi türüne özgü bir karaktere sahip olmasıdır. Bu karakterleri kendisini meydana getiren ana ve babasından alarak dölüne aktarır. Bireyin kendine özgü karakterinden sorumlu olan kalıtsal madde (genetik materyal), bireyin hücrelerinde yer alır. Bu nedenle genetik olayların temeli de kalıtsal maddenin hücre içerisindeki işlevlerine dayanmaktadır (Alberts *et al.* 1983).

Gregor Mendel, 1866 yılında kalıtsal maddenin çok sayıda ve belli koşullarda yapıları değişmeyen birimlerden ibaret olduğunu, bu birimlerin dölden dölle bağımsız olarak geçtiklerini ve yeni gruplanmalar oluşturabildiklerini ileri sürmüştür (Arıtürk 1983; Burns and Bottino 1989). İleriki yıllarda, de Vries, Tschermak ve Correns adlı bilim adamlarının ayrı ayrı yaptıkları çalışmalar sonucunda elde ettikleri bulgular, Mendel'in görüşlerini doğrulamış ve bu sonuçlar 1900 yılında "Mendel Yasaları" başlığı altında yayınlanmıştır (Tanyolaç ve Tanyolaç 1986; Temizkan 1994).

XX. yüzyılın başlarında, canlılarda kalıttan sorumlu maddenin deoksiribo nükleik asit (DNA) hücrelerdeki kromozomlarda taşındığı ve nesilden nesile bazı kurallara uygun bir biçimde aktarıldığı anlaşılmıştır (Cummings and Klug 2002). Günümüzde gen "kopyalanabilen, ifade edilebilen, mutasyona uğrayabilen ve bilgiyi depolayan bir birim" olarak tanımlanmaktadır (Arıtürk 1983; Cummings and Klug 2002).

Kromozomlar canlıya ait karakterin oluşmasında rol oynayan genlerin nesilden nesile taşınmasını sağlayan yapılardır. Dolayısıyla bir kromozomun üzerinde yüzlerce sayıda gen bulunmaktadır (Burns and Bottino 1989; Purdom 1993). Kromozomlar kalıtım materyalini bünyelerinde bulundurdıklarından bitki ve hayvan yetiştiriciliğinde kaliteli ürün elde edebilmek için kromozomlarının sayısı, yapı biçimlerinin hatta ince yapılarının bilinmesi önemlidir (Darlington and La Cour 1976; Ferguson *et al.* 1995).

İlk defa 1840 yılında Hofmeister tarafından gözlenen kromozom, 1888 yılında Wilhelm Waldeyer tarafından, "yoğun olarak boyanan cisim" anlamına gelen "kromozom" olarak adlandırılmıştır (Arıtürk 1983). Kromozom kelimesi ilk keşfedildiği günden bugüne kadar önemini koruyan bir kavramdır (Zacharias 2001).

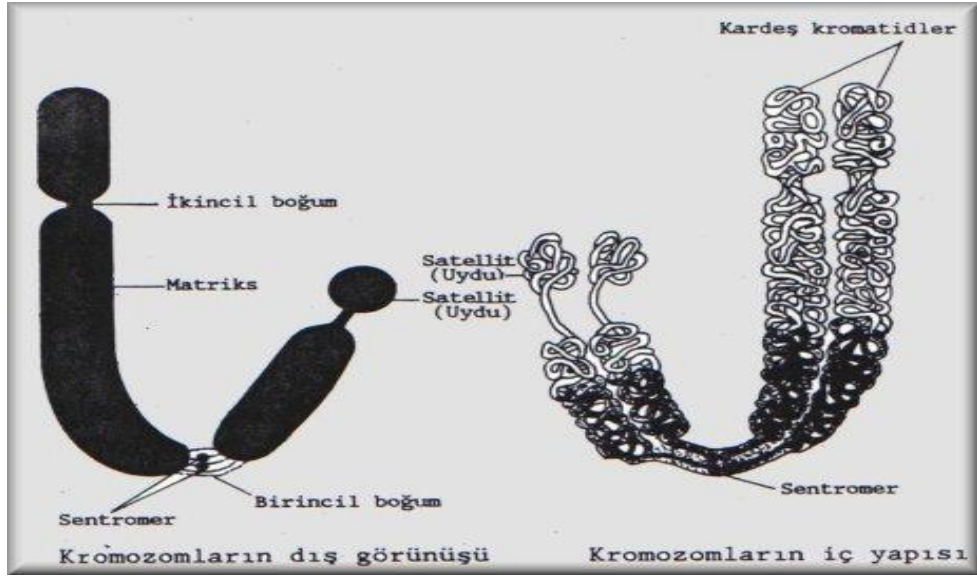
Genetik bilimi 1860'larda Gregor Mendel'in kendi yetiştirdiği bezelyeler üzerinde çalışmalar ile başlamıştır. Watson ve Crick isimli iki araştırmacının DNA'nın yapısını keşfetmesi insan genom projesinin geçtiğimiz günlerde popüler hale gelmesinden sadece yarım yüzyıl önce gerçekleşmiştir. 1970'lerde DNA üzerindeki belirli genlerin izole edilebildiği bu genlerin kesilip biçilebildiği ve yeniden yapılandırıldığı genetik mühendisliği uygulamaları başlamıştır.1980'lere gelindiğinde gen tedavisi gündeme geldi ve günümüzün genom araştırmaları için daha ileri bir motivasyon oluşturmuştur. Hücre çekirdeğinde bulunan bileşenlerin tiplerini açığa çıkarmak için yapılan ilk girişimler moleküler biyolojide devrim yaratmıştır. 1868'de İsviçreli genç biyokimyacı Friedrich Miescher proteinleri parçalamak için pepsin ile bir hücreyi muamele ettiğinde çekirdeğin küçüldüğünü (büzüldüğünü); ama esas itibari ile bozulmadan kaldığını göstermiştir. Miescher peptit parçalanmaya karşı koyabilen bu çekirdek materyalin başka pek çok ajanlarla muamele edildiğinde proteinden tamamen farklı davrandığını ve bir proteinde bulunması beklenen karbon, oksijen, hidrojen ve azotun yanı sıra fosfor elementini de içerdiğini göstermiştir. Bütün bunlar çekirdeğin çok fazla miktarda protein ve tanımlanamayan proteinden farklı bileşikler içerdiği sonucunu vermiştir. Miescher'in nüklein diye adlandırdığı proteinden farklı yapılar o zamandan beri nükleik asitler olarak adlandırılmaktadır. Daha ileri araştırmalar hücrelerin çeşitli tipte nükleik asitler içerdiğini ve hatta bazılarının sadece çekirdekte sınırlı olmadığını göstermiştir. Miescher'in çalıştığı nükleik asit tipi DNA idi. 1914'te Alman kimyacı Robert Feulgen nükleini parlak kırmızıya boyayan bir yöntem geliştirmiştir. On yıl sonra Feulgen kendi tekniğini tüm hücreye uyguladığında çekirdek DNA'sının kromozomlarla sınırlı olduğunu görmüştür. Feulgen'in yöntemi hala uygulanmakta ve çeşitli tipteki hücrelerin çekirdeklerindeki DNA miktarını ölçmek için kullanılmaktadır. Araştırmacılar belirli bir organizmanın bütün somatik hücrelerinin (gamet oluşturan germ hücrelerinin dışındaki hücreler) hatta diğer bileşenlerinin miktarının oldukça farklı olduğu karaciğer, böbrek, sinir ve kas gibi farklı dokulara ait hücrelerin somatik hücrelerdekisinin sadece yarısı kadar DNA içerdiğini kesin olarak göstermişlerdir (Keeton *et al.* 2003).

Genetik materyal olan DNA'yı üzerinde taşıyan kromozomlar, normal bir hücrede her zaman gözükmemekte, ancak hücrenin interfaz evresinde nükleusta ince iplikler halinde

bulunan kromatin materyalinin, hücre bölünme fazına girdiği zaman kısalıp kalınlaşması ile daha iyi görülür hale gelmektedirler (Topaktaş ve Rencüzoğulları 1995).

Bütün kromozomların nükleik asit ve proteinden ibaret olduğu bildirilmektedir. (Topaktaş ve Rencüzoğulları 1995). Kromozom, nükleik asit olarak tamamen uniform bir element olan Deoksiriboz Nükleik Asit (DNA) ve bazik bir protein olan histona sahiptir (Darlington and La Cour 1976; Topaktaş ve Rencüzoğulları 1995). 1944 yılına kadar kromozomlardaki hangi kimyasal bileşenin genleri ve genetik materyali oluşturduğu net olarak bilinmemekteydi. DNA'nın genetik materyal olduğu yönündeki kanıt, ilk defa bakteri ve bakteriyofajlarla yapılan çalışmalar sırasında elde edilmiş (Cummings and Klug 2002) ve canlılarda DNA'nın protein sentezini yöneterek organizmanın gelişimi ve fizyolojisini belirlediği anlaşılmıştır (Tave 1986; Burns and Bottino 1989).

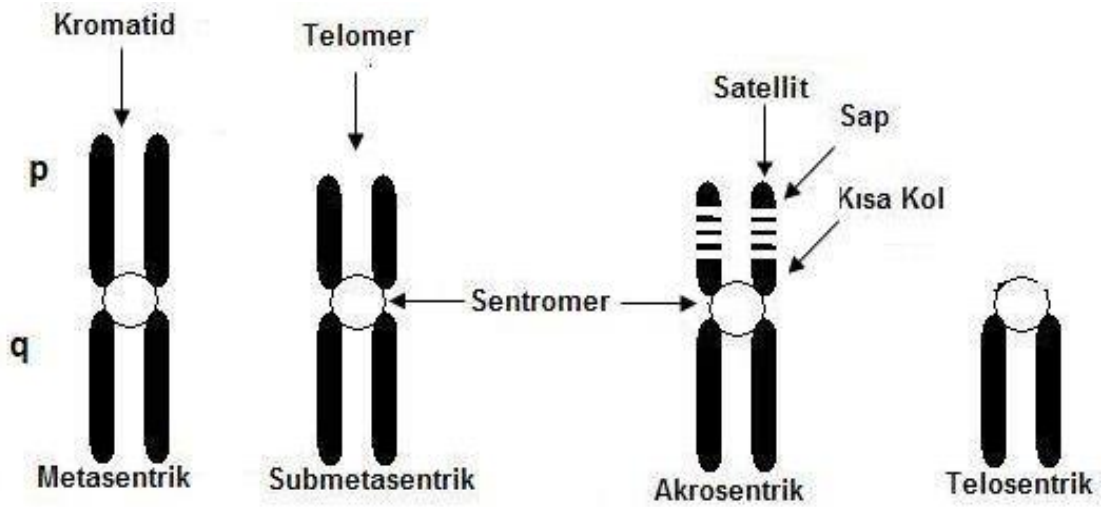
Her bir kromozom iki kardeş kromatidten oluşmakta ve bu kromatidler sentromer adı verilen bir boğumla birbirine bağlı bulunmaktadır (Günel vd 1992; Turan 2002) (Şekil 1.1). Sentromer aynı zamanda hücre bölünmesi sırasında kromozomun hareketlerini kontrol etmektedir (Purdom 1993). DNA her bir kromatidte çift sarmallı olarak yer almaktadır (Topaktaş ve Rencüzoğulları 1995; Demirsoy 2000).



Şekil 1.1. Bir kromozomun dış görünüşü ve iç yapısı (Anonim 2014)

Bir kromozomun şekli ve adı, sahip olduğu sentromerin yerine göre isimlendirilmektedir. Sentromerin yerine göre kromozomlar metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ve telosentrik kromozom ismini almaktadır (Demirsoy 2000; Cummings and Klug 2002).

