

***GARRA RUF*A ve *GARRA VARIABILIS*'İN
MORFOMETRİK ve SİTOGENETİK YÖNDEN
KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ**

ARZU KARAHAN

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

DOKTORATEZİ

MERSİN

HAZİRAN – 2007

***GARRA RUFA* ve *GARRA VARIABILIS*'İN MORFOMETRİK ve
SİTOGENETİK YÖNDEN KARŞILAŞTIRMALI OLARAK
İNCELENMESİ**

ARZU KARAHAN

**Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Biyoloji
Anabilim Dalı**

DOKTORATEZİ

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Serap ERGENE**

***MERSİN*
Haziran - 2007**

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy birliği ile Doktora Tezi olarak kabul ediyoruz.

Tez Danışmanı
Prof. Dr. SERAP ERGENE

Jüri Üyesi
Prof. Dr. MUSTAFA KURU

Jüri Üyesi
Prof. Dr. M. EMİN ERDAL

Jüri Üyesi
Doç. Dr. YASEMİN KAÇAR

Jüri Üyesi
Doç. Dr. SÜPHAN KARAYTUĞ

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../.....tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mahir TURHAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Bu çalışmada *Garra rufa* ve *G. variabilis*'in morfolometrik ve sitogenetik yönden karşılaştırmalı olarak incelenmesi yapılmıştır. Kromozom analizleri havada kurutma tekniği modifiye edilerek yapılmıştır. Tez kapsamında Mersin bölgesinden 87, Hatay Asi Nehrinden 82, Kahramanmaraş Andırın Deresi'nden 51 ve Sivas Balıklı Kaplıca'dan 40 *G. rufa*, Mardin Savur Nehri'nden 81 *G. variabilis* örneği alınmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Mersin ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısının 2N=50 (♀NF= 86), kromozom dağılımının 26M:10SM:8ST:6A (♀); Hatay ili *G. rufa* örneklerinin 2N kromozom sayısı 46 (NF=80), kromozom dağılımı 22M:12SM:8ST:4A (♀), 22M:12SM:7ST:5A (♂); Kahramanmaraş ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı 2N=46 (♀NF=84; ♂NF=82), kromozom dağılımı 32M:6SM:6ST:2A (♀), 31M:6SM:6ST:3A (♂); Sivas ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı 2N=50 (♀NF=92), kromozom dağılımı 28M:14SM:4ST:4A(♀); Mardin *G. variabilis* örneklerinin kromozom sayısı 2N=102 (♀NF=162, ♂NF=160), kromozom dağılımı 42M:18SM:24ST:18A(♀), 41M:18SM:24ST:19A(♂) olarak belirlenmiştir. *G. variabilis*'in ayrıntılı karyotipi bu çalışma ile ilk kez tanımlanmıştır. Beş bölge için *G. rufa* ve *G. variabilis* kromozomlarında Giemsa bantlama, sentromer bantlama, quacriline boyama ve Ag-NOR boyama teknikleri kullanılmıştır. Ayrıca Kahramanmaraş ve Hatay *G.rufa*, Mardin *G. variabilis* örneklerinin eşey kromozomları belirlenmiştir. Bu türlerin sistematik açıdan önemli 24 metrik ve meristik karakteri 210 birey üzerinde incelenmiştir. Morfolometrik karakterler, 5 grup arasındaki farklılıkları ortaya çıkarmak için ANOVA discriminant analizi ile karşılaştırılmıştır. Yapılan istatistik analizlerde ölçümü yapılan metrik ve meristik karakterler yönünden bölgeler arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *G. rufa*, *G. variabilis*, Tripsin bantlama, sentromer bantlama, Q bantlama, NOR boyama, karyotip, morfolometrik özellikler

ABSTRACT

In this study cytogenetic and morfometric characteristics of *Garra rufa* and *G. variabilis* were investigated. Chromosome analyses were carried out by modified air-dried technique. The samples collected from five different regions in Turkey. *G. rufa* from Mersin region (87 individuals), Asi River in Hatay (82 individuals), Andırın River in Kahramanmaraş (51 individuals), and Sivas region (40 individuals) and *G. variabilis* from Savur River in Mardin (81 individuals). As a result, it was determined that the diploid chromosomes number of Mersin *G. rufa* is $2N=50$ ($\text{♀NF}=86$), karyotype of this species included $26M:10SM:8ST:6A$ (♀); chromosomes; the diploid chromosomes number of Hatay *G. rufa* is $2N=46$ ($\text{♀NF}=80$), karyotype of this species included $22M:12SM:8ST:4A$ (♀), $22M:12SM:7ST:5A$ (♂); the diploid chromosome number of Kahramanmaraş is *G. rufa* $2N=46$ ($\text{♀NF}=84$; $\text{♂NF}=82$), karyotype of this species included $32M:6SM:6ST:2A$ (♀), $31M:6SM:6ST:3A$ (♂); the diploid chromosomes number of Sivas *G. rufa* is $2N=50$ ($\text{♀NF}=92$), karyotype of this species included $28M:14SM:4ST:4A$ (♀) and the diploid chromosomes number of Mardin *G. variabilis* is $2N=102$ ($\text{♀NF}=162$, $\text{♂NF}=160$), karyotype of this species included $42M:18SM:24ST:18A$ (♀), $41M:18SM:24ST:19A$ (♂). The detailed karyotype of *G. variabilis* was determined for the first time by this study. Sex chromosomes of Kahramanmaraş and Hatay *G. rufa*, Mardin *G. variabilis* was determined. Giemsa banding, sentromer banding, Q banding and Ag-NOR banding technique were also used in these five groups. Twenty four systematically important meristic and metric characters of these species were examined for 210 specimens and the morphometric characters were compared with ANOVA discriminant analyses in order to reveal resemblance and difference between five groups. The differences between regions's meristic and metric characters were statistically significant.

Key Words: *G. rufa*, *G. variabilis*, chromosome, Karyotype, Morphometric Characters, Giemsa banding, Sentromer banding, Q Banding, NOR banding

TEŞEKKÜR

Çalışmalar süresince laboratuvar, arazi ve değerlendirmelerdeki yardımlarından dolayı değerli danıőman hocam Prof. Dr. SERAP ERGENE'ye yakın ilgi, anlayıő ve desteği için çok teşekkür ederim. Ayrıca çalıőmalarımın ve sonuçlarının değerlendirilmesinde görüő ve önerilerinde yararlandığım sayın Prof. Dr. M. EMİN ERDAL ve sayın Doç. Dr. YASEMİN KAÇAR'a teşekkür ederim.

Çalıőmalarım süresince maddi ve manevi destekleri için AİLEM'e ve özellikle tüm arazi çalıőmalarımda yanımda olan ANNEM'e ve BABAM'a sonsuz teőekkürler.

Mardin ili Savur ilçesindeki arazi çalıőmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen HIDIR BALCI ve Aile'sine, Hatay ili arazi çalıőmalarım sırasında her türlü desteği sağlayan ZAFER ORANLI ve Aile'sine, Sivas Vali Yardımcısı Sayın METE BUHARA'ya, Sivas Kangal ilçesi balıklı kaplıca çalıőanlarına teőekkürü borç bilirim. İstatistik analizlerindeki yardımları için Sayın Yrd. Doç Dr. BAHAR TAŐDELEN'e teőekkürler.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Sistematikte Kullanılan Morfometrik Karakterler.....	5
2.2. Balıklarda Sitogenetiğin Sistematik Amaçlı Kullanılması.....	7
2.3. Türleşme Mekanizmaları	14
3. MATERYAL ve METOT.....	16
3.1. Çalışma Alanının Tanımı ve Örneklerin Toplanması.....	16
3.2. Örneklerin Laboratuara Getirilmesi ve Laboratuvar Çalışmaları.....	20
3.2.1. Metrik ve Meristik Karakterlerin Ölçümü	20
3.2.2. Sitogenetik Çalışmalar ve Kromozom Preparasyonu	22
3.2.2.1. Giemsa Bantlama	22
3.2.2.2. Sentromer Bantlama	23
3.2.2.3. Quinacrine Bantlama	24
3.2.2.4. AgNOR Boyama.....	25
3.3. Preparatların İncelenmesi, Karyogram ve İdiogramların Hazırlanması.....	26
3.4. İstatistik Analizi.....	26
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	27
4.1. BULGULAR.....	27
4.1.1. <i>Garra rufa</i> ve <i>Garra variabilis</i> 'e Ait Metrik ve Meristik Bulgular.....	27
4.1.2. Sitogenetik Bulgular.....	40
4.1.2.1. <i>Garra rufa</i> 'ya Ait Sitogenetik Bulgular.....	40
4.1.2.1.1. Mersin <i>Garra rufa</i> 'ya Ait Sitogenetik Bulgular.....	40
4.1.2.1.2. Hatay <i>Garra rufa</i> Sitogenetik Çalışmaları.....	48
4.1.2.1.3. Kahramanmaraş İli <i>Garra rufa</i> 'ya Ait Sitogenetik Bulgular.....	56
4.1.2.1.4. Sivas İli <i>Garra rufa</i> Örneklerine Ait Sitogenetik Bulgular.....	64
4.1.2.2. Mardin <i>Garra variabilis</i> 'e Ait Sitogenetik Bulgular.....	73
4.1.3. <i>Garra rufa</i> ve <i>Garra variabilis</i> 'e Ait Sitogenetik Veriler.....	86

4. 2. TARTIŞMA	90
4.2.1. <i>Garra rufa</i> ve <i>Garra variabilis</i> 'in Morfometrik Karakterlerinin Karşılaştırılması.....	90
4.2.2. <i>Gara rufa</i> ve <i>Garra variabilis</i> 'in Sitogenetik Olarak Karşılaştırılması	93
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	99
6. KAYNAKLAR.....	102
7. ÖZGEÇMİŞ.....	110

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	SAYFA
Çizelge 3.1. Yapılan arazi çalışmaları ve alınan örnek sayıları.....	17
Çizelge 3.2. İncelenen metrik ve meristik karakterler.....	21
Çizelge 4.1. Bölgelere göre <i>G. rufa</i> ve <i>G. variabilis</i> örneklerinin morfometrik karakterlerinin ortalama değerleri ve standart hataları.....	30
Çizelge 4.2. Grupların Anova testi ile karşılaştırmaları	31-35
Çizelge 4.3. Grupların Anova testi ile karşılaştırılmasının önemlilik değerleri.....	36
Çizelge 4.4. <i>G.rufa</i> ve <i>G.variabilis</i> populasyonlarının meristik değerleri.....	39
Çizelge 4.5. Mersin <i>G.rufa</i> 'nın kromozom sayısının sıklık analizi	41
Çizelge 4.6. Mersin <i>G. rufa</i> örneklerine ait olan kromozom kol ölçümleri	47
Çizelge 4.7. Hatay <i>G.rufa</i> 'nın kromozom sayısının sıklık analizi	49
Çizelge 4.8. Hatay <i>G. rufa</i> örneklerine ait olan kromozom kol ölçümleri	55
Çizelge 4.9. Kahramanmaraş <i>G.rufa</i> 'nın kromozom sayısının sıklık analizi.....	57
Çizelge 4.10. Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> örneklerine ait kromozom kol değerleri	63
Çizelge 4.11. Sivas <i>G. rufa</i> 'nın kromozom sayısının sıklık analizi	65
Çizelge 4.12. Sivas <i>G. rufa</i> örneklerine ait kromozom kol değerleri	72
Çizelge 4.13. Mardin <i>G. variabilis</i> 'in kromozom sayısının sıklık analizi.....	74
Çizelge 4.14. <i>G. variabilis</i> 'in kromozom ölçüm sonuçları ve sentromer pozisyonları	85-86
Çizelge 4.15. Bölgelere göre <i>Garra</i> örneklerinin kromozom sayıları ve dağılımları	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA
Şekil 3.1.	Arazi çalışmalarının yapıldığı alanlar.18
Şekil 3.2.	Mersin bölgesinden <i>Garra rufa</i> örneği19
Şekil 3.3.	Hatay bölgesinden <i>Garra rufa</i> örneği19
Şekil 3.4.	Kahramanmaraş bölgesinden <i>Garra rufa</i> örneği19
Şekil 3.5.	Sivas bölgesinden <i>Garra rufa</i> örneği19
Şekil 3.6.	Mardin bölgesinden <i>Garra variabilis</i> örneği19
Şekil 3.7.	<i>G. variabilis</i> 'nin şematik görüntüsü20
Şekil 4.1.	Mersin, Hatay ve Kahramanmaraş avlanma alanları.....28
Şekil 4.2.	Mardin avlanma alanı.....29
Şekil 4.3.	Sivas avlanma alanı.....29
Şekil 4.4.	<i>G. rufa</i> ve <i>G. variabilis</i> populasyonlarının Canonikal analiz yöntemi ile karşılaştırılması38
Şekil 4.5.	Mersin <i>G. rufa</i> metafaz görüntüleri 10x10.....42
Şekil 4.6.	Mersin <i>G. rufa</i> 'ya ait metafaz görüntüsü 10x100 ♀.....42
Şekil 4.7.	Mersin <i>G. rufa</i> 'nın metafaz görüntüsü 10x100 ♀.....43
Şekil 4.8.	Mersin <i>G. rufa</i> 'ya ait karyotip 10x100♀.....43
Şekil 4.9.	Mersin <i>G. rufa</i> 'ya ait Giemsa bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀44
Şekil 4.10.	Mersin <i>G. rufa</i> 'ya ait Giemsa bantlama karyotipi...10x100 ♀.....44
Şekil 4.11.	Mersin <i>G. rufa</i> 'ya ait C bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀.....45
Şekil 4.12.	Mersin <i>G. rufa</i> 'ya ait sentromer bantlama karyotipi.....45

Şekil 4.13.	Mersin <i>G. rufa</i> 'ya ait AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100♀	46
Şekil 4.14.	Mersin <i>G. rufa</i> 'ya ait AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100♀	46
Şekil 4.15.	Mersin <i>G. rufa</i> örneklerine ait idiogram.....	48
Şekil 4.16.	Hatay <i>G. rufa</i> metafaz görüntüsü 10x100 ♂.....	50
Şekil 4.17.	Hatay <i>G. rufa</i> karyotipi 10x100♂.....	50
Şekil 4.18.	Hatay <i>G. rufa</i> metafaz görüntüsü 10x100 ♂.....	51
Şekil 4.19.	Hatay <i>G. rufa</i> karyotipi 10x100♂.....	51
Şekil 4.20.	Hatay <i>G. rufa</i> sentromer bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀.....	52
Şekil 4.21.	Hatay <i>G. rufa</i> sentromer bantlama karyotipi 10x100 ♀.....	52
Şekil 4.22.	Hatay <i>G. rufa</i> Giemsa bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂.....	53
Şekil 4.23.	Hatay <i>G. rufa</i> Giemsa bantlama karyotipi 10x100 ♂.....	53
Şekil 4.24.	Hatay <i>G. rufa</i> AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂.....	54
Şekil 4.25.	Hatay <i>G. rufa</i> AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂.....	54
Şekil 4.26.	Hatay <i>G. rufa</i> ait idiogram	56
Şekil 4.27.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> 'nın metafaz görüntüsü 10x100.....	58
Şekil 4.28.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> 'ya ait sentromer bantlama 10x100.....	59
Şekil 4.29.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> örneklerine ait sentromer bantlama karyotipi 10x100.....	59
Şekil 4.30.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> örneklerine ait Giemsa bantlama 10x100 ♀	60
Şekil 4.31.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> örneklerine ait Giemsa bantlama karyotipi 10x100 ♀	60

Şekil 4.32.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> örneklerine ait Ag-NOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂.....	61
Şekil 4.33.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> örneklerine ait Ag-NOR boyama karyotipi ♂	61
Şekil 4.34.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> örneklerine ait Q bantlama metafaz ♀ 10x100.....	62
Şekil 4.35.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> örneklerine ait Q bantlama karyotipi ♀ 10x10.....	62
Şekil 4.36.	Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> 'nın idiogramı	64
Şekil 4.37.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait metafaz görüntüsü 10x100 ♀.....	65
Şekil 4.38.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait metafaz görüntüsü 10x100 ♀.....	65
Şekil 4.39.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait metafaz görüntüleri 20x10 ♀.....	66
Şekil 4.40.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait Giemsa bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀.....	67
Şekil 4.41.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait Giemsa bantlama karyotipi 10x100 ♀	67
Şekil 4.42.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait C-bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀.....	68
Şekil 4.43.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait C-bantlama karyotipi 10x100 ♀.....	68
Şekil 4.44.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀	69
Şekil 4.45.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀	69
Şekil 4.46.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait AgNOR bantlama karyotipi 10x100 ♀.....	70
Şekil 4.47.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait Q bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀	71
Şekil 4.48.	Sivas <i>G. rufa</i> 'ya ait Q bantlama karyotipi 10x100 ♀.....	71
Şekil 4.49.	Sivas <i>G. rufa</i> 'nın idiogramı	73
Şekil 4.50.	<i>G. variabilis</i> 'e ait metafaz görüntüsü 10x100	75

Şekil 4.51.	<i>G. variabilis</i> 'e ait Giemsa bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂...76
Şekil 4.52.	<i>G. variabilis</i> 'e ait Giemsa bantlama karyotipi 10x100 ♂77
Şekil 4.53.	<i>G. variabilis</i> 'e ait C bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂78
Şekil 4.54.	<i>G. variabilis</i> 'e ait C bantlama karyotipi 10x100 ♂79
Şekil 4.55.	<i>G. variabilis</i> 'e ait AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀...80
Şekil 4.56.	<i>G. variabilis</i> 'e ait AgNOR bantlama karyotipi 10x100 ♀81
Şekil 4.57.	<i>G. variabilis</i> 'e ait Q bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂82
Şekil 4.58.	<i>G. variabilis</i> 'e ait Q bantlama karyotipi 10x100 ♂83
Şekil 4.59.	<i>G. variabilis</i> 'in idiogramı ♀.....84
Şekil 4. 60.	Hatay ve Kahramanmaraş <i>G. rufa</i> populasyonlarının Giemsa bantlama karyogramları.....88
Şekil 4. 61.	Mersin ve Sivas <i>G. rufa</i> populasyonlarının Giemsa bantlama karyogramları88
Şekil 4. 62	<i>G. variabilis</i> 'in Giemsa bantlama karyogramı89

1. GİRİŞ

Küresel ısınma, yoğun pestisit kullanımı, aşırı av baskısı gibi nedenlerden dolayı biyolojik çeşitliliğin ciddi bir tehdit altında olduğu günümüzde var olan türlerin tanınması, tanıtılması ve korunması gerekmektedir. Bölgesel dağılımın yarattığı izolasyonların türlerin genetik yapılarında meydana getirebileceği olası değişikliklerin ortaya çıkarılması hem evrimsel sürecin işleyişini hem de ülkemiz biyolojik çeşitliliğinin oluşumunun açıklamasına katkı sağlayacaktır.

Türleşmeyi incelemek, yaşam tarihi çalışmalarına bir temel sağlamanın yanında, bazı önemli pratik uygulamalara da sahiptir. Bu konuları anlamak, biyolojik çeşitliliğin korunması için etkili bir strateji geliştirilmesi ve gen mühendisliğiyle üretilip çevreye bırakılan organizmaları yönetmek açısından önemlidir [1].

Bugün yaşayan tüm organizmaların ataları yaşamın açığa çıktığı yaklaşık 3,8 milyar yıl öncesine dayanmaktadır. O günden bu yana populasyonların bölünmesi ve yeni türler oluşturmak üzere farklılaşması şeklinde milyonlarca dallanma olayı meydana gelmiştir. Yeni canlı formların oluşması türlerin ortaya çıkması, evrim teorisinin odak noktasıdır; biyolojik çeşitliliğin ortaya çıkması yeni türler sayesinde olur. Evrim kuramı aynı zamanda, yeni taksonomik grupların ortaya çıktığı makroevrimi de açıklamalıdır. Türleşme, anahtar süreçtir; çünkü herhangi bir cins, familya ya da daha yüksek düzeydeki takson, daha yüksek bir taksonun başlangıç üyesi olmak için yeterli yeniliklere sahip olan yeni bir tür ile ortaya çıkar [2].

Balık kromozomlarının sayı ve morfolojileri üzerine yapılan çalışmaların hibritleme, sınıflandırma ve evrim araştırmalarına yararlı olduğu belirlenmiştir. Günümüzde balık sitogenetiği birçok araştırmacı tarafından yoğun olarak çalışılan konular arasındadır. Balıklar üzerinde yapılan sitogenetik çalışmalar çeşitli amaçlara hizmet etmektedir [3–5]. Balıklarda genetik yapının bilinmesi, ıslah çalışmaları yanında, sistematik kategorilerin belirlenmesi ve canlılığın çevresel etkilerden özellikle de kirleticilerden ne ölçüde etkilendiğinin ortaya çıkarılmasını sağlamasını bakımından da önemlidir.

Ayrıca balıklarda sitogenetik çalışmalar su kirliliğinin indikatörü olarak mutasyonlar ve mutajenlerin belirlenmesinde ve bunların yanında evrimsel anlamda filogenetik ilişkilerin ortaya çıkarılmasında kullanılmaktadır [6–9]. Bunlara ek olarak balıkların karyolojik karakterlerinin ortaya konulması daha verimli bireylerin üretilmesine de olanak sağlayabilmektedir.

Kromozom analizleri balıklar konusunda genetik savlının ve evrimsel çeşitliliğin açıklanması çalışmalarında oldukça önemlidir. Çünkü kromozom sayıları akraba olmayan türlerde çoğunlukla farklı olup tür tanımlamalarında kromozom analizleri ve diğer birçok faktörle beraber oldukça kullanışlıdır. Ayrıca morfoloji ve kromozom çeşitlerindeki benzerlikler evrimsel ilişkinin saptanmasında kullanılabilir. Ancak ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır [10–18].

Dünyada 20.000 civarında balık türü yaşamaktadır ve bunlardan yaklaşık 3000 tanesinin kromozom sayısı belirlenmiş ve karyotipleri çıkarılmıştır [3]. Karyotip çalışmaları tür seçiminde, verimli türün üretiminin yönlendirilmesinde ve sitotoksik kimyasalların izlenebilmesinde önemli katkılar sağlayacaktır [3].

Türkiye zoocoğrafik açıdan incelendiğinde bir kıta özelliği göstermektedir ve tür çeşitliliği açısından oldukça zengin bir ülkedir. Özellikle iç sular ve burada yaşayan balık faunası bakımından zengin olan ülkemizde tatlı su balıklarının sistematüğinde bazı türlerin birbirlerine yakınlıkları ve farklılıkları konusunda çeşitli sorunlar yaşanmaktadır. Hangi konuda çalışılırsa çalışılsın üzerinde inceleme yapılan canlının ne olduğunun kesin olarak bilinmesi gerekir ve bu nedenle de tür ayırımının mutlaka net olarak yapılması gerekmektedir. [19–26]

Günümüze kadar yapılan tüm tanımlamalarda çoğunlukla metrik ve meristik karakterlerin incelenmesi yoluyla tanımlamalara gidilmiştir. Ancak son yıllarda bu yöntemin tek başına yeterli olmadığı görülmüş ve bunun yanına karyolojik özellikler, biyokimyasal ve moleküler parametreler de eklenmiştir. [27,28]

Balık karyolojisinin ortaya çıkarılmasının çeşitli güçlükleri bulunmaktadır. Bunların başında kromozomların çok sayıda ve küçük olması, aynı zamanda balık kromozom preparasyonu için standart bir teknik bulunmaması gelmektedir. Balıkların diğer omurgalı türlerine göre sayı ve morfoloji olarak daha düzensiz bir kromozom içeriğine sahip olması ve özellikle memeliler için geliştirilmiş olan sitogenetik analiz tekniklerinin balık türleri için kullanılabilirliğinin kısıtlı olması da karyolojik analizleri güçleştirmektedir. Bu nedenle her bir balık türüne özgü yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Garra cinsinin dâhil olduğu *Cyprinidae* familyası tür sayısı bakımından en zengin ve en önemli balık familyalarından biridir ve dünyanın farklı bölgelerine yayılmıştır. Türkiye’de bulunan kemikli balıkların büyük bir kısmı bu familyaya aittir ve yaygın olarak tatlı su kaynaklarında bulunmaktadır. Dünyada bu familya yaklaşık 1500 türle temsil edilir ve bunların 30 cins ve 70 türü Türkiye’de bulunmaktadır. *Cyprinidae* familyasına ait *Garra* cinsi özellikle ülkemizin güney bölgelerinde yaygındır ve 2 türle temsil edilmektedir. [21, 22, 24]. Bunlardan özellikle “doktor balık” olarak adlandırılan *Garra rufa* Sivas çermiklerinde yüksek sıcaklıkta yaşamakta birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. *G. rufa* özellikle sedef hastalığı ve çeşitli deri hastalıklarında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır [15]. Son zamanlarda yurt dışına kaçırılan *G. rufa* orada üretilip içinde Türkiye’nin de bulunduğu çeşitli dünya ülkelerine tedavi amaçlı olarak pazarlanmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında genetik yapısının netleştirilmesi daha da önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada iki türün farklı coğrafik bölgelere dağılmış popülasyonlarının genetik yapıları ve morfometrileri incelenmiştir. *G. rufa* türünün farklı coğrafik bölgelerde yayılış gösteren popülasyonlarının genetik varyasyona sahip olup olmadığı ve *G. rufa*’ya çok yakın akraba olan *G. variabilis* ile genetik ve morfometrik farklılıklarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında incelenmiş olan *G. rufa* Sivas çevresi ve Anadolu’nun güneyindeki tatlı sularda doğal olarak bulunmakta ayrıca suni yollarla birçok bölgeye de yayılmıştır, *G. variabilis* ise Dicle-Fırat sisteminde bulunmaktadır. Çalışmada iki

yakın türün metrik meristik karakterleri incelenmiş, Giemsa, sentromer, quanacrine ve Ag-NOR boyama teknikleri kullanılarak karyolojik analizleri yapılmıştır. Günümüzde sistematığın artık sadece homolog organlara dayalı olarak yapılması yeterli gelmemekte, buna ek olarak kalıtsal özelliklerinin de belirlenerek daha sağlam temellere oturtulması gerekmektedir. Bu çalışma ile ülkemiz biyolojik zenginliklerinin tanımlanması, korunması ve bu türlerin ülke ekonomisine kazandırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Sistematikte Kullanılan Morfometrik Karakterler

Morfometrik karakterlere göre tür tanımlanması kullanılan en eski yöntemlerdendir. Son zamanlarda tür teşhisinde morfometrik verilerin yanında genetik karakterlerinde incelenerek değerlendirilmesi morfometrik verilerin desteklenmesini sağlamıştır.

Kuru [23], Türkiye’de bulunan dört *Chondrostoma* (Cyprinidae) türünün 443 örneğini 25 önemli sistematik özellik bakımından incelemiş ve birbirleriyle karşılaştırmıştır. Çalışmada, özelliklerin önem farkını kontrol için T-testi ve farklılık katsayısı bağıntısından yararlanıldığı belirtilmiştir. Elde edilen verilere göre daha önce düşünüldüğü gibi Türkiye *Chondrostoma* örneklerinin bu çalışmadan elde edilen verilere göre dört ayrı tür hatta alttür olarak kabul edilemeyeceği ifade edilmiştir.

Ergene ve ark. [29], yaptıkları çalışmada Göksu Deltası’nda bulunan Akgöl Paradeniz Lagünü ve bunlara dökülen drenaj kanallarında yaşayan *Clarias lazera* (Valeciennes. 1840) ile Asi Nehri’nde yaşayan *C. lazera* bireylerini metrik ve meristik karakterler yönünden karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Çalışmada morfometrik olarak her bireyden 25 karakter ölçüldüğü, meristik olarak da 3 karakter sayıldığı belirtilmiştir. Ölçülebilen ve sayılabilen karakterlerin, istatistiksel analizlerden geçirilerek iki farklı populasyon arasındaki benzerlik ve farklılık oranlarının karşılaştırıldığı ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda *C.lazera*’nm her iki populasyonuna ait vücut oranları yapılan istatistiksel değerlendirmede bu populasyonların ileri derecede birbirlerinden farklılaştıkları belirtilmiştir.

Mizoguchi ve ark. [30], Brezilya’da bulunan *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842) türünün 4 farklı populasyonunu sitogenetik ve morfometrik olarak incelemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda çalışılan 4 farklı populasyonun birbirinden tamamen ayrıldığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen

morfometrik verilerin değerlendirilmesi için Canonical değişim analiz yönteminin kullanıldığı ifade edilmiştir. Populasyonlar arası farklılıkları analiz etmek için kullanılan karakterlerden en önemli bulunanlarının; standart uzunluk, rostradorsal mesafe, göz çapı ve burun uzunluğu olduğu belirtilmiştir.

Cakic ve ark. [31] dört farklı bölgeden alınan *Syngnathus abaster* populasyonlarıyla yaptıkları biyometrik analiz sonucunda, *Syngnathus* populasyonları arasında incelenen 6 meristik karakterin 3'ünde ve 18 morfometrik karakterin 16'sında önemli farklılıklar bulunduğu belirtmişlerdir. Danube nehrinden toplanan *S. abaster* populasyonunun, özellikle 4 morfometrik karakter bakımından diğer populasyonlardan önemli derecede farklılaştığı ifade edilmiştir. Bu önemli karakterlerin predorsal mesafe, preanal mesafe, postdorsal mesafe ve baş uzunluğu olduğu belirtilmiştir.

Altun [32] *Atherina boyeri*'nin Gelibolu ve Eceabat'tan aldığı deniz, İznik gölünden aldığı tatlı su populasyonlarında metrik ve meristik karakterler bakımından farklar gösterdiğini tespit etmiştir. Ancak bu farkların populasyon düzeyinde olduğunu, Akdeniz Havzası'ndan verilen varyasyon sınırları içinde kaldığını ve bunun populasyonlar arasında kesin bir ayırım yapma olanağı vermediğini bildirmiştir. Ayrıca premaksillerin, pulların ve omurların biçimi ile renk farkları üç populasyon arasındaki en önemli ayırt edici özellikleri olduğunu belirtmiştir.

İlhan ve ark. [33] çalışmalarında 18 farklı bölgeden aldıkları 187 *Carassius* örneği üzerinde ligne-lateral, ligne-transversal pul sayıları, dorsal ve anal yüzgeç ışın sayıları, dorsal ve anal yüzgeçlerin sonuncu basit ışınlarının posteriyör kenarındaki çentik sayıları, birinci solungaç yayı üzerindeki solungaç diken sayılarını belirlemişlerdir. Maksimum vücut yüksekliği ve standart boy ölçümlerini yapmışlardır. Çalışma sonucunda, örnekleme yapılan bölgelerin iç sularında halen yaşamakta olan üç *Carassius* türü belirlenmiş ve bu türlere ait bazı tanımlayıcı özellikler özetlenmiştir.

Kaya [17] *Capoeta capoeta* (Guldenstandt, 1773) ve *C. barroisi* (Lortet, 1894)'in sitogenetik ve morphometrik analizlerini yapmıştır. Çalışmalarının

sonucunda *C. capoeta*'nın kromozom sayısını $2N=150$, kromozom dağılımını 34 M, 66 SM, 12 ST, 38 A(NF= 250), *C. barroisi*'nin diploit kromozom sayısını $2N=150$ (NF= 230) kromozom dağılımını 26 M, 54 SM, 26 ST, 38 A olarak bulmuştur. *C. capoeta* ve *C. barroisi*'nin morphometrik analizlerinde iki türün ileri derecede birbirlerinde farklılaştıklarını bildirmiştir.

2.2. Balıklarda Sitogenetiğin Sistematik Amaçlı Kullanılması

Soltis ve ark. [34]'na göre aynı atasal türden ortaya çıkan poliploid türlere otopoliploid türler denir. Farklı türler arasındaki hibritleşme olayları sonucunda ortaya çıkan poliploid türlere ise allopoliploid (allopolyploid) türler denir. Kesin sayılar olmamakla birlikte, allopoliploidinin otopoliployidiye oranla önemli derecede daha yaygın olduğu düşünülmektedir.

Patton ve Sherwood [35]'a göre, pek çok çalışmada yakın akraba türler arasındaki kromozomal farklılıklar ölçülmüş ve genetik izolasyondan kromozomal uyumsuzlukların sorumlu olduğu iddia edilmiştir. Fakat birçok durumda, türleşme meydana geldikten sonra başka faktörler nedeniyle kromozomal farklılıkların oluşmasının daha olası olduğunu bildirmişlerdir.

Türleşmenin genetik analizinde uygulanan temel strateji haritalanan fenotipik ya da moleküler belirteçler ile yakın zamanlarda ayrılmış türlerin F_2 döllerindeki özelliklerin dağılımı arasında bağıntılar aramaktır. Türleşme yaşam ağacında yeni dalların oluşmasını sağlayan bir olgudur [1].

