

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

**TRACHYZELOTES FUSCIPES (ARANEAE:
GNAPHOSIDAE) TÜRÜNÜN SİTOGENETİK
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Çiğdem AKEL**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Ümit KUMBIÇAK**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2020
NEVŞEHİR**

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

**TRACHYZELOTES FUSCIPES (ARANEAE:
GNAPHOSIDAE) TÜRÜNÜN SİTOGENETİK
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Çiğdem AKEL**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Ümit KUMBIÇAK**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2020
NEVŞEHİR**

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans eğitimin süresince bilgisini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK'a ve danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ümit KUMBIÇAK'a ve daima yanımda olan sevgili anneme ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



**TRACHYZELOTES FUSCIPES (ARANEAE: GNAPHOSIDAE) TÜRÜNÜN
SİTOGENETİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Çiğdem AKEL

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2020

ÖZET

Yer örümcekleri olarak bilinen gnafosid örümcekler, tür sayısı bakımından ülkemizin en geniş gruplarından birini oluşturmaktadır. Bu çalışmada *Trachyzelotes fuscipes* türünün sitogenetik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada çok sayıda bölünmekte olan hücreye sahip erkek örümcekler kullanılmıştır. *Trachyzelotes fuscipes* türünün kromozom sayısı, eşey kromozomu sistemi ve mayoz bölünme özelliklerini belirlemek için karyotipi hazırlanmıştır. Kromozom preparatlarının hazırlanmasında standart yayma preparasyon metodu uygulanmıştır. Bu metot diseksiyon, hipotonik uygulama, fiksasyon ve boyama olmak üzere dört temel işlemi kapsamaktadır. Çalışma sonucuna göre türün karyotip formülü $2n♂=22, X_1X_20$ şeklindedir. Telosentrik tipte kromozomlara sahip olduğu bulunmuştur. Otozomal kromozomların relatif uzunluklarının kademeli olarak azalış gösterdiği ve eşey kromozomlarının 6. otozomal çiftten daha büyük olduğu bulunmuştur. Eşey kromozomlarının mayoz bölünmenin I. evrelerinde pozitif heteropiknotik özellikte olduğu ve çekirdek yüzeyinde konumlandığı saptanmıştır. Otozomal bivalentlerin terminal ve interstitial tipte kiyazmaya sahip oldukları belirlenmiştir. Mayoz bölünmenin II. evrelerinde eşey kromozomları izopiknotik özellik sergilediği için otozomlardan ayırt edilemedikleri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler : *Araneae, karyotip, Mayoz, Trachyzelotes fuscipes*
Tez Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ümit KUMBIÇAK
Sayfa Adeti : 49+xii

**INVESTIGATION OF THE CYTOGENETIC CHARACTERISTICS OF
TRACHYZELOTES FUSCIPES (ARANEAE: GNAPHOSIDAE)
(M. Sc. Thesis)**

Çiğdem AKEL

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

June 2020

ABSTRACT

Gnaphosidae spiders, known as ground spiders, are one of the largest groups in our country in terms of species number. In this study, cytogenetic properties of *Trachyzelotes fuscipes* were investigated by cytogenetically. Male spiders with a large number of dividing cells were used in the study. The karyotype was prepared to determine the chromosome number, sex chromosome system and meiosis division characteristics of *Trachyzelotes fuscipes* species. Standard air drying method was used in the preparation of chromosome slides. This method includes four basic procedures: dissection, hypotonic application, fixation and staining. As a result of the study, the karyotype formula of the species was $2n♂ = 22, X_1X_20$. Autosomes and gonosomes were telocentric morphology. It has been found that the relative lengths of the autosomal chromosomes gradually decrease in size and the sex chromosomes were larger than the sixth autosomal pairs. It was determined that sex chromosomes have positive heteropicnotic feature in the first stages of meiosis and are located on the nucleus periphery. Autosomal bivalents have terminal and interstitial type chiasma. In the II stages of meiosis, it has been determined that they are indistinguishable from autosomes since sex chromosomes exhibit isopicnotic features.

Keywords : *Araneae, karyotype, meiosis, Trachyzelotes fuscipes*
Thesis Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ümit Kumbıçak
Page Number : 49+xii

İÇİNDEKİLER

KABÜL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
RESİMLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xii
1. BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
2. BÖLÜM	3
GENEL BİLGİLER	3
2.1. Örümceklerin Genel Özellikleri.....	3
2.2. Gnaphosidae Familyası ve <i>Trachyzelotes fuscipes</i> Türü Hakkında Genel Bilgiler.	8
2.3. Kromozom Yapısı ve Organizasyonu.....	9
2.4. Sitogenetik	14
2.5. Hücre Bölünmeleri.....	15

2.5.1.	Mitoz bölünme	16
2.5.2.	Mayoz bölünme	18
3.	BÖLÜM	22
	MATERYAL ve METOT	22
3.1.	Örümceklerin Yaşam Alanlarından Toplanması	22
3.2.	Kromozom Preparatlarının Yapılması ve Kromozomların Analiz Edilmesi ...	23
3.2.1.	Laboratuvarda kullanılan cihazlar.....	23
3.2.2.	Çalışmada kullanılan kimyasallar	23
3.2.3.	Kromozom preparatlarının hazırlanması	24
3.2.4.	Kromozom preparatlarının boyanması	25
3.2.5.	Mikroskop incelemesi, fotoğraflama ve karyotip yapılması.....	25
3.2.6.	Karyotip yapılması.....	26
4.	BÖLÜM	27
	BULGULAR.....	27
4.1.	Karyotip ile İlgili Verilerin Değerlendirilmesi	27
4.2.	Mayoz Bölünme Evreleri ile İlgili Verilerin Değerlendirilmesi.....	29
5.	BÖLÜM	36
	TARTIŞMA VE SONUÇ	36
	KAYNAKLAR	43
	ÖZGEÇMİŞ	49

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. <i>Trachyzelotes fuscipes</i> türünün sistematığı	9
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan örneklerin örnekleme verileri ve örnek sayısı	22
Tablo 3.2. Kromozomların sınıflandırılmasında kullanılan sentromerik konum ve kol oranları	26
Tablo 4.1. Türe ait 10 metafaz evresinden elde edilen toplam kromozom uzunluğu (p+q), sentromerik indeks değeri (CI), relatif kromozom uzunluğuna (%) ait veriler	28
Tablo 5.1. Gnaphosidae familyasına ait çalışılmış türlerin listesi.....	38

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Bir arenomorf örümceğin dorsal görünüşü	4
Şekil 2.2. Bir arenomorf örümceğin ventral görünüşü	5
Şekil 2.3. Bir Megalomorf örümceğin ventral görünüşü.....	6
Şekil 2.4. Örümceklerdeki dişi üreme yollarının karşılaştırılması.....	7
Şekil 2.5. Bir nükleotidin yapısı.....	11
Şekil 2.6. Sentromer yerlerine göre kromozomların isimlendirilmesi ve anafaz evresinde hareketleri esnasındaki görünüşleri.....	14
Şekil 2.7. Mayoz bölünmenin evreleri	21
Şekil 4.1. <i>T. fuscipes</i> türüne ait karyotip, $2n♂=22, X_1X_20$	28

RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1. Örümcek çeşitliliğine bir bakış	8
Resim 4.1. <i>T. fuscipes</i> türüne ait profaz I'in leptoten evresi.....	29
Resim 4.2. <i>T. fuscipes</i> türüne ait profaz I'in zigoten evresi.....	30
Resim 4.3. <i>T. fuscipes</i> türüne ait profaz I'in pakiten evresi.....	31
Resim 4.4. <i>T. fuscipes</i> türüne ait profaz I'in diploten evresi.....	33
Resim 4.5. <i>T. fuscipes</i> türüne ait profaz I'in diyakinez evresi	33
Resim 4.6. <i>T. fuscipes</i> türüne ait anafaz I evresi	34
Resim 4.7. <i>T. fuscipes</i> türüne ait anafaz II evresi.....	35

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

DNA	: Deoksiribonükleik asit
RNA	: Ribonükleik asit
NOR	: Nükleolar organize edici bölge
H1	: Bağlayıcı histon
G0	: Dinlenme evresi
G1	: Hücre büyümesi evresi (1. büyüme)
S	: Sentez evresi
G2	: Bölünmeye hazırlık evresi (2. büyüme)
n	: Haploid kromozom sayısı
2n	: Diploid kromozom sayısı
X	: Eşey kromozomu
Y	: Eşey kromozomu
p	: Kromozomun kısa kolu
q	: Kromozomun uzun kolu
♂	: Erkek birey
♀	: Dişi birey
RCF	: Kromozomun relatif uzunluğu
CM	: Kromozom tipi
CI	: Sentromerik indeks
°C	: Santigrat derece

G	: Gram
%	: Yüzelik birim
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
µm	: Mikrometre
NaHCO₃	: Sodyum bikarbonat
CaCl₂.2H₂O	: Kalsiyum klorid dihidrat
KH₂PO₄	: Potasyum dihidrojen fosfat
Na₂HPO₄	: Disodyum hidrojen fosfat
pH	: Çözeltideki bazlık veya asitlik derecesi

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Günümüzde sitogenetik çalışmalar, kromozomların sayısal ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi, cinsiyet kromozom sistemlerinin ve hücre bölünmeleri esnasındaki türe özgü davranışlarının ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır. Karyotipleme ve kromozomların bant profillerinin ortaya konulması gerek tür içinde meydana gelebilecek mutasyonların belirlenmesinde gerekse morfolojik olarak birbirine çok benzeyen türlerin ayırımında kullanılabilirlikindedir [1].

Hücre bölünmeleri esnasında genetik materyalin yavru hücrelere aktarımının doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesi amacıyla interfaz evrelerinde kendini eşleyen DNA ipliği bölünmenin başlamasıyla histon ve non-histon protein etrafında kısalıp kalınlaşarak kromozom şeklini almaktadır. Karyotipleme çalışmalarında bölünmenin metafaz evresindeki kromozom yapısı ve özellikle mayoz bölünmenin profaz I ve metafaz I evlerinde eşey kromozomlarının belirlenebilmesi ve eşey kromozomlarının paketlenme ve hareket süreçlerinin türler arasında farklılık göstermesi sitogenetik açıdan büyük önem arz etmektedir [2, 3].

Örümcekler, 120 familya 4170 cins ve 48464 tür sayısı ile eklembacaklıların “Arachnida” sınıfında yer alan ve biyolojik çeşitlilik açısından en zengin takımlardandır [4]. Örümcekler; Dünya üzerinde hemen hemen her yerde yaşamaktadırlar. Tür sayılarında görülen zenginlik, insanlarla aynı ekosistemleri paylaşmaları sebebiyle kimi insanların için korku kaynağı olmaları yine karnivor canlılar olmaları dolayısıyla tarımda zararlılarla mücadele önemli görevleri bulunması ve son zamanlarda venom bezlerinden salgıladıkları enzimler ve örümcek ağının sahip olduğu eşsiz özellikleri ile daima ilgi odağı olmuş canlılardır [5, 6].

Örümceklerle yapılan sitogenetik çalışmalar incelendiğinde günümüze kadar sadece 868 türün sitogenetik verilerinin ortaya konulduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmalarda sistematik olarak tanımlanan örümcek türlerinin yalnızca %1,80'ine ait sitogenetik verilerin ortaya konulmuştur. Bu sitogenetik analizlerde, başta cinsiyet kromozomları

olmak üzere kromozom sistemlerinin kökeni ve tür içi ve türler arası sayısal ve yapısal farklılıklarından sorumlu olan olaylar açıklanmaya çalışılmıştır [7].

Bu çalışmada “Gnaphosidae” familyasına ait “*Trachyzelotes fuscipes*” türünün sitogenetik analizinin yapılması amaçlanmıştır. Bu türe ait diploit kromozom sayısı, eşey kromozomu sistemi, kromozom morfolojisi ve kromozomların mayoz bölünmedeki davranışları araştırılmıştır.



2. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

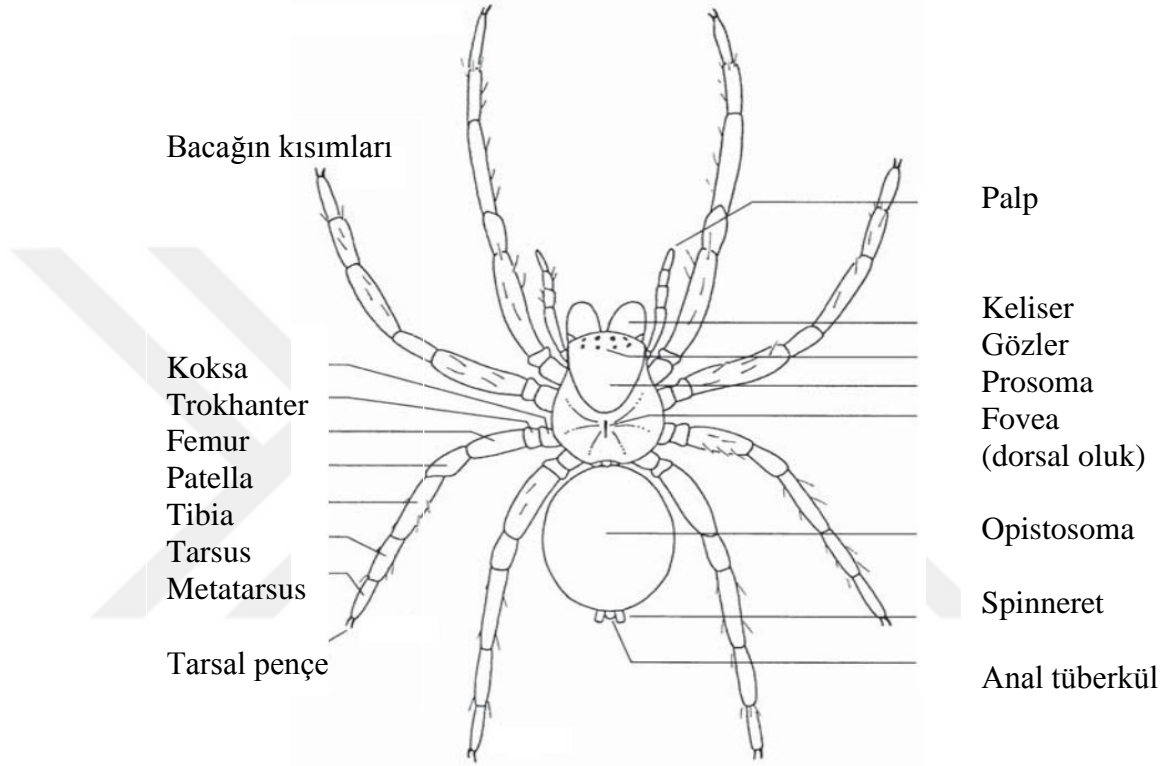
2.1. Örümceklerin Genel Özellikleri

Kendilerine özgü ağ yapabilme yetenekleri, venom bezlerine sahip olmaları, hareketlerini sağlayan kas ve hidrolik basınç sistemi ve üreme sistemlerinin eşsiz yapısı nedeniyle birçok araştırmaya konu olan örümcekler hemen hemen tüm karasal ekosistemlerde karşımıza çıkmaktadırlar. Gerek tür çeşitliliklerindeki zenginlik ve birey sayılarındaki bolluk gerekse sahip oldukları birçok eşsiz özellikleri bakımından tüm zamanlarda ilgi odağı olan bu canlılar aynı zamanda dünyanın en iyi böcek avcılarından biridir [8-10].

Örümceklerin vücut uzunluğu taksonlar arasında 2 mm'den 90 mm'ye kadar değişiklik göstermektedir. Tür içerisinde ise dişiler erkeklerden daha büyük vücut yapısına sahiptir. Örümceklerin vücudu prosoma (sefalotoraks) ve opistosoma (abdomen) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Prosoma ve opistosoma birbirlerine pedisel denilen bir dar bölge ile bağlanır. Prosoma üst kısım karapaks, alt kısımdan sternum ile çevrilidir. Gözler, keliserler, ağız parçaları, palpler ve bacaklar prosoma bölgesinde bulunur. Örü bezleri ve genital organlar ise opistosoma bölgesinde yer alır (Şekil 2.1) [6].

Karapaks, prosoma kısmını üstten kaplayan kısımdır. Örümceklerde baş ve göğüs kısmı tek parça halinde görülmesine rağmen bazı türlerde servikal oluk tarafından bu bölgeler birbirinden ayrılabilir. Karapaks üzerinde servikal oluğun hemen arkasında midenin dış iskelete tutunduğu fovea (dorsal oluk) adı verilen uzunlamasına veya enine bir çukur yapısı görülür. Karapaksın şeklin önemli taksonomik özellikler arasında yer alır. Venom bezleri prosoma içerisinde yer alır. Venom keliserlerin uç kısımlarında yer alan zehir dişlerinden dışarı akıtılır (Şekil 2.2). Prosoma alttan sternum ile kaplıdır. Mygalomorf örümceklerde sternum üzerinde sigilla adı verilen küçük dairesel izler bulunur. Sigillaların pozisyon, şekil ve sayı familyalar arasında değişkenlik gösterir (Şekil 2.3) [11].

