

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

*MESOCRICETUS BRANDTI* (NEHRING, 1898)  
(MAMMALIA:RODENTIA)' NİN HİBRİT BİREYLERİNDEKİ  
KROMOZOMAL DÜZENLENMELER

PINAR ÇAM  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ANKARA  
2006

Her Hakkı Saklıdır

Prof. Dr. Nuri YİĞİT danışmanlığında, Pınar ÇAM tarafından hazırlanan “*Mesocricetus brandti* (Nehring,1898 ) (Mammalia:Rodentia)’ nin Hibrit Bireylerindeki Kromozomal Düzenlenmeler” adlı tez çalışması 28/07/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Nuri YİĞİT

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Üye : Prof. Dr. Ercüment ÇOLAK

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Üye : Doç.Dr. Cemal Can BİLGİN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi  
Biyoloji Bölümü

**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

**Prof. Dr. Ülkü MEHMETOĞLU**

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### *MESOCRICETUS BRANDTI* (NEHRING, 1898) (MAMMALIA: RODENTIA)' NİN HİBRİT BİREYLERİNDEKİ KROMOZOMAL DÜZENLENMELER

Pınar ÇAM

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuri YİĞİT

Bu çalışmada, Anadolu'nun değişik yerlerinden (Şebinkarahisar, Bolkar Dağı, Aksaray, Ardahan, Van) ve İran- Zanzan bölgesinden elde edilmiş olan *Mesocricetus brandti* örnekleri kullanıldı. Bu örneklerin, karyotip preperasyon tekniği kullanılarak, kromozom analizleri yapıldı. İncelenen tüm örneklerde, diploid kromozom sayısının, sabit bir şekilde  $2n=42$  olduğu belirlendi. Kromozom kol sayılarında (NF) ise 82 ve 84 olmak üzere iki farklı form belirlendi. NF değeri 84 olan İran-Zanzan örneğiyle, NF değeri 82 olan Bolkar örneği çiftleştirilerek, erkek ve dişi hibrit bireyler elde edildi. Bu hibrit bireylerin kromozom analizi sonucu NF değerleri 83 olarak belirlendi. Hibrit bireyin 20. otozomal kromozomunun homologlarının bir tanesinin akrosentrik, diğerinin ise metasentrik olduğu belirlendi. Bu şekildeki kromozom düzenlenmesinde; akrosentrik kromozomun, NF değeri 82 olan erkek bireyden; metasentrik kromozomun ise, NF değeri 84 olan dişi bireyden geldiği saptandı.

**2006, 43 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** *Mesocricetus brandti*, Türk Hamsteri, karyoloji.

## ABSTRACT

Master Thesis

### CHROMOSOMAL ARRANGEMENTS OF HYBRID INDIVIDUALS OF *MESOCRICETUS BRANDTI* (NEHRING, 1898) (MAMMALIA: RODENTIA) INTRAPOPULATIONS

Pınar ÇAM

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

Supervisor : Prof. Dr. Nuri YİĞİT

Specimens of *Mesocricetus brandti* (Nehring,1898) collected from different area of Anatolia (Şebinkarahisar, Bolkar Dağı, Aksaray, Ardahan, Van) and Iran- Zanzan were examined based on chromosomal arrangements. Diploid chromosome numbers of whole specimens were determined to be the same, being  $2n=42$ . On the other hand fundamental arm number (NF) of these specimens had two forms; being NF=84 and NF=82. The hybrid individuals (both male and female), obtained from interbreeding İran-Zanzan and Bolkar specimens, have 83 fundamental arm number; namely, 20. autosomal chromosome of these hybrid specimens have different homologous, one is metacentric and the other is acrosentric, was determined in this study.

**2006, 43 pages**

**Key Words :** *Mesocricetus brandti*, Turkish Hamster, karyology

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımnda, bilgi, tecrübe ve bilimsel materyallerini benimle paylaşan tez danışmanım **Prof.Dr.Nuri YİĞİT'e**; değerli hocalarım **Prof.Dr.Ercüment ÇOLAK** ve **Doç.Dr.Reyhan ÇOLAK'a**; sistematik bilgilerinden yararlandığım ve laboratuvar çalıőmalarımnda en büyük yardımcım olan **Őafak BULUT' a**, manevi desteklerinden güç bulduğum **Özge ÖZKOÇ, Hülya GÜNERİ, Zeycan CEYHAN, Gül OLGUN'a** ve aradaki mesafeye rağmen, varlıklarıyla ayakta kaldığım **aileme**, sonsuz **TEŐEKKÜRLER.**

Pınar ÇAM

Ankara, Temmuz 2006

## İÇİNDEKİLER

|  |     |
|--|-----|
| ÖZET.....  | i   |
| ABSTRACT.....  | ii  |
| TEŞEKKÜR .....   | iii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....  | vii |
| 1. GİRİŞ .....   | 1   |
| 2. KURAMSAL TEMELLER.....  | 3   |
| 2.1 Ordo: Rodentia (Mammalia) .....  | 3   |
| 2.2 Familya: Cricetidae (Hamsterler). .....  | 4   |
| 2.2 Genus: <i>Mesocricetus</i> .....   | 4   |
| 2.3 <i>Mesocricetus brandti</i> Nehring, 1898.....   | 5   |
| 2.4 Kromozomlar .....  | 7   |
| 2.4.1 Kromozomların organizasyonu. ....  | 9   |
| 2.4.2 Kromozomların yapısı .....   | 11  |
| 2.4.3 Heterokromatin ve ökromatin .....  | 11  |
| 2.4.4 Kromozom morfolojisi.....  | 11  |
| 2.4.5 Kromozom analizi .....   | 13  |
| 2.5 Kromozom Yapısındaki ve Sayısındaki Değişmeler (Kromozomal<br>Düzenlenmeler).....                            | 14  |
| 2.5.1 Robertsonian füzyonu (sentrik füzyon) .....  | 14  |
| 2.5.2 İnverson .....   | 15  |
| 2.5.3 Delesyon .....   | 16  |
| 2.5.4 Dublikasyon .....  | 17  |
| 2.6 Memelilerde Kromozomal Farklılıkların Önemi.....   | 18  |
| 3. MATERYAL VE METOT .....   | 20  |
| 3.1 Karyotip Preperasyon Tekniği .....   | 21  |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....  | 23  |
| 4.1 İncelenen Örnekler .....   | 23  |
| 4.1.1 Şebinkarahisar (1 no'lu) örneğin elde edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri<br>hakkında bilgiler..... | 23  |
| 4.1.1.1 Şebinkarahisar örneklerinin karyolojik analizi .....   | 24  |

|  |    |
|--|----|
| 4.1.2 Ardahan ve Van (2 No'lu) örneklerinin elde Edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler..... | 26 |
| 4.1.2.1 Ardahan ve Van örneklerinin karyolojik analizi .....   | 26 |
| 4.1.3 Aksaray (3 No'lu) örneğinin elde edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler.....           | 28 |
| 4.1.3.1 Aksaray örneğinin karyolojik analizi.....  | 28 |
| 4.1.4 Bolkar Dağı (4 no'lu) örneğinin elde edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler.....       | 30 |
| 4.1.4.1 Bolkar Dağı örneğinin karyolojik analizi .....   | 30 |
| 4.1.5 İran-Zanjan (5 no'lu) örneklerinin elde edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler.....    | 32 |
| 4.1.5.1 İran (Zanjan) örneğinin karyolojik analizi .....   | 32 |
| 4.1.6 Bolkar × İran- Zanjan hibrit ♀ (6 No'lu) bireyinin dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler.....         | 34 |
| 4.1.6.1 Bolkar Dağı × İran-Zanjan hibritinin (♀) karyolojik analizi .....  | 34 |
| 4.1.7 Bolkar Dağı × İran-Zanjan hibrit ♂ (7 no'lu) bireyinin dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler.....     | 36 |
| 4.1.7.1 Bolkar × İran- Zanjan hibritinin (♂) karyolojik analizi.....   | 36 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....  | 38 |
| KAYNAKLAR .....  | 40 |
| ÖZGEÇMİŞ.....  | 43 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 1.1 <i>Mesocricetus brandti</i> ' nin Anadolu' da farklı kromozom kol sayılarını gösteren harita ..... | 2  |
| Şekil 2.1 <i>Mesocricetus</i> cinsine ait türlerin dağılım haritası .....                                    | 5  |
| Şekil 2.2 Çalışmalarda kullanılan <i>Mesocricetus brandti</i> ' nin genel görünümü .....                     | 6  |
| Şekil 2.3 Temsili kromozom resmi .....   | 7  |
| Şekil 2.4 Kromozom organizasyonu .....   | 9  |
| Şekil 2.5 Nükleozom biriminin yapısı .....   | 9  |
| Şekil 2.6 Kromozom yapısı .....  | 10 |
| Şekil 2.7 Kromozom morfolojisi .....   | 11 |
| Şekil 2.8 Sentromer pozisyonuna göre kromozom tipleri .....  | 12 |
| Şekil 2.9 Kromozom kol sayısı .....  | 13 |
| Şekil 2.10 Robertsonian füzyonu .....  | 14 |
| Şekil 2.11 İnversiyon çeşitleri A. perisentrik inversiyon B. parasentrik inversiyon .....                    | 15 |
| Şekil 2.12 Delesyon mekanizması .....  | 16 |
| Şekil 2.13 Dublikasyon mekanizması .....   | 16 |
| Şekil 4.1 Şebinkarahisar Örneğinin A. Metafaz plağı B. İdiogram .....  | 25 |
| Şekil 4.2 Ardahan ve Van örneklerinin A. Metafaz plağı B. İdiogram. ....                                     | 27 |
| Şekil 4.3 Aksaray örneğinin A. Metafaz plağı B. İdiogram .....   | 29 |
| Şekil 4.4 Bolkar Dağı örneğinin A. Metafaz plağı B. İdiogram .....   | 31 |
| Şekil 4.5 İran (Zanjan) örneğinin A. Metafaz plağı B. İdiogram .....   | 33 |
| Şekil 4.6 Bolkar Dağı × Zanjan hibritinin (♀)A. Metafaz plağı B. İdiogram .....                              | 35 |
| Şekil 4.7 Bolkar Dağı × Zanjan hibritinin (♂)A. Metafaz plağı B. İdiogram .....                              | 37 |
| Şekil 5.1 <i>M.brandti</i> 'nin Anadolu ve İran' da farklı NF değerlerini gösteren harita .....              | 39 |

## 1. GİRİŞ

*Mesocricetus* cinsi Palearktik bölgede geniş bir yayılış alanına sahiptir ve bu cinsin ilk kaydı Nehring (1898) tarafından Doğu Anadolu'da verilmiştir. Bu cins içerisinde taksonomik durumları tartışmalı olsa da, 5 tür geçerli taksonlar olarak dikkate alınmaktadır.

Türkiye' de bu türlerden *Mesocricetus auratus* (Waterhouse, 1839) ve *Mesocricetus brandti* (Nehring, 1898) yayılış göstermektedir. Golden hamster veya Suriye hamsteri olarak bilinen *M. auratus*'un yayılış alanı sadece Kilis ili civarı ile sınırlı iken, Türk Hamsteri olarak bilinen *M. brandti*; Batı Anadolu steplerinden Kafkasya ve İran'a kadar uzanan bir alanda yaşamaktadır.

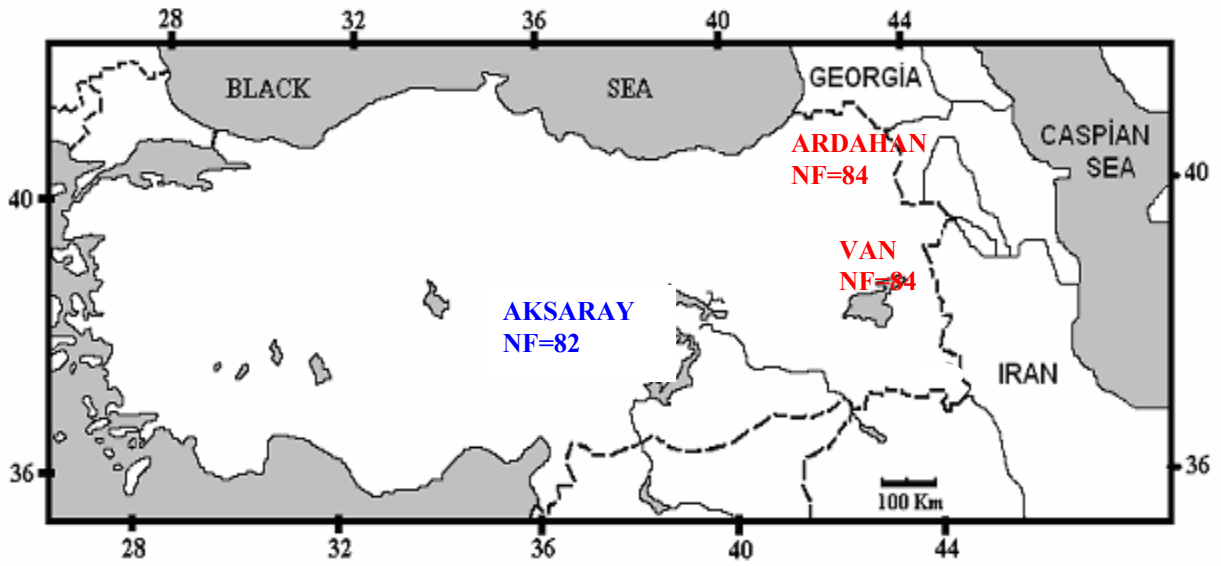
Anadolu' dan ilk defa Danford ve Alston (1877) Kayseri civarından *Mesocricetus brandti* türünün kaydını vermişlerdir. Neuhauser (1936), Uşak, Kastamonu, Samsun, Konya ve Mersin' den *M. brandti* kaydı vermiştir. Osborn (1964), Steiner ve Vauk (1966), Lehmann (1966,1969), Spitzenberger (1972), Sickenberg (1972), Felten ve ark. (1971) Anadolu' nun çeşitli yerlerinden bu türün kaydını vermişlerdir.