Arkhipchuk [20] tarafından *G. rufa*'nın $2n: 44 - 52$ kromozom sayısına sahip olduğu belirtilmiştir.

Ergene ve Çavaş [15] yapmış oldukları çalışmada *G. rufa*'nın $2n = 44$ kromozom sayısına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Karyotipik analiz sonucunda *G. rufa*'nın 22 Metasentrik, 20 Submetasentrik, satellit taşıyan 2 Akrosentrik kromozoma sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Ueda ve ark [36] Cyprinidlerdeki kromozom sayısı genellikle $2n=100$, 50 veya 48 olsa da Acheilognathinae'lerde bu sayının 42–48 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

NOR bölgeleri balıklarda önemli bir kromozomal belirteç olarak kullanılmaktadır. Sayısı ve kromozom üzerindeki konumu cins, tür ya da populasyonlara göre değişmektedir. Diğer taraftan NOR bölgeleri Salmonidae ve Cyprinidlerde filogenetik çalışmalarda kullanılmaktadır. Hong & Zhou *A. gracilis* ile yaptığı C bantlama çalışmasında sentromerik kaynaşmadan dolayı *A. gracilis*'nin kromozom sayısının $2n=44$ 'den $2n=42$ 'ye değişimi göstermiştir. Jonn & Miklos heterokromatin bölgelerinin nicelik ve konumunun türleşmede çok önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir [36]

Guegan ve ark. [37]'nin belirttiğine göre, morfolojileri farklı olan bazı populasyonların kromozomal açıdan farklılaşmadığını, diğer taraftan bazı populasyonlarda kromozomal yapı farklılaştığı halde morfolojinin farklılaşmadığını, bazılarında ise karakter tiplerinin her ikisi içinde farklılaşmanın olduğunu ilk olarak ifade eden bilim insanları Moreire-Filho'dır. Son dönem çalışmalarında küçük Afrika barbuslarının diploit kromozom sayıları ($2n=50$) iken, büyüklerin hexaploid oldukları görülmektedir ($2n = 150$).

Cyprinidler Avrasya'nın ılıman tatlı su balık faunaları içindeki önemli elemanlardandır. Bu yüzden bu familyanın tatlı su ekosistemindeki rolü oldukça önemlidir. Farklı habitatlara yerleşmelerinden kaynaklanan çok çeşitli morfolojilere sahip olduklarından, grubun filogenisi, uyumsal açılımı, evrimsel oranları ile ilgili birçok soru bulunmaktadır [38].

Hamilton-Buchanan [39] *Garra* cinsinin güneydoğu Asya ile Afrika'dan güneybatı Asya'ya kadar olan bölgelerde dağılım gösteren 73 türünün bulunduğunu bildirmişlerdir.

Centofonnte ve ark [40] Poraiba do Sul ve Parana nehirlerinde yaşayan iki allopatrik *Astyanax* türü üzerinde karşılaştırmalı sitogenetik çalışmalar yapmıştır. Her iki türünde kromozom sayısını aynı bulmuştur, fakat karyotip formülleri, C bant ve Ag-NOR bant modelleri farklı bulunmuştur. Sonuçta *A. parahybae* son zamanlarda tür derecesinden alttür derecesine getirilmiş iken *A. faciatus* tür olarak kalmıştır.

Borin ve ark [41] toplamda 50 erkek bireyin incelenmesi sonucunda *Trichomycterus davisii*'nin 60'ı M, 18'i SM, 3'ü ST olan 81 kromozomunun olduğunu belirtmişlerdir. Diploit bireyler ($2n = 54$) ile kromozomal ve morfometrik olarak karşılaştırıldığında bu erkeklerin $3N = 81$ kromozom sayısı ile triploit olduklarını bildirmişlerdir. Gümüş nitrat boyama çalışmaları 3 NOR içeren kromozom bölgesinin genetik olarak aktif olduğu göstermiştir

Ergene ve ark. [13], Erzurum'un çeşitli lokalitelerinden yakalanan *Barbus plebejus lacerta* örnekleri üzerinde karyolojik inceleme yapmışlardır. Yapılan kromozom analizleri sonucunda, *B. plebejus lacerta*'nın $2n=48$ kromozom sayısına ve 32 metasentrik ve 16 akrosentrik kromozom morfolojisine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışma ile *Barbus plebejus lacerta*'nın karyotipinin ilk kez belirlendiği de vurgulanmıştır.

Ergene ve ark. [12] Türkiye'de kültür balıkçılığı yapılan, *Oreochromis niloticus*'un karyolojik analizini yapmışlardır. Bu çalışmada kromozom analizi için, modifiye edilmiş air-dried tekniğinin kullanıldığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda *O. niloticus*'un diploit kromozom sayısının $2n=46$ olarak bulunduğu ifade edilmiştir.

Ergene ve ark. [11], Berdan Çayı ve Berdan Barajından yakalanan 12 *Rutilus tricolor* örneğinde, havada kurutma tekniğinin değişikliğe uğratılmasıyla kromozom analizinin yapıldığını belirtmişlerdir. Uygulanan farklı yöntemle mikroskopik incelemede 40'lık objektifte 4–5 metafaz plağına rastlandığı ifade edilmiştir. Karyolojik analiz sonucunda, *R. tricolor*'un $2n=50$ kromozom sayısına ve 14 Metasentrik, 8 Submetasentrik, 28 Akrosentrik kromozom yapısına sahip olduğu

belirtilmiştir. Bu çalışma ile *Rutilus tricolor*' in karyotipinin ilk kez tanımlandığı belirtilmiştir.

Ergene ve ark. [14], Göksu Deltasında bulunan kedibalığı *C. lazera*'nın karyolojik analizini ve vücut oranlarını incelemişlerdir. Havada kurutma tekniği modifiye edilerek yapılan bu çalışma sonucunda, *C. lazera*'nın 18 metasentrik, 26 submetasentrik ve 12 akrosentrik kromozoma sahip olduğu belirtilmiştir. Göksu Deltasında bulunan *C. lazera*'nın 49 örneğinde sistematik açıdan önemli 25 meristik ve morfometrik özellik incelendiği ve bu bölgeye sonradan yerleşmiş olan *C. lazera*'nın taksonomik durumunun ortaya konulması amacıyla karyolojik ve morfometrik özelliklerin analiz edildiği belirtilmiştir.

Ergene ve Çavaş [42], yaptıkları çalışmada, Akdeniz kaya balığı *Gobius pagenellus* örneklerini sitogenetik olarak incelemişlerdir. Sitogenetik analiz için geleneksel air-dried tekniğini kullanmadan önce, phytohemaglutininle ön muamele yaptıklarını ve bu yöntemle mitotik indeksin arttığını belirtmişlerdir. Kromozomların solungaç epitelinden elde edildiğini ve analiz sonucunda diploit kromozom sayısının $2n=44$ olarak bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Ergene ve Çavaş [16], Cichlidae familyasından *Tilapia zilli*'nin karyolojik analizini yapmışlardır. Bu çalışmada kromozom analizleri, modifiye edilmiş havada kurutma tekniği kullanılarak solungaç epitel hücrelerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, *T. zilli*'nin 4'ü metasentrik, 8'i submetasentrik, 8'i subtelosentrik ve 24'ü akrosentrik olmak üzere $2n=44$ kromozoma sahip olduğu belirtilmiştir.

Ergene ve ark. [43], *Oreochromis aureus*'un karyolojik analizini yapmışlardır. Kromozom analizlerinin, modifiye edilmiş havada kurutma tekniği kullanılarak solungaç epitel hücrelerinden yapıldığı ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda, *O. aureus*'un 6 submetasentrik, 10 subtelosentrik, 28 akrosentrik $2n=44$ diploit sayıda kromozoma sahip olduğu belirtilmiştir.

Hamalosmanoğlu ve ark. [44] çalışmalarında Mogan Gölü'nde yaşayan Cyprinidae familyasından *Cyprinus carpio* (L., 1758)'nun kromozom sayısını araştırmışlardır. Solungaç ve böbrek dokularını kullanarak yapmış oldukları sitogenetik çalışmada *Cyprinus carpio*'nun kromozom sayısını $2n=100$ olarak tespit edilmişlerdir.

Swara ve ark. [45], Pimelodidae familyasından *Pinirampus pirinampu* rneklerini sitogenetik olarak analiz etmişlerdir. Bu alışmada, Brezilya Sertaneja yakınlarındaki Tibagi nehrinden toplanan 15 birey incelenmiş ve 26 M, 12 SM, 2 ST ve 10 A olarak sınıflandırılan 50 kromozomdan ibaret karyotipik yapı gözlendiği belirtilmiştir. NOR'ların bir çift subtelosentrik kromozomun kısa kolu üzerinde bulunduğu ve NOR bölgelerinin boyutundaki çeşitliliğin eşleşmiş kromozomlar arasında gözlendiği ifade edilmiştir. Chromomycin (CMA_3) yamanın, sadece nükleolar kromozom çiftinin değil, aynı zamanda yapısal heterokromatin yayılım örneklerine benzer şekilde görülen diğer kromozomların telomerik ve sentromerik bölgelerinde fluoresan işaretlerin tespitini de sağladığı belirtilmiştir.

Karşılaştırmalı sitoloji ve sitogenetiğin gelişmesi evrimin anlaşılmasına büyük katkı sağlamaktadır. Genel olarak familyalar, cinsler ve türler farklı genetik sistemlerle karakterize olurlar. Farklı türlerin karyotiplerinin incelenmesi canlılar arasındaki ilişkilerin ortaya çıkmasını sağlayabilir [46, 47].

Ayrıca karyotip ve bantlama teknikleri, çevrenin zararlı etkilerinin belirlenmesinde bir indikatör olarak da kullanılmaktadır. Yani evresel kirleticilerin üzerindeki etkilerinin araştırılmasında kromozomlar indikatör olarak kullanılabilir [48].

Acanthobrama marmid ile yapılan Gümüş Nitrat boyama çalışmalarında 2 çift subtelo-acrosentrik kromozomun telomer kısımlarında sitotaksonamik olarak önemli olan 2 NOR bölgesi belirlenmiştir. [49].

A1-Sabti [50] kanalizasyon atıkları, endüstriyel atıklar, tarım ilaçları ve metaller gibi çevresel kirleticiler; kromozom kayıplarına, kromozom kırılmalarına, kromozomlarda kol kayıplarına, kollarda açıklıklara (gap), kardeş kromatid değişmelerine (SCE), inversiyonlara, sentrik ve asentrik füzyonlara ve anafazda ayrılmama gibi kromozomal bozukluklara neden olabildiğini bildirmişlerdir.

Cyprinidler, morfoloji, habitat ve davranış özellikleri bakımından olduğu kadar taksonomik ve sistematik olarak da geniş bir çeşitliliğe sahiptirler. Cyprinidae familyasında yapılacak karyolojik çalışmalarla Cyprinid grupları arasındaki evrimsel ilişkiler tespit edilebilir [51].

Howel ve Black [52], metafaz preparatları hazırlandıktan sonra gümüş boyama yapılarak, 18S, 5.8S ve 28S ribozomal RNA genlerinin yerleri olan nükleolus organizatör bölgeler tespit edilebilmektedir. Bu tekniğin avantajı basit, hızlı, ucuz ve güvenilir olmasıdır. Gümüş boyama yönteminde boyama reaksiyonu gerçekleştiğinde, NOR bölgeleri siyaha boyanırken kromozomun diğer kısımları sarıya boyanmaktadır.

Ozouf-Costaz [53] Birçok balık grubunda tür içi ve türler arası geniş kromozomal polimorfizmin sergilenmesinde NOR'lar mükemmel belirteçler olabildiğini ve bu çeşitliliğin her genomdaki NOR'ların, kromozomlar üzerindeki yerleşimlerini, büyüklüklerini ve aktif sayılarını etkileyebildiğini bildirmiştir.

Galetti ve ark. [54] Anostomidae'den 8 türle yapmış oldukları çalışmada farklı homolog kromozomlar üzerinde bulunan NOR'lar farklı büyüklükte olabildiğini, hatta bazı balıklarda, aynı homolog kromozom üzerinde bulunan NOR'lar arasında hemen hemen iki katına varan büyüklük farklılıkları görülebildiğini, NOR'ların bu ölçüde farklılık göstermesinin sistron sayısından ve transkripsiyonel aktivitedeki farklılıklardan kaynaklandığı bildirmişlerdir.

Durand ve ark. [55] Ortadoğu'daki Cyprinidae familyasının filogeni ve biyocoğrafyasının citokrom b (DNA) kullanılarak ortaya çıkarılmasının bölgenin

evrimsel öneminin anlaşılması sağlayacağını bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada Ortadoğu'nun tatlı sularının türleşme için önemli bir değişim alanı olduğunu belirtmişlerdir. Cyprinidae'nin altfamilya olarak 3 önemli divergent alana ayrıldığını, bunların Avrupa-Akdeniz alanı (*Barbus/luciobarbus* genusu), Afrika alanı (*Carasobarbus/Varicorhinus*), Asya alanı (*Garra* genusu) olduğunu bildirmişlerdir.

Bardakçı [56] Sivas balıklı kaplıcalarında yaşayan *G. rufa obtusa*'nın sabit ve değişken sıcaklıklarda oogenezi incelemiştir.

Kılıç-Demirok [57] Dicle nehrinde yaşayan 8 Cyprinid türü üzerinde yaptığı karyolojik çalışmalarda *Alburnoides bipunctatus*'ta kromozom sayısını $2n=50$; 16 metasentrik, 22 submetasentrik, 12 subteloakrosentrik ve $NF=88$, *Barbus rajanorum mystaceus*'da $2n=100$; 22 metasentrik, 30 submetasentrik, 48 subtelo-akrosentrik ve $NF=152$, *Capoeta trutta*'da $2n=150$; 20 metasentrik, 54 submetasentrik, 76 subtelo-akrosentrik ve $NF=224$, *C.capoeta umbla*'da $2n=150$ ve 26 metasentrik, 58 submetasentrik, 66 subtelo-akrosentrik ve $NF=234$, *Cyprinion macrostomus*'ta $2n=50$; 6 metasentrik, 26 submetasentrik, 18 subtelo-akrosentrik ve $NF=82$, *Garra rufa obtusa*'da $2n=44$; 16 metasentrik, 26 submetasentrik, 1 subtelosentrik, 1 akrosentrik ve $NF=87$ ve *Leuciscus cephalus orienthalis*'te $2n=50$; 14 M, 20 SM, 16 ST-A ve kol sayısının 84 olduğunu bildirmiştir.

Ren ve ark. [58]'nin Çin'de Cyprinidae familyasından 10 tür ile yapmış oldukları sitogenetik çalışmada C bant tekniği kullanılarak yapılan analizlerinde bazı türlerin önemli miktarda heterokromatin bölgeleri içerdiği, bazılarında ise bu bölgelerin daha küçük olduğunu bildirmişlerdir. Buna bağlı olarak heterokromatin bölgelerinin Cyprinidlerin evriminde önemli rol oynadığını belirtmişlerdir

Cyprinidlerde NOR bölgeleri benzerdir. Birçok orta Avrupa Cyprinid türü, kuzey Amerika Cyprinidleri bir çift NOR taşırlar. Bununla birlikte *Eupallasella perenurus*, *Chondrostoma lusitanicum*, *Phoxinus phoxinus* gibi bazı türlerin iki çift NOR taşıdığı bilinmektedir. Gold&Amemiya (1986) ve Amemiya (1988) Cyprinidlerde tekli NOR'ların Akrosentrik kromozom terminal ucunda lokalize oldukları hipotezini ortaya atmışlardır [59].

Gross ve ark.'nın Vila Velha State Park, Paraná, Brezilya'da coğrafik olarak izole olmuş 2 numaralı gölcükte yaşayan *Astyanax* cinsine ait populasyonu morfometrik ve genetik olarak incelemişlerdir. Dişi ve erkeklerin karyotipleri $2N=48$, (6M:18SM:14ST:10A) olarak bildirilmişler. Yalnız bir dişinin ise doğal triploit olduğu $2N=3x=72$ (9M:27SM:21ST:15A) belirtilmiştir. Çalışmalar sonucunda elde edilen verilerden Vila Velha State Park, Paraná, Brezilya'da 2. gölcükte yaşayan *Astyanax* örneklerinin ana populasyondan yeni izole olduğu sonucunun çıkarılabileceğini belirtmişlerdir [60].

Collares-Pereira ve ark. [61] 1989–1994 yılları arasında Portekiz'in 14 farklı bölgesinden topladıkları 223 *Leuciscus carolitertii* ve *Leuciscus pyrenaicus* türünün karyotiplerini çıkarmışlardır. Her iki türün $2n$ kromozom sayısı 50 bulmuşlardır. *L. carolitertii* 12M:30S:8A, *L. pyrenaicus* 12M:32S:6A olarak belirlemişlerdir. NOR bölgeleri çoğunlukla küçük sm kromozom üzerinde görülmüştür. Eşey kromozomlarını ZZ/ZW olarak bildirmişlerdir.

Centofante ve ark. [62] Brezilya'nın Paraíba do Sul Nehrinin karşılıklı kenarlarındaki akarsularda yaşayan iki *Oligosarcus hepsetus* türünü sitogenetik olarak karşılaştırmıştır. Kromozom sayıları aynı bulunmuştur fakat karyotiplerinde ve rRNA bölgelerinde önemli derecede farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Paraíba do Sul Nehrinin iki populasyon arasındaki gen akışını engelleyen bariyer olduğunu sonucuna varılmıştır.

2.3. Türleşme mekanizmaları

Türler arası üremeler, prezigotik ve postzigotik engeller ile sınırlandırılmıştır. Prezigotik engeller habitat yalıtımı, davranış yalıtımı, zamana dayalı yalıtım, mekanik yalıtım, gametlerle ilgili yalıtım şeklinde gruplanabilir. Postzigotik engeller ise hibritin yaşama yeteneğinde indirgenme, hibritlerin üreme yeteneğinde indirgenme, hibrit kırılması olarak tanımlanır [2].

Populasyonlar arasındaki gen akışının, başlangıçta nasıl kesildiğine dayanılarak, iki genel türleşme şekli tanımlanır. **Allopatrik türleşme** adı verilen türleşme tarzında, türleşme olayı coğrafik olarak birbirinden ayrılmış populasyonlarda gerçekleşir. İki populasyon buldukları alanda birbirlerinden ayrılmış olduklarından dolayı aralarındaki gen akışı başlangıçta kesilir ya da indirgenir. **Simpatrik türleşme** adı verilen türleşme şeklinde ise, türleşme olayı, yayılış alanları coğrafik olarak üst üste binen populasyonlarda gerçekleşir [1].

Garcia-Ramos ve Kirkpatrick [63] yaptıkları, populasyon genetiği modeli çalışmasında, gen akışının az fakat farklılaşma üzerine olan seçim baskısının yüksek olduğu durumlarda, periferal populasyonlarda türleşmenin hızlı bir şekilde meydana gelebileceğini bildirmişlerdir.

İzolasyon evrimleşmede önemli mekanizmalardan biridir ve izolasyonlar fiziksel, coğrafik, kromozomal izolasyonlar şeklinde olabilmektedir. Sıcak su kaynakları, derin deniz diplerindeki su çıktıkları, çayırıklar, bataklıklar, mağaralar, dağ zirveleri ve drenajı sınırlı olan göl ve su birikintileri bir nevi ada habitatları gibidir. Yeni ortamlara dağılıp türleşmeyi başlatan diğer bir mekanizmadır. Türleşme, populasyonların izolasyonu ile başlayan ve seçim, mutasyon ve sürüklenmenin farklılaşma oluşturmasıyla devam eden üç basamaklı bir süreç olarak tanımlanır [1].

Fosil kayıtlar, türleşmenin iki tipi olduğunu göstermektedir: anagenezis ve kladogenezis. Anagenezis, aynı zamanda filetik evrim olarak da bilinir ve değişikliklerin birikmesiyle bir türün diğerine dönüşümü demektir. Kladogenezis varlığını sürdüren bir atasal türden bir ya da daha fazla sayıda yeni türün tomurcuklanmasıdır. Sadece kladogenezis, tür sayısını artırmak suretiyle biyolojik çeşitliliği ilerletebilir [2].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışma Alanlarının Tanımı ve Örneklerin Toplanması

2004–2007 yılları arasında Mersin (Mezitli deresi ve Müftü deresi), Hatay (Asi Nehri), Kahramanmaraş (Andırın ilçesi Keşiş ırmağı), Sivas (Balıklı kaplıca) illerinden *Garra rufa* ve Mardin (Savur Nehri) ilinden ve *Garra variabilis* örnekleri toplanmıştır. Arazi çalışması yapılan bölgeler Şekil 3.1’de verilmiştir.

Şubat 2004-Haziran 2004 tarihleri arasında Müftü deresi ve Mezitli deresine 4 defa arazi çalışması yapılmıştır. Müftü deresinden çoğunluğu fingerling aşamasında olan 16, Mezitli deresinden ise 22 *G. rufa* örneği yakalanmıştır; Haziran 2004-Aralık 2004 Tarihleri Arasındaki dönemde Hatay, Kahramanmaraş ve Sivas iline arazi çalışması düzenlenmiştir. Çalışmalar sırasında Hatay Asi Nehrinden 35, Kahramanmaraş Andırın deresinden 13, Sivas balıklı kaplıcadan 15 *G. rufa* örneği yakalanmıştır; Aralık 2004-Haziran 2005 tarihleri arasında Mardin, K.Maraş ve Mersin illerinden örnekleme yapılmıştır. Çalışmalar sırasında Mardin’den 1 *G. variabilis*, K.Maraş’tan 12 *G. rufa* ve Mersin ili Müftü Deresinden 7, Mezitli Deresinden 7 *G. rufa* yakalanmıştır; Haziran 2005-Aralık 2005 Tarihleri Arasındaki Temmuz ve Kasım ayları içerisinde yapılan arazi çalışmaları ile Mardin, Hatay ve Mersin illerinden örnekleme yapılmıştır. Çalışmalar sırasında Mardin’den 70 *Garra variabilis*, Hatay’dan 25 *G. rufa* ve Mersin ili Müftü Deresinden 5 *G. rufa* yakalanmıştır; Aralık 2005-Haziran 2006 Tarihleri Arasında Mersin ve Kahramanmaraş illerinden örnekleme yapılmıştır. Çalışmalar sırasında Kahramanmaraş’tan 6, Mersin’den 20 *G. rufa* yakalanmıştır; Haziran 2006- Aralık 2006 Tarihleri Arasında Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Mardin ve Sivas illerine arazi çalışmaları düzenlenmiştir. Çalışmalar sırasında Mersin’den 10, Hatay’dan 22, Kahramanmaraş ilinden 20, Mardin’den 10, Sivas’tan 25 *G.rufa* yakalanmıştır (Çizelge 3.1).

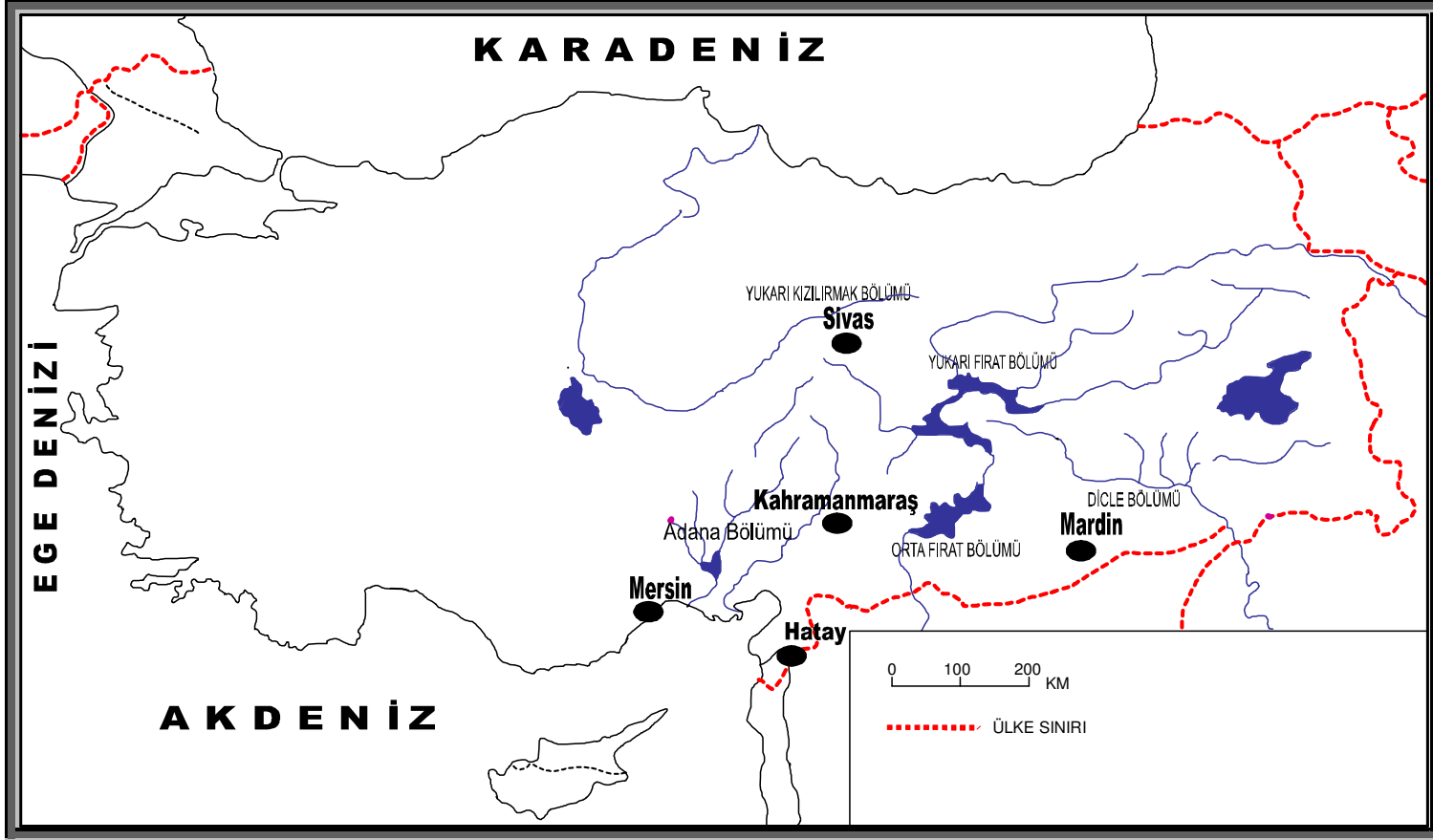
Çalışmalar boyunca Mersin bölgesinden 87, Hatay Asi Nehrinden 82, Kahramanmaraş Andırın Deresinden 51 ve Sivas balıklı kaplıcadan 40 *G. rufa*, Mardin Savur Nehrinden 81 *G. variabilis* örneği alınmıştır.

Çizelge 3.1. Yapılan arazi çalışmaları ve alınan örnek sayıları

Dönem	Bölge				
	Mersin <i>G. rufa</i>	Hatay <i>G. rufa</i>	K.Maraş <i>G. rufa</i>	Sivas <i>G. rufa</i>	Mardin <i>G. variabilis</i>
Şubat2004-Haziran 2004	38	-	-	-	-
Haziran 2004-Aralık 2004	-	35	13	15	-
Aralık 2004-Haziran2005	14	-	12	-	1
Haziran2005-Aralık 2005	5	25	-	-	70
Aralık 2005-Haziran 2006	20	-	6	-	-
Haziran 2006-Aralık 2006	10	22	20	25	10
Toplam	87	82	51	40	81

Örneklerin yakalanmasında kepçe, serpme, uzatmalı ağ ve şoker kullanılmıştır. Mersin’de örnekler çoğunlukla kepçe ile alınmıştır. Hatay Bölgesinde Asi nehrinin kollarından şoker ve serpme ile örnekleme yapılmıştır. Kahramanmaraş’ın Andırın ilçesinden geçen Keşiş nehrinden serpme yardımı ile *G. rufa* örnekleri alınmıştır. Sivas bölgesindeki örnekler Kangal ilçesi kaplıca işletmecileri tarafından kepçe ile yakalanmıştır. Mardin *G. variabilis* örnekleri 1 gece önceden Savur nehrine ağ gerilerek toplanmıştır.

Örnekler havalandırılmalı bidonlar içinde laboratuara taşınarak 50x70x80 cm ebadındaki akvaryumlara yerleştirilmiştir. Bazı örneklere arazideyken kolşisin uygulaması yapılmış, dokular hipotoniğe alınmıştır. Hipotonik süresi dolduktan sonra fiksatife alınmıştır. Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Sivas ve Mardin’den alınan örneklerin fotoğrafları Şekil 3.2–3.6’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Arazi çalışmalarının yapıldığı alanlar.



Şekil 3.2. Mersin bölgesinden *Garra rufa* örneği



Şekil 3.4. Sivas bölgesinden *Garra rufa* örneği



Şekil 3.3. Hatay bölgesinden *Garra rufa* örneği



Şekil 3.5. Kahramanmaraş bölgesinden *Garra rufa* örneği

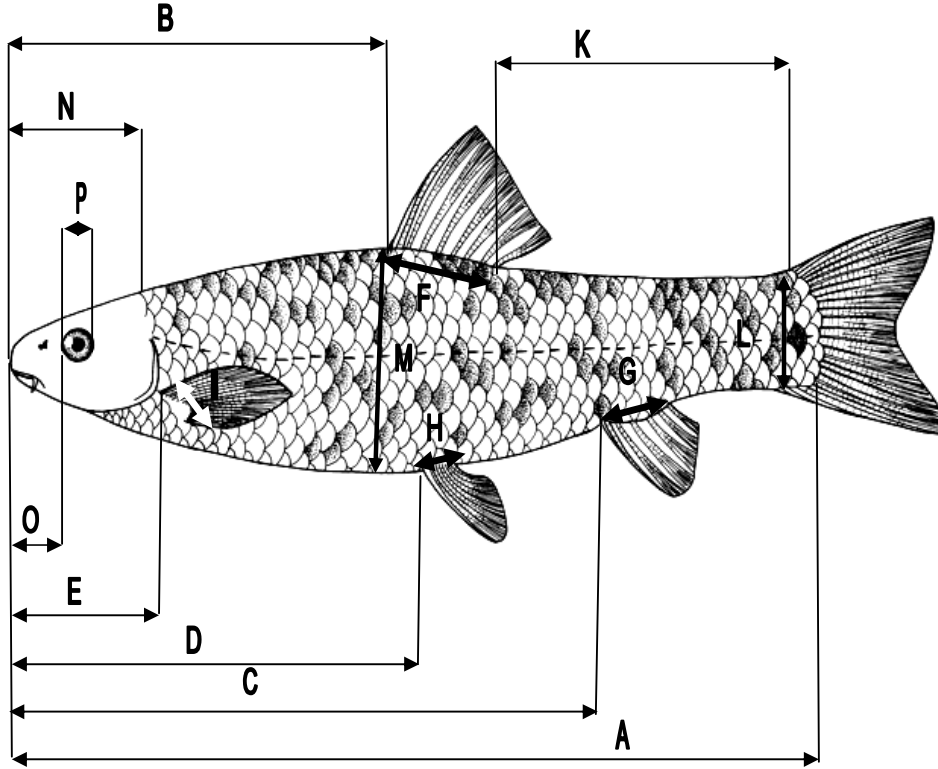


Şekil 3.6. Mardin bölgesinden *Garra variabilis* örneği

3.2. Örneklerin Laboratuara Getirilmesi ve Laboratuvar Çalışması

3.2.1. Metrik ve Meristik Karakterlerin Ölçümü

Yakalanan 210 örnek üzerinde daha önceki çalışmalarda kullanılan ve Çizelge 3.1’de verilen metrik ve meristik karakterlerin ölçümleri yapılmıştır [14, 17, 24]. Aralarındaki benzerlik ve farklılıkların önemlilik analizleri için SPSS programının 11.5 sürümünün ANOVA testi kullanılmıştır. Grafikler ise SAS programının Canonical analizi ile yapılmıştır. Bu morfometrik karakterler şekil 3.7’de görülmektedir.



Şekil 3.7. *G. variabilis*'in şematik görüntüsü (A=Standart boy, B= Predorsal mesafe, C= Preanal mesafe, D=Prepelvik mesafesi, E= Prepektoral mesafe, F= Dorsal yüzgeç uzunluğu, G=Anal yüzgeç uzunluğu, H=Pelvik yüzgeç uzunluğu, I=Pektoral yüzgeç uzunluğu, K= Kaudal ve dorsal yüzgeçler arası mesafe L= Kuyruk sapı yüksekliği, M= Vücut derinliği, N= Baş uzunluğu, O= Burun uzunluğu, P= Göz çapı; bakınız Çizelge 3.1).

