

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

***LYCOSA PIOCHARDI* SİMON, 1876 (ARANEAE:
LYCOSIDAE)'NİN SİTOGENETİK ÖZELİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Ocak 2017
NEVŞEHİR**

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

***LYCOSA PIOCHARDI* SİMON, 1876 (ARANEAE:
LYCOSIDAE)'NİN SİTOGENETİK ÖZELİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Ocak 2017
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK danışmanlığında **Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ** tarafından hazırlanan “*Lycosa piochardi* Simon, 1876 (Araneae: Lycosidae)’nin Sitogenetik Özelliklerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

.././20..

JÜRİ

Başkan : (Unvan, Adı Soyadı)

imza

Üye : (Unvan, Adı Soyadı)

imza

Üye : (Unvan, Adı Soyadı)

imza

ONAY:

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

.././20..

.....

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.

(İmza)

(Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ)

TEŐEKKÖR

Çalıőmamın her aşamasında bana yol gösteren, destek ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK'a;

Tez yazım aşamasında değerli katkılarını esirgemeyen hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK'a;

Laboratuvar çalıőmalarımın her aşamasında yanımda olan ve benden yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Őeyma CİVAN, Serhat BAYRAK, İdris İŐNEL ve İlknur SEVİLEN'e;

Eğitim-Öğretim hayatım boyunca beni her zaman destekleyen annem Gönöl SIRLIBAŞ'a ve babam Ali SIRLIBAŞ'a; yardımlarını esirgemeyen canım kardeőim Arda SIRLIBAŞ'a en içten teőekkürlerimi sunarım.

**LYCOSA PIOCHARDI SIMON, 1876 (ARANEAE: LYCOSIDAE)'NİN
SİTOGENETİK ÖZELİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI (Yüksek Lisans Tezi)**

Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ

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

Ocak 2017

ÖZET

Bu çalışmada, *Lycosa piochardi*'nin kromozomal bilgileri ve mayotik özellikleri havada kurutma yöntemi ile ilk kez araştırılmıştır. Çalışma sonucunda diploid sayının erkek bireylerde $2n=22$, dişi bireylerde $2n=24$ ve eşey kromozom sisteminin $X_1X_20♂/X_1X_1X_2X_2♀$ şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bütün kromozomların telosentrik tipte ve relatif uzunluklarının (erkek bireylerde %10,85 ile %6,78 ve dişi bireylerde %9,20 ile % 6,23) kademeli olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Lycosa*, karyotip, sitogenetik
Tez Danışman: Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK
Sayfa Adeti: 51

INVESTIGATION ON THE CYTOGENETIC FEATURES OF *LYCOSA PIOCHARDI* SIMON, 1876 (ARANEAE: LYCOSIDAE) (M. Sc. Thesis)

Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ

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

January 2017

ABSTRACT

In this study, chromosome information and meiotic features of *Lycosa piochardi* were investigated by an air drying method for the first time. As a result, the diploid chromosome number and sex chromosome system were obtained as $2n=22$ in males, $2n=24$ in females and $X_1X_20♂/X_1X_1X_2X_2♀$, respectively. All chromosome were telocentric that gradually decreased in size (in males from %10,85 to %6,78 and in females %9,20 to % 6,23).

Keywords: *Lycosa*, karyotype, cytogenetics

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK

Page Number: 51

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
RESİMLER LİSTESİ	x
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
1. BÖLÜM	
GİRİŞ	1
2. BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kromozom.....	3
2.1.1. Kromozom morfolojisi.....	3
2.1.2. Kromozom sayısı.....	5
2.1.3. Kromozom yapısı	5
2.1.4. Karyotip ve idiyogram	7
2.2. Hücre Bölünmesi.....	8
2.2.1. Mitoz bölünme	8
2.2.2. Mayoz bölünme.....	13
2.3. Örumceklerin Genel Özellikleri	18

2.3.1.	Lycosidae familyasının genel özellikleri.....	22	
2.4.	Kaynak Özetleri.....	23	
3. BÖLÜM			
MATERYAL ve METOT			26
3.1.	Araştırma Alanı ve Örneklerin Toplanması	26	
3.2.	Metot	26	
3.2.1.	Kullanılan lamların temizlenmesi	26	
3.2.2.	Kromozom preparasyonu	26	
3.2.3.	Kimyasal maddelerin hazırlanması	27	
3.2.4.	Kromozom preparatlarının incelenmesi	27	
4. BÖLÜM			
BULGULAR.....			29
4.1.	<i>Lycosa piochardi</i> Türünün Erkek ve Dişi Bireylerine Ait Karyotipik Bulgular.....	29	
4.1.1.	<i>Lycosa piochardi</i> türünün erkek bireylerine ait karyotip ve idiogramlarının hazırlanması	30	
4.1.2.	<i>Lycosa piochardi</i> türünün dişi bireylerine ait karyotip ve idiogramlarının hazırlanması.	32	
4.2.	<i>Lycosa piochardi</i> Türüne Ait Bazı Mitotik ve Mayotik Evrelerin Değerlendirilmesi.....	34	
5. BÖLÜM			
TARTIŞMA VE SONUÇ			40
KAYNAKLAR			43
ÖZGEÇMİŞ			51

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1.	Sentromer konumu ve kol oranlarına göre kromozom morfolojisi.....	27
Tablo 4.1.	<i>L. piochardi</i> türünün erkek bireyine ait karyotipte kromozom uzunlukları.....	31
Tablo 4.2.	<i>L. piochardi</i> türünün dişi bireyine ait karyotipte kromozom uzunlukları.....	33



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Sentromer konumuna göre kromozomların morfolojisi.....	4
Şekil 2.2.	Kromozomun morfolojik bölümleri.....	7
Şekil 2.3.	Hücre Döngüsü.....	9
Şekil 2.4.	Mitoz bölünmeye ait evreler.....	13
Şekil 2.5.	Mayotik profaz I'e ait alt evreler.....	15
Şekil 2.6.	Diploid sayısı 4 olan bir hayvanda, Metafaz I ile başlayan mayozdaki ana olaylar.....	17
Şekil 2.7.	Araneomorf örümceğin dorsal açıdan görünüşü.....	21
Şekil 2.8.	Araneomorf örümceklerde üreme organları.....	21
Şekil 2.9.	Likosit örümceklerde gözlerin dizilimi.....	22
Şekil 4.1.	<i>L. piocardi</i> türünün erkek bireyine ait karyogram.....	31
Şekil 4.2.	<i>L. piocardi</i> türünün erkek bireyine ait idiogram.....	32
Şekil 4.3.	<i>L. piocardi</i> türünün dişi bireyine ait karyogram	34
Şekil 4.4.	<i>L. piocardi</i> türünün dişi bireyine ait idiogram	34
Şekil 5.1.	X ₁ X ₂ 0 sisteminin oluşumunu açıklayan hipotezlere örnek.....	41

RESİMLER LİSTESİ

Resim 4.1.	<i>L. piochardi</i> türüne ait spermatogonial metafaz evresi	29
Resim 4.2.	<i>L. piochardi</i> türüne ait oogonial metafaz evresi.....	30
Resim 4.3.	<i>L. piochardi</i> türüne ait mitotik prometafaz evresi.....	35
Resim 4.4.	<i>L. piochardi</i> türüne ait mitotik anafaz evresi.....	36
Resim 4.5.	<i>L. piochardi</i> türüne ait mayotik leptoten evresi.....	36
Resim 4.6.	<i>L. piochardi</i> türüne ait mayotik zigoten evresi.....	37
Resim 4.7.	<i>L. piochardi</i> türüne ait mayotik diploten evresi	37
Resim 4.8.	<i>L. piochardi</i> türüne ait mayotik anafaz I evresi.....	38
Resim 4.9.	<i>L. piochardi</i> türüne ait mayotik metafaz II evresi	39

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

♂	erkek birey
♀	dişi birey
DNA	deoksiribonükleik asit
RNA	ribonükleik asit
µm	mikrometre
%	yüzde
n	haploid
2n	diploid
ml	mililitre
dk	dakika
C	sentromer
K	kuzey
G	güney
RT	oda sıcaklığı
cm	Santimetre



1. GİRİŞ

Kalıtsal değişimlerin sebeplerini, kromozomları inceleyerek açıklayan genetiğin alt bilim dalına sitogenetik denir. Sitogenetik biliminin doğum yılı olarak Hofmeister'in kromozomları ilk gözlemlediği yıl olan 1840 yılı kabul edilir. Bu bilim dalının temel inceleme materyali kromozom, yararlandığı cihaz ise mikroskoptur. Bu yüzden bu bilim dalının gelişmesi kromozom boyama metotlarının ve kromozom analiz metotlarının gelişmesiyle sıkı sıkıya ilişki göstermiştir. Mikroskobun gelişmesi de sitogenetiğin hızlı gelişmesinde rol oynamıştır [1].

Kromozom boyama metotları, kromozom analiz metotları ve mikroskobun gelişmesiyle birlikte kromozomun ince yapısı hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda kromozom morfolojisi ve sayısının kendine has karakterler taşıdığı gözlemlenmiştir. Bu karakterler bitki ve hayvan türlerinin teşhisinde (sitotaksonomi) ve türler arasındaki evrimsel akrabalığın hesaplanmasında kullanılmıştır [2]. Morfolojik ve anatomik karakterlerin çevre koşullarından etkilenmesi taksonomik çalışmalarda sitolojik karakterlerle çalışmaları arttırmıştır. Çünkü bir türün karyotipi ortam koşullarından etkilenmemektedir [3]. Bu sebeple sitolojik karakterler taksonomide daha güvenilir görülmektedir.

Bir bireyin sahip olduğu kromozom sayısı ve morfolojisi onun karyotipini oluşturmaktadır. Karyotip analizleri, bir bireyin kendi genomu içindeki kromozomlarını birbirleriyle karşılaştırmada ve diğer bireylerle olan kromozom yapı farklılıklarını belirlemede kullanılmaktadır. Karyotip analizlerinde kromozom sayısı ve büyüklüğü, sentromer konumu, kromozom kollarının oransal ilişki, sekonder boğumun yeri ve satellitler gibi özellikler esas alınmaktadır [4].

Örümceklerin karyotipleriyle çalışmak birkaç nedenden dolayı çok önemlidir;

1) Farklı türlerin karyotiplerinin karşılaştırılması için olanak sağlar, bazı durumlarda onların taksonomik konumlarının daha net saptanmasına ve belki de filogenisinin belirlenmesine yarar sağlar.

2) Kromozom çalışmaları olağan dışı karyotip örnekleri sağlayabilir ki bu durumda karyotip organizasyonunun ilkeleri hakkındaki bilgilerimizi geliştirebilir [5].

