

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***Nomisia aussereri* (L. Koch, 1872) TÜRÜNÜN
KARYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Servet ÇELİKER**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK**

**Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2021
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***Nomisia aussereri* (L. Koch, 1872) TÜRÜNÜN
KARYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Servet ÇELİKER**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK**

**Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2021
NEVŞEHİR**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK danışmanlığında **Servet ÇELİKER** tarafından hazırlanan “*Nomisia aussereri* (L. Koch, 1872) türünün karyolojik özelliklerinin araştırılması” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

.../.../2021

JÜRİ

Başkan :
imza

Üye :
imza

Üye :
imza

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun.....tarih ve.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

../.../2021

Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Servet ÇELİKER

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince yardımını esirgemeyen, tez çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren danışman hocam Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK'a, desteklerinden dolayı değerli hocam Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK'a, arkadaşlarım Hatice POYRAZ'a, Şeyma CİVAN'a ve Melikşah ÇOLAK'a teşekkürlerimi sunarım.



Nomisia aussereri (L. Koch, 1872) TÜRÜNÜN KARYOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)

Servet ÇELİKER

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2021

ÖZET

Gnaphosidae familyasına ait örümcekler, ülkemizde çok sayıda türle temsil edilmektedir. *Nomisia aussereri* de bu örümceklerden biri olup çeşitli habitatlarda doğal yayılış alanına sahiptir. Bu çalışmada *Nomisia aussereri* türünün sitogenetik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla ergin erkek örümcekler araziden canlı olarak toplanmış ve kromozom preparatları, hipotonizasyon, fiksasyon ve boyama şeklinde üç ana basamakta gerçekleştirilmiştir. Bu preparatlar hücre bölünmeleri açısından değerlendirilerek karyotip ve mayoz bölünme özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Çalışma sonucunda türün diploid kromozom sayısı ve eşey kromozom sistemi $2n♂=22$, X_1X_2 şeklinde bulunmuştur. Otozomal kromozomların relatif uzunlukları % 10,28 ve % 7,00 arasında, eşey kromozomları ise sırasıyla % 8.09 ve %7.85 olarak tespit edilmiştir. Mayoz bölünmenin pakiten, diploten, diyakinez ve metafaz I evrelerinde 10 otozomal bivalent ve iki univalent eşey kromozomu gösterilmiştir. Eşey kromozomları bu evrelerde pozitif heteropiknotik özellik göstermiştir. II. Mayoz bölünme evrelerinde ise $n=12$ ve $n=10$ kromozoma sahip yeni çekirdekler elde edilmiştir. Bu çalışma ile *Nomisia aussereri*'nin ülkemiz popülasyonuna ait karyolojik özellikleri ilk kez elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler : *Karyotip, Sitogenetik, Mayoz, Nomisia, Gnaphosidae.*
Tez Danışman : Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK
Sayfa Adeti : 35

INVESTIGATION OF THE CARYOLOGICAL FEATURES OF *Nomisia aussereri* (L. Koch, 1872)
(M. Sc. Thesis)

Servet ÇELİKER

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

September 2021

ABSTRACT

Spiders belonging to the Gnaphosidae family are represented by many species in our country. *Nomisia aussereri* is one of these spiders and has a natural distribution in various habitats. In this study, the cytogenetic features of *Nomisia aussereri* were investigated. For this purpose, adult male spiders were collected alive from the field and chromosome preparations were carried out in three main steps as hypotonization, fixation and staining. These preparations were evaluated based on cell divisions and their karyotype and meiosis characteristics were revealed. As a result of the study, the diploid chromosome number and sex chromosome system were found as $2n_{\text{♂}}=22, X_1X_2$. The relative lengths of autosomal chromosomes were found between 10.28% and 7.00%, and the sex chromosomes were determined as 8.09% and 7.85%, respectively. 10 autosomal bivalent and two univalent sex chromosomes are shown in the pachytene, diplotene, diakinesis and metaphase I stages of meiosis. The sex chromosomes showed positively heteropycnotic features at these stages. In the meiosis stages II, new nuclei with $n=12$ and $n=10$ chromosomes were obtained. In this study, the karyological characteristics of *Nomisia aussereri* for the Turkish population were determined for the first time.

Keywords : *Karyotype, Cytogenetics, Meiosis, Nomisia, Gnaphosidae.*
Thesis Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ümit KUMBIÇAK
Page Number : 35

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
RESİMLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
1. BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
2. BÖLÜM	3
GENEL BİLGİLER	3
2.1. Örümceklerin Genel Özellikleri.....	3
2.1.1. Gnaphosidae familyasının genel özellikleri.....	6
2.1.2. <i>Nomisia aussereri</i> (L. Koch, 1872) türüne ait bilgiler.....	6
2.2. Sitogenetik ile İlgili Bilgiler.....	7
2.2.1. Hücrenin yapısı.....	7
2.2.2. Kromozomların yapı ve morfolojisi.....	9
2.3. Karyotip.....	11
2.4. Hücre Bölünmeleri.....	12
2.4.1. Mitoz bölünme.....	12
2.4.2. Mayoz Bölünme.....	13
3. BÖLÜM.....	16

MATERYAL VE METOT	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Çalışmada kullanılan örümceklerin araziden toplanması	16
3.1.2. Çalışmada kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları.....	17
3.1.3. Çözeltilerin hazırlanması ve kullanım amaçları.....	17
3.2. Metot	18
3.2.1. Kromozom preparatlarının yapılması ve boyanması.....	18
3.2.2. Preparatların incelenmesi, fotoğraflarının çekilmesi ve karyotip yapılması.....	18
4. BÖLÜM	20
BULGULAR.....	20
4.1. Karyotip ile İlgili Bilgiler.....	20
4.2. Mayoz Bölünme Evreleri İle İlgili Bölümler.....	21
5.BÖLÜM	27
TARTIŞMA ve SONUÇ.....	27
KAYNAKLAR.....	30
ÖZGEÇMİŞ	35

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan <i>Nomisia aussereri</i> 'ye ait arazi çalışma bilgileri.	16
Tablo 4.1. Metafaz evrelerinin ölçüm sonuçlarına göre kromozom uzunlukları ve tipi.....	21



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bir örümceğin a. dorsal ve b. ventralden görünüşü.....	4
Şekil 2.2. Sentromer yerlerine göre kromozomların isimlendirilmesi ve hücre bölünmesi sırasındaki görünüşleri.....	11
Şekil 4.1. <i>Nomisia aussereri</i> ' ye ait karyogram	20



RESİMLER DİZİNİ

Resim 4.1. <i>Nomisia aussereri</i> 'ye ait leptoten evresi.	22
Resim 4.2. <i>Nomisia aussereri</i> 'ye ait zigoten evresi.	22
Resim 4.3. <i>Nomisia aussereri</i> 'ye ait pakiten evresi	23
Resim 4.4. <i>Nomisia aussereri</i> 'ye ait diploten evresi.	24
Resim 4.5. <i>Nomisia aussereri</i> ' ye ait diyakinez evresi.	24
Resim 4.6. <i>Nomisia aussereri</i> 'ye ait anafaz I evresi	25
Resim 4.7. <i>Nomisia aussereri</i> 'ye ait metafaz II evresi.....	26

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

♂	Erkek birey
♀	Dişi birey
°C	Santigrat derece
%	Yüzdellik birim
p	Kromozomda kısa kolu
q	Kromozomda uzun kolu
n	Haploid kromozom sayısı
2n	Diploid kromozom sayısı
X	Eşey kromozomu
Y	Eşey kromozomu
T	Telosentrik
µm	Mikrometre
mm	Milimetre
mL	Mililitre
DNA	Deoksiribonükleik asit
RNA	Ribonükleik asit
pH	Çözeltideki bazlık veya asitlik derecesi hakkında bilgi veren birim
G1	Hücre büyümesi evresi (1. büyüme)
G2	Bölünmeye hazırlık evresi (2. büyüme)
S	Sentez evresi
RCF	Kromozomun relatif uzunluğu
CI	Sentromerik indeks
KH ₂ PO ₄	Potasyum dihidrojen fosfat
Na ₂ HPO ₄	Disodyum hidrojen fosfat

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Günümüzde dünya üzerinde yaşadığı bilinen hayvan türlerinden örümceklerin de dâhil olduğu Arthropoda (Eklembacaklılar), en fazla tür çeşitliliğine sahip şubedir. Örümcekler dünya üzerinde 129 familyada 4232 cins ait toplamda 49710 türle günümüzde temsil edilmektedir [1]. Günümüzde yapılan çalışmaların artması ile beraber her gün yeni türler keşfedilmekte olup, tanımlanan tür sayısının gelecekte 170.000'e kadar ulaşılması tahmin edilmektedir [2].

Hayvanlar alemi arasında en çok çeşidi bulunan ve karasal predatörler olan örümcekler; hayatta kalıp canlılıklarını sürdürebilmek ve avlanabilmek için çeşitli tuzaklar kuran, çok iyi kamufler olup zehir üretebilen canlılardır [3].

Sitogenetik, hücrelerin yapısını, fonksiyonunu sayısal ve yapısal değişikliklerle özellikle de kromozomlarla ilgilenen genetiğin alt bilim dalıdır. Canlıların eşey kromozom sistemini ortaya koyabilmek için kromozom analizleri, bantlama yöntemleri, fish (floresan in situ hibridizasyonu) ve mayoz bölünme evrelerinin incelenmesi ile türe ait kromozom çiftlerinin morfolojileri hakkında ipuçları sağlar [4].

Yapılan taksonomik çalışmalarda canlıların sadece morfolojik karakterleri değil karyolojik, karakterleri de son derece önemlidir. Çünkü bir canlının morfolojik özellikleri; yükseklik, bitki örtüsü, hava, iklim ve toprak gibi etkenlerden dolayı farklılıklara sahip olabilir. Ancak bu sayılan etkenler karyolojik karakterler üzerinde çok az değişikliğe yol açabilmektedir. Bu nedenle karyolojik özellikler taksonların sistematik sınıflarının belirlenmesinde önemli veriler sağlar [5].

Örümceklerle ilgili günümüze kadar yapılmış olan morfolojik, sistematik ve ekolojik çalışmalarda; kromozom sayıları, morfolojileri ve davranışları gibi özellikler göz önüne alınarak şimdiye kadar 79 familyadan 796 türün sitogenetik çalışmaları yapılmıştır. Yapılan araştırmalara göre örümceklerde ilk sitogenetik çalışma 1885'te Carnoy

tarafından yapılmıştır [6]. Bir canlının sahip olduğu kromozom sayısı ve morfolojik yapısı onun nasıl bir karyotipe sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan karyotip çalışmaları, canlılar arasında genom yapısını kromozomal farklılıklarını belirlemede önemli rol oynamaktadır [7].

Örümcek karyotipleri, çoklu kromozom sistemlerinin baskınlığını belirtir. Eşey kromozom sistemine ait sitogenetik verilerde, cinsiyet kromozomu olarak X_1X_20 tipi daha yaygın olarak gözlemlenmektedir. Diğer hayvan grupları incelendiğinde ise bu tipe nadir rastlanmakta, farklı tip cinsiyet kromozomları görülmektedir [8]. Erkek örümceklerde diploid kromozom sayısının $2n♂=7-128$ arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir [9].

2. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Örümceklerin Genel Özellikleri

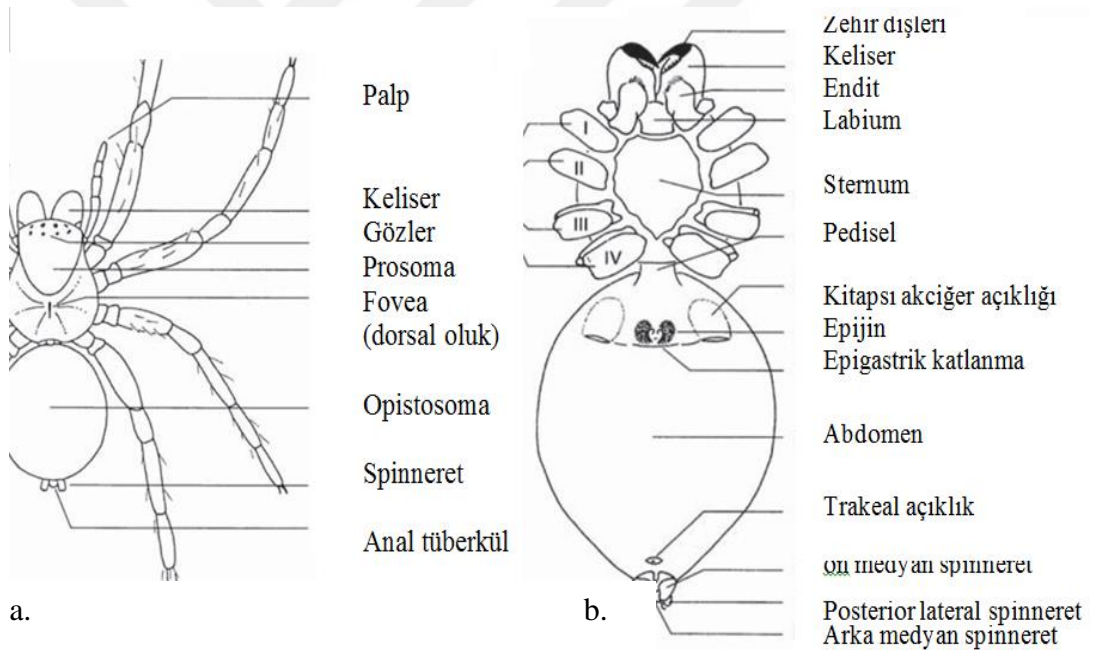
Örümcekler dünyada geniş bir yayılış alanına sahip olup deniz kıyılarından çok yüksek rakımlı bölgelere kadar çok çeşitli habitatlarda yaşayabilmektedirler. Örümceklerin birçoğu karasal ortamlarda, taşların altında, toprağın içinde, ağaç köklerinde yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Genellikle tek yaşamayı tercih ederler, grup halinde yaşadıklarına sık rastlanmamaktadır [10].

Örümcekler, predatör ve kannibalist hayvanlardır. Çok çeşitli avlanma teknikleri vardır. Bunlardan bazı örümcek grupları avlarını yakalayabilmek için bir ağ kurup kurbanlarının o ağa takılmasını beklerler. Bu beslenme şekli örümceklerde “pasif avlanma” olarak bilinir. Bazı örümcek grupları ise aktif avlanma yöntemi denilen ve kovalamayı, yakalamayı ve ısırıp zehirlemeyi gerektiren şekilde avlanırlar. Örümcekler, avlanabildikleri gibi bazı hayvan grupları için ise av olabilmektedirler. Örneğin kuş, kertenkele gibi hayvanlar için birer besin kaynağıdır [11].

Örümceklerin tümünde vücut yapıları sefalotoraks (prosoma) ve abdomen (apistosoma) adı verilen iki bölgeden oluşur. Prosoma, baş ve göğüs bölgesinin birleşimine denir. Abdoman ise vücudun geriye kalan arka bölgesidir [12]. Örümceklerde prosoma bölgesi, opistosoma bölgesine göre daha küçüktür; gözler ve keliserler prosomanın ön kısmında yer alır. Örümceklerde genel olarak sekiz adet göz bulunmaktadır ama bu bazı türlerde daha azdır. Mağara gibi yerlerde yaşayan türlerde ise göz yapısı tamamen kaybolmuştur [10].

Sefalotoraksın (prosoma) uzantıları; keliserler, pediapler ve arka bacaklardır ve sefalotoraks üzerinde 6 çift üye bulunmaktadır. Birinci çift üyeler olan keliser uzantıları, avı yakalamak ve besini parçalamak için bir çengel gibi kullanılır ve örümceklerin en etkili silahıdır (Şekil 2.1.) [13].

Pedipalpler ise prosomadan çıkan ikinci çift uzantılardır. Dişi örümceklerde pedipalpler üzerinde tibiya, erkek örümceklerde daha uzundur. Pedipalpler, keliserlerin her iki yanında bulunur. Beslenme esnasında besini hareket ettirmeye yardımcı olurlar. Palpler altı segmentli uzantılar halinde bulunurlar. Bu segmentler; trokhanter, koksa, patella, femur, tibia ve tarsusudur. Dişi örümceklerde pedipalplerin ucunda tırnak bulunurken erkeklerde tırnak bulunmaz. Örümceklerde bulunan palpler dişi ve genç bireylerde bir duyu organı olarak kullanılırken, olgun erkek örümceklerin üreme sistemlerinde rol alır. Ergin erkek örümceklerde pedipalp uç şişkin olurken dişi bireylerde bu uç şişkin değildir. Örümceklerin cinsinin belirlenmesinde bacak kılları ve trichobortria adı verilen duyu tüylerine bakılır. Kılların ve duyu tüylerinin diziliş ve biçimleri örümceklerde cinslerin teşhisinde kullanılan bir karakterdir [10].



Şekil 2.1. Bir örümceğin a. dorsal ve b. ventralden görünüşü [14]

Örümceklerde abdomen, sefalotoraksın arkasında yer alan küresel keseye benzeyen bir yapıdır [6]. Genellikle yuvarlak ve oval bir biçimdedir. Şekil ve büyüklükleri tür içinde; beslenme şekline, yumurta içindeki gelişimine, yaşadıkları bölge ve cinslerine göre farklılık gösterir. Örümceklerde kullanılan ağ bezleri embriyo döneminde görülen değişimle oluşmaktadır. Ağ bezine göre ağlar da farklılık gösterebilir. Örümceklerde

abdomende yer alan solunum organları, kitapsı akciğer ya da trake halindedir. Bazen de ikisini birlikte kullanırlar [12].

Dişi örümceklerde, her türde farklı şekilde olan abdomenin altında yer alan ve epijin adı verilen bir çiftleşme portalı bulunur. Erkek bireylerde ise çiftleşme organı pedipalpleridir. Hem dişilerde hem de erkek örümceklerde türe özgü bir şekilde üreme organları farklılık gösterir [13].

Örümcekler ayrı eşeylidirler, genellikle dişi örümcekler erkeklere oranla daha büyüktür. Çiftleşme anında dişi örümceğin salgıladığı feromon adı verilen özel bir koku sayesinde erkek, dişisini bulur. Erkek örümcekler, eşlerini bulduklarında onları etkilemek ve dişisine kendini kabul ettirmek için palp ve bacaklarını kullanarak kur yapar. Dişi etkilenip erkeği kabul ederse çiftleşirler [15]. Örümcekler genellikle sonbahar aylarında çiftleşirler. Örümceklerde, diğer hayvanlara göre çiftleşme zamanında dikkat çeken farklı diğer bir özellik ise; dişi örümceklerin genellikle çiftleşmeden sonra erkekleri besin olarak tercih edip onları yemesidir. Dişiler, yumurtalarını bırakmak için salgıladıkları iğ iplikleri ile kokon adı verilen yapı meydana getirirler ve yumurtalar orada kalır. Sonbaharda döllenmiş yumurtalar kokonlar içerisinde kalır ve yavrular ilkbaharda yumurtadan çıkar [16].

Yavru örümceklerde ilkbaharda yumurtadan çıktıktan sonra gelişme durumlarına göre; Orthognatha ve Labidognatha olmak üzere iki farklı gelişim gözlemlenir. Orthognatlar, ilkel yapıdadırlar ve organları gelişmemiştir. Daha çok tropikal bölgelerde ve çöllerde yayılış gösterirler. Labidognat örümcekler ise gelişmiş örümceklerdir. Labidognat örümcekler, üreme organlarının gelişmişliklerine göre; haplojin ve entelejin olmak üzere iki gruba ayrılır. Entelejin örümceklerin üreme organları, gelişmiş kanal sistemlerine sahiptir. Haplojin örümceklerde ise daha basit üreme organları bulunmaktadır [17]. Erkek ve dişi örümceklerde, opistosomanın ventralinde genital boşluğun yanında bir çift delik bulunur. Bu delikler sayesinde örümceklerin çiftleşme zamanında erkekten gelen sperm, dişi örümcekte sperm kabul etme haznesine kolaylıkla iletilip burada yapıları bozulmadan belli bir süre bekleyebilir [18].

2.1.1. Gnaphosidae familyasının genel özellikleri

Gnaphosidae familyasına ait örümcekler, genellikle serbest yaşamayı seven, çoğunlukla da kurak ve sıcak iklimlerde yaşamlarını sürdüren örümceklerdir [19]. Gnaphosidae familyası; Salticidae, Linyphildae ve Araneidae familyalarından sonra en büyük dördüncü örümcek familyasıdır [1]. Gnafozid örümceklerin boyutları 1-15 mm arasındadır. Bu familyadaki örümcekler; iki tırnaklı, siyah, koyu kahve ya da griden yeşile yakın değişen renklerde görülebilmektedirler. İki sıralı sekiz gözleri vardır [16]. Gnaphosidae familyasını diğer örümcek gruplarından ayıran önemli özellikler; gözlerinin büyük olmaları, ön ağ bezlerinin kabarık olması ve buldukları konumdur [20].

Gnaphosidae familyasının türleri kış aylarında pek aktif değildir. Bahar aylarında çiftleşirler. Bu örümcek grubu, yer örümcekleri olarak da bilinir. Taşların altında, kuru odunların içinde ve üstünde yani genel olarak yerde yaşamlarını sürdürdükleri için yer örümcekleri olarak isimlendirilirler [21]. Gnafozid grubundaki örümcekler genelde karınca veya başka gruptaki örümcekleri avlayarak beslenirler [22].

Bu tez çalışmasında Gnaphosidae familyasına ait *Nomisia* cinsi içerisinde yer alan *Nomisia aussereri* (L. Koch, 1872) türüne ait karyolojik özelliklerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

2.1.2. *Nomisia aussereri* (L. Koch, 1872) türüne ait bilgiler

Erkekler bireyler 6,8–9,2 mm, dişi bireyler ise 6,5–9,8 mm arasında boy uzunluğuna sahip, prosoma ve bacaklar sarımsı-kahverengi, opistosoma ise yoğun kısa kıllarla kaplı boz renktedir. Gözler prosomanın oküler bölgesinde iki sıra halinde birbirine paralel şekilde dizilmiştir. Arka orta gözler beyaz renkli olup elips şeklindedir. Keliserler küçük yapılıdır ve arka kenarda dışçikli bir karina yapısına sahiptir. Labiyumun bir buçuk katı uzunluğunda enditleri bulunur. Oval şekilli sternumu karapasla aynı renkte olup kenarları daha koyudur. Bacakların ucunda tarak şekilli bir çift tırnak bulunur. Erkek bireylerin pedipalpinde iki tibiyal apofiz ve küçük bir kanca şeklinde mediyan apofiz yer almaktadır. Embolus yapısı dışçikli görünüme sahiptir [20].

