

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAMSUN İLİNDEKİ *Mus musculus* (Linnaeus, 1758)' UN KARYOLOJİK
ÖZELLİKLERİ (MAMMALIA: RODENTIA)

AYŞE MERVE KARÖZ

HAZİRAN 2013

Biyoloji Anabilim Dalında Ayşe Merve KARÖZ tarafından hazırlanan SAMSUN İLİNDEKİ *Mus musculus* (Linnaeus,1758)' UN KARYOLOJİK ÖZELLİKLERİ (MAMMALIA: RODENTIA) adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İlhami TÜZÜN

Anabilim Dalı Başkanı

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

Doç. Dr. Nursel AŞAN BAYDEMİR

Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan: Prof. Dr. İrfan ALBAYRAK

Üye (Danışman): Doç. Dr. Nursel AŞAN BAYDEMİR

Üye: Yrd. Doç. Dr. Nahit PAMUKOĞLU

..... / /

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

Doç. Dr. Erdem Kamil YILDIRIM

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

SAMSUN İLİNDEKİ *Mus musculus* (Linnaeus, 1758)' UN KARYOLOJİK ÖZELLİKLERİ (MAMMALIA: RODENTIA)

KARÖZ, Ayşe Merve

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Nursel AŞAN BAYDEMİR

Haziran 2013, 48 Sayfa

Bu araştırma Samsun ilinde yayılış gösteren *Mus musculus* türünün G-, C-, R- ve Ag-NOR bantlama ile yapılan karyolojik çalışmalara dayanmaktadır. Örneklerin morfolojik ve kromozomal yapısı incelendiğinde *Mus musculus domesticus* alttürüne ait oldukları tespit edilmiştir. Örneklerin diploid kromozom sayısı $2n = 40$ olarak bulunmuştur. Otozomal kromozomlarının hepsi akrosentriktir. X kromozomu büyük akrosentrik, Y kromozomu ise küçük akrosentriktir. G- bantlama ile *Mus* cinsinin türlerine özgü bantlamalar elde edilirken bu bantlamaya benzerlik gösteren R- bantlama tekniği bu tür için ilk kez kullanılmıştır. Otozomal ve X kromozomunda heterokromatin bölgeler sentromer bölgesinde iken Y kromozomu tamamen heterokromatiktir. Ag-NOR bantlama ile kromozomlar üzerindeki 3 çift aktif NOR bölgeleri tespit edilmiştir. Bu çalışma ile Türkiye' de ilk kez ikincil boğum 6 otozomal kromozomda tespit edilmiştir. Ayrıca Robertsonyan füzyon sonucu meydana gelmiş $2n=36$ diploid kromozom sayısına sahip bir birey de belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Mus musculus*, *Mus musculus domesticus*, G- bantlama, C- bantlama, R- bantlama, Ag- NOR bantlama, ikincil boğum, Türkiye

ABSTRACT

KARYOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *Mus musculus* (Linnaeus,1758) IN SAMSUN PROVINCE (MAMMALIA: RODENTIA)

KARÖZ, Ayşe Merve

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, MSc. Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nursel AŞAN BAYDEMİR

June 2013, 48 Pages

This study is based on karyological studies by G-, C-, R- and Ag-NOR banding of *Mus musculus* distributed in Samsun province. By examining the morphological and karyological characteristics, the examined specimens are attributed to *Mus musculus domesticus*. The diploid chromosome number of the specimens was $2n=40$. All the autosomal chromosomes were acrocentric. The X chromosome was large acrocentric whereas the Y was small acrocentric. The G- bands of the specimens was in accordance with the ones given for the *Mus* species, while R- banding, a technique similar to G- banding, is used for the species for the first time. The heterochromatin blocks are localized in the centromeric regions of the autosomes including the X chromosome, whereas the Y was fully heterochromatic. By Ag-NOR banding active NOR are detected on three pairs of autosomes. With this study, secondary constrictions on six autosomes are detected for the first time in Turkey. In addition, a specimen with $2n=36$ due to Robertsonian fusion is also determined.

KeyWords: *Mus musculus*, *Mus musculus domesticus*, G-banding, C-banding, R- banding, Ag-NOR banding, secondary constrictions, Turkey

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, her türlü desteği sağlayan ve çalışma imkanı sunan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nursel AŞAN BAYDEMİR'e çok teşekkür ediyorum.

Arazi çalışmalarımnda bana yardımcı olan dayım Yusuf CAN' a çok teşekkür ediyorum.

Manevi olarak her zaman yanımda olan arkadaşlarım Sevilay AKBULUT ve Elif KAŐKA ÇALIŐKAN' a ve laboratuvar çalışmalarında yardımını esirgemeyen Meryem GENÇ' e çok teşekkür ediyorum.

Büyük emeklerle bu günlere gelmemi sağlayan, hayat boyu maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan babam Ömer KARÖZ ve annem Rahime KARÖZ' e çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	Vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	Vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	4
2.1. SİSTEMATİK.....	4
2.2. Ordo: Rodentia.....	5
2.3. Familya: Muridae.....	7
2.4. Genus: <i>Mus</i> Linnaeus, 1758.....	7
2.5. <i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	10
2.6. <i>Mus musculus domesticus</i> Shwarz & Shwartz, 1943.....	13
2.6.1. Kürk Rengi.....	14
2.6.2. Ayırıcı Özellikleri.....	14
2.6.3. Kafatası Özellikleri.....	15
2.7. Kromozom yapısı.....	15
2.7.1. Robertsonyan füzyonu.....	17
2.8. Karyoloji.....	19
2.9. <i>Mus musculus</i> türü ve alttürleri ile yapılan kromozomal çalışmalar....	20
3. MATEYAL ve METOT.....	24
3.1. KARYOTİP ÇALIŞMALARI.....	26
3.2. BANTLAMA ÇALIŞMALARI.....	27
3.2.1. G- Bantlama Tekniği.....	27
3.2.2. C- Bantlama Tekniği.....	28
3.2.3. R- Bantlama Tekniği.....	28
3.2.4. NOR Bantlama Tekniği.....	28

4. BULGULAR.....	29
4.1. KARYOLOJİSİ.....	30
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	35
5.1. Ekolojisi.....	35
5.2. Morfolojisi.....	35
5.3. Karyotip.....	36
KAYNAKLAR.....	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	Sayfa
Şekil 2.1. <i>Mus musculus</i> alttürleri ve <i>Mus spretus</i> , <i>Mus spicilegus</i> ve <i>M. macedonicus</i> türlerinin Palearktik bölgede yayılışları.....	10
Şekil 2.2. <i>Mus musculus</i> türünün yayılışı	11
Şekil 2.3. Kromozom çeşitleri	16
Şekil 2.4. Robertsonyan yeniden düzenlemeleri (Rb füzyonu)	17
Şekil 2.5. Rb ırklarının Palearktik bölgede yayılışı	18
Şekil 3.1. Samsun ili Vezirköprü ilçesi haritası	24
Şekil 4. 1. Samsun ili Vezirköprü ilçesi Bakla Köyü'nden elde edilen bir erkek (♂) <i>Mus musculus domesticus</i> örneğinin kürk rengi	29
Şekil 4.2. <i>Mus musculus domesticus</i> türü erkek birey kromozom yapısı	30
Şekil 4.3. 2n=36 olarak kaydedilen <i>Mus musculus domesticus</i> örneği	31
Şekil 4.4. 2n=40 diploid kromozom sayısına sahip bir <i>Mus musculus domesticus</i> alttüründe ikincil boğumlar	31
Şekil 4.5. 2n=40 diploid kromozom sayısına sahip bir <i>Mus musculus domesticus</i> alttüründe heterokromatin dağılımı	32
Şekil 4.6. 2n=40 diploid kromozom sayısına sahip bir <i>Mus musculus domesticus</i> alttüründe nukleolus organize edici bölgelerin dağılımı	33
Şekil 4.7. 2n=40 diploid kromozom sayısına sahip bir <i>Mus musculus domesticus</i> alttürünün G-bantlaması	34
Şekil 4.8. 2n=40 diploid kromozom sayısına sahip bir <i>Mus musculus domesticus</i> alttürünün R-bandı	34

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

♂	: Erkek
°C	: Santigrad derece
NF	: Kromozomların temel kol sayısı
NFa	: Otozomal kromozomların kol sayısı
Rb füzyonu	: Robertsonyan füzyonu
Ba(OH) ₂	: Baryum hidroksil
2XSSC	: 2X standart tuzlu sitrat
KCl	: Potasyum klorür
Na ₂ HPO ₄	: Di -sodyum hidrojen fosfat
KH ₂ PO ₄	: Potasyum -di -hidrojen fosfat
AgNO ₃	: Gümüş nitrat
C ₆ H ₅ Na ₃	: Tri -sodyum citratdihidrat
2n	: Diploid kromozom sayısı
NF	: Temel kromozom kol sayısı
NFa	: Otozomal kromozom kol sayısı
m	: Metasentrik
a	: Akrosentrik
st	: Subtelosentrik
t	: Telosentrik
sm	: Submetasentrik

1. GİRİŞ

Yayılışı insanlara bağlı Rodentia (Kemiriciler) ordosunun kozmopolit bir dağılıımı bulunmatadır. Lagomorpha (Tavşanımsılar) ile ortak atadan ayırımından sonra (65 MYÖ) kemiriciler günümüzdeki sayıya ulaşacak şekilde yayılış göstermiştir (Romanenko ve ark., 2011).

Rodentia ordosunun Muridae familyasına mensup olan *Mus* cinsinin en erken fosil kayıtlarının Miosenin sonuna doğru olduğu ve bu fosilin Pakistan'dan elde edildiği kayıt edilmiştir (Kryštufek ve Vohralik, 2009).

Mus musculus (Ev faresi)' un kökeni ve yayılışı ile ilgili 2 tahmini model bulunmaktadır:

1. model yayılışın doğu kökenini anlatmaktadır. Bu model de oryantal veya *M. procastaneus* türü Hindistan kıtasından *domesticus* ve *musculus*' un atalarını oluşturmak üzere yayılmıştır.

2. model ise linear modeldir. Ev faresi güney Arabistan' dan doğuya ve kuzeye doğru hareket etmiş ve *Mus castaneus* ile *Mus musculus*' un atalarını oluşturmuştur. Bu model günümüz *M. domesticus*' un yayılışı için bir batı kökenini varsaymaktadır (Darvish, 2008).

M.Ö. 10000 – 4000 yılları arasında ev faresinin sadece Orta Doğu'da yaşadığı varsayılmaktaydı. Orta Doğu'da ev faresinin bulunuşu tarımsal aktivitelerin ortaya çıkışıyla ilişkilidir ki bu da genellikle ev faresinin yayılışının belirleyici faktörüdür (Auffray ve ark 1990). Genetik ve arkeolojik verilere dayanarak ev faresi insanların tarihi olaylarına bağlı olarak Batı Avrasya'ya doğru yayılış göstermiştir (Auffray ve ark 1986). Yayılışlarının ana nedeni yeni habitaların yapılması olarak gösterilmektedir (Auffray ve ark, 1990).

Günümüzde ev faresinin yaşam alanı geniş yayılış göstermektedir; evler, dükkanlar, fabrikalar, depolar ve değirmenlerde yayılış göstermenin yanı sıra soğuk ambar depoları ve kömür madenlerinde de bulunmaktadır (Macdonald ve ark., 1993).

Ev faresinin 2400 metreye kadar hareket edebildiği tespit edilmiştir fakat kapalı yerlerde özellikle binaların içinde hareket alanı çok azdır. Bina içinde 3-10 metreden uzağa gitmezler. Nadiren caddeleri geçmekte veya açık alanlara gitmektedir. Yarı erginler yayılış göstermektedir (3-10 haftalık olanlar), erginler daha çok kendi alanlarında gidip gelirler. Çok sık olmamakla birlikte insanlarla uzak mesafelere giderler. Arazide yaşayan popülasyonları yarı göçebe olarak kabul edilmektedir. Mesafeler habitat uzunluğuna bağlı olarak değişmektedir (Macdonald ve ark., 1993).

Kentsel alanlarda yuva yapan ev fareleri malzeme olarak kağıt ve paçavra, doğada yaşayanlar ise parçalanmış otları kullanmaktadır. Doğa da yaşayan fareler taş ve toprak altlarını yuva olarak kullanmaktadır (Demirsoy,1997). Teritoryum alanını savunduğu görülmektedir. Aile yapısı, lider bir erkeğin önderliğinde bir ya da birçok dişiyle ve yavrudan oluşmaktadır (Demirsoy, 1997, Vikipedi, 2013).

Uygun besin bulduklarında yıl boyu çiftleşme görülmektedir. Kırsal popülasyonlarda çiftleşme Mayıs ve Haziran aylarında artmakta, Ocak ayında ise emziren dişilerin sayısı azalmaktadır. 2 - 16 gün arası dölleme ertelenebilmektedir. 5 - 10 yavru yaparlar (Macdonald ve ark 1993). Gebelik 19 - 20 gün sürmektedir. Yavrular çıplak, gözleri ve kulakları kapalı doğar, bıyıkları ise kısadır. Doğduklarında ortalama 0,8 - 1,5 gr kadarlardır. 14 günde tamamen kürkleri ve inkisörleri çıkmaktadır. 18 - 20 gün içinde (7 - 8 gr olduğunda) tamamen süttten kesilmekte, eşeyssel olgunluğa 8 - 12 hafta sonra ulaşmaktadır (Macdonald ve ark., 1993).

Laboratuarda 30 aydan fazla, yaban hayatında genellikle 18 aydan az yaşamaktadır. Dişiler erkeklerden daha çok yaşamaktadır. Ölüm büyük oranda yavrularda görülmektedir. Erginlerde soğuğa, az besine ve yağışa bağlı olarak ölüm oranı artmaktadır (Macdonald ve ark.,1993).