Örümcekler, hayvanlar âleminin en çeşitli ve en bol karasal yırtıcılarından biridir [6]. Sistematik açıdan Araneae sınıfına ait 44906 türün [7] yaklaşık olarak sadece 1,5% 'u sitogenetik olarak teşhis edilmiştir [8]. Yapılan çalışmalarda diploid sayının $2n_{\sigma}^{\text{♂}}=7-116$ arasında değiştiği, eşey kromozom sisteminin XY, X0, X₁X₂, X₁X₂Y, X₁X₂X₃, X₁X₂X₃X₄ şeklinde çeşitlilik gösterdiği bulunmuştur [9].

Lycosidae familyası (kurt örümcekler) Lycosoidea üst ailesine aittir. Yani araneomorf örümceklerin entelejin grubuna dâhildirler [10]. Tüm dünyada doğal yayılış gösterebilen likositler şimdiye kadar sistematik açıdan tanımlanan 120 cinsin 2391 türü ile temsil edilmektedir [7].

Sitogenetik açıdan likositler, Araneidae ve Salticidae ile birlikte entelejin örümcekler içerisinde çalışılmış bazı türleri olmasına rağmen karyotipleri bilinmeyen ya da belirsiz olan birçok likosit cinsi vardır. řu ana kadar likositlerin 23 cinsinden 120 türü analiz edilmiştir [11].

Lycosidae familyasına ait yapılan sitogenetik çalışmalar çok azdır. Bilinen 2391 türün %4'ünden daha azı üzerine çalışmalar yapılmıştır [7]. Ülkemizde ise Lycosidae familyası 15 cins ve 85 tür ile temsil edilmektedir [12]. Bilinen bütün Lycosidae türlerinin %4'ünden daha azının sitogenetik olarak çalışıldığı göz önüne alındığında; 85 tür bulunan ülkemizde Lycosidae familyasının sitogenetik açıdan ne kadar az çalışıldığı dikkati çekmektedir. Ayrıca, sitogenetik verilerin likosit örümceklerin taksonomide sorunlu türlerin çözüme kavuşturulması yönünde karşılaştırmalı araştırmaları da bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, Lycosidae familyasına ait *Lycosa piochardi* Simon, 1876 türünün mitotik ve mayotik kromozomları analiz edilerek; diploid kromozom sayısının belirlenmesi, eşey belirleme sisteminin saptanması ve likosit örümcekler hakkındaki sitogenetik verilerin sistematikte kullanılabilirliğine katkı sağlanması hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Sitogenetik çalışmaların materyali kromozom olduğu için sitogenetik çalışmalara başlamadan önce kromozom ve hücre bölünmesi hakkında genel bilgiler verilmesi faydalı olacaktır [1].

2.1. Kromozom

İlk defa 1840 yılında botanikçi Hofmeister tarafından Tradescantia bitkisinin polen ana hücrelerinde görülmüş ve 1888 yılında Waldeyer tarafından da “kromozom” ismi verilmiştir [13].

Kromozom, kalıtım özelliklerinin kuşaktan kuşağa iletilmesini sağlayan, özel boyalarla kuvvetli bir şekilde boyanan, nükleik asit ve proteinden meydana gelmiş iplikli yapılara denir. Nükleik asit olarak deoksiribonükleik asit (DNA), protein olarak da genellikle bazik bir protein olan histonlar (H1, H2A, H2B, H3, H4) bulunur. Hücrenin kendi kendini eksiksiz olarak kopyalamasına yarayan tüm bilgileri içerir [13].

Sitogenetik çalışmalarda tür ve alt tür tespiti kromozomlar üzerindeki çalışmalarla ortaya konmaktadır. Özellikle memeliler ve böcekler gibi taksonomisinde güçlükler bulunan grupların teşhisinde kromozomlar büyük kolaylık sağlamaktadır [14].

2.1.1. Kromozom morfolojisi

Boyut

Kromozom morfolojisi en iyi hücre bölünmesinin metafaz ve anafaz safhalarında incelenir. Bu safhalarda silindirik şeklindeki kromozomlar en kısa ve en kalın hallerinde olurlar ve tipik şekillerini gösterirler [15].

Kromozomların relatif uzunlukları organizmanın hücrelerinde yaklaşık olarak aynı değerlerde olup bir kromozomun uzunluğu en az 0,250 µm, genişliği 0,2-2 µm arasındadır

[16]. Levan ve Hsu [17]'ya göre en büyük insan kromozomu 6,8 μm en küçüğü de 1,1 μm uzunluğundadır.

Bir kromozomun şekli hücre bölünmesinin başlaması ile birlikte fazdan faza değişiklik gösterir. Hücre interfaz safhasında iken kromozomlar ince, sarmal ve elastik “kromatin iplik” denilen yapıdadır. Metafaz ve anafazda kromozomlar kalın ve filamentli hale gelir. Her bir kromozom uzunluğu boyunca sentromer adı verilen açık bir bölge içerir. Sentromer kromozomu iki kısma ayırır ve her iki kısım kromozom kolları olarak bilinir. Sentromerin konumu kromozomdan kromozoma farklılık gösterir. Sentromerin konumuna göre kromozomlar 4 gruba ayrılır:

1.Metasentrik Kromozom: Metasentrik kromozom V şeklinde olup sentromeri tam uçta yer alan kromozomdur ve iki eşit kol oluşturur.

2.Submetasentrik Kromozom: Submetasentrik kromozom L şeklindedir. Bunlarda, sentromer kromozomun merkezinde değildir ve böylece biri diğerinden daha uzun (eşit olmayan) iki kol oluşur.

3.Akrosentrik Kromozom: Akrosentrik kromozom J şekli gibidir. Sentromer bir uca daha yakındır.

4.Telosentrik Kromozom: Telosentrik kromozom çubuk benzeri bir şekildedir ve proksimal ucunda sentromeri vardır (Şekil 2.1) [18].



Şekil 2.1. Sentromer konumuna göre kromozomların morfolojisi [1]

2.1.2. Kromozom sayısı

Bir organizmada hücreden hücreye, bir alt türde bireyden bireye kromozom sayısı sabittir. Yüksek yapılı bir canlının vücut hücrelerindeki kromozom sayısı diploid olup somatik veya zigotik diye bilinir. Mayoz bölünme sonucu oluşan gametler, yani ovum veya spermin kromozom sayısı ise haploid olup gametik veya mayotik sayı esas alınır n (veya a, x) sembolüyle gösterilir. Buna göre normal somatik sayı $2n$ 'dir. Seçilebilir morfolojide diploid kromozoma sahip olan canlılar $2n=2$ ile yüzlerce arasında olmak üzere büyük bir değişkenlik gösterir [13].

2.1.3 Kromozom yapısı

Bir kromozom mitotik metafazda kromatid adı verilen iki simetrik yapıdan oluşur. Her bir kromatid bir tek DNA molekülü içerir ve her iki kromatid sentromerler yardımıyla birbirlerine bağlıdır. Birbirine bağlı bu iki kromatid anafaz başında ayrılmış olur.

İnterfaz safhasında kromozomlar kromatin ipliği formundadır. Hücre bölünmesi sırasında, kromatin iplikler yoğunlaşır, böylece profaz sonuna kadar kromonema olarak bilinen farklı, iplik benzeri yapılar görülür. Bu yapılar metafaz ve anafazda yoğunlaşarak kromatid şeklini alırlar [19].

Kromomerler, boncuk benzeri yapıda olup interfaz boyunca gözlemlenirler. Bir yandan kromomerlerin yoğunlaşmış nükleoprotein malzemesi olduğu ileri sürülürken diğer yandan kromomerlerin süper sarmal saç bölgeleri olduğu elektron mikroskobu çalışmaları ile gösterilmektedir [18].

Sentromer kromozomun vazgeçilmez parçasıdır ve metafazda primer boğumu oluşturur. Sentromer olmadan kromozomların metafaz plaka üzerinde düzgün yönelmeleri mümkün değildir. Sentromerler kromozomlarda farklı pozisyonlarda bulduklarından dolayı kromozomların şeklinden sorumludur. Kromozom şekli kromozom kollarının buluşma noktasında yer alan primer boğum ile belirlenir. Primer boğum içinde, küçük bir granül veya ufak küreye sahip açık bir bölge vardır. Bu bölge kinetokor olarak bilinir. Genelde

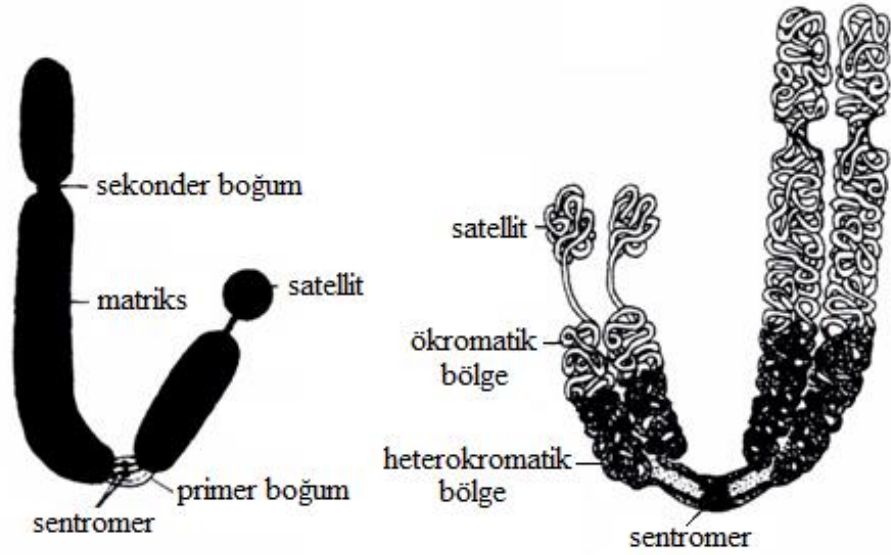
her bir kromozom yalnızca bir sentromere sahiptir. Bu gibi durumlardaki kromozomlar monosentrik olarak adlandırılır (Şekil 2.2) [18].

Bazı kromozomlarda primer boğum dışında ikinci bir boğum daha bulunmaktadır. Bu bölgeye “sekonder boğum” denir. Sekonder boğumlar, rRNA’ların ve çekirdekçiklerin oluşumu ile ilgilidir. Bu nedenle sekonder boğumlara nükleolar bölge de denilmektedir. Genellikle her hücrede sekonder boğum taşıyan en az iki kromozom bulunur. Bu kromozomlara “nükleolar kromozomlar” denir [20].

Kromozomun uç kısmında uydu (satellit) denilen yuvarlak ya da uzunca bir yapı bulunur. Uydu, kromozoma ince bir kromatin ipliği ile bağlıdır. Satellit bulunduran kromozomlara da SAT kromozomu adı verilir. Satellitler nükleus oluşumuna katılır [1, 21].