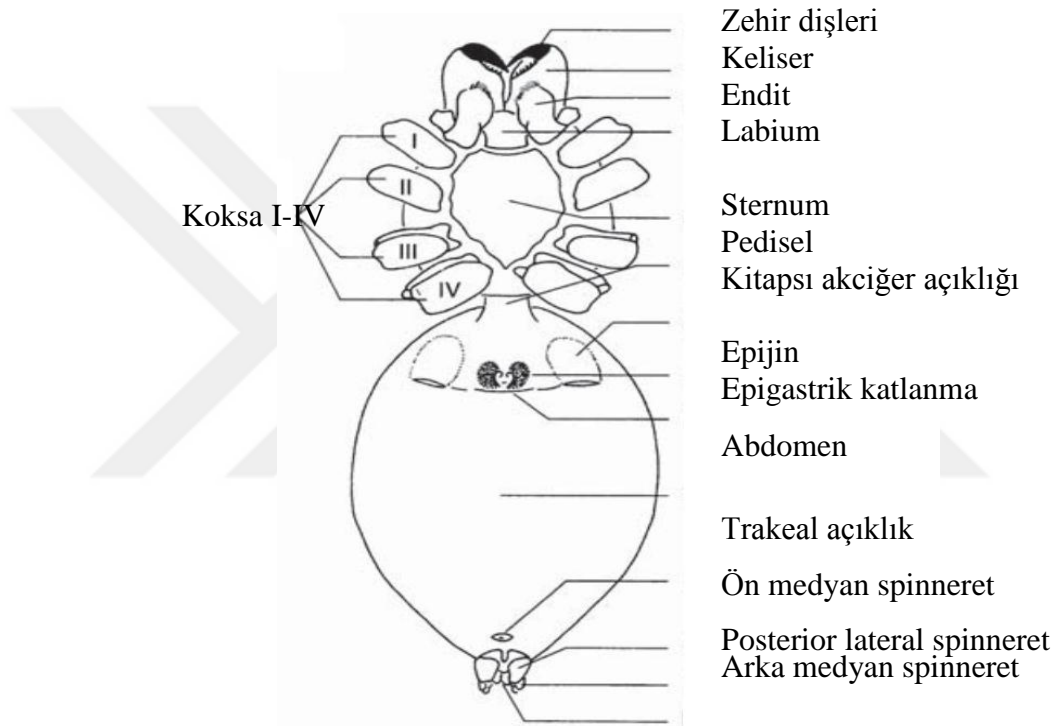
Örümcekler genellikle sekiz adet basit göze sahiptir. Göz sayısı altı, dört, iki veya sıfır şeklinde familyalar arasında değişiklik göstermektedir. Gözler sefalik bölge üzerinde sıralar veya gruplar halinde aldıkları pozisyonlarına göre ön medyan, ön lateral, arka medyan ve arka lateral gözler olarak adlandırılır (Şekil 1.3).



Şekil 2.1. Bir arenomorf örümceğin dorsal görünüş [11]

Örümcekler prosomanın ilk uzantısı olan bir çift kelisere sahiptir. Keliserler, pedipalplerle birlikte besinin ağza alınmasını sağlar [12]. Keliserlerin uç kısımlarında yer alan zehir dişleri (fang) sayesinde venomunu avlarına aktarırlar. Keliserler bazal bir alt bölüm ve hareketli bir distal bölüm olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Venom bezleri bazı türlerde prosomanın 1/3 veya 2/3'lük ön kısmında yer alırken bazı türlerde keliserlerin bazal kısmında bulunmaktadır. Örümceklerin sahip oldukları venom bezlerinin şekilleri ve büyüklükleri türler arasında farklılık göstermektedir. Yaklaşık olarak 30 kadar örümcek türünün venomu insanlar için tehlikeli olabilecek düzeyde iken büyük çoğunluğunun sahip olduğu venom insanları etkilemez. Keliserler, avlanma ve savunma dışında ses çıkarma, kazma, yumurta kokonlarını taşıma ve çiftleşme sırasında eşe sıkıca tutunma gibi görevleri yerine getirir [13, 14].

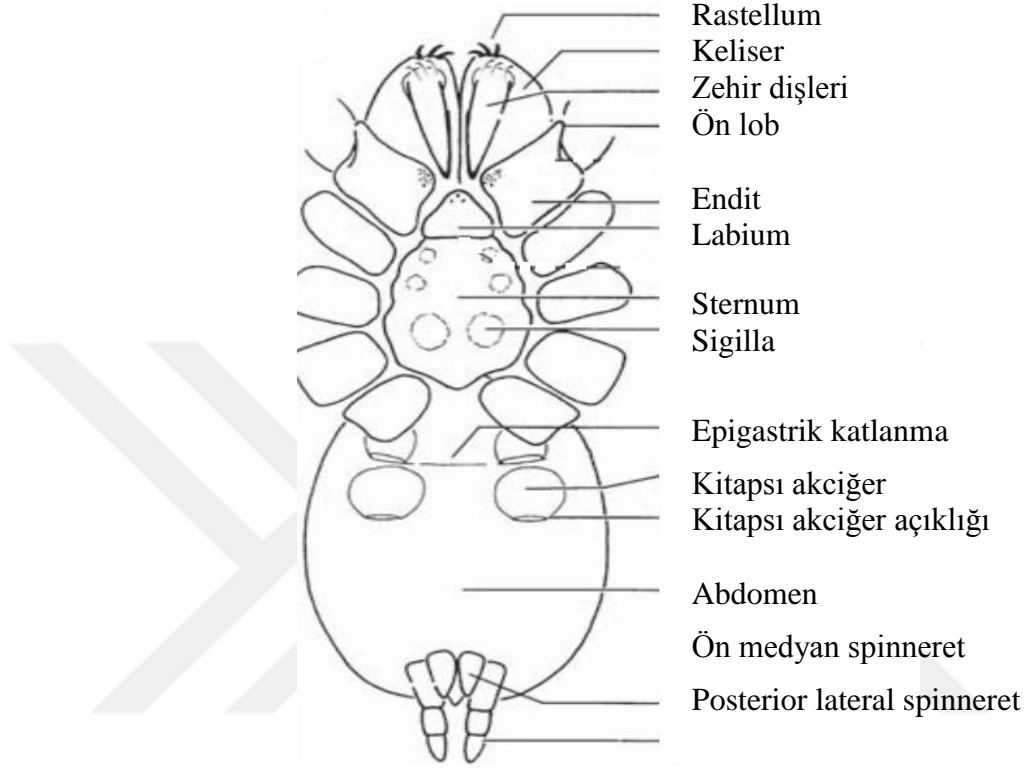
Keliserler, hareket yönlerine göre labidognat ve ortognat keliserler olmak üzere iki sınıfa ayrılır. Araneomorf grubu örümceklerde bulunan labidognat keliserler vücut eksenine dik olarak hareket ederken, vücut eksenine paralel olarak hareket eden ortognat keliserler Mesothelae ve Mygalomorf gruplarındaki örümceklerde bulunur eder. Ayrıca oyuk açan mygalomorf örümceklerin çoğunun keliserinde rastellum yuva kazmak için kullanılan güçlü dikenler yer almaktadır. Bu sebeple keliserlerin varlığı ve şekli örümceklerin sınıflandırılmasında kullanılmaktadır (Şekil 2.2., Şekil 2.3.) [11, 15].



Şekil 2.2. Bir arenomorf örümceğin ventral görünüşü [11]

Örümcekler yedi segmentten oluşan dört çift yürüme bacağına sahiptir. Yürüme bacaklarının üzerinde dikenler ve duyu reseptörlerle kaplı kıllar yer alır. Örümceklerde genellikle bacağın tarsus kısmında en az iki tarsal pençe bulunurken ağ yapan örümceklerde üç tane bulunur [11]. Örümceklerin yürüme bacakları hidrolik bacak eklemlerine sahiptir. Yani ana eklemlerinde ekstansör kasları yer almamakta olup sadece fleksör kas grubu yer alır ve bu fleksör kaslar hemolenf basıncının etkisiyle bacak eklemlerinin uzatılmasını sağlar [16].

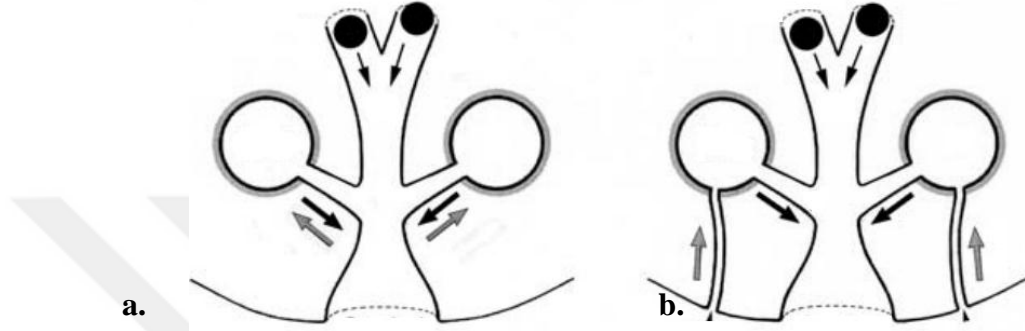
Palpler, yürüme bacaklarına benzemekle birlikte metatarsus kısmı olmadığı için altı segmentten meydana gelir. Dişilerde palpler basit yapılı iken erkeklerde ikinci bir çiftleşme organı görevi yapacak şekilde gelişmiştir [6, 11].



Şekil 2.3. Bir Megalomorf örümceğin ventral görünüşü [11]

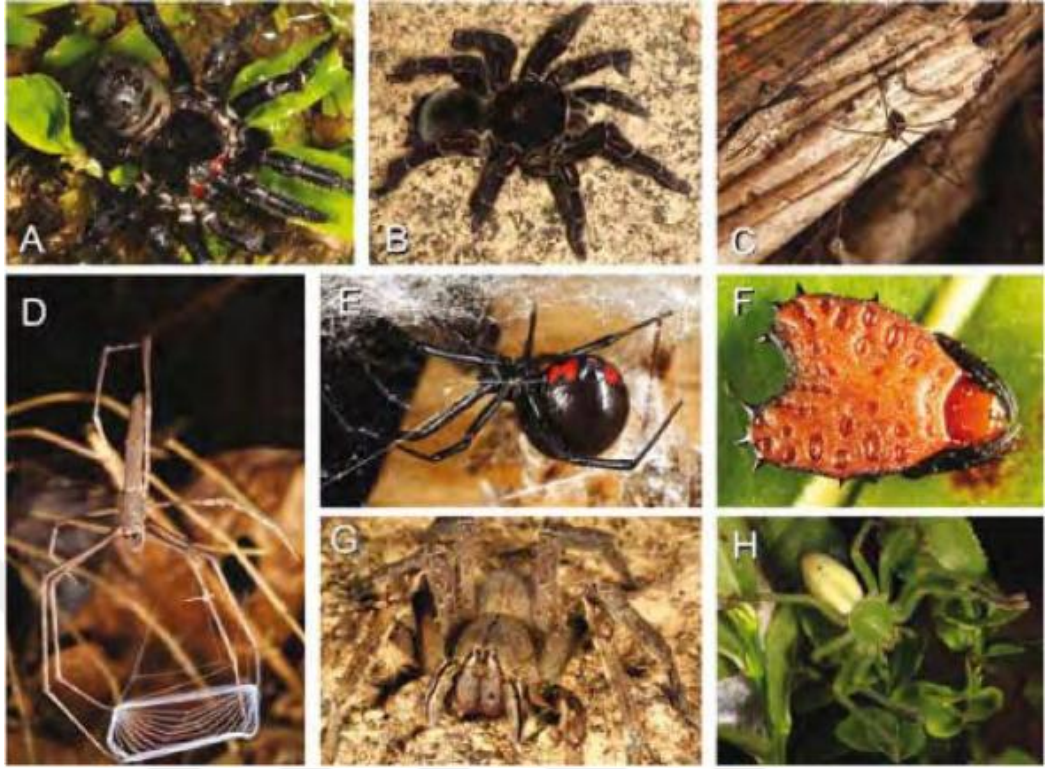
Abdomen (Şekil 2.2., Şekil 2.3) pedisel adı verilen ve dolaşım ve besleme sistemlerinin kanalize edildiği ince bir kısım ile prosoma ile birleşir. Örü bezleri ve genital organlar abdomende yer almaktadır. Abdomenin büyüklüğü ve şekli oldukça değişiklik gösterir. Abdomenin dorsalinde ise farklı tipte lekeler, bantlar veya desenler yer almaktadır. Abdomen bölgesinde dış iskelet prosomaya göre çok daha incedir. Bu durum beslenirken veya yumurta oluştuğunda karnın büyük ölçüde genişlemesine izin verir. Örümceklerin çoğunda anal açıklığın önünde yer alan ön, medyan ve arka çiftler olmak üzere üç çift spinneret vardır. Spinneret segmentlerinin konumu, kalınlığı ve sayısı örümcekleri tanımda kullanılan karakterlerdendir. Cribellat grubunda cribellum adı verilen elek benzeri bir plaka bulunur. Cribellum tarafından yayılan örümcek ağı, dördüncü çift bacağın metatarsinde bulunan kalamistrum tarafından taranır. Cribellum olmayan örümcek familyalarının çoğunda ise, ön spinneretlerin tabanında colulus adı verilen küçük bir konik uzantı mevcuttur [11]. Ecribellat örümcekler, genital organlarının yapılarına göre, basit genital yapılara (Haplojin) sahip ve karmaşık genital

yapıları olanlar (Entelejin) olmak üzere iki gruba ayrılır (Şekil 2.4) [6]. Erkek örümceklerin üreme sistemlerinin morfolojisi ve sperm altyapısı taksonlar arasında belirgin şekilde çeşitlilik gösterir. değişir. Spermatogenez olayı yetişkinlik döneminde ortaya çıkar [17]. Dişi örümcekler, birden fazla erkekle çiftleşerek, spermeleri uzun süre depolayabilirler [18].



Şekil 2.4. Örümceklerdeki dişi üreme yollarının karşılaştırılması a. Haplogyne, b. Entelegyne. Gri oklar sperm transferinin yönünü gösterir, siyah oklar döllenmeden önce yumurta hücrelerine doğru sperm transferini göstermektedir [6]

Örümcekler, Araneomorphae, Mesothelae ve Mygalomorphae olmak üzere üç grupta incelenir. Mesothelae, filogenetik olarak en eski örümcekleri temsil eder. Mygalomorphae tüm tarantulaları içerir. Örümceklerin yaklaşık % 90'ından fazlası Araneomorphae grubundan olup, labidognat keliser yapısına aittir (Resim 2.1) [6].



Resim 2.1. Örümcek çeşitliliğine bir bakış A. *Liphistiidae*-Mesothale); B. *Theraphosidae*-Mygalomorphae); C. *Pholcidae*-Haplogynae); D. *Deinopiade*-cribellate Orbiculariae); E. *Theridiidae*-cobweb weaving Orbiculariae); F. *Sparassidae*-RTA clade) [19]

2.2. Gnaphosidae Familyası ve *Trachyzelotes fuscipes* Türü Hakkında Genel Bilgiler

Gnaphosidae Pocock, 1898 Dünya’da 158 cins 2522 tür [4] ile Türkiye’de 30 cinste ve 145 tür tarafından temsil edilmektedir [20]. Gnaphosidler esas olarak toprak yüzeyinde serbest yaşayan örümceklerdir. Familyaya özgü türler 3-17 mm vücut uzunluğuna sahip araneomorf örümcekler grubundan olup, açık kahverengi ile kahverengi veya koyu kahverengi arasında renklere sahiptirler. Karapaks oval, düzgün dışbükey yapılıdır. Enditler ventral olarak eğik durumda olup, serrula mevcuttur. Sekiz adet göze sahiptirler. Gözler küçük ve iki sıra halinde olup anterior gözler yuvarlak, arka medyan gözler düzleştirilmiş veya düzensiz şeklindedir. Ön medyan gözler hariç gümüşü parlak gözlere sahiptirler. Keliserler kısa ve kalın yapılıdır. Bacaklarının ucunda iki tarsal pençeye sahiptirler. Ecribellat yapıda olup cinsel organları entelejin yapısıdır. ön spinneretler paralel, büyük, silindirik ve genellikle iyi ayrılmış yapısıdır. Piriform bez tikaçları büyük ölçüde genişlemiştir [11].

Trachyzelotes fuscipes türünde embolus geniş, kuvvetli bükülmüş, ince uçlu yapıdadır. Erkek bireylerdeki vücut uzunluğu 3,7-4,7 mm arasında olup dişi bireyler ise 4-6 mm uzunluğa sahiptir [21]. *Trachyzelotes fuscipes* türüne ait sistematik bilgiler Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. *Trachyzelotes fuscipes* türünün sistematigi [22]

Filum	:	Arthropoda Latreille, 1829
Alt Filum	:	Chelicerata Heymons, 1901
Sınıf	:	Arachnida Cuvier, 1812
Takım	:	Araneae Clerck, 1758
Alt Takım:		Araneomorphae
Aile	:	Gnaphosidae Pocock, 1898
Cins	:	<i>Trachyzelotes</i> Lohmander, 1944
Tür	:	<i>Trachyzelotes fuscipes</i> (L. Koch, 1866)

2.3. Kromozom yapısı ve organizasyonu

DNA’nın keşfi Friedrich Miescher’in 1869 yılında yaptığı çalışmalara dayanmaktadır. Miescher’in “nüklein” olarak adlandırdığı madde 1889 yılında Richard Altman tarafından “nükleik asit” olarak adlandırılmıştır. 1944 yılında Avery, Macleod ve McCarty tarafından nükleik asitlerin katılım materyali olduğu kesin olarak kanıtlanmıştır [23, 24].