Ev farelerinde dengeli beslenme görülmektedir. Sağlığı için ne gerekirse o besini tercih etmektedir. Günlük besin alım miktarı 3-5 gr kadardır (Macdonald ve ark.,1993). Kentsel alanlarda daha çok insanların yemeklerine benzer gıdalar tüketmektedir. Çoğunlukla tahılları tercih ederler (Macdonald

ve ark., 1993, Timm ve ark., 1994). Yağlı ve proteinli besinler temel besin kaynaklarını oluşturmaktadır. Besin tercihlerinde yeşil gıdalar ve meyveler ikinci sırada yer almaktadır. Besin maddesi olmasa da alçı, sabun ve tutkallı zaman zaman yediği kayıt edilmiştir (Corbet ve ark., 1997). Açık alanda beslenme gıda durumu ile yakından ilgilidir. Lepidopterus ve Coleopterus larvası, bazen bitki kökleri ve saplarını da yiyebilmektedir. Solucanlar, böcek ve mantarlar küçük besin öğelerini oluşturmaktadır (Corbet ve ark., 1977). Tükettikleri besinlerin içinde % 15 – 16 oranında su bulunuyorsa su içmeden yaşayabilir (Macdonald ve ark., 1993).

Avrupa' da yayılış gösteren ev farelerinin ortalama vücut uzunlukları; Baş beden = 70 – 103 mm, kuyruk = 70 – 100 mm, ard ayak 15 – 19 mm, kulak 12 – 15 mm, ağırlık = 12 – 32 gr kadardır (Macdonald ve ark., 1993, Aulognier ve ark., 2008). Kürk rengi grimsi kahverengi olarak ifade edilmiştir (Corbet ve ark., 1977, Macdonald ve ark., 1993, Aulognier ve ark., 2008). Ancak varyasyonları olabileceği de belirtilmiştir; bazen tümüyle siyah, karın bölgesi koyu kahverengi veya soluk sarımsı kahverengi olmaktadır (Aulognier ve ark., 2008). Karın kısmında ki kürk rengi sırt renginden daha açık veya çok solgun gri renginden oluşmaktadır (Corbet ve ark., 1977, Macdonald ve ark., 1993).

Gözler ve kulaklar *Apodemus sylvaticus*' dan nispeten daha küçüktür. Ayrıca kuyruk vücut kadar uzun, belirgin şekilde halkalı ve nispeten pullu yapı göstermektedir (Corbet ve ark., 1977, Macdonald ve ark., 1993).

Ev faresinin kendine özgü bozuk (asitamid gibi) bir kokusu vardır. Kokularının kaynakları ürin (idrâr), tükürük bezleri (göz ve ağız çevrelerindeki bezler), ayak yastıkları (plantor bezler) ve genital alan etrafındaki bezlerdir. Koku komşuları ve yabancıları ayırt etmede kullanılmakta ayrıca eşey ve üreme durumları hakkında bilgi vermektedir (Macdonald ve ark., 1993).

Predatörleri kuşlar özellikle baykuşlar (Peçeli baykuş ve puhu), gelincik, ev kedisi ve sıçanlardır (Macdonald ve ark., 1993, Kryštufek ve Vohralik, 2009).

Ev faresi hastalık taşımakta ayrıca tarım zararlısı olarak bilinmektedir (Harrison ve Bates, 1991, Kryštufek ve Vohralik, 2009).

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. SİSTEMATİK

Regnum: Animale

Classis: Mammalia

Subclassis: Eutheria

Ordo: Rodentia

Familya: Muridae

Genus: *Mus* Linnaeus, 1758

Species: *Mus spretus* Lataste, 1883

Species: *Mus macedonicus* Petrov & Ruzic, 1983

Species: *Mus spicilegus* Petényi, 1882

Species: *Mus abbatti* Waterhouse, 1837

Species: *Mus musculus* Linnaeus, 1758

Supspecies: *Mus musculus musculus* Linnaeus, 1758

Supspecies: *Mus musculus domesticus* Shwarz & Shwartz, 1943

Supspecies: *Mus musculus praetextus* Brants, 1827

Supspecies: *Mus musculus brevirostris* Waterhouse, 1837

Supspecies: *Mus musculus wagneri* Eversmann, 1848

Supspecies: *Mus musculus spicilegus* Petenyi, 1882

Supspecies: *Mus musculus castaneus* Waterhouse, 1843

Supspecies: *Mus musculus bactrianus* Blyth, 1846

Supspecies: *Mus musculus vignaudi* Demurs & Prcvost, 1850

Sinonimleri: *Mus albula* Minouchi, 1928

Mus cinereomaculatus Fitzinger, 1867

Mus molossinus Temminck, 1845

Mus nordmanni Keyserling ve Blasius, 1840

Mus tantillus G. Allen, 1925

Mus varius Fitzinger, 1867

Mus yonakuni Kuroda, 1924

2.2. Ordo: Rodentia

Rodentia ordosuna ismini veren kemirgen kelimesinin kökeni Latince de kemirmek anlamına gelen “rodera” kelimesinden gelmektedir (Demirsoy ve ark., 2006) . Memeli cinsine ait bu ordo 29 familya, 468 cins ve 2.052 türden oluşmaktadır (Nowak, 1999). Romanenko ve ark. (2011)’ ı bu ordonun memeli sınıfının % 42 sini içerdiğini, ayrıca tür sayısını 2277 olarak belirtmişlerdir.

Bu ordonun mensubu olan türler küçük ve orta boy ağırlıklı otoburlardır; 20 kg üzerinde vücut kitlesine sahip türler ise nadir olarak görülmektedir (Kryštufek ve Vohralik, 2005).

Kemirgenleri sınıflandırmanın temelini çene kası farklılıkları ve diş mine yapısının histolojisi oluşturmaktadır (Demirsoy ve ark., 2006). Nowak (1999)’ a göre geleneksel olarak kemirgenler çoğunlukla çene kaslarına ve ilişkilerine göre üç alt gruba ayrılmıştır: Sciuromorpha (sincap benzeri rodentler), Myomorpha (fare benzeri rodentler) ve Hystricomorpha (kirpi benzeri rodentler). Bu gruplandırma dışında bu ordoyu iki alt grup altında inceleyen araştırmacılar günümüzde giderek artmaktadır (Nowak, 1999). Demirsoy ve ark. (2006) ise Rodentia ordosunun iki alt grubu bulunduğunu belirtmiştir: Sciurognathi ve Hystricognathi (Nowak, 1999).

Modern taksonomiye göre Rodentia ordosunun 5 subordosubulunmaktadır: (Anomaluramorpha, Castorimorpha, Hystricomorpha, Myomorpha ve Sciuromorpha) ve 33 familyaya sahip olduğu söylenmektedir (Romanenko ve ark., 2011).

E. R. Hall (1981), Skinner ve Smithers (1990), Caletton (1984), Hortenberger (1985), Romer (1968) ve Wood (1985)'un belirttiği gibi Rodentia sistematigi çok daha karmaşık bir yapıya sahiptir (Nowak, 1999).

Kemirgenlerin dişlerinin yapısal karakterleri belirgin bir biçimde birbirlerine benzemektedir: Kemirgenler, alt ve üst çenede bir çift kesici diş ile çiğneme diş seti içeren (molar ve premolar) kendine özgü bir diş yapısı ile karakterize edilmektedir (Nowak, 1999, Kryštufek ve Vohralik, 2005) . Kesici diş ve çiğneme dişleri arasında her zaman için 'diastema' adı verilen bir boşluk bulunmaktadır. Ayrıca bu ordo üyelerinde her zaman köpek dişi bulunmamaktadır. Kryštufek ve Vohralik (2005)' in rodentlerle ilgili yaptığı çalışmalara göre kemirgenlerin 22' den fazla dişi bulunmaktadır. Buna karşılık aynı çalışmada Türkiye' de yayılış gösteren türlerdeki diş sayısı 20 olarak belirtilmiştir.

Bu ordo üyelerinin kesici dişleri sürekli büyümektedir. Ancak kemirme işlemi ile kesici dişlerin mine kısmı sürekli aşındırılmaktadır (Kryštufek ve Vohralik, 2005).Çođu kemirgenin dişindeki mineden oluşmuş diş tabaka üzerinde halkalar veya kıvrımlar bulunmaktadır (Nowak, 1999).Kesici dişler ile kemirme ve molar dişler ile çiğneme olayı gerçekleşir. Bu iki durum birbirinden bağımsız olarak gerçekleşmektedir. Çiğneme ve kemirme için çenede ileri - geri hareketi sağlayan Masster ve Pterygoideus kasları bulunmaktadır (Demirsoy ve ark., 2006).

Diş karakterlerinde ek olarak, kemirgenler ortak anatomik özelliklere sahiptir. Alt kol kemikleri olan radius ve ulna farklıdır ve dirsek eklemi ön kolun serbest hareketine izin vermektedir. Başparmak körelmiş ya da hiç oluşmamıştır buna rağmen genellikle beş parmakları bulunmaktadır. Ayak parmak sayısı 3 ile 5 arasında değişmektedir (Nowak, 1999).

Kemirgenler, Avustralya ve Yeni Gine'nin doğal kolonilerini oluşturmuştur ve insanların taşınması ile birçok okyanus adasını işgal etmişlerdir. Hemen hemen her bölgeye dağılmıştır, sonuçta yaşam alanları genişlemiş ve türler çeşitlenmiştir. Kemirgenlerin çoğu yer altı yaşamı için, bazıları koşma, bazıları ise tırmanmada uzmanlaşmıştır. Bazıları kaymaya bazıları da yarı sucul yaşama adapte olmuştur (Nowak, 1999).

2.3. Familya: Muridae

Kemirgenlerin en büyük gruplarından Muridae familyası içinde 117 cins ve 460 tür içermektedir. İçinde en fazla memeli türü bulundurduğu düşünülen bu familyanın Eski Dünya'nın tümüne yayıldığına ve çoğunluğunun Hint - Avustralya bölgesinde yaşadığına inanılmaktadır (Watts ve ark., 1989).

2.4. Genus: *Mus* Linnaeus, 1758

Afrika türlerinin (bazı oryantal bölgede yaşayan türler) bazen *Leggada* cinsine ayrılmasına rağmen *Mus* cinsi oldukça geniş yayılış göstermektedir. *Rattus* ile yakından ilişkilidir ancak üst birinci büyük azı dişlerinin şeklinin bozuk ve üçüncü azı dişinin çok küçük olması ile bu cinsten ayrılmaktadır (Corbet ve ark., 1977).

Günümüzde *Mus* cinsine ait türler 4 alt cins altında toplanmaktadır. *Coelomys* alt cinsi Sumatra, Sri Lanka, Güneydoğu Asya, Jawa'da 5 tür, *Mus* cinsi Avrupa ve Asya'da 9 tür, *Nannomys* alt cinsi Afrika'da 19 tür ve *Pyromys* alt cinsi Güney ve Güneydoğu Asya'da 5 tür ile temsil edilmektedir (Çolak, 2002).

Mus L., 1758 cinsine ait dünyada 38 tür yaşamaktadır (Çolak, 2002, Krystufek ve Vohralik, 2009). Simret (2010) ise bu cinse ait 20 tür olduğunu belirtmiştir.

Farelerin kendilerine özgü morfolojileri *Mus* cinsi sistematığının yakın zamana kadar oldukça karışık bir halde kalmasına sebep olmuştur ancak geniş coğrafik çeşitliliğe sahip olmaları sistematiklerinin nasıl düzenlenmesi gerektiğinin çözümünden çok daha erken bir zamanda kabul edilmiştir. Bu arada kendisiyle yakından ilgili taksonlarla 133' den fazla sayıda formu

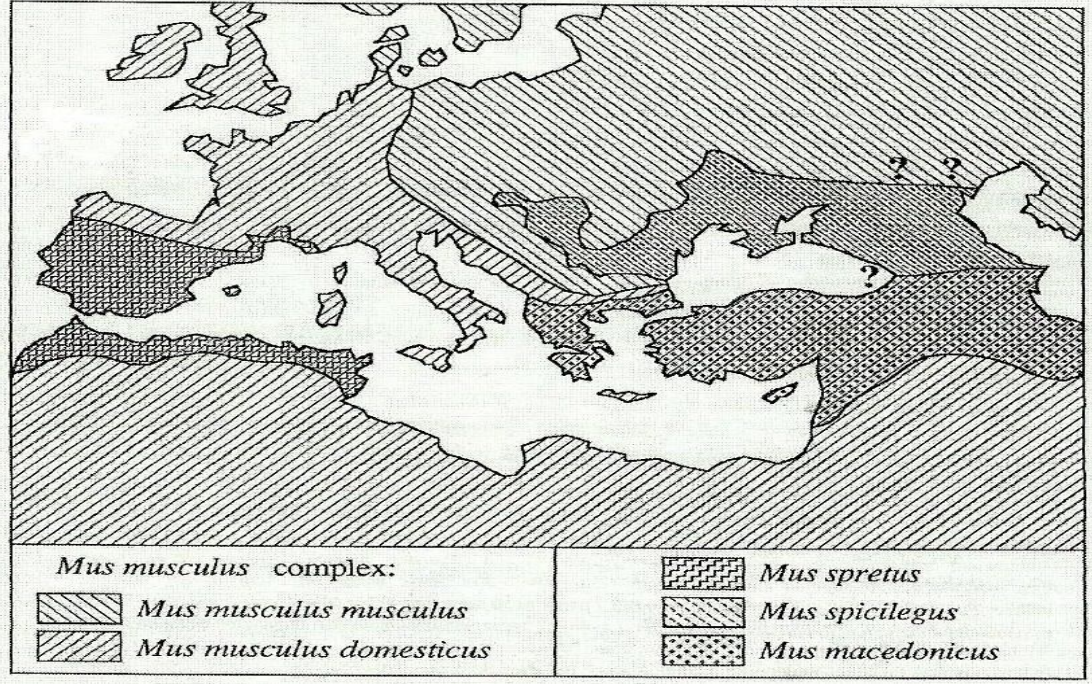
isimlendirilmiştir. Bu türün daha önceki ekolojik ırkları, alttür ve tür dizilimleri yazarlara bağlı olarak belirtilmiştir. Daha yakın zamanda biyokimyasal ve moleküler teknikleri gelişmesi ile birlikte ortaya çıkan biyolojik tür kavramının uygulanması ile Avrupa ve Yakın Doğu' da takson sayısını beşe düşmüştür. Bu durum ile araştırmacılar arasındaki tartışmalar Latince isimleri ve ev faresinin taksonomik durumu ile ilgili olarak kalmıştır (tür, semispecies ve alttür). Müze tip örneklerini tespit etmek için çeşitli kurum ve kuruluşların biyokimyasal karakterizasyonu sonrası daha dikkatli morfolojik analizler ile değişkenli anahtar formülasyonu ortadan kaldırılmıştır. Alan ve müze bilgileri gibi koleksiyonlar ile net bir resim ortaya çıkarılmıştır (Boursset ve ark., 1993). Auffray ve ark. (1990) günümüzde ve bundan sonrada kullanılması muhtemel olan sistematik bir görüş ortaya çıkarmışlardır. Araştırmacı çalışmasında *Mus* cinsinin ve özellikle *Mus musculus*' un biyolojik evrimi çalışmak için oldukça iyi bir model olduğunu belirtmiş ve Batı Avrasya ve Kuzey Afrika da tür ve alttürlerin sistematik durumunun açık şekilde belirlendiğini söylemiştir. Buna karşılık tüm türlerin sistematigi henüz ortaya çıkarılmadığının altını çizmiştir (Auffray ve ark., 1990). Oluşturduğu sistematik düzene göre Avrasya' da ve Kuzey Afrika' da 4 fare türü bulunmaktadır. Bunlardan 3 tanesi insanlardan ayrı yaşamaktadır. *M. spretus*, *M. spicilegus*, *M. macedonicus*. 4. tür ise kommensaldir (*Mus musculus*) ve 2 alttüre ayrılır: Uzun kuyruklu ev faresi *Mus musculus domesticus* (Akdeniz alanının çevresi ve Batı Avrupa), kısa kuyruklu ev faresi *Mus musculus musculus* (Kuzey ve Avrasya kıtası) şeklindedir (Auffray ve ark., 1990).

