

**T.C.
HİTİT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN *Spermophilus* Cuvier,
1825(Mammalia: Rodentia) CİNSİ TÜRLERİNİN
SİTOGENETİK ANALİZLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Cemil ARSLAN

Çorum 2021

**TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN *Spermophilus* Cuvier,
1825(Mammalia: Rodentia) CİNSİ TÜRLERİNİN
SİTOGENETİK ANALİZLERİ**

Cemil ARSLAN

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı**

Yüksek Lisans Tezi

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Şafak BULUT**

Çorum 2021

Cemil ARSLAN tarafından hazırlanan “Türkiye’de yayılış gösteren *Spermophilus* Cuvier, 1825(Mammalia: Rodentia) cinsi türlerinin sitogenetik analizleri”adlı tez çalışması 18/01/2021 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet KARATAŞ

Doç. Dr. Emre AVCI

Dr. Öğr. Üyesi Şafak BULUT

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun tarihli vesayılı kararı ile Cemil ARSLAN’ın Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Prof. Dr. Muhammed Asif YOLDAŞ

Müdür Vekili

TEZ BEYANI

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

İmza
Cemil ARSLAN

TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN *Spermophilus* Cuvier, 1825 (Mammalia: Rodentia) CİNSİ TÜRLERİNİN SİTOGENETİK ANALİZLERİ

Cemil ARSLAN

HİTİT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Ocak2021

ÖZET

Türkiye’de dağılım gösteren *Spermophilus* Cuvier, 1825cinsine ait üç türe ait sitogenetik analizler araştırılmıştır(*S. citellus*, *S.xanthoprymnus* ve *S. taurensis*). Anadolu’da geniş bir yayılış alanına sahip olan *S. xanthoprymnus*’un farklı altpopulasyonlarında ortaya çıkan farklı kromozomal özellikler ve *S. citellus*’un Türkiye populasyonlarındaki bantlanmış kromozom çalışmalarının olmaması ve halen *S. taurensis* populasyonundaki farklı kromozom morfolojilerine rastlanması bizi bu çalışmanın yapılmasına yönlendirmiştir. Bu çalışma ile Bolkar Dağları’ndan örneklenen *S. xanthoprymnus* ve *S. citellus*’un G, C ve Ag-NOR bantlaması yapılmıştır. Türkiye Trakyası’ndan elde edilen *S. citellus*’un G, C ve Ag-NOR bantlanmış kromozom özellikleri Türkiye’den ilk kez verilmiştir. Ayrıca endemik bir tür olan *S. taurensis*’a ait yeni kromozomal özellikler de bu tezde sunulmuştur.

Bu çalışmada, *S. xanthoprymnus* türünün diploid kromozom sayısı (2n) 42, temel kromozom sayısı (NF) 82, otozomal kromozom sayısı (NFa) 78 olarak belirlenirken, C bantlama sonucu bir kromozomda heterokromatin bölge saptanmıştır. *S. xanthoprymnus* türünün Ag-NOR boyama sonucunda erkek bireylerde sekiz adet NOR boyası belirlenmiş, dişi bireylerde ise altı adet NOR boyası tespit edilmiştir. *S. citellus* türünde 2n=40, NF= 77, NFa= 74 olarak belirlenirken, C bantlama sonucu iki kromozomda heterokromatin alan belirlenmiştir. *S. citellus* türünün Ag-NOR boyama sonucunda ise yedi adet NOR boyanması saptanmıştır. *S. taurensis* türü ile yapılan çalışmamızda 2n=40, NF= 80, NFa= 76 olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, butezde türler arasında NOR sayı farklılığı, kromozom kol sayı farklılığı ve farklı heterokromatin blok alanlar saptanmıştır. Bu üç türe ait temel kromozom sayıları diğer çalışmalarla benzerlik göstersede kromozom morfolojileri farklılık göstermektedir. Bu farklılığın ise coğrafi izolasyonlar, bazı mutasyonlar ve habitat farklılığı gibi etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Spermophilus*, Ag-NOR bantlama, C-Bantlama, Karyotip

**CYTOGENETICS ANALYSES OF THE GENUS *Spermophilus* Cuvier, 1825
(MAMMALIA: RODENTIA) SPECIES DISTRIBUTED IN TURKEY**

Cemil ARSLAN

HİTİT UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL INSTITUTE

January 2021

ABSTRACT

Cytogenetic analysis were studied on three species of the genus *Spermophilus* distributed in Turkey (*S. citellus*, *S. xanthoprimum* and *S. taurensis*). Different chromosomal features occurring in different subpopulations of *S. xanthoprimum*, which has a wide distribution area in Anatolia and the absence of Turkey's population of banded chromosome studies in *S. citellus* and the fact that different chromosome morphologies are still encountered in the *S. taurensis* population led us to carry out this study. With this study, G, C and Ag-NORs banding of *S. xanthoprimum*, sampled from Bolkar Mountains, and *S. citellus* was performed. The G, C banding patterns and Ag-NORs chromosome features was given for the first time from the samples of *S. citellus* obtained from Turkish Thrace. In addition, new chromosomal features of *S. taurensis*, an endemic species, were also presented.

In this study, diploid chromosome number of *S. xanthoprimum* was $2n=42$, fundamental chromosome number (NF) was 82, autosomal chromosome number (NFa) was 78, while C banding revealed a heterochromatin region in one chromosome. As a result of Ag-NOR staining of *S. xanthoprimum*, eight NOR stains were determined in the male sample, and six NOR stains were detected in the female sample. The diploid chromosome number of *S. citellus* species was determined as $2n=40$, NF=77, NFa=74, while C banding revealed a heterochromatin area in two chromosomes. As a result of Ag-NOR staining of *S. citellus* species, seven NOR

staining were detected. *S. taurensis* species, diploid chromosome number was determined as $2n=40$, $NF= 80$, $NFa= 76$.

As a result, in this thesis, NOR number difference, chromosome arm number difference and different heterochromatin block areas were determined between species. Although the fundamental chromosome numbers of these three species are similar to previous studies, their chromosome morphologies are different. This difference is thought to be caused by factors such as geographical isolation, some mutations and habitat difference.

Keywords: *Spermophilus*, Ag-NOR banding, C-banding, Karyotype

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, yüksek lisans öğrenimim boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan, yardımlarını esirgemeyen ve yol gösteren saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Şafak BULUT'a; diseksiyon ve arazi çalışmalarındaki yardımları için Prof. Dr. Şakir Önder ÖZKURT'a, arazi çalışmalarındaki yardımları için Prof. Dr. Ahmet KARATAŞ'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarındaki yardımları için Arş. Gör. Kadir ULUSOY'a; gerekli etik kurul izinlerinin alınmasındaki yardımları için Doç. Dr. Emre AVCI'ya, çalışmalardaki yardımları için Burhan ÖZKILIÇ ve Elif SANCAK'a sonsuz teşekkürler.

Manevi desteğini ve yardımını benden esirgemeyen sevgili kardeşim Seda ARSLAN'a, her zaman yanımda olan, desteğini ve sabrını hiçbir zaman esirgemeyen biricik eşim Sümeyra ARSLAN'a;

Kendisiyle vakit geçirmem için sabırla beni bekleyen canım oğlum Ali Çağrı ARSLAN'a, Ayrıca bugünlere ulaşmamda emeği geçen AİLEME teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1 Ordo: Rodentia (Mammalia).....	3
2.2 Familya: Sciuridae.....	3
2.3 Cins: <i>Spermophilus</i> Cuvier, 1825.....	4
2.3.1 <i>Spermophilus citellus</i> (Linnaeus, 1766) - Avrupa Yersincabı.....	8
2.3.2 <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> (Bennett, 1835) - Anadolu Yersincabı.....	10
2.3.3 <i>Spermophilus taurensis</i> (Gündüz ve ark., 2007) - Toros Yersincabı.....	12
2.4 Kromozom.....	14
2.4.1 Kromozomun Genel Yapısı.....	15
2.4.2 Kromozomun İnce Yapısı.....	17
2.4.3 Kromozomların Şekli.....	18
2.4.4 Kromozomların Sayısı.....	19
2.4.5 Kromozomların Büyüklüğü.....	20
2.4.6 Kromozomların Sayısındaki Değişimler ve Kromozomlarda Varyasyon.....	21
2.4.7 Karyotip ve İdiyogram.....	21
2.4.8 Kromozom Boyama ve Bantlama Yöntemleri.....	22
2.4.8.1 Standart Giemsa Boyama.....	22
2.4.8.2 C-Bantlama.....	23
2.4.8.3 Ag-NOR Boyama.....	23
3. MATERYAL VE METOT.....	25
3.1 Materyal.....	25
3.2 Metot.....	25
3.3 Kromozom Boyama ve Bantlama Yöntemleri.....	26
3.3.1 Standart Giemsa Boyama.....	26
3.3.2 C-Bantlama Tekniği.....	26
3.3.3 Ag-NOR Boyama Tekniği.....	27
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	30
4.1 Standart Giemsa Boyama Sonuçları.....	30
4.1.1 <i>Spermophilus citellus</i> (Linnaeus, 1766) - Avrupa Yersincabı.....	30
4.1.2 <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> (Bennett, 1835) - Anadolu Yersincabı.....	31
4.1.3 <i>Spermophilus taurensis</i> (Gündüz ve ark., 2007) - Toros Yersincabı.....	33
4.2 C Bantlama Sonuçları.....	35
4.2.1 <i>Spermophilus citellus</i> (Linnaeus, 1766) - Avrupa Yersincabı.....	35
4.2.2 <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> (Bennett, 1835) - Anadolu Yersincabı.....	36
4.2.3 <i>Spermophilus taurensis</i> (Gündüz ve ark., 2007) - Toros Yersincabı.....	37
4.3 Ag-NOR Boyama Sonuçları.....	38

4.3.1 <i>Spermophilus citellus</i> (Linnaeus, 1766) - Avrupa Yersincabı	38
4.3.2 <i>Spermophilus xanthopymnus</i> (Bennett, 1835) - Anadolu Yersincabı	39
4.3.3 <i>Spermophilus taurensis</i> (Gündüz ve ark., 2007) - Toros Yersincabı	40
4.4 Karşılaştırma ve Yorum	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	48
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Bazı türlerin diploid kromozom sayısı	20
Çizelge 3.1. Levanve ark. (1964)'ına göre kromozom morfolojilerinin terminolojisi.	30
Çizelge 4.1 Türler arasında yaptığımız karyotip karşılaştırması	35
Çizelge 4.2 Türler arasında yapılan bantlamaların karşılaştırması	42
Çizelge 4.3. Türkiye' de yayılış gösteren <i>Spermophilus</i> türlerine ait karyolojik veriler	47
Çizelge 4.4. Türler arasındaki C bantlama ve Ag-NOR bantlama karşılaştırmaları.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. <i>Spermophilus citellus</i> (Avrupa Yersincabı).....	9
Şekil 2.2. <i>Spermophilus citellus</i> türünün yayılış alanı.....	10
Şekil 2.3. <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> (Anadolu Yersincabı).....	11
Şekil 2.4. <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> türünün yayılış alanı	12
Şekil 2.5. <i>Spermophilus taurensis</i> (Toros Yersincabı)	13
Şekil 2.6. <i>Spermophilus taurensis</i> türünün yayılış alanı.....	14
Şekil 2.7.Kromozom morfolojisi	15
Şekil 2.8.Kromozomun genel yapısı.....	16
Şekil 2.9.Nükleozom yapısı	18
Şekil 2.10.Sentromerin konumuna göre kromozom tipleri.....	19
Şekil 2.11.Kromozom kısımlarının isimlendirilmesi.....	21
Şekil 2.12.Kromozom morfolojisiyle ilişkili olarak C-bandı pozisyonlarının şematik görünümü.....	24
Şekil 3.1.Materyallerin elde edildiği bölgeler <i>S. xanthoprymnus</i> : Niğde, Meydan Yaylası, <i>S. taurensis</i> : Karaman, Büyük Yayla; <i>S. citellus</i> : Edirne, Enez.....	26
Şekil 4.1. <i>Spermophilus citellus</i> türünün 2n=40 kromozomlu erkek örneğinin metafaz plağı ve standart karyotipi.	31
Şekil 4.2. <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> türünün 2n=42 kromozomlu erkek örneğinin metafaz plağı ve standart karyotipi.....	32
Şekil 4.3. <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> türünün 2n=42 kromozomlu dişi örneğinin metafaz plağı ve standart karyotipi.....	33
Şekil 4.4. <i>Spermophilus taurensis</i> türünün 2n=40 kromozomlu dişi örneğinin metafaz plağı ve standart karyotipi.....	34
Şekil 4.5. <i>Spermophilus citellus</i> C-Bantlama	36

Şekil 4.6. <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> erkek birey C-Bantlama	37
Şekil 4.7. <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> dişi birey C-Bantlama	38
Şekil 4.8. <i>Spermophilus citellus</i> Ag-NOR Bantlama.....	39
Şekil 4.9. <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> erkek birey Ag-NOR Bantlama	40
Şekil 4.10. <i>Spermophilus xanthoprymnus</i> dişi birey Ag-NOR Bantlama.....	41

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C Santigrat derece

µm Mikrometre

AgNO₃ Gümüş nitrat

Ba(OH)₂ Baryum hidroksil

NF Kromozomların temel kol sayısı

NFa Otozomal kromozom sayısı

HCl Hidroklorik asit

HPO₄ Hidrofosfat

KCl Potasyum klorür

Na₂HPO₄

Disodyum fosfat

Kısaltmalar

DNA

Deoksiribonükleik asit

km Kilometre

m Metre

ml Mililitre

mtDNA Mitokondriyal DNA

nm Nanometre

rRNA Ribozomal RNA

m Metasentrik

sm Submetasentrik

a Akrosentrik

st Subtelosentrik

1. GİRİŞ

Canlılığın tanımını oluştururken birbirine çok yakın olan iki bilim dalından faydalanılmıştır. Bunlar; Genetik ve Evrim'dir. Genetik; genlerin nesilden nesile geçişini açıklarken, evrim ise geçmiş çağlardaki olaylar ile gelecekteki olayların yorumlamasını sağlayan, Dünya'da varlığını sürdürmeye devam eden canlılar arasındaki gen ve protein benzerliğini ortaya koyan bilim dalıdır (Demirsoy, 2005a). Hayvanlar ve bitkilerin dünyadaki dağılımı göz önünde bulundurulduğunda her biyomun kendine ait organizması olmak koşulu ile dünya altı bölgeye ayrılmıştır. Yapılan bu ayırmda özellikle memeliler ve kısmen kuşlar sınıfı başı çekse de diğer hayvanlar ve bitkilerde dikkate alınmıştır. Bunun yanı sıra altı bölgeye ayrılan bu kara parçaları jeolojik devirlerde çöl, okyanus ve dağ gibi yaşam alanlarına bölünmüştür (Demirsoy, 2005b). Yeryüzündeki canlıların coğrafik dağılımı zaman içerisinde kıtaların yavaş hareketinide kapsayan birden fazla faktörden etkilenir (Campbell, 2015). Asya ve Avrupa kıtaları arasında yer alan Anadolu, jeolojik değişikliklerle birlikte farklı kökenden gelen canlıların geçiş bölgelerini oluşturmuştur (Demirsoy, 2002). Dünya'da 5416 memeli türü yaşarken Türkiye'de ise 169 memeli türü bulunmaktadır (Özkurt ve Bulut, 2020). Tüm memeli türlerinin tahminen %40'ını kemirgenler oluşturmaktadır. Antarktika kıtası hariç dünyanın diğer kıtalarında çok fazla sayıda bulunurlar. Kemiricilerde göze çarpan en önemli özellik diş yapılarıdır. Üst ve alt çenesi sürekli aşınan ve gelişen iki kesici dişe sahiptir. Kesici dişlerin etkisi ön yüzeye sınırlıdır, alt kısımlar aşınır (Carroll, 1988). Çene kaslarındaki farklılık ve kesici dişlerdeki değişim gösteren yapının histolojisi kemirgenlerin sınıflandırılmasında en temel dayanaktır. Türkiye'de 11 familyaya bağlı olarak 69 tür rodent bulunmaktadır (Özkurt ve Bulut, 2020). Türkiye'de yaşayan *Spermophilus* türleri üzerine geçmişte yapılan araştırmalarda dikkate alındığında Türkiye'de üç farklı türün dağılım gösterdiği görülmüştür (Özkurt, 2002; Yiğit, 2005; Gündüz ve ark., 2007a). Özellikle karyotip çalışmalarının sonucunda türlerin kendi arasında bile farklılık gösterebileceği belirlenmiş olup türlerin lokalite sınırları, yeni lokalite bölgelerine türlerin kromozomal bilgilerinde faydalanılarak evrimsel geçmişleri analiz edilmeye çalışılmıştır.

Anadolu'da geniş bir yayılış alanına sahip olan *S. xanthopymnus*'un farklı altpopulasyonlarında ortaya çıkan farklı kromozomal özellikler ve *S. citellus*'un Türkiye populasyonlarındaki bantlanmış kromozom çalışmalarının olmaması ve halen *S. taurensis* populasyonundaki farklı kromozom morfolojilerine rastlanması bizi bu çalışmanın yapılmasına yönlendirdi. Bu çalışma ile Bolkar Dağları'ndan örneklenen *S. xanthopymnus* ve *S. citellus*'un G, C ve Ag-NOR bantlaması yapıldı. Türkiye Trakyası'ndan elde edilen *S. citellus*'un G, C ve Ag-NOR bantlanmış kromozom özellikleri Türkiye'den ilk kez verildi. Ayrıca endemik bir tür olan *S. taurensis*'a ait yeni kromozomal özellikler de bu tezde sunulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Ordo: Rodentia (Mammalia)

Dünya genelinde Rodentia takımı iki binin üzerinde yer alan tür sayısı ile memeliler sınıfı içinde en büyük takımı temsil etmektedir. Ayrıcadünya üzerinde yaşayan memelilerin % 40'ını oluşturur (Wilson ve ark., 2017). Anadolu'da birçok kemirici tür yayılış göstermiştir fakat coğrafi dağılım, yaşadığı yer ve ekolojileri hakkında bilgiler yine de yetersiz kalmıştır. Türkiye'de 60'dan fazla kemirici türünün farklı alanlarda dağılım gösterdiği bilinmektedir (Yiğit ve Çolak, 1998).

Memeliler Antarktika kutbu haricinde tüm karalarda yayılış gösterirler. Bu hayvanların dünya üzerinde çok farklı habitatları vardır. Kemiriciler için sınıflandırma kriteri olarak özellikle çiğneme kasları ve kafa yapıları önemli ölçüttür. Rodentia takımını diğer takımlardan ayıran en önemli özelliklerden biri köpek dişleri ve ön azı dişlerinin kaybolması ile meydana gelen diestema boşluğudur. Kesiciler önde ve altta olmak üzere tek bir çift olarak belirginleşmiştir. Kemiricilerin önemli çoğunluğu tohumla beslenir ama bir kısmı omnivor, otçul veya böcekçilde beslenebilir. Kemiriciler sınıflandırılırken özellikle çiğneme kaslarının bulunduğu yer ve kafatası niteliği önemlidir. Çiğneme kaslarının kafatası ile yapmış olduğu bağlantı bölgelerine göre kemiriciler; Sciuromorpha, Castorimorpha, Myomorpha, Anomaluromorpha ve Hystricomorpha olmak üzere 5 alttakımdan oluşmaktadır (Wilson ve Reeder, 2005).