Nükleik asitler nükleotit adı verilen birimlerden meydana gelirler. Nükleotitler, azotlu organik bir baz, beş karbonlu bir şeker ve bir fosfat grubundan meydana gelmektedir. Nükleotitler bir araya gelerek kalıtım materyali olan Deoksiribonükleik asit (DNA) ve Ribonükleik asit (RNA) iplikçiklerini oluşturur. Nükleotitlerin yapısında yer alan azotlu organik bazlar adenin, timin, sitozin, guanin ve urasil’dir. Adenin ve guanin çift halkalı yapıya sahip olup pürin bazlar olarak adlandırılır. Timin, urasil ve sitozin ise tek halkalı pirimidin bazlardır. Adenin, sitozin, guanin bazları hem DNA’nın hemde RNA’nın yapısında yer alırken, timin sadece DNA’nın yapısında urasil ise sadece RNA’nın yapısında bulunmaktadır (Şekil 2.5) [25].

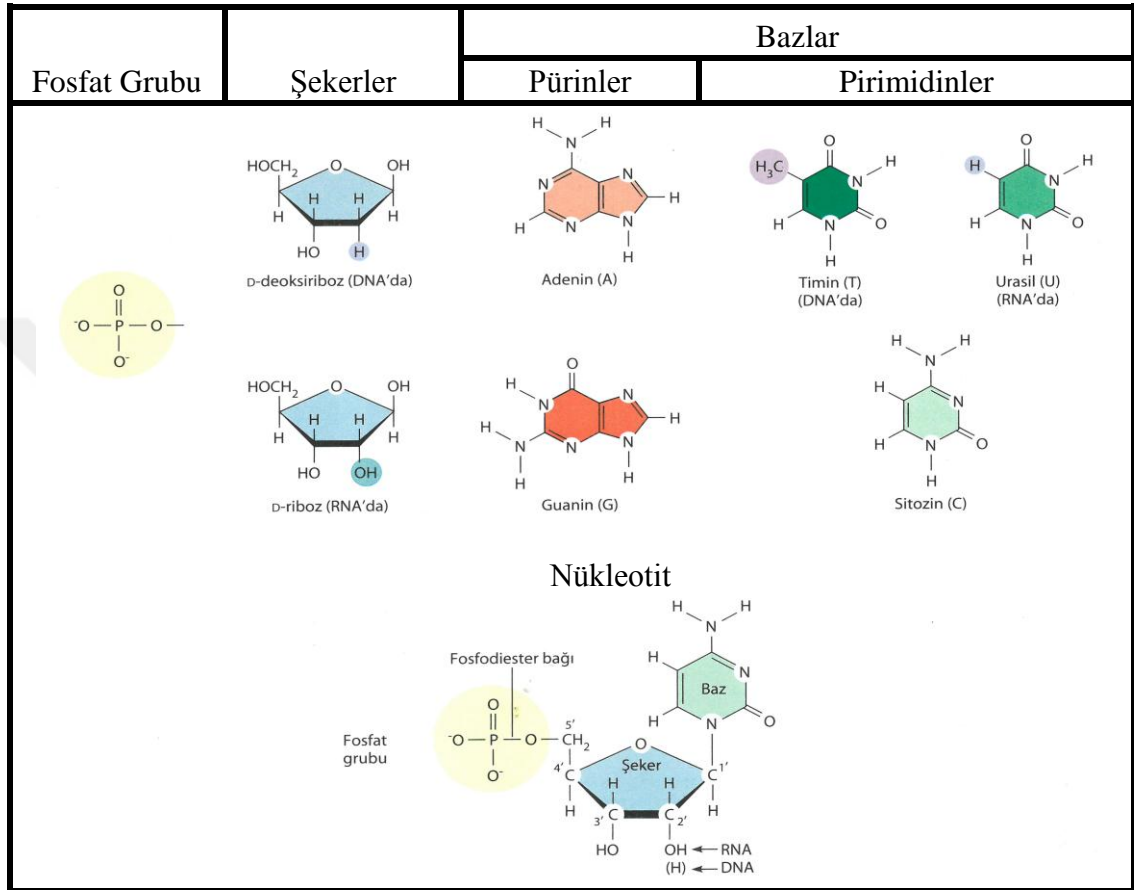
Nükleik asitlerin iki türünde de şeker yapıları farklı olup, yapılarına katılan şekerlere göre isimlendirilirler. RNA'nın yapısına katılan beş karbonlu şeker halkasının 2' konumunda yer alan karbon atomuna bağlı yapı Hidroksil (OH) grubu riboz şeker adını alırken, DNA'da bu konumda Hidrojen (H) atomu yer aldığı için deoksiriboz şeker adı verilir. Azotlu organik baz ve beş karbonlu şekerden oluşan yapıya nükleozit, bu yapıya fosfat grubu (PO_4) katılması ile oluşan yapıya ise nükleotit adı verilir. Yan yana gelen iki nükleotitten birinin pentoz şekerinin 5' ucundaki karbon atomuna bağlı fosfat grubu ile diğer nükleotidin 3' ucundaki karbon atomuna bağlı OH molekülü arasında fosfodiester bağları kurulur. İki nükleotit arasında oluşan fosfodiester bağı ile dinükleotit yapı meydana gelir (Şekil 2.5) [25-27]. Bu fosfodiester bağları ile birbirine bağlanarak uzun ve dallanmamış bir şekilde sıralanan çok sayıdaki nükleotit, nükleik asitlerin primer yapısını oluştururlar [28, 29].

DNA, hücrelerin ve dolayısıyla canlının gerek canlılığını devam ettirebilmesi gerekse soyun devamının sağlanabilmesi için gerekli tüm bilgileri nükleotit dizileri halinde bünyesinde barındırır. DNA üzerinde yer alan ve işlevsel bir molekülün (protein veya RNA) sentezinden sorumlu nükleotit dizilerinin oluşturduğu temel kalıtım birimlerine gen adı verilir. DNA nesiller süresince varlığını ve kalıtımını kendini eşleyerek sağlarken, hücrenin yönetimi ile işleri RNA molekülleri sentezleyerek gerçekleştirir. Çok az sayıda ki canlıda ise DNA yer almayıp kalıtım RNA molekülleri aracılığıyla sağlanır [25].

DNA'nın çift iplikli yapısı Rosalind Franklin ve Maurice Wilkins'in X ışını kırılımı çalışmalarının 1953 yılında James D. Watson ve Francis H. C. Crick tarafından analiz edilmesi sonucu ortaya çıkarılmıştır. Çift iplikli yapıyı oluşturan zincirler birbirine anti paraleldir. Karşılıklı zincirler üzerindeki adenin bazları ile timin bazları ikili hidrojen bağları, guanin bazları ise sitozin bazları ile üçlü hidrojen bağları yaparak eşleşirler. Bu şekilde karşılıklı zincirler üzerindeki bazlar arasında oluşan binlerce hidrojen bağı çift zincirin kararlılığını artırır [28].

Şeker ve fosfat molekülleri nükleik asitlerin yapısal omurgasını oluşturmaktadır. Azotlu organik bazlar ise değişken ve işlevsel özellikler gösteren kısmını oluşturur. Bu sebeple kalıtsal molekülün baz içeriği % GC değeri olarak ifade edilir. % GC değeri tür

içerisinde sahiptir ancak farklı türler arasında bu değer eşit olsa bile baz dizilişlerinin farklılığı genetik bilginin farklı olmasına ve farklı morfolojik karakterlerin ortaya çıkmasını sağlar [26].



Şekil 2.5. Bir nükleotidin yapısı [30]

Nükleik asitler, çapları dar, dallanma göstermeyen ve boyları çok uzun moleküllerdir. Hücredeki toplam DNA uzunluğu hücre çapının yaklaşık yüzbin katı kadar olması sebebiyle DNA molekülünün paketlenmesi hem hücrenin işleyişi hem de hücre bölünmeleri esnasında kusursuz bir şekilde kalıtımın sağlanabilmesi bakımından önemlidir. DNA, histon ve histon olmayan proteinler etrafında katlanarak kromatin yapısını oluşturur [28].

Histon proteinlerin yapısında bol miktarda lizin ve arjinin aminoasitleri içerir. Pozitif yüklü olan bu aminoasitler histon proteinlerinin nükleotitlerin negatif yüklü fosfat gruplarına bağlanmasını kolaylaştırır [25]. Tüm ökaryotik hücrelerde H1, H2A, H2B, H3 ve H4 olmak üzere beş temel histon proteini bulunur. H2A, H2B, H3 ve H4 histon

proteinlerinin çiftler halinde biraraya gelerek oluşturduğu oktamer yapısı nükleozom olarak adlandırılır. DNA ipliği bu nükleozom yapılarının etrafına sıkıca sarılır. DNA ipliğinin herbir nükleozom partikülü etrafında 1.75 tur atarak oluşturduğu yapı yaklaşık 146 baz çifti uzunluğundadır. H1 histon proteini nükleozom yapısının bir parçası olmamasına rağmen sıkı paketlenmenin tamamlanması yapıya katılır [24].

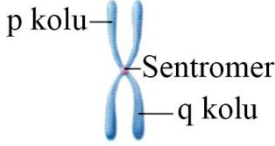
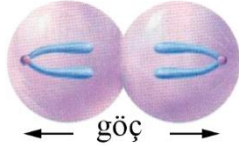



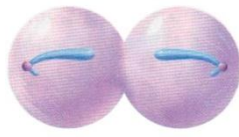

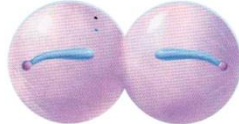
Histon olmayan proteinler, kromatinin yapısına katılan yapısal proteinler, replikasyon ve transkripsiyonda görevli proteinlerden oluşur. Histon olmayan proteinler türe, bireye hatta buldukları doku ve hücre tipine göre de değişiklik gösterebilir. DNA ipliğini, 30 nm çapında kromatin iplikçik haline dönüştürülmesi ile ilgili sarmal bobin (solenoid) modeli ve zikzak modeli olmak üzere iki model bulunmaktadır. Solenoid modelde altı nükleozom biriminin birbirinin yanına aralarında 60° olacak şekilde dönümler yapması sonucu kromatin iplik yapısı oluşur. Zikzak modelinde ise nükleozomların zikzak biçimde bir yapı oluşturması sonucu kromatin iplik yapısı meydana gelir. Metafaz kromozomunda DNA başlangıçtaki durumuna göre yaklaşık beşbin kat kısalmıştır [26].

Kromatin iplik boyunca bazı bölgelerin çok sıkı paketlenmiş, bazı bölgelerin ise daha gevşek yapıya sahip olduğu görülmektedir. Koyu boyanan sıkı paketlenmiş bölgeler heterokromatin, açık boyanan kısımlar ise ökromatin bölgeler olarak adlandırılmaktadır. Ökromatin bölgeler aktif olarak ekspresyonu yapılan genlerin kromatin iplik üzerinde yer aldığı bölgelerdir. Heterokromatin bölgeler ise gen ekspresyonu bakımında aktif olmayan bölgelerdir. Yapısal (konstitutif) ve geçici (fakültatif) heterokromatin bölgeler olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Yapısal heterokromatin bölgeler basit tekrarlı diziler içermekte olup, bu bölgelerde gen ekspresyonu gerçekleşmez. Yapısal heterokromatin bölgelere örnek olarak ökaryot kromozomlarının uç kısımlarında bulunan ve kromozomun yapısal bütünlüğünden sorumlu olan telomer bölgeleri ile hücre bölünmesi esnasında kromozomların hareketinden sorumlu olan sentromer bölgeleri verilebilir. Geçici heterokromatin bölgeler ise bazı dokularda aktifken hücre ve dokunun bulunduğu yer ve görevleri itibarıyla ekspresyonu yapılmayan sıkı paketlenmiş gen bölgeleridir [27, 31].

Bir metafaz kromozomu, her biri kısalıp kalınlaşmış bir çift DNA zinciri içeren iki kardeş kromatitten oluşur. Kromozom üzerinde sentromer, kinetokor, telomer ve

nükleolar organize bölge olarak farklılaşmış fonksiyonel bölgeler bulunmaktadır [31]. Sentromer, kromozomun sitolojik olarak görünür bir bileşeni olup, metafaz kromozomlarında birincil daralma bölgesi olarak adlandırılır. Hem mitoz ve hem de mayoz bölünme sırasında kromozomların doğru bir şekilde ayırımında önemli bir rol oynar [32]. Sentromer, bölgesi tekrarlı DNA dizilerinden yer aldığı bir bölüm olup kardeş kromatitlerin birbirlerine bakan yüzeyde bulunan ve kardeş kromatitlerin birbirlerine tutunarak birlikte hareket etmeleri sağlayan bölümdür. Kinetokor bölgesi hücre bölünmeleri boyunca iğ ipliklerinin tutunarak kromozomun hareket etmesini sağlayan bölgedir. Kromozom üzerinde sentromerin dış tarafında yer alır. Sentromer konumu kromozomların sınıflandırılmasında kullanılan önemli parametrelerden biridir. Sentromer konum itibarıyla kromozomun tam ortasında yer aldığı kromozomlara metasentrik kromozomlar adı verilir. Submetasentrik kromozomlarda sentromer bir ucu daha yakın halde konumlanmıştır. Bu durumda kromozomun kollarından biri diğerinden daha küçük görünür. Bu kollardan kısa olana “p” (peptit) kolu, diğerine ise “q” kolu adı verilir. Sentromer bir uca çok yakınsa akrosentrik, tamamen kromozomun ucunda yer alıyorsa telosentrik olarak adlandırılır (Şekil 2.6) [25, 33].

Ökaryotik canlıların nükleer kromozomları doğrusal yapıdadır. Bu sebeple kromozom uçları aşınmaya müsait durumdadır. Ancak kromozom uçlarında yer alan heterokromatin özellikteki telomer adı verilen tekrarlı DNA dizileri kromozom uçlarının stabilitesinin sağlar. Fakat telomer bölgesinin her hücre bölünmesinde bir miktar kısalması sonucunda hücre yaşlanma denilen olay gerçekleşir. Bazı hücrelerde telomeraz enzimi sayesinde eksilen kısım tamamlanmaktadır [34]. Ayrıca telomerik bölge mayoz bölünme sırasında gerçekleşen sinapsis olayında önemli bir rolü bulunmaktadır. Özellikle subtelomerik bölgede kromozom eşleşmesinin başlatıldığı görülmektedir. Bazı kromozomların uç bölgelerinde nükleolar organizatör bölge (NOR) olarak adlandırılan bir bölge daha yer almaktadır. İnterfaz evresinde çekirdek içerisinde yer alan ve çekirdekçik (NOR bölgesi) olarak adlandırılan bu alan ribozomal RNA (rRNA) genlerinin yer aldığı ve rRNA'nın üretildiği bölümdür [31].

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

Şekil 2.6. Sentromer yerlerine göre kromozomların isimlendirilmesi ve anafaz evresinde hareketleri esnasındaki görünüşleri [25]

Kromozomlar üzerinde eşeyi belirleyen genler bulundurup bulundurmamasına göre otozom ve gonozom olarak ikiye ayrılır. Üzerinde eşeyle ilgili gen bulunduran kromozomlara gonozom, bulundurmayanlara ise otozom adı verilir [29, 33].

2.4. Sitogenetik

Walther Flemming tarafından insan kromozomlarının ilk yayınlandığı ve mitoz terimini ilk kez kullanıldığı 1882 yılı sitogenetiğinin başlangıcı olarak kabul edilir. 1888'de Heinrich Wilhelm Gottfried von Waldeyer-Hartz mitoz sırasında gözlemlendiği boyanan cisimlere kromozom adını vermiştir. 1900'de Walter Stanborough Sutton ve Theodor Boveri, birbirlerinden bağımsız olarak kromozom kalıtım teorisini geliştirdiler. Ardından Sutton, kromozom çalışmaları için sitogenetik kavramını kullanmıştır [35].

Sitogenetik, kromozomların sayısal ve yapısal özelliklerinin araştırılması, mitoz ve mayoz bölünme süresince kromozom davranışlarının incelenmesi çalışmalarıdır. Ayrıca kromozomlarda meydana gelen yapısal (translokasyon, duplikasyon, inversiyon vb.) ve sayısal (monozomi, trizomi vb.) değişiklikleri ve bunlara neden olan faktörlerin incelenmesini de içerir [36, 37].

Günümüze kadar yapılan sitogenetik çalışmalarda, hem birçok hayvan ve bitki türüne ait kromozom sayısı, kromozom morfolojisi ve eşey kromozom sistemlerini belirlemek hem de bitki ıslahı, kanser tanısı ve prognozu da içeren klinik analiz gibi birçok alanda karyotipleme yöntemleri kullanılmıştır [38, 39].