Telomerler, kromozomların DNA ve protein içeren terminal (uç) bölgeleridir. Telomer sentezinden telomeraz (telomer terminal transferaz veya revers transkriptaz) enzimi sorumludur [22]. Telomeraz, replikasyon sırasında linear kromozomal DNA molekülünün son kısmının tamamlanmasında rol oynar. Telomerler kromozom son kısmını rekombinasyon, yıkım ve füzyon gibi anormal durumlara karşı korur. Kromozomların bütünlüğünü ve stabilitesini sağlar. Kromozomların nükleus zarına tutunarak belirli bir pozisyonu korumasını sağlar. Fonksiyonel telomer yokluğunda, serbest kalan DNA ucu stabil olamaz ve DNA kırıklarının rastgele tamir edilmesi bozuk hücrel fonksiyonlar ortaya çıkarır. Kırılmış kromozomlar, nükleazlar tarafından kesilerek bu uçlar rastgele kaynaşır. Telomer konusundaki asıl soru; telomerlerin, stabiliteyi ve telomer ucunun kromozom kırığı olarak algılanmamasını nasıl sağladığıdır. Çalışmalar, bu görevlerin Telomere Bağlanan Proteinler tarafından sağlandığını açıklar [23].

İnterfazda, profazda ve metafazda bazik boyalarla kuvvetli bir şekilde boyanan kromozomal bölgelere heterokromatin adı verilir. Daha soluk boyanan bölgelere de eukromatin bölgeler adı verilir [1].



Şekil 2.2. Kromozomun morfolojik bölümleri [24]

2.1.4. Karyotip ve idiyogram

Bir bireyin sahip olduğu kromozom sayısı ve morfolojisi onun karyotipini oluşturmaktadır. Karyotip analizleri, bir bireyin kendi genomu içindeki kromozomlarını birbirleriyle karşılaştırmada ve diğer bireylerle olan kromozom yapı farklılıklarını belirlemede kullanılmaktadır. Karyotip analizlerinde kromozom sayısı ve büyüklüğü, sentromer konumu, kromozom kollarının oransal ilişkisi, sekonder boğumun yeri ve satellitler gibi özellikler esas alınmaktadır [4].

Kromozomların kısa kolları daima üstte kalacak şekilde ve sentromerlerine bakılarak kromozom kollarının uzunluğuna göre çiftler halinde düzenlenmektedirler. Bütün kromozom takımı yerleştirildikten sonra kromozomlar numaralandırılmaktadır. Karyotipin şekil halinde gösterilmesine “idiyogram” denir. Bir idiyogram yapılması için kromozomların çizimi veya fotoğrafları, ölçümü, sentromer indeksleri, kol oranları ve nisbi uzunluklarının hesaplanması gerekmektedir. Daha sonra, yapılan idiyogramda her bir kromozom, kromozomların nisbi uzunluğu, sentromer pozisyonları ve bazı diğer göze çarpan özelliklerine uygun olarak vertikal bir çizgi halinde gösterilmektedir. Vertikal idiyogram çizgileri solda en uzun, sağda en kısa kromozomu temsil etmek suretiyle kromozomların boylarındaki azalmaya dikkat edilerek ve her durumda kromozomun kısa

kolu üstte kalacak şekilde düzenlenmektedir. İdiyogramlar türün veya alttürün birkaç farklı bireyinden alınan kromozom takımının gerçek değerlerinin ölçümleri ile kol uzunlukları ve kromozom takımının diğer değerleri ortalama değerler olarak ifade edilebilmektedir [25].

2.2. Hücre Bölünmesi

Tüm canlılarda görülen bir olaydır. Hücre bölünmesini amacı bölünmenin meydana geldiği canlı ve hücre tipine bağlı olarak, yeni fertler meydana getirmek, regenerasyon (yenileme) ve büyümeyi sağlamak ve eşey hücrelerini oluşturmaktır [26].

Ökaryotik canlılarda temel olarak iki tip hücre bölünmesi vardır. Biri mitoz bölünme diğeri mayoz bölünmedir. Basit şekilde cereyan eden bir hücre bölünmesi, daha vardır ki ona da amitoz bölünme denir. Mitoz bölünmeyi geçiren hücreler somatik (vücut) hücrelerdir. Mayoz bölünme ise daima eşeyli üreme ile ilgili olaydır, ya gameti verecek ana hücre geçirir ya zigot geçirir ya da spor ana hücresi geçirir [1].

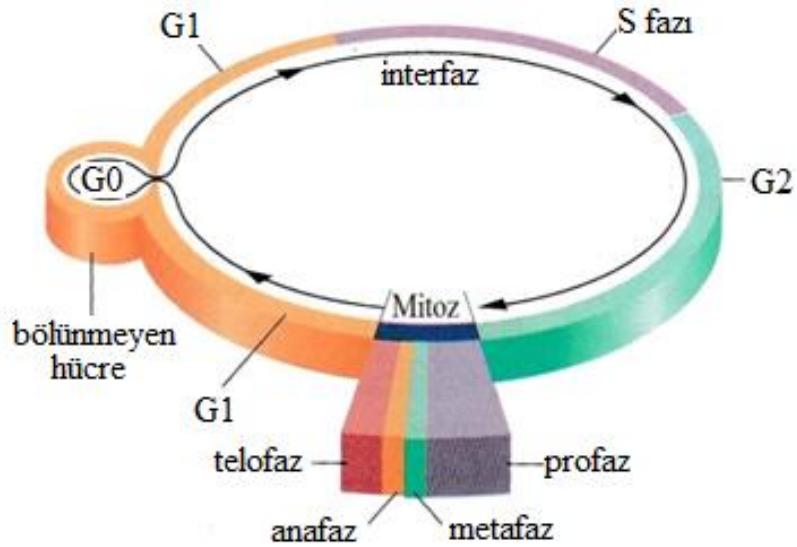
2.2.1. Mitoz bölünme

Mitoz olayı bütün ökaryotik canlılar için çok önemlidir. Protozoa, bazı mantarlar ve algler gibi bazı tek hücreli organizmalarda mitoz (hücre bölünmesinin bir parçası olarak), eşeysiz üremenin temelini hazırlar. Çok hücreli diploid organizmalar yaşama, zigot adı verilen tek hücreli döllenmiş yumurta ile başlar. Zigotun ve zigottan oluşan hücrelerin mitotik aktivitesi, organizmanın gelişmesinin ve büyümesinin temelidir. Yetişkin organizmalarda mitotik aktivite, yaraların iyileşmesinde ve belirli dokulardaki diğer hücre yenilenmelerinde önem kazanır. Örneğin insan epidermal hücreleri, sürekli olarak dökülüp yenilenmektedir. Hücre bölünmesi, retikülositlerin sürekli üretimini de sağlar. Bu hücreler, sonradan çekirdeklerini kaybeder ve omurgalılarda yeni kırmızı kan hücrelerinin temininde rol oynar. Anormal durumlarda somatik hücreler, hücre bölünmesi kontrolünü kaybedebilir ve tümör oluştururlar [27]. Mitoz sürekli bir olay olmasına rağmen, İnterfaz, Profaz, Metafaz, Anafaz ve Telofaz olarak bazı safhalara ayrılarak incelenir.

İnterfaz ve Hücre Döngüsü

Hücre döngüsünün yaklaşık %95'lik kısmı mitozlar arası dönem olan interfazda geçer. Bu dönemde kromozomlar gevşek haldedir ve çekirdek içinde dağınık bir durumdadırlar. Çekirdek morfolojik olarak değişiklik göstermemekle birlikte moleküler düzeyde interfazda hücre büyür ve DNA kopyalanır. Bölünen hücrelerin çoğunda bu dönemde hücre boyutu neredeyse 2 katına çıkar [28]. İnterfaz, G1, S ve G2 evrelerinden oluşur (Şekil 2.3).

Hücre mitoz girmeden önce cereyan eden ve DNA'nın sentezlendiği döneme S evresi denir. S evresinden önce ve sonra DNA sentezinin olmadığı iki dönem vardır. Bu dönemler sırasıyla, G1 (gap1) ve G2 (gap2) olarak gösterilir (gap: ara, boşluk anlamındadır). Her iki ara dönem süresince, S'deki gibi metabolitik aktivite, hücre büyümesi ve hücre başkalaşımı görülür. G2'nin sonuna kadar hücrenin hacmi kabaca iki katına çıkmış, DNA replike edilmiş ve mitoz başlatılmıştır. Sürekli bölünen hücreler, mitozu (M) izleyerek bu döngüyü (G1, S,G2,M) daha sonra defalarca tekrarlar [27].



Şekil 2.3. Hücre Döngüsü [27]

Profaz

Profaz, nükleer zarın dağılımıyla başlar. Çok küçük veziküller halini almış zar vezikülleri parçalanıp dağılırlar. Bütün mitoz boyunca içcik çevresinde kalırlar ve nükleer zarfın dağılmasıyla içciği oluşturan mikrotübüller nukleusun yer aldığı bölgeye uzanırlar. Profazda kondensasyon (yoğunlaşma) meydana gelir [29]. Kromozomların her biri iki kardeş kromatidden ibarettir. Bu dönemdeki DNA molekülleri, S döneminde oluşmuştur. Replik olmuş bu DNA molekülleri birbirine sarılı olarak S ve G2 dönemlerini geçtikten sonra kromozom kondensasyonu boyunca birbirinden ayrılırlar. Kondense olmuş kardeş kromatidler sentromerde birleşirler [28].

Profazda, çekirdek zarfının yıkılması, kromozomların, mitotik içcik ile ilişki kurmalarını sağlar. Bunun sonucu olarak da bir kromozomun 2 kromatidi birbirinden ayrılır [30]. Kinetokor mikrotübülleri her kromozomu kinetokor kutuplara bakacak şekilde mitotik içciği 2'ye bölen ekvator düzlemine yerleştirir. Böylece prometafazın karakteristiği olan kromozom hareketlenmesini başlatır. Kinetokorda toplanan proteinler mikrotübül motorlarını içerir ve bunlar içsi iplikçik mikrotübüllerinin uçlarına doğru sentrozomdan tutunmuş olan kromozom hareketini sağlar. Ayrıca sentrozomda bulunan motor proteinler de bu harekete katkıda bulunur [31]. Bu harekete karşı polar uçlardan karşı yöne doğru polar esinti denilen karşı bir güç de kromozomları ortaya doğru iter. Sonuç olarak; prometafaz kromozomları sentrozom ve içsi iplikciğin merkezi arasında ileri geri hareket eder durur [32]. Bütün bu işlemler prometafazda tamamlanır.

Mikrotübüller kinetokora tutunduğu zaman diğer yandaki kinetokor da farklı kutuptan büyüyen diğer mikrotübülü yakalar. Ortaya çıkan bu tesadüfi prometafaz hareketleri yeni oluşan hücrelere kromatidlerin rastgele dağılmasını sağlar. Böylece anne ve babadan gelen genlerin karışması sağlanır. Kondansasyonu takiben mitotik içsi iplikcik gelişimine yol açan sitoplazmik değişiklikler profazda meydana gelir. Kopyalanmış olan sentromer ayrılır ve çekirdekte zıt yönlere gider [28].

