

T.C.  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilecik–Eskişehir-Ankara Hattında Yayılış Gösteren *Nannospalax xanthodon*  
(Satunin, 1898) Türünün Karyolojik Analizi

Bünyamin BOZBIYIK

OCAK 2020

**Biyoloji Anabilim Dalında** Bünyamin BOZBIYIK tarafından hazırlanan “Bilecik–Eskişehir-Ankara Hattında Yayılış Gösteren *Nannospalax xanthodon* (Satunin, 1898) Türünün Karyolojik Analizi” adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Aysun ERGENE  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Dr.Öğr.Üyesi Nahit PAMUKOĞLU  
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof.Dr.Nursel AŞAN BAYDEMİR \_\_\_\_\_  
Üye (Danışman) : Dr.Öğr.Üyesi Nahit PAMUKOĞLU \_\_\_\_\_  
Üye : Dr.Öğr.Üyesi Tuba YAĞCI \_\_\_\_\_

...../...../.....

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Recep ÇALIN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

### BİLECİK-ESKİŞEHİR-ANKARA HATTINDA YAYILIŞ GÖSTEREN *NANNOSPALAX XANTHODON* (SATUNIN, 1840) TÜRÜNÜN KARYOLOJİK ANALİZİ

BOZBIYIK, Bünyamin

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nahit PAMUKOĞLU

Ocak 2020, 52 sayfa

Türkiye’de, *Nannospalax xanthodon* geniş yayılış alanına sahip bir türdür. Bu türün diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) ve kromozomların kol sayısı (NF) değişkenliğine göre 28 ırkı tespit edilmiştir. Ankara-Eskişehir-Bilecik illeri ve ilçelerinde *N. xanthodon* için şimdiye kadar verilen kromozomal kayıtların dışında farklı  $2n$  ve NF değerlerini tespit ederek türün kromozomal çeşitliliğine katkıda bulunmak bu araştırmanın amacını oluşturmaktadır. Ayrıca tespit edilen kromozomal formlar, bölgelerin toprak tiplerine göre karşılaştırılarak kromozomal çeşitlilikte edafik faktörlerin etkisi de dikkate alınmıştır. Ankara ilinin farklı lokasyona sahip ilçelerinden hat oluşturacak şekilde alınan örneklerin diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 60 olarak kaydedilmiştir. Ankara örneklerinin temel kromozom sayısı (NF) 80, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 78, X kromozomu submetasentrik, Y kromozomu ise subtelosentriktir. Otozomal kromozomların, 10 çiftini subtelosentrik, 19 çiftini ise akrosentrik kromozom oluşturmaktadır. Eskişehir ilinin farklı lokasyona sahip ilçelerinden hat oluşturacak şekilde alınan örneklerin diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 60 olarak kaydedilmiştir. Eskişehir örneklerinin temel kromozom sayısı (NF) 76-78, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 76, X kromozomu submetasentrik, Y kromozomu subtelosentriktir. Otozomal kromozomların, 19 çiftini subtelosentrik, 20 çiftini akrosentrik kromozom oluşturmaktadır. Bilecik ilinden alınan örneklerin diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 60 olarak saptanmıştır. Bilecik örneklerinin temel kromozom

sayısı (NF) 76, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 72, X kromozomu büyük submetasentrik, Y kromozomu subtelosentriktir. Otozomal set 6 çifti telosentrik, 1 çifti büyük submetasentrik ve 22 çifti akrosentrik kromozomdan oluşmaktadır. Sonuç olarak elde edilen veriler önceki kromozomal kayıtlarla benzerlik göstermektedir. Lokalitelerdeki toprak tiplerinin kromozomal çeşitliliği etkilemediği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Nannospalax xanthodon*, karyoloji, Bilecik, Eskişehir, Ankara, Türkiye



## ABSTRACT

KARYOLOGICAL ANALYSIS OF THE SPECIES *NANNOSPALAX XANTHODON* (SATUNIN, 1898) DISTRIBUTED IN THE BİLECİK-ESKİŞEHİR-ANKARA LINE (MAMMALIA: SPALACIDAE)

BOZBIYIK Bünyamin

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, MSc. Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Nahit PAMUKOĞLU

January 2020, 52 pages

In Turkey, *Nannospalax xanthodon* is a species with wide distribution area. According to diploid chromosome number ( $2n$ ) and arm number (NF) variability of this species, 28 races were determined. The purpose of this research is to identify different  $2n$  and NF values in Ankara-Eskişehir-Bilecik provinces and districts by determining different  $2n$  and NF values other than the chromosomal records given so far for *N. xanthodon*. In addition, the effects of edaphic factors on chromosomal diversity are taken into consideration by comparing the determined chromosomal forms according to the soil types of the regions. The number of diploid chromosomes ( $2n$ ) of the samples taken from the districts of Ankara with different locations as lines, was recorded as 60. The basic chromosome number (NF) of the Ankara samples is 80, the arm number (NFa) of the autosomal chromosomes is 78, the X chromosome is submetacentric, and the Y chromosome is subtelocentric. 10 pairs of autosomal chromosomes are subtelocentric and 19 pairs are acrocentric chromosomes. The diploid chromosome number ( $2n$ ) of the samples taken as a line from the districts of Eskişehir with different locations was recorded as 60. The basic chromosome number (NF) of Eskişehir samples is 76-78, the arm number of the autosomal chromosomes (NFa) is 76, the X chromosome is submetacentric and the Y chromosome is subtelocentric. 19 pairs of autosomal chromosomes are subtelocentric and 20 pairs are acrocentric chromosomes. Diploid chromosome number ( $2n$ ) of the samples taken

from Bilecik province was 60. The basic chromosome number (NF) of the Bilecik samples is 76, the arm number (NFa) of the autosomal chromosomes is 72, the X chromosome is large submetacentric, and the Y chromosome is subtelocentric. The autosomal set consists of 6 pairs telocentric, 1 pair large submetacentric and 22 pairs acrocentric chromosomes. As a result, the data obtained are similar to the previous chromosomal records. It has been determined that soil types in localities do not affect chromosomal diversity.

**Keywords:** *Nannopalaxxanthodon*, karyoloji, Bilecik, Eskişehir, Ankara, Türkiye



## TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım sırasındaki yardımlarından ve desteklerinden dolayı sayın hocam Dr.Öğr.Üyesi Nahit PAMUKOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez çalıŐmalarım sürecinde örneklerin teminindeki yardım ve desteklerinden dolayı sayın Prof. Dr. Teoman KANKILIÇ'a teşekkür ederim.

Arazi alıŐmaları sırasındaki desteklerinden ve yardımlarından dolayı Orman ve Su İŞleri Bakanlığı ile Ankara, Eskişehir ve Bilecik il müdürlüklerine ve yöre halkına teşekkür ederim.

Ayrıca Yüksek Lisans çalıŐmalarım sırasında özverili destek ve yardımlarından dolayı aileme de teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Sistematığı.....	9
1.2. Taksonomisi .....	10
1.3. Ekolojik Özellikleri.....	13
1.3.1. Tünel ve Yuva Yapımı.....	13
1.3.2. Beslenme Şekli .....	17
1.3.3. Karyolojik Özellikleri.....	18
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>25</b>
2.1. Araştırma Alanı.....	28
2.1.1. Ankaranın Jeolojik Yapısı, İklimi ve Bitki Örtüsü.....	28
2.1.1.1. Jeolojik Yapı .....	28
2.1.1.2. İklim.....	30
2.1.1.3. Bitki örtüsü .....	30
2.1.2. Eskişehir'in Jeolojik Yapısı, İklimi ve Bitki Örtüsü .....	31
2.1.2.1. Jeolojik Yapı .....	31
2.1.2.2. İklim.....	32
2.1.2.3. Bitki Örtüsü.....	33
2.1.3. Bilecik İlinin Jeolojik Yapısı, İklimi ve Bitki Örtüsü.....	34
2.1.3.1. Jeolojik Yapı .....	34
2.1.3.2. İklim.....	35
2.1.3.3. Bitki Örtüsü.....	36
2.2. Karyotip Analizi.....	37



<b>3. BULGULAR .....</b>	<b>38</b>
<b>4. TARTIŖMAVE SONUÇ.....</b>	<b>42</b>
<b>5. KAYNAKLAR .....</b>	<b>47</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Körfare tümsek oluşumlarının örneği .....	15
1.2. Bir <i>Nannospalax</i> örneğinin a: metafaz plağı b: karyotipi .....	21
2.1. Örnek alınan Ankara–Eskişehir–Bilecik il ve ilçelerinin harita üzerinde görünümü.....	25
2.2. Örneklerin yakalanmasında kullanılan canlı yakalama kapanı.....	26
2.3. A:Yandan görünüşü, B: Arkadan görünüşü, C: Önden görünüşü.....	26
2.4. <i>Nannospalax xanthodon</i> 'un yüzey üzerinde oluşturdukları tümsekler. ....	27
2.5. Lokalitelerin sahip olduğu jeolojik yapısı ve toprak tipleri.....	28
2.6. Ankara ilinin sahip olduğu jeolojik yapısı ve toprak tipleri.....	29
2.7. Eskişehir ilinin sahip olduğu jeolojik yapısı ve toprak tipleri.....	32
2.8. Bilecik ilinin sahip olduğu jeolojik yapısı ve toprak tipleri.....	35
3.1. Lokalitelerden alınan örneklerle ait metafaz plağı.....	38
3.2. Ankara ilinden alınan örneklerin karyogramı .....	39
3.3. Eskişehir ilinden alınan örneklerin karyogramı .....	40
3.4. Bilecik ilinden alınan örneklerin karyogramı .....	41

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Ankara'nın sıcaklık yağış grafiği.....	30
2.2. Eskişehir'in sıcaklık yağış grafiği.....	33
2.3. Bilecik'in sıcaklık yağış grafiği.....	36
3.1. Ankara il ve ilçelere ait örneklerde 2n ve NF değerlerinin toprak özelliklerine göre karşılaştırılması.....	39
3.2. Eskişehir il ve ilçelere ait örneklerde 2n ve NF değerlerinin toprak özelliklerine göre karşılaştırılması.....	40
3.3. Bilecik il ve ilçelere ait örneklerde 2n ve NF değerlerinin toprak özelliklerine göre karşılaştırılması.....	41

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER DİZİNİ

Bp	baz çifti
mM	milimolar
rpm	dakikada devir sayısı
µg	mikrogram
µl	mikrolitre
UV	ultraviole
mg	miligram

### KISALTMALAR DİZİNİ

Rb	Robertsoniyan füzyonu
mtDNA	Mitokondriyal DNA
rDNA	Ribozomal DNA
DNA	Deoksiribonükleik Asit
EDTA	Etilendiamin-tetra-asetik-Asid
PCR	Poilmeraz Zincir Reaksiyonu
RAPD	Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA
2n	Diploid kromozom sayısı
NF	Temel kromozom sayısı
NFa	Otozomal kromozomların kol sayısı

## 1. GİRİŞ

Yeraltında yaşamaya adapte sağlayan hayvanların yaşamlarının bütünü ya da bir kısmını toprağın altında sürdürmektedir. Bu şekildeki bir yaşam tarzında hayvanlar toprak altında oluşturduğu tüneller ya da deliklerde yaşamlarını sürdürebilme yeteneğine sahip olurlar. Toprağın altında yaşamlarını sürdüren birçok omurgalının aktif kazma sistemleri ile kendi tünel ve yuvalarını oluştururlar(Kardong, 1995).

Memeli sınıfının 19 ordosundan üçü (Marsupilia, Insectivora ve Rodentia) toprağın altında yaşayan yaklaşık 250 türü bulundurmaktadır. Metatheria (Marsupilia= keseliler) infra sınıfı içerisinde Notoryctidae familyasına ait *Notoryctes typos* Stirling, 1891 (keseli köstebek), Eutheria (Plasentalılar) infrasinifından Talpidae familyasının üyesi *Talpaeuropaea* Linnaeus, 1758 (Avrupa köstebeği, Adi köstebek) ile *Talpa caeca* Savi, 1822 (kör köstebek), Chrysochloridae familyasına ait *Eremitalpa granti* Brom, 1907 (Granti'nin altın köstebeği) toprağın altındaki yaşama uyum sağlamış keseli ve böcekçil olan memeli canlılardır. Catzefflis ve ark., (1989) ve Hofmeijer ve de Bruijin (1985)'e göre Rodentia ordosu toprağın altında yaşamlarını sürdüren 8 familya ve 120 türü bulundurur. Kuzey Amerika'da Geomyidae; Güney Amerika'da Octodontidae ve Ctenomyidae; Asya'da Cricetidae ve Rhizomyidae; Afrika'da Bathyergidae ve Rhizomyidae; Avrasya'da Arvicolidae, Güneydoğu Avrupa, Yakındoğu ve Kuzey Afrika'da Spalacidae yayılış alanlarına sahiplerdir. Bu familyaların genelini erken Miosen zamanlarından kalan fosil kayıtlarından ulaşılmaktadır. Ayrıca araştırmalara dayanarak orta-üst Oligosen'de yeryüzünde yaşanan kuraklık dönemi neticesinde 30-35 milyon yıl önce ortaya çıkmışları görülmektedir (Nevo, 1991).

Catzefflis ve ark., (1989) Spalacidae, Cricetidae, Muridae ve Rhizomyidae'nin Muroidea'ya ait olduğunu kabul etmişlerdir. Araştırmacılara göre, Muroidea'nın 15 alt familyası bulunmaktadır vetemsil eden familya ise Muridae familyasıdır. Arvicolinae, Gerbillinae, Murinae, Spalacinae bu familyaya aittirler. Spalacinae alt familyasına göre yaklaşık 15,6 milyon yıl önce ayrılmış olan Murinae ve Arvicolinae alt familyaları ise birbirlerine dahayakınlardır. Harrison ve Bates (1991), Spalacidae familyasının taksonomik yapılarında karmaşık bir cinse sahip

olduğuna değinmişlerdir. Taksonomik olarak yapılan çalışmaların genelinde Spalacidae Muroidea'nın özelleşmiş bir dalı olarak kabul grmuştr (Nevo,1991).

Spalacidae familyası tek bir cinse sahiptir. *Spalax* cinsi gerek anatomik olarak gerekse davranışları bakımından toprakaltındaki yaşama büyük oranda uyum sağlamıştır. Diğer birçok memelilerden körfareleri ayıran en önemli özellik yerleşik yaşam Őekilleridir. Toprağın üzerinde aktif yaşayan memeliler g edebildikleri görülürken, körfarelerin ise çok hareketli yapıya sahip memeliler olmadığı ve sadece kazdığı alanda yaşayabildiği görülür. Bunun sonucunda ise genelde lokalize olmuş veya bazende ufak koloniler ve birey grupları oluştururlar. Soliter özelliğe sahip olan körfareler toprağın üzerindeyken oldukça savunmasız durumdalardır (Wahrman ve ark., 1969).

llerde yaşama şansı olmayan körfareler Güneydoğu Avrupa, Yunanistan'dan Cyrenaica, Doğu Akdeniz ve Irak'ta görülmektedir. Kuzeybatı Mısır ve İsrail arasında Akdeniz kıyıları üzerindeki yayılış alanı ise Sinai'de kesintiye uğramaktadır (Wahrman ve ark., 1969).

Wahrman ve ark., (1969a), *Spalax*'ın atasal olarak ilk ortaya çıktığı blgeninGneydoğu Avrupa veya Anadolu'da üzerinde bir yer olduğu fikrini ne atmışlardır. Bir tek protein molekülünün aminoasit sekansına dayalı moleküler filogenetik araştırmalar Spalacidae'nin muroid-cricetoid stoktan ayırımının ortalama 40-45 milyon yıl kadar önce, Eosen zamanında meydana geldiğini göstermiştir. Bunun yanı sıra DNA-DNA hibridizasyonu ile yapılan araştırmalar ayırımın 19 milyon yıl önce meydana geldiğinin göstergesidir. Son yapılan çalışmalar neticesinde Anadolu veya çevresinde bulunanmuroid-cricetoid stoktan köken alan Spalacidae'nin 20-30 milyon yıl önce Oligosen zamanlarında meydana geldiği ve Kuzey Afrika'ya kadar uzanarak Ortadoğu, stepik Rusya ve Balkanlar üzerinde tespit edilen yayılış alanları bulunmaktadır. Spalacidae *Haramys eviennis*'in en yaşlısının aşağı Miosen'de yaşadığı Hofmeijerve De Bruijn (1985) tarafından Yunanistan'da olduğu kayıtlara alınmıştır. Kazıcı muroidler olan Anomalomyidae, Tachyoryctoididae ve Rhizomyidae familyalarından evrimsel, biyocoğrafik ve taksonomik olarak Spalacidae familya seviyesinde ayrıldığı görülmektedir (Nevo, 1991).

Spalacidae'in Avrupa'da yayılış gösteren türlerinin Asya merkezli olduğu tespit edilmiştir. Balkan yarımadasına Alt Pleistosen'den önce geçen körfare popülasyonları, İstanbul ve Çanakkale boğazlarının oluşması sonucunda ayrılmışlar ve bağımsız olarak türleşmeye devam etmişlerdir (Yüksel ve Gülkaç, 1990).

Körfarelerin Erken Pleistosen'den bu yana İsrail'de adaptif yayılışında kazmaya müsait bir yapıda olması, bölgede kuraklığın gittikçe artması, ormanlık alanlardan yavaş yavaş uzaklaşması ve savan hayatına uyum göstermesi etkili olmuştur (Nevo, 1991).

Körfarelerin oluşturduğu tünellerin yapısı sıcaklık, rutubet, gaz karışımı gibi mikroklimatik fiziksel faktörler ile yaşam alanı, besin kaynakları, erkek birey yoğunluğu, parazitler ve avlanma gibi biyotik faktörlerin de etkilendiği tespit edilmiştir. Tünel sisteminin kapalı olması nispeten sabit bir mikroklima, predatör ve rekabetçi gibi etkenlerden korunma ile besin sağlama yardımcı olur. Predatörlerini dışarıda tutmak tampon oluşturmak için tünellerini topraktan oluşan bir tıkaç ile kapalı tutarlar. Yeni tünelleri besin aramak için tamir eder ya dakazarlar. Türe, bireye, eşeye, yaşa, toprak tipine ve habitat koşullarına bağlı olarak tünellerin büyüklüğü açısından farklılıklar vardır (Nevo, 1991).

Yavru memelilerin toprak altında yaşayan genelde iki tip yayılış şekli bulunmaktadır:

1. Kendi tünellerini anne tünelinin bir uzantısı olarak kazabilirler ve toprağın üzerine çıkmadan annelerine yakın ilk territoryumlarını oluştururlar.
2. Kendi ilk tünel sistemlerini toprak üstünde uzun bir mesafe giderek, anne tünellerinden uzak bir alanda oluştururlar.

İlk yayılış şekli, avlanma riskini minimuma indirmesine karşın, fazla enerjiyi ihtiyacına gereksinim duyulmaktadır. İkinci yayılış şeklinde ise avlanma riski çok daha fazla olmasına karşın nispeten daha az enerjiye ihtiyacına gereksinim duyulmaktadır (Rado ve ark., 1992).