Kesici dişlerde kök bulunmaz, bundan dolayı da sürekli büyümeye yönelik gelişim gösterirler. Kesici dişler zarar görürse veya bulunduğu yerden sökülürse sökülen dişin yerine yenisi gelmediğinden kemirme işlemi yapılamaz ve buda kemiricinin ölümüne neden olur (Ognev, 1948).

2.2 Familya: Sciuridae

Dünyanın pek çok yerinde yayılış gösteren türlerine rastlanılmaktadır. Bazıları fare veya kedi büyüklüğünde olabilir. Kuyrukları püsküllü, gözleri iridir. Ağaçlara kolayca tırmanır. Yerde veya ağaçlarda yuva yaparak yaşayabilirler. Bazı bitkilerin yeşil kısımları, tohumlar, hububatlar ve bazı bitkileri yiyerek

beslenmelerini sağlarlar. Özellikle Orta Anadolu ekinlerine çok zarar verirler (Alkan, 1965).

Sincaplar genellikle gündüz vaktinde aktif oldukları gibi bazı türlerin de gece aktif oldukları görülmüştür. Habitat olarak tundra, yağmur ormanları ve yarı çöl özelliği gösteren bölgeler tercih öncelikleridir. Bu familyada yer alan üyeler Avrupa, Asya, Afrika ve Amerikaya kadar yayılım gösterirler (Krystufek ve Vohralik, 2005).

2.3 Cins: *Spermophilus* Cuvier, 1825

Yersincapları küçük kulaklarıyla ve kısa kuyruklarıyla orta boyutlu karasal ortamda yaşamlarını sürdüren canlılardır. Kafatası kemerleri, postorbital (gözün arka kısmı) incedir. Pençeleri uzun olmakla birlikte başparmağa doğru küçüldüğü görülür. Infraorbital (göz çukuru altı) sincaplardaki gibi ön plana çıkmıştır. Dişler kısmen hypsodonttur (yüksek taçlı diş). Diş formül: $1 / 1, 0 / 0, 2 / 1, 3 / 3 = 22$.

Şu anda da bilinen 12 *Spermophilus* türü Palaearktik bozkırlarda dağ meralarında ve tundrada görülür. Üçü yakın birbirine yakın türler olan *S.citellus*, *S.xanthoprymnus* ve *S.taurensis* Türkiye'ye özgüdür. Türkiye yersincaplarının, Marmara Boğazı'nın her iki tarafında da yaşadığı ve yayılış gösterdiği görülmüştür. Yersincapları ile arasındaki dış morfolojik özelliklerinde belirgin farklılıklar olmasına rağmen *S.citellus* ve *xanthoprymnus*'un 20. yüzyılın ikinci yarısının çoğunluğu için türdeş olduğu düşünülüyordu. Farklı tür olmaları kromozomal veriler elde edildikten sonra genel olarak kabul edildi. Ancak Özkurt ve ark. (2002) tarafından sonradan gösterildiği gibi $2n=40$ formuda aynı zamanda Toros Dağları'nda da bulunmuştur. Bu verilerle birlikte Trakya (NFa = 66) ve Toroslar'dan (NFa = 72) alınan örneklerde otozomal kolların temel sayısının aynı olmadığı görülmüştür (Krystufek ve Vohralik, 2005).

Spermophilus cinsi ilk defa 1766'da Linneus tarafından *Mus*, 1816 yılında Oken tarafından *Citellus*, 1825'de Cuvier tarafından *Spermophilus* olarak adlandırılmıştır. Ellerman ve Morrison-Scott (1951), Uluslararası Zooloji Komisyonu (ICZN) tarafınca tespit edilen adlandırmada öncelik kurallarına göre *Citellus* isminin kullanılmasının gerekli olduğunu iddia etmiş ve devamında bu adı kullanmışlardır. Corbet (1978), Uluslararası Zooloji Komisyonu (ICZN) tarafından Oken'in 1816'da *Citellus* isminin verildiği tarihin kabul edilmediğini kaydetmiş ve uygun olan ismin

Cuvier tarafından 1825’de verilen *Spermophilus* olduğunu bildirmiştir. Türkiye’den şimdiye kadar ilk kez Bennet (1835), Erzurum’dan *Citellus xanthoprymnus* adı ile yeni bir tür tanımlamış, sonraki yıllarda Mursaloğlu (1964-1965) Trakya Bölgesi civarından *Citellus citellus thracicus* ve Anadolu’da Aksaray civarında *Citellus citellus gelengius* adları ile iki yeni tür adlandırması yapmıştır. Karabağ (1953), Osborn (1964), Kaya ve Şimşek (1986), bu cinsin biyolojisi ve sınıflandırılması üstüne araştırmalar yapmışlardır. Palaeartik bölge memelilerinin yeniden incelemesini yapan Ellerman ve Morrison-Scott (1951) ve Corbet (1978), Türkiye’de bu cinse ait sadece *Spermophilus citellus* (L., 1766) türünün yayılış gösterdiğini belirterek, Bennett (1835) tarafından Erzurum’dan tanımlanan *Citellus xanthoprymnus* türünü, *Spermophilus citellus xanthoprymnus* Bennett (1835) şeklinde alt tür olarak kabul etmişlerdir. Bu cins populasyonları için karyolojik araştırma yapan Avrupalı ve Rus araştırmacılar *Spermophilus xanthoprymnus*’un *Spermophilus citellus*’dan farklı bir karyolojik özellik gösterdiğini öne sürmüş, *Spermophilus xanthoprymnus*’un farklı bir tür olduğunu savunmuşlardır (Zima ve Kral, 1984). Türkiye’de dağılım gösteren *Spermophilus*’lar üzerine karyolojik çalışmalar yapan Doğramacı ve ark. (1994) Trakya’da $2n=40$ kromozumlu *Spermophilus citellus*, Anadolu’da ise $2n=42$ kromozumlu *S. xanthoprymnus* türlerinin yayılış gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Türkiye yersincapları üzerine karyolojik çalışmalar yürüten Özkurt ve ark. (2002) ile Yiğit ve ark. (2005) Trakya’da $2n=40$ kromozumlu *S. citellus*, Anadolu’da ise Toroslar dışında diğer bölgelerden $2n=42$ kromozumlu *S. xanthoprymnus* populasyonunun kaydını vermişlerdir. Herron ve ark. (2004) *S. citellus* ile *S. xanthoprymnus* arasında 16S rRNA verilerinin benzer olduğunu, iki türün henüz türleşme için erken bir süreçte olduğunu ve ayrı ayrı farklı taksonomik birimlerden oluştuğunu ortaya koymuşlardır. Yiğit ve ark. (2005), Türkiye’deki üç *Spermophilus* populasyonundan topladıkları ikişer örneğin kromozomal analizi, Edirne’den $2n=40$ kromozumlu *S. citellus*, Kırşehir’den $2n=42$ kromozumlu *S. xanthoprymnus* ve Antalya/Akseki’den ise $2n=40$ kromozumlu bir populasyonu kabul etmiş, kaydını vermişlerdir. Bu araştırmacılar aynı örnekler üzerinde 16S rRNA sekans analizi yaparak evrimsel yakınlıklarını ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu filogenetik ağaçta $2n=40$ kromozumlu Akseki örneklerinden elde edilen haplotipler, Kırşehir’den alınan *S. xanthoprymnus* ($2n=42$) haplotipleri ile değil aksine

Edirne'den elde edilen *S. citellus* ($2n=42$) haplotipleri ile beraber gruplanmıştır. Adı geçen araştırmacılar bu filogenetik ilişkiye dayanarak Akseki (Orta Toroslar) *Spermophilus* popülasyonunun *S. citellus* olduğunu belirtmişlerse de Anadolu'da farklı türler olarak yer alan bu popülasyonlar yeterli ölçüt olmadığından kesin bir şekilde ayırt edilememiştir. Arslan (2005), Anadolu (Konya)'dan topladığı *S. xanthoprymnus* örnekleri üzerinde yaptığı karyolojik çalışmalar (C-bandı ve Ag-NORs) neticesinde bu örneklerde diploit kromozom sayısını daha önceki çalışmalarda olduğu gibi $2n=42$ olarak kaydetmiş ve temel sayının $NF=81$ olduğunu, otozomların kol sayısını ise $NFa=78$ olduğunu görmüştür. Gündüz ve ark. (2007) Türkiye'nin 89 farklı lokalitesinden toplam 211 *Spermophilus* örneğinde morfometrik-geometrik ve moleküler özelliklerini incelemişlerdir. Bu araştırmacılar inceledikleri bu veriler ile Türkiye'de Trakya bölgesinde *S. citellus* türünün, Orta ve Doğu Anadolu'da da *S. xanthoprymnus* türünün var olduğunu gözlemlemiş, ayrıca daha önce farklı araştırmacılar tarafınca *S. xanthoprymnus* ve *S. citellus* türü içinde verilen Toros yersincaplarını *S. taurensis* olarak adlandırmıştır. Türkiye'de dağılımı görülen bu tür endemik bir tür olarak kayıtlara geçmiştir. Özkurt ve ark. (2007) Türkiye'nin Trakya, Orta Anadolu ve Güney Anadolu (Toroslar) bölgelerinden elde ettikleri örnekler üzerinde yaptıkları morfometrik çalışma ile Trakya'dan *S. citellus*, Orta ve Doğu Anadolu'dan *S. xanthoprymnus* ve Toroslardan da yeni bir tür olarak *S. torosensis* kaydını vermişlerdir. Gündüz ve ark. (2007b) sonradan *S. torosensis* türü ile *S. taurensis* türünün subjektif sinonimi olduğunu göstermiş ICZN (International Commission on Zoological Nomenclature) (1999) kuralına göre geçerli adının *S. taurensis* olduğunu belirtmişlerdir (Gündüz ve ark., 2007b). Arslan ve Arslan (2010), Konya Hadim Meydancık yaylasından aldığı Toros yersincaplarına ait beş erkek birey örneklerle C-bantlama ve Ag-NOR bantlama analizleri yapmışlardır (Arslan ve Arslan, 2010). *S. taurensis*'in karyotipinin daha önceki çalışmalarda da karşılaşıldığı gibi (Özkurt, 2002; Yiğit, 2005; Gündüz ve ark., 2007a) $2n=40$ kromozomdan oluştuğu, temel kromozom kol sayısının (NF) 80 ve otozomal kromozom kol sayısının (NFa) 76 olduğunu tekrarlamıştır. Y kromozomunun tamamı heterokromatinden meydana gelirken otozomlarının tamamı ve X kromozomunun perisentromerik heterokromatine sahip olduğunu gözlemişlerdir. 2 çift submetasentrik, 2 çift subtelosentrik kromozom tespiti yapılmış ve bu

kromozomların terminal bölgesinde nükleolar organizatör bölgelerin dağılımlarına rastlanmıştır. Ayrıca bu NOR'ların hepsinin birbirine benzediği ve orta boyutlarda olduğu görülmüştür. *S. taurensis* ve *S. xanthoprymnus* türleri karşılaştırıldığında *S. taurensis* türünün kromozom sayısının daha düşük olduğu, C-pozitif Y kromozomu ve NOR'ların lokalizasyonu ve sayısı açısından da farklılık gösterdiği görülmüştür. *S. taurensis*, *S. citellus* türü ile karşılaştırıldığında ise Y kromozomunun heterokromatin özelliklerinin benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Toyran ve ark. (2012)'nin yaptığı bir çalışma ile Anadolu Yersincabı (*Spermophilus xanthoprymnus*) için yeni bir lokalite kaydı verilmiştir. *Spermophilus xanthoprymnus* türünün Bitlis İl'inde Nemrut Dağı Kalderası içinde yaklaşık 2290 m yükseltide seyrek floraya sahip düzlüklerde ve taşlık alanlarda yaşadığı görülmüş olup bu kayıtlarla *Spermophilus xanthoprymnus* türüne ilk defa rastlanılmıştır. Gür (2013), Gündüz ve ark.(2007a)'nin moleküler çalışmalarında yararlanılarak *S.xanthoprymnus* türünün küresel iklim değişikliklerinde nasıl davrandığı ve yaşamını nasıl sürdürdüğü ile ilgili ekolojik niş modellemesi yapmıştır (Gür, 2013). Bu çalışmada *S.xanthoprymnus*'un olası yayılışı önceki dönemler ve günümüz iklim şartları tekrar düşünülerek tahmin edilmiş, buzullar arası genişleme örneklemesinin tersine buzullar arası dönemi *S.xanthoprymnus* türünün bir sığınakta sürdürmüş olduğu neticesine varılmıştır. Chassovnikarova ve ark. (2015)'nin Avrupa sincaplarının eşey kromozom farklılıklarını dikkate alarak yaptığı karyotip çalışmalarında yeni veriler tespit etmişlerdir. Bu çalışmalarda G bantlama, C bantlama, özel florasan boyama (CMA3, DAPI) ve FISH tekniklerini kullanarak Balkan Yarımadası'nın güneydoğusundaki *S.citellus* türlerinde eşey kromozom varyanslarını karşılaştırmışlardır. Çalışılan örnek türlerin çoğunda birkaç küçük ve orta boyutta akrosentrik ve metasentrik kromozomlar hariç Y kromozomunun nokta gibi görüldüğünü gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak yapılan bu çalışmada eşey kromozomlardaki bu farklılığın coğrafi yapıdan kaynaklandığını, *S.citellus*'un Balkan Yarımada'sının Güneydoğu bölümündeki popülasyonları arasında farklılık olduğunu ortaya koymuşlardır. Ermakov ve diğ. (2015) Avrupa ve Asya'da bulunan *Spermophilus* türlerinin verilerine katkıda bulunmak amacıyla Sitokrom COksidaz altbirim 1 (COI) gen sekansları ile düzenledikleri filogenetik ağaç çalışmalarında Türkiye'de bulunan *S. xanthoprymnus* ve *S. citellus* türlerinin yakın akraba

olduklarını tespit etmişlerdir. Demirtaş ve diğ. (2015) Türkiye’de dağılımı görülen 108 farklı lokaliteden elde edilen tür kayıtlarını da kullanarak ekolojik niş modelleme çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada *S. xanthoprymnus* türünün günümüz verileride kullanılmış, populasyon dağılımı, yoğunluğu ve bunları etkileyen parametreler tespit edilmiştir. Yapılan ekolojik niş modelleme çalışması ile Gür (2013)’de verilen sonuçların uyum içinde olduğu ve paralellik gösterdiği görülmüştür. Bu çalışma sonucunda güneyde ve batıda daha düşük rakımlarda görülen populasyon yoğunluğunun azaldığı, Doğu ve İç Anadolu populasyon yoğunluğunda kayda değer önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Veriler değerlendirilerek yapılan öngörüle önümüzdeki 50 yıl içinde Türkiye’de bulunan *S. xanthoprymnus* türünün populasyon dağılımında ciddi bir şekilde azalma olacağı düşünülmektedir. Arslan ve ark.(2020) Gümüşhane ilipopulasyonlarından 2 erkek 1 dişi, Bitlis ili populasyonlarından 2 erkek 1 dişi olmak üzere toplam 6 farklı *Spermophilus xanthoprymnus* türüne ait örneklerle karyotip analiz çalışması yapıp karşılaştırmışlardır. Yapılan karyotip analiz çalışmalarında her iki lokaliteden alınan örneklerde diploid kromozom sayısı $2n=42$ olarak tespit edilmiştir. Temel kromozom kol sayısı (NF) 84, otozomal kromozom kol sayısı (NFa) 80 olarak gözlemlenmiştir. X kromozomu orta büyüklükte ve submetasentrik olarak çalışmalara kaydedilmiş ancak örneklerin Y kromozomlarında farklılık tespit edilmiştir. Bitlis örneklerinin Y kromozomu küçük ve iki kollu, Gümüşhane örneklerinin Y kromozomu ise orta büyüklükte ve subtelosentrik olarak kaydedilmiştir. Ayrıca örneklerin otozomlarında ve X kromozomlarında farklı C pozitif bantlar gözlemlenmiştir. Bitlis örneklerinde karyotip analizi yapılan 4.kromozomun Gümüşhane örneklerindeki farklı olduğu ve bu farklılığın introkromozomal translokasyona bağlı olabileceği tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda tür içi farklılıklarda kromozom varyasyonlarının rol oynadığı Gbantlama ve C bantlama tekniklerindende yararlanılarak sunulmuştur.

2.3.1 *Spermophilus citellus*(Linnaeus, 1766) - Avrupa Yersincabı

Baş + gövde uzunluğu 19-25 cm, kuyruk uzunluğu 5,5-7,5 cm, yerden yüksekliği 9cm, kulağı 3cm, arka ayağı 3,5- 4 cm’dir. Ağırlığı yaklaşık olarak 500 gram olup değişkenlik göstermektedir. Yanaklarının iç yanındaki boşluklar iyi gelişmiştir. Boyları uzun, gözleri irice olan sevimli hayvanlardır. Postu sırt tarafında sarımsı

renktedir. Boynu ve çenesi açık renkte olup, karnı sarı pas rengindedir. Burnunun uç kısmı, bıyıkları ve ayaklarındaki tırnaklar siyah renktedir. Art bölgesinde bulunan kuyruk kıllıdır (Alkan, 1965).



Şekil 2.1 : *Spermophilus citellus* (Avrupa Yersincabı) (Foto: Şakir Önder ÖZKURT)

Spermophilus citellus kafatası özelliklerine bakıldığında ventral tarafta bulunan kemikler dorsal tarafta bulunan kemiklerin pozisyonuna tam ters durumdadır. Yani sırt kısmında bulunan kemikler dış bükey olmakla beraber, karın tarafında bulunan kemikler ise iç bükey görülür. Dorsal ve ventral kemikler birbirine göre çok ters yerdedir. Nasal kemikte bulunan anterior bölge geniş olmakla beraber ön dişlerde bulunan anterior bölgesinden daha geniştir. Yani ön dişlerin anterior kısmı nasal kemiğin anterior kısmından daha küçük olduğu gözlemlenir. Göz çukurunun arkasındaki damar, kemik vb. yapı olarak bulunan postorbital kısım çıkıntısı bulunur. Yaşlı örnekler ve genç örnekler karşılaştırıldığında sagittal crest genç örneklerde belirgin değilken yaşlılarda belirgin olup supratemporal ve postorbital de dışarı uzanan bölgenin arkasından başlayarak posterior kısımda birbirlerine erişirler. Dışarı uzanan uzantılardan lambdoidal uzantı çok hafif sagittal ile birleşerek hafif bir yığın oluşturur. Çenede bulunan ve karşılıklı olarak alt ve üst çenede yer alan kesici dişler

dışarıdan bakıldığında ön tarafta görülen dişlerin rengi beyaz ve sarı renk karışımından olup dişlerin arka tarafında bulunan renk ise beyazdır. *S. citellus*'un karyolojik özelliklerine bakıldığında bölge olarak Trakya tarafından toplanan hayvan örneklerinden karyotip dizilemesinde 2 farklı karyotip belirlenmiştir. Bunlardan birine ait karyotip dizilemesi $2n=40$, $NF=78$, $NFa=74$ şeklindedir. İkinci karyotip dizilemesi ise $2n=40$, $NF=69$, $NFa=76$ şeklindedir. Burada da görüldüğü üzere sadece NF ve NFa bölgelerinde sayılar değişkenlik gösterirken $2n=40$ sabit olarak kalmıştır (Krystufek ve Vohralik, 2005; Gündüz ve ark., 2007a; Özkurt ve ark., 2007; Helgen ve ark., 2009; Gür ve Gür, 2010).