Boursset ve ark. (1993) *Mus musculus* türünü gerçek ev faresi olarak kabul etmekte ve *Mus spretus*, *Mus macedonicus* ve *Mus spicilegus* türlerinin bu türün monotipiği olarak düşünmektedir. Ayrıca *Mus musculus* türünün 4 alt türü olduğunu ifade etmişlerdir: Bunlar *Mus musculus musculus*, *Mus musculus domesticus*, *Mus musculus casteneus* ve *Mus musculus bactrianus*.

Başka bir çalışmada ise Avrupa *Mus*' larının geçmişte tek bir tür altında, *Mus musculus*' un alttürleri olarak kaydedildiği belirtilmiş ve daha sonraları bu durumun değiştiği ve Batı Paleartik bölgede *Mus* cinsinin 5 ayrı tür (*M. spretus*, *M. spicilegus*, *M. macedonicus*, *M. musculus*, *M. domesticus*) ile temsil edildiğini söylemiştir (Çolak, 2002).

Schwarz ve Schwartz (1943) ve Ellerman ve Morrison - Scott (1951) *Mus musculus* L., 1758 türünün Türkiye'de yayılış gösterdiğini kaydederek dünyada bu türün 15 alttüre sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre bu alttürlerden 6 tanesi; *Mus musculus musculus* L., 1758; *Mus musculus domesticus* Ruddy, 1772; *Mus musculus praetextus* Brants, 1827; *Mus musculus brevisrostris* Waterhouse, 1837; *Mus musculus wagneri* Eversmann, 1848; *Mus musculus spicilegus* Petenyi, 1882; Türkiye'ye komşu ülkelerde yaşamaktadır. Ayrıca yine Petrov ve Ruzic 1983 yılında Yugoslavya'da tanımlanan *Mus macedonicus*' un Türkiye'de de yayılış gösterdiğini kayıt etmiştir. Boursot ve ark. (1993) *M. macedonicus*'un *M. musculus domesticus*' la aynı alanda yaşadığını, ayrıca bu türle sibling olan *M. spicilegus*' un Bulgaristan'da yayılış gösterdiğini belirtmişlerdir (Çolak, 2002).

Mursaloğlu (1978) Türkiye'den topladığı örnekleri inceleyerek Türkiye'de *M. musculus* türünün ve bu türe ait *M. m. domesticus*, *M. m. brevisrostris*, *M. m. praetextus*, *M. m. wagneri* ve *M. m. vignaudi* alttürlerinin yayılış gösterdiğini belirtmiştir .

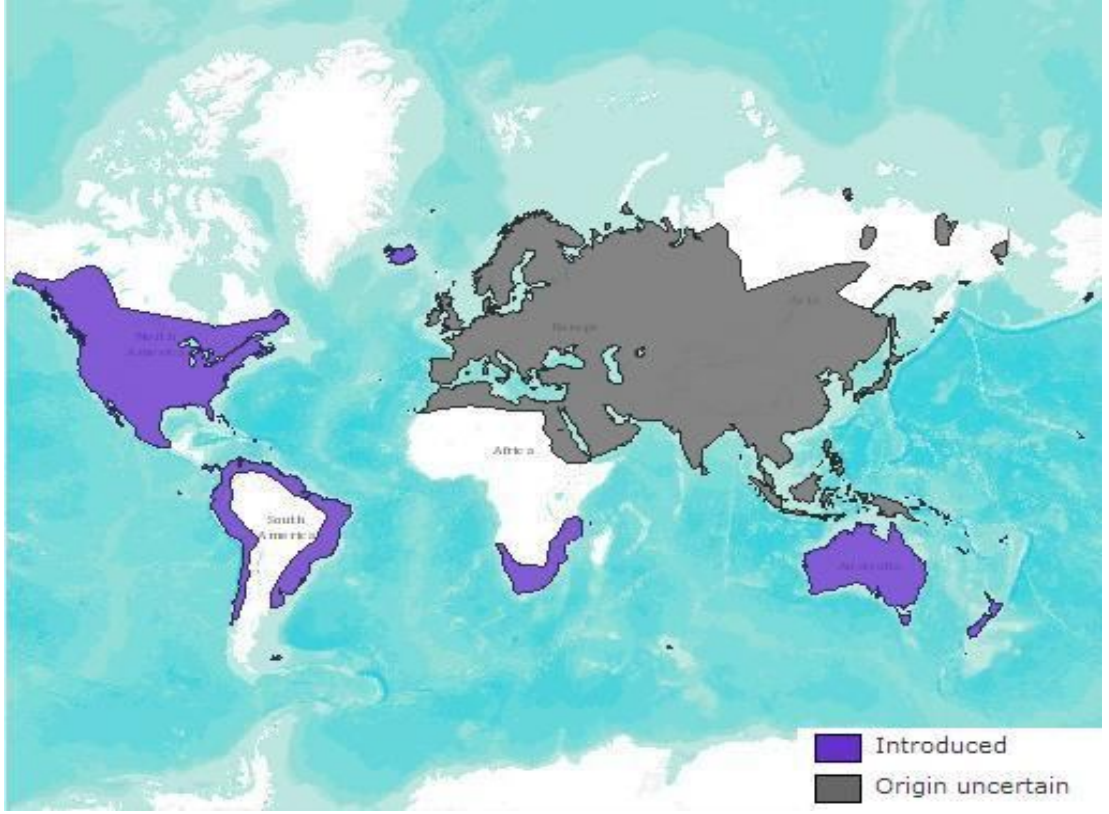


Şekil 2.1. *Mus musculus* alttürleri ve *Mus spretus*, *Mus spicilegus* ve *M. macedonicus* türlerinin Palearktik bölgede yayılışları (Hauffe ve ark. 1993'e göre)

2.5. *Mus musculus* Linnaeus, 1758, Syst. Not. 10th ed. 1: 62

Tip yeri: Upsala, İsviçre

Mus musculus Palearktik bir tür olmasına rağmen insanlar ile yakın ilişkisi sonucu: Antartika hariç Kuzey-Güney Amerika, Sahraaltı Afrika, Avustralya ve pek çok okyanus adaları üzerinde yaygın olarak bulunmaktadır (IUCN, 2013).



Şekil 2.2. *Mus musculus* türünün yayılışı (IUCN, 2013)

Bu türün doğal alanı olarak görülen yerler: Afganistan, Arnavutluk, Cezayir, Andorra, Ermenistan, Avusturya, Azerbaycan, Bahreyn, Belarus, Belçika, Bosna Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Mısır, Eritre, Estonya, Faroe Adaları, Finlandiya, Fransa, Gürcistan, Almanya, Cebelitarık, Yunanistan, Vatikan, Macaristan, İzlanda, Hindistan, İran, Irak, İrlanda, İsrail, İtalya, Japonya, Ürdün, Kazakistan, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti, Kore Cumhuriyeti, Kırgızistan, Letonya, Lübnan, Libya, Litvanya, Lüksemburg, Makedonya, eski Yugoslav Cumhuriyeti, Malta, Moldova, Monako, Moğolistan, Karadağ, Fas, Nepal, Hollanda, Norveç, Umman, Pakistan, Filistin, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya Federasyonu, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre, Suriye, Tacikistan, Tunus, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna, Birleşik Arap Emirlikleri, Birleşik Krallık; Özbekistan, Yemen' dir.

Bu bölgeler dışında kayıt edilen yerler: Arjantin, Avustralya, Bolivya, Brezilya, Brunei Sultanlığı, Kamboçya, Kanada; Şili, Kolombiya, Kıbrıs, Ekvador, Guernsey, Endonezya, Man Adası, Jersey, Lao Demokratik Halk Cumhuriyeti, Malezya, Myanmar, Yeni Zelanda, Papua yeni Gine, Peru, Filipinler, Singapur, Güney Afrika, Tayvan, Çin, Tayland, Amerika Birleşik Devletleri, Uruguay, Venezuela, Vietnam' dır (IUCN, 2013).

Ev fareleri genellikle ortakçdırlar ve evler, çiftlikler, diğer bina tipleri, kömür madenleri ve et mağazaları dahil olmak üzere çok sayıda habitatları mevcuttur. Bazen yabancı alanlarda; tarıma uygun topraklar, mera, kıyı kum tepeleri, sazlık, yol kenarları gibi yerlerde de populasyonları vardır. Bazı araştırmacılara göre ev faresi orman ve çöllerde yaşabilmektedir (IUCN, 2013).

Tercih edilen durumlarda (Ör. Akdeniz bölgesinde) arazi koşullarına dönebilir ve birçok ada populasyonu gibi insanlardan bağımsız yaşayabilir (Macdonald ve ark., 1993).

Kommensal olanlar arazi populasyonlarından daha büyüktür ve yuva kazma ya da besin depolamaya daha az meyillidir (Macdonald ve ark., 1993).

Üst ön dişlere yandan bakıldığında aşınma yüzeyi üzerinde belirgin bir çentik olduğu belirtilmektedir (Corbet ve ark., 1977). Macdonald ve ark., (1993) diş formülünü $1/1, 0/0, 0/0, 3/3 = 16$ olarak belirtmiştir.

Mus musculus türünün birbirleriyle kesiştikleri yerde hibrid zon oluşturan iki formu bulunmaktadır:

1. Batı ve Akdeniz formu *Mus musculus domesticus*: Dorsalde koyu kahverengimsi gri ventralde daha açık renktedir. 2 renk arasında kesin bir ayırım çizgisi yoktur. Yakın Doğu ve Afrika' da beden küçük ve dorsalde kürk açık renge sahiptir. Ventralde ise kürk neredeyse beyazdır. Kuyruk baş beden uzunluğuna eşittir.
2. Doğu ve Kuzey formu *Mus musculus musculus*: Dorsalde daha gridir ve ventral daha soluk renklidir. Kuyruk baş beden uzunluğundan küçüktür (Aulognier ve ark., 2008).

2.6. *Mus musculus domesticus* Shwarz & Shwartz, 1943

Mus musculus domesticus Batı Avrupa, Kuzey Afrika ve Akdeniz ev faresidir (Boursset ve ark., 1993).

Mus domesticus Güney batı Asya' dan köken almıştır fakat günümüzde neredeyse kozmopolit bir yayılış göstermektedir. Türkiye ve Kıbrıs da yaygın olarak bulunan tür, Bozcaada ve Gökçeada da ayrıca çok sayıda Akdeniz adasında da bulunmaktadır (Kryštufek ve Vohralik., 2009).

Ekolojik açıdan bakıldığında *M. m. domesticus* nüfusu 'yabani' ve 'kommensal' olarak ayrılmakta, bu isimlendirmenin yanı sıra 'açık' ve 'kapalı' olarak da adlandırılmaktadır. Bu çift modeli tercihleri en azından kısmen iklim nedeniyle meydana gelmiştir; Akdeniz populasyonları ekolojik tercihlerinde farklı modeller gösterirken, karasal alanlarda yaşayan nüfus öncelikli olarak ortakçılık göstermektedir (Castiglia ve ark., 2005).

İnsanlarla aynı habitatı paylaşması, batı ev faresinin batıya doğru ilerlemesine neden olmuştur. Yayılışının en kuzeyi Avrupa' nın kuzey bölgesidir ve *Mus musculus domesticus*' un küçük okyanus adaları dışındaki tüm kışlık alanları kesinlikle ev gibi yerleşim yerleridir (Boursset ve ark., 1993).

Batı ev faresi evler, çiftlikler, ticari kuruluşlar, açık alanlar, tarım arazileri ve bunların çevresinde yaşamaktadır. Zaman zaman iklimi ılıman özellikte olan yerlerde insanlardan uzakta yaşayan populasyonlarda bulunabilmektedir. Soğuk havası olan bölgelerde sonbaharda yiyecek ve barınak ihtiyacından dolayı insanların bulunduğu yerlere doğru gitmektedirler (Timm ve ark., 1994)

İnsanlarla birlikte yaşayan populasyonlarda hurma, tahıl, çimen, kök sebzeleri, meyve, fıstık, tohum ve çöp besinini oluşturmaktadır (Kryštufek ve Vohralik, 2009).