Çizelge 3.2. İncelenen metrik ve meristik karakterler

METRİK KARAKTERLER
<i>Standart boy A</i>
<i>Predorsal mesafe B</i>
<i>Preanal mesafe C</i>
<i>Prepelvik mesafesi D</i>
<i>Prepectoral mesafe E</i>
<i>Dorsal yüzgeç uzunluğu F</i>
<i>Anal yüzgeç uzunluğu G</i>
<i>Pelvik yüzgeç uzunluğu H</i>
<i>Pektoral yüzgeç uzunluğu I</i>
<i>Kaudal ve dorsal yüzgeçler arası mesafe K</i>
<i>Kuyruk sapı yüksekliği L</i>
<i>Vücut derinliği M</i>
MERİSTİK KAREKTERLER
<i>Dorsal yüzgeç ışını</i>
<i>Pektoral yüzgeç ışını</i>
<i>Anal yüzgeç ışını</i>
<i>Line lateraldaki pul sayısı</i>
BAŞ ÖLÇÜMLERİ
<i>Baş uzunluğu N</i>
<i>Baş genişliği</i>
<i>Burun uzunluğu O</i>
<i>İnterorbital mesafe</i>
<i>Göz çapı P</i>
<i>Maksiler bıyık uzunluğu</i>
<i>Mandibular bıyık uzunluğu</i>

3.2.2. Sitogenetik Çalışmalar ve Kromozom preparasyonu

Akvaryumlara bir hafta adaptasyonları sağlandıktan sonra intraperitoneal olarak her 10 gr. vücut ağırlığı için 0,1 cc, % 0.1'lik phytohemaglutinin intraperitoneal veya intramuskular olarak enjekte edilmiştir. Kırk beşinci saatin sonunda % 0,06'lık kolşisin her 10 gr ağırlık için 0,01 cc şeklinde intraperitoneal veya intramuskular olarak enjekte edilmiş ve 2–3 saat bekletilmiştir. Süre sonunda balıklar dekapite edilmiş solungaç ve yüzgeç derisi dokuları alınıp hipotonik uygulaması için distile su içerisinde 65 dakika tutularak hücrelerin şişmesi sağlanmıştır. Hipotonik olarak saf su kullanılmıştır. Hipotonik atıldıktan sonra, 3:1 oranında taze hazırlanmış olan soğuk metanol glasiyal asetik asit karışımından oluşan fiksatif eklenmiştir. Ardından dokular 3 kez santrifüj edilmiş ve son santrifüjden sonra hücreler önceden hazırlanmış temiz lamlara yayılarak 35 dakika boyunca % 5'lik Giemsa ile boyanmıştır.

Giemsa Boyanın Hazırlanması

Kullanılan solüsyonlar:

- 1) Giemsa Boya
- 2) Fosfat Tamponu (pH=6,8 0,01 M):

A Solüsyonu: 9,073 gr KH_2PO_4 saf suda çözünür ve 100 ml'ye tamamlanır.

B solüsyonu: 11,87 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4(12\text{H}_2\text{O})$ saf suda çözünür ve 1000 ml'ye tamamlanır.

Çalışma solüsyonu PH=6,8 (53,4 ml A solüsyonu, 46,6 ml B solüsyonu).

Boyanın hazırlanışı:

Kullanılan boyama tekniğine bağlı olarak 4 veya 20 ml'lik Giemsa fosfat tamponuyla 100 ml'ye tamamlanır.

3.2.2.1. Giemsa Bantlama:

Sitogenetik çalışmalarda kromozomları tanımlamada kullanılan en yaygın yöntemdir. Her kromozom kendine özgü açık ve koyu bant bölgeleri içerir. Bu

bölgeler premetafaz ve metafaz kromozomlarında sayıca farklıdır. Bu boyama yönteminden iyi sonuç alınabilmesi için preparatlar 12–14 gün eskitilmelidir.

Kullanılan solüsyonlar:

- 1) Tampon solüsyonu: 4,5 gr NaCl 500 ml saf su içinde çözünür.
- 2) Tripsin Solüsyonu: 0,1 gr tripsin 100 ml tampon solüsyonu içinde bagetle devamlı karıştırılarak hazırlanır.
- 3) % 20'lik Giemsa: 4 ölçü Fosfat tamponu 0,001M (pH 6,8) + 1 ölçü Giemsa

İşlemler: Preparatlar % 0,1'lik Tripsin solüsyonunda 15–45 saniye bekletildikten sonra % 0,9'luk NaCl çözeltisinden geçirilir. İkinci aşamada ise boyama yapılır. Fosfat tamponu ile hazırlanmış % 20'lik Giemsa ile 5–6 dakika boyanan preparatlar fosfat tamponundan geçirilerek yıkanır ardından preparatlar havada kurutma tekniği ile kurutulur [64–67].

3.2.2.2. Sentromer Bantlama:

Bu yöntem ile sentromer bölgeleri koyu boyanır. Özellikle sentromer ve ona yakın bölgelerdeki yeni düzenlenmeleri, sentromer sayısını göstermede ve polimorfizm incelenmesinde kullanılır. Bu teknikle karyolojik çalışmalar için çok önemli bir marker olan heterokromatin bölgelerinin kromozom üzerindeki yerleşimleri tespit edilmektedir.

Solüsyonlar:

2M HCl:

0,5 ml HCl 10 M 100 ml saf suya tamamlanır

Ba(OH)₂ (Baryum Hidroksit) Solüsyonu:

5 gr Ba(OH)₂·8H₂O saf suda çözünür ve 100 ml'ye tamamlanır.

2XSSC Solüsyonu:

17.4 gr NaCl ve 8.24 g C₆H₅Na₃O₇·2H₂O (tri-sodyum sitrat dihidrat) saf suda çözünür ve 1000 ml'ye tamamlanır.

İşlemler:

- 1) Preparatlar oda sıcaklığında 5–20 dakika HCl’de bekletilir.
- 2) 2–3 defa distile sudan geçirilir.
- 3) 60 °C’de 15 dakika % 5’lik BaOH₂ solüsyonunda bekletilir.
- 4) 2–3 defa distile sudan geçirilir.
- 5) 60 °C’de 60 dakika pH = 7,0 olan 2XSSC solüsyonunda bekletilir
- 6) 2–3 defa distile sudan geçirilir ve havada kurutulur
- 7) % 4’lük Giemsa ile 30 dakika boyanır.

İyi sonuç alınabilmesi için preparatlar 7–10 gün eskitilmelidir, yeni preparatlar 60 °C’de bir gece bekletilerek eskitilmelidir [64–67].

3.2.2.3. Quinacrin Bantlama:

Quinacrine dihidroklorid veya Quinacrine Mustard fluoresan boya maddesi kullanılarak kromozomlarda bantlı bölgelerin elde edilmesi yöntemidir. Genellikle bantlar, Giemsa bant bölgeleri ile uygunluk gösterir.

Solüsyonlar:

1) Fosfat Tamponu pH 7,0

Önce 3.56 g Na₂HPO₄ 2H₂O (disodyumhidrojen fosfat) 900 ml bidistile suda çözünür üzerine 100 ml suda çözülmüş olan 1 gr sitrik asit içeren çözelti eklenir. İki solüsyon karşılaştırılır.

2) Boya solüsyonu:

2,5 mg Quinacrine Mustard (Sigma) 50 ml distile suda çözünür. Koyu veya alüminyum folyo ile sarılmış şişede +4 °C buzdolabında saklanır.

İşlemler:

- 1) Preparatlar sırasıyla % 100, % 96, % 80, % 70, % 50 ve %25’lik etanolden geçirilir.
- 2) Distile suda çalkalanır.
- 3) 5 dakika % 0,005’lik Quinacrine Mustard ile boyanır

- 4) Fosfat tamponunda (pH 7) yıkanır.
- 5) Çıkarıldıktan sonra silkelenir üzerine 1 damla fosfat tamponu eklenir lamelin kenarı kapatılarak floresan mikroskopta incelenir [64–67].

3.2.2.4. Ag-NOR Boyama:

Kromozomlarda bulunan nukleolus yapıcı bölgeler gümüş nitrat ile özgül olarak boyanmaktadır. Bu bölgeler akrosentrik kromozomların kısa kollarında ve satellitlerinde bulunmakta ve koyu kahverengi veya siyah tonunda boya almaktadır. Kalıtsal özelliklere bağlı olarak çıkan polimorfizmde ve bu bölgelerdeki normal olamayan durumları tanımlamada kullanılan bir yöntemdir.

Solüsyonlar:

- 1) Ag-Kolloit solüsyonu

Solüsyon A:

Koloit geliştirici: 2 g jelâtin 100 ml saf suda çözülür ve 1 ml saf % 91,5'lik formik asit eklenir.

Solüsyon B:

Gümüş nitrat (AgNO_3) solüsyonu: 0,5 g Ag-NO_3 1ml distile suda çözünür. Solüsyon filtre edilir ve oda sıcaklığında ışık geçirmeyen şişede uzun süre muhafaza edilebilir.

- 2) Sodyum tiyosülfat solüsyonu (% 5'lik):

5 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ distile suya eklenir solüsyon 100 ml'ye tamamlanır.

İşlemler:

- 1) Kromozom preparatları en az iki gün (37 °C) tutulmalı ve tamamen kurutulmalıdır.
- 2) Her preparata 2 damla A solüsyonu 4 damla B solüsyonu damlatılır karıştırılır ve lamelle dikkatli kapatılır.

- 3) Boya solüsyonu koyu kahverengi oluncaya kadar yani yaklaşık 4,3–8 dakika 60°C'lik hot-plate'de tutulur.
- 4) Lamel kaldırılır, preparat distile su ile yıkanır ve 3–4 dakika % 5'lik sodyum tiosülfat solüsyonunda bekletilir (Gümüş tortularının yıkanması için)
- 5) Distile su ile yıkanır ve çerçeve boyamak için 1–2 dakika % 4'lük giemsada (pH 6,8) bekletilir.
- 6) Distile sudan geçirilir ve havada kurutma tekniği ile kurutulur [64–67].

3.3. Preparatların İncelenmesi, Karyogram ve İdiogramların hazırlanması

Yapılan her deneyde her bir doku için 20'şer preparat hazırlanmıştır. Her bir boyama için 5 preparat kullanılmıştır. Bu preparatlardan iyi dağılım gösteren metafaz görüntülerindeki kromozom sayı ve yapıları belirlenmiştir. Görüntülerin 10x10, 10x20 ve 10x100 büyütmede fotoğrafları çekilerek görüntüler bilgisayara aktarılmıştır ve Adobe Photoshop programında karyotipleri hazırlanmıştır.

3.4. İstatistik analizi:

İstatistiksel analizler SPSS (Versiyon 11.5) programında yapılmıştır. Grafikler ise SAS programında çizilmiştir.

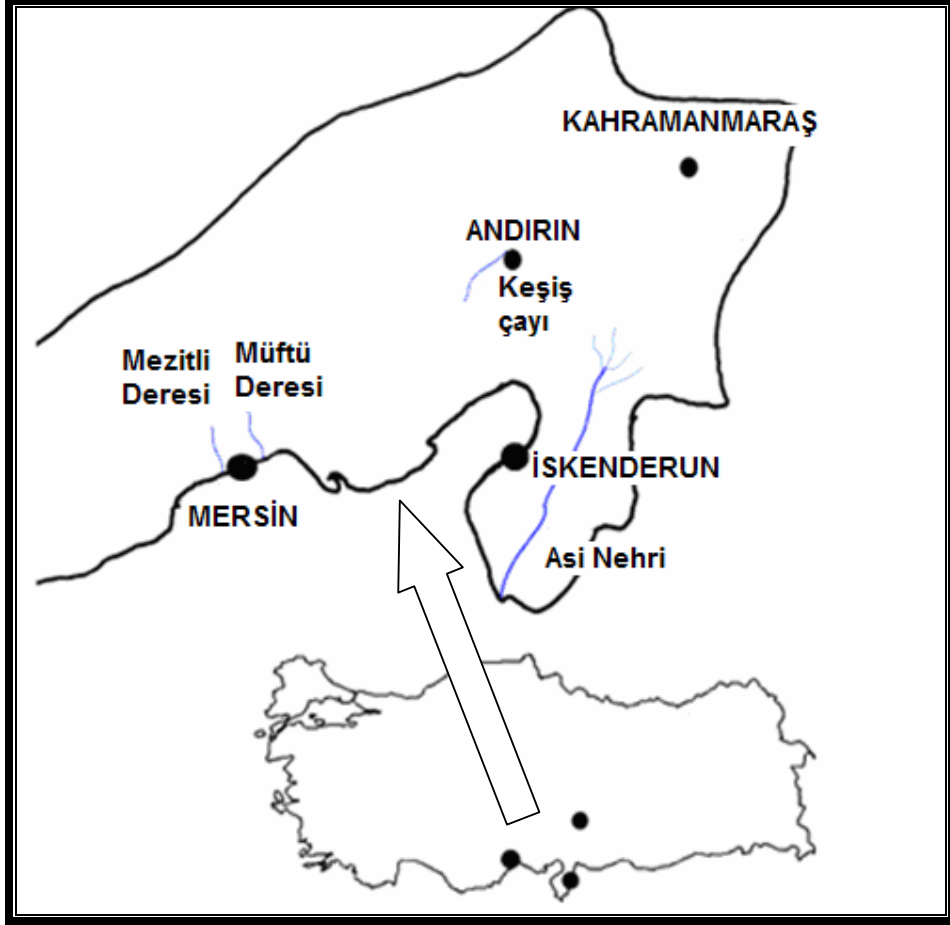
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. BULGULAR

4.1.1. *Garra rufa* ve *Garra variabilis*'e Ait Metrik ve Meristik Bulgular

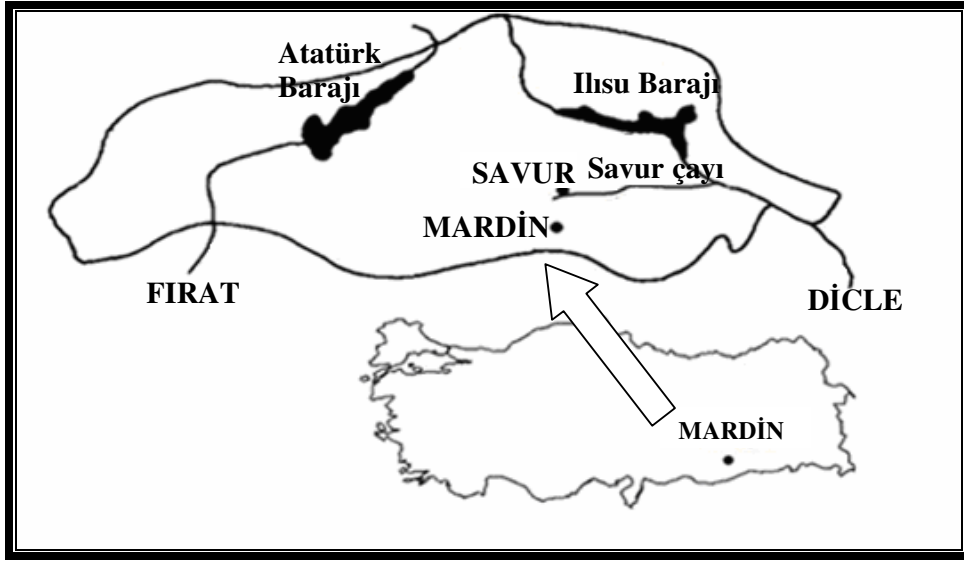
2004–2007 tarihleri arasında Mersin, Hatay, Kahramanmaraş ve Sivas ve Mardin illerine yapılan arazi çalışmaları sonucunda bölgelerden alınan 43 Mersin *G. rufa* örneği, 51 Hatay *G. rufa* örneği, 35 Kahramanmaraş *G. rufa* örneği, 39 Sivas *G. rufa* örneği ve Mardin'den 42 *G. variabilis* örneğinin standart boy, predorsal mesafe, prenasal mesafe, prepelvik mesafesi, prepectoral mesafe, dorsal yüzgeç uzunluğu, anal yüzgeç uzunluğu, pelvik yüzgeç uzunluğu, pektoral yüzgeç uzunluğu, kaudal ve dorsal yüzgeçler arası mesafe, kuyruk sapı yüksekliği, vücut derinliği, baş uzunluğu, baş genişliği, burun uzunluğu, interorbital mesafe, göz çapı, maksiler bıyık uzunluğu, mandibular bıyık uzunluğu metrik karakterleri ve dorsal yüzgeç ışın sayısı, pektoral yüzgeç ışın sayısı, anal yüzgeç ışını sayısı, line lateraldeki pul sayısı meristik karakterlerinin ölçümleri alınmıştır. Morfometrik karakterlerin ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Morfometrik karakterin verileri SPSS Programının Anova Testi ile karşılaştırılmış ve bölgelere göre karakterler arasındaki farklılıkların önemlilik değerleri Çizelge 4.2.- 4.3'de verilmiştir. Grafikler ise SAS for Windows version 9.1.3. ve SPSS programında çizilmiştir (Şekil 4.4.) Örneklerin toplandığı alanlar Şekil 4.1-4.3'de verilmiştir.

Mersin bölgesi örnekleri Müftü Deresinin İseli Beldesinden geçen kesiminden ve Mezitli deresinin Mezitli Beldesi civarından; Kahramanmaraş örnekleri Andırın ilçesinin Kumar Köyü civarından; Hatay ili örnekleri ise Aknehir Beldesi'nin Büyükaraçay Nehrinin Asi'ye döküldüğü yerden alınmıştır (Şekil 4.1).

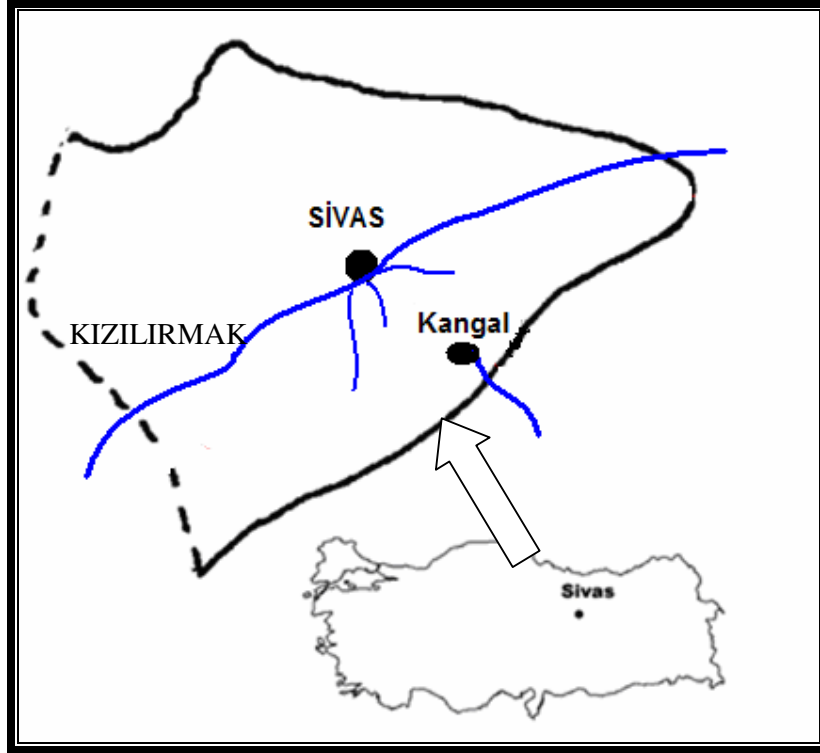


Şekil 4.1. Mersin, Hatay ve Kahramanmaraş avlanma alanları

Mardin örnekleri, Mardin ilinin Savur ilçesinin içinden geçen Savur nehrinden (Şekil 4.2); Sivas örnekleri ise Sivas ilinin Kangal ilçesinin kuzeydoğusundaki balıklı kaplıcadan alınmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.2. Mardin avlanma alanı



Şekil 4.3. Sivas ili avlanma alanı

Çizelge 4.1. Bölgelere göre *G. rufa* ve *G. variabilis* örneklerinin morfometrik karakterlerinin ortalama değerleri ve standart hataları

Karakterler \ Bölgeler	Mersin <i>G. rufa</i>			Hatay <i>G. rufa</i>			Kahramanmaraş <i>G. rufa</i>			Sivas <i>G. rufa</i>			Mardin <i>G. variabilis</i>		
	İncelenen örnek sayısı	Ortalama	Standart hata	İncelenen örnek sayısı	Ortalama	Standart hata	İncelenen örnek sayısı	Ortalama	Standart hata	İncelenen örnek sayısı	Ortalama	Standart hata	İncelenen örnek sayısı	Ortalama	Standart hata
Predorsal mesafe	43	24,5	3,8	51	38,1	7,4	35	36,2	8,5	39	28,5	3,8	42	48,4	3,2
Preanal mesafe	43	38,8	6,0	51	63,2	8,8	35	59,0	12,4	39	47,0	5,9	42	79,3	5,2
Prepelvik mesafesi	43	27,2	4,1	51	42,8	5,6	35	40,8	8,4	39	31,9	4,1	42	53,9	3,7
Prepektoral mesafe	43	11,3	1,6	51	16,6	2,4	35	15,9	2,9	39	13,3	1,8	42	18,4	1,6
Dorsal yüzgeç uzunluğu	43	7,7	1,5	51	13,9	2,8	35	12,5	3,0	39	10,0	1,7	42	14,1	1,3
Anal yüzgeç uzunluğu	43	3,3	0,8	51	6,3	1,2	35	5,4	1,4	39	4,1	0,8	42	6,5	1,0
Pelvik yüzgeç uzunluğu	43	2,2	0,5	51	4,2	0,9	35	3,9	0,9	39	3,0	0,6	42	4,0	0,7
Pektoral yüzgeç uzunluğu	43	2,6	0,6	51	4,2	0,8	35	4,4	1,2	39	3,2	0,7	42	3,8	0,8
Dorsal-kaudal arası mesafe	43	17,7	3,7	51	34,3	6,0	35	29,3	6,6	39	21,6	3,3	42	39,0	3,4
Kuyruk sapı derinliği	43	8,9	3,9	51	13,1	4,4	35	11,9	5,5	39	9,5	3,7	42	13,2	1,0
Baş uzunluğu	43	11,0	1,6	51	18,0	2,5	35	16,3	3,5	39	13,2	1,9	42	19,3	1,3
Baş genişliği	43	8,5	1,4	51	13,5	2,3	35	13,0	2,5	39	10,0	1,8	42	14,1	1,0
Burun uzunluğu	43	5,2	1,1	51	8,6	2,2	35	8,3	1,9	39	6,9	1,3	42	9,2	0,9
Preorbital mesafe	42	5,0	0,7	51	9,0	1,4	35	7,7	1,7	39	6,0	0,8	42	10,5	0,7
Göz çapı	43	2,6	0,5	51	3,5	0,6	35	3,6	0,6	39	2,9	0,5	42	4,1	0,4
Maksiler bıyık uzunluğu	43	1,6	0,4	51	2,3	0,4	35	2,4	0,6	39	1,5	0,8	42	2,3	0,5
Mandibular bıyık uzunluğu	43	1,5	1,3	49	1,8	0,6	35	1,2	0,3	39	1,1	0,5	42	0,2	0,1
Vücut yüksekliği	43	8,8	1,5	51	15,6	4,2	35	13,4	3,4	39	10,2	1,8	42	24,1	2,8

Çizelge 4.2. Grupların Anova testi ile karşılaştırmaları (*: $p < 0.0001^{\text{a}}$; $p < 0.05$, GM= Mersin *G. rufa*, GH= Hatay *G. rufa*, GK= K. Maraş *G. rufa*, GS= Sivas *G. rufa*, Gv= *G. variabilis*)

Bağımlı değişken	(I) GRUP	(J) GRUP	Ortalama farklılık (I-J)	Std. hata	Sig.
PREDORSAL	GM	GH	-13,6*	1,1887	,000
	GM	GK	-11,7*	1,3071	,000
	GM	GS	-4,0 ^a	1,2696	,014
	GM	Gv	-23,9*	1,2456	,000
	GH	GK	1,9	1,2603	,542
	GH	GS	9,6*	1,2213	,000
	GH	Gv	-10,3*	1,1964	,000
	GK	GS	7,7*	1,3369	,000
	GK	Gv	-12,2*	1,3141	,000
PREANAL	GS	Gv	-19,9*	1,2768	,000
	GM	GH	-24,4*	1,6531	,000
	GM	GK	-20,2*	1,8177	,000
	GM	GS	-8,2*	1,7656	,000
	GM	Gv	-40,5*	1,7322	,000
	GH	GK	4,2	1,7526	,123
	GH	GS	16,2*	1,6984	,000
	GH	Gv	-16,1*	1,6637	,000
	GK	GS	12,0*	1,8591	,000
PREPELVİK	GK	Gv	-20,3*	1,8274	,000
	GS	Gv	-32,3*	1,7755	,000
	GM	GH	-15,6*	1,1082	,000
	GM	GK	-13,6*	1,2186	,000
	GM	GS	-4,7*	1,1837	,001
	GM	Gv	-26,7*	1,1613	,000
	GH	GK	1,93	1,1750	,468
	GH	GS	10,9*	1,1387	,000
	GH	Gv	-11,1*	1,1154	,000
PREPEKTORAL	GK	GS	9,0*	1,2464	,000
	GK	Gv	-13,1*	1,2251	,000
	GS	Gv	-22,0*	1,1904	,000
	GM	GH	-5,2*	,4374	,000
	GM	GK	-4,6*	,4810	,000
	GM	GS	-1,9*	,4672	,000
	GM	Gv	-7,1*	,4584	,000
	GH	GK	,65	,4638	,613
	GH	GS	3,3*	,4494	,000
DORSAL YÜZGEÇ UZUNLUĞU	GH	Gv	-1,8*	,4402	,000
	GK	GS	2,0*	,4919	,000
	GK	Gv	-2,5*	,4836	,000
	GS	Gv	-5,1*	,4698	,000
	GM	GH	-6,2*	,4502	,000
	GM	GK	-4,8*	,4951	,000
	GM	GS	-2,3*	,4809	,000
	GM	Gv	-6,4*	,4718	,000
	GH	GK	1,4 ^a	,4773	,026
DORSAL YÜZGEÇ UZUNLUĞU	GH	GS	3,9*	,4626	,000
	GH	Gv	-,16	,4531	,997
	GK	GS	2,47*	,5063	,000
	GK	Gv	-1,7 ^a	,4977	,014
	GS	Gv	-4,4*	,4836	,000

Çizelge 4.2.'in devamı (*: $p < 0.0001^{\square}$: $p < 0.05$, GM= Mersin *G. rufa*, GH= Hatay *G. rufa*, GK= K. Maraş *G. rufa*, GS= Sivas *G. rufa*, Gv= *G. variabilis*)

Bağımlı değişken	(I) GRUP	(J) GRUP	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	Sig.
ANAL YUZGEÇ UZUNLUĞU	GM	GH	-3*	,2212	,000
	GM	GK	-2,1*	,2432	,000
	GM	GS	-,84 [□]	,2362	,003
	GM	Gv	-3,2*	,2317	,000
	GH	GK	,89*	,2345	,001
	GH	GS	2,15*	,2272	,000
	GH	Gv	-,20	,2226	,881
	GK	GS	1,25*	,2487	,000
	GK	Gv	-1,11*	,2445	,000
	GS	Gv	-2,36*	,2375	,000
PELVİK YUZGEÇ UZUNLUĞU	GM	GH	-1,99*	,1589	,000
	GM	GK	-1,64*	,1748	,000
	GM	GS	-,75*	,1698	,000
	GM	Gv	-1,76*	,1666	,000
	GH	GK	,36	,1685	,213
	GH	GS	1,24*	,1633	,000
	GH	Gv	,22	,1600	,607
	GK	GS	,89*	,1788	,000
	GK	Gv	-,12	,1757	,950
	GS	Gv	-1,01*	,1707	,000
PEKTORAL YUZGEÇ UZUNLUĞU	GM	GH	-1,68*	,1743	,000
	GM	GK	-1,81*	,1917	,000
	GM	GS	-,68 [□]	,1862	,002
	GM	Gv	-1,19*	,1827	,000
	GH	GK	-,13	,1848	,955
	GH	GS	,99*	,1791	,000
	GH	Gv	,49 [□]	,1754	,043
	GK	GS	1,12*	,1960	,000
	GK	Gv	,62 [□]	,1927	,012
	GS	Gv	-,50	,1872	,055
DORSAL KAUDAL ARASI UZAKLIK	GM	GH	-16,51*	,9997	,000
	GM	GK	-11,58*	1,0993	,000
	GM	GS	-3,82 [□]	1,0678	,003
	GM	Gv	-21,28*	1,0476	,000
	GH	GK	4,93*	1,0599	,000
	GH	GS	12,69*	1,0272	,000
	GH	Gv	-4,76*	1,0062	,000
	GK	GS	7,76*	1,1243	,000
	GK	Gv	-9,69*	1,1052	,000
	GS	Gv	-17,45*	1,0738	,000
KAUDAL PEDİNKÜLÜN DERİNLİĞİ	GM	GH	-4,26*	,8125	,000
	GM	GK	-3,01 [□]	,8934	,007
	GM	GS	-,64	,8678	,946
	GM	Gv	-4,36*	,8514	,000
	GH	GK	1,24	,8614	,596
	GH	GS	3,61*	,8348	,000
	GH	Gv	-9,94	,8177	1,000
	GK	GS	2,37	,9138	,072
	GK	Gv	-1,35	,8982	,562
	GS	Gv	-3,71*	,8727	,000

Çizelge 4.2.'in devamı (*: $p < 0.0001^{\square}$: $p < 0.05$, GM= Mersin *G. rufa*, GH= Hatay *G. rufa*, GK= K. Maraş *G. rufa*, GS= Sivas *G. rufa*, Gv= *G. variabilis*)

Bağımlı değişken	(I) GRUP	(J) GRUP	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	Sig.
BAŞ UZUNLUĞU	GM	GH	-7,04*	,4718	,000
	GM	GK	-5,38*	,5188	,000
	GM	GS	-2,19*	,5039	,000
	GM	Gv	-8,35*	,4944	,000
	GH	GK	1,65*	,5002	,008
	GH	GS	4,84*	,4848	,000
	GH	Gv	-1,31 [□]	,4748	,046
	GK	GS	3,19*	,5306	,000
	GK	Gv	-2,96*	,5216	,000
	GS	Gv	-6,16*	,5068	,000
BAŞ GENİŞLİĞİ	GM	GH	-4,99*	,3900	,000
	GM	GK	-4,54*	,4289	,000
	GM	GS	-1,47 [□]	,4166	,004
	GM	Gv	-5,55(*)	,4087	,000
	GH	GK	,44	,4135	,816
	GH	GS	3,51*	,4007	,000
	GH	Gv	-,56	,3925	,601
	GK	GS	3,06*	,4386	,000
	GK	Gv	-1,01	,4312	,130
	GS	Gv	-4,08*	,4189	,000
BURUN UZUNLUĞU	GM	GH	-3,37*	,3248	,000
	GM	GK	-3,11*	,3572	,000
	GM	GS	-1,71*	,3469	,000
	GM	Gv	-3,96*	,3404	,000
	GH	GK	,26	,3444	,939
	GH	GS	1,66*	,3337	,000
	GH	Gv	-,58	,3269	,386
	GK	GS	1,40 [□]	,3653	,001
	GK	Gv	-,84	,3591	,127
	GS	Gv	-2,25*	,3489	,000
PREORBITAL MESAFE	GM	GH	-3,93*	,2336	,000
	GM	GK	-2,68*	,2566	,000
	GM	GS	-,97 [□]	,2493	,001
	GM	Gv	-5,45*	,2446	,000
	GH	GK	1,24*	,2461	,000
	GH	GS	2,95*	,2385	,000
	GH	Gv	-1,52*	,2336	,000
	GK	GS	1,71*	,2610	,000
	GK	Gv	-2,76*	,2566	,000
	GS	Gv	-4,48*	,2493	,000
GÖZ ÇAPI	GM	GH	-,94*	,1126	,000
	GM	GK	-1,04*	,1238	,000
	GM	GS	-,35 [□]	,1202	,024
	GM	Gv	-1,54*	,1180	,000
	GH	GK	-,10	,1194	,913
	GH	GS	,58*	,1157	,000
	GH	Gv	-,59*	,1133	,000
	GK	GS	,68*	,1266	,000
	GK	Gv	-,49 [□]	,1244	,001
	GS	Gv	-1,18*	,1209	,000

Çizelge 4.2.'in devamı (*: $p < 0.0001^{\square}$: $p < 0.05$, GM= Mersin *G. rufa*, GH= Hatay *G. rufa*, GK= K. Maraş *G. rufa*, GS= Sivas *G. rufa*, Gv= *G. variabilis*)