Kromozomlar evrimsel süreçte çeşitli genetik mekanizmalarla sayı ve şekil yönünden değişime uğramaktadırlar. Kromozomların şekillerinde görülen bu farklılıklar, karyolojik tekniklerle ortaya konabilmektedir. Bu tekniklerle yapılan kromozom analizleri; türler arası akrabalık derecelerini belirlemede, kladistik yöntemlerin uygulanmasında ve populasyonlardaki genetik çeşitliliğin ortaya konulmasında büyük öneme sahiptir (Gibson 1986).

Bu kapsamda *M. brandti* türü üzerine çok sayıda karyolojik çalışma yapılmıştır (Zilfan and Ficidadan 1968, Popescu and Di Paolo 1972, Lyman and O'Brien 1977, Doğramacı vd. 1994, Yiğit vd. 2000). Popescu and Di Paolo (1972) ve Lyman and O'Brien (1977)'in *M. brandti* türünde 2n kromozom sayısının 42 – 44 arasında değişiklik gösterebileceğini belirtmelerine karşın gerek Doğramacı vd. (1994) gerekse Yiğit vd.

(2000) yaptıkları çalışmada Türkiye örneklerinde 2n sayısının sabit bir şekilde 42 olarak saptamışlardır.

Diploid kromozom sayısındaki sabitliğe karşın Yiğit vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye ve İran örneklerinde farklı kromozom kol sayılarının bulunduğu belirlenmiştir. Buna göre Ardahan - Van örneklerinde FN= 84, FN<sub>a</sub>= 80, diğer lokalitelerde ise FN= 82, FN<sub>a</sub>= 78 değerleri saptanmıştır. Bu durum Türkiye örneklerinin FN değerlerinde varyasyon olduğunu göstermektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Anadolu'nun değişik bölgelerden elde edilen *Mesocricetus brandti*' nin farklı NF değerleri (Yiğit vd. 2000).

Bu nedenle farklı lokalitelerden elde edilmiş örneklerin FN değerlerinin belirlenmesi, farklı FN değerine sahip bireylerden meydana gelecek hibrit bireylerde kromozomal düzenlenmenin ne şekilde olacağını saptanması bu tezin amacını oluşturmaktadır. Bu sayede doğal populasyonlarda yapılacak karyolojik çalışmalarla hibrit zonların saptanması ve doğada hibrit bireylerin bulunup bulunmadığının belirlenmesine katkı sağlanacaktır. Bu çalışmada farklı lokalitelerden elde edilmiş *M. brandti* örneklerinin karyolojik özellikleri ve bunlarından elde edilecek yavrulardaki kromozomal düzenlenmelerin ne şekilde olduğu belirlenmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1 Ordo: Rodentia (Mammalia)

Rodentia ordosu 29 familya, 400'ü aşkın cins ve 2800'ün üzerinde türüyle memeli sınıfının en büyük takımıdır (Ognev 1947, Wilson and Reeder 1993). Antartika ve Kutuplar, Yeni Zelanda ve birkaç okyanus takımadası hariç tüm karalara yayılmış olarak bulunurlar. Bu hayvanlar kara, ağaç, toprak altı ve yarı sucul olarak çok farklı habitatlarda yayılış gösterirler. Diğer takımlardan kolayca ayrılabilen kemiricilerin kendi içlerinde filogenetik durumları birçok yönden kesin değildir. Çiğneme kasları ve kafa yapıları kemiricileri sınıflandırmak için önemli kriterlerdir. Her bir grup kafatası yapısı ve çenenin kafatası ile yapmış olduğu bağlantıyla birbirinden ayrılır. Rodentia ordosu, çiğneme kaslarının konumuna göre bazı kaynaklarda 4, bazılarında 5 alttakıma ayrılmaktadır.

Rodentia takımını diğerlerinden ayıran en önemli diagnostik karakter, köpek dişleri ve ön azı dişlerinin kaybolması ile oluşan diastema boşluğudur. Diastema boşluğu üst kesici dişlerle 1. molar diş arasında bulunan ve besinleri toplamak için kullanılan bir boşluktur. Her iki çenenin önünde bulunan 2'şer adet kesici diş tüm kemiricilerin ortak özelliği olup bu dişler köksüzdür ve devamlı büyürler. Kesici dişlerin kırılması halinde yerine yeni diş çıkmayacağından dolayı kırılan dişin karşısındaki diş devamlı büyüyerek hayvanın ölümüne neden olabilir (Ognev 1947). Molar dişlerin en önemli özelliği çiğneme yüzeylerinde mine katlanmalarının bulunmasıdır. Bu dişler kemirmede kullanılmaz ve büyümmezler. Kemiricilerin genel diş formülü  $1/1 \ 0/0 \ 0/0 \ 3/3 = 16$ 'dır. Bazı kemirici türlerinde premolarlar da bulunur. Bunların sayısı hiçbir zaman iki çiftten fazla olmaz. 22 dişten fazlasına sahip hiçbir kemirici yoktur.

Bazı türlerde besinin toplanmasına yarayan yanak keseleri vardır. Mideleri basit, körbağırsakları uzundur. Kuyrukları çoğunlukla uzun, bazı türlerde pullarla örtülüdür. Toprak altında tüneller kazarak yaşayanlarda tırnaklar gelişmiştir. Gözler yaşam biçimine bağlı olarak farklı büyüklükte olabilir. Toprak altında yaşayanlarda gözler küçülmüş hatta bazı türlerde körelerek deri altında kalmıştır. Gececi olanlarda ise

oldukça büyüktür. Gözler başın yan taraflarında yer aldıklarından hem önü hem de arkayı aynı anda görebilirler. Suda yaşayanlarda gözler başın üst kısmındadır. Kulaklar da yaşam biçimine göre değişik şekiller gösterir. Örneğin, toprak altında ve suda yaşayanlarda oldukça küçülmüştür. Kemiriciler genellikle herbivor ya da omnivordurlar. Üreme kapasiteleri çok yüksektir. Gebelik süreleri 14-170 gün arasında değişir. Çoğunlukla yılda birkaç defa doğururlar ve her doğumda 1-18 yavru yaparlar. Bazı türleri insanlar için hastalık taşıyıcıları nedeniyle ya da ekonomik yönden zararlıdır (Buckie and Smith 1994).

## 2.2 Familya: Cricetidae (Hamsterler)

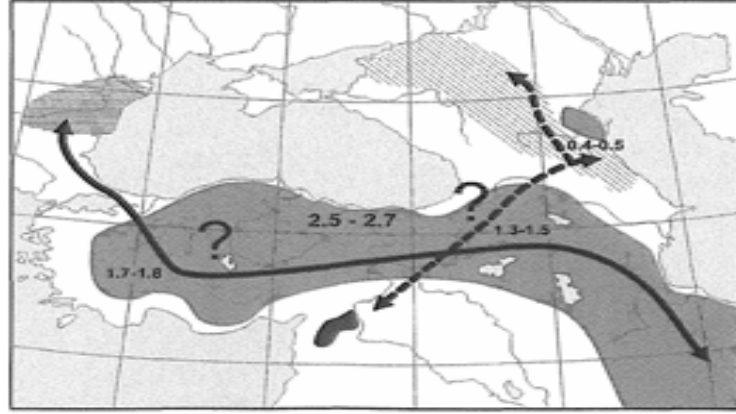
### 2.3 Genus: *Mesocricetus*

*Mesocricetus* cinsi içinde 5 taksonun geçerliliği kabul edilmiştir. Bunlar;

- *Mesocricetus auratus* (Waterhouse, 1839)
- *Mesocricetus raddei* (Nehring, 1894),
- *Mesocricetus newtoni* (Nehring, 1898),
- *Mesocricetu brandti* (Nehring, 1898),
- *Mesocricetus nigriculus* (Nehring, 1898)' dur (Raicu *et al.* 1968, Hamar and Schutowa 1966, Lehman and Macpherson 1967, Lehmann 1969, Felten *et al.* 1971, Sickenberg 1972, Spitzenberger 1972, Todd *et al.* 1972, Radjablı 1975, Lyman and O'Brien 1977).

Bu türlerden *M.auratus* ve *M.brandti* Türkiye' de yayılış yapmaktadır. Bu Türlerin yayılış alanları, ayrıca morfolojik özellikleri ve karyolojileri Doğramacı vd. (1994) ve Yiğit vd. (2000) tarafından ortaya konulmuştur. Türkiye'de yayılış yapan türlerden *M. auratus*, Suriye hamsteri olarak bilinir ve Türkiye'deki yayılışı Güneydoğu Anadolu (Kilis civarı) ile sınırlıdır. Buna karşın bütün dünyada yaygın şekilde deney hayvanı olarak kullanılan ve pet shoplarda satılan tür budur. (Popescu and Dipaolo 1972, Doğramacı vd. 1994, Yiğit vd. 2000).

Bu taksonlardan *M. raddei* Yukarı Kafkasya'da Dağıstan civarında, *M. newtoni* Bulgaristan ve Romanya'da Tuna nehri kıyılarında ve *M. nigriculus* Dağıstan civarında yayılış yapar (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 *Mesocricetus* cinsine ait türlerin dağılım haritası (Neumann vd. 2006).

Soru işareti ile belirtilmiş bölgeler, ilgili tür içindeki farklılaşmaya dikkat çekmektedir. Ok işaretleri dağılımın yönünü, sayılar ise dağılımın tahmini zamanını belirtmektedir (milyon yıl)

■ *Mesocricetus auratus* ■ *Mesocricetus raddei*, ■ *Mesocricetus brandti*, ■ *Mesocricetus newtoni*.

#### 2.4 *Mesocricetus brandti* (Nehring, 1898)

Bu türün genel özellikleri şu şekildedir:

- ❖ Erginlerin boy uzunlukları 150 – 190 mm, kuyrukları 1,2-2 cm, ağırlıkları ise 80-150 gr'dır.
- ❖ Vücutta sırt rengi genel olarak sarıya çalan grimsidir, sarımsı renk tonu baş ve yanaklarda daha belirgindir. Sırt kürkü daha açık beyazımsı gri karın kürkünden yanlarda kesin bir hatla ayrılır. Göğüs bölgesinde tipik siyah göğüs lekesi bulunur (Şekil 2.2).
- ❖ Tıknaz yapılı hayvanlardır, burun ve ağız kısımları küt, ayakları kıllıdır. Kulakları küçüktür.

- ❖ Dudakların dibine açılan ve arkaya doğru iki taraflı, omuza kadar uzanabilen belirgin yanak keseleri vardır. Topladıkları besinleri yanak keselerine doldurarak yuvalarına taşırlar. Bu keseler besinle doldurulduğu zaman kafa iki misli geniş görünür.



Şekil 2.2 Çalışmalarda kullanılan *Mesocricetus brandti* örneğinin genel görünümü

- ❖ Step ve kurak arazilerde, yüksek yaylalarda yaşarlar. Alacakaranlıkta ve geceleri işlektirler.
- ❖ Yuvaları oldukça tipiktir; tek girişli yere dik uzanan bir galeri ile başlar. 50 cm kadar olan bu dik giriş daha sonra fazla dallanma yapmadan 2 m. kadar yatay uzanabilir. Bu tünel içinde yuva odası, besin depo odası gibi galerinin genişletilmesiyle oluşturulmuş bölmeler bulunur. Genelde tek girişli olan yuvalarda özellikle yavru zamanlarda ikinci bir vertikal giriş deliği bulunabilir.
- ❖ Senede 3 defa doğurabilirler. Kışlık besin depoları vardır. Kış uykusunu zaman zaman keserek beslenirler.

- ❖ Genelde omnivor beslenirler. Tahıl daneleri, tohumlar ve bitki yumruları ile beslenirler. Bazen böcek ve solucanları da yerler.
- ❖ Üreme en çok Mayıs' ta görülür.
- ❖ Kızana gelme süreleri 4 gündür.
- ❖ Gebelikleri 15 gün sürer. Keseliler dışında gebeliği en kısa olan memelilerdir.
- ❖ Yavrular ilk birkaç gün ağız keselerinin içine alınabilir.
- ❖ Çıplak ve kör doğarlar.
- ❖ Hızlı çoğalmalarından dolayı deney hayvanı olarak kullanılırlar.

## 2.4 Kromozomlar

İlk defa 1840 yılında botanikçi HOFMEİSTER tarafından *Tradescantia* bitkisinin polen hücrelerinde görülmüş ve 1888 yılında VALDEYER tarafından da kromozom adı verilmiştir. DNA; gen dizileriyle birlikte kromozomlar halinde düzenlenmiştir.