Şekil 2.2 : *Spermophilus citellus* türünün yayılış alanı (IUCN,2020)

2.3.2 *Spermophilus xanthoprimum* (Bennett, 1835) - Anadolu Yersincabı

Ağırlıkları 107-325 gram arasında değişebilmektedir. Gözleri irice olup bıyıkları uzun ve siyah renktedir. Vücudunun genel rengi sarımtırak veya açık pas rengine benzerdir (Alkan, 1965).



Şekil 2.3 : *Spermophilus xanthoprimum*(Anadolu Yersincabı) (Foto: Şafak BULUT)

Gözlerin çevre bölgesi ve kulakların arka kısmında beyaz bir halka mevcuttur. Kulaklar yoğun bir şekilde kısa kıllarla kaplıdır. Kuyruk bölgesindeki tüyler vücutta bulunan tüylerden daha uzundur. Ön ayakları arka ayaklarının uzunluğuna göre daha kısadır. Erkekleri dişilerinden daha irice olup bu fark Anadolu yersincaplarında çok belirgindir. Öndeki ayaklar sarı renkte, arka ayaklar parlaklığını yitirmiş, donuk beyazlıktadır. Diploid kromozom sayısı $2n=42$ 'dir (Krystufek ve Vohralik, 2005; Gündüz ve ark., 2007; Özkurt ve ark., 2007; Helgen ve ark., 2009; Gür ve Gür, 2010).

NF 70 yada 82, NFa değerleri ise 66 ya da 78 arasında değişiklik gösterir. X ve Y kromozomu karşılaştırıldığında sentromerlerin bulunduğu noktalar değişebilir. Y kromozomu kısaakrosentrik olup Xkromozomu ise submetasentrik yada metasentrik olabilir(Helgen ve ark., 2009; Gür ve Gür, 2010).

Geceyi yuvalarında geçirdikten sonra yuvalarından sabah çıkar gün batımı ile birlikte yuvalarına girerler. Tarla sincaplarında kış uykusu görülür. Kış uykusundan uyandıktan sonra çiftleşebilirler. Gebelik süresi yaklaşık olarak 25-30 gündür. Yılda bir döl verip 3-6 arasında yavru meydana getirebilmektedirler. Yavrular için

erginleşme süresi bir yıldır. Bir yıldan sonra çiftleşme yeteneğine sahip olurlar (Alkan, 1965).



Şekil 2.4 : *Spermophilus xanthoprimum*'ün yayılış alanı (IUCN,2020)

2.3.3 *Spermophilus taurensis*(Gündüz ve ark.,2007) - Toros Yersincabı

S. taurensis, Akseki ve Mut'un da iç kısmında bulunan Güney Anadolu Toroslarının yaklaşık olarak 1500 m yukarısındaki açık düzlükler ile Konya ili Meram ilçesinin Erenkayakasabası arasındaki meydanlarda bulunur. *S. taurensis*, yaşam alanı olarak zayıf bitki örtüsü ve kayalık bölgeleri tercih eder. Bazen köy halkı tarafından yapılan taş duvarlarda da gözlenmiştir. Arazide teker teker toplanmalarına karşın sosyal koloniler oluştururlar. Birbirleri ile haberleşirken kısık, tiz ve keskin sesler çıkararak iletişim sağlarlar.



Şekil 2.5 : *Spermophilus taurensis* (Toros Yersincabı)(Foto: Şafak BULUT)

Boyu 13-30 cm aralığında değişkenlik gösterir. Kuyruğu yaklaşık olarak 10 cm'dir. Ağırlığı yaşadığı habitat bölgesine, cinsine ve yaşına göre değişkenlik gösterir. Vücudunun üst bölgesi kahverengi sarı, alt kısım bölgeleri ise sarımtırak-gridir. Dorsal kürk renkleri *S.xanthoprymnus*türünebenzerken ventral kürk renkleri *S.citellus* türünden ayrılır. Vücut büyüklüğü olarak *S.taurensis* *S.xanthoprymnus*'danküçük, kalın ve uzun kılıdır. *S. taurensis* 'in diploid kromozom sayısı $2n=40$ 'tır. NF değeri 76, NFa değeri ise 72-80 arasında değişmektedir(Gündüz ve ark., 2007a; Özkurt ve ark., 2007; Helgen ve ark., 2009; Gür ve Gür, 2010).

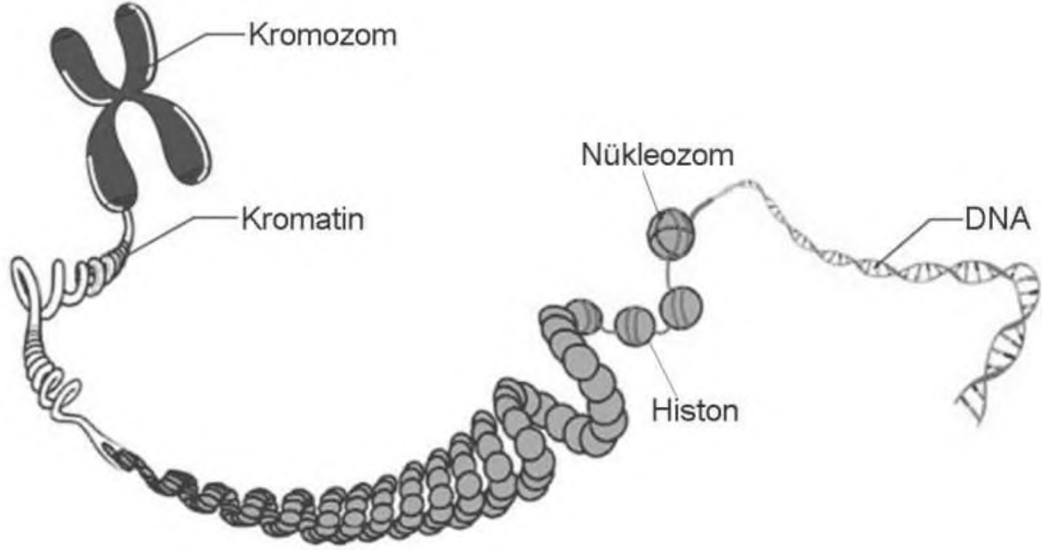


Şekil 2.6 : *Spermophilus taurensis* türünün yayılış alanı(IUCN,2020)

2.4 Kromozom

Kromozom terimi Yunanca *chroma* (renkli) ve *soma* (cisimler) sözcükleri ile meydana gelmiştir; çünkü bu yapıların mikroskopla inceleme yaparken bazı boyalarla boyandığı görülmüştür (Campbell,2013). Botanikçi Hofmeister 1840 yılında incelediği *Tradescantia* sp. bitkisinin polen ana hücrelerinde bu yapıları görmüş ve Waldeyer tarafından bu yapılara 1888’de “Kromozom” adı verilmiştir (Demirsoy, 2005b).Kromozom, hücrenin çekirdek bölgesinde bulunan ve genetik özelliklerin sonraki nesillere aktarılmasını sağlayan yapılardır. Hücreler interfaz halinde veya bölünme halinde değilken bu dönemde iplik gibi uzun ve paketlenmemiş olan DNA materyali hücre bölünmesi sırasında spiral halini alır, kalınlaşır ve koyulaşarak kromozom adını alır.Bölünme halinde olan her kromozomda ikişer kromatit bulunur. Kromatitler de kromonema adı verilen kromatin ipliklerden meydana gelmiştir. Kromatitleri oluşturan DNA iplikleri üzerinde adına kromomer denilen yuvarlak tanecikli yapılar bulunur. Kromozomların lokus denilen belli bölgelerinde bulunan DNA parçaları gen olarak adlandırılır. Gen ve genetik madde, özel bir polipeptit zincirinin aminoasit sırasını şifreler veya bir karakterin ortaya çıkmasını sağlar ve yavru hücrelere aktarır. Hücrelerin çoğalması

ile birlikte hayatsal olaylarının devamı ve düzeni genlerin kontrolü altındadır. (Aktümsek ve Konuk, 2016)(Şekil 2.7).

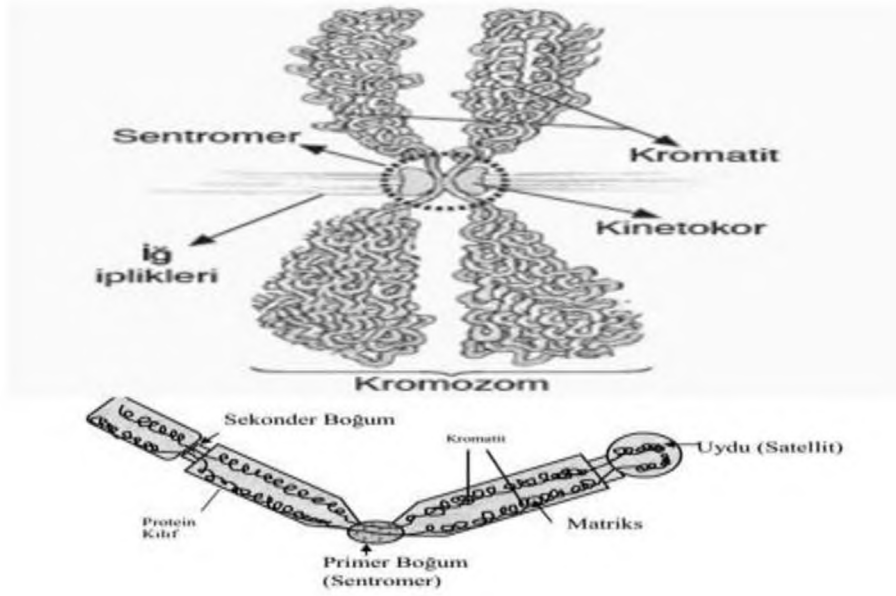


Şekil 2.7 : Kromozom morfolojisi

2.4.1 Kromozomun Genel Yapısı

Ökaryotik kromozomların hepsi çeşitli proteinlerle bir arada bulunur. Ayrıca çok uzun ve doğrusal olan bir DNA molekülüne sahiptir. DNA ile birlikte bulunan proteinler kromozom yapısının devamlılığını sağlamakla birlikte gen aktivitesinde düzenlenmesinde rol oynar. Kromozomların yapısını meydana getiren DNA ve proteinlerden oluşan bu kompleks yapıya Kromatin adı verilir (Campbell,2013).

Bir canlının kromozomlarını iyi bir şekilde inceleyebilmek için mitoz bölünmenin metafaz evresine bakılması gerekmektedir. Çünkü bu evrede kromozomlar çok belirgin bir şekilde kısalıp kalınlaşmıştır. Kromozomların yapısının daha iyi ve ayrıntılı incelenmesi için bazı tanımlar türetilmiştir(Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010).



Şekil 2.8 : Kromozomun genel yapısı

Kromatid:Metafaz evresinde her kromozom tamamıyla birbirinin kopyası olan iki iplikten meydana gelmiştir. Bu ipliklere kromatid adı verilir. Kromatidler birbirlerinin kesiştiği bölgeden yani sentromer bölgesinden birbirlerine bağlanırlar. Kromatidlerin her birinde bir DNA molekülü bulunur (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010).

Kromonema:Hücre bölünme geçireceği zaman kromatin materyal profaz evresinde ince iplikler şeklinde belirir. Bu yapılara kromonema denir. Kromonemalar kromatitlerin yoğunlaşmadan önceki halini anımsatırlar (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010).

Sentromer:Kromatitlerden birinin diğer kardeş olan kromatide en yakından tutunduğu, kendine özgü DNA dizileri içeren ve her kromatidte bulunan bölgelere denir. Sentromerin her iki tarafında bulunan kromatid bölümü kol olarak tanımlanır. Kendini eşlememiş olan kromozom bir sentromer ve iki tane kol içerir (Campbell, 2013). Sentromer bölgesindeki DNA'ya bağlı üç tabakadan meydana gelen protein içerikli yapıya kinetokor denir. Bu bölgeler sayesinde kromozomlar iğ ipliklerine bağlanırlar (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010).

Primer Boğum:Kromozomlar üzerinde sentromerin yer aldığı daralma bölgesine denir (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010).

Seconder Boğum:Kromozomlardan bazıları birincil boğumun yanı sıra ikincil bir boğum içerir. İkincil boğum içeren bu daralma bölgesine sekonder boğum denir. Çekirdekçiklerin ve rRNA'ların oluşması sekonder boğum ile bağlantılıdır. Bundan dolayı sekonder boğumlara nükleolar bölge adı da verilmektedir. Genellikle çoğu hücrede sekonder boğum gösteren en fazla iki kromozom bulunur. Böyle nükleolarbölgesini bulunduran kromozomlara da nükleolar kromozom adı verilir (Karol, 1998).

Telomer:Ökaryotik kromozomal DNA moleküllerinin uç bölgelerinde özel nükleotid dizilerine sahip yapılara telomer denir. Telomerik DNA bir çeşit tampon bölgesi gibi davranır ve canlının genlerini DNA hasarlarından korur. Telomerler DNA moleküllerinin uç bölgelerine yakın yerde bulunan genlerin aşınmasını engelleyerek koruma görevi görür(Campbell, 2013).

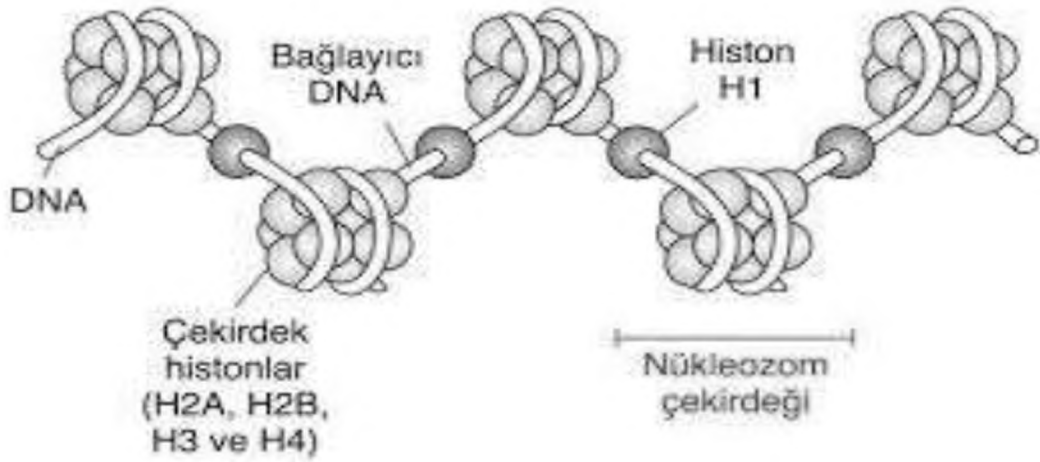
Satellit:Bazı kromozomlarda kromozomun uç kısmında yuvarlak ya da silindirik ince filamentlerle bağlanmış bir yapı bulunur. Bu yapılara satellit denir. Satellitler ince bir kromatin iplikle kromozomlara bağlıdır. Bu tip kromozomlara SAT kromozom denir (Demirsoy, 2005b).

Heterokromatin ve Eukromatin:İnterfaz, profaz ve metafaz evrelerinde kuvvetli bir biçimde bazik boyalarla boyanma gösteren kromozom bölgelerine Heterokromatin denir. Heterokromatin C-bantlama denilen bir teknikle tanımlanabilir. C-bantlamanın gelişmesi ile beraber bazı türlerde heterokromatin varlığına dayanarak kol sayısındaki farklılıklar tespit edilmiştir. Heterokromatin bölgelerin boyanmalarına göre daha açık boyanan bölgelere ise Eukromatin denir. Daha önce yapılan çalışmalarda Heterokromatin bölgelerin pasif olduğu düşünülse de son yıllarda yapılan çalışmalarla aktif gen taşıdıkları tespit edilmiştir (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010)(Şekil 2.8).

2.4.2 Kromozomun İnce Yapısı

Kromozomun, DNA ve bazik proteinler tarafından meydana gelen nükleoprotein kompleksine sahip yapılarıdır. Kromozomlar yönetici molekül olarak DNA

bulundurulur. Ayrıca bazık bir protein olan histon içerir. Kromozomlarda asidik proteinlerde bulunabilir. Bütün bu yapılar bir araya gelerek kromatin materyali adı verilen yapıyı oluşturur. Kromozomun yapısında 5 farklı histon protein çeşidi vardır. Bunlar; H1, H2A, H2B, H3 ve H4'dür (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010). Histon proteinleri DNA molekülünün sıkıca paketlenmesi ile görevlidir. Histon genlerinin görünüşte evrimsel süreçle beraber korunarak gelmesi muhtemelen, DNA'nın hücre içerisinde organize olmasında histon proteinlerin rolünün önemini göstermektedir (Campbell, 2013). DNA ve bazık yapıda bulunan bu proteinler bir araya gelerek bir kompleks kurarlar. Oluşan bu kompleks alt üniteye ise Nükleozom adı verilir(Karol ve ark., 2000) (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 : Nükleozom yapısı (Beker, 2002).

2.4.3 Kromozomların Şekli

Kromozomların morfolojik yapısını ayrıntılı bir şekilde incelemek için metafaz ve anafaz safhaları gözlemlenir. Çünkü kromozomlar bu safhalarda sıkıca paketlenmiş ve belirgin bir halde bulunur (Swansson, 1965). Kromozomun iki kola ayrılmasına neden olan sentromer bölgelerinin bulunduğu yere göre farklı kromozom türleri vardır. Bu türler metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ve telosentrik kromozomlardır (Aktümsek ve Konuk, 2016).

Metasentrik kromozom: Sentrozomun yaklaşık olarak ortada bulunması ile kromozomlardaki kollar birbirine eşittir.

Submetasentrik kromozom: Sentromer kromozomun ortasında bulunmaz bu nedenle kollar eşit değildir. Kısa kalan tarafa p kolu, uzun kalan tarafa ise q kolu denir.

