

**KUZEY ANKARA SPALAX'LARININ (KÖRFARE) KARYOTİP,  
NUKLEOLUS ORGANİZATÖR BÖLGE (NOR) VE C-BANT  
ÖZELLİKLERİ**

**Fatma Gonca ÖKTEM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2008**

**ANKARA**

Fatma Gonca ÖKTEM tarafından hazırlanan KUZEY ANKARA SPALAX'LARININ (KÖRFARE) KARYOTİP, NUKLEOLUS ORGANİZATÖR BÖLGE (NOR) VE (C-BANT) ÖZELLİKLERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Eşref YÜKSEL .....  
Tez Danışmanı, Biyoloji Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Orhan ARSLAN .....  
Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üni.

Prof. Dr. Eşref YÜKSEL .....  
Biyoloji Anabilim Dalı Gazi Üni.

Prof. Dr. Fatma Ünal .....  
Biyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üni.

Tarih: 15 / 01 / 2008

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nermin ERTAN .....  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Fatma Gonca ÖKTEM

**KUZEY ANKARA SPALAX'LARININ (KÖRFARE) KARYOTİP,  
NUKLEOLUS ORGANİZATÖR BÖLGE (NOR) VE C-BANT ÖZELLİKLERİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Fatma Gonca ÖKTEM**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Ocak 2008**

**ÖZET**

**Bu çalışma, Ankara'nın kuzeyinden (Kızılcahamam, Çubuk, Akyurt ve Kalecik) toplanan Spalax (körfare) cinsine ait örneklerin kromozom özelliklerinin sitogenetik (karyotip, nükelolar organizatör bölgesi-NOR ve C-bantlama) yöntemleri ile tanımlanması amacıyla yapılmıştır.**

**Son yıllarda Türkiye Spalax'ları üzerinde oldukça yoğun karyotipik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda başlıca amaç, sitogenetik özelliklerin ortaya konulmasıdır. Söz konusu çalışmalarla Türkiye'deki Spalax'ların 26 farklı kromozomal formunun olduğu ortaya konmuştur. Spalax cinsi mensupları hemen hemen tamamıyla toprak altı ekolojik nişe adapte olmuş, hareket kabiliyetleri oldukça sınırlı canlılardır. Bu nedenle populasyonlar aralarında önemli bir coğrafik engel olmasa bile birbirlerinden farklı karyolojik özelliklere sahip olabilmektedirler. Oluşan herhangi bir mutasyon populasyon içinde kalabilmekte ve böylece populasyonlar arası karyolojik farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Tezin amacı bu farklılıkların ortaya çıkarılmasıdır.**

**Çalışma, 20.04.2006 ve 12.05.2007 tarihleri arasında Ankara'nın kuzey ilçelerinde düzenlenen arazi çalışmaları sonucunda elde edilen**

örneklerle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplam 9 (2 dişi, 7 erkek) adet körfare kullanılmıştır.

Örneklerin karyotip analizleri için Yüksel (1984)'in kemik iliği yöntemi kullanılmıştır. Hazırlanan preparatlara gümüş boyama yapmak için Howel ve Black (1980)'in a-1 step tekniği, C-bantlama için ise Sumner (1972)'in tekniği kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada örneklerin diploid kromozom sayısının  $2n=60$  olduğu, bunların 9 çiftinin subtelosentrik, 20 çiftinin akrosentrik morfolojiye sahip olduğu ve büyük bir submetasentrik X kromozomu, subtelosentrik Y kromozomu gözlenmiştir. Hem dişi hem de erkek örneklerin tümünde NOR içeren 3 kromozom olduğu tespit edilmiştir. Yapılan C bantlama işleminde kromozomlarda yoğunluk farkları ile beraber sentromer bölgelerinin daha koyu renkte boyandığı gözlenmiştir. Boyanan bölgeler kromozomlardaki sentromer lokalitelerine bağlı olarak parasentrik, metasentrik ve distal olarak gözlemlenmiştir. 4., 11. ve 13. kromozomlarda çift bantların varlığı dikkat çekmektedir. Örneklerin tümünde yapılan C-bant karyotiplerinde herhangi bir morfolojik farklılığa rastlanmamıştır.

Sonuç olarak bulgularımız incelenen örnekler arasında herhangi bir kromozom form farklılığı göstermemiştir.

**Bilim Kodu** :203.1.048

**Anahtar Kelimeler** :Spalax, karyotip, nukleolus organizatör bölge, c-bant

**Sayfa Adedi** :75

**Tez Yöneticisi** :Prof. Dr. Eşref YÜKSEL

**KARYOTYPES, NUCLEOLUS ORGANIZER REGION (NOR) AND C-BAND  
PECULIARITIES OF SPALAX FROM NORTHERN ANKARA**

**(M.Sc. Thesis)**

**Fatma Gonca ÖKTEM**

**GAZİ UNIVERSITY**

**INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**January 2008**

**ABSTRACT**

**This work was performed for the characterization of chromosomal features of samples belonging to the Spalax species (blind mole rat) collected from northern region of Ankara (Kızılcahamam, Çubuk, Akyurt, Kalecik) by cyogenetic studies (karyotype, nucleolus organizer region-NOR and C-banding).**

**In recent years, Spalax of Turkey have been the subject of extensive karyotype studies. The main goal of these studies was to contribute to the overcoming of cytogenetic problems. Such studies have shown that Spalax species living in Turkey have at least 26 different chromosomal forms. Members of Spalax species are almost living underground ecological niche with limited mobility capabilities. For these reasons, populations may display highly variable karyological features even if they do not have important geographical barriers. Any spontaneous mutation may remain in the population leading to generation of**

karyological variations. The aim of our thesis is to demonstrate such variations.

Our study was realized with samples that we have collected between 20.04.2006 and 12.05.2007 in Ankara's northern towns. We used a total of 9 mole rats (2 females, 9 males) in the study.

Bone marrow technique described by Yuksel (1984) was used for karyotype analysis. The a-1 step technique of Black (1980) was used for silver staining of sample preparations, whereas the technique of Sumner (1972) was applied for C-banding.

Our observations showed that the diploid chromosome number (2n) is 60. Of those, 9 pairs had subtelocentric and 20 pairs acrocentric morphologies and big submetacentric X chromosome, subtelocentric Y chromosome, respectively. We identified 3 NOR-positive chromosomes in all (both male and female) samples. C-banding showed that chromosome centromeres stain darker with difference of concentration. It is observed that during C-banding due to the density difference between chromosomes the centromeres are darker. The stained regions on the chromosomes are observed as pericentric, metacentric and distal according to the localization of centromeres. The presence of double bands on the 4<sup>th</sup>, 11<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> chromosomes are significant. Any morphological difference is obtained during C-band karyotyping for all the samples.

Taken together, our study did not show any chromosomal form variation between the samples analyzed.

Science Code :203.1.048  
Key Words :Spalax, karyotype, nukleolar organizer region, c-band  
Page Number :75  
Adviser :Prof. Dr. Eşref YÜKSEL

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren büyük yardımlarını gördüğüm Sayın hocam Prof. Dr. Eşref YÜKSEL'e; laboratuvar çalışmalarında benden bilgi ve görüşlerini esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Muhammet GAFFAROĞLU'na, Arş. Gör. Yavuz KOÇAK'a ve Doktora Öğrencisi Atılay Yağmur OKUTANER'e saygılarımla teşekkür ederim. Ayrıca maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiv
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİ.....	3
2. 1. Bir Toprakaltı Memelisi: <i>Spalax</i> .....	3
2. 1. 1. Sistematik hiyerarşisi.....	3
2. 1. 2. Morfolojisi .....	5
2. 1. 3. Lokalitesi.....	7
2. 1. 4. Ekolojisi.....	9
2. 1. 5. Yuva yapısı.....	9
2. 1. 6. Beslenme biyolojisi.....	11
2. 1. 7. Fizyolojisi.....	12
2. 1. 8. Üreme biyolojisi.....	13
2. 1. 9. İletişimi.....	14

	<b>Sayfa</b>
2. 1. 10. Sitogenetiği.....	14
2. 1. 11. Kromozomlar ve karyoloji.....	15
2. 1. 12. Kromozomun genel yapısı.....	15
2. 1. 13. Kromozomun ince yapısı.....	17
2. 1. 14. Kromozomların şekli.....	19
2. 1. 15. Kromozomların sayısı.....	20
2. 1. 16. Kromozomların büyüklüğü.....	20
2. 1. 17. Karyoloji.....	21
2. 1. 18. <i>Spalax</i> kromozomlarının durumu.....	25
3. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAşTIRMASI.....	28
3. 1. Kromozomların Elde Edilmesi Ve Kromozom Bantlama Yöntemleri.....	28
3. 1. 1. Kromozom elde etme yöntemleri.....	28
3. 1. 2. Kromozom bantlama yöntemleri.....	29
3. 2. Nukleolus Organizatör Bölge (NOR).....	32
3. 2. 1. NOR'un yeri ve önemi.....	32
3. 2. 2. NOR üzerine yapılan çalışmalar.....	35
3. 3. C-Bantlama.....	39
3. 3. 1. C-bantlama ile ilgili yalpan çalışmalar.....	39
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	43
4. 1. Araştırma Alanlarının Tanımı.....	43
4. 2. Materyal.....	44
4. 3. Yöntem.....	44

	<b>Sayfa</b>
4. 3. 1. Ön muamele.....	44
4. 3. 2. Kemik iliğinin çıkarılması.....	45
4. 3. 3. Dokuların fiksasyonu.....	45
4. 3. 4. Preperasyonda kullanılacak lamaların temizlenmesi.....	45
4. 3. 5. Materyalin lam üzerine alınması.....	46
4. 3. 6. Boyama.....	46
4. 3. 7. Preparatların devamlı hale getirilmesi.....	49
4. 3. 8. Kromozom sayılarının ve morfolojilerinin belirlenmesi.....	49
4. 3. 9. Karyogramın hazırlanması.....	50
5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA.....	51
KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	75

**ÇİZELGELERİN LİSTESİ**

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2. 1. Türkiye'de köfarelere ait kromozomal formları.....	25
Çizelge 3. 1. Kromozom bantlama tekniklerinin tarihçesi .....	29
Çizelge 5. 1. Çalışmada kullanılan deney hayvanları hakkında bilgi.....	52

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2. 1. Türkiye'nin coğrafik oluşumları ile Spalax tür ve alttürlerinin yayılışı arasındaki ilişkiyi gösteren harita .....	8
Şekil 2. 2. Türkiye'deki Spalax tür ve alttürlerinin yayılışını gösteren harita ....	8
Şekil 2. 3. Metafaz kromozomunun genel yapısı.....	17
Şekil 2. 4. Kromozomun ince yapısı.....	18
Şekil 2. 5. Sentromer yerine göre kromozom çeşitleri.....	19
Şekil 5. 1. Spalax karyotipi (dişi).....	53
Şekil 5. 2. Spalax karyotipi (erkek).....	53
Şekil 5. 3. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan <i>Spalax</i> 'larda C-bantlama karyotipi.....	61

## RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2. 1. Körfarelerin toprak yüzeyinde oluşturdukları çıkıntılar .....	4
Resim 2. 2. Bir körfarenin oluşturduğu tünelde görünümü.....	5
Resim 2. 3. Körfarenin yandan görünüşü.....	6
Resim 2. 4. a Körfarenin önden ve arkadan görünüşü.....	7
Resim 2. 4. b Körfarenin üstten görünüşü.....	7
Resim 2. 5. a Galeri yapısı.....	10
Resim 2. 5. b Üreme odasını döşeyen kuru otlar.....	10
Resim 2. 6. a Seben'de ana yuvada bulunan yeşil bitkiler ve ayırık kökleri...11	
Resim 2. 6. b Lateral galerilerden birinde bulunan besin deposundaki rizomlar.....	11
Resim 2. 6. c Daday'da kazılan bir besin deposundan çıkan Gramineae örnekleri.....	11
Resim 2. 6. d Azdavay'da kazılan besin deposundan çıkan bitki soğanları..	11
Resim 5. 1. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan <i>Spalax</i> 'larda NOR bantlama.....	56
Resim 5. 2. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan <i>Spalax</i> 'larda NOR bantlama.....	57
Resim 5. 3. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan <i>Spalax</i> 'larda NOR bantlama.....	57
Resim 5. 4. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan <i>Spalax</i> 'larda NOR bantlama.....	58
Resim 5. 5. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan <i>Spalax</i> 'larda C-bantlamalar.	59
Resim 5. 6. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan <i>Spalax</i> 'larda C-bantlamalar.	59

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 5. 7. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan <i>Spalax</i> 'larda C-bantlamalar.	60
Resim 5. 8. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan <i>Spalax</i> 'larda C-bantlamalar.	60

**HARİTALARIN LİSTESİ**

<b>Harita</b>	<b>Sayfa</b>
Harita 4. 1. Çalışma alanı.....	43
Harita 4. 2. Örneklerin alındığı yer ve araştırma alanı.....	43
Harita 4. 3. Örneklerin alındığı yer ve araştırma alanının ayrıntısı.....	44

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>a<sup>1</sup></b>	Adenin
<b>a</b>	akrosentrik
<b>c</b>	Sitozin
<b>g</b>	Guanin
<b>m</b>	metasentrik
<b>s</b>	Sentez
<b>t<sup>1</sup></b>	Timin
<b>t</b>	Telosentrik
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>CI</b>	Sentromer İndeksi
<b>DA</b>	Distamycin A
<b>DAPI</b>	4,6- diamino-2-fenilindol
<b>DNA</b>	Deoksiribonükleik asit
<b>FISH</b>	Flouresan in situ hibridizasyon
<b>GTG</b>	Giemsa bantlama-tripsin
<b>NF</b>	Temel Kromozomların Sayısı
<b>NF<sub>a</sub></b>	Otozomal Kol Sayısı

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>NOR</b>	Nukleolus Organizatör Bölge
<b>pHA</b>	Phtohaemogglutin
<b>RNA</b>	Ribonükleikasit
<b>Rpm</b>	Revolutions per minute(dakikadaki dönme hızı)
<b>rRNA</b>	Ribozomal Ribonükleikasit
<b>S. F.</b>	Serum Fizyolojik
<b>SM</b>	Submetasentrik
<b>ST</b>	Subtelosentrik

## 1. GİRİŞ

Rodentlerin (kemirgen) birkaç farklı tipi toprakaltı ekolojik nişi kullanan özelleşmiş memeliler arasında bulunur. Kendi familyasının (*Spalacidae*) tek genusu olan *Spalax* genusu hayvanları böyle rodentlerin bir örneğidir. *Spalax* genusu hayvanları yaşadıkları lokalitelerde bir dereceye kadar izole olmuş populasyonlar halinde yaşamakta olduklarından ve hareketleri çok sınırlı olduğundan dolayı yüksek oranda kromozomal polimorfizm gösterirler. Bu nedenle *Spalax* genusuna dahil türler oldukça yoğun olarak çalışılmış, akrabalıkları ve türleşmeleri açıklanmaya çalışılmıştır. Özellikle 1960'lardan sonra kromozomal değişimler hayvan ve bitkilerde sıkça çalışılmaya başlanmış ve kromozomal polimorfizme dayalı evulasyonlar açıklamalar üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Kromozomlar hayvan gruplarında taksonomi ve türleşme gibi iki büyük problemin izahı için en elverişli malzemeyi sağlamaktadır. *Spalax* genusuna dahil türlerin akrabalıklarını ve türleşmelerini açıklayabilmek için pek çok araştırmacı kromozom incelemelerine başlamıştır. Körfare kromozomları üzerine ilk çalışma Kafkasya'dan bir populasyonda yapılmıştır [Matthey, 1966].

Nukleolus organizatör bölge kromozom üzerinde yer alan ve özel olarak boyanabilen bir bölgedir. Bu bölge yüksek oranda tür içi ve türler arası kromozom değişimlerini göstermektedir. Bu bölge özellikle 1980'li yılların ikinci yarısından itibaren pek çok araştırmacının dikkatini çekmiş ve bu bölgenin varyasyonları sık olarak çalışılmıştır.

C bantlama yönteminde ise, sentromere yakın olan bölgelerde bulunan, yüksek tekrarlanma gösteren konstitutive (her zaman mevcut olan) heterokromatin bölgeler özel olarak işaretlenir. Bu yöntem sentromer ve ona yakın bölgelerdeki yeni düzenlemelerin aydınlatılmasında, sentromer sayısını göstermede ve polimorfizm incelemelerinde kullanılır.

*Spalax*'ın sahip olduğu yüksek kromozomal polimorfizm oranı ayrıca nukleolus organizatör bölge ve C bantlama yönteminin kromozomal varyasyonları açıklamada rol oynaması, *Spalax* populasyonları üzerinde böyle bir çalışmanın yapılmasında itici bir güç olmuştur.

Bu çalışmada Ankara'nın kuzeyinden (Kızılcahamam, Çubuk, Akyurt ve Kalecik) yakalanan *Spalax* örneklerinin farklı ekolojik çevrelerde kromozomal polimorfizm gösterip göstermediklerinin nukleolus organizatör bölge ve C bantlama yöntemi yardımı ile tespit edilmesi planlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİ

### 2. 1. Bir Toprakaltı Memelisi: *Spalax*

#### 2. 1. 1. Sistematik hiyerarşisi

- \* Alem : Animalia (Hayvanlar)
- \* Şube : Chordata (Sırtı iplikliler)
- \* Altşube : Vertebrata (Omurgalılar)
- \* Sınıf : Mammalia (Memeliler)
- \* Altsınıf : Theria
- \* Infrasinıf : Eutheria (Plasentalı Memeliler)
- \* Takım : Rodentia (Kemirgenler)
- \* Infratakım : Myomorpha (Fare tipliler)
- \* Aile: Spalacidae (Sıçangiller)
- \* Altaile : Spalacinae
- \* Cins: Spalax (Körfare)

#### Alt taksonları

Species	<i>Spalax leucodon</i>
Species	<i>Spalax ehrenbergi</i>
Species	<i>Spalax nehringi</i>
Species	<i>Spalax zemni</i>
Species	<i>Spalax arenarius</i>
Species	<i>Spalax graecus</i>
Species	<i>Spalax microphthalmus</i>
Species	<i>Spalax giganteus</i>
Species	<i>Spalax uralensis</i>

Rodentlerin birkaç farklı tipi toprakaltı ekolojik nişi kullanan özelleşmiş memeliler arasında bulunur. Yaşamları boyunca toprak altında kazdıkları galeri sisteminde yaşarlar. Sadece belirli bir olgunluğa erişen yavru bireyler yeni yuva yapma amacıyla anneleri tarafından yuvadan atılırlar. Sadece bu dönemde toprak üstüne çıkarlar. Genellikle yumuşak tarım alanlarında, çayırliklarda ve steplerde yaşarlar. Toprak altından çıkardıkları toprakları sıralı tümsekler halinde yığarlar.

Kazdıkları tüneller, bu tünelleri kazmaları esnasında toprak yüzeyine çıkardıkları toprak yığınları sayesinde ortaya çıkarılabilir. Dikkat çeken anatomik ve davranış adaptasyonları, yaşama tarzlarının gereği, kazmaya müsait ayak şekilleri ile ilişkilidir. [Ellerman, 1959; Pearson, 1959]. *Spalax* genusu üyeleri böyle rodentlerin ekstrem bir örneğidir, genellikle toprakaltı bir hayat tarzı ile sınırlanmışlardır. Adaptasyonları gözlerinin gelişmesinde büyük gerileme gösterir. Dışardan gözleri bulunmamaktadır [Wahrman et al,1969a].



Resim 2. 1. Körfarelerin toprak yüzeyinde oluşturdukları çıkıntılar



Resim 2. 2. Bir körfarenin oluşturduğu tünelde görünümü

### 2. 1. 2. Morfolojisi

Genel morfoloji, araştırmanın yapıldığı bütün bölgede hemen hemen aynıdır. Ancak iklim ve coğrafik şartlara bağlı olarak bazı karakterler değişebilmektedir.

Vücut renkleri mevsimsel varyasyonlar göstermekle birlikte, genel vücut rengi gövdenin üst tarafı ile yanlarda sarımsı kahverengi olup çok sık ve yumuşak kıllarla kaplıdır. Kulak bölgesi ile vücudun alt kısmı koyu, başın ön kısmı ise açık gri renktedir. Burundan kulaklara doğru uzanan beyazımtrak iki çizgi bulunmaktadır. Alt çeneden karına doğru uzanan kısım seyrek tüylerle kaplıdır [Kıral ve Benli,1979].

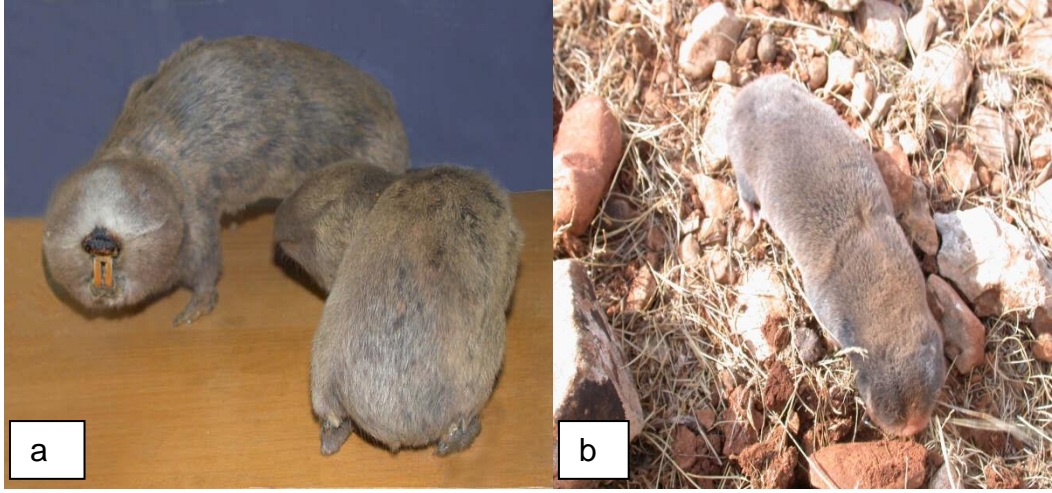
Gövde silindir şeklinde olup, baş gövdeden biraz daha geniştir. Boyun kısa ve gövde kalınlığı kadardır. Ağız küt, gözler körelmiş olup dışarıdan görülmemektedir. Burunun üzerindeki deri tabakası kalındır. Kulak kepçeleri

körelmiş olup büyükçe olan ve orta kulağa açılan kulak açıklığı tüyler arasında görülmektedir. Kuyruk mevcut olmayıp bu kısımda çok küçük, çıplak bir çıkıntı vardır. Ön ve arka ayaklarda keskin tırnaklarla sonlanan beşer parmak bulunmaktadır [Kıral ve Benli,1979].