2.2. Sitogenetik ile İlgili Bilgiler

2.2.1. Hücrenin yapısı

Tüm organizmalar hücrelerden oluşur. Hücre, yaşama ve çoğalma yeteneği olan en küçük birim olarak kabul edilmektedir [23]. Yapısal ve işlevsel görevleri nedeniyle canlılığın temel birimi olan hücreler; ökaryot hücreler ve prokaryot hücreler olmak üzere iki farklı tipte incelenir [24]. Sitoplazmasında zarla çevrili organel olmayan basit ve ilkel yapıları hücrelere prokaryot hücreler denir. Bunlara arkeler ve bakteriler örnek verilebilir.

Ökaryot hücreler, zarla çevrili çekirdekleri ve barındırdıkları farklı organeller ile prokaryot hücrelerden farklıdırlar. Protistalar, funguslar, bitkiler ve hayvanlar ökaryot hücrelere örnektir [25]. Ökaryotik hücre yapısı; hücre zarı, sitoplazma ve organeller ile çekirdek olmak üzere üç kısımdan oluşur.

Hücre zarı, hücrenin dış kısmında bulunan dinamik ve esnek bir yapıya sahiptir. Seçici geçirgen bir yapısı bulunmaktadır. Hem hücrelerin birbirleriyle iletişimini hem de moleküllerin özelliklerine göre giriş ve çıkışlarını düzenlemektedir [26]. Bütün hücrelerde bulunan hücre zarı hücreyi herhangi bir dış etkiye karşı korumaktadır [27]. Hücre zarının yapısında; protein, yağ ve az miktarda karbonhidrat molekülü bulunmaktadır [28].

Hücre zarı, iç ve dış ortamları düzenleyerek birbirinden ayıran bir bariyer gibi görev alır. Hücre dışından istenmeyen moleküllerin girişine izin vermez [29]. Hücre zarı seçici geçirgen bir yapıya sahip olduğu için çok küçük ve yüksüz olan moleküller zardan kolay bir şekilde geçerler. Büyük moleküller ise zarda geçiş için integral proteinlerini kullanarak hücre zarından geçebilirler. Böylece hücrenin iç ve dış ortam arasındaki su, besin ve atık maddelerin dengesi plazma zarı ile düzenlenmiş olur [30].

Sitoplazma, yarı sıvı matriks olup hücre zarı ile çekirdek arasını doldurur. Sitozol ve organellerden oluşur [31]. Hücre zarı ile çekirdek arasında madde iletimini sağlar. Sitoplazmanın büyük bir çoğunluğu sudan oluşmuştur. İçerisinde inorganik ve organik

maddeler de bulunur. Hücre içerisinde yer alan organellerin hareketlerini düzenler. Sitoplazma içerisinde endoplazmik retikulum, ribozom, golgi kompleksi, lizozom, mitokondri, sentriol ve hücre iskeleti (mikroflamentler, mikrotübüller, araflamentler) gibi organeller bulunur. Bu organellerden ribozom ve sentrozom zarsız yapıya sahiptir. Endoplazmik retikulum, lizozom, koful, golgi cisimciği tek katlı zara sahip organellerken; mitokondri çift katlı zara sahip organeldir [32].

Çekirdek, hücrenin genetik materyalini taşıyan ve hücrenin kontrolünü yapan genel merkezdir. Genellikle yuvarlak ya da uzamış şekildedir. Çekirdek, hücredeki en belirgin organeldir. Hücre içerisindeki metabolik olayları düzenleyerek hücrenin çoğalma, büyüme gibi faaliyetlerinin yerine getirir. Ökaryot hücreleri prokaryot hücrelerden ayıran en önemli özelliklerden bir tanesi zarla çevrili bir çekirdeğe sahip olmalarıdır [33]. Çekirdek, histolojik boyalarla boyanabilen doku preparatlarında görülebilirken diğer organeller görülmez. Canlı hücrelerde ışığı çok kıran yapılar olarak ayırt edilebilen, ışık mikroskopunda homojen olarak görünen yapılardır [33]. Çekirdek içerisindeki DNA'lar çok sayıda proteinlerle birleşerek uzun molekül içeren kromozomlar halinde bulunurlar. DNA'nın histon ve histon proteinleri ile birleşimine kromatin adı verilir [34]. Hücrelerde bölünme esnasında ökaryot hücrelerin kromozomları yoğun olarak bulunur. Kromatinlerin çekirdek içerisindeki yoğunlaşma ve boyanma durumlarına göre çekirdekte iki tip kromatin incelenir. Mitoz bölünme tamamlandıktan sonra kromozomlarda az boyanan bölgeler kısmen yoğunlaşır. Açık renkte boyanma ve kromatinlerin transkripsiyon yapan bu bölgelerine ökromatin denir. Koyu renkte boyanan bölgeler, interfaz safhasında transkripsiyon yapmayan kromozom yoğunlaşmış olarak çözülmeden sıkıca paketlenmiş bu bölgelere de heterokromatin bölge denir [35]. Çekirdek zarı büyüklük açısından değişiklik gösterebilir. Fakat genel olarak sitoplazma ile bir orantı halindedir. Sitoplazma zarı ile benzerlik gösterirler [36]. Ancak çekirdek zarında farklı olarak çift katlı zar bulunur ve zarın üzerinde porlar vardır. Bu porlar sayesinde çekirdek plazması ile sitoplazma arasında madde alışverişi serbest bir şekilde gerçekleşir [24].

Çekirdeğin yapısı içerisinde, yüksek oranda RNA ve yoğun boyanan bir alan bulunur. Bu alana çekirdekçik diğer adıyla nükleolus denir. Çekirdekçik ribozomal RNA

sentezinde önemli rol oynar. Çekirdekçik boyutu bulunduğu canlı türüne, gelişmişliğine ve protein sentezinin miktarına göre değişiklik gösterebilir [37].

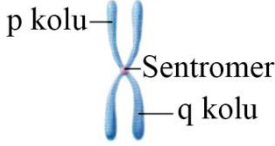
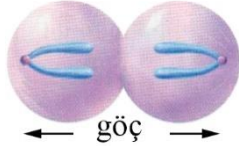



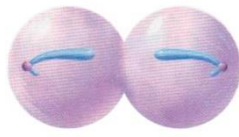


2.2.2. Kromozomların yapı ve morfolojisi

Kromozomlar, DNA'nın histon proteinleri etrafına sarılmasıyla, yoğunlaşarak oluşturduğu canlılarda, genetik özelliklerin nesilden nesile aktarımını sağlayan genetik birimlerdir [38]. Kromozomlar ilk defa 1840 yılında Hofmeister tarafından bir *Tradescantia* L. bitkisinde incelenmiştir. Kromozom çizimleri ise Flemming tarafından 1882 de yapılmıştır [35]. Kromozom terimi 1888 yılında ilk kez Waldeyer tarafından kullanılmıştır. Deneysel kromozom çalışmaları ilk kez 1925 yılında sirke sinekleri üzerinde Alfred H. Sturtevant ve Thomas Morgan tarafından yapılmıştır [39].

Yaşamın sürekliliği kromozomların devamlılığına dayanır. Tüm canlı türlerinde kromozomların; sayı, şekil ve uzunlukları farklı olmasına rağmen aynı tür bireylerde kromozom görünüşleri genellikle birbirine benzer [40]. Organizmaların kromozom sayıları, şekil ve görünüşlerine göre türler arasındaki ilişkiyi göstermez [41]. Bir canlının kromozomları, en iyi mitozun metafaz evresinde görülmektedir. Kromozomlar bu evrede kısa boya ve yeteri kadar kalınlığa erişmiş bir şekilde görüntülenirler. Kromozomlar normalde kromatin ağ şeklinde olduğundan belirgin değildir [42].

Diploit bir canlıda bulunan somatik ve eşey kromozom sayıları aynı değildir. Örneğin yüksek yapılı bir canlıda eşey hücresinden her bir kromozom çeşidinden sadece bir adet bulunur. Böylelikle eşey hücresindeki kromozomlar haploit kromozom sayısını verir. Somatik hücreler ise her bir kromozom türünden bir çift içerirler. Bu kromozomların biri anneden biri babadan gelen zigotta oluşturduğu kromozom çiftine homolog kromozom denmektedir. Böylelikle yüksek yapılı bir canlıda eşey kromozomları haploit (n) sayıda somatik hücreler ise (2n) diploit sayıda bulunmaktadır. Bir canlıda çift halinde bulunan kromozomlara otozomal kromozomlar denir. Eşey hücrelerinden bir adet bulunan, şekilleri aynı ya da farklı olabilen kromozomlara da gonozomal kromozomlar denir [43].

Kromozomları, yapısal özelliklerini (morfolojilerini) en iyi şekilde görebilmek için mitoz bölünmenin metafaz evresinde incelemek gerekir [35, 42]. Morfolojik olarak kromozomlar p ve q olarak adlandırılan iki kola sahiptirler ('p' kısa kol 'q' uzun kol). Her kromozomda sentromer adı verilen bir bölge bulunur ve burası p ve q kolunun birleştiği bölgedir. Kardeş kromatitlerin birbirine bağlanmasını sağlar. Sentromeri bulunmayan bir kromozom, iğ ipliklerinin bağlanacağı yer olmadığı için metafazda ekvator düzleminde düzenli bir şekilde bulunmaz [34, 35, 38]. Metafaz evresinde incelenen bir kromozomun uzunluğu ve sentromer bölgesindeki pozisyonu bir kromozomun iki önemli ayırıcı özelliğidir. Sentromer bölgesindeki pozisyonları kromozomdan kromozoma değişkenlik gösterir ve kromozomlar sentromerlerinin buldukları pozisyona göre, sentromerleri ortada olan ve bütün kolları eşit olan kromozomlar metasentrik kromozom, sentromeri merkeze biraz daha uzakta olan, diğer bir ifadeyle sentromer pozisyonunun akrosentrik ve metasentrik kromozomlar arasında bulunan kromozomlar submetasentrik kromozom, sentromerin bir uca daha yakın olan kromozomlar yani p kolu pek belirgin olmayan ya da q kolunun üstünde küçük bir çıkıntı şeklinde görülen kromozomlar akrosentrik kromozom, sentromerlerin en uçta olduğu kromozomlar ise telosentrik kromozomlar olarak adlandırılırlar (Şekil 2.2.) [34, 44, 45].

Sentromer			
yerleşimi	İsim	Metafazdaki şekli	Anafazdaki şekli
Orta	Metasentrik		
Uçla orta arası	Submetasentrik		
Uca yakın	Akrosentrik		
Uçta	Telosentrik		

Şekil 2.2. Sentromer yerlerine göre kromozomların isimlendirilmesi ve hücre bölünmesi sırasındaki görünüşleri [34]

2.3. Karyotip

Bir hücredeki kromozomların özdeş çift kromozomlar halinde eşlendikten sonra büyükten küçüğe doğru belirli bir düzene göre dizilmesi işlemine karyotip denir. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle sitogenetikte yapılan çalışmalarda bir türde bulunan kromozomların uzunluğu, p ve q kollarının birbirine oranları dikkate alınarak ideogramlar oluşturulur [46].