Prometafaz ve Metafaz

Metafaz evresinden önce, prometafaz olarak bilinen kısa bir dönem vardır. Başlangıçta çekirdekte tamamen rastgele biçimde dağınık halde olan kromozomlar iğ ekvatoruna (ortasına) doğru hareket etmeye başlar. Bu hareket; tubulin alt birimlerinin birbirine eklenmesiyle kinetokor mikrotübüllerinin kendi aster kutuplarından itibaren büyüyebilme ve tubulin alt birimlerinin sindirildiği kinetokor bağlantılarında büzüşebilmelerinden kaynaklanır [33].

Prometafazın sonuna gelindiğinde, her kromozom eşit bir biçimde her kutup tarafından çekilmiş durumdadır ve böylece tam ortada konuşlanmıştır [33].

Kısa süren metafaz sırasında kromozomlar için ekvator düzleminde sıralanır ve yandan bakıldığında iğ ortası boyunca bir hat oluşturdukları görülür. Her ikiz kromatit çiftinin sentromerleri birbirinden ayrıldığı zaman metafaz sona erer. Artık kromatit kendi sentromerine sahip bağımsız bir kromozom haline gelmiştir. Metafaz sona erdiğinde çekirdekteki bağımsız kromozomların sayısı 2 katına çıktığı halde genetik maddenin toplam miktarı değişmeden kalır [34].

Anafaz

Mitoz sırasında kromozom dağılımı ile ilgili önemli olaylar, mitozun en kısa evresi olan anafaz sırasında gerçekleşir. Bu faz sırasında, her bir kromozomun kardeş kromatidleri birbirinden ayrılır ve hücrenin zıt uçlarına doğru göç eder. Ayrılmanın tam olarak gerçekleşmesi için her iki sentromerik bölgenin ikiye ayrılması gerekir. Bu olay anafazın başlayışını işaret eder. Bundan sonra her bir kromatid, yavru kromozom olarak adlandırılır [27].

Yavru kromozomların hücrenin zıt kutuplarına doğru hareketi, sentromer-iğ ipliği tutunmasına bağlıdır. Son araştırmalar kromozom göçünün, genel olarak motor proteinleri denilen bir dizi özgül protein aktivitesi sonucu gerçekleştiğini ortaya koyar. Bu proteinler, ATP hidrolizi ile ortaya çıkan enerjiyi kullanmaktadır. Söz konusu

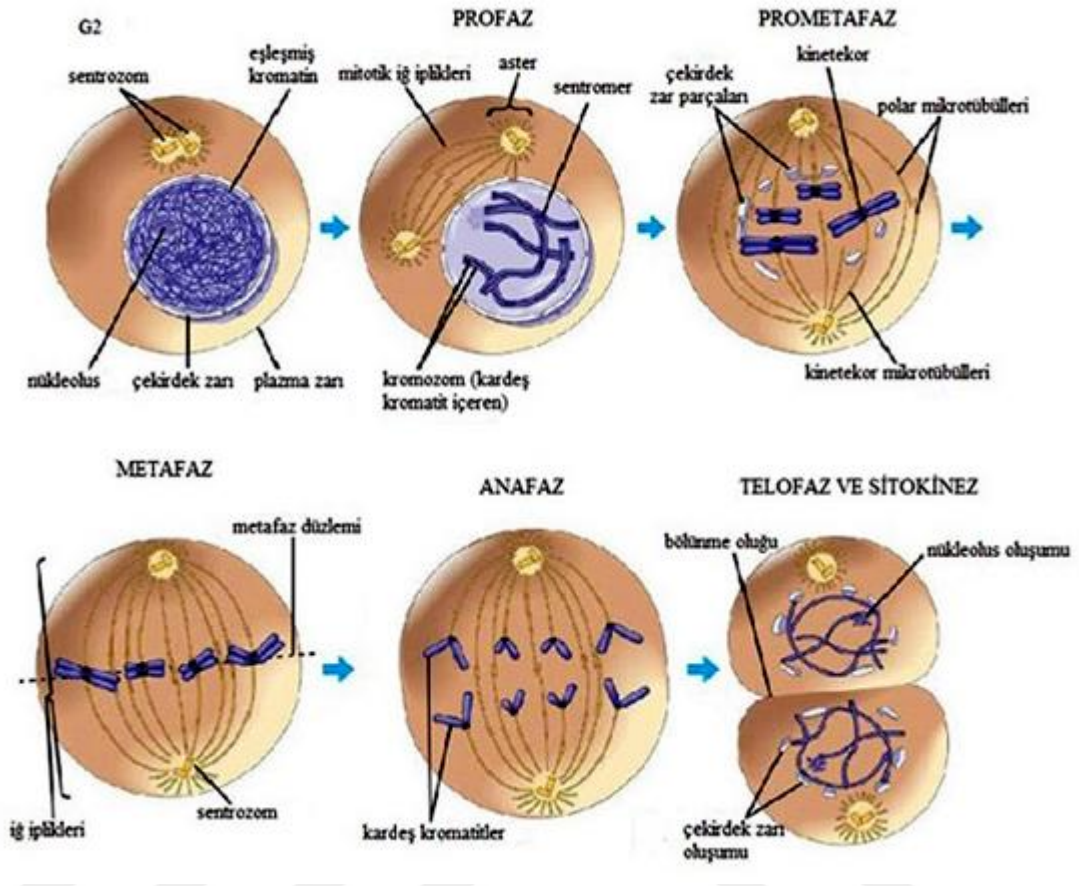
proteinlerin aktivitesinin, hücrede moleküler motorları oluşturduğu söylenir. Bu motorlar bölünmekte olan hücrede birkaç pozisyonda etkinlik gösterir, fakat bu etkinliklerin tümü mikrotübül aktivitesi ile ilgilidir ve sonunda kromozomların, hücrenin zıt uçlarına doğru ilerlemesine hizmet eder. Her bir kromozomun sentromerleri, göç sırasında, kromozomun kolları geride kalacak şekilde kromozomlara yol gösteriyor gibi görülür. Bunların biri, orijinal kardeş çiftindedir [27].

Telofaz

Profazda gerçekleşen olayların tersine olarak gerçekleştiği safhadır. Bu safhada kutuplara ulaşan kromozomların etrafında yeni bir çekirdek zarı oluşur, iğ iplikleri kaybolur ve kromozomlar kondense (yoğunlaşmış) durumdan decondense duruma geçerler. Çekirdekçik oluşur ve sitokinezis tamamlanır. Böylece başlangıçtaki $2n$ kromozomlu bir hücreden yine $2n$ kromozomlu iki oğul hücre meydana gelir [26].

Sitokinez

Mitozun bitimi; iki yavru hücre oluşumu olan sitokinez ile gerçekleşir. Geç anafazda başlar. Çekirdek ve sitoplazmik bölünmeyi koordine eder. Kontraktıl halka denilen ve plazma membranının altında oluşan aktin ve miyozin II filamentlerinin yapısı ile sitokinez gelişir [35]. Mitotik iğsi iplikçiğin pozisyonuyla bu halkanın yerleşimi belirlenir. Böylece hücre metafaz plağından geçen bir düzlem tarafından yarıklanma oluşur [36]. Aktin-miyozin filamentlerinin kontraksiyonuyla yarıklanma ilerler ve plazma membranını içeri doğru çeker. Sonuçta hücre yarıya bölünür. Ancak; bu olay öncesinde ihtiyaç duyulan hücre zarı, hücre yüzeyinde kabarcıklar halinde depo edilir (Şekil 2.4) [28].



Şekil 2.4. Mitoz bölünmeye ait evreler [37].

2.2.2. Mayoz bölünme

Mayoz, mitozdan farklı olarak genetik materyal miktarını yarıya indirir. Diploidlerde, mitoz diploid yavru hücreler oluştururken mayoz, kromozomların haploid takımını içeren gametleri ya da sporları oluşturur. Eşeyli üremede, döllenme sırasında gametler birleşerek ebeveyn hücrelerinde bulunan diploid bütünü oluştururlar [27]. Mayoz bölünme Mayoz I ve Mayoz II olarak birbirini takip eden iki hücre döngüsü olarak incelenir.

Mayoz I, mitoz benzer şekilde S döneminden sonra başlar. Parental kromozomlar kardeş kromatitler oluşturmak üzere replike olurlar. Ancak mayoz I'de kromozom ayrılması mitozdan farklıdır. Homolog kromozomlar birbirleriyle çift oluştururlar ve ardından yavru hücrelere ayrılırlar. Oluşmuş olan kardeş kromatitlerde bir ayrılma gözlenmez. Mayoz I, her bir kromozom çiftinden bir tane olacak şekilde sonlanır. Mayoz I'i mayoz

II izler. Bu dönem mitozla benzer. Kardeş kromatidler birbirinden ayrılır ve yavru hücrelere geçer. Mayoz II, 4 tane yavru hücre oluşumuyla sonlanır [28].