Alt kesici dişleri diğer rodentlerinkinden daha fazla gelişmiştir. Bu dişler alt çene çıkıntısının posterior ucundaki bir kemik kılıftan ileriye doğru çıkmaktadır [Beddard, 1959]. Toprağı ön taraftaki kesici dişleriyle kazıp, başlarıyla iteklediklerinden dolayı, baş ve boyun kısmı oldukça kaslı olup baş, vücuttan belirgin bir şekilde ayrılmaz. Kazma işini kesici dişleriyle yaptıklarından dolayı ayakları kazma işi için adapte olamamış ve zayıf kalmıştır. Kesici dişler çok büyüktür ve ağız kapatıldığında bile kesici dişler dışarıda kalmaktadır. Kesici dişlerin dış yüzeyi mine tabakasıyla kaplıdır. Ayrıca kesici dişlerin dış yüzeyinde boyuna kabartı halinde iki çizgi bulunur. Köpek dişleri ve premolar dişler olmadığından dolayı kesici dişler ile molar dişler arasında diastema denilen boşluk bulunur. Kesici dişler köksüz olduğundan sürekli uzarlar. Molar dişleri köklüdür. Diş formülleri  $1003 / 1003 = 16'$  dir.



Resim 2. 3. Körfarenin yandan görünüşü



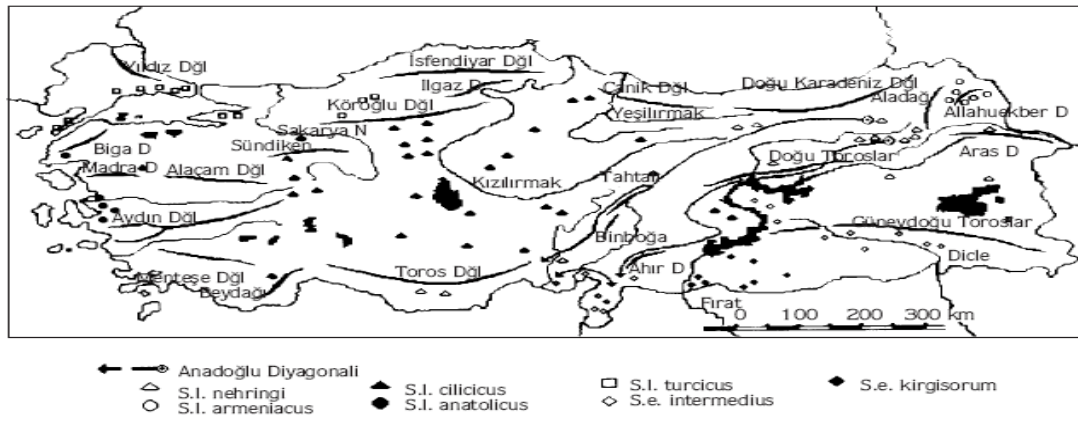
Resim 2. 4. a Körfarenin önden ve arkadan görünüşü,  
b Körfarenin üstten görünüşü

### 2. 1. 3. Lokalitesi

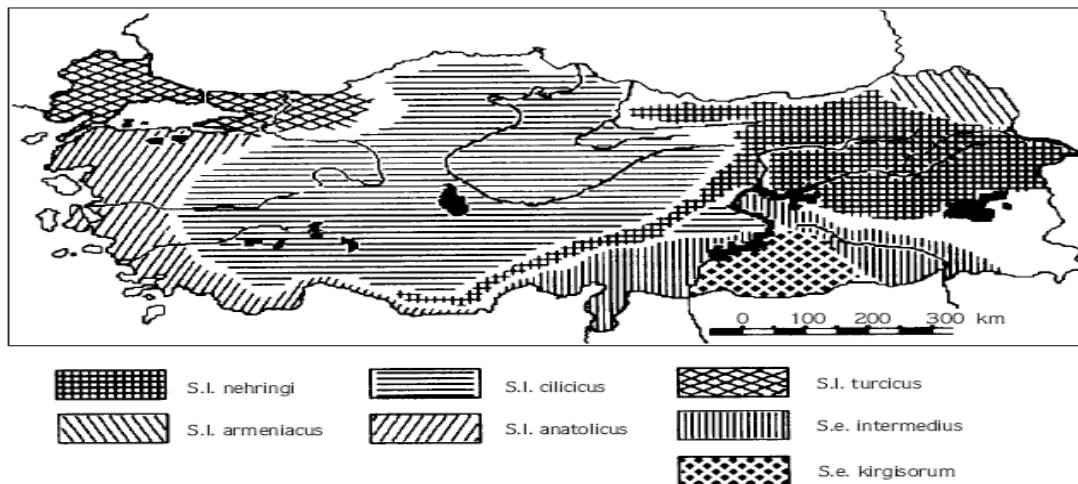
*Spalax*, Güneydoğu Avrupa, Yunanistan, Yugoslavya, Romanya, Bulgaristan, Anadolu, İsrail, Irak ve Kuzey Afrika'da yayılmış bulunmaktadır [Wahrman et al, 1969a, 1969b, Savic, 1973, Lay and Nadler, 1972; Felten ve ark., 1973, Yüksel, 1984; Gülkaç ve Yüksel, 1989; Yüksel ve Gülkaç, 1992; Sayın, 1980; Peshev, 1981, 1983, Raicu and Duma, 1969; Savic and Soldatovic, 1974, 1977, 1978, 1979a, 1979b; Raicu and Torcea, 1973]. Ancak Kuzey Afrika ve İsrail arasında Akdeniz sahil şeridi boyunca yayılmış olan populasyonların yayılma alanlarının devamlılığı Sina'dan kesilmektedir [Wahrman ve ark., 1969b].

Ükemizde şimdiye kadar iki *Spalax* türüne dahil 7 alttür tespit edilmiştir. Bunlar *Spalax leucodon* türüne ait *S.l. nehringi*, *S.l. armeniacus*, *S.l. cilicicus*, *S.l. anatolicus*, *S.l. turcicus* ve *Spalax ehrenbergi* türüne ait *S.e. intermedius*, *S.e. kirgisorum*'dur [Kıvanç, 1988]. Bu türlerden *Spalax leucodon* Türkiye'nin Doğu Anadolu, İç Anadolu, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgesinde yayılışı bulunmaktadır. Bu türün alttürlerinden *S. l. nehringi* Doğu Karadenizde, Doğu Anadolu'da ve Munzur ve devamı olan dağlar boyunca

Anamur'a doğru; *S. l. armeniacus* Artvin, Ardahan yörelerinde; *S. l. cilicicus* İç Anadolu'da ve Orta Karadeniz'de; *S. l. anatolicus* Ege ve Akdeniz bölgelerinde; *S. l. turcicus* ise Trakya, Bolu ve İzmit yörelerinde yayılış göstermektedir (Şekil 2. 1 ve Şekil 2. 2) *Spalax ehrenbergi* ise Doğu Anadolu bölgesinin güneyinde ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yayılış göstermektedir (Şekil 2. 1 ve Şekil 2. 2). Bu türün alttürlerinden *S. e. intermedius* Urfa civarı hariç Doğu Anadolu Bölgesinin güneyinde ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yayılışa sahip iken; *S. e. kirgisorum* Urfa yöresinde yayılışa sahiptir (Şekil 2. 1 ve Şekil 2. 2) [Kıvanç, 1988].



Şekil 2. 1. Türkiye'nin coğrafik oluşumları ile *Spalax* tür ve alttürlerinin yayılış arasındaki ilişkiyi gösteren harita



Şekil 2. 2. Türkiye'deki *Spalax* tür ve alttürlerinin yayılışını gösteren harita

Niğde'nin Ulukışla İlçesi'nin güneyindeki Bolkar dağlarında 2900 m'de körfare yuvaları gözlenmiş ve 2800 m'den 3 körfare örneği yakalanmıştır. Körfareler Ege, Adana, İzmit ve Mersin Bölgeleri'nde deniz seviyesine ve deniz kenarına yakın alanlarda gözlenmiştir. Kırklareli Bölgesi'nde yapılan çalışmalarda körfare yayılışına rastlanılmamıştır [Sözen, 2005].

#### **2. 1. 4. Ekolojisi**

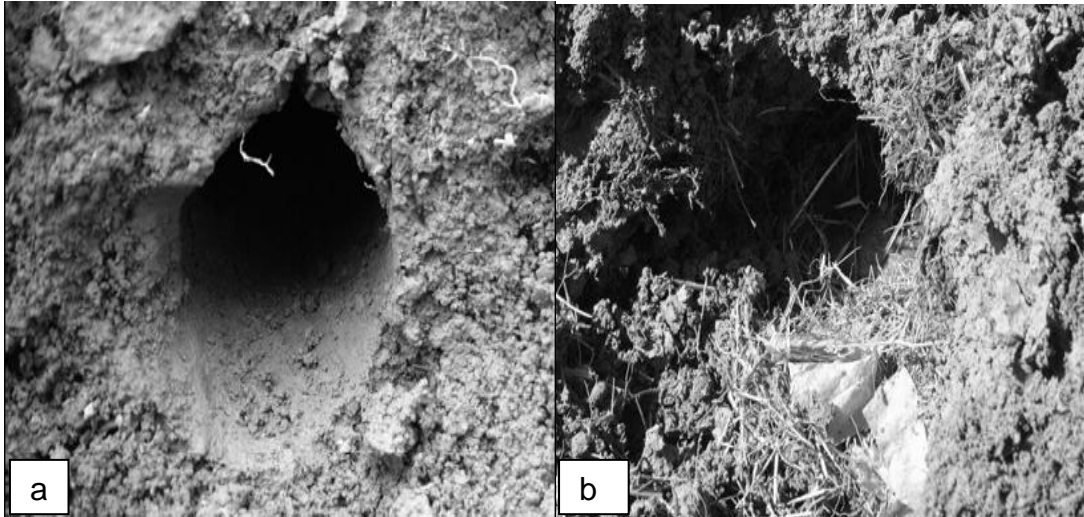
*Spalax*, vertikal yayılma bakımından epeyce geniş bir sınıra sahiptir. *Spalax* populasyonları 0 ile 2900 m arasındaki tüm yüksekliklerde kaydedilmişlerdir [Savic, 1973].

#### **2. 1. 5. Yuva yapısı**

Farklı tünel düzenlemeleri (radyal, longitudinal ve yan dalların sayısındaki artma veya azalma) birinci derecede toprağın yapısı ve sertliği ile olduğu kadar besin kaynağı ile de ilgilidir. Tüneller kullanılan ve daimi tüneller olmak üzere ikiye ayrılır. Sürekli tüneller, yuva-depo-dinlenme odası arasındaki bağlantıyı sağlar [Savic,1973].

Beslenme ile ilgili tünellerin derinlikleri bitkileri besleyen kök sistemler ile aynı düzlemedir, yani 15-20 cm derinliktedir. Sürekli tüneller ise biraz daha derine, 25-30 cm derinliğe, yerleşmiştir. Yuvalar 120 cm derinlikte ve yaklaşık 28 x 18 x 16 cm boyutlarında olabilmektedir. Bu yuvalar, maksimum çapı 26 m ile 64 m arasında değişen yerleşim sınırları içinde oluşturulmuştur. Yerleşim yerinin alanı 194 m<sup>2</sup> den 1000 m<sup>2</sup> ye kadar çıkabilmektedir. Her bir sistem içindeki tünellerin toplam uzunluğu ise 65 m ile 195 m arasında değişmektedir. Tünellerin toplam uzunluğu, besin kaynağı, toprağın yapısı ve hayvanın yaşıyla değişmektedir. Yeni besin kaynakları aramak için hayvanlar eski tünellerini terk ederek bazı yeni tüneller açmaktadır. Böylece yerleşim yerinin sınırları sürekli olarak değişmektedir [Savic,1973].

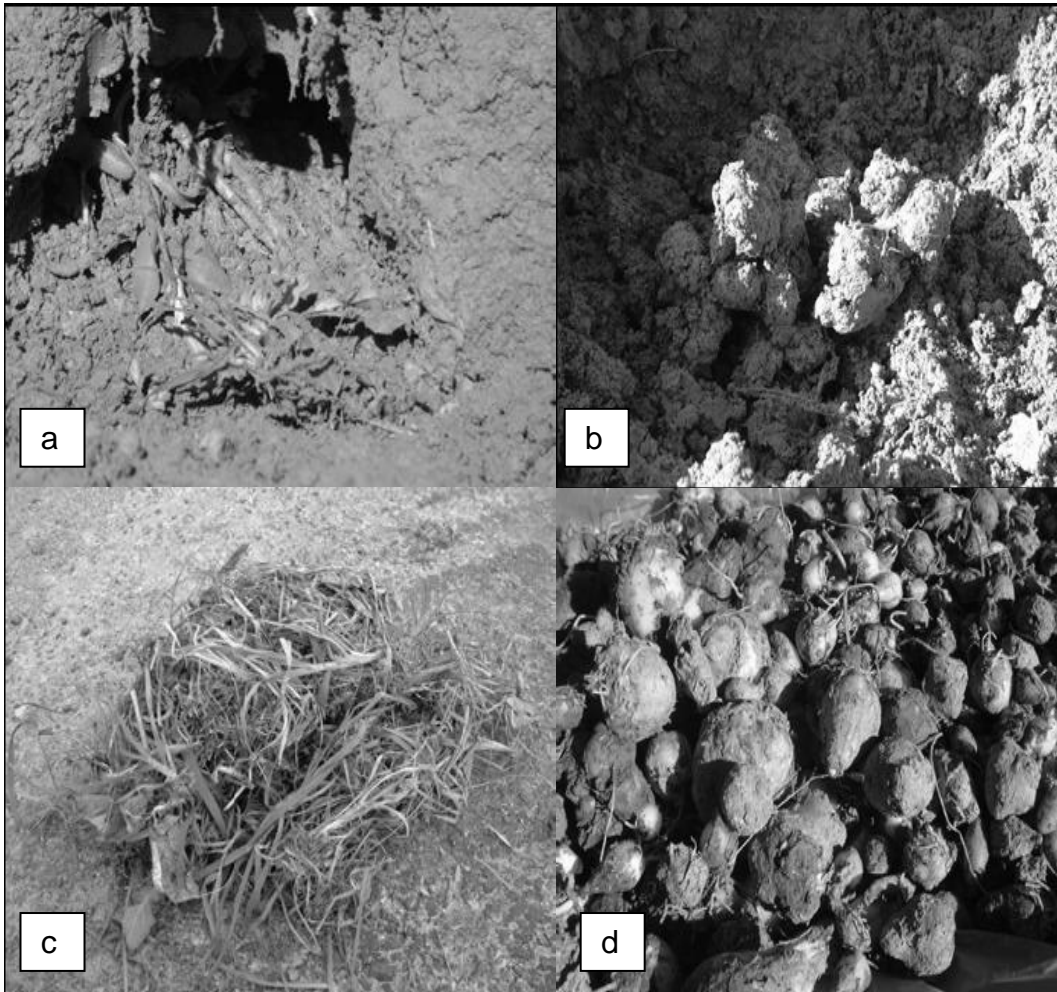
Körfarelerin kazdığı galerinin kesiti yaklaşık tam bir dairedir ve çapı körfarenin büyüklüğüne ve toprağın sertliğine göre 4-9 cm arasında değişmektedir (Şekil 2. 6 ve Şekil 2. 7). Körfareler genellikle galerinin iç yüzeyini burun pediyle sertleştirerek kaygan görünen sert ve muhtemelen su geçirmez bir yapı kazandırmaktadır. Hatta özellikle yazın bazı bölgelerde bazen galerinin iç yüzeyinin ayrı renk ve özellikte başka bir toprakla astarlandığı görülmüştür. Bu toprağın muhtemelen daha derinden getirilen ve daha nemli olduğu için kullanılan bir toprak olması büyük bir ihtimaldir. Yazın körfareler galeri açma faaliyetlerini muhtemelen toprağın çok sıcak ve kuru olmasından dolayı büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu durum çevrede yeni çıkarılmış toprakların görülmemesi ve mevcut toprak kümelerinin üzerinin otlanmış olmasıyla kolaylıkla belirlenebilmektedir. Bu dönemlerde kazdığımız bazı yuvalarda körfarenin pek çok yan galeriyi toprakla sıkı sıkıya kapatarak iptal ettiği görülmüştür [Sözen, 2005].



Resim 2. 5. a Galerinin yapısı,  
b Üreme odasını döşeyen kuru otlar

### 2. 1. 6. Beslenme biyolojisi

Depolarda genellikle *Eryngium campestre* (boğa diken), *Cynodon dactylon* (bermuda çimi), *Ranunculus bulbosus* (yumru düğünççeği) gibi bitkiler tespit edilmiştir [Savic,1973]. Depolarda genellikle rastlanan bitki türleri ile habitatta dominant olarak bulunan bitkilerin karşılaştırılması sonucunda kesin olarak bir ilişkinin varlığı not edilmiştir [Savic,1973].



Resimler 2. 6. a Seben'de ana yuvada bulunan yeşil bitkiler ve ayrık kökleri  
 b Lateral galerilerden birinde bulunan besin deposundaki rizomlar  
 c Daday'da kazılan bir besin deposundan çıkan Gramineae örnekleri  
 d Azdavay'da kazılan besin deposundan çıkan bitki soğanları [Savic,1973].

### 2. 1. 7. Fizyolojisi

*Spalax*'ın optimal laboratuvar şartlarında aktivite ve davranışları araştırıldığında, 13, 14 saatleri ve gece 01, 02 saatleri arasında yüksek iki aktivite ritmi gözlenmiştir. Arazi şartlarında ise gündüz 16, 17 saatleri ile 03, 06 saatleri arasında yüksek iki aktivite periyodu saptanmıştır [Savic,1973].

Körfare örneklerinin ilk yakalandığında oldukça saldırgan davrandıkları ayrıca hızlı hızlı nefes alıp vermekte hırıltıya benzer sesler çıkararak ağzını biraz açmakta ve sürekli tehlikenin geldiği yöne yönelerek oldukça gelişmiş olan ön kesici dişleriyle kendini savunmaya çalışmakta olduğu tespit edilmiştir. Körfare yere bırakılmışsa ve sessiz durulursa kısa bir süre sonra hemen toprağı kazmaya başlamakta toprağın sertliğine göre 35 sn ile 2,5 dk arasındaki bir sürede kendini toprağı gömecek kadar galeri kazabilmektedir. Bu işlem sırasında bir taraftan kesici dişleriyle hızlı bir şekilde toprağı kazarken bir taraftan da seri bir şekilde ön ayaklarıyla kazılan toprağı kendi altından arkaya doğru itmekte ve arka ayaklarıyla da bunları daha da geriye itmektedir; toprak yumuşaksa bu işlem sırasında kafasıyla yumuşak toprağı hızlı hareketlerle öne doğru değişik yönlerde iterek galeriyi hızlı bir şekilde genişletmeye çalışmakta, galeri kazmada dişlerinden ziyade kafasını kullanmaktadır. Bu işlemde dişlerle toprağı oymaya çalışmak yerine kafasıyla toprağı sağa, sola ve yukarı doğru hızlı hareketlerle itip bir galeri oluşturmaktadır. Körfare kafese alındığında sık sık telleri kemirerek çıkmaya çalışmaktadır. Kafesine bırakılan bitkisel materyallerden kendisine bir yuva hazırlamakta ve dinlenirken, yatarken hep burayı kullanmaktadır. Dışkılamak için de kafesin bir bölgesini seçmekte ve hep aynı yeri kullanmaktadır. Verilen besinlerin fazlasını da bir köşede biriktirmektedir. Körfareler sık sık yuvasına çekilerek uyumaktadır. Uyurken sırtını kamburlaştırıp başını ön ayaklarının arasına doğru eğmekte, vücudu bir yumak haline gelmektedir [Sözen, 2005].

### 2. 1. 8. Üreme biyolojisi

Seksüel aktivite bütün yıl boyunca mevcut olup ocak, şubat ayları boyunca oldukça fazladır. *Spalax ehrenbergi*'de hamilelik 34 gün sürmektedir [Gazit ve ark., 1996]. *Spalax leucodon*'da doğrudan belirlenmiş böyle bir tarih bulunmamasıyla birlikte Yugoslavya'da yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlarla yapılan dolaylı çıkarıma göre hamilelik 30 gün kadar sürmektedir. Doğum mart, nisan aylarında olur. [Savic, 1973]. İsrail'deki *S. ehrenbergi*'de yavrular doğduklarında 5-6 gr kadar, çıplak ve pembe renklidir. Yavrular doğumdan sonra 6. haftadan itibaren anaya ait tünel sisteminden bir uzantı şeklinde kendi galeri sistemini kazmaya başlamakta, 11. haftadan sonra da maternal yuvayı tamamen terk ederek kendi yuva sisteminde yaşamaya başlamakta, bu safhadan sonra yavru ve ana bir toprak bariyerle yuvalarını birbirlerininkinden tamamıyla ayırmaktadır. 6 haftalık erkekler 70 gr, 6-7 haftalık dişiler 75 gr, 7-8 haftalık dişiler 85 gr, 9-10 haftalık erkekler 120 gr, 11 haftalık dişiler ise 110 gr gelmektedir [Nevo,1961; Rado ve ark., 1992; Garit ve ark., 1996].

Çoğunlukla dişiler yılda bir defa doğururlar. Yılda birden fazla doğum yapan dişilerin oranı önemsiz bulunmuştur [Savic,1973].

Çiftleşme dönemlerinin dışında tek yaşarlar. Dişilerinde iki çifti pektoral, bir çifti abdominal olmak üzere üç çift meme vardır.

Doğuran dişilerde laktasyon (süt salgılama) ağustos ayının sonuna kadar sürer. Yavruların gelişmesi ve bağımsız hale gelmesi için en azından 1,5 aya ihtiyaçları vardır. Ağustostan sonra populasyon hemen hemen ergin bireylerden meydana gelir [Savic,1973].

Yeni doğmuş bir yavrunun ağırlığı 6-6,5 gr ve boyu yaklaşık 45 mm kadardır [Savic,1973]. Optimal laboratuvar şartlarında erkeklerin maksimum ömür uzunluğu 4,5 dişilerin 3,5 yıl olarak belirlenmiştir [Savic,1973].

### 2. 1. 9. İletişimi

Körfareler, başlarıyla tünelin tavanına vurarak ritmik sismik dalgalar oluştururlar. Körfareler ayrıca 6-7 farklı ses çıkararak aralarındaki iletişimi sağlarlar. Sismik dalgalar ile uzak mesafeli; seslerle kısa mesafeli iletişim sağlanır. Bu şekilde rakipleri uyarıldığı gibi karşı cinslerin birbirini bulmasını da sağlar [Heth ve ark., 1987; Heth ve ark., 1991; Mason ve Narins, 2001].

### 2. 1. 10. Sitogenetiği

Sitogenetik çalışmalar *Spalax* genusunun taksonomisi ve türleşme problemi üzerine yeni bir ışık tutmaktadır. Geçmiş pek çok araştırmamanın sonuçlarına göre Spalacidae familyası üyelerinde kolaylıkla gözlenebilen kromozomal polimorfizm oldukça açıktır [Saldatovic ve ark., 1966, 1967; Wahrman ve ark., 1969a; Lyapunova ve ark., 1974; Savic and Soldavic, 1974, 1977, 1978, 1979a, 1979b; Peshev, 1981, 1983; Yüksel, 1984; Gülkaç ve Yüksel, 1989; Yüksel and Gülkaç, 1992].