Bağımlı değişken	(I) GRUP	(J) GRUP	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	Sig.
MAKSİLLER BİYİK UZUNLUĞU	GM	GH	-,69*	,1151	,000
	GM	GK	-,77*	,1265	,000
	GM	GS	8,57	,1229	,957
	GM	Gv	-,66*	,1206	,000
	GH	GK	-7,78	,1220	,969
	GH	GS	,77*	,1182	,000
	GH	Gv	2,68	,1158	,999
	GK	GS	,85*	,1294	,000
	GK	Gv	,10	,1272	,923
	GS	Gv	-,75*	,1236	,000
MANDİBULAR BİYİK UZUNLUĞU	GM	GH	-,34	,1444	,115
	GM	GK	,23	,1573	,566
	GM	GS	,33	,1528	,181
	GM	Gv	1,31*	,1499	,000
	GH	GK	,58 [□]	,1529	,001
	GH	GS	,68*	,1483	,000
	GH	Gv	1,66*	,1453	,000
	GK	GS	,10	,1609	,971
	GK	Gv	1,07*	,1582	,000
	GS	Gv	,97*	,1537	,000
VUCUT YÜKSEKLİĞİ	GM	GH	-6,83*	,6203	,000
	GM	GK	-4,62*	,6821	,000
	GM	GS	-1,41	,6625	,202
	GM	Gv	-15,34*	,6500	,000
	GH	GK	2,20 [□]	,6576	,007
	GH	GS	5,41*	,6373	,000
	GH	Gv	-8,51*	,6243	,000
	GK	GS	3,20*	,6976	,000
	GK	Gv	-10,72*	,6857	,000
	GS	Gv	-13,92*	,6662	,000

Ölçülen morfometrik karakterlerin gruplara göre çoklu karşılaştırılması SPSS programının ANOVA testi ile yapılmıştır. Bu test ile Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Sivas ve Mardin ilinden alınan örneklerin morfometrik karakterleri karşılaştırılmış ve aralarındaki farklılıkların önemlilik değerlerine ulaşılmıştır. Buna göre Mersin ve Hatay *G. rufa* populasyonları mandibular bıyık uzunluğu karakteri yönünden farksız diğer tüm metrik karakterler yönünden oldukça farklı (***) bulunmuştur. Mersin ve Kahramanmaraş populasyonları mandibular bıyık uzunluğu karakteri yönünden farksız, kuyruk sapı yüksekliği bakımından *P düzeyinde farklı, diğer tüm karakterler için oldukça farklı (***) bulunmuştur. Mersin ve Sivas populasyonları kuyruk sapı yüksekliği, vücut yüksekliği, maksiler bıyık uzunluğu

karakterleri yönünden farksız: predorsal mesafe, anal yüzgeç uzunluğu, pektoral yüzgeç uzunluğu, dorsal kaudal arası uzaklık, baş genişliliği, göz çapı yönünden *P düzeyinde farklı, prepelvik mesafesi, preorbital mesafe karakteri açısından **P düzeyinde farklı; diğer karakterler yönünden ***P düzeyinde farklı bulunmuştur. Mersin *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonları tüm metrik karakterler yönünden oldukça farklı (**P) bulunmuştur. Hatay ve Kahramanmaraş *G. rufa* populasyonları predorsal mesafe, preanal mesafe, prepelvik mesafesi, prepektoral mesafe, pelvik yüzgeç uzunluğu, pektoral yüzgeç uzunluğu, kuyruk sapı yüksekliği, baş genişliliği, göz çapı, maksiler bıyık uzunluğu karakteri yönünden farksız; dorsal yüzgeç uzunluğu, vücut yüksekliği, baş uzunluğu karakteri yönünden *P düzeyinde farklı, anal yüzgeç uzunluğu, mandibular bıyık uzunluğu bakımından **P düzeyinde farklı; dorsal kaudal arası uzaklık, burun uzunluğu, preorbital mesafe karakterleri yönünden oldukça farklı bulunmuştur (**P). Hatay ve Sivas *G. rufa* populasyonları tüm metrik karakterler yönünden oldukça farklı (**P) bulunmuştur. Hatay *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonları dorsal yüzgeç uzunluğu, anal yüzgeç uzunluğu, pelvik yüzgeç uzunluğu, kuyruk sapı yüksekliği, baş genişliliği, maksiler bıyık uzunluğu bakımından farksız; pektoral yüzgeç uzunluğu, baş uzunluğu yönünden *P düzeyinde farklı; diğer tüm metrik karakterler yönünden oldukça farklı (**P) bulunmuştur. Kahramanmaraş ve Sivas *G. rufa* populasyonları kuyruk sapı yüksekliği, mandibular bıyık uzunluğu bakımından farksız; burun uzunluğu bakımından **P düzeyinde farklı; diğer tüm metrik karakterler yönünden oldukça farklı (**P) bulunmuştur. Kahramanmaraş *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonları pelvik yüzgeç uzunluğu, kuyruk sapı yüksekliği, baş genişliliği, burun uzunluğu, maksiler bıyık uzunluğu bakımından farksız; dorsal yüzgeç uzunluğu, pektoral yüzgeç uzunluğu bakımından *P düzeyinde farklı; göz çapı karakteri açısından **P düzeyinde farklı; diğer karakterler yönünden ***P düzeyinde farklı bulunmuştur. Sivas *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonları tüm karakterler yönünden oldukça farklı (**P) bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Grupların Anova testi ile karşılaştırılmasının önemlilik değerleri

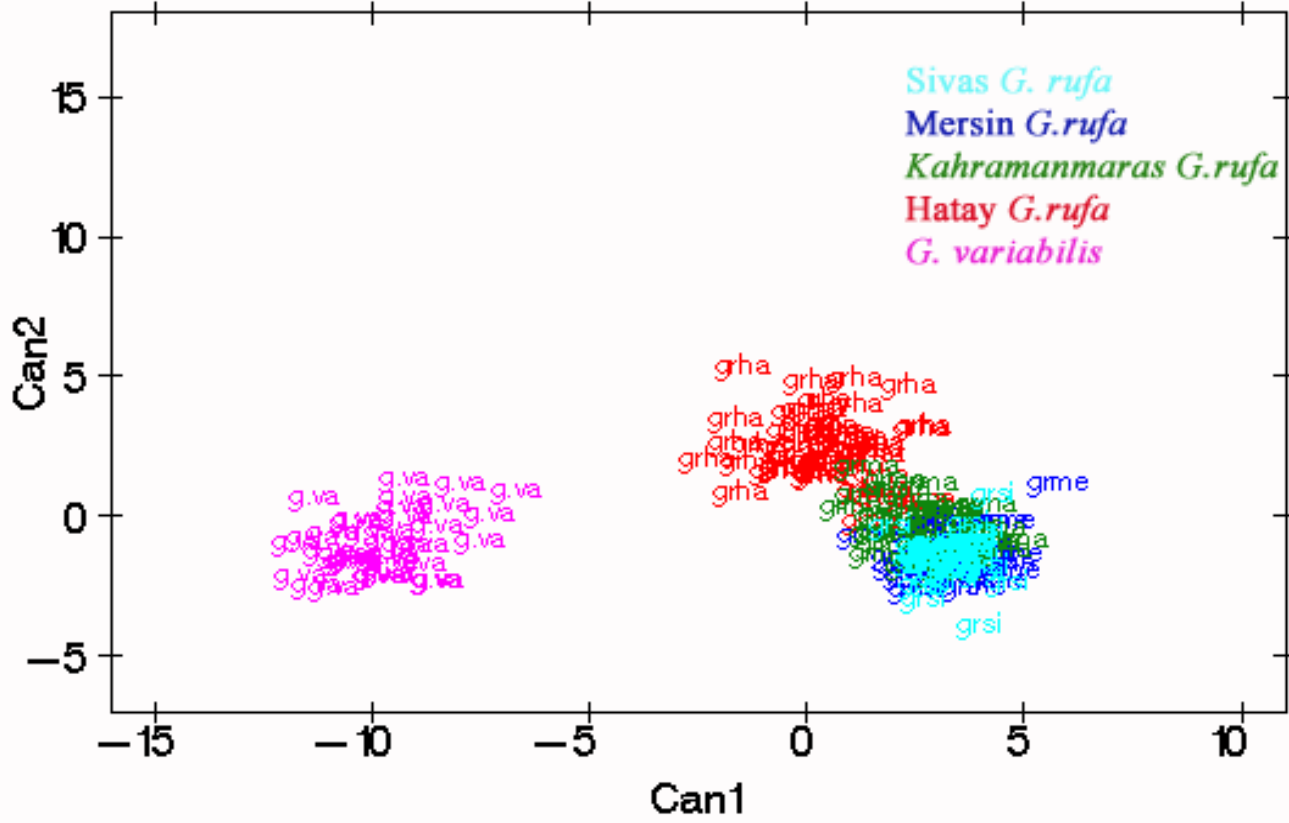
Karakter	Bölge	Predorsal mesafe	Prenal mesafe	Prepelvik mesafesi	Prepektoral mesafe	Dorsal yüzgeç uzunluğu	Anal yüzgeç uzunluğu	Pelvik yüzgeç uzunluğu	Pektoral yüzgeç	Dorsal Kaudal arası uzaklık	Kuyruk sapı yüksekliği	Vücut yüksekliği	Baş uzunluğu	Baş genişliği	Burun uzunluğu	Preorbital mesafe	Göz çapı	Maksiler bıyık uzunluğu	Mandibular bıyık uzunluğu
		GrM	GrH	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P
GrM	GrK	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	*P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	P
GrM	GrS	*P	***P	*P	***P	***P	*P	***P	*P	*P	P	P	***P	*P	***P	*P	*P	P	P
GrM	Gv	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P
GrH	GrK	P	P	P	P	*P	***P	P	P	***P	P	*P	*P	P	***P	***P	P	P	***P
GrH	GrS	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P
GrH	Gv	***P	***P	***P	***P	P	P	P	*P	***P	P	***P	*P	P	***P	***P	***P	P	***P
GrK	GrS	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	P	***P	***P	***P	*P	***P	***P	***P	P
GrK	Gv	***P	***P	***P	***P	*P	***P	P	*P	***P	P	***P	***P	P	P	***P	***P	P	***P
GrS	Gv	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P	***P

(P<0.0001=***P: P≤0.001=**P: P<0.05=*P: P> 0.05=P)

(GrM= Mersin *G. rufa*, GrH= Hatay *G. rufa*, GrK= K. Maraş *G. rufa*, GrS= Sivas *G. rufa*, Gv= *G. variabilis*)

G. rufa ve *G. variabilis*'in morfometrik verilerinin tamamının SAS programının, Canonical analiz yöntemi ile test edilmesi ile elde edilen grafiğe göre (Şekil 4.4) Sivas populasyonu, Mersin populasyonunun içinde dar bir alanda bulunmakta ve büyük farklılık göstermemektedir, Kahramanmaraş populasyonu Mersin–Sivas ve Hatay populasyonlarının arasında bulunmaktadır. Hatay populasyonu diğer üç *G.rufa* örneğinden farklı bir konumda bulunmaktadır. *G. variabilis* populasyonuna en yakın örnekler ise yine Hatay bölgesi *G. rufa* örnekleridir. Canonical analiz yöntemi gruplar arasındaki benzerlik ve farklılıkların tamamını dikkate alarak grupları bu düzene göre grafikleyen bir analiz tekniğidir. Bu sayede gruplar arasındaki yakınlıklar görülebilmektedir.

The SAS System



Şekil 4.4. *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonlarının Canonical analiz yöntemi ile karşılaştırması

G. rufa ve *G. variabilis* örneklerinin pektoral yüzgeç ışın sayısı, dorsal yüzgeç ışın sayısı, anal yüzgeç ışın sayısı ve line-lateraldaki pul sayısı değerleri Çizelge 4,4’de verilmiştir. Yapılan çalışmada Mersin *G.rufa* örneklerinin pektoral yüzgeç ışın sayısı 12–14, dorsal yüzgeç ışın sayısı 9, anal yüzgeç ışın sayısı 6, line-lateraldaki pul sayısı 33–37; Hatay *G.rufa* örneklerinin pektoral yüzgeç ışın sayısı 12–14, dorsal yüzgeç ışın sayısı 9, Anal yüzgeç ışın sayısı 6, line-lateraldaki pul sayısı 31–38; Kahramanmaraş *G.rufa* örneklerinin pektoral yüzgeç ışın sayısı 13–15, dorsal yüzgeç ışın sayısı 9, anal yüzgeç ışın sayısı 6, line-lateraldaki pul sayısı 35–39; Sivas *G.rufa* örneklerinin pektoral yüzgeç ışın sayısı 11–13, dorsal yüzgeç ışın sayısı 9, anal yüzgeç ışın sayısı 6, line-lateraldaki pul sayısı 34–38; *G.variabilis* örneklerinin pektoral yüzgeç ışın sayısı 11–12, dorsal yüzgeç ışın sayısı 8, anal yüzgeç ışın sayısı 6, line-lateraldaki pul sayısı 36–42 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4. *G.rufa* ve *G.variabilis* popülasyonlarının meristik değerleri

Bölge	Tür adı	Meristik karakter	Değerler
Mersin	<i>G.rufa</i>	Pektoral yüzgeç ışın sayısı	12–14
		Dorsal yüzgeç ışın sayısı	9
		Anal yüzgeç ışın sayısı	6
		Line-lateraldaki pul sayısı	33-37
Hatay	<i>G.rufa</i>	Pektoral yüzgeç ışın sayısı	12–14
		Dorsal yüzgeç ışın sayısı	9
		Anal yüzgeç ışın sayısı	6
		Line-lateraldaki pul sayısı	31-38
Kahramanmaraş	<i>G.rufa</i>	Pektoral yüzgeç ışın sayısı	13–15
		Dorsal yüzgeç ışın sayısı	9
		Anal yüzgeç ışın sayısı	6
		Line-lateraldaki pul sayısı	35-39
Sivas	<i>G.rufa</i>	Pektoral yüzgeç ışın sayısı	11–13
		Dorsal yüzgeç ışın sayısı	9
		Anal yüzgeç ışın sayısı	6
		Line-lateraldaki pul sayısı	34-38
Mardin	<i>G.variabilis</i>	Pektoral yüzgeç ışın sayısı	11–12
		Dorsal yüzgeç ışın sayısı	8
		Anal yüzgeç ışın sayısı	6
		Line-lateraldaki pul sayısı	36-42

4.1.2. Sitogenetik Bulgular

4.1.2.1. *Garra rufa*'ya ait Sitogenetik Bulgular

Mersin ilinden alınan 36, Kahramanmaraş ilinden alınan 24, Hatay ilinden alınan 18, Sivas ilinden alınan 30 *G. rufa* üzerinde sitogenetik çalışmalar yapılmıştır. Bölgelerden alınan *G. rufa*'nın kromozom sıklık analizleri yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda Mersin *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısının % 79,9 sıklık ile 50, Hatay ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısının % 60 sıklık ile 46, Kahramanmaraş ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısının % 57 sıklık ile 46, Sivas ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısının % 90,9 sıklık ile 50 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5, 4.7, 4.9, 4.11, 4.13) .

4.1.2.1.1. Mersin *Garra rufa*'ya ait Sitogenetik Bulgular

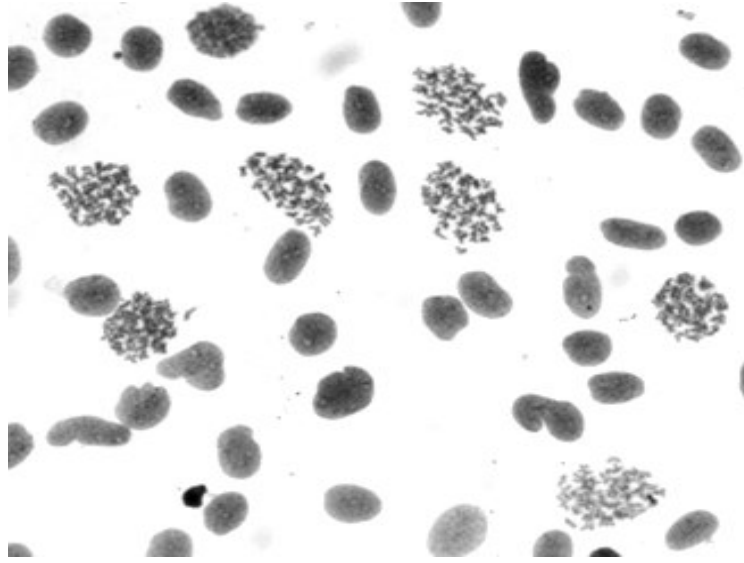
Yapılan sitogenetik çalışmalar sonucunda Mersin ili *G. rufa* örneklerinden 283 metafaz sayılmıştır. Bunların 226'sında 50 kromozom sayılmış ve Mersin ili *G. rufa* örneklerinin 2N kromozom sayısı 50, dişiye ait kol sayısı 86 olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımı ise 26M:10SM:8ST:6A (♀) şeklindedir. Mersin *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısının sıklık dağılımı Çizelge 4.5 de verilmiştir. *G. rufa*'nın bantlama teknikleri uygulanmayan metafaz görüntüsü Şekil 4.6'de verilmiştir.

G. rufa solungaç dokusu ve yüzgeç epiteli dekapite edildikten sonra doğrudan hipotonik solüsyonuna alınmıştır. Hipotonik süresi dolduktan sonra ise doğrudan fiksatife alınmıştır. Dokuyu ezdikten sonra fiksatife koymak fazla miktarda hücrenin plazmolize uğramasına neden olmaktadır. Bu yüzden dokunun doğrudan hipotoniğe alınması daha iyi sonuç vermiştir. Bu yöntemle aynı görüntü alanında oldukça fazla metafaz plağı görülebilmektedir (Şekil 4.5) Mersin *G. rufa* örneklerine ait olan bantlama yapılmamış metafaz görüntüsü ve karyotipi Şekil 4.7-Şekil 4.8'de verilmiştir.

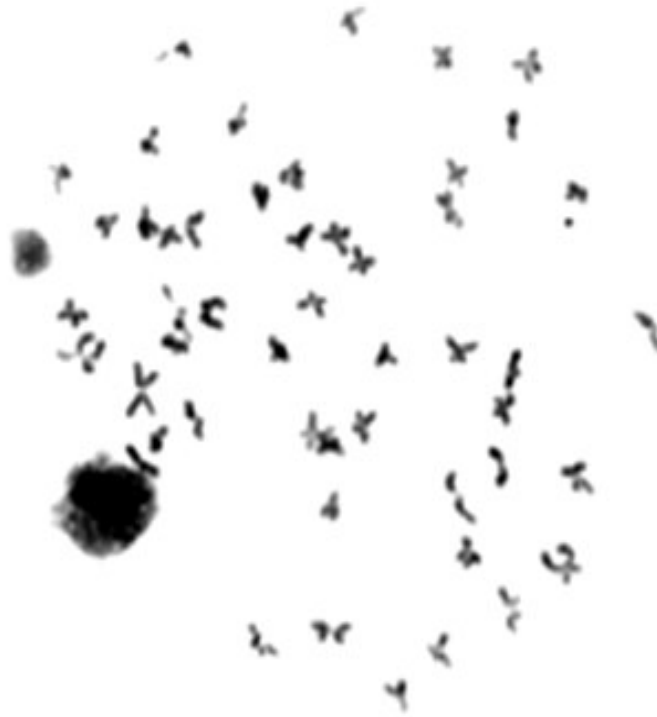
Mersin *G. rufa* örnekleri ile yapılan tripsin bantlama çalışması sonucunda 1., 8., ve 9. çift kromozomların uzun kolları üzerindeki heterokromatin bant bölgeleri çok belirgin olarak görülmüştür (Şekil 4.9 - Şekil 4.10). Bu boyama yöntemi ile preparatlar Tripsin solüsyonundan geçirildikten sonra Giemsa boya ile boyanmıştır ve preparatlardaki kromozomların heterokromatin ve eukromatin bölgeleri görülebilmektedir. Sırasıyla HCl, Ba(OH)₂, 2xSSC solüsyonlarında geçirilen ve Giemsa boya ile boyanan preparatlardaki kromozomların sentromer bölgeleri görülebilmiş ve buna göre kromozomların uzun ve kısa kol oranları ölçülerek karyotip belirlenmiştir (Şekil 4.11- Şekil 4.12).

Çizelge 4.5. Mersin *G. rufa*'nın kromozom sayısının sıklık analizi

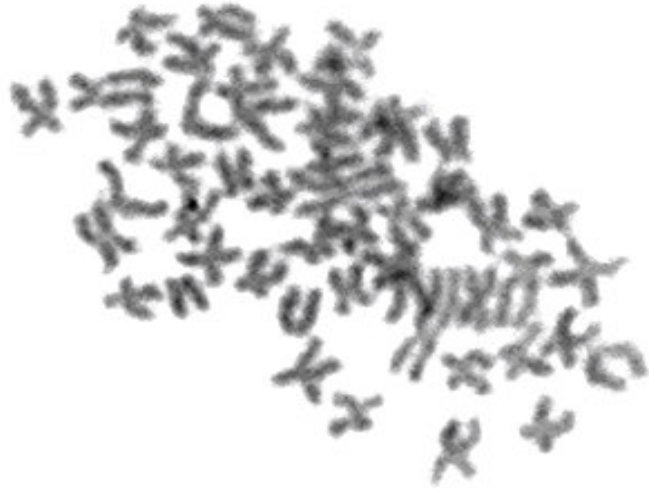
Bölge	Örnek sayısı	Tanımlanan metafaz	Kromozom sayısı	% Değer
Mersin <i>G.rufa</i>	36	1	11	0.35
		1	24	0.35
		1	26	0.35
		1	30	0.35
		1	32	0.35
		3	34	1.1
		2	36	0.71
		2	38	0.71
		1	39	0.35
		3	40	1.1
		1	41	0.35
		10	42	3.5
		1	43	0.35
		4	44	1.41
		1	45	0.35
		8	46	2.83
		3	47	1.1
		9	48	3.1
		2	49	0.71
				226
		1	51	0.35
		1	53	0.35
		283		



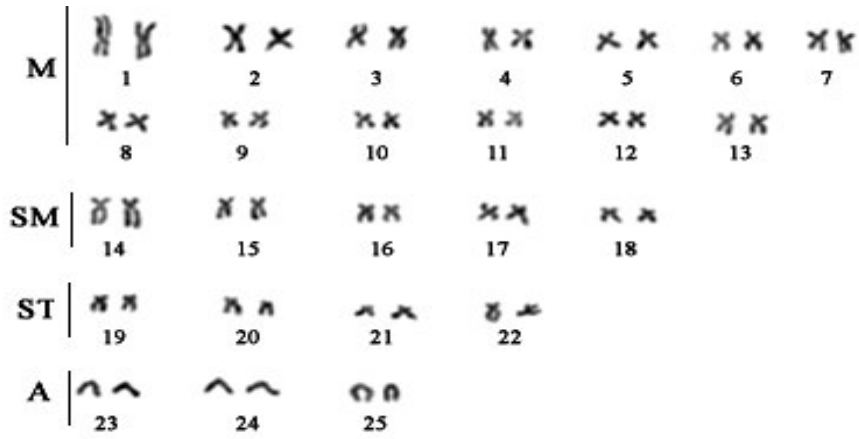
Şekil 4.5. Mersin *G. rufa* 'nın metafaz görüntüleri 10x10 ♀



Şekil 4.6. Mersin *G. rufa* 'ya ait metafaz görüntüsü 10x100 ♀



Şekil 4.7. Mersin *G. rufa* metafaz görüntüsü 10x100 ♀



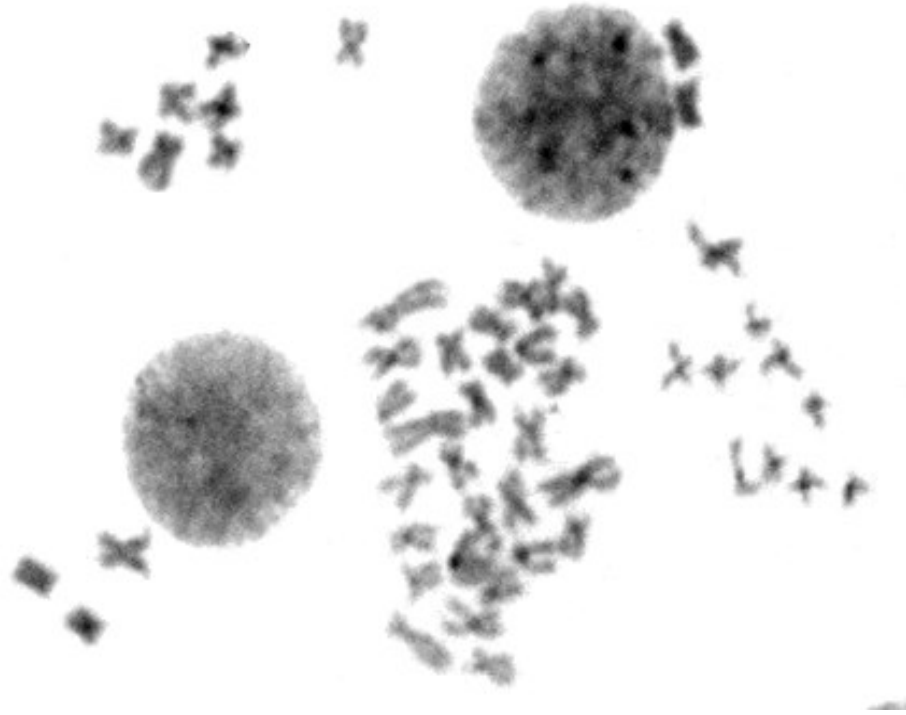
Şekil 4.8. Mersin *G. rufa* 'ya ait karyotip 10x100 ♀ 26M:10SM:8ST:6A



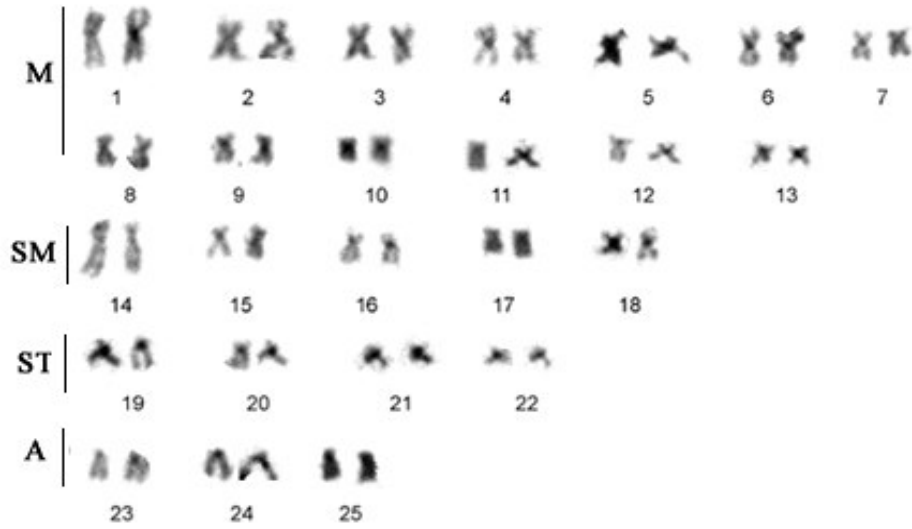
Şekil 4.9. Mersin *G. rufa*'ya ait Giemsa bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀



Şekil 4.10. Mersin *G. rufa* 'ya ait Giemsa bantlama karyotipi 10x100 ♀
26M:10SM:8ST:6A (Oklar belirgin bant bölgelerini göstermektedir).

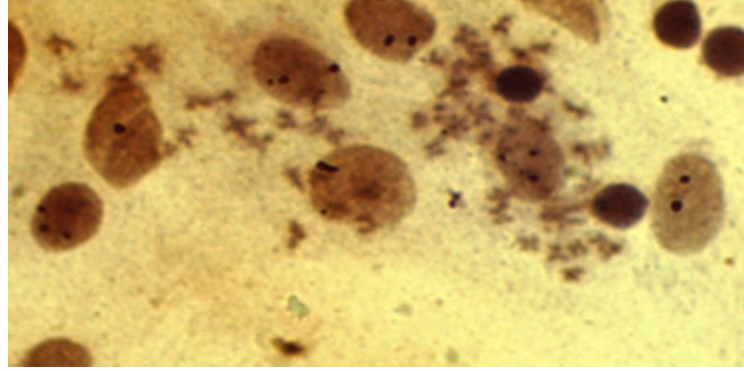


Şekil 4.11. Mersin *G. rufa* 'ya ait C bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀

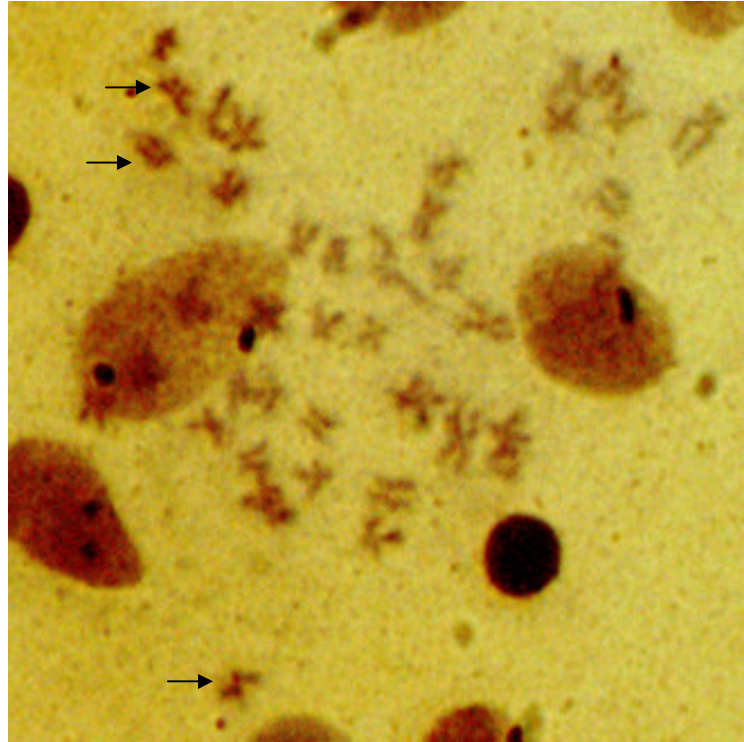


Şekil 4.12. Mersin *G. rufa* 'ya ait sentromer bantlama karyotipi 10x100 ♀
26M:10SM:8ST:6A

NOR boyama çalışmaları sonucunda Mersin *G. rufa* örneklerinin 15. SM ve 20. ST kromozom çiftleri üzerinde NOR bölgeleri tespit edilmiştir. Bunların dışında birçok kromozom üzerinde hücrenin o anki protein sentez aktivitesine göre miktarları değişen NOR bölgeleri görölmüştür (şekil 4.13-şekil 4.14).