*Spalax* son derece saldırgan yapıya sahiptir. Bireylerin her biri kapalı bir tünel sisteminde bulunup kendi çevresini koruma altında tutmaktadır. Körfarelerin tünel uzunlukları ve yapıları birey büyüdükçe değişiklik göstermektedir. Yaş olarak genç

olan bireyler tünellerini toprağın oldukça yumuşak bulunduğu ve kazma işleminin nispeten kolaylaştığı yağmurlu dönemlerde aktif olarak kazarak meydana getirirler. Toprak yüzeyinde görülen bireyler muhtemelen yuvadan dağılma döneminde diğer bireyler tarafından tünellerinden uzaklaşmaya zorlanmış bireylerdir. Bu bireylerin kendi territoryumlarına geri dönmeleri veya yeni territoryumlar kurma şansları oldukça düşüktür. Ortalama 11 haftalık olduktan sonra, anne tüneline bağlı olan tüneli kapatarak ayırırlar. Bu döneme kadar anne tüneli ile olan bağlantı, onlara avcılara karşı korunma ve yiyecek teminini mümkün kılar (Rado ve ark., 1992).

Nevo (1991)'ya göre Capranica ve ark., (1973) körfarelerin altı farklı tip sesçikardıklarını tespit etmişlerdir. Bunlar; saldırı, ağlama, davet, kur yapma, serbest ve tehdit seslerinden meydana gelir ve her biri farklı davranış şekline de özgüdür. Heth ve ark., (1987), Rado ve ark., (1987) körfarelerin sismik sinyaller aracılığı ile iletişim kurduklarını tespit etmişlerdir. Sismik sinyalleri başlarının anterodorsal yüzeyini tavana vurarak oluşturdukları tespit edilmiştir. Genç bireylerin anne tüneli içerisinde tünel tavanına ulaşma yeteneğine sahip olmadıklarından sismik sinyal üretmedikleri görülmüştür. Ancak kendi tünellerini kazmaya başladıkları esnada bu sinyalleri komşu territoryumları vekazma yönünü tayin etmede kullandıkları görülmüştür. Erkek yavru bireylerin dişi yavru bireylere nazaran daha uzun mesafelere dağıldığı görülmüştür. Bu dağılım şekli ise kendi içlerinde çiftleşmeye engel olmaktadır (Rado ve ark.,1992).

Toprağın yüzeyine çıkma süresinde savunmasız olan körfarelere ait kafatasları Dor(1947) tarafından İsrail'de peçeli baykuş (*Tyto alba*) ve küçük baykuşlar (*Athenenoctua*)'ın peletlerinde tespit edilmiştir. Araştırmacı yedi bölgede gözlemlendiği peçelibaykuş peletlerinin % 68.3'ünü *Microtus quentheri*, % 1.5'ini *Acomys cohirinus* ve% 0.3'ünü *Spalax ehrenbergi*'nin meydana geldiğini kayıt altına almıştır (Heth, 1991).

Toprak üzerindeki körfarelerin avlanması olayı tesadüftür. Tünellerinden sert, taşlı ve sığtoprak ile sel gibi çevresel koşullara bağlı olarak toprağın üzerine çıkabilirler. Anne tünellerinden dağılmaya başlayan yavrular nispeten arazi kenarları, taşlık yerler gibi tercih edilmeyen mikro habitat alanlarında territoryumlarını oluştururlar. Mikrohabitatlarında iyi olanları yaşlı bireyler tarafından işgal edilmiş durumdadır. Yavru olan bireyler ilk yazlarını bu territoryumlar içerisinde geçirir. Devam eden



sonbahar ve kış aylarında komşu bireylere ait yakında boşalan territoryumlara hatta yaşlı bireylerin territoryumlarına geçerek yaşamlarını sürdürürler. Dağılma döneminde daha yaşlı bireylerin territoryumlarının yakınından geçen yavru bireylerin saldırısından korunmak için ağlama veya kedi gibi mırlama sesi oluştururlar. Ergin ve yavrulara nazaran genç körfareler toprak yüzeyinde daha çok avlanabilmektedir. Daha iyive kalıcı territoryumlarını kurma teşebbüsleri sırasında genç bireyler o alanda baskın ve daha ağır olan ergin bireyler tarafından saldırıya uğrayabilmekte ve nadiren de olsa toprak yüzeyine çıkabilmektedirler (Heth, 1991).

Nowak ve Paradiso (1991)'ya göre Ognev (1947), körfarenin bir nesne ile çarpışması durumunda kızgınlıkla homurdanarak aniden geri dönüşler yaptıklarını, küçük adımlarla ilerlediklerini ve başının sürekli aşağı doğru eğik olduğunu belirtmişlerdir. Bu davranışa sebep olarak körfarelerin toprakta kazmaya başlayacağı uygun yeri araması olduğu belirtmişlerdir. Rakiplerini gürültülü hırlama şeklinde bir ses çıkararak tehdit etmektedirler. Toprak üzerinde çok ağır ve sessiz hareket ederek, objeleri burun uçlarıyla dokunarak tanımaya çalışırlar. Tarım alanlarında yoğun olarak bulunan körfareler bu alanlardaki üretime tehdit oluşturduğundan dolayı avlanarak öldürülebilmektedirler. Bazı Avrupa bölgelerinde ısırığının zehirli olduğu ve sığırlara zarar verdiği düşüncesi hakimdir (Mitchell-Jones ve ark., 1999).

Nowak ve Paradiso (1983)'ya göre Topachevskii (1976) Rusya'da *Spalax*'ların meyve bahçelerine, yıl boyunca bulunan çayırılara, ormanlık alanlara, ekilmiş alanlara ve ekinlere zarar verdiğini belirtmişlerdir. Doğu Akdeniz bölgesinde de ciddi bir tarım zararlısı olduğu kabul edilmektedir. Libya çevresindeki bazı insanlarda körfarelerden birine dokunulduğunda körlük meydana gelebileceği inancı bulunmaktadır. Arkeologların bazılarında erken yerleşim bölgelerine ait olan objeleri yüzeye çıkarmalarından dolayı yardım sağlarken, bazılarında ise objelerin esas yerlerini değiştirmelerinden dolayı yanlış tahminde bulunmalarına yol açabilmektedirler. Anadolu'da üretim yapan çiftçiler körfarelerin patates, soğan, sarımsak, şekerpancarı, havuç, domates ve fasulye gibi ekim alanlarına zarar verdiklerini ileri sürmektedirler. Körfareler besinlerin köklerini yemekteyken, ayrıca galeri açarken dışarı atılan toprağın ürünün üzerini örttüğünden hem ürünün kurummasına hem de ekim alanında engebeli bir yüzey meydana getirdiği için biçer-döver gibi aletlerle hasat yapılırken ürün kayıplarını beraberinde getirmektedir. Toprağın altındaki sulama borularına ve

haberleşme hatları ile ilgili de zararlar oluşturabilmektedir (Sözen, 2005). Çalışma alanlarındaki körfareleri çiftçiler galeri ağzını açtıktan sonra çapa, kapan ve özel yapılmış tüfeklerle açıklığı kapatmaya geldiğinde avlayabilmektedir. Bunun dışında tarım alanlarını sulayarak körfarelerin boğulmalarını meydana getirmektedir. *Spalax* cinsi ile ilgili ilk çalışmalar 1770’li yılların sonlarına doğru başlamış olup kendine özgü bir familya “Spalacidae” altında tek cins *Spalax* kabul edilmiştir (Topochevskii 1969, Harrison 1972, Mursaloğlu 1979, Savic 1982, Kıvanç 1988, Savic ve Nevo 1990, Nevo 1991).

Nevo (1991)’ya göre Topochevskii (1969) Spalacidae’yi 2 alt familyaya ayırmıştır;

1. Alt familya : Prospalacinae

Genus : *Prospalax* (Fosil)

2. Alt familya : Spalacinae

Genus : *Microspalax*

Genus : *Spalax*

De Bruijn (1984)’in *Prospalax*’ı Anomalomyidae familyasına atfetmesinden ötürü Prospalacinae günümüzde kullanımı bulunmamaktadır. Corbet (1978) ise üç türü bulunduran tek bir cins, *Spalax*’ı kabul etmektedir.

Sözen (1999)’e göre Gromov ve Baranova (1981) *Microspalax* Nehring, 1898 cinsinin daha önce *Microspalax* Megnin ve Trouessart, 1884 adında bir Acarina için de kullanıldığını tespit etmiştir. Körfareler için araştırmacılara göre *Microspalax* yerine *Nannospalax* Palmer, 1903 kullanılması gerekmektedir.

Araştırmacılardan Gromov ve Baranova, (1981) *Nannospalax* ve *Spalax* olmak üzere iki cins kabul etmişlerdir. *Nannospalax*: *N. ehrenbergi*, *N. nehringi*, *N. Xanthodon* üç tür ile temsil edilirken; *Spalax* ise: *S. giganteus*, *S. arenarius*, *S. microphthalmus*, *S. polonicus* ve *S. graecus* beş tür ile temsil edilmektedir (Corbet ve Hill 1991, Coşkun 2003).

*Nannospalax*'dan, *Spalax* cinsini ayıran özellik kafatasında occipital condyl'in üzerinde foramen'e bulunmamasının yanı sıra bazı kranial karakterlere dayanarak ayrımı yapılmaktadır (Nowak, 1997).

*Spalax* ve *Nannospalax* cinslerinin kromozom morfolojileri ve diploid sayıları yönünden birbirlerinden ayrıldıklarını vurgulamışlardır. Zima ve Kral'a göre *Spalax* cinsinin herhangi bir türünün karyotipi akrosentrik kromozom bulundurmamaktadır.

Savic ve Nevo (1990), bu karışıklığın önüne geçebilmek için *Spalax* cins ismini kullanmışlar *Spalax ehrenbergi* ve *Spalax xanthodon*'u üsttür ve her bir kromozomal formunu da tür olarak kabul etmişlerdir.

Türkiye'de atasal *Spalax xanthodon* ile yeni nesil yaklaşık 250.000 + 20.000 yaşındaki *S.ehrenbergi* yayılımı bulunmaktadır (Nevo ve ark., 1995).

*Spalax ehrenbergi* Libya, Suriye, Ürdün, Lübnan, İsrail, Mısır, Irak ve Anadolu'nun güneydoğusunda yayılım alanına sahiptir (Coşkun, 2004).

*Spalax ehrenbergi*'nin üsttürünün İsrail'de uyum sağlamış bir yayılım alanı bulunmaktadır. Kayıtlara geçen eneski fosiline 1.4 milyon yıl öncesine ait olup Ürdün vadisi üzerinde erken Pleistosen hominid bölgesi olan Ubeidiya oluşumunda rastlanmıştır (Nevo ve ark., 1988; Nevo, 1991).

Mursalıoğlu (1979), Kıvanç (1988) ve Harrison ve Bates (1991)'e göre *Spalax ehrenbergi*'yi *S. xanthodon*'dan ayırt edilmesini sağlayan özellik üst kesici dişlerin ön yüzeyinde iki tane kabartı şeklinde çizgi, alt kesici dişlerin ön yüzünde üç tane kabartı şeklinde çizgiye sahip olmasıdır. *S. ehrenbergi*'nin ergin bireylerinin M3'lerinde 2 adacık mevcutken, *S.xanthodon*'da tek adacık mevcuttur. *S. ehrenbergi*'nin üç köklü üst molar dişlerinin nasal kemiklerin üzerinde boyuna bir çukur mevcuttur. Hem frontal hem de parietal kemiklerin üzerinde sagittal çıkıntı mevcuttur (Coşkun, 1998; Sözen, 1999).

İsrail'in farklı bölgelerinden alınan körfare örneklerini morfolojik olarak birbirleri ile benzerlik göstermektedir. Diploid sayısı bakımından *Spalax ehrenbergi*'nin 52, 54, 58 ve 60 olan 4 kromozomal formu mevcuttur. Kuzeydeki örneklerin diploid kromozom sayısı  $2n=52$  ve 54'den, kademeli olarak güneydeki örneklerde  $2n=60$ 'a arttığı

görülmektedir. Diploidkromozom sayısının kuraklık arttıkça da arttığı tespit edilmiştir. Diploid kromozom sayısının serin ve rutubetli olan bölgelerde 52, serin ve yarı kurak olan bölgelerde 54, ılık ve rutubetli olan bölgelerde 58, ılık ve kurak olan bölgelerde ise 60 formunun yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. Farklı formların bulunduğu lokaliteler birbirinden ayrı bir özelliğe sahip fakat birbirleriyle bitişik durumdadır. (Wahrman ve ark., 1969).

Yüksek ve Gülkaç (2001)' a göre Nevo ve Bar-El (1976) ve Nevo (1985), farklı karyotip formlarının birbirleriyle etkileşim içinde oldukları bölgelerde *Spalax ehrenbergi*'nin sağlıklı hibridlerinin bulunduğu dar hibrid alanları meydana getirdikleri tespit etmişlerdir.

Wahrman ve ark., (1969 a), İsrail'deki 4 kromozomal formunun birbirlerinden kesin olarak fiziksel birbariyerle coğrafik olarak ayrılmadıklarını belirtmişlerdir. Araştırmalarında  $2n=58 \times 2n=60$  hibridi  $2n=59$  olan bir birey mevcut olduğunu tespit etmişlerdir. Wahrman ve ark., (1969 b), deney ortamında  $2n=52$  kromozomlu bir erkek bireyle  $2n=58$  kromozomlu bir dişi bireyi çiftleştirmişler sonucunda ise embriyonun, gelişimin erken safhalarında öldüğünü kayıt altına almışlardır.

*Nannospalax nehringi* Kars-Gaziler-Kaskoparan, Ararat bölgesinden Satunin (1898) tarafından ilk kez tanımlanmıştır. *S. nehringi* Ellerman ve Morrison-Scott (1951), Topachevskii (1969) ve Corbet ve Hill (1991)'in araştırmalarına göre Kafkaslar ve Anadolu'da yayılış gösterdiği belirtilmektedir (Coşkun, 2001).

*N. nehringi* ilk kez Kafkaslardan Matthey (1959) tarafından incelenmiş ve  $2n=48$  olarak kayıtlara geçmiştir. Nevo ve ark., (1995) Erzurum, Kars (Sarıkamış) örneklerini  $2n=50$ , Sözen ve ark., (2000) Kars (Susuz), Erzurum ve Ardahan'daki örnekleri  $2n=50$ , Coşkun (2001) Erzurum-Kars populasyonlarını  $2n=50$ , Ağrı-Van populasyonlarının  $2n=48$  kayıt etmişlerdir (Coşkun 2001).

*Spalax ehrenbergi*'nin karyotipi Türkiye'de ilk kez Elazığ populasyonlarında Yüksel (1984) tarafından inceleme altına alınmıştır (Coşkun 1998).

Coşkun (2004)'a göre *Spalax ehrenbergi*'nin diploid kromozom sayısı 48, 52, 56 ve 58 olan 4 kromozomal formu Türkiye'de mevcuttur.

Gromov ve Baranova (1981), Zima ve Kral (1984), Corbet ve Hill (1991), Nowak (1997) tarafından belirtilen kriterlere göre incelendiğinde Türkiye'de yayılış gösteren körfarelerin *Nannospalax* cinsine ait oldukları kabul görmüştür.

### 1.1. Sistematığı

Sözen (1999)'e göre Topachevskii (1969) tarafınca verilen sistematik.

Familia : Spalacidae

Subfamilya : Prospalacinae

Genus : *Prospalax* (Fosil)

Species : *P. priscus*

*P. rumanus*

Subfamilia : Spalacinae

Genus : *Microspalax*

1. Subgenus : *Microspalax*

Species : *M. ehrenbergi*

*M. compositodontus* (Fosil)

2. Subgenus : *Mesospalax*

Species : *M. nehringi*

*M. xanthodon*

Genus : *Spalax*

Species : *S. giganteus*

*S. arenarius*

*S. graecus*

*S. polonicus*

*S. microphthalmus*

*S. minor* (Fosil)

Corbet ve Hill (1991) tarafınca verilen sistematik:

Familia : Muridae

Subfamilya : Spalacinae (Gray 1821)

Genus : *Spalax* (Güldenstaedt, 1770) (Ukrayna körfaresi)

Species : *S. arenarius*

*S. giganteus*

*S. graecus*

*S. microphthalmus*

*S. polonicus* (*S. zemni*)

Genus : *Nannospalax* Palmer, 1903 (Akdeniz körfare)

Species : *N. ehrenbergi*

*N. xanthodon*

*N. nehringi*

## 1.2. Taksonomisi

Miller (1912), Romanya ve Bulgaristan'da yayılış gösteren *Spalaxdolbrogeae* Miller, Macaristan, muhtemelen Balkan yarımadasının kuzeybatısına doğru yayılış gösteren

*Spalax hungaricus* Nehring (*Spalax monticola*) ve yayılışı belli olmayan *Spalax graecus* Nehring'i olduğunu belirtmiştir. Ellerman ve Morrison-Scott(1951) *S. xanthodon* ve *S. microphthalmus* türlerini aynı tür olarak kabul ederken, *S.ehrenbergi*'yi ayrı bir tür olarak belirtmiştir. Topachevskii (1969), Mehely (1913)'ün sınıflandırmasından farklı olarak Spalacidae familyasında 8 tür ile temsil edilen *Microspalax* ve *Spalax* cinslerini kabul etmiştir (Corbet 1978).

Mehely (1909) *Spalax* cinsini monograflamış ve üç alt cinse ayırımını yapmıştır. Ellerman ve Morrison-Scott (1951), *Spalax ehrenbergi*, *S. Xanthodon*ve *S.microphthalmus* türlerini kabul etmişlerdir. Araştırmacılara göre *ehrenbergi* Afrika-Filistin türleri, *xanthodon* ise *hungaricusmonticola* serisi için ilk isim olarak kayıt altına almışlardır.

Corbet (1978) Topochevskii'nin taksonlarını üçe indirerek congenerik tür olarak ileri sürmüştür. Araştırmacı, Rus araştırmacılar tarafından doğuda bulunduğu öne sürülen *S.giganteus* kabul etmiş ve bu türün *S. microphthalmus*'dan oldukça farklı olduğuna değinmiştir. Ayrıca *Spalax* türlerinin hepsininlokal varyasyonlar gösterdiğini de ilave etmiştir. Araştırmacı *S. Microphthalmus* Güldenstaedt, 1770'in Ukrayna, Güney Rusya, Bulgaristan, Yunanistan, Volga ve Orta Kafkas'ın kuzeyindeki düzlüklerde; *S.giganteus* Nehring 1898'un Hazar denizinin kuzeybatısındaki düzlüklerde ve Kazakistan'da; *S. xanthodon*'un ise Yunanistan, Güney Ukrayna, Anadolu, KuzeyIrak, Suriye, İsrail, Kafkaslar, Bengazze'ye kadar Mısır ve Libya kıyılarında yayılış alanlarının olduğunu ifade etmiştir.