Kromozomların diploid sayılarının 38'den 62'ye kadar olan genişliği ilginçtir [Raicu and Duma, 1969; Lyapunova ve ark., 1974; Savic and Soldatovic, 1978, 1979a; Yüksel, 1984]. Genellikle diploid kromozom sayıları 52 ile 56 arasında yer almaktadır [Savic and Soldatovic, 1978, 1979a; Yüksel, 1984]. Kromozomların diploid sayılarında olduğu kadar fundamental sayılarındaki (NF) ve otozomal komponentlerin kromozom kolu sayılarındaki (NFa) farklılık da oldukça ilgi çekicidir. NF değerleri 74 ile 124 arasında değişmekte olup bu değer genellikle 76 ile 88 arasındadır.

### 2. 1. 11. Kromozomlar ve karyoloji

İlk defa 1840 yılında botanikçi Hofmeister tarafından *Tradescantia* bitkisinin polen ana hücrelerinde görülmüş ve 1888 yılında Waldeyer tarafından da "kromozom" ismi verilmiştir.

Kromozom, kalıtım özelliklerinin kuşaktan kuşağa iletilmesini sağlayan, özel boyalarla kuvvetli bir şekilde boyanan, nükleik asit ve proteinden meydana gelmiş iplikli yapılara denir. Nükleik asit olarak deoksiribo nükleik asit (DNA), protein olarak da genellikle bazik bir protein olan histon bulunur. Hücrenin kendi kendini eksiksiz olarak kopyalamasına yarayan tüm bilgileri içerir.

Sitogenetik çalışmalarda tür ve alt tür tespiti kromozomlar üzerindeki çalışmalarla ortaya konmaktadır. Özellikle memeliler ve böcekler gibi taksonomisinde güçlükler bulunan grupların teşhisinde kromozomlar büyük kolaylık sağlamaktadır [Gülkaç, 1987].

Kromozomlar özellikle iki farklı düzeyde yararlı olmaktadır. Bir taraftan sibling türler dahil, yakın akraba türler arasında mukayese yapmaya yardımcıdır. Bu türler daha çok dış morfolojilerinden ziyade kromozomlarında farklılık gösterirler. Bu yüzden kromozomların ve sentromerlerin yeniden düzenlenmeleri, bölünmeleri, birleşmeleri ve yer değiştirmeleri çok defa akrabalık için açık ipuçları verir [Gülkaç, 1987].

### 2. 1. 12. Kromozomun genel yapısı

Bir kromozom aralarında genel olarak açığı bulunan iki koldan oluşur.

*Sentromer*: Kollar, primer boğumla birbirinden ayrılmıştır, buna "sentromer" (kinetokor) denir. Sentromerik DNA'ya spesifik proteinler bağlanır ki bunlarda hücre bölünmesi sırasında mikrotübüllere bağlanmayı sağlar. Hücre

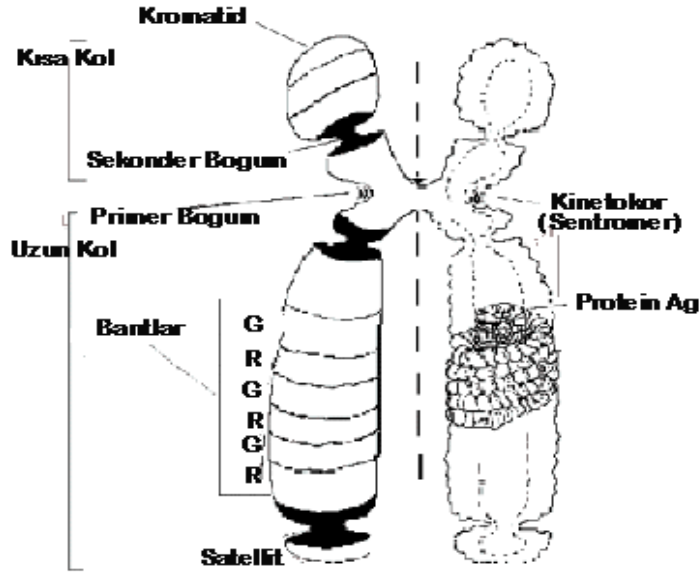
bölünmesi sırasında kromatidlerin birbirinden ayrılmasından sorumludur. Sentromeri olmayan bir kromozom bölünmeye katılamaz.

*Primer boğum:* Kromozomlarda sentromerin bulunduğu daralma bölgesine “primer boğum” (birinci boğum) denir. Primer boğum; kromozom kollarının açılması ile sekonder boğumlardan ayrılır [Demirsoy, 1991; Akman, 1998].

*Secunder boğum:* Bazı kromozomlarda primer boğum dışında ikinci bir boğum daha bulunmaktadır. Bu bölgeye “sekonder boğum” denir. Sekonder boğumlar, rRNA’ların ve çekirdekçiklerin oluşumu ile ilgilidir. Bu nedenle sekonder boğumlara nukleolar bölge de denilmektedir. Genellikle her hücrede sekonder boğum taşıyan en fazla iki kromozom bulunur. Bu kromozomlara “nukleolar kromozomlar” denir [Karol, 1998].

*Satellit:* Bazı kromozomlarda, bir uçta yer alan ince bir filament ile kromozoma bağlanmış yuvarlak veya silindirik biçiminde bir yapı bulunmaktadır. Bu yapıya “satellit” denir. Satellitin çapı kromozomun çapına eşittir. Satellit bulduran kromozomlara “SAT-kromozom” adı verilmektedir. Satellitin görevi belli olmamakla birlikte DNA’dan yapılmış olduğu ve 10 kadar baz çifti taşıdığı anlaşılmıştır [Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Akman, 1998].

*Telomer:* Ökaryotik hücrelerde kromozomun her iki kolunun ucunda “telomer” denilen özel nükleotit dizileri vardır. Telomer bölgeleri Guanin ve timin nükleotitlerince zengindir. Hücrelerin yaşlanma süreleriyle telomer boyu arasında çok yakın bir ilişki vardır. Yaşlanan hücrelerde telomer boyunun kısaldığı kanıtlanmıştır. Telomerler hücrelerin biyolojik saatleridir. Hücresel yaşamın düzenlenmesinde rol oynarlar. Hücre içerisinde kromozomların birbirlerine dolaşmasını ve yapışmalarını önlerler. Mayoz 1’in profaz safhasında homolog kromozomların ayrılmasına ve crossing-over olayına yardım ederler.



Şekil 2. 3. Metafaz kromozomunun genel yapısı

### 2. 1. 13. Kromozomun ince yapısı

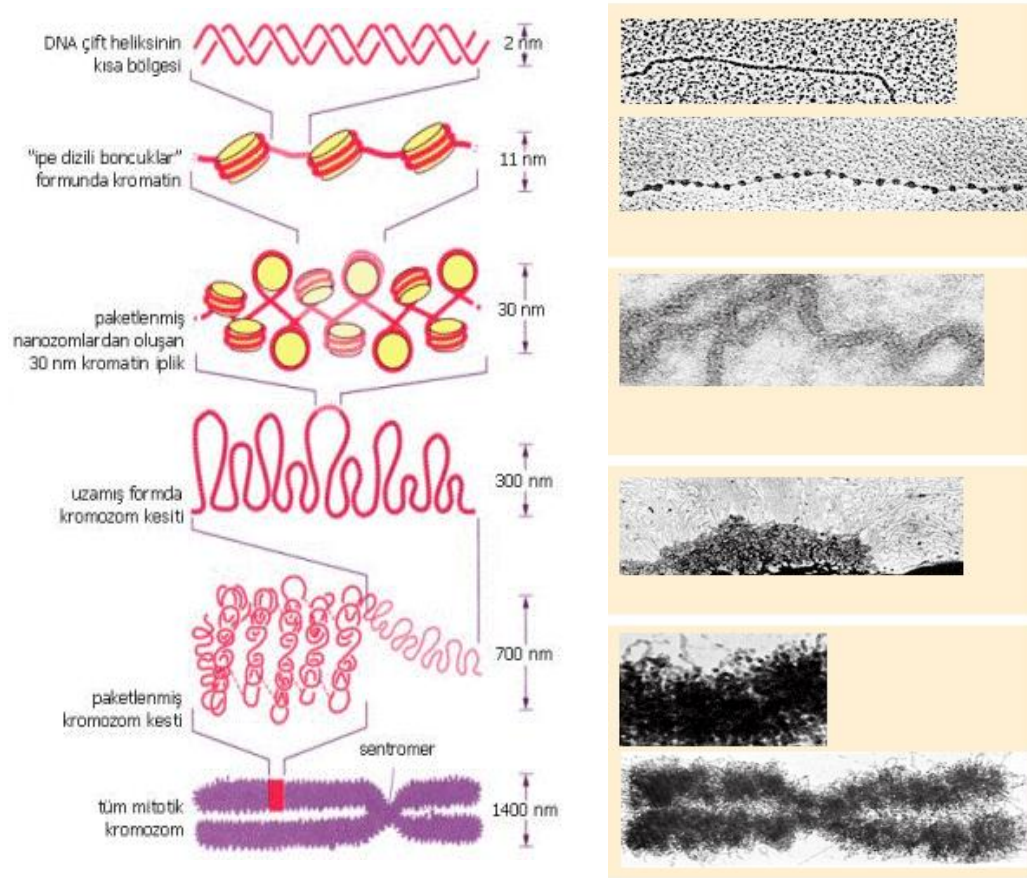
Ökaryotik hücrelerde kromatin materyali DNA ve proteinlerden oluşmuş kompleks bir yapı halinde nukleusa ait özelleşmiş bölgelerde yerleşmiş olarak bulunurlar. Kromatinin temel yapısal birimlerine “nükleozom” adı verilir. Bu yapı DNA ve histon proteinlerinin birleşmesi ile meydana gelir [Temizkan, 1999].

Nükleozom içerisinde bulunan total DNA'nın uzunluğu canlı türüne göre değişmekle beraber bu uzunluk 160 ile 241 baz çifti arası bir değerdedir [Alberts, 1994; Temizkan, 1999].

Nükleozomlar meydana gelirken öncelikle H2A, H2B, H3 ve H4 histonlarından ikişer tanesi bir araya gelerek histon oktomerini oluştururlar. Yaklaşık 160 baz çifti uzunluğundaki bir DNA parçası da H1 proteini ile bu çekirdeği iki defa sararak nükleozomu meydana getirir. Nükleozomun dış yüzeyinde yer alan H1; nükleozomun kararlı kalmasını ve DNA'nın

bulunduğu yere sabitleşmesini sağlar [Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Temizkan, 1999].

Nükleozom meydana geldiği zaman DNA'nın boyu 10 kat kısalmış, kalınlığı ise 5 kat artmıştır. 6-120 nükleozomun bir araya gelmesiyle de yeni katlanmalar oluşur ve kromatinin boyu daha da kısalarak fibrilin çapı 20-30 nm'ye ulaşır. Hücre bölünmesi sırasında, metafaza gelinceye kadar fibrillerin boylarının kısalıp kalınlaşması için fibrillerde sürekli olarak yeni kıvrımlar oluşur. Bu süper kıvrımlar sonucu boy sürekli kısalır. Sonuçta metafaz kromozomlarındaki DNA'nın boyu başlangıçtaki boyuna oranla 9000 kat daha kısalmıştır. Kalınlığı da başlangıçtaki kalınlığının 400-1,000 katı daha artmıştır [Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995; Temizkan, 1999].

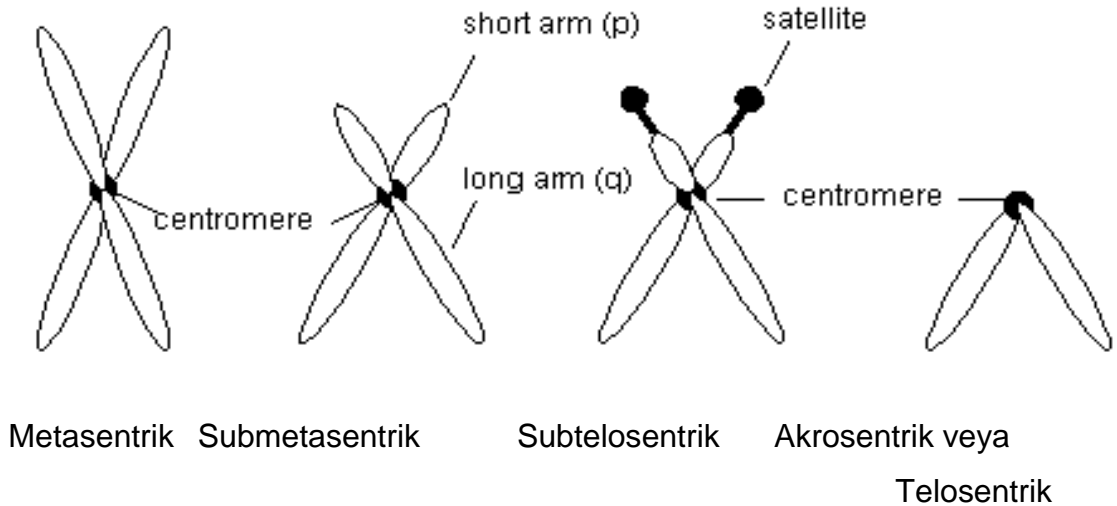


Şekil 2. 4. Kromozomun ince yapısı

## 2. 1. 14. Kromozomların şekli

Kromozom morfolojisi en iyi hücre bölünmesinin metafaz ve anafaz safhalarında incelenir. Bu safhalarda silindirik şeklindeki kromozomlar en kısa ve en kalın hallerinde olurlar ve tipik şekillerini gösterirler [Swansson, 1965].

Kromozomların genel görünüşleri sentromer pozisyonuna bağlıdır. Buna göre kromozomlar metasentrik, submetasentrik, subtelosentrik ve telosentrik veya akrosentrik olmak üzere dört grupta toplanırlar [Gülkaç, 1987].



Şekil 2. 5. Sentromer yerine göre kromozom çeşitleri

*Metasentrik kromozom:* Sentromer kromozomun hemen hemen tam ortasındadır. Kromozom kolları hemen hemen birbirine eşittir. Bu kromozomlar kutuplara çekilirken V harfi şeklinde görülürler.

*Submetasentrik kromozom:* Sentromer kromozomun ortasında değildir, dolayısıyla kollardan biri uzun, diğeri daha kısadır. Oran 1:1,1-1,9'dur.

*Subtelosentrik kromozom:* Sentromer kromozomun bir ucuna daha yakındır. Oran 1:1,9'dan büyüktür.

*Akrosentrik veya telosentrik koromozom:* Sentromer kromozomun tam ucundadır. Görülebilir ikinci bir kol yoktur.

### **2. 1. 15. Kromozomların sayısı**

Bir organizmada hücreden hücreye, bir alt türde bireyden bireye kromozom sayısı sabittir. Yüksek yapılı bir canlının soma hücrelerindeki kromozom sayısı diploid olup somatik veya zigotik diye bilinir. Mayoz bölünme sonucu oluşan gametler, yani ovum veya spermiumun kromozom sayısı ise haploid olup gametik veya mayotik sayı esas alınıp  $n$  (veya  $a$ ,  $x$ ) sembolüyle gösterilir. Buna göre normal somatik sayı  $2n$ 'dir. Seçilebilir morfolojide kromozoma sahip olan canlılar  $n = 2$  ile yüzlerce arasında olmak üzere büyük bir değişkenlik gösterir.

### **2. 1. 16. Kromozomların büyüklüğü**

Kromozomların morfolojik özellikleri mitozun metafaz ve anafazında ortaya çıkar [Macgregor and Varley, 1983].

Genellikle metafaz plağındaki ölçüleriyle bilinen bir kromozom büyüklüğü ya da uzunluğu o canlı türü için sabittir; buna rağmen bir canlının çeşitli dokuları hatta aynı dokunun çeşitli hücrelerinden elde edilen değerlerde bile farklar görülebilir.

Hücrenin dolayısıyla kromozomun o an içinde bulunduğu ortam veya koşullar, yani hücrenin interfaz veya mitozda ya da mitozun çeşitli dönemlerinde, hatta belli bir dönemin başlangıç, orta veya sonu gibi kesimlerinde yakalanışı, hipotonik sıvının yani tekniğin etkisidir [Şaylı, 1986].

Teorik olarak eşlerin iki üyesinin aynı boyda bulunması zorunluluğu karşısında gözlenen değişikliğin çoğu kez teknik nedenlere bağlanacağı doğrudur. Genellikle kontraksiyon arttıkça kromozomun boyu kısalır.

Preparatın hazırlanması esnasında kromozomların preparata gömülmelerindeki farklılıktan dolayı bir hücreden bir hücreye kromozom gözlemlerinde farklılıklar oluşur.

Kromozomların büyüklükleri oldukça sabit olup bir kromozomun uzunluğu 0,2-50  $\mu$ , genişliği 0,2-2  $\mu$  arasında değişir [Carol ve ark., 1980]. Levan ve Hsu [1959]'ya göre en büyük insan kromozomu 6,8, en küçüğü de 1,1  $\mu$  uzunluğundadır.

### 2. 1. 17. Karyoloji

Karyoloji, bir hücredeki kromozomların özdeş çift kromozomlar halinde eşlendikten sonra belli bir düzene göre sıralanmasıdır.

Mayotik ve mitotik metafazdaki kromozomların ölçümü ve tanımı basittir. Genel olarak bir kromozomun ölçülebilir ve tanımlanabilir iki özelliği bulunmaktadır. Bunlar; kromozomun boyu ve sentromerin bulunduğu pozisyonudur. Kromozomun boyu ve sentromer pozisyonunda 3 faktör hesaplanabilmektedir; sentromer indeksi, kol oranı ve kromozomun nispi uzunluğu. İlk iki faktör sentromer indeksi (CI) ve kol oranı kromozomun kendisi hakkında bilgi verir. Nisbi uzunluk ise kromozomun takımındaki diğer kromozomlarla ilişkili büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir [Macgregor and Varley, 1983].

Sentromer indeksi, kısaca aşağıdaki gibi tanımlanabilmektedir:

$$CI = \frac{\text{Kısa kol uzunluğu}}{\text{Kromozomun nisbi uzunluğu}} \times 100 \quad (2. 1)$$

Kol oranının hesaplanması ise şöyle yapılabilmektedir:

$$\text{Kol oranı} = \frac{\text{Kromozomun uzun kol uzunluğu}}{\text{Kromozomun kısa kol uzunluğu}} \quad (2. 2)$$

Buna göre metasentrik kromozomların kol oranı 1:1,1'den az, submetasentriklerin 1:1,1 ile 1:1,9 arasında, subtelosentriklerin 1:2 veya daha büyük olup akrosentriklerin ise kısa olan kolu görülememektedir [Yüksel, 1984].

Nisbi uzunluğun tanımlanması ise kısaca şöyle yapılabilmektedir.

$$\text{Nisbi uzunluk} = \frac{\text{Kromozomun toplam uzunluğu}}{\text{Haploid kromozomların toplam uzunluğu}} \times 100 \quad (2. 3)$$

Kromozomların ölçülmesinin birçok yolu bulunmaktadır. Bunların tümü iyi yayılmış preparasyonlarda iyi kontrastlı ve dış hatları keskin bir şekilde görülen kromozomlarla yapılmaktadır. En basit, en hızlı ve çok açık bir metot kamera lusida veya mikroskoba takılan çizim aleti ile mümkün olan en yüksek büyültmede kromozomların çizilmesidir.

Kromozomların dış hatları ve sentromer pozisyonları mikroskoba ve kamera lusida'ya adapte edilmiş 10 µm bölümlü mikrometrik bir lamla ölçülerek kaydedilebilmektedir. Her bir kromozomun veya kromozom kollarının uzunluğu bir şerit cetvel, basit bir harita ölçüm tekerleği veya bu iki yöntemden çok daha hızlı ve incelikli olan, mikrobilgisayara bağlı dijital göstergeli bir alet kullanılarak ölçülmektedir. Kromozom kol uzunlukları çizim üzerinde ölçüm çizgisine oranlanarak mutlak birimlere kolaylıkla

çevrilebilmektedir. Diğer metotlar en yüksek büyültmede kromozomların fotoğraflarının çekilmesi ile yapılmaktadır, sonra ölçüm yapılmak için basılmakta ve projeksiyonla büyütülmektedir [Macgregor and Varley, 1983].

Komple bir kromozom takımının karakterizasyonunda ilk adım genellikle karyotipleme olarak öne çıkmaktadır. Normal olarak bunu her bir kromozomun ölçülmesi ve bir idiyogramdaki tam kromozom takımının diyagramatik bir görünüşün hazırlanması takip etmektedir. Hayvan kromozomları ile çalışılırken çok dikkatli davranılmaktadır. Birinci mayotik prometafaz ve metafaz plaklarından sağlanan verilerle desteklenen mitotik metafaz plağının kromozom takımının pek çok özelliği not edilmektedir [Macgregor and Varley, 1983].

Kromozom sayısında güven sağlandıktan ve kromozom takımının özellikleri tanımlandıktan sonra, kromozomlar çizilmekte, fotoğrafları çekilmekte, ölçülmekte ve sentromer indeksleri, kol oranları ile nisbi uzunlukları hesaplanmaktadır. Daha sonra, bir karyotip ve kromozomlar yeterli büyüklükte ise bir idiogram oluşturulmaktadır [Macgregor and Varley, 1983].

Bir karyotipin ortaya konulabilmesi için üst üste çakışmış kromozomların olmadığı tam bir kromozom takımının iyi büyültmeli fotoğrafik baskısına ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece her bir kromozomun kesilip çıkarılması mümkün olmaktadır. Kromozomların orijinal mikrografları yüksek bir ayırma gücü olan immersiyon objektifi ile yapılmaktadır. Fotoğrafik baskı esnasında imajlar büyütüldüğünde takımdaki en küçük kromozomların bile boyutları kolaylıkla ölçülebilmektedir. Bir makasla büyütülmüş her bir kromozom kesilip çıkartılarak imajlara zarar verilmeksizin kromozomun çevresi kesilip düzeltilmektedir. Daha sonra bir resim kağıdı üzerine kromozomlar soldan sağa büyüklüklerine göre düzenlenmektedir. Bunların uzunlukları, sentromer pozisyonları ve diğer bazı kalıcı özelliklerine bakılarak homolog çiftle düzenlenmeye çalışılır. Eğer kromozomlar giemsa ve florokromlar ile boyanmışsa ya da kromozomlar oldukça farklı büyüklüklerde iseler bu işlem

bir yönüyle kolay olmaktadır. Ancak kromozom uzunluklarındaki fark azsa ve sentromer pozisyonlarına göre birbirlerine benzerlerse bu işlem zor olmaktadır [Macgregor and Varley, 1983].

Kromozomlar resim kağıdına yerleştirilirken kağıt üzerindeki bir çizgiye dayandırılmaktadırlar, kromozomların kısa kolları daima üstte kalacak şekilde ve sentromerlerine bakılarak kromozom kollarının uzunluğuna göre çiftler halinde düzenlenmektedirler. Bütün kromozom takımı yerleştirildikten sonra kromozomlar numaralandırılmaktadır ve mümkünse idiyogram yapılmaktadır. Karyotipin şekil halinde gösterilmesine “idiyogram” denir.