2.6.1. Kürk Rengi

Batı ev faresi (*Mus musculus domesticus*) kürk renginde önemli varyasyonlar vardır (Çolak ve ark., 2006, Kryštufek ve Vohralik., 2009). Aulognier ve ark. (2008) *M. m. domesticus*' un rengini dorsalde koyu kahverengimsi gri ventralde daha açık renk olarak tarif etmiştir. Başka bir çalışmada ise kürk rengi açık kumlu sarı karın beyaz (bazı çöl formlarında; *praetextus* gibi)' dan tek tip koyu kahverengiye kadar değişmektedir (bazı genel formlarda; *poschivinus* gibi) (Bourset ve ark., 1993). Türkiye' de bu türle ilgili araştırma yapan araştırmacılarından; Demirsoy 1997, Sırt bölgesinin karın kısmına göre daha açık olduğunu ifade etmiştir. Kryštufek ve Vohralik (2009) kürk renginin dorsal açıdan siyah ile koyu kahverengi arasında değişkenlik gösterdiğini ve yanlara doğru renginin daha açık olduğunu ayrıca koyu örneklerde sırtın siyahımsı kahverengi, yanların devetüyü renkte, karın kısmının ise tabanlardaki kıllar - barut grisi ya da devetüyü - gri rengi olarak belirtmiştir. Çolak ve ark. (2006) Karadeniz sahillerindeki batı ev faresinin sürekli koyu ve Orta Anadolu' da kinin ise daha soluk olduğunu çalışmalarında ifade etmişlerdir. Renk geçişinde sırt kısmı ve karın kısmı arasında kesin bir ayrım çizgisi yoktur (Demirsoy, 1997, Aulognier ve ark., 2008, Kryštufek ve Vohralik, 2009).

2.6.2. Ayırıcı Özellikleri

Ev faresinin uzun bir kuyruğu bulunmaktadır [Kuyruk / (Baş + Vücut) \geq 1] (Bourset ve ark., 1993, Aulognier ve ark., 2008, Kryštufek ve Vohralik, 2009). Fakat bu özellik bireysel ve coğrafik olarak değişmektedir (Kryštufek ve Vohralik., 2009). Kuyrukları oldukça kalındır (Bourset ve ark., 1993). Kuyruğun dorsali, bazı türlerde koyu kahverengi ve ventrali daha açık bir renktir (Demirsoy ve ark., 2006). Ayrıca kommensal populasyonlar da simpatrik yaşayan fakat kommensal olmayan populasyonlara nazaran daha uzun kuyruklu bireylere sahiptir (Kryštufek ve Vohralik., 2009).

Mus musculus türünün ayırt edilmesinde önemli rolü olan çentikli diş yapısı bu alttürde daha belirgin olarak görülmektedir (Darvish, 2008).

2.6.3. Kafatası Özellikleri

Genel olarak tipik bir murin kafatasına sahiptir. Rostral kısım nispeten kısa ve geniştir. Zygomatic yaylar orta derecede genişlemiştir. Kafatası kısa oval ve geniştir. Dorsal profil baştan sona konvektir. İnterorbital bölge geniş ve düzdür. İnterperietal geniştir. Pterygoidler zayıftır, mesapterygoid fosse ise dardır. Bullae oldukça ufaktır. Altçene belirtili bir özellik göstermez ve *Apodemus*' dan daha güçlü bir yapıya sahiptir (Kryštufek ve Vohralik, 2009)

Zygomatik indeks (ZI) *Mus* türleri arasında ayırt edici özelliktedir. Türkiye' de *Mus domesticus* (*M. m. domesticus*) kuzey – batı populasyonlarının ZI (0.25 – 0.46) ve $T \times 100 / HB$ (0.73 – 1.0) olarak bildirilmiştir (Demirsoy ve ark., 2006).

2.7. Kromozom Yapısı

Hücre çekirdeğinde bulunan ve içerisinde proteinlere sarılı DNA zincirleri taşıyan yapılara **kromozom** denmektedir. Kromozom sözcüğü 19. yüzyılda ortaya çıkmıştır ve renkli parçacık anlamını taşımaktadır. Bu dönemde biyologlar hücreleri mikroskop altında incelerken, hücre yapılarının daha görünür hale gelmesi için preparatlara çeşitli boyar maddeler eklemiştir. Bu deneylerin sonucunda kromozomları renklendirmeyi başarmışlardır (Fischer, 2005). Kromozomlar hücre döngüsünün önemli bir bölümünde (interfaz) az yoğun durumda bulunurlar ve ışık mikroskobu ile görülemezler. Ancak hücrenin bölünmesi (mitoz) sürecinde yoğunlaşarak mikroskopta koyu renkli cisimler şeklinde görülmektedir. En uygun görüntüleme metafaz aşamasında sağlanır (Çırakoğlu, 2002).

Kromozomlar, **sentromer** adı verilen yapı ile iki kola bölünmektedir. Bu yapı memeli kromozomlar üzerinde birincil boğum olarak da adlandırılmaktadır (Bickmore, 2001). Sentromer ile ikiye ayrılan kollardan üst tarafta olan kola “p” kolu (kısa kol), alt kısımda kalan kısma “q” kolu (uzun kol) denmektedir (Şenel, 2011).

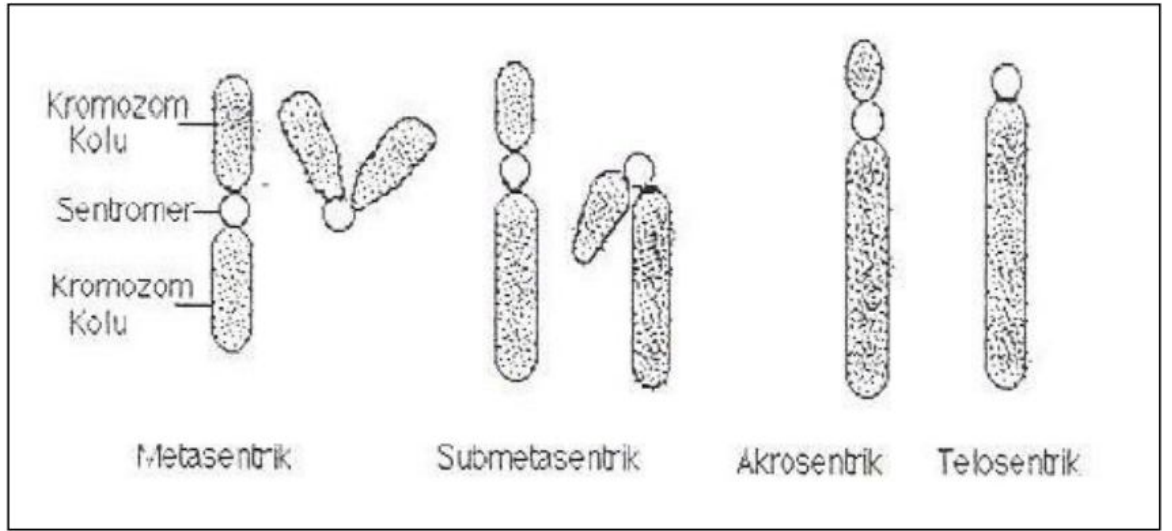
Sentromerin kromozomdaki yerine göre kromozomlar 4' e ayrılmaktadır:

Metasentrik kromozom: Sentromer kromozomun hemen hemen tam ortasında bulunmaktadır. Kromozom kolları birbirine eşit olarak görülmektedir.

Submetasentrik kromozom: Sentromer kromozomun tam ortasında değildir. Bu yüzden kollardan biri kısa diğeri uzun olarak görülmektedir.

Akrosentrik kromozom: Sentromer bir uca daha yakındır.

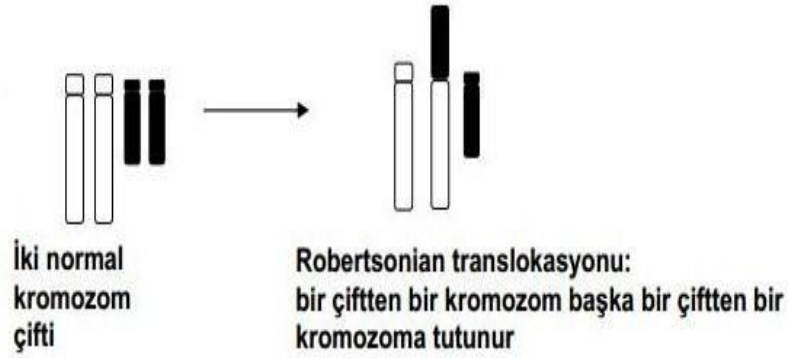
Telosentrik kromozom: Sentromerin en uç kısımda olduğu kromozomlar bu isimle ifade edilmektedir (Rencüzoğulları, 2010).



Şekil 2.3. Kromozom çeşitleri (Aksoy, 1998' e göre)

2.7.1. Robertsonyan Füzyonu

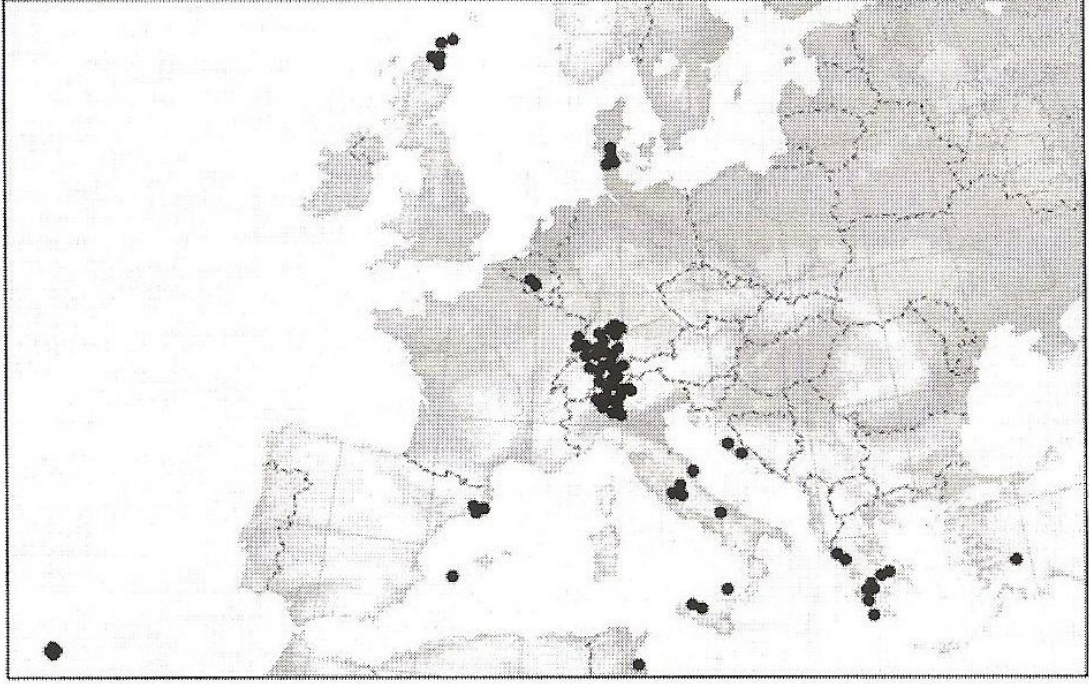
Memelilerde tür içi karyotipik varyasyon genellikle akrosentrik kromozomların sentromerik füzyonu ile olmaktadır. Bunlara **Robertsonyan yeniden düzenlemeleri** (Rb füzyonu) denmektedir. Bunlar bir populasyon içinde polimorfik olmaktadır. Fakat daha sıklıkla formlar veya ırklar olarak coğrafik lokalize olmuş türlerde bulunmaktadır (Hauffe ve ark., 1993).



Şekil 2.4. Robertsonyan yeniden düzenlemeleri (Rb füzyonu) (Anonim., 2005)

Türleşmenin nasıl olduğunu anlamak için, üreme izolasyonuna neden olan türler arasındaki genetik farklılıkları anlamaya ihtiyacımız vardır. Çok yakın akraba türler kromozom sayıları bakımından farklılık göstermektedir: Robertsonyan translokasyonlar (Rb) (iki akrosentrik kromozomun bir metasentrik yapması ve ya bir metasentriğin parçalanıp iki akrosentriğe ayrılması) diploid sayıda değişkenlik yapar. Bu mutasyonlar türleşmenin bir süreci olarak bilinmektedir (Hauffe ve ark., 1998).

Kromozomal ırklar sıklıkla hibrid zonlar oluşturmaktadır. Ayrıca kromozomal evrim çok hızlı gerçekleşmektedir. Yakın zamanda yapılan moleküler veriler, Rb kromozomlarının büyük birikiminin geçmiş 10000 yılda gerçekleştiğini belirtmektedir. Günümüzde Rb ırkları birbirinden bağımsız şekilde evrimleşmektedir (Nachman ve Scarle, 1995)



Şekil 2.5. Rb ırklarının Palearktik bölgede yayılışı(Piálek ve ark., 2005' e göre)

Rb farklılaşmasına bağlı politipi farklı hayvanlarda da meydana gelebilir. Özellikle ufak memelilerde (sivri burunlu fare, dikenli fare, kör fareler) daha sık rastlanmaktadır. Buna en güzel örnek batı ev faresi *Mus musculus domesticus* verilmektedir (Hauffe ve ark., 1998).

Gropp ve ark. (1969) ev faresinde ilk kez robertsoniyen füzyonunu bulan araştırmacılar. Bunun sonucunda türün yeni bir varyetesi olan *Mus poschiavinus* tespit edilmiştir. Bunlara 'tobacco mice' (tütün faresi) denmektedir. Daha sonra bu tür *Mus musculus domesticus'* un karyotip bir ırkı olarak kabul edilmiştir. Farklı olarak görülmesinin nedeni 8 çift füzyon bulunması ve diploid sayısının $2n = 26$ olmasıdır (Hauffe ve ark., 1993).

Şu anda Rb füzyonunun başlangıç noktasının neresi olduğu bilinmemektedir. Batı ev faresinin türediğine inanılan Orta Doğu' nun başlangıç olma durumu şu an için geçerlilik göstermemektedir. Bu füzyon farklı coğrafik bölgelerden çıkmış ve gemiler yardımı ile farklı yerlere taşınmış olabilir (Tichy ve ark., 1987).

2.8. Karyoloji

Kromozomların türe özgü şekil ve sayılarını ortaya çıkaran işleme **karyotip** denir. Karyotip hazırlanırken sentromerin lokalizasyonu önemli bir kriter olarak belirtilmektedir. Bir türe ait fertlerin karyotipleri incelenerek sayı, şekil, büyüklük farklılıkları, kopma, kırılma gibi önemli bulgular belirlenerek söz konusu bireylerdeki fenotipik varyasyonların nedeni bulunmaya çalışılmaktadır (Aksoy, 1998).

1960' ların sonlarına doğru kromozomların belli bölgelerinin çeşitli boyalar ve yöntemlerle boyanması ile kromozomlar bantlama özelliklerine göre de ayırt edilebilir duruma gelmiştir (Çırakoğlu, 2002).