Birinci Mayotik Bölünme: Profaz I

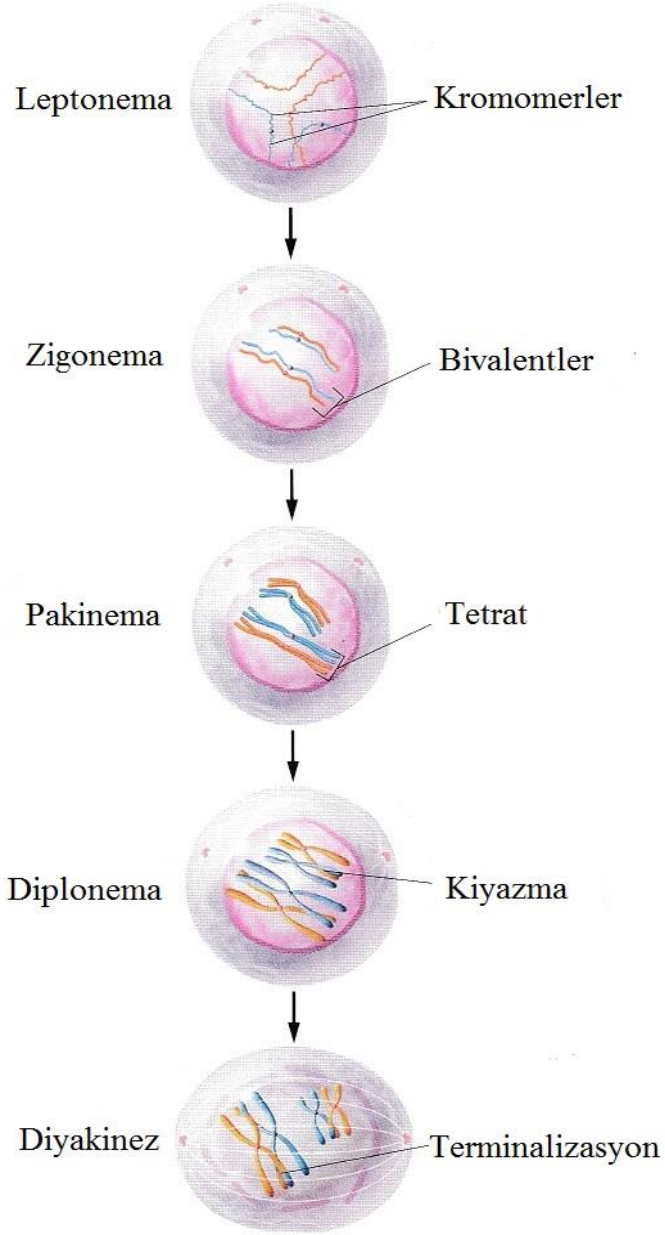
Başlangıç evresi olan Profaz I'i üç olay belirler. Birincisi, mitozda olduğu gibi, interfazdaki kromatin, görülebilen kromozomlar halinde kalınlaşır ve katlanır. İkincisi, mitozdan farklı olarak her bir homolog kromozom çiftinin üyeleri sinapsa giderler. Üçüncüsü, sinaps halindeki kromozomlar arasında gerçekleşen bir değiş-tokuş olayı olan crossing-overin olmasıdır. Bu genetik olayların karmaşıklığından dolayı, mayozun bu aşaması beş alt evreye bölünmüştür: leptoten, zigoten, pakiten, diploten ve diyakinez [27].

Bu dönemler kromozomların morfolojisine göre yapılmıştır. Homolog kromozomlar arası ilişkinin leptoten döneminde komplementer DNA dizileri arasındaki bazların çiftleşmesiyle sağlandığı düşünülmektedir. Zigoten döneminde ise homolog kromozomlar arası yakın bir ilişki başlar. Bu temas bölgesine sinapsis adı verilir. Bu dönemde çift oluşturmuş kromozomların uzunluğu boyunca fermuar benzeri sinaptomenal kompleks adı verilen bir protein yapısı meydana gelir [38, 39].

Bu kompleks homolog kromozomları birbirleriyle yakın ilişkiye sokar ve pakiten döneminde bunlar uzun bir süre devam edecek şekilde yanyana diziliş gösterirler. Homolog kromozomlar arasında rekombinasyon, pakiten döneminde meydana gelen bu yakın ilişki sayesinde gerçekleşir [40].

Kromozomlar, çaprazlaşmaların olduğu kiazmata adı verilen noktalarda birbirlerine bağlı olarak kalırlar [41]. Bu durum kromozomların metafazda doğru bir şekilde dizilmeleri için gereklidir. Bu dönemde her bir kromozom çifti (bivalent) 4 kromatidden ibarettir. Diakinezde metafaza geçiş olur ve kromozomlar tam olarak kısalıp kalınlaşırlar (Şekil 2.5).

Mayotik profaz I



Şekil 2.5. Mayotik profaz I'e ait alt evreler [27].

Metafaz, Anafaz ve Telofaz I

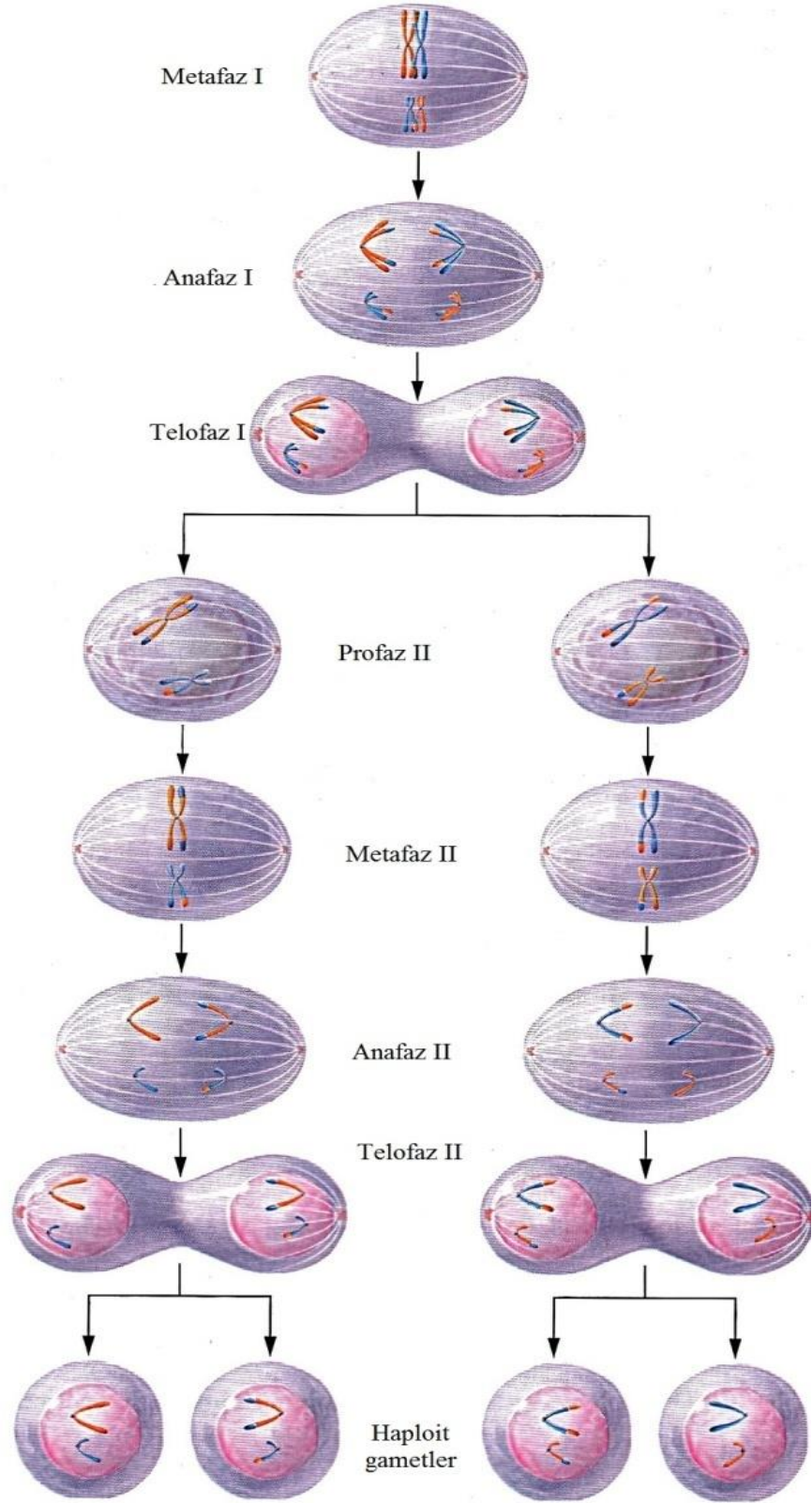
Metafaz I'de bivalent kromozomlar iğsi iplikçikte dizilirler. Mitozun aksine kardeş kromatidlerin kinetokorları birbirine komşu durumdadırlar ve aynı doğrultuda yönelmişlerdir. Homolog kromozomların kinetokorları ise iğsi iplikçiğin zıt kutuplarına

doğru yerleşiktir. Sonuçta; aynı kutuptan kaynaklanan mikrotübüller kardeş kromatidlerle temas ederken, zıt kutuplardan gelen mikrotübüller homolog kromozomlara temas ederler. Anafaz I, homolog kromozomların birleştiği kiazmatanın bozulmasıyla başlar. Bunu takiben homolog kromozomlar birbirlerinden ayrılırken, kardeş kromatidler sentromer kısımlarından bağlantılı olarak kalırlar. Mayoz I'in tamamlanmasında her bir yavru hücre kardeş kromatidlerinden ibaret bir çift homolog kromozomun bir tanesine sahip olur [42, 43].

Telofaz I, birçok organizmada, diyatların çevresinde şekillenen bir çekirdek zarı ortaya çıkarır. Bundan sonra çekirdek kısa bir interfaz dönemine girer. Diğer durumlarda hücreler, doğrudan doğruya birinci anafazdan ikinci mayotik bölünmeye geçer. Eğer interfaz olursa, kromozomlar hali hazırda iki kromatitten ibaret olduğu için replike olmazlar. Genelde mayotik telofaz, mitozdakinden daha kısadır [27].

İkinci Mayotik Bölünme

Mayoz II, sitokinez sonrasında kromozomlar tamamen kısalıp kalınlaşmadan hemen önce başlar. Mayoz I'in tersine; mayoz II, mitozza benzer. Kromozomlar, metafaz II'de kardeş kromatidlerin kinetokorlarına temas edecek şekilde iğsi iplikciğin zıt kutuplarından gelen mikrotübüllerle iğsi iplikcik üzerinde dizilirler. Kardeş kromatidlerin sentromerleri arasındaki bağlantı anafaz II'de bozulur ve kardeş kromatidler zıt kutuplara ayrılırlar. Bu olayı sitokinez izler ve haploid sayıda dört yavru hücre oluşur (Şekil 2.6) [44].



Şekil 2.6. Diploid sayısı 4 olan bir hayvanda, Metafaz I ile başlayan mayozdaki ana olaylar [27].

2.3. Örümceklerin Genel Özellikleri

Arthropoda şubesinin Arachnida sınıfı içerisinde yer alan örümcekler, 400 milyon yıldır yeryüzünde yaşamlarını sürdürmekte [45] ve günümüzde tüm dünyada yayılış göstererek nerdeyse bütün karasal bölgeleri işgal etmektedir [46]. Günümüzde dünya üzerinde 44906 örümcek türünün varlığı tespit edilmiştir [7].

Örümcekler 3 alt sınıf kapsamında incelenir: Mesothelae, Mygalomorphae ve Araneomorphae.

Mesothelae, filogenetik olarak en yaşlı ve ilkel karakterlere sahip grup olarak kabul edilir. Mygalomorphae alt sınıfına dâhil olan örümcekler, birbirlerine paralel uzanan keliserleri ve sıklıkla azalan iplikçikleri ile ayırt edilir [46]. Araneomorphae alt sınıfı, bilinen tüm örümceklerin %90'ından fazlasını içerir. Bu alt sınıf altındaki örümceklerin zengin çeşitliliğinin bir sonucu olarak Araneomorphae taksonomisi çok belirsizdir [46].

Tipik bir örümcekte 2 ana vücut kısmı görülür: Prozoma ve opistozoma. Bu iki vücut kısmı pedisel adı verilen bir yapı ile bağlıdır.