Kromozomlar, genetik bilginin aktarılmasında araç olarak iş gören yapılardır. Kromozomlar mayoz ve mitoz bölünmelerinin metafaz safhasında belirgin bir hal almaktadırlar. Metafazda her bir kromozom sentromerik bölgeden bağlanmış iki kardeş kromatit şeklinde görülmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Temsili kromozom resmi

Normal vücut hücreleri biri anneden, diğeri babadan gelen birer kromozom takımına sahiptir. Bu eş kromozomların (eşey kromozomları hariç) şekil ve büyüklükleri birbirine eşittir. Böyle hücreler “somatik hücreler” dir. Kromozom sayısı olarak da diploit’ tir ve “ $2n$ ” şeklinde gösterilir. Eşey hücrelerinde, ergin gametlerde ve bazı ilkel canlılarda ise tek kromozom seti bulunur. Böyle hücelere “germinatif hücreler” denir, kromozom sayısı bakımından da haploit’ tir ve “ $n$ ” ile gösterilir. Haploit kromozom takımının ikiden fazla bulunduğu duruma ise “poliploidi” denir. Poliploidilerin adlandırılması, kromozom sayısına göre yapılmaktadır.  $3n$ , triploit;  $4n$ , tetraploit;  $5n$  kromozom sayısı ise pentaploit şeklinde adlandırılır. Poliploidi hayvan türlerinin çoğunda oldukça seyrek olmasına karşın, bazı kertenkele, amfibi ve balık türlerinde bulunmaktadır. Bitki türlerinde ise poliploidi çok daha yaygındır.

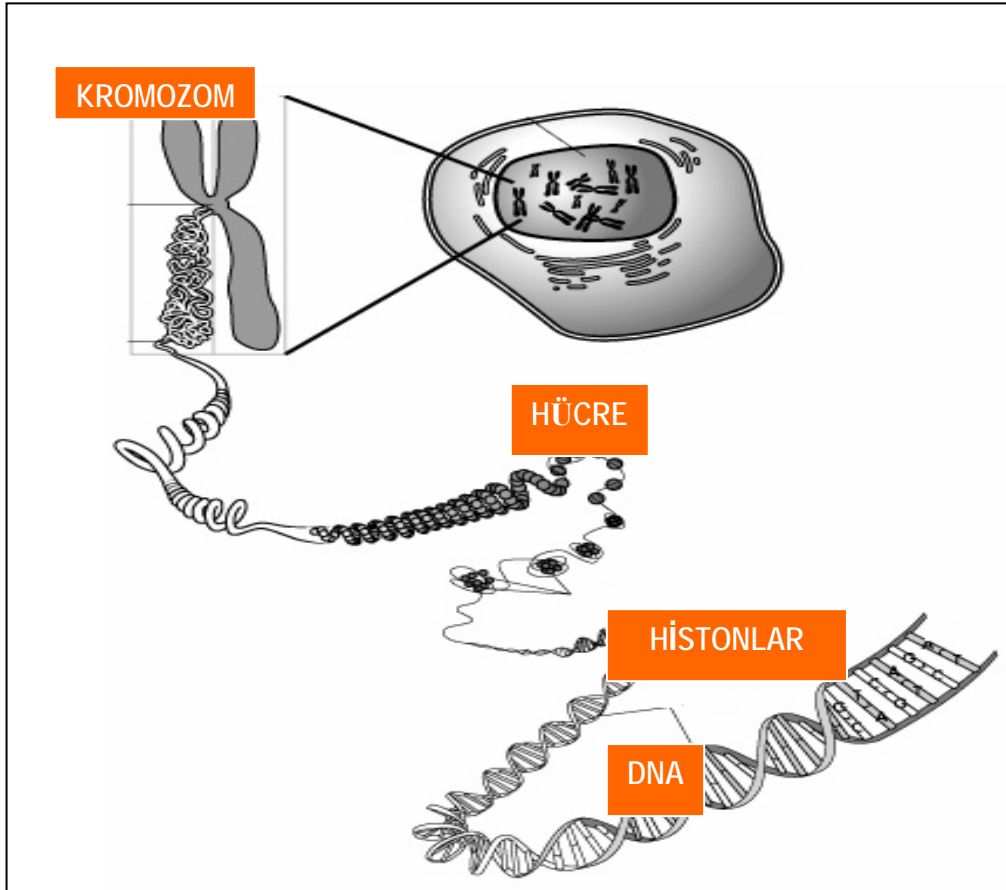
Kromozom sayısı ile canlının gelişmişlik düzeyi arasında hiçbir bağlantı yoktur. *Asgaris megaloccephala*’ da  $2n=2$ , bir tür eğreltide  $2n=500$ , insanda  $2n=46$ ’ dır. Bazı küçük memelilerde tür içinde de kromozom sayısı farklı olabilir. Örneğin; *Spalax* cinsi içerisindeki türlerde,  $2n$  kromozom sayısı 38’ den 62’ ye kadar farklı sayılarda olabilmektedir (Sözen vd. 1999). Bunun yanında; *Allactaga* (araptavşanı) cinsine ait türlerde (*Allactaga elater*, *Allactaga euphratica*, *Allactaga williamsi*’ de ) ise  $2n= 48$ ’ dir (Çolak 1995).

DNA – protein kompleksi “kromatin” olarak adlandırılır. Kromatinler, hücre bölünmesi esnasında daha kısa ve kalın bir formu olan “kromozom” halini alırlar.

Kromozomlar, hücre bölündükten sonra tekrar “kromatin ipliği” formuna geçer. Metabolik faaliyetlerini bu şekilde sürdürürler.

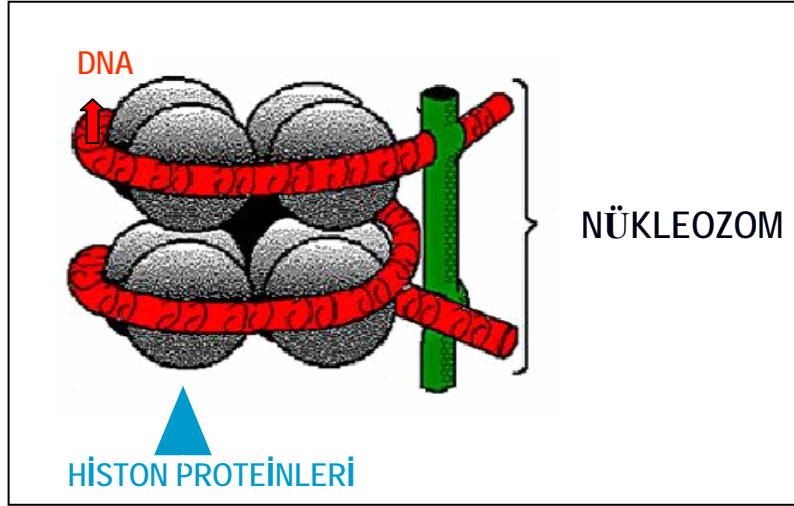
#### 2.4.1 Kromozomların organizasyonu

Kromozomların kimyasını DNA, histon proteinleri ve diğer proteinler oluşturur (Şekil 2.4). Histonlar kromatinin paketlenmiş ana ünitesi olan “nükleozom” için iskelet görevi yapar.



Şekil 2.4 Kromozom organizasyonu

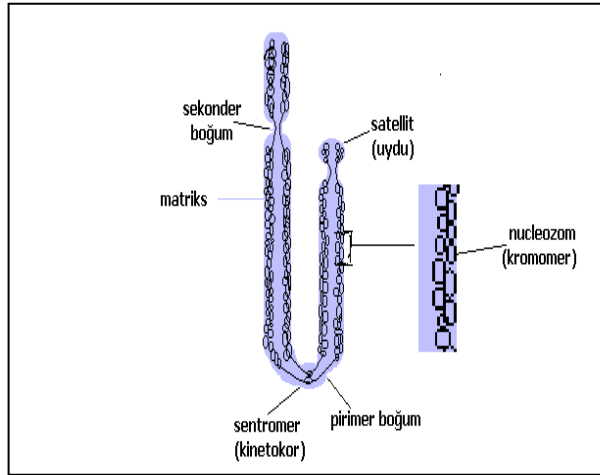
Her nükleozom, sıkıca birbirine bağlı 8 histon proteininden ve bunları iki kez saran DNA zincirinden oluşur (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Nükleozom biriminin yapısı

#### 2.4.2 Kromozomların yapısı

Kromozom üzerinde genelde primer ve sekonder olmak üzere iki boğum bulunur (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Kromozom yapısı

Primer boğum; her kromozomu eşit veya eşit olmayan iki kola ayırır. Burada sentromer denen yapı bulunur. Sentromer yoğunlaşmış kromozom bölgesidir. Sentromere hücre bölünmesi esnasında iğ iplikleri bağlanır. Sentromeri olmayan hiçbir

kromozom bölünmeyi gerçekleştiremez. Kromozomlarda ayrıca satellit (uydu) denilen kısım bulunur; burası çekirdekçiğin sentezinde rol oynamaktadır.

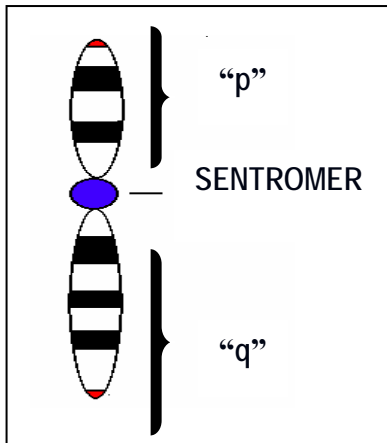
### 2.4.3 Heterokromatin ve ökromatin

Her bir ökaryotik kromozom yapısal olarak uniform olan ve kesintisiz çift sarmal yapıda bir DNA molekülünden oluşur. 20. yüzyılın başlarında, kromozomun bazı kısımlarının interfazda açılmadan kaldığı ve koyu boyandığı; bir kısmının da açılmış olduğu ve boyanmadığı gözlenmiştir. 1928 yılında; koyu boyanan, açılmamış bölgeler için heterokromatin, boyanmayan, açılmış bölgeler için ise ökromatin terimleri kullanılmıştır. Sonraki araştırmalar; heterokromatini, ökromatinden ayıran pek çok özellik olduğunu ortaya çıkarmıştır. Heterokromatik bölgeler genetik olarak inaktif kısımlardır, çünkü baskılanmış genleri içermektedirler. Ayrıca heterokromatin hücre döngüsünün S fazında ökromatinden daha sonra replike olmaktadır. Sitolojik çalışmalar sentromerik bölgelerin heterokromatinden oluştuğunu ve kromozomlarının telomer adı verilen uç kısımlarının da heterokromatik olduğunu belirtmektedir.

### 2.4.4 Kromozom Morfolojisi

Kromozomlar; “p” ve “q” kollarına sahiptir (Şekil 2.7).

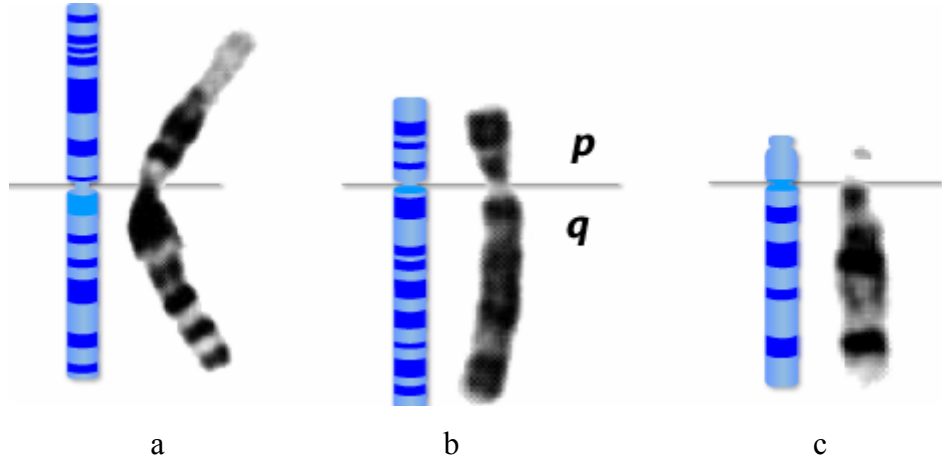
- “p” (petit= small) kısa kol
- “q” (p’ yi takip eden harf) uzun kol



Şekil 2.7 Kromozom morfolojisi

Kromozomlar sentromer pozisyonuna göre farklı isimler alırlar:

1. Metasentrik Kromozomlar: Sentromeri ortada olan kromozomlardır.
  2. Submetasentrik kromozom ise, sentromeri kromozomun p kolunun q kolunun hemen hemen yarısı olacak şekilde yerleşmesidir. Diğer bir ifadeyle; sentromer pozisyonunun akrosentrik ve metasentrik kromozomlar arasında bulunması durumudur.
  3. Akrosentrik Kromozomlar: Sentromerin bir uca daha yakın olduğu kromozomlardır. Bu tip kromozomlarda p kolu ya belirgin değil veya q kolunun üstünde çok küçük bir çıkıntı şeklindedir.
  4. Telosentrik Kromozomlar: Sentromerin en uçta olduğu kromozomlardır.
- (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Sentromer pozisyonuna göre kromozom tipleri  
a. metasentrik, b. submetasentrik, c. akrosentrik

#### 2.4.5 Kromozom analizi

Kromozomlar mitoz bölünmenin “metafaz” evresinde rahatlıkla görülebilmektedir. Bu kromozom setini elde etmek için KARYOTİP TEKNİĞİ kullanılır. Karyotip; bir hücre, birey veya türün metafaz esnasındaki kromozomlarının sayısı ve şekil özellikleri bakımından düzenlenişidir. Bu teknik genelde iki şekilde yapılmaktadır.