Kromozomlarda, en yaygın bantlama çeşitleri; G-, R-, C- ve Q-, Ag- NOR bantlamadır (Bickmore, 2001).

G-, Q- ve R- bantlama çalışmaları benzer bantlama örneği gösteren kromozomal bölgeleri sayesinde araştırmacıların ortak atayı tespit edebilmelerini sağlamıştır. Örneğin, Sciuridler' in Rodentia' nın tahmin edilen atasal karyotipine benzer karyotipe sahip olduğu belirlenmiştir (Romanenko ve ark., 2011).

G- Bantlama: Giemsa boyasının kullanıldığı en iyi boyama tekniği olarak görülmektedir. Bantlamanın olduğu bölgelerin adenin ve timin bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir (Karol ve ark., 1992).

C- Bantlama: C- bantlama türlerin kromozomların sentromelerini belirtir ve buralar heterokromatin bölgelerini temsil eder. Bu heterokromatin bölgeleri yoğun A-T ve G-C bölgelerinden ve kendini sürekli tekrarlayan DNA' dan oluşmaktadır (Fernández ve ark., 2002).

R- Bantlama: Bu bantlama tekniği ile Q- ve G- bantlama tekniklerinde elde edilen bantların tersi bantlama meydana gelmektedir (Karol ve ark., 1992). Genel olarak DNA' da R- bantlama G- bantlamadan daha önce çoğaltılmaktadır (Bickmore, 2001).

AgNO₃ Bantlama (Gümüş nitrat) : Nükleolar organize bölgeler (NOR), ribozomal RNA (rDNA) için gerekli olan genlerin mevcut 100-200 kopyasından oluşan kısımlardır (Ramalhinho ve ark., 2004). Bu bantlama kromozomlar üzerindeki Nükleolus Organize Edici Bölgeleri belirtmek için kullanılan bir boyama tekniğidir (Suzuki ve ark., 1990).

Kromozom üzerinde belli bölgelerin boyasının daha yoğun olması yapılan bantlama için durumun pozitif olduğunu göstermektedir; az boyanan kısımları negatif olarak ifade edilmektedir. Bantlama siyah beyaz renklerinin arasındaki gibi büyük ayrımlar ile olmamaktadır; boyanın kromozom üzerinde farklı yoğunluklarda görülmesi ile olmaktadır (Bickmore, 2001).

Dünyada var olan herhangi bir tür, kromozom sayıları bulunarak karakterize edilebilmektedir (Fischer,2005). Buna ek olarak türlerin evriminde kromozom değişikliklerinin önemli yeri bulunmaktadır. Bir çok araştırmacı ani bir kromozomal evrimin morfolojik evrimle ilişkili olduğunu ve türleşmeyi kolaylaştırdığını kabul etmektedir (De Carvalho ve ark. 2004).

Karşılaştırmalı sitogenetik, kromozomların farklı boyama tekniklerinin gelişimi ile büyük ölçüde ilerlemiştir. Birkaç taksonda bulunan ilkel bir karyotipten Rb ile farklılaşan kromozomlar, taksonları birbirinden ayırmada ayırt edici özellik gibi kullanılmaktadır (Popescu ve ark., 2000).

2.9. *Mus musculus* Türü ve Alttürleri İle Yapılan Kromozomal Çalışmalar

Kemiricilerin karyotipleri başlangıçta standart sitogenetik ile yapılmakta idi. Bu durum sadece kromozom sayısı ve morfolojisi hakkında bilgi sahibi olmamıza yardımcı olmaktadır. Kemiricilerin diploid kromozom sayısında büyük varyasyonlar tespit edilmiştir ($2n = 10$, $2n = 102$), bazı türlerde ise B kromozomları bulunmaktadır. Kromozom bantlamanın gelişiminden önce Motshey (1972) çok sayıda kemirici grubu incelemiş ve kromozom polimorfizmi ile farklı eşey kromozom sistemlerinin sayısız çeşidini tanımlamıştır (Romanenko ve ark., 2011).

Mus musculus domesticus' un bir özelliği de kromozomal değişimleridir. Kromozomal değişimlerin rolü ve etkisi evrimsel görüşlerin gelişimiyle hemen hemen aynı zamana denk gelmektedir (Barry ve ark., 2005).

Batı ev faresi' nin karyotipinde X ve Y kromozomları dahil 40 akrosentrik kromozom bulunmaktadır. Buna rağmen Avrupa ve Kuzey Afrika 'nın bazı bölgelerinde kromozom sayısı farklı ve metasentrik kromozomları bulunan bireyler kayıt edilmiştir (Gündüz ve ark., 2000).

Batı ev faresi kromozomlarında görülen kromozomal çeşitliliğin sebebi Robertsonyan füzyonudur. Metasentrik kromozomlar şu ana kadar en az 22 kromozom (9 çift metasentrik kromozom) ile karakterize edilebilmiştir ($2n=40$ ve $2n= 22$ arasında da Rb ırkları mevcuttur). Bu türün otozomal kromozomlarından 19. kromozom hariç hepsi bir veya birkaç defa Rb füzyonu göstermiştir. Robertsonyan translokasyonların *Mus domesticus*' da bulunması ve bu özelliğinin *M. musculus* tan farklılık göstermesi şaşırtıcı bir özellik olarak görülmektedir. Bu kromozomal ırklar, başlangıç aşamasında olan (dolayısıyla allopatrik olmayan) türleşmeyi desteklemiştir (Barry ve ark., 2005).

Bu ırkların evrimsel önemi onların teşhis edilmelerinden beri tartışma konusu olmuştur (Castiglia ve ark., 2005).Bu kromozomal ırklar, Rb füzyonlarının fertilité üzerine etkileri ve kromozomal türleşme süreçleri ile ilgili önemli tartışmalar yaratmıştır. Rb füzyonu ile ilgili sonuçların, bu populasyonların daha çok kökenleri nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Fosil kayıtlar doğru ise, Rb sürecinin ev faresinin Avrupa kolonizasyonun organizasyonu doğrultusunda yani en erken 4000-5000 yıl önce olduğu söylenmektedir (Boursset ve ark., 1993). Rb ırklarının monofiletik kökeni ve moleküler analizlerine bakıldığında kromozomal değişimlerin meydana gelmesi için en az 1000 yılın gerektiği belirtilmiştir (Ramalhinho ve ark., 2004).

Mus musculus ve *Mus domesticus* arasında bir zıtlık vardır. Bu kardeş taksonlar (bazıları tarafından alttür larak kabul edilmektedir) aynı standart karyotipe sahiptir, benzer ekolojik nişleri paylaşmaktadır. Benzer yaşam hikayeleri mevcuttur ve hem doğada hemde labda hibridize olurlar. Rb, *M. domesticus*' da yaygın olmasına karşılık *M. musculus*' da açık bir şekilde eksiktir (Nachman ve Scarle, 1995)

Robertsonyan ırklarına rağmen *Mus musculus domesticus* türünde genel farklılıklar görülmemiştir (Muñoz-Muñoz ve ark., 2003).

Batı ev faresindeki Robertsonyan kromozomal polimorfizmi sadece Avrasya kıtasında görülmektedir, Kuzey ve Güney Amerika' da metasentrik kromozomlu farelere rastlanmamıştır. Buna karşılık Robinson (1978) Antartika' da yayılış gösteren yabani farede bir tane Robertsonyan varyasyonu kaydetmiştir. Avrasya kıtasının büyük bir kısmı *Mus musculus* ile dolu olmasına rağmen, bu tür Robertsonyan varyasyonu göstermemiştir (Tichy ve ark., 1987).

Türkiye' de *Mus musculus domesticus* ve *M. macedonicus* 'un karyotipi Gündüz ve ark. (2000) tarafından tanımlanmıştır. Araştırmacılar ile Denizli ilinde Rb füzyonlu iki adet kromozoma sahip Rb ırkı olduğunu kayıt etmişlerdir.

Zima ve Kral (1984) *Mus musculus* için Avrupa' dan, Giagia ve ark. (1987) *Mus musculus domesticus* için Yunanistan' dan, Zima ve Macholan (1989) *Mus musculus musculus* ve *Mus musculus domesticus* için Avrupa' dan, Bulavota ve ark. (1991) *Mus musculus* ve *Mus macedonicus* için Azerbaycan' dan ve Ivonitskaya ve ark. (1996) *Mus macedonicus* için İsrail' den kromozom sayısını $2n=40$ olarak bildirmişlerdir (Gözcelioğlu, ve ark., 2005).Kromozomlarının hepsi (Rb ırkları dışında) akrosentriktir. X büyük akrosentrik ve Y küçük akrosentriktir (Corbet ve ark., 1977, Demirsoy ve ark., 2006, Todehdeghan ve ark., 2011).

Çeşitli *Mus* (*M. musculus*, *M. musculus molossinus* ve *M. cervicolor* de dahil) türlerinin kromozom uzunluğu boyunca bantlama desenleri tek bir farenin karyotipi ile hazırlandığında birbirine benzer olabilir. Ancak, belirli kromozom sentromerik bölgelerinin görünümündeki farklılıklar bu farelerin kromozomlarını ayırt etmektedir. Standart boyama ile aynı görünen kromozomlar özellikle G-bantlama yapıldığında farklı görülebilmektedir (Dev ve ark., 1977). *Mus* alt cinsi kromozomal olarak klasik bir yapı gösterir; bütün türlerinde özdeş bir G- bant deseni bulunmaktadır (Boursset ve ark., 1993).

Mus cinsi üyelerinin sadece heterokromatin dağılımı, NOR ve Y kromozomu büyüklüğünde küçük değişiklikler görülmektedir (Boursset ve ark., 1993).

R-bantlama ile boyanan kromozomların heterokromatin bölgelerinin azlığı veya çokluğu da *Mus* türlerinin ayırt edilmesinde kullanılmaktadır (Bickmore, 2001).

Fernández ve ark., (2002)' nin yaptığı çalışmalarda bu türde bulunan heterokromatin bölgelerinin sentromer kısmında olduğunu belirtmiştir. C-bantlama yöntemi ile bu bölgeleri göstermişlerdir (Fernández ve ark., 2002).

Batı ev faresi gibi yabancı farelerde NOR bölgeleri kromozom 12,15,16,18 ve çeşitli doğal ırklarda 19 üzerinde lokalize olmuştur. Ancak, NOR bölgelerinin yerleri farklılık gösterebilmektedir (Ramalhinho ve ark., 2004).

Günümüzde, varyasyonlar içinde NOR bölgelerinin dağılımından sorumlu mekanizmalar ile ilgili hiçbir şey bilinmemektedir. Ev faresinin hücre döngüsü sırasında söz konusu yapıdaki rDNA genleri aynı anda etkin olmaz ve interfaz sırasında aktif olan genlere uygulanan gümüş nitrat yöntemi (AgNOR) ile aktif ribozomal genler ortaya çıkarılır. Bu hücresel değişikliğe rağmen AgNOR' un sayısı ve dağılımı genetik belirteçler olarak düşünülebilir. Ev faresinin dünya çapındaki tamamlanmamış izole gelişiminden dolayı genetik olarak heterojen olan bir karakterinin var olduğu belirtilmiştir. Bu yapılar hücrenin canlılığı için gerekli değildir. NOR taşıyıcı kromozomların farklılıkları laboratuvar suşları tarafından desteklenmektedir (Ramalhinho ve ark., 2004).

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de yayılış gösteren *Mus musculus* türünün kromozomal yapısını çeşitli bantlama teknikleri ile ortaya çıkarmaktır.

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma Samsun ili Vezirköprü ilçesi Bakla Köyü'nden elde edilen 5 erkek (♂♂) bireyin kromozom analizlerine dayanmaktadır. Örneklerin yakalanabilmesi için canlı kapanlar kullanıldı. Kapanlar ev faresinin olması muhtemel yerlere kuruldu (besin depo alanları, ev ve benzeri yerler). Örneklerin yakalanması için besin olarak taze ekme, peynir, fıstık gibi yağlı yiyecekler tercih edildi.



Şekil 3.1. Samsun ili Vezirköprü ilçesi haritası (Anonim., 2013)



Şekil 3.2. Samsun ili Vezirköprü ilçesi Bakla Köyü'nden elde edilen bir erkek (♂) *Mus musculus*

Yakalanan örnekler canlı olarak laboratuara getirildi. Deneyden iyi sonuç alınması için örnekler bir hafta boyunca laboratuarda beslenmiştir. Örneklerin karyotipi Patton (1969)' a göre hazırlanmıştır. Mikroskopta çekilen en iyi metafaz plak resimlerinden karyotipler hazırlanmıştır. Diploid kromozom sayısı (2n), temel kromozom sayısı (NF) ve otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) hesaplanmıştır. Bantlama çalışması sonrası çıkan sonuçlar ile daha önceden yapılan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Karyotip ve doldurulmuş müze örnekleri Kırıkkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi moleküler sistematik laboratuvarında saklanmaktadır.

3.1. KARYOTİP ÇALIŞMALARI

Canlı örneklerin karyotip analizlerinin yapılabilmesi için 'Colchicine Hypotonic Citrate' tekniği kullanılmıştır. Bu çalışmada bu teknikte bahsedilen tuzdan farklı olarak Potasyum klorür kullanılmıştır.