Sentromer; metasentrik kromozomun tam ortasında, submetasentrik kromozomun aşağısında veya yukarısında, akrosentrik kromozomun bir ucunda ve telosentrik kromozomda kromozomun tamamen ucunda yer almaktadır (Demirsoy 2000)



Şekil 1.2. Metasentrik, submetasentrik, akrosentrik, telosentrik kromozom tipleri (Ulupınar ve Alaş 2002)

Her canlı türü, türe özel şekil ve sayıda kromozoma sahiptir. Ancak türler arasında kromozom sayısı bakımından dikkate değer değişiklikler görülmektedir (Topaktaş ve Rencüzoğulları 1995; Temizkan 1994) (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Bazı türlerin somatik hücrelerindeki kromozom sayıları (Temizkan 1994)

TÜR	Kromozom Sayısı	TÜR	Kromozom Sayısı
İnsan	46	Karasinek	12
Şempanze	48	Balarısı	32
Maymun	42	Soğan	16
Sığır	60	Arpa	14
Köpek	78	Buğday	42
Kedi	38	Mısır	20
At	64	Pamuk	52
Fare	40	Domates	24
Sıçan	42	Tütün	48
Tavşan	44	Fasulye	22
Kurbağa	26	Bezelye	14
İpek böceği	56	Bakla	12
Sirke sineği	8	Biramayası	16

Kromozom preparasyonlarında aktif olarak bölünen dokular kullanılır. Bu amaçla balıklarda genellikle embriyonik dokular, solungaçlar, ön böbrekler, bağırsaklar ve pul epiteli gibi dokular bölünen hücrelerin mükemmel kaynaklarıdır. Ergin balıklardan sağlanan hücre ve dokular, ergin memelilerinkine göre daha iyi kültür edilebilir. Çünkü, genellikle balıkların biyolojisi gereği, büyüme hayat boyu devam eder ve kendini yenileme özelliğine sahiptir. Kültürü daha kolay ve iyi olan ikinci doku tipi ise tercihen genç balıklardan alınan ve olgunlaşmamış gonadlardır (Ulupınar ve Alaş 2002).

Kültürü yapılabilecek diğer dokular ise Ulupınar ve Alaş (2002) aşağıdaki gibi 9 gruba ayırmıştır.

Yüzgeç ve Pul: Yüzgeç ve pul epiteli gibi dokular, hayvan feda edilmeksizin kromozom çalışması yapmak amacıyla oldukça uygundur. Bu dokulardan yapılacak preparasyonlar, genellikle mükemmel sayılabilecek metafaz yayımları sağlar. Bu dokuların seçilmesiyle, ayrıca kolşisin gibi iğ ket vurucusu ile muameleye tabi tutulmaksızın kromozom çalışması yapabilme avantajı da sağlanmış olur. Kromozomların fazla kasılması veya kromatitlerin muhtemel kırılma tehlikesi yoktur. Yüzgeç ve pulların kullanılmasının dezavantajı ise, bu dokulardaki bölünen hücrelerin genellikle az sayıda olmasıdır.

Solungaç: Bu dokudan, kolşisin ön muamelesi uygulanarak veya uygulanmaksızın da metafaz şekilleri elde edilebilir. En iyi yayımlar temiz sularda yaşayan genç balıklardan elde edilir. Şayet ırmaklar, kirli veya durgun iseler, deri ve solungaçlar mukus veya yıkıntılar ile kaplanmış olur. Lamların hazırlanmasında, hücrelerin zarar görmemesi amacıyla, bu durum fazladan bir işlem olarak solungaçların temizlenmesini gerektirir. Ayrıca solungaçlar, kromozom çalışmaları için bolca doku örneği alınabilen organlardır.

Dalak, Böbrek, Karaciğer ve Bağırsak: Bu dokuların kullanımında kolşisin muamelesi zorunludur. Bu muamele, genellikle dokular işlem görmeden birkaç saat önce sırt kası veya vücut boşluğuna az bir miktar kolşisin enjekte etmek suretiyle uygulanır.

Kornea: Bazı araştırmacılar tarafından kromozom çalışmalarında kornea ve conjunctial epitelyum doku kullanılmıştır. Bu dokular, genç balıklarda çok hızlı bölünürler ve bölünme oranı, gözü hasara uğratmak veya kolşisin ön muamelesi suretiyle daha da arttırılabilir.

Embriyo: Bu hücrelerden elde edilen kromozomların karyotipinin yapılması önemli bir meseledir. Roberts (1968) birkaç dezavantajı şu şekilde açıklamıştır;

1-Embriyoları elde etmek ve tür ve cinsiyet tayini yapmak zordur.

2-Embriyonun büyüklüğüdür.

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

Balıkçık (Fry): Kligerman and Bloom (1976) ve Gold (1974), frylardan iyi kromozom preparasyonları yapılabildiğini kaydetmişler ve çeşitli preparasyon metotları tavsiye etmişlerdir.

Gonad (Ovaryum ve testis): Testislerden yapılan preparasyonlar kromozom sayılarını belirlemede ayrı bir avantaj sağlar, zira diploid ve haploid sayıların her ikisi de elde edilebilmektedir. Mayoz aktivitesi yumurtlama sezonundan kısa bir süre önce erkekte en yüksektir ve testis sperm ile dolu iken azalmaya başlar.

Doku Kültürü: Doku kültürü için genellikle embriyo, yüzgeç, testis, ovaryum, böbrek, dalak, karaciğer ve yüzme keselerinden elde edilen dokular kullanılır. Doku kültüründe gerekli olan "digestion" ve santrifüj işlemlerinden sonra ekim için yeterli sayıda hücre elde etmek için fazla miktarda dokuya ihtiyaç duyulur. Kültür sonuçları organizmanın büyüklüğüne ve yaşına bağlıdır. Kültür hücrelerindeki kromozomlar en iyi kalitede ve fazladır. Balık hücre ve dokularından en iyi kültür yöntemlerinden biri Wolf and Quimby (1969) tarafından sunulmuştur.

Lökosit Kültürü: Kromozom elde etmek için en mükemmel teknik olarak, kan lökositlerinin kültür edilmesi gösterilebilir. Bu teknik ilk kez 1960'da insan kanını kültür etmek için kullanılmıştır. Daha sonra kuşlar, sürüngenler ve kurbağagiller gibi

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

Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezinde üretimi yapılan gökkuşuğı alabalıklarından (*Oncorhynchus mykiss*) alınan kan örneklerinden elde edilen lokosit hücrelerinde kromozomların tespit edilmesi ve bu konuda yapılmış çalışmalarla karşılaştırılarak uygulamanın uygunluğu üzerinde durulmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Biyoteknolojide ulaşılan son nokta olan genetik modifikasyon ayrıca genetik mühendislik, genetik işleme, gen teknolojisi ve/veya rekombinant DNA teknolojisi olarak da bilinmektedir. Ortak kullanılan terim olan genetiği değiştirilmiş organizmalar veya GDO, bilimsel literatürde yumurta ve spermin doğal kombinasyonu veya doğal bakteriyel bölünme dışında DNA'ya sahip olan bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmaları tanımlamak için kullanılır. Bu canlılardan elde edilen ürünler ise, transgenik gıdalar olarak adlandırılır (Yeşilbağ 2004).

Balık sitogenetiğinde kromozom analizleri her balık türü için kromozom sayısı ve morfolojisi farklı olduğundan tür tayininde, taksonomide, balık yetiştiriciliğinin genetik kontrolünde (Ergene ve Çavaş 2002), doğal ortamda yaşayan canlıların biyolojilerinin aydınlatılmasında (Kankaya 1998), balıkların su yoluyla taşınan kirleticileri metabolize edebilen, toplayabilen ve depolayabilen organizmalar olması nedeniyle su kirliliği göstergesi olarak ve filogenik çalışmalarda (Ulupınar ve Okumuş 1998; Ulupınar ve Okumuş 2002) hızla ilerleyen bir çalışma alanı olmaktadır. Balık kromozomları, mitoz bölünmenin fazla olduğu ve metafaz safhasında bir ışık mikroskobu yardımıyla çok kolay görülebilir ve çok iyi tanımlanabilirler. Kromozom preparasyonlarının yapımında temel yaklaşım, metafazda bölünen hücreleri arttırmak ve daha sonra gözlemek için bir mikroskop lamı üzerinde metafaz hücrelerinden kromozomları yaymaktır. Aynı prensipler insanlar dahil, diğer memelilerle çalışmalarda da geçerlidir (Yunis 1974; MacGregor *et al.* 1987).

Memelilerde yapılan sitogenetik çalışmalarda elde edilen başarılar, balık sitogenetiğinde yapılan çalışmalara ışık tutmakta ve 1960'lı yıllardan günümüze kadar balık sitogenetiğinde yeni metodların geliştirilmesine çalışılmaktadır (Ulupınar ve Okumuş 2002; Hamalosmanoğlu ve Kuru 2004).

Sitogenetik çalışmaların en önemli aşaması kuşkusuz kolşisin maddesinin tespit edilmesi ve sitogenetik alanda kullanılmasıdır. Kolşisin ilk defa 200 yıl önce *C. autumnale*'den hazırlanan preparatlar halinde kullanılmış; 1763'de Viyana'da Baron Anton Stoerck tarafından hazırlanan ekstre ve pilüllerin gut tedavisinde kullanılmasıyla modern tedavi alanına girmiştir. Kolşisin ilk defa Fransız kimyacılar Pelletier ve Caventou tarafından 1820'de farmakolojik olarak aktif olan kolşisin formülünde izole edilmiştir. Kesin yapısı 1955'de Corrodi ve Hardegger tarafından tayin edilmiştir. Sitogenetik çalışmalarda, metafaz şekillerinin belirlenmesinde kolşisin muamelesi ile daha iyi sonuçlar alınmaktadır. Bu alkaloid madde, bütün mitoz engelleyiciler arasında en çok kullanılanıdır. Esas olarak, bu kimyasal madde, bir hücredeki iğ oluşum mekanizmasını ortadan kaldırır. Şöyle ki, kromozomlar anafazda kutuplara doğru normal olarak çekilme yerine metafazda durdurulur. Böylece, kromozomları daha iyi inceleyebilme imkanı oluşur. Ancak yüksek konsantrasyonlarda kolşisinin kromozom üzerindeki etkileri zararlı olabilmektedir. Bu engelleyici, kromozomların morfolojisini bozarak, büzölmelerine (boylarının kısalmasına) ve kümelenmelerine sebep olabilir. Hatta, kromozomlar ayırt edilemez bir hal alabilmektedir. Şayet uzun süre maruz bırakılırsa, özellikle hücre çoğalmasının meydana geldiği dokularda poliploidliğe sebep olabilir. Balık dokuları için normal olarak kullanılan konsantrasyonlar 1-6 saat süreyle %0.01-0.1'dir. Kolşisinin yaklaşık 12-14 saat sonra etkisini kaybettiği düşünülmektedir. Zira, hücreler tarafından kolaylıkla metabolize edilmektedir (Anonim 2005; Anonymous 2005).

Balık kromozomları ile ilgili çalışmalar son yıllarda pek çok araştırmacı tarafından yapılmıştır. Gold *et al.* (1980), Vasil'yev (1980), Sola *et al.* (1981) ile Yu *et al.* (1987) pek çok tür için kromozom büyüklüklerini ve sayılarını açıkça ifade etmişlerdir.

Schreck and Boyle (1990), kromozom preparatları hazırlamak için metafaz hücrelerinin iyi bir kaynağı olan bölünen dokular (embriyonik dokular, solungaçlar, böbrekler, bağırsaklar, pul epitelleri ve fibroblastlar) tercih edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Evrimsel olarak ileri canlılarda kromozom morfolojisine dayalı heterogametik eşey belirlenmesi yapılabilmesine karşın, balıklarda bazı istisnalar dışında eşey kromozomlarının farklılıkları ayırt edilememektedir (Vitturi *et al.* 1993).

Birçok araştırmacı, balık kan kültüründe başarılı olmuştur. Labat *et al.* (1967) ilk olarak Doğa sazanından (*Cyprinus carpio*) alınarak kültür edilmiş lökositlerden kromozom elde etmişlerdir. Heckman and Brubaker (1970), *Carassius auratus*'un lökositlerinden kromozom preparasyonları yapmışlardır. Daha sonra, Heckman *et al.* (1971), bu tekniğin kullanımında tür seçiminin doğru yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Çünkü Heckman and Brubaker (1970), tarafından daha önce önerilen tekniği kullanarak, gökkuşığı alabalığı ile başarılı olamamışlar, daha sonra oksijen tansiyonunu arttırmak suretiyle uygun sayıda yayılımlar elde edebilmişlerdir.