şekil 4.13. Mersin *G. rufa* 'ya ait AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀

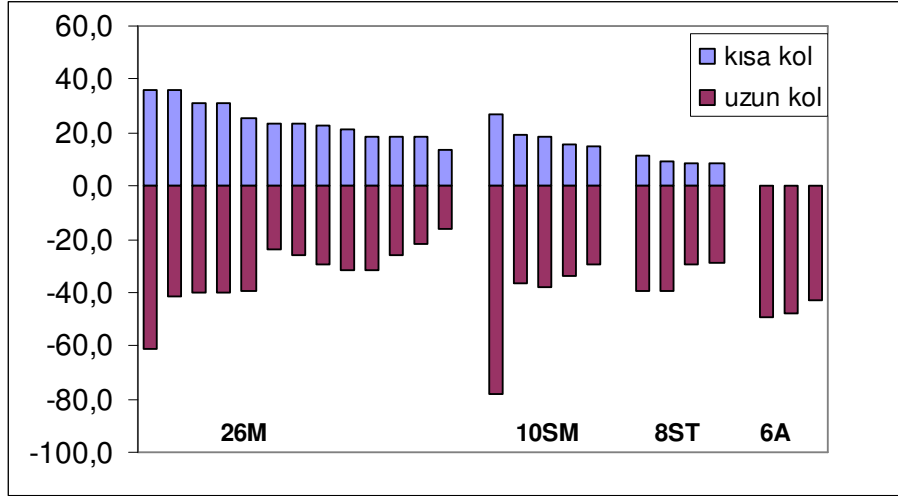


şekil 4.14. Mersin *G. rufa* 'ya ait AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀ (Oklar NOR taşıyan kromozomları göstermektedir)

Kromozomların sentromer bölgelerine göre kısa ve uzun kol ölçümleri Micro Measure programında yapılmış (Çizelge 4.6), bu ölçümlere göre maksimum kromozom uzunluğu 105.23, minimum kromozom uzunluğu ise 29.7 olarak belirlenmiştir. Excel programında hazırlanan Mersin *G. rufa* 'ya ait olan idiogram Şekil 4.15'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Mersin *G. rufa* örneklerine ait olan kromozom kol ölçümleri

Kromozom Çiftleri	Kromozom Boyu	Uzun Kol	Kısa kol	Kol oranları (L/S)	Sentromer indeksi (S/(L+S))	Sentromer Pozisyonu
1	97,92	61,55	36,37	1,69	0,37	M
2	76,91	41,19	35,72	1,15	0,46	M
3	71,68	40,27	31,41	1,28	0,44	M
4	71,45	40,23	31,21	1,29	0,44	M
5	64,62	39,18	25,44	1,54	0,39	M
6	52,80	31,26	21,54	1,45	0,41	M
7	51,80	29,20	22,59	1,29	0,44	M
8	50,32	31,56	18,75	1,68	0,37	M
9	49,77	26,23	23,54	1,11	0,47	M
10	47,67	24,00	23,67	1,01	0,50	M
11	44,98	26,23	18,75	1,40	0,42	M
12	29,70	16,27	13,44	1,21	0,45	M
13	39,70	21,54	18,16	1,19	0,46	M
14	105,23	78,30	26,93	2,91	0,26	SM
15	56,64	37,88	18,75	2,02	0,33	SM
16	55,89	36,74	19,15	1,92	0,34	SM
17	49,72	33,94	15,78	2,15	0,32	SM
18	44,54	29,36	15,18	1,93	0,34	SM
19	51,21	39,57	11,64	3,40	0,23	ST
20	48,55	39,14	9,41	4,16	0,19	ST
21	37,89	29,40	8,48	3,47	0,22	ST
22	37,32	28,84	8,48	3,40	0,23	ST
23	49,47	49,47	0,00	N/A	0,00	A
24	47,45	47,45	0,00	N/A	0,00	A
25	43,18	43,18	0,00	N/A	0,00	A



Şekil 4.15. Mersin *G. rufa* örneklerine ait idiogram ♀

4.1.2.1.2. Hatay *Garra rufa* sitogenetik çalışmaları

Yapılan çalışmalarda Hatay ili *G. rufa* örneklerinin 2N kromozom sayısı 46 (NF=80) olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımı ise 22M:12SM:8ST:4A (♀), 22M:12SM:7ST:5A (♂) şeklindedir. Bölgeye ait olan örneklerden toplamda 150 metafaz sayılmış ve bunların 90'ında kromozom sayısı 46 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen metafaz görüntüleri bu metafazların karyotipi Şekil 4.16.-Şekil 4.19'da verilmiştir. Hatay *G.rufa* erkek bireylerinin karyotipindeki bir subtelosentrik kromozomun X ve bir akrosentrik kromozomunun Y olduğu düşünülmektedir.

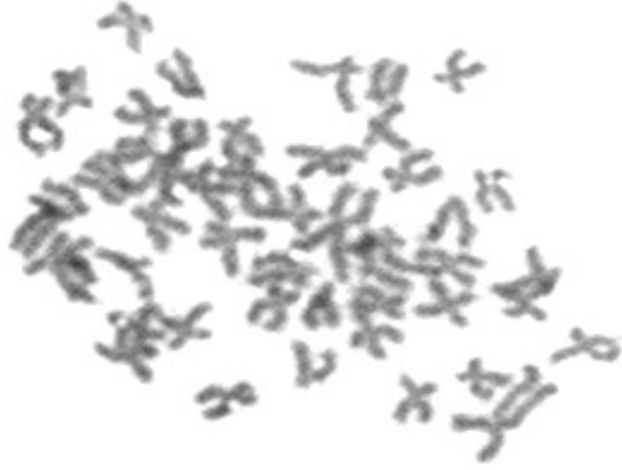
Çizelge 4.7. Hatay *G.rufa*'nın kromozom sayısının sıklık analizi

Bölge	Örnek sayısı	Tanımlanan metafaz	Kromozom sayısı	% Değer
Hatay <i>G.rufa</i>	18	1	15	0.66
		1	28	0.66
		2	30	1.33
		1	31	0.66
		1	33	0.66
		1	34	0.66
		1	35	0.66
		8	36	5.33
		1	38	0.66
		11	40	7.33
		2	41	1.33
		7	42	4.66
		5	44	3.33
		1	45	0.66
		90	46	60
		1	47	0.66
		13	48	8.66
		2	50	1.33
1	52	0.66		
		150	100	

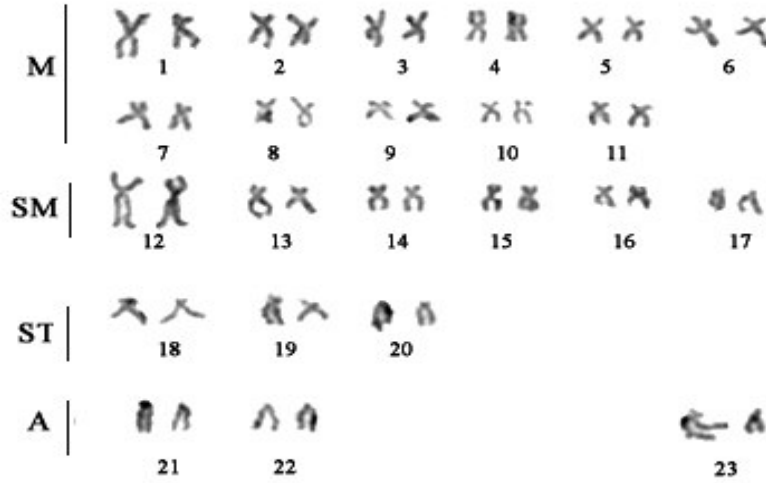
Yapılan sentromer bantlama çalışmaları sonucunda kromozomların sentromer bölgeleri görülebilmüş ve buna göre kromozomların uzun ve kısa kol oranları çıkarılarak karyotip belirlenmiştir (Şekil 4.20- Şekil 4.21). Ayrıca 12. SM ve 20. ST kromozomların uzun kollarının terminal kısımlarında da heterokromatin bölgelere rastlanmıştır.

Hatay *G. rufa* örnekleri ile yapılan Giemsa bantlama çalışmaları sonucunda 1. çift kromozomun uzun kolunda 3, kısa kolunda 1; 6.çift kromozomun uzun kolunda 1 kısa kolunda 1; 9. ve 13. çift kromozomların uzun kollarında 1; 12. çift kromozomun uzun kolunda 1, kısa kolunda 1 belirgin bant bölgesi görülmüştür (Şekil 4.22- Şekil 4.23).

Gümüş Nitrat boyama tekniği ile boyanan Hatay *G. rufa* metafazlarında ST X kromozomunun kısa kolunda ve 18. ST kromozom çiftinin kısa kolu üzerinde NOR bölgesinin olduğu görülmüştür (Şekil 4.24- Şekil 4.25)



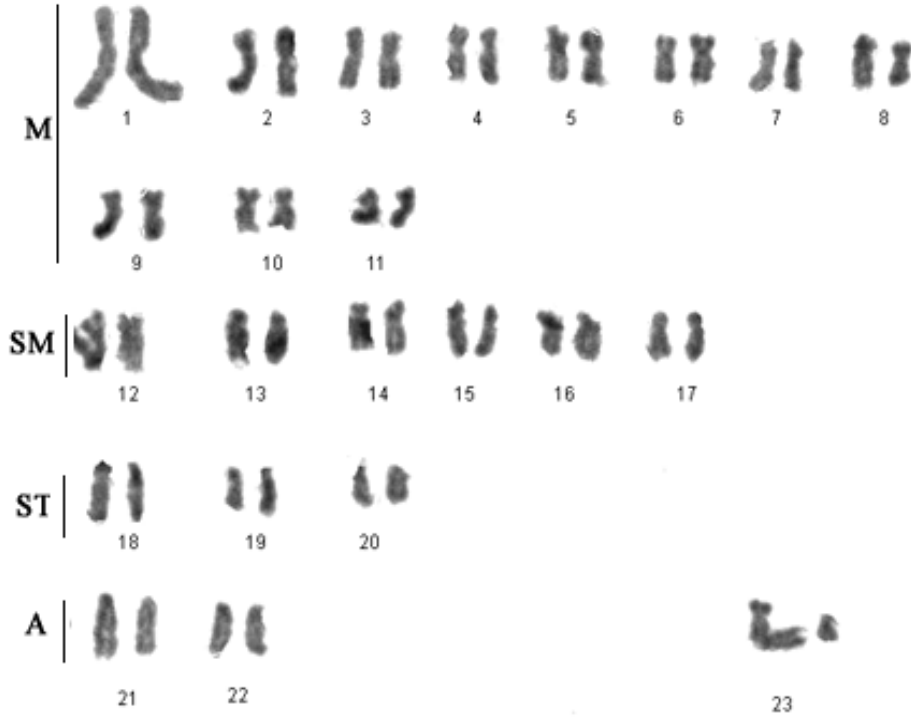
Şekil 4.16.Hatay *G. rufa* metafaz görüntüsü 10x100 ♂



Şekil 4.17. Hatay *G. rufa* karyotipi 10x100 ♂ 22M:12SM:7ST:5A



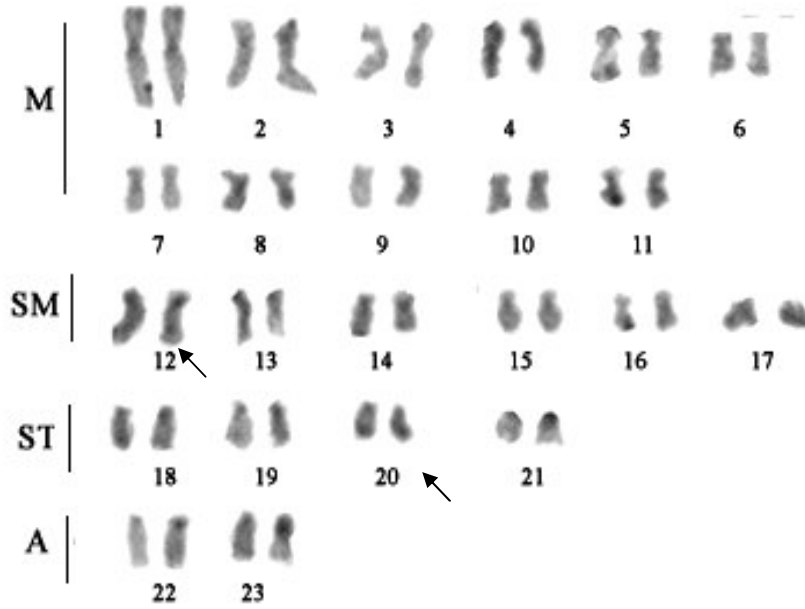
Şekil 4.18. Hatay *G. rufa* metafaz görüntüsü 10x100 ♂



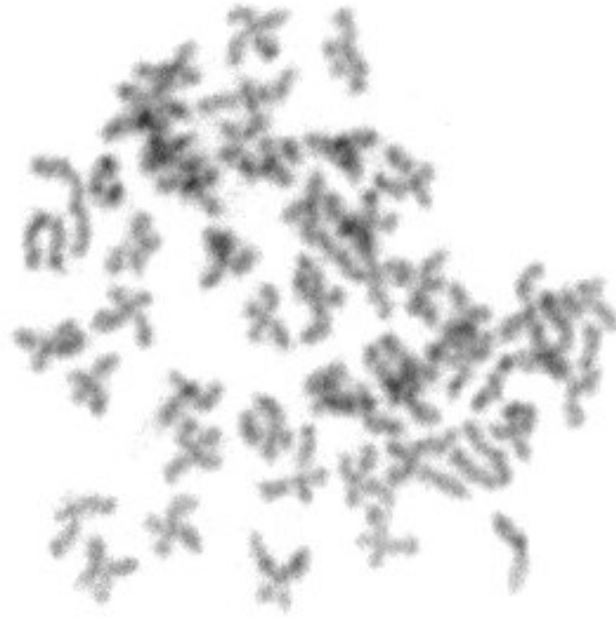
Şekil 4.19. Hatay *G. rufa* karyotipi 10x100 ♂ 22M:12SM:7ST:5A



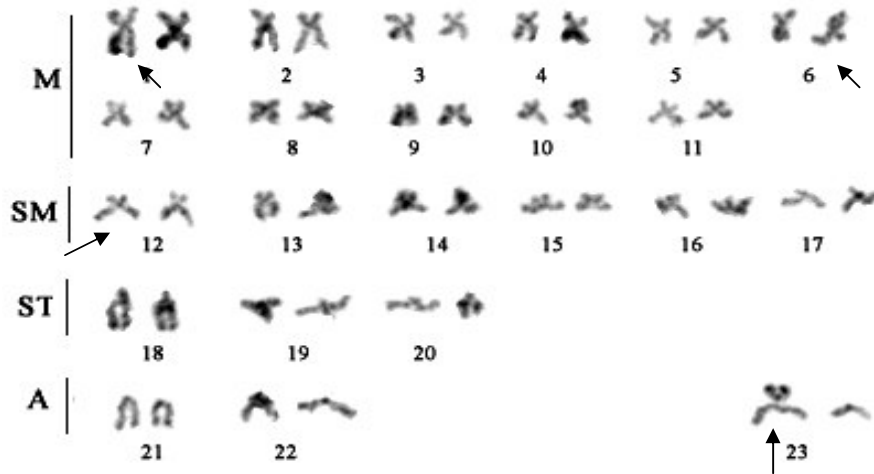
Şekil 4.20. Hatay *G. rufa* sentromer bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀



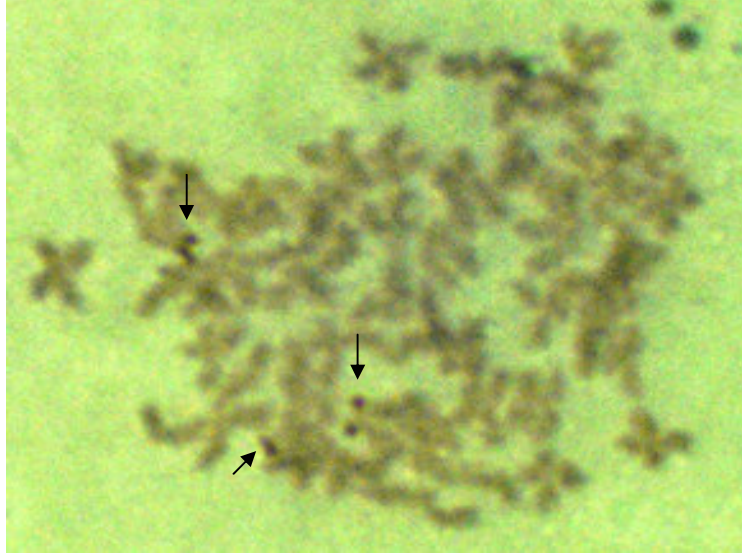
Şekil 4.21. Hatay *G. rufa* sentromer bantlama karyotipi ♀ 10x100
22M:12SM:8ST:4A (Oklar sentromer dışındaki heterokromatin bölgeleri göstermektedir)



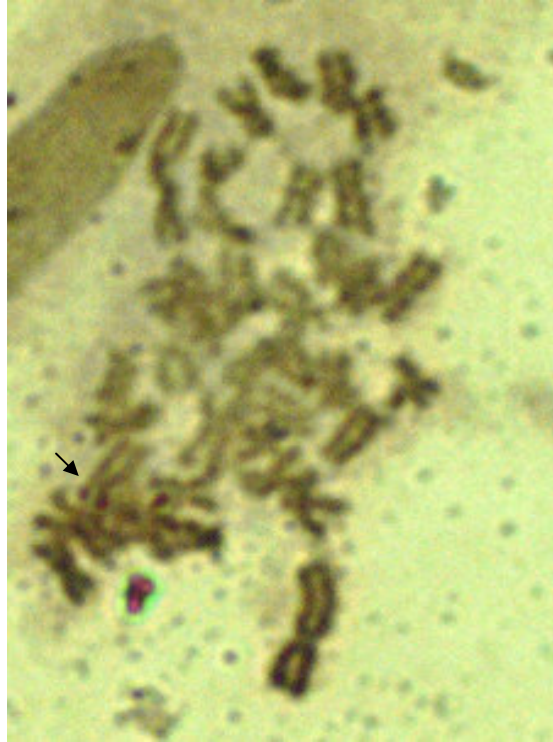
Şekil 4.22. Hatay *G. rufa* Giemsa bantlama metafaz görüntüsü ♂ 10x100



Şekil 4.23. Hatay *G. rufa*'nın Giemsa bantlama karyotipi ♂ 10x100
22M:12SM:7ST:5A (Oklar belirgin bant bölgelerini göstermektedir).



Şekil 4.24. Hatay *G. rufa* AgNOR bantlama metafaz görüntüsü ♂ 10x100

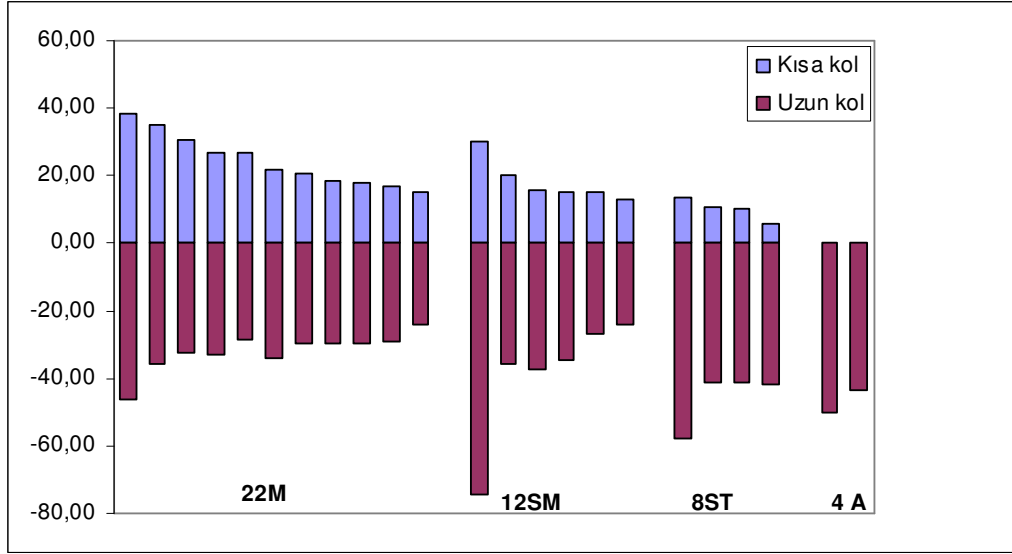


Şekil 4.25. Hatay *G. rufa* AgNOR bantlama metafaz görüntüsü ♂ 10x100

Sentromer bölgelerine göre kromozomların Micro Measure programında kısa ve uzun kol ölçümleri yapılmış (Çizelge 4.8), bu ölçümlere en büyük kromozom 104,33 olarak ölçülmüş en küçük kromozomun ise 36,65 olduğu belirlenmiş, Excel programında Hatay *G. rufa* 'ya ait olan idiogram çıkarılmıştır (Şekil 4.26).

Çizelge 4.8. Hatay *G. rufa* örneklerine ait olan kromozom kol ölçümleri

Kromozom Çiftleri	Kromozom Boyu	Uzun Kol	Kısa kol	Kol oranları (L/S)	Sentromer indeksi (S/(L+S))	Sentromer Pozisyonu
1	84,73	46,04	38,69	1,19	0,46	M
2	71,25	35,90	35,35	1,02	0,50	M
3	62,86	32,42	30,44	1,07	0,48	M
4	59,70	32,86	26,85	1,22	0,45	M
5	55,61	33,93	21,69	1,56	0,39	M
6	55,27	28,60	26,67	1,07	0,48	M
7	50,56	29,76	20,81	1,43	0,41	M
8	48,09	29,49	18,60	1,59	0,39	M
9	47,61	29,65	17,95	1,65	0,38	M
10	45,87	29,15	16,72	1,74	0,36	M
11	39,20	24,13	15,06	1,60	0,38	M
12	104,33	74,20	30,13	2,46	0,29	SM
13	55,77	35,74	20,03	1,78	0,36	SM
14	53,17	37,35	15,82	2,36	0,30	SM
15	49,76	34,42	15,34	2,24	0,31	SM
16	42,04	27,07	14,97	1,81	0,36	SM
17	36,65	23,93	12,72	1,88	0,35	SM
18	52,05	41,46	10,59	3,92	0,20	ST
19	51,26	41,28	9,98	4,14	0,19	ST
20	47,65	41,77	5,88	7,10	0,12	ST
21	71,27	57,61	13,66	4,22	0,19	ST
22	50,36	50,36	0,00	N/A	0,00	A
23	43,67	43,67	0,00	N/A	0,00	A



Şekil 4.26. Hatay *G. rufa* ait idiogram ♀

4.1.2.1.3. Kahramanmaraş ili *Garra rufa*'ya ait sitogenetik Bulgular

Yapılan çalışmalarda Kahramanmaraş ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı $2N = 46$ (♀NF=84; ♂NF=82) olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımı ise 32M:6SM:6ST:2A (♀), 31M:6SM:6ST:3A (♂) şeklindedir. Bölge örneklerinden hazırlanan preparatlardan 184 metafaz sayılmış, bunun 105'inde kromozom sayısı 46 olarak belirlenmiştir. Kromozom sayısına göre tanımlanan metafaz sayısı % 57 oranında temsil edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Kahramanmaraş *G.rufa*'nın kromozom sayısının sıklık analizi

Bölge	Örnek sayısı	Tanımlanan metafaz	Kromozom sayısı	% Değer
Kahramanmaraş <i>G.rufa</i>	24	1	17	0.54
		1	20	0.54
		1	23	0.54
		1	24	0.54
		1	25	0.54
		2	26	1.1
		1	27	0.54
		2	30	1.1
		1	33	0.54
		1	34	0.54
		1	35	0.54
		4	38	1.17
		1	39	0.54
		10	40	5.43
		2	41	1.1
		4	42	1.17
		1	43	0.54
		4	44	1.17
		105	46	57.1
		1	47	0.54
		24	48	13
		13	50	7
		2	52	1.1
		184		100

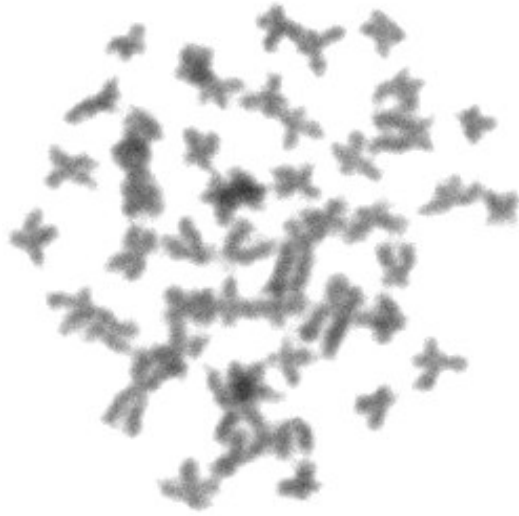
Kahramanmaraş ilinden alınan örneklerden elde edilen metafaz görüntüsü Şekil 4.27 de verilmiştir. Kahramanmaraş *G. rufa* örnekleri ile yapılan sentromer bantlamaya göre kromozomların uzun ve kısa kol ölçümleri Mikro Measure programında ölçülmüş ve karyotipler oluşturulmuştur (Şekil 4.28- Şekil 4.29). 1. ve 13. M kromozomların uzun kollarında heterokromatin bölgeler görülmüştür.

Yapılan tripsin bantlamada 1. çift M kromozomun uzun kolundaki 2, 2. çift M kromozomun uzun kolundaki 2, 8. çift M kromozomun uzun kolundaki 2, 17. çift SM kromozomun uzun kolundaki 3, 22 ST kromozomun uzun kolundaki 1 bant bölgesi çok belirgin olarak görülmüştür (Şekil 4.30- Şekil 4.31).

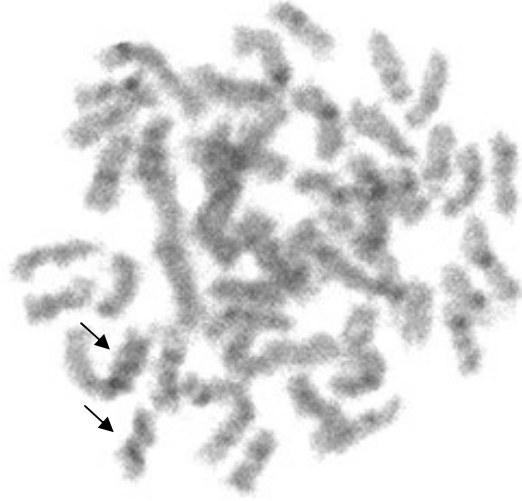
Kahramanmaraş ili erkek *G. rufa* örneklerinin karyotipindeki homoloğu olmayan bir metasentrik (X) ve bir akrosentrik (Y) kromozomun eşey kromozomları oldukları düşünülmektedir.

Gümüş Nitrat boyama tekniğine göre hazırlanan X ve Y kromozomunun kısa kollarında ve 19. çift ST kromozomun kısa kollarında NOR bölgeleri görülmüştür (Şekil 4.32- Şekil 4.33).

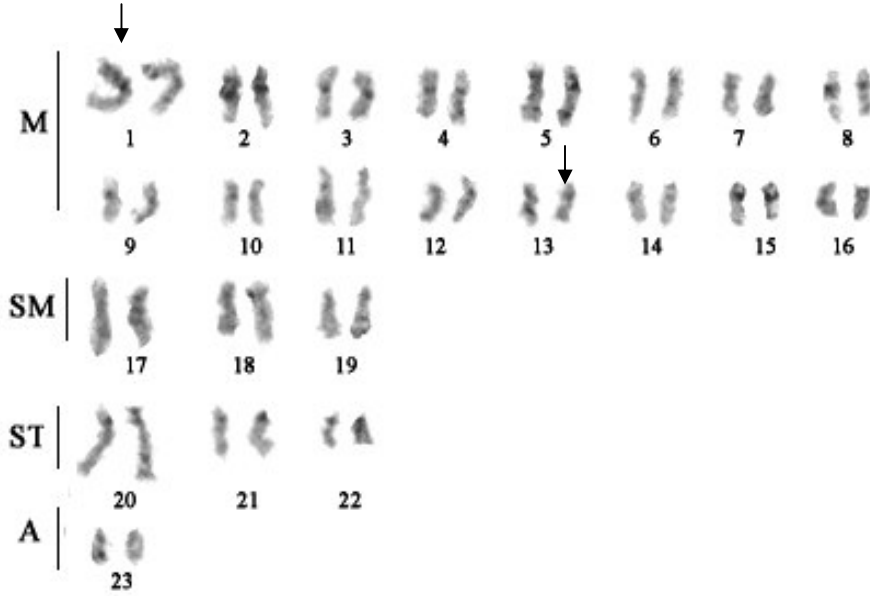
Q bantlama tekniği kullanılarak hazırlanan preparatlarda ise 6. çift M kromozomun her iki kolunda terminal, 10. çift M kromozomun kısa kolunda terminal, 11. çift kromozomun uzun kolunda terminal konumlu Q bant veren bölgeler belirgin olarak görülmüştür (Şekil 4.34- Şekil 4.35).



Şekil 4.27. Kahramanmaraş *G. rufa*'nın metafaz görüntüsü 10x100



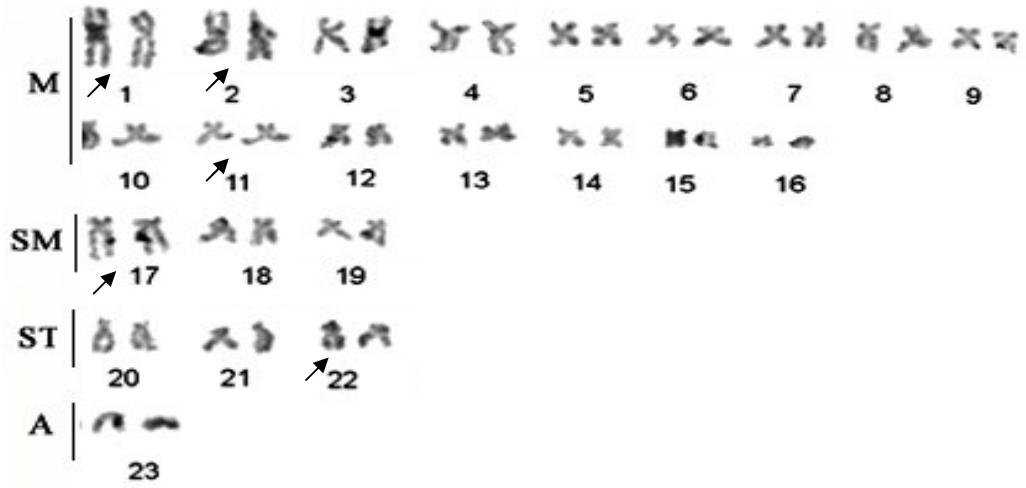
Şekil 4.28. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait sentromer bantlama 10x100 ♀



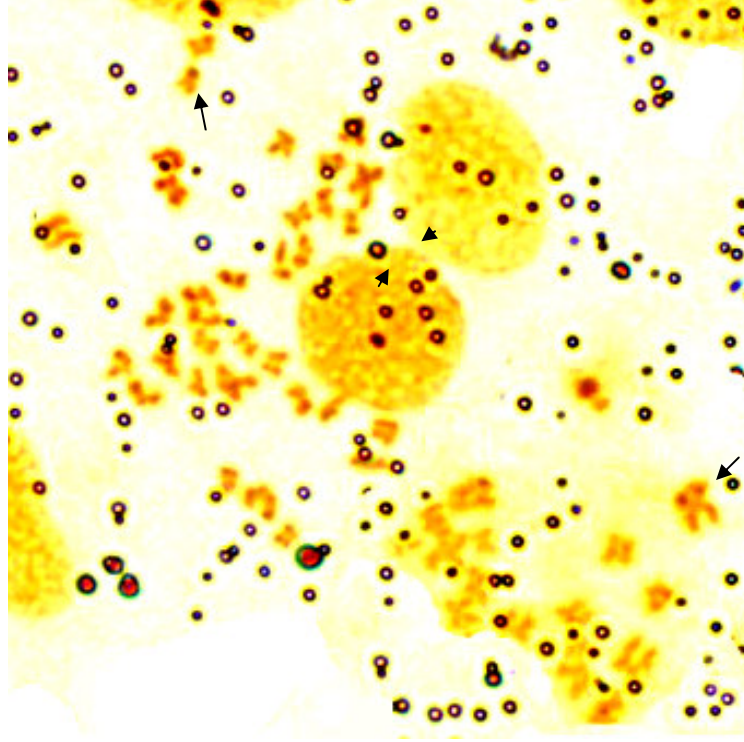
Şekil 4.29. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait sentromer bantlama karyotipi 10x100 ♀ (Oklar sentromer dışındaki heterokromatin bölgeleri göstermektedir)
32M:6SM:6ST:2A



Şekil 4.30. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait Giemsa bantlama 10x100 ♀



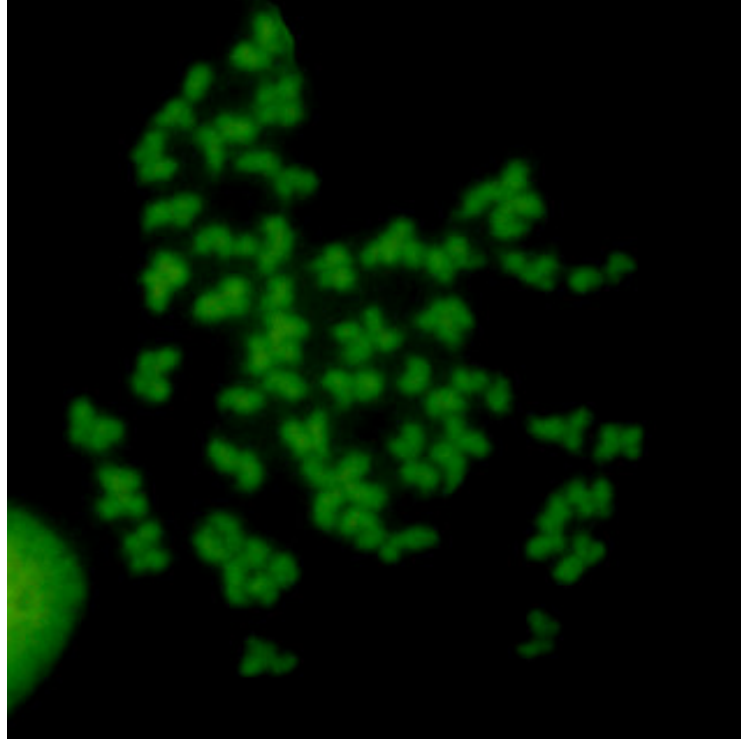
Şekil 4.31. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait Giemsa bantlama karyotipi 10x100 ♀ (Oklar belirgin bant bölgelerini göstermektedir).
32M:6SM:6ST:2A