Örümceklerde prozoma bölgesi opistozomaya oranla daha küçüktür. Baş ve göğüs kısmı kaynaşmış olup sefalothoraks olarak adlandırılır. Prozoma bölgesinin sırt tarafı çok sert bir karapaksla, karın tarafı ise sternum plakası ile örtülüdür (Şekil 2.7) [47].

Gözler ve keliserler prozomanın ön kısmında bulunur. Örümceklerin çoğunda sekiz adet göz bulunmaktadır. Ancak Dysderidae ve Oonopidae cinsine ait türler sekizden daha az göz bulundurmaktadır. Bazı mağara türlerinde ise göz yapısı tamamen kaybolmuştur [46]. Gözlerin konumu ve dizilişi örümcek ailelerinde farklılık göstermektedir. Bu durum birçok familyanın teşhisinin ilk bakışta kolaylıkla yapılmasını sağlamaktadır. Örümceklerin bazılarında medyan (orta) gözler koyudur. Bunlara “gece gözleri” denir. Bazılarında ise açık renklidir. Bunlara da “gündüz gözleri” denir [48].

Örümceklerin keliserleri büyük bir kaide parçası ile çengel şeklinde sivri bir uç parçasından oluşur. Uç parçası, dinlenme halinde kaide parçasının alt kısmındaki oluğa

bir çakı gibi kapanır. Kaide parçasının dibinde zehir bezleri vardır. Bu bezlerin salgıladığı zehir, ince bir kanalla uç kısmından dışarı aktarılır [47]. Keliserler örümcek evriminde en önemli yönlendirici faktörlerden biridir. Avlanma, korunma ve bazı familyalarda kopülasyon esnasında oldukça önemli işlevleri bulunmaktadır. Örümcekler karasal yaşama geçtikleri dönemde henüz yere bağımlı yaşamaktaydılar. Bu sebeple yere tüp şeklinde yuvalar kazıp yine kendileri gibi karaya bağımlı böcek ve diğer omurgasızlarla beslenmekteydiler. Bu sebeple keliserler başlangıçta, örümceklerin en ilkel gruplarından Liphistiidae ve Mygalomorphae familyalarında bugün de görüldüğü gibi, birbirlerine paralel uzanır ve yukarı-aşağı doğrultuda açılır kapanır. Bunu, yerde keliserin mekanik olarak daha verimli kullanımıyla açıklamak mümkündür; çünkü yukarı-aşağı hareket eden bir keliseri yerde gezen bir ava saptamak daha az enerji ister ve daha etkilidir. Diğer yandan atmosferik oksijenin sürekli yükselmesi ve karasal bitkilerin ilerleyişi ile birlikte böceklerde kanadın ortaya çıkıp yaygınlaşması hızlanmıştır. Böylece bu gelişime paralel olarak örümcekler bitkiler arasına ağlar kurmaya başlamışlar ve uçan böcekleri de hedef alır hale gelmişlerdir. Bir ağın üzerindeyken, aşağı-yukarı doğrultuda hareket eden keliser pek avantaj sağlamaz; çünkü keliseri ava saptama işi artık yerden yukarıda yapılmaktadır. Bunun yerine sağa-sola doğru hareket eden bir keliser hem ava saptanmada hem de avı ağ üzerinde taşımada daha avantajlıdır [49].

Yürüme bacakları her türde dört çifttir ve prosomadan çıkar. Bacakların çoğu eklemi, yoğunlaşmış tüyler ve dikenlerle örtülmüştür. Ayrıca örümceklerin bacakları uzun ve çok hassas duyu tüyleri ile donatılmıştır. Bu tüylerin yerleşmesi, ölçüleri ve sayıları örümcek cinslerinin sistematüğinde önemli bir yer tutar [50].

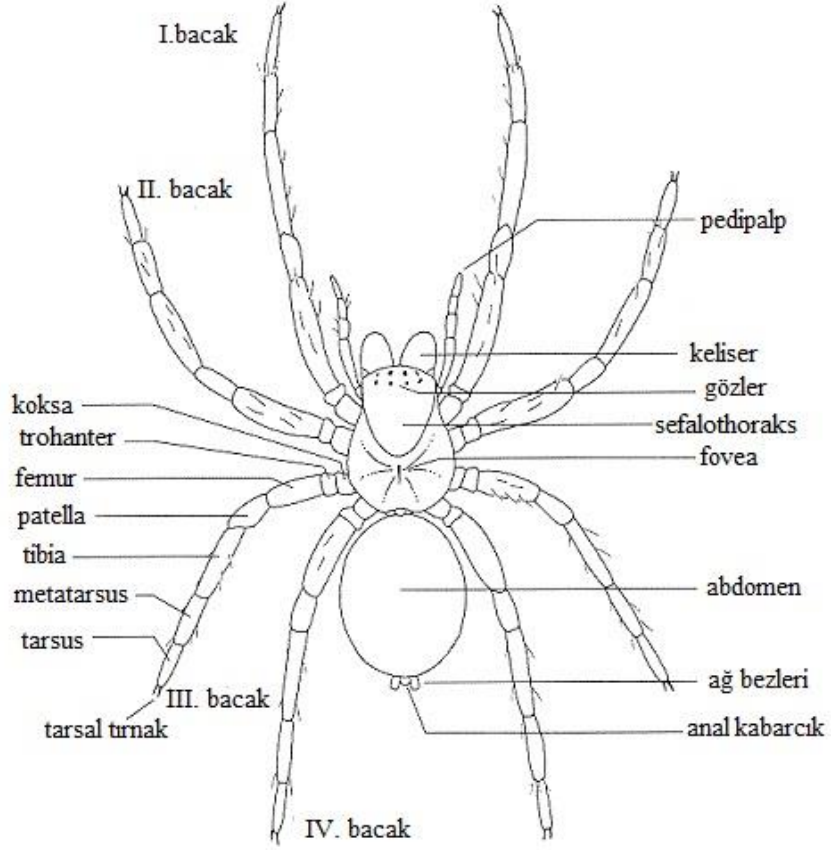
Opistozoma genellikle oval veya çok az silindirik yapıdadır. Opistozomanın ventralinde, solunum organları, ağ bezleri, genital açıklık ve anüs yapıları bulunur. Opistozoma şekli ve boyutu, belirli bir ailenin türleri arasında veya türler arasındaki beslenme ya da yumurta gelişimine bağlı olarak değişiklik gösterir. Opistozoma bazı örümcek gruplarının tür seviyesinde tanımlanmasında kullanılır [51].

Erkeklerde bir çift halde bulunan testisler, vücudun her iki tarafında yer alır. Sperm kanalları uzun ve kıvrımlıdır. Bu kanallar epigastrik çöküntünün ortasından tek bir delikle dışarı açılır. Spermiler olgunlaşınca erkek örümcek bunları açıklıktan dışarı salarak şişe

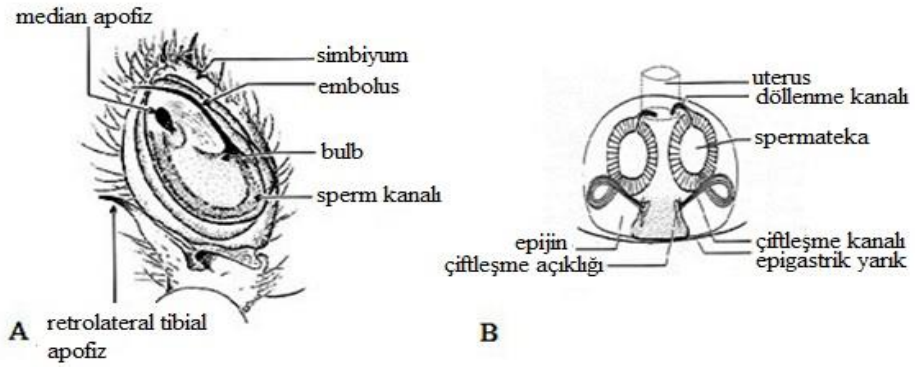
şeklindeki pedipalpusların içlerine enjektör şeklinde almaktadır. Pedipalpuslarda helezonik birer kanal (embolus) bulunur. Embolüslerin altına bağlı olan haznelerde (kondüktör) depo edilen spermler kopulasyon esnasında spermlerin dışıya basınçla aktarılmasını sağlar (Şekil 2.7) [52].

Birçok örümcek türünün dişi fertlerinde, cinsiyet açıklığının yakınlarında bağımsız, erkek bireyin spermin bırakıldığı bir çift delik bulunur. Çiftleşme zamanı spermler erkeğin embolusundan dişinin sperm kabul edicilerine veya sperm kanallarına bırakılır. Spermler burada uzun süre kalabilir. Bu delikler örümceklerde epigastral yarıklar üzerinde yerleşen “epijin” sahasında bulunur. Epijinin morfolojik özellikleri erkek ferden karmaşık yapıdaki çiftleşme organına kolay ve zamanında yerleştirme imkânı verir (Şekil 2.7) [53].

Örümceklerdeki ağ bezleri embriyo döneminde görülen üyelerin değişmesiyle oluşur. Bunlar silindirik ya da konik kabartılar şeklinde opistosomanın alt arka kısmında yer alır [47]. Örümcekler geniş bir takım olmakla birlikte ördükleri ağlar ve bu ağları oluşturan proteinler birbirilerine oldukça benzerdir [54]. Örümcek ağları çok yüksek oranda proteinden oluşurlar. Protein dışında az miktarda şeker ve yağ (lipid) gibi organik yapıtaşları ve çevresel faktörlere bağlı olarak belli miktarda su da içerirler [55]. Örü salgısı skleroprotein yapısındadır [53]. Kullanılan ağ bezine bağlı olarak, oluşan ağ farklı özelliklere sahip olabilir. Bazıları avlarını yakalamak için yapışkan yapıda olmasına rağmen çoğu yapışkan değildir. Yapışkan olmayan ağlar, yumurta keselerini örtmek, su geçirmeyen inziva alanları yapmak gibi amaçlarla kullanılır.



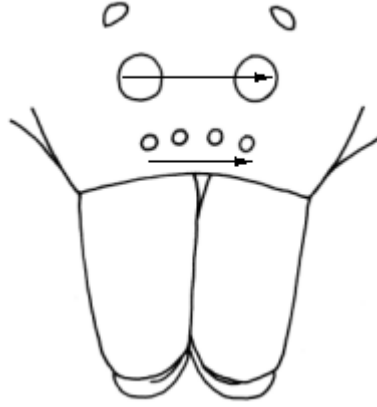
Şekil 2.7. Araneomorf örümceğin dorsal açıdan görünüşü [56].



Şekil 2.8. Araneomorf örümceklerde üreme organları (A: Erkek örümcek; B: Dişi örümcek) [56].