Yamazaki (1971), bir alabalık türü olan *Plecoqlossus altivelis*'te kromozom sayısını $2n=56$ olarak saptamıştır. Kromozom tiplerini 44 akrosentrik, 12 submetasentrik olarak vermiştir.

Balıklarda genel ve farklı balıklar için geliştirilenlere ilave olarak, özellikle gökkuşığı alabalığında kromozom preparasyonu amacıyla Al-Sabti (1983), Chourrout and Happe (1986) ve Lozano *et al.* (1988) tarafından direkt kromozom preparasyonu geliştirilmiş, ülkemizde ise bu konuda çalışan çok az sayıda araştırmacı olup, Ulupınar ve Okumuş (1997), gökkuşığı alabalığı için mevcut direkt kromozom preparasyonu metotlarını modifiye etmişlerdir.

Gökkuşığı alabalığı böbrek dokusundan hazırlanan doku örnekleri ile yapılan çalışmada canlının karyotipi oluşturulmuştur. Genetiksel karyotip çalışmalar için böbrek dokusu çok iyi sonuçlar vermektedir. Bunun nedeni olarak lenfositlerin yapım yeri olarak balıklarda böbreğin önemli bir organ olmasıdır. Doku örneğinin elde edilmesi, inkubasyon süresinin kısalığı çalışmanın kolaylıkla yürütülmesine yardımcı olmuştur. Karyotip belirlemesine yönelik böyle deneysel çalışmalar daha önce pek çok canlı türü için yapılmış ancak balıklarda örneklerine az rastlanmaktadır. Bu çalışmada diğer türlerde uygulanan yöntemlerden yararlanılarak araştırma gerçekleştirilmiş ve özgün

sonuçlar alınmıştır. Kromozom düzeyinde yapılan çalışmalar sonucu kromozomların tre özel sayı ve biçimleri belirlenmiştir. Daha ileri tetkikler ile gen düzeyinde araştırmalar laboratuvar koşullarının uygun olması durumunda günümüz teknolojisinde mümkündür. Gen düzeyindeki çalışmalar ile özellikle yetiştiricilik, gıda-beslenme sanayisinde sınırsız ekonomik avantaj sağlaması dolayısıyla bu konuda çalışan üretici girişimcilerle entegre çalışılması gündeme getirilebilir. Bu entegrasyonun gerçekleşmesi sonucunda hem bilimsel, hem ticari anlamda elde edilecek kazanımlar karşılaşılan pek çok sorunu kısa zamanda ortadan kaldıracaktır (rs 2003).

Bugüne kadar yaklaşık 1300 tatlı su ve deniz balığının karyotipleri ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu tip çalışmalar ülkemiz için henüz yeni olup bu konuda yapılan çalışma sayıları giderek artmasına rağmen istenen oranda değildir (Demirok ve nl 2001). Balığcılıkta gelişmiş ülkelerde uygulanan genetik çalışmalara göre ülkemizde yapılan çalışmalar azdır. Özellikle iç su balıkları yetiştiriciliğinde işletmelerdeki gerçek balık stoklarının bilinmediği ve damızlık balık ve yumurtaların işletmeler arası transferindeki denetimsizlikler ülkemiz alabalıklarının orijinlerinin bilinmesinde önemli bilimsel eksikliklere neden olmaktadır (Bilgin 2004).

Ülkemizde bugüne kadar çeşitli araştırmacılar tarafından özellikle alabalık ve sazan türlerinde kromozom sayılarına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar ise izelge 2.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Türkiye’de bazı balık türlerinde yapılan çalışmalarda saptanan kromozom sayıları

Latince Adı	Kromozom Sayısı	Çalışmayı Yapan Araştırmacı
<i>Cyprinion macrostomum</i>	48	Çolak vd (1985)
<i>Oreochromis niloticus</i>	46	Ergene vd (1998a)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	58-62	Ulupınar ve Okumuş (1998)
<i>Barbus plejebus lacerta</i>	48	Ergene vd (1998b)
<i>Cyprinus carpio</i>	100	Pekol (1999a,1999b)
<i>Cyprinus carpio</i>	100	Hamalosmanoğlu ve Kuru (2003)
<i>Clarias lazera</i>	56	Ergene vd (1999)
<i>Chalcalburnus mossulensis</i>	48	Gül vd (2000)
<i>Capoeta c.umbla</i>	150	Demirok ve Ünlü (2001)
<i>Capoeta trutta</i>	150	Demirok ve Ünlü (2001)
<i>Gobius paganellus</i>	44	Ergene vd (2002)
<i>Tinca tinca</i>	48	Hamalosmanoğlu ve Kuru (2004)
<i>Alburnus heckeli</i>	50	Gül vd (2004)

Cyprinion macrostomus üzerinde yapılan karyotipik çalışmalarda Çolak vd (1985) diploid kromozom sayısını 4 metasentrik, 26 submetasentrik ve 18 akrosentrik olmak üzere $2n=48$ kromozom bulduklarını bildirmişlerdir.

Ergene vd (1998a), Çukurova Üniversitesi Deneysel Balık Yetiştiriciliği İstasyonundan aldıkları *Oreochromis niloticus*'un 10 numune üzerinde karyotip çalışması yapmıştır. Kromozom analizi modifiye edilmiş havada kurutma tekniği ile solungaç epitelinden yapılmıştır. Bu araştırmanın bir sonucu olarak, *Oreochromis niloticus* $2n=46$ kromozom sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir; 44 akrosentrik ve 2 submeta/metasentrik kromozom morfolojisine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu modifiye edilmiş havada kurutma tekniği ile solungaç epitelinden yüksek sayıda metafaz elde edilmiştir.

Ergene vd (1998b), yaptıkları çalışmada Erzurum'un çeşitli bölgelerinden yakaladıkları *Barbus plejebus lacerta*'nin kromozom sayısını $2n=48$, kromozom morfolojisi 32 metasentrik, 16 akrosentrik olarak bulmuşlardır.

Ulupınar ve Okumuş (1998) yapmış oldukları çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki çiftliklerde üretilen gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) kromozom özelliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Ayrıca, daha önceki yöntemler modifiye edilerek, genç ve ergin gökkuşığı alabalıklarında, böbrek hücrelerinden yüksek metafaz plağı sayısı ve iyi kalitede karyotip elde edilmesini sağlayan bir direkt kromozom preparasyonu metodu geliştirilmiştir. Balıklara yapay deniz suyu ile hazırlanmış %0.5'lik kolşisin solüsyonundan 3 ml/1000 g vücut ağırlığı dozunda intraperitonel olarak enjekte edilmiştir. Bu balıklar daha sonra, içinde deniz suyu bulunan ve iyi havalandırılmış akvaryumlarda 15-16°C'de 4 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda balıklar öldürülmüş, böbrek dokusu alınmış ve %0.56'lık KCl solüsyonu ile hipotonik işleminden geçirilmiştir. Bu işlemi takiben, birinci fiksasyon süresi toplam 20 dak. olmak üzere en az 3 kez Carnoy fiksatifisi ile fiksasyon işleminden geçirilmiştir. Standart karyotip preparasyonu için, pH 6.8 Sorenson fosfat tampon solüsyonunda hazırlanmış %5'lik Giemsa ile oda sıcaklığında 10 dak. boyanmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştiricilik yapan 10 adet çiftlikten sağlanan gökkuşığı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) kromozom sayıları incelenmiştir. 118 örneğin ön böbrek dokusundan doğrudan kromozom preparasyonu metoduyla elde edilen 468 hücrenin analizi sonucu 7 farklı diploid kromozom sayısı ($2n=58$, $2n=59$, $2n=60$, $2n=61$, $2n=62$, $2n=63$ ve $2n=64$) tesbit edilmiştir. En yaygın olarak bulunan karyotiplerin, sırasıyla %25.2 ve %24.8'lik oranlara sahip $2n=60$ ve $2n=62$ kromozomlu karyotipler olduğu belirlenmiştir.

Ergene vd (1999), *Clarias lazera*'nın 18 metasentrik, 26 submetasentrik ve 12 akrosentrik kromozom olmak üzere $2n=56$ kromozoma sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Pekol yapmış olduğu iki çalışmasında *Cyprinus carpio*'nun kromozom sayısını $2n=100$ olarak bulmuştur (Pekol 1999a; Pekol 1999b).

Yurdumuzda ilk defa Gül vd (2000), tarafından *Chalcalburnus mossulensis*'in karyotip analizi yapılmıştır. *Chalcalburnus mossulensis*'in diploid kromozom sayısını $2n=48$: 12 metasentrik, 20 submetasentrik ve 16 akrosentrik kromozom bulduklarını bildirmişlerdir.

Cyprinidae familyasından *Carassius auratus* (L., 1758)'un kromozom sayısı ve morfolojisi incelenmiştir. Araştırmada kullanılan balıklar Kızılırmak'ın Kayseri ili sınırları içerisindeki Yemliha ve Boğazköprü civarından serpme ve germe ağlarla yakalanmıştır. Preparatlar solungaç epitel hücrelerinden hazırlanmıştır. Kromozom sayısı $2n=52$ bulunmuştur. Bu kromozomlar 12 metasentrik, 17 submetasentrik, 23 akrosentriktir. Kromozom kol sayısı $NF=162$ bulunmuştur (Aydın ve Kuru 2001).

Demirok ve Ünlü (2001), Dicle nehri'nden elde edilen *Capoeta trutta* ve *Capoeta capoeta umbla* (Cyprinidae) türlerinin böbreklerinden elde edilen preparatlarda kromozom sayıları ve karyolojik özellikleri belirlemiştir. *Capoeta trutta*'nın diploid kromozom sayısı, 70 meta-submetasentrik, 80 subtelo-akrosentrik olmak üzere $2n=150$, kol sayıları $NF=220$ olarak tespit edilmiştir. *Capoeta c. umbla*'nın diploid kromozom sayısı, 86 meta-submetasentrik, 64 subtelo-akrosentrik kromozom olmak üzere $2n=150$ ve kol sayıları $NF=236$ olarak tespit edilmiştir. Çalışılan türlerde eşey kromozomları saptanamamıştır.

Ergene vd (2002), Türkiye'nin Akdeniz güney kıyılarından alınan Gobidae familyasından *Gobius paganellus*'da karyotip çalışması yapmıştır. Kromozom analizi modifiye edilmiş havada kurutma tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Fitohemagglutinin ön mitotik indeks artırmak için geleneksel hava ile kurutma tekniği önce yapılmıştır. Kromozomlar solungaç doku kullanılarak elde edilmiştir. Bu araştırmanın bir sonucu olarak, *Gobius paganellus* $2n=44$ kromozom sayısına ve $NF=45$ kol sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir; 1 metasentrik ve 43 akrosentrik kromozom morfolojisine sahip olduğu gözlenmiştir.

Asi nehri'nde yaşayan *Barbus rajanorum*, *Barbus longiceps* ve *Barbus capito pectoralis* türlerinin sitogenetik analizi yapılmıştır. Araştırmada kullanılan balıklar Asi nehrinden serpme ağlarla yakalanarak laboratuvara getirilmiştir. Balıklar laboratuvara getirildikten

sonra kaslarına 1 ml/ 100 gr %0,1'lik colcemid çözeltisi enjekte edilmiştir. Dört saat sonra balıklar öldürülmüş, solungaç ve böbrek dokularındaki hücrelerin metafaz kromozomları sayısal olarak incelenmiştir. Sonuçta, türlerin sahip olduğu diploid kromozom sayısı, *Barbus rajanorum*'un $2n=125$, *Barbus longiceps* $2n=148$ ve *Barbus capito pectoralis*'in diploid kromozom sayısı $2n= 150$ olarak tespit edilmiştir (Turan vd 2002).