Akrosentrik kromozom: Kromozom kollarının uzunluğu birbirinden oldukça farklıdır.

Telosentrik kromozom: Sentromeri tam olarak uç kısımda bulunan kromozomdur. (Aktümsek ve Konuk, 2016) (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 : Sentromerin konumuna göre kromozom tipleri

2.4.4 Kromozomların Sayısı

Türden türe kromozomların sayıları farklılık gösterir. Kromozomların sayısı ile organizasyonları arasında bir ilişki bulunmaz. Morfolojik olarak küçük olan bir kromozom çok fazla gen içerebilir (Demirsoy, 2005b).

Aynı türden gelen bireylerde ve bu bireylerin geçmiş atalarında ya da gelecek nesillerinde kromozomlar sayısal olarak sabittir (Aktümsek ve Konuk, 2016).

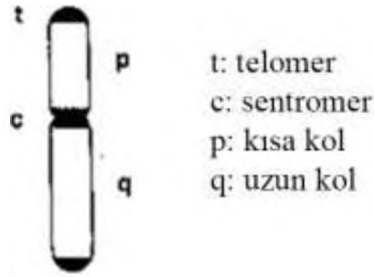
Kromozom sayısı çevresel etkenlerle ya da kendiliğinden değişebilir. Böyle durumlarda somatik hücrelerde sayı olarak tek sayıda kromozom yer alabilir. Ayrıca kromozom sayısı yönünden anormalliğe yani euploidi veya aneuploid olma durumunu gösterir (Topaktaş ve Rencüzoğulları 2010) (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1: Bazı türlerin diploid kromozom sayısı (Topaktaş ve Rencüzoğulları 2010).

Tür	Kromozom Sayısı (2n)
<i>Homo sapiens</i> (İnsan)	46
<i>Pan troglodytes</i> (Şempanze)	48
<i>Bos taurus</i> (Siğir)	60
<i>Canis familiaris</i> (Köpek)	78
<i>Felis domesticus</i> (Kedi)	38
<i>Equus caballus</i> (At)	64
<i>Mus musculus</i> (Ev faresi)	40
<i>Apis mellifera</i> (Bal arısı)	32
<i>Musca domesticus</i> (Karasinek)	12
<i>Allium cepa</i> (Soğan)	16
<i>Hordeum vulgare</i> (Arpa)	14
<i>Zea mays</i> (Mısır)	20
<i>Lycopersicon esculentum</i> (Domates)	24
<i>Phaseolus vulgaris</i> (Fasulye)	22
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (Bira mayası)	17 ve 34
<i>Neurospora crassa</i> (Ekmek mantarı)	7
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> (Yeşil alg türü)	16

2.4.5 Kromozomların Büyüklüğü

Kromozomlara ait morfolojik özellikler mitoz bölünmenin metafaz ve anafaz evrelerinde bireysel olarak meydana gelir. Kromatidler bir araya gelerek kromozomların boylarında değişiklikler meydana getirir (Sasaki, 1960). Genellikle metafaz evresinde incelenen bir kromozomun büyüklüğü incelenen canlı için nesilleri boyunca hep sabit kalır. Ancak canlının dokularından dokularına hatta hücre içi bazı yapılarında bile farklılık olabilir (Şaylı, 1986). Kromozomların büyüklüğü olabildiğince sabit olup bir kromozom uzunluğu 0,2-50 μm , genişliği 0,2-2 μm arasında değişiklik gösterir (Carol ve ark., 1980).



Şekil 2.11 : Kromozom kısımlarının isimlendirilmesi (Hillis ve ark., 1996)

2.4.6 Kromozomların Sayısındaki Değişimler ve Kromozomlarda Varyasyon

Türler arasındaki evrimsel süreç ve sistematik ilişkilerde ortaya çıkan sitolojik sorunların çözümünde karyotip çalışmalar büyük rol oynar. Karyolojik farklılıklar bize o türler hakkında üreme izolasyon derecesini gösterebilir (Sumner, 2003). Kromozomlarla karşılaştırma yaparken kromozomlarda meydana gelen yapısal değişimler, kromozomların temel kol sayıları ve kromozomların otozomal kol sayıları önemli bir faktördür. Kromozom yapısındaki farklılıklar standart Giemsa boyama ile tespit edilebilir. Kromozomların yeniden düzenlemeleri türün dış görüşünü etkilemez ama kromozomlarda kol sayısına veya toplam kromozom takım sayısına etki edebilir. Genlerin konumu değişebilir, duplike olabilir ya da genler delesyona uğrayabilir (Lewis 1950, Wahl ve ark., 1984).

2.4.7 Karyotip ve İdiyogram

Hücre genetiği ile ilgili çalışmaları inceleyen bilim dalına Karyoloji denir (Emiroğlu ve Bürün 2017). Bir canlıda bulunan kromozomların morfolojisi, sayısı, şekli ve büyüklüğü hücrede homolog kromozomlar eşlendikten sonra belirli bir düzene göre sıralanır ve incelenir. Bu inceleme işlemine karyotip analizi, farklı karyotiplerin benzer ve farklı yönlerini kıyaslamak için kromozomların çizilmiş şematik biçimine idiyogram adı verilir (Topaktaş ve Rencüzoğulları 2010). Hücre çekirdek bölünme evrelerinden olan metafaz evresinde iken kromozomların teker teker fotoğraflanması ve çiftler halinde yan yana getirilerek elde edilmesi ile karyotip şekillenir. Bazı doğum kusurlarında ve gelişme bozukluklarında kullanılan bir yöntemdir (Aktümsek ve Konuk, 2016). Bireye özgü olan karyotipler $2n$ 'li kromozomları kullanma,

otozomal kolların sayısı (NFa), dişilerdeki toplam kromozom kolları (NF), sentromerin pozisyonuna göre bireysel kromozomun sınıflandırılması gibi özelliklerle açıklanırlar. Karyotip analiz çalışmalarında kromozom morfolojileri sentromer dizinlerine göre tespit edilir ve Akrosentrik (a), Subtelosentrik (st), Submetasentrik (sm) ve Metasentrik (m) kromozomlar arasındaki farklar çıkarılır (Hillis ve Moritz, 1990). Toplam kromozom kol sayıları (NF) değerinin tespiti için kromozom kol sayıları kromozom morfolojisinden de yararlanılarak teker teker hesaplanır. Akrosentrik kromozomlarda kol sayısı ayrı ayrı 1 olarak hesaplanırken, metasentrik, submetasentrik ve subtelosentrik kromozomlarda kol sayıları ayrı ayrı 2 olarak hesaplanır. Daha sonra bu kol sayıları toplanarak NF değeri belirlenir. Çalışılan örnek türde NF değeri belirlenirken dişi birey dikkate alınır. Otozom kromozomların kol sayısının (NFa) belirlenmesinde de sayım işlemi aynı şekilde gerçekleştirilir ama eşey kromozomlardaki kol sayıları dâhil edilmez (Matur, 2009).

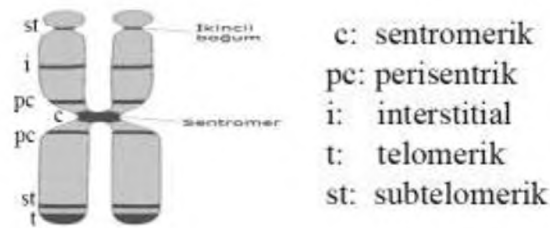
2.4.8 Kromozom Boyama ve Bantlama Yöntemleri

2.4.8.1 Standart Giemsa Boyama

Standart Giemsa boyama kromozom analizlerinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Kromozomların yapılarında kendilerine has açıkve koyu bant bölgeler yer alır. Premetafaz ve metafazkromozomları incelendiğinde bu bölgelerin sayıca farklılığı görülür. Tiasin ve Eosin boyasının karışımı ile Giemsa meydana gelir. Bu tekniğin temelinde kromozom üzerindeki bir proteaz enzimi olan tripsin yardımı ile yapısal histon ve non-histon proteinlerin denatürasyondan sonra Giemsa (GTG) veya Leischman (GTL) ile Adenin ve Timin bazlarınca zengin olan DNA'nın heterokromatin bölgelerinin koyu renkte boyanması gözlemlenir. Sitozin ve Guanin bazlarınca zengin olan ökromatin bölgeler ise açık renkte boyanır. Giemsa bantlama ile haploid genomda metafaz evresinde yaklaşık 400-500 bant seviyesi görülebilmektedir. Bu bant seviyesi yaklaşık 5-10 Mb'lık (bant başına yaklaşık 50 gen) kromozomal değişikliklerin tanımlanabilmesini sağlamaktadır. Işık mikroskobu yardımı ile analizi gerçekleştirilir (Sharma ve Sharma, 1975).

2.4.8.2 C-Bantlama

Bu bantlama tekniği 1928 yılında Heitz tarafından keşfedilmiştir. Kromozomda bulunan heterokromatin bölgelerde DNA sıkı bir şekilde paketlenmiştir. Koyu bölgeler heterokromatin açık bölgeler ise ökromatin ismini alır. Ökromatin bölge heterokromatine göre daha kolay kopyalanırken heterokromatin yüksek derecede yoğunlaştırılmış, nükleozomal dizilerce sıralanmıştır (Husinga ve ark.,2006; Grewal ve Jia, 2007). Heterokromatin bloklar (C-Bantlar) tekrar eden DNA bölgelerini kapsar ve bu bölgeler aktif halde değildirler. Aktif olmamasından dolayı da türe özgü olan bu blokların bozulma olasılığı da bir hayli düşüktür. Yani nesiller boyunca bu yapı korunarak aktarılır (Varley ve ark., 1980; Sperling ve ark., 1987). Bu metotla, kromozomlar pürinbazlarını uzaklaştırmak için sulandırılmış bir asitle, purinleri uzaklaştırılmış DNA'yı hidroliz etmek için sıcak Ba(OH)₂ ve hidrolizlenmiş DNA'yı uzaklaştırmak için tuzla muamele edildikten sonra korunmuş heterokromatin bölgeleri seçerek boyayan Giemsa ile boyanır (Sumner, 2003). Bu şekilde DNA üzerinde ökromatin bölgeler uzaklaştırılır (Gosden, 1994). Bu prosedür sonunda kromozomal formlar arasındaki heterokromatin yoğun bölge farklılıklarını gösterecek korunan heterokromatin bölgeler kalır (Robinson, 2003). Bu özelliğinden dolayı yüksek omurgalılarda, tüm karyotipin açıklanmasında yardımcı bir rol üstlenir.



Şekil 2.12 : Kromozom morfolojisiyle ilişkili olarak C-bandı pozisyonlarının şematik görünümü (Hillis ve ark., 1996).

2.4.8.3 Ag-NOR Boyama

Heitz ve ardından McClintock 1930'lu yıllarda mitotik kromozomların daha az paketlenme gösteren bölgelerinin ikincil daralma sayısı ve uzunlukları bakımından

sayısal bir bağlantı içerisinde olduğunu gözlemlemiş günümüzde ise bu bölgelerin nitelikleri ve daralmaları NOR olarak veya çekirdekçik organize edici bölge olarak ifade edilir (Heitz, 1931; McClintock, 1934). NOR bölgeleri heterokromatin bölgeleri içerir. Ayrıca NOR bölgelerinin ışığı kırma özelliği vardır. Bu özelliklerinden dolayı da NOR'lar kromozom preparatları hazırlanarak amonyak veya formik asit gümüş nitrat boyama ile süratli ve çok net bir şekilde görüntü alınabilir (Derenzini ve ark., 1998; Gaffaroglu ve Yüksel, 2005). Gümüş boyama (Ag-NOR) reaksiyonları histon olmayan proteinlerin iyonik gümüşe bağlanması ile meydana gelen gümüşün redüksiyon gösterdiği reaksiyonlardır (Pekol, 1999). Genellikle NOR diye tabir edilen heterokromatin bölgeler kromozomun kısa kol ucunda kendini gösterirler. Fakat uzun kol, sentromere yakın olan bölge veya sentromer bölgesinde de görülebilir (Gold ve ark.,1990; Gaffaroglu, 2003). NOR tekniği, tür içi ve türler arası filogenetik çalışmalarda, taksonomik çalışmalarda veya kromozom varyete çalışmalarında kullanılmaktadır (Gold ve Zoch, 1990).Heteromorfizmin türler arasında ve tür içinde 4 farklı şekilde yorumlanabileceği ifade edilmiştir. Bunlar;

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

“a” ve “b” öncülleri türler arası heteromorfizmin belirlenmesinde, “c” ve “d” öncülleri ise tür içi heteromorfizmin belirlenmesinde kullanılırlar. Tür içi NOR heteromorfizminin yorumlandığı başka bir çalışmada da tür içi NOR heteromorfizmi 3 farklı şekilde tanımlanmıştır ki bunlar;

1. NOR büyüklüğü veya NOR boyu heteromorfizmi: Bu tipte homolog kromozomların NOR'ları farklı büyüklük gösterirler.
2. NOR silinmesi: İki homolog kromozomun birisinde NOR silinmiştir.
3. NOR aktivite heteromorfizmi (Pekol, 2000)

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan *S. citellus* örnekleri Enez (Edirne) bölgesinden, *Spermophilus taurensis* örnekleri Konya-Karaman illeri arasındaki büyük yayla bölgesinden, *S.xanthoprymnus* örnekleri ise Meydan Yaylası-Bolkar Dağları (Niğde) bölgesinden elde edilmiştir.

Bu türlerin cinsiyetlerine bakılarak ayrımı yapılmış ve not edilmiştir. ÖrneklerToma-Hawk tipi canlı yakalama tuzakları kullanılarak yakalanmış standart besleme teknikleriyle laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvardaki besleme ve kesime ait prosedürler 86837521-50.99-E.387 nolu etik kurul iznine tabidir.



Şekil 3.1 : Materyallerin elde edildiği bölgeler *S. xanthoprymnus* (●): 1. Niğde, Meydan Yaylası, *S. taurensis*(■): 2. Karaman, Büyük Yayla; *S. citellus* (▲): 3. Edirne, Enez.

3.2 Metot

Karyolojik olarak değerlendirilecek örnekler üzerinde “Colchicine Hypotonic Citrate” tekniği (Ford ve Hamerton 1956) uygulanarak her bir canlı örneğin karyotip analizi yapıldı. Hayvanlar eter ile bayıltularak intraperitoneal olarak 1 gr vücut ağırlığı başına 0.01 ml, % 0.1’lik kolşisin enjekte edildi. Enjeksiyondan 3 saat sonra, hayvanların boyun kemikleri kırılarak derhal ölmeleri sağlandı. Hayvanların femurları alındı. Hayvanların arka bacaklarındaki femurlarından kemik ilikleri % 1’lik sodyum sitrat enjeksiyonu ile tüpler içinde toplandı. İyi bir süspansiyon elde

etmek amacıyla tüpler 1 dk süresince şiddetlice sallandı. Tüpler 37°C'de 15 dk inkübasyona bırakıldılar. İnkübasyon sonrasında tüpler 6 dk 900 rpm'de santrifüj edildiler. Santrifüjden sonra hücre yığınının dağılmamasına dikkat edilerek süpernatant atıldı ve hücre yığınının üzerine 3 ml fiksasyon solüsyonu (3 kısım metanol +1 kısım asetik asit) eklendi. Daha sonra oda sıcaklığında 15 dk fiksasyon için inkübasyona bırakıldı. Hücreler fiksasyon sonrasında sallanarak tekrar süspansiyon haline getirilerek 6 dakika boyunca 900 rpm'de santrifüj edildi. Süpernatant, hücre kümesi dağılmadan alındı ve atıldı. Hücre yığını üzerine 3 ml fiksasyon solüsyonu (3 kısım metanol +1 kısım asetik asit) ilave edilerek yukarıdaki işlem tekrar edildi. Daha sonra bu yıkama işlemi 3-4 defa tekrarlandı. Son yıkamadan sonra hücreler 1 ml fiksatif solüsyonu (3 kısım metanol +1 kısım asetik asit) içinde süspansiyon edildi. Bu hücre süspansiyonu bir pipet aracılığı ile alınarak kimyasal olarak temizlenmiş lamlar üzerine 2-3 damla damlatılarak preparatlar hazırlandı. Preparatlar hazırlandıktan sonra lamlar bir gün süreyle havada kurutulmaya bırakıldı. Karyotipler standart tekniklere göre hazırlanmış, Ag-NOR bantlama (Howel ve Black 1980) ve C-bantlama (Summer, 1972) teknikleri uygulanmıştır. Diploid kromozom sayısı (2n), temel sayı (NF), otozomal kol sayısı (NFa) ve metasentrik (m), submetasentrik (sm), subtelosentrik (st), akrosentrik (a) ve X ve Y kromozomları belirlenmiştir.

3.3 Kromozom Boyama ve Bantlama Yöntemleri

3.3.1 Standart Giemsa Boyama

Kullanılan çözeltiler: 10 ml Giemsa 90 ml sörensens fosfat tamponu ile karıştırılarak hazırlandı.

Yapılışı: Hazırlanan preparatların tamamı kurutulduktan sonra 10-15 dk %10'luk sörensensGiemsa boya solüsyonunda bekletildi.

3.3.2 C-Bantlama Tekniği

Kullanılan çözeltiler:

a) 0,2 N HCl: 0,7246 ml HCl 100 ml bidistile suya dilueedilirler.

b) %5'lik Ba(OH)₂ (Baryum hidroksit): 5 g Ba(OH)₂ *8H₂O 100 ml bidistilesuyla karıştırılırlar. Ayran görünümünde olan solüsyonlar, kapaklı şişelerde 37°C' de etüvde saklanırlar.

c) 2XSSC (2X Standart tuzlu sitrat) solüsyonu: 1,7530 g NaCl (Sodyum klorür) 100 ml bidistile suda çözünür. 0,8823 g Na-Sitrat 100 ml bidistile suda çözünür. İki solüsyon birbiriyle karıştırılırlar.

d) Sörensen fosfat tamponu: 11,88 g HPO₄ 1.000 ml bidistile suda çözünür (Stok). 9,08 gr KH₂HPO₄ (Potasyum-di-hidrojen fosfat) 1.000 ml bidistile suda çözünür (Stok). Behere önce bir miktar Na₂HPO₄ solüsyonu konur. Üzerine KH₂HPO₄ ilave edilerek pH= 6,8'e ayarlanır.

e) Boya solüsyonu: 49 ml Sörensen tamponu içine, 1 ml Giemsa ilave edilerek hazırlanır.