- a. Kan kültüründen çıkarım
- b. Kemik iliğinden yayma

##### a. Kan kültüründen çıkarım

Bu teknikte kan örneği alınır, santrifüjle hücrelerin serumdan ayrılması sağlanır. Santrifüj sonucu elde edilen beyaz kan hücreleri (akyuvarlar) in-vitro kültüre taşınır. Burada bölünen hücreler, izotonik ortama konularak, hücrelerin şişmesi sağlanır. Daha sonra hücreler lam üzerine yayılır.

##### b. Kemik iliğinden yayma

Çalışılacak hayvanın periton boşluğuna “kolşisin” enjekte edilir. Kolşisin; iğ ipliklerinin oluşumunu engelleyen ve sentromerin bölünmesini geciktiren bir tür alkaloiddir. Mitoz bölünme safhasında engellenen kromozomlar; kemik iliğinden elde edilir. Bu esnada hücrelerin Na- sitrat muamelesi ile şişmesi sağlanır. Fiksasyon işlemini takiben, lam üzerine damlatılarak yayma preparatlar hazırlanır. Her iki teknikte de iyi boyanmış metafaz plağı elde edilir.

Kromozom analizinde 3 kriter göz önünde bulundurulur;

1. Büyüklük: İki kromozom arasındaki farkın söylenebildiği en basit yoldur. Fakat bazı durumlarda oldukça yanıltıcı olabilmektedir.

2. Sentromer Pozisyonu: Kromozom yapısını oluşturan önemli bir bölgedir. Buna göre kromozom kol sayıları da belirlenir.

Kromozom Kol Sayısı: Karyolojik araştırmalarda, karyotip aşamasını takiben, materyalin 2n kromozom sayısı ve kromozom kol sayısı belirtilmektedir.

NF: Kromozom kol sayısıdır (NF: number of fundamental veya FN: fundamental number ) NF sayısı; homolog kromozomların her biri göz önünde tutularak belirlenir. Metasentrik kromozomlar 4 kol, akrosentrik kromozomlar ise 2 kol içermektedirler. (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Kromozom kol sayısı

Metasentrik kromozom çiftleri 4 kol, akrosentrik kromozomlar 2 kol içerir.

NFa: Otozomal kromozom kol sayısıdır. Bu sayıya eşey kromozomları dahil değildir.

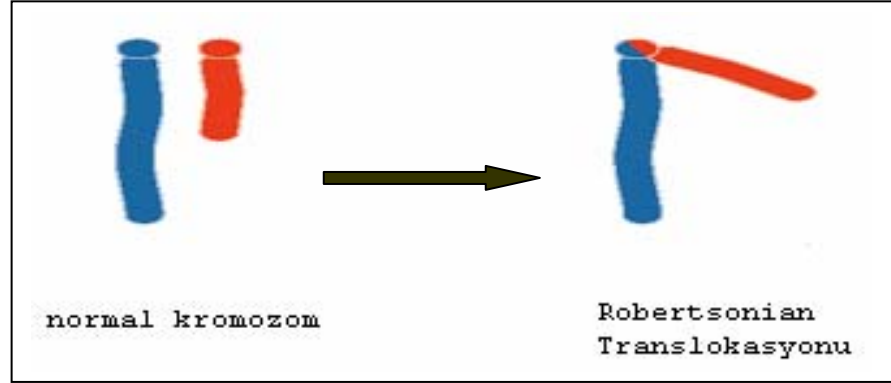
3. Bant Özelliği: Büyüklük ve Giemsa bant özellikleri ile eş kromozomlar belirgin bir hal alır.

## 2.5 Kromozom Yapısındaki ve Sayısındaki Değişmeler (Kromozomal Düzenlenmeler)

### 2.5.1 Robertsonian füzyonu (sentrik füzyon)

Kromozom sayısını değiştirir fakat kol sayısını değiştirmez. Homolog olmayan iki akrosentrik kromozomun kısa kollarının en ucunda kırıklar oluşmaktadır. Küçük asentrik parçalar kaybolurken, büyük kromozomal segmentler sentromerik

bölgelerinden birleşerek, daha büyük submetasentrik ya da metasentrik kromozomlar oluşturmaktadırlar (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Robertsonian Füzyonu

### 2.5.2 İnversiyon

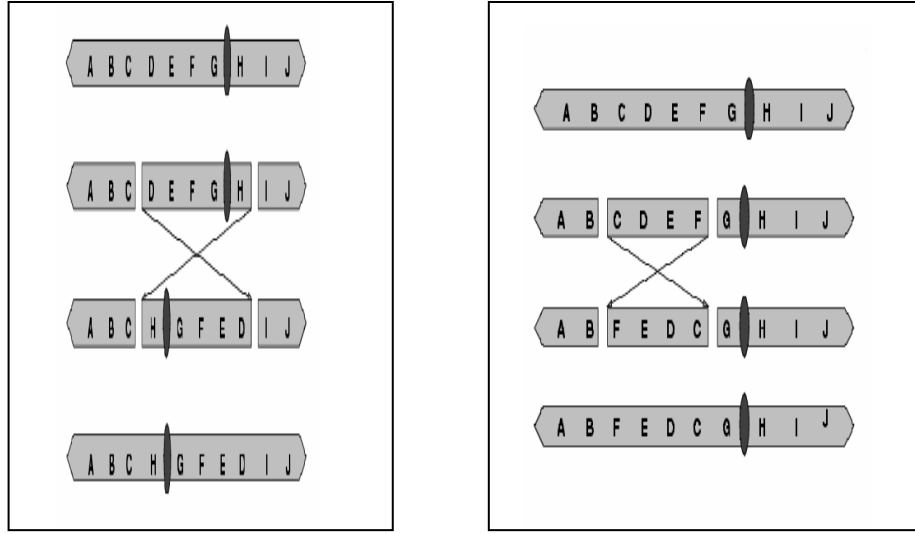
İnversiyon; kromozomda bir parçanın 180° dönüş yapmasıyla oluşan diğer bir kromozomal düzenlenmedir.

İnversiyonda genetik bilgi kaybı yoktur, sadece doğrusal gen sırası yeniden düzenlenmiştir. Kromozomda iki kırık oluşumu ile ortaya çıkan DNA parçacığı ters dönerek tekrar kromozoma katılmaktadır.

İnversiyon gerçekleşirken, kromozomda halka benzeri bir yapı oluşur. Kırılmayla ortaya çıkan “yapışkan uçlar” birbirine yaklaşır ve tekrar birleşir. Böylece kromozom parçası ters döner.

Ters çevrilen parça kısa ya da uzun olabilir, sentromeri içerebilir ya da içermeyebilir.

Ters çevrilen parça sentromeri içeriyorsa, inversiyon perisentrik olarak adlandırılır. (Şekil 2.11.a.). Sentromer yeni düzenlenen kromozom parçasının içerisinde değilse; bu tip inversiyon parasentriktir. (Şekil 2.11.b.).



a.

b.

Şekil 2.11 İnversiyon çeşitleri a. perisentrik inversiyon b. parasentrik inversiyon

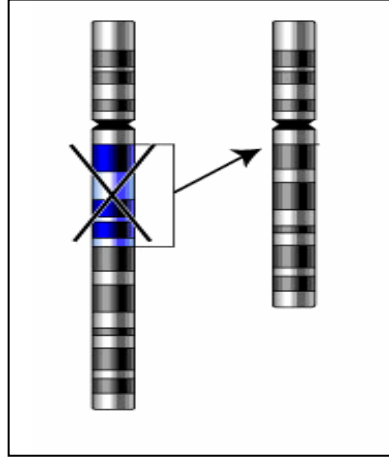
Robertsonian füzyonunda ve inversiyonda genetik sonuçlar çoğu kez birbirine benzer. İkisinde de genetik bilgi kaybedilmez ya da kazanılmaz. Buna karşın, genetik materyal sadece yeniden düzenlenir.

Bu nedenle bu çeşit genetik değişimler; kromozomal düzenlenmeler adını alır.

### 2.5.3 Delesyon

Bir kromozomun bir veya birden fazla yerden kırılması ve bir kısmının yok olması şeklinde oluşmaktadır (Şekil 2.12).

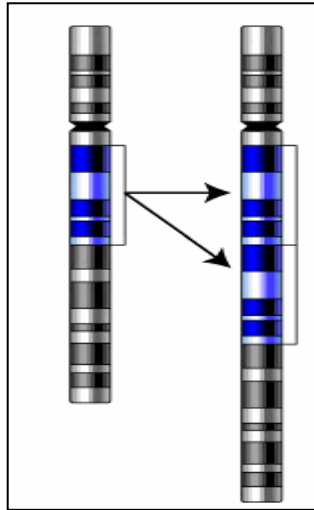
Delesyonlar, kromozomun bir ucuna yakın olursa uç (terminal) delesyon, arada olursa ara (interkalar) delesyon olarak adlandırılır.



Şekil 2.12 Delesyon mekanizması

#### 2.5.4 Dublikasyon

Genetik materyalin herhangi bir kısmının (bir lokus ya da kromozomun büyük bir parçası) genomda birden fazla sayıda bulunması durumudur (Şekil 2.12).



Şekil 2.13 Dublikasyon mekanizması

## 2.6 Memelilerdeki Kromozomal Farklılıkların Önemi

Hayvan sistematğinde taksonlar arası veya taksonlar içi farklılık ve benzerliklerin saptanmasında morfolojik, biyometrik, fizyolojik, moleküler ve karyolojik birçok kriter göz önüne alınmaktadır.

Yakın türler arasındaki benzerliklerin kökeni ortak atadan gelmeleriyle açıklanmaktadır. Kromozomlar genetik materyalin nesiller arasında devamını sağlayacak şekilde yapılanmışlardır ve yapılarında kalıtılan özellikleri determine eden genleri taşırlar.

Bu özelliklerinden dolayı, benzer türlerde aynı olan kromozomal düzenleşim ortak atadan geldiğinin kanıtı olarak yorumlanmaktadır (Rofe 1976). Kromozomlar soy ve akrabalık derecelerinin ifadesinde önemli anlamlar taşımaktadırlar. Bu nedenle; karyolojik metotlarla ortaya konan kromozom morfolojileri sistematikte ayrııcı karakterler olarak kullanılmaktadır.

Her türe özgü olan bu kromozom morfolojisi, diğer karakterleri bakımından belirleyici özellikler göstermeyen türlerin taksonomik pozisyonunun aydınlatılmasında kolaylık sağlamaktadır.

Kromozomlar evrimsel süreçte çeşitli genetik mekanizmalarla sayı ve şekil yönünden değişime uğramaktadırlar. Kromozomların sayılarında ve şekillerinde görülen bu farklılıklar, karyolojik tekniklerle ortaya konabilmektedir. Bu tekniklerle yapılan kromozom analizleri; türler arası akrabalık derecelerini belirlemede, kladistik yöntemlerin uygulanmasında ve populasyonlardaki genetik çeşitliliğın ortaya konulmasında büyük öneme sahiptir.

Gropp ve Winking (1981) çalışmalarında, *Mus musculus*' da  $2n= 40$  olmasına rağmen Alp dağlarında bulunan diğer bir türünde  $2n$ , diploid kromozom sayısını 22 olarak belirlemişlerdir. Bu durumu ise Robertsonian füzyonu ile açıklamışlardır.

Yeni Dünya baykuş maymunu olan *Aotus*' ta da kromozomal düzenleniş oldukça farklılık göstermektedir. Fisyon, füzyon ve inversiyondan farklı olarak; 9 farklı karyotip belirtilmiştir. Eşey kromozom sayısı da bazı nesillerde farklılık göstermektedir (Ma 1981, Galbreath 1983).

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada 1992-2006 yılları arasında İç Anadolu'nun değişik yerlerinden ve Zanja (İran) bölgesinden yakalanmış ve laboratuvarında muhafaza edilmiş Türk Hamsteri (*Mesocricetus brandti*) örnekleri kullanılmıştır. Öncelikle İç Anadolu ve Zanja (İran)'dan alınmış olan bireyler çiftleştirilmiş, sonrasında çiftleştirilen bireylerin ve elde edilen hibrit bireylerin kromozomal düzenlenmeleri karşılaştırılmıştır.

Araziden ölü olarak yakalanan örneklerin arazide standart dış ölçüleri (tüm boy, kuyruk, ard ayak, kulak) ve ağırlık, burun pedinin uzunluğu ve yüksekliği alındıktan sonra postu bozulmamış olanlar standart müze materyali tipinde tahnit edilmiş ve postu bozulmuş olanların sadece başı alınmıştır. Ayrıca arazide ölü yakalanan her bir örneğin eşeyi, testis, uterus ve emziklilik durumu, varsa embriyo sayısı kaydedilmiştir.