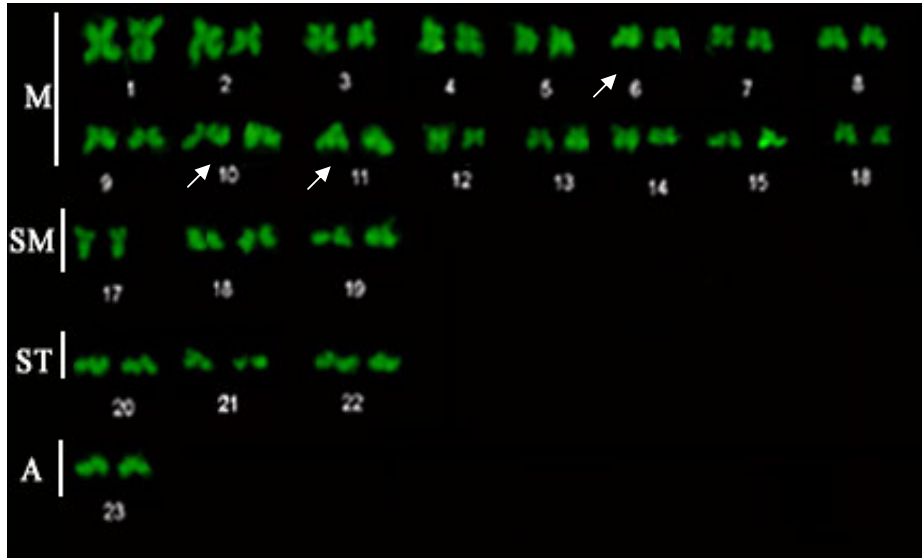
Şekil 4.32. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait Ag-NOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂



Şekil 4.33. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait Ag-NOR boyama karyotipi ♂ (oklar satelliiti göstermektedir) 31M:6SM:6ST:3A



Şekil 4.34. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait Q bantlama metafaz ♀ 10x100

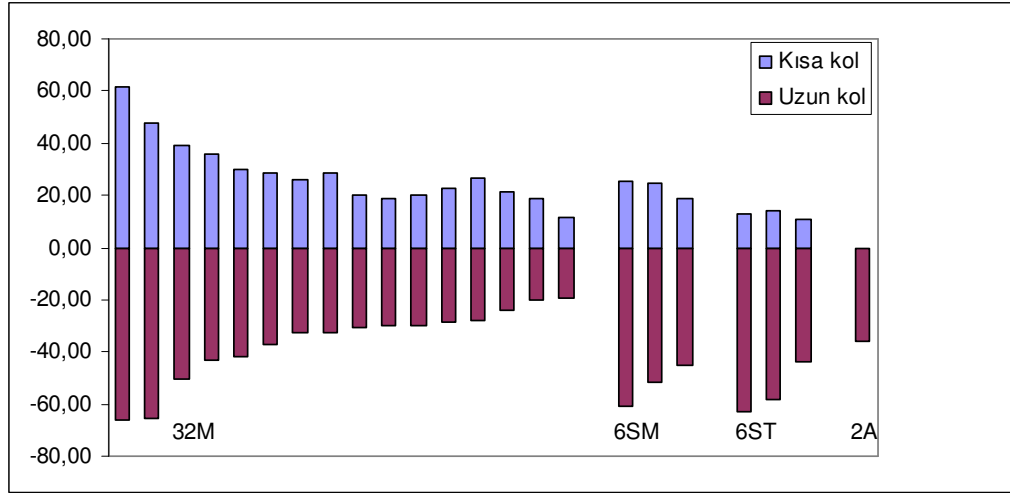


Şekil 4.35. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait Q bantlama karyotipi ♀ 10x100
32M:6SM:6ST:2A

Kromozom kollarının ölçümü Micro Measure programında yapılmıştır. Kromozomların boyu, uzun kol, kısa kol ölçümleri, kol oranları, sentromer indeksi, sentromer pozisyonu Çizelge 4.10'de verilmiştir. Kahramanmaraş *G. rufa* en büyük kromozomu 128,05 değeri ile 1. Metasentrik kromozom, en küçük ise 35,98 ile 23. Akrosentrik kromozomdur. Excel programın çizilen idiogram ise Şekil 4.36'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait kromozom kol değerleri

Kromozom Çiftleri	Kromozom Boyu	Uzun Kol	Kısa kol	Kol oranları (L/S)	Sentromer indeksi (S/(L+S))	Sentromer Pozisyonu
1	128,05	66,30	61,75	1,07	0,48	M
2	113,59	65,84	47,75	1,38	0,42	M
3	89,31	50,46	38,85	1,30	0,44	M
4	78,80	43,07	35,72	1,21	0,45	M
5	71,45	41,51	29,94	1,39	0,42	M
6	65,55	37,05	28,50	1,30	0,43	M
7	61,32	32,60	28,72	1,14	0,47	M
8	58,87	32,82	26,05	1,26	0,44	M
9	54,36	27,90	26,46	1,05	0,49	M
10	51,53	28,94	22,59	1,28	0,44	M
11	50,31	30,35	19,96	1,52	0,40	M
12	49,95	29,99	19,96	1,50	0,40	M
13	48,80	30,04	18,75	1,60	0,38	M
14	44,98	23,74	21,24	1,12	0,47	M
15	38,72	19,96	18,75	1,06	0,48	M
16	31,56	19,73	11,84	1,67	0,38	M
17	86,25	60,80	25,44	2,39	0,30	SM
18	76,35	51,65	24,70	2,09	0,32	SM
19	64,00	44,91	19,08	2,35	0,30	SM
20	75,85	63,01	12,84	4,91	0,17	ST
21	72,49	58,27	14,22	4,10	0,20	ST
22	54,70	43,55	11,16	3,90	0,20	ST
23	35,98	35,98	0,00	N/A	0,00	A



Şekil 4.36. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerine ait idiogram ♀

4.1.2.1.4. Sivas ili *Garra rufa* örneklerine Ait Sitogenetik Bulgular

Yapılan çalışmalarda Sivas ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı $2N= 50$ ($\text{♀NF} = 92$) olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımı ise 28M:14SM:4ST:4A(♀) şeklindedir. Bölge örneklerinden toplam 374 metafaz sayılmıştır. Bunlardan 320'sinin kromozom sayısı 50 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Tüm metafazlar içerisinde % 90,9 sıklıkla 50 kromozom sayısı olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.11. Sivas *G. rufa*'nın kromozom sayısının sıklık analizi

Bölge	Örnek sayısı	Tanımlanan metafaz	Kromozom sayısı	% Değer
Sivas	30	1	13	0.27
		2	34	0.53
		3	44	0.80
		3	46	0.80
		20	48	5.3
		320	50	90.9
		5	52	1.34
Toplam		374		100

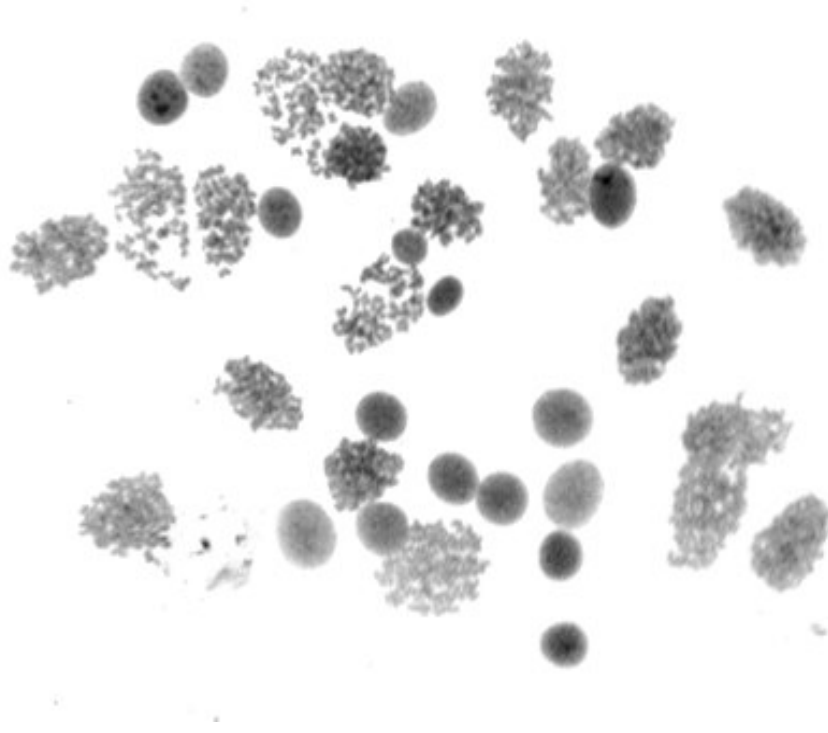
Sivas bölgesi *G.rufa* örneklerinden elde edilen metafaz görüntülerinden bazıları Şekil 4.37- Şekil 4.38’de verilmiştir. Kullanılan modifiye teknikle bir görüntü alanındaki (10x20) metafaz dağılımları Şekil 4.39’de gösterilmiştir.



Şekil 4.37. Sivas *G. rufa* örneklerine ait metafaz görüntüsü 10x100 ♀



Şekil 4.38. Sivas *G. rufa* örneklerine ait metafaz görüntüsü 10x100 ♀



Şekil 4.39. Sivas *G. rufa* örneklerine ait metafaz görüntüleri 20x10 ♀

Tripsin bantlama yapılan metafaz görüntülerinde 1. çift M kromozomun uzun kolunda 2, 2. çift M kromozomun uzun kolunda 2, 5. çift M kromozomun uzun kolunda 2, 15. çift SM çift kromozomun uzun kolunda 2, 17. çift SM kromozomun uzun kolunda 1 ve kısa kolunda terminal konumlu 1, 19. çift SM kromozomun uzun kolunda terminal konumlu 1, 24. çift kromozomda terminal konumlu 1 bant bölgesi belirgin bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.40- Şekil 4.41).

Sentromer bantlama ile sentromer bölgeleri belirlenen kromozomlar mikro measure programında ölçülerek kromozomların isimlendirilmesi yapılmıştır (Şekil 4.42- Şekil 4.43) . Gümüş nitrat ile boyanan metafazlarda 3. çift, 4. çift, 5. çift, 9. çift, 17. çift kromozomlarda terminal konumlu NOR bölgeleri görülmüştür (Şekil 4.44- Şekil 4.46). Yapılan Q bantlama çalışmalarında 18. SM ve 22. ST kromozomların kısa kollarında terminal konumlu bant bölgeleri görülmüştür (Şekil 4.47- Şekil 4.48).



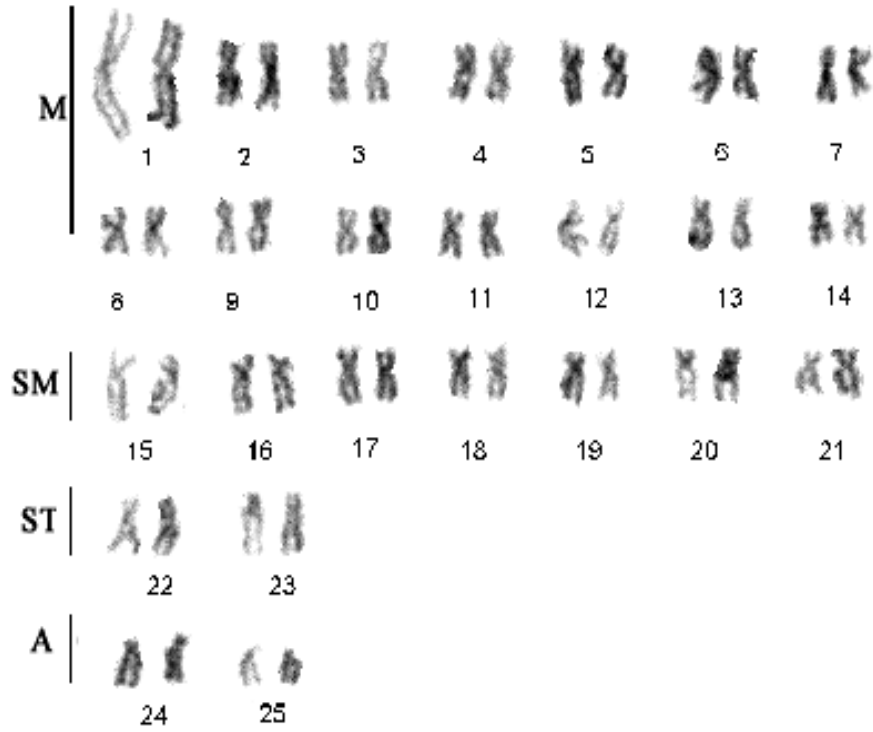
Şekil 4.40. Sivas *G. rufa* örneklerine ait Giemsa bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀



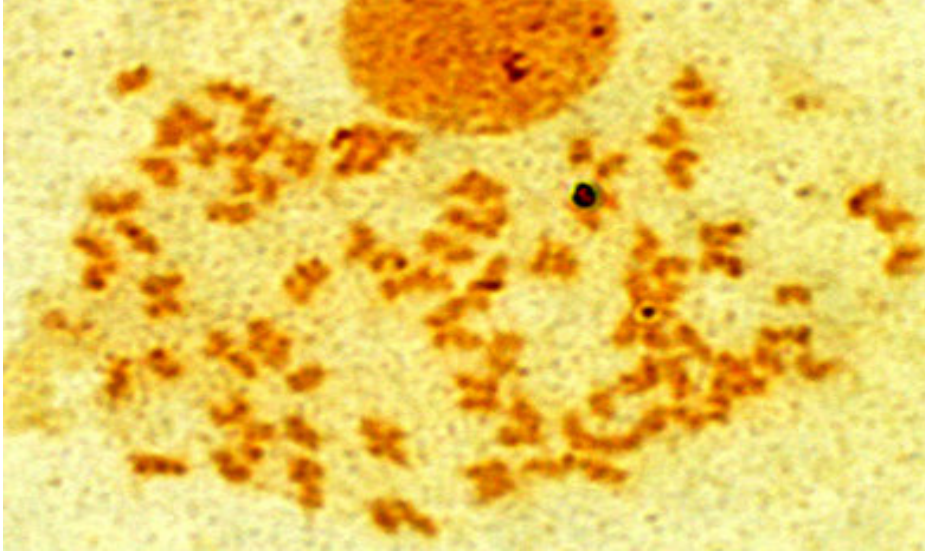
Şekil 4.41. Sivas *G. rufa* örneklerine ait Giemsa bantlama karyotipi 10x100 ♀
(Oklar belirgin bant bölgelerini göstermektedir) 28M:14SM:4ST:4A



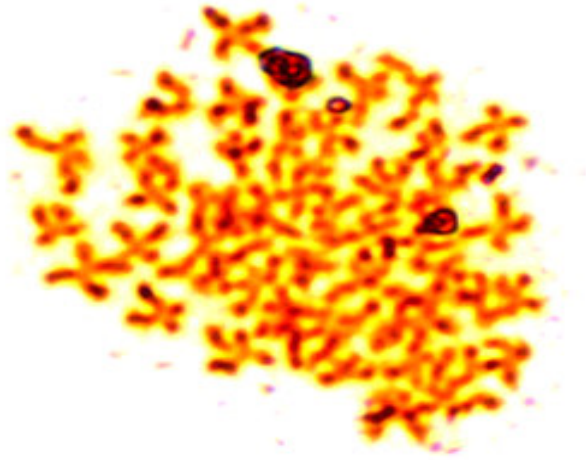
Şekil 4.42. Sivas *G. rufa* örneklerine ait C-bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀



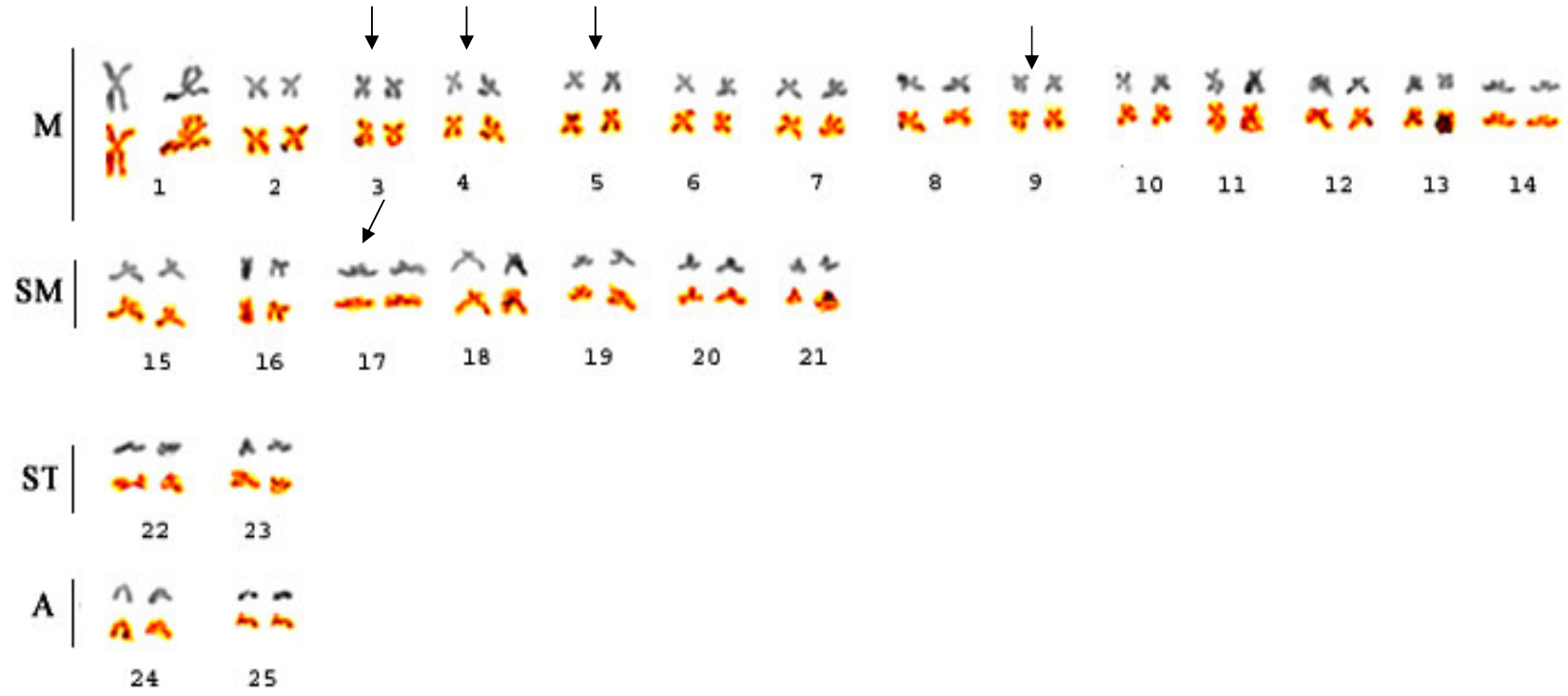
Şekil 4.43. Sivas *G. rufa* örneklerine ait C-bantlama karyotipi 10x100 ♀
28M:14SM:4ST:4A



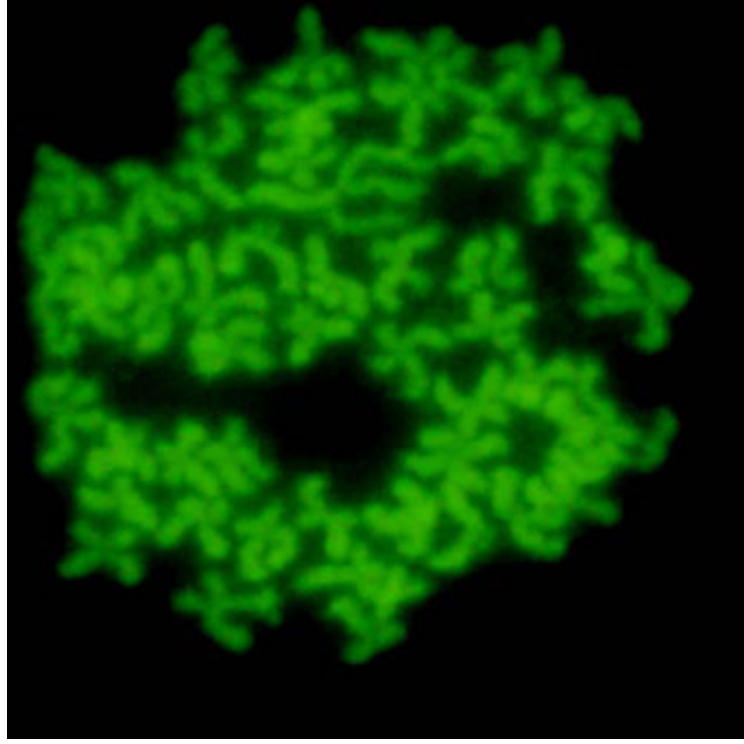
Şekil 4.44. Sivas *G. rufa*'nın AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀



Şekil 4.45. Sivas *G. rufa*'nın AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀



Şekil 4.46. Sivas *G. rufa* örneklerine ait AgNOR bantlama karyotipi ♀ 28M:14SM:4ST:4A



Şekil 4.47. Sivas *G. rufa* örneklerine ait Q bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀

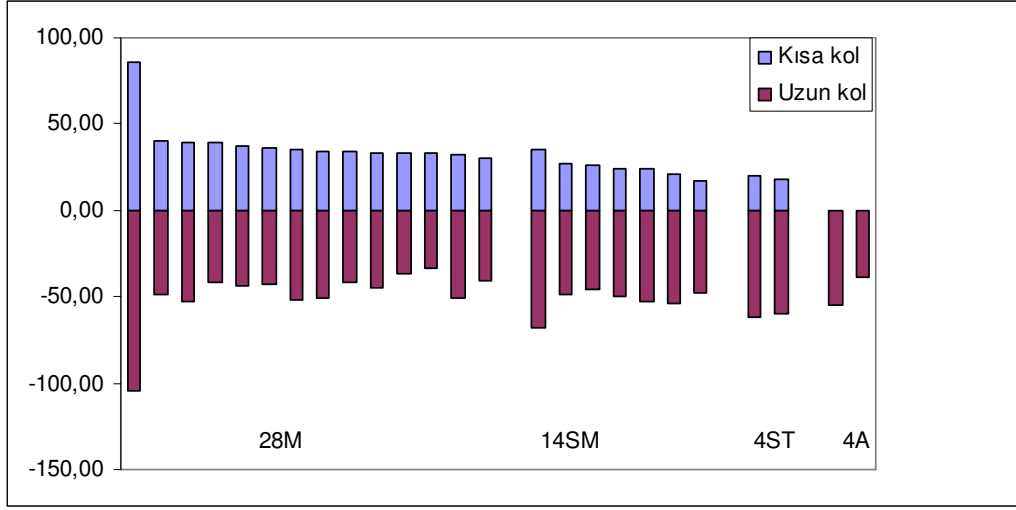


Şekil 4.48. Sivas *G. rufa* örneklerine ait Q bantlama karyotipi ♀ (Oklar belirgin bant bölgelerini göstermektedir) 28M:14SM:4ST:4A

Kromozom kolları ölçümlerine göre en büyük kromozom 190,13 değeri ile 1. metasentrik kromozomdur. En küçük kromozom ise 39,05 ile 25. akrosentrik kromozomdur. (Çizelge 4.12). Excel programında çizilen idiogram Şekil 4.49'da verilmiştir.

Çizelge 4.12. Sivas *G. rufa* örneklerine ait kromozom kol değerleri

Kromozom Çiftleri	Kromozom Boyu	Uzun Kol	Kısa kol	Kol oranları (L/S)	Sentromer indeksi (S/(L+S))	Sentromer Pozisyonu
1	190,13	103,98	86,16	1,21	0,45	M
2	92,34	52,69	39,65	1,33	0,43	M
3	88,77	48,54	40,23	1,21	0,45	M
4	85,45	51,19	34,26	1,49	0,40	M
5	83,53	51,10	32,44	1,58	0,39	M
6	81,58	41,94	39,65	1,06	0,49	M
7	80,30	43,25	37,05	1,17	0,46	M
8	79,27	43,07	36,20	1,19	0,46	M
9	78,74	45,22	33,52	1,35	0,43	M
10	70,57	37,09	33,48	1,11	0,47	M
11	71,18	41,19	29,99	1,37	0,42	M
12	86,67	51,38	35,29	1,46	0,41	M
13	75,97	41,71	34,26	1,22	0,45	M
14	66,43	33,48	32,96	1,02	0,50	M
15	103,41	68,13	35,29	1,93	0,34	SM
16	76,32	48,93	27,39	1,79	0,36	SM
17	76,23	52,56	23,67	2,22	0,31	SM
18	74,44	53,86	20,57	2,62	0,28	SM
19	71,52	45,29	26,23	1,73	0,37	SM
20	65,04	47,67	17,38	2,74	0,27	SM
21	73,78	49,78	24,00	2,07	0,33	SM
22	81,24	61,51	19,73	3,12	0,24	ST
23	77,65	60,01	17,64	3,40	0,23	ST
24	54,84	54,84	0,00	N/A	0,00	A
25	39,05	39,05	0,00	N/A	0,00	A



Şekil 4.49. Sivas *G. rufa*'nın idiogramı ♀

4.1.2.2. Mardin *Garra variabilis*'e Ait Sitogenetik Bulgular

Yapılan çalışmalarda *G. variabilis* örneklerinin kromozom sayısı $2N = 102$ (♀NF=162, ♂NF=160) olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.13). Kromozom dağılımı ise 42M:18SM:24ST:18A(♀), 41M:18SM:24ST:19A(♂) şeklindedir. *G. variabilis* örneklerinde hazırlanan preparatlardan toplam 229 metafaz sayılmış bunun 174'nün kromozom sayısının 102 olduğu belirlenmiştir. *G. variabilis*'e ait metafaz görüntüsü Şekil 4.50'de verilmiştir.

Erkek bireylerin karyotiplerinde bir subtelosentrik X ve bir akrosentrik Y kromozomu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Mardin *G. variabilis*'in kromozom sayısının sıklık analizi

Bölge	Örnek sayısı	Tanımlanan metafaz	Kromozom sayısı	% Değer
Mardin	34	1	50	0.4
		3	52	1.3
		1	63	0.4
		3	66	1.3
		3	68	1.3
		1	70	0.4
		3	74	1.3
		2	76	0.87
		1	78	0.4
		1	79	0.4
		5	80	2.2
		1	82	0.4
		1	84	0.4
		1	86	0.4
		1	89	0.4
		9	92	3.9
		5	94	2.2
		5	96	2.2
		3	98	1.3
		2	100	0.87
		174	102	75.98
		2	104	0.87
1	108	0.4		
229		100		



Şekil 4.50. *G. variabilis* örneklerine ait metafaz görüntüsü 10x100 ♂

Yapılan tripsin bantlama çalışmaları sonucunda birçok kromozom üzerinde belirgin bant bölgeleri görülmüştür. Örneğin 1. çift kromozomun her iki kolunda birer bant bölgesi görülürken 7. çift metasentrik kromozom ve 51. çift X kromozomunun uzun kolunda belirgin geniş bant bölgeleri görülmüştür. Ayrıca X kromozomunun kısa kolunda terminal konumlu bant bulunmaktadır (Şekil 4.51-Şekil 4.52).

G. variabilis örnekleri ile yapılan sentromer bantlamanın sonucuna göre kromozomlar uzun ve kısa kol ölçümleri yapılmış ve karyotipleri belirlenmiştir (Şekil 4.53- Şekil 4.54). 2., 4., 6. M ve 32. ST kromozomların uzun kollarının terminal kısımlarında da heterokromatin bölgeler görülmüştür.

G. variabilis NOR bantlama sonuçlarına göre 3., 6., 7., 8., 9. ve 10. çift M kromozomların ve 29., 30. çift SM kromozomların kısa kollarında terminal konumlu NOR bölgeleri saptanmıştır (Şekil 4.55- Şekil 4.56) .

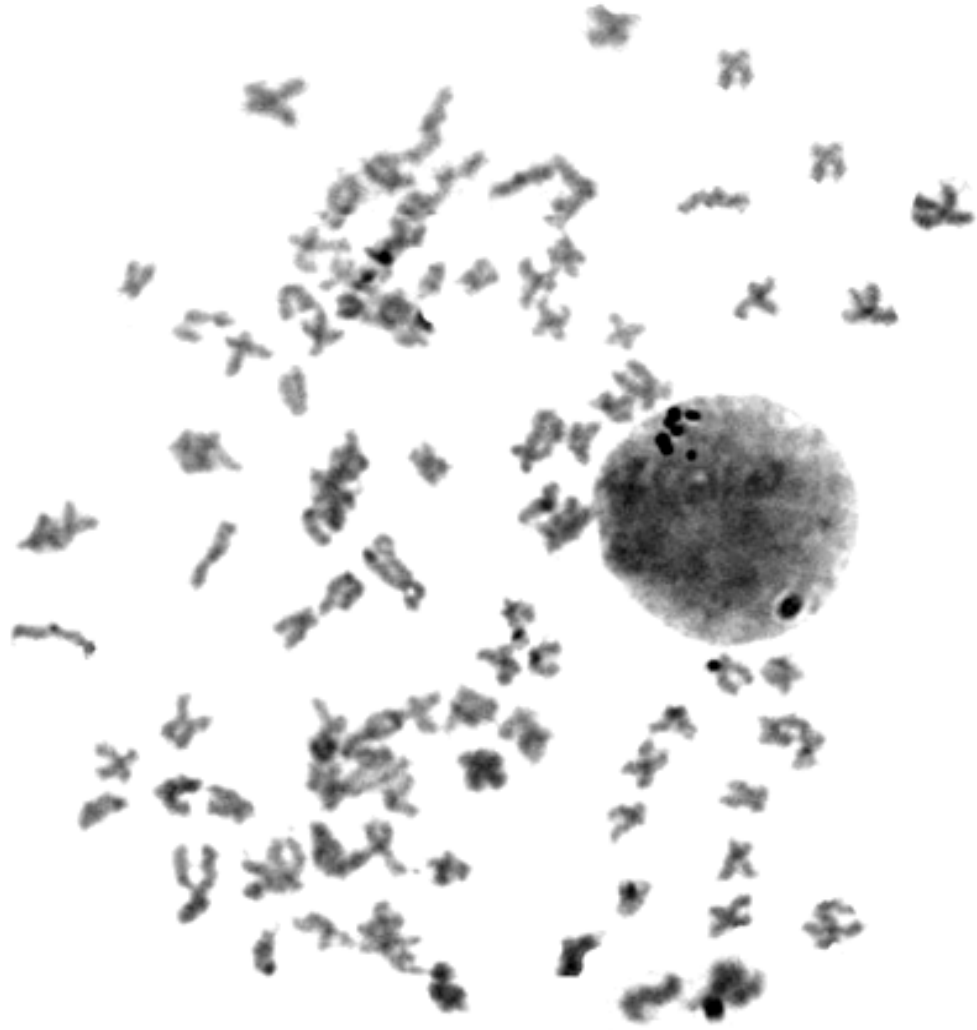
Yapılan Q bantlama çalışmalarında 22., 23., 24., 25., 26. ve 27. çift kromozomların kısa kollarında terminal konumlu bant bölgeleri görülmüştür (Şekil 4.57- Şekil 4.58). 23. çiftteki bant bölgesi uzun kolun ortasında çok tipik olarak görülmektedir.