Bir idiyogram yapılması için kromozomların çizimi veya fotoğrafları, ölçümü, sentromer indeksleri, kol oranları ve nisbi uzunluklarının hesaplanması gerekmektedir. Daha sonra, yapılan idiyogramda her bir kromozom, kromozomların nisbi uzunluğu, sentromer pozisyonları ve bazı diğer göze çarpan özelliklerine uygun olarak vertikal bir çizgi halinde gösterilmektedir. Vertikal idiyogram çizgileri solda en uzun, sağda en kısa kromozomu temsil etmek suretiyle kromozomların boylarındaki azalmaya dikkat edilerek ve her durumda kromozomun kısa kolu üstte kalacak şekilde düzenlenmektedir. İdiyogramlar türün veya alttürün birkaç farklı bireyinden alınan kromozom takımının gerçek değerlerinin ölçümleri ile kol uzunlukları ve kromozom takımının diğer değerleri ortalama değerler olarak ifade edilebilmektedir [Macgregor and Varley, 1983].

Karyotiplemenin genel prensipleri herhangi bir hücre tipinden sağlanan kromozomlara fiilen uygulanabilmektedir. Lamba fırçası kromozomları bile sentromer pozisyonları teşhis edilebildiği sürece doğru karyotip yapmak için mükemmel materyal sağlar. Birinci matotik safhadaki kromozomlar Counce ve Meyer (1973) tarafından geliştirilmiş bir teknikte doğru olarak karyotiplendirilmiştir [Gülkaç, 1987].

### 2. 1. 18 *Spalax* kromozomlarının durumu

Türkiye körfarelerinin kromozomları üzerinde yapılan çalışmalarda, diploid kromozom sayısı  $2n=38-62$  arasında değişen 30'dan fazla form tespit edilmiştir (Çizelge 2. 1). Bu formların hepsi farklı coğrafik alanları işgal eden populasyonlardır.

Çizelge 2. 1. Türkiye'de Körfarelere ait kromozomal formları

Lokalite	2n	m/sm/st	a	X	Y	NFa	NF	Araştırmacı
Çorlu, Karaveli	56	1+5+3	17	Sm	A	74	78	Savic and Soldatovic, 1978
Havran, Selçuk	38	8+8+1	1	St	A	70	74	Savic and Soldatovic, 1979
Bigadiç <sup>4</sup> , Dikili-İzmir <sup>4</sup>	38	7+5+5	1	Sm	-	70	74	Tez ve ark., 2002
Suruç <sup>1</sup>	54	3+3+4	16	M	St	76	72	Yüksel ve Gülkaç, 1992
Şanlıurfa	52					78		Nevo, 1995
	52	--8+5	12	Sm	-	76	80	Ivanitskaya ve ark., 1997
Gaziantep <sup>2</sup>	56	3+4+7*	13	M	St	90**	86**	Yüksel ve Gülkaç, 1992
	58					78		Nevo, 1995
	56	12	15	Sm	A	78	82	Ivanitskaya ve ark., 1997
Malatya, Yazıhan,	60	9 st	20	Sm	A	76	80	Yüksel, 1984; Gülkaç ve Yüksel, 1989; Nevo, 1995
Yozgat <sup>3b</sup>	54	--3+6	17	Sm	St	70	74	Yüksel ve Gülkaç, 2001

Çizelge 2. 1. (Devam) Türkiye'de Körfarelere ait kromozomal formları

Bayındır	36	5+10+2	1	-	-	-	70	Sözen ve ark., 1999
Ankara, Afyon	60	---+10	19	Sm	St	78	82	Sözen ve ark., 1999
Burdur	60	---+11	18	Sm	St	80	84	Sözen ve ark., 1999
Tarsus	56	7	20	Sm	-	68	72	Nevo, 1995; Ivanitskaya ve ark.,1997
Birecik, Diyarbakır, Elazığ, Siverek, Şırnak Hilvan <sup>1</sup> , Adıyaman <sup>2</sup>	52	6+5+-	14	Sm	A	72	76	Yüksel, 1984; Gülkaç ve Yüksel, 1989; 1992; Nevo, 1995; Ivanitskaya ve ark., 1997; Coşkun, 1998
Madenköy <sup>3</sup>	58	++1+5	22	Sm	A	68	72	Sözen ve Kıvanç, 1998
Gülek <sup>4</sup>	56	1+2+4	20	m	A	68	72	Sözen ve Kıvanç, 1998
Sebil <sup>4</sup>	52	++3+6	16	Sm	A	68	72	
Erzurum	50	9	15	Sm	A	66	70	Nevo, 1995; Coşkun, 2003
	50	10	14	Sm	A	68	72	Sözen ve ark., 1999
Kars	50	9	15	Sm	A	66	70	Nevo ve ark., 1994; Coşkun, 2003
Kilis	52	10	15	Sm	A	70	74	Coşkun, 1997;1999
Nevşehir, Kırşehir <sup>3a</sup>	60	---+9	20	Sm	St	76	80	Yüksel ve Gülkaç, 2001

Çizelge 2. 1. (Devam) Türkiye'de Körfarelere ait kromozomal formları

Malatya, Kayseri, Gürün	60	8 st	21	Sm	A	74	78	Ivanitskaya ve ark., 1997; Tez ve ark., 2001
Kayseri	60	-+++9	20	Sm	St	76	80	Yüksel ve Gülkaç, 2001

Metin içerisinde 8, karyotipte 7 olarak verilmiş. 8 olursa  $2n=58$  olmalı. \*\*  $2n=56$  ise hesaplama yanlış,  $2n=58$  ise hesaplama doğru olur. <sup>1</sup>.S. e. kirgisorum, <sup>2</sup> S. e. intermedius, <sup>3</sup> Spalax leucodon cilicicus, <sup>3a</sup> Spalax leucodon cilicicus (Populasyon A) <sup>3b</sup> Spalax leucodon cilicicus (Populasyon B), <sup>4</sup> Spalax leucodon, <sup>5</sup> Nannospalax nehringi nehringi, olarak adlandırılmıştır.  
m: metasentrik, sm: submetasentrik, st: subtelosentrik, a: akrosentrik

### **3. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI**

#### **3. 1. Kromozomların Elde Edilmesi Ve Kromozom Bantlama Yöntemleri**

##### **3. 1. 1. Kromozom elde etme yöntemleri**

Karyolojik çalışmalarda temel olarak doğrudan (direkt) ve doğrudan olmayan (indirekt) şeklinde iki metod uygulanmaktadır:

##### Direkt yöntem

Direkt tekniklerin kullanımıyla ışık mikroskopları için kromozom preparatları hazırlamak mümkündür. Metodla kromozomlar böbrek, karaciğer, kemik iliği gibi mitoz bölünmenin çok olduğu dokulardan kolşisinin mitostatik (mitozu durdurucu) etkisi kullanılarak elde edilir. Karyolojik analizler için direkt metodların bazı avantaj ve dezavantajları vardır.

Avantajları;

- Yöntem zaman almaz
- Kısa zamanda deney sonuçlanır
- Kontaminasyon riski yoktur
- Yöntem oldukça basittir
- Kullanılan kimyasallar ucuzdur.

Dezavantajları ise;

- Metafaz sayısı azdır
- Bir canlı ancak bir deneyde kullanılabilir
- Örneğin büyük olması dezavantajdır

### İndirekt yöntem

Hücre kültürü yöntemi doğrudan olmayan, indirekt metod çeşitli doku kültürlerinin özellikle kan doku kültürünün yapılması esasına dayanır. Metod kolşisinin yanında phtohaemaglutinin (pHA) gibi mitotik uyarıcıların kullanılmasına izin vermektedir [Pekol, 2000].

İndirekt yöntemin de avantajları ve dezavantajları vardır.

Avantajları;

- Bu yöntemle elde edilen kromozomlar ya da metafazlar çok kalitelidir ve çok sayıda metafaz elde edilebilir
- Bir hayvan birden fazla defa kullanılabilir.

Dezavantajları;

- Yöntem daha uzun ve daha zordur
- Kontaminasyon riski vardır
- Daha fazla sayıda kimyasal gerekir ve çok pahalıdır
- Kanı olmayan canlıların kültürü yapılamaz [Gaffaroğlu, 2003].

### **3. 1. 2. Kromozom bantlama yöntemleri**

Çizelge 3. 1. Kromozom bantlama tekniklerinin tarihçesi

Yöntem	Yıl	Araştırmacı	Açıklama
Q-bantlama	1970	Caspersson,Zech, Johansson	Florasın boya maddesi kullanılarak spesifik kromozomların ve yapısal düzenlemelerin belirlendiği yöntemdir. AT-zengin bölgeler boyanır. Y kromozomu (aynı zamanda interfaz nukleusunda ki Y cisimciği) ve özel kromozomların sentromer ve satellitlerinde oluşan çeşitli polimorfizmlerin ayırtılmasında kullanılır.

Çizelge 3. 1. (Devam) Kromozom bantlama tekniklerinin tarihçesi

G-bantlama (tripsin)	1971	Seabright	Koyu bantlar A-T bazlarınca zengindir, içerdikleri aktif gen sayısı azdır.
G- bantlama (acetic- saline)	1971	Sumner, Evans, Buckland	Bu tip boyamada kromozomlar Giemsa boyasından önce tuz solüsyonuna maruz bırakılır.
C-bantlama	1971	Arrighi, Hsu	Bu yöntemle, sentromere yakın olan bölgelerde bulunan, yüksek tekrarlanma gösteren konstitutive (her zaman mevcut olan) heterokromatin bölgeleri işaretlenir. Bu yöntem sentromer ve ona yakın bölgelerdeki yeni düzenlemelerin aydınlatılmasında, sentromer sayısını göstermede ve polimorfizm incelemelerinde kullanılır.
R-bantlama (sıcak ve Giemsa)	1971	Dutrillaux, Lejeune	R bantlama teknikleri ile koyu pozitif G bantları ters boyanma gösterir. G-C zengin bölgeler boyanır. Giemsa boya yöntemi ile şüphelenilen ama teşhis konamayan bazı yapısal düzensizliklerin teşhisinde yardımcı olur.
G-11 boyama	1972	Bobrow, Madan, Pearson	Bu metod pH'ı 11,0'a ayarlanmış Giemsa boyama tekniğine dayanır. İnsan kromozomları sentromerik bölgeleri mavi olarak boyanmış mor-pembe kromozomlar olarak görülürler.
Antikor bantlama	1972	Dev ve ark.	Kromozom bölgelerine özgü antikorlar, kromozomların dolaylı olarak imminoflorasanlarla boyanmasından sonra kullanılırlar.
R-bantlama (fluoresans)	1973	Bobrow, Madan	Bu metod DNA S (sentez) fazının başlarındayken florasana maddelerle boyanması esasına dayanır. Telomer içeren kromozomlarda delesyon ya da translokasyonların belirlenmesinde kullanışlı bir yöntemdir.

Çizelge 3. 1. (Devam) Kromozom bantlama tekniklerinin tarihçesi

T-bantlama	1973	Dutrillaux	Telomerik ya da terminal bantlama da denilen teknik, kromozomların telomerlerini yani uçlarını boyayan bir metoddur.
Gümüş (NOR) boyama	1973	Howell, Denton Diamond	Kromozomların nükleolus oluşumunda rol oynayan bölgeler bu bantlama yöntemi ile gösterilir. Kalıtsal özelliklere bağlı ortaya çıkan polimorfizmde ve bu bölgelerde normal olmayan durumları tanımlamada kullanılan bir yöntemdir.
Yüksek Ayırıcı bantlama	1975	Yunis	800 bant içeren metafaz öncesi evredeki kromozomların elde edilmesi yöntemidir. Ara delesyonların incelenmesinde bu yöntem kullanılır.
DAPI/distamisin A boyama	1978	Schweizer, Ambros, Andrie	DAPI (4,6-diamino-2-fenilindol), DNA'nın A-T bölgeleri için özel florasan işaretleyici bir maddedir. Kromozomlar bu madde ile boyandıklarında kontrast çok fazla olmasa da Q bantlamadaki kromozomlar gibi görünürler. DA (Distamycin A), DNA'nın A-T bölgelerini özel olarak işaretleyen bir badedir. Ama florasan özellikte değildir. Kromozomlar DAPI ile boyanırlar, DA ile kontrast boyama yapılır.
Restriksiyon endonükleaz bantlama	1978	Sahasrabudhe, Pathak, Hsu	Bu teknikte Giemsa boyama ardından preparatlar bazı restriksiyon enzimleriyle muamele edilirler. Bu enzimler, genomdaki C-heterokromatik zonların özelliklerini ortaya çıkarmada ve çeşitli klinik çalışmalarda kullanılır.

## 3. 2. Nukleolus Organizatör Bölge (NOR)

### 3. 2. 1. NOR'un yeri ve önemi

Canlı hücrede protein sentezi ribozomlarda yapılmaktadır. Bu nedenle ribozomlara ve bir ribozom bileşeni olan rRNA'ya büyük çapta gereksinim duyulmaktadır [Gaffaroğlu, 2003].

Nukleolus (çekirdekçik), RNA polimeraz I vasıtasıyla yüksek oranlarda RNA genlerinin transkripsiyonunu yapan iri DNA loplarnı içerir. Bu DNA loplarnı NOR olarak bilinir [Alberts ve ark., 1983].

Kromozom üzerinde bulunan NOR genellikle heterokromatin yapısındadır [Ozban, 1994]. NOR özel olarak boyanabilen bir bölgedir. Işığı kırar, bu özelliğinden dolayı çok belirgin bir şekilde görülür [Gaffaroğlu, 2003].

Kromozom üzerindeki özel işaretleyici konumu nedeniyle genel olarak NOR'lar sistematik ve taksonomik işaretleyici olarak kullanılmıştır. Kromozomlarda bulunan NOR'lar gümüş nitrat ile yoğun olarak boyanmaktadır. Gümüş boyama; NOR ile ilgili Nonhiston proteininin geçici olarak iyonik gümüş ile bağlanarak gümüşün indirgenmesi ile meydana gelen bir reaksiyondur [Pekol, 2000].

Genellikle kromozomun kısa kolunun (p) ucundadır. Ancak uzun kolun ucunda, kromozomun ortasında ve sentromere bitişik pozisyonda da görülebilir [Gold and Zoch, 1990].

Türler arası ve içi, populasyonlar içi ve arası, hatta birey içi NOR'un varlığı, sayısı ve morfolojisi değişebilmektedir. Bu özelliğinden dolayı NOR varyasyonların karşılaştırılmasında, türleşmelerin belirlenmesinde ve açıklanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca taksonomik çalışmalarda NOR türler

arasındaki akrabalıkların belirlenmesinde de kullanılmaktadır [Gold and Zoch, 1990].

Tür içi ve türler arası heteromorfizmin 4 katogoride değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Bunlar;

- a. Genom başına mutlak NOR sayısı,
- b. NOR'ların pozisyon ve kromozomal yerleşimi,
- c. NOR'ların büyüklüğü,
- d. Hücre başına aktif NOR'ların dağılımı,

“a” ve “b” türler arası, “c” ve “d” tür içi heteromorfizmin belirlenmesinde kullanılır. Tür içi NOR heteromorfizminin değerlendirildiği başka bir çalışmada; tür içi NOR heteromorfizmi 3 tipte tanımlanmıştır ki bunlar;

1. NOR büyüklüğü; NOR boyu heteromorfizmi: Bu tipte homolog kromozomların NOR'ları farklı büyüklüktedir.
2. NOR silinmesi: İki homolog kromozomun bir tanesinde NOR silinmiştir.
3. NOR aktivite heteromorfizmi [Pekol, 2000].

Birçok türde birden fazla nukleolar kromozom bulunurken, bazı türlerde haploid genomda yalnızca bir nukleolar kromozom bulunmaktadır. Farede X ve Y kromozomları ile 6. kromozom; *Triticum aestivum*'da 1., 10., 14. ve 18. kromozomlar; insanda 13., 14., 15., 21. ve 22. kromozomlar nukleolus oluşumu ile ilgili olan kromozomlardır [Ozban, 1994].

Oluşan nukleolus sayısı, NOR sayısına bağlıdır. Genellikle bir nukleolus, bir NOR'dan oluşur. Bazen NOR'dan bazılarının etkin olmayışından veya birden fazla NOR'un tek bir nukleolus oluşumunda iş birliği yapmasından dolayı oluşan nukleolus sayısı NOR sayısından az olabilir. Bu durum en iyi şekilde mitoz bölünmenin telofaz evresinde gözlenebilir. NOR'da yeni oluşacak nukleolus materyali prenukleolar cisimler adı verilen fibrilli ve granüllü

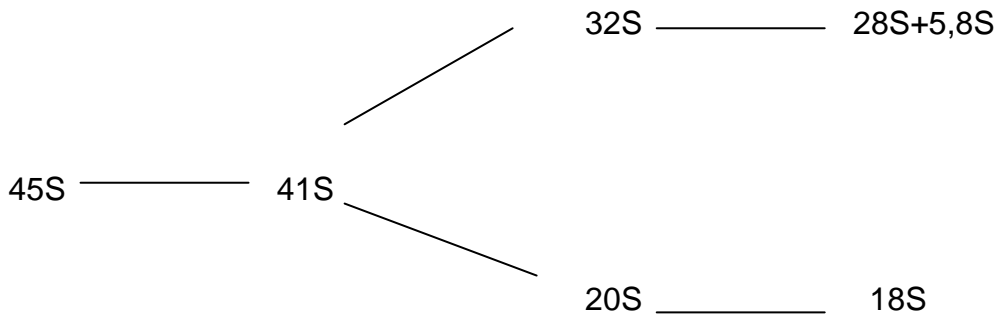
bölgeler halinde belirmeye başlar. Bu pre nukleolar cisimlerin sayısı azalırken bir araya toplanıp kaynaşarak yeni nukleolusu oluştururlar. [Ozban, 1994].

Coğrafik izolasyon nedeniyle gen alışverişi sınırlı olan türlerde karyotip ve NOR çeşitliliği artmaktadır. Bu bakımdan bu türlerin küçük ancak izole populasyonlarında bile farklı karyotiplere rastlanmaktadır [Gaffaroğlu, 2003].

Nukleolar kromozomlarda bulunan NOR'lar bazen sekonder boğumla ilişkili iken bazen hiç ilgisi olmayabilir. Bu durumda NOR genellikle nukleolar kromozom kolunun ucunda oluşur. Kemirgenlerde olduğu gibi NOR nukleolar kromozom kolunun ucunda oluşmuşsa bu şekildeki nukleolar kromozomların metafaz evresinde ikincil boğum görülmez.

NOR üzerindeki ribozomal genler, belli aralıkta bölgeler bırakarak DNA molekülü boyunca dizilirler. Aralık bölgelerde transkripsiyonu yapılmadığı halde genlerde RNA transkripsiyonu yapılmaktadır. Ömrü yaklaşık 15 dakika kadar olan her RNA molekülü metilasyona uğrayarak kırılma adı verilen ilerleme olayı ile 18S, 28S ve 5,8S olmak üzere alt bölümlerine ayrılır [Ozban, 1994].

Olay şu şekilde gerçekleşir:



Nukleolus içerisinde yaklaşık olarak 40 dakika kadar kalan 32S RNA, 28S RNA ve 5,8S RNA'lara ayrılır ve bu iki RNA molekülü bir süre daha

nukleolusta kalır. Büyük alt birime ait proteinlerle birleşip büyük alt birimin oluşumuna katılmak üzere stoplazmaya geçer.

20S RNA'nın 18S RNA'ya dönüşümü ise daha çabuk gerçekleşir. 18S RNA küçük alt birimi oluşturmak üzere stoplazmaya geçer.

Mitoz bölünme boyunca nukleolusta çeşitli değişiklikler meydana gelir, hatta bölünmenin olmadığı interfaz evresinde bile nukleolustaki bu değişiklikler gözlenir. Kromozomların biçimlenmeye başladıkları geç profaz evresinde ribozomal RNA genlerini içeren DNA ilmeği kısalır, sarılıp bükülür ve kromozomun NOR'una çekilir. Bu sırada nukleolus da küçülüp kaybolur.

Nukleolusun yeniden oluşumu ise geç telofaz evresinde gerçekleşir. Bu evrede NOR'un içine çekilmiş olan sıkı sarmallı DNA ilmeği yavaş yavaş gevşeyip açılır ve bu bölgede nukleolus yeniden oluşur.

### 3. 2. 2. NOR üzerine yapılan çalışmalar

NOR'un yapısı ve önemi açıklandıktan ve bu bölgelerin türler arasında inversiyonlar, delesyonlar ve benzeri kromozomal değişikliklerle farklılık gösterdikleri anlaşıldıktan sonra pek çok NOR'un yeri ve karyotipik evrimi açısından incelenmiştir.

1980'li yıllardan sonra boyama tekniklerinin geliştirilmesi ve mikroskopideki gelişmeler bu çalışmaları desteklemiş ve özellikle son 10 yıl içinde bu çalışmalarda göze çarpıcı gelişmeler kaydedilmiştir.

*Vespertilionidae* familyasında *Eptesicus brasiliensis* ve *Molossidae* familyasından *Molossus molossus* üzerinde NOR çalışmaları yapılarak bu türler üzerinde NOR'un hangi kromozomlar üzerinde bulunduğu karşılaştırmalı olarak saptanmıştır [Freitas ve ark.,1992].

*Mus musculus*'ta NOR taşıyan kromozomlar insitu hibridizasyon tekniğinin kullanılmasıyla gösterilmiştir [Henderson ve ark., 1974; Elsilver and Ruddl, 1975].

Kaplumbağaların 27 türünde NOR lokasyonlarındaki varyasyonları gösterilmiştir. Bu tip çalışmaları memelilerde yapmak, bireysel kromozomların tayininin güçlüğünden ve kromozom sayılarının yüksek olmasından dolayı genellikle zordur. Özellikle NOR lokasyonu yapıldığında akraba türler arasında karşılaştırma yapılabilir [Bicham ve Rogers, 1985].

*Microtidae*'nin 5 türünün [*Microtus nivalis*, *M. cabrarea*, *M. arvelis*, *Arvicola sapidus* ve *A. terrestris*] karyotip evriminde kromozomların yeniden düzenlenmesi yeterince anlaşılammıştır ve filogenetik ağaç çizilmiştir [Burgos et al, 1988]. Buradaki bilgiler bu grubun karyotipik evrimi esnasında kromozomların yeni düzeni ile NOR lokasyonunun mümkün olan modifikasyonlarının belirtilmesinde kullanılmıştır [Sanchez ve ark., 1990].

Amazon nehri, Sao Francisco nehri ve Tiete nehriindeki doğal populasyonlarında *Sternopygus macrurus*'un (*Pisces*, *Gymnotoide*) karyotipleri, NOR lokasyonu ve konstitütif heterokromatin örnekleri rapor edilmiştir [Almeida ve ark., 1993].

*Archaeogastropoda* (*Mollusca*; *Pcosobranchia*) içinde en düşük kromozom sayısına sahip *Tricolia speciosa*'da gümüş boyama tekniği ile NOR analizleri yapılmıştır. *Tricolia speciosa*'nın Ag-NOR örneklerinde bir intraspesifik değişkenlik mevcuttur [Vitturi and Catalano, 1989].

NOR'un bir analizi gümüş boyamayla, *Synodontis* genusunun 5 türünde; *S. budgetti*, *S. sorex*, *S. violaceus*, *S. schall*, *S. filamentous* ve *Hemisynodontis* genusunun bir türünde; *H. membranaceus*'ta rapor edilmiştir [Oberdorff ve ark., 1990].