Karyotip hazırlamak için kullanılan teknik sırasıyla;

- İlk olarak hayvan eterle bayıltılır. Eterin fazla olmamasına dikkat edilir. Hayvan tartılır ve deri altına 100 gr' a 1 gr karşılık gelecek şekilde kolşisin enjekte edilir. Kolşisin hayvanın karın bölgesinden uygulanmalıdır.
- Hayvan 1-2 saat kolşisinin etki etmesi için bekletilir.
- 100 ml saf suya 0.52 gr olacak şekilde hazırlanan KCl 37°C' de bekletilir. Örneğin, tekrar bayıltılıp öldürülmesinden sonra seri bir şekilde femur kemikleri çıkarılır. Etüvde bekletilen hipotonik çözelti ile yıkanarak kemik iliği kemikten tüpe alınır.
- Kemik iliği solüsyonu 37°C' lik etüvde 30 dakika bekletilir.
- Solüsyonun etüve bekleme süresi sırasında hücrelerin sabitlenmesi için gerekli olan fiksatif hazırlanır (3 Methanol / 1 Asetik asit). Hazırlanan fiksatifin hava ile temasını engellemek için ağzı plastik bir kapak ile sıkıca kapatılır ve buzdolabında muhafaza edilir. Fiksatif taze hazırlanmalı ve şişeden iğne batırılarak enjektör yardımıyla çekilmelidir.
- Kemik iliği solüsyonu 1000 rpm' de 10 dakika santrifüj edilir ve süpernatant atılır.
- Dibe çökmüş hücrelerin üzerine fiksatif eklenir ve 30 dakika buzdolabında bekletilir. Bu sürenin sonunda aynı şekilde 3-4 kez santrifüj işlemi tekrarlanır ve KCl tamamen temizlenmiş olur. Son kalan işlem sonrasında tüpte kalan hücre tortusu ile preparasyon yapılır.
- Pastör pipeti yardımıyla belli bir açıyla yerleştirilen lam üzerine 20-30 santimetre yükseklikten hücre tortusu damlatılır ve yayma işlemi tamamlanmış olur.

- Preparatlar damlatma işlemi yapılırken ki konumlarında 1 gün boyunca bırakılarak kuruması sağlanır.
- 90 ml saf su ve 10 ml' lik Giemsa ile plaklar 5-10 dk arası boyanır.
- Hazırlanan preparatlardan kromozomları çakışmayan 10-15 metafaz plağın resmi çekilir. Bu kromozomların karyotipleri hazırlanır. Karyotip yardımı ile diploid (2n) kromozom sayısı, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa), temel kromozom kol sayısı (NF), akrosentrik (a), metasentrik (m), submetasentrik (sm), subtelosentrik (st), telosentrik (t) / akrosentrik (a) ve eşey kromozomları (XY) belirlenir.

3.2. BANTLAMA ÇALIŞMALARI

3.2.1. G- BANTLAMA TEKNİĞİ

Bu bantlama yöntemi için Seabright, (1971)' in metodu uygulanmıştır.

Bu metoda göre;

- İlk olarak 100 ml' lik fosfat tamponu hazırlanır. Fosfat tamponu hazırlamak için kimyasal olarak $\text{Na}_2 \text{HPO}_4$, KH_2PO_4 kullanılır. Bunlar 100 ml' lik distile su ile karıştırılır ve fosfat tamponu hazırlanmış olur.
- Hazırlanan fosfat tamponu içerisine 0,1 gr tripsin eklenir. Hazırlanan kimyasalın buzdolabında saklanması gerekir.
- Tripsin-fosfat tamponu ile muamele edilen preparatlar su ile yıkanır ve kuruması için beklenir.
- Preparatlar daha sonra Giemsa boyası ile 5 dk. boyanır ve kromozomlar üzerindeki bantlar görünür hale getirilir. Bantlamanın olduğu kısımlar daha koyu görünür.

3.2.2. C- BANTLAMA TEKNİĞİ

C- bantlama için Sumner, (1972)' in yöntemi kullanılmıştır.

Bu metoda göre;

- Preparat hafif bir alkali olan $Ba(OH)_2$ ile $50^{\circ}C$ ' de 10- 20 dakika muamele edilir.
- Bu işlemin ardından preparat tuz çözeltisinde ($2\times SSC$) $60^{\circ}C$ ' de 1 saat inkübasyonda bekletilir.
- C- bantlama için gerekli işlemlerden geçen preparat Giemsa boyası ile 30- 60 dk. arası boyanır.

3.2.3. R- BANTLAMA TEKNİĞİ

Bu bantlama, Hayes ve ark. (2000)' nin metodu kullanılmıştır:

- Na_2HPO_4 ' den 0.993 gr ve KH_2PO_4 ' den 0.91 gr alınır ve 100 ml' lik distile su içinde karıştırılarak solüsyon elde edilir.
- Hazırlanan kimyasal içinde preparat etüvde $70^{\circ}C$ ' de 15-20 dk. muamele edilir.
- Giemsa boyası ile 10 dk boyanan bantlar görünür hale getirilir.

3.2.4. NOR BANTLAMA TEKNİĞİ

Nükleolar organize bölgelerin kromozomlar üzerindeki yerini belirten bu bantlama yöntemi için Howell ve Black (1982)' in yöntemi kullanılmıştır. Diğer bantlamalardan farklı olarak bu yöntemde Giemsa boyası yerine $AgNO_3$ kullanılmaktadır:

- Kolloidal jel hazırlanır. 50 ml' lik distile su içine 1 gr jelatin ve $500 \mu l$ formik asit eklenir.
- 4 gr $AgNO_3$ içine $8000 \mu l$ distile su eklenir ve bantlama işleminin boyası hazırlanmış olur.
- Preparatlar üzerine Kolloidal ve $AgNO_3$ solüsyonu damlatılır ve $70^{\circ}C$ ' lik etüvde boya preparata işleyene kadar bekletilir.
- İşlem sonunda NOR bölgeleri noktacıklar halinde görünür.

4. BULGULAR

Kürk rengi: Elde edilen örneklerin kürk rengi hem sırt kısmında grimsi koyu kahverengidir, karın kısmında ise renk daha soluk ve çok az miktarda da olsa açık renklidir. Üst kısım ile alt kısmı birbirinden ayıran yan çizgi çok fazla belli olmamaktadır. Kolların uç kısmı beyazdır.



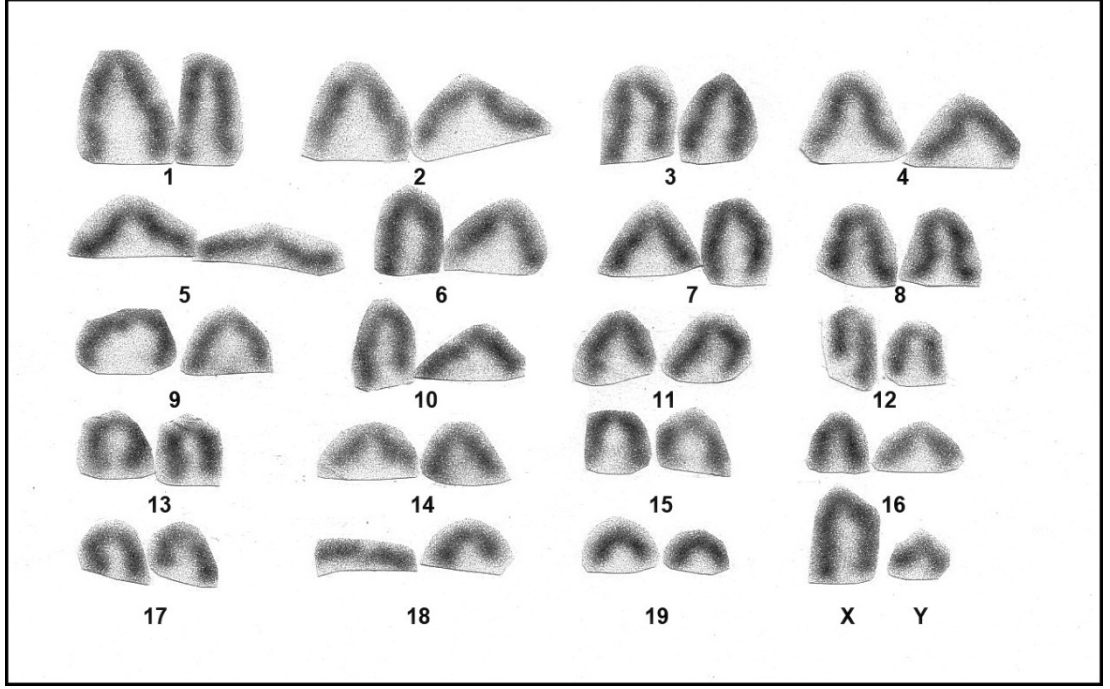
Şekil 4.1. Samsun ili Vezirköprü ilçesi Bakla Köyü'nden elde edilen bir erkek (♂) *Mus musculus domesticus* örneğinin kürk rengi

Ölçüler: Tüm boy uzunluğu = 163 mm, kuyruk uzunluğu 83 mm, ard ayak ölçüsü uzunluğu = 19 mm ve kulak ölçüsü uzunluğu ise = 15 mm olarak hesaplanmıştır. Vücut ağırlıkları ortalama olarak 19 gr' dır.

Diş morfolojisi incelendiğinde ön diş arkasında küçük bir çentik olduğu ve küçük azı dişinin diğer azı dişlerine göre küçük olduğu tespit edilmiştir. Diş formülü: 1/1 0/0 0/0 3/3 = 16 şeklindedir.

4.1.KARYOLOJİSİ

Diploid kromozom sayısı $2n=40$, $NF= 40$ ve $NFa = 38$ olarak tespit edilmiştir. Kromozom setinde 20 çift akrosentrik kromozom bulunmaktadır. X kromozomu büyük akrosentrik ve Y kromozomu küçük akrosentriktir.



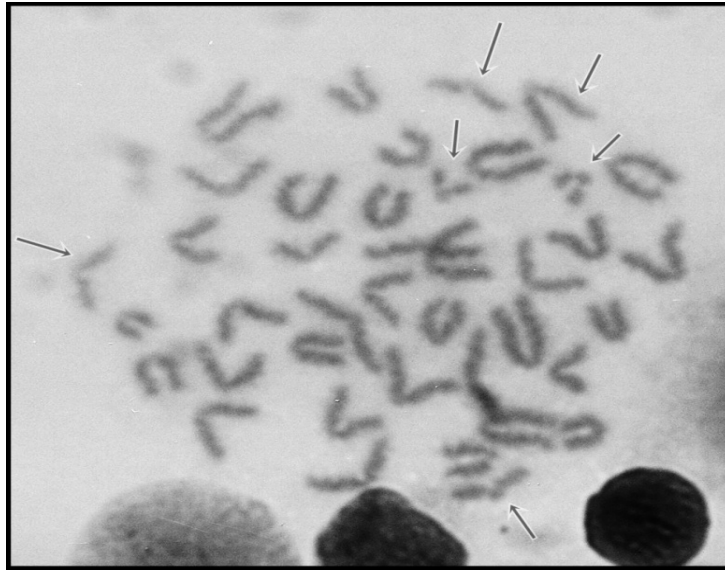
Şekil 4.2. *Mus musculus domesticus* türü erkek birey kromozom yapısı

Samsunda bulunan örneklerden birinde Robertsonyan füzyonu tespit edilmiştir. Füzyon yapan kromozomların 4 ve 5. çiftte bulunan 7 ve 9. kromozomlar olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. $2n=36$ olarak kaydedilen *Mus musculus domesticus* örneği

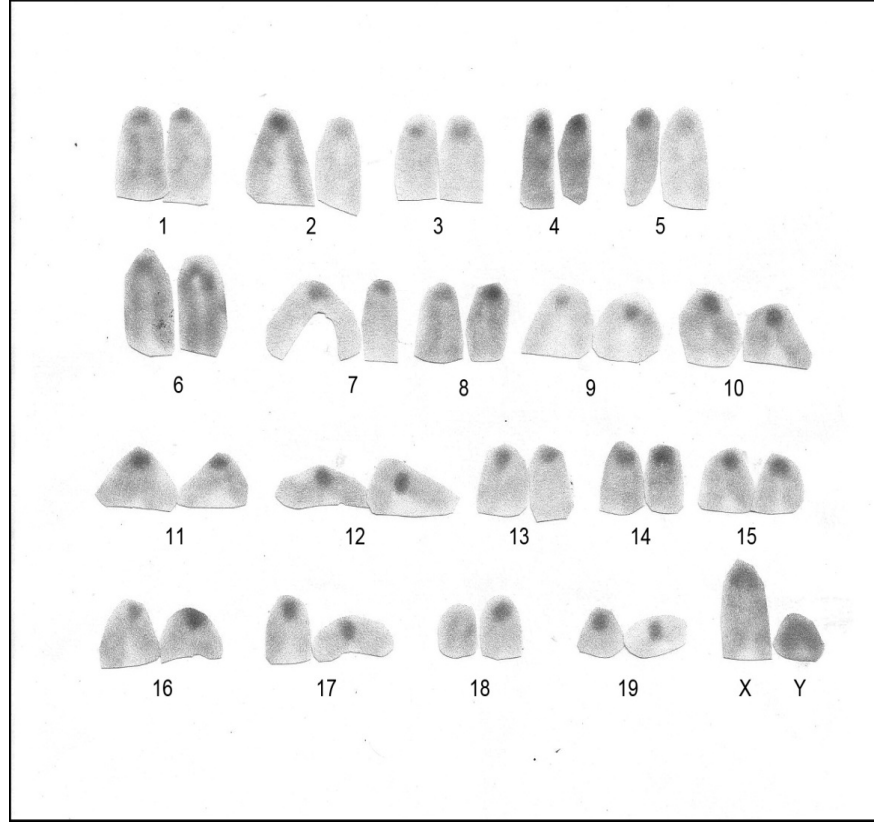
Yakalanan örneklerin 6 kromozomunda ikincil boğum tespit edilmiştir. 4. ve 17. kromozom çiftinin bir kromozomunda, 15 ve 19. kromozom çiftlerinin her ikisinde ikincil boğum olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.4. $2n=40$ diploid kromozom sayısına sahip bir *Mus musculus domesticus* alttüründe ikincil boğumlar

C- BANTLAMA

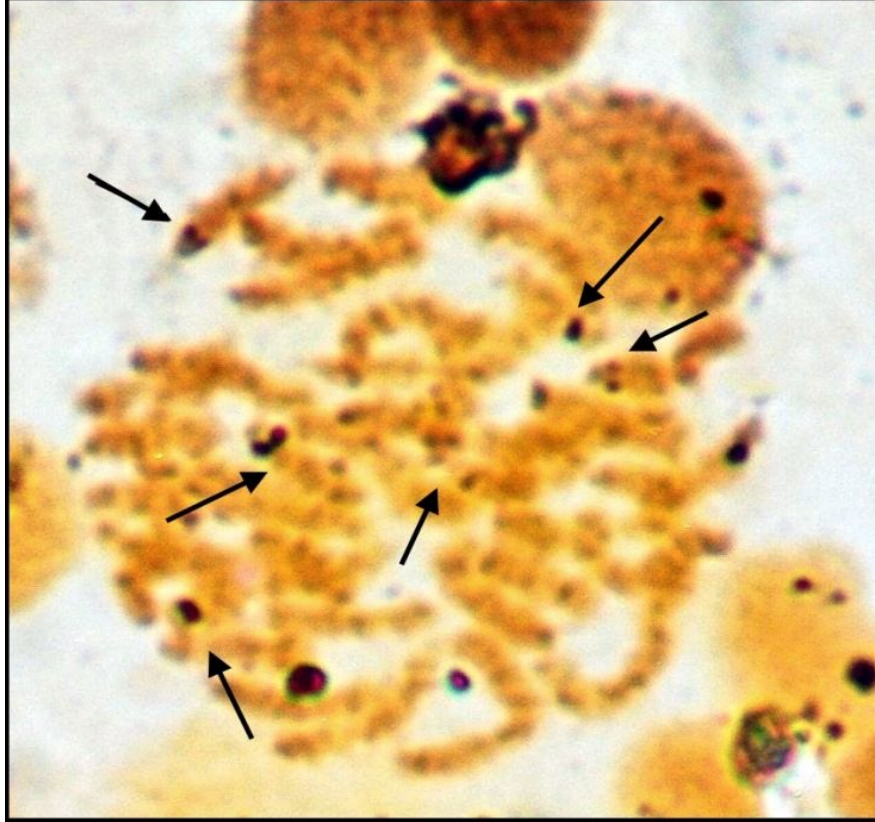
Bu bantlama sonucunda otozomal ve X kromozomlarının heterokromatin bölgelerinin sentromer kısımlarında olduğu ve bantlama sonunda bu bölgelerin koyu boyandığı tespit edilmiştir. Y kromozomu ise tamamen heterokromatin bir yapı göstermektedir.