Karyotip ve ideogram verileri incelenerek bir genom içinde meydana gelmiş değişimler saptanabilir. Taksonlar arasında kromozomların benzerlik ve farklılıkları belirlenebilir. Diploit sayısı, kromozom morfolojisi ve eşey kromozom sistemine ulaşılabilir. Böylece elde edilen bilgiler taksonomik çalışmalarda kullanılabilir [29].

2.4. Hücre Bölünmeleri

Hücre bölünmesi, tüm canlılarda görülmektedir. Bir hücreli canlılarda çoğalmayı; çok hücreli canlılarda büyüme, gelişme, yaraların onarımı, erkek ve dişi eşey hücrelerin meydana gelmesi için gerçekleşen biyolojik bir olaydır [37]. Ökaryotik hücrelerde mitoz ve mayoz bölünme olmak üzere iki çeşit hücre bölünmesi vardır. Bu iki bölünme arasındaki ara evre ya da bölünmüş bir hücrenin yeniden bölünmek için hazırlık yaptığı evre interfaz evresi olarak adlandırılır. İnterfaz evresi; G1, S ve G2 olmak üzere 3 safhada gerçekleşir.

G1 Fazı: En uzun evredir. Yeni bir döngünün başlamasını sağlar.

S Fazı: DNA replikasyonu ile tüm DNA'nın iki katına çıktığı evredir.

G2 Fazı: Mitoz için önemli enzimler sentezlenir. Hücre mitoz girmeden önce DNA sentezi kontrol edilerek olası hatalar tespit edilir [24].

2.4.1. Mitoz bölünme

Bir ana hücrenin, bölünerek sayı ve şekil bakımından karakteristik olan kromozom takımının değişmeden devamını sağlayan iki yeni hücre oluşturmaya mitoz bölünme denir. Çok hücreli organizmalarda vücut hücrelerin çoğalması mitoz bölünme ile gerçekleşir. Bundan dolayı mitoz bölünmeye somatik bölünme de denilmektedir [35]. Mitoz bölünme; profaz evresinden başlayıp prometafaz, metafaz, anafaz, ve telofaz olmak üzere 5 aşamada incelenir [47].

Profaz: Profaz sırasında hem çekirdek hem de sitoplazma içinde değişiklikler olur. Çekirdek içindeki kromatin iplikler daha sıkı sarılmış halde bulunur. Kromatin halinde bulunan DNA yoğunlaşarak kromozom haline dönüşür. Profazın başında kopyalanmış sentrozomlar birbirinden ayrılarak zıt kutuplara doğru çekilirken profazın sonunda ise kromozomlar iğ ipliklerine tutunmuş halde görülür [37].

Prometafaz: Bu evre, çekirdek zarının parçalanmasıyla başlar. Kromozomlar daha da yoğunlaşırlar. Kromatidler ilk defa bu evrede belirgin hale gelir. Kromozom kinetokorları, hücrenin zıt iki kutbunda bulunan sentrozomlara bağlanırlar. Sentrozomlardan uzanan mikrotübüllerin kinetokorlara tutunmasıyla kinetokor

mikrotübülleri oluşmaya başlar. Kromozomlar mikrotübüllerden oluşan iğ ipliklerine tutunarak hücrenin merkezine doğru hareket ederler [31].

Metafaz: Kinetokor mikrotübülleri hücrenin iki kutbundan başlayarak hücrenin ortasına doğru uzanırlar. Kromozomlar, kısalıp kalınlaşarak şekil ve sayı bakımından en belirgin biçimde bu evrede görülürler. Kromozomlar, metafaz plağı denilen ve iki kutuptan eşit uzaklıkta hücrenin merkezinde dizilirler [37].

Anafaz: Mitoz bölünmenin en kısa evresidir. Çift halinde bulunan kromozomların sentromerleri ayrılmaya başlar. Kardeş kromatidler aynı anda zıt kutuplara çekilir. Birbirinden ayrılan kromatidler bu evrede kromozom diye adlandırılır [30].

Telofaz: Kardeş kromatidlerin zıt kutuplara ulaşmasıyla başlar. Mitoz bölünmenin son evresidir. Kromozomlar gevşeyerek kromatin haline geri döner. Yeni çekirdek ve çekirdek zarları oluşur. Çekirdek genetik olarak iki özdeş çekirdeğe bölünmüş olur. Profaz evresi telofaz evresinin tam tersidir. Bu evrede gerçekleşen en önemli olay telofazdan sonra meydana gelen sitokinez evresidir. Bu evrede, sitoplazma bölünmesi yani sitokinez gerçekleşme yolundadır. Böylece mitozdan kısa süre sonra aynı genetik materyale sahip hücreler ortaya çıkar [47].

2.4.2. Mayoz bölünme

Eşeyli üreyen canlılarda; neslin devamlılığı, genetik çeşitliliğin oluşması ve gametlerin (üreme hücrelerinin) oluşumunu sağlayan bölünme şekline mayoz bölünme denir. Mayoz bölünme ile gamet ve spor oluşumu esnasında diploid ($2n$) hücrelerden haploid (n) hücreler meydana gelir. Mayoz bölünmenin amacı kromozom sayısını yarıya indirmektir. Mayoz bölünme birbirini takip eden iki basamaktan meydana gelir: mayoz I ve mayoz II [34].

Birinci mayotik bölünme: Hücre döngüsünde interfaz evresinin ardından birinci mayotik bölünme başlar. Mayoz bölünme; profaz, metafaz, anafaz ve telofaz evrelerinden oluşur [31].

Profaz I: Mayozun en uzun ve karmaşık evresidir. Çekirdek zarı erimeye başlar profaz sonunda kaybolur. Kromatin iplikler yoğunlaşarak kromozom haline dönüşürler. Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitlerin birbirine sarılmasıyla sinaps oluşturulur. Kardeş olmayan kromatidler arasında parça değişimi (krosing-over) gerçekleşir. Profaz I beş aşamada gerçekleşir. Bunlar; leptoten, zigoten, pakiten, diploten ve diyakinezdır [48].

Leptoten: Kromatin materyali yoğunlaşır. Kromozomlar birleşmeye başlamasıyla beraber iğ iplikleri de oluşmaya başlar [34].

Zigoten: Kromozomlar kısalıp kalınlaşmaya devam eder. Anne ve babadan gelen homolog kromozomlar kronomerleri karşı karşıya gelecek şekilde dizilip birleşirler. Homolog kromozomlar arasındaki birleşme noktalarına sinaps denir [34].

Pakiten: Anne ve babadan gelen homolog kromozomlar, ikişer kromoatitli hale geçerler kromozomlar bu evrede kısalıp kalınlaşmaya devam eder homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında parça değişimi (krosing-over) gerçekleşir. Homolog kromozomlar 4 kromatitli görünürler. Bu homolog kromozom çiftlerinin yapısına tetrat denir [34, 49].

Diploten: Tetrat halinde bulunan homolog kromozomlar birbirinden ayrılmaya başlar. Homolog kromozomlar kinetokor bölgelerinden iğ ipliklerine tutunarak ekvatorial düzleme doğru hareket etmeye başlar [31].

Diyakinez: Diyakinez profaz I'in son aşamasıdır. Kromozomlar profazdaki en yoğun halini alırlar çekirdekçik kaybolur çekirdek zarı yıkılır. Homolog kromozomlar tamamen birbirinden ayrılır kısalıp kalınlaşırlar. Kardeş olmayan kromatitler kiyazmalar aracılığıyla birbirine bağlı kalırlar [31].

Metafaz I, Anafaz I ve Telofaz I: Birinci bölünmenin metafaz evresinde homolog kromozomlar karşılıklı gelecek şekilde ekvatorial düzlemde dizilirler. Kromozomlar bu evrede maksimum seviyede kısalıp kalınlaşırlar. Kromozomların kinetokorlar aracılığıyla iğ ipliklerine bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilir. Anafaz homolog

kromozomların bir arada bulunduğu kiazmanın bozulmasıyla başlar. Bu Evrede homolog kromozom çiftleri birbirinden ayrılır ve zıt kutuplara doğru çekilmeye başlarlar. Kardeş kromatitler sentromer bölgelerinden bağlantılı olarak kalmaya devam ederler [50]. Telofaz evresinde kromozomlar zıt kutuplara çekildiğinden dolayı kromozom sayısı yarıya iner. Çekirdek zarı ve çekirdekçik oluşumu gözlemlenir iğ iplikleri oluşmaya başlar [51].

İkinci mayotik bölünme: Mayoz II olarak adlandırılan bu bölünme mitoz bölünmeye benzer profaz II de iğ iplikleri oluşur ve kromozomlar ekvatorial düzleme hareket etmeye başlar. Metafaz II de kromozomlar, mitoz metafazın da olduğu gibi iğ iplikleri aracılığıyla metafaz plağına doğru yerleşir. Anafaz II de kardeş kromatitler birbirinden ayrılarak zıt kutuplara doğru hareket etmeye başlar ayrılan her bir kromatit artık bir kromozom olarak belirtilir. Telofaz II de kromozomlar zıt kutuplara ulaşır tekrar kromatin ipliklere dönüşür iğ iplikleri kaybolur. Çekirdek zarı oluşur. Bu evreyle eş zamanlı olarak sitokinez II'nin başlayıp tamamlanmasıyla dört tane haploid gamet meydana gelmiş olur [35, 37].

3. BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan örümceklerin araziden toplanması

Bu çalışmada Gnaphosidae familyasına ait *Nomisia aussereri*'nin ergin erkek bireyleri kullanılmıştır. Bu bireylerin temini için örümceklerin aktif üreme dönemleri olan mart-mayıs aylarında farklı lokalitelere arazi çalışmaları düzenlenmiştir (Tablo 3.1.). Örümcek örnekleri taş altlarından veya toprak, çayırılık alan üzerinde doğrudan el ile toplanmış; her biri ayrı ayrı olacak şekilde plastik tüplere konularak etiketlenmiştir. Etiket bilgileri olarak; yakalandığı lokalitenin adı, konumu, habitat özellikleri, tarih, toplayan kişi, hava durumu ve örnek numaraları yazılmıştır. Toplanan örnekler arazi çalışmaları sırasında herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Örnekler laboratuvara getirilerek daha büyük kaplara aktarılmıştır. Ergin olmayan erkek örümcekler, ergin hale gelinceye kadar haftada iki defa meyve sinekleri (*Drosophila melanogaster*) ile beslenmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan *Nomisia aussereri*'ye ait arazi çalışma bilgileri

Familya/Tür Adı	Lokalite adı	Koordinat Bilgileri, Örnek Sayısı, Toplama Tarihi
Gnaphosidae	Pozantı/Adana	37° 24'29"K ve 34° 57'42"D 2♂♂, 21.04.2018
<i>Nomisia aussereri</i>	Mersin, Tarsus	36° 56'45" K ve 34° 53'26"D 5♂♂, 21.04.2018
	Pınarbaşı/Kayseri	38° 43'10" K 36° 24'55"D 1♂, 18.05.2019

3.1.2. Çalışmada kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları

Tez çalışmasında kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları aşağıda belirtilmiştir:

- a. Stereomikroskop: Örümceklerin diseksiyonu ve gonadların çıkarılması
- b. Işık mikroskobu: Hazırlanan preparatların incelenmesi
- c. Faz kontrast mikroskobu: Preparatların giemsa ile boyanmadan önce iyi kalitede olanlarının belirlenmesi
- d. Kromozom görüntüleme sistemi: İncelenen preparatlarda mitoz ve mayoz bölünme evrelerine ait görüntülerin elde edilmesi, kromozom ölçümlerinin yapılması
- e. Hassas terazi: Kimyasal maddelerin uygun miktarda tartılması
- f. pH metre: Çözeltilerin pH'sının ayarlanması
- g. Buzdolabı: Çözelti ve preparatların saklanması
- h. Isıtıcı tabla: Preparat yapımı aşamasında asetik asitin buharlaştırılması

3.1.3. Çözeltilerin hazırlanması ve kullanım amaçları

Preparat hazırlama işlemleri aşamalarında sırasıyla fizyolojik tuz çözeltisi, hipotonik çözelti, fiksatif, asetik asit çözeltisi ve giemsa çözeltisi kullanılmıştır. Çözeltilerin hazırlanış şekilleri aşağıda verilmiştir.