Bir türün karyotip yapılırken hücre bölünmesinin metafaz evresindeki kromozomlar sayılır ve büyükten küçüğe doğru homologları ile eşleştirilerek çiftler halinde sıralanır. Kromozomların homologları belirlenirken, kromozomların toplam uzunlukları, sentromerin konumu, kromozomların kısa kollarının uzun kollarına oranları (p/q) ve nükleolar organize edici bölgelerin sayıları gibi özelliklerden yararlanılır. Herbir kromozom homologu ile eşleştirildikten sonra boy uzunluğu en fazla olan çiftten başlanarak en küçük homolog çifte kadar her bir çifte bir numara verilerek sıraya dizilir. Eşey kromozomları uzunluklarına bakılmaksızın karyotipin en sonuna yerleştirilir. Karyotipte kromozomların kısa kollarının daima yukarı gelmesine dikkat edilmelidir. Birçok türde cinsiyeti belirleyen kromozomlar uzunlukları, sentromerlerinin konumu ve dolayısıyla kısa kol uzun kol oranları ve genetik içerikleri bakımından homolog değildir. Karyotip yaparken herbir homolog kromozom çiftine bir numara verilirken eşey kromozomlarına numara verilmeksizin eşey kromozom sistemine göre (X-Y, X1-X2-X0 veya Z-W) adlandırılır [33, 40].

2.5. Hücre bölünmeleri

Hücre bölünmeleri, mitoz bölünme ve mayoz bölünme olarak iki kısımda incelenir. Mitoz bölünme bir hücreli canlılarda klonal olarak çoğalmayı, çok hücreli canlılarda büyüme gelişme ve yaraların onarımını sağlarken ve mayoz bölünme eşeyli üreyen canlılarda gamet oluşumunu sağlar [41].

2.5.1. Mitoz bölünme

Mitoz bölünme sonucunda genetik olarak bir birinin aynısı yavru hücreler meydana gelmektedir. Bir hücreli canlılarda ortam şartları uygun ve besin miktarı yeterli olduğu sürece hızlı mitoz bölünmelerle aynı genetik yapıya sahip klonal bireyler meydana gelir. Çok hücreli canlılarda ise döllenme sonucu oluşan zigot hızlı bir şekilde mitoz bölünmeler geçirerek embriyonun oluşum ve gelişimini sağlar. Üstelik döllenmenin hemen ardından başlayan mitoz bölünme sadece büyüüp gelişmemizi ve yaralarımızın onarımını sağlamakla kalmayıp aynı zamanda kemik iliği, bağırsak epiteli gibi bazı dokularımızda ölene kadar devam etmektedir [25, 42, 43].

Mitoz bölünme, hücrede DNA'nın bir kez eşlenmesi sonucu kardeş kromatitlerin oluşumu ve oluşan kardeş kromatitlerin yeni hücrelere eşit olarak paylaştırıldığı çekirdek bölünmesi (karyokinez) ve ardından gerçekleşen sitoplazma bölünmesi (sitokinez) aşamalarından oluşmaktadır. Mitoz bölünme interfaz ve mitotik evre olarak iki bölümde incelenir. Bölünme sürecinde siklin ve siklin bağımlı kinaz proteinleri başta olmak üzere bir çok protein görev yapar. Bölünme süreci başladığı andan itibaren DNA hasarı olmadığı sürece duraksamaksızın karyokinez tamamlanıncaya kadar devam eder [25].

İnterfaz evresi yeni oluşan yavru hücrelerin hacimsel olarak büyüdüğü, hücrelerin normal görevlerini yerine getirdikleri ve bölünmeye hazırlandıkları evre olup, bu evrede metabolik faaliyetler yoğun olarak gerçekleşmektedir. İnterfaz evresindeki hücreler bölünüp bölünmeme veya bölünmeye hazırlık aşamalarındaki durumlarına göre G0, G1, S ve G2 evreleri olmak üzere dört farklı evrede değerlendirilebilir. G0 evresi hücrelerin onlarca yıl bölünmeksizin sadece hücreyel olaylarını ve vücuttaki görevlerini yerine getirerek yaşamlarını sürdürdükleri evredir. G1 evresi mitoz bölünme sonucu yeni oluşmuş hücrelerin büyüüp geliştiği metabolik faaliyetlerin çok hızlı gerçekleştiği evredir. G1 evresindeki hücre içsel veya dışsal (büyüme hormonlarının etkisi gibi) faktörler ile uyarıldığı zaman hücre içerisinde yer alan siklin ve siklin bağımlı kinaz proteinlerinin etkisiyle G1 evresinden S evresine geçer. S evresi DNA replikasyonunun ve aynı zamanda sentrozomun kendini eşlediği evredir. Bu evre başlanmadan önce hücrede DNA miktarı $2n$ ise bu evrenin $4n$ olur. Bu aşamada DNA eşlenmesi sırasında

bir mutasyon meydana gelirse bölünme durdurulur ve hasarın onarımı için hücreye zaman verilir. DNA replikasyonunun tamamlanmasının ardından G2 evresine geçilir. G2 evresi mitotik evreden başlamadan hemen önceki son hazırlık ve kontrol evresidir. G2 evresi boyunca gen ekspresyonu ve ATP üretimi devam eder. G2 evresinin hemen ardından mitotik evre başlar [25, 41, 42].

Mitotik evreler; profaz, prometafaz, metafaz, anafaz ve telofaz olmak üzere beş aşamada gerçekleşir [25, 43].

Profaz: İnterfazın S evresinde kendini eşleyen DNA ipliği yavaş yavaş kısalıp kalınlaşmaya başlar. Çekirdekçik kaybolur. Daha önceden kendini eşlemiş olan sentrozomlar zıt kutuplara doğru hareket ederek bölünme süresince kromozomların hareketlerini sağlamak için iğ ipliklerinin tutunduğu mikrotübülleri organize edici merkezler (MTOC) olarak görev yapar [30].

Prometafaz: Bu evrede çekirdek zarfının zarfının yıkılması ile başlar. Kardeş kromatitler kinetokor bölgelerinden iğ ipliklerine tutunarak hücrenin ekvator düzlemine doğru hareket ederler [30, 42].

Metafaz: Bu evrede kromozomların tamamının hücrenin metafaz plağına dizilirler [28].

Anafaz: Kardeş kromatitleri sentromer bölgesinden bir arada tutan kohesin proteinlerinin yıkımı ile birbirlerinden ayrılarak zıt kutuplara doğru çekilmeye başlarlar. Kromozomların kutuplara çekilmesinde sentrozom ve iğ iplikleri görev alıyorsa astral mitoz, görev almıyorsa anastral mitoz olarak adlandırılır. Anafazın sonlarına doğru hücrenin ekvator düzleminde itibaren aktin ve miyozin iplikçikleri aracılığıyla sitoplazma boğumlanmaya başlar [41].

Telofaz: Bu evrede herbir kardeş kromatit kromozom olarak adlandırılır. Kromozomların kutuplara ulaşmasının ardından çekirdek zarı yeniden oluşmaya, kromozomlar ise kromatin iplik haline dönmeye başlar. İğ iplikleri ortadan kalkar. Çekirdekçik oluşur [30, 33].

Sitokinez (Sitoplazma Bölünmesi): Mitotik evre sonunda çekirdek bölünmesini tamamlayan bir hücre sitoplazma bölünmesi geçirmek mecburiyetinde değildir. Ancak birçok hücre tipinde çekirdek bölünmesi ile sitokinez eş zamanlı gerçekleşir. Sitokinez sonucu meydana gelen hücreler eşit miktarda sitoplazmik içerik taşıyabilirler. Çünkü mitoz bölünmede amaç genetik olarak aynı iki yeni çekirdek meydana getirmektir. Hayvan hücrelerinde sitokinez aktin ve miyozin ipliklerinden oluşan kasılabilir halkanın etkisiyle oluşan boğumlama neticesinde gerçekleşirken, bitki hücrelerinde bu durum hücre plağı oluşumu ile gerçekleşmektedir [30, 41, 43].

2.5.2. Mayoz Bölünme

Mayoz bölünme evrelerinde meydana gelen crossing over (parça değişimi) ve biri anadan diğeri babadan gelen homolog kromozom çiftlerinin anafaz I'de hangi kutba gideceğinin önceden belirli olmaması, canlı çeşitliliğinin artmasını sağlar. Mayoz bölünme sonucu kromozom sayısının yarıya inmesi hem döllenme sonucu kromozom sayısının $2n$ şeklinde sabit kalmasını sağlarken hem de döllenme olayını gerçekleştirecek gametlerin oluşumu ve döllenme sonucu yeni gen kombinasyonların oluşumu çeşitliliği artırmaktadır. Mitoz sonucu oluşan hücreler bir birinin klonu iken mayoz sonucu bir birinden farklı genetik özelliklere sahip n kromozumlu dört rekombinant üreme hücresi oluşmaktadır. Mayoz bölünme, bir DNA replikasyonunu takip eden iki çekirdek ve iki hücre bölünmesi olaylarından meydana gelir [28, 30].

İnterfaz: Mitoz bölünmenin interfazındaki gibi G1, S ve G2 evrelerinden meydana gelmektedir. G1 evresi bölünmeden önceki metabolik faaliyetlerin yoğun olarak gerçekleştiği evredir. Premayotik interfazın S evresinde DNA replikasyonu gerçekleşir. Sentrozom kendini eşler. G2 evresi bölünmeden önceki son evredir [33].

Mayoz I: Profaz I, metafaz I, anafaz I ve telofaz I olmak üzere dört evrede gerçekleşir. Mayoz bölünmenin en uzun profaz evresidir.

Profaz I: Profaz evresi leptoten, zigoten, pakiten, diploten ve diakinez olmak üzere beş aşamadan oluşur.

Leptoten; Kromatin ipliklerinin yoğunlaşmaya başladığı bu evre kromozomların görünür hale gelmesi ile karakterizedir. Homolog eşleşme, kromozomların aktif olarak birbirlerini aradığı bir süreç olarak tanımlanabilir.

Zigoten; Homolog kromozomlar birbirlerinin karşısına dizilir ve homolog kromozomlar arasında sinaptonemal kompleks oluşmaya başlar. Zigotenin sonuna doğru eşleşmiş homolog kromozomlara bivalent denir [25].

Pakiten; Bu evrede kromozomlar kısalıp kalınlaşmaya devam eder. Eşleşmiş homolog kromozomlar arasında rekombinasyon nodülü oluşur ve bu kısım kromozomun hangi bölgeler Cross-over olacağını belirler. Sonuçta iki homolog kromozom arasında değiş tokuş gerçekleşir [41].

Diploten; bivalent halindeki homolog kromozomlar sentromere yakın bölgelerden başlamak üzere birbirlerinden ayrılırlar. Ancak kiazma adı verilen noktalara hala birbirlerine tutunmuş durumdadırlar. Kiazma noktaları, kross-overin meydana geldiğini yerlerdir. Her bivalentte bir veya birden fazla kiasma bulunabilir. Kiasma sayısına göre bivalentler X, 8 veya O şeklini alırlar. Diploten çok uzun sürebilir. Dişi memelilerde bu aşamada kromozomlar yeniden yoğunluklarını kaybederek bölünmeye yıllarca ara verebilirler [33].

Diakinez; Kromozomlar en yoğun hale gelirler. Homolog kromozomların sentromer bölgeleri birbirinden ayrılmış olmalarına rağmen kiyazma noktalarından hala birbirlerine tutunmaya devam ederler. Çekirdekçik kaybolur, çekirdek zarı yıkılır [30].

Prometafaz I: Kromozom spiralleşmesinin en üst seviyeye ulaştığı seviyedir. Çekirdek zarı ortadan kalkar ve kromozomlar hücrenin ekvator bölgesine hareket eder [33].

Metafaz I: Homolog kromozom çifti, iç iplikleri ile etkileşime girerek ekvatorial düzlemde sıralanır. Homolog kromozomlar kardeş olmayan kromatitleri kiyazma bölgelerinden hala bir arada tutulmaktadır. Mitotik metafazda kardeş kromatitler ekvator düzleminde dizilirken, mayozun metafaz I'inde homolog kromozomlar, ekvator düzlemine dizilmektedirler [41].

Anafaz I: Anafaz I evresi bivalentleri meydana getiren homolog kromozomların sentromer bölgelerinden iç ipliklerine tutunarak zıt kutuplara çekilmesi ile başlar. Bu

evrede her bir kromozom iki kromatit taşır. Anafaz I sonunda kromozom sayısı yarıya iner [33].

Telofaz I: Telofaz I evresinde çekirdek zarı oluşur. Kromozomlar gevşer [41].

İnterkinez: Mayoz I tamamlanınca çok kısa bir interfaz evresine girilir. Bu aşamada çekirdek zarı oluşumu ve kromozomların gevşemesi görülebilir. Ancak yeniden bir DNA replikasyonu gerçekleşmediği için bazı türlerde telofaz I'den doğrudan profaz II'ye geçilmiş gibi görünür. Bu evrede hücrede iki kromatitten oluşan n sayıda kromozom vardır [33].

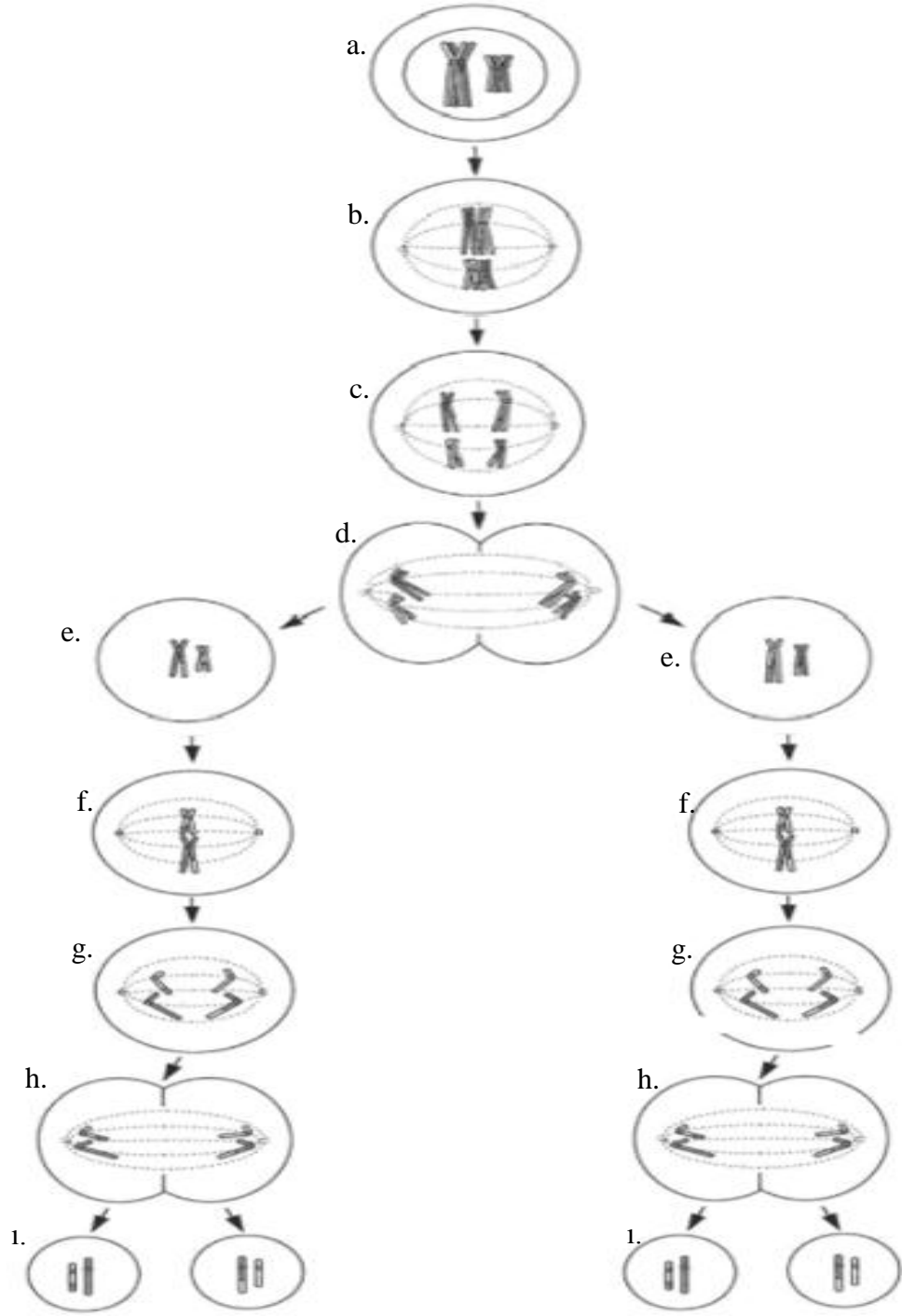
Mayoz II: Mayoz II profaz II, metafaz II, anafaz II ve telofaz II evrelerinden meydana gelir.

Profaz II: Kromozomların tekrar spiraller yaparak kısalıp kalınlaşmaya başlar. Profaz II'de çekirdek zarı yıkılır [29].

Metafaz II: Hibrit haldeki kardeş kromatitler sentromer bölgelerinden iğ ipliklerine tutunurlar. Kardeş kromatitler hücrenin ekvator plağına dizilirler [29].