Salyangoz *Helicella virgata*'nın testicular hücrelerinin gümüş boyama analizleri göstermiştir ki, nukleolus organizasyonunda hem mitotik hem de mayotik kromozomların her ikisi de ilgilidir. NOR örneklerindeki birey içi değişkenlik, analizleri yapılmış olan 20 örneğin her birinde mevcuttur [Vitturi ve ark.,1991].

Semenderlerden *Triturus*'un 2 türünün mitotik metafaz kromozomlarında amonyaklı gümüş boyama tekniği uygulanmış, bu metot NOR'un belirlenmesinde yararlı olmuştur [Raghianti ve ark., 1977].

Geliştirilen gümüş boyama tekniği ile kromozomun özel bir bölgesindeki kromozom proteinlerinin farklı boyanmasına izin vermiştir [Goodpasture ve Bloom, 1975]. İnsan-fare somatik hücre hibritlerindeki gümüş ile boyanan aktif NOR'lar gösterilmiştir [Miller ve ark., 1976].

Evcil koyunda NOR 5 çift kromozomun telomerik bölgesine yerleştiği tespit edilmiştir [Moreno-Milan ve ark., 1990].

*Bucibulum corneum*'un kromozomlarının heterokromatin bölgeleri ve NOR basit bir metot aracılığıyla tanımlandı. *B. corneum*'un gümüş ile boyanmış kromozom preparasyonlarının analizleri birey içi değişkenliği 5 örneğin her birinde analizler yapılan NOR örneklerinde mevcuttur [Vitturi and Catalano, 1990].

Kuşların 5 türünde NOR incelendi. *Gallus domesticus*, *Columba vivia*, *Colombina talpacoti* ve *Molothrus bonariensis* türleri sadece 1 NOR taşıyan mikrokromozm çiftine sahiptir. *Guira guira* ve *Pitangus sulphuratus* türlerinde NOR 9. kromozom çiftinin satellit bölgesine yerleşmiştir. Çok sayıda mikrokromozom olmasına rağmen bunların birkaçı fonksiyonel olarak aktif NOR'e sahiptir [Rocha and Lucca, 1988].

*Tymallus thmallus* [Kalat ve ark., 1988], *Pagellus bogaraveo* [Vituri ve ark., 1990] üzerinde NOR tespiti için çalışmalar yapılmış ve birey içi Ag-NOR değişkenliği gözlenmiştir.

*Pamphagus ortolani*'nin spermatogenesisinde Ag-NOR örnekleri rapor edildi. X kromozomunun kısalma derecesi, mayoz ve mitoz evrelerinde aynı değildir. X elementi kapsayan bütün mitotik kromozomlar taşıyıcı bivalent NOR sayısında bir değişiklik gözlenene kadar nukleolar organizasyonda sabit olarak bulunurlar [Mansueto and Vitturi, 1989].

*Dipladus bellotti*'de Ag-NOR analizleri yapılmıştır. Çalışmanın amacı *D. bellotti*'nin Ag-NOR'yi tanımlamak ve çok yakın akraba türlerinde kromozom akrabalığını tartışmaktır. NOR'ye yakın görünüşte heterokromatin içeren intra-individual polimorfizmi tanımlamaktadır [Amores ve ark., 1993].

Hindistan evcil domuzlarının kromozomlarında NOR çalışılmıştır [Vijh et al, 1991]. *Gymnamadytes cicereus*'un büyük kromozomlarının iki çiftinde NOR görülür. Yapılan çalışmalar bu türlerin karyotip evrimlerinde büyük sayıda yeniden düzenlemeler olduğunu göstermektedir [Amores ve ark., 1993].

*Zeus faber*'in 5 erkek, 4 dişi olmak üzere toplam 9 olgun seks türünün karyotip analizleri yapılarak NOR sonuçları tartışılmıştır [Vitturi ve ark., 1991].

Evcil tavşan üzerinde NOR aktivitesi üzerine istatistiksel analiz çalışmaları yapılmıştır [Monteagudo and Arruga, 1991].

*Cervus nippon hortulorum* üzerinde NOR çalışmaları yapılarak kromozomlar üzerinde NOR'nin bulunduğu yerler tespit edilmiştir [Mayr and Kalat, 1989].

Geliştirilmiş N-bantlama tekniği ile memeli hayvanlar, keseli hayvanlar, balıklar, kuşlar, böcekler ve bitkileri içeren 27 çeşit materyalde NOR yerleşimi belirlenmiştir [Funaki ve ark., 1975].

Birbirleriyle sıkı ilişkili *Symphodus melops* ve *Symphodus roissali* türlerinde yaygın olarak Ag-NOR karyotiplerinin karşılaştırmalı analizleri yapılmış ve aralarında göze çarpan farklılıklar olduğu gösterilmiş, onların başlıca 2N ve temel sayı değerlerinde de bu farklılıklar gözlenmiştir [Lopez ve ark., 1989].

*Pycnogaster cucullata* (Orthoptera) türünde de NOR çalışılmıştır [Santos ve ark., 1990].

Hayvan mayotik kromozomlarında NOR'lar özel metafaz kromozomları üzerine yerleşmiş, gümüş boyalı noktalar gibi gözlenmiştir [Howell, 1982].

Birçok omurgalı hayvanda bu bölgeler ne metafaz 1, ne de metafaz 2'deki mayotik kromozomlarda tanımlanamamıştır [Schmid ve ark., 1982]. Bununla beraber Suja ve Rufas [1987] yakın zamanda çekirgede mayotik bölünmelerin her ikisinde de iki nukleolar döngü olduğunu göstermişlerdir. Öyle ki bunlar bitki mayozlarında da benzer şekilde rapor edilmiştir [Loidl and Greilhuber, 1983; Cunado ve ark., 1986].

### **3. 3. C-Bantlama**

#### **3. 3. 1. C-bantlama ile ilgili yalıpan çalışmalar**

C-bantlamanın translokasyon noktalarının belirlenmesi için önemli bir araç olduğu önceden kanıtlanmıştır. Dünya koleksiyonlarındaki arpalarda yapılan C-bantlamada 3. ve 5. kromozomlar arasındaki değişimde 28 translokasyon çizgisi rapor edilmiştir. Kromozom morfolojilerinde değişiklik olmayan 14 translokasyon çizgisindeki ara değişimlerin simetrik olduğu gözlenmiştir. Buna karşın diğer 14 translokasyon çizgisi asimetrik ara değişimleri taşımaktadır [Laeursen, 1987].

Şili'de endemik olan *Leontochir Phil.* (*Alstroemeriaceae Dumortier*) monotipik genus üyesi *Leontochir ovalleie*'nin coğrafik dağılımı kuzey bölgedeki

Atacama çölü ile sınırlandırılmıştır. Sitogenetik bir çalışmada *L. ovelle*'nin diploid kromozom sayısı  $2n=18$  olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada ilk olarak *L. ovelle*'nin C-bant özellikleri analiz edilmiştir. *L. ovelle*, 9. kromozom haricindeki bütün kromozom üyelerindeki C-bantlar konstitute heterokromatin ve karyotipte geniş yer kaplar. C-bant özellikleri, toplam haploid kromozom seti uzunluğunun %20'sini oluşturur. Yapılan bu çalışmada *L. ovelle*'nin bu güne kadar nitelendirilmiş *Alstroemeriaceae* içinde C-bant uzunluğu bakımından en geniş öneme sahip olduğu gösterilmiştir [Seguel ve ark., 2005].

*Coleoptaran* alt ailesi üyeleri *Rutelinae* ve *Dynastinae* mayotik kromozomları üzerine standart ve gümüş nitrat, c bantlama, flouresan insitu hibridizasyon (FISH) yöntemleri uygulanmıştır. Bu çalışmada 3 *Rutelinae* üyesi türün (*Geniates borelli*, *Macraspis festiva* ve *Pelidnota pallidipennis*) ve 2 *Dynastinae* üyesi türün (*Lygirus ebenus* ve *Stratugus surinamensis hirtus*) heterokromatin, NOR dağılım ve çeşitliliği ile beraber karyotipik özelliklerinin detayı gösterilmiştir.

Çalışmada, *G. borelli*, *P. pallidipennis*, *L. ebenus* ve *S. s hirtus*'da karyotip  $2n=20$  olarak tespit edilmekle beraber *G. borelli*, *P. pallidipennis*, *L. ebenus* meta-submetasentrik kromozomlarının büyüklük derecelerinde azalma olduğu da belirlenmiştir. *M. festiva*'da karyotip  $2n=18$ 'dir. *L. ebenus*'ta NOR'un otozomal kromozomda, fakat diğer 4 türde seks kromozomunda lokalize olduğu bulunmuştur. FISH tekniği *Rutelinae* üyelerinde X kromozomundaki rDNA konumlarını göstermiştir [Bione ve ark.,2005].

Başka bir çalışmada *Bradyparinae* altialesi üyesi *Callimenus (=Bradyporus) macrogaster macrogaster* Lef. kromozom ve karyotip bilgileri (sayı, uzunluk, kol oranları, sentromerik indeks) tanımlanmıştır. Diploid kromozom sayısı 2 çift metasentrik, 2 çift submetasentrik ve 6 çift akrosentrik parça ile beraber  $2n=23$  olarak bulunmuştur ve X kromozomu metasentriktir. Temel karyotip G ve C-bant örneklerinin tanımlanmasıyla tamamlanmıştır. Spermatogonial

metafazdaki C-bant örnekleri tüm kromozomlardaki parasentrik C-bantlar ve 5. kromozomdaki distal C-bant ile karakterize edilir [Turkođlu, 2002].

*Pseudomonas strinatii* heterokromozomunun kompozisyonunun karakterize edilmesi için flourokromla beraber üçlü boyama (DA/DAPI) ve C-bantlama yöntemleri kullanılmıştır. Bazı hücrelerde 1. ve 2. kromozomlarda yoğunluk farkıyla beraber C-bantlar görülmüştür. Flourokrom boyamalarındaki DAPI+ bölgeleri C-bantlama örnekleriyle uyum gösterir. Bu bölgeler A-T bakımından zengindir [Campos and Fontanetti, 2005].

Hayvan ve bitki kromozomlarının sentromerik ve sentromerik olmayan bantlama örneklerinin kıyaslanmasından benzerlikler ve farklılıklar ortaya çıkar. Hayvanlardaki (reptil, kuş, memeli) C ve G bantlar benzerdir, buna ek olarak bitkilerde terminal (uç) olarak sentromerik olmayan bantlar bulunur. Bitkilerdeki sentromerik olmayan bantlar, basit DNA sıralarınca zengin olan esas heterokromatin bloklarına sıklıkla uygunluk gösterir, bu nedenle C bantlara benzer. Ancak bu bantların çoğu geç kopyalanan DNA içerir. Ayrıca bu bantlar A-T baz çifti bakımından zengindir ve Feulgen ve Q bant pozisyonları ile uygunluk gösterir. Bu nedenle memelilerdeki G bantlarla karşılaştırılabilir. Giemsa boyamadan sonra sentromerik olmayan ters bantlamalar olmasına rağmen bunlar halen bitkilerde kesinlik kazanmamıştır. Ters bantlama örnekleri G-C bölgeleri için spesifik flourokromlar ya da Feulgen ile birlikte açığa çıkarılabilir. Bu nedenle bitkilerde yapılan giemsa boyama örneklerinin tamamı memeli kromozomlarındaki C bantlamalarla uyum göstermez [Schubert and Döbel, 1984].

Chagas hastalığının esas vektörü olan *Tritoma infestans*'ın esas karyolojik değişimlerdeki dağılımı analiz edilmiştir. 2 allopatrik grup belirlenmiştir; andrean ve non-andrean. Andrean tür örnekleri 22 kromozomunun çoğunda C-heterokromatik bloklar gösterir. Ayrıca non-andrean tür örneklerinin sadece 4. ve 7. otozomal kromozomlarında C-bant görülür. Andrean ve non-andrean

grupları arasındaki bu heterokromatin farklılıkları göze çarpan DNA içerik varyasyonlar sebebi gibidir [Panzera ve ark., 2004].

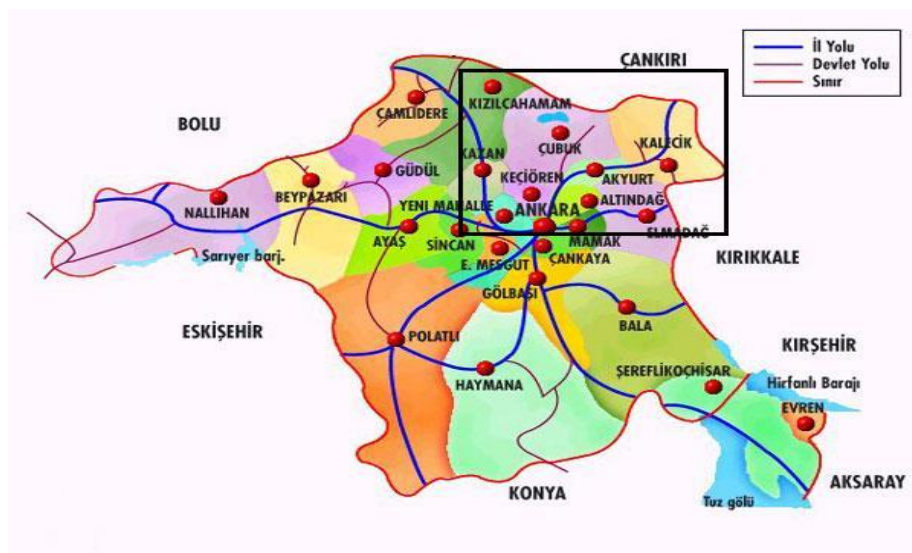
## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

### 4. 1. Araştırma Alanlarının Tanımı

Araştırma alanları olarak Ankara'nın kuzeyinde yer alan Kızılcahamam, Çubuk, Akyurt ve Kalecik ilçeleri seçilmiştir.



Harita 4. 1. Çalışma alanı



Harita 4. 2. Örneklerin alındığı yer ve araştırma alanı



Harita 4. 3. Örneklerin alındığı yer ve araştırma alanının ayrıntısı

Bu alanların seçilme nedeni; Alanlar arasında çeşitli coğrafik bariyerler olması ve bu bariyerlerin yakalanan örnekler arasında NOR farklılığının ve dolayısıyla türleşmelerin açıklanmasına yardımcı olabileceğinin planlanmasıdır.

#### 4. 2. Materyal

20. 04. 2006/12. 05. 2007 tarihleri arasında araştırma alanlarından yakalanarak taşıma kafesleriyle laboratuara getirilen örnekler, stresten uzaklaşmaları ve laboratuvar şartlarına uyum sağlayabilmeleri için birkaç gün bekletildi.

#### 4. 3. Yöntem

##### 4. 3. 1. Ön muamele

- Hayvanlara eter ile bayıltılarak intraperitoneal olarak 1 gr vücut ağırlığı başına 0,01 ml, %0,1'lik kolşisin enjekte edilir.
- Enjeksiyondan 3,5 saat sonra hayvanların boyun kemikleri kırılarak derhal ölmeleri sağlanır.

#### 4. 3. 2. Kemik iliğinin çıkarılması

- Hayvanların femurları alınır.
- Hayvanların arka bacaklarındaki femurlarından kemik ilikleri % 1'lik sodyum sitrat enjeksiyonu ile tüpler içinde toplanır.
- İyi bir süspansiyon elde etmek amacıyla tüpler 1 dk süresince şiddetlice sallanır.
- Tüpler 37<sup>0</sup>C'de 30 dk inkübasyona bırakılır.
- İnkübasyon sonrasında tüpler bir süzgeç bezinden süzülerek bir santrifüj tüpünde toplanır ve 8 dk 10000 rpm'de santrifüj edilir.

#### 4. 3. 3. Dokuların fiksasyonu

- Santrifüjden sonra hücre yığınının dağılmamasına dikkat edilerek süpernatant atılır ve hücre yığınının üzerine 3 ml. fiksasyon solüsyonu (3 kısım metanol +1 kısım asetik asit) eklenir.
- Daha sonra oda ısısında 15 dk fiksasyon için inkübasyona bırakılır.
- Hücreler fiksasyon sonrasında sallanarak tekrar süspansiyon haline getirilir ve 10 dakika 10000 rpm'de santrifüj edilir.
- Süpernatant, hücre yığını dağıtılmadan alınır ve atılır. Hücre yığını üzerine 3 ml fiksasyon solüsyonu (3 kısım metanol +1 kısım asetik asit) eklenerek yukarıdaki işlem tekrar edilir.
- Daha sonra bu yıkama işlemi 4-5 kez tekrarlandı.

#### 4. 3. 4. Preperasyonda kullanılacak lamların temizlenmesi

İyi bir preparat elde etmek için yayma yapılacak lamların son derece temiz olması gerekir. Lamlar bir tülbent yardımıyla deterjanla musluk suyunda iyice yıkanır. Yıkanan lamlar 100 ml etanol+1 ml HCl solüsyonunda en az 10 dk bekletilir. Bu solüsyondan çıkarılan lamlar bez ya da kağıt havlu ile kurulanır.

Bu işlemin kromozom preperasyonuna başlamadan hemen önce yapılması gereklidir [Pisano, 1992].

#### **4. 3. 5. Materyalin lam üzerine alınması**

Son yıkamadan sonra hücreler 1 ml fiksatif solüsyonu (3 kısım metanol +1 kısım asetik asit) içinde süspansiyon edilir ve bu hücre süspansiyonu bir pipet yardımı ile alınarak kimyasal olarak temizlenmiş lamlar üzerine 4-6 damla damlatılarak preparatlar hazırlanır. Daha sonra lamlar bir gün süreyle havada kurutulmaya bırakılır.

#### **4. 3. 6. Boyama**

Yapılan çalışmada aynı bireye ait hazırlanan preparatlar giemsa boyama, bir NOR, bir kısmı ise C bantlama işlemlerine tabi tutuldu.

##### Giemsa boyama

- Hazırlanan preparatlar % 4'lük Giemsa boya solüsyonunda 5-6 dk boyanır.
- Daha sonra preparatlar musluk suyundan geçirilir ve kurutma kağıdında kurutulur.
- Lamaların tamamı kurutulduktan sonra 10-15 dk % 10'luk giemsa boya solüsyonunda bekletilir.
- Boyama işlemini takiben lamlar her birinde 30 sn tutulmak suretiyle dehidrasyon banyolarından geçirilir.
  - 30 sn 2 kez aseton banyosu
  - 30 sn 1 kez 1:1 aseton:ksilol
  - 30 sn 2 kez ksilol banyosu.
- Banyo işlemi tamamlandıktan sonra lamlar kurutma kağıdına alınır.

## NOR bantlama

### *Kullanılan solüsyonlar*

- a) % 50'lik Gümüş Nitrat solüsyonu: 1 gr  $\text{AgNO}_3$ , 2 ml bidistile su içinde çözülür. Alüminyum foil ile sarılır.  $+4^\circ\text{C}$ 'de saklanır.
- b) Amonyak solüsyonu: 6,4 ml  $\text{NH}_3$ , 3,6 ml su ile karıştırılarak stok solüsyonu hazırlanır.
- c) Amonyak-Gümüş Nitrat solüsyonu: 0,5 gr  $\text{AgNO}_3$  üzerine stok amonyak solüsyonundan 1,25 ml ilave edilir ve karıştırılır. Alüminyum foil ile sarılır.  $+4^\circ\text{C}$ 'de saklanır.
- d) %35'lik Formaldehit solüsyonu: 3,5 ml Formaldehit üzerine 6,5 ml bidistile su ilave edilerek karıştırılır.
- e) % 2'lik Giemsa boya solüsyonu: 2 ml Giemsa boyası, 98 ml Söransan tamponuna ilave edilir.

### *İşlemler*

- NOR bantlama yapılırken Howell ve Black (1980)' in "One-Step" metodundan faydalanılmıştır.
- Materyalin lam üzerine alınıp kurutulmasından sonra preparatlar 5-7 gün kadar bekletildi.
- Preparatı yayma olmayan bir köşesine 140  $\mu\text{l}$  %50' lik gümüş nitrat solüsyonu, diğer köşesine 70  $\mu\text{l}$  koloidal geliştirici pipetle damlatılarak iki sıvı karıştırıldı.
- Yaymanın üzerine olacak şekilde solüsyon üzerine lamel kapatıldı. Isıtıcıda  $70^\circ\text{C}$ ' de 30 sn bekletilip preparatın rengi altın-kahverengiye döndüğü gözlemlendi.
- Preparat ısıtıcı üzerinden kaldırıldı ve üzerindeki lamel alındı. Preparat çeşme suyunda yıkandı.

- Kurutma kağıdı üzerine bırakılarak kuruması beklendi. Kuruduktan sonra üzerine sodyum tiyosülfat çözeltisinden 1-2 ml damlatıldı.
- 20-30 sn beklendikten sonra preparatlar çeşme suyunda yıkandı.
- %5' lik giemsa çözeltisinde 5 dk boyandı. Boyama işlemini takiben lamalar her birinde 30 sn tutulmak suretiyle dehidrasyon banyolarından geçirildi.
  - 30 sn 2 kez aseton banyosu
  - 30 sn 1 kez 1:1 aseton:ksilol
  - 30 sn 2 kez ksilol banyosu.
- Banyo işlemi tamamlandıktan sonra lamalar kurutma kağıdına alındı.

### C bantlama

#### *Kullanılan solüsyonlar*

- a) 0,2 N HCl: 0,7246 ml HCl 100 ml bidistile suya dilue edilir.
- b) %5'lik BaOH: 5 gr Ba[OH]<sub>2</sub> . 8H<sub>2</sub>O 100 ml bidistile suyla karıştırılır. Ayran görünümünde olan solüsyon kapaklı şişede 37<sup>0</sup>C'de etüvde saklanır.
- c) 2XSSC solüsyonu: 1,7530 g NaCl 100 ml bidistile suda çözülür. 0,8823 gr Na-Sitrat 100 ml bidistile suda çözülür. İki solüsyon karıştırılır.
- d) Söransan fosfat tamponu
  - 11,88 gr HPO<sub>4</sub> 1000 ml bidistile suda çözülür (Stok).
  - 9,08 gr KH<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1000 ml bidistile suda çözülür (Stok).
  - Behere önce bir miktar Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> solüsyonu konur. KH<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ilave edilerek pH= 6,8'e ayarlanır.
- e) Boya solüsyonu: 49 ml söransan tamponu içine 1 ml Giemsa Lösing ilave edilerek hazırlanır.

### *İşlemler*

- Preparatlar oda sıcaklığında 1 saat 0,2 N HCl solüsyonu içinde bekletildi.
- Preparat beher içindeki distile suda 3-4 kez çevrilerek çıkarıldı.
- 37°C'de etüvde saklanan % 5'lik Ba(OH) solüsyonu 100 ml'lik beherin içine karıştırılarak aktarıldı. Beher içindeki ayran görünümünde solüsyon 50°C'lik etüve konuldu. Solüsyonun derecesi 50°C oluncaya kadar bekletildi. Preparat beher içine daldırıldı. 15 dk beklendi.
- Beher içindeki distile suda çalkalandı.
- Preparatlar, 60°C su banyosuna yarım saat önce konan ve içinde 2XSSC bulunan 100 ml'lik beher içinde bir saat bekletildi.
- Beher içindeki distile suda çalkalandı.
- 1,5 saat %2'lik Giemsa boyası içinde boyandı.
- Beher içindeki distile suda çalkalandı.
- Kurutma kağıdı arasında kurutuldu.