- a. Fizyolojik tuz çözeltisi: 9 gr NaCl, 0,4 gr KCl, 0,2 gr NaHCO₃ ve 0,33 gr CaCl₂.2H₂O 1000 mL suda çözülürerek hazırlanır. Gonadların çıkarılması sırasında kullanılır.
- b. Hipotonik çözelti: 0,075 M KCl çözeltisi taze hazırlanarak kullanılır. Hücrelerin şişmesi amacıyla kullanılır.
- c. Fiksatif: Etanol (ya da metanol) ve asetik asit, 3/1 oranında karıştırılarak kullanılır. Hücrelerin canlılık özelliklerini korumak amacıyla kullanılır.
- d. Asetik asit çözeltisi: %60'lık asetik asit çözeltisi taze hazırlanarak kullanılır. Yayma işleminde kromozomların lam boyunca dağılmamasını sağlar.
- e. Giemsa çözeltisi: %5'lik giemsa çözeltisi kullanılır. Çözelti hazırlanmasında fosfat tamponu pH=6.5'e ayarlanarak kullanılır. Kromozomların boyanmasında kullanılır. Fosfat tamponu hazırlarken; 4,34 gr Na₂HPO₄. 12H₂O ve 4,58 gr KH₂PO₄ tartılıp 1000 mL suda çözülür.

3.2. Metot

3.2.1. Kromozom preparatlarının yapılması ve boyanması

Kromozom preparatlarının hazırlanmasında Pekar ve Krâl metodu uygulanmıştır [52]. Buna göre; ergin erkek örümcekler, izotonik tuz çözeltisi içerisinde stereomikroskop altında dissekte edilerek gonadları çıkarılmıştır. Çıkarılan gonadlar hipotonik çözelti içerisine konularak 20 dakika bekletilmiştir. Daha sonra gonadlar, fiksatif içerisinde 10 ve 20 dakika olmak üzere iki defa fikse edilmiştir. Fiksasyon işleminin ardından gonadlar, temiz bir lam üzerine alınarak üzerlerine bir damla asetik asit çözeltisi damlatılmıştır. Lamalar, ısıtıcı tabla (42°'de) üzerine alınarak asetik asit tamamen buharlaşınca kadar yayma işlemi uygulanmıştır. Hazırlanan preparatlar 24 saat süreyle, oda sıcaklığında kurutulmuştur. Daha sonra preparatlar faz-kontrast mikroskobu ile incelenerek bölünme açısından iyi kalitede olan preparatlar seçilmiştir. Bu preparatlar özel kutulara yerleştirilerek, boyama yapılınca kadar buzdolabında +4°'de muhafaza edilmiştir.

Preparatların boyanması işleminde ise öncelikle 95 mL fosfat tamponu dik şale içerisine konulmuştur. 5 mL giemsa boyası, fosfat tamponu üzerine ilave edilerek %5'lik giemsa çözeltisi elde edilmiştir. Boyanacak preparatlar ise ayrı bir dik şale içerisine yerleştirilmiştir. Hazırlanan giemsa çözeltisi, preparatların bulunduğu dik şale üzerine dökülerek 60 dakika süreyle boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Preparatlar önce musluk suyu, ardından distile su ile yıkanarak havada kurumaya bırakılmıştır. Süre sonunda preparatlar özel kutulara konulmuş ve buzdolabında +4°'de tutulmuştur.

3.2.2. Preparatların incelenmesi, fotoğraflarının çekilmesi ve karyotip yapılması

Preparatlar, CX21 (Olympus) marka ışık mikroskobunda mitoz ve mayoz bölünme evrelerinin varlığı açısından taranmıştır. Saptanan evrelerin adı ve preparat üzerindeki konumları kaydedilmiştir. Bütün preparatların taranması tamamlandığında en iyi şekilde dağılım gösteren kromozomların BX53 araştırma mikroskobuna bağlı DP26 kamera sistemi ile CellSens programı (Olympus) kullanılarak fotoğrafları çekilmiştir. Fotoğraflar, mitoz bölünme ve mayoz bölünme evreleri olarak arşivlenmiştir. Mitoz

bölünme evrelerine ait metafaz aşaması ise karyotip özelliklerinin elde edilmesi için kullanılmıştır. Karyotip yapılması amacıyla, türe ait 10 mitotik metafaz evresi kullanılmıştır. Metafaz evresindeki kromozomların uzunlukları CellSens (Olympus) programı ile mikrometrik olarak ölçülmüştür. Ölçümlerde her bir kromozom için; kısa kol (p), uzun kol (q), toplam uzunluk (p+q) sentromerik indeks (CI) ve relatif uzunluk değerleri belirlenerek tablo halinde düzenlenmiştir. Kromozomların ölçüm değerleri ve morfolojileri dikkate alınarak homolog kromozom çiftleri belirlenmiştir. Eşey kromozomları dışındaki tüm otozomal kromozom çiftleri, Photoshop CS3 programı ile uzunluk sırasına göre azalan şekilde sıralanmış ve eşey kromozomları (X_1 , X_2) ise otozomal kromozom çiftlerinin sonuna yerleştirilmiştir. Kromozom morfolojisinin belirlenmesinde Levan vd. (1964) protokolü uygulanmıştır [53].

Mayoz bölünme evrelerinin değerlendirilmesinde ise; homolog kromozomların bivalent özellikleri, eşey kromozomların pikrotik davranışları, kromozomların anafaz I ve anafaz II'deki morfolojileri gibi parametreleri değerlendirilmiştir.

4. BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Karyotip ile İlgili Bilgiler

Karyotip, kromozomların belli bir düzene göre sıralandıktan sonra karşılaştırılması işlemi olarak tanımlanabilir. Mitoz bölünmenin 2. aşaması olarak bilinen metafaz kısmında gerçekleştirilir. Metafaz evresindeki kromozomlardan elde edilen, kromozomların boyları, sentromer konumu ve buna göre kısa ve uzun kol uzunlukları ve kromozom şekli gibi veriler incelenerek sonuca ulaşılır. Çalışmamızda *Nomisia aussereri* türüne ait diploid sayı ve eşey kromozomu sistemi $2n^{\text{♂}}=22$ ($20+X_1X_2$) şeklinde bulunmuştur. Metafaz evresinde gözlenen kromozomların ölçüm sonuçları ile yapılan karyotip çalışmasında otozomal kromozom çiftlerinin relatif uzunluklarının % 10,28'den % 7,00'ye kadar kademeli olarak azaldığı tespit edilmiştir. Şekil 4.1.'de *Nomisia aussereri*'ye ait karyogram verilmiştir. X_1 eşey kromozomunun relatif uzunluğu % 8,09 iken, X_2 eşey kromozomlarının relatif uzunluğu % 7,85 olduğu belirlenmiştir. Karyotipte X_1 eşey kromozomunun uzunluk bakımından 6. ve 7.otozom çiftleri arasında X_2 eşey kromozomunun ise 7. ve 8. otozom çiftleri arasında bir uzunluğa sahip olduğu saptanmıştır. Tablo 4.1.'de *Nomisia aussereri* türüne ait metafaz kromozomlarının uzunlukları ve tipine ilişkin veriler sunulmuştur.



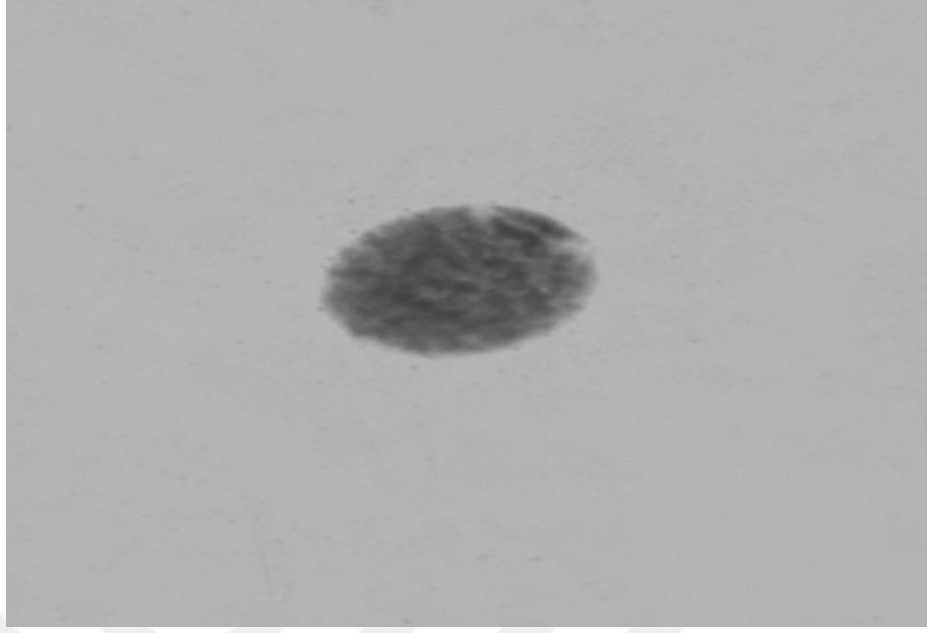
Şekil 4.1. *Nomisia aussereri*'ye ait karyogram

Tablo 4.1. Metafaz evrelerinin ölçüm sonuçlarına göre kromozom uzunlukları ve tipi

Kromozom No	p	q (µm)	Oransal Boy (%)	Kromozom Morfolojisi
1	0	12,7 ± 2,06	10,28	Telosentrik
2	0	11,6 ± 2,1	9,32	Telosentrik
3	0	11,22 ± 2,04	9,01	Telosentrik
4	0	10,88 ± 1,99	8,74	Telosentrik
5	0	10,57 ± 1,98	8,49	Telosentrik
6	0	10,17 ± 1,93	8,17	Telosentrik
7	0	10,03 ± 1,91	8,06	Telosentrik
8	0	9,52 ± 1,84	7,65	Telosentrik
9	0	9,17 ± 1,74	7,37	Telosentrik
10	0	8,71 ± 1,72	7,00	Telosentrik
X1	0	10,07 ± 2,00	8,09	Telosentrik
X2	0	9,77 ± 2,01	7,85	Telosentrik