Anafaz II: Anafaz II'de hibrit durumdaki kardeş kromatitler birbirlerinden ayrılarak zıt kutuplara göç ederler [41].

Telofaz II: Bu evresinde çekirdek zarı ve çekirdekçik oluşur. Böylece n kromozumlu dört hücre meydana gelmektedir [41].



Şekil 2.7. Mayoz bölünmenin evreleri [31]'den değiştirilerek alınmıştır. a. Profaz I, b. Metafaz I, c. Anafaz I, d. Telofaz I, e. Profaz II, f. Metafaz II, g. Anafaz II, h. Telofaz II, ı. Mayoz Ürünü

3. BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, örümceklerin toplanması, kromozom preparatlarının yapılması, kromozomların analiz edilmesi, karyotip yapılması ve mayoz bölünme evrelerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

3.1. Örümceklerin Yaşam Alanlarından Toplanması

Çalışmada kullanılan örümcek örnekleri, doğal yayılış alanlarında taş altı ve toprak yüzeyinden elle ya da aspiratör yardımıyla canlı olarak toplanmıştır (Tablo 3.1). Örümceklerin toplanması üreme dönemlerinin en aktif olduğu Mart-Mayıs ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Her örümcek ayrı ayrı plastik tüplere konularak laboratuvara getirilmiştir. Ergin ve erginaltı bireyler ayırt edilerek, ergin olanlar diseksiyon yapılırken, erginaltı bireyler ise ergin hale gelinceye kadar laboratuvar ortamında meyve sinekleri (*Drosophila melanogaster*) ile beslenmiş ve nem ortamları sağlanmıştır.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan örneklerin örnekleme verileri ve örnek sayısı

Tür	Örnekleme Verileri			Örnek Sayısı
	Bölge, Toplama Alanı	Koordinatlar	Toplama Tarihi	
	Akdeniz Bölgesi, Tarsus-Mersin	36°56'45.36"N 34°53'58.72"E	24.03.2018	1♂
	Akdeniz Bölgesi, Pozantı-Adana	37°25'31.85"N 34°56'50.28"E	12.05.2018	3♂♂♂
<i>Trachyzelotes fuscipes</i> (L.Koch, 1866)	İç Anadolu Bölgesi, Pınarbaşı-Kayseri	38°42'57.88"N 36°25'30.67"E	07.04.2018	1♂
	İç Anadolu Bölgesi, Alacaşar-Nevşehir	38°37'14.95"N 34°36'20.01"E	20.05.2018	2♂♂

3.2. Kromozom Preparatlarının Yapılması ve Kromozomların Analiz Edilmesi

3.2.1. Laboratuvarında kullanılan cihazlar

- Buzdolabı: Diseksiyon aşamasında örümceklerin hareketlerini durdurmak amacıyla -20°C 'lik bölümde 1-3 dakika kadar bekletilmiştir.
- Hassas terazi: Çözeltilerin hazırlanması için kimyasalların uygun miktarlarda tartımı amacıyla kullanılmıştır.
- pH metre: Fosfat tamponunun $\text{pH}=6,8$ 'e ayarlanması için kullanılmıştır.
- Isıtıcı Tabla: Preparat hazırlanması aşamasında gonadlara ait dokuların lam üzerinde asetik asit ile süspansiyon edilmesi ve yayılması için uygun sıcaklık değerinin (42°C) sağlanması için kullanılmıştır.
- Stereomikroskop: Gonadların çıkarılması amacıyla örümceklerin diseksiyonunda kullanılmıştır.
- Faz-Kontrast Mikroskopu: Hazırlanan preparatlar, boyama yapılmadan önce incelenerek iyi kalitede olan preparatların seçilmesi için kullanılmıştır.
- Işık mikroskopu: Kromozom preparatlarının incelenerek bölünme evrelerinin tespit edilmesi amacıyla kullanılmıştır.
- Araştırma mikroskopu ve kamera ataçmanlı görüntüleme sistemi: Karyotip yapılması için metafaz evrelerinin fotoğraflanması ve kromozom uzunluklarının ölçülmesi amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca mayoz bölünmeye ait evrelerin değerlendirilmesi için farklı evrelerin fotoğrafları çekilmiştir.

3.2.2. Çalışmada kullanılan kimyasallar

a. Fizyolojik tuz çözeltisi

İzotonik tuz çözeltisi aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır:

- 0.4 g KCl
- 0.2 g NaHCO_3
- 9 g NaCl
- 0.33 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

1000 mL distile suda çözdürülerek elde edilmiştir. Çözelti $+4^{\circ}\text{C}$ 'de, bir ay süresince muhafaza edilmiştir.

b. Hipotonik çözelti

2,8 gr KCl, 500 mL distile suda çözündürülerek elde edilmiş olup, taze hazırlanarak kullanılmıştır.

c. Fiksatif

3 birim metanol ile 1 birim asetik asit karıştırılarak hazırlanmıştır.

d. Asetik asit çözeltisi

6 mL asetik asit, 4 mL distile su ile karıştırılarak % 60'lık asetik asit elde edilmiştir.

e. Giemsa çözeltisi

İlk aşamada, iki ayrı çözülden oluşan fosfat tamponu hazırlanmıştır:

4.53 g KH_2PO_4 ile 4.37 g Na_2HPO_4 1000 mL distile suda çözündürülmüştür.

Çözeltinin pH'sı 6.8'e ayarlanmıştır.

İkinci aşamada; ilk aşama elde edilen fosfat tamponundan 95 mL alınarak üzerine 5 mL giemsa boyası eklenmiş ve giemsa çözeltisi elde edilmiştir.

3.2.3. Kromozom preparatlarının hazırlanması

Kromozom preparatlarının hazırlanması Pekár ve Král [44] metodunda uygulanan protokole göre yapılmıştır. Buna göre;

- Ergin hale gelmiş olan örümcekler, hareketlerinin durdurulması amacıyla buzdolabına konularak 1-3 dakika bekletilmiştir.
- Hareketsiz örümcekler, stereomikroskop altında ince uçlu pens yardımıyla prosoma bölümünden sıkılarak öldürülmüştür.
- İzotonik tuz çözeltisi içerisinde, prosoma ile opistosoma bölümleri birbirlerinden ayrılarak opistosoma bölümünde yer alan gonadlar diseksiyon yapılarak çıkarılmıştır.
- Gonadlar hipotonik çözeltide 20 dakika kadar bekletilmiştir.
- Süre sonunda gonadlar temiz bir lam üzerine alınarak üzerine bir damla %60'lık asetik asit çözeltisi damlatılmıştır. Gonadların asetik asit ile süspanse edilmesi sağlanmış ve daha sonra yüzey sıcaklığı 42 °C'ye ayarlanmış olan ısıtıcı tabla

üzerine konularak asetik asitin tamamen buharlaşması sağlanana kadar yayma işlemi gerçekleştirilmiştir.

- Preparatlar 24 saat süreyle havada kurumaya bırakılmıştır.
- Daha sonra preparatlar faz-kontrast mikroskobu ile incelenerek hücre bölünmeleri açısından iyi kalitede olan preparatlar seçilmiştir. Bu preparatlar, kutulara yerleştirilerek boyama yapılıncaya kadar buzdolabında bekletilmiştir.

3.2.4. Kromozom preparatlarının boyanması

- Preparatlar boyama yapmak için şalelere yerleştirilmiştir.
- Üzerlerine daha önce hazırlanmış olan giemsa boyası eklenmiştir.
- Oda sıcaklığında 50 dk süresince bekletilmiştir.
- Boyanan preparatlar, önce çeşme suyu ile sonrasında ise distile su ile yıkanarak havada kurumaya bırakılmıştır.
- Kuruma işlemi tamamlanınca preparatlar incelenene kadar +4°C’de muhafaza edilmiştir.

3.2.5. Mikroskop incelemesi, fotoğraflama ve karyotip yapılması

- Hazırlanan preparatlar, Olympus (CX21) marka ışık mikroskobu ile ön incelemeye tabi tutulmuş ve hem mitotik metafaz hem de mayoz bölünme evrelerini içeren preparatlar daha ayrıntılı incelemeye alınmıştır.
- Türe ait karyotip yapılması amacıyla toplam 10 metafaz evresinin fotoğrafları çekilmiştir. Fotoğraflama işlemi, Olympus (BX53) araştırma mikroskobuna bağlı DP26 ve CellSens (Olympus) programı ile yapılmıştır.
- Kromozom davranışlarının belirlenmesi ve mayoz bölünme evrelerinin değerlendirilmesi için mayoz bölünme evrelerini içeren fotoğraflar çekilmiştir.

Böylece türe özgü ait bivalent sayısı, kıyazma çeşitleri, eşey kromozomlarının konumu ve piknotik yapısı gibi veriler elde edilmiştir.

3.2.6. Karyotip yapılması

- Türe ait 10 adet spermatogonial metafaz evresindeki kromozomların uzunlukları CellSens (Olympus) programı ile hesaplanmıştır. Bu ölçümler, her bir kromozom için, kısa kol (p), uzun kol (q), toplam kol uzunluğu (p+q), sentromerik index (CI) ve relatif kromozom uzunluklarını içermektedir.
- Elde edilen ölçüm sonuçlarına göre homolog kromozom çiftleri belirlenmiştir.
- Homolog kromozom çiftleri photoshop CS3 programı ile uzunluk sırasına göre yanyana getirilerek hizalama yapılmıştır. Eşey kromozomlarının uzunlukları dikkate alınmaksızın karyotipte en sonda yer almıştır.
- Kromozom morfolojisi Levan ve ark. [45]'nin klasik sınıflandırma metoduna göre belirlenmiştir (Tablo 3.2.).

Tablo 3.2. Kromozomların sınıflandırılmasında kullanılan sentromerik konum ve kol oranları [45]

Sentromerik Konum	Kol Oranı	Kromozom Morfolojisi
Median Bölgesi	1.00-1.70	Metasentrik
Submedian Bölgesi	1.71-3.00	Submetasentrik
Subterminal Bölgesi	3.01-7.00	Subtelosentrik
Terminal Bölgesi	7.01-∞	Akrosentrik

4. BÖLÜM

BULGULAR

Gnafozid örümcekler, dünya genelinde tür sayısı bakımından Salticidae, Linyphiidae ve Araneidae'dan sonra üçüncü sıraya giren familya olarak 158 cins ve 2522 tür içermektedir [4]. Ammoxenidae, Cithaeronidae, Gallieniellidae, Lamponidae, Prodidomidae ve Trochanteriidae ile birlikte, Corinnidae, Clubionidae ve Liocranidae familyaları ile yakından ilişkili olan Gnaphosoidea süper ailesini oluştururlar [46]. Gnafozidler, küçük ya da büyük boyutta (1 mm - 15 mm), iki tırnaklı, genellikle homojen renkli (siyah ve koyu kahverengi veya gri ile sarı) ve nadiren dorsal karın işaretleriyle (örneğin *Cesonia*, *Micaria*, *Pterotricha*, *Nomisia*, *Berlandina*, *Callilepis*) diğer örümcek familyalarından ayrılır. Ayrıca bazı türleri için tipik olan diğer karakterler oval posterior medyan gözler ve lateral olarak girintili maksillalardır. Erkek ve dişiler benzer görünüm ve büyüklüktedir [9, 47].

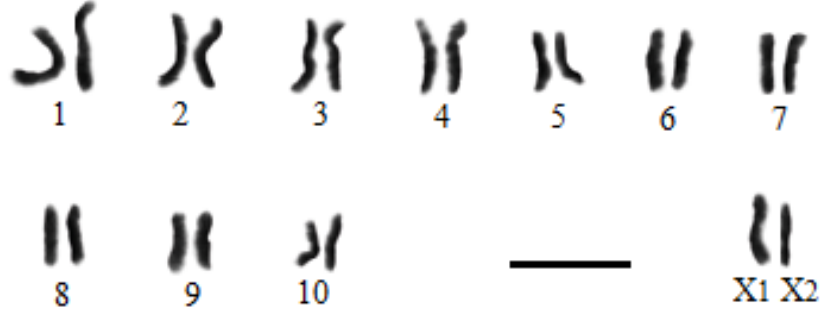
Ülkemizde ise gnafosid örümcekler 30 cinsine ait 145 türle temsil edilmektedir. Bunlardan *Trachyzelotes* cinsinin *Trachyzelotes barbatus* (L.Koch, 1866), *Trachyzelotes fuscipes* (L. Koch, 1866), *Trachyzelotes glossus* (Strand, 1915), *Trachyzelotes lyonneti* (Audouin, 1826) ve *Trachyzelotes malkini* Platnick & Murphy, 1984 olmak üzere beş türü ülkemizde yayılış göstermektedir [20].

4.1. Karyotip İle İlgili Verilerin Değerlendirilmesi

Türe ait metafaz evrelerinin kromozom ölçümlerine göre homolog kromozom çiftleri ve eşey kromozomları belirlenmiştir. Buna göre diploid sayı ve eşey kromozomu sistemi $2n^{\sigma}=22, X_1X_20$ şeklinde bulunmuştur (Şekil 4.1). Gonozomları da içeren tüm kromozomların telosentrik tipte olduğu tespit edilmiştir.

Otozomlara ait toplam kromozom uzunluklarının 7.38 ile 3.47 μm arasında değişiklik gösterdiği ve X_1 ile X_2 'nin ise sırasıyla 5.30 ve 4.66 μm değerinde olduğu bulunmuştur. Kromozom uzunluklarından elde edilen relatif değerlerinin ise otozomal çiftlerde % 11.50 ile % 5.41 arasında değişiklik gösterdiği ve eşey kromozomlarının relatif

değerlerinin ise sırasıyla % 8.25 ve % 7.26 olduğu saptanmıştır (Tablo 4.1). Ayrıca kromozom uzunluklarının kademelei olarak azalış gösterdiği ortaya konulmuştur. Karyotipte X₁, 6. otozomal çiftten büyük ve X₂ ise 8. otozomal çiftten büyüktür.



Şekil 4.1. *T.fuscipes* türüne ait karyotip, $2n^{\sigma}=22$, X₁X₂0 (Skala=10 µm)

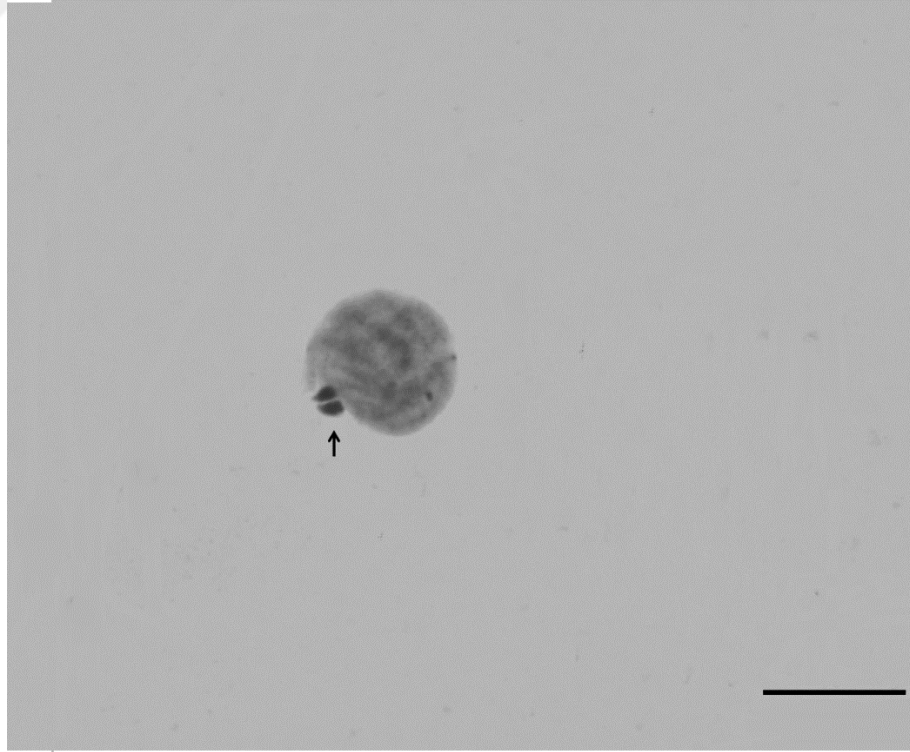
Tablo 4.1. Türe ait 10 metafaz evresinden elde edilen toplam kromozom uzunluğu (p+q), sentromerik indeks değeri (CI), relatif kromozom uzunluğuna (%) ait veriler (Kısaltma: T=telosentrik)

Kromozom No	Uzun Kol (q) (µm)	Kısa Kol (q) (µm)	Toplam		Relatif		Kromozom Tipi
			Uzunluk (p+q) (µm)	Sentromerik index (CI)	Uzunluk (%)		
1	7.38	0	7.38	0	11.50	T	
2	6.93	0	6.93	0	10.80	T	
3	6.40	0	6.40	0	9.97	T	
4	6.01	0	6.01	0	9.38	T	
5	5.76	0	5.76	0	8.98	T	
6	5.14	0	5.14	0	8.01	T	
7	4.80	0	4.80	0	7.48	T	
8	4.36	0	4.36	0	6.79	T	
9	3.92	0	3.92	0	6.11	T	
10	3.47	0	3.47	0	5.41	T	
X ₁	5.30	0	5.30	0	8.25	T	
X ₂	4.66	0	4.66	0	7.26	T	