Şekil 4.5. $2n=40$ diploid kromozom sayısına sahip bir *Mus musculus domesticus* alttüründe heterokromatin dağılımı

NOR BANTLAMA

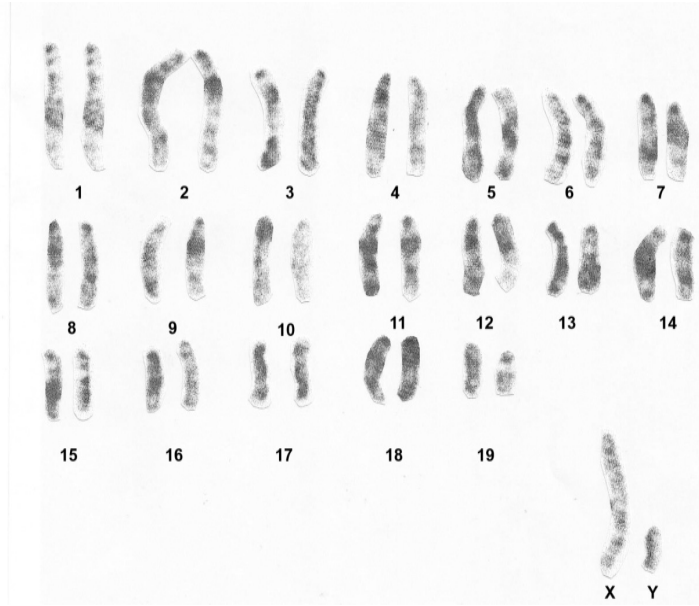
Ribozomal RNA (rDNA) sentezinden sorumlu Nükleolus Organize Edici Bölgeler (NORs) bir büyük, bir orta boy ve bir küçük kromozom çiftinin sentromere yakın bölgelerinde tespit edilmiştir. Ag-NOR bantlı bölgeler ikincil boğuma sahip kromozomlarda bulunmaktadır.



Şekil 4.6. $2n=40$ diploid kromozom sayısına sahip bir *Mus musculus domesticus* alttüründe nükleolus organize edici bölgelerin dağılımı

G- BANTLAMA

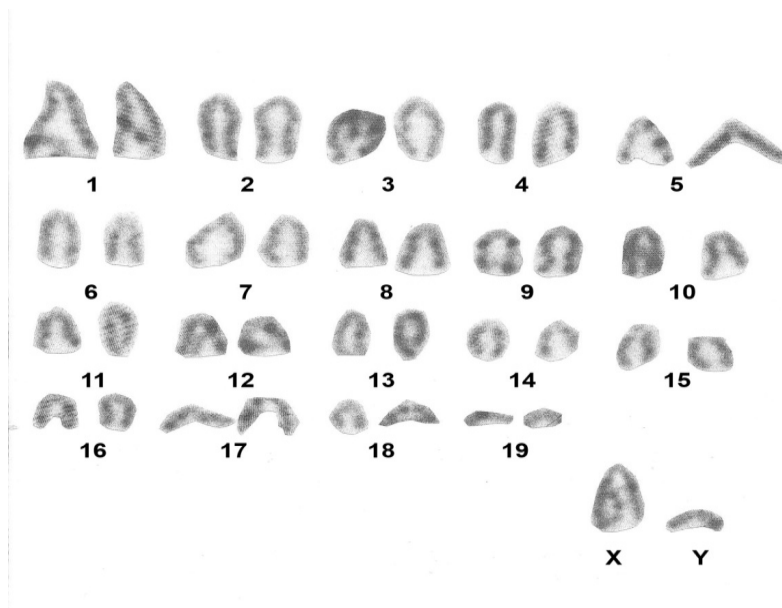
Mus musculus domesticus türü G- bantlaması Şekil 4.7.' de gösterildi.



Şekil 4.7. $2n=40$ diploid kromozom sayısına sahip bir *Mus musculus domesticus* alttürünün G-bantlaması

R- BANTLAMA

Mus musculus domesticus türü R- bantlaması 4.8.' de gösterildi.



Şekil 4.8. $2n=40$ diploid kromozom sayısına sahip bir *Mus musculus domesticus* alttürünün R-bandı

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Ekolojisi

Kryštufek ve Vohralik, (2009) Türkiye ve Kıbrıs' ta yaptıkları çalışmada *Mus domesticus*' u ağırlıklı olarak insanların bulunduğu yerlerde yakaladıklarını kaydetmişlerdir. Aynı çalışmada bu türü izole binalar ve yerleşim yerlerinden uzakta yakaladıklarını da belirtmişlerdir. Türkiye' de yapılan çalışmada Güneydoğu Anadolu bölgesi dışında batı ev faresini insan yerleşim yerlerine yakın olan yerlerden ve ekili alanlardan yakalamışlardır. Samsun' dan yakalanan örnekler de insanların yaşam alanlarına yakın olan yerlerden yakalanmıştır.

Kryštufek ve Vohralik, (2009) batı ev faresinin alanını Niğde' de *Crocidura suaveolens*, *Apodemus witherbyi*, *Apodemus mystacinus* ile Fırat nehri boyunca ise *Crocidura suaveolens* ve *Nesokia indika* ile paylaştığını belirtmişlerdir. Samsun ili örneklerinin yakalandığı alanlarda bu türlerden farklı olarak *Rattus rattus* ve *Rattus norvegicus* türlerine rastlanmıştır.

5.2. Kürk rengi ve Diş Morfolojisi

Çalışılan örneklerin diş morfolojisine bakıldığında; küçük azı dişinin diğer azı dişlerine göre küçük olması örneklerin *Mus* cinsine ait olduğunu ve kemirici dişte bulunan çentik ise türünün *Mus musculus* olduğunu göstermektedir. Bu durum Corbet ve ark. (1977) ve Çolak ve ark. (2006)' ın belirttikleri diş yapılarına uyum göstermektedir. Buna ilaveten diş yapısında bulunan çentik Darvish (2008)' in çalışmasında belirttiği gibi belirgin bir yapıya sahiptir.

Mus domesticus populasyonlarının kürk rengi varyasyonlar görülmektedir (Çolak ve ark., 2006, Hübner ve ark., 1990). Dorsalde siyahtan soluk kahverengine kadar değişmektedir. Karadeniz deki örnekler diğer lokalitelerden daha koyudur, kürk renkleri dorsalde koyu, koyu kahve, kırmızımsı kahve, soluk kahve, soluk kırmızımsı kahve olarak değişmektedir (Çolak ve ark., 2006). Çolak ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada Kuzey Anadolu bölgesine göre Ankara örneklerinin daha açık renkli, olduğunu belirtmiştir. Kürk rengi Boursset ve ark. (1993)' larının tariflerine uyum

göstermektedir. Hübner ve ark. (1990) nın da belirttiği gibi dorsal ve ventral arasında belirgin bir çizgiye rastlanmamıştır.

Samsun ili örneklerinin kuyruk / baş + gövde ölçüsü oranı 1' e eşittir. Bu oran Bourset ve ark. (1993)' nın belirttiği *Mus musculus domesticus* vücut ölçüsü oranına uyum göstermektedir.

5.3. Karyotip

Mus musculus domesticus alttürünün standart kromozom sayısı Türkiye' de yapılan diğer araştırmalarda olduğu gibi $2n=40$ olarak tespit edilmiştir (Çolak ve ark.,2006, Gündüz ve ark., 2000, Demirsoy ve ark., 2006, Bourset ve ark., 1993). Ayrıca bu alttür için yapılan yurtdışı çalışmalarında - Zima ve Kral (1984) Avrupa, Giagia ve ark. (1987) Yunanistan, Zima ve Macholan (1989) Avrupa - bulunan kromozom sayısı bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

NF ve NFa değerleri Çolak ve ark. (2006)' nın belirttiği değerlerle uyum göstermiştir. Demirsoy ve ark. (2006) eşeysel kromozomlarından X kromozomunu büyük akrosentrik ve Y kromozomunu küçük akrosentrik olarak tarif etmiştir. Çolak ve ark. (2006) ise eşey kromozomlarının her ikisinde ölçüsünün aynı olduğunu belirtmişlerdir. Samsun örneklerinin eşey kromozomlarının şekli Demirsoy ve ark. (2006)' nın yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Yabani formlar sadece küçük akrosentrik Y kromozomu içermektedir. En küçük Y kromozomu (nokta şeklinde) *Mus spicilegus*' da tespit edilmiştir (Ivanitskaya ve ark., 1996). Bu çalışmada ki örnekler hepsi küçük akrosentrik Y kromozomuna sahiptir.

Samsun'dan incelenen popülasyondaki bireylerin karyotipinde Türkiye' den daha önce belirtilmemiş olan ikincil boğumlara rastlanmıştır. İkincil boğumlar 6 kromozom üzerinde tespit edilmiştir. Bennett (1965) Avrupa'daki *Mus musculus domesticus*' a ait incelediği tüm metafaz plaklarında 6 kromozomda belirgin bir ikincil boğum tespit etmiştir. Sayı bakımından uyum gösterse de Türkiye' de ki çalışmada 4 ve 17. kromozom çiftlerinde bir adet, 15 ve 19. Kromozom çiftlerinde ise her iki kromozomda da ikincil boğum görülmüştür. Bennett (1965) ise 7, 16 ve 19. kromozom çiftlerinde ikincil boğuma rastlamıştır. İki çalışmada ortak olan kromozom çifti 19. kromozom çiftidir.

Bir populasyonda metasentrik bir çift kromozom tespit edilmiştir ($2n=36$). Birçok araştırmacı farklı kromozomlarda ve farklı sayılarda birçok bölgede bu şekilde füzyon yapılarından bahsetmiştir (Hübner ve ark., 1990, Boursset ve ark., 1993, Nachman ve Scarle, 1995, Gündüz ve ark., 2000, Ramalhinho ve ark., 2004, Castiglia ve ark., 2005). Çolak ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada metasentrik kromozom veya kromozomlara rastlamamışlardır. Gündüz ve ark.(2000)' ı ise yaptıkları çalışmada Denizli ilinde metasentrik kromozoma sahip populasyon belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışmada 1-4 ve 5-16 kromozomlarında füzyon meydana gelmiştir. Bu çalışmada bulunan metasentrik kromozomun bir çift olması ve farklı kromozomların füzyon yapması Denizli populasyonundan farklı bir Robertsonyan populasyonun olduğunu ortaya çıkarır.

Bu çalışma ile Nachman ve Scarle (1995) tarafından belirtilen " *Mus musculus musculus* (*Mus musculus*)' da Rb bulunmaz iken *Mus musculus domesticus* (*Mus domesticus*)' da çok fazla sayıda bulunmaktadır." ifadesi desteklenmiştir. Türkiye de yayılış gösterdiği düşünülen bu 2 alttürün yayılış olanları tam belirlendiği takdirde, Rb içeren populasyonların olup olmadığı tespit edilebilir. Bu durumda ancak tüm Türkiye den örnek almak suretiyle ileride yapılacak çalışmalar ile belirlenecektir .

C- bantlama ile ilgili yapılan yurt dışı çalışmalarında heterokromatin bölgelerinin kromozomların sentromer bölgesinde aynı boyutlarda görülen bloklar halinde olduğu ifade edilmiştir (Ivanitskaya ve ark. 1996, Pantelis ve ark., 2009). Bu durum özellikle otozomal kromozomlar ve X kromozomu için aynı olsa da Y kromozomunda farklılık görülmektedir. Y kromozomu tamamen heterokromatiktir ve koyu boyanmaktadır (Ivanitskaya ve ark., 1996, Fernández ve ark., 2002, Rudra ve ark., 2013). Bu çalışmada ki örneklerin de otozomal kromozomları ve X kromozomu sentromerik bölgede birbirine benzer şekilde C- bantlama göstermiştir. Yukarıda belirtilen çalışmalara özdeş olarak Y kromozomu tamamen heterokromatiktir.

Samsun ilinden yakalan ev farelerinin NOR bölgesine sahip kromozom sayısı 3 çifttir. Ramalhinho ve ark. (2004), Dev ve ark. (1977) ve Suzuki ve ark.

(1990)' çalışmalarında bu tür üzerinde bulunan NOR bölgelerin 5 kromozom üzerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Ivanitskaya ve ark. (1996) Yunanistan' dan *Mus macedonicus* türü ile yaptığı çalışmada NOR bölgelerinin sentromerik pozisyonda belirtmiştir. NOR bölgesi dağılımının *Mus musculus* türünün gruplandırılmasında önemli bir yere sahip olduğunu söyleyen Bulatova ve Nadjafava (1994) ise 4 kromozom üzerinde gördükleri NOR bölgelerini tespit etmiştir. Winking ve ark. (1980) ve Cano ve ark. (1984) telomerik NOR bölgelerinin *Mus spretus* türünde ve Fransa ve İspanya' daki *Mus musculus domesticus* alttüründe olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada NOR bölgeleri sentromere yakın kısımlarda bulunmuş ve telomer bölgesinde NOR bölgesine rastlanmamıştır.