Yapılışı: C-bantlama, Sumner (1972)'in metoduna göre yapılmıştır. Preparatlar oda sıcaklığında 1 saat 0,2 N HCl solüsyonu içinde bekletildiler. Preparatlar beheri içindeki distile suda 3-4 kez çevrildikten sonra çıkarıldılar. 37°C' de etüvde saklanan %5'lik Ba(OH)₂ solüsyonu 100 ml'lik beherin içine karıştırılarak aktarıldı. Beheri içindeki ayran görünümünde solüsyon 50°C'lik etüve konuldu. Solüsyonun sıcaklığı 50°C oluncaya kadar bekletildi. Preparatlar beher içine daldırıldı ve 15 dk beklendi. Beheri içindeki distile suda çalkalandılar. Preparatlar, 60°C su banyosuna yarım saat önce konan ve içinde 2xSSC bulunan 100 ml'lik beher içinde 1 saat bekletildi. Beheri içindeki distile suda çalkalandılar. 1,5 saat %2'lik Giemsa boyası içinde boyandılar. Beheri içindeki distile suda çalkalandılar ve havada kurutuldular.

3.3.3 Ag-NOR Boyama Tekniği

Kullanılan çözeltiler: a) %50'lik Gümüş Nitrat çözeltisi: 1 g AgNO₃, 2 ml distilesu içinde çözünür. Alüminyum folyo ile sarıldı ve buzdolabında (+4°C) saklandı.

b) Amonyak çözeltisi: 6,4 ml NH₃, 3,6 ml su ile karıştırılarak stok solüsyonu hazırlandı.

c) Amonyak-Gümüş Nitrat çözeltisi: 0,5 gr AgNO₃ üzerine stok amonyak solüsyonundan 1,25 ml ilave edildi ve karıştırıldı. Alüminyum folyo ile sarıldı. +4°C' de saklandı.

d) %35'lik Formaldehit çözeltisi: 3,5 ml Formaldehit üzerine 6,5 ml distile suilave edilerek karıştırıldı.

Yapılışı: NOR bantlama, Howell ve Black (1980)'in "One-Step" metoduna göre yapılmıştır. Materyalin lam üzerine alınıp kurutulmasından sonra preparatlar 5-7 gün kadar bekletildi. Preparatların yayma olmayan bir köşesine 140 µl %50'lik gümüş nitrat (AgNO_3) çözeltisi, diğer köşesine 70 µl koloidal geliştirici, pipetle damlatılarak iki sıvı karıştırıldı. Yaymanın üzerine gelecek şekilde solüsyon üzerine lamel kapatıldı. Isıtıcıda 70°C 'de 30 sn bekletilip preparatın renginin altın-kahverengiye döndüğü gözlemlendi. Preparat ısıtıcı üzerinden kaldırıldı ve üzerindeki lamel alındı. Preparat distile sudayıkandı. Kurutma kâğıdı üzerine bırakılarak kuruması beklendi. Gümüş nitrat (AgNO_3) boyama işlemini takiben lamalar, her birinde 30 sn tutulmak suretiyle 2 kez aseton, 1 kez 1:1 aseton: ksilol ve 2 kez de ksilol ihtiva eden dehidrasyon banyolarından geçirildi. Banyo işlemi tamamlandıktan sonra lamalar havada kurutuldu. Tamamen kuruduktan sonra lamaların üzerine 1-2 damla entellan damlatılarak lamelle kapatıldı.

Standart Giemsa, NOR ve C boyama yapılarak daimi hale getirilen preparatların kromozom morfolojileri, C ve NOR fenotipinin belirlenmesi için incelenmiş, uygun yaymalardaki metafazlar dijital kameralı ışık mikroskobuyla (Olympus kamera BX-51 Mikroskop with olympus DP-71 Dijital Camera System) fotoğrafları çekildi. Görüntüler, dijital görüntü analiz programıyla (DP2-BSW, Olympus corporation, Ver.1.2, 2006) değerlendirildi. Diploid kromozom sayısı ($2n$), temel kromozomların sayısı, metasentrik, submetasentrik ve subtelosentrik kromozomların ayrımı Levan ve ark. (1964)'na göre yapıldı (Çizelge 3.1). Karyotipler, kromozom morfolojisi çok iyi görülen ve tam metafaz safhasında bulunan hücrelerin fotoğrafları bilgisayar ortamına aktarılarak görüntülendi. Homolog olan kromozomlar belirlenerek kesilip çıkartıldı ve en uzundan başlayarak eşler halinde yan yana getirilerek bir eksen üzerine yerleştirildi. Her birinde en uzun kromozoma sahip olan iki homolog kromozoma, "1 numaralı kromozom" adı verilmiştir. Sırası ile diğerleri de numaralandırılmıştır.

Çizelge 3.1: Levan ve ark. (1964)'ına göre kromozom morfolojilerinin terminolojisi.

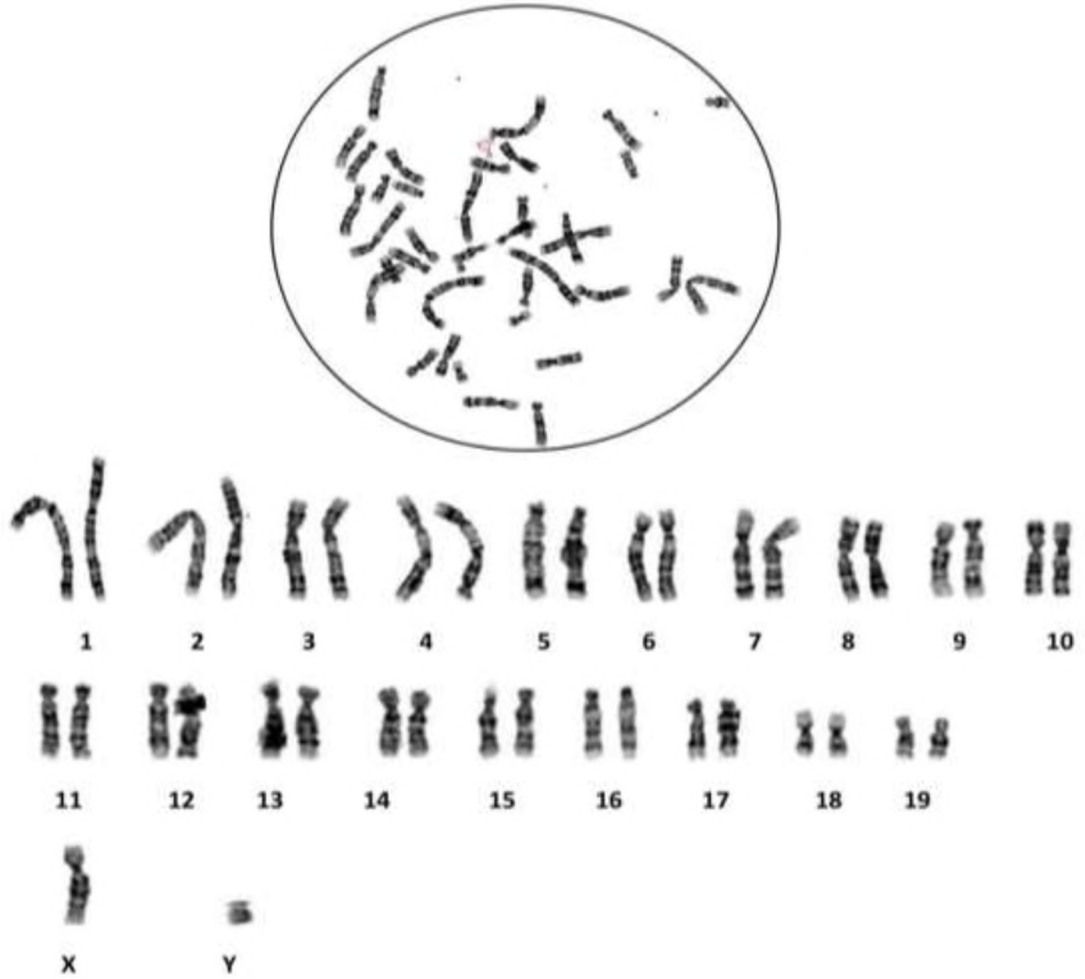
Sentromer indeks	Terminoloji
0,00-0,12	akrosentrik (a) veya telosentrik (t)
0,13-0,25	subtelosentrik (s)
0,26-0,38	submetasentrik (sm)
0,39-0,50	metasentrik (m)

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1 Standart Giemsa Boyama Sonuçları

4.1.1 *Spermophilus citellus*(Linnaeus, 1766) - Avrupa Yersincabı

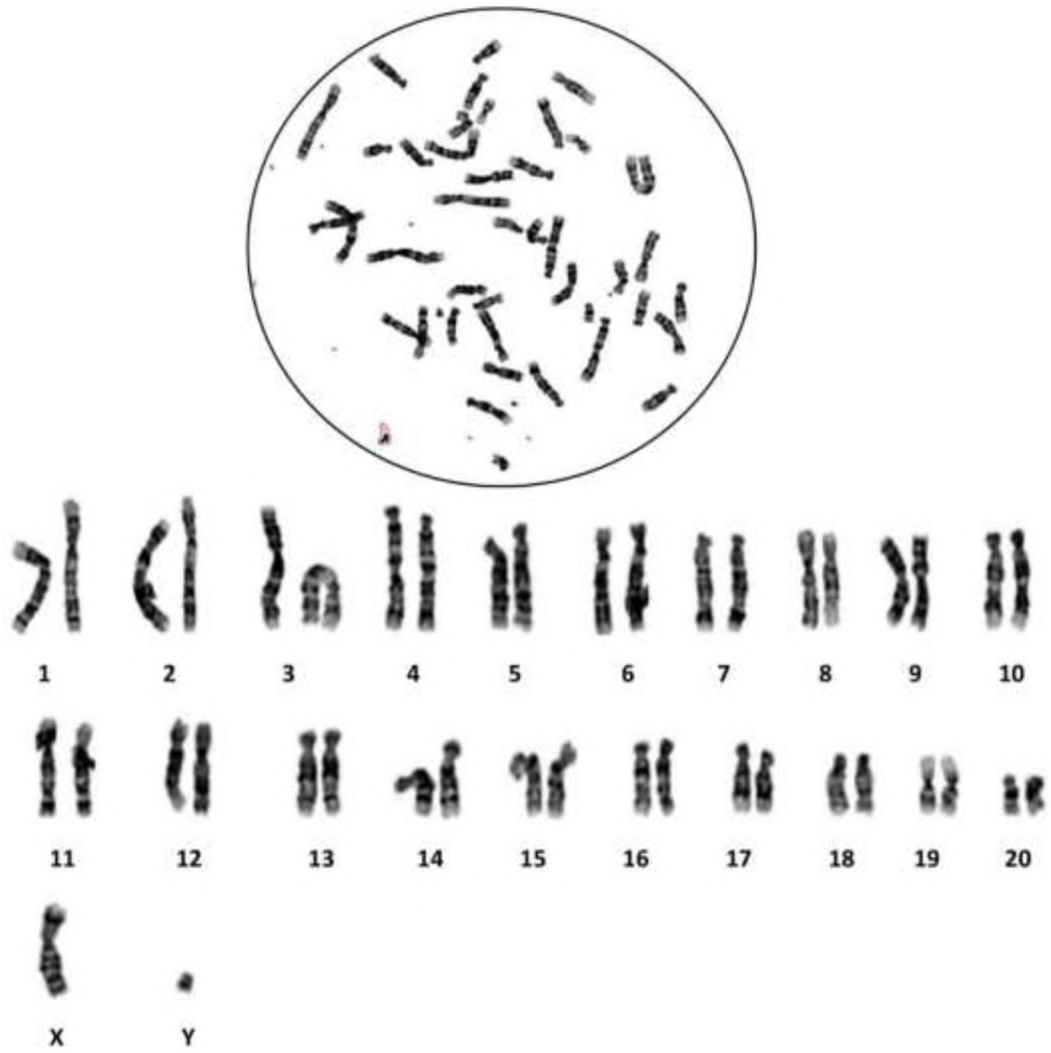
Spermophilus citellus türünün erkek bireyinden alınan örneğimizde diploid kromozom sayısı $2n=40$ olarak belirlenmiştir. Temel kromozom kol sayısı (NF) 77 otozomalkromozom kol sayısı (NFa) 74'tür. Y kromozomu akrosentrik ve nokta şeklinde, X kromozomu submetasentrik olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.1 : *Spermophilus citellus* türünün $2n=40$ kromozomlu erkek örneğinin metafaz plağı ve standart karyotipi.

4.1.2 *Spermophilus xanthopyrmnus*(Bennett, 1835) - Anadolu Yersincabı

Spermophilus xanthopyrmnus'tan alınan dişi ve erkek bireylerle yapılan karyotip analizi sonrasında diploid kromozom sayısı $2n=42$ olarak tespit edilmiştir. Temel kromozom kol sayısı (NF) 82, otozomal kromozom kol sayısı (NFa)78'dir. X kromozomu çift kollu ve metasentrik, Y kromozomu ise küçük ve nokta şeklindedir.



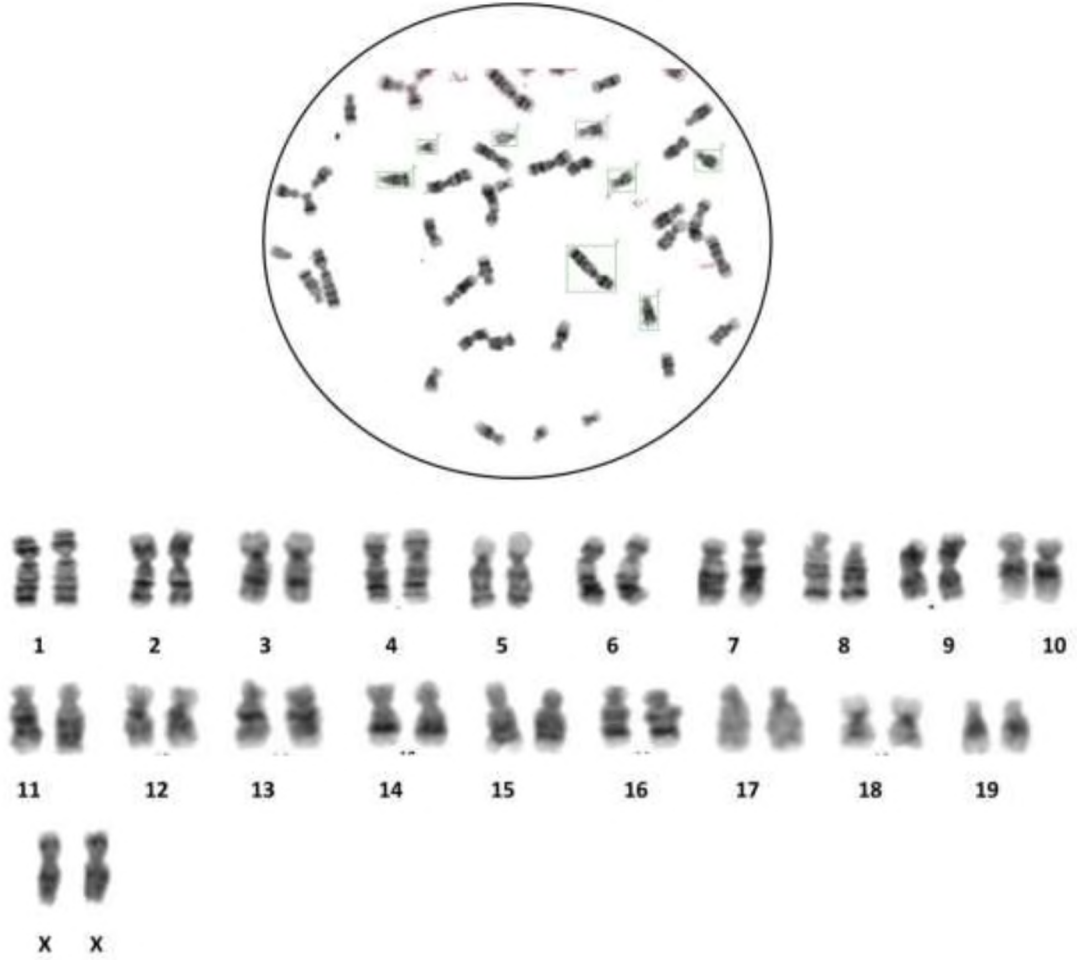
Şekil 4.2 : *Spermophilus xanthopyrmnus* türünün $2n=42$ kromozomlu erkek örneğinin metafaz plağı ve standart karyotipi.



Şekil 4.3 : *Spermophilus xanthopymnus* türünün $2n=42$ kromozomlu dişi örneğinin metafaz plağı ve standart karyotipi.

4.1.3 *Spermophilus taurensis*(Gündüz ve ark., 2007) - Toros Yersincabı

Spermophilus taurensis'ten alınan örneklerle yapılan analizde diploid kromozom sayısı $2n=40$ olarak tespit edilmiş olup temel kromozom kol sayısı (NF) 80, otozomal kromozom kol sayısı (NFa) 76'dır. X kromozomu çift kollu ve metasentrik olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.4 : *Spermophilus taurensis* türünün $2n=40$ kromozomlu dişi örneğinin metafaz plağı ve standart karyotipi.

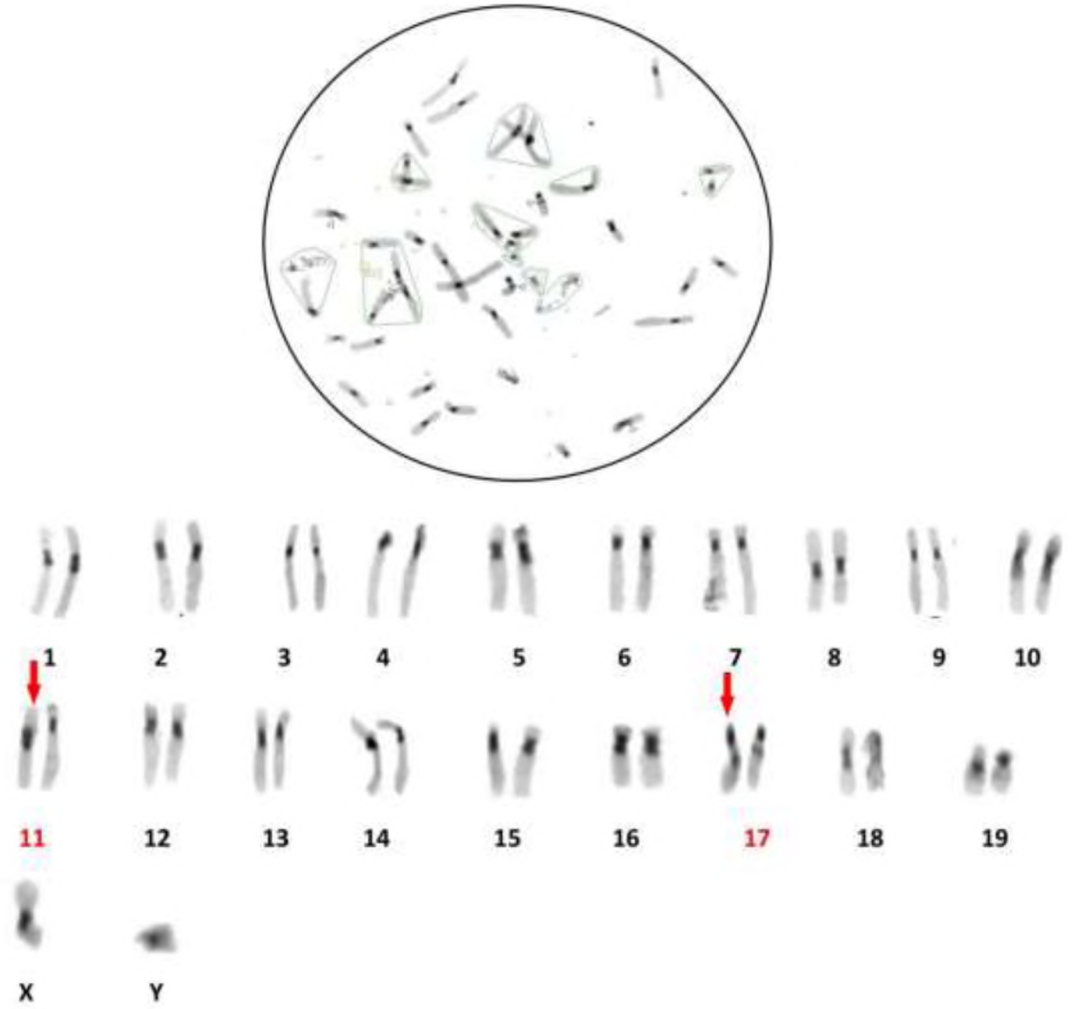
Çizelge 4.1: Türler arasında yapılan karyotip karşılaştırması.