Şekil 4.51. *G. variabilis*'in Giemsa bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂



Şekil 4.52. *G. variabilis* örneklerine ait Giemsa bantlama karyotipi ♂ (Oklar belirgin bant bölgelerini göstermektedir)
41M:18SM:24ST:19A



Şekil 4.53. *G. variabilis* örneklerine ait C bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂



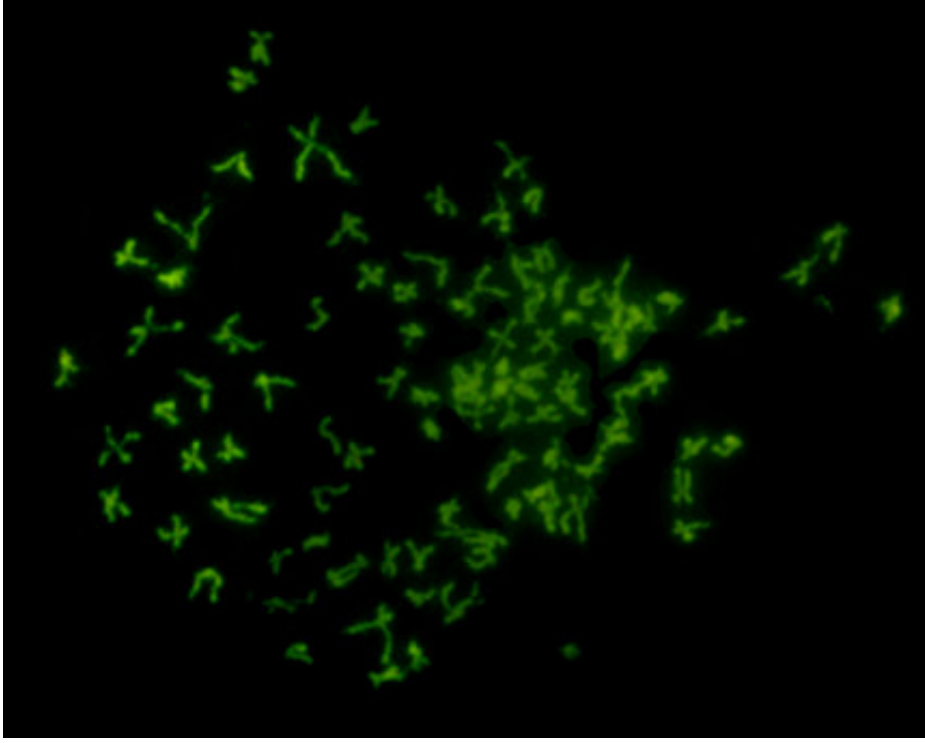
Şekil 4.54. *G. variabilis* örneklerine ait C bantlama karyotipi ♂ (Oklar sentromer dışındaki heterokromatin bölgeleri göstermektedir)
41M:18SM:24ST:19A



Şekil 4.55. *G. variabilis*'in AgNOR bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♀



Şekil 4.56. *G. variabilis* örneklerine ait AgNOR bantlama karyotipi ♀ (Oklar NOR bölgelerini göstermektedir). 42M:18SM:24ST:18A

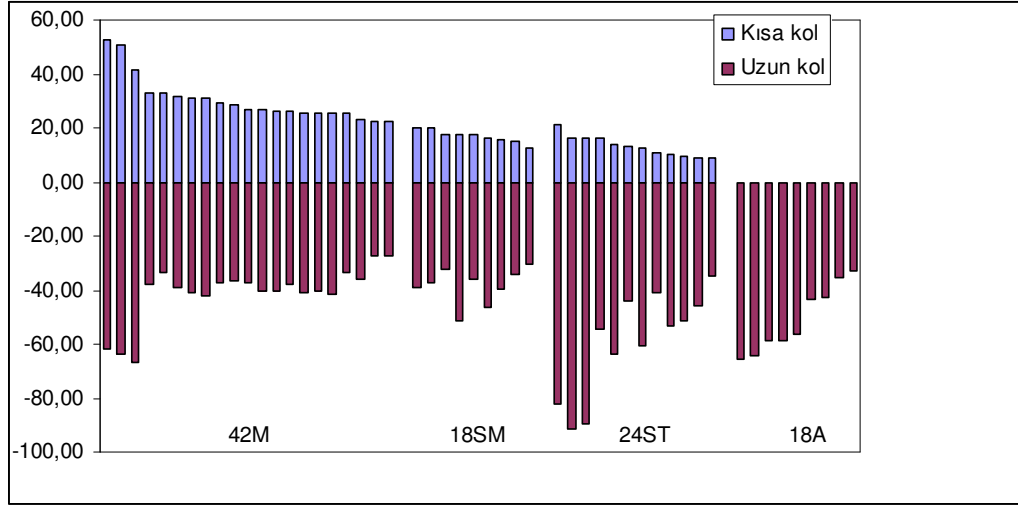


Şekil 4.57. *G. variabilis* örneklerine ait Q bantlama metafaz görüntüsü 10x100 ♂



Şekil 4.58. *G. variabilis* örneklerine ait Q bantlama karyotipi ♂ (Oklar bant bölgelerini göstermektedir)
41M:18SM:24ST:19A

Micro Measure programında yapılan kol ölçümlerine göre en büyük kromozom 114,49 değeri ile 1. Metasentrik kromozom en küçüğü ise 32.49 ile 51. akrosentrik kromozomdur. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen kromozom büyüklüğü, kısa kol uzunluğu, uzun kol uzunluğu, kol oranları, sentromer indeksi ve sentromer pozisyonu Çizelge 4.14 verilmiştir. Excel programında çizilen idiogram ise Şekil 4.59' da verilmiştir.



Şekil 4.59. *G. variabilis*'in idiogramı ♀

Çizelge 4.14. *G. variabilis*'in kromozom ölçüm sonuçları ve sentromer pozisyonları

Kromozom Çiftleri	Kromozom Boyu	Uzun Kol	Kısa kol	Kol oranları (L/S)	Sentromer indeksi (S/(L+S))	Sentromer Pozisyonu
1	114,02	61,65	52,37	1,18	0,46	M
2	114,49	63,93	50,56	1,26	0,44	M
3	108,32	66,98	41,34	1,62	0,38	M
4	73,05	42,24	30,81	1,37	0,42	M
5	72,14	40,92	31,21	1,31	0,43	M
6	71,15	38,00	33,15	1,15	0,47	M
7	70,66	38,85	31,81	1,22	0,45	M
8	66,93	40,00	26,93	1,49	0,40	M
9	66,84	41,15	25,69	1,60	0,38	M
10	66,43	33,48	32,96	1,02	0,50	M
11	66,33	40,10	26,23	1,53	0,40	M
12	66,04	40,60	25,44	1,60	0,39	M
13	65,22	36,71	28,50	1,29	0,44	M
14	64,46	37,51	26,95	1,39	0,42	M
15	63,77	37,72	26,05	1,45	0,41	M
16	66,60	41,34	25,26	1,64	0,38	M
17	66,32	37,22	29,10	1,28	0,44	M
18	58,73	35,72	23,00	1,55	0,39	M
19	58,55	33,29	25,26	1,32	0,43	M
20	49,84	27,39	22,46	1,22	0,45	M
21	68,96	51,58	17,38	2,97	0,25	SM
22	62,99	46,72	16,27	2,87	0,26	SM
23	59,29	39,17	20,12	1,95	0,34	SM
24	53,10	35,73	17,38	2,06	0,33	SM
25	56,78	37,05	19,73	1,88	0,35	SM
26	55,27	39,49	15,78	2,50	0,29	SM
27	50,08	32,44	17,64	1,84	0,35	SM
28	48,86	33,89	14,97	2,26	0,31	SM
29	43,08	30,36	12,72	2,39	0,30	SM
30	107,87	91,60	16,27	5,63	0,15	ST
31	105,95	89,69	16,27	5,51	0,15	ST
32	103,94	82,40	21,54	3,83	0,21	ST
33	77,73	63,61	14,11	4,51	0,18	ST
34	72,75	60,40	12,35	4,89	0,17	ST

Çizelge 4.14.'ün devamı

Kromozom Çiftleri	Kromozom Boyu	Uzun Kol	Kısa kol	Kol oranları (L/S)	Sentromer indeksi (S/(L+S))	Sentromer Pozisyonu
35	60,88	51,38	9,50	5,41	0,16	ST
36	63,34	53,05	10,29	5,16	0,16	ST
37	57,45	44,01	13,44	3,28	0,23	ST
38	54,95	46,13	8,82	5,23	0,16	ST
39	51,32	40,73	10,59	3,85	0,21	ST
40	43,62	34,80	8,82	3,94	0,20	ST
41	42,53	33,71	8,82	3,82	0,21	ST
42	70,68	54,41	16,27	3,35	0,23	ST
43	65,66	65,66	0,00	N/A	0,00	A
44	64,57	64,57	0,00	N/A	0,00	A
45	58,79	58,79	0,00	N/A	0,00	A
46	58,78	58,78	0,00	N/A	0,00	A
47	56,49	56,49	0,00	N/A	0,00	A
48	43,52	43,52	0,00	N/A	0,00	A
49	42,96	42,96	0,00	N/A	0,00	A
50	35,68	35,68	0,00	N/A	0,00	A
51	32,96	32,96	0,00	N/A	0,00	A

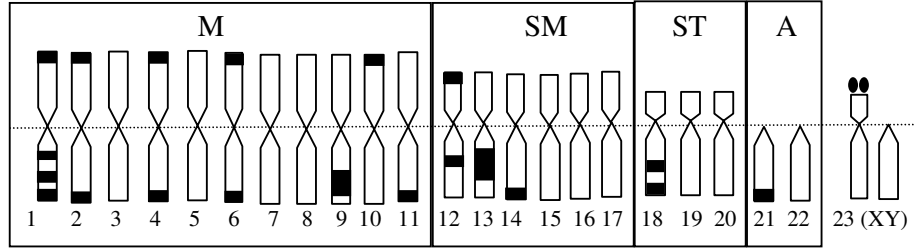
4.1.3. *Garra rufa* ve *Garra variabilis*'e Ait Sitogenetik Veriler

Yapılan çalışmalar sonucunda Mersin ve Sivas *G. rufa* populasyonlarının kromozom sayıları 50, Hatay ve Kahramanmaraş populasyonlarının kromozom sayıları 46, *G. variabilis*'in kromozom sayısı 102 olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımları Mersin *G. rufa* 26M:10SM:8ST:6A (♀); Hatay *G. rufa* 22M:12SM:8ST:4A (♀), 22M:12SM:7ST:5A (♂); Kahramanmaraş *G. rufa* 32M:6SM:6ST:2A (♀), 31M:6SM:6ST:3A (♂); Sivas *G. rufa* 28M:14SM:4ST:4A (♀); *G. variabilis* 42M:18SM:24ST:18A(♀), 41M:18SM:24ST:19A(♂) şeklindedir. (Çizelge 4.14).

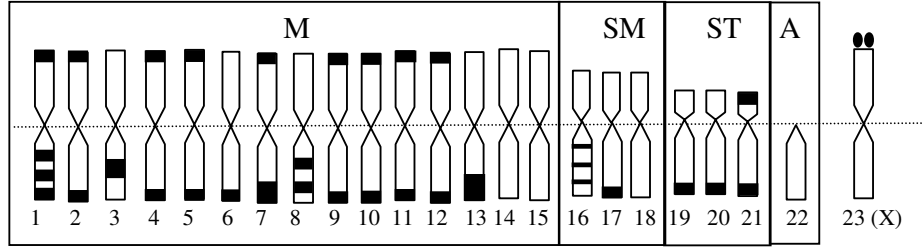
Çizelge 4.15. Bölgelere göre *G. rufa* örneklerinin kromozom sayıları ve dağılımları

Bölge	Cinsiyet	Kromozom sayısı (2N)	NF	M	SM	ST	A
Mersin <i>G. rufa</i>	♀	50	86	26	10	8	6
Hatay <i>G. rufa</i>	♀	46	80	22	12	8	4
	♂	46	80	22	12	7	5
Kahramanmaraş <i>G. rufa</i>	♀	46	84	32	6	6	2
	♂	46	82	31	6	6	3
Sivas <i>G. rufa</i>	♀	50	92	28	14	4	4
<i>G. variabilis</i>	♀	102	162	42	18	24	18
	♂	102	160	41	18	24	19

Tüm bölgeler için yapılan Giemsa bantlamalardan elde edilen sonuçlar karyogram üzerinde şematik olarak gösterilmiştir (Şekil 4.60–4.62). Yapılan çalışmada Hatay ve Kahramanmaraş *G. rufa* populasyonlarının 1., 2., 4., 6., 10. ve 11. M (♀) kromozomları üzerindeki bant bölgelerinin uyumlu olduğu görülmüştür. Sivas ve Mersin *G. rufa* populasyonlarının 1., 2., 4., 6., 7., 9., 11., 12., 13. ve 22. (♀) kromozomları üzerindeki bantlarda uyumluluk olduğu belirlenmiştir. *G. variabilis*'in 2. ve 7. M kromozomlarındaki geniş bant bölgelerinin Hatay'ın 9. M, Kahramanmaraş'ın 3. ve 13. M kromozomlarındaki bant bölgeleri ile uyumlu bulunmuştur (♀). *G. variabilis*'in 31. ST kromozomu ile Hatay'ın 18. ST kromozomu üzerindeki bantlarda uyumluluk görülmüştür (♀). *G. variabilis*'in 37., 38. ve 39. ST kromozomları ile Kahramanmaraş'ın 19. ve 20. ST kromozomları üzerindeki bantlarda uyumluluk oldukları belirlenmiştir. *G. variabilis*'in 42. ve 44. A kromozomları ile Hatay'ın 21. A kromozomu üzerindeki bantların uyumlu olduğu tespit edilmiştir. *G. variabilis*'in 3., 4., ve 5. kromozomları üzerindeki NOR bölgelerin Sivas *G. rufa* örneklerinin 3., 4. ve 5. kromozomlarındaki NOR bölgeleri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

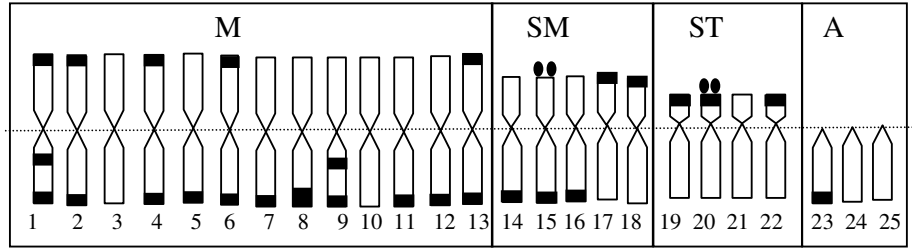


Hatay *G. rufa* ♂

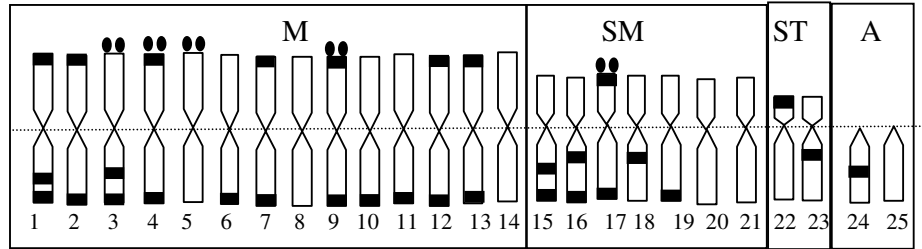


Kahramanmaraş *G. rufa* ♀

Şekil 4. 60. Hatay ve Kahramanmaraş *G. rufa* populasyonlarının Giemsa bantlama karyogramları

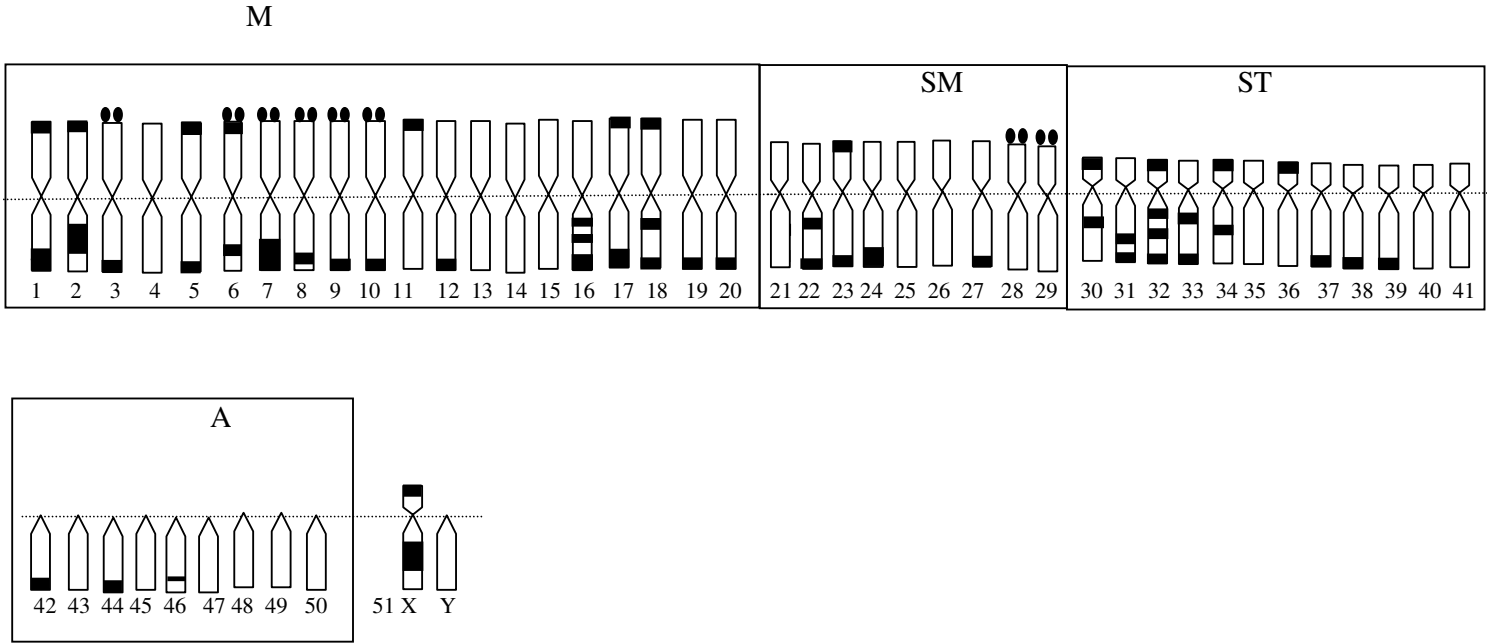


Mersin *G. rufa* ♀



Sivas *G. rufa* ♀

Şekil 4. 61. Mersin ve Sivas *G. rufa* populasyonlarının Giemsa bantlama karyogramları



Şekil 4. 62. *G. variabilis*'in Giemsa bantlama karyogramı ♂

4. 2. TARTIŞMA

4.2.1. Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Sivas *Garra rufa* ve *Garra variabilis*'in Morfometrik Karakterlerinin Karşılaştırılması

Tür teşhisinde morfometri sıkça başvuru alan tekniklerden biridir. Geleneksel yöntemde ölçek kullanılan morfometriye son yıllarda sitogenetik çalışmaların eklenmesi tür teşhisi ve türleşme hakkında daha net bilgilere ulaşılmasını mümkün kılmıştır, bunun yanında özellikle bu tür morfometrik karakterlerin moleküler kanıtlarla da desteklenmesi gerekmektedir.

Hayvanların hem tür ve alt tür şeklinde gruplandırılmasında, hem de türlerin daha yüksek taksonlar halinde uygun kategorilere yerleştirilmesinde kullanılan temel ölçü benzerlikler ve farklılıklardır. Benzerlik ve farklılıklarına bakılan taksonomik karakterlerin çok önemli bir kısmı ve en eskileri morfolojik olanlardır. Morfolojik karakterlerin önemli oluşunun birinci sebebi fenotipin genotipi yansıtması yanında, pratikte taksonomistin zaten sadece dış morfolojiyle karşı karşıya bulunmasındandır. Ayrıca, direk gözlem, ölçüm ve sayıma dayanması da morfolojik karakterlerin taksonomide kullanılmasının diğer önemli sebebidir. Ancak zamanla bu şekilde doğrudan inceleyebileceğimiz karakterler arasında benzerlik ve farklılıklar tür veya tür altı seviyelerinde yetersiz kalmaya başlamış ve daha ince yapılarında, daha spesifik ayırıcı karakterlerin bulunabileceği düşünülerek, daha hassas gözlemlere girişilmiştir [68].

Yapılan kaynak araştırmalarında *G. rufa* ve *G. variabilis* türleri ile ilgili morfometrik çalışmaya rastlanılmamıştır.

Ergene ve ark. [14], Göksu Deltası'nda bulunan kedibalgı *C. lazera*'nın karyolojik analizini ve vücut oranlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, *C. lazera*'nın karyotipi 18M:26SM:12A kromozoma sahip olduğu belirtilmiştir. Göksu Deltası'nda bulunan *C. lazera*'nın 49 örneğinde sistematik açıdan önemli yirmi beş meristik ve morfometrik özellik incelenmiştir. Bu çalışmada 18 morfometrik 4

meristik karakter açısından *G. rufa* populasyonları ve *G. variabilis* populasyonu karşılaştırılmıştır. Ergene ve ark. [29] Asi ve Göksu'da yaşayan *C. lazera*'nın her iki populasyonuna ait vücut oranlarının istatistiksel değerlendirmesinde populasyonların ileri derecede birbirlerinden farklılaştıkları belirtilmiştir. Gruplar arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur. *Garra* cinsi ile yapılan çalışmada da *G. rufa* türünün dört populasyonunda birbirlerinden farklı olduğu bulunmuştur. Kullanılan 18 morfometrik karakterin SPSS programında yapılan ANOVA testi sonucuna göre; Mersin ve Hatay *G. rufa* populasyonları bir morfometrik karakter yönünden farksız 17 karakterler yönünden farklı; Mersin ve Kahramanmaraş populasyonları bir morfometrik karakter yönünden farksız 17 karakterler yönünden farklı; Mersin ve Sivas populasyonları 3 morfometrik karakter yönünden farksız 15 karakterler yönünden farklı; Mersin *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonları tüm metrik karakterler yönünden oldukça farklı; Hatay ve Kahramanmaraş *G. rufa* populasyonları 10 morfometrik karakter yönünden farksız 8 karakterler yönünden farklı; Hatay ve Sivas *G. rufa* populasyonları tüm metrik karakterler yönünden farklı; Hatay *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonları 6 morfometrik karakter yönünden farksız 12 karakterler yönünden farklı; Kahramanmaraş ve Sivas *G. rufa* populasyonları 2 morfometrik karakter yönünden farksız 16 karakterler yönünden farklı; Kahramanmaraş *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonları 5 morfometrik karakter yönünden farksız, 13 karakterler yönünden farklı; Sivas *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonları tüm karakterler yönünden farklı bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Mizoguchi ve ark [30]'nın Brezilya'nın Maringa bölgesindeki dört *Astyanax* populasyonunun sitogenetik ve morfometrik olarak karşılaştırılması çalışmasında elde ettikleri sonuçlar bu çalışma ile oldukça uyumluluk göstermektedir. Yapılan çalışmada sitogenetik farklılıkların morfometri ile desteklendiği bildirilmiştir. Ölçülen metrik karakterler standart boy, rostradorsal mesafe, rostroanal mesafe, vücut yüksekliği, baş uzunluğu, burun uzunluğu, göz çapı, infraorbital mesafe ve meristik karakterler line lateral, anal yüzgeç ışın sayısı olarak bildirilmiştir. Çalışmada populasyonların hem morfometrik hem de sitogenetik yönden oldukça farklı oldukları belirtilmiştir. Yapılan çalışmada meristik karakterlerde ise önemli bir farklılık görülmediği bildirilmiştir. *Garra* cinsi ile yaptığımız çalışmada *G. rufa*'nın

dört popülasyonunun birçok metrik karakter bakımından birbirlerinden oldukça farklı oldukları görülmüştür. Meristik ölçümlerde ise değerler yakın bulunmuştur.

İzole popülasyonlarda genetik çeşitlilik azalmaktadır bunun sonucu olarak da çevresel varyasyonlara uyumu ve evrimsel seçilimi sınırlanmaktadır. Kendi aralarında üreyen küçük popülasyonlarda sadece erken ölümler değil aynı zamanda üreme gücünde azalma da görülmekte ve bu da türün yok olmasına neden olabilmektedir. Genetik heterozigotluğun ve çevresel stresin organizma üzerindeki etkisi Van Valen (1962) tarafından tanımlanan popülasyonlardaki bireylerin bilateral özelliklerin vücudun her iki tarafında ölçülüp aralarındaki farkın dikkate alınarak değerlendirildiği dalgalı asimetri indeksi (FA) ile kesin olarak ölçülebilmektedir. Bu indeks balığın bilateral karakterlerine uygulanmaktadır. Vücudun sağ ve sol tarafındaki aynı karakter değerinin farkını alma temeline dayanan sistemde elde edilen sonuçlar Kolmogorov-Smirnov testi ile analiz edilip ve popülasyonlar arasındaki farklılıklar net olarak ortaya çıkarılabilmektedir [60].

Gross ve ark. [60] tarafından Astyanax popülasyonları ile yapılan çalışmada pektoral ışın sayısı, pelvik ışın sayısı, solungaç dikenleri, üst çenedeki diş sayısı karakterleri FA testi ile karşılaştırılmış ve iki Astyanax popülasyonu arasında önemli bir farklılık bulunmadığı bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada *G. rufa* ve *G. variabilis* örneklerinin pektoral yüzgeç ışın sayısı, dorsal yüzgeç ışın sayısı, anal yüzgeç ışın sayısı ve line-lateraldeki pul sayısı değerleri sırasıyla Mersin *G. rufa* örneklerinde, 12–14; 9: 6: 33–37; Hatay *G. rufa* örneklerinde 12–14: 9: 6: 31–38; Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerinde 13–15: 9: 6: 35–39; Sivas *G. rufa* örneklerinde 11–13: 9: 6: 34–38; *G. variabilis* örneklerinde 11–12: 8: 6: 36–42 olarak bulunmuş ve aynı türün popülasyonlarında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Yapılan morfometrik (Çizelge 4.2-Şekil 4.4) ve sitogenetik analizler sonucunda Hatay ve Kahramanmaraş popülasyonları arasındaki benzerliğin diğer popülasyonlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Sivas ve Mersin popülasyonlarının diğer popülasyonlara göre daha yakın oldukları saptanmıştır. *G.*

variabilis örneklerine en yakın *G. rufa* örnekleri Hatay popülasyonuna ait olan örneklerdir.

4.2.2. *Garra rufa* ve *Garra variabilis*'in Sitogenetik Olarak Karşılaştırılması

Her türün kendine özel bir karyotipi vardır. Bu yüzden karyotipler ile türler arasındaki taksonomik farklılıklar ortaya çıkarılabilmektedir. Kromozomal filogeni çalışmaları birçok farklı alanda çok sık kullanılan bir teknik olmakla birlikte, balıklarda karyolojinin taksonomiye katkısı, balık kromozomlarının sayıca fazla ve çok küçük olması gibi nedenlerden dolayı nispeten düşük kalmıştır. Son yıllarda balıklara uygulanan sitogenetik çalışmalarda sayıca artış gözlenmiştir.

Kromozom analizleri balıklar hakkındaki evrimsel ve genetik soruların cevabına ulaşmada oldukça kullanışlıdır. Kromozom analizleri sonucunda kromozom sayısı ve morfolojisi, türlerin kolay bir şekilde tanımlanmasında, farklı türler arasındaki yakın ilişki veya farklılıkların ortaya konmasında kullanılmaktadır. Balık türleri arasında kromozom sayısı ve morfolojisi çeşitlilik gösterebilir. Bu çeşitlilik, popülasyonlar içi ve arasındaki evrimsel ilişkiyi araştırmada kullanılabilmektedir [67].

Ergene Gözükara ve ark. [15] Mersin *G. rufa*'nın kromozom sayısını $2N=44$ (NF=85), karyotipini 22M:20SM:2A; Kılıç ve Demirok [57] *Dicle* nehrinde yaşayan *Garra rufa obtusa*'nın kromozom sayısını $2n=44$ (NF=87), karyotipini 16M:26 SM:1ST:1A; Arkhipchuk [20] *Garra rufa*'nın kromozom sayısının $2n=44-52$ olduğunu belirtilmiştir. Bu çalışmada ise Mersin *G. rufa*'nın kromozom sayısı $2N=50$ ($\text{♀NF}=86$), karyotipi 26M:10SM:8ST:6A (♀) olarak bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki farklılıklar incelenen gruptan veya bölgelerden kaynaklanabilmektedir. Aynı nehir sisteminin farklı bölgelerinden alınan örneklerde grupların izolasyonundan kaynaklanan farklılıklar olabilmektedir [30]. Bu çalışmanın sonuçlarının Ergene ve ark.'nın yaptığı çalışmadan farklı oluşu incelenen örneklerin izole bir grup içinden seçilmiş olabileceğini düşündürmektedir. Diğer

çalışmalar farklı bölgelerde yapılmıştır. Bu çalışmada da aynı türün farklı popülasyonlarında kromozom sayısı farklı bulunmuştur.

Mizoguchi ve ark. [30] Brezilya'nın Maringa bölgesindeki üç farklı nehirde yaşayan dört *Astyanax* popülasyonunun sitogenetik ve morfometrik olarak birbirlerinde farklılaştıklarını bildirmişlerdir. Hatta aynı nehirde yaşayan iki popülasyonun (A ve B popülasyonları) hem diploit kromozom sayısı hem de NF değerleri farklı bulunmuştur. Ayrıca B popülasyonunu 5 metasentrik kromozomu ile A popülasyonundan oldukça farklı olduğu belirtilmiştir. Aynı nehirde bulunan bir türün iki popülasyonun farklılaşması; türlerden birinin nehrin üst kısmında küçük bir dereye yaşayarak diğer popülasyondan izole olması şeklinde açıklanmıştır. Çalışmada karyotiplerin farklılaşması sentromer pozisyonunun perisentrik inversiyonla değişmesi olarak tanımlanmıştır. Yapılan sitogenetik incelemeler sonucunda Mersin ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı 50, kromozom dağılımı 26M:10SM:8ST:6A (♀); Hatay ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı 46, kromozom dağılımı 22M:12SM:8ST:4A (♀), 22M:12SM:7ST:5A (♂); Kahramanmaraş ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı 46, kromozom dağılımı 32M:6SM:6ST:2A (♀), 31M:6SM:6ST:3A (♂); Sivas ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı 50, kromozom dağılımı 28M:14SM:4ST:4A(♀); *G. variabilis* örneklerinin kromozom sayısı 102, kromozom dağılımı 42M:18SM:24ST:18A(♀), 41M:18SM:24ST:19A(♂) olarak belirlenmiştir. Mersin *G. rufa* örneklerinde dişilerde NF=86; Hatay *G. rufa* örneklerinde dişi ve erkeklerde NF=80; Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerinde dişilerde NF=84 erkeklerde NF=82; Sivas *G. rufa* örneklerinde dişilerde NF=92 ve Mardin ilinden alınan *G. variabilis* örneklerinde dişilerde NF=162 erkeklerde ise NF=160 olarak belirlenmiştir.

Hatay ve Kahramanmaraş ili *G. rufa* örneklerinin karyotipleri diğer popülasyonlara göre birbirlerine daha yakın bulunmuştur. Aynı şekilde Mersin ve Sivas *G. rufa* örneklerinin karyotiplerinin diğer popülasyonlara göre birbirlerine daha yakın oldukları belirlenmiş olmakla beraber tüm popülasyonlar değerlendirildiğinde birbirlerinden farklı oldukları görülmüştür.

Centofonnte ve ark [40] Poraiba do Sul ve Parana nehirlerinde yaşıyan iki allopatrik *Astyanax* türü üzerinde yapmış olduğu karşılaştırmalı sitogenetik çalışmalarda, iki türün kromozom sayısını aynı fakat karyotip formülleri, C bant ve Ag-NOR bant modellerini farklı bulmuşlardır. *Astyanax parohybae*'nın kromozom sayısının $2N=48$ (NF=86), karyotipini $4M:9SM:6ST:5A$ olduğunu; *Astyanax fasciotus*'un ise kromozom sayısını $2N=48$ (NF=90), karyotipinin $4M:11SM:6ST:3A$ olduğunu bildirmişlerdir. *Astyanax parohybae*'da heterokromatin bölgelerin çoğunlukla perisentromerik bölgede olduğunu; *Astyanax fasciotus*'da ise 9 kromozomun heterokromatin bölgesinin kısa kolların üzerinde telomerik olduğunu, diğer kromozomlarda ise perisentromerik olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada *Astyanax parohybae* türünde 6, *Astyanax fasciotus* türünde ise 1 NOR bölgesi belirlemişlerdir. Sonuçta *A. parohybae* tür derecesinden alttür derecesine getirilmiş, *A. fasciotus* tür olarak kalmıştır. Yapılan çalışmada İki allopatrik türün farklılaşmasında coğrafik izolasyonların etkili olduğunu bildirmiştir. Yapılan bu tarz sitotaksonomik çalışmalar tür ve alttür gibi taksonomik kategorilerin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Garra ile yapılan çalışmada da bölgeler arasındaki farklar oldukça anlamlı bulunmuştur. Dört bölge *G. rufa* popülasyonu arasındaki farklılıkların coğrafik izolasyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Cyprinidlerde poliploidi oldukça yaygındır [37–41–60]. *G. variabilis* örnekleri morfometrik ve sitogenetik olarak Hatay *G. rufa* örneklerine daha yakın bulunmuş fakat aynı zamanda birçok karakter açısından da oldukça farklı olduğu görülmüştür. Bu çalışma sonuçlarına göre *G. variabilis* türünün poliploit olduğu düşünülmektedir.