Canlı olarak yakalanan örnekler ise taşıma kafesleri ile canlı olarak laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin teşhisi Mursaloğlu (1979), Kıvanç (1988) ve Harrison ve Bates (1991)'e göre yapılmıştır. Canlı olarak yakalanan örneklerin Ford ve Hamerton (1956)'a göre "Colchicine hypotonic citrate" tekniği kullanılarak karyotip analizleri yapılmıştır. Hazırlanan karyotip preparatlarından x100'lük immersiyon objektif ile her örneğin yaklaşık 30 metafaz hücresi incelenerek örneğin diploid kromozom sayısı (2n), temel kromozom kol sayısı (NF) ve otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) saptanmıştır ve iyi görünen metafaz plaklarının fotoğrafları çekilerek karyotipleri hazırlanmıştır.

Bu örneklerin metafaz kromozom setini elde etmek için kullanılacak olan teknik, karyotip preperasyon tekniğidir.

### 3.1 Karyotip Preperasyon Tekniği

Bu tekniğin aşamaları aşağıdaki gibidir;

1. Hayvanın deri altına 1/1000, 1/1500 veya 1/2000'lik kolşisin enjekte edilir. Hayvan eterle bayılıtır ya da aktif halde iken elle tutularak karın peritonunun hem sağ, hemde sol bۆlgesine kolşisin enjekte edilir. (Hayvanın her gramı için 0,01 ml kolşisin enjekte edilir. Yani 100 gr gelen bir hayvana 1 ml kolşisin enjekte edilir).

2. Hayvan 3-4 saat bekletilir.

3. Hayvan bayıldıktan sonra boynu kırılarak hızlı bir şekilde öldürölür. Femur kemiği çıkarılarak kemik iliği %1'lik Sodyum sitrat ile yıkanarak tüpe alınır. Molekülünde 5,5 H<sub>2</sub>O bulunan 1,4 gr Na-sitrat saf su ile 100 ml'ye tamamlanınca %1'lik olur. Na-sitrat buz dolabında saklanır, ancak hayvana kolşisin enjekte edilince hemen etüve alınarak kolşisini bekleme süresince 3-4 saat 30 °C'de bekletilir. Preparasyonda ısıtılmış bu Na-sitrat kullanılır. İşlemden sonra tekrar buz dolabına kaldırılır.

4. Na-sitrat ile yıkanan kemik iliği solusyonu 30 °C'de 15 dakika bekletilir.

5. Solusyon 500-700 rpm'de 5 dakika santrifüj edilir ve süpernatant atılır.

6. Çökmüş hücreler 15 dakika fikse edilir (Fiksatif = Metanol 3 / Asetik asit 1 oranında taze olarak hazırlanır). Fiksatif hazırlanırken önce Metanolden 3 hacim, sonra asetik asitten 1 hacim bunun üzerine ilave edilir ve ağzı plastik kapakla kapatılır. Fiksatif kullanılırken şişenin ağzı açılmadan plastik kapaktan iğne batırılarak fiksatif alınır.

7. Fiksasyondan sonra 500-700 rpm'de 5 dakika santrifüj yapılır ve süpernatant atılır. Tekrar fiksatif ilave edilerek aynı şekilde santrifüj yapılır, bu işlem 3-4 kez tekrarlanır ve ortamdaki Na- sitrat tamamen uzaklaştırılmış olur. Son santrifüjden sonra süpernatantın atılmasıyla arta kalan 1 ml kadar hücresel tortudan preparasyon yapılır.

**8.** Elde edilen bu hücreli kısımdan Pastör pipetiyle alınarak hafif eğimli şekilde yerleştirilmiş lam üzerine 5-10 cm yükseklikten damlatılarak 5-10 adet yayma preparat yapılır.

**9.** Preparat alev almamasına dikkat edilerek ispirto alevinde kurutulur.

**10.** Stoktan seyreltilerek taze hazırlanmış 1/10'lu Giemsa boyası ile 12 dakika boyama yapılır. Boya için 100 ml saf suya stoktan 10 ml Giemsa ilave edilir.

**11.** İsteğe bağlı olarak Aseton-Aseton, Aseton-Ksilol, Ksilol-Ksilol karışımları içinde 30'ar saniye tutularak şeffaflaştırma yapılır.

**12.** Kanada balsamı ile kapatılarak daimi preparatlar hazırlanır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1 İncelenen Örnekler

#### *Mesocricetus brandti* (Nehring, 1898)

Tip Lokalitesi: Gürcistan

Bu çalışmada 6 farklı lokaliteden (Şebinkarahisar, Aksaray, Van, Ardahan, Bolkar Dağı, İran-Zanjan) elde edilen örnekler karyolojik olarak incelendi. Buna göre örneklerin diploid kromozom sayısının (2n) sabit bir şekilde 42 olduğu saptandı. İncelenen örnekler içinde 2n sayısı sabit olmakla birlikte, kromozom kol sayılarında (NF) 82 ve 84 olmak üzere iki farklı karyolojik formun olduğu belirlendi. Bu iki karyolojik formdan, Bolkar ve İran (Zanjan) örnekleri çiftleştirilerek hibrit bireyler elde edildi ve hibritlerdeki karyolojik düzenlenmeler incelendi.

#### 4.1.1 Şebinkarahisar (1 no'lu) örneğin elde edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler

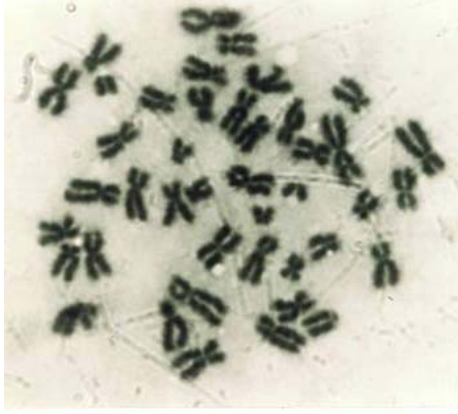
Bu örnek, Şebinkarahisar' dan elde edilmiştir. Şebinkarahisar, Kuzey Anadolu'nun Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Kelkit Yöresi ile Giresun dağları arasında bulunmaktadır. İlçenin yüzölçümü 1378 km<sup>2</sup>, rakımı ise 1352 metredir.

İncelenen örneklerde özellikle yüz bölgesinde sarımsı renk tonu bulunmaktadır. Sırt rengi genel olarak koyu gridir ve hafifçe sarı ve siyahla bozlaşmıştır. Sırt renginin bu şekilde görülme nedeni, sırttaki kılların uçlarının bazılarının sarı; bazılarının ise siyah renkle bitmesidir. Yanak cepleri üzerindeki (bu türe özgü) siyahımsı şerit bu örnekte oldukça soluktur. Karın kürkü soluk sarımsı açık gri bir renk tonuna sahiptir. Göğüs lekesi de oldukça soluk siyahtır. Sırt kürkü ile karın kürkü kesin bir hat ile ayrılmamaktadır.

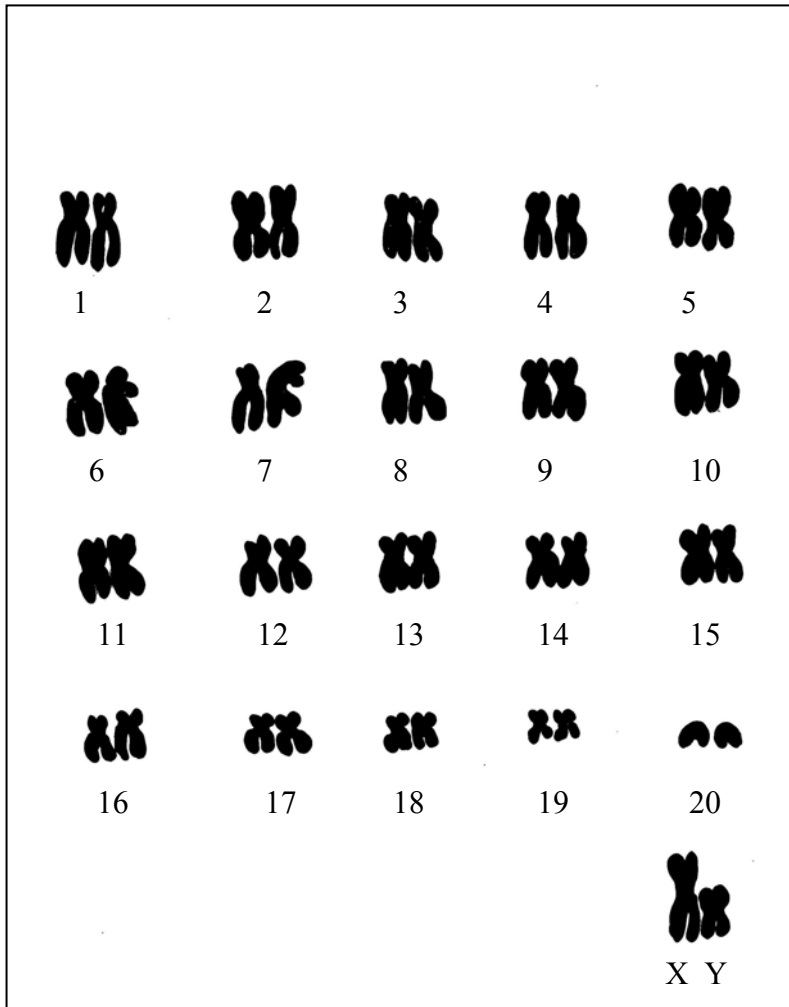
Örneğin cinsiyeti erkek (♂), koleksiyon numarası 4867'dir. İncelenen örnek sayısı: 3.

#### **4.1.1.1 Şebinkarahisar örneklerinin karyolojik analizi**

Yapılan karyotip analizi sonucu diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 42, temel kromozom kol sayısı (NF) 82, otozomal kromozomların kol sayısı ise 78 olarak bulunmuştur. Otozomal kromozomların 4 çifti büyük submetasentrik, bir çifti büyük metasentrik, 11 çifti orta büyüklükte submetasentrik, 3 çifti küçük metasentrik ve bir çifti (20. kromozom çifti) akrosentriktir. X kromozomu ise büyük metasentrik, Y kromozomu ise orta büyüklükte metasentriktir (Şekil 4.1).



A:



B:

Şekil 4.1. *Mesocricetus brandti* (lokalite: Şebinkarahisar) ♂

A: Metafaz plağı B: İdiogram

$2n=42$ ,  $NF=82$ ,  $NFa=78$

#### **4.1.2 Ardahan ve Van (2 No'lu) örneklerinin elde Edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler**

Aynı kromozom morfolojisine sahip iki örnek, Ardahan ve Van' dan elde edilmiştir. Ardahan, Doğu Anadolu bölgesinin kuzeydoğusunda ve 1800 m. yükseklikte yer alır. Arazi yapısı bakımından, Doğu Anadolu'nun en dağlık ve en engebeli arazi yapısına sahiptir.

Van ili dağlık alanlardan oluşmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat- Van bölümünde yer almakta olup, kuzey ve güneyinde yüksek dağlar, doğu bölümünde ise Van Gölü ile kaplıdır. Genel olarak Van ili'nin yükseltisi 1500 m' nin altına düşmez. Örneklerin genel dış morfolojik özellikleri ilk verilen Şebinkarahisar örneklerine benzemekle birlikte; Ardahan örneklerinin incelenen örnekler içinde en koyu, Van örneklerinin ise en açık sırt kürküne sahip olduğu belirlendi.

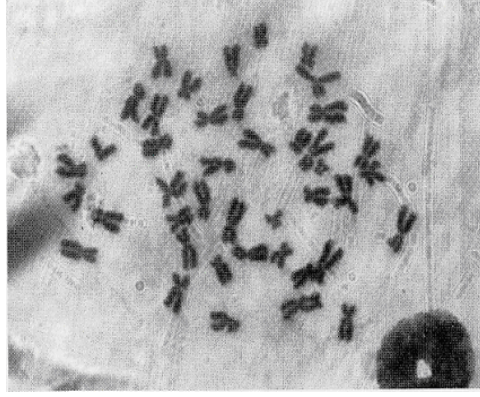
Ardahan' dan alınan örneğin cinsiyeti erkek (♂), koleksiyon numarası 2810' dır.

Van'dan elde edilen örneğin cinsiyeti erkek (♂), koleksiyon numarası ise 2690' dır.