	<i>S. C (XY)</i>	<i>S. X (XY)</i>	<i>S. X (XX)</i>	<i>S. T(XX)</i>
1	sm	sm	sm	sm
2	sm	sm	sm	sm
3	sm	sm	sm	sm
4	sm	st	st	sm
5	st	st	st	sm
6	st	st	st	st
7	sm	st	st	st
8	m	sm	m	st
9	sm	m	sm	m
10	sm	st	st	sm
11	st	st	st	st
12	st	st	st	sm
13	st	st	st	st
14	st	st	st	sm
15	st	sm	sm	st
16	st	st	st	st
17	a	st	st	st
18	m	st	st	m
19	sm	m	m	st
20		a	a	
X	sm	sm	m	m
Y	a	a		

4.2 C Bantlama Sonuçları

4.2.1 *Spermophilus citellus*(Linnaeus, 1766) - Avrupa Yersincabı

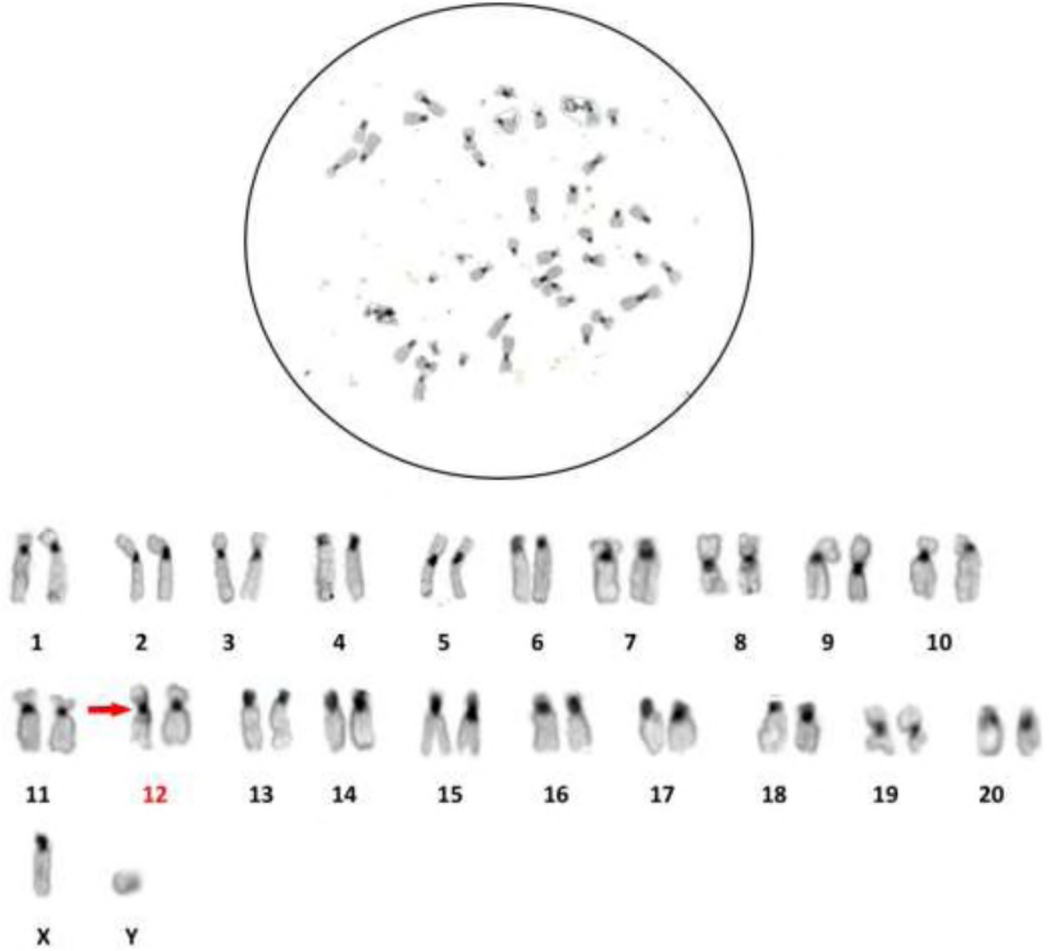
S.citellus örneğimizin iki kromozomunda (11 nolu subtelosentrik kromozom ve 17 nolu akrosentrik kromozom) heterokromatin alan saptanmıştır.



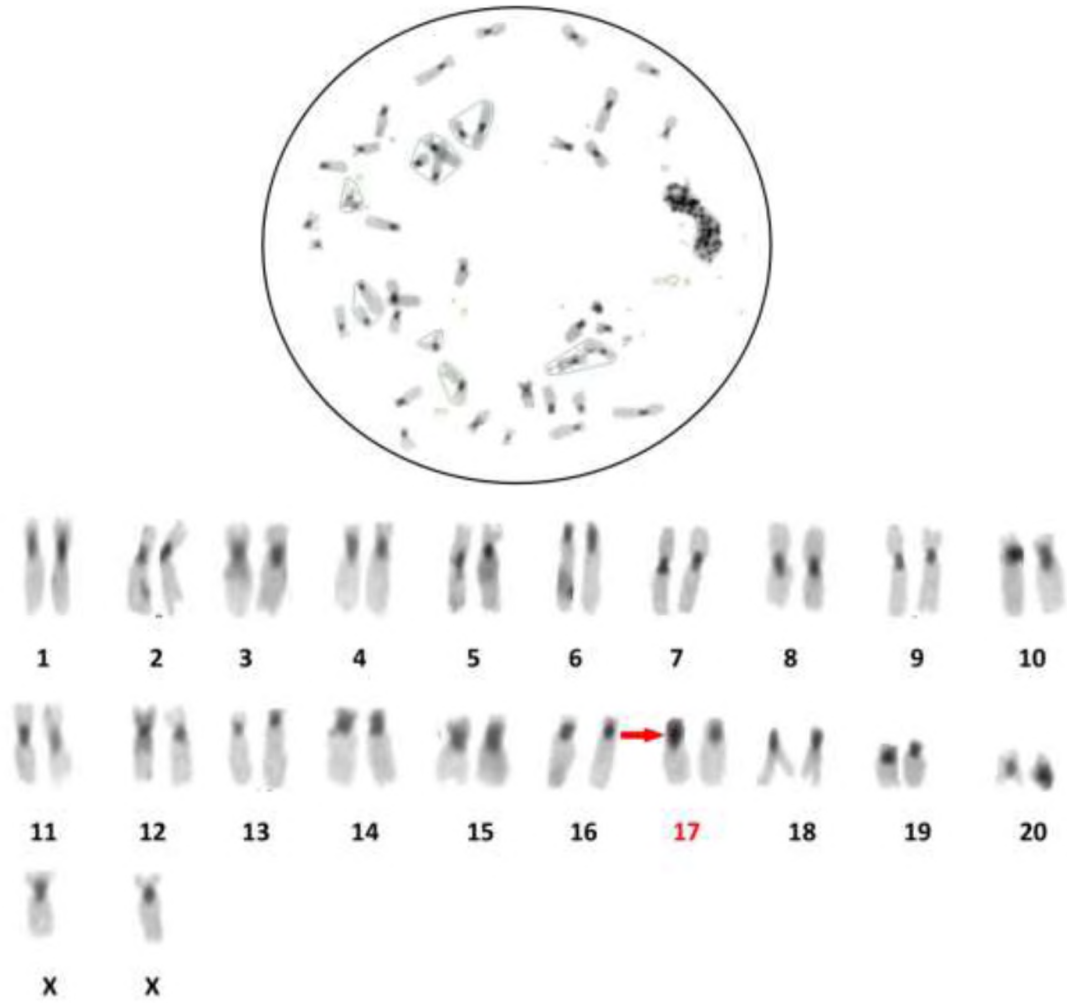
Şekil 4.5 : *Spermophilus citellus* C-Bantlama

4.2.2 *Spermophilus xanthopyrnus* (Bennett, 1835) - Anadolu Yersincabı

Cbantlama sonucunda dişi bireyde bir heterokromatin alan (17 nolu subtelosentrik kromozom) saptanmıştır. Erkek bireyde de bir heterokromatin alan (12 nolu subtelosentrik kromozom) saptanmıştır.



Şekil 4.6 : *Spermophilusxanthopyrnus* erkek birey C-Bantlama



Şekil 4.7 : *Spermophilus xanthopyrmus* dişi birey C-Bantlama

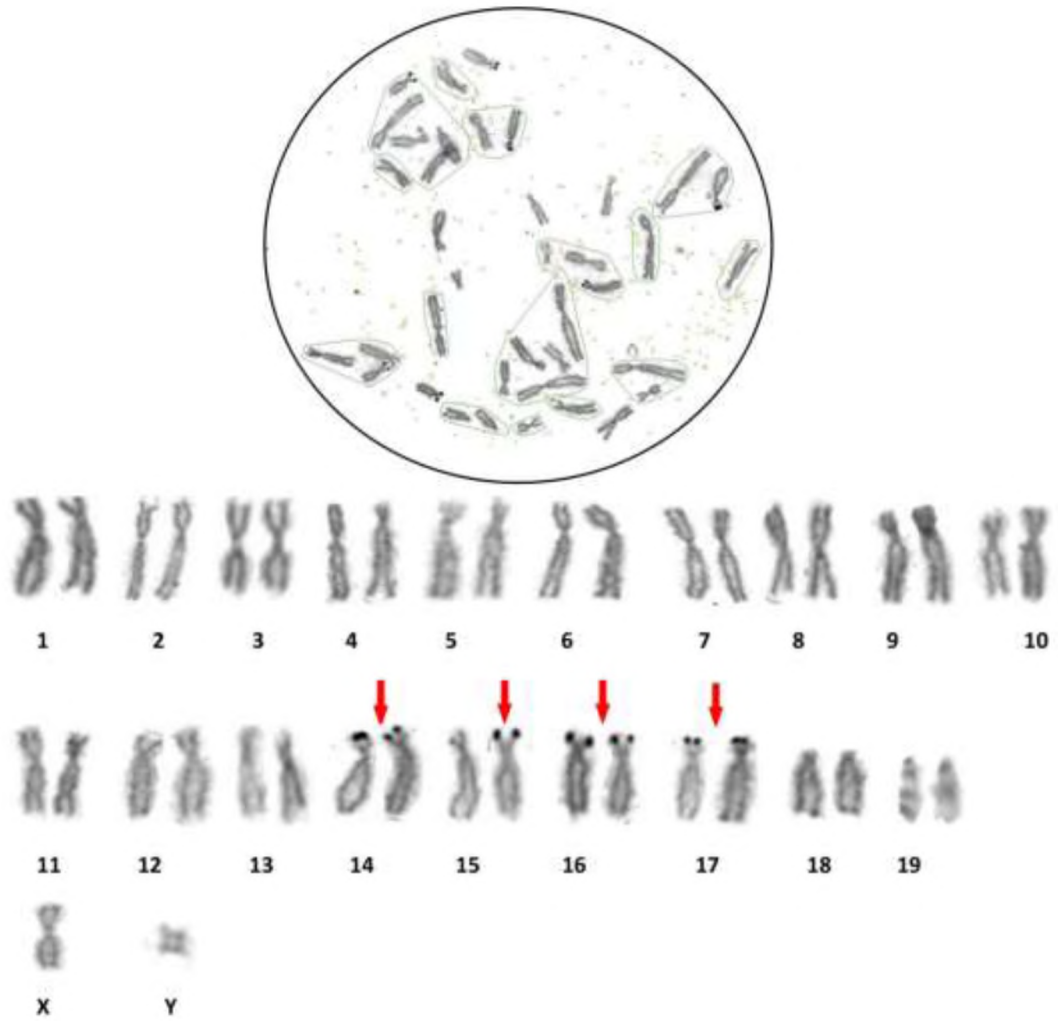
4.2.3 *Spermophilus taurensis*(Gündüz ve ark., 2007) - Toros Yersincabı

Spermophilus taurensis'tenalanan örnekle yapılan laboratuvar çalışmasında C-bantlama sonuçları elde edilememiştir.

4.3 Ag-NOR Boyama Sonuçları

4.3.1 *Spermophilus citellus* (Linnaeus, 1766) - Avrupa Yersincabı

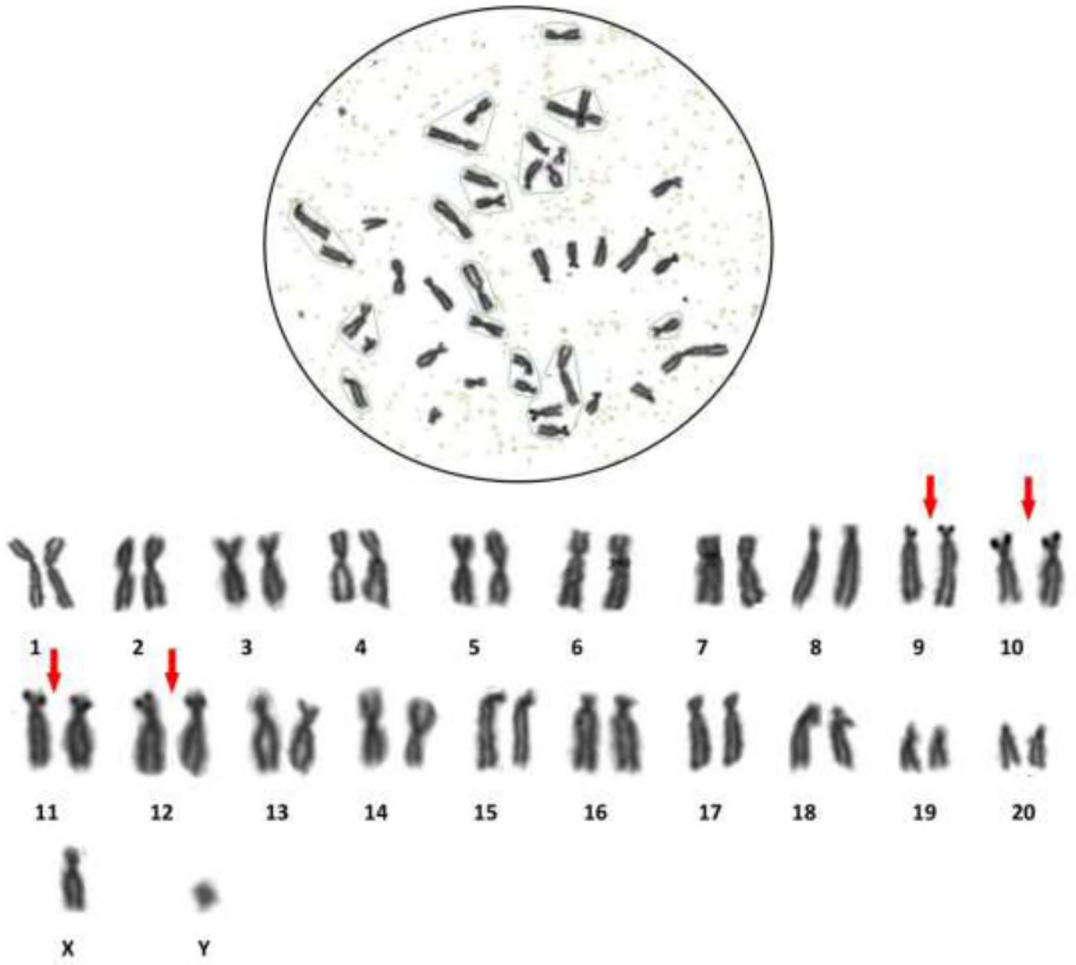
S. citellus türünün erkek bireyinden alınan örneğimizle yapılan NOR bantlama sonucunda 14,16,17. kromozom çiftlerinde ve 15.kromozomda bir adet olmak üzere toplam 7 adet NOR boyanması saptanmıştır.