2.3.1. Lycosidae familyasının genel özellikleri

Lycosidae (kurt örümcekleri) familyası adını Yunancada “kurt” anlamına gelen Lycos kelimesinden alır. Kurt örümcekler görüş mesafelerinin iyi olması, dişilerinin yumurta keselerini kendileri ile birlikte taşıması ve gözlerinin karapaks üzerinde kendilerine has bir şekilde dizilimi ile karakterize edilirler (Şekil 2.9) [57]. Bu örümceklerde bütün gözler koyu, iki sraya dizilidir. İlk sıra dört küçük gözden, ikinci sıra ise ortada iki çok büyük göz, arka yanlarda ise orta büyüklükte iki gözden oluşur. Keliser şişkince, oluğun iç kenarında iki, üç diş mevcuttur. Bacaklar kuvvetli, hemen her segment dikenler ve bazen uzun bir trikhobotriyum ile donatılmıştır. Abdomen çoğunlukla belirgin bir folium bulundurur. Yumurta keselerini örü memelerine yapışık olarak taşırlar. Yumurta keselerinden çıkan yavrular ilk haftalarını ana örümceğin sırtında, toplu halde geçirirler [45, 58].



Şekil 2.9. Likosit örümceklerin göz dizilimi [59].

Kurt örümcekleri gündüz hareketli olan bir türdür ve oldukça sağlam ön ayaklara sahiptirler [57]. Çok hızlıdırlar ve kısa mesafelerde 2 fitlik bir hıza ulaşabilirler [60]. Bacaklarında ve bacaklarındaki kıllarda kahverengi ve koyu renkler mevcuttur. Bu durum tarantula ile karıştırılmalarına sebep olsa da aslında çok farklıdırlar [57].

Kurt örümcekleri, 3 cm büyüklüğüne ulaşabilir. Bacaklarda dâhil edilirse toplam uzunlukları neredeyse 10,16 cm bulur [57].

Açık ormanlık alanlar, otlak alanlar, ormanlık alanlar dâhil olmak üzere çok çeşitli habitatlarda bulunabilirler. Birçok türü yaklaşık 25 cm derinliğindeki yuvalarda yaşar. Kurt örümcekler; karıncalar, böcekler ve diğer omurgasız hayvanlar ile beslenirler. Büyük türler bazen küçük kertenkele veya kurbağalar ile beslenebilir [61].

Lycosidae ailesinin erkek bireyleri pedipalp ve ön bacaklarını sallayarak dişisine kur yapar. Kur yapma davranışı kuşatma, etrafa atlama ve hem pedipalp hem de abdomen ile titreşmeyi içerir [62]. Bu sinyaller doğru yapıldığı sürece dişi birey, erkek bireyi bir sonraki potansiyel yiyeceği olarak görmez. Çiftleşmeden sonra dişi birey yaklaşık yüz yumurta bırakılan bir yumurta kesesi üretir. Kesedeki yumurtalar koruyucu bir kürenin içine sarılır ve karın bölgesine tutturulur. Dişi birey yumurtalar çıkıncaya kadar bu şekilde dolaşır. Yumurta keselerinde çıkan yavrular annenin sırtına sürünerek bir süre orada yaşarlar [60].

2.4. Kaynak Özetleri

Örümcekler, Mesothelae, Mygalomorphae ve Araneomorphae olmak üzere 3 alt sınıfa ayrılarak incelenir. Günümüzde doğal yayılış gösteren örümceklerin çoğu Araneomorphae alt sınıfı içerisinde yer aldığından tür çeşitliliği açısından en zengin grubu oluşturur.

Araneomorphae alt sınıfında yer alan Lycosidae familyasının sistematik açıdan tanımlanmış 2391 türü bulunmaktadır. Likosit örümceklerin 23 cinse ait 120 türün karyolojik özellikleri bilinmektedir. En fazla çalışılmış cinsler; *Arctosa*, *Lycosa* ve *Pardosa*'dır. Familya üyelerinde diploid kromozom sayısının $2n^{\sigma}=19-30$ arasında değiştiği tespit edilirken eşey kromozomlarının ise X, X_1X_2 , $X_1X_2X_3$ ve X_1X_2Y şeklinde olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Cinsler arasında diploid sayı ve eşey sisteminin korunduğu düşünülmekte olup $2n=28^{\sigma}/30^{\sigma}$ ve $X_1X_20^{\sigma}/X_1X_1X_2X_20^{\sigma}$ eşey sisteminin familya üyeleri arasında daha fazla oranda ortaya çıktığı belirlenmiştir [63].

Dünyada *Lycosa* cinsinin 16 türü üzerinde sitogenetik araştırmalar yapılmış olup ilk çalışmalar 1950'li yıllara dayanmaktadır. İlk araştırma Suzuki [64] tarafından *Lycosa*

coelestis L. Koch, 1878 ($2n=26, X_1X_2$) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Bole-Gowda [65] ile *Lycosa bistrata* Gravely, 1924 ($2n=26, X_1X_2$)'nın karyolojik özellikleri oluşturulmuştur.

Mittal [66, 67]'in yapmış olduğu iki ayrı çalışmada *Lycosa carmichaeli* Gravely, 1924 ($2n=28, X_1X_2$), *Lycosa chaperi* Simon, 1885 ($2n=22, X_1X_2$), *Lycosa madani* Pocock, 1901 ($2n=24, X_1X_2$) ve *Lycosa nigrotibialis* Simon, 1884 ($2n=28, X_1X_2$)'nın karyotipleri hazırlanmıştır.

Güney Amerika örümceklerinin karyotiplerini içeren bir çalışmada *Lycosa nordenskjoldi* Tullgren, 1905 ($2n=19, X_0$) ve *Lycosa erythrognatha* Lucas, 1836 ($2n=24, X_1X_2$)'nın karyolojik özellikleri saptanmıştır [68]. Bu çalışma ile cinse ait en küçük diploid sayı ve X_0 eşey sistemi ilk kez kaydedilmiştir.

Hindistan'da yayılış gösteren 47 örümcek türünün kromozom sayı ve eşey sistemi üzerinde yapılan çalışmada *Lycosa barnesi* Gravely, 1924 ($2n=27, X_0$), *Lycosa carmichaeli* Gravely, 1924 ($2n=22, X_1X_2$) ve *Lycosa nigrotibialis* Simon, 1884 ($2n=24, X_1X_2$) olarak rapor edilmiştir [69].

Gorlova vd. [5], altı familyaya ait 17 türün karyotiplerini saptamışlardır. Bu çalışmada *Lycosa* cinsine ait *Lycosa praegrans* C.L. Koch, 1836 ($2n=22, X_1X_2$)'nın sitogenetik özellikleri açıklanmıştır. Ayrıca çalışmada kromozom morfolojileri, C band ve sekonder boğum karakteristikleri belirlenmiştir.

Lycosa erythrognatha Lucas 1836, *Lycosa pampeana* Holmberg, 1876 ve *Schizocosa malitiosa* (Tullgren, 1905) türlerinin mayoz bölünme davranışlarının flouresan boyama yöntemi ile karşılaştırmalı olarak yapılan çalışmada diploid sayının 22 olduğu ve *L. erythrognatha*'nın tüm kromozomlarının perisentromerik bölgelerinde GC bakımından zengin blokların bulunduğu tespit edilmiştir [70].

Lycosa cinsi ile yapılan son çalışma Araujo vd. [71] tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada üç türün sitogenetik özellikleri sırasıyla *L. erythrognatha* Lucas, 1836 ($2n=22,$

X_1X_2); *L. nordenskjoldi* Tullgren, 1905 ($2n=19$, X_0) ve *Lycosa sericovittata* Mello-Leitão, 1939 ($2n=22$, X_1X_2 ve $2n=26$) şeklinde ortaya konmuştur. *L. sericovittata*'nın farklı populasyonlarında kromozom sayılarının değiştiği bulunmuştur. Bununla birlikte tüm türlerin kromozomlarının telosentrik tipte olduğu da kaydedilmiştir.

Ülkemizde Lycosidae familyasına ait *Arctosa cinerea* (Fabricius, 1777), *Arctosa perita* (Latreille, 1799), *Pardosa alacris* (C.L. Koch,1883), *Pardosa bifasciata* (C. L. Koch 1834), *Pardosa saltans* (Töpfer-Hoffman, 2000), *Alopecosa pulverulenta* (Clerck, 1757) ve *Alopecosa accentuata* (Latreille, 1817) türlerinin kromozom sayısı ve eşey kromozom sistemi tespit edilmiştir. Ancak *Lycosa* cinsi ile ilgili yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Araştırma Alanı ve Örneklerin Toplanması

Çalışmada Nevşehir ili ve çevresinden 9 erkek, 12 dişi birey toplanmış ve bunlardan 7 erkek birey ve 1 dişi bireyden kromozomlar elde edilmiştir. Kromozom elde edilen bireylerin toplandığı alanlar 38°37'30.16"K ve 34°43'10.36"D (2♂♂); 38°30'25.48" K ve 34°43'31.25"D (1♂); 38°32'14.65"K ve 34°44'09.33"D (3♂♂ ve 1♀), 38°33'36.72" K ve 34°43'46.67"D (1♂) şeklindedir.

Örneklerin toplanması için örümceklerin üreme dönemlerinin aktif olduğu Mart-Mayıs ayları arasında arazi çalışmaları yapılmış ve örümcekler doğrudan elle toprak içine doğru açmış oldukları yuvalarından canlı olarak yakalanmıştır. Her birey ayrı plastik tüplere alınmış ve canlı halde laboratuvara getirilmiştir. Diseksiyon yapıncaya kadar örümcekler haftada iki kez olmak koşuluyla *Drosophila* ile beslenmiştir.

3.2. Metot

3.2.1 Kullanılan lamların temizlenmesi

Çalışmada iyi kalitede mitotik metafaz ve mayotik evreleri elde etmek için yayma yapılacak lamların temizlenmesi amacıyla lamlar %96'lık etanol bulunan dik şalelere yerleştirilmiş ve en az yarım saat bekletilerek temizlenip kurutularak kullanılmıştır.