Sazangiller familyasına ait *Chalcalburnus tarichi* (İnci Kefali)'nin kromozomlarının sayı ve yapıları incelenerek karyotip analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan balıklar Van Gölü'nden ağlarla yakalanarak laboratuvara getirilmiştir. Balıkların karın boşluğuna gram cinsinden canlı ağırlıklarına göre 0,01 ml gelecek şekilde %0,6'lık kolsişin enjekte edilmiştir. Metafaz incelemeleri sonucunda *C. tarichi*'nin $2n=50$ kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir. Karyotiplerinin ise 16 metasentrik, 10 submetasentrik ve 24 akrosentrik kromozomdan oluştuğu saptanmıştır. Bu türde cinsiyetle bağlantılı herhangi bir kromozom tespit edilememiştir (Gül vd 2003).

Mogan Gölü'nde yaşayan Cyprinidae familyasından *Cyprinus carpio* (L.,1758)'nin kromozom sayısı araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan balıklar laboratuvara getirildikten sonra kaslarına 1 ml/100 g %0,1'lik colchicine çözeltisi enjekte edilmiştir. Dört saat sonra balıklar eterle bayıldıktan sonra öldürülmüş, solungaçlarıyla böbrekleri çıkarılmış ve sitogenetik metotlar uygulanmıştır. Bu dokulardaki hücrelerin metafaz kromozomları sayısal olarak incelenmiştir. Sonuçta $2n=100$ diploid kromozom tespit edilmiştir (Hamalosmanoğlu ve Kuru 2003).

Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde Müftü deresinden yakalanan 12 *Garra rufa* örneğinin solungaç epitel hücrelerinde Havada Kurutma Yöntemi değişikliğe uğratılarak bir sitogenetik inceleme yapılmıştır. Karyotipik analiz sonucunda *G. rufa*'nın $2n=44$ kromozom sayısına ve 22 metasentrik, 20 submetasentrik, satellit taşıyan 2 akrosentrik kromozoma sahip olduğu tespit edilmiştir (NF=85). Haploit idiogram, kromozom ölçümleri yapılarak hazırlanmıştır. Bu çalışmada *G. rufa*'nın karyotipi ilk kez detaylı olarak tanımlanmıştır (Ergene ve Çavaş 2004).

Alburnus heckeli (Battalgil 1943) (Fam: Cyprinidae)'nin kromozomlarının sayı ve yapıları incelenerek, karyotip analizi yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan balıklar Hazar Gölünden ağlarla yakalanarak laboratuvara getirilmiştir. Her bir gram vücut ağırlığı için 0,01 ml, %0,6'lık kolşisin solusyonu balıkların karın boşluğuna enjekte edilmiş ve balık kesilmeden önce 190 dakika beklenilmiştir. Metafaz incelemeleri ile *A. heckeli*'nin $2n=50$ kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir. Karyotiplerinin; 14 metasentrik, 18 submetasentrik ve 18 akrosentrik kromozomdan (NF=82) oluştuğu tespit edilmiştir. Bu türdede cinsiyete bağlı herhangi bir kromozom tespit edilememiştir (Gül vd 2004).

Karakaya Baraj Gölü'nde (Malatya Türkiye) yaşayan *Cyprinion macrostomus* Heckel 1843'un karyotipinin incelenmesi metodunda örnekler canlı olarak laboratuvara taşınarak havalandırılmalı akvaryumlarda tutulmuş. Kromozom eldesi için böbreklerden yararlanılmış ve Collares-Pereira (1992)'nin "havada kurutma" tekniği kullanılmış. Araştırmalar sonucunda diploid kromozom sayısı $2n=50$, karyotip 6 metasentrik, 24 submetasentrik, 12 subtelosentrik, 8 akrosentrik kromozom ve kol sayısı 92 olarak tespit edildi. Eşey kromozomları morfolojik olarak farklılaşmadığı için gözlenememiştir (Gaffaroğlu ve Yüksel 2004).

Cyprinidae familyasından Kadife balığının (*Tinca tinca* L., 1758) kromozom sayısı ve yapısı araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan balıklar laboratuvara getirildikten sonra kaslarına 1 ml/100 g %0,1'lik Colchicine solüsyonundan enjekte edilmiştir. Dört saat sonra balıklar öldürülmüş, solungaçlarıyla böbrekleri çıkarılmış ve sitogenetik metotlar uygulanmıştır. Bu dokulardaki hücrelerin metafaz kromozomları sayısal ve morfolojik olarak incelenmiştir. Sonuçta 12 metasentrik, 16 subtelosentrik ve 20 akrosentrik kromozom olmak üzere, $2n=48$ diploid kromozom tespit edilmiştir (Hamalosmanoğlu ve Kuru 2004).

Siluridae familyasından *Silurus glanis* L., 1758'in kromozom sayısı ve morfolojisi incelenmiştir. Araştırmada kullanılan balıklar Kızılırmak'ın Kayseri ili sınırları içerisindeki Yemliha ve Boğazköprü civarından serpm ve germe ağlarla yakalanmıştır. Preparatlar solungaç epitel hücrelerinden hazırlanmıştır. Kromozom sayısı $2n=58$ olarak

bulunmuştur. Bunun 26 metasentrik, 26 submetasentrik, 6 akrosentrik olduğu tespit edilmiştir. NF=110 olarak belirlenmiştir (Aydın 2005).

Kura-Aras Havzasından *Orthrias tigris* (Heckel 1843) (Fam: Balitoridae)'in kromozomlarının sayı ve yapıları incelenerek, karyotip analizi yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan balıklar Kars ilindeki Kars Çayı'ndan serpme ağlarla yakalanarak laboratuvara getirilmiştir. Her bir gram vücut ağırlığı için 0,01 ml, %0,6'lık kolşisin solüsyonu balıkların karın boşluğuna enjekte edilmiş ve balık kesilmeden önce 190 dakika beklenilmiştir. Metafaz incelemeleri ile *O.tigris'in* 2n=50 kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir. Bunların karyotiplerinin 18 metasentrik, 18 submetasentrik ve 14 akrosentrik kromozomdan (NF: 86) oluştuğu saptanmıştır. Bu türde cinsiyete bağlı herhangi bir kromozom tesbit edilememiştir (Kılıç 2006).

Kura-Aras Havzasından Endemik *Acanthalburnus microlepis* (De Filippi 1863) ve *Alburnus filippii* (Kessler 1877) (Fam: Cyprinidae)'nin kromozomlarının sayı ve yapıları incelenerek, karyotip analizi yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan balıklar Kars ilindeki Kars Çayı'ndan ve Çıldır Gölü'nden serpme ağlarla yakalanarak laboratuvara getirilmiştir. Her bir gram vücut ağırlığı için 0,01 ml, %0,6'l.k kolşisin solüsyonu balıkların karın boşluğuna enjekte edilmiş ve balık kesilmeden önce 190 dakika beklenilmiştir. Metafaz incelemeleri ile *A.microlepis'in* 2n=50 kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir. Bunların karyotiplerinin 16 metasentrik, 14 submetasentrik ve 20 akrosentrik kromozomdan (NF: 80) oluştuğu saptanmıştır. *A.filippii'nin* metafaz incelemeleri sonucunda ise 2n=50 kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir.

Karyotiplerinin 16 metasentrik, 16 submetasentrik ve 18 akrosentrik kromozomdan (NF=82) oluştuğu tesbit edilmiştir. Her iki türde de cinsiyete bağlı herhangi bir kromozom tesbit edilememiştir (Nur 2006).



Şekil 2.1. ABD'de Holmes Gölü'nde yakalanan 'iki ağızlı alabalık'.

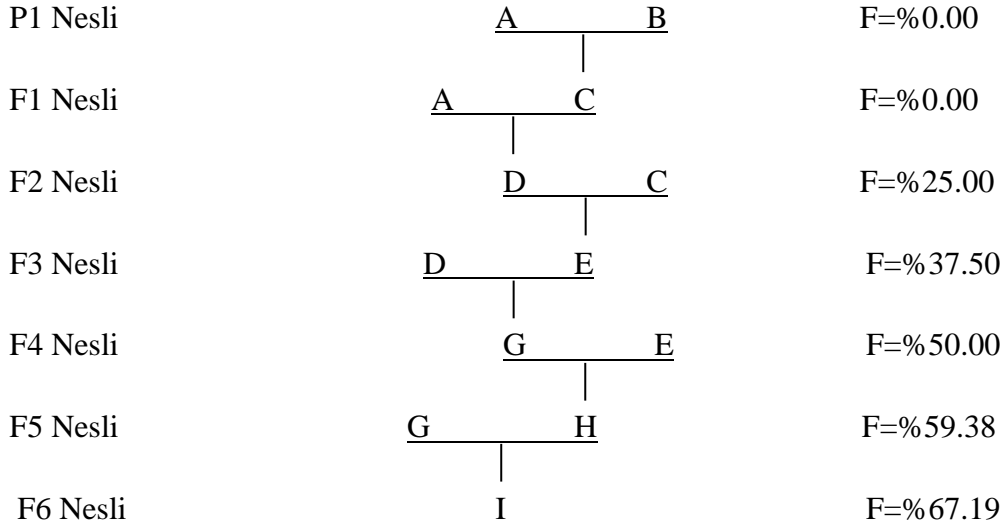
*Bir yetkili, bu durumun 'genetik bozukluk'tan kaynaklanabileceğini ifade etti (Anonim 2006)

Kültür balıkçılığında üretimi yapılabilecek yeni tür arayışı kontrollü ortamda yetiştiriciliği yapılan balığa olan talebin sürekliliğinin sağlanması bakımından oldukça önemli bir konudur. Etinin lezzetli, ekonomik açıdan getirisinin yüksek, avcılık yoluyla elde edilen ürüne olan talebin fazlalığı, ortam koşullarına adaptasyonun ve hastalıklara karşı direncin yüksek olması kültüre alınacak yeni türlerde aranan önemli özelliklerdir. Büyümenin yavaş olması ve hastalıklara karşı direncin azlığı gibi olumsuzluklar yeni kültüre alınan bazı türlerde karşılaşılabilecek bir durumdur. Bu durum, zaman içerisinde ıslah yoluyla aşılmaya çalışılmaktadır. Islah çok uzun zaman alan ama sonuçları itibariyle etkili olan bir yöntemdir. Bu yolla istenilen karakterlerin frekansının artmasını sağlamak mümkündür. Bu yöntemde en büyük olumsuzluk istenilen özelliğin

populasyonda baskın hale gelebilmesi için uzun yılların gerekmesidir. İstenilen genetik özelliklerin kısa sürede sağlanabilmesi amacıyla kromozom ve gen manipulasyonu gibi teknikler kullanılmaktadır. Gen manipulasyonu yönteminde, istenilen karakteri temsil eden genin frekansının artırılması amacıyla hedef türün genomunda bir takım

değişiklikler yapılmaktadır. Bu değişimlerin sonucunda beklenen, türün istenilen yönde genetik özellikler kazanmasıdır. Gen transferi biyoteknolojisi yoluyla kültür balıkçılığında üretimi olumlu yönde etkileyebilecek gelişmelerin sağlanması mümkün görülmektedir. Özellikler yeni kültüre alınan ve alınacak olan türlerde üretim koşullarında verimi olumsuz etkileyecek unsurların kısa sürede aşılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, ülkemiz su ürünleri sektörünün dünya pazarında reket gücünü elinde tutabilmesi için biyoteknolojik gelişmeleri yakından izlemesi bir zorunluluktur. Bu sayede üretimini arttırmanın yanında istenilen yönde kalitelendirilmiş ürünler pazara sunabilecektir (Yılmaz vd 2009).