Giagia ve ark., (1982), Savic ve Soldatovic (1978,1979) ve Savic (1981)tarafından Anadolu'nun batısında farklı bir karyotipe sahip olduğu tespit edilen Havran ve Selçuk populasyonlarının muhtemelen *Microspalax nehringi anatolicus* Mehely(1909)'a ait olduğunu belirtmişlerdir. Bu türü Mursaloğlu (1979) *Spalax. Xanthodon* Mehely 1909, Ondrias (1966) *M. l. turcicus*, Lyapunova ve ark., (1974) ise *M.nehringi* olarak kabul etmişlerdir.

Harrison (1972) *Spalax xanthodon*'dan *S. ehrenbergi*'yi ayırt edememiştir. Harrison ve Bates (1991) ise *ehrenbergi*'yi *leucondon*'dan alttür seviyesinde daha ufak ölçülere sahip olmasından dolayı ayırt edilebileceğini ifadesinde bulunmuşlardır. Araştırmacılar bütün Arabistan örneklerinin *S. xanthodon ehrenbergi* olduğunu kabuletmişlerdir.

Harrison (1972) Anadolu coğrafyası üzerinde sadece *S. xanthodon* türünün yayılış gösterdiğini ifade etmiştir. *Spalax xanthodon* 'u Yugoslavya'da *S. l. hercegoviensis*, *S. l. montanoserbicus*, *S. l. syrmiensis*, *S. l. strumiciensis*, *S. ovchepolensis*, *S. l. makedonicus*, *S. l.hungaricus*, (*martinoi*), *S. l. monticola*, *S. l. montanosyrmiensis*; Romanya'da *S. l.transylvanicus*; Rusya, Romanya ve Bulgaristan'da ise *S. l. dolbrageage* temsil eden alttürleri bulunmaktadır(Yüksel ve Gülkaç, 1990).

Sözen ve Kıvanç (1998 a,b), Mursaloğlu (1979) ve Kıvanç (1988)'a göre ise Türkiye'de yayılış gösteren iki tür olan *Spalax xanthodon* ve *S. ehrenbergi*'yi kayıt etmişlerdir. *Spalax xanthodon*, *S. l. nehringi*, *S. l. armeniacus*, *S. l. cilicicus*, *S. l.anatolicus*, *S. l. turcicus* ve *S. l. tuncelicus*; *Spalax ehrenbergi* ise *S. e. intermedius*, *S. e. kirgisorum* ve *S. e. nevoi* ile temsil eden alttürleri bulunmaktadır.

Sözen (1999)'e göre ise Vinogradov ve Argyropula (1941) Türkiye'de *S. xanthodonarmenicus* ve *S. l. nehringi*'nin yayılış alanlarının olduğunu ifade etmişlerdir. Ognev(1947), Nehring (1898)'in Bosna'da yeni bir tür olarak ileri sürdüğü *S. monticola* ile Nordmann (1840)'nın Rusya'dan verdiği *S. typhlus xanthodon*'un aynı özelliklerinin mevcut olduğunu tespit etmişler. Bununla beraber *typhlus* isminin başka bir *Spalax* türü için kullanılmasından ötürü *S. xanthodon* isminin geçerli olduğunu kabul ederek ve *monticola* adının yerine *xanthodon* ismini kullanmaya devam etmişlerdir.

Mehely (1909) ise Madenköy'den aldığı bir örneği *Spalax xanthodon cilicicus* olarak kabul etmiştir. Kıvanç (1988) *S. l. nehringi* ve *S. l. armeniacus* alttür ölçülerinin Türkiye'de yayılış gösteren körfarelerin sırasıyla büyük ve en büyük ölçülerine sahip olduğunu ileri savunmuştur (Sözen, 1999).

Mehely (1909)'e göre Doğu Anadolu bölgesinde *S. monticola nehringi* ve *S.monticola armeniacus* yayılış alanı mevcuttur. Aynı bölgede Topachevskii (1969)*Microspalax nehringi nehringi*'nin, Mursaloğlu (1979) ise *Spalax xanthodon*'un yayılış alanının olduğunu ifade etmişlerlerdir. Nevo ve ark., (1994, 1995) aynı bölgenin körfarelerinin tanımını yaparken *S. xanthodon* üst cinsini ifade etmişlerdir. Kıvanç (1988), Mursaloğlu(1979)'na göre ise Kars, Susuz, Hacıveli, Göle, Ardahan ve Sarıkamış'taki örneklerin *S.l. armeniacus*; Kars, Tuzluca, Erzurum, Ağrı, Muş ve Van'daki örneklerin *S. l.nehringi* olduğunu ifade etmişlerdir. *S. l. nehringi*, *S. l. armeniacus*'dan



premaxillanasalsuture üzerindeki foramina'nın bulunmasıyla ayrılmaktadır (Coşkun, 2001).

Coşkun (2001) ise Doğu Anadolu bölgesinde bulunan körfarelerin *Nannospalax nehringi* olduğunu kabul etmiştir. *N. nehringi nehringi*'nin Ağrı ve Van'da, *N. nehringi* spp.'nin Erzurum'da, *N. n. armeniacus*'un ise Kars'ta yayılış alanına sahip olduklarını ifade etmiştir.

*Spalax (Microspalax)* Felten ve ark., (1973) ise Türkiye'de yayılış gösteren bütün körfareleri *nehringi*, Mursaloğlu (1979) ise *S. xanthodon* olarak kabul etmişlerdir.

Coşkun (1996) araştırmasında Tunceli'den yeni bir alttür olarak *S. nehringi tuncelicus*'u tanımlamıştır. Sözen ve Kıvanç (1998) ise *S. nehringi tuncelicus*'u *S. Xanthodontuncelicus* olarak kabul etmişlerdir.

Türkiye'de yapılan araştırmalarda bugüne kadar Nordmann (1840) İzmir'den *Spalax typlus xanthodon*, Satunin (1898) Kars'tan *S. nehringi*, Mehely (1909) Kars, Kura nehri kaynağı yakınlarından *S. monticola armeniacus*, İzmir'den *S. monticola anatolicus*, İstanbul'dan *S. monticola turcicus*, Matshie (1919) Eskişehir'den *S. labau mei*, Hinton (1920) Kütahya'dan *S. monticola corybantium*, Çankırı'dan *S. Monticola captorum*' u kayıt altına alınmıştır (Ognev, 1947; Ellerman ve Morrison-Scott 1951).

### **1.3. Ekolojik Özellikleri**

#### **1.3.1. Tünel ve Yuva Yapımı**

Körfareler genel olarak deniz seviyesinden ortalama 2400 m yükseklikte step, çayır ve otlak alanları yaşam alanı tercih ederlerken, ormanlık ve bataklık alanlarda yaşamlarını sürdürmezler (Mitchell-Jones ve ark.,1999).

Körfareler sıcak ve kurak olan yaz aylarında toprağı kazma aktiviteleri azalırken bunun yanı sıra tünellerini daha derine kazma eğilimi gösterirler (Nowak ve Paradiso, 1983).

Körfareler üreme mevsimi dışında birçok tüneli olmasının yanında dinlenme, depo ve dışkı boşaltma odaları bulunan toprak altı tünel sisteminde yaşamlarını devam

ettirmektedirler. Yazın dinlenme tümsekleri oluştururlar. Dinlenme tümsekleri büyük olup diğer tümsekler tarafından çevrelenmektedir. Dinlenme tümseğinin merkezinde bulunan içi kuru otlarla dolu olan oda; uyuma, dinlenme ve yavruları büyütme için körfarelerin yaşamlarını sürdürdüğü alanlardır. Bu odanın hemen altında ve tümsek boyunca depo ve dışkılama için kullanılan odalar mevcuttur. Sonbahar ve kış ayları yağışlı geçen Akdeniz bölgesinde dişi *Nannospalax* üyeleri üreme tümsekleri meydana getirirler. Körfarelerin tümsekleri sert ve düz duvara sahiptir. Oluşturdukları galeriler labirent şeklindedir. Sadece tümseğin kenarlarında yumuşak ve gevşek toprak mevcuttur. Kendilerini sele karşı korumak için tümseklerini çok nemli ve zayıf drenaja sahip alanlarda daha büyük meydana getirirler. Dişi bireylerin üreme tümseğinin etrafında, erkek bireylerin daha ufak tümsekleri bulunur. Butümsekler, tüneller vasıtasıyla birbirleriyle bağlantılıdır. Körfarelerin galerilerinin kesiti yaklaşık birdaire şeklinde olup çapı körfarenin büyüklüğü ve toprağın yapısı ve sertliğine göre değişkenlik göstermektedir. Bazı bölgelerde yaz aylarında galerilerin iç yüzeyini farklı renkte ve özellikte topraklarla kaplamaktadırlar (Nowak ve Paradiso, 1983).

Körfareler toprağı kazma işlemini dişleriyle gerçekleştirdikleri için ayaklar ve pençeler kazma işlemi için adaptif durumda değildir, fakat kazma esnasında dişlere hareket yeteneği fazla olan baş kısmı da büyük yardım sağlamaktadır. Toprağı kazma şekli ve yöntemi köstebekten (*Talpa*) tamamen farklıdır. Büyük kesici dişlerini toprağı gevşetmek için kullanırlar. Dişlerle gevşetilmiş olan toprak dorsa-ventral olarak düzleşmiş başın yukarı doğru kuvvetlice itme hareketi ile kaldırılır. Tünel duvarlarını burunları ile sıkıştırır, kazdıkları alanların genişlemesini ise gövdelerini kullanarak gerçekleştirirler. Reed (1958) *Nannospalax* cinsinin kuru ve taşlı zeminde hızlı hareket edebilme yeteneğine sahipken yumuşak ve ıslak toprakta yavaşladığını tespit etmiştir. Körfareler ön ayaklarını toprağın parçalanmasında, ardayaklarını ise toprağı geriye doğru itmede kullanırlar (Nevo, 1961; Nowak ve Paradiso, 1983; Harrison ve Bates, 1991).

Ognev (1947), yeni oluşturulmuş tümseklerin tabanının yuvarlak fakat yağmur ve atmosferik koşulların etkisiyle tamamen düzleşmiş olduğunu belirtmiştir. Tümsek ölçülerinin 20x20 ile 230x240cm'ye arasında değişiklik gösterdiğini belirterek daha yaygın olarak 50x50 cm çapındaki tümseklerin bulunduğunu ifade etmiştir.

Araştırmacı bütün *Nannospalax* yuvalarını tmsekerin yerleşimini temel olarak 4 grupta tanımlamıştır:

1. Bir ya da iki kollu doğrusal çizgideki tmseker: Çizgi uzunluğu oldukça değişkenlik gösterirken, en uzun yuva 114 tümseğe sahiptir ve ilk ile sonuncu tmseker arası mesafe yaklaşık 169 m uzaklıkta bulunmaktadır.
2. Bir ya da iki merkezden dağılan birkaç doğrultudaki tmseker: Bu tipteki en geniş yuva 94 tümseğe sahiptir. İlk ile sonuncu tmseker arası mesafe yaklaşık 247 m uzaklıkta bulunmaktadır.
3. Yatay geçitlerin uzunluğuyla düzensiz olarak dağılan tmseker: Bu tipteki en geniş yuva 104 tümseğe sahiptir ve 100 m'lik bir alana yayılış göstermektedir.
4. Düzensiz dağılmış tmseker grupları: Bir doğru üzerinde yerleşmiş tmsekerlerdir. Bu tip yuva küçük bir alanı kapsamaktadır.



**şekil 1.1.** Körfare tmseker oluşumlarının rneği

Körfare yuvalarının tünel sistemi hayvanların besinlerini toplayabileği yatay geçitler, oturma odası, depo odaları ve daha derindeki tuvalet odalarını birbirine

bağlayan derin tüneller meydana getirmektedir. Hayvanın yaşına bağlı olarak tünellerin çapları gençler için 5x6, erginler için 8x9 cm olabilmektedir. Yatay geçitler 10-25 cm derinlikte ve dolambaçlı olup uzun olurlar. Kazılan en kısa yatay geçitin uzunluğu 363 m olarak kayıt edilmiştir. Derin tüneller ile bağlantı yatay geçitlerden 120-130 cm'lik doğrultuda iki veya dört dikey geçit aracılığıyla sağlanır (Ognev 1947).

Her yuvayaklaşık 20x30 cm bir veya iki yuva odasından meydana gelmektedir. Bu odaların birinde taze besin ve yatak kalıntıları, diğerinde ise çürümüş bitki kalıntıları mevcuttur. Körfareler kirlendiklerinde veya parazitlerle karşılaştıklarında genellikle yaşam alanları içinde ayrı bir yuvaya geçiş yaparlar. Körfarelerin depo odalarının sayısı 4 ila 9 olup sadece kış aylarında bu odalar kullanılır. Boşaltım alanı olarak kullanılan tuvalet odaları dolduğunda toprakla kapatılır ve yerine yeni boşaltım odası açılır. Bu nedenle bir yuvada birkaç kapatılmış tuvalet odası bulunması mümkündür. Oluşturulan tünel duvarları köklerden arındırılmış ve sıkıştırılmış durumdadır. Her bir körfarenin kendine ait bir tüneli vardır ve yaşamını tamamıyla bireysel olarak devam ettirmektedir. Bütün tünellerin birbirine bağlantısı vardır ve bazen hektarlarca alana yayıldığı görülmektedir (Ognev 1947).

Nevo (1961), körfareler tarafınca İsrail'de yazın ve kışın iki ayrı tip yuva yapıldığını tespit etmiştir. Kış mevsiminde, dişi bireyler tarafından yapılan geniş tümsekleri üreme tümseği olarak kabul etmiş ve içyapısını üçe ayırarak incelemelerde bulunmuştur. Bu üç kısım toprak altı tabaka, depodalarını ve tünellerden meydana gelmektedir. Toprak seviyesinde bulunan tabaka, üreme odasını ve ekdepo odalarını; toprak üstü bulunan tabaka ise, üst depo odaları ve tuvalet odasını bulundurmaktadır. Üreme odası ise ortalama 20 cm çapında olup tümseğin merkezinde bulunmaktadır. Ortalama 7 cm çapındaki tuvalet odası ise dolduğu zaman kapatılır ve yerine yeni bir oda açılır. Bu üç tabakanın birbirine spiral bir tünellerle bağlantıları bulunmaktadır. Tünellerin derinliği 5-25 cm arasında değişkenlik göstermektedir. Dişi bireyler kendi yaptıkları üreme odalarında kalırken erkek bireyler üreme mevsimine kadar bu odaya kabul edilmezler. Erkek bireyler üreme dönemine kadar üreme tümseğinin etrafında bulunan küçük tümseklerde kalıp besin depo etmeyi sürdürürler. Erkek bireylerin tümsekleri, dişi bireylerin tümseklerine göre daha düzensiz olmakla birlikte bir ile üç tünel ve depo odasını bulundurmaktadır.

Yaz mevsimi başlangıcında erkek ve dişi bireyler derin tünel ve dinlenme odaları yapmaya yönelirler. Dinlenme tümsekleri üreme tümseklerine benzer olup daha az sayıda tünel ve depo odalarını bulundurmaktadır. Körfarelerin uyku ve dinlenmek amacı ile kullandığı yuva odası tümsek yüzeyinin genellikle 80 ila 100 cm altında yer alır ve içerisinde kuru ot ve saman bulunur.

Sözen (2005), Türkiye'deki körfarelerin yuva yapısını incelerken üreme odasını genellikle toprak seviyesinin ortalama 30-60 cm kadar altında olduğunu tespit etmiştir. Nevo(1961)'nin verdiği yuva yapısını sadece Bolu (Seben)'da taban suyu seviyesinin 40-60 cm derinlikte ve 792 m<sup>2</sup>'lik bir alanda olduğunu ve üreme odasını toprak seviyesinin üzerinde toprak birikintisi içinde mevcut bulunduğunu tespit etmiştir.

### **1.3.2. Beslenme Şekli**

Körfarelerin depolarında *Narcissus*, *Gladiolus segetum*, *Oxalis cernua*, *Arisarum vulgare*, *Arum hygrophilum*'un soğanları ve *Sorghum halepense* rizomları ile *Prosopis farcata*, *Alhagi maurum*'un köklerinin bulunduğu İsrail'de yapılan araştırmalarda tespit edilmiş bulunmaktadır. Bunun yanı sıra toprak solucanlarını ısırarak felç etmeleri ve üreme tümsekleri üzerinde depoladıkları çiçek soğanlarının filizlendiği tespit edilmiştir (Nevo, 1961).

Körfarelerde dişi bireylerinin gebelik ve süt salgılama dönemleri zamanlarında besin depolama işleri erkek bireyler tarafınca yapılmaktadır. Kış mevsiminde, besinlerini daha çok bitkilerin yeraltında bulunan kısımlarından olan rizom, yumru, bitki soğanı ve kökler oluşturmaktadır. Buldukları alanlara göre; patates, soğan, havuç, şekerpancarı ve yerfıstığı oluşmaktadır. Gebelik döneminin son evrelerinde ve süt salgılama dönemi içerisinde taze yeşil bitkileri depo etmektedirler. Yaz mevsiminde ise, depoları içerisinde rizom ve kök ile birlikte arpa, buğday gibi tahıllar bulunabilmektedir. İsrail'de bulunan körfare örneklerinin mide kapsamları incelemelerinde, etli bitki kısımları, çekirdek kabuğu, yumrulu kök parçaları ve nadir olarak ise böcek kalıntıları olduğu tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra depoları içerisinde 18 kg'dan daha fazla patates ve şekerpancarı da bulunduğu tespit edilmiştir (Nowak ve Paradiso, 1983).

Körfarelerin özellikle patates ve şekerpancarını beslenmek için çok kullandıkları ve yaz mevsimi tünellerinde isebuğday ve arpa bulunduğu tespit edilmiştir (Harrison ve Bates, 1991).

Sözen (2005) ise su içmeyen körfarelerin Türkiye’de besinlerini havuç, patates ve soğan ile birlikte ayırkotu, karahindiba bitkilerinin köklerinden oluşturduğunu tespit etmiştir.