#### **4. 3. 7. Preparatların devamlı hale getirilmesi**

Tamamen kuruduktan sonra lamaların üzerine 1-2 damla kanada balzamu ya da entellen damlatılarak lamelle kapatılır.

#### **4. 3. 8. Kromozom sayılarının ve morfolojilerinin belirlenmesi**

Giemsa, NOR ve C boyama yapılarak devamlı hale getirilen preparatlar kromozom morfolojileri, NOR ve C fenotipinin belirlenmesi için incelenmiş, uygun yaymalardaki metafazların Leica araştırma mikroskopunda fotoğrafları çekilmiştir.

Diploid kromozom sayısı (2n), temel kromozomların sayısı (NF), metasentrik (m), submetasentrik (sm), akrosentrik (a) ve telosentrik (t) kromozomların ayırımı Levan ve arkadaşları [1964]' na göre yapılmıştır.

#### **4. 3. 9. Karyogramın hazırlanması**

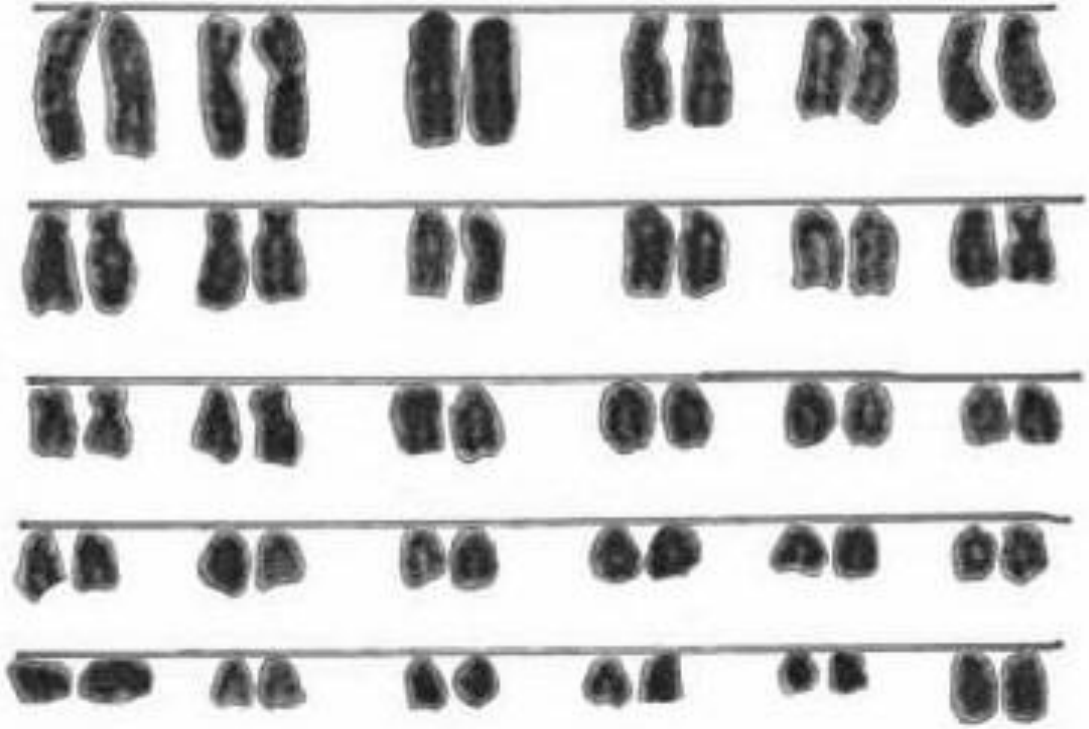
Karyogram kromozom morfolojileri çok iyi görülebilen, tam metafaz safhasında bulunan hücrelerin fotoğraflarından yapılmıştır. Homolog olan kromozomlar belirlenerek kesilip çıkarılmış ve en uzundan başlayarak homolog kromozomlar eşler halinde yan yana getirilerek bir eksen üzerine yapıştırılmıştır. Her birinde en uzun kromozoma sahip olan iki homolog kromozoma 1 numaralı kromozom adı verilmiştir. Sırası ile diğerleri de numaralandırılmıştır. En sona eşey kromozomları konulmuştur.

## 5. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

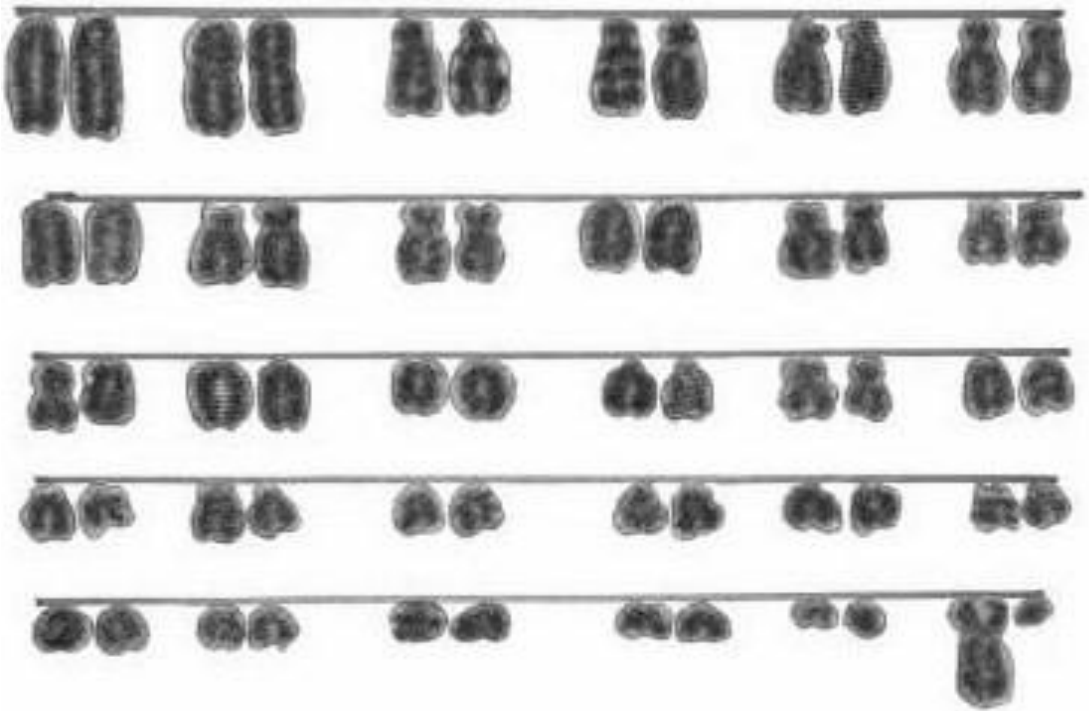
Toplanan körfare örnekleri üzerinde yapılan incelemelerde morfolojik bir farklılığa rastlanmamıştır. Ayrıca yapılan ölçümler sonucunda, erkeklerin tüm boy uzunlukları minimum 16,3 cm ile maksimum 22,0 cm arasında değişmekte olup ortalama tüm boy uzunlukları 20,0 cm olarak tespit edilmiştir. Aynı şekilde dişilerin tüm boy uzunlukları minimum 20,5 cm ile maksimum 21,0 cm arasında değişmekte olup ortalama tüm boy uzunlukları 20,75 cm olarak tespit edilmiştir. Erkeklerin vücut ağırlıkları minimum 112 gr ile maksimum 310 gr arasında değiştiği ve ortalama vücut ağırlıklarının yaklaşık 223 gr olduğu hesaplanmıştır. Dişilerin vücut ağırlıkları ise minimum 235 gr ile maksimum 266 gr arasında değiştiği ve ortalama vücut ağırlıkları yaklaşık 250 gr olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre dişilerin erkeklerden daha fazla geliştiği ve daha büyük olduğu dikkati çekmektedir.

Çizelge 5. 1 Çalışmada kullanılan deney hayvanları hakkında bilgi

NO	ÖRNEK	YAKALANDIĞI TARİH	BÖLGE	CİNSİYET	AĞIRLIK (gr)	BOY (cm)	2n	NOR TAŞIYAN KROMOZOM SAYISI	X	Y
1	Spalax	20.04.2006	Akyurt	Erkek	112	16,3	60	3	Sm	St
2	Spalax	20.04.2006	Akyurt	Dişi	235	21	60	3	Sm	-
3	Spalax	28.04.2006	Çubuk Orta Yolu 5. km	Erkek	248	22	60	3	Sm	St
4	Spalax	18.05.2006	Çubuk Orta Yolu 5. km	Erkek	260	21	60	3	Sm	St
5	Spalax	18.05.2006	Çubuk Orta Yolu 5. km	Dişi	266	20,5	60	3	Sm	-
6	Spalax	18.05.2006	Çubuk Orta Yolu 5. km	Erkek	310	22	60	3	Sm	St
7	Spalax	18.05.2006	Çubuk Orta Yolu 5. km	Erkek	256	20	60	3	Sm	St
8	Spalax	25.05.2006	Kızılcahamam Ortayol Kavşağı 1. km	Erkek	148	17	60	3	Sm	St
9	Spalax	12.05.2006	Kalecik Merkezden 3 km içerde	Erkek	228	22	60	3	Sm	St



Şekil 5. 1. Spalax karyotipi (dişi)



Şekil 5. 2. Spalax karyotipi (erkek)

Çalışılan örneklerin tümünde diploid kromozom sayısı  $2n=60$  olarak saptanmıştır. Bu bulgu Malatya, Yazıhan, Kayseri, Gürün, Arguvan, Nevşehir, Kırşehir, Ankara, Afyon ve Burdur'da *Spalax* üyeleri üzerine yapılan çalışmalarla da örtüşmektedir [Yüksel, 1984; Gülkaç ve Yüksel, 1989; Nevo, 1995; Ivanitskaya ve ark., 1997; Tez ve ark., 2001; Yüksel ve Gülkaç, 2001; Gülkaç ve Yüksel, 1989; Sözen ve ark., 1999].

Karyotiplerinin ise, 9 çift subtelosentrik, 20 çift akrosentrik kromozom olduğu belirlenmiştir. Büyük bir submetasentrik X kromozomları bulunmaktadır. Y kromozomları ise subtelosentrik yapıdadır. Bu bulgular diğer literatür bilgilerine de uyum göstermektedir [Gülkaç ve Yüksel, 1989; Yüksel ve Gülkaç, 2001; Sözen ve ark., 1999]. Çalışma alanına yakın yerlerdeki diğer bulgular şöyledir; Nevşehir ve Kırşehir'de 9 çift subtelosentrik, 20 çift akrosentrik; Yozgat'ta 3 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik ve 17 çift akrosentrik; Afyon'da 10 çift subtelosentrik ve 19 çift akrosentrik kromozom [Yüksel ve Gülkaç, 2001; Sözen ve ark., 1999].

*Spalax*'ın bütün türlerinde ve karyotipik formlarında X kromozomu metasentrik veya submetasentrik, Y kromozomu da esas olarak akrosentrik veya subtelosentrik olup sadece boyutta değişiklik göstermektedirler. Robertsonian varyasyonundan (sentrik füzyon) dolayı iki akrosentrik kromozom birleşerek bir tane iki kollu kromozom verebilirler [Yüksel, 1984].

Böylece bu mekanizma ile diploid kromozom sayısı azaltılır, ancak fundamental sayı daima muhafaza edilir ve bu yolla karyotip evulasyonu sağlanabilir [Yüksel, 1984].

Kuzeydoğu Anadolu'dan elde edilen 22 (12 erkek, 10 dişi) *Nannospalax nehringi* örneğinin morfolojik ve karyolojik özellikleri üzerinde çalışıldı. Kars populasyonu örneklerinde premaxillonasal bölge üzerinde delikler bulunmaktadır. Bu delikler Erzurum, Ağrı ve Van populasyonu örneklerinde bulunmamaktadır. Erzurum ve Kars populasyonlarının diploid kromozom

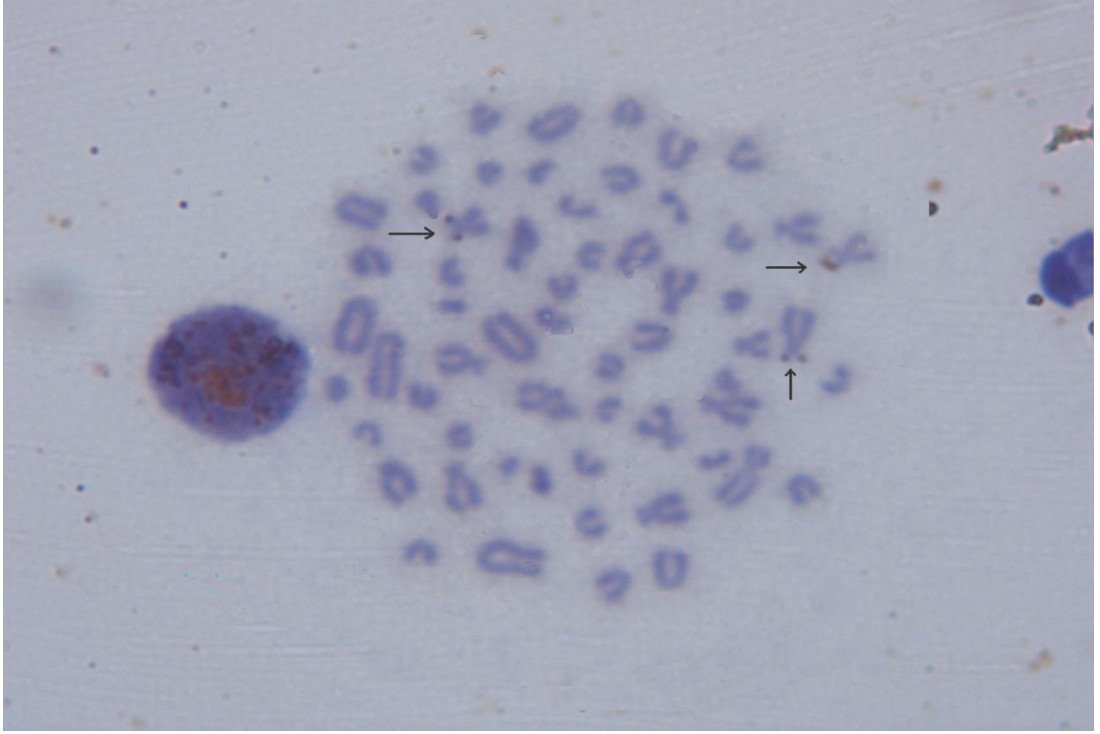
sayısı  $2n=50$ ; kromozomal kol sayısı  $NF=70$  ve otozomal kol sayısı  $NF_a=66$ 'dır. Karyotipleri 9 çift meta/submetasentrik ve 15 çift akrosentrik otozomdan oluşmaktadır. Ağrı ve Van populasyonları  $2n=48$  kromozoma sahipler. Kromozomal kol sayısı,  $NF=68$  ve otozomal kol sayısı,  $NF_a=64$ 'tür. Karyotipleri 9 çift meta/submetasentrik ve 14 çift akrosentrik otozomdan oluşmaktadır. Bütün populasyonların X kromozomu büyük submetasentrik, Y kromozomu küçük akrosentriktir. Sonuçlar önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, Kuzeydoğu Anadolu'da farklı morfolojik ve karyolojik özelliklere sahip populasyonlar olduğu görülmektedir [Coşkun, 2003].

Türkiye'nin güneydoğusunda bulunan *N. ehrenbergi*'nin farklı kromozomal ırkları arasında saptanan farklılıklar; diploid kromozom sayısı  $2n=52-58$ , kromozom kol sayısı  $NF=72-90$ , otozomal kol sayısı  $NF_a=68-86$ . Güneydoğu Anadolu'da bilinen en yaygın kromozomal form  $2n=52$ ,  $NF=76$ ,  $NF_a=72$ 'dir. Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu'da yeni bir *N. ehrenbergi* karyotipi rapor edilmiştir. Çalışılan 18 örnekte,  $2n=56$ ,  $NF=66$ ,  $NF_a=62$  olarak bulunmuştur. Bu karyotip 4 metasentrik/submetasentrik, 23 akrosentrik kromozomdan ibarettir. X kromozomu orta boyutta metasentrik, Y kromozomu küçük boyutta akrosentriktir. Bu kromozomal set, Türkiye'de yaygın olarak bilinen *N. ehrenbergi* karyotipinden ( $2n=52$ ) ve ayrıca Gaziantep ( $2n=56$ ,  $NF=82$ ,  $NF_a=78$ ) ve Tarsus ( $2n=56$ ,  $NF=72$ ,  $NF_a=68$ ) kromozomal formlarından belirgin farklılıklar gösterir [Coşkun, 2004 a].

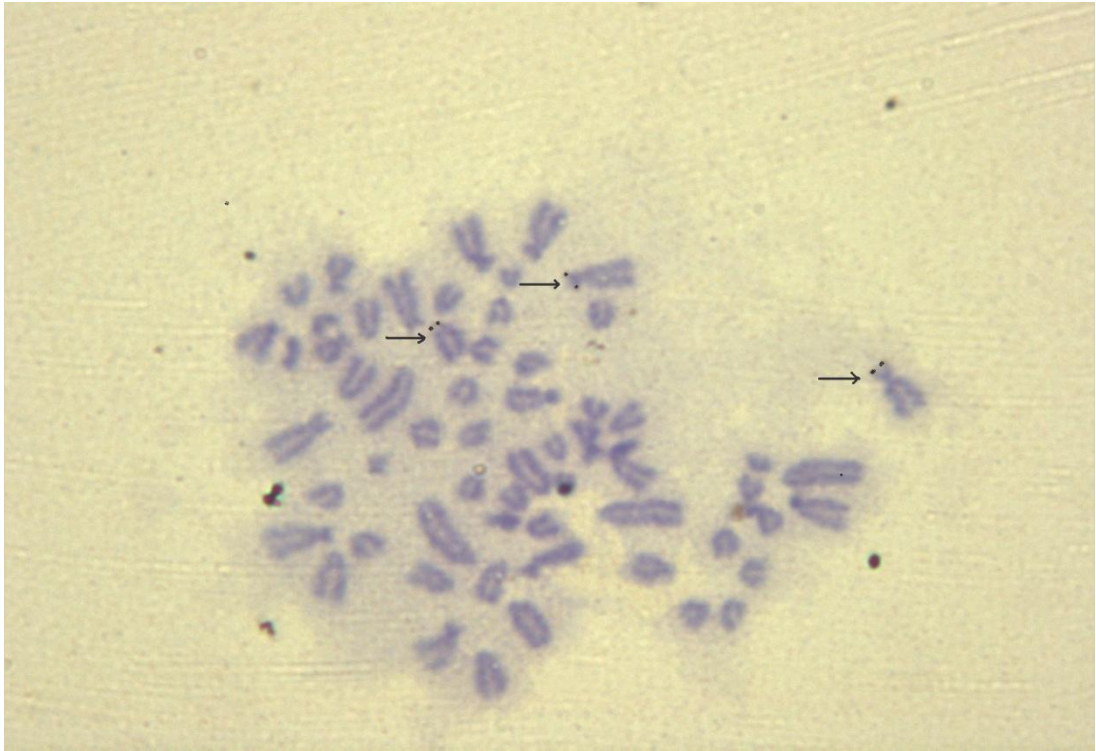
Orta Anadolu'nun iki bölgesinden, Kayseri ve Sivas-Gürün, alınan *Spalax leucodon*'a ait 2 örneğin karyolojik karakterleri üzerine, kromozomal varyasyonu kavramak için bir çalışma yapılmıştır. Bu 2 yeraltı memeli faresi ile yapılan çalışma sonucu diploid kromozom sayısı  $2n=60$ , kromozom kol sayısı  $NF=78$ , otozomal kol sayısı  $NF_a=74$  olarak bulunmuştur [Tez ve ark., 2001].

Hatay bölgesinden 11 farklı lokaliteden toplanan 31 *Nannospalax ehrenbergi* örneği üzerinde ayrıntılı olarak morfolojik özellikleri çalışılmıştır. Bazı

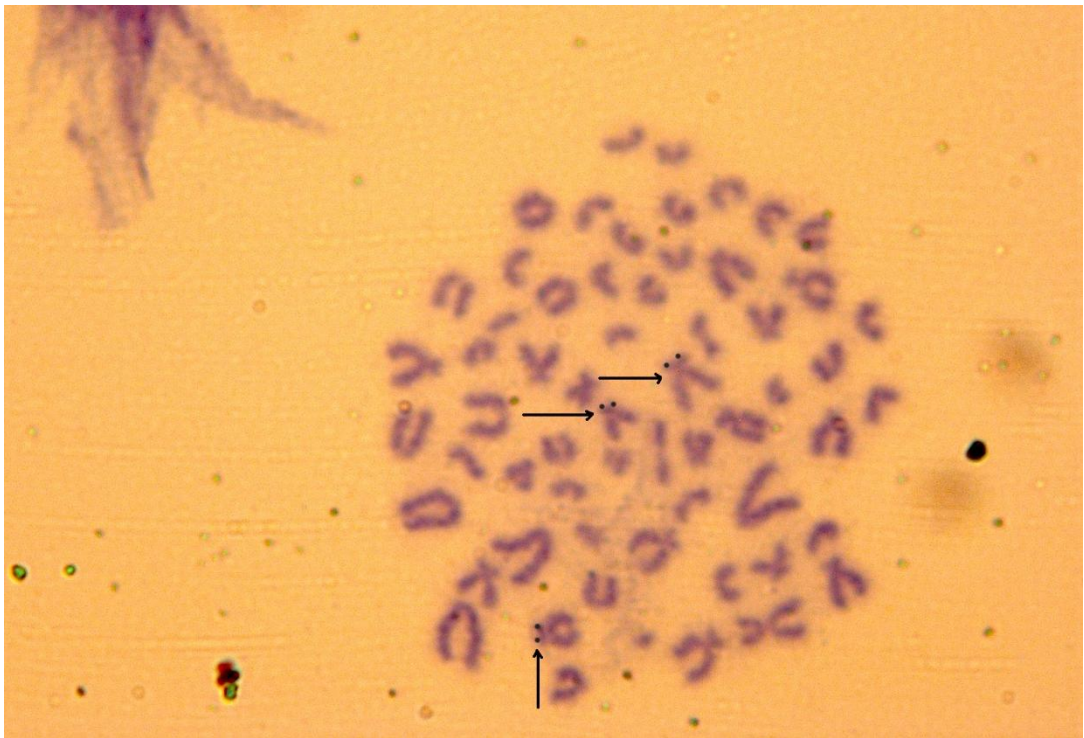
taksonomik özellikleri, dış vücut ve baş iskeleti ölçüleri araştırılmıştır. Örneklerden elde edilen bilgiler literatür bilgileri ve bu türün dağılışı gösterdiği Türkiye, İsrail, Mısır ve Ürdün'den toplanan 16 farklı lokalite örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Yayladağ populasyonunun diploid kromozom sayısı  $2n = 48$ , kromozomal kol sayısı  $NF = 74$  ve otozomal kol sayısı  $NFa = 70$  iken diğer Hatay populasyonlarında  $2n = 52$ , kromozomal kol sayısı  $NF = 74$ , ve otozomal kol sayısı  $NFa = 70$  tir. Sonuçlar bu bölge Körfare'lerinin diğer populasyonlardan farklı morfolojik ve karyolojik özelliklere sahip olduklarını göstermektedir [Coşkun, 2004 b].