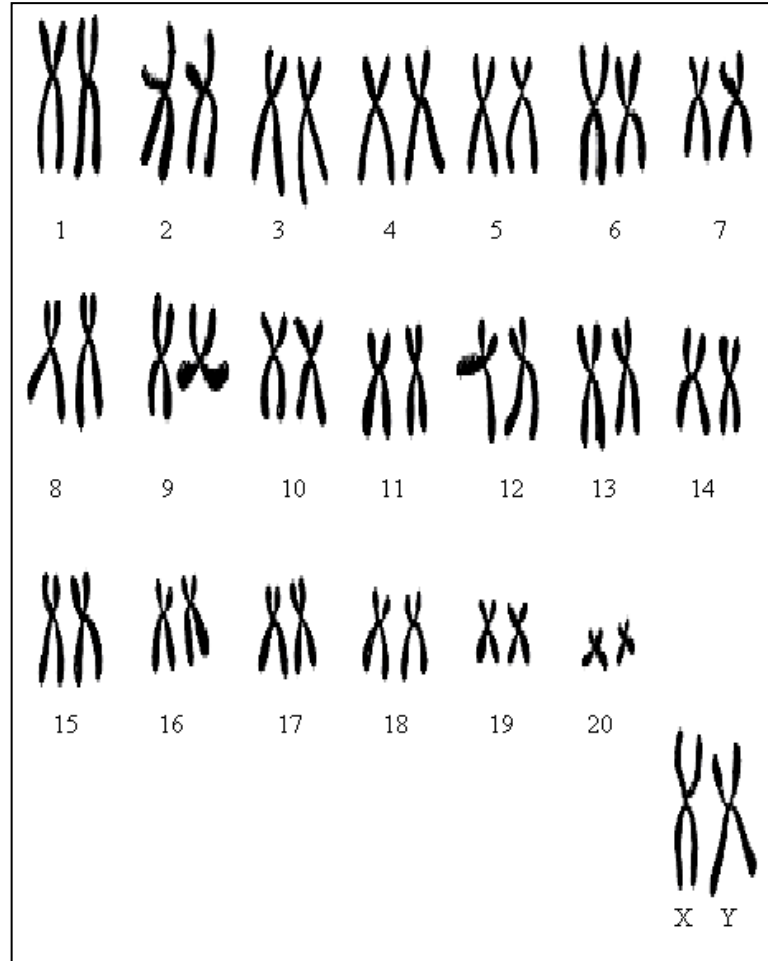
İncelenen örnek sayısı: 2.

##### **4.1.2.1 Ardahan ve Van örneklerinin karyolojik analizi**

Yapılan karyolojik analizde hem Ardahan, hem Van örneklerinde diploid kromozom sayısı (2n) 42, temel kromozom kol sayısı (NF) 84, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 80 olarak bulunmuştur. Otozomal kromozomların 2 çifti büyük metasentrik, bir çift orta büyüklükte metasentrik, iki çift küçük metasentrik, 15 çift ise orta büyüklükte submetasentriktir. X kromozomu büyük metasentrik, Y kromozomu ise büyük submetasentriktir (Şekil 4.2).



A:



B:

Şekil 4.2 *Mesocricetus brandti* (lokalite: Ardahan, Van) ♂

A: Metafaz plağı B: İdiogram

$2n=42$ ,  $NF=84$ ,  $NFa=80$

### **4.1.3 Aksaray (3 No'lu) örneğinin elde edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler**

Bu örnek Aksaray 'dan elde edilmiştir. Aksaray, kuzey ve güney Anadolu dağlarının birbirinden uzaklaştığı İç Anadolu bölümünün orta Kızılırmak kesimine girer. Aksaray'ın deniz seviyesinden yüksekliği 980 m' dir.

Aksaray örneklerinde sırtta sarımsı renk tonunun daha belirgin olduğu belirlendi.

Örneğin cinsiyeti erkek (♂)' dir.

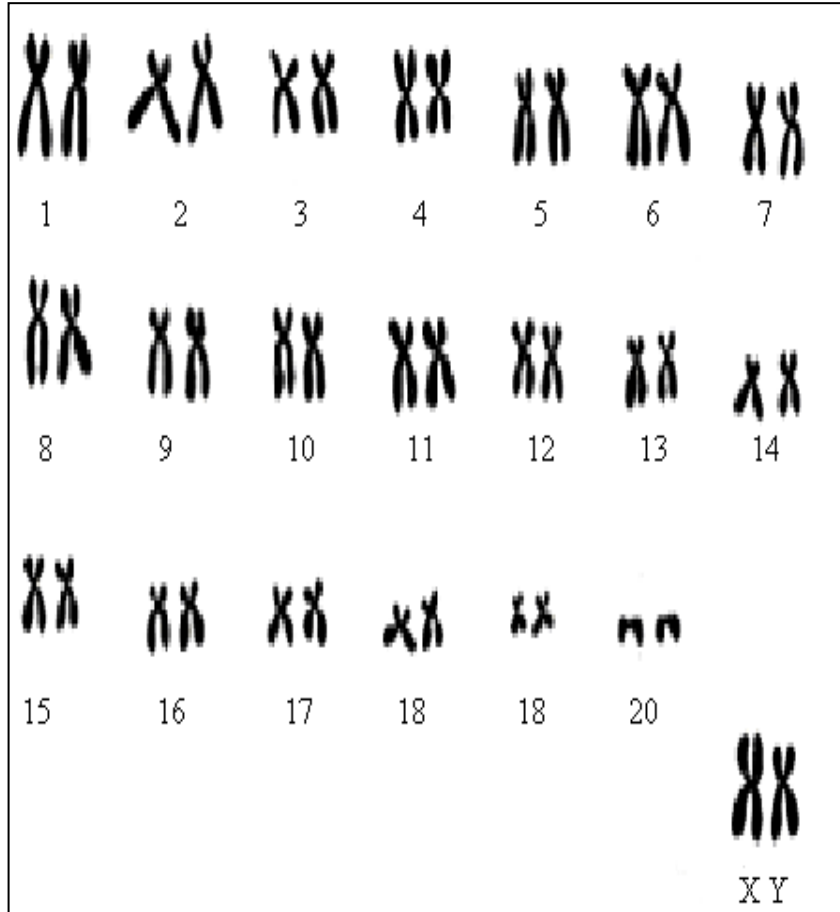
İncelenen örnek sayısı:1.

#### **4.1.3.1 Aksaray örneğinin karyolojik analizi**

Yapılan karyolojik analizde, Aksaray örneklerinin diploid kromozom sayısı (2n) 42, temel kromozom kol sayısı (NF) 82, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 78 olarak bulunmuştur. Otozomal kromozomların bir çifti büyük submetasentrik, bir çift orta büyüklükte metasentrik, bir çift küçük metasentrik, 16 çift ise orta büyüklükte submetasentriktir. 20. otozomal kromozom çifti akrosentriktir.X kromozomu büyük metasentrik, Y kromozomu ise nispeten daha küçük metasentriktir (Şekil 4.3).



A:



B:

Şekil 4.3 *Mesocricetus brandti* (lokalite: Aksaray) ♂

A: Metafaz plağı B: İdiogram

$2n=42$ ,  $NF=82$ ,  $NFa=78$

#### **4.1.4 Bolkar Dağı (4 no'lu) örneğinin elde edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler**

Araziden yakalanmış yabani örnektir. Bu örnek Bolkar Dağı, Meydan Yaylasından (Niğde) elde edilmiştir. Bolkar Dağı, Orta Toroslar' da yer almaktadır ve batıda Taşeli Platosu ile sınırlanmıştır. 3 bin metreyi aşan yükseltileriyle, doğuda Ecemiş Koridoru adıyla bilinen kanyona kadar uzanmaktadır. Yaklaşık 2200 m rakımdan elde edilmiş olan bu örnek, çalışılan örnekler içinde en yüksek rakımdan elde edilmiş olmaktadır. Örneğin yakalandığı arazi yüksek dağ stebi özelliği göstermekle birlikte, kısmen taşlı ve çayırılık bir alandır.

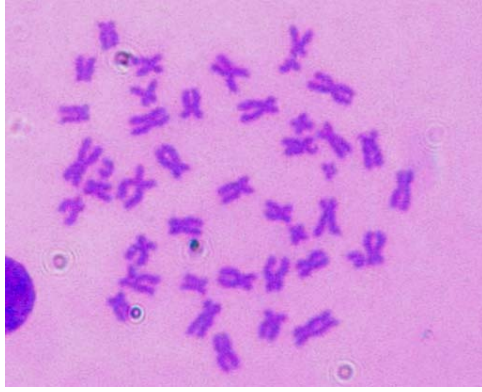
Örneğin renginin Aksaray örnekleri ile aynı olduğu belirlendi.

Örneğin cinsiyeti ♂, koleksiyon no: 4718'dir.

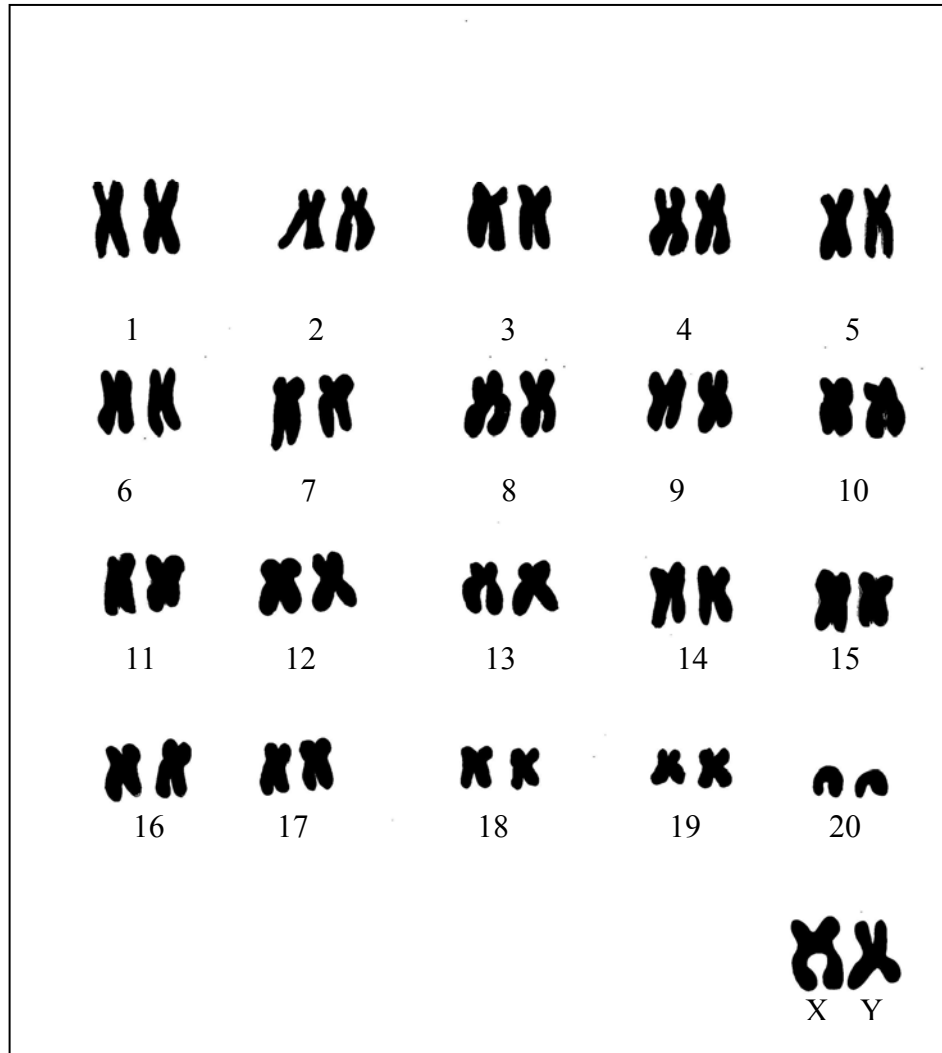
İncelen örnek sayısı :1.

##### **4.1.4.1 Bolkar Dağı örneğinin karyolojik analizi**

Karyotip analizi sonucunda diploid kromozom sayısı (2n) 42, temel kromozom kol sayısı (NF) 82, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 78 olarak belirlenmiştir. Otozomal kromozomlar sentromerin durumuna göre 5 gruba ayrılmıştır. Bu gruplar; birinci grup, bir çift büyük metasentrik; ikinci grup, dört çift küçük metasentrik; üçüncü grup, 10 çift büyük submetasentrik; dördüncü grup, dört çift orta büyüklükte submetasentrik ve beşinci grup, bir çift akrosentrik kromozom şeklindedir. Eşey kromozomları ise; X kromozomu, büyük submetasentrik; Y kromozomu büyük metasentriktir ( Şekil 4.4).



A:



B:

Şekil 4.4 *Mesocricetus brandti* (Lokalite: Bolkar Dağı) ♂

A: Metafaz plağı B: İdiogram

$2n=42$ ,  $NF=82$ ,  $NFa=78$

#### **4.1.5 İran-Zanjan (5 no'lu) örneklerinin elde edildiği yer ve dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler**

Araziden yakalanmış yabancı tip örnektir. Bu örnek İran-Zanjan bölgesinden elde edilmiştir. İran engebeli ve dağlık bir ülkedir. Ülkenin değişik kesimlerinde uzanan sıra dağlar genel olarak dört ana bölüme ayrılır. Bu dağların deniz seviyesinden yüksekliği 3500 m' nin üzerindedir.

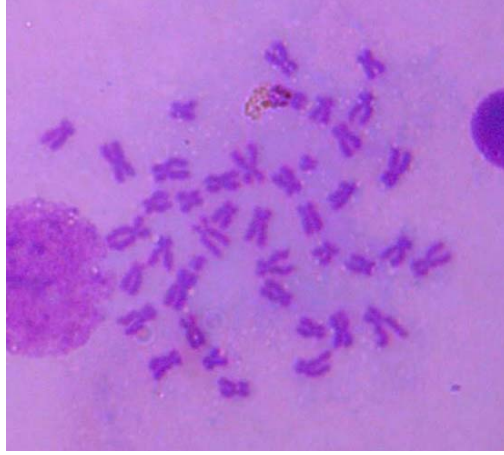
İran örneklerinin Van örnekleri ile aynı morfolojik özellik gösterdiği belirlendi.

Örneğin cinsiyeti dişi (♀), koleksiyon no: 4719' dır.