### 1.3.3. Karyolojik Özellikleri

*Nannospalax* cinslerine ait türler üzerinde yapılan ilk karyolojik çalışmada Kafkasya'dan alınan örneğin diploid kromozom sayısı  $2n=48$  olarak *N. nehringi* için tespit edilmiştir (Matthey, 1959). Daha sonra yapılan araştırmalar sonucunda Bulgaristan, Yugoslavya, Romanya, Yunanistan'dan bu familyaya ait yeni karyolojik veriler elde edilmiştir (Matur, 2009). Türkiye’de yapılan ilk karyolojik araştırma sonuçlarına göre ise Tekirdağ’ dan  $2n=56$ , Balıkesir ve İzmir’den;  $2n=38$  olan diploid kromozom sayıları tespit edilmiştir (Savic ve Soldatovic 1979). Körfarelerin diploid kromozom sayılarının yanı sıra kromozomların kol sayılarında (NF) görülen farklılıklar, araştırmacılar tarafından dikkate değer bulunmuş ve ilerleyen yıllarda karyolojik çalışmalar hız kazanarak devam etmiştir. Günümüze kadar yapılan karyolojik çalışmalar incelendiğinde Spalacidae familyasının yayılış alanları içerisinde 50’den fazla kromozomal çeşitliliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. *N.xanthodon* türü için diploid kromozom sayısı  $2n=36-62$ , temel kromozom kol sayısı  $NF=68-78$ ,otozomal kromozom kol sayısının ise  $NFa=64-78$  aralıklarında farklı kromozomal değerlerinin bulunduğu tespit edilmiştir (Nevo ve ark. 1994a ve 2001, Sözen ve Kıvanç 1998a ve b, Sözen ve ark. 1999, 2000 ve 2006a, Tez ve ark. 2001 ve 2002, Coşkun 2003 ve 2004, Sözen 2004, Matur ve Sözen, 2005). Güneydoğu Anadolu bölgesi dışında bütün Anadolu'da yayılış alanı olan *N. xanthodon*'un ise diploid kromozom sayıları birbirinden farklı 28 sitotipi ( $2n= 36, 38, 40, 44, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62$ ) tespit edilmiştir. (Nevo, 1995; Kryštufek ve Vohralík, 2009; Arslan vd., 2010; Kandemir vd., 2012; Kankılıç vd., 2013, 2014a). Diploid kromozom sayısının olmasına karşı bir populasyon diğerinden otozomal kromozomların kol sayısı ve temel kromozom sayısının farklı olmasıyla ayrılabilir (Nevo ve ark., 1995). Alınan bu sonuçlar neticesinde *Nannospalax* cinsi için en fazla  $2n=60$  formu kayıt altına

alınmıştır (Yüksel 1984, Gülkaç and Yüksel 1989, Nevo et al. 1994a, 1995, Ivanitskaya et al. 2008). Ivanitskaya ve ark. (1997) ise Türkiye üzerindeki körfarelerin atasal formunu  $2n=60$  olarak kabul etmektedir. Araştırmacıya göre akrosentrik kromozomların füzyonu sonucu metasentrik kromozomlar oluşmakta ve perisentrik inversiyonlarla yeni kromozomal formlar meydana gelmektedir. Zima (2000) ise bir türün atasal formunu, kromozomal formları arasında en geniş yayılışa sahip olan olarak kabul eder.

*Nannospalax* cinsinde karyotipik evrim Robertsonyan değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Nevo ve ark. 1986, 1988, 1995; Sözen, 2004). Bu değişikliklere ise iklimsel özelliklerin yol açtığı diğer bir deyişle Anadolu *Nannospalax*'ların da diploid kromozom sayısının, yağışlı ve ılıman kıyı bölgelerinden kurak ve sert iklim yapısına sahip olan Orta Anadolu'ya gidildikçe arttığını tespit etmişlerdir. Yapılan araştırmalar neticesinde Türkiye'de orta bir iklime sahip Ege'de  $2n=38$ , yarı kurak Bolu'da  $2n=54$ , kurak Ankara'da ise  $2n=62$  değerlerine sahip populasyonların bulunduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Nevo ve ark., 1995). Sözen (2006) ise daha sonra yaptığı araştırmalarında bu tespitin her zaman desteklenmediğini ifade etmiştir (Sözen ve ark., 2006a). Genetik çeşitlilik üzerine doğada yapılan araştırmalarda türlerin biyocoğrafik yayılışında, nehir ve yakın çevresinin ekolojik ve fiziksel özelliklerinin, ekolojik bariyer olarak görev gördüğü savunulmaktadır. Günümüzde taksonomik çalışmalar morfoloji, anatomi, embriyoloji, davranış, ekoloji, biyocoğrafya, jeoloji, sitogenetik, biyokimya ve moleküler biyoloji gibi çok çeşitli bilim dalları ile koordineli bir şekilde yürütülmektedir. Bununla birlikte, kalıtılmayan çevresel özellikleri bertaraf eden ve doğanın daha temel karakterlerini ortaya çıkaran biyokimyasal ve moleküler genetik belirteçler günümüz taksonomik çalışmalarda oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Yapılan araştırmalarda *Nannospalax*'ların kromozomal polimorfizmde nehirlerin genetik olarak bariyer etkisi incelenmiş ve türlerin kromozomal formlara ayrılmasında etkili olduğu fikri ortaya atılmıştır. Yüksel (1984) ise Fırat nehri ile ayrılan Malatya ve Elazığ populasyonları üzerinde yaptığı araştırmalarda karyotiplerinin sayısını sırasıyla;  $2n=60$ ,  $NF=80$ ,  $2n=52$ ,  $NF=76$  olduğunu tespit etmiştir. Gülkaç ve Yüksel (1989) ise Fırat nehrinin kolu olan Tohma çayı ile ayrılmış üç populasyonun karyolojik analizini yaparken, Tohma çayının güneyinde ve kuzeyinde kalan populasyonların aynı

karyotipe sahip olduklarını tespit etmiştir. Ayrıca Tohma çayının daha kuzeyinde kalan ve aralarında herhangi bir coğrafik engel teşkil etmeyen diğer bir popülasyonun ise NF sayısının bu popülasyonlardan farklı olduğunu kaydetmişlerdir. Yüksel ve Gülkaç (1995) ise Kızılırmak nehrinin bir kolu olan Delice ırmağının batı kısmındaki *N. xanthodon* örneklerini  $2n=54$ ,  $NF=74$ , doğu kısmındaki örneklerden ise  $2n=60$   $NF=80$  olarak kayıt altına almıştır. Yüksel ve Gülkaç (2001) ise Kırşehir, Nevşehir, Yozgat ve Kayseri illeri üzerinden aldıkları örneklerde  $2n=60$  ve  $2n=54$  değerlerinin bulunduğunu tespit etmiştir. Yapılan çalışmalarda araştırmacılar, Kızılırmak nehrinin her iki tarafında kalan örneklerin karyotiplerinin aynı olduğunu tespit ederken, nehrin bu bölgede doğal bir bariyer teşkil etmediğini ifade etmişlerdir. Araştırmalar sonucunda İç Anadolu bölgesinde örneklerin alındığı lokalitelerin Kızılırmak nehri ile kromozomal olarak ayrıldıkları tespit edilmiştir. Kızılırmak yayınının iç kısımlarından toplanan örneklerin  $2n=54$ ,  $NF=74$ , Kızılırmak yayınının dış kısımlarından toplanan örneklerin  $2n=60$  olup, NF sayılarının da coğrafik bir bariyer olmamasına rağmen aralarında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Matur ve Sözen (2005) ise Bilecik ilindeki çalışmalarında; Gölpazarı ve Yenipazar  $2n=52$ , İnegöl ve İnönü  $2n=60$  kromozomal değerlerine sahip olduğunu tespit etmişler ve Sakarya nehrinin bu formlar üzerinde doğal bir bariyer olarak görev gördüğünü ifade etmişlerdir.

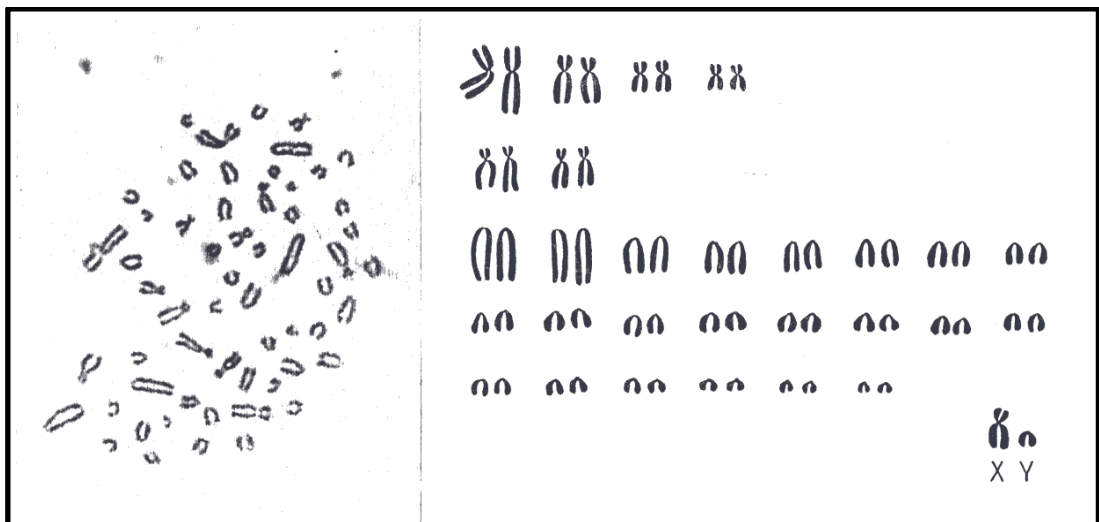
Spalacidae familyası üzerine yapılan çalışmaların taksonomik durumu incelendiğinde Türkiye’de kesin bir sonuç belirlenememiştir. Kromozomal olarak göstermiş olduğu çeşitlilik sayesinde *Nannospalax* cinsi merak uyandırmış genel anlamda taksonomik açıdan sıkıntılı olduğu için araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Bu sıkıntıların giderilmesi adına pek çok çalışma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Cins bazındaki sorunlar için yapılan çalışmalardan sonuçlar alınmaya başlansa da popülasyonların sahip olduğu tür ve alttür düzeyleri, kromozomal formların belirli belirteçlere göre gösterdiği farklılıklar, çevresel etmenlerle ilişkileri ve evrimsel gelişimleri hakkındaki sıkıntıların devam etmesi, bu konudaki çalışmaların devam etmesi gerektiğini göstermektedir. Son yapılan çalışmalar bu cinsin evrimsel tarihi ve türleşmesine yönelik olup kromozomal ırkların oluşmasında nelerin etkili olduğunu belirlemeye yöneliktir. Bunun sonucunda *Nannospalax* ile ilgili karyolojik çalışmalar Robertsonian translokasyonlarının (Sentrik füzyon ve fisyon) açıklanabilmesi için



araştırmalar çeşitli kromozom bantlama (G-, C-bantlama ve NOR) yöntemleri ile sürdürölmektedir.

Körfarelerin karyotipleri üzerinde meydana gelen kromozomal yeniden düzenlenmeler, Türkiye' nin farklı bölgelerinden alınan örneklerde G-bantlama tekniği ile araştırmalar yapılmıştır (Ivanitskaya ve ark. 1997, Ivanitskaya ve ark. 2008). Araştırmacılar, perisentrik inversiyonlar ve Robertsonian kromozom bölünmelerinin 2n ve NF değerlerinin çeşitliliğinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. G-bantlama tekniği, körfarelerin kromozomal formlarının ikili karşılaştırmalarında kullanılmış ve köken olarak hangi formun hangi formdan geldiği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Matur ve ark., (2011) ise Anadolu üzerinde farklı lokalitelerinden aldıkları 2n=50 kromozomal formlarını G-bantlama tekniği ile incelemişler ve örneklerin aynı diploid sayıya sahip olmalarına rağmen G-bantlama sonuçlarının farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar G-bantlama tekniği ile yaptıkları farklı bir çalışmada ise *N.xanthodon*'a ait 2n=36, 2n=38, 2n=40, 2n=50W, 2n=52N, 2n=54N, 2n=56W, 2n=58N, 2n=60C ve *N.xanthodon*'a ait 2n=56Tr kromozomal formları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 2n=60 kromozomal formundan 2n=38 kromozomal formunun, 24 çift kromozomda Robertsonian füzyonu (Rb) ve iki çift kromozomun perisentrik inversiyonu ile olduğunu ifade etmişlerdir. 2n=40 kromozomal formunun 10 çift Rb ile 2n=52 kromozomal formunun ise üç çift perisentrik inversiyon, 4 çift Rb ile 2n=60 atasal kromozomal formundan olduğunu ifade etmişlerdir (Matur ve ark. 2013).



**şekil 1.2.** Bir *Nannospalax* örneğinin a: metafaz plağı b: karyotipi (Sözen et al. 2006a).

C-bantlama tekniği kullanılarak *Nannospalax* cinslerine ait türlerin karyotip farklılıkları yönünden, heterokromatin bölge dağılımlarındaki farklılıklar araştırılmıştır. Güneydoğu Anadolu bölgesinde yayılış gösteren *Nannospalax nehringi* ve İsrailde'ki *N. ehrenbergi* rneklerinin C-bantlama sonuçlarına göre; *N. nehringi* *N. ehrenbergi*'den akrosentrik kromozomlarında heterokromatinin tamamıyla bulunmaması ile ayrımı yapılmıştır (Ivanitskaya ve ark., 1997).

Konya ilinin farklı yayılış alanlarından alınan *Nannospalax xanthodon*'a ait  $2n=60$  rnekleri C-bantlama tekniği yöntemi ile araştırmalarda bulunulmuştur. Araştırmaların sonuçları aynı diploid kromozom sayısına sahip olmalarına rağmen karyotiplerin heterokromatin dağılımları arasında farklılıklar mevcut olduğu tespit edilmiştir (Arslan ve ark., 2010).

Arslan ve ark. (2014) ise  $2n=56$  diploid kromozom sayıya sahip *N. xanthodon* ve *N. xanthodon* rneklerini C bantlama teknik yöntemi ile araştırmalar yapmışlardır. Buna göre, *N. xanthodon* için akrosentrik otozomların çoğunda ve çift kollu kromozomların tamamında perisentrik heterokromatin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmada eşey kromozomlarından X kromozomu sentromerik heterokromatin, Y kromozomunun ise perisentromerik olarak boyama yapılmıştır. Araştırmada *N. xanthodon* için beş çift kollu ve dört akrosentrik kromozomda perisentromerik heterokromatin olduğu grlmştir. X ve Y kromozomlarında sentromerik olarak boyama yapılmıştır.

Araştırmacılar Spalacidae familyasının taksonomik sorununu gidermek için, G- ve C-bantlama teknikleriyle birlikte, NOR (Nükleolar Organizatör Bölge) bölgelerini de tespit ederek bu türlerdeki karyotip değişikliklerini açıklamaya çalışmışlardır. Türkiye'de yapılan ilk NOR alışması, *N. nehringi* ve *N. ehrenbergi* türleri üzerinde araştırılmış ve her iki türün de üç çift kromozomunda NOR olduğu ifade edilmiştir. Araştırmada sadece Gaziantep populusyonunda akrosentrik bir kromozomunun telomer bölgesinde NOR bölgesinin olduğu ifade edilmiştir (Ivanitskaya ve ark., 1997).

Ivanitskaya ve ark. (2008) ise *Nannospalax*'ın  $2n=60$  sitotiplerinde,  $2n=60W$  ve  $2n=60R$  formlarında beş çift kromozomda NOR bölgesi olduğunu ifade etmişlerdir.

Her iki sitotipte NOR bölgelerin farklı kromozomların subtelosentrik kısımlarında olduğunu tespit etmişlerdir.

Gülkaç ve Küçükdumlu (1999) ise *N. nehringi* ve *N.ehrenbergi* örneklerinde NOR bölgeleri üç çift ve iki çift kromozomda olmak üzere, subtelosentrik kromozomlarda tespit etmişlerdir.

Öktem (2008) ise Ankara üzerinden aldığı örneklerde  $2n=60$  formunun üç çift kromozomunda NOR bölgesi tespit etmiştir. Arslan ve ark., (2010) ise Aksaray'ın farklı bölgelerinde yayılış gösteren *N. xanthodon* örneklerinin Ag-NOR boyama sonuçlarına göre, NOR bölgelerin çalışılan bütün populasyonlarda dört çift, çift kollu otozomların uç kısımlarında lokalize olduğunu tespit etmişlerdir.

Arslan ve ark., (2011) ise Kırıkkale ilindeki *N. xanthodon* üsttüründe ( $2n=54$ ) Ag-NOR boyama tekniği uygulayarak NOR bölgeleri çalışılan bütün örneklerde dört çift iki kollu otozomların kısa kollarının heterokromatin bölgelerinde lokalize olduğunu belirtmişlerdir.

Arslan ve Zima (2015) ise Türkiye üzerinde *N. xanthodon* ve *N. ehrenbergi*'nin  $2n=52$  sitotiplerini NOR boyama çalışması ile araştırmışlardır. Yapılan araştırmada Gerede ve Çamlıyayla bölgesinden aldıkları *N. xanthodon* örneklerinin karyotipinde üç çift, çift kollu otozomların telomer bölgelerinde NOR bölgeleri tespit edilmiştir. Ancak bu bölgeler farklı kromozomlarda olması yönünden birbirinden ayrılmıştır.

*Nannospalax* gibi cinslerin taksonomik karmaşasını aydınlatmak amacı ile son yıllarda araştırmacılar karyolojik çeşitlilik gösteren sitogenetik çalışmalarla birlikte elektroforetik yöntemleride kullanmaya başlamışlardır. Nevo ve ark. (1995) ise Türkiye'de *Nannospalax* cinsi üzerine ilk genetik temelli çalışma olarak allozim elektroforezi yapmışlardır. Yapılan araştırmada farklı kromozomal formların, çalışılan enzim sistemlerinin çoğunda farklı alellere sahip olduğu belirtilmiştir. Suziki ve ark., (1996) ise *N. xanthodon* ve *N. ehrenbergi* türleri üzerinde RFLP çalışması yapmışlardır. Ribozomal DNA (rDNA) ve mitokondriyal DNA (mtDNA) farklılıkları üzerine araştırmalar yapmışlardır. Araştırmalar sonucunda genetik polimorfizm bakımından yüksek derecede iki türün ayrıştığını ifade etmişlerdir. Arslan ve ark. (2010b) ise Konya ilinin farklı *N. xanthodon* örneğinin 3 sitotipi ( $2n=40, 58, 60$ )

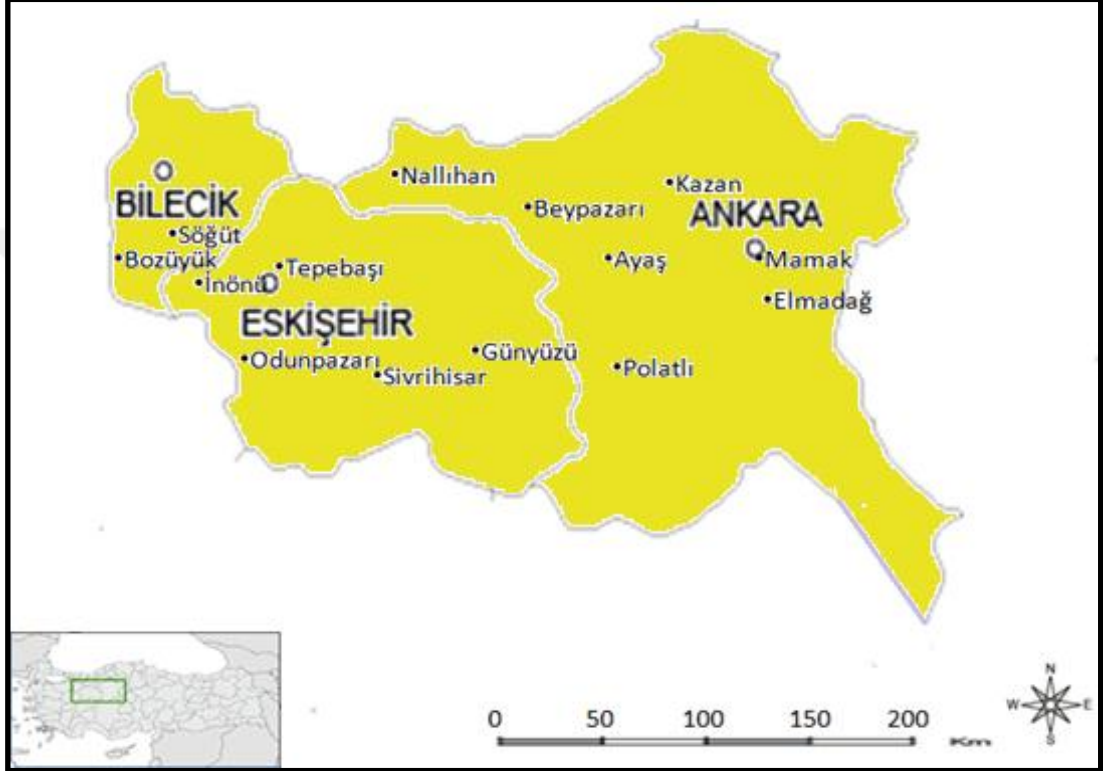
arasında mitokondrial DNA'nın *sitokrom b* genini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda üç sitotipin birbirinden farklı üç ayrı allopatrik tür olduğunu tespit etmişlerdir. Kandemir ve ark., (2012) ise yaptıkları benzer çalışmayla alınan bu sonucu desteklemişlerdir. Yapılan bir diğer moleküler araştırmada ise mtDNA dizilerinin sekans analizi kullanılarak, Spalacidae familyasının filogenisini aydınlatmak için kapsamlı bir filogenetik çalışma yapılmıştır (Hadid ve ark., 2012). Kankılıç ve ark., (2013) ise *N. xanthodon* ve *N. ehrenbergi* kromozomal ırklarında genetik polimorfizm seviyesini RAPD analizi ile tespit etmişlerdir. *Nannospalax* cinslerine ait türler üzerinde yapılan karyolojik araştırmaların yanısıra moleküler temelli araştırmalarında (RFLP, mtDNA, rDNA, RAPD-PCR) kısıtlı olduğu öngörülmektedir.