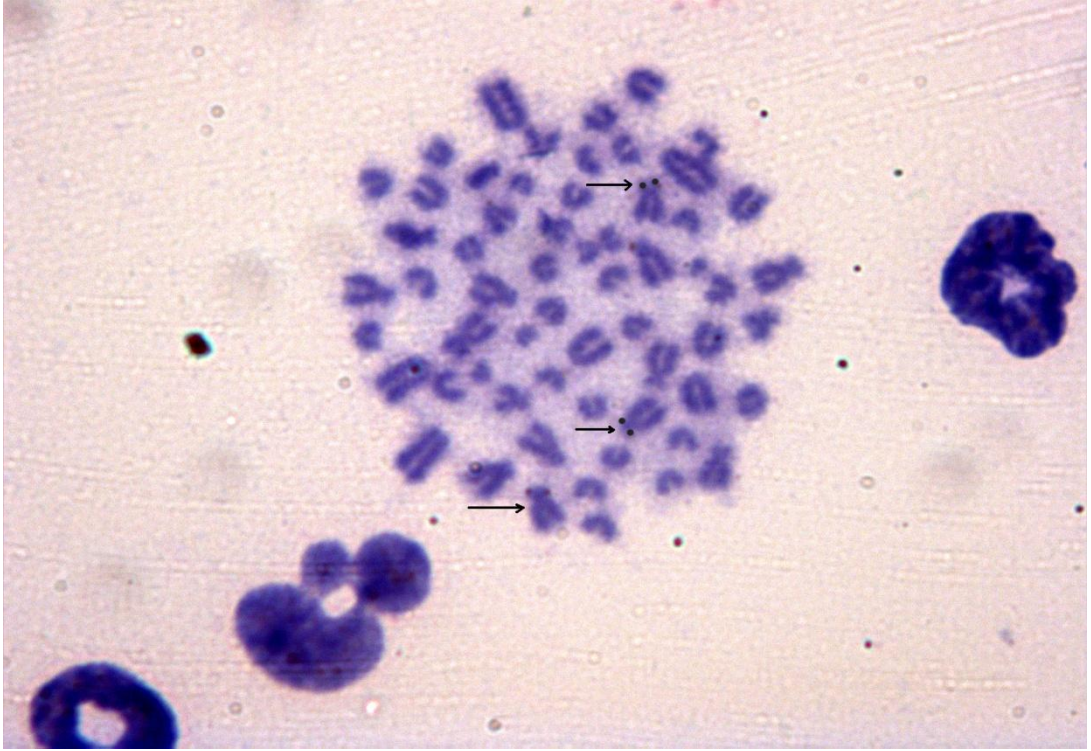
Resim 5. 1. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan *Spalax*'larda NOR bantlama



Resim 5. 2. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan *Spalax*'larda NOR bantlama



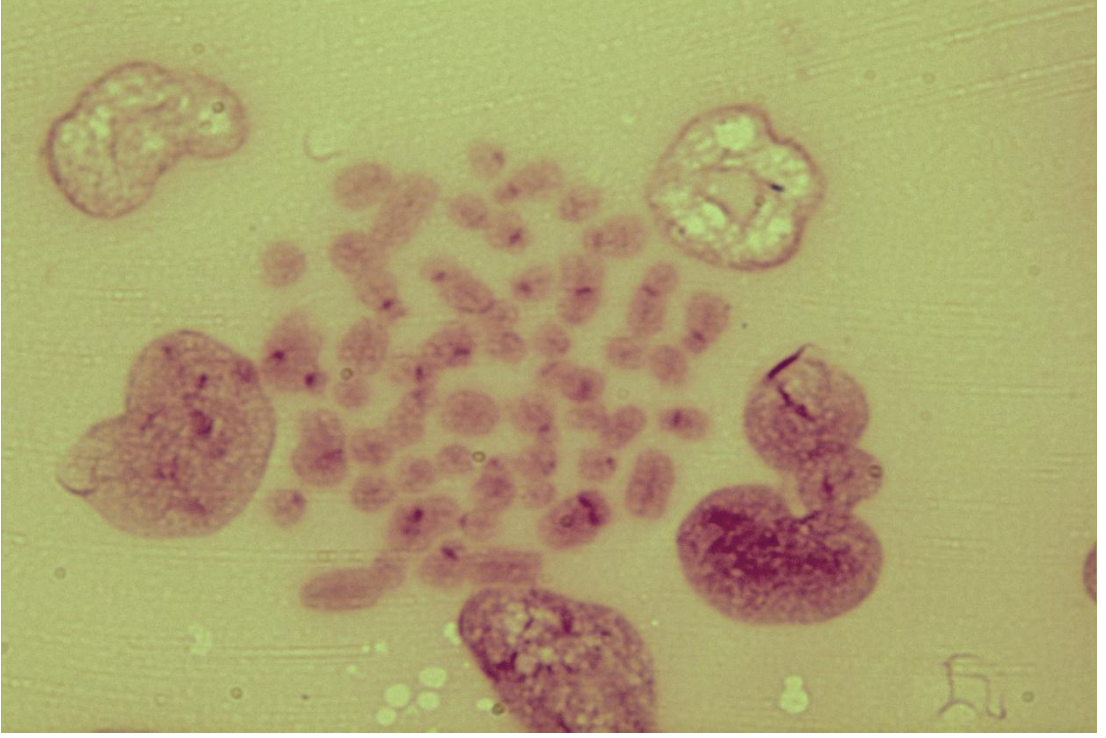
Resim 5. 3. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan *Spalax*'larda NOR bantlama



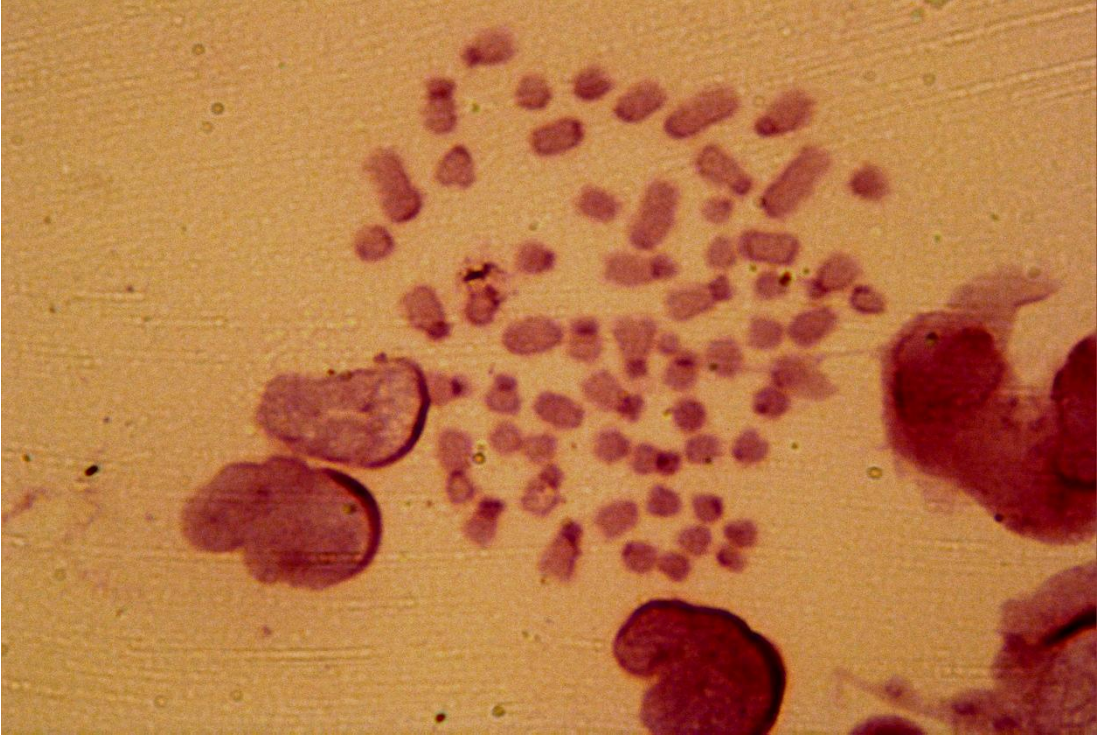
Resim 5. 4. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan *Spalax*'larda NOR bantlama

Hem erkek hem de dişi bireylerin tümünde NOR içeren 3 kromozoma rastlanmıştır. Bu kromozomların tamamı morfolojik olarak subtelosentrik yapıda kromozomlardır.

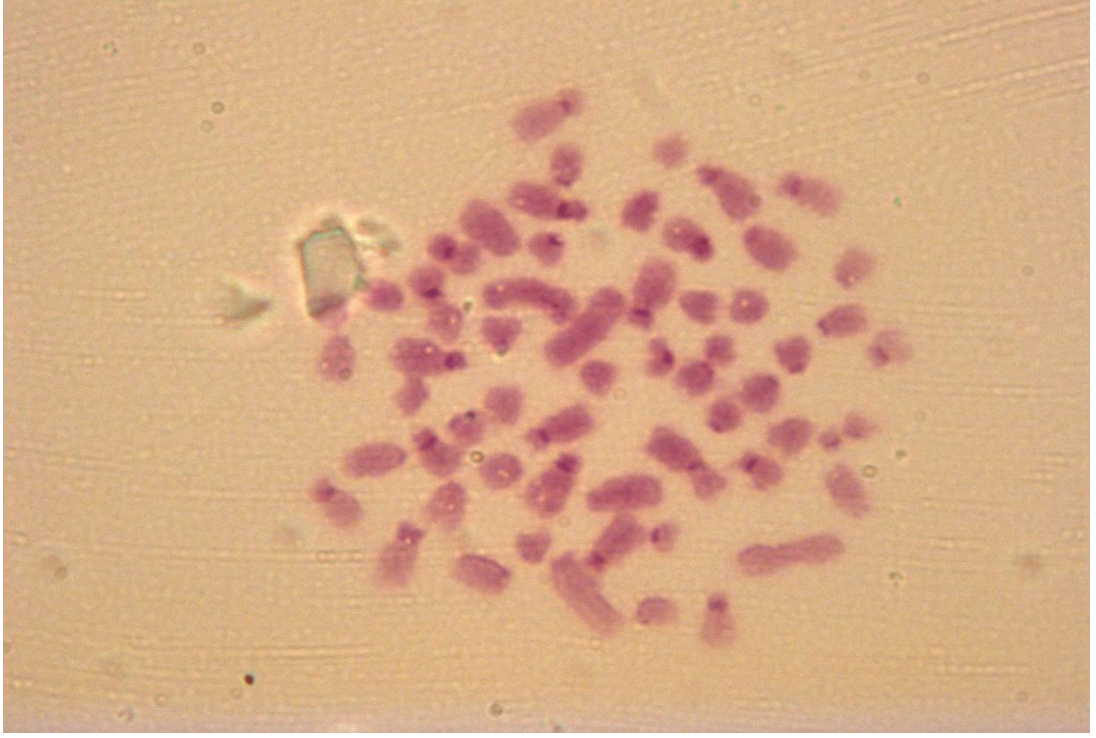
Başka bir araştırmada, *Spalax leucodon* ve *Spalax ehrenbergi* kromozomlarında nukleolus organizatör bölge (NOR) varyasyonu araştırılmıştır. İki kör fare türünde Ag-NOR'un kromozomal yerleşimi tespit edilmiştir. *S. leucodon* 3 çift nukleolar kromozoma sahip iken *S. ehrenbergi* tüm kromozom takımında sadece 2 çift nukleolar kromozom içermektedir. Her iki kör fare türünde de, subtelosentrik kromozomların kısa kollarının terminalinde Ag-NOR yerleşimi tespit edilmiştir [Gülkaç ve Küçükdumlu, 1999].



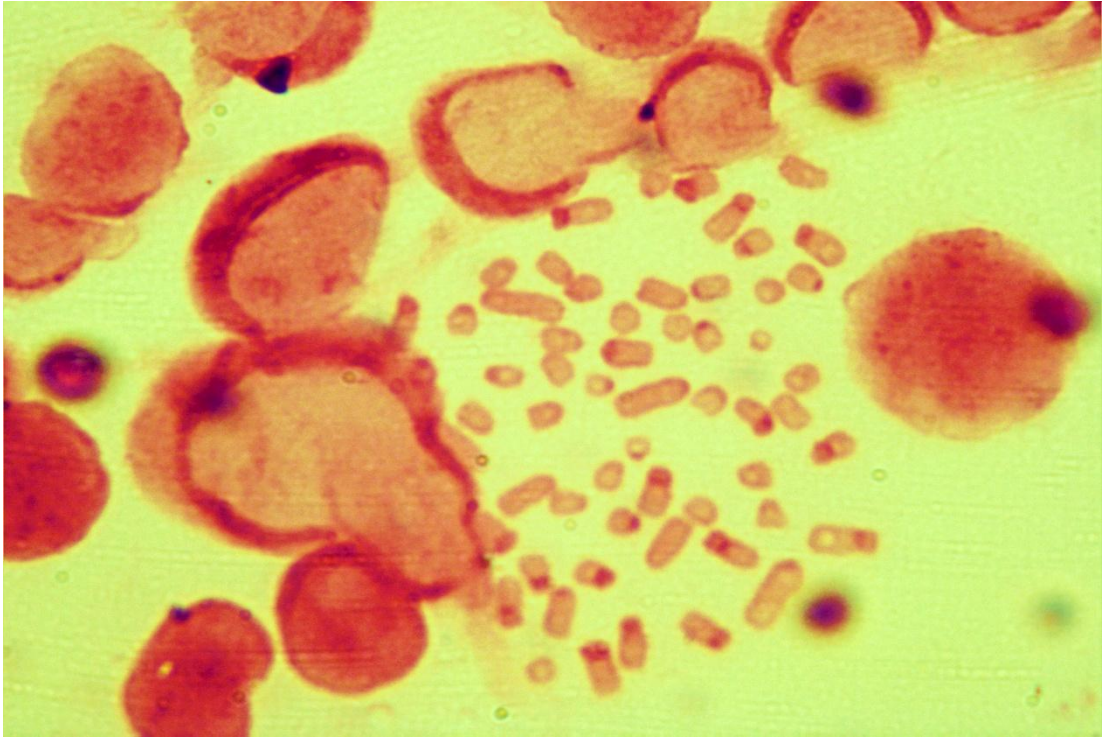
Resim 5. 5. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan *Spalax*'larda C-bantlamalar



Resim 5. 6. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan *Spalax*'larda C-bantlamalar



Resim 5. 7. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan *Spalax*'larda C-bantlamalar



Resim 5. 8. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan *Spalax*'larda C-bantlamalar



Şekil 5. 3. Ankara'nın kuzeyinden yakalanan *Spalax*'larda C-bantlama karyotipi

Yapılan C bantlama işlemi sonrası kromozomlarda yoğunluk farkları ile beraber sentromer bölgelerinin daha koyu renkte boyandığı gözlenmiştir. Boyanan bölgeler kromozomlardaki sentromer lokalitelerine bağlı olarak parasentrik, metasentrik ve distal olarak gözlemlenmiştir. 4., 11. ve 13. kromozomlarda çift bantların varlığı dikkati çekmektedir. Örneklerin tümünde yapılan C-bant karyotiplerinde herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır.

C bantlama, CMA/DA/DAPI ve karşılaştırmalı genomik heterokromatin yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada İsraildeki iki farklı tür olan *Spalax galili* ( $2n=52$ ) ve *Spalax judaï* ( $2n=60$ ) kromozom farklılıkları incelenmiştir. Çalışmada, bütün türlerde C potitif sentromerik heterokromatin bölgeleri G-C DNA sırası bakımından zengin yerleri işaret ettiği gözlenmiştir.

*S. judai* türüne özgü olarak akrosentrik kromozomlarda sentromer pozisyonunda değişiklik mevcuttur. Bütün akrosentrik kromozomlar göze çarpan perisentromerik heterokromatin bloklara sahiptir.

*S. judai* türündeki akrosentrik kromozomlar sentromerik C bant içermektedir. Bu kromozomların *S. galili* türündeki temsilcilerinde bu heterokromatin bloklar eksiktir.

İsrail *Spalax* türlerinin tümünde NOR taşıyan kromozomlarda telomerik heterokromatin varyasyonu nedeniyle C blok değişiklikleri gözlenmiştir.

C bantlama yöntemi Y kromozomunu ayırdetmekte başarılı bir yöntem olmamasına rağmen bu çalışmada Y kromozomunda ince bir bant görülmüştür [Ivanitskaya ve ark., 2005].

Sonuç olarak yaptığımız çalışmada, Ankara'nın kuzeyindeki (Kızılcahamam, Çubuk, Akyurt ve Kalecik) çeşitli ekolojik bölgelerden yakalanan hayvanlarda herhangi bir kromozomal polimorfizm gözlenmemiştir. Fakat bu sonuç, Ankara kuzeyinde yayılış gösteren *Spalax* örneklerinde kromozomal bir farklılık olmadığı anlamına gelmemektedir.

Farklılaşma sürecinde bulunan popülasyonların giderek yeni türler oluşturabilmesi için, coğrafik izolasyona ek olarak diğer bazı izolasyon mekanizmalarının da işleyerek popülasyonlar arası gen alışverişini kısıtlaması gerekir. Eşeyssel davranışlara bağlı izolasyon, popülasyonlar arası tür oluşumunda rol oynayan en önemli izolasyon mekanizmalarından biridir. Sonuçta gen havuzları az veya çok ayrılır ve popülasyon sınırları boyunca bazı hibridizasyonlar oluşmasına rağmen splicing türlerine ulaşılır [Kence ve ark., 1981].

Toprakaltı memelilerinin popülasyon yapısı uzaklıkla izolasyon prensibine dayanan göç örnekleri göstermektedir. Göç ve yayılmanın derecesi, muayyen

bir bölgeden uzaklıkla azalmaktadır. Aynı şekilde, populasyonlar arasındaki gen akışı düşük vagility nedeniyle nispeten düşüktür. Türleşme üretken bir durumdur, populasyon yapısı ve coğrafik izolasyon nedeni ile oldukça kolaylaştırılmıştır. Nispeten küçük populasyonlarda kromozomal mutasyonların hızlı fiksasyonu sıklıkla çiftleşme sonrası üreme izolasyonunun evulasyonu ile neticelenir. Çiftleşme öncesi etholojik izolasyon üreme izolasyonu üzerine ilave edilir ve onu aktive eder. Hibritlerin, çoğunlukla prenatal tipler olarak uyum değerleri zayıftır veya hayatta kalışları ve ekolojik uyumları düşüktür ve bundan dolayı selektif olarak elemine edilirler; böylelikle tür oluşumu kuvvetlendirilir [Nevo, 1979; 1982].

Toprakaltı memelilerinin genel özellikleri ile Spalax'ın aşağıdaki özellikleri arasındaki ilişki dikkate değerdir;

- Spalax, yerleşik ve gen akımı sınırlı populasyonlara sahiptir [Nevo, 1979; Heth and Nevo, 1981].
- Karyotipik formlar arasında zaman zaman hibrit zonlara rastlanmasına rağmen [Warhman ve ark., 1969a; 1969b] tesadüfi seleksiyon işlemlerinde Spalax'ın hibrit zonları edafik ve jeolojik yapı faktörlerinden ziyade kuraklık derecesindeki değişimler ile ilişkilidir ve hibrit zonları iklimik bölgeler arasındaki sınırlar boyunca uzanmaktadır [Nevo and Bar-EI, 1976], hibrit zonlarının dikkat çekecek derecede geniş olmasına rağmen hibrit oranının beklenenden düşük olması bu hibritlere karşı seleksiyonun varlığını göstermektedir [Nevo and Bar-EI, 1976].
- Genelde yüksek organizasyonlu hayvanlarda etholojik izolasyon mekanizmalarının karmaşık bir genetik temele sahip olduğu düşünülmektedir ve bunların dar bir hibrit zonunda direkt olarak adaptasyondan ziyade tür sınırları boyunca adaptif değişimlerin bir neticesi olarak ortaya çıktığı kolaylıkla görülmektedir [Heth and Nevo, 1981].

Etholojik izolasyona dayalı üç türleşme hipotezi geliştirilmiştir:

1. Takviye hipotezi: Homospesifik eşleşme tercihi, komşu kromozomal türler arasındaki geçiş bölgesinde pozitif asortatif (fenotipe göre) çiftleşme için direkt seçimin bir fonksiyonudur. Eğer takviye simpatrik bir zonda olursa, hayvanların eş tercih şansları populasyonun merkezindeki hayvanlardan daha fazladır [Heth and Nevo, 1981].

2. Ekocoğrafik hipotez: Homospesifik eşleşme tercihi kromozomal türlerin bir özelliğidir ve populasyonların coğrafik uzaklığına bağlı değişir [Heth and Nevo, 1981].

3. Filogenetik veya zamanla ayrışma hipotezi: Homospesifik eşleşme tercihi kromozomal türler arasındaki filogenetik uzaklaşmanın bir fonksiyonudur ve türler arasındaki coğrafik uzaklığa bağlı değişir [Heth and Nevo, 1981].

Ayrıca körfarelerin türleşmesinde etholojik izolasyonun orjini allopatrik teori ile desteklenmektedir ve simpatrik teori kabul edilmemektedir. Bundan başka hibrit oluşumunda birkaç özel durum göz önüne alınmalıdır;

- Hibritler etholojik olduğu gibi ekolojik olarakta hibrit zon dışında merkez populasyonlara göre daha düşük uyum değerine sahiptirler
- Etkili pre-zigotik izolasyondan yoksun parental tiplerin hibrit zona hareketleri sürekli melezleşmenin sebebi olabilir.

Mayotik dengesizlikten ileri gelen etkili post-zigotik izolasyonun etkisi nispeten düşük olabilir. Populasyonlar uzun süre hibritler oluştursalar dahi zamanla araya giren eşeysel davranışa bağlı izolasyon sonucu etkili bir ayrışma meydana gelir ve populasyonlar birbirinden gen havuzu bakımından ayrılır, neticede birbirinden tam olarak ayrılan formlar ve taksonlar oluşabilir [Heth and Nevo, 1981].