4.2. Mayoz Bölünme Evreleri İle İlgili Verilerin Değerlendirilmesi

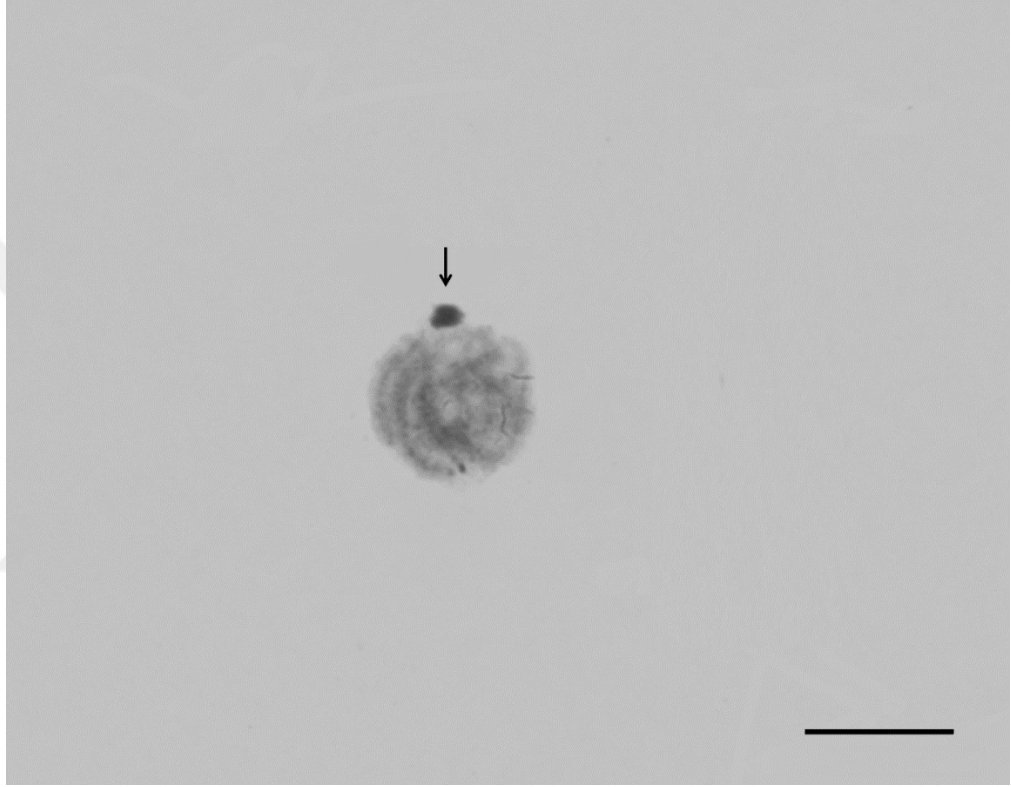
Erkek bireylere ait gonadlardan elde edilen mayoz bölünme evreleri değerlendirilmiştir. Buna göre mayoz I'e ait profaz I (leptoten, zigoten, pakiten, diploten ve diyakinez), metafaz I, anafaz I, telofaz I ve mayoz II'ye ait profaz II, metafaz II, anafaz II ve telofaz II evrelerindeki kromozom davranışları ortaya konulmuştur.

a) Mayoz I evreleri: Profaz I evresinde kromatin iplikler kısalıp, kalınlaşır ve belirgin kromozom şeklini alır. Profaz I'in leptoten evresinde kromozomların üzerindeki kromomer yapıları belirgin hale gelir. Leptoten evresinde eşey kromozomları otozomlara göre daha fazla oranda kısalıp kalınlaştığı için sayılabilir hale gelmiştir. Otozomlar ise henüz birbirinden ayırt edilebilecek özellikte değildir. Eşey kromozomları birlikte hareket ederek çekirdek periferinde yer almıştır. Ayrıca eşey kromozomları otozomlara göre daha fazla kısalıp kalınlaştığı için pozitif heteropiknotik özelliktedir (Resim 4.1)



Resim 4.1. *T. fuscipes* türüne ait profaz I'in leptoten evresi (Ok işareti ile eşey kromozomları gösterilmektedir.) (Skala=10 µm)

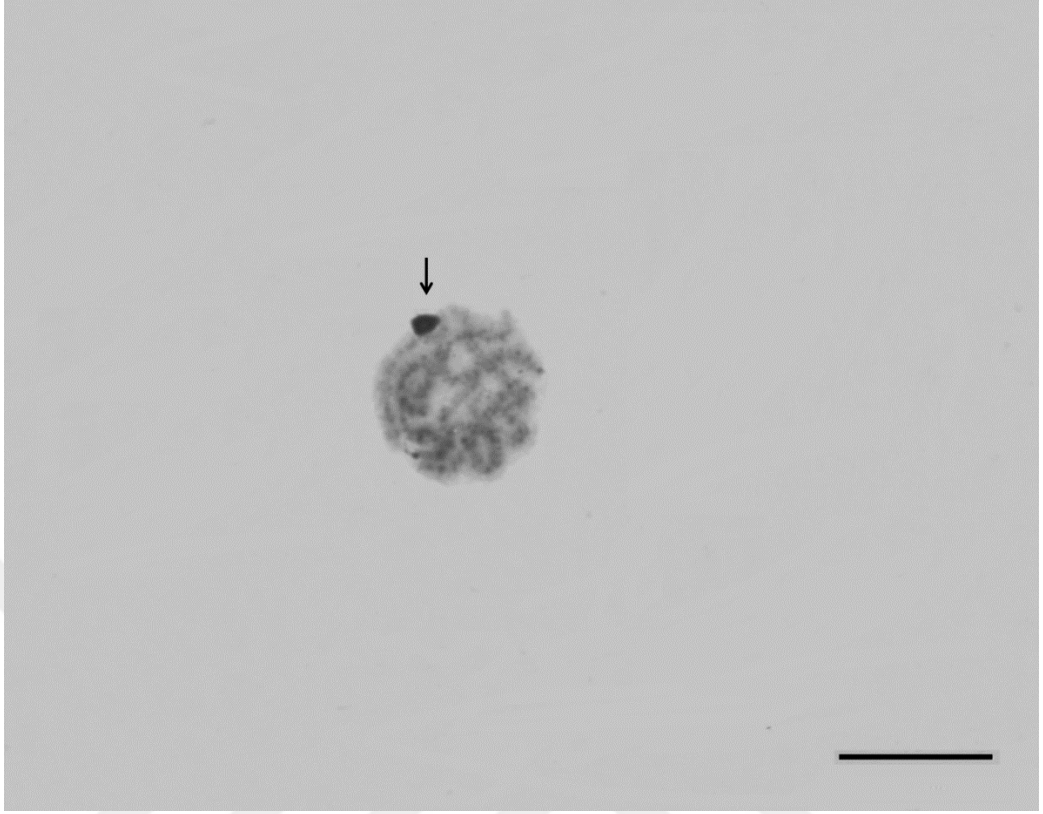
Zigoten evresinde, homolog kromozomların her bir çifti yan yana gelip sentromerleriyle birbirine bağılı olarak ayrılmadan kalırlar. Böylece her bir kromozomda iki ikiz kromatid yapısı vardır. Bu kromatitlerin birinden ayırt etmek mümkün değildir. Bu evrede eşey kromozomları vezikül halde olup çekirdek periferinde yer almaktadır. Ayrıca leptotendeki pozitif heteropiknotik özellik, bu evrede de devam etmektedir (Resim 4.2).



Resim 4.2. *T. fuscipes* türüne ait profaz I'in zigoten evresi (Ok işareti ile eşey kromozomları gösterilmektedir.) (Skala=10 μ m)

Pakiten evresinde sinaptonemal kompleksleri aracılığıyla bir arada bulunan homolog kromozom çiftleri, kısalıp kalınlaşmaya devam eder ve birbirlerinden ayırt edilebilecek duruma gelirler. Ayrıca rekombinasyon nodülleri krosing-over olayının gerçekleşeceği noktaları belirleyerek genetik parça değişimini gerçekleştirirler.

Eşey kromozomları vezikül şeklini koruyarak çekirdek periferinde konumlanmıştır. Ayrıca otozomlardan daha koyu boyanarak pozitif heteropiknotik özelliğini de devam ettirmektedir (Resim 4.3).



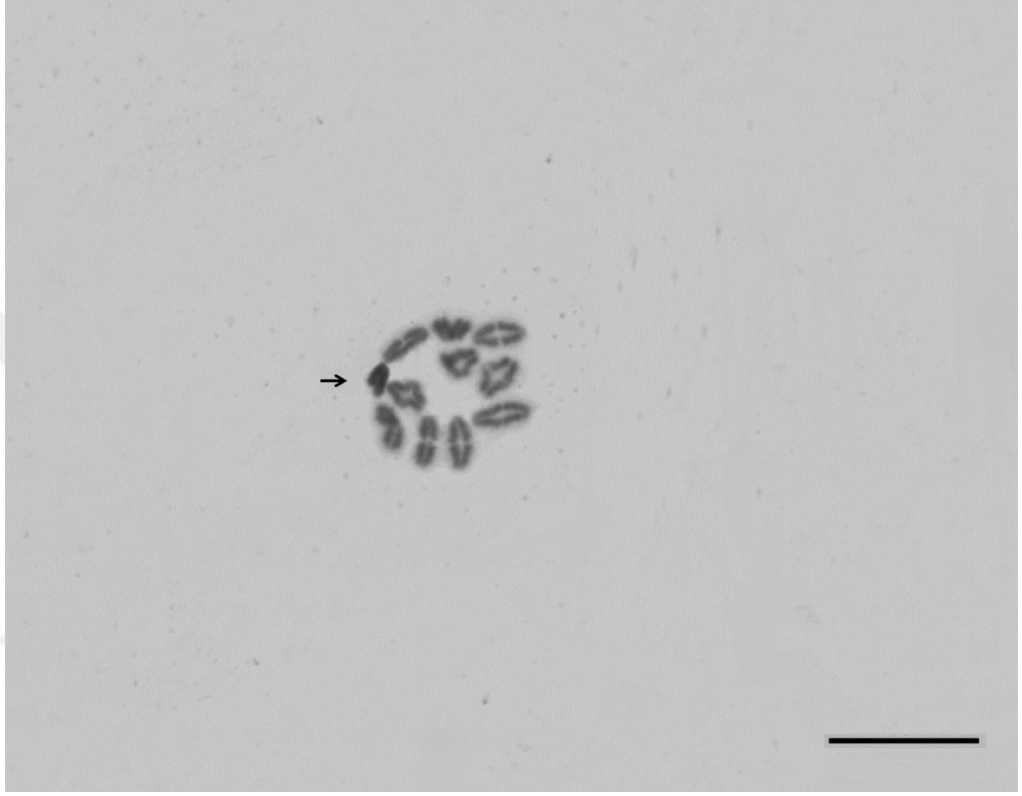
Resim 4.3. *T. fuscipes* türüne ait profaz I'in pakiten evresi (Ok işareti ile eşey kromozomları gösterilmektedir.) (Skala=10 μ m)

Diploten evresinde bir arada bulunan homolog kromozom çiftleri kısalıp kalınlaşmaya devam eder ve bivalentler daha da belirginleşmeye başlar. Profazın sonlarına doğru sinaptonemal kompleks yapıları parçalanarak homolog kromozomların birbirinden ayrılmaya başlamasına bağlı olarak krosing-over meydana gelen kısımlar kiyazma şeklinde görünür hale gelir.

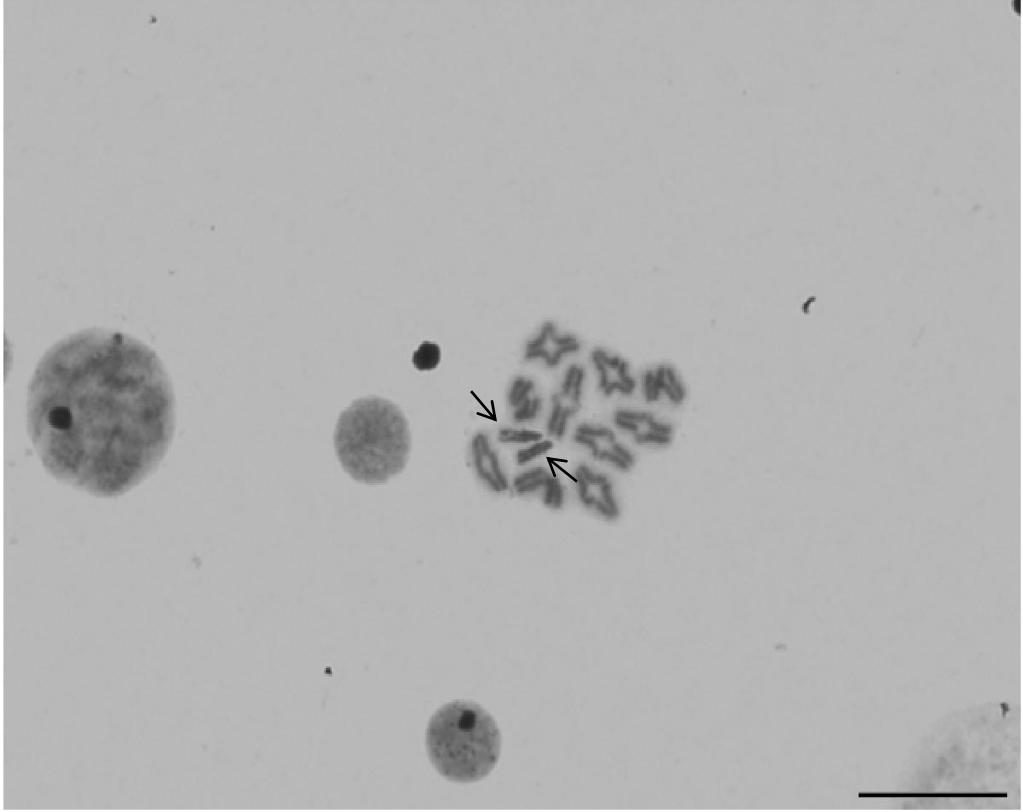
Diploten evresinde iki eşey kromozomu ile birlikte 10 otozomal bivalentte görülmektedir. Eşey kromozomları çekirdek periferinde yer almıştır. Eşey kromozomları kısalıp kalınlaşarak sayılabilir bir hale gelmiştir. Bununla birlikte eşey kromozomlarının pozitif heteropiknotik özellikte olup otozomlardan daha koyu boyandıkları tespit edilmiştir. Otozomal bivalentlerin genellikle terminal ve interstitial tipte kiyazmalar oluşturduğu görülmektedir (Resim 4.4).

Diyakinez evresinde ise kromozomların kısalıp kalınlaşması en üst seviyeye ulaşmıştır. Eşey kromozomları pozitif heteropiknotik yapıda olup çekirdek merkezinde yer

almaktadır. Eşey kromozomları da kısalıp kalınlaşmalarını tamamladıkları için sayılabilir durumdadır. Bu evrede de kiyazmalar terminal ve interstitial tiptedir. 10 otozomal bivalent ve iki eşey kromozomu sayılmaktadır (Resim 4.5). Ayrıca bivalentlerin tek kiyazmaya sahip oldukları tesbit edilmiştir.



Resim 4.4. *T. fuscipes* türüne ait profaz I'in diploten evresi (Ok işareti ile eşey kromozomları gösterilmektedir.) (Skala=10 μ m)

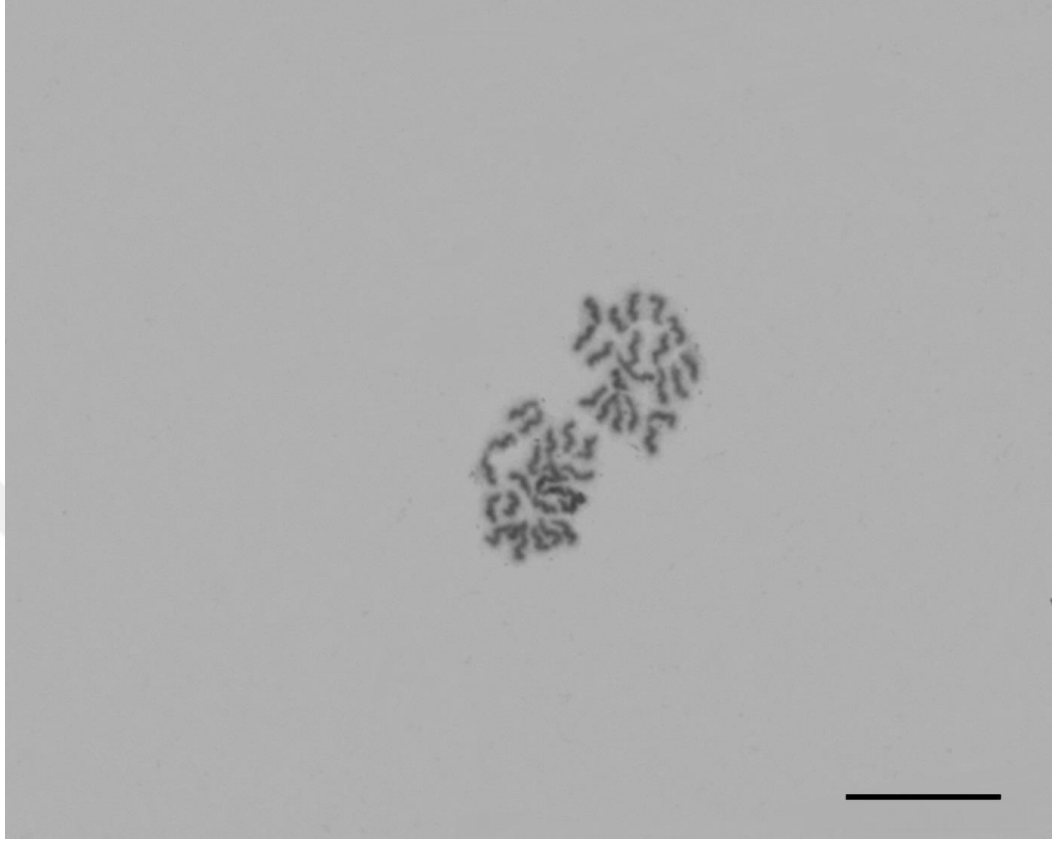


Resim 4.5. *T. fuscipes* türüne ait profaz I'in diyakinez evresi (Ok işareti ile eşey kromozomları gösterilmektedir.) (Skala=10 μ m)

Metafaz I evresinde ekvator çizgisinde 10 bivalent ve iki eşey kromozomu dizilmiştir. Eşey kromozomları pozitif heteropiknotik halde çekirdek periferinde yer almaktadır.