Ankara-Eskişehir-Bilecik illeri üzerindeki körfarelerin hangi kromozomal forma ait olduğunu veya yeni bir kromozomal forma sahip olup olmadığını tespit etmek ve daha önce yapılan araştırmalarla karşılaştırmak ve alınan örneklerin bulunduğu toprak yapısı göz önüne alınarak kromozomal formlarda toprak yapısının etkisinin olup olmadığını tespit etmek bu araştırmanın esas amacını oluşturmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma Bilecik, Eskişehir ve Ankara olmak üzere 3 ilde yapılmıştır (Şekil 2.1).

Bu hat üzerindeki farklı lokalitelerden karyotipi yapılacak örnekler alınarak laboratuara getirilmiştir.



**Şekil 2.1.** Örnek alınan Ankara–Eskişehir–Bilecik il ve ilçelerinin harita üzerinde görünümü

Körfarelerin habitatları önceden belirlenerek arazi çalışmalarının yapılacağı iller üzerinde birbirinden uzak ve birbirine sınır lokalitelerden örnekler alınmasına önem gösterilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında körfarelerin yakalanması için özel olarak yapılan canlı yakalama kapanları kullanılmıştır (Yağcı ve Aşan, 2007).



**Şekil 2.2.** Örneklerin yakalanmasında kullanılan canlı yakalama kapağı (Yağcı ve Aşan, 2007)



**Şekil 2.3.** A: Yandan görünüşü, B: Arkadan görünüşü, C: Önden görünüşü (Yağcı ve Aşan, 2007).

Gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında körfarelerin habitat alanlarının fotoğrafları çekilerek kayıt altına alınmıştır.

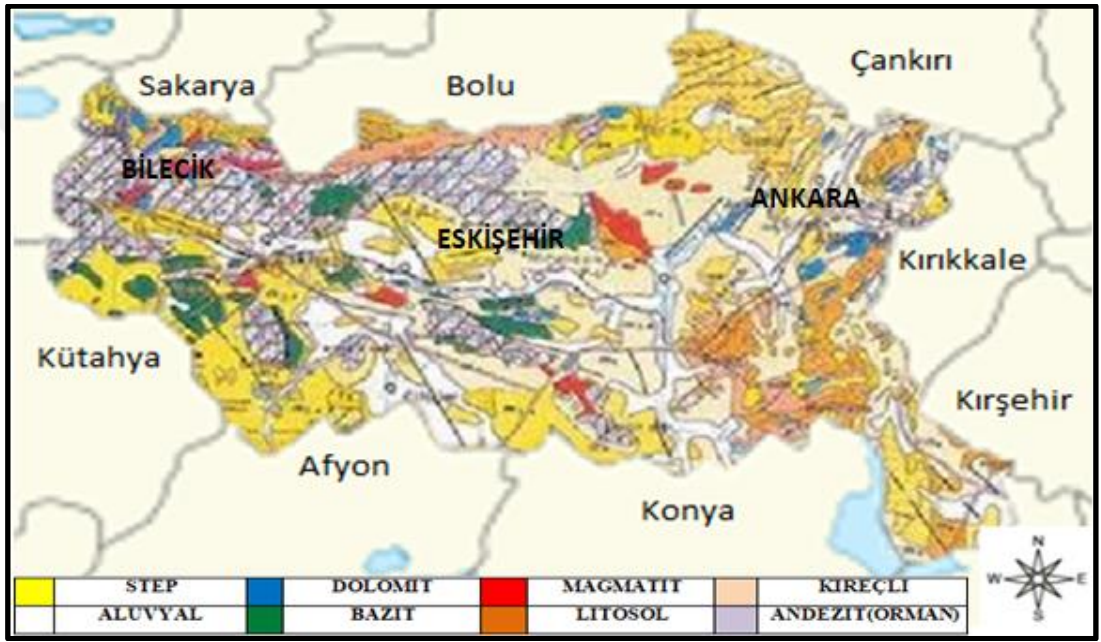


**Şekil 2.4.** *Nannospalax xanthodon*'un yüzey üzerinde oluşturdukları tümsekler.

## 2.1. Araştırma Alanı

Araştırma alanı yaklaşık olarak 44000 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümüne sahiptir. Bölgesel olarak il merkezleri dikkate alınarak bakıldığında Ankara ve Eskişehir illeri İç Anadolu bölgesinde, Bilecik ili ise Marmara bölgesinde yer almaktadır.

Araştırma alanının içerisinde farklı toprak tipleri görülmektedir(Şekil 2.5). Ağırlıklı olarak kahverengi, dolomit, magmatit, kireçli, alüvyal, bazit ve andezit gibi toprak tipleri yer almaktadır.



Şekil 2.5. Lokalitelerin sahip olduğu jeolojik yapısı ve toprak tipleri (Anonim 1) (Haritalar MTA'nın haritalarından yararlanılarak yapılmıştır.)

### 2.1.1. Ankaranın Jeolojik Yapısı, İklimi ve Bitki Örtüsü

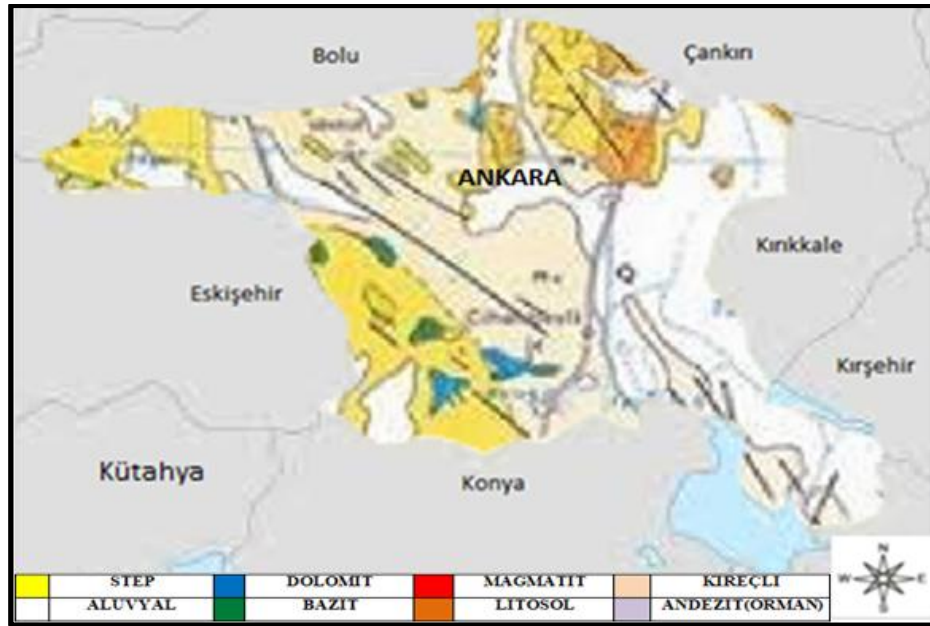
#### 2.1.1.1. Jeolojik Yapı

Ankara ilinin topraklarının kuzey kısımları volkanik yapıya sahiptir. Kuzey kısımlarında andezitik ve trakitik kayalarda mevcuttur. Kuzeydoğuda granit türü kayalarla birlikte kuzeybatısında ise kireç taşları ve kumtaşları da mevcuttur. Ankara ilinin güney ve güneydoğu bölgeleri mezozoik (II. zaman) oluşumlarından meydana gelmektedir. Sakarya Nehri'nin çevresinde Tersiyer, Polatlı civarında ise Eosen, Tuz



Gölü etrafında Neojen (III. zamanın son sistemi), çukur ve düz alanlar ile akarsu boylarında Kuaterner oluşumlarının bulunduğu gözlemlenmektedir. Başkent bölgesinde büyük ölçüde volkanik yüzey malzemesi olduğu gözlenir. Ankara ilinin büyük bölümü kireç taşlarından meydana gelmiştir. Kireç taşları nedeniyle çok kireçli topraklar bulunmaktadır. Ankara ilindeki akarsu boylarında tarım yapmaya elverişli alüvyon topraklar bulunur. Bu jeolojik yapıların bazıları oluştukları döneme ait fosilleri içerisinde barındırır ve o dönemlerin canlıları hakkında fikir sahibi olunmasına olanak sağlar. Neojen dönemi oluşumları fosil kalıntıları bakımından zengin durumdadır. Kızılcahamam'da Sinap yakınlarındaki bir fosil yatağında Neojen memeli kalıntıları ve adını Ankara'dan alan *Ankarapithecus metei* adlı bir hominoid (insansı) türe ait fosil kayıt altına alınmıştır. Bu canlının evrimde insansılar ile insanların ortak atası olduğu öne sürülmüştür.

Ankara ilinin güneybatısında yer alan Polatlı çevresindeki kireç taşları fosil kalıntıları açısından oldukça zengin bir kısımdır. Bu bölgede üzerinde alt Paleosen'den kalma sığ deniz bitkilerinin fosilleri bulunduğu tespit edilmiştir. Çamlıdere'deki Taşlaşmış Ağaç Fosil Ormanı, Erken Miyosen'de (23–15 milyon yıl öncesi) gelişmiş olan çam ve meşe ağaçlarının bulunduğu karışık bir ormanın fosil kalıntılarında meydana gelmiştir (Anonmi 2).

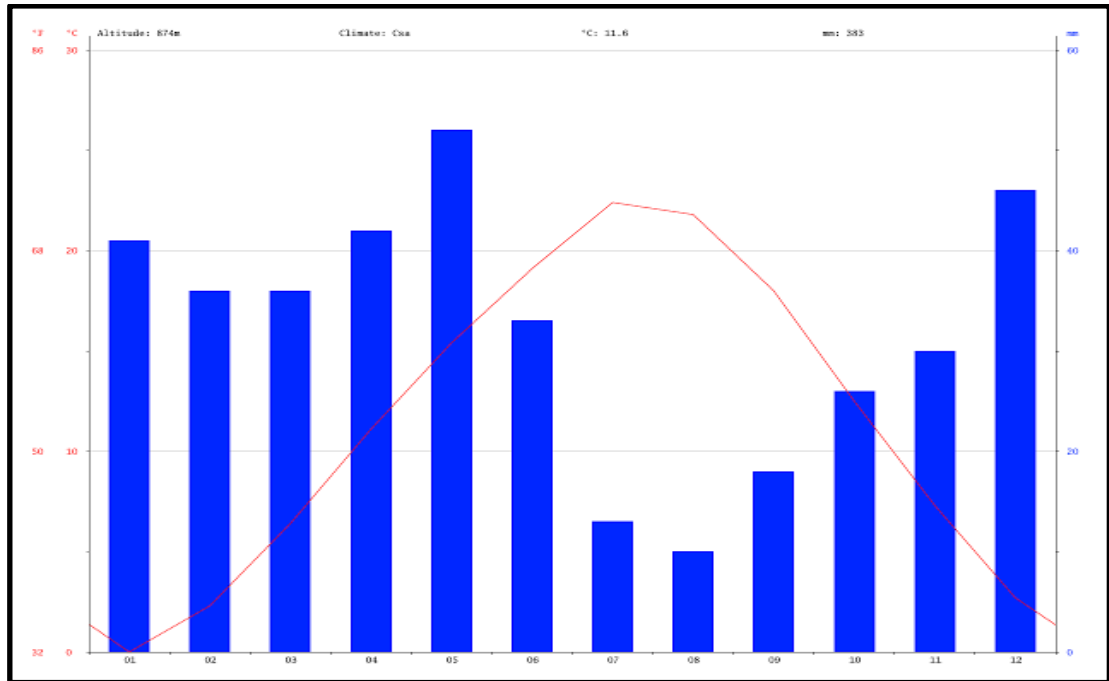


Şekil 2.6. Ankara ilinin sahip olduğu jeolojik yapısı ve toprak tipleri (Anonim 3).

### 2.1.1.2. İklim

Ankara ilinin güney ve orta bölümlerinde karasal iklimin soğuk ve kar yağışlı kışları ile sıcak ve kurak yazları, kuzey bölümlerinde ise Karadeniz ikliminin ılıman ve yağışlı hallerine rastlanılmaktadır. Ankara ilinde karasal iklimin hâkim olduğu bölgelerde gece ile gündüz, yaz ile kış mevsimi arasında önemli sıcaklık farkları meydana gelmektedir. Yıl içerisinde en sıcak ay temmuz veya ağustos aylarıdır. Ankara ilindeki konuma göre ortalama en yüksek gündüz sıcaklıkları 27-31° C civarındadır. Yıl içerisinde en soğuk ay ise ocak ayıdır, en düşük gece sıcaklıkları ildeki konumuna göre ortalama -6 ila -1 °C civarındadır. Yıl içerisinde yağışlar en çok aralık, en az temmuz veya ağustos ayında görülür. Ankara il merkezinde yıllık ortalama toplam yağış 415 mm, yıllık ortalama toplam yağış ise 60 cm (Kızılcahamam) ile 35 cm (Şereflikoçhisar) arasında değişiklik gösterir (Anonim 4).

**Çizelge 2.1.** Ankara'nın sıcaklık yağış grafiği ( Anonim 5 )



### 2.1.1.3. Bitki örtüsü

Ankara ilinin iklim şartları ve topoğrafik yapısı nedeniyle, il sınırları içerisinde bitki örtüsü olarak bozkır bölgeler ve orman alanlar mevcuttur. İldeki bozkır bölgelerde ağaç hemen hemen hiç bulunmazken, bir tek akarsu kıyılarında iğde, söğüt ve kavak

ağaçları mevcuttur. Bozkır bölgelerde genelde dikenli çalılar ve otların hakimiyeti bulunmaktadır. Burada bulunan başlıca otlar arasında Ayırık otu, geven, sorguç otu, üzerlik, katırtırnağı, yabancı arpa, püsküllü brom, yavşanotu, gelincik, papatya, hatmi, kekik, sütleğen, ballıbaba, kuşburnu ve böğürtlen varlığı görülmektedir.

Ankara ilinin verilere göre ortalama %15'i ormanlarla kaplı olmakla beraber, yüz ölçümünün %8'i verimli ormanlar, %7'si ise bozuk ormanlar meydana getirmektedir. İldeki ormanlar genel olarak dağların kuzey yamaçlarında mevcuttur bunun yanı sıra bozkır ortasında koruların da gözlemlenmektedir. Ağaç türü olarak ormanlarda en çok karaçam, ardıç ve yer yer meşe ağaçları mevcuttur. Ankara ilinin kuzeyine doğru iğne yapraklı ormanların yaygınlaştığı görülmektedir. Kuzey kesimlerde sarıçam ormanları da görülmektedir. Ankara ilinin kuzeyinde, Bolu il sınırına yakın yüksek kesimlerde az miktarda da olsa köknar ormanları mevcuttur. Nallıhan ilçesinin kışların fazla sert geçmediği düşük rakımlı kesimlerinde ise yer yer kızılçam ormanları mevcuttur. Ankara ilinin güney kesiminde ormanlar daha az yer kapladığı görülür. Güney kesim içerisinde yer alan başlıca ormanlar Balâ ilçesinde yer alan Beynam'da ve Küre Dağı'nda bulunmaktadır.