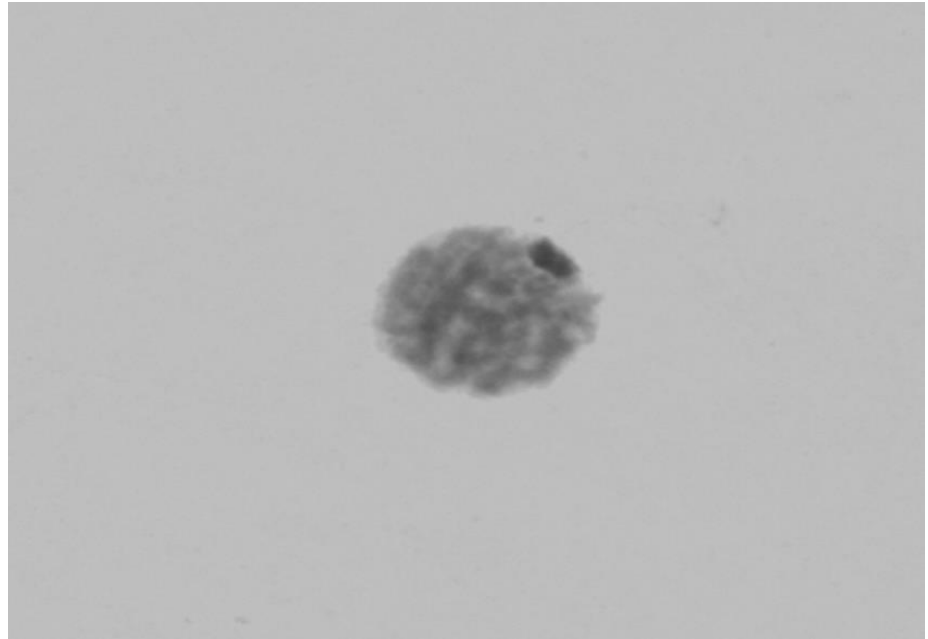
4.2. Mayoz Bölünme Evreleri İle İlgili Bölümler

Leptoten evresinde kromozomlar henüz belirgin halde değildir. Kromatin ipliklerinin dağılım gösterdiği çekirdek yapısı dikkat çekmektedir. Otozomlar, birbirinden ayırt edilememektedir. Eşey kromozomları pozitif heteropiknotik özelliktedir ve çekirdek yüzeyinde konumlanmıştır (Resim 4.1.).



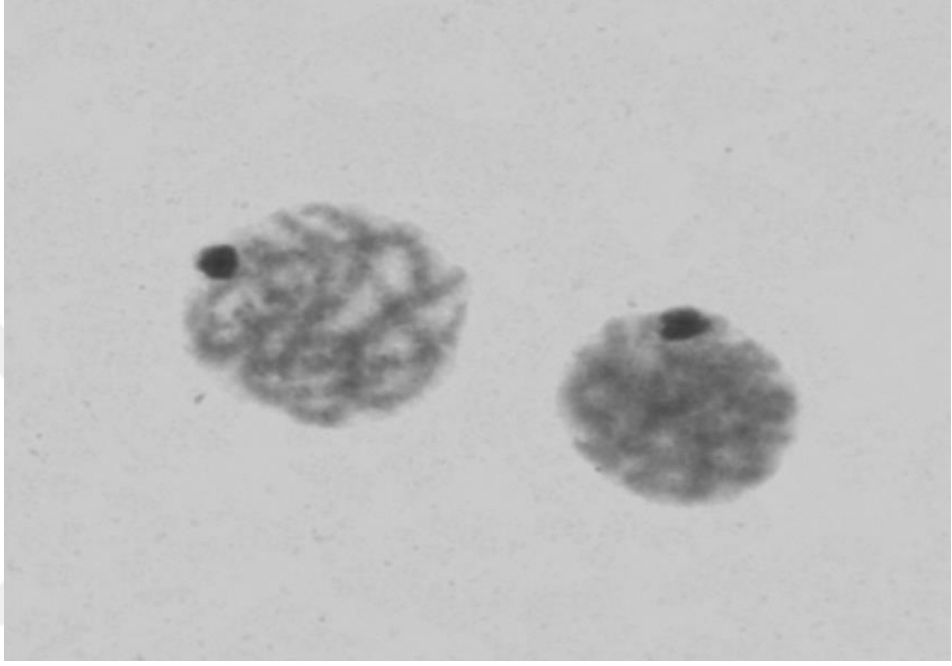
Resim 4.1. *Nomisia aussereri*'ye ait leptoten evresi

Zigoten evresinde homolog kromozom çiftleri yan yana gelmeye başlamıştır. Kromatin iplikleri kısalıp kalınlaşmayı sürdürür ancak kromozomlar henüz sayılabilecek duruma ulaşamamıştır. Eşey kromozomları, pozitif heteropiknotik özellikte olup, çekirdek yüzeyinde yer almamaktadır. Bu evrede eşey kromozomları sayılabilecek özellikte olmayıp vezikül haldedir (Resim 4.2.).



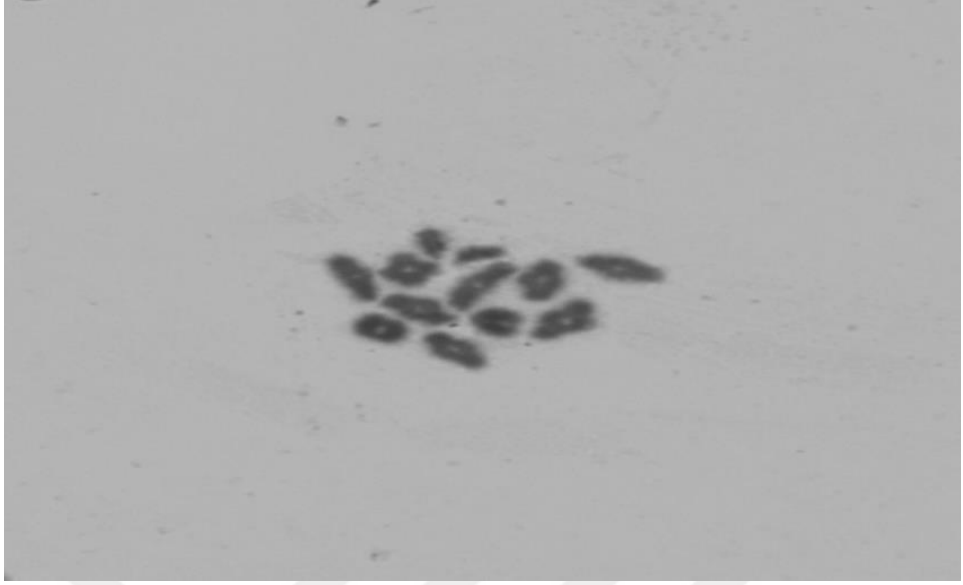
Resim 4.2. *Nomisia aussereri*'ye ait zigoten evresi.

Pakiten evresinde kromozomlar kısalıp kalınlaşmalarını sürdürerek belirgin hale gelmeye başlamıştır. Otozomlar birbirlerinden ayırt edilme seviyesine yaklaşmıştır. Bu evrede eşey kromozomları; vezikül yapılarını korumakta, dolayısıyla sayılamamakta ve pozitif heteropiknotik yapıda çekirdek yüzeyinde yer almaktadır (Resim 4.3.).



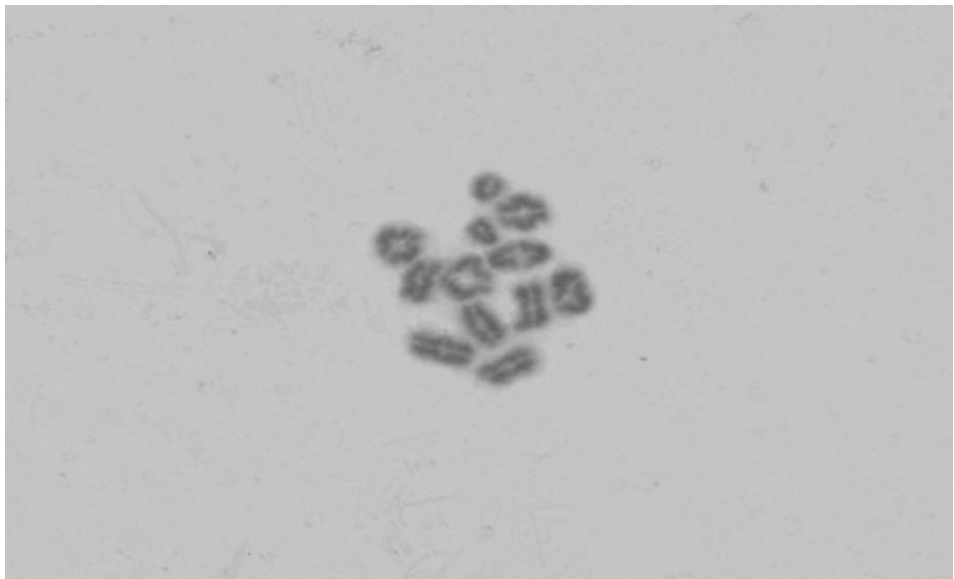
Resim 4.3. *Nomisia aussereri*'ye ait pakiten evresi

Diploten evresinde homolog kromozom çiftleri, sayılabilecek duruma ulaşmıştır. Bu evrede on otozomal bivalent ve iki univalent eşey kromozomu sayılmaktadır. Eşey kromozomları, bivalent oluşturmamaktadır. Birlikte hareket ederek çekirdek yüzeyinde konumlanmaktadır. Eşey kromozomları pozitif heterokromatin özellikte olup otozomal bivalentlerden ayırt edilebilmektedir (Resim 4.4.).



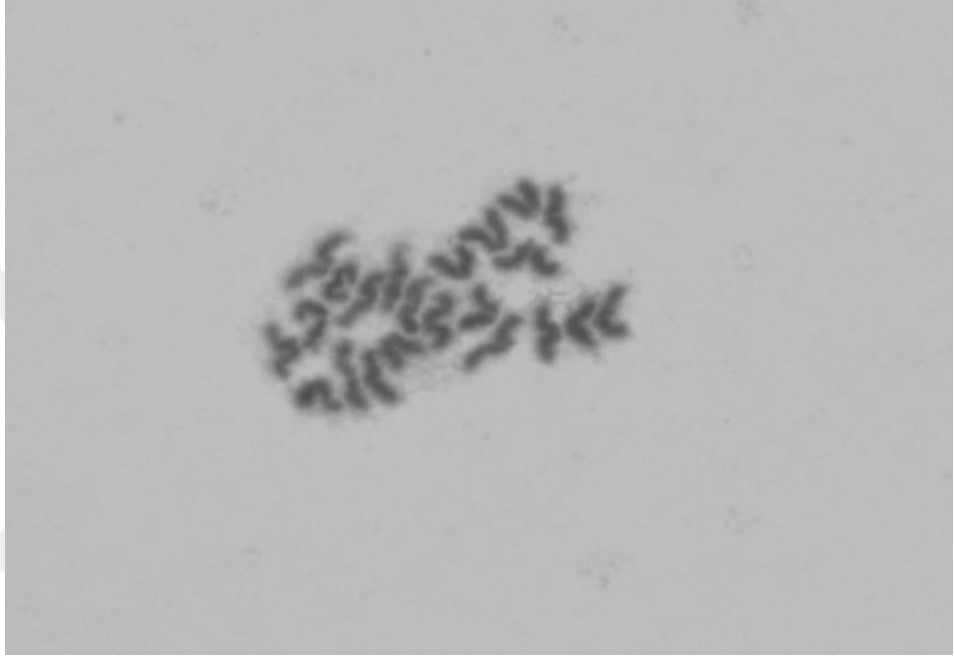
Resim 4.4. *Nomisia aussereri*'ye ait diploten evresi.