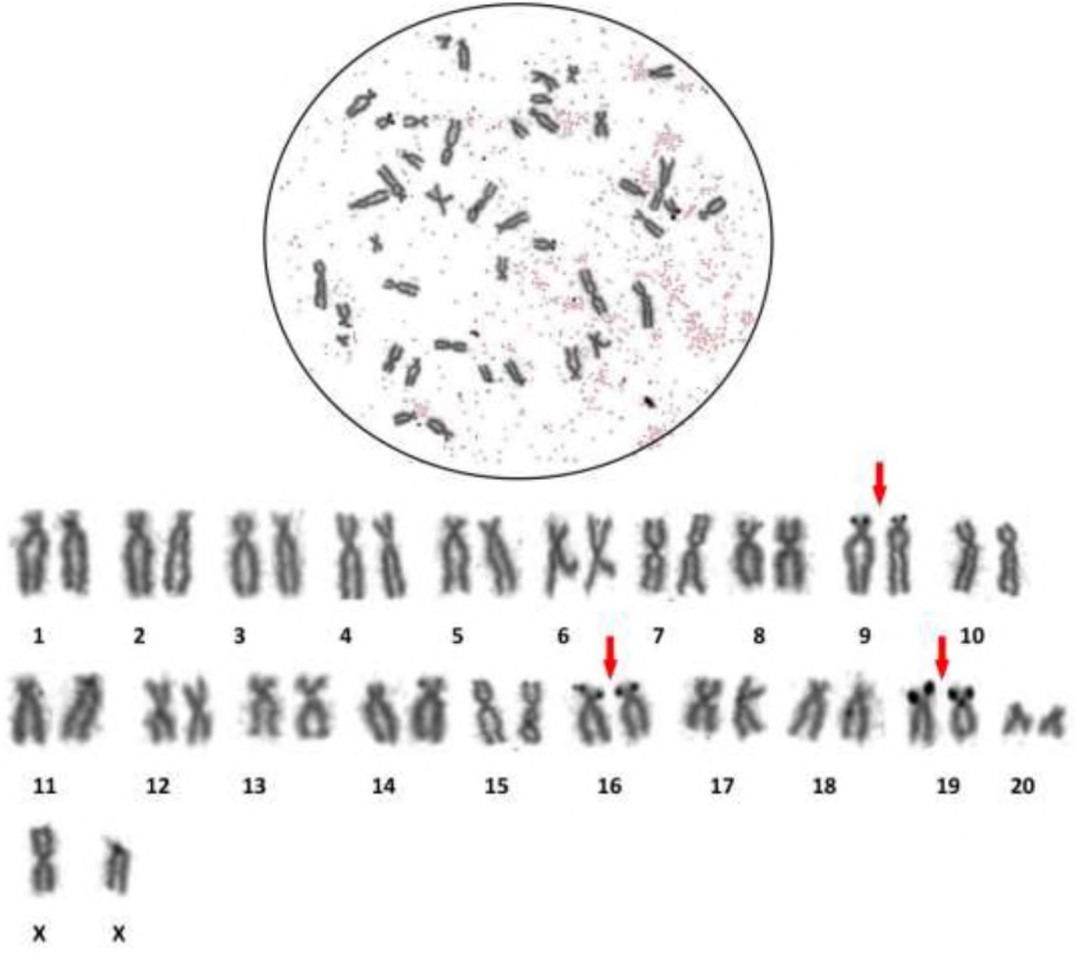
Şekil 4.8 : *Spermophilus citellus* Ag-NOR Bantlama

4.3.2 *Spermophilus xanthoprimum*(Bennett, 1835) - Anadolu Yersincabı

Spermophilus xanthoprimum'tan alınan dişi örneği ile yapılan NOR bantlama sonucunda 9,16, 19. kromozom çiftlerinde toplam 6 adet NOR boyanması saptanmıştır. Erkek bireyden alınan örneklerde ise yapılan NOR bantlama sonucunda 9,10,11,12.kromozom çiftlerinde toplam 8 adet NOR boyanması tespit edilmiştir.



Şekil 4.9 : *Spermophilusxanthoprimum*erkek birey Ag-NOR Bantlama



Şekil 4.10 : *Spermophilus xanthopyrnus* dişi birey Ag-NOR Bantlama

4.3.3 *Spermophilus taurensis* (Gündüz ve ark., 2007) - Toros Yersincabı

Spermophilus taurensis 'tenalanan örnekle yapılan laboratuvar çalışmasında Ag-NOR bantlama sonuçları elde edilememiştir.

Çizelge 4.2: Türler arasında yapılanbantlamaların karşılaştırılması

TÜRLER	2n	NF	NFa	C -Bantlama	Ag-NOR Bantlama
<i>S. citellus</i>	40	77	74	C bantlama sonrasında bir (st) ve bir (a) kromozomlarda heterokromatin alan saptanmıştır.	5(st) ve 2 (a)kromozomdaNOR boyanması saptanmıştır.
<i>S.xanthoprymnus</i> (XX)	42	82	78	-(st) bir kromozom üzerinde heterokromatin alan saptanmıştır.	-2 (st), 2 (sm) , 2 (m)kromozomda NOR boyanması saptanmıştır.
<i>S.xanthoprymnus</i> (XY)	42	81	78	-(st) bir kromozom üzerinde heterokromatin alan saptanmıştır.	- 6 (st) ve 2 (m) olmak üzere toplam 8 kromozomda NOR boyanması saptanmıştır.
<i>S.taurensis</i>	40	80	76	Analiz yapılamadı.	Analiz yapılamadı.

4.4 Karşılaştırma ve Yorum

Farklı türlerde bulunan kromozomların yeniden düzenlenerek ortaya çıkarılması ve bu türlerin bantlama çalışmalarının karşılaştırılarak yorumlanması karyolojik çalışmalarda önemlidir (Romanenko ve ark., 2007). Moleküler metotların uygulanmasının zaman ve para açısından zor olması nedeniyle, ilkin karyolojik çalışmalar türler ve türlerin farklı popülasyonları arasında genel taksonomik bilgiler sunar. Dolayısıyla zaman ve paradan fayda sağlamak için kromozomal çalışmaların önemi bu çalışmada da vurgulanmaktadır. Dahası, 2007 yılında dünya memelilerine ülkemizden bir yenisinin daha eklenmesi, kromozomal farklılıklardan doğan şüphe ile olmuştur. *S. taurensis*'in bilim camiasına kazandırılması öncül karyotip çalışmalarından geçmiş ve moleküler sistematik çalışmalarıyla da kanıtlanmıştır.

Türkiye'de *S.taurensis* endemik tür olmak üzere *S.xanthoprymnus* ve *S.citellus* ile birlikte toplam üç yersincabının varlığı çalışmalar sonucunda netlik kazanmış ve bu türlerin yayılış alanları da belirlenmiştir(Özkurt ve ark., 2002; Yiğit ve ark., 2005; Gündüz ve ark., 2007; Özkurt ve ark 2007). Yaptığımız çalışmada bu üç türünde

dağılım gösterdiği bölgeler göz önünde bulundurularak örnekler alınmış ve önceki yapılan çalışmalarda verilerle karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmıştır.

(Doğramacı ve ark., 1994, Özkurt ve ark., 2002, Yiğit ve ark., 2005, Arslan ve Zima 2014) yaptığı çalışmalarda *Spermophilus* spp. Türkiye’de üç türü bulunduğunu açıklamışlardır. Bu türler Trakya bozkırlarında, Orta ve Doğu Anadolu’da dağılım gösterirler. Diploid kromozom sayısı $2n=40$ olan *S.citellus* (Linnaeus 1766) türünün Türkiye’nin Avrupa kısmında (Trakya), Balkan Yarımadası’nda, Orta ve Batı Avrupa’da görüldüğü tespit edilmiştir. Yaptığımız bu çalışmada da aldığımız örnekler bu bölgeler ile paralellik göstermektedir.

Türkiye’nin belirli bölgelerinden örneklenen Anadolu Yersincabı bireyleri üzerinde yapılan kromozomal çalışmalarda $2n=42$ kromozom sayısı kaydedilmiştir (Özkurt, 2002; Yiğit, 2005; Gündüz ve ark., 2007; Arslan ve ark., 2020). Arslan (2005) Orta Anadolu Bölgesi’nde bulunan Konya (Selçuklu) ilinden aldığı *S.xanthoprymnus* örneği ile C bantlama ve Ag-NOR bantlama tekniklerini kullanarak yaptığı çalışmada önceki çalışmalarda olduğu gibi diploid kromozom sayısını $2n=42$, temel kromozom sayısını (NF) 81 ve otozomal kol sayısını (NFa) 78 olarak kaydetmiştir. *S.xanthoprymnus*’un kromozom morfoloji diziliminde 2 metasentrik, 7 submetasentrik, 10 subtelosentrik, 1 akrosentrik kromozom olduğu görülmüştür. X kromozomu submetasentrik, Y kromozomu ise akrosentrik olarak belirlenmiştir. Meydan Yaylası - Bolkar Dağları’ndan aldığımız *S. xanthoprymnus* örneğimizde de diploid kromozom sayısı Arslan (2005)’in örneği ile benzerlik gösterse de kromozom morfolojimizde 2 metasentrik, 5 submetasentrik, 12 subtelosentrik ve 1 akrosentrik kromozom tespit edilmiş olup Arslan (2005)’in örneği ile bu yönden farklı olduğu belirlenmiştir. X ve Y kromozomu morfolojileri ise benzerlik göstermektedir. Arslan (2005) C bantlama sonucunda bütün otozomlarda heterokromatin bölgeye rastlamış, X kromozomunda ise perisentromerik heterokromatin alan tespit etmiştir. Ag-NOR boyama sonucunda ise 3 çift otozom kromozomunda NOR boyası bulunduğunu kayıtlara geçirmiştir. Bizim yaptığımız C bantlama sonucunda dişi ve erkek *S.xanthoprymnus* örneklerimizde bir adet heterokromatin alan belirlenirken, Ag-NOR boyama sonucumuzda ise 3 çift kromozom dişi bireyde, 4 çift kromozomda erkek bireyde NOR boyanması saptanmıştır. Sonuçları karşılaştırdığımızda Arslan

(2005)'in C bantlama ve Ag - NOR bantlama sonuçları ile bizim bantlama sonuçlarımızın farklı olduğu görülmüştür.

Arslan ve ark. (2020) Gümüşhane ve Bitlis illerinden aldıkları *S.xanthoprymnus* örnekleri ile yaptıkları karyotip analiz karşılaştırmalarında bazı kromozomlarda farklılık tespit etmişlerdir. Bu çalışmada diploid kromozom sayısını $2n=42$, temel kromozom sayısını (NF) 84 ve otozomal kol sayısını (NFa) 80 olarak kaydetmişlerdir. *S.xanthoprymnus*'un kromozom morfoloji diziliminde 2 metasentrik, 9 submetasentrik, 9 subtelosentrik kromozom olduğu görülmüştür. X kromozomları orta boyutlu ve submetasentriktir. Bitlis örneklerinde Y kromozomu nokta şeklinde gözlemlenirken, Gümüşhane örneklerinde Y kromozomu iki kollu ve subtelosentrik olarak belirlenmiştir. C bantlama analizlerinde her iki grubun otozomlarında da farklılık bulunmuş, bazı kromozomlar perisentromerik bloklara sahip iken bazılarının ise sentromerik bloklara sahip olduğu görülmüştür. İlave olarak bir farklılık da her iki örnekte de çalışılan submetasentrik morfolojiye sahip 4. kromozom çiftinde gözlemlenmiştir. Bitlis örneklerinde 4.kromozom introkromozomal translokasyona bağlı olarak heteromorfik olduğu belirlenmiştir. Türler arasında meydana gelebilecek bu farklılıkların çeşitli kromozom düzenlemelerinden kaynaklanabileceği ve bunlarında bantlama çalışmaları ile tespit edilebileceği vurgulanmıştır. Arslan ve ark. (2020)'nin Gümüşhane ve Bitlis popülasyonlarından aldıkları örnekler ile bizim *S.xanthoprymnus* örneklerimiz karşılaştırıldığında Y kromozomu morfolojisinin Bitlis ili popülasyon türü örnekleri ile benzerlik gösterdiği, Gümüşhane ili popülasyon örneklerinden ise ayrıldığı görülmüştür. Çalışmamızda temel kromozom sayısı (NF) 82, otozomal kromozom sayısı (NFa) 78 olarak tespit edilmiş olup kromozom morfolojilerine bakıldığında 2 metasentrik, 5 submetasentrik, 12 subtelosentrik ve 1 akrosentrik kromozom saptanmıştır. Arslan ve ark. (2020)'nin yaptığı çalışma ile bizim yaptığımız çalışma sonuçlarının temel kromozom kol sayısı, otozomal kromozom kol sayısı ve kromozom morfoloji farklılıkları açıkça gözlemlenmiştir.

Gündüz ve ark. (2007)'nin Orta ve Doğu Anadolu'dan *S.xanthoprymnus*, Trakya'dan *S.citellus* türlerinden aldıkları örneklerle çalışma yapmış daha önce *S.xanthoprymnus* ve *S.citellus* türleri içinde kaydı verilen *S.taurensis* türünün karyotip analizler sonucunda farklı bir tür olduğunu tanımlamışlardır. Bu tür ayrıca endemik bir tür

olarak kayıtlara geçmiştir. Konya-Karaman illeri arasındaki yüksek kesimlerden örneklediğimiz *S. taurensis* örneği ile yaptığımız karyotip çalışma sonuçlarımızda da *S. xanthoprymnus* türünden kromozom sayısının farklı olduğu görülmüş, kromozom morfolojilerinin ise benzerlik gösterdiği saptanmıştır. *S. taurensis* türü ile *S. citellus* türünü karşılaştırdığımızda ise kromozom sayısı aynı olmasına rağmen kromozom morfolojilerinin farklı olduğu tespit edilmiştir.

Arslan ve Arslan (2010) Konya Hadim Meydancık Yaylası'ndan aldıkları *S.taurensis* tür örneği ile yaptığı sitogenetik çalışmalarda diploid kromozom sayısını $2n=40$, temel kromozom sayısını (NF) 80 ve otozomal kol sayısını (NFa) 76 olarak kaydetmiştir. *S.taurensis*'in kromozom morfoloji diziliminde 3 metasentrik, 10 submetasentrik, 6 subtelosentrik kromozom olduğu görülmüştür. X kromozomu metasentrik, Y kromozomu ise akrosentrik olarak belirlenmiştir. C bantlama analizleri sonucunda X kromozomunda perisentromerik heterokromatine rastlanırken, Ag-NOR bantlama analizleri sonucunda 2 çift subtelosentrik ve 2 çift submetasentrik kromozomların terminal bölgelerinde NOR dağılımı görülmüştür.*S.taurensis* türünün düşük kromozom sayısı, C-pozitif Y kromozomu, NOR'ların lokalizasyonu ve sayısı açısından *S.xanthoprymnus* türünden farklı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *S.taurensis* türü Y kromozomu heterokromatin özelliğinin *S. citellus* türü ile benzerlik gösterdiği kaydedilmiştir.*S.taurensis* türü ile yaptığımız çalışmamızda kromozom morfolojisinde 2 metasentrik, 8 submetasentrik ve 9 subtelosentrik kromozom saptanmış olup Arslan ve Arslan, (2010) örnekleri ile kromozom morfolojisi bakımından farklı olduğu görülmüştür. C bantlama ve Ag-NOR bantlama analiz sonuçlarımız *S.taurensis* türünde neticelenemediğinden bu bantlama karşılaştırmaları yapılamamıştır.

Chassovnikarova ve ark. (2015) *S.citellus*'dan aldığı örneklerin eşey kromozomlarını dikkate alarak yaptıkları çalışmada yeni veriler tespit etmiştir. G bantlama, C bantlama, özel florasan boya ve FISH tekniklerini kullanarak eşey kromozomlarda farklılık belirlemişlerdir. Hem X hem de Y kromozomları için üç farklı morfoloji gözlemlenmiştir.X kromozomları akrosentrik, subtelosentrik veya submetasentrik olarak sınıflandırılmıştır. Analizleri yapılan örneklerin çoğunda Y kromozomları küçük veya orta büyüklükte belirlenmiş ancak Y kromozomlarının birkaç morfolojisi akrosentrik ve metasentrik iken diğer örnekleri noktaya benzer şekilde

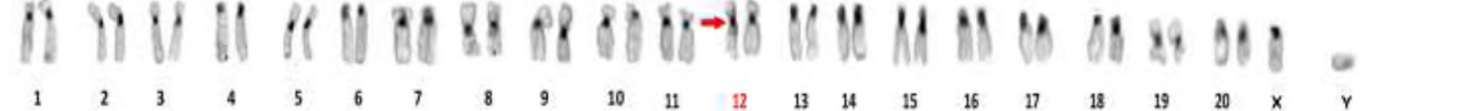
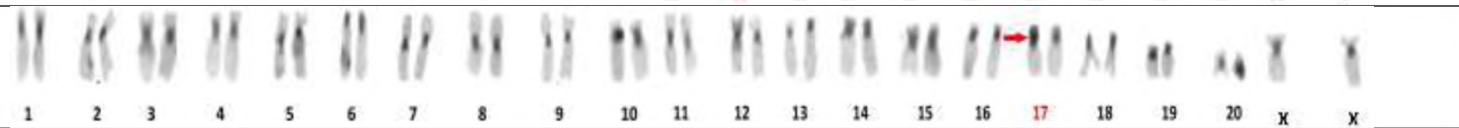
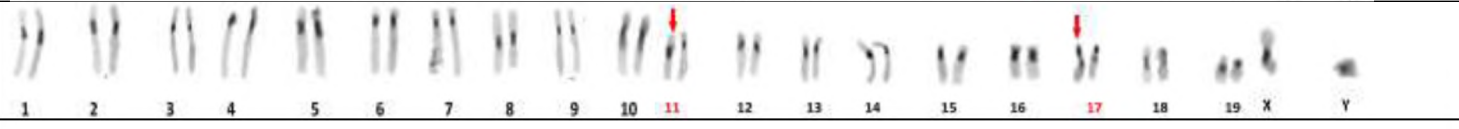
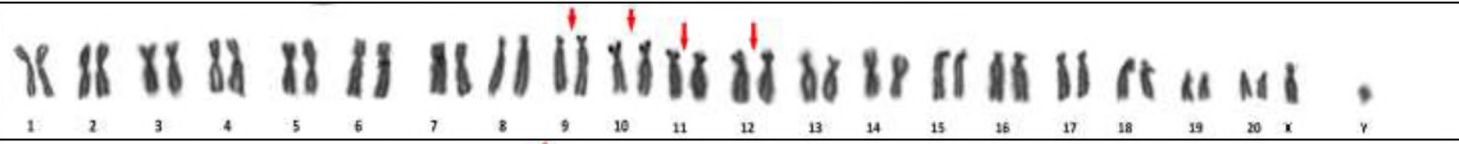
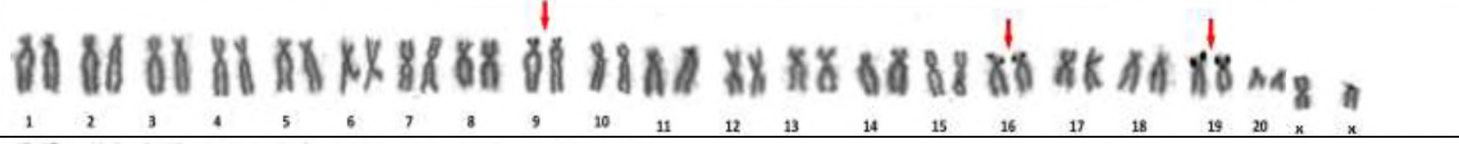

gözlemlenmiştir. Tüm otozomların ve X kromozomlarının sentromerik bölgelerinde farklı boyutlarda heterokromatin bloklar bulunurken, tüm Y kromozom varyantlarının tamamen heterokromatik olduğu kaydedilmiştir. Chassovnikarova ve ark. (2015) bütün bu farklılıkları ise farklı popülasyonlar arasındaki değişime bağlamıştır. Bizim *S. citellus* örneği ile yaptığımız çalışmada X kromozomu submetasentrik iken Y kromozomu akrosentrik ve nokta şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca bir adet subtelosentrik kromozomda da heterokromatin bölgeye rastlanılmıştır. Chassovnikarov ve ark. (2015)'nin sonuçları bizim sonuçlarımızla karşılaştırıldığında X ve Y kromozom morfolojileri benzerlik gösterse de C bantlama sonuçlarının farklı olduğu görülmüştür.