Türkiye' de G- bantlama Gündüz ve ark. tarafından Denizli ilindeki *Mus musculus domesticus* popülasyonu için uygulanmıştır (Gündüz ve ark.,2000). Boursset ve ark. (1993)' nin belirttiği gibi G- bantları bu türde benzerlik göstermektedir.

R- bantlama ile DNA üzerinde önce çoğaltılan yerler belirlenmiştir. Bu bantlama Türkiye' de ve diğer ülkelerde daha önce çalışılmadığı için karşılaştırma yapılamamıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada sonuç olarak:

- Yakalanan örneklerin *Mus musculus* türünün alt türü olan *Mus musculus domesticus* olduğu belirlenmiştir.
- Örnekler üzerinde yapılan ölçümler morfolojik olarak *Mus musculus domesticus* ile çalıştığımızı ispatlamıştır. Karyolojik çalışmalarda bulduğumuz sonuçlar ise bu duruma iyi derecede destek olmaktadır.
- Bu çalışma ile bantlamalar yapılarak bu türün karyosistematiğine katkı sağlanması amaçlanmıştır.
- Daha ileri ki zamanlarda diğer bölgelerde yapılan karyolojik çalışmalar bu türün kromozomal yapısının daha iyi bir şekilde ortaya çıkmasını sağlar. Bu yüzden karyolojisi ile ilgili çalışmalar Türkiye' deki tüm bölgelerde mutlaka yapılmalıdır.
- Samsun ilinde Rb ırkı bulunmuştur. Türkiye'de yayılış gösteren *Mus musculus domesticus* türünün farklı bölgelerden alınan örneklerinin Robertsonyan translokasyona sahip olup olmadıkları ve diğer kromozomal özellikleri ileri ki çalışmalarda mutlaka incelenmelidir.

KAYNAKLAR

Anonim., 2005. Robertsonian Kromozom Translokasyonları.

<http://www.geneticalliance.org.uk/docs/translations/turkish/21->

robertsonian-t-turkish.pdf

Anonim., 2013. <http://www.google.com.tr>. Samsun, Vezirköprü haritası.

Anonim., 2013. www.vikipedi.com.

Aksoy, A. R., 1998. Genetik Ders Notları. Kafkas Üniveristesi. syf. 6-10.

Auffray, J. C., Vanlerbergne, F., Britton – Davidian, J., 1990. The house mouse progression in Eurasia: A paloentological and archaeozoological approach. Biological Jourbnel of the Linnean Society. 41: 13 – 25.

Aulognier, Ş., Hoffner, P., Mitchell – Jones, A. J., Moutou, F., Zima, J., 2008. Mammals of Europe, North Africa abd the Middle East. A & C Black Publishers Ltd, London, 272 pp.

Bennett, D., 1965. The karyotype of the Mouse with identification of translocation. Genetics, 53: 730-737.

Berry, R. J., Scriven, P. N., 2005. The house mouse: a model and motor for evolutionary understanding. Biological Journal of the Linnean Society, 84, 335–347.

Bickmore, W., 2001. Eukaryotic chromosomes. Encyclopeda life sciences. pp. 1-6

- Bickmore, W., 2001. Karyotype Analysis and Chromosome Banding. MRC Human Genetics Unit, Edinburgh, Scotland, UK.
- Bourset, P., Auffray, J.-C., Britton- Davidian, J., Bonhomme F., 1993. The evolution of house mice. Annual review of ecology and systematics. Volume 24, 119-152.
- Bulatova, NS., Nadjanova, R. S., Kozlovsky, I., 1991. Cytotaxonomic analysis of species of the genera *Mus*, *Apodemus* and *Rattus* in Azerbaijan. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research. 39 (2): 13 – 18.
- Carleton, M. D., 1984. Introduction to rodents. In Anderson and Jones. 255 – 65.
- Castiglia, R., Caporioni, M., 2005. Altitudinal distribution and outdoor occurrence in chromosomal race of the house mouse (*Mus musculus domesticus*) in central Italy. Folia Zool. – 54(3): 225–239.
- Corbet, G.B., Southers, H.N., 1977. The Handbook of British Mammals.
- Çırakoğlu, B., 2002. Genetik. TÜBİTAK GEMBAE. Bilim ve Teknik. syf. 5.
- Çolak, E., 2002. Taxonomic Status and Karyological Aspects of the Genus *Mus* L., 1758. (Mammalia: Rodentia) in Turkey.
- Çolak, E., Yiğit, N., Sözen, M., Çolak, R., Özkurt, Ş., Kankılıç, T., Kankılıç, T., 2006. The morphological analysis of *Mus domesticus* and *Mus macedonicus* (Mammalia= Rodentia) in Turkey. Turk. J. Zool. 30 309-317.

- Darvish J., 2008. Biosystematic approach to geographic variations of house mouse group, *Mus musculus* L. 1766. Iranian Journal of Animal Biosystematics (IJAB). 4: 31 – 54.
- De Carvalho Marchesin, S.R., Morielle- Versute, E., 2004. Chromosome studies of Brazillian vespertilionids *Lasiurus cinereus* and *Lasiurus ega* (Mammalia, Chiroptera). Iheringia, Ser. Zool. Porto Alegre, 94 (4): 443-446.
- Demirsoy, A., 1997. Yaşamın temel kuralları Omurgalılar / Amniyota. Cilt-III / Kısım-II. Syf. 721- 722.
- Demirsoy, A., Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M., Karataş, A., 2006. Rodents of Türkiye “Türkiye’ nin kemiricileri” . Meteksan Company. syf. 1, 56.
- Dev, V. G., Tantravahi, R., Miller, D.A., Miller O. J., 1977. Nucleolus Organizers in *Mus musculus* Subspecies and in The Rag Mouse Cell Line. Genetic 86: 389-398.
- Ellerman, J. R. and Morrison – Scott, T. C. S., 1951. Checklist of Palaeartic and Indian Mammals 1758 to 1946. London
- Fernández, R., Bullejos, B. M., Marchal, J. A., Laguardia, R. D., Sánchez, A., 2002. New C- band protocol by heat denaturation in the preense of formamide. Hereditas 137: 145 – 148.
- Fischer, E. P., 2002. Genler ve Genom. İnkılap yayınevi. 99-102.

Giagia, E.B., Fragedakis-Tsolis, S.E. and Chondropoulos, B.P., 1987.

Contribution to the study of the taxonomy and zoogeography of wild house mouse, genus *Mus* L. (Mammalia, Rodentia, Muridae) in Greece.

II. Karyological study of two populations from southern Greece.

Mammalia 51: 111-116.

Gözcelioğlu, B., Çolak, R., Çolak, E., Yiğit, N., 2003. A Study on *Mus domesticus* Rutt, 1772 and *Mus macedonicus* Petrov and Ruzić 1983 (Mammalia: Rodentia) Distributed along the Line of Ankara, Bolu and Zonguldak. Turk. J. Zool. 29 (2005) 133-140.

Gündüz, İ., Tez, C., Searle, J. B., 2000. Brief report house mice with metacentric chromosomes in the Middle East. Hereditas 133: 175-177.

Hall, E. R., 1981. The mammals of North America. John Wiley and Sons, New York, 2 vols.

Harrison D.L. and Bates P.J.J., 1991. The mammals of Arabia. Harrison Zoological Museum Publication, London: 1-354.

Hartenberger, J. L., 1985. The order Rodentia: major questions on their evolutionary origin, relationships and suprafamilial systematics. In Lockett on Hartenberger, 1 – 33.

- Hauffe, H. C., Searle, J. B., 1993. Extrame karyotypic variation in a *Mus musculus domesticus* hybrid zone: the tobacco mouse story revisited evolution 47 (5): 1374 – 1395.
- Hauffe, H. C., Searle, J. B., 1998. Chromosomal heterozygosity and fertility in house mice (*Mus musculus domesticus*) from Northern Italy. Genetics 150: 1143 – 1154.
- Hayes, H., Di Meo, G. P., Gautier, M., Laurent, P., Eggen, A., Lannuzzi, L., 2000. Localization by FISH of the 31 Texas nomenclature type 1 markers to both Q- and R- banded bovine chromosomes. Cytogenet Cell Genet 90: 315–320.
- Howell, W.M. and Black, D.A., 1982. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. Experientia 36: 1014-1015.
- Hübner, R., Koulischer, L., 1990. Cytogenetic studies on wild house mouse from Belgium. Genetica 80: 90 – 100.
- Ivanitskaya, E., Garlov, I., Garlova O., Nevo, E., 1996. Chromosome markers for *Mus macedonicus* (Rodentia: Muridae) from Israel. Hereditas. 124: 145 – 150.
- Karol, S., Suludere, Z., 1992. Hücre Çekirdeği ve Kromozomlar. Gazi Üniversitesi Yayınları. 156
- Kryštufek, B., Vohralík, V., 2005. Mammals of Turkey and Cyprus. Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae. pp. 19.

- Kryštufek, B., Vohralík, V., 2009. Mammals of Turkey and Cyprus. Rodentia II: Cricetinae, Muridae, Spalacidae, Calomyscidae, Capromyidae, Hystricidae, Castoridae. Zložba Annales, Koper, Ljubljana 372 pp.
- Macdonald, D. W., Barrett, P., 1993. Mammals of Europe Harper Collins Publishers Ltd. Collins Field Guide to the mammals of Britain & Europe, Honkong. 312 pp.
- Mitchell-Jones, A. J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Kryštufek, B., Reijnders, P. J. H., Spitzenberger, Stubbe, M., Thissen, J. B. M., Vohralík, V., Zima, J., 1999. The Atlas of European Mammals. Academic Press.
- Mursaloğlu, B., 1978. The Taxonomic status and distribution of spalax (Rodentia) in Turkey II. International Theriological Congress Abstract. Bruno, Českoslovakya.
- Musser, G., Amori, G., Hutterer, R., Kryštufek, B., Yigit, N. & Mitsain, G., 2008. *Mus musculus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>.
- Nachman, H. W., Searle, J. B., 1995. Why is the house mouse karyotype so variable? TREE. 10 : 397 – 402.
- Nowak, R. M., 1999, Walker's mammals of the world. Sixth edition-volume II. pp.1243-1244.
- Pantelis, M. G., Rovatsos, M. T., Giagia, E. V., 2009. The Hsr and heterochromatin distribution in natural populations of *Mus musculus domesticus* (Rodentia: Muridae) from Greece. Caryologia. 62: 53 – 61.

- Patton, J. L., 1969. Chromosome studies of certain pocket mice. Genus Perognathus (Rodentia: Heteromyidae). J. Mamm. 48: 27-37
- Piálek, J., Hauffe, H. C., Searle, J. B., 2005. Chromosomal variation in the house mouse. *Biological Journal of the Linnean Society*, 84.
- Popescu, P., Hayes, H., 2000. Dutrillaxus (Eds). Techniques in Animal Cytogenetics. Springer-Verlag, Berlin. pp: 30-31, 229.
- Ramalhinho, G., Braz, C., Catalan, J., Mathias, M. L., Britton- Davidian, J., 2004. AgNOR variability among robertsonian races of the house mouse from the island of Madeira = for patterns of Rb fusion formation and genetic differentiation.
- Rencüzoğulları, E., Topaktaş, M., 2010. Sitogenetik. Nobel yayın dağıtım.
- Romanenko, S. A., Perelman, P. L., Trifonov, V. A., Graphodatsky, A. S., 2011. Chromosomal evolution in Rodentia. Heredity 1 - 3.
- Romer, A. S., 1968. Notes and comment on vertebrate paleontology. Univ. Chicago Press, Viii + 304 pp.
- Rudra, M., Bahadur, M., 2013. Heterochromatin variation among the populations of *Mus terricolor* Biyth, 1851 (Rodentia, Muridae) chromosome type I. Complytogen 7 (2) : 139 – 151.
- Seabright, M., 1971. A rapid banding technique for human chromosomes. Lancet 2: 971-972.
- Schwarz, E., Schwartz, H., 1943. The wild and commensal stocks of the house mouse, *Mus musculus* Linnaeus. J. Mammalogy 24: 59 – 72.

- Simret, A., 2010. Karyotype study of some species of rodents from localities around Addis Ababa city and Huruta town, Ethiopia. The school of graduate studies, Addis Ababa University. 1- 48 pp.
- Skinner, J. D., Smithers R. H. N., 1990. The mammals of the Southern Africa subregion Univ. Pretoria, XXXii + 771 pp.
- Sumner, A. T., 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. *Experimental Cell Research* 75: 304-306.
- Suzuki, H., Kurihoia, Y., Kanehisa T., Morimoki, K., 1990. Variation in the distribution of silver-staining Nucleolar Organizer Regions on the chromosomes of the wild mouse, *Mus musculus*. *Mol. Biol. Evol.* 7(3):271-282.
- Şenel, F., 2011. Kromozomlar. *Bilim teknik.* syf. 98-99.
- Tichy, H., Vucak, I., 1987. Chromosomal polymorphsim in teh house mouse (*Mus domesticus*) of Greece and Yugoslavia. *Chromosoma* 95: 31 – 36.
- Timm R. M., Hygnstrom S.E., Larson G.E., 1994. Pevivention and Control of Wild Life Damage Management.
- Watts, C. H. S., Kemper, C. M., 1989. *Fauna of Australia.* 47. Muridae. 3 pp.
- Wood, A. E., 1985. The relationships, origin, and dispersal of hystricognath rodents. pp 475-514 in *Evolutionary relationships among rodents, a multidisciplinary approach* (W. P. Luckett and J.-R. Hartenberger, eds.). Plenum Press, New York.

Zima, J. and Král, B., 1984. Karyotypes of European Mammals II. Acta Sc. Nat. Brno 18: 27-37.

Zima, J. and Macholán, M., 1989. Robertsonian fusion 5.12 in a population of *Mus musculus musculus*. Folia Zool. 38: 233-238.