1970'ten beri yıllık ortalama %8.9 büyüme ile en hızlı gelişen hayvansal gıda üretim sektörü su ürünleridir (Rasmussen and Morrissey 2007). Bu hızlı büyümeye rağmen hızla artan balık talebi göz önüne alındığında üretimin daha fazla arttırılması gerektiği görülmektedir. Üretimi arttırmak amacıyla kültür koşullarında birçok araştırma gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmalara seleksiyon yöntemi kullanılarak yapılan ıslah çalışmaları örnek olarak verilebilir. İstenilen karakterin elde edilebilmesine yönelik yapılan akrabalı yetiştiricilik modelinin bir örneği Şekil 2.2'de verilmektedir (Tave 1999). F₂ popülasyon ortalaması üzerinde akrabalı yetiştiricilik yoluyla oluşturulan homozigotluğun yüzdesel artışının bir ölçüsüdür. Burada geleneksel ebeveyn-yavru eşleştirmeleri ile 5 nesil sonunda istenilen genin nesil içindeki akrabalı yetiştiricilik katsayısının %67,19 olarak sağlanabildiği görülmektedir. Akrabalı yetiştirme: genetik benzeme düzeyi söz konusu popülasyondaki ortalama genetik benzeme düzeyinden daha yüksek olan bireylerin çiftleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Akrabalı yetiştirme artan homozigotluğa bağlı olarak özelliklerin popülasyon içinde sabitleşmesine yol açmaktadır (Akbaş ve Türkmüt 1990).



Şekil 2.2. Ebeveyn ve yavrulara ait düzenli akrabalı yetiştiricilik modeli (Tave 1999)

Gen transferi çalışmalarının temeli 1910'lu yılların başında embriyolojistlerin hücre materyalini kurbağa yumurtasına enjekte etmelerine uzanmaktadır. 1970'lerin başına kadar gen transfer teknolojisi DNA sekanslarının işlevlerinin büyük oranda anlaşılmasını sağlamıştır. İlk geniş çaplı yayınlanmış çalışma mRNA ve DNA'nın fare yumurtalarına transfer edilmesi olmuştur. 1980'de fare embriyosu gelişmesinin bir-hücre evresindeyken bir seri rekombinant molekülü mikroenjekte eden ilk araştırmacılar dır. Bu gelişme, bir dönüm noktası olmuştur ve balıklarda da genetik mühendisliği çalışmalarının başlamasına hız kazandırmıştır (Dunham and Liu 2006).

1953 yılında (Watson and Crick) DNA'nın yapısının tanımlanması ile gen aktarım çalışmaları yeni bir boyut kazanmıştır. Artık doğrudan genetik bilgiyi taşıyan moleküle yönelik çalışmalar yapılabilir hale gelmiştir.

1985 yılında PCR tekniğinin geliştirilmesi (Di Domenico *et al* .1996) rekombinant DNA teknolojisine hız kazandırmıştır.

1953-1970'lerin başına kadar DNA dizilerinin işlevlerinin büyük ölçüde anlaşılmasıyla gen hedefli çalışmaların önü açılmıştır. Balıklarda da gen transferi çalışmaları diğer türlerin paralelinde gelişmiştir. Transgenik balık ile ilgili ilk sunuş 1984 yılında

Maclea ve Talwar tarafından klonlanmış genlerin alabalık yumurtalarına enjeksiyonunu anlatan bir özetle olmuştur. Ancak, Zuoyan Zhu (1985) tam bir metin halinde ilk transgenik balığı bildiren kişidir. Bu çalışmalar ile su ürünleri sektörüne yönelik gen transferi çalışmalarının temeli atılmıştır. İlerleyen yıllarda balıkçılık sektöründe; Hızlı büyümenin sağlanması, istenilen renkte bireylerin eldesi, kısır bireylerin eldesi, hastalıklara karşı direncin artırılması, istenilen et kalitesinde ürünün eldesi, soğuğa karşı toleransın artırılması, tuzluluk toleransının artırılması, biyoreaktör balıkların üretilmesi gibi hedeflere yönelik çalışmalarda gen transfer teknolojilerinden yararlanılmıştır (Yılmaz vd 2009).

Gelişen teknolojiyle birlikte moleküler tekniklerin su ürünlerinde kullanımı her geçen gün daha da artmaktadır. Özellikle seleksiyon, ebeveyn belirleme, gen haritalarının çıkarılması, popülasyonlar arası genetik benzerliklerin belirlenmesi, akrabalı yetiştiriciliğin belirlenmesi, kodominant kalıtımın ve akrabalık ilişkilerinin belirlenmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Son yıllarda moleküler tabanlı çalışmalardan mikrosatellitler veya basit dizilim tekrarlar su ürünlerinde en çok kullanılan metotlardan birisidir. Su ürünlerinde genetik kaynakların kontrol altında tutulması ve korunması için uygun genetik belirteçlerin kullanımı büyük bir öneme sahiptir. Mikrosatellitler ileri derecede polimorfik DNA belirteçleri olup popülasyon yapılarının araştırılmasında en çok kullanılan genetik belirteçlerden birisidir ve gün geçtikçe önemi artmaktadır. Bu bağlamda Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsünde (SUMAE) yürütülen mikrosatellit bölgelerin analizine dayanarak yapılan çalışmaların başında Kahverengi Alabalık (*Salmo trutta*), Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*), Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Mersin balıkları (*Acipenser guldenstaedtii*, *Acipenser stellatus* ve *Huso huso*), İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*), Kalkan balığı (*Psetta maxima*) ve Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) gelmektedir. Bu çalışmalara baktığımızda başlıca yetiştiriciliği yapılan türlerden olan Karadeniz alabalığı ve Gökkuşluğu alabalığı üzerinde yapılan çalışmalarda damızlık stokların genetik varyasyonunun belirlenmesinde mikrosatellit belirteçler kullanılmıştır. Ayrıca poliploid bir tür olan mersin balıklarında doğal genetik çeşitliğin belirlenmesinde ve endemik bir tür olan inci kefali ile yürütülen çalışmada ise mikrosatellit tekrar bölgelerindeki polimorfizmden faydalanılmıştır.

Bunun yanında devam eden çalışmalarda ise kalkan, hamsi ve kahverengi alabalıkların doğal popülasyonlarının genetik yapılarının belirlenmesi tekrar bölgelerdeki varyasyonun belirlenmesine dayalı olarak yapılmaktadır (Eroğlu vd 2014).

Hibridasyon üzerine ilk yapılan çalışmalar çoğunlukla Salmonidler üzerinedir, ancak bu türler yatiştiricilik ağısından ticari avantaj sağlayamamıştır. Ancak ilerleyen biyoteknolojik teknikler sayesinde bu türlerin öne çıkan özellikleri üzerine çalışmalar sürmektedir (Bartley *et al.* 2001). Alabalıklarda uygulanan hibridasyonlar aşağıdaki tabloda verilmiştir (Çizelge 2.2). Ancak yetiştiricilikte kullanılan hibrid bireylere yaygın olarak rastlanmamaktadır. Ülkemizde Salmonidler üzerine yapılan türler arası hibridasyon çalışmaları, Alp alası (*Salvelinus alpinus*) ile dere alabalığının (*Salmo trutta fario*) (Hisar vd 2003) ve Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) ile kaynak alabalığının (*Salvelinus fontinalis*) eşleştirilmesi (Başçınar vd 2010) olarak görölmektedir.

Akhan vd (2009) yaptıkları çalışmada karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) ve gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) arasında melez üretimi yapmaya çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, türler arası melezlemenin, melezlerde kuluçka başarısını düşürdüğünü belirlemişlerdir. Dişi Karadeniz alabalığı ile erkek gökkuşağı alabalığı arasında yapılan çaprazlama neticesinde kuluçka başarısı sıfır olarak tespit edilmiş ve bu çaprazlama neticesinde alevin elde edilememiştir.

Çizelge 2.2. Hibrid salmonidler (Bartley *et al* 2001; Başçınar ve Sonay 2009)

Türler	Açıklama
<i>Salmo trutta x Salvelinus fontinalis</i>	Kaplan alabalığı olarak bilinir. Doğal ortamda da gerçekleşebilmektedir. Kısırdır. Kuluçkada yaşama oranı düşüktür. İyi büyüebilmektedir. Et verimi yüksektir. Balıklandırma amaçlı kullanılmaktadır.
<i>Salmo salar x Salmo trutta</i>	Triploid yumurtanın yaşama oranı yüksektir. Kısırdır.
<i>Salvelinus namaychus x Salvelinus fontinalis</i>	Yaygın adı Splake. Hızlı büyüebilmektedir. Asidik sulara toleranslıdır.
<i>Oncorhynchus mykiss x Salvelinus sp</i>	Hastalıklara karşı dirençlidir.
<i>Oncorhynchus mykiss x Salmo trutta</i>	-

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Balık materyali

Çalışmada, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezinden (Şekil 3.1) temin edilen ağırlıkları ortalama $150,3 \pm 15,2$ gr olan 15 adet gökkuşuğu alabalığı (*Onchorhynchus mykiss*) kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1. İçsu balıkları uygulama ve araştırma merkezi



Şekil 3.2. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)

3.1.2. Analizlerin yapıldığı yer

Çalışma, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezinden, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarı (Şekil 3.3), Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Sitogenetik Laboratuvarı ve Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Laboratuvarında yapılmıştır.



Şekil 3.3. Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarı

3.1.3. Kullanılan malzemeler

a. Kolşisin (Colchicine)

Kromozom preparatı hazırlamak için balıklara enjekte edilen kolşisin ($C_{22}H_{25}NO_6$), beyaz renkte, kokusuz bir tozdur. Prospektüsünde %95 saflıkta, %5 etil asetat ve %0.4 aseton içerdiği bildirilmektedir. Denemelerde kullanılan kolşisin ticari 1 gr'lık ambalajlar içinde bulunmaktadır.

b. Besiyeri

Kullanılan besiyeri, %83,5 MEM (Medium 199), %10 FCS (Fetal Calf Serum), %1 Antibiyotik (100 IU Penicillin+100 μ g Streptomisin+0,25 μ g Fungizon), %5 PHA (Phytohemagglutinin-T mitojeni), %0,5 Heparinden oluşmuştur.

c. Hipotonik KCI

500 ml distile su içerisine 2,796 g KCI hazırlanmıştır.

d. Carnoy's fiksativi

150 ml metanol 50 ml asetik asitle (3:1 oranında) karıştırılarak hazırlanmıştır.

e. Fosfat tamponu

İki farklı çözeltinin değişik miktarlarda karıştırılması ile elde edilen tampondur. pH'ı 6,8 olarak ayarlanmış Fosfat Tamponu için 2 farklı çözelti hazırlanmıştır. 1.çözelti olan Disodyum hidrojen fosfat (Na_2HPO_4)'tan 11,9 g alınmış ve 1000 ml su içinde çözünmesi sağlanmıştır. 2.çözelti olan Potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4)'tan 9,1 g alınmış ve 1000 ml su içinde çözünmesi sağlanmıştır.

f. %5lik Giemsa boya

1. çözültiden 50ml, 2. çözültiden 100ml alınmış. pH'sı 6,8 olan bu karışımdan 95 ml alınmış ve üzerine 5ml giemsa boyası eklenmiştir.

g. Mikroskop

Leica dm 750 ışıklı mikroskop

3.2. Yöntem**3.2.1. Kan alma**

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezinde yetiştirilen gökkuşığı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) MS-222

anestezik madde kullanıp bayıltılmıştır. Bu amaçla 20-200 mg/lt dozda MS-222 solüsyonu hazırlanmıştır. Önce 1g MS-222 100 ml suda eritilmiştir. Daha sonra 9,9 lt su ilave edilmiştir. (1g MC-222 / 10 lt su). 100-150 g'lık balıklar bu anesteziye bırakılmış ve birkaç dakika içinde bayılmaları sağlanmıştır. Bayıltılmış balığın kuyruk kan damarlarından kan almak amacıyla; balık musluk suyunda yıkanmıştır. Havlu ile kurulandıktan sonra iğnenin sokulacağı (kuyruk bölgesi) derisi %70'lik izopropil alkollü pamuk ile temizlenmiştir. Önceden içerisine 0.5ml heparin eklenen 5ml'lik enjektörü anüs ile kuyruk arasına kuyruk toplardamarına veya iğne biraz daha (iğnenin ucunun sert olan omurgaya değdiği hissedilinceye kadar) batırılarak kuyruk atardamarlarından 2ml kan alınmıştır. Heparinle daha iyi temas etmesi için karıştırılmıştır (Ulupınar ve Alaş 2002).