Doğramacı ve ark.(1994) Trakya'dan aldığı *S. citellus* bireyleri üzerinde yaptığı karyolojik çalışmalarda diploid kromozom sayısını $2n=40$, temel kromozom sayısını (NF) 78 ve otozomal kol sayısını (NFa) 74 olarak kaydetmiştir. *S. citellus*'un kromozom morfoloji diziliminde 2 metasentrik, 12 submetasentrik, 4 subtelosentrik ve 1 akrosentrik kromozom olduğu görülmüştür. X kromozomunu metasentrik olarak, Y kromozomunu ise iki kollu ve en küçük olarak belirlemiştir. Bizim *S. citellus* bireyleri ile yaptığımız çalışmada diploid kromozom sayısı $2n=40$ olarak saptanmıştır. Temel kromozom sayısı (NF) 77 ve otozomal kol sayısı (NFa) 74 olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki kromozom morfoloji dizilimi 2 metasentrik, 8 submetasentrik, 8 subtelosentrik ve 1 akrosentrik kromozom olarak belirlenmiştir. Doğramacı ve ark.(1994)'nin çalışması ile bizim çalışmamız karşılaştırıldığında diploid kromozom sayısı benzerlik gösterse de kromozom morfolojilerinde, temel kromozom kol sayısında ve otozomal kromozom kol sayısında farklılıklar görülmektedir. Ayrıca Y kromozomları bizim örneklerimizde iki kollu değil akrosentrik ve nokta şeklindedir.

Çizelge 4.3: Türkiye’de yayılış gösteren *Spermophilus* türlerine ait karyolojik bilgiler

Türler	Lokalite ve Referans	2n	NF	NFa	m	sm	st	a	X	Y
<i>S. citellus</i>	Yugoslavya (Živković ve ark., 1968; Savić ve ark., 1971; Hsu ve Benirschke, 1975), Moldavya (Vorontsov ve Lapunova, 1969) ve Bulgaristan (Belcheva ve Peshev, 1979)	40	-	66	2	12 (sm veya st)		5	İki kollu veya a	sm
	Çek Cumhuriyeti (Zima, 1987)	40	-	-	2	13 (sm veya st)		4	D	İki kollu
	Trakya (Doğramacı ve ark., 1994)	40	78	74	2	12	4	1	m	İki kollu ve en küçük
	Trakya (Özkurt ve ark., 2002)	40	69	66	2	12	-	5	sm	a
	Bu çalışmada	40	77	74	2	8	8	1	sm	a
<i>S. taurensis</i>	Akseki (Özkurt ve ark., 2002)	40	76	72	2	15	-	2	m	m
	Mut ve Hadim (Özkurt ve ark., 2002)	40	76	72	2	15	2	-	m	a
	Hadim (Arslan ve Arslan, 2010)	40	80	76	3	10	6	-	m	a
	Bu çalışmada	40	80	76	2	8	9	-	m	-
<i>Sxanthoprymnus</i>	Ermenistan (Orlov, 1969 ve Vorontsov ve Lapunova, 1969)	42	70	66	13	-	-	7	m	İki kollu ve en küçük
	Bayburt, Çorum, Erzurum, Malatya ve Sivas (Doğramacı ve ark., 1994)	42	67	64	1	7	4	8	m	en küçük
	Polatlı, Maden ve Erzurum (Özkurt ve ark., 2002)	42	81	78	2	17	-	1	m	a
	Konya (Selçuklu) (Arslan, 2005)	42	81	78	2	7	10	1	sm	a
	Bitlis (Arslan ve ark., 2020)	42	84	80	2	9	9	-	sm	a
	Gümüşhane (Arslan ve ark., 2020)	42	84	80	2	9	9	-	sm	st
	Bu çalışmada	42	81	78	2	5	12	1	sm	a

Çizelge 4.4: Türler arasındaki C bantlama ve Ag-NOR bantlama karşılaştırmaları

C Bantlama	S.x erkek	
	S.x dişi	
	S.c	
	S.t	ANALİZ YAPILAMAMIŞTIR.
Ag-NOR Bantlama	S.x erkek	
	S.x dişi	
	S.c	
	S.t	ANALİZ YAPILAMAMIŞTIR.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye’de; Enez (Edirne) bölgesinde yayılış gösteren *S. citellus*, Konya-Karaman illeri arasındaki Büyük Yayla civarında yayılış gösteren *S. taurensis*, Meydan Yaylası-Bolkar Dağları (Niğde) bölgesinde yayılış gösteren *S. xanthopymnus* türlerinin bazı sitogenetik analiz karşılaştırmaları yapılmıştır. Türlerin G bantlama, Ag-NOR bantlama ve C bantlama çalışmaları yapılmış olup bu bantlamaların birbiri ile ilişkili olup olmadıkları, karyolojik analizleri ve sitogenetik analizlerine göre evrimsel geçmişleri ilk defa yorumlanmaya çalışılmıştır. Yaptığımız çalışma sonucunda hiçbir kromozomda satellit görülmemiştir. Aynı zamanda hiçbir kromozomda da anomaliye rastlanmamıştır. Önceki çalışmalardan farklı olarak türlerin kromozomlarında farklı NOR sayıları ve bazı kromozomlarda farklı heterokromatine sahip bölgeler tespit edilmiştir. Ayrıca kromozom kol sayılarında da benzer olmayan sayılar tespit edilmiştir. Literatürdeki diğer çalışmalarla sonuçlarımızın genel olarak uyumlu olduğu görülmüştür. Türler arasında tespit edilen NOR farklılıkları, C pozitif heterokromatin alan farklılıkları, temel kromozom kol sayısı (NF) farklılığı ve otozomal kromozom kol sayılarının (NFa) farklı olmasının sebebi inversiyon, delesyon ve translokasyon gibi mutasyonlarla ilgili olabilir. Bu ve buna benzer mutasyonlara bağlı olarak bu sayılar değişkenlik gösterebilir. Ayrıca bu farklılığa coğrafi izolasyon veya habitat farklılığında neden olabilir.

Tür içi ve türler arası akraba ilişkilerinin yorumlanmasında bantlama çalışmaları önemlidir. Yaptığımız çalışmamız dâhil olmak üzere bantlama çalışmalarının sitogenetik incelemelerdeki önemi bir kez daha ortaya konmuştur. Bu çalışmada elde ettiğimiz verilerle önceki sonuçlar desteklenmiştir. *Spermophilus* türlerinin farklı coğrafi alanlardaki popülasyonlarının kromozomal durumları ve moleküler düzeydeki farklılıklarının çalışılması gerekmektedir. Bundan sonra yapılacak *Spermophilus* türleri ve diğer memeli hayvanlarla ilgili karyotip çalışmalarında farklılıkların tespit edilmesi için G, C ve Ag-NOR bantlamalarının yanı sıra moleküler analizlerinde yapılması ile daha net sonuçlar sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Aktümsek, A., Konuk, M., 2016. Genel Biyoloji. Nobel Yayıncılık, Ankara, 50-55 s.
- Alkan, B., 1965. Türkiye'nin ağaç ve tarla sincapları (Mammalia-Sciuridae) üzerine bazı incelemeler. Bitki Koruma Bülteni, Ankara, 5(4), 151-162.
- Arslan, A., 2005. Cytogenetic studies on *Spermophilus xanthoprymnus* (Rodentia : Sciuridae) in Central Anatolia. Folia Zoologica, 54-3, 278-284.
- Arslan, A., ve Toyran, K., ve Gözütok, S., 2020. The Karyotype of Anatolian Ground Squirrel *Spermophilus xanthoprymnus* (Bennett, 1835) (Rodentia: Sciuridae) from two localities in Anatolia, Turkey. Acta Zool. Bulg., 72 (3), September 2020: 363-367
- Arslan E. ve Arslan A., 2010. Heterochromatin distribution and nucleolar organizer regions (NORs) in chromosomes of the Taurus ground squirrel. *Spermophilus taurensis* Gunduz et al., 2007 (Mammalia: Rodentia), in Turkey. Turk J Zool., 34, 105-110.
- Chassovnikarova T., Rovatsos M., Atanasov N. & Koshev J. 2015. Sex chromosome variability of *Spermophilus citellus* (Linnaeus, 1766) in the Southeastern part of the Balkan Peninsula. Mammalian Biology 80: 365-371.
- Churakov, G., Sadasivuni, M. K., Rosenbloom, K. R., Huchon, D., Brosius, J., Schmitz J. 2010. Rodent evolution: back to the root. Mol. Biol. Evol. 27:1315-1326.
- Carol, P., Theodore T. and Housman, D., 1980. Isolation and localization of DNA segments from specific human chromosomes. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 205-215.

- Corbet, G. B., 1978. The Mammals of the Palaearctic Region: a Taxonomic Review. British Museum (Natural History), Cornell University Pres, London and Ithaca.
- Demirsoy, A., 2002. Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Coğrafyası 'Hayvan Coğrafyası'. Meteksan, Ankara, 1007 s.
- Demirsoy, A., 2005a. Kalıtım ve Evrim. Meteksan, Ankara, 206-207 s.
- Demirsoy, A., 2005b. Yaşamın temel kuralları. Meteksan, Ankara, 1-560 s.
- Demirtaş S., Tiryaki D., Yenyurt C., Gündüz İ., 2015. Türkiye'deki *Spermophilus xanthoprimum* Populasyonlarının Ekolojik Niş Modelleme Yöntemiyle Değerlendirilmesi.XII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Muğla, 14-17 Eylül, 286.
- Derenzini, M., Trere, D., Pession, A., Montanaro, L., Sirri, V. ve Ochs, R. L., 1998. Nucleolar function and size in cancer cells. The American journal of Pathology, 152 (5), 1291-1297.
- Ellerman, J.R., Morrison-Scott, T.C.S. 1951. Checklist of Palaearctic and Indian Mammals 1758 to 1946. London, 1- 808.
- Emiroğlu, Ü., Bürün, B., 2017. Kromozomlar temel kavramlar ve mekanizmalar. Ege Üniversitesi Yayınları, 426 s.
- Ermakov O. A., Simonov E., Surin V. L., Titov S. V., Brandler O. V., Ivanova N. V., Borisenko A. V., 2015. Implications of Hybridization, NUMTs, and Overlooked Diversity for DNA Barcoding of Eurasian Ground Squirrels. DOI:10.1371.
- Gold, J. R., Zoch, P. K., 1990. Intraspecific variation in chromosomal nucleolus organizer regions in *Notropis chrysocephalus* (Pisces: Cyprinidae). The Southwestern Naturalist, 35 (2), 211-215.
- Gosden, R., 1994. Chromosome analysis protocols. Methods in molecular biology, Volume 29, Humana Press Inc, Totowa, NJ, 54-96.

- Grewal, S. I. ve Jia, S., 2007. Heterochromatin revisited. *Nature Reviews Genetics*, 8 (1), 35 s.
- Gündüz, İ., Jaarola, M., Tez, C., Yenyurt, C., Polly, P.D., Searle, J.B., 2007a. Multigenic and morphometric differentiation of ground squirrels (*Spermophilus*, Scuridae, Rodentia) in Turkey, with a description of a new species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43, 916-935.
- Gündüz, I., Jaarola, M., Tez, C., Yenyurt, C., Polly, P.D., Searle, J.B., 2007b. *Spermophilus torosensis* Özkurt et al., 2007 (Scuridae, Rodentia) is a subjective junior synonym of *Spermophilus taurensis* Gündüz et al., 2007, a newly described ground squirrel from the Taurus Mountains of southern Turkey. *Zootaxa*, 1663(1), 67-68.
- Gür, M.K., Gür H., 2010. *Spermophilus xanthoprymnus* (Rodentia: Scuridae). *Mammalian Species*, 42(1), 183-194.
- Gür H., 2013. The effects of the Late Quaternary glacial–interglacial cycles on Anatolian ground squirrels: range expansion during the glacial periods? *Biological Journal of the Linnean Society*, 109, 19–32.
- Herron M. D., Castoe T. A., ve Parkinson C. L., 2004. Sciurid phylogeny and the paraphyly of Holarctic ground squirrels (*Spermophilus*). *Molecular Phylogenetics And Evolution*, 31, 1015-1030.
- Heitz, E., 1931. Nukleolen und chromosomen in der Gattung Vicia. *Planta*, 15 (3), 495-505.
- Helgen, K.M., Cole, F.R., Helgen, L.E., Wilson, D.E., 2009. Generic revision in the holarctic ground squirrel genus *Spermophilus*. *Journal of Mammalogy*, 90 (2), 270-305.
- Hillis, D. M. ve Moritz, C., 1990. *Molecular systematics*. Sinauer Associates Inc., 159 s.
- Hillis D M, Moritz C and Mable B K 1996. *Molecular Systematics*. Sinauer Associates, Inc.; 2nd edition ISBN 0878932828.

ICZN [International Commission on Zoological Nomenclature] 1999. International Code of Zoological Nomenclature. 4th Edition, International Trust for Zoological Nomenclature, London.

Karabağ T., 1953. Ankara dolaylarındaki tarlasincaplarının (*Citellus*'ların) biyolojisi ve bunlarla savaş usulleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Karol, S., 1998. Hücre biyolojisi. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, Ankara, 1-451.

Karol, S., Ayvalı, C. ve Suludere, Z., 2000. Hücre Biyolojisi. Öğün Matbaacılık, Ankara, 337-342.

Kryštufek, B., Vohralík, V., 2005. Mammals of Turkey and Cyprus. Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae, Knjiznica Annales Majora, Koper, Slovenia, 1-292.

Lewis E B, (1950). The phenomenon of position effect. *Advances in Genetics*, 3: 73-116.

Matur, F., 2009. Batı Türkiye *Nannospalax* (Mammalia: Rodentia) kromozomal formlarının G ve C bantlama yöntemleriyle karşılaştırılması. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 66-67.

McClintock, B., 1934. The relation of a particular chromosomal element to the development of the nucleoli in *Zea mays*. *Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie*, 21 (2), 294-326.

Ognev, S. I., 1948. Mammals of the U.S.S.R. ad Adjacent Countries, Translated from Russian. Rodents, Moscow, 1-429.

Osborn D., 1964. The Hare, Porcupine, Beaver, Squirrels, Jerboasand Dormice of Turkey. *Mammal*, 28: 573-592.

Özkurt Ş.Ö, Bulut Ş., 2020. Türkiye Memelileri. Panama Yayıncılık, Ankara, 456 s. ISBN: 9786057739575.

- Özkurt, Ş., Yiğit, N., Çolak, E. 2002. Karyotype variation in Turkish populations of *Spermophilus* (Mammalia: Rodentia). *Mammalian Biol.*, 67: 117 –119.
- Özkurt, Ş., Sözen, M., Yiğit, N., Kandemir I., Çolak, R., Gharkheloo, M.M., Çolak, E., 2007. Taxonomic status of the genus *Spermophilus* (Mammalia: Rodentia) in Turkey and Iran with description of a new species. *Zootaxa*, 1-15.
- Pekol, S., 1999. Comparative NORs and karyotype analysis of *Cyprinus carpio* (L., 1758) and *Leuciscus cephalus* (L., 1758) populations from Kastamonu Beyler and Germeçtepe Dam Lake. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 69 s.
- Pekol, S., 2000. Kastamonu Beyler ve Germeçtepe Barajlarındaki *Cyprinus carpio* (L.,1758) ve *Leuciscus cephalus* (L., 1758) populasyonlarının karşılaştırmalı karyotip analizi ve NOR fenotipleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3-45.
- Robinson, R., 2003. Genetics encyclopedias. The Gale Group Inc, New york, 69-98.
- Romanenko, S. A., Volobouev V T, Perelman P L, Lebedev V S, Serdukova N A, Trifonov V A, Biltueva V S, Nie W, O'Brien P C M, Bulatova N, Ferguson-Smith M A, Yang F and Graphodatsky A S 2007. Karyotype evolution and phylogenetic relationships of hamsters (Cricetidae, Muroidea, Rodentia) inferred from chromosomal painting and banding comparison. *Chromosome Res.*, 15: 283-297.
- Sasaki, M., 1960. Observations on the modification in size and shape of chromosomes due to technical procedure. *Chromosoma*, 11 (1), 514-522.
- Sharma, A. K. ve Sharma, A., 1975. Chromosome Techniques: Theory and Practice. Study of Banding Patterns of Chromosomes, Butterworths, London, 408-442 s.
- Sperling, K., Kalscheuer, V. ve Neitzel, H., 1987. Transcriptional activity of constitutive heterochromatin in the Mammal *Microtus agrestis* (Rodentia, Cricetidae). *Experimental Cell Research*, 173, 463-472.
- Sumner, A. T., 2003. Chromosomes: Organization and function. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 1-93

- Şaylı, B. S., 1986. In: Medikal sitogenetik. Eds: Yargıçoğlu Yayınevi, Ankara, p. 1-307 s.
- Şimşek N., 1986. The importance of the karyotype in distinguishing the subspecies of ground squirrel, *Spermophilus citellus* (L. 1766), (Mammalia: Rodentia) in Turkey. Doğa Tr. Bio. D, 10, 386-390.
- Topaktaş, M. ve Rencüzoğulları, E., 2010. Sitogenetik. Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., Ankara, 1-176
- Toyran K., Gözütok S., Yorulmaz T., 2012. Bitlis İlinden Anadolu Yersincabı, *Spermophilus xanthoprimum* (Bennett, 1835) (Rodentia: Sciuridae) için Yeni Lokalite Kaydı. BEÜ. Fen Bilimleri Dergisi, 1 (2), 107-113.
- Varley, J. M., Macgregor, H. C., Nardi, I., Adrews, C. ve Erba, H. P., 1980. Cytological evidence of transcription of highly repeated DNA sequences during the lampbrush stage in *Triturus cristatus carnifex*. Chromosoma, 80, 289-307.
- Wahl G M, de Saint Vincent B R and DeRose M L 1984. Effect of chromosomal position on amplification of transfected genes in animal cells. *Nature*, 307: 516-520.
- Wilson, E., Reeder, D.M., 2005. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. third ed. Vol:II, The Johns Hopkins University Press, Baltimor, ML.
- Wilson, D.E., Lacher, T.E., JR and Mittermeier, R.A. 2017. Handbook of the Mammals of the World. Vol. 7. Rodents II. Lynx Edicions, Barcelona
- Yiğit, N., Çolak, E., 1998. Contribution to the Geographic Distribution of Rodent Species and Ecological Analyses of Their Habitats in Asiatic Turkey. Turk J. of Biol., 22, 435-446.
- Yiğit N., Neumann K., Özkurt S., 2005. Biometric and genetic evaluation of *Spermophilus* (Mammalia: Rodentia) populations in western Turkey. Israel J. Zool., 51, 191-198.

Zima J., Kral B., 1984. Karyotypes of European Mammals II. *Acta Sc. Nat. Brno*, 18, 1-62.

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

SOYADI, Adı : ARSLAN, Cemil

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	: Çukurova Üniversitesi-Fen Edebiyat Fakültesi- Biyoloji Bölümü	Haziran 2010
Lise	: Çorum Fatih Lisesi	Haziran 2004