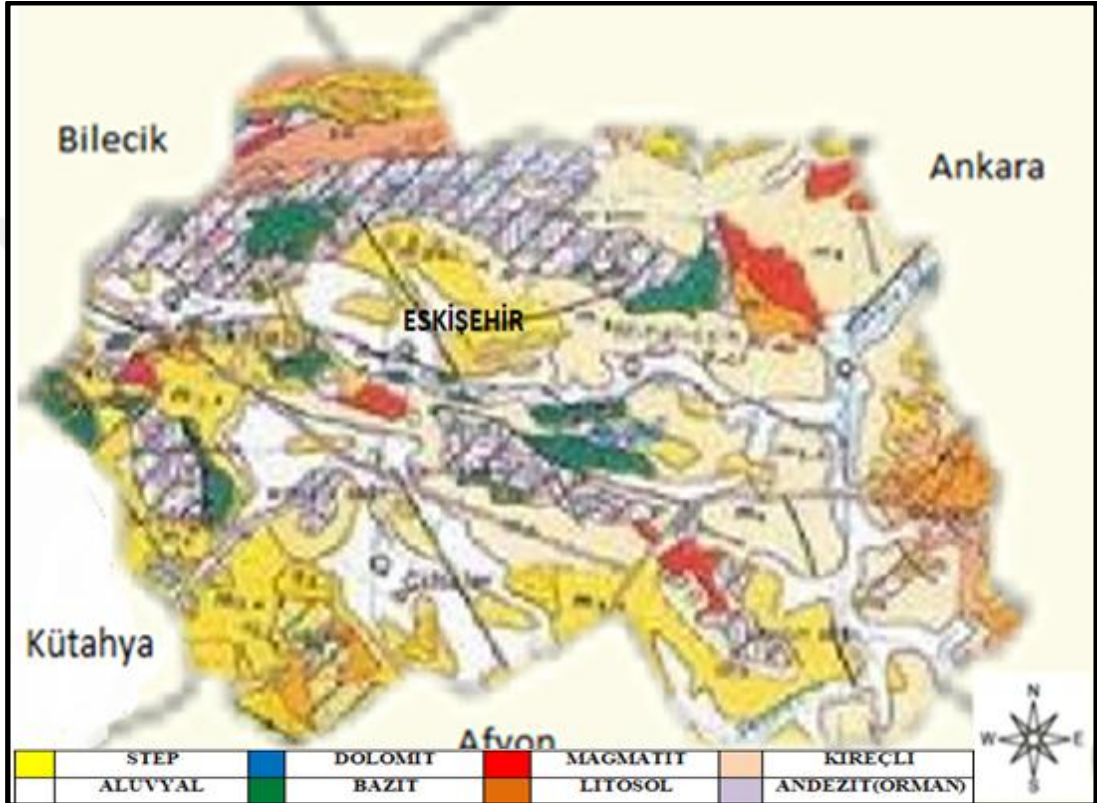
Ankara ilinde 1362 bitki türü doğal olarak bulunmakta olup, bunların 268'inin endemik olduğu kayıtlar altına alınmıştır. Ankara çiğdemi, tükürük otu, peygamber çiçeği gibi türler yöreye özgü türlerdir. Ankara ilinde familya düzeyinde en sık papatyagiller, baklagiller, buğdaygiller, turpgiller, ballıbabagiller görülmektedir. Ankara armudu ve Ankara çiğdemi ilin adıyla anılmaktadır. Misket üzümü ise Kalecik Karası olarak il dışında da tanınmaktadır (Anonim 6).

## **2.1.2. Eskişehir'in Jeolojik Yapısı, İklimi ve Bitki Örtüsü**

### **2.1.2.1. Jeolojik Yapı**

Eskişehir ilinin güneybatısında andezit, andezitik tüf, aglomera ve bazaltlardan oluşan volkanik kayalar mevcuttur. Tektonik olaylar neticesinde, kayalar içinde oluşan silis ve karbonat yerleşmiş durumdadır. Volkanit kısımlar konglomera, kireçtaşı, kiltası, marn, tüf ve kireç taşları tarafından kapatılmaktadır. Kapatılan bu kısımların şist, mermer tüf, radyolarit ve granit çakıllarından oluşan konglomera ile başladığı

görülmektedir. Bu kısımların üzerinde kiltası, marn, tuf kısımları görülür. Eskişehir ilinin tektonik yapısını oluşturan bu katmanlar içerisinde ; *Canis sp.*, *Vulpes sp.*, *Elephantidae sp.*, *Paracamelussp.*, *Matacervoceras sp.*, *Gazelle sp.*, *Rhinocerotidae sp.* ve *Paleoxodon sp.* fosillerinin varlığı tespit edilmiştir. Aktüel alüvyonlar en genç birimler olmakla birlikte, dere yatakları gevşek tutturulmuş çakıl ve kum tanelerinden meydana gelir (Anonim 7).



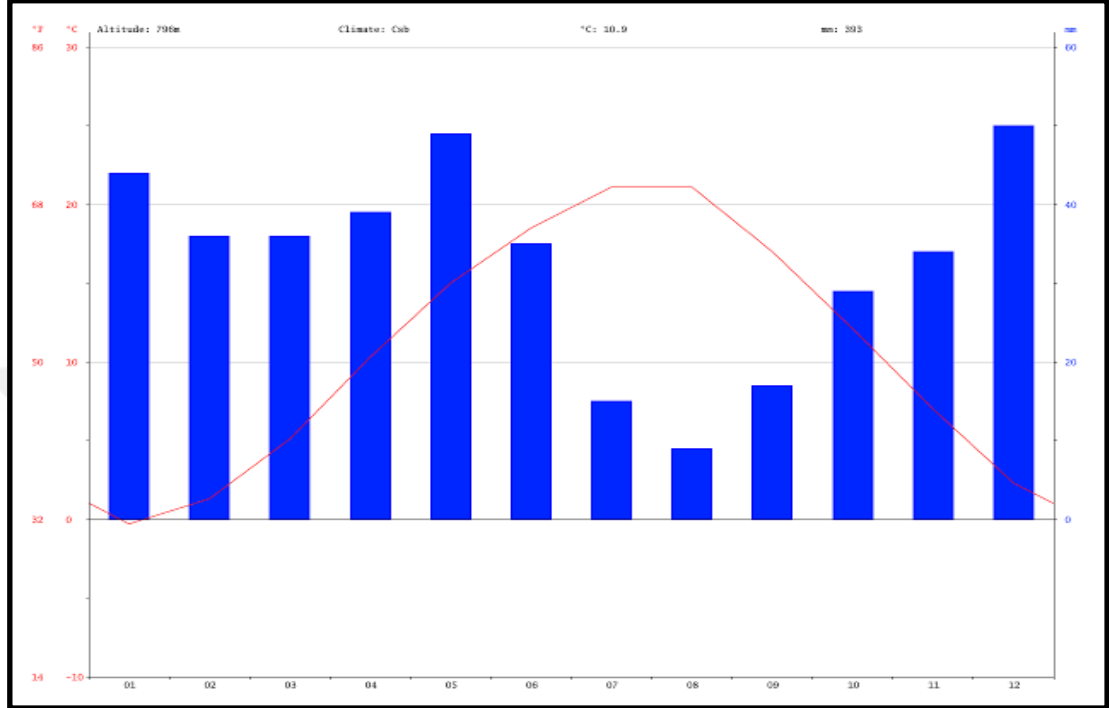
**Şekil 2.7.** Eskişehir ilinin sahip olduğu jeolojik yapısı ve toprak tipleri (Anonim 8).

### 2.1.2.2. İklim

Eskişehir ilinde coğrafi şartlar, yükseltiler, yeryüzü şekilleri, denize olan uzaklık gibi nedenlerden dolayı karasal iklim özellikleri mevcuttur. Ege ve Marmara bölgelerine yakın olması dolayısıyla bu bölgeler iklimlerinin etkileri görülmektedir. Eskişehir ilinde genel olarak kışlar parçalı bulutlu, kar yağışlı, baharlar orta derecede yağışlı ve yazlar ise az bulutlu ve açık geçmektedir. Eskişehir İlinde sert bir karasal iklim görülmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise sert ve yağışlı geçmektedir. Karasal

iklim nedeniyle gece ve gündüz arasındaki ısı farkı oldukça fazladır. Eskişehir ilinde Sarıcakaya İlçesi (225 m) mikroklima özelliği taşımaktadır (Anonim 9).

**Çizelge 2.2.** Eskişehir'in sıcaklık yağış grafiği (Anonim 10 )



### 2.1.2.3. Bitki Örtüsü

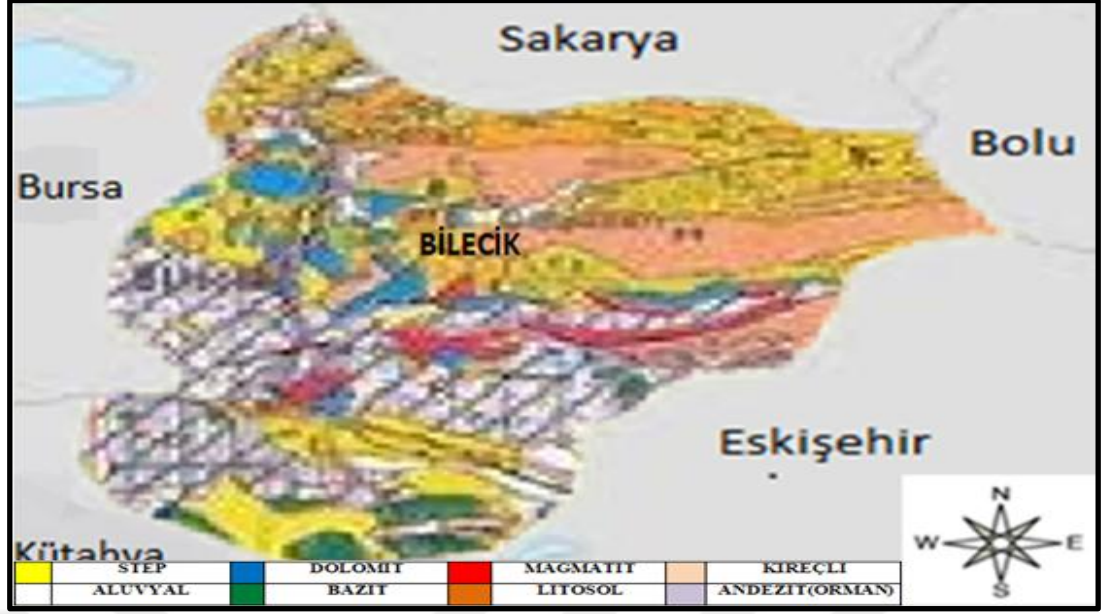
Eskişehir ili Orta Anadolu Bölgesinin karakteristik bitki örtü zonu içerisinde yer almaktadır. Bunun yanı sıra % 26,3'ü ormanlarla kaplı durumdadır. Çatacık, Mihaliççık, Sarıcakaya, Seyitgazi, Büyükyayla ve Kalabak önemli ormanlık bölgeleridir. Eskişehir ilinin ormanları ormanların devamlılık prensibini bozmayacak biçimde piyasa ihtiyaçları da dikkate alınarak işletilebilmektedir. Orman Bölge Müdürlüğü çalışmalarıyla üretimle birlikte büyük çapta ağaçlandırma ve gençleştirme faaliyetleri de sürdürülmektedir. Eskişehir ilinin koru ormanlarının % 78'ü karaçam, % 9'i sarıçam, % 6'ü kızılçamdan oluşmaktadır. Ormanların geriye kalan kısmı bataklık ormanları olup, bu ormanlarda meşe ağaçlarından meydana gelmektedir. Koru ormanları yaş sınıfları metoduna göre işletilmektedir. Normal baltalıklarda Baltalık işletme sınıfına göre işletilmektedir. Ormanlık alanlar yer yer taşlık ve kayalık alanları da kapsamaktadır. Arazi meyili ortalama %40-60 arasındadır. Eskişehir İli dahilindeki Koru, Bozuk Koru ve Muhafaza Karakterli Ormanlarda bozuk ve verimli olarak

toplam 363.407,5 ha. devlet ormanı ve ayrıca 1.253 ha. Melemen kıvavdan köy tüzel kişiliği ormanı mevcuttur. Eskişehir ili ormanlık alanlarda meydana gelen yangınlar neticesinde kayıp ettiği ormanlık alan sahalarının tamamını doğal ve yapay gençleştirme yoluyla yeniden ormanlık alan haline dönüştürmeyi başarabilmiştir (Anonim 11).

### **2.1.3. Bilecik İlinin Jeolojik Yapısı, İklimi ve Bitki Örtüsü**

#### **2.1.3.1. Jeolojik Yapı**

Bilecik İli'nin deprem kuşaklarına çok yakın olmasına rağmen son depremleri hasarsız geçirmesinin nedeni jeolojik oluşum yönünden sağlam bir arazi üzerinde bulunmasıdır. Bilecik İlinin değişik oluşumlar arasında yer aldığı ve bu oluşumların tümünün Alp-Himalaya kıvrımları bölgesi içinde Kuzey Anadolu ile Ege Kıvrımları arasında olduğu görülmektedir. Bilecik İli'nin temelini oluşturan paleozoik başkalaşım kütleleri özellikle güneyde Bozüyük - Dodurga yöresinde ve batıda Merkez İlçe Pazaryeri arasında yaygın olduğu görülmektedir. Gnays, şist ve mermer gibi kütleler arasında granit (Magmatik Kütle) sokulmuştur. Bu özellik Söğüt ilçesinde belirgin şekilde kendini gösterir. Bilecik ilinde Noejen tortulları özellikle Sakarya Nehri çevresinde yaygın olarak görülmektedir. Sakarya Nehri çevresinde kireç taşı başta olmak üzere kumtaşı, marn ve konglomeralar mevcut olduğu görülür. Yine bu bölümün açık sarımsı renkli kireç taşlar Bozüyük çevresinde yaygın olarak görülmektedir. Bilecik ilinde en geç oluşum ise 4. jeolojik zaman kuarterner alüvyonları akarsuların yatak çevrelerinde ve ovaların tabanlarında olduğu görülmektedir (Anonim 12).

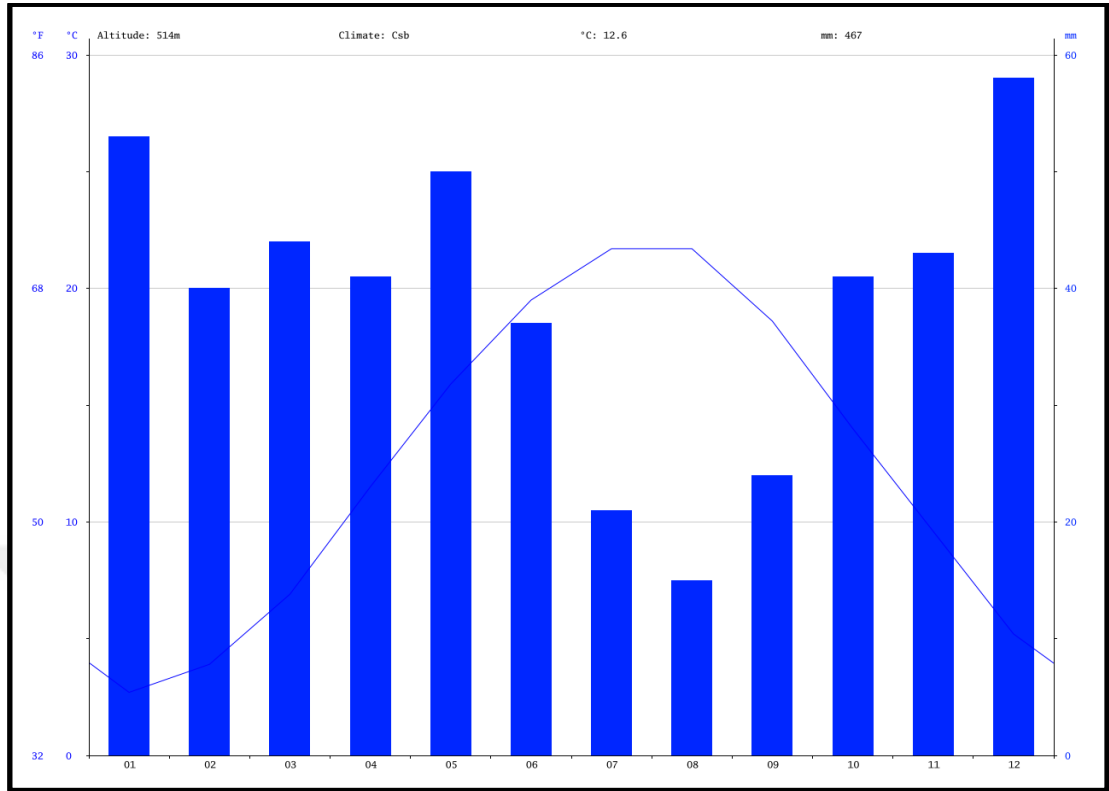


**Şekil 2.8.** Bilecik ilinin sahip olduğu jeolojik yapısı ve toprak tipleri (Anonim 13).

### 2.1.3.2. İklim

Bilecik ili geçit bölgesinde bulunması nedeniyle, su kaynakları ve farklılık gösteren topografyasına paralel olarak 3 farklı iklim şekli görülmektedir. Bilecik ili genel olarak Merkez, Gölpazarı, Osmaneli ve Söğüt İlçelerinde Marmara Bölgesi; Bozüyük, Pazaryeri ve Yenipazar ilçelerinde ise İç Anadolu Bölgesi iklimlerinin hakim olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra Gölpazarı, Osmaneli ve Söğüt ilçelerinin Sakarya Irmağı kıyı şeridinde mikro-klima iklim alanlarının varlığı mevcuttur. Bilecik ilinde yıllık yağış toplamı  $450 \text{ kg/m}^2$  civarındadır. Bilecik ilinde yağış en çok ocak ve mayıs aylarında görülmektedir. İlin bulutluluk durumu açısından yılın ortalama 92 gününün açık, 96 gününün kapalı ve 177 gününün bulutlu geçtiği görülmektedir. İl merkezini kapsayan klimatolojik veriler, ilçelerde farklılık gösterebilmektedir. Bilecik ilinde tespit edilen en yüksek sıcaklık 1945 Ağustos ayında  $40.6 \text{ }^\circ\text{C}$ , en düşük sıcaklık ise 1950 Ocak ayında  $-16 \text{ }^\circ\text{C}$  olarak kaydedilmiştir. Bilecik ilinde batı ve kuzeybatı rüzgârları hakimdir. Bilecik ilindeki ortalama rüzgâr hızı  $3,4 \text{ m/sn}$ 'dir. Yıl içindeki rüzgârların 135 gün kuvvetli rüzgâr ve 17 gün de fırtına şeklinde olduğu görülmektedir (Anonim 14).

**Çizelge 2.3.** Bilecik'in sıcaklık yağış grafiği (Anonim 15)



### 2.1.3.3. Bitki Örtüsü

Bilecik ili yağış bakımından yeterli miktara sahiptir. Bilecik ilinin yüzölçümünün %47'sinin ormanlık alanlardan oluşması nedeniyle de orman zenginliği bakımından Türkiye'nin şanslı şehirleri arasında yer alır. Orman zenginliği Bilecik ilinin av hayvanları yönünden de zengin olmasına neden olmuştur. Bilecik ilinde ortalama bin metreye kadar yükseklerde orman örtüsü genellikle meşe, otsu bitkiler ve makilerden meydana gelmektedir. Ortalama 1500 metre sınırına kadar da karaçam, kayın, kızılçam, kestane türündeki yüksek boylu ağaçların oluşturduğu ormanlar mevcuttur. 1500 metre ortalamasının daha da üzerinde ise köknar cinsinden ağaçların olduğu ormanlar mevcuttur (Anonim 16).



## 2.2. Karyotip Analizi

Çalışma için araziden yakalanan hayvan örneği eter ile bayıltılarak ya da aktif halde elle tutularak karın peritonunun sağ ve sol bölgesinden kolçisin (1/1000, 1/1500 ya da 1/2000'lik kolçisin) enjekte edilmiştir. Örneğe enjekte edilecek kolçisin miktarı hayvanın her gramı için 0,01 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Kolçisin enjekte edilen örnek hayvan 3 ila 4 saat bekletilmiş ve femur kemiği çıkarılmıştır. Kemik iliği %1'lik Sodyum sitrat ile yıkanarak tüpe alınmış ve 37 °C'de 15 dakika etüvde bekletilmiştir. Kemik iliği solusyonu 500-700 rpm'de santrifüj edilmiş ve süpernatant atılmıştır. Çökmüş hücreler 15 dakika carnoy fiksatif ile (3:1, metanol: asetik asit) fikse edilmiştir. Fiksasyon işleminden sonra 500-700 rpm'de 5 dakika santrifüj yapılarak süpernatant atılmıştır. Her defasında fiksatif ilave etmek suretiyle bu işlem 3-4 kez tekrarlanmıştır. Son santrifüjden sonra kalan 1 ml hücresel tortudan 5 ila 10 adet yayma preparat hazırlanmıştır. Taze hazırlanmış 1/10 oranında Giemsa boyası ile (100 ml saf su, 10 ml Giemsa boyası) uygun süreler denenerek boyama yapılmıştır.