3.2.2. Kültür ortamı ve mitotik engelleyici (kolşisin) ile muamele

Alınan kan örneği (yarım saat içerisinde) laboratuara getirilmiştir. Kanda lökositlerin daha iyi görülebilmesi için ilk olarak 28 rpm 5 dk sonra 2 defa 400 rpm 5 dk santrifüj yapıp süpernatant atılmıştır (başlangıçta yapılan bu santrifüj işlemi lökositce zengin plazmayı daha fazla arıtma amacıyla yapılır). Daha sonra süpernatantı atılan kan örneği, içerisinde 5ml besiyeri olan 3 tüpün içine ayrı ayrı 3'er damla (300 µl) konulduktan sonra tüpler A,B,C şeklinde etiketlenmiştir. Kan kültürü yapılmak üzere 18°C'ye (insan kanında 37°C'ye) ayarlanmış etüve konularak 116 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresince tüpler belirli aralıklarla (günde 1 defa) hafifçe çalkalanmıştır. 116 saat sonra tüpler etüvden alınıp üzerlerine ayrı ayrı 125 µl (insan kanına eklenenin ¼ kadar) kolşisin eklenmiştir. Bu tüpler tekrar etüve konularak 4 saat daha beklenmiştir (toplam 5 gün).

3.2.3. Hipotonik muamele

500 ml distile su içerisine 2,796 g KCI eklenerek hipotonik solüsyon hazırlanmıştır. Sıcaklığı aynı olması için kolşisin eklenen tüplerle birlikte etüve konulmuştur. 4 saatlik süre dolduktan sonra A, B ve C olarak isimlendirilen tüpler etüvden alınıp 1300 rpm 8 dk santrifüj edilip süpernatantı atılmıştır. Tüplere 5ml KCI eklenip A tüpü 55 dk, B tüpü

45 dk, C tüpü 35 dk beklenmiştir. Sonra tüpler hem A tüpü hem B tüpü hem de C tüpü için 1300 rpm 8 dk santrifüj edilip süpernatant atılmıştır.

3.2.4. Fiksasyon (tespit etme)

3:1 oranında Metanol:Asetik asit Carnoys fiksatifini ilkinde vortexde hafif çalkalayarak damla damla dökülüp 5 ml'ye tamamlanmıştır. Yine fiksasyon yapıp 2 defa daha 1300 rpm 8 dk santrifüj yapıp süpernatant atılmıştır. +4°C'de 1 gün boyunca beklettiğimiz preparatımızın üzerinden süpernatant alınıp 0,5-1 ml fiksatif eklenmiştir. Lamlar şale içinde fiksative maruz bırakılmış ve çıkarılıp kurutulmuştur.

3.2.5. Lam üzerine kromozomların yayılması

Lamların kenarına A,B,C diye kodlama yapılmıştır. 3-5 damla kadar hücre peleti 10-15 cm yükseklikten pipet yardımıyla lamların üzerine damlatılarak yayılması sağlanmıştır. Preparatlar oda sıcaklığında 30 dk kurutulmuştur.

3.2.6. Boyama

Preparatlar %5'i Giemsa boyası olan soreson tamponu içerisinde 15-20 dk boyanmıştır. Daha sonra musluk suyundan geçirilmiştir.

3.2.7. Mikroskopta inceleme

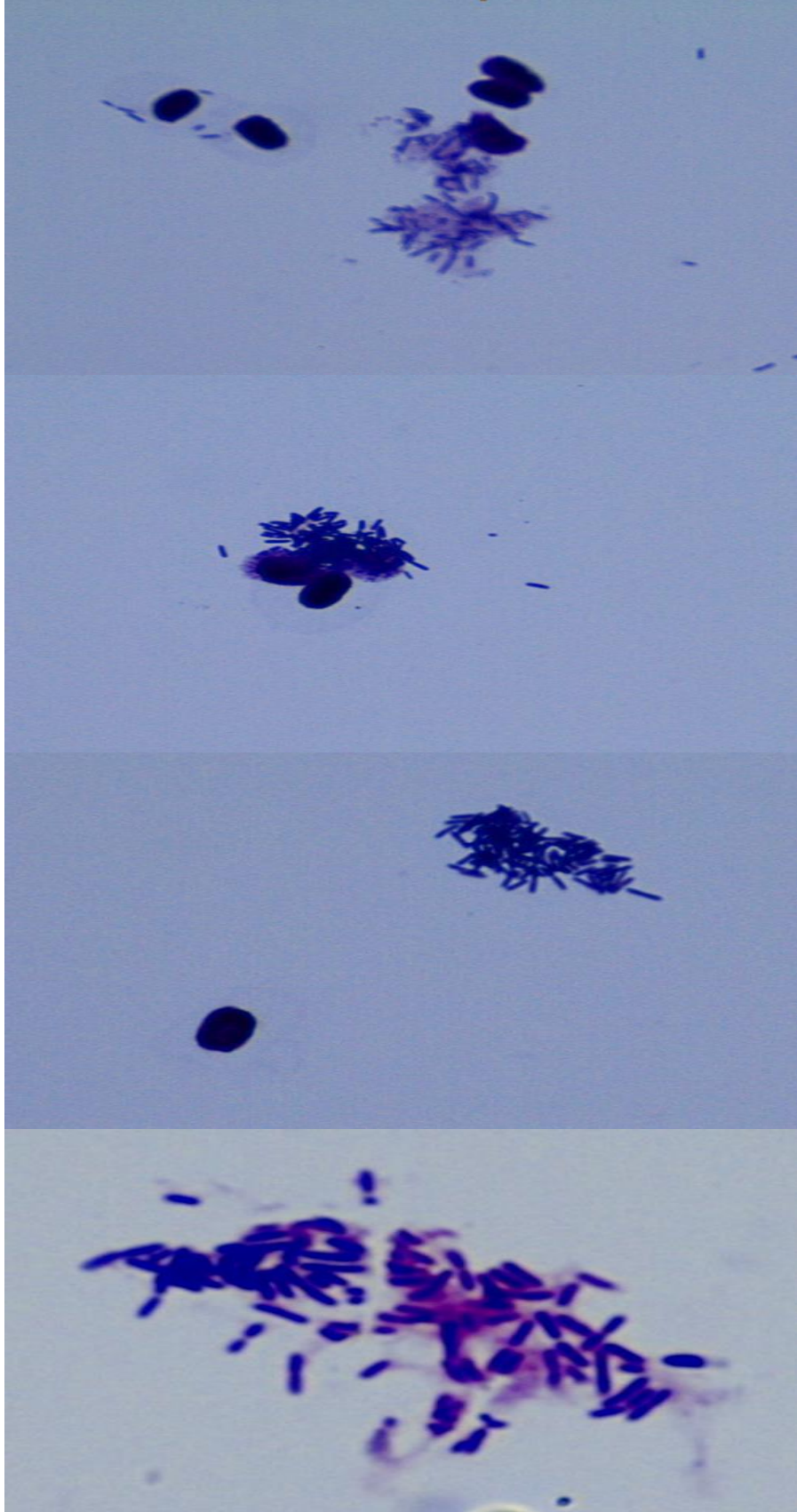
Preparatlarımızın olduğu lamların üzerine immersiyon yağı damlatılarak 100x'lık mikroskopun objektifi yardımıyla hücre konsantrasyonlarının durumu ve kromozom preparasyonlarının kalitesi gözlenerek fotoğrafları çekilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Canlılarda sitogenetik incelemelerle kromozomların elde edilme yöntemleri oldukça fazladır. Balıkları öldürmeksizin kromozom elde etme yöntemlerinden birisi de balıklardan kan alarak lökosit kültürü hazırlama yöntemidir. İyi bir lökosit kültürü için, normal olarak bölünen lökositleri doku kültürü ortamında bölünmesini teşvik etmek gerekir. Bu konuda başarı sağlandığı takdirde, lökosit kültürleri bölünen hücrelerin en mükemmel kaynaklarıdır. Eğer araştırmacı balığı öldürmek istemiyorsa, ergin balıktan lökosit kültürü yardımıyla kromozom preparasyonları yapması en uygun yoldur (Thorgaard and Disney 1990).

Kromozom analizini kolaylaştırmak için lökositlere kolşisin (colchicine) eklendikten sonra, yaklaşık 4 saat bekleme süresinin en iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu sürenin az olması halinde metafaz alanlarının azaldığı, uzadığında ise metafaz alanlarının artmasına rağmen kromozom kollarının sıkıca paketlenmesi ve bunun sonucunda analizlerin zorlaştığı gözlenmiştir. Kromozom analizleri yapmak için kullanılan lökositlerden yapılan preparatlarda yüksek oranda mitoz bölünme elde edilmiştir. Hipotonikle muamelede ise; A tüpünde 55 dk beklendikten sonra hücrelerin patlayarak kromozomların dağıldığı gözlenmiştir. B tüpünde 45 dk beklendikten sonra iyi netice alınmıştır. C tüpünde 35 dk beklendikten sonra hücrelerin yeterince şişmediği tespit edilmiştir. Preparatların hazırlanması esnasında hücre solüsyonunun lam üzerine damlatma mesafesinin kromozomların dağılımında önemli bir etken olduğu gözlenmiş, ortalama iyi olarak kabul edebileceğimiz mesafenin 10-15 cm civarında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan preparatlardaki inceleme sonucunda, *Oncorhynchus mykiss*'den elde edilen 42 adet metafaz dağılımından uygun olanların fotoğrafı çekilerek gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuçta kromozom $2n=58$ olarak saptanmıştır..



Şekil 4.1. Gökkuşığı alabalığından elde edilmiş metafaz kromozomları



Şekil 4.2. Barbus rajanorum'un metafaz evresindeki kromozom dağılımı



Şekil 4.3. Barbus longiceps'in metafaz evresindeki kromozom dağılımı

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Salmonid balıkların ekolojisi, fizyolojisi, davranışları ve sistematikteki yerlerinin doğru yorumlanabilmesi için, türüne özgü genetiğinin, kökeninin ve fenotip farklılıklarının bilinmesinin gerekliliği, bugün artık kabul edilen bir gerçektir (Ferguson *et al.* 1995).

Günümüzde biyoteknolojideki gelişmelere paralel olarak gökkuşuğu alabalıklarından (*Oncorhynchus mykiss*) daha kaliteli ürün alabilmek için ıslah çalışmalarında hızla devam eden önemli gelişmeler kaydedilmektedir (Arda 1995; Bekcan ve Atar 1996).

Salmonid türleri arasında yer alan balıklar; günümüzde triploid veya tetraploid, olabilmeleri, diploidleşme süreçleri ve kromozomal düzensizlikler gibi çok geniş genetik karakterlere sahip olabildiklerinden, balık türleri arasında en geniş çalışma alanına sahip grup olmaktadır (Nelson 1999). Bu balıklardan özellikle gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) kültür ortamındaki yetiştiriciliğinde hızlı gelişmeleri, yemden iyi yararlanabilmeleri, çevreye kolay uyum sağlayabilmeleri ve bazı hastalıklara karşı daha fazla dayanıklı olabilmeleri gibi özelliklerinden dolayı tüm Dünya'da tercih edilen balıklar grubunu oluşturmaktadırlar (Hickling 1971; Çelikkale 1994; Aras vd 2000; Timur ve Timur 2003).

Ülkemizde balıkçılık alanındaki genetik çalışmalar, bu alanda gelişme göstermiş ülkelere nazaran çok azdır. Halbuki balıklarda çeşitlilik, hastalık gibi konularda genetik çalışmanın nedenli önemli olduğunu biliyoruz. Yapılan çalışmayla, pratikte aynı populasyon üzerinde yetiştiricilikte akrabalı yetiştiricilikten dolayı bazı verim özelliklerinde meydana gelen düşmenin önlenmesi için farklı populasyonlardan sürüye katmak yoluyla alabalıklarda akrabalı yetiştiriciliğin geliştirilmesine yönelik kromozom sayılarının tespiti ile gerçekleştirilebileceği düşünülmüştür.