Anafaz I evresinde zigoten evresinde bir araya gelen homolog kromozomlar birbirinden ayrılmaya başlar. Her homolog kromozomun kendine ait sentromeri sayesinde sentromer parçalanması olmaksızın homolog kromozomların iç ipliklerine bağlanması ve birbirinden ayrılması gerçekleşir. Bu evrede eşey kromozomları birlikte hareket ederek iki farklı sayıda kromozom içeren çekirdek elde edilmiştir. Bunlar $n=12$ (10 otozom ve iki eşey kromozomu) ve $n=10$ (10 otozom) şeklindedir. Kromozomlar telosentrik tipte olduğu için anafaz I evresinde "V" şeklinde tespit edilmiştir. Eşey kromozomları izopiknotik özellik göstererek otozomlarla aynı miktarda boyanmıştır. Bu nedenle eşey kromozomları bu evrede otozomlardan ayırt edilememiştir (Resim 4.6).

Telofaz evresinde profaz olaylarının tersi gerçekleşir. Bu evrede kromozomlar gevşeyerek düzensiz ve ince kromatin iplikleri haline geri döner. Yeni çekirdekler oluşur ve sitokinezis tamamlanır.



Resim 4.6. *T. fuscipes* türüne ait anafaz I evresi (Skala=10 μm)

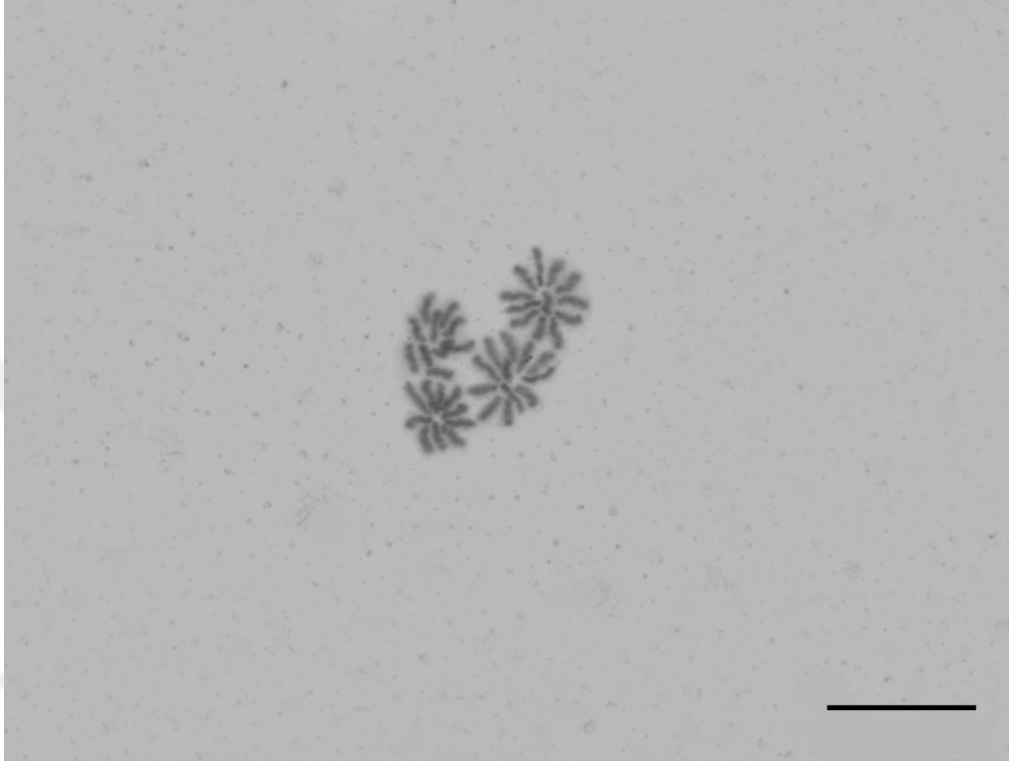
b) Mayoz II evreleri

Profaz II evresi, kromozomların şekli bakımından anafaz I evresine benzemektedir. Ancak profaz II'de kromozomların superspiral yapısı anafaz I'den ayrılmaktadır. Profaz II evresinde de kromozomlar "V" şeklindedir. Bu evrede eşey kromozomları izopiknotik yapı sergiledikleri için otozomlardan ayırt edilememiştir.

Metafaz II evresinde hibrit kromatidler ekvator çizgisinde dizilir ve sentromerleriyle iğ ipliklerine bağlanır. Bu evrenin sonunda sentromer parçalanır.

Anafaz II evresinde kromozomlar "T" şeklindedir. Eşey kromozomları izopiknotik yapıda oldukları için ayırt edilememiştir. Ancak anafaz II sonunda $n=12$ (10 otozom + iki eşey kromozomu) ve $n=10$ (10 otozom) meydana geldiği görülmektedir. Bu durum eşey kromozomlarının birlikte hareket ettiğini göstermektedir (Resim 4.7).

Telofaz II evresinde çekirdek zarı yeniden meydana gelir, iğ iplikleri kaybolur.



Resim 4.7. *T. fuscipes* türüne ait anafaz II evresi (Skala=10 μm)

5. BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada ülkemizde yayılış gösteren ve Gnaphosidae familyasına dâhil olan *Trachyzelotes fuscipes* (L.Koch, 1866) türünün sitogenetik özellikleri araştırılmıştır. Gnaphosidae familyasına ait türler tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de zengin bir grubu oluşturur ve bilinen 1117 tür örümceğin 145'ini gnafosid örümcekler oluşturur. Dünyada bu familyada 122 cinse ait örnekler yayılış gösterirken ülkemizde sadece 30 cinsin örnekleri bulunmaktadır. Bunlardan tür sayısı bakımından *Drassodes*, *Drassyllus*, *Gnaphosa*, *Haplodrassus*, *Micaria*, *Nomisia* ve *Zelotes* cinsleri zengindir. *Trachyzelotes* cinsi ise *Trachyzelotes barbatus* (L.Koch, 1866), *Trachyzelotes fuscipes* (L. Koch, 1866), *Trachyzelotes glossus* (Strand, 1915), *Trachyzelotes lyonneti* (Audouin, 1826), *Trachyzelotes malkini* Platnick & Murphy, 1984, *Trachyzelotes pedestris* (C.L.Koch, 1837) olmak üzere toplam altı tür ile temsil edilmektedir [20].

Günümüze kadar 74 familya ve 320 cinse ait yaklaşık 900 örümceğin sitogenetik özellikleri araştırılmıştır. Gnaphosidae familyası da 22 cins ve 54 tür ile Salticidae (44 cins ve 160 tür), Lycosidae (23 cins ve 120 tür) ve Araneidae (22 cins ve 73 tür) familyalarından sonra en çok araştırılmış familyadır [7] ve familyada *Gnaphosa*, *Haplodrassus*, *Drassyllus*, *Nomisia* ve *Zelotes* gibi cinslere ait türlerin daha fazla sayıda karyotip özelliklerinin araştırıldığı dikkati çekmektedir (Tablo 6.1). *Trachyzelotes* cinsi ise sadece *Trachyzelotes lyonneti* (Audouin, 1826) ve *Trachyzelotes malkini* Platnick & Murphy, 1984 olmak üzere iki tür olarak incelenmiştir [7]. Çalışma konumuzu oluşturan *T. fuscipes* ile ilgili henüz bir çalışma yapılmamıştır. Bu da türün ülkemiz popülasyonuna ait sitogenetik verilerinin ilk sonuçlar olması açısından önemlidir.

Bugüne kadar karyotip özellikleri ve eşey kromozomu sisteminin belirlenmesine yönelik yapılan sitogenetik çalışmalarda Gnaphosidae familyasına ait türlerde diploid sayının $2n♂=21$, $2n♂=22$, $2n♂=23$, $2n♂=24$ ve $2n♂=30$ şeklinde olduğu belirlenmiştir. Ancak bunlardan $2n♂=22$ formülünün familyada yüksek düzeyde korunduğu tespit edilmiştir. *T. lyonneti* ve *T. malkini* ile yapılan çalışmalarda türlere ait diploid kromozom sayısı $2n♂=22$ olarak bulunmuştur [7]. Çalışmamızda *T. fuscipes*'in diploid sayısı $2n♂=22$ şeklinde saptanmış ve elde edilen veriler cinse ait diğer iki türün diploid kromozom sayısı ile uyumlu bulunmuştur.

Örümceklerin eşey sistemleri, multipli eşey sisteminin varlığından dolayı karmaşık bir organizasyon göstermektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda örümceklerde $X_0\♂/XX\♀$; $X_1X_2\♂/X_1X_1X_2X_2\♀$; $X_1X_2X_3\♂/X_1X_1X_2X_2X_3X_3\♀$; $XY\♂/XX\♀$, $X_1X_2Y\♂/X_1X_1X_2X_2YY\♀$, $X_1X_2X_3\dots X_n/X_1X_1X_2X_2X_3X_3\dots X_nX_n$ gibi eşey sistemleri tespit edilmiştir. Örümceklerin yaklaşık % 80'inde eşey sistemlerinden $X_1X_2\♂/X_1X_1X_2X_2\♀$ 'in görüldüğü belirlenmiştir. Bu eşey sisteminin özellikle entelejin örümcek gruplarında yaygın olduğu rapor edilmiştir. Bu eşey sistemi, örümceklerde plesiomorfik bir özellik olarak kabul edilmiştir, çünkü filogenetik olarak ilkel Liphistiidae (Mesothelae) ailesinin türlerinde görülür [48]. Örümceklerde bu sistemin kökeni ile ilgili çeşitli hipotezler ortaya atılmıştır. Revell [49]'e göre, $X_1X_2\♂$ eşey sistemi büyük olasılıkla bir X_0 sisteminden X kromozomunun duplikasyonu ile birden fazla X'in varlığına neden olmuştur. Bu hipotez, eşey kromozomlarının boyutlarının benzerliğine ve profaz I sırasında X kromozomları arasındaki olası homolojiye dayanmaktadır. Bununla birlikte, Revell [49] *Tegenaria*'da farklı boyutlarda çoklu X kromozomlarının varlığını doğrulamış ve bu X kromozomlarının bir X_0 sisteminden kaynaklandıktan sonra farklılaşmaya uğradığını öne sürmüştür. *Araneus quadratus*'un mayotik hücrelerini inceleyen Patau [50], X_1 ve X_2 kromozomları arasında homoloji belirtisi olmadığını; ancak kısmi homoloji olasılığını önermiştir. X_1 ve X_2 kromozomları arasında homolojinin olmaması Hackman [51], Suzuki [52] ve Mittal [53] tarafından da desteklenmiştir. Ayrıca, Patau (1948), $X_1X_2\♂$ eşey sisteminin, bir X_0 sisteminde büyük bir X kromozomunun sentrik fizyonu ile oluştuğunu ileri sürmüştür [54]. Çalışmamızda *T. fuscipes*'in eşey sistemi $X_1X_2\♂/X_1X_1X_2X_2\♀$ olarak bulunmuş ve elde edilen sonuçların hem entelejin örümcekler, hem gnafosid örümcekler hem de *Trachyzelotes* cinsine ait iki örümceğin sonuçları ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Kromozomlar morfolojik olarak metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ve telosentrik olmak üzere 4 çeşittir. Entelejin örümceklerde kromozomlar genellikle akrosentrik ya da telosentrik tiptedir. Çalışmamızda *T. fuscipes*'in otozom ve gonozomları telosentrik tipte bulunmuştur. Bu da elde edilen sonuçların familya verileri ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Mayoz bölünme evrelerinin değerlendirilmesi sonucunda, eşey kromozomlarının mayoz bölünmenin I. evrelerinde pozitif heteropiknotik yapıda olup nukleus periferinde konumlandığı bulunmuştur. Mayoz II evrelerinde hem otozomlar hem de eşey

kromozomları izopiknotik özellikte olduğu için aralarında bir ayırım yapamadığı saptanmıştır. Eşey kromozomları bazı örümcek taksonlarında negatif heteropiknotik özellik de gösterebilmektedir. Ancak entelejin örümceklerde karakteristik olarak mayoz I'de pozitif heteropiknotik ve mayoz II'de ise izopiknotik özellik yaygındır.

Sonuç olarak çalışmamızda *T. fuscipes*'in kromozom sayısı, kromozomların mayoz bölünmedeki davranışları ve eşey kromozomu sistemi özellikleri ile ilgili elde edilen veriler familya ve cins özellikleri ile uyumlu bulunmuştur. Ayrıca elde edilen bu sonuçlar diploid kromozom sayısı ve eşey kromozomu sisteminin familya ve cins içerisinde yüksek derecede korunduğunu göstermiştir. Ancak bu sitogenetik özelliklerin korunması, örümcek sistematigi çalışmalarında kullanışlı veriler olmadığını ve sistematik araştırmalarda kromozom boyama verilerinin daha kullanışlı bilgiler sunabileceği düşünülmektedir.

Tablo 5.1. Gnaphosidae familyasına ait çalışılmış türlerin listesi [7]

Tür adı	2n	Eşey kromozomu sistemi	Kromozom morfolojisi	Örnekleme Alanı	Referans
<i>Berinda ensigera</i> (O.Pickard-Cambridge, 1874)	22	X ₁ X ₂	20T+X ₁ X ₂ T	Türkiye	Kumbıçak, 2014
<i>Berinda hakani</i> Chatzaki & Seyyar, 2010	22	X ₁ X ₂	20T+X ₁ X ₂ T	Türkiye	Kumbıçak, 2014
<i>Berlandina cinerea</i> (Menge, 1872)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Finlandiya	Hackman, 1948
<i>Callilepis cretica</i> (Roewer, 1928)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Türkiye	Kumbıçak et al., 2009
<i>Callilepis imbecilla</i> (Keyserling, 1887)	22	X ₁ X ₂	----	----	Painter, 1914
<i>Callilepis nocturna</i> (Linnaeus, 1758)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Finlandiya	Hackman, 1948
<i>C. nocturna</i> (Linnaeus, 1758)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Çekya	Král et al., 2011
<i>Cesonia sincera</i> Gertsch & Mulaik, 1936	22	----	----	USA	Tugmon et al., 1990

<i>Tür adı</i>		<i>2n</i>	<i>Eşey kromozomu sistemi</i>	<i>Kromozom morfolojisi</i>	<i>Örnekleme Alanı</i>	<i>Referans</i>
<i>Cesonia</i> sp.		22	X ₁ X ₂	----	Hindistan	Srivastava & Shukla, 1986
<i>Civizelotes caucasicus</i> (L. 1866)	Koch,	22	X ₁ X ₂	20T+X ₁ X ₂ T	Türkiye	Kumbıçak, 2014
<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)		22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Finlandiya	Hackman, 1948
<i>Drassodes lutescens</i> (C.L. 1839)	Koch,	21	X	20T+XT	Türkiye	Kumbıçak et al., 2014b
<i>Drassodes pubescens</i> (Thorell, 1856)		22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Türkiye	Kumbıçak et al., 2009
<i>Drassodes</i> sp.		22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Japonya	Suzuki, 1954
<i>Drassodes</i> sp.		21	X	----	Hindistan	Srivastava & Shukla, 1986
<i>Drassodes</i> sp.		21	X	----	Hindistan	Srivastava & Shukla, 1986
<i>Drassyllus praeficus</i> (L. Koch, 1866)		22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Türkiye	Kumbıçak et al., 2013
<i>Drassyllus pumilus</i> (C.L. 1839)	Koch,	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	İsrail/ Türkiye	Kumbıçak et al., 2009
<i>Drassyllus sur</i> Tuneva & Eşyunin, 2003		22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂	Türkiye	Kumbıçak et al., 2014a
<i>Gnaphosa kailana</i> Tikader, 1966		22	X ₁ X ₂	----	Hindistan	Mittal, 1961
<i>G. kailana</i> Tikader, 1966		22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Hindistan	Mittal, 1967
<i>Gnaphosa lugubris</i> (C.L. 1839)	Koch,	22	X ₁ X ₂	20T+X ₁ X ₂ T	Türkiye	Kumbıçak, 2019
<i>Gnaphosa muscorum</i> (L. 1866)	Koch,	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Finlandiya	Hackman, 1948