Boyanmış preparatlar Aseton-Aseton, Aseton-Ksilol, Ksilol-Ksilol karışımları içinde 30'ar saniye tutularak şeffaflaştırılıp Kanada balzamu ile kapatılmış ve daimi preparat hazırlanmıştır. Bu preparatlardan en iyi boyanmış en az 20 metafaz plâğının x100 immersiyon objektif altında fotoğrafı çekilmiştir. Karyogramlar hazırlandıktan sonra diploid kromozom sayısı (2n), otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) ve temel kromozom sayısı (NF) hesaplanmıştır. Kromozomların metasentrik, submetasentrik, subtelosentrik ve telosentrik olup olmadıkları Müdespacher-Ziehl ve ark., (2005)'na göre sentromerik indeksleri hesaplanarak tespit edilmiştir.

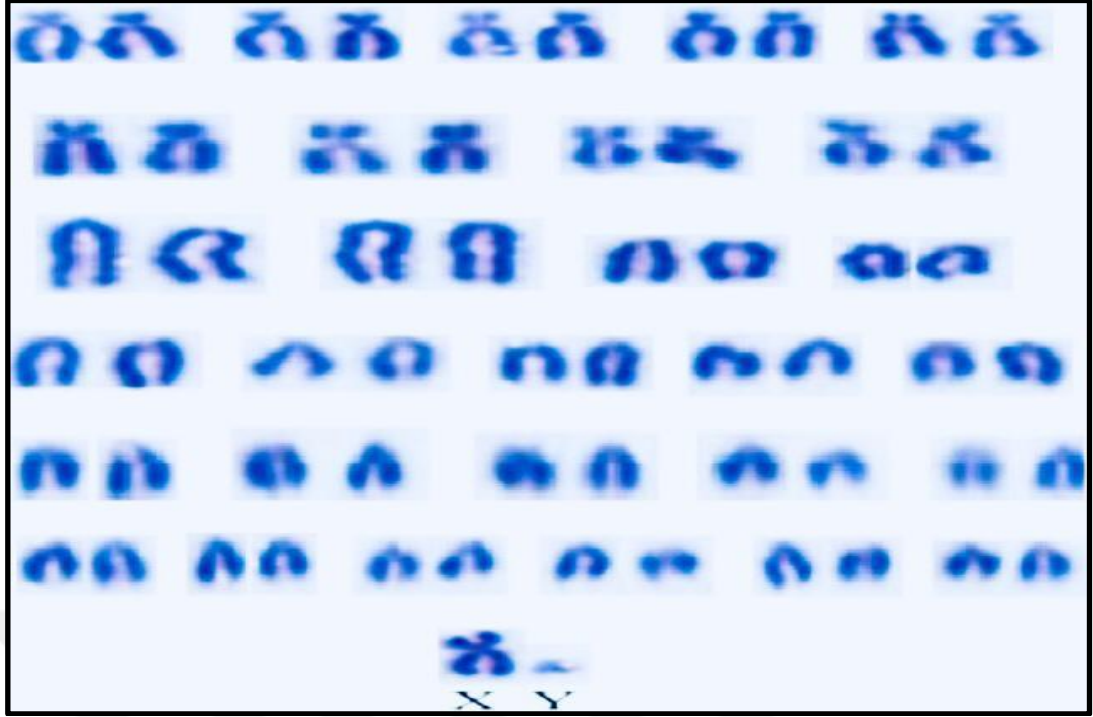
### 3. BULGULAR

Bu çalışma ile mevcut olan kromozomal formlar için yeni yayılış kayıtları verilmiş ve kromozomal formların yayılış alanlarının genişletilmesine katkı sağlanmıştır. Toplanan örnekler üzerinden elde edilen sonuçlar daha önceki sonuçlarla karşılaştırması yapılmıştır. Lokalitelerden alınan örneklerde  $2n$  ve NF değerleri, buldukları bölgelerin toprak tiplerine göre karşılaştırılarak incelenmiştir (Çizelge 3.1, Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3).



**Şekil 3.1.** Lokalitelerden alınan örneklere ait metafaz plağı

Ankara ilinde farklı lokasyona sahip ilçelerden hat oluşturacak şekilde toplanan örneklerin diploid kromozom sayıları ( $2n$ ) 60 olarak kayıt altına alınmıştır. Ankara ilinde örneklerin temel kromozom sayısının (NF) 80, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 78, X kromozomu submetasentrik, Y kromozomu subtelosentrik olduğu tespit edilmiştir. Otozomal kromozomlarını, 10 çift subtelosentrik, 19 çift akrosentrik kromozomun oluşturduğu tespit edilmiştir.



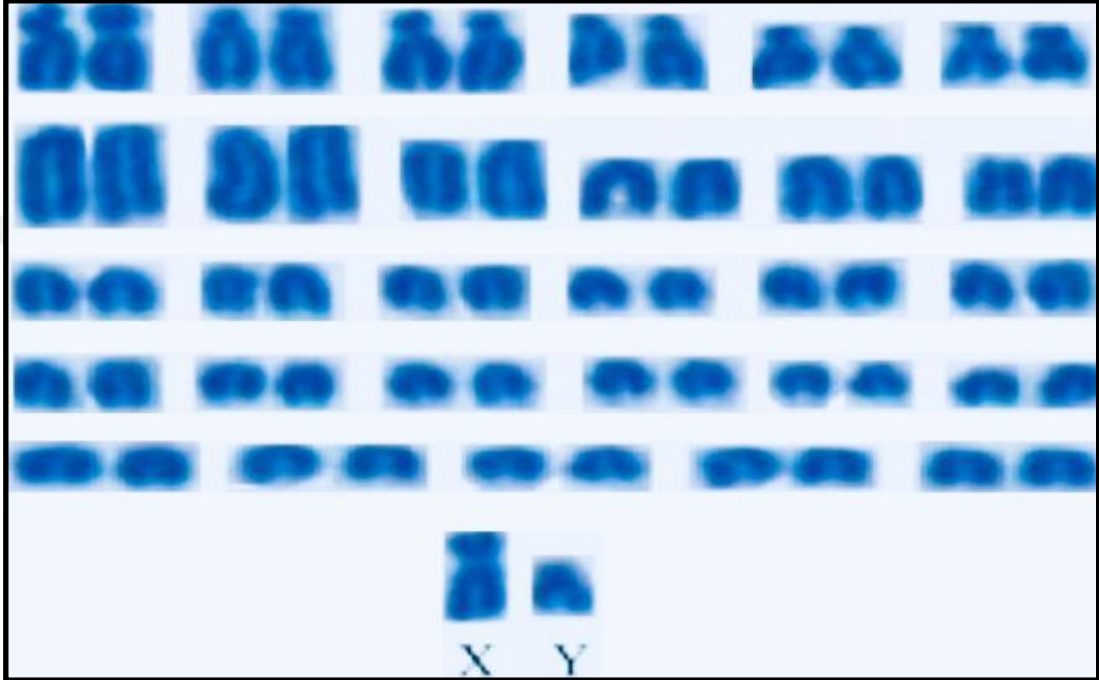
**Şekil 3.2.** Ankara ilinden alınan örneklerin karyogramı

Ankara ilinin farklı lokasyona sahip ilçelerinden toplanan örneklerin bulunduğu toprakların farklı yapıda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.2). Toprak yapılarının farklı olmasına karşın diploid kromozom sayısının değişmediği ve  $2n=60$  olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.1.** Ankara il ve ilçelere ait örneklerde  $2n$  ve NF değerlerinin toprak özelliklerine göre karşılaştırılması

ÇALIŞMA LOKALİTELERİ (ANKARA)	$2n$	NF	TOPRAK
ELMADAĞ	60	80	LİTOSOL
BALA	60	80	KİREÇLİ
GÖLBAŞI	60	80	ALÜVYAL
HAYMANA	60	80	KİREÇLİ-BAZİT
YENİMAHALLE	60	80	STEP
BEYPAZARI	60	80	ANDEZİT
AYAŞ	60	80	ANDEZİT
POLATLI	60	80	KİREÇLİ

Eskişehir ilinde farklı lokasyona sahip ilçelerinden hat oluşturacak şekilde toplanan örneklerin diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 60 olarak kayıt altına alınmıştır. Eskişehir ilinde örneklerin temel kromozom sayısı (NF) 76-78, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 76, X kromozomu submetasentrik, Y kromozomu subtelosentrik olduğu tespit edilmiştir. Otozomal kromozomlarını, 9 çift subtelosentrik, 20 çiftakrosentrik kromozom oluştuğu tespit edilmiştir.



**Şekil 3.3.** Eskişehir ilinden alınan örneklerin karyogramı

Eskişehir ilinin farklı lokasyona sahip ilçelerinden toplanan örneklerin bulunduğu toprakların farklı yapıda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.2). Toprak yapılarının farklı olmasına karşın diploid kromozom sayısının ( $2n$ ) değişmediği ve  $2n=60$  olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 3.2.** Eskişehir il ve ilçelere ait örneklerde  $2n$  ve NF değerlerinin toprak özelliklerine göre karşılaştırılması

ÇALIŞMA LOKALİTELERİ (ESKİŞEHİR)	$2n$	NF	TOPRAK
GÜNYÜZÜ	60	76	Kireçli
SİVRİHİSAR	60	76	Volkaniteye yakın
ODUNPAZARI	60	78	Volkaniteye yakın
İNÖNÜ	60	78	Volkaniteye yakın

Bilecik ilinde farklı lokasyona sahip ilçelerinden hat oluşturacak şekilde toplanan örneklerin diploid kromozom sayısı (2n) 60 olarak kayıt altına alınmıştır. Bilecik ilinde örneklerin temel kromozom sayısı (NF) 76, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 72, X kromozomu büyük submetasentrik olduğu tespit edilmiştir. Otozomal set 6 çift telosentrik, 1 çift büyük submetasentrik ve 22 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğu tespit edilmiştir.



**Şekil 3.4.** Bilecik ilinden alınan örneklerin karyogramı

Bilecik ilinin farklı lokasyona sahip ilçelerinden toplanan örneklerin bulunduğu toprakların farklı yapıda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.3). Toprak yapılarının farklı olmasına karşın diploid kromozom sayısının (2n) değişmediği ve 2n=60 olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Bilecik il ve ilçelere ait örneklerde 2n ve NF değerlerinin toprak özelliklerine göre karşılaştırılması

ÇALIŞMA LOKALİTELERİ (BİLECİK)	2n	NF	TOPRAK
İNHİSAR	60	78	Volkanite yakın
BOZÜYÜK	60	76	Step
SÖĞÜT	60	76	Volkanite yakın

#### 4. TARTIŞMAVE SONUÇ

*Spalax* ve *Nannospalax* cinsleri diploid kromozom sayıları ve morfolojilerine göre Spalacidae familyası içerisinde birbirlerinden ayrılmaktadırlar (Zima ve Kral, 1984). Akrosentrik kromozomların *Spalax* cinsine ait bireylerde bulunmaması kriterine göre, Türkiye üzerinde yayılış gösteren körfarelerin *Nannospalax* cinsine ait olduğu bilinmektedir (Gromov ve Baranova, 1981). Araştırmacıların birçoğu yaptıkları araştırmalar sonucunda günümüzde Trakya ve Güneydoğu Anadolu bölgesi hariç Anadolu üzerinde geniş bir coğrafyada *Nannospalax xanthodon* türünün yayılış gösterdiğini kayıt altına almışlardır (Aşan ve Yağcı, 2013). Ankara, Eskişehir ve Bilecik illeri üzerinde yapılanbu araştırmada elde edilen karyolojik veriler neticesinde yayılış gösteren türün *Nannospalax xanthodon*  $2n=60$  formuna ait olduğu tespit edilmiştir.

Nevo ve ark., (1995) ise Ankara'nın 30 km güneyinde topladıkları örneklerde diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 62 olan örnekler kayıt altına almışlardır. Yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bu veriler Ankara ilinde iki farklı kromozomal formun yayılış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Sözen ve ark., (1999) ise Ankara merkez ve Ankara 15 km kuzey ile 35 km güneyden topladıkları örneklerde 10 çift subtelosentrik, 19 çift akrosentrik otozomun bulunduğunu ve diploid kromozom sayısının ( $2n$ ) 60 olduğunu kayıt altına almışlardır. Yapılan bu çalışma sonucunda ise Ankara ilinde diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 62 kromozom sayısına sahip örneklerle rastlanılmamıştır.

Nevo ve ark. (1994,1995) ise Ankara ili için verdikleri diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 62 değerinin, Türkiye'de daha sonra yapılan karyolojik çalışmalarda diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) kaydı bulunamamıştır. Yapılan bu araştırma ile de karyotipi yapılan örneklerin hiçbirinde diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 62 değeri elde edilmemiştir. Ivanitskaya ve ark. (2008) ise diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 62 değerinin Türkiye'de yayılış gösteren körfarelerin kromozomol formlarından çıkarıldığını ifade etmişlerdir.

Ankara ilinde yayılış gösteren *N. xanthodon* için, Butler ve ark. (1993), Nevo ve ark.(1994, 1995), diploid kromozom sayısı ( $2n$ ) 62, Sözen ve ark. (1999), diploid

kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 82, otozomal kromozomların kol sayısı(NFa) 78 (Merkez), Sözen (2004), diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 78, (Nallıhan, Beypazarı, Kızılcahamam), diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 80 (Batıkent, Sarayköy), Kankılıç ve ark. (2007), diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 78 (Çeltikli), diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 80 (Batıkent, Sarayköy, Elmadağ, Kalecik, Beypazarı, Kızılcahamam, Ayaş, Nallıhan, Güdül, Gölbaşı, Polatlı, Bala) değerlerini vermişlerdir. Yapılan bu çalışmada, Ankara'nın Polatlı ilçesinden alınan örneklerin karyolojik değerleri diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 82, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 78 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler Sözen ve ark. (1999) tarafından Ankara Merkez'den verilen değerler ile uygunluk gösterirken, Kankılıç ve ark. (2007)'nin Elmadağ'dan verdikleri temel kromozom sayısı (NF) değeri ile farklılık göstermektedir.

Tez ve ark., (2001) ise körfare popülasyonlarının ana karyotipinin Orta Anadolu'da  $2n=60-62$  olarak değiştiğini ifade etmişlerdir. Yapılan bu çalışmada da Ankara, Eskişehir ve Bilecik illerinde diploid kromozom sayısı (2n) 60 kromozomal forma sahip örneklerin elde edilmesi Tez ve ark.,(2001)'i destekler niteliktedir.

Eskişehir ili üzerinden toplanan *Nannospalax* örnekleri için; Matur ve Sözen (2005), diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 78 değerlerini vermişlerdir. Yapılan bu çalışmada, Eskişehir'den alınan örneklerin diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 78, kromozomların kol sayısı (NFa) 74 değerleri tespit edilmiştir. Bu veriler, Eskişehir ilinde kaydedilen örneklerle benzerlik göstermektedir.

Matur ve Sözen (2005) ise körfarelerin karyolojik analizini Türkiye'nin kuzeybatısında araştırmışlardır. Araştırmaları sonucunda Sakarya nehrinin ekolojik bir bariyer olarak bölgeyi ayırdığını ve bölgedeki körfarelerin diploid kromozom sayısı (2n) 52 ve diploid kromozom sayısı (2n) 60 olmak üzere iki farklı kromozomal forma ayrıldığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılara göre Gölpaazarı ilçesinin 3 km güneyi, 15 km batısı ve Yenipazar ilçesinden alınan örneklerde diploid kromozom sayısı (2n) 52 olduğu tespit edilirken Bilecik ilinin 10 km güneybatısı, Kepirler köyü, Bozüyük ilçesinin 14 km kuzeyi ve İnhisar'dan alınan örneklerde diploid kromozom sayısı (2n) 60 olan

kromozomal formlar tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda ise örneklerin alındığı Bilecik ili sınırları içerisinde diploid kromozom sayısı (2n) 52 kromozomal forma sahip örnekler rastlanılmamış olmasına rağmen çalışmalar sonucunda diploid kromozom sayısı (2n) 60 karyotip analiz sonucu sayısal özellikleri bakımından Matur ve Sözen (2005)' i doğrular niteliktedir.

Sözen (2004) ise yaptığı araştırması sonucunda *Nannospalax*' in kromozom sayısında varyasyonların görüldüğü ifade etmiştir. Ancak Türkiye'de herhangi bir kromozomal formun kesin yayılış alanının bilinmediğini belirtmiştir. Araştırmacıya göre İsrail'dekine benzer araştırmalarla Türkiye'deki türleri tanımlamak ve isimlendirmek için, tüm kromozomal formları ve yayılış alanlarının tespit edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Yapılan bu çalışma ile da Ankara, Eskişehir ve Bilecik ilindeki kromozomal formların ve yayılış alanlarının tespit edilmesine katkı sağlayacak örneklerin karyotip verileri Türkiye'den çeşitli araştırmacılar tarafından verilen kayıtlar ile karşılaştırılması doğrultusunda Sözen (2004) ile uygunluk gösterir niteliktedir.

Bu araştırma Ankara, Eskişehir ve Bilecik illerinden elde edilen veriler ile *Nannospalax* cinsinin daha önce kaydedilen karyolojik verilerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Araştırma sonucunda diploid kromozom sayısı (2n) 60; temel kromozom kol sayısı (NF) 76, 78, 80 kromozomal değerleri ve eşey kromozomlarındaki farklılıklar, bu türün Ankara, Eskişehir ve Bilecik'de kromozomal çeşitliliğe sahip olduğunu destekler niteliktedir.

*Nannospalax* cinslerinin birbirine komşu yayılış gösteren farklı karyotipe sahip populasyonları olduğu gibi, birbirinden ayrı lokalitelerde aynı kromozom sayısına sahip populasyonlarının olduğuna da araştırmalar sonucunda ulaşılmıştır. Bu nedenle Ankara ve Eskişehir illerine benzer coğrafik özellikler göstermesine karşı, araştırmalar sonucunda Türkiye'nin farklı bölgelerinde de bulunan kromozomal formlara ulaşılmıştır. Ankara ili üzerinde tespit edilen diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 82 değerleri, Gülkaç ve Yüksel (1989) çalışmaları sonucu Arguvan (Malatya)'dan, Sözen ve ark. (1999) çalışmaları sonucu ise Afyon'dan kayıt altına alınmıştır.