Salmonid familyasının bireyleri üzerinde yapılmış bir çok çalışma, kromozom polimorfizminin (Robertsonian translokasyon tipi) çok yoğun olduğunu göstermiştir (Thorgaard 1976; Hartley 1988).

Kuzey Amerika ve Avrupa'daki birkaç Atlantik Salmon popülasyonunda ise diploid kromozom sayısının $2n=54-60$ arasında değiştiği belirtilmiştir (Roberts 1968; Ulupınar ve Okumuş 2002). Ohno *et al.* (1969) ise gökkuşuğu alabalığı üzerinde yaptıkları çalışmalarda benzer şekilde popülasyon içi ve bireysel polimorfizmler olduğunu ve diploid kromozom sayılarının $2n=58-65$ arasında değiştiğini gözlemlemiştir.

Alabalıklarda kromozom sayıları, karyotip ve kromozom farklılıkları hakkında yapılan çalışmalardan birinde, Gold *et al.* (1980) 54 familyadaki 145 genusa ait 309 Kuzey Amerika balık türünün diploid kromozom sayıları ve kromozom kol sayılarını belirlemiştir. Hartley and Horne (1984), gökkuşuğu alabalığı, Atlantik salmonu ve kahverengi alabalığın kromozom sayılarını ve polimorfim mevcudiyetini belirtmişler ve bu üç türü birbiriyle ve diğer *Salmo*, *Salvelinus* ve *Oncorhynchus* genuslarına mensup bireylerle karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada gökkuşuğu alabalığının diploid sayısının $2n=59, 60, 61, 62$ ve 63 olduğunu ve kol sayısının 104 olarak sabit kaldığını açıklamışlardır. Ayrıca, akrosentrik kromozom sayısının $2n=63$ bireylerdeki 22 'den $2n=59$ bireylerdeki 14 'e kadar azaldığını, metasentrik kromozom sayısının da 41 'den 45 'e arttığını tespit etmişlerdir. Atlantik salmonunda ise diploid sayı $56, 57, 58$, kol sayısı ise 74 olarak bulunmuş olup, $2n=58$ kromozomlu bireylerin en yaygın ve 42 akrosentrik kromozoma sahip bireyler olduğunu belirtmişlerdir.

Kromozom sayısı değişimleri ile ilgili olarak Paeveer (1992), yaptığı bir çalışmada triploidlerin doğada kendiliğinden meydana gelebildiği ve gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) kromozom seti manipülasyonunun nispeten kolay olduğunu bildirmektedir (Thorgaard 1983).

Bu bilgiler ışığında gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) popülasyonları için en yaygın görülen karyotip $2n=60$ olduğu doğal popülasyonlarda ise kromozom sayısının $2n=58$ ile $2n=64$ arasında değiştiği görülmektedir.

Colihueque *et al.* (2001), gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) kültürü yapılan beş farklı ırkı üzerinde yaptıkları bir çalışmada, en sıklıkla rastlanan diploid kromozom sayısının 59 ve 61 olduğu sonucunu çıkarmışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada gökkuşuğu

alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) Robertsonian tipi polimorfizme sahip olduğunu, populasyonları arasındaki kromozom farklılıklarının ya atalarında var olan bir farklılıktan ya da farklı coğrafik kökenlerden gelen diğer türleri arasında belirli bir karışma olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak her geçen gün artan çevre kirliliği sonucu, ülkemizin sahip olduğu zengin su kaynakları kirlenmekte ve canlıların doğal üreme ortamları yavaş yavaş yok olmaktadır. Ayrıca artan Dünya nüfusunun besin ihtiyacının karşılamasındaki sıkıntılar ve balık etinin Dünyaca kabul edilen besin değeri her geçen gün daha iyi anlaşıldığından, teknolojinin biyolojiye uygulanması olarak tanımlanan biyoteknoloji ile yapay balık üretiminin önemi daha da artmakta ve balık çiftliklerinde yetiştirilen balıklarla ilgili sitogenetik çalışmalar da daha ileriye götürülmeye çalışılmaktadır (Purdom 1993 ; Hamalosmanoğlu ve Kuru 2004).

Kankaya (1998) yaptığı bir çalışmada; balıkçılıkta genetik çalışmalarla uygulanan biyoteknolojinin kullanıldığı alanları, gen aktarımı ile üstün özelliklere sahip ürün elde edilmesi, triploid fertlerin üretimiyle kısır populasyonların oluşturulması, su ürünlerinin hastalıklarına karşı önlemlerin artırılması ve kromozom manipülasyonu tekniği ile cinsiyet kontrolü, türlerin ve nesillerin korunması, istenilen özelliklerin ortaya çıkarılıp kötü olanların yok edilmesi olarak açıklamaktadır.

Yapılan preparatlardaki inceleme sonucunda, gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) $2n=58$ kromozoma sahip olduğu tespit edilmiştir. Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılan bu çalışma, ülkemizde gökkuşuğu alabalığında lökosit kültürü (balığın öldürülmeden kan alınarak kromozom elde edilmesi yöntemi) çalışması çok az sayıda olduğu için tercih edilmiştir. Ayrıca ülkemiz Kuzey-Doğu Karadeniz Bölgesi'nde alabalıklar üzerinde yürütülen çalışma ile paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akbaş, Y. ve Türkmüt, L., 1990, Siyah Alaca, Simmental ve Esmer Sığırlarda Akrabalı Yetiştirme Katsayısı ile Bazı Verim Özellikleri Arasındaki İlişkiler 1. Döl Verim Özellikleri. Doğa-Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 14: 247-255.
- Akhan, S., Okumuş, İ., Sonay, F. D., Yandı, İ. ve Köse, Ö., 2009, Karadeniz alabalığı (*Salmo labrax*) X gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) melezini üretimi. Doğal Alabalık Çalıştayı, 22-23 Ekim, s: 92, Trabzon.
- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.D., 1983, Molecular biology of the cell, Garland Publishing, Inc., U.S.A
- Al-Sabti., 1983, "Karyotypical studies on three salmonids in Slovenia using leucocyte culture technique", Ichthyologia., 15, 41-46
- Anonim 2005. www.marmaraecza.org
- Anonim 2006. www.frmtr.com › Genel Kültür › Garip Olaylar
- Anonim 2014. <http://www.cografyamiz.com/hucre-cekirdegi/> Erişim tarihi: 18.08.2014
- Anonymous 2005. www.angelfire.com
- Aras, N.M., Kocaman, E.M., Aras, M.S., 2000, Genel su ürünleri ve kültür balıkçılığının temel esasları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, no: 216, Erzurum.
- Arda, M., 1995, Biyoteknoloji, Kükem Derneği Bilimsel Yayınları, no: 3, Ankara.
- Arıttürk, E., 1983, Evcil hayvanların genetiği, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları, no: 394, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Aydın, D., 2005, "Kızılırmak (Kayseri)'Ta Yaşayan *Silurus Glanis* L., 1758' In Karyotip Analizi", Turkish Journal of Aquatic Life, s: 585-588
- Aydın, D., Kuru, M., 2001, *Carassius Auratus* (L., 1758)'un Karyotip Analizi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 21, Sayı 3, s:33-37
- Bartley, D.M., Rana, K., Immink, A.J., 2001, The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10, 325-337.
- Barton in Principles of Salmonid Culture, 29-95, Tokyo.
- Barton, B.A., 1996, General biology of Salmonids, Edited by William Pennel and Bruce
- Başçınar, N., Okumuş, İ., Öğüt, H., Kocabaş, M., Şahin, Ş.A, 2010, Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) ve Doğal Alabalık (*Salmo trutta*) Hibridlerinin Yetiştiricilik Potansiyelinin İrdelenmesi, KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, Proje no: 2006.117.001.06, Trabzon.
- Başçınar, N. ve Sonay, F.D., 2009, Balıklarda biyoteknolojik uygulamalar ve hibridasyon Doğal Alabalık Çalıştayı, 22-23 Ekim, s: 67-76, Trabzon.
- Berkcan, S., Atar, H.H., 1996, Su ürünlerinde biyoteknoloji, Su Ürünleri Vakfı Dergisi, 1(2), 17,21. Beşevler, Ankara.
- Bilgin, B., 2004, Düzce ili ve Çevresindeki Gökkuşuğu Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Üretim Tesislerindeki Balıklarda Kromozom Farklılıklarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Burns, G.W., Bottino, P., 1989, The science of genetics, Sixth Edition, Mc Millan Publishers Co, London.
- Chourrout, D., Happe, A., 1986, "Improved methods of direct chromosome preparation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*)", Aquaculture., 52, 255-261.

- Colihueque, N., Iturra, P., Estay, F., Díaz, F.N., 2001, Diploid chromosome number variations and sex chromosome polymorphism in five cultured satrains of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 198, 63-77.
- Collares-Pereira M.J., 1992. First Internatioal Workshop on Fish Cytogenetic Techniques. Concarneau. France. 14-24 September.
- Cummings, M.R., Klug, W.S., 2002, *Genetik*, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Çelikkale, M.S., 1994, İçsu balıkları yetiştiriciliği, K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Çolak, A., Sezgin, İ., Süngü, Y.S., 1985, Sazangiller familyasına ait (Cyprinidae) beni balığında (*Cyprinion macrostomum* Heckel. 1843) kromozomal araştırmalar, *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 9(2), 193-195.
- Darlington, C.D., La Cour, L.F., 1976, *The handling of chromosomes*, Sixth Edition, George Allen and Unwin Ltd., London, 0-04-574014-3.
- Demirok-Kılıç, N., Ünlü, E., 2001, Karyotypes of cyprinid fish *Capoeta trutta* and *Capoeta capoeta umbla* (Cyprinidae) from the Tigris River, *Turkish Journal of Zoology*, 25, 389-393.
- Demirsoy, A., 2000, Yaşamın temel kuralları, Cilt I / Kısım I, genel biyoloji, genel zooloji, Meteksan Yayınları, Ankara.
- Di Domenico, N., Link, H., Knobel, R., Caratsch, T., Weschler, W., Loewy, Z. G., ve Rosenstraus, MM., 1996, Cobas Amplicortm: fully automated RNA and DNA amplification and detection system for routine diagnostic PCR. *Clinical Chemistiy* 42:12
- Dunham, R. A. and Liu, Z. 2006. Transgenic Fish – Where We Are and Where Do We Go? *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh* 58 (4): 297-319.
- Elangen, G., 1988, Balık sistematiği, Tolga Ofset, Elazığ.
- Ergene, S., Kaya, F., Pekcan, İ., Oral, A., 1998, A karyological analysis of *Oreochromis niloticus* (L.,1758) (pisces, ciclidae) used in aquaculture, First International Symposium on Fisheries and Ecology, 2-4 Eylül, Trabzon.
- Ergene, S., Kuru, M., Çavaş, T., 1998, *Barbus plebejus lacerta* (Heckel, 1843)'nın karyolojik analizi, II.Uluslararası Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi, 20-22. Mayıs, Kırıkkale.
- Ergene, S., Portakal, E., 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.
- Ergene-Gözükar, S., Çavaş, T., 2002, Cytogenetic analysis of a Mediterranean gobiid fish *Gobius paganellus* L., 1758 From Turkey, *Folia Biologica*, 50(1-2), 5-7.
- Ergene-Gözükar, S., Çavaş, T., 2004, *Garra rufa* (Heckel,1843) (Pisces, Cyprinidae)'nın Bir Karyolojik Analizi. *Turk J Vet Anim Sci* 28, 497-500 © TÜBİTAK
- Eroğlu, O., Afan, F., Firidin, Ş., 2014, Su Ürünlerinde Mikrosatellit Belirteçlerin Kullanımı, Doğu Anadolu Bölgesi V. Su Ürünleri Sempozyumu, 31 Mayıs - 2 Haziran, Elazığ
- Ferguson, A., Hynes, R.A., Prodöhl, P.A and Taggart, J.B., 1995, Molecular approaches to the study of genetic variation in salmonid fishes, *Nordic Journal of Freshwater Researches*, 71, 23-32, ISSN: 1100-4096.
- Gaffaroğlu, M., Yüksel, E., 2004, *Cyprinion Macrostomus* Heckel 1843'un Karyotip Analizi. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi*, Cilt 5, Sayı 2, 235-239
- Gold, J.R., 1974 A Fast and Easy Method for Chromosome Karyotyping in Adults Teleosts, *Prog.Fish Cult.* 36, 169-171