Diyakinez ve metafaz I evreleri, otozomal bivalent ve eşey kromozomlarının sayı ve özellik bakımından diploten aşamasıyla benzerlik göstermektedir. Ancak diyakinez ve metafaz I evrelerinde otozomal bivalentlerin kısalıp kalınlaşmaları daha ileri seviyelere ulaşmıştır. On otozomal bivalent ve iki pozitif heteropikrotik univalent eşey kromozomları sayılabilmektedir. Diyakinez evresinde, otozomal bivalentlerde genellikle bir kiyazmanın varlığı dikkati çekmektedir. Bivalentler çoğunlukla terminal ve interstisiyal tipte kiyazmalara sahiptir (Resim 4.5.).



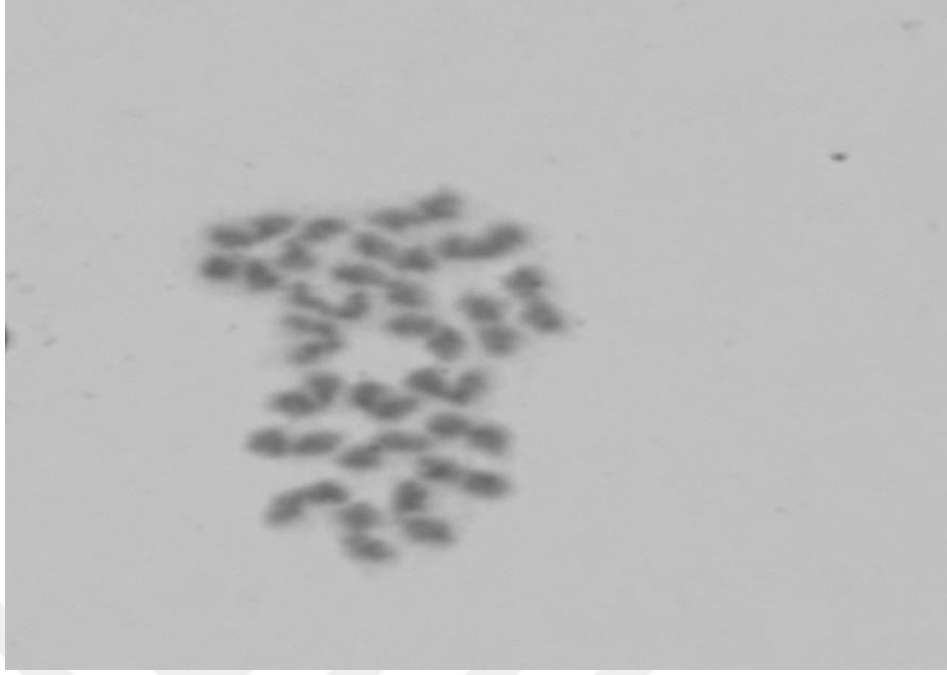
Resim 4.5. *Nomisia aussereri*'ye ait diyakinez evresi

Anafaz I evresinde kromozomlar “V” şeklinde görülmektedir. $n=12$ ve $n=10$ olan iki yeni çekirdek meydana gelmiştir. $n=12$ olan çekirdek, X_1 ve X_2 şeklinde olan eşey kromozomlarını taşıırken $n=10$ olan çekirdek eşey kromozomlarını taşımaz. $n=12$ olan çekirdekte eşey kromozomları otozomlardan ayırt edilememektedir. Çünkü bu evrede X_1 ve X_2 izopiknotik özelliktedir (Resim 4.6.).



Resim 4.6. *Nomisia aussereri* 'ye ait anafaz I evresi

Metafaz II evresinde kromozomlar telosentrik yapıda olmalarından dolayı “V” şeklinde görülmektedir. Eşey kromozomları taşıyan $n=12$ ve eşey kromozomları taşımayan $n=10$ kromozomlu iki yeni çekirdek meydana gelmiştir. Eşey kromozomları, izopiknotik yapıda olup otozomlardan ayırt edilememektedir (Resim 4.7.).



Resim 4.7. *Nomisia aussereri*' ye ait metafaz II evresi

Anafaz II evresinde kromozomlar "I" şeklinde görülmektedir. $n=12$ (on otozom + $X_1 X_2$) kromozom olan iki çekirdek ve $n=10$ (on otozom) kromozom olan iki çekirdek meydana gelmiştir. Bu evrede de eşey kromozomları, otozomlardan ayırt edilememektedir.

5. BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada ülkemizde yayılış gösteren *Nomisia aussereri*'ye ait karyolojik veriler elde edilmiştir. Ayrıca türe ait mayoz bölünme sırasındaki kromozom davranışları da ortaya konulmuştur.

Gnafozid örümcekler dünyada 163 cinse ait 2583 tür ile temsil edilirken ülkemizde ise 30 cinse ait 145 gnafozid örümceğin yaşadığı bilinmektedir [63]. Bunlardan sekiz tanesi *Nomisia* cinsine ait *Nomisia aussereri* (L.Koch, 1872), *Nomisia conigera* (Spassky, 1941), *Nomisia excerpta* (O. Pickard-Cambridge, 1872), *Nomisia exornata* (C.L.Koch, 1839), *Nomisia negebensis* Levy, 1995, *Nomisia orientalis* Dalmas, 1921, *Nomisia palaestina* (O. Pickard-Cambridge, 1872) ve *Nomisia ripariensis* (O.P.Cambridge, 1872) türleridir [1].

Bugüne kadar dünyada yapılan sitogenetik çalışmalarda 25 cinse ait 51 türün diploid sayı ve eşey kromozom sistemlerinin özelliklerini içeren veriler elde edilmiştir [6]. Bu da mevcut gnafozid örümceklerin yaklaşık olarak % 2'lik bir kısmını kapsamaktadır. Böylece gnafozid örümceklerde karyotipik özelliklerin değişimi hakkında genel sonuçların oluşturulabilmesi için ilave çalışmaların yapılması önemlidir.

Günümüzde gnafozid örümceklerle ilgili sitogenetik özellikler genellikle *Berinda* Roewer, 1928; *Berlandina* Dalmas, 1922; *Callilepis* Westring, 1874; *Cesonina* Simon, 1893; *Civizelotes* Senglet, 2012; *Drassodes* Westring, 1851; *Drassyllus* Chamberlin, 1922; *Gnaphosa* Latreille, 1804; *Haplodrassus* Chamberlin, 1922; *Hitobia* Kamura, 1992; *Micaria* Westring, 1851; *Nodocion* Chamberlin, 1922; *Nomisia* Dalmas, 1921; *Poecilochroa* Westring, 1874; *Pterotricha* Kulczyński, 1903; *Scotopheus* Simon, 1893; *Trachyzelotes* Lohmander, 1944; *Urozelotes* Mello-Leitão, 1938 ve *Zelotes* Gistel, 1848 gibi cinlere ait türlerde elde edilmiştir [5]. Yapılan çalışmalarda gnafozid örümceklere ait diploid sayı ve eşey kromozomu sisteminin erkek örümceklerde $2n^{\text{♂}}=21-30$ arasında değiştiği görülmektedir. Ancak bu örümceklerin büyük bir kısmında yaklaşık olarak % 85'inde diploid sayı ve eşey kromozomu sisteminin $2n^{\text{♂}}=22$ şeklinde olduğu dikkati

çekmektedir. Bu da gnafozid örümceklerde karyotip özelliklerin genellikle $2n^{\sigma}=22$ şeklinde korunduğu görüşünü desteklemektedir. Bunun dışında diploid sayı $2n^{\sigma}=21$ olarak *Drassodes lutescens* (C.L Koch, 1839) ve *Urozelotes rusticus* (L. Koch, 1872)'da kaydedilmiş, $2n^{\sigma}=24$ olarak *Scotophaeus blackwalli* (Thorell, 1871)'de ve $2n^{\sigma}=30$ *Scotophaeus domesticus* Tikader, 1962'da elde edilmiştir. Ayrıca $2n^{\sigma}=23$, *Zelotes petrensis* (C.L. Koch, 1839)'de; $2n^{\sigma}=28$, *Theuma* sp.'de; $2n^{\sigma}=29$, *Prodidomus simoni* Dalmas, 1919'de tespit edilmiştir [6].

Gnafozid örümceklerin eşey kromozomu sistemi değerlendirildiğinde ise $\sigma X_1X_2/\sigma X_1X_1X_2X_2$, $\sigma X_1X_2X_3/\sigma X_1X_1X_2X_2X_3X_3$ ve $\sigma X0/\sigma XX$ olmak üzere üç farklı eşey sisteminin varlığı belirlenmiştir. $\sigma X_1X_2X_3/\sigma X_1X_1X_2X_2X_3X_3$ eşey sistemi, *Prodidomus simoni* Dalmas, 1919'de ortaya konulurken $\sigma X0/\sigma XX$ eşey sistemi ise *Drassodes lutescens* ve *Urozelotes rusticus*'da bulunmuştur. Bu eşey sisteminde X kromozomunun karyotipte en büyük kromozom olarak elde edilmesi, X kromozomunun X_1 ve X_2 eşey kromozomlarının sentrik füzyonu sonucu oluştuğu kabul edilmektedir.

Günümüze kadar *Nomisio* cinsine ait *Nomisio conigera* (Spassky, 1941), *Nomisio exornata* (C.L. Koch, 1839), *Nomisio orientalis* Dalmas, 1921 ve *Nomisio ripariensis* (O.Pickard-Cambridge, 1872) türlerinin karyolojik bilgileri elde edilmiştir. Bütün örneklerde karyotip formülü $2n^{\sigma}=22$, X_1X_2 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda *Nomisio aussereri* türüne ait diploid sayı ve eşey kromozomu sistemi $2n^{\sigma}=22$, X_1X_2 şeklinde bulunduğu için, elde edilen sonuçlar önceki çalışmalar ve familya karakteristikleri ile uyumlu bulunmuştur. Ayrıca önceki çalışmalarda *Nomisio* cinsine ait türlerde kromozom morfolojilerinin akrosentrik/telosentrik tipte olduğu görülmüştür. Akrosentrik/telosentrik tipteki kromozomlar araneomorf örümcekler için karakteristik bir özelliktir. Metaentrik ve submetasentrik gibi iki kollu kromozomların genellikle ilkel örümcek türlerinde elde edildiği bilinmektedir. Çalışmamızda *Nomisio aussereri* türüne ait kromozomların benzer şekilde telosentrik tipte olduğu gösterilmiştir [6].

Örümceklerde mayoz bölünme özelliklerinin araştırılması, genellikle eşey kromozomlarının bölünme evrelerinde hangi özelliklerde olduğu ve otozomların bivalent yapılarının tespitini içermektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda eşey kromozomlarının mayoz I evrelerinde pozitif heteropiknotik özellikte ve mayoz II

evrelerinde ise izopiknotik özellikte olduğu görülmüştür. Çalışmamızda da *Nomisia aussereri* türüne ait mayoz bölünme özelliklerinin; eşey kromozomların mayoz I evrelerinde pozitif heteropiknotik, mayoz II evrelerinde ise izopiknotik özellikte olması nedeniyle, familya ve cins karakteristikleri ile uyumlu olduğu bulunmuştur. Ayrıca diploten, diyakinez ve metafaz I evrelerinde 10 otozomal bivalent kaydedilirken eşey kromozomları univalent olarak çekirdek yüzeyinde konumlanmıştır.