3.2.2. Kromozom preparasyonu

Bu çalışma, Bedo [72] metodunda bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Canlı haldeki erkek ve dişi örümcekler prosoma bölgesinden sıkılarak öldürülmüş ve gonadlar çıkarılmıştır. Gonadlar tüp içerisine alınarak 2000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatant kısım atılmış ve tüp içerisine 2-3 ml hipotonik çözelti (0,075 M KCl) konularak 40 dk bekletilmiş ve süre sonunda 2000 rpm de 5 dk santrifüj (x2 kez) yapılmıştır. Süpernatant kısım atılıp üzerine fiksatif eklenerek vortekste 10 sn karıştırılmıştır. 2000 rpm de 10 dakika santrifüj (x2 kez) yapılarak son santrifüjden sonra

süpernatant kısım atılmıştır. Geriye kalan materyal üzerine 1 ml fiksatif eklenerek cam pipetle karıştırılmış ve karışımdan bir miktar alınarak 60 cm mesafeden lam üzerine damlatılmıştır. Preparatlar gece boyunca oda sıcaklığında (RT) kurumaya bırakılmış ve daha sonra en az bir gün olmak koşuluyla buzdolabında (+4°C) bekletilmiştir. Elde edilen tüm kromozom preparatları faz kontrast mikrobunda incelenerek hücre bölünmesi içeren preparatlar tespit edilmiştir. Bu preparatlar daha sonra fosfat tampon içeren %5'lik Giemsa boyası (pH=6.8) ile 50 dk boyanmıştır. Süre sonunda preparatlar önce musluk suyu sonra da distile su ile yıkanarak RT'de kurumaya bırakılmıştır. Preparatlar mikroskop incelemesi yapıncaya kadar buzdolabında (+4°C) muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Kimyasal maddelerin hazırlanması

1. Hipotonik çözelti: 2,4 gr KCl 500 ml distile suda çözülür.
2. Carnoy fiksatifi: 6 birim kloroform, 3 birim etanol ve 1 birim glacial asetik asit karıştırılır. Taze hazırlanır.
3. Giemsa boyası:
 - A. Gerekli çözeltiler
 1. Giemsa
 2. Fosfat Tamponu: 4,53 gr Na₂HPO₄ ile 5,18 gr KH₂PO₄ 1000 ml distile suda çözülür.
 - B. Boyanın hazırlanışı: 5 ml Giemsa boyası fosfat tamponu ile 100 ml'ye tamamlanır.

3.2.4. Kromozom preparatlarının incelenmesi

Hazırlanan preparatlar Olympus CX21 araştırma mikroskopunda 10X büyütmede incelenerek erkek ve dişi bireyler için mitotik metafaz ve mayoz evreler tespit edilmiştir. Kromozomların ayrıntılı olarak incelenmesi ise 100X büyütmede gerçekleştirilmiştir.

Lycosa piocardi türüne ait karyotip yapılması aşamasında 7 erkek ve 1 dişi olmak üzere toplam 8 birey kullanılmıştır ve her bir birey için ortalama 10 metafaz aşaması Olympus BX53 araştırma mikroskobu ve DP26 kamera sistemi, CellSens programı (Olympus) ile

fotoğrafları çekilmiştir. Kromozomların uzunlukları CellSens programı ile ölçülmüş ve kromozomların sentromer konumları Levan vd. [73]'ye göre belirlenmiştir. Kromozomların çiftler halinde sıralanması ise Adobe Photoshop CS6 programı ile gerçekleştirilmiştir.

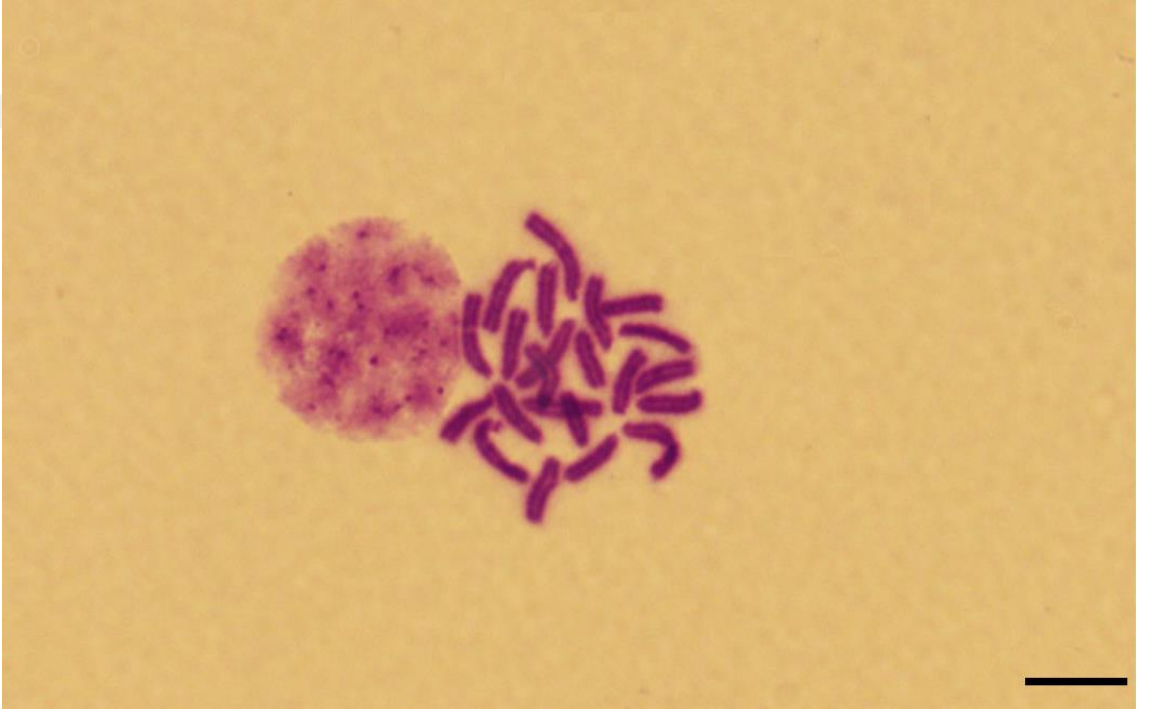
Tablo 3.1. Sentromer konumu ve kol oranlarına göre kromozom morfolojisi [73].

Sentromer konumu ve kol oranı	Kromozom morfolojisi
Median-1.00: 1.70	Metasentrik
Submedian-1.71: 3.00	Submetasentrik
Subterminal-3.00: 7.00	Subtelosentrik
Terminal-7.01	Akrosentrik

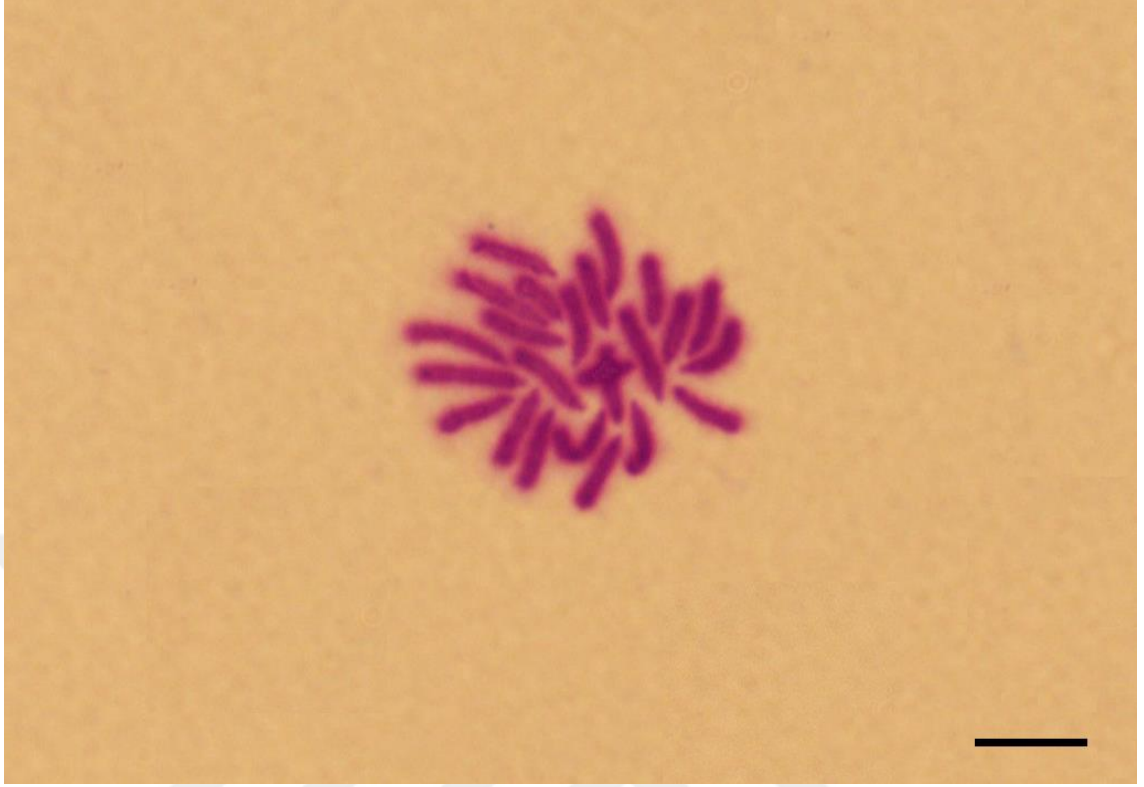
4. BULGULAR

4.1. *Lycosa piochardi* Türünün Erkek ve Dişi Bireyelerine Ait Karyotipik Bulgular

Lycosa piochardi türünün erkek bireylerinde incelenen spermatogonial metafaz evrelerinde diploid sayının $2n=22$ ve eşey kromozom sisteminin X_1X_20 (Resim 4.1); dişi bireyde incelenen oogonial metafaz evrelerinde diploid sayının $2n=24$ ve eşey kromozom sisteminin $X_1X_1X_2X_20$ şeklinde olduğu bulunmuştur (Resim 4.2). Erkek ve dişi bireylerde tüm kromozomların (otozom ve X_1 ile X_2) telosentrik tipte olduğu tespit edilmiştir.



Resim 4.1. *L. piochardi* türüne ait spermatogonial metafaz evresi ($2n♂=22$) (Ölçüm= $10\ \mu\text{m}$)



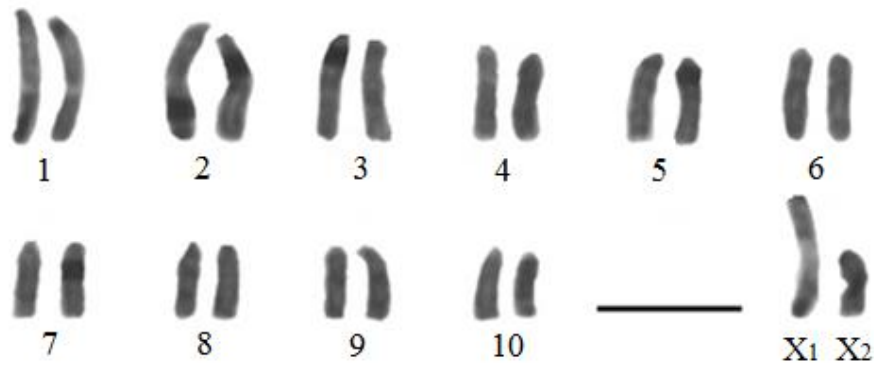
Resim 4.2. *L. piochardi* türüne ait oögonial metafaz evresi ($2n_{\text{♀}}=24$) (Ölçüm=10 μm)

4.1.1. *Lycosa piochardi* türünün erkek bireylerine ait karyotip ve idiogramlarının hazırlanması