- Gold, J.R., Karel, W.J. and Strand, M.R., 1980, Chromosome Formulae of North American Fishes, The Prog. Fish Cult., 42,1,9-23.
- Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ., 2000, “Gümüş Balığı’nda (*Chalcalburnus mossulensis*, Heckel 1843) Karyotip Analizi”, Doğa Türk Biyoloji Dergisi., 24: 657-662.
- Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ., Kaloğlu, B., 2003, Turk J Vet Anim Sci 27, 1293-1298
- Gül, S., Çolak, A., Sezgin, İ., Kaloğlu, B., 2004, Karyotype analysis in *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) from Lake Hazer, Turk. J. Vet. Anim. Sci., 28, 309-314.
- Güenalp, A., Ayter, Ş., Lüleci, G., 1992, Tıbbi biyoloji, Meteksan, Ankara.
- Hamalosmanoğlu, M., Kuru, M., 2003, Mogan Gölü (Ankara)’nde Yaşayan *Cyprinus Carpio* L., 1758 (Sazan)’nun Karyotip Analizi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 23, Sayı 1, 1-10
- Hamalosmanoğlu, M., Kuru, M., 2004, Mogan Gölü’nde (Ankara) Yaşayan Kadife Balığının (*Tinca tinca* L., 1758) karyotip analizi ve idiogramı. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 28, 143-147.
- Hartley, S.E. and Horne, M.T., 1984c, Chromosome Polymorphism and Constitutive Heterochromatin in the Atlantik salmon, *Salmo salar*, Chromosoma (Berl.), 89, 377-380
- Hartley, S.E., 1988, Cytogenetic studies of Atlantic salmon, *Salmo salar*, L., in Scotland, Journal of Fish Biology, 33, 735-740.
- Heckman, J.R., Allendorf, F.W. and Wright, J.E., 1971, Trout Leucocytes: Growth in Oxygenated Cultures, Science, 173, 246-247
- Heckman, J.R. and Brubaker, P.E., 1970 “Chromosome Preparation from Fish Blood Leucocytes”, Prog. Fish Cult, 32, 206-208.
- Hickling, C.F., 1971, Fish Culture, Faber and Faber Co., London.
- Hisar, S. A., Yanik, T., Hisar, O., 2003, Hatchery and growth performance of two trout pure breeds, *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta fario*, and their hybrid. The Israeli Journal of Aquaculture- Bamidgeh, 55 (3), 154-159.
- Holcik, J., Mihalik, J., 1970, Freshwater fishes, Spring Books, England.
- Kankaya, E., 1998, Gökkuşığı Alabalığı’nda (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) ısı şoku uygulamasıyla triploidi oluşturulması üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, 100. Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Van.
- Keeton, W.T., Gould, J.L., Gould, C.G., 2003, “Kromozomların Bileşimi”, Biological science 5nd ed., W. W. Norton Company, New York, London, Palme Yayıncılık, Ankara, 214-218.
- Kılıç, B., 2006, “Kura-Aras Havzasından *Orthrias tigris* (Heckel 1843) Kromozomal Çalışmalar”, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalı, Kars.
- Kligerman, A.D. and Bloom, S.E., 1976, Sister Chromatid Differentiation and Exchanges in Adult Mudminnow (*Umbra limi*) After In Vivo Exposure to 5-Bromodeoxyuridine, Chromosoma, 56, 101-109
- Labat, R., Larrouy, G., Malaspina, L., 1967, “Technique de Culture des Leucocytes de *Cyprinus carpio*”, G.R. Acad. Sc. Paris, 264: 2473.
- Lozano, R., Rejon, C.R., Rejon, M.R., 1988, “A method for increasing the number of mitosis available for cytogenetic analysis in rainbow trout”, Stain. Ttech., 63, 335-338.
- MacGregor, J.T., Heddle, J.A., Hite, M., Margolin, B.H., Ramel, C., Salamone, M.F., Tice, R.R., Wild, D., 1987, “Guidlines for the conduct of micronucleus assays in mammalian bone marrow erythrocytes”, Mutat. Res., 189, 103-112.

- Maclean, N., Talwar, S., 1984, Injection of cloned genes into rainbow trout eggs. *Journal of Embryology and Experimental Morphology* 82, 187.
- Nelson, C.V., 1999, Chromosomal characterization of cultured populations of Chilean Coho Salmon (*Oncorhynchus kistutch*), *Genet. Mol. Biol.*, 22(1).
- Nur, G., 2006, "Kura-Aras Havzasına Endemik *Acanthalburnus microlepis* (De Filippi 1863) ve *Alburnus filippii* (Kessler 1877)'de Kromozomal Çalışmalar", Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalı, Kars.
- Ohno, S., Muratomo, J., Klein, J., Atkin, N.B., 1969, Diploid-tetraploid relationship in clupeoid and salmonid fish, *Chromosomes Today*, 2, C.D. Darlington and K.R. Lewis (Eds), Oliver and Boyd, Edinburgh, 139-147.
- Örs, T., 2003, "Gökkuşluğu Alabalığı Böbrek Doku Örnekleri ile Karyotip Oluşturulması" *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* Cilt 20 Sayı (3-4): 497-501
- Paever, T., 1992, Rainbow trout strains in the Soviet Union and Estonia, *Aquaculture*, 100, 101.
- Pekol, S. (1999a). Beyler Barajında (Kastamonu) Yaşayan *Cyprinus carpio* (L.,1758)'nin Karyotip Analizi. *Kastamonu Eğitim Derg.* 7(1), 173-178.
- Pekol, S., (1999b), Kastamonu Beyler ve Germeçtepe barajlarındaki *Cyprinus carpio* (L.,1758) populasyonlarının karşılaştırılmalı analizi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 7(2),3-8.
- Purdom, C.E., 1993, *Genetics and fish breeding*, Chapman and Hall Fisheries Series 8, New York, U.S.A., 0-442-31642-9.
- Rasmussen, R. S. and Morrissey, M. T., 2007, *Biotechnology in Aquaculture: Transgenics and Polyploidy*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 6: 2-16.
- Roberts, F.L., 1968, Chromosomal polymorphism in North American landlocked *Salmo salar*, *Can. J. Genet. Cytol.*,10, 865-875.
- Schreck, C.B., Boyle, P.B., 1990, *Methods for fish biology*, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, Library of Congress Catalog Card Number: 90-83196, U.S.A., 0-913235-8-X.
- Sola, L., Cataudella, S., Capanna, E., 1981, New Developments in Vertebrate Cytotaxonomy: III. Karyology of Bony Fishes, *Boll. Zool.*, 50, 159-171.
- Tanyolaç, J., Tanyolaç, T., 1986, *Genel zooloji*, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- Tave, D., 1986, *Genetics for fish hatchery managers*, Avi Publishing Comp. Inc., Connecticut, U.S.A.
- Tave, D., 1999. *Inbreeding and Brood Stock Management*. Fisheries Technical Paper. No. 392. Rome, FAO. 1999. 122p.
- Temizkan, G., 1994, *Genetik I, temel genetik*, 2. Baskı, İ.Ü. Fen Fakültesi Yayınları, no:229, İstanbul.
- Thorgaard, G.H., 1976, Robertsonian polymorphism and constitutive heterochromatin polymorphism in rainbow trout (*Salmo gairdneri*), *Cytogenet. Cell Genet.*, 7(4), 174-184.
- Thorgaard, G.H., 1983. Chromosomal differences among rainbow trout populations, *Copeia*, 3,650-662.
- Thorgaard, G.H., and Disney, J.E., 1990, *Cromozome Preparation and Analysis*, In *Methods for Fish Biology*, C.B. Schreck and P.B. Moyle (eds). American Fisheries Society, Maryland, USA.

- Timur, G., Timur, M., 2003, Balık hastalıkları, İstanbul Üniversitesi Yayınları, no:4426, İstanbul.
- Topaktaş, M., Rencüzoğulları E.,1995, Sitogenetik, Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Adana, ISBN: 975-487-026-8.
- Turan, C., 2002, Genetik, Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, no: 2, Hatay.
- Turan, C., Karcioğlu, M., Hazar, D., Sevenler, S., 2002, *Barbus* (Cyprinidae) Türlerinin Sitogenetik Analizi.Balıkçılık Genetiği Laboratuvarı,Temel Bilimler Bölümü, Su Ürünleri Fakültesi, Mustafa Kemal Üniversitesi, 31040, Antakya/HATAY
- Ulupınar, M., Alaş, A., 2002, Balık Sitogenetiği ve Laboratuar Teknikleri, Ders Kitabı, 975-93178-0-X.
- Ulupınar, M., Okumuş, İ., 1997, “Gökkuşacağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) Kromozom Analizi İçin Islah Edilmiş Bir Metod”, IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Isparta, 17-19 Eylül 1997, Süleyman Demirel Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Eğirdir.
- Ulupınar, M., Okumuş, İ., 1998, An investigation on the chromosome structure of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in a commercial farm in Turkey, The Proceedings of First International Symposium on Fisheries and Ecology, 2-4 September, Trabzon.
- Ulupınar, M., Okumuş, İ., 2002, Kuzey-Doğu Karadeniz’ de yetiştiriciliği yapılan gökkuşacağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) kromozom farklılıklarının belirlenmesi, Turk. J. Vet. Anim. Sci., 26, 525-533.
- Vasil'yev, V.B., 1980, Chromosome Numbers in Fis-Like Vertebrates and Fish, J. Ichthyool., 20, 387-422
- Vitturi, R., Catalano, E., Colombera, D., 1993, “Chromosome analysis of *Bothus podas* (Pisces, Pleuronectiformes) from the Mediterranean Sea”, J Fish Biol., 43: 221-227.
- Watson, J. D. ve Crick, F. H. C., 1953, A structure for DNA. Nature 171: 737-738.
- Wolf, K., Quimby, M.C., 1969, “Fish Cell and Tissue Culture”, Fish Physiology., Vol. 3, N.Y, Akademic Press.
- Yamazaki, F.A., 1971, “Chromosome of the Syu, a Salmonid Fish”, Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 37(8):707-710.
- Yeşilbağ, D., 2004. tarımsal ve hayvansal ürünlerde modern biyoteknoloji ve organik üretim Uludag Univ. J.Fac. Vet. Med. 23, 1-2-3: 157-162.
- Yılmaz,M., Özbaş,M., Kılıç,M.A., 2009, Alabalıklarda Gen Transferi, Doğal Alabalık Çalıştayı 22-23 Ekim.
- Yu, X., Zhou, T., Li, K., Zhou, M., 1987, On the Karyosystematics of Cyprinid Fishes and Summary of Fish Chromosome Studies in China, Genetica, 72, 225-236
- Yunis, J.Y., 1974, “Human chromosome methodology”, Academic Press, New York.
- Zacharias, H., 2001, Historical Feature, Chromosome Research, 9, 345-355.
- Zhu, Z., Li, G., He, L., Chen, S., 1985, Novel gene transfer into the fertilized eggs of goldfish (*Carassius auratus* 1758). Journal of Applied Ichthyology 1:31-33

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Erzurum'un Oltu İlçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Zonguldak İlinin Çaycuma İlçesinde tamamladı.1994 yılında girdiği İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünden 2000 yılında mezun oldu. 2009 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans eğitimini 2015 yılında tamamladı. Atatürk Üniversitesi Vakfı Ortaokulunda Fen Bilimleri Öğretmeni olarak görev yapmaktadır. Evli ve 2 çocuk babasıdır.