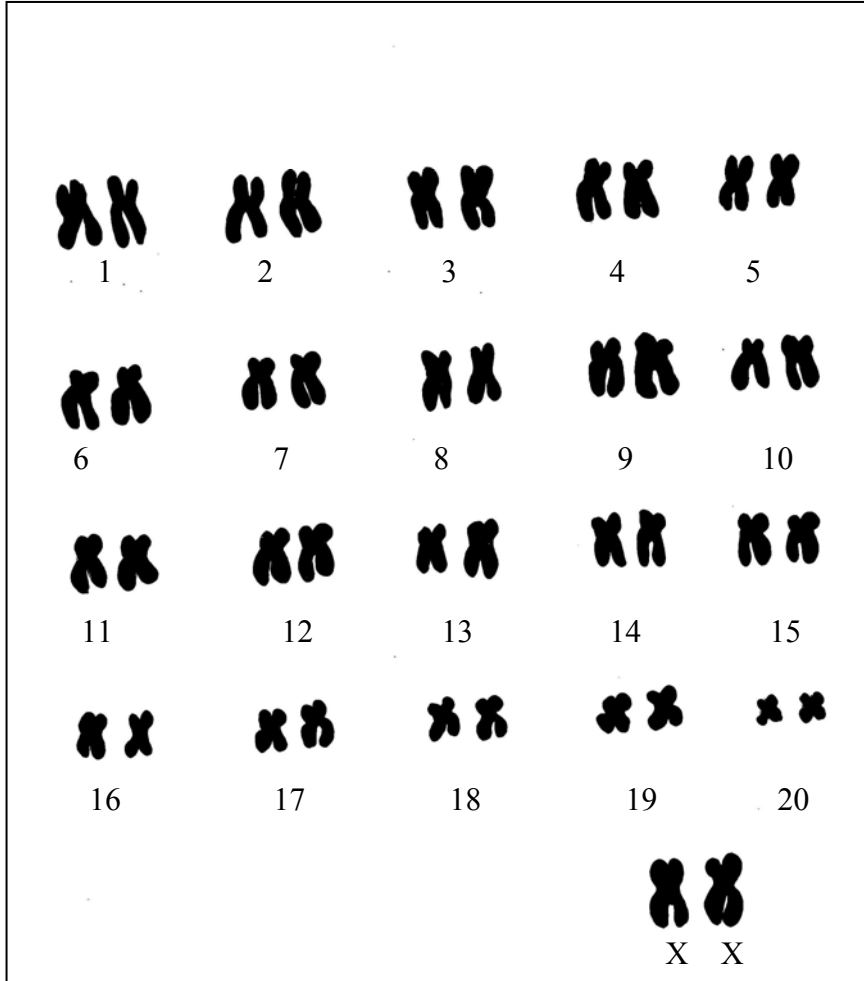
İncelenen örnek sayısı: 4.

##### **4.1.5.1 İran (Zanjan) örneğinin karyolojik analizi**

Yapılan karyotip analizi sonucu *M. brandti*' nin İran örneğinde diploid kromozom sayısı (2n) 42, temel kromozom kol sayısı (NF) 84, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) ise 80 olarak belirlenmiştir. Otozomal kromozom sentromer pozisyonuna göre 4 gruba ayrılmıştır. Bunlar; üç çift büyük metasentrik; beş çift küçük metasentrik; üç çift büyük submetasentrik ve dokuz çift orta büyüklükte submetasentriktir. Eşey kromozomları incelendiğinde, X kromozomlarının her ikisinin de büyük submetasentrik olduğu görülmüştür (Şekil 4.5).



A:



B:

Şekil 4.5 *Mesocricetus.brandti* (lokalite: İran-Zanjan) ♀

A: Metafaz plağı B: İdiogram

$2n=42$ ,  $NF=84$ ,  $NFa=80$

#### **4.1.6 Bolkar × İran- Zanjaan hibrit ♀ (6 No'lu) örneğinin dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler**

Bu örnek, laboratuvar ortamında Bolkar ve İran Zanjaan' dan elde edilmiş iki örneğin çiftleştirilmesiyle elde edilmiş hibrit bireydir.

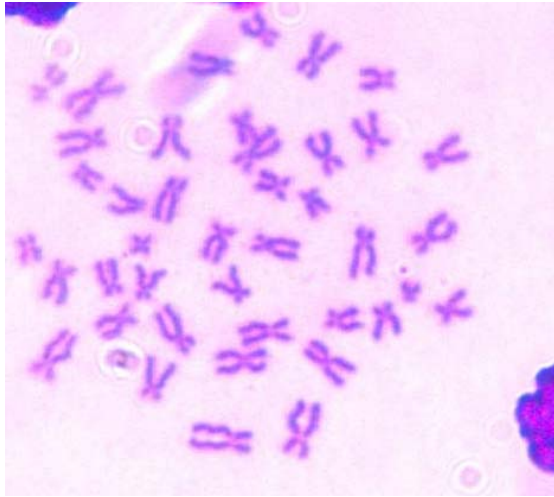
Bu örneklerin belirgin bir renk farkı göstermediği belirlendi.

Bu örneğin cinsiyeti dişi (♀), koleksiyon no: 4866' dır.

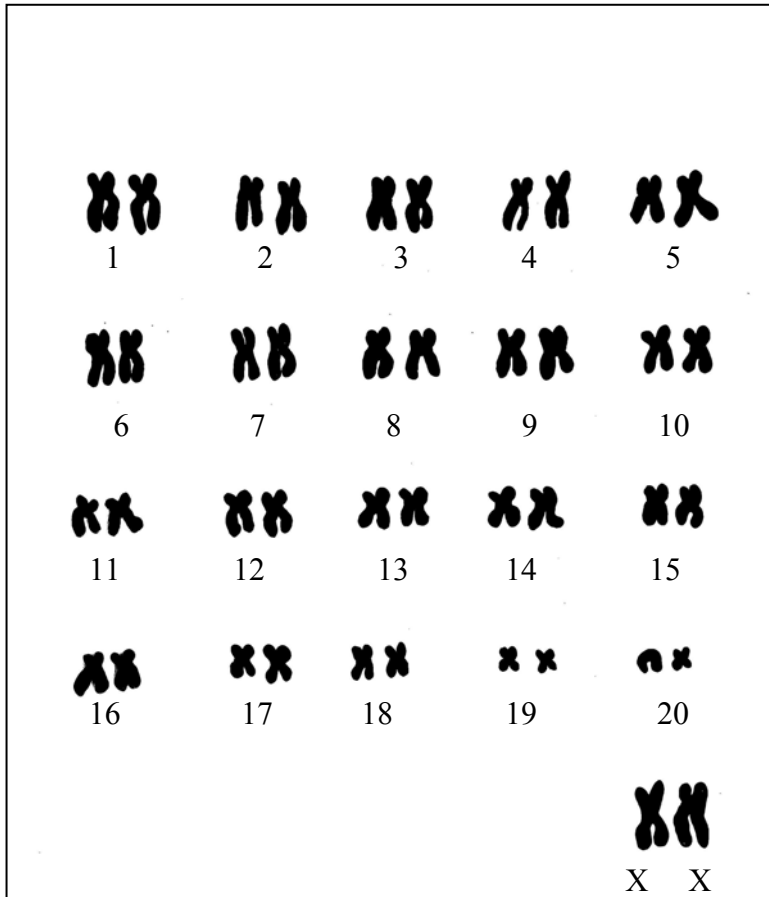
İncelenen örnek sayısı: 3

##### **4.1.6.1. Bolkar Dağı İran-Zanjaan hibritinin (♀) karyolojik analizi**

Laboratuvar ortamında İran (Zanjaan) ve Bolkar örnekleri çiftleştirilmiştir. Elde edilen dişi hibrit bireyin karyotip analizi yapılmıştır. Bunun sonucunda; diploid kromozom sayısı (2n) 42, temel kromozom kol sayısı (NF) 83, otozomal kromozom kol sayısı (NFa) 79 olarak bulunmuştur. Otozomal kromozomlardan; 3 çift küçük metasentrik, 16 çift kromozom ise orta büyüklükte submetasentrik olarak belirlenmiştir. Geriye kalan bir çift kromozomun (20. kromozom) ise homologlarından bir tanesi akrosentrik, diğeri metasentrik olarak değerlendirilmiştir. Bu şekildeki kromozom düzenlenmesinde, metasentrik kromozomun, NF değeri 84 olan dişi İran-Zanjaan örneğinden; akrosentrik kromozomun ise, NF değeri 82 olan erkek Bolkar Dağı örneğinden geldiği saptanmıştır. Eşey kromozomları incelendiğinde, X kromozomlarının metasentrik olduğu görülmektedir (Şekil 4.6).



A:



B:

Şekil 4.6 *Mesocricetus brandti* (Bolkar×İran hibriti) ♀

A: Metafaz plağı B: İdiogram

$2n=42$ ,  $NF=83$ ,  $NFa=79$

#### **4.1.7 Bolkar Dağı × İran-Zanjan hibrit ♂ (7 no'lu) örneğinin dış morfolojik özellikleri hakkında bilgiler**

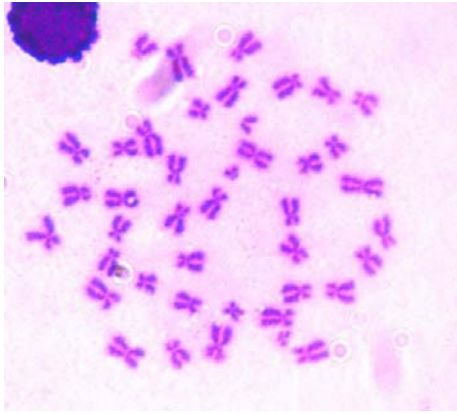
Bu örnek, 6. örnekte olduğu gibi, İran-Zanjan ve Bolkar' dan elde edilmiş bireylerin laboratuvar ortamında çiftleştirilmesi sonucu elde edilmiştir.

Bu hibrit bireyde de önemli bir renk farkı belirlenmedi. Örneğin cinsiyeti erkek (♂), koleksiyon numarası; 4868' dir.

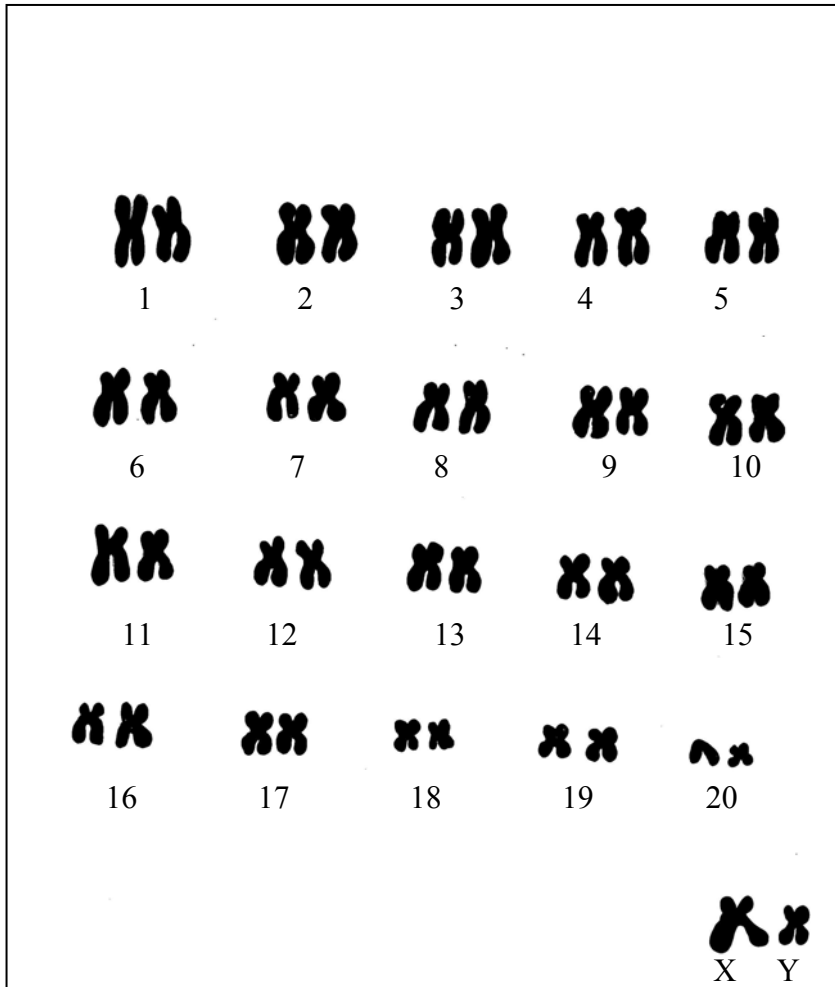
İncelenen örnek sayısı: 3.

##### **4.1.7.1 Bolkar × İran- Zanjan hibritinin (♂) karyolojik analizi**

Laboratuvar ortamında çiftleştirilen İran ve Bolkar örneklerinden elde edilen erkek hibrit bireyin karyotip analizi yapılmıştır. Diploid kromozom sayısı (2n) 42, temel kromozom kol sayısı (NF) 83, otozomal kromozomlarının kol sayısı (NFa) ise 79 olarak belirlenmiştir. Erkek hibrit bireyin otozomal kromozomlarının üç çifti küçük metasentrik, 16 çifti ise orta büyüklükte submetasentrik olarak değerlendirilmiştir. 20. otozomal kromozomlarının ise homologlarından bir tanesi akrosentrik, diğeri ise metasentriktir. Bir önceki dişi hibrit bireyde de açıklandığı gibi; bu hibritte de akrosentrik kromozom Bolkar Dağından elde edilmiş erkek bireyden; metasentrik kromozom ise İran-Zanjan'dan elde edilmiş dişi bireyden kaynaklanmaktadır. X kromozomu orta büyüklükte submetasentrik, Y kromozomu da orta büyüklükte metasentriktir (Şekil 4.7).