<i>Tür adı</i>	<i>2n</i>	<i>Eşey kromozomu sistemi</i>	<i>Kromozom morfolojisi</i>	<i>Örnekleme Alanı</i>	<i>Referans</i>
<i>Gnaphosa</i> sp.	22	X ₁ X ₂	----	Hindistan	Datta & Chatterjee, 1983
<i>Gnaphosa</i> sp.	22	X ₁ X ₂	----	Hindistan	Srivastava & Shukla, 1986
<i>Gnaphosa</i> sp.	22	X ₁ X ₂	20T+X ₁ X ₂ T	Hindistan	Datta & Chatterjee, 1989
<i>Haplodrassus cognatus</i> (Westring, 1861)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Finlandiya	Hackman, 1948
<i>Haplodrassus dalmatensis</i> (L. Koch, 1866)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂	Türkiye	Kumbıçak et al., 2011
<i>Haplodrassus morosus</i> (O.Pickard-Cambridge, 1872)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Türkiye	Kumbıçak et al., 2011
<i>Haplodrassus signifer</i> (C.L. Koch, 1839)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	İsrail	Gorlova et al., 1997
<i>Hitobia unifascigera</i> (Bösenberg & Strand, 1906)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Japonya	Suzuki, 1952
<i>Megamyрмаekion</i> sp.	22	X ₁ X ₂	----	Hindistan	Srivastava & Shukla, 1986
<i>Micaria albovittata</i> (Lucas, 1846)	22	X ₁ X ₂	20T+X ₁ X ₂ T	Türkiye	Kumbıçak et al., 2014b
<i>Micaria nivosa</i> L. Koch, 1866	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Finlandiya	Hackman, 1948
<i>Nodocion floridanus</i> (Banks, 1896)	(24)	----	----	USA	Tugmon et al., 1990
<i>Nomisia conigera</i> (Spassky, 1941)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂	Türkiye	Kumbıçak et al., 2011
<i>N. conigera</i> (Spassky, 1941)	22	X ₁ X ₂	----	Türkiye	Taşdemir et al., 2012
<i>Nomisia exornata</i> (C.L. Koch, 1839)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Türkiye	Kumbıçak et al., 2014a

<i>Tür adı</i>	<i>2n</i>	<i>Eşey kromozomu sistemi</i>	<i>Kromozom morfolojisi</i>	<i>Örnekleme Alanı</i>	<i>Referans</i>
<i>Nomisia orientalis</i> Dalmas, 1921	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Türkiye	Kumbıçak et al., 2014a
<i>Nomisia ripariensis</i> (O.Pickard-Cambridge, 1872)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	İsrail	Gorlova et al., 1997
<i>Phaeoedus</i> sp.	22	X ₁ X ₂	----	Hindistan	Mittal, 1961
<i>Phaeoedus</i> sp.	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Hindistan	Mittal, 1985
<i>Poecilochroa variana</i> (C.L. Koch, 1839)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Finlandiya	Hackman, 1948
<i>Pterotricha dalmasi</i> Fage, 1929	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	İsrail	Gorlova et al., 1997
<i>Pterotricha kochi</i> (O. Pickard-Cambridge, 1872)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Türkiye	Kumbıçak & Kumbıçak, 2014
<i>Pterotricha lesserti</i> Dalmas, 1921	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Türkiye	Kumbıçak & Kumbıçak, 2014
<i>Pterotricha procera</i> (O.Pickard-Cambridge, 1874)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	İsrail	Gorlova et al., 1997
<i>Scopoides</i> sp.	22	X ₁ X ₂	----	Hindistan	Sharma & Parida, 1987
<i>Scotophaeus blackwalli</i> (Thorell, 1871)	24	X ₁ X ₂	----	Hindistan	Mittal, 1961
<i>S. blackwalli</i> (Thorell, 1871)	24	X ₁ X ₂	22A+X ₁ X ₂ A	Hindistan	Mittal, 1967
<i>Scotophaeus domesticus</i> Tikader, 1962	30	X ₁ X ₂	----	Hindistan	Srivastava & Shukla, 1986
<i>Trachyzelotes lyonneti</i> (Audouin, 1826)	22	X ₁ X ₂	20T+X ₁ X ₂ T	Türkiye	Kumbıçak, 2014
<i>Trachyzelotes malkini</i> Platnick & Murphy, 1984	22	X ₁ X ₂	20T+X ₁ X ₂ T	Türkiye	Kumbıçak, 2014

<i>Tür adı</i>	<i>2n</i>	<i>Eşey kromozomu sistemi</i>	<i>Kromozom morfolojisi</i>	<i>Örnekleme Alanı</i>	<i>Referans</i>
<i>Urozelotes rusticus</i> (L. Koch, 1872)	21	X	----	Hindistan	Srivastava & Shukla, 1986
<i>Zelotes aeneus</i> (Simon, 1878)	20	X ₁ X ₂	----	Türkiye	Taşdemir et al., 2012
<i>Zelotes petrensis</i> (C.L. Koch, 1839)	23	X	----	Türkiye	Taşdemir et al., 2012
<i>Zelotes strandi</i> (Nosek, 1905)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Türkiye	Kumbıçak et al., 2009
<i>Zelotes subterraneus</i> (C.L. Koch, 1833)	22	X ₁ X ₂	20A+X ₁ X ₂ A	Finlandiya	Hackman, 1948

KAYNAKLAR

1. Veerabhadrapa, S. K., Chandrapa, P. R., Roodmal, S. Y., Shetty, S. J., Madhu Shankari, G. S., Mohan Kumar, K. P., “Karyotyping: Current perspectives in diagnosis of chromosomal disorders”, *Sifa Med J.*, 3,35-40, 2016.
2. Kumbıçak, Z., Ekiz, E., Çiçekli, S., “Karyotypes of six spider species belonging to the families Gnaphosidae, Salticidae, Thomisidae, and Zodariidae (Araneae) from Turkey”, *CompCytogen*, 8(2), 93–101, 2014.
3. Bickmore, W. A., “Karyotype Analysis and Chromosome Banding”, Encyclopedia of Life Sciences. *John Wiley & Sons Ltd.*, 1-7, Chichester, 2001. <https://doi.org/10.1038/npg.els.0001160>.
4. World Spider Catalog. Version 21.0. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, Erişim tarihi: 07.06.2020. doi: 10.24436/2
5. Bolu, H., Özgen, I., Bayram, A., “Spider fauna of almond orchards in eastern and south eastern Anatolia”, *Turkish J. Zool.*, 32, 263-270, 2008.
6. Foelix, R. F., “Biology of spiders, 3rd edition”, *Oxford University Press. (e Book)*, USA, 2011.
7. Araujo, D., Schneider, M.C., Paula-Neto, E., Cella, D.M., “The spider cytogenetic database version 8,5”. 2020. www.arthropodacytogenetics.bio.br/spiderdatabase, Erişim tarihi: 07.06.2020
8. Nyffeler, M., “Ecological impact of spider predation: a critical assessment of Bristowe’s and Turnbull’s estimates”, *Bull. Br. arachnol. Soc.*, 11 (9), 367–373, 2000.
9. Seyyar, O., “Doğu akdeniz bölgesi’nin yer örümcekleri (Araneae, Gnaphosidae) faunası”, *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Kayseri, 2009.

10. Danışman, T. “Antalya Havzası Bazı Zararlı Böcek Predatörü Örümceklerinin (Arachnida: Araneae) Biyoekolojisi”, *Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Kırıkkale, 2008.
11. Jocqué, R., Dippenaar-Schoeman, A.S., “Spider Families of the World”, Second edition, *Royal Museum for Central Africa*, Tervuren, Belgium, 2007.
12. Ayaz, S. 2019. “Korkut (Muş) Tarla Sınırları Arasında Bulunan Örümceklerin (Arachnida: Araneae) Sistematik ve Ekolojik Yönden İncelenmesi”, *Muş Alparslan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Muş, 2019.
13. Çavuşoğlu, K., Bayram, A., Maraş, M., Kırındı, T., “*Steatoda paykulliana* (Araneae, Theridiidae) (Walckenaer, 1806)’nın Zehir Aygıtının Morfolojisi Hakkında”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 25-29, 2006.
14. Çavuşoğlu, K., Yalçın, E., “*Eresus Cinnabarinus* (Olivier, 1789) (Araneae, Eresidae) Örümceğinin Zehir Aygıtı Üzerine Morfolojik Bir Çalışma”, *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 2(2), 126-135. 2007.
15. Mullen, G. R., Vetter, R. S. “Spiders (Araneae)”, *Medical and Veterinary Entomology* 3rd ed., Editörler, Mullen, G. R., Durden, L. A., *Academic Press*, Elsevier Inc., London, s. 507-532, 2019.
16. Kropf, C., “Hydraulic System of Locomotion”, *Spider Ecophysiology*, Editörler, Nentwig, W., *Springer*, Berlin, Heidelberg, s. 43-56, 2013.
17. Michalik, P., Lipke, E., “Male Reproductive System of Spiders”, *Spider Ecophysiology*, Editörler, Nentwig, W., *Springer*, Berlin, Heidelberg, s. 173-187, 2013.
18. Uhl, G., “Female genital morphology and sperm priority patterns in spiders (Araneae)”, *European Arachnol.* 2000, Editörler, Toft, S., Scharff, N., *Aarhus University Press*, Aarhus, s. 145–156, 2002.
19. Agnarsson I., Coddington, J. A., Kuntner, M., “Systematics: Progress in the study of spider diversity and evolution”, *Spider research in the 21 st Century: Trends and*

- perspectives, Editörler, Penney, D., Siri Scientific Press, Manchester, s. 58-111, 2013.
20. Demir, H., Seyyar, O., “Annotated checklist of the spiders of Turkey”, *Munis Entomology & Zoology*, 12 (2), 433-469, 2017.
21. Nentwig, W., Blick, T., Bosmans, R., Gloor, D., Hänggi, A., Kropf, C., “Araneae Spiders of Europe, araneae Version 06.2020”, Erişim tarihi 07.06.2020. <https://araneae.nmbe.ch/data/460>, <https://doi.org/10.24436/1>.
22. Muséum national d’Histoire naturelle [Ed]. 2003-2020. National Inventory of Natural Heritage, erişim tarihi: 11.03.2020, https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/233384/tab/taxo?lg=en
23. Yüce, S., Bilgen, G., Demir, İ., “Genetik”, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 2010.
24. Karataş, M., “Moleküler Biyoloji”, *Nobel Yayıncılık*, 2. Baskı, Ankara, 2014.
25. Klug, S. W., Cummings, R. M., Spencer, A. C., “Genetik Kavramlar”, *Palme Yayıncılık*, Çeviri Editörleri, Sümer, S. , Öner, R., Ögüş, Açık, L., Ankara, 2011.
26. Temizkan, G., “Moleküler Genetik”, *Nobel Tıp Kitapevleri*, 2014.
27. Fletcher, H., Hickey, I., “Genetik”, Çeviri Editörü : Acar, H., *Nobel Akademik Yayıncılık*, 2015.
28. Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Scott, M. P., Bretscher, A., Ploegh, H., Matsudaira, P., “Moleküler Hücre Biyolojisi”, Çeviri editörleri: Geçkil, H., Özmen, M., Yeşilada, Ö., *Palme yayıncılık*, 6.baskıdan çeviri, Ankara, 2011
29. Topaktaş, M., “Genetik”, *Nobel Akademik Yayıncılık*, 2014.
30. Hardin, J., Bertoni, G., “Becker’in Hücre Dünyası”, Çeviri Editörü, Beldüz, A. O., *Palme yayınevi*, 2019.
31. Keagle, M. B., “DNA, chromosome, and cell division”, The principles of clinical cytogenetics, second edition, Editörler, Gersen, S. L., Keagle, M. B., *Humana Press*. Totova, New Jersey, s. 9-27, 2005.

32. Zhang, P., Friebe, B., Gill, B., Park, R., “Cytogenetics in the age of molecular genetics”, *Aust J Agric Res*, 58, 498–506, 2007.
33. Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E., “Sitogenetik”, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 2010.
34. Blackburn, E. H. “Structure and function of telomeres”, *Nature*, 350, 569-573, 1991.
35. Gersen, S. L., “History of clinical cytogenetics”, The principles of clinical cytogenetics, second edition, Editörler, Gersen, S. L., Keagle, M. B., *Humana Press*. Totova, New Jersey, s. 3-8, 2005.
36. Kannan, T.P., Alwi, Z.B., “Cytogenetics: Past, present and future”, *Malays J Med Sci*, 16, 4–9, 2009.
37. Dutta, U.R. “Precision in chromosome identification with leads in molecular cytogenetics: an illustrated review”, *J Pediatr Genet.*, 3(1),1–7, 2014.
38. Cioffi, M. B., Molina, W. F., Artoni, R. F., Bertollo, L.A.C., “Chromosomes as tools for discovering biodiversity - The case of Erythrinidae fish family”, Recent Trends in Cytogenetic Studies - Methodologies and Applications, Editörler, Tirunilai, P., *IntechOpen Publisher*, Rijeka, s. 125-146, 2012.
39. Oliveira-Junior, R. J. de, Goulart Filho, L. R., Bastos, L. M., Alves, D. de D., Santos e Silva, S. V. Dos, Morelli, S., “Contributions of cytogenetics to cancer research”, *Bioscience Journal*, 30(1), 245-259, 2013.
40. Kumbıçak, Z., “Türkiye'de bazı örümceklerde karyotip ve eşey kromozomlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar”, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Gaziantep, 2010.
41. Kuru, M., Ergene, S., “Genetik”, *Palme Yayıncılık*, Ankara, 2011.
42. Cooper, G.M., Hausman, R.E., “Hücre: Moleküler Yaklaşım, Yedinci baskı”, Çeviri Editörleri, Atabey, N., Kalay, E., Sakızlı, M., *İzmir Tıp Kitabevi*, İzmir, s. 651-690, 2019.

43. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P., “Hücrenin Moleküler Biyolojisi 4. Baskı”, Çeviri Editörleri, Buyru, N., Dalay, N., Özgüç, M., Öztürk, M., Sakızlı, M., *Garland Science, TÜBA*, Ankara, s. 983-1139, 2008.
44. 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.
45. Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A. A., “Nomenclature for centromeric position on chromosomes”, *Hereditas*, 52 (2), 201–220, 1964.
46. Murphy, J. A., “Gnaphosid Genera of the World”, British Arachnological Society, Editörler, Neots, St., Selden, P. A., *The Dorset Press*, Dorchester, UK. 2007.
47. Chatzaki, M., “A critical review of the spider family Gnaphosidae in Greece”, *Advances in Arachnology and Developmental Biology*. Editörler, Makarov, S. E., Dimitrijevic, R. N., Vienna-Belgrade-Sofia, *Monographs*, 12, 355-374, 2008.
48. Suzuki, S., “Cytological studies in spiders; III. studies on the chromosomes of fifty-seven species of spiders belonging to seventeen families, with general considerations on chromosomal evolution”, *Journal of Science Hiroshima University, Series B*, 15, 23-136, 1954.
49. Revell, S. H., “Controlled X-segregation at meiosis in *Tegenaria*”, *Heredity*, 1(3), 337-347, 1947.
50. Pátau, K., “X-segregation and heterochromasy in the spider *Aranea Reaumuri*”, *Heredity*, 2(1), 77-100, 1948.
51. Hackman, W., “Chromosomenstudien an Araneen: mit besonderer Berücksichtigung der Geschlechtschromosomen”, *Acta zoologica fennica*, Societas pro Fauna et Flora Fennica, 54, 1–101, 1948.
52. Suzuki, S., “Cytological studies in spiders, II. Chromosomal investigation in the twenty-two species of spiders belonging to the four families, Clubionidae, Sparassidae, Thomisidae and Oxyopidae, which constitute Clubionoidea, with

special reference to sex chromosomes”, *Journal of Science Hiroshima University (Series B.)*, 13, p. 1–52, 1952.

53. Mittal, O.P., “Karyological studies on the Indian spiders I. A comparative study of the chromosomes and sex-determining mechanism in the family Lycosidae”, *Research Bulletin (N.S.) of the Panjab University*, 14(1-2), 59-86, 1963.

54. Araujo, D., Schneider, M. C., Paula-Neto, E., Cella, D. M., “Sex Chromosomes and Meiosis in Spiders:A Review”, *Meiosis - Molecular Mechanisms and Cytogenetic Diversity*, Editörler, Swan, A., *Intech*, s. 87-108, 2012.



ÖZGEÇMİŞ

1994 yılında Adıyaman'da doğdu. İlk ve orta öğretimini Adıyaman'da tamamladı. 2017 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümünden mezun oldu.