## KAYNAKLAR

- Akman, Y., "Bitki Biyolojisine Giriş", Botanik, **Palme Yayıncılık**, Ankara, 220 (1998).
- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. And Watson, J., "Molecular Biology of the Cell", **Garland Publishing Inc.**, New York and London, 204 (1983).
- Alberts, A., How DNA ve Histons are Organized in Chromosomes, "Molecular Biology of the Cell", **Garland Publishing**, London, 342 (1994).
- Almeida-Toledo, L. F., Foresti, F., Daniel, M. F. ve Toledo-Filho, S. A., "Nukleolar Chromosome Variants in *Sternopygus macrurus* from Three Brazilian River Basins", **Caryologia**, 46:53-61 (1993).
- Amores, A., Thode, G. Martinez G., Giles, V., "Chromosome Complement, C-banding and Ag- NOR in *Gymnamodytes cicereus*", **Journal of Fish Biology**, 43: 649-651 (1993).
- Beddard, F., "The Cambridge Natural History", Vol. X Mammalia, **Hafner Publishing Co.**, New York, 483 (1959).
- Bicham, J. W. ve Rogers, D., "Structure and Variation of the Nucleolus Organizer Regions in Turtles", **Genetica**, 67:171-184 (1985).
- Bione, E., Carvalho, E., Rita, D. C., Maria J., "Karyotype, C-and Fluorescence Banding Pattern, NOR Location and FISH Study of Five Scarabaeidae (Coleoptera) Species", **Animal Genetics**, 28 (3):100-105 (2005).
- Burgos, M., Jimenez, R. ve Guardia. R., "Comparative Study of G- and C-Banded Chromosomes of Five Species of Microtidae Chromosomal evolution Anixsis", **Genome**, 30:540-546 (1988).
- Campos, K. A., Fontanetti, C. A., "Composition of Constitutive Heterochromatin of *Pseudonannolene strinatii* Mauriès, 1974 (Diplopoda, Spirostreptida) Analyzed by AT/CG Specific Fluorochromes", **Genet. Mol. Res.**, 4 (4): 765-770 (2005).
- Carol, P., Theodore T., Housman, D., "Isolation and Localization of DNA Segments from Specific Human Chromosomes", **Proc Natl Acad Sci. U S A.** 205-215 (1980).
- Coşkun, Y., "Kilis Yöresi *Spalax ehrenbergi* (Nehring,1898) (Rodentia: Spalacidae) Türünün Karyolojik Özellikleri", **III. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Tebliğleri**, Kırşehir 1-7, (1997).

Coşkun, Y., “Şırnak Yöresi *Spalax ehrenbergi* Nehring 1898, (Rodentia: Spalacidae) Türünün Morfolojik ve Karyolojik Özellikleri”, **XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi**, 7-10 Eylül 1998 Tebliğleri, 3: 114-122 (1998).

Coşkun, Y., “New Karyotype of the Mole Rat *Nannospalax ehrenbergi* from Turkey”, **Folia Zool.**, 48 (4): 30-32 (1999).

Coşkun, Y., “A study on the Morphology and Karyology of *Nannospalax nehringi* (Satunin, 1898) (Rodentia: Spalacidae) from Northeast Anatolia, Turkey”, **Turk J. Zool.**, 27, 171-176 (2003).

Coşkun, Y., “A New Chromosomal Form of *Nannospalax ehrenbergi* from Turkey”, **Folia Zool.**, 53(4): 351–356 (2004a).

Coşkun, Y., “Morphological and Karyological Characteristics of *Nannospalax ehrenbergi* (Nehring, 1898) (Rodentia: Spalacidae) from Hatay Province, Turkey”, **Turk. J. Zool.**, 28: 205-212 (2004b).

Counce, S. J., ve Meyer, G. F., “Differentiation of the Synaptonemal Complex and the Kinetochore in Locusta Spermatocytes Studied by Whole Mount Electron Microscopy”, **Chromosoma** 44: 231– 253 (1973).

Cunado, N., Cermeno, M. C., Orebana, J., “Nucleolar Organizer Activity at Meiosis in Wheatrye Hybrid Plants”, **Can. J. Genet. Cytol.**, 28: 227-234 (1986).

Demirsoy, A., “Yaşamın Temel Kuralları”, **Meteksan Matbaacılık ve Teknik Sanayi Tic. Ltd. Şti.**, Ankara, 560 (1991).

Ellerman, J. R., “The Subterranean Mammals of the World”, **Trans. Roy. Soc. S. Afr.**, 35: 11-20 (1959).

Felten, H., Spitzenberger, F., Storon, G., “Zur Kleinsagerfauna West-Anatoliens”, **Teil II: Senckenbergiana Biol.**, 54(4/6: 227-290 (1973).

Freitas, T. R., Bogo, M. R. ve Christoff, A. U., “G-, C-bands and NOR Studies in Two Species of Bats From Southern Brasil”, **Zeitschrift für Säugetierkunde** 57: 330-334 (1992).

Funaki, K., Matsui, S. I., Sasaki, M., “Location of Nucleolar Organizers in Animal and Plant Chromosomes by Means of an Improved N-banding Tecnique”, **Chromosome**, 49:357-370 (1975).

Gaffaroğlu, M., “Karakaya Baraj Gölünde Yaşayan Cyprinidae Familyasına Ait Bazı Türlerin Karyolojik Analizleri”, Doktora Tezi, **İnönü Üniversitesi**, Malatya 25-27 (2003).

Gazit, I., Sahanas, U. ve Terkel, J., "First Successful Breeding of the Blind Mole Rat (*Spalax ehrenbergi*) in Captivity", **Isr. J. Zool.**, 42: 3-13 (1996).

Gold, J. R. ve Zoch, P. K., "Intraspesifik Variation in Chromosomal Nucleolus Organizer Regions in *Notropis chrysocephalus* in Texas", **Southwestern Naturalist**, 35: 311-215 (1990).

Goodpasture, C. ve Bloom, S. E., "Visualization of Nucleolar Organizer Regions in Mammalian Chromosomes Using Silver Staining", **Chromosoma** (Berl.) 53: 37-50 (1975).

Gülkaç, M. D., "Malatya Yöresi Kör Fareleri (Rodentia: Spalacidae) Üzerinde Sitogenetik Bir İnceleme", Yüksek Lisans Tezi, **İnönü Üniversitesi**, Malatya 45-50 (1987).

Gülkaç, M. D. ve Küçükdumlu, İ., "İki Kör Fare Türünde (*Spalax leucodon* ve *Spalax ehrenbergi*) Nucleolus Organizatör Bölge Varyasyonu", **Tr. J. of Biology**, 23: 153-158 (1999).

Gülkaç, M. D. ve Yüksel, E., "Malatya Yöresi Kör Fareleri Üzerine Sitogenetik Bir İnceleme", **Doğa Türk Biol. Derg.**, 13: 63-71 (1989).

Henderson, A. S., Eicher, E. M., Yu, M. T. Atwood, K. C., "The Chromosomal Location of Ribosomal DNA in the Mouse", **Chromosoma** (Berl.), 49: 155-160 (1974).

Heth, G. ve Nevo, E., "Origin and Evolution of Ethological Isolation in Subterranean Mole Rats", **Evolution**, 35: 254-274 (1981).

Heth, G., Frankenberg, E., Pratt, H., ve Nevo, E., "Seismic communication in the blind subterranean mole-rat: patterns of head thumping and of their detection in the *Spalax ehrenbergi* superspecies in Israel", **J. of Zool., London**, 224: 633-638 (1991).

Heth, G., Frankenberg, E., Raz, A., ve Nevo, E., "Vibrational communication in subterranean mole rats (*Spalax ehrenbergi*)", **Behav. Ecol. Sociobiol.**, 21: 31-33 (1987).

Howell, W. M., "Selective Staining of Nucleolus Organizer Regions (NORs) in the Cell Nucleus", **Academic Press**, Newyork, 89-142 (1982).

Howell, W.M. ve Black, D.A., "Controlled Silver Staining of Nucleolus Organizer Region with a Protective Colloidal Developer;: a 1 Step Method", **Experientia**, 36:1014-1015 (1980).

Ivanitskaya, E., Belyayev, A., Nevo, E., "Heterochromatin Differentiation Shows the Pathways of Karyotypic Evolution in Israeli Mole Rats (Spalax, Spalacidae, Rodentia)", **Cytogenet Genome**, 111:159–165 (2005).

Ivanitskaya, E., Coşkun, Y. ve Nevo, E., "Banded Karyotypes of Mole Rats (Spalax, Spalacidae, Rodentia) from Turkey: A Comparative Analysis", **J.Zool. Syst. Evol. Research**, 35: 1-6 (1997).

Kalat, M., Mayr, B., Rab. P., Scleger, W., "Heterochromatin Studies and Localization of NORs in European Grayling (Thymallus thymallus, Pisces, Thymallidae)", **Caryologia**, 41: 245-249 (1988).

Karol, S., "Hücre Biyolojisi", **A.Ü. Fen Fakültesi Basımevi**, Ankara, 451 (1998).

Kence, A., Bozcuk, A. N. ve Yazgan, Ş., "Türkiye'de Yayılan Karasinek Toplamları Arasında Eşeyssel İzolasyon ve Genetik Farklılaşmalar", **Doğa Bilim Dergisi**, 5:173-178 (1981).

Kıvanç, E., "Türkiye Spalax'larının Coğrafik Varyasyonları (Mammalia: Rodentia)" 72 Teksir, **Daktilo-Fotokopi**, Ankara, 88 (1988).

Kiral, E. ve Benli, O., "Orta Anadolu'nun Kemirici Türleri ve Zarar Yaptığı Kültür Bitkileri", **Bit. Kor. Bült.**, 19(4): 191-217 (1979).

Laeursen, L., "Localization of breakpoints in 28 translocations involving barley chromosomes 3 and 5 using Giemsa C-banding", **Barley Genetics Newsletter**, 17:305-309 (1987).

Lay, M. ve Nadler, C. F., "Cytogenetics and Origin of North African Spalax", **Cytogenetics**, 11: 279-285 (1972).

Levan, A. ve T. C. Hsu., "The Human İdiogram," **Hereditas** 45:665-672 (1959).

Levan, A., Fredgy, K., Sndberg, A., "Nomerclatüre for Centromeric Position on Chromosomes", **Hereditas**, 52 (1964).

Loid, J. ve Greilhuber, J., "Structual Changes of Ag Stained Nucleolus Organizer Regions and Nucleoli During Melosis Allium Flavum", **Can. J. Genet. Cytol.**, 25: 524-529 (1983).

Lopez, J. R., Alvarez, M. C., Thodes, G. ve Martinez, C., "Karyotype Divergence in *Symphodus melops* G and NOR Karyotypes", **Genome**, 32: 35-39 (1989).

Lyapunova, E. A., Vorontsov, N. N. ve Martynova, L. Y., "Cytogenetical Differentiation of Burrowing Mammals in the Palaearctic", **Symp. Theriologicum II-Proceeding**, 203-215 (1974).

Macgregor, H. C. ve Varley, G. M., "Working with Animal Chromosomes", **Wiley-Interscience Publ.**, Chichester, 250 (1983).

Mansueto, C. ve Vitturi, R., "NORs Location and C-banding Pattern in Spermatogenesis of *Pamphagus ortolanii* (Orthoptera, Acrididae)", **Caryologia**, 42: 303-311 (1989).

Mason, M. J., ve Narins, P. M., "Seismic Signals Use by Fossorial Mammals", **Amer., Zool.**, 41: 1171-1184 (2001).

Matthey, R., "Le Polymorphisme Chromosomique des Mus Africains du Sous-Genre *Leggada*, Revision Generale Portant sur L'Analyse der 213 Individus, Rev.", **Suisse Zool.**, 73: 585-593 (1966).

Mayr, B., Kalat, M., "Chromosome Banding and NORs in *Cervus nippon hortulorum* Swinhoe", **Caryologia**, 42: 243-248 (1989).

Miller, D. A., Dev, V. G., Tantravahi, R., Miller, O. J., "Suppression of Human Nucleolus Organizer Activity in Mouse-Human Somatic Hybrid Cells", **Exp. Cell Res**, 101: 235-243 (1976).

Monteagudo, L. V. ve Arruga, M. V., "NOR Activity Interaction Among the Chromosomes of Common Rabbit : A Statistical Analysis", **Caryologia**, 44: 85-91 (1991).

Moreno- Millan, M. ve Rpdero- Franganilion, A., "Nucleolus Organizer Regions, Types of Association and Identification of Carrier Chromosomes in Domestic Sheep", **Genetics Selection Evolution**, 22: 273-277 (1990).

Nevo, E., "Observations on Israeli populations of mole rat *S. e. ehrenbergi* Nehring 1989," **Mammalia**, 25: 127-144 (1961).

Nevo, E., "Adaptive Convergence and Divergence of Subterranean Mammals", **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 10: 269-308 (1979).

Nevo, E., "Genetic Variation and Climatic Selection in the Lizard *Agama stellio*, in Israel and Sinai. Theor", **Genet**, 60: 369-380 (1981).

Nevo, E., "Speciation in Subterranean Mammals, Mechanism of Speciation", **Alan R. Liss, Inc.**, New York, 191-218 (1982).

- Nevo, E., "Evolution of vocal and vibrational communications in blind, photoperiod-perceptive, subterranean mole rats: Structure and function. In: Le Rongeur et L'Espace" , **Proceedings of the International Meeting**, Lyon, 15-34 (1991).
- Nevo, E., "Mammalian evolution underground. The Ecological Genetic-Phenetic Interfaces", **Acta Theriologica**, 3: 9-31 (1995).
- Nevo, E., "Mosaic Evolution of Subterranean Mammals. Regression, Progression and Global Convergence", **Oxford Univ. Press, Inc.**, New York, 413 (1999).
- Nevo, E. ve Bar-El, It., "Hibridization and Speciation in Fossorial Mole Rats", **Evolution**, 30: 831-840 (1976).
- Nevo, E., Filippuccim, G. ve Beilles, A., "Genetic Polymorphisms in Subterranean Mammals (*Spalax ehrenbergi* superspecies) in the Naereast revisited. Patterns and Theory", **Heredity** 72: 465–487 (1994).
- Oberdorff, T., Contaz, C., Afnese, J. F., "Chromosome Banding in African CATfishes: Nucleolar Organizer Regions in Five Species of the Synodontis an done of the Genus Hemisynodontis", **Cartologia**, 43: 9-16 (1990).
- Ozban, N., "Sitoloji", **İstanbul Üniversitesi Yayınları**, İstanbul, 199 (1994).
- Panzer, F., Dujardin, J. P., Nicolini, P., Caraccio, M. N., Rose, V., Tellez, T., "Genomic Changes of Chagas Disease Vector, South America", **Emerg Infect Dis**, 5-8 (2004).
- Pearson, O. P., "Biology of Subterranean Rodents, Ctenomys, in Peru", **Memor. Mus. Hist. Nat. Javier**, 9: 1-56 (1959).
- Pekol, S., "Kastamonu Beyler ve Germeçtepe Barajlarındaki Cyprinus carpio (L., 1758) ve Leuciscus cephalus (L., 1758) Populasyonlarının Karşılaştırmalı Kartotip Analizi ve Nor Fenotipleri", Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi**, Ankara, 23-24 (2000).
- Peshev, D., "New Karyotype Forms of the Mole Rat *Nonnospalax leucodon* Nordmann (Spalacidae, Rodentia) in Bulgaria", **Zool. Anz.**, 211:65-72 (1983).
- Peshev, D., "On the Caryotypes in Some Populations of the Mole Rat (*Spalax leucodon* Nordmann) in Bulgaria", **Zool. Anz.**, 206: 129-133 (1981).
- Pisano, E., "Complementary Techniques", **First International Workshop on Fish Cytogenetic Techniques.**, Concarneau, France 14-24 (1992).

Rado, R., Woolberg, Z. ve Terkel, J., "Dispersal of Young MoleRats (*Spalax ehrenbergi*) from the Natal Burrow", **J. Mamm.**, 73 (4): 885 - 890 (1992).

Raghianti, M., Bucci-Innıcenti, S., Mancino, G., "An Ammoniacal Silver Staining Tecnique for Mitotic Chromosomes of Triticus (Urodela: Salamandrideae)", **Experientia**, 33: 1321-1329 (1977).

Raicu, P. ve Duma, D., "Sytogetical Study in *Spalax leucodon* in Moldavia (Rumenia)": **Genet. Res.**, 13: 99-104 (1969).

Raicu, P. ve Torcea, S., "Chromosomal Polymorfizm in the Lesser Mole Rat. *Spalax leucodon*", **Chromosomes Today**, 4: 383-386 (1973).

Rocha, G. T. ve Lucca, E. J., "Nucleolar Organizer Regions in Somatic Chromosomes of Some Species of Birds", **Caryologia**, 41: 299-308 (1988).

Sanchez, A., Jimenez, R., Guardia, D., "Variable Conservation of Nucleolus Organizer Regions During Karyotypic Evolution in Microtidae", **Genome**, 3: 119-122 (1990).

Santos, J. L., Sentis, C., Garcia-Rodriguez, J. ve Fernandez-Piqueras, J., "Latent NORs in the species *Pycnogaster cucullata*", **Heredity** 65:7-10 (1990).

Savic, T. R., "Ecology of the Mole Rat *Spalax leucodon* Nordmann In Yugoslavia", **Proc. Nat. Sci.**, 44:5-70 (1973).

Savic, F. ve Soldatovic, S., "Distribution of the Karyotype Forms of the Genus *Spalax* (Meso *Spalax*) in Yugoslavia", **Arh. Biol. Nauka**, 26: 115-122 (1974).

Savic, F. ve Soldatovic, S., "Contribution to the Study of Ecolog-rapnis Distribution and Evolution of Chromosomal Forms of the Spalacidae Form the Balkan Peninsula", **Arh. Biol. Nauka**, 29: 141-156 (1977).

Savic, F. ve Soldatovic, S., "Studies on the Karyotype and Distribution Renge of the Molerat *Spalax leucodon* Nordmann in Greece", **Caryologia**, 31: 63-73 (1978).

Savic, F. ve Soldatovic, S., "Distribution Range and evolution of the Chromosomal Forms in the Spalacidea of the Balkan Peninsula and Bordering Regions," **J. Biogeography**, 6:363-374 (1979a).

Savic, F. ve Soldatovic, S., "Contribution to Knowledge of the Genus *Spalax* (Microspalax) Karyotype form Asia Minor", **Arh. Biol. Nauka**, 31: 1-2 (1979b).

Sayın, F., "Eimeridae of the Herbivorous Mole Rat, *Spalax ehrenbergi* Nehringi", **J. Protozool.**, 27(4): 364-367 (1980).

Schmid, M., Loser, C., Schmidtke, J. ve Engel, W., "Evolutionary Conservation of a Common Pattern of Activity of Nucleolus Organizer During Spermatogenesis in Vertebrates", **Chromosoma**, 86: 149-179 (1982).

Schubert, R. R., Döbel, P., "Similarities Of Centromeric And Non-Centromeric Giemsa Bands In Plants and C- And G-Bands In Mammals", **J. Cell Sci.**, 71: 111-120 (1984).

Seguel, J., Rojas, P., Brand, E., "C-Banding pattern in the geophytic *Leontochir ovallei* (Alstroemeraceae)", **Belgian Journal of Botany**, 138 (1): 85-88 (2005).

Sözen, M., "Türkiye *Spalax Guldenstaedt* (Mammalia Rodentia)'ları Üzerine Biyolojik Bir Araştırma", **G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi**, 18(2):167-181 (2005).

Sözen, M. ve E. Kıvanç, "A New Karyotype of *Spalax leucodon cilicicus* Mehely, 1909 (Mammalia: Rodentia) from type locality in Turkey," **Isr. J. Zool.**, 44, 53 - 56 (1998).

Sözen, M., Çolak, E., Yiğit, N. ve Ş. Özkurt, "The age variations of *Microtus guentheri* Danford and Alston, 1880 (Mammalia: Rodentia) in Turkey," **Tr. J. of Zoology**, 23: 145-155 (1999).

Sözen, M. ve E. Kıvanç, "Two New Karyotypic Forms of *Spalax leucodon* (Nordmann, 1840) (Mammalia: Rodentia) from Turkey," **Z. Säugetierkunde**, 63, 307 - 310 (1998).

Suja, J. A. ve Rufas, J. S., "Nucleolar Meiotic Cycle in Orthoptera", **Cell. Biol. Int. Rep.**, 11: 289-290 (1987).

Sumner, A.T., "A Simple Technique for Demonstrating Centromeric Heterochromatin", **Cell Res.**, 75: 304-306 (1972).

Şaylı, B. S., "Medikal Sitogenetik", **Yargıçoğlu Yayınevi**, Ankara, 307 (1986).

Temizkan, G., "Genetik (Moleküler Genetik)", **İ.Ü. Fen Fakültesi Basımevi**, İstanbul, 399 (1999).

Tez, C., Gündüz, İ., Kefelioğlu, H., "Karyological Study of *Spalax leucodon* (Nordmann, 1840) in Central Anatolia, Turkey", **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 4 (7): 869-871 (2001).

Thorgaard, G. H., ve Disney, J. E., "Chromosome Preparation and Analysis. Methods for Fish Biology", **Mogler American Fisheries Society**, Bathesda, Maryland, USA, 171-187 (1990).

Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E., "Sitogenetik", **Çukurova Üniversitesi Fen Fakültesi**, Adana, 182 (1995).

Turkoglu S., Koca, S., "Karyotype, C- and G-band Patterns and DNA content of *Callimenes (=Bradyporus) macrogaster macrogaster*", **Journal of Insect Science**, 4: 2-24 (2002).

Tüfek, Ö., "Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) Kromozomların İncelenmesi", **Firat Üniversitesi**, Yüksel Lisans Tezi, Elazığ, 12-15 (1993).

Ulupınar, M. ve Okumuş, İ., "Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) Kromozom Preparasyonu İçin İslah Edilmiş Bir Metod", **IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, Egridir/Isparta 23-25(1997).

Vijh, R. K., Sahai, R. and Sharma, A., "Sister Chromatid Exchange in Murrah Buffaloes", **Indian Journal of Animal Science** 61(9): 991-993 (1991).

Vitturi, R., Catalono, E., "Spermatocyte Chromosomes and Nucleolus Organiser Regions (NORs) in *Tricolia specioso*", **Malocologia**, 31: 211-216 (1989).

Vitturi, R., Catalono, E., "Spermatocyte Chromosome Banding Studies in *Baccibulum corneum* (Prosobranchia: Neogastropoda) Variation in Silver-NOR Banding Pattern", **Marine Biology** 104: 259-263 (1990).

Vitturi, R., Colombera, D., Catalono, E. ve Turon, X., "Ag-NOR and C-banding analysis of Spermatocyte Chromosomes of *Clavelina lepadiformis*", **Caryologia**, 44: 343-345 (1991).

Wahrman, J., Gotein, R. ve Nevo, E., "Geographic Variation of Chromosomal Forms in Spalax a Subterranean Mammal of Restricted Mobility", **Comparative Mammalian Cytogenetics Springer Verlag**, New York, 30-48 (1969).

Wahrman, J., Gotein, R. ve Nevo, E., "Mole Rat Spalax: Evolutionary Significance of the Chromosome Variation", **Science**, 164: 82-84 (1969).

Yüksel, E., "Cytogenetics Study in Spalax (Rodentia: Spalacidae) From Turkey", Communications Serie C., **Biologie**, 2:1-12 (1984).

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).

Yüksel, E. ve Gülkaç, M. D., "The Cytogenetical Comparisons of Spalax (Rodentia: Spalacidae) Populations From Middle Kızılırmak Basin, Turkey", ***Turk. J. Biol.***, 25: 17-24 (2001).

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖKTEM, Fatma Gonca  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 23.04.1982 Borçka  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0 (312) 257 08 81  
e-mail : [goncaok@gmail.com](mailto:goncaok@gmail.com)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Biyoloji Bölümü	2004
Lise	Anıttepe Süper Lisesi	2000

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2005	Labor İldam Laboratuvar Malzemeleri LTD.	Ürün Sorumlusu
2005-2007	Ankara Atatürk Eğtm. ve Arşt. Hast. Mol. Test Lab.	Biyolog
2007-2008	Bilkent Üniversitesi Moleküler Biy. ve Gent. Böl.	Biyolog

### Yabancı Dil

İngilizce