Yapılan literatür çalışmalarında *Nomisia aussereri* türüne ait sitogenetik özelliklerin belirlenmesine yönelik herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda elde edilen bilgilerin ülkemiz popülasyonuna ait ilk sitogenetik verileri yansıtması ve uluslararası platformda oluşturulan “Artropoda Sitogenetik Veritabanı”na yeni bilgilerin eklenmesi bakımından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. World Spider Catalog (2021). World Spider Catalog. Version 22.5. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on {date of access}. Erişim tarihi 15.10.2021. doi: 10.24436/2.
2. Kumbıçak, Ü., Kumbıçak, Z., Sırlıbaş, F.A., Civan, Ş., Poyraz, H., “Chromosome Analysis of *Micaria formicaria* (Araneae: Gnaphosidae) from Turkey”, *Comm. J. Biol.*, 5(1), 35-38, 2021, doi: 10.31594/commagene.862337.
3. Kumbıçak, Z., "Türkiye'de bazı örümceklerde karyotip ve eşey kromozomlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar", *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Gaziantep, 2010.
4. Kral, J., Musilova, J., Stahlavsky, F., Rezac, M., Akan, Z., Edwards, L. R., Coyle, F. A. And Almerje, C.R. “Evolution of the Karyotype and sex chromosome systems in basal clades of araneomorph spiders (Araneae: Araneomorphae)”, *Chromosome Research*, 14: 859 – 880, 2006.
5. Aydın, S. Ö., Dirmenci, T. “Endemik *Nepeta nuda* l. subsp. *lydiae* ph davis alt türünün morfoloji ve karyolojisinin incelenmesi” *BAÜ Fen Bilimleri Enst. Der.*, 6 (1), 26-32., 2004.
6. Araujo, D., Schneider, M. C., Neto- Paula, E. ve Cella, D. M., “The Spider Cytogenetic Database”, Version: 10.0 Erişim tarihi: 15.10.2021., www.arthropodacytogenetics.bio.br/spiderdatabase.
7. Uysal, E.U., “Büyük Menderes Nehri’nden Yakalanan *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) ve *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960) (Cyprinidae)’in Karyotip Analizi”, *Adnan Mendres Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.2, Aydın, 2011.
8. Suzuki, S., Cytological studies in spiders; III. studies on the chromosomes of fiftyseven species of spiders belonging to seventeen families, with general considerations on chromosomal evolution, *Journal of Science Hiroshima University, Series B*, 15, p. 23-136, 1954.
9. Řezáč, M., Král, J., Musilová, J., Pekár, S., ‘Unusual Karyotype Diversity in The European Spiders of The Genus *Atypus* (Araneae: Atypidae)’, *Hereditas*, 143., 123-129, 2006.
10. Foelix, R. F., "Biology of Spiders 3rd ed.", *Oxford University Press*, s. 432, New

- York, 2011.
11. Ali, A. D., "Illustrated key to spider families in *Louisiana sugarcane*", LSU Agricultural Experiment Station Reports, 856(773), 16, 1986.
 12. Reece, J. B. Urry, A.L., Cain, M. L., Wasserman, S.A., Minorsky, P. V., Jackson, R. B., "Campbell Biyoloji, Dokuzuncu Baskı", Çeviri Editörleri, Gündüz, E., ve Türkkan, İ., *Palme Yayıncılık*, s. 102, 686 – 687, 2013.
 13. Wegner, G. S., 'Spider Identification Guide', *BASF The Chemical Company*, 2011.
 14. Jocqué, R. & Dippenaar-Schoeman, A.S. (2006) Spider Families of the World. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, 336 pp.
 15. Bradley, R. A., 'Common Spiders of Ohio', *Ohio Department of Natural Resources Division of Wildlife*, 2012
 16. Chatzaki, M. "A critical review of the spider family Gnaphosidae in Greece", *Inst. Zool. Belgrade, Sofia, Monographs*, 12, pp: 355 – 374, 2008.
 17. Gündüz, G. "Muş ili Hasköy ilçesi örümcek (Araneae) faunası", *Muş Alpaslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 5-7, Muş, 2015.
 18. Heimer, S. Nentvig W., "Spinnen von Mitteleuropas Ein Bestimmungsbuch", *Blackwell Wissenschafts-Verlag, Paul Parey*, p. 628, Berlin, Hamburg, 1991.
 19. Wolff, J. O., Řezáč, M., Krejčí, T. and Gorb, S. N., "Hunting with sticky tape: functional shift in silk glands of araneophagous ground spiders (Gnaphosidae)", *Journal of Experimental Biology*, 220, p. 2250, 2257, 2017.
 20. Seyyar, O. "Doğu Akdeniz Bölgesi'nin Yer Örümcekleri (Araneae, Gnaphosidae) faunası." *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, s. 1-7, Kayseri, 2009.
 21. Logunov, D. V. and Gromov, A. V. "Spider of Kazakhstan", *Siri Scientific press*, Manchester, pp: 141, 2012.
 22. Michálek, O., Petráková, L. and Pekár, S., "Capture efficiency and trophic adaptations of a specialist and generalist predator: A comparison", *Ecology and Evolution*, 7 (8), 2756-2766, 2017.
 23. Kiziroğlu, İ., 'Genel Biyoloji Canlılar Bilimi', 5. Baskı, *Okutman Yayıncılık*, s. 21-32, Ankara, 2008.
 24. Cooper, G. M., Hausman, R. E., "Hücre Moleküler Yaklaşım 7. Baskı", *İzmir Tıp Kitabevi*, Çeviri Editörleri, Atabey, N., Kalay, E., İzmir, Ekim 2016.
 25. Turner, P.C., Mclennan, A.G., Bates, A.D., White, M.R.H., "Moleküler Biyoloji",

- Çeviri Editörü, Konuk, M., *Nobel Yayıncılık*, s. 51-52, Ankara, 2004.
26. Erensayın, C., “Genetik”, *Nobel Yayın Dağıtım*, s. 12-14, Ankara, 2000.
27. Kuru, M., Gözükar, E., “Genetik Örnek Problem ile”, *Palme Yayıncılık*, s. 360, Ankara, 2001.
28. Spakulova, M., Kralova, I., Dudinak, V., Reddy, P. V., “Karyotype of *Acanthocephalus lucii*: The first record of supernumerary chromosomes in thorn-headed worms”, *Parasitol Res*, 88”, s. 778-780, 2002.
29. Lodish, B., Krieger, K., Bretscher, S., Matsudaira P., “Moleküler Hücre Biyolojisi”, Çeviri Editörleri, Geçkil, H., Özmen, M., Yeşilada, Ö., *Palme Yayıncılık*, s. 372-485, Ankara, 2011.
30. Graham, L. E., Graham, J. M. ve Wilcox, L. W., "Bitki Biyolojisi", *Palme Yayıncılık*, 2. Baskı, Çeviri Editörü: Işık, K., s. 95- 180, Ankara, 2008.
31. Güneş, H. V., ‘Moleküler Hücre Biyolojisi’, *İstanbul Tıp Kitabevi* 3. baskı, s. 21-43, Eskişehir, 2003.
32. Cooper, G. M., Hausman, R. E., “Hücre Moleküler Yaklaşım 7. Baskı”, *İzmir Tıp Kitabevi*, Çeviri Editörleri, Atabey, N., Kalay, E., İzmir, Ekim 2016.
33. Temizkan, G.O., “Genetik: I. Temel Genetik 2. Baskı”, *İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Basım Evi*, İstanbul, s. 281, 1994.
34. Klug, S.W., Cummings, R.M., Spencer, A.C., “Genetik Kavramlar”, Çeviri Editörleri, Sümer, S. , Öner, R., Ögüş, Açık, L., *Palme Yayıncılık*, s. 20, 21, 23, 27, 29, 34, 294, Ankara, 2011.
35. Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E., “Sitogenetik, 1486”, *Nobel Yayın Dağıtım*, s.12-17, Ankara, 2010.
36. Yıldırım, A., Bardakçı, F., Karataş, M. ve Tanyolaç, B., "Moleküler Biyoloji", *Nobel Yayıncılık*, 2. Baskı, s. 35-49, Ankara, 2010.
37. Hardin, J., Bertoni, G., “Becker’in Hücre Dünyası”, Çeviri Editörü, Beldüz, A. O., *Palme yayınevi*, 2019.
38. Öktem, F. G., ‘Kuzey Ankara Spalax’larının (Körfare) Karyotip, Nükleolus Organizatör Bölge (NOR) ve C-Bant Özellikleri’, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, 2008.
39. Tezok, F. “Genetikte temel prensipler ve insan genetiğindeki değerlendirmeleri”, *Bursa Üniversitesi yayınları*, Bursa, s. 41, 1977.

40. Demirsoy, A. "Yaşamın Temel Kuralları", 21. baskı, cilt 2 – 1. kısım, *Palme yayıncılık*, Ankara, s. 94, 2008.
41. Çanakcıoğlu, N., "Un Güvesi, *Ephestia kuehniella*, ve Kuru Meyve Güvesi *Plodia interpunctella*'nın Sitogenetik Olarak Karşılaştırılması", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Kayseri, 2010.
42. Karol S., Ayvalı C. ve Suludere Z. "Hücre Biyolojisi", *Öğün Matbaacılık*, 4. Baskı Ankara, 2000.
43. Saygun, S., "Karadenizde yaşayan çeşitli yassı balıkların (Pisces, Pleuronectiformes) kromozom yapılarının karşılaştırılması", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, s. 13, Samsun, 2005.
44. Kurt, Ö., Koca, S. "Bazı Batı Anadolu Triturus türleri (Salamondridae urodela) üzerinde Sitogenetik bir çalışma", *Kafkas Üniv. Vet. Fakültesi Derg.*, 14(2): 129-134, 2008.
45. Şahin, E., 'Bazı Türkiye *Dianthus* L. (Caryophyllaceae) Taksonları Üzerine Karyolojik Çalışmalar', *Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Yozgat, 2015.
46. Gündoğdu, H. "Endemik Beyşehir Karaburun Balığı, *Chondrostoma beysehirense* (Bogutskaya, 1997) üzerine Sitogenetik araştırmalar", *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi*, s. 16-23, Konya, 2016.
47. Varışlı, L. "Hücre döngüsü kontrolünde HN1'in rolü", *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, s.3-10, Bornova-İzmir, 2012.
48. Gürkan, H., "Azoospermik İnfertil Erkek Hastalarda Sinaptonemal Kompleks Protein 3(SCP3) Genindeki Mutasyonların DNA Dizi Analizi Yöntemi ile Araştırılması", *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, İstanbul, 2011.
49. Alemdar, N. "Sitoloji", *Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Atatürk Üniversitesi basımevi.*, s. 165- 175, Erzurum, 1983.
50. Solari, A.J., Tandler, C.J., "Presence of a centromeric filament during meiosis", *Genome*, 34, 888-894, 1991.
51. Tatlı, A., 'Genel Biyoloji (Botanik)', *Etam Matbaası*, s. 82, Kütahya, 1995
52. Pekár, S., Král, J., "A comparative study of the biology and karyotypes of two central European Zodariid spiders (Araneae, Zodariidae)", *J. Arachnol.*, 29: 345-353, 2001.

53. Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A.A., “Nomenclature for centromeric position on chromosomes”, *Hereditas*, 52 (2): 201–220. 1964.