A:



B:

Şekil 4.7 *Mesocricetus brandti* (Bolkar×İran hibriti) ♂

A: Metafaz plağı B: İdiogram

$2n=42$ ,  $NF=83$ ,  $NFa=79$

## 5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışılan 6 farklı lokaliteye ait örneklerde saptanan diploid kromozom sayısı ( $2n=42$ ), gerek Doğramacı vd. (1994), gerekse Yiğit vd. (2000)' in bulgularıyla uyuşmakla birlikte; Lyman ve O'Brien (1977)'in Malya (Kırşehir) örneklerinde  $2n=44$  değerine sahip bireylerin bulunduğunu kaydetmesine rağmen, bu çalışmada böyle bir bulguya rastlanmadı.

Bu çalışmada, örneklerin kromozom kol sayılarının (NF) 84 ve 82 olmak üzere iki farklı formunun bulunduğu belirlendi. Bu bulgu, Yiğit vd. (2000) tarafından yapılan çalışmalarla uyuşmaktadır.

Anadolu örneklerinden, NF=82 değerine sahip olanlara Şebinkarahisar (Giresun)' a kadar rastlanmakla birlikte, Van ilinden itibaren NF=84 değerine sahip popülasyona rastlandı. Ayrıca NF=84 değerine sahip bireyler Zanzan (İran) bölgesinde de kaydedildi.

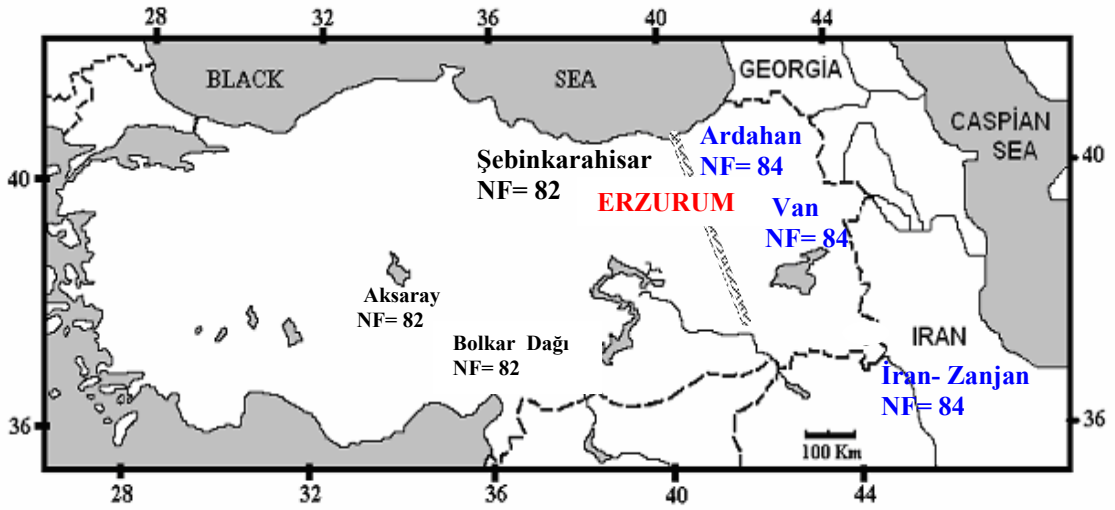
NF sayısı 82 olan İran örneği ve NF sayısı 84 olan Bolkar örneğinin hem erkek hem dişi hibritlerinde NF sayısı 83 olarak belirlendi. Kromozom setindeki 20. otozomal kromozom çiftinin homologlarının bir tanesinin metasentrik, diğer homologunun ise akrosentrik olduğu ortaya konuldu. Bunun dışında kalan tüm otozomların metasentrik ya da submetasentrik olduğu kaydedildi. Kromozomların düzenlenişinde çok büyük farklılıklar olmasa da eşey kromozomlarında bir takım değişimler gözlemlendi.

Bütün bu çalışmalar, *Mesocricetus brandti* türünün coğrafi farklılıklar da göz önünde tutularak, kromozom kol sayısı bakımından varyasyon gösterdiğini ortaya çıkarmıştır.

Yapılan karyolojik analizler sonucu, kromozom kol sayılarındaki farklılıklar göz önünde bulundurularak, 82 ve 84 olan iki farklı NF değeri ve ilişkili lokasyonlar şekil 5.1' de gösterilmektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda, hibrit bireylerin bulunması gerekli alan harita üzerinde gösterilmiştir.

Buna göre, farklı NF değerine sahip populasyonların temas hattının Erzurum civarı olduğu söylenebilir.

NF=83 değerine sahip populasyonların doğada bulunup bulunmadığının ortaya konulması ve bulunduğu takdirde yayılış sınırlarının tespitinin, bu şekildeki kromozom düzenlenmesinin gen akışını nasıl etkilediğinin ve parapatrik türleşmeye olan katkısının saptanması, çözülmesi gereken problemler olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.1 *Mesocricetus brandti*'nin farklı kromozom kol sayıları (NF)

## KAYNAKLAR

- Buckie, A. P. and Smith, R. H. 1994. Rodent pests and their control, CAB int. Press 405 pages, London.
- Corbet, G. B. 1978. The mammals of the Palaearctic Region ; A Taxonomik Review. London, Brit. Mus. (Nat. Hist.). Cornell Univ. Pres.
- Danford, C. and Alston, E. 1877. On The Mammals of Asia Minor. Proc. Zool. Soc. London. 270-281.
- Çolak, E. 1995. Türkiye' de *Allactaga* Cuvier 1836 (Mammalia:Rodentia) Cinsinin Taksonomik Durumu ve Yayılışı, Doktora tezi.
- Doğramacı, S., Kefelioğlu, H. and Gündüz, I. 1994. Karyological analysis of Anatolian *Mesocricetus* (Mamamlia: Rodentia) species. Tr. J. Of Zoology\_18:41-46.
- Felten, H., Spitzenberger, F., and Storch, G. 1971. Zur Kleinsaugerfauna West Anatoliens. Teil I. Senckenbergiana Biol. 52.6:393-424.
- Ford, G. E. and Hamerton, J. L. 1956. A colchicine hypotonic-citrate, squash squence for mamalian chromosomes. Stain Technol. 31:247-254.
- Galbreath, G. J. 1983. Karyotypic evolution in *Aotus*. American Journal of Primatology 4:245-251.
- Gibson L. J. 1986. A creationist view of chromosomal banding and evolution. Origins. 13:9-35.
- Gropp, A. and Winking H. 1981. Robertsonian translocations: cytology, meiosis, segregation patterns and biological consequences of heterozygosity. Symposia of the Zoological Society of London. 47:141-181.
- Hamar, M. and Schutowa, M. 1966. Neune Daten über die geographische Veranderlichkeit und die Entwicklung der Gattung *Mesocricetus* Nehring, 1898 (Glires,Mammalia). Z. Saugetierkd. 31:237-251.
- Harrison, D. L. and Bates, P. J. J. 1991. The Mammals of Arabia. Sec. Ed. Kent/England. Harr. Zool. Museum Pub.
- Kıvanç, E. 1988. Türkiye Spalaxlarının Coğrafik Varyasyonları (Mammalia: Rodentia). Doktora Tezi, Ank. Üniv. Fen Fak. Ankara
- Lehmann, E. 1969. Eine neune Saugetieraufsammiung aus der Turkei im Museum Koenig. Zool. Beitr. 15:229-327.

- Lehmann, J. M. and Macpherson, I. 1967. The karyotype of Kurdistan Hamster. *J. Hered.* 58:29-31.
- Lyman, C. and O'Brien, R.A. 1977. Laboratory study of the Turkish Hamster *Mesocricetus brandti*. *Breviora* (Cambridge, Mass) 442:1-27.
- Ma, N. S. F. 1981. Chromosome evolution in the owl monkey, *Aotus*. *American Journal of Physical Anthropology.* 54:293-303.
- Mursaloglu, B. 1979. Systematic problems of Turkish *Spalax*'s (Mammalia: Rodentia). *Tübitak VI. Bilim Kongresi, Tebligleri*, pp. 83–92 (in Turkish).
- Nehring, A. 1898a. Über *Cricetus*, *Cricetulus* und *Mesocricetus* n. subg. *Zoologischer Anzeiger.* 21:493-495.
- Nehring, A. 1898b. Die Gruppe der *Mesocricetus*- Arten. Archiv für Naturgeschichte. 1: 373-392.
- Neuhauser, G. 1936. Die Muriden von Kleinasien. *Z. Sauget.* 11:161-236.
- Neumann, K., Michaux, J., Lebedev, V., Yigit, N., Colak, E., Ivanova, N., Poltoraus, A., Surov, A., Markov, G., Maak, S., Neumann, S. and Gattermann, R. 2006. Molecular phylogeny of the Cricetinae subfamily based on the mitochondrial cytochrome b and 12S rRNA genes and the nuclear vWF gene. *Molecular Phylogenetics and Evolution.* 39:135-148.
- Ognev, S. I. 1947. Mammals of the U.S.S.R. and adjacent Countries. Vol. V. Rodents. Moskova. 1-662.
- Osborn, D. J. 1964. Rodents of the Subfamilies Murinae. Gerbilinae and Cricetinae from Turkey. *J. Egypt Publ. Health Assoc. Kairo.* 40:401-424.
- Popescu, N. C. and Di Paolo, J. A. 1972. Chromosomal interrelationship of hamster species of the genus *Mesocricetus*. *Cytogenetics and Cell Genetics.* 28: 10- 23.
- Radjabl, S.I. 1975. Karyotypic differentiation of Palaearctic Hamsters (Rodentia:Cricetidae). *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 225:687-700. (In Russian).
- Raicu, P., Hamar, M., Bratosin, S. and Borsan, I. 1968. Cytogenetical and Biochemical researches in the Rumanian Hamster (*Mesocricetus newtoni*). *Z. Sauget.* 33:186-192.
- Rofe, R. H. 1976. G-banded chromosomes and the evolution of Macropodidae. *Australian Mammalogy.* 2:53-63.

- Sözen, M., Çolak, E., Yiğit, N., Özkurt, Ş. and Verimli, R. 1999 a. Contributions to karyology and taxonomy of the genus *Spalax* Gldenstaedt, 1770 (Mammalia; Rodentia) in Turkey. *Z. Saugetierk.* 64; 210-219.
- Spitzenberger, F. 1972. Der Hamster *Mesocricetus brandti* (Nehring,1898) in Zentralanatolien. *Z.Säugetierkunde.* 37:229-231.
- Sickenberg, O. 1972. ber das Vorkommen des Gold Hamster (*Mesocricetus auratus brandti* Nehring, 1898) in Zentralanatolien. *Saugetierk. Mitt. Mnschen.* 19:362-363.
- Steiner, H. and Vauk, G. 1966. Saugetiere aus dem Beyşehir Gebiet (vil. Konya, Kleinasien). *Zool. Anzeiger. Leipzig.* 176:97-102.
- Lehmann, E. 1966. Taxonomische Bernerkungen zur Saugerausbeute der Kumerloeve'schen Orientreisen 1953-1965. *Zool. Beitr.* 12:251-317.
- Lehmann, E. 1969. Eine neue Saugetiersaufsammlung aus der Turkei im Museum Koenig. *Zool. Beitr.* 15:299-327.
- Todd, N. B., Nixon, C. V., Mulvaney, D. A. and Connelly, M. E. 1972. Karyotypes of *Mesocricetus brandti* and hybridization within the genus. *Journal of Heredity.* 63:73-77.
- Wilson, E. and Reeder, M. D. 1993. Mammals species of the world. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Yerganian, G. 1972. History and cytogenetics of hamsters. *Progr. Exp. Tumor Res.* 16:2-41.
- Yiğit, N. 2003. Age- Dependent Cranial Variations in *Mesocricetus brandti* (Mammalia: Rodentia) Distributed in Turkey. *Tr. J. of Zoology* 27:65-71.
- Yiğit, N., Çolak, E., Kıvanç, E. and Szen, M. 1997. Türkiye'deki *Mesocricetus brandti* (Nehring,1898) (Mammalia: Rodentia)' nın üreme biyolojisi üzerine araştırmalar. *Tr. J.of Zoology.* 21:343-348.
- Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M., Özkurt, Ş. and Verimli, R. 2000. The distribution, morphology and karyology of the genus *Mesocricetus* (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Folia Zool.* 49:167-174.
- Zilfan, V. N. and Ficidadzan, B. S. 1968. The biology and normal karyotypeof the Trancaucasian Hamster. *Genetica.* 7:47-53.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: PINAR ÇAM

Doğum Yeri: Ödemiş-İZMİR

Doğum Tarihi: 18.04.1982

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

- Lise : İzmit Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı)  
1996-2000
- Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü  
2000–2004
- Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı  
2004-2006