Özellikle memelilerde karyotip evriminin diploit kromozom sayısında azalma yönünde olduğuna inanılmaktadır. Robertsonian füzyonu ile iki akrosentrik kromozom birleşerek kollu bir kromozomun meydana gelmesini sağlar. Bu mekanizma diploit kromozom sayısını azaltır; ancak kol sayısı daima sabit kalır. Bu yolla karyotip evölüsyonu sağlanır. Diğer taraftan akrosentrik bir kromozomun perisentrik inversiyonuyla meta ya da akrosentrik kromozomlar meydana gelir. Böylece de diploit kromozom sayısı değişmeksizin kol sayısı artabilir. Kol sayısı

birbirine yakın olan populasyonlar arasında çok yakın filogenetik ilişki vardır. Canlılardaki farklı karyotiplerin araştırılmasıyla türler, cinsler ve başlıca sistematik grupların evolüsyonunda kromozom mekanizmasının rol oynadığı görülmektedir [47, 68]. *Garra* cinsi ile yapılan çalışmada Hatay *G. rufa*'nın sentromer bandında 12. SM ve 20 ST (♀) kromozomların sentromer bölgeleri dışında da heterokromatin bölgelere sahip olmaları bu bölgelerden kromozom perisentrik inversiyonun gerçekleşmiş olabileceğini düşündürmektedir. Aynı şekilde Kahramanmaraş populasyonunun sentromer bantlama metafaz görüntülerinde 1. ve 13. M kromozomlar üzerindeki sentromer dışı heterokromatin bölgeler perisentrik inversiyonun gerçekleştiği göstermektedir.

NOR, genellikle st [69, 70] ve sm [71] kromozomların kısa kollarının ucunda görülmesine rağmen, bazen submetasentrik ve subtelosentrik kromozomların uzun kollarının ucunda, metasentrik [72] ve akrosentrik [51] kromozomların kollarında, ayrıca telomer ile sentromerler arasında, sentromere bitişik [73] durumda görülebilmektedir. Çok nadir de olsa eşey kromozomlarında [74] NOR bulunabilmektedir.

Bu çalışmada Mersin *G. rufa* örneklerinde 15. SM ve 20. ST kromozom üzerinde; Hatay örneklerinde ST X kromozomu ve ST 17. kromozom çiftinde; Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerinde metasentrik X kromozomu, akrosentrik Y kromozomu ve 19. ST kromozom üzerinde; Sivas örneklerinde ise 3., 4., 5., 9. M, 17. SM kromozom üzerinde; *G. variabilis* örneklerinde ise 3., 6., 7., 8. 9, 10 M, 29 ve 30. SM kromozomlar üzerinde NOR bölgeleri görülmüştür.

Collares-Pereira ve ark. [61] tarafında *Leuciscus carolitertii* ve *Leuciscus pyrenaicus* türleri ile yapılan çalışmada her iki türün 2n kromozom sayısı 50 olarak bulunmuştur. *L. carolitertii* 12M:30S:8A, *L. pyrenaicus* 12M:32S:6A olarak belirlemişlerdir. NOR bölgeleri çoğunlukla küçük SM kromozom üzerinde görülmüştür. Eşey kromozomlarını ZZ/ZW olarak bildirmişlerdir.

Balıklar genel olarak ayrı eşeylidirler. Bununla birlikte Teleostei'nin bazı familyalarında hermafroditizm de görülür. Eşey belirlenmesi, balıkların çoğunda X ve Y olarak bilinen eşey kromozomlarına bağlıdır ve genellikle XX bireyleri dişi, XY bireyleri erkektir, fakat bazı türlerde erkekler homogametik, dişiler heterogametiktir [75].

Yapılan karyotipik analizler sonucunda Hatay ve Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerinde ve *G. variabilis*'de eşey ayrımının dişide XX erkeklerde XY şeklinde olduğu görülmüştür. Kahramanmaraş *G. rufa* örneklerinin erkek bireylerdeki bir metasentrik kromozomun X, bir telosentrik kromozomun Y olabileceği, Hatay *G. rufa* erkek bireylerindeki bir subtelosentrik kromozomun X, bir akrosentrik kromozomun Y kromozomu olabileceği düşünülmektedir. *G. variabilis* örneklerinde ise erkek bireylerde bir subtelosentrik X bir akrosentrik Y kromozomu görülmüştür.

Quinacrine bantlama fluoresan boya maddesi kullanılarak kromozomlarda bantlı bölgelerin elde edilmesi yöntemidir. Genellikle bantlar Giemsa bantları ile uygunluk gösterir. İnsanlarda 1, 9, 16 nolu kromozomların sentromer ve akrosentriklerin satellit bölgeleri ve Y kromozomunun polimorfizm bölgeleri bu yöntemle incelenir [48]. *Garra* ile yapılan çalışmada Kahramanmaraş örneklerinde 6., 10. ve 11. sm kromozom üzerinde, Sivas örneklerinde 18. SM ve 22. ST üzerinde belirgin Q bant bölgesi görülmüştür. *G. variabilis* örneklerinde 22., 23., 24., 25., 26. ve 27. SM kromozom üzerinde Q bandı tespit edilmiştir. Bu bant bölgelerinden bazıları Tripsin bant bölgeleri ile uyumlu bulunmuştur fakat hepsi uyumlu değildir. *G. variabilis*'in 23. çift M kromozomunun uzun kolunun ortasındaki Q bant bölgesi diğer boyama tekniklerinde görülmemiştir.

Centofante ve ark. [62]'nin Paraíba do Sul nehrinin karşılıklı bölgelerindeki akarsularda yaşayan *Oligosarcus hepsetus* ile yapmış oldukları çalışmada iki türünde kromozom sayısı $2N= 50$ olarak bulunmuştur. Ribeirao Grande ırmağında yaşayan *Oligosarcus hepsetus*'un karyotipini 6M:12SM:14ST:18:A; Santo Antonio ırmağında yaşayan *Oligosarcus hepsetus*'un karyotipinin ise 4M:12SM:16ST:18:A olduğunu bildirmişlerdir. Ribeirao Grande ırmağında yaşayan *Oligosarcus*

hepsetus'un 20. çift A kromozomların uzun kollarında telomerik ve 17. çift A kromozomların kısa kollarında telomerik NOR bölgeleri belirlerken, Santo Antonio ırmağında yaşayan *Oligosarcus hepsetus*'un üç kromozomunda NOR belirlemişlerdir. Bunlar 5. çift kromozomun homologlarından birinde ve 17. çift kromozomun her ikisinin de kısa kolunda telomerik olarak bildirilmiştir [77]. *Garra* cinsi ile yaptığımız çalışmada Hatay ve Kahramanmaraş *G. rufa* populasyonlarının eşey (X) kromozomları üzerinde NOR bölgelerine rastlanmıştır. Lowe-McConnel (1969) büyük tropikal nehirler, ırmakların kaynak kısımlarında yaşayan bazı türleri birbirlerinden fiziksel, kimyasal ya da biotik bariyerlerle coğrafik olarak izole edebildiğini bildirmiştir [62]. Yapılan çalışmada bu bariyerlerin sonucu olarak karyotiplerde meydana gelen değişiklikler bildirilmiştir. *Garra* cinsi ile yaptığımız çalışmada farklı nehir sistemlerinden alınan örneklerin kromozom sayısı ve karyotiplerindeki farklılıklara coğrafik bariyerlerin neden olduğu düşünülmektedir.

Karyotip evriminin genellikle kromozom sayısında azalma şeklinde olduğu göz önünde bulundurulursa [76–77] ana populasyonun Sivas *G. rufa* olduğu ve Mersin, Kahramanmaraş ve Hatay yönünde bir dağılımın olduğu düşünülmektedir. Coğrafik olarak ayrılmış dört *G. rufa* populasyonunda hem kromozom sayısı hem de kol sayısı değişmiştir. Morfometrik çalışmalardan elde edilen verilerin grupları Sivas, Mersin, Kahramanmaraş ve Hatay olarak sıralaması da bu savı desteklemektedir. *G. variabilis* populasyonuna en yakın populasyonun Hatay *G. rufa* populasyonu olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Mersin, Hatay, Kahramanmaraş ve Sivas illerinden alınan *G.rufa* ve Mardin ilinden alınan *G. variabilis* örnekleri üzerinde morfometrik ve sitogenetik çalışmalar yapılmıştır.

1. Mersin ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı $2N = 50$ ($\text{♀NF} = 86$) olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımı ise $26M:10SM:8ST:6A$ (♀) şeklindedir.
2. Hatay ili *G. rufa* örneklerinin $2N$ kromozom sayısı 46 ($NF=80$) olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımı ise $22M:12SM:8ST:4A$ (♀), $22M:12SM:7ST:5A$ (♂) şeklindedir.
3. Kahramanmaraş ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı $2N=46$ ($\text{♀NF}=84$; $\text{♂NF}=82$) olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımı ise $32M:6SM:6ST:2A$ (♀), $31M:6SM:6ST:3A$ (♂) şeklindedir.
4. Sivas ili *G. rufa* örneklerinin kromozom sayısı $2N= 50$ ($\text{♀NF} = 92$) olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımı ise $28M:14SM:4ST:4A$ (♀) şeklindedir.
5. Mardin *G. variabilis* örneklerinin kromozom sayısı $2N = 102$ ($\text{♀NF}=162$, $\text{♂NF}=160$) olarak belirlenmiştir. Kromozom dağılımı ise $42M:18SM:24ST:18A$ (♀), $41M:18SM:24ST:19A$ (♂) şeklindedir.
6. *G. rufa*'nın dört bölge popülasyonu arasındaki farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Mersin, Sivas, Kahramanmaraş ve Hatay *G. rufa* popülasyonları genetik ve morfometrik olarak farklı bulunmuştur
7. Mersin ve Sivas popülasyonlarının morfometrik ve sitogenetik olarak birbirlerine daha yakın oldukları, Kahramanmaraş örneklerinin Hatay'a, *G. variabilis* popülasyonunda Hatay *G. rufa* popülasyonuna yakın olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sitogenetik ve morfometrik

veriler ana populasyonun Sivas *G. rufa* populasyonu olduğunu ve Mersin, Kahramanmaraş, Hatay yönünde bir dağılım gösterdiğini desteklemektedir.

8. Kahramanmaraş, Hatay *G. rufa*, Mardin *G. variabilis* örneklerinin eşey kromozomları dişide XX, erkekte XY olarak belirlenmiştir.
9. Önceki çalışmalarda sadece Mersin *G. rufa*'nın karyotipi çıkarılmıştır. Bu çalışma ile Hatay, Kahramanmaraş, Sivas bölgelerinin karyotipleri ilk kez çıkarılmıştır.
10. Kromozom analizinde kullanılan modifiye teknikle daha fazla metafazın görülmesine olanak sağlanmıştır. Dokunun direkt olarak hipotoniğe alınması plazmoliz olan hücre sayısını azaltmıştır.
11. Cyprinidae familyasında poliploidi sıklıkla görülmektedir. *G. variabilis*'in bir poliploit form olduğu düşünülmektedir.
12. Sivas ve Mersin örneklerindeki benzerlikler grupların yakın bir zamanda ayrılmış olabileceklerini göstermektedir. Yapılan analizlerde Sivas *G. rufa* populasyonunun daha az varyasyon gösterdiği ve metrik karakterlerinin diğer populasyonlara göre daha dar bir alanda kümelendiği görülmüştür. Mersin populasyonunun Kahramanmaraş ve daha az olarak da Hatay grubu ile bağlantılı olduğu bu yüzden daha fazla varyasyona sahip olduğu düşünülmektedir.
13. *G. rufa* ve *G. variabilis* populasyonlarının Giemsa, Sentromer, NOR ve Q bant bölgelerinin belirlenmesi türlerin ve populasyonların sitogenetik düzeyde benzerlik ve farklılıklarını ortaya çıkarılmasını sağlamıştır.
14. Hatay ve Kahramanmaraş *G. rufa*, Mardin *G. variabilis* populasyonlarının sentromer bantlamalarında bazı kromozomlarda sentromer bölgesi dışında

heterokromatin bölgelerin bulunması perisentrik inversiyon gerçekleşmiş olabileceğini düşündürmektedir.

15. Sivas *G. rufa* popülasyonunun alındığı Kangal Balıklı Kaplıca sedef hastalığının tedavi edildiği bir kaplıca olması nedeniyle oldukça önemli bir bölgedir. Çünkü günümüzde tam olarak tedavi edilmeyen bir cilt hastalığı olan sedef hastalığının tedavisi için dünyanın birçok yerinden insanlar Kangal balıklı kaplıcasına gelmektedir. Tahriş olmuş cilt dokusundaki yaralar *Cyprinion macrostamus* ve *Garra rufa* türleri tarafından tedavi edilmektedir. Dişleri olmayan bu balıklar, 36–37C° derece sıcaklıktaki suyun yumuşatmış olduğu kabarık yara kabuklarını ağız hareketleriyle kopararak cilt pürüzsüz hale gelinceye kadar temizlemektedirler. Kaplıca suyunda bol miktarda bulunan kalsiyum, magnezyum, selenyum ve bikarbonat gibi iyonlarda tedavinin diğer bir boyutunu oluşturmaktadır. Türün morfometrik ve genetik özelliklerinin bilinmesi, diğer popülasyonlarla olan ilişkilerinin ortaya çıkarılması türün tanınmasını ve korunmasını sağlayacaktır. Son dönemlerde yurt dışına çıkarılmış ve tedavi amaçlı üretimi yapılan türün ülke ekonomisine kazandırılması gerekmektedir.
16. Ayrıca Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'nun birçok nehrinde yaygın olarak bulunan *G. rufa* türünün bu beslenme rejimi sayesinde tatlı su ortamındaki organizmaların da deri enfeksiyonlarını tedavi edebileceği düşünülmektedir. İnsanlar tarafından çok yağlı olduğu için besin olarak tercih edilmeyen *G. rufa* türünün çevre dengesi açısından hassas bir yere sahip olduğu ve bulunduğu ekosistem içerisinde önemli bir yer işgal ettiği düşünülmektedir.
17. Bölgelere ait popülasyonların genomik ve mtDNA'larının karşılaştırılması gruplar arasındaki bağlantının daha da netleşmesini sağlayacaktır.
18. *G. rufa*'nın 4 popülasyonu arasındaki morfometrik ve sitogenetik farklılıkların coğrafik izolasyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Freeman, S. ve Herron J. C. “Evrimsel Analiz” ikinci baskıdan çeviri, Palme yayıncılık Ankara s708, (2001).
- [2] Campbell, N.A., Reece. J.B. “Biyoloji” altıncı baskıdan çeviri Palme yayıncılık Ankara s1247, (2006).
- [3] Rock, J., Eldridge, A., Chanpion, A., Joss J. J. “Caryotype and nuclear DNA content for The Australian Lungfish *Neoceratodus fostrei* (*Cerotidae: Dipnoi*)”, Cytogenet. Cell. (73): 187–189, (1996).
- [4] Caputo, V., Marchegiani, F., Sorice, M., Olmo, E. “Heterochromotin heterogenety and chromosome variability in four species of Gobiid fishes (*Perciformes: Gobiidae*)”. Cytogenet. Cell. Genet, (29): 266–271, (1997).
- [5] Venere, P. C., Pgister, S. C., Morirea Filho, O., Galetti, P. M. “Chromosomal Characterization in Characinae And Cytopotaminae (Pisces, Characidae), Cytotaxonomic Study of Gila Trout, *Salmo glae*”, J. Fish, Res. Board Can. Vol. (34): 1041-1045, (1997).
- [6] Landolt, M. L. and Kocan, R. M. “Fish Cell Cytogenetics, A Measure at the Genetoxic Effects of Environmental Pollutants”, In Aquatic Toxicology. Edited By J.O. Nriagu. John Willey Inc. Pp. 232, (1983).
- [7] Al-Sabti, K. “Handbook of Genotoxic Effects and Fish Chromosomes”. Joseph Stephan Institute Press, Ljubjiana, Yugoslavia 221 p, (1991).
- [8] Klinkhardt, M. B., Braunbeck, T., Hanke, W. and Segner, H. “Fish Chromosomes as Sensitive Toxicity Indicators – Possibilities and Limits”, Fish Ecotoxicology, Ecophysiology, VCH, Weinheim, 45-54, (1993).
- [9] Beamish, R. J. ve Miller, R. R. “Cytotaxonomic study, Conservation of Natural Resources of the White Sea”, pp. 254–256, (1977).
- [10] Çolak, A., Sezgin, I. ve Süngü, Y. S. “Sazangiller Familyasına Ait Beni Balığında (*Cyprinion macrostomus*, Heckel, 1843) Kromozomal Araştırmalar”, Doğa Bilim Dergisi, 2: 9–12 (1985).
- [11] Ergene, S., Karahan, A. ve Kuru, M. “Güney Akdeniz Tatlı Sularında Bulunan *Rutilus tricolor* Lortet, 1883 (Pisces: Cyprinidae)’ın Karyolojik Analizi İçin Bir Yöntem”, XVI. Ulusal Biyoloji Kongresi, 88, (2002).

- [12] Ergene, S., Kaya, F., Pekcan, I. ve Oral, A. “Karyological Analysis of *Oreochromis Niloticus* (L., 1758) (Pisces, Cichlidae) Used in Aquaculture”, First International Symposium on Fisheries and Ecology, Trabzon, Turkey, s191-195, (1998).
- [13] Ergene, S., Kuru, M. ve Çavaş, T. “Karyological Analysis of *Barbus plebejus lacerta* (Heckel, 1843)”. II. Uluslar arası Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi, s426–433, (1998).
- [14] Ergene, S., Portakal, E. ve Karahan, A. “Karyological Analysis and Body Proportion of Catfish (Claridae, *Clarias Lazera*, Valenciennes. 1840) in Göksu Delta, Turkey”. Turkish Journal of Zoology, **23**: 423-426, (1999).
- [15] Ergene Gözükkara, S. ve Çavaş, T. “Cytogenetic Analysis of *Garra rufa* (Heckel, 1843) from Eastern Mediterranean River Systems”, Third European Cytogenetics Conference **1(73)**:43, (2001).
- [16] Ergene, S. ve Çavaş, T. “*Tilapia zillii* (Gervais, 1848)’nin (Pisces: Cichlidae) Karyolojik Analizi”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **12(3)**: 829–835, (1999).
- [17] Kaya F., “*Capoeta capoeta* (Guldenstandt, 1773) ve *Capoeta barroisi* (Lortet, 1894)’nin Biyometrik ve karyolojik özelliklerinin incelenmesi” Yüksek Lisans Tezi Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin (2003).
- [18] Hamalosmanoğlu, M., Kuru, M. “Karyotype analyses of the *Cyprinus carpio* (L., 1758) (carp) live in Mogan Lake (Ankara)” G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi **23(10)**, (2003).
- [19] Kuru, M. “Key to the inland waters of Turkey”, Hacettepe Bulletin of Science and Engineering, **9**:103–133, (1980).
- [20] Arkhipchuk, V. V. (20 April 2007) “Database of Fish Chromosomes”, <http://www.fishbase.org> (2007).
- [21] Kuru, M. “Freshwater Fishes Fauna of Eastern Anatolia”, İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Mec. Seri B, **36 (3-4)**: 137-147, (1971).
- [22] Kuru, M. “Freshwater Fishes of South-Eastern Turkey 2 (Euphrates-Tigris System)” Hacettepe Bulletin of Natural Science and Engineering, **7-8**: 105-114, (1979).

- [23] Kuru, M. "Revision of Chondrostoma Species of Turkey", Hacettepe Bulletin of Natural Science and Engineering **10**: 111-121, (1981).
- [24] Geldiay, R. ve Balık, S. "Türkiye Tatlı Su Balıkları", Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova-İzmir, 532s, (1996).
- [25] Blanc, M., Banarescu, P., Gaudet, J. L. ve Hureu, J. C. "European Island Water Fish", A Multilingual Catalogue. Fao, Fishing News LTD, London, England, (1971).
- [26] Banarescu, P. "Zoogeography of Fresh Waters. Distribution and Dispersal of Fresh Water Animals in North America and Eurasia", **2**:1091p, (1991).
- [27] Hua Yue, G., Orban, L., "Rapid Isolation of DNA from Fresh and Preserved Fish Scales for Polymerase Chain Reaction". Marine Biotechnology, **3**: 199-204, (2001).
- [28] Martins, C. ve Galetti, Jr P.M. "Chromosomal Localization of 5S rDNA Genes in Leporinus Fish (Anostomidae, Characiformes)", Chromosome Research, **5(7)**: 363-367, (1999).
- [29] Ergene, S., Yalçın, Ş. ve Karahan, A. "İki Farklı Lokalitede yaşayan *Clarias lazera* (Valeciennes, 1 840)'nın Metrik ve Meristik Karakter Değişimi Üzerine Ön Çalışma", Doğu Anadolu Bölgesi İli Su Ürünleri Sempozyumu, 569-575, (1998).
- [30] Mizoguchi, S. M. H. N., Martins-Santos. İ. C. "Cytogenetic and morphometric differences in population of *Astyanax (scabripinnis)* (Pisces, Characidae) from Maringa Region, Brazil", Genetic and Molecular Biology, **1(21)**: 55-61p (1999).
- [31] Cakıcı, P., Lenhardt, M., Mickovic, D., Sekulic, N. and Budakov, L. J. "Biometric analysis of *Syngnathus abaster* populations", Journal of Fish Biology, **60**: 1562-1569, (2002).
- [32] Altun, Ö. "Gümüş balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Populasyonlarında Gözlemlenen Morfolojik Varyasyonlar" Tr. J. of Zoology TÜBÜTAK **3**: 911-918, (1999).

- [33] İlhan, A., Balık, S., Sarı, H. M., Ustaoglu, R. M. “Batı ve Orta Anadolu, Güney Marmara, Trakya ve Batı Karadeniz Bölgeleri İçsularındaki *Carassius* (Cyprinidae, Pisces) Türleri ve Dağılımları” E.Ü. Su Ürünleri Dergisi E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences **22(3-4)**: 343–346, (2005).
- [34] Soltis P. S.. “Molecular data and the dynamic nature of polyploidy”. *Critical Reviews in Plant Science* **12**: 243–273, (1993).
- [35] Patton, J and Sherwood, S. Chromosome evolution and speciation in rodents. *Annual Review of Ecology and Systematics* **14**:139–158, (1983).
- [36] Ueda, T., Naoi, H. and Aria, R. “Flexibility on the karyotype evolution in bitterlings Pisces, Cyprinidae” *Genetica* **111**: 423-432, (2001).
- [37] GUÉGAN, J. F., RAB, P., MACHORDOM, A. and DOADRIO. I. “New evidence of hexaploidy in 'large' African *Barbus* with some considerations on the origin of hexaploidy” **47(2)**: 192– 198, (1995).
- [38] Briolay, J., Galtier, N., Brito, R. M., and Bouvets. Y. “Molecular Phylogenetics and Evolution” **9(1)**: 100–108, (1998).
- [39] Hamilton-Buchanan. (31 August 2006) Freshwater Fishes of Iran <http://www.briancoad.com/Species%20Accounts/Garra.htm> (1 March 2007).
- [40] Centofante, L., Bertollo, L. A., Justi, C. “Correlation of chromosomal and morphologic character in two *Astyanax* species (Teleostei; Characidae)” *Ichthyology. Explore. Freshwater* **14(4)**: 361–368, (2003).
- [41] Borin, L. A., Martins-Santos, I. S. and Oliveira, C. “A Natural triploid in *Trichomycterus davisii* (Siluriformes, Trichomycteridae): Mitotic and Meiotic Characterization by Chromosome Banding and Synaptonemal Complex Analyses” *Genetica* **115(3)**, (2002).
- [42] Ergene, S. and Çavaş, T. “Karyological Analysis of *Gobilus pagenellus* L.,1758 (Pisces; Gobiidae) in Mersin, Turkey”, *Folia Biologica*, **50(1-2)**: 5-7, (2002).
- [43] Ergene, S., ve Portakal, E. “*Oreocromis aureus* (Steindachner, 1864)’un karyolojik analizini”, X . Ulusal su ürünleri sempozyumu, 758–765, (1999).

- [44] Hamalosmanoğlu, M., Kuru, M. “Karyotype analyses of the *Cyprinus carpio* (L., 1758) (carp) live in Mogan Lake (Ankara)” *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* **23(1)**: 1-10, (2003).
- [45] Swarça, A. C., Caetano, L. G. and Dias, A. L. “Cytogenetic characterization through chromosomic banding of *Pinirampus pirinampu* (Pisces, *Pimelodidae*) from Tibagi River basin PR Brazil”, *Caryologia*, **52(1-2)**: 31-35, (1999).
- [46] Yüksel, E. “Cytogenetics Study in *Spalax* (*Rodentia: Spalacidae*), from Turkey”, *Communication Biologie* **2**: 1-12, (1984).
- [47] Yüksel, E. ve Gülkaç, M. D. “On the karyotypes in some populations of the subterranean Mole Rats in the lower Euphrates Basin”, Turkey, *Caryologia*, **45**: 175–190, (1992).
- [48] Gaffaroglu, M., Yuksel E. ve Ráb, P. ”Note on the karyotype and NOR phenotype of leuciscine fish *Acanthobrama marmid* (Osteichthyes, *Cyprinidae*)” *Biologia*, **61(2)**: 207-209, (2006).
- [49] A1-Sabti, K. “Chlorotriazine Reactive Azo Red 120 Textile Dye Induces Aıficonuclei in Fish, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **4**: 149–155, (2000).
- [50] A1-Sabti, K. “Carcinogenetic-mutagenic chemicals induced chromosomal aberrations in the kidney cells of three *Cyprinids*, *Comparative Biochemistry and Physiology Comparative Pharmacology and Toxicology*”, **82(2)**: 489-493, (1985).
- [51] Amemiya, C. T. ve Gold, J. R. “Chromosomal NORs as taxonomic and systematic characters in North American *Cyprinid*fishes”, *Genetica*. **76(8)**: 1–90, (1988).
- [52] Howell, W. M. and Black D. A. “Controlled Silver Staining of Nucleolus Organizer Regions with a Protective Colloidal Developer” 1 Step Method, *Experiential*, **36**: 1014-1015, (1980).
- [53] Ozouf–Costaz, C. and Foresti, F. “Fish Cytogenetic research, advances, applications and perspectives”, *Netherlands Journal of Zoology*, **42(2-3)**: 277-290, (1992).

- [54] Galetti, P. M. Jr., Fdresti, F., Bertollo, L. A. C. ve Moreria, F. O. “Characterization of Eight Species of *Anostomidae* (*Cypriniformes*,) Fish on the Basis of the Nucleolar Organizing Region”, *Caryologia*, **37(4)**: 401-406, (1984).
- [55] Durand, J.-D., Tsigenopoulos, C. S., Ünlü, E. and Berrebis, P. “Phylogeny and Biogeography of the Family Cyprinidae in the Middle East Inferred from Cytochrome *b* DNA— Evolutionary Significance of This Region” *Molecular Phylogenetics and Evolution* **22(1)**: pp. 91–100, (2002).
- [56] Bardakçı, F., Ozansoy, Ü., and Koptage, E. A. “Compassion of oogenesis under constant and fluctuating temperatures in doctor fish, *Garra rufa* Heckel, 1983 (*Teleostei: Cyprinidae*)” *Journal of Biology* **5**: (2000).
- [57] Kılıç-Demirok, N. “Dicle Su Sisteminde Yaşayan Bazı Cyprinid Tür ve Alttürlerinin Kromozomları Üzerine Çalışmalar. Doktora Tezi”, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Diyarbakır Türkiye, (2000).
- [58] Ren, X., Cui, J. ve Yu, Q.” Chromosomal heterochromatin differentiation of cyprinid fishes, *Genetica*” **87(1)**:47-51, (1992).
- [59] Ocalewicz, K., Jankun, M., Boron, A. “ Karyotypic characterization of bream, *Abramis brama* (*Pisces, Cyprinidae*)” *Folia Zool.* **53(3)**: 329–334, (2004).
- [60] Gross, M. C., Schneider, C. H., Matiello, M. C. A., Leite, M. L., Bertollo, L. A. C and Artoni, R. F.” Population structure, fluctuating asymmetry and genetic variability in an endemic and highly isolated *Astyanax* fish population (*Characidae*)” *Genetics and Molecular Biology*, **27(4)**: 529-535, (2004).
- [61] Collares-Pereira, M. J., Próspero, M.I., Biléu, R.I. and Rodrigues, E.M. “*Leuciscus* (*Pisces, Cyprinidae*) karyotypes: Transect of Portuguese populations *Genet. Mol. Biol.* **21(1)**, (1998).
- [62] Centofante, C., Bertollo, L. A. C. and Moreira-Filho, O. “Chromosomal Differentiation between Populations of *Oligosarcus hepsetus* (*Teleostei, Characidae*) from Small Tributaries at Opposite Margins of the Paraíba do Sul River (Brazil)” **49(6)**: 981-987, (2006).
- [63] Garcia-Ramos, G. and Kirkpatrick, M. “Genetic models of adaptation and gene flow in peripheral populations”, *Evolution*, **51**:21–28, (1997).

- [64] Lüleci, G., Başaran, S., Bağcı, G., Keser, İ. “Sitogenetik Uygulama Yöntemleri” Hacettepe Üniversitesi yayınları, 53s, (1990).
- [65] Temizkan, G., Arda, N. “Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler” İstanbul Üniversitesi Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Araştırma ve Uygulama Merkezi, Nobel tıp kitap evi. s 236, (1999).
- [66] Ozouf-Costaz, C. “First International Workshop on Fish Cytogenetic Techniques Concarneau”, France 14–24 September (1992).
- [67] Thorgard, G. H. and Disney, J. E. "Chromosome Preparation and Analysis. Methods for Fish Biology” American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA, 171-187, (1990).
- [68] Yılmaz, T. “Taksonomik Zoolojinin Prensipleri ve Metotları”, Oran Yayıncılık, İzmir, 209p, (1997).
- [69] Sola, L. S., Bressanello, A., Rossi R., Laselli, V., Crosetti, D. and Cataudella, S. “A karyotype analysis of the genus *Dicentrarchus* by different staining techniques”, Journal of Fish Biology, **43**: 329-337, (1993).
- [70] Rab, P. and Collares-Pereira, M. “Chromosomes of European Cyprinid Fishes (*Cyprinidae*, *Cypriniformes*)”, A Review, Folia Zool., **4(4)**: 3193-214, (1995).
- [71] Rab, P., Karakousis. Y. and M, Rabova. “Karyotype, NOR phenotype and C Banding study of *Barbus cyclolepis* from Greece”, Folia Zool., **45**: 77-83, (1996).
- [72] Galetti, P. M. Jr., Foresti, F., Bertollo, L. A. C. and Moreria, F. O., “Characterization of Eight Species of Anostomidae (Cypriniformes) Fish on the Basis of the Nucleolar Organizing Region” Caryologia, **37(4)**: 401-406, (1984).
- [73] Jankun, M., Woznicki, P., Dajnowicz, G., Demska-Zakes, K. and Luczynski, M. J. “Heterochromatin and NOR location in northern pike (*Esox lucius*)”, Acquit. Sci., **60**: 17-21, (1998) .
- [74] Bertollo, L. A. C. and Cavallaro, Z. L. “A highly differentiated ZZ/ZW sex chromosome system in a *Characidae* fish *Tniporthus guentheri*”, Cytogenetics and Cell Genetics, **60**: 60-63. (1992).

- [75] Demir, N. "İhtiyoloji" İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, 391 s (1992).
- [76] Gülkaç, M. D. ve Yüksel, E. "Malatya Yöresi Kör Fareleri (*Rodentia: Spalacidae*) üzerine sitogenetik bir inceleme", Doğa Türk Biyoloji Dergisi, **1(3):** 63-71, (1989).
- [77] Gaffaroğlu, M. "Malatya yöresi kör faresi *Sperophilus (Mammalia: Rodentia)* cinsi üzerinde sitogenetik inceleme, Yüksek lisans tezi, İnönü üniversitesi, Türkiye (1998).

7. ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Van'ın Gevaş ilçesinde doğdum. 1990 yılında Gevaş lisesinden, 1994 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden mezun oldum. 1996 yılında Mersin Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı'nda yüksek lisans eğitimime başladım. 1999 yılında "Göksu Deltası, Akgöl-Paradeniz Dalyanı'nda Yaşayan *Clarias lazera*'nın Büyüme, Beslenme ve Üreme Özellikleri" isimli tezimi bitirdim. 2000 yılında Mersin Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı'nda doktora eğitimime başladım. Halen Mersin Üniversitesi'nde doktora eğitimime devam etmekteyim.