Nevo (1985) ise farklı karyotip formlarına sahip *Spalax ehrenbergi*'nin birbirleri ile temas ettikleri bölgelerde sağlıklı hibridlere sahip dar hibrit lokalizasyonlar



oluşturduklarını tespit etmiştir. Yapılan araştırma da ise *Nannospalax xanthodon*'un birbirine komşu farklı karyotip formlarına sahip populasyonların bireyleri arasında hibrit bireylere rastlanılmamıştır.

Nevo ve ark. (1995) ise İsrail'de yayılış gösteren diploid kromozom sayısı (2n) ile kuraklık arasındaki pozitif ilişkinin olduğunu ve bu durumun Anadolu *Nannospalax*'larında da olduğunu ortaya savunmuşlardır. Türkiye'de yapılan çalışmalar sonucunda araştırmacılara göre körfarelerde, yağışlı ve ılıman kıyı kesimlerinden kurak ve sert iklime sahip Orta Anadolu'ya gidildikçe diploid kromozom sayısı (2n) artış göstermektedir. Sözen ve ark. (2000a,b) ise Ankara-Mersin hattı üzerinde yaptıkları karyolojik çalışmalar sonucunda kuraklık ile kromozomların kol sayısı arasında benzer bir eğilimin söz konusu olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu çalışma ile Ankara-Eskişehir-Bilecik hattın üzerinde yalnız temel kromozom sayısı (NF) sayısında bir artış tespit edilmiştir.

Elde edilen karyolojik veriler; Ankara ili için; diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 82, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 78, Eskişehir ili için; diploid kromozom sayısı (2n) 60, temel kromozom sayısı (NF) 78, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 74, Bilecik ili için; diploid kromozom sayısı (2n) 60 temel kromozom sayısı (NF) 76, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 72 karyotip değerlerinin şimdiye kadar bu illerde yapılan araştırmalar ile karşılaştırıldığında aynı değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir ( Sözen ve ark., 1999, Sözen 2004, Matur ve Sözen 2005, Kankılıç ve ark., 2007).

Bu araştırma ile daha önce verilen kayıtlardaki koordinatlar farklı tutularak, türün bu bölgelerde incelenen lokalite sayısı artırılmış olmasına rağmen *Nannospalax xanthodon*'da  $2n= 60$ ,  $NF= 76,78$  değerleri ortaya çıkmıştır. Bu karyotip değerlerinin literatür araştırmalarında aynı bölgelerden kaydı verilen kromozomal formlarla benzer olduğu görülmektedir. *Nannospalaxlar*'da kromozomal çeşitliliğin Robertsonian translokasyonları ve inversiyonlardan kaynaklandığı bilinmektedir. Ancak kromozomal çeşitliliği meydana getiren çevresel faktörler tam olarak belirlenememiştir. Bu araştırmada yayılış bölgelerindeki toprak tipleride dikkate alınarak karşılaştırılmıştır. Bilecik ili ve çevresinde volkaniteye yakın kahverengi topraklar, Eskişehir ili ve çevresinde kireçli ve volkaniteye yakın topraklar, Ankara ili

ve çevresinde isekireçli, alüvyonal, kireçli-bazit ve kahverengi topraklardan alınan örneklerde tespit edilen 2n ve NF değerlerinde, toprak tiplerine göre değişkenliğin olmadığı görülmüştür. Türün sahip olduğu kromozomal değişikliğin edafik faktörlerden kaynaklanabileceğini kesin olarak ifade edebilmek için toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin analizi yapılarak, kromozomal formlar arasındaki ilişkilerin kurulması ön görülmektedir.



## 5. KAYNAKLAR

- Anonim 1. <http://www.mta.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Eylül 2019
- Anonim 2. <http://www.cevre.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 3. <http://www.mta.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Eylül 2019
- Anonim 4. <http://www.cevre.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 5. <http://www.mgm.gov.tr/>Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 6. <http://www.cevre.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 7. <http://www.cevre.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 8. <http://www.mta.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Eylül 2019
- Anonim 9. <http://www.cevre.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 10. <http://www.mgm.gov.tr/>Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 11. <http://www.cevre.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 12. <http://www.cevre.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 13. <http://www.mta.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Eylül 2019
- Anonim 14. <http://www.cevre.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 15. <http://www.mgm.gov.tr/>Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Anonim 16. <http://www.cevre.gov.tr/> Ankara Erişim tarihi: Ağustos 2018
- Bodenheimer, F. S. 1935. Animal life in Palestine. 102-105, Jerusalem
- Corbet, G. B., 1978. The Mammals of the Palaearctic region; a taxonomic review. Brit. Mus. nat. Hist., London Cornell Univ. Pres. 1-314.
- Coşkun, Y., 1998. şırnak yöresi *Spalax ehrenbergi*, Nehring, 1898 (Rodentia; Spalacidae) türünün morfolojik ve karyolojik özellikleri. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, 7-10 Eylül 1998. Samsun.
- Coşkun, Y., 2003. A study on the morphology and karyology of *Nannospalax nehringi* (Satunin, 1898) (Rodentia: Spalacidae) from Northeast Anatolia, Turkey. Turk. J. Zool., 27: 171-176.
- Coşkun, Y., 2004. Morphological and karyological characteristics of *Nannospalax ehrenbergi* (Nehring, 1898) (Rodentia: Spalacidae) from Hatay province, Turkey. Turk. J. Zool., 28: 205-212.

- Coşkun, Y., 2004. A new chromosomal form of *Nannospalax ehrenbergi* (Nehring, 1898) 2004. (<http://www.dicle.edu.tr/-yuksele/Batman.htm>) 1-8.
- Coşkun, Y. 2004. Türkiye'nin memeli hayvan zenginliği; Körfareler. (<http://www.dicle.edu.tr/-yuksele/spalax2.htm>) 1-10.
- Ellerman, J. R., T. C. S. Morrison-Scott, 1951. Checklist of Palaearctic and Indian Mammals 1758-1946. British Museum (Natural History), 1-810.
- Ford, C. E., J. L., Hamerton, 1956. A colchicine hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. *Stain Technology*, 31(6):247-251.
- Giagia, E., I. Savic, B., Soldatovic, 1982. Chromosomal forms of the mole rats *Microspalax* from Greece and Turkey. *Zeitschrift fur Säugetierkunde* 47:231-236.
- Guttman R., G. Naftali, E. Nevo, 1975. Aggression patterns in three chromosome forms of the mole rat, *Spalax ehrenbergi*. *Anim. Behav.* 23: 485-493.
- Gülkaç, M. D., E. Yüksel, 1989. Malatya yöresi körfareleri (Rodentia; Spalacidae) üzerine sitogenetik bir inceleme. *Doğa T. Biol. D.*, 13: 63-71.
- Gülkaç, M. D., E. Yüksel, 1999. The effect of geographical isolation on the speciation and distribution of *Spalax* species and subspecies in Turkey. *Tr. J.Zool*, 23: 491-496.
- Gülkaç, M. D., E. Yüksel, 1999. Türkiye'deki *Spalax* tür ve alt türlerinin dağılımına ve türleşmesine coğrafik izolasyonun etkisi. *Tr. J. of Zoology*, 23 (Ek sayı 2); 491-496.
- Hillis, D.M., C. Moritz and B.K. Mable, 1996. *Molecular Systematics*. Sinauer Associates, Inc. XVI+655.
- Harrison, D. L., P. J. J. Bates, 1991. *Mammals of Arabia*. Second edition. Harr. Zool. Mus. Pub. London, 1-353.
- Heth, G., 1991. Evidence of above ground predation and age determination of the in subterranean mole rats (*Spalax ehrenbergi*) in Israel. *Mammalia*, 55: 529-542.
- Hofmoijer, G. K., H. De. Bruijn, 1985. The mammals from the Lower Miocene of Aliveri (Island of Evia. Greece). 4; The Spalacidae & Anomalomyidae. *Paleontology Proc. B*; 185-198.
- Kandemir, I., Sözen, M., Matur, F., Kankılıç, T., Martínková, N., Çolak, F., ... & Çolak, E. (2012). Phylogeny of species and cytotypes of mole rats (Spalacidae) in Turkey inferred from mitochondrial cytochrome b gene sequences. *Folia Zoologica*, 61(1), 25.
- Kankılıç, T., Kankılıç, T., Çolak, R., Kandemir, and Çolak, E. 2006. Morphological Comparisons of Seven Chromosomal Forms of *Spalax xanthodon* Nordmann,

- 1840 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences. 9 (13), 2419-2425.
- Kankılıç, T., Çolak, R., Kankılıç, T. and Çolak, E. 2007a. On the Morphology and Karyology of *Spalax xanthodon armeniacus* Mehely, 1909, and *Spalax xanthodon cilicicus* Mehely, 1909 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. Acta Zoologica Bulgarica. 59 (1), 41-46.
- Kankılıç, T., Kankılıç, T., Çolak, R., Çolak, E., and Karatas, A. 2007b. Karyological comparison of populations of the *Spalax xanthodon* Nordmann, 1840 superspecies (Rodentia: Spalacidae) in Turkey. Zoology in the Middle East 42, 15-24.
- Kankılıç, T., Kankılıç, T., Sözen, M., & Çolak, E. (2013). Genetic diversity and geographic variation of chromosomal races of *Nannospalax xanthodon* (Nordmann, 1840) and *Nannospalax ehrenbergi* (Nehring, 1898) from Turkey, revealed by RAPD analysis. Acta Zool Bulg, 65, 45-58.
- Kankılıç, T.; Gürpınar, C. 2014a. Revised classification design of the Anatolian species of *Nannospalax* (Rodentia: Spalacidae) using RFLP analysis. Turkish Journal of Zoology, , 38.1: 67-78.
- Kıral, E., O. Benli, 1979. Orta Anadolu'nun kemirici türleri ve zarar yaptığı kültür bitkileri. Bitki koruma bülteni, 19: 191-201.
- Kurtonur, C., B. Özkan, İ. Albayrak, E. Kıvanç, H. Kefelioğlu, 1996. Türkiye omurgalıları tür listesi; Memeliler (Mammalia). DPT/TBAG-Çev. Sek., Nürol Matb., Ankara, 16-17.
- Mitchell-Jones A. J., G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P. J. H.Reijnders, F. Spitzwenger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik, J. Zima, 1999. The atlas of European mammals. Academic Pres., London, 262-263.
- Müdspacher-Zichl, C., R. Espiruti- Mara, M. Martinez-Coronel, S. Gaona, 2005. Chromosomal studies of 2 populations of *Peromyscus difficilis felipensis* (Rodentia: Muridae) Cytologia, 70 (3): 243-248.
- Neveu, P., J. P. Gasc, 1999. A cinefluorographical study of icisor sharpening in *Spalax giganteus* Nehring, 1898 (Rodentia: Mammalia). Mammalia 63(4): 505-518.
- Nevo, E., 1961. Observations on Israeli populations of the mole rat *Spalax e.ehrenbergi* Nehring, 1898. Mammalia, 25: 127-144.
- Nevo, E., 1969. Mole rat *Spalax ehrenbergi*; Mating behavior and its evolutionary significance, 163: 484-486.
- Nevo, E., G. Heth, A. Beiles, 1982. Differential survivorship of evolving chromosomal species of mole rats, *Spalax*: An unplanned laboratory experiment. Evolution 36: 1315-1317.

- Nevo, E., G. Heth, A. Beiles, 1982. Population structure and evolution in subterranean mole rats. *Evolution* 36: 1283-1289.
- Nevo, E., E. Capanna, M. Corti, J. U. M. Jarvis, G. C. Hickman, 1986. Karyotype differentiation in the endemic subterranean mole rats of South Africa (Rodentia, Bathyergidae). *Z. Säugetierkunde* 51: 36-49.
- Nevo, E., M. Corti, G. Heth, A. Beiles, S. Simson, 1988. Chromosomal polymorphisms in subterranean mole rats: origins and evolutionary significance. *Biol. J. Linn. Soc.* 33:309-322.
- Nevo, E., E. Tchernov, A. Beiles, 1988. Morphometrics of speciating mole rat; Adaptive differentiation in ecological speciation, *Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch.* 26; 186-314.
- Nevo, E., A. Beiles, 1989. Sexual selection and natural selection in body size differentiation of mole rats. *Z. Zool. Syst. Evol. Forsh.*, 27:263-269.
- Nevo, E., 1991. Evolutionary theory and processes of active speciation and adaptive radiation in subterranean mole rats, *Spalax ehrenbergi* superspecies, in Israel. *Evol. Biol.* 25: 1-125.
- Nevo, E., 1991. Evolutionary theory and processes of active speciation and adaptive radiation in subterranean mole rats, *Spalax ehrenbergi* superspecies in Israel. *Evol. Biol.* 25, 1-125.
- Nevo, E., M. G. Filippucci, C. Redi, S. Simson, G. Heth, A. Beiles, 1995. Karyotype and genetic evolution in speciation of subterranean mole rats of the genus *Spalax* in Turkey. *Biol. J. Linnean Soc.* 54, 203-229.
- Nevo, E., E. Ivanitskaya, M.G. Filippucci, A. Beiles, 2000. Speciation and adaptive radiation of subterranean mole rats, *Spalax ehrenbergi* superspecies, in Jordan. *Biol. J. Linn. Soc.*, 69: 263-281.
- Nowak, M. R. and L. J. Paradiso, 1983. Walker's Mammals of the World. Vol. III. The Johns Hopkins University Press. London, 1307.
- Ognev, S. I., 1947. Mammals of the U. S. S. R. and Adjacent Countries. Vol. V. Rodents. Moskova: Izdatel'stvo Akademi Nauk. 1-662.
- Patton, J. L., 1967. Chromosome studies of certain Pocket mice. Genus *Perognathus* (Rodentia: Heteromyidae). *J. Mamm.*, 48(1): 27-37.
- Rado, R., Z. Wollberg, J. Terkel, 1992. Dispersal of young mole rats (*Spalax ehrenbergi*) from the natal burrow. *J. Mamm.*, 73 (4): 885-890.
- Sözen, M., E. Kıvanç, 1998a. Two new karyotypic forms of *Spalax xanthodon* (Nordmann, 1840) (Mammalia: Rodentia) from Turkey. *Z. Säugetierkunde* 63: 307-310.

- Sözen, M., E. Kıvanç, 1998b. A new karyotype of *Spalax xanthodon cilicicus* Mehely, 1909 (Mammalia: Rodentia) from the type locality in Turkey. *Isr. J.Zool.*, 44: 53-56.
- Sözen, M., E. Çolak, N. Yiğit, Ş. Özkurt, R. Verimli, 1999. Contributions to the karyology and taxonomy of the genus *Spalax Güldenstaedt, 1770* (Mammalia:Rodentia) in Turkey. *Z. Saeugetierkunde* 64: 210-219.
- Sözen, M., N. Yiğit, E. Çolak, 2000. A study on karyotypic evolution of the genus *Spalax Güldenstaedt, 1770* (Mammalia:Rodentia) in Turkey. *Isr. J. Zool.*, 46:239-242.
- Sözen, M., 2005. A biological investigation on Turkish *Spalax Güldenstaedt,1770* (Mammalia: Rodentia). *G. Ü. Fen. Bil. Dergisi*, 18(2): 167-181.
- Sözen, M., Sevindik, M. and Matur, F. 2006a. Karyological and some morphological characteristics of *Spalax leucodon* Nordmann, 1840 (Mammalia: Rodentia) superspecies around Kastamonu province, Turkey. *Turk. J. Zool.* 30: 205-219.
- Sözen M, Matur F, Çolak E, Özkurt Ş and Karataş A. (2006b) Some karyological records and a new chromosomal form for *Spalax* (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Folia Zool.*, 55(3): 247-256.
- Sözen, M., Matur, F., Sevindik, M. and Çolak, F., 2008. Batı Anadolu Körfarelerinin, *Nannospalax nehringi* (Mammalia: Rodentia) Kromozomal Formlarının Belirlenmesi. Proje No: TBAG – HD 164 (106T225) nihai raporu.
- Tez, C., İ. Gündüz, H. Kefelioğlu, 2001. Karyological Study of *Spalax xanthodon* (Nordmann, 1840) in central Anatolia, Turkey. *Pakistan J. Biol. Sciences*, 4(7): 869-871.
- Tez, C., İ. Gündüz, H. Kefelioğlu, 2002. New data on the distribution of  $2n=38$  *Spalax xanthodon* (Nordmann,1840) cytotype in Turkey. *Isr. J. Zool.*, 48:155-159.
- Wahrman J., R. Goitein, E. Nevo, 1969a. Geographic variation of chromosome forms in *Spalax*, a subterranean rodent of restricted mobility. *La Chromosome* 75: 2442.
- Wahrman, J., R. Goitein, E. Nevo, 1969b. Geographic variation of chromosome forms in *Spalax*, a subterranean mammal of restricted mobility. *Comparative Mammalian Cytogenetics*. (ed: K. Benirschke) Newyork: Springer Verlag, 30-48.
- Wahrman, J., C. Richler, R. Gamperl, E. Nevo, 1985. Revisiting *Spalax*: Mitotic and meiotic chromosome variability. *Israel Journal of Zoology* 33: 15-38.
- Yağcı, T., Aşan, N., 2007. A live trap model for subterranean mole rats. *Mammalia* (2007)

- Yılmaz, H. R., E. Yüksel, 1999. Bazı *Spalax populasyonlarında* Glukoz -6-Fosfaglukonat dehidrogenaz enzimlerinin aktiviteleri üzerine bir çalışma. Tr. J. of Zoology 23 (1), 339-343.
- Yiğit, N., E. Çolak, M. Sözen, 1999. Türkiye kemiricilerinin (Mammalia: Rodentia) habitatları ve tarım alanları üzerine etkileri. Gazi Üniv. Fen. Bilim.Enst. Dergisi, 12 (4): 885-903.
- Yüksel, E., M.D. Gülkaç, 1990. The evolution and phylogenetic relationship insome subspecies and chromosomal forms of *Spalax xanthodon*. Tr. J. of Biology, 14: 59-68.
- Yüksel, E., M. D. Gülkaç, 1992. On the karyotypes in some populations of the Subterranean mole rats in the lower Euphrates-basin, Turkey. Caryologia, 47:175-190.
- Yüksel, E., M. D. Gülkaç, 1995. Kızılırmak Havzası Kayseri-Kırşehir-Nevşehir-Yozgat kesimi *Spalax* populasyonları üzerine sitogenetik incelemeler. TBAG-904, 1-22.
- Yüksel, C., 1998. Morphological and karyological peculiarities of *Spalax ehrenbergi* Nehring, 1898 (Rodentia:Spalacidae) from Şırnak province,Turkey. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, 3:114-122.
- Yüksel, E., M. D. Gülkaç, 2001. The cytogenetical comparasions of *Spalax* (Rodentia:Spalacidae) populations from middle Kızılırmak Basin, Turkey.Turk. J. Biol., 25:17-24.
- Zima, J., B. Kral, 1984. Karyotypes of European Mammals II. Acta sc. Nat Brn,18 (8): 1-62.
- Zuri, I., J. Terkel, 1997. Summer tunnelling activity of mole rats (*Spalax ehrenbergi*) in a sloping field with moisture gradient. Mammalia, 61 1: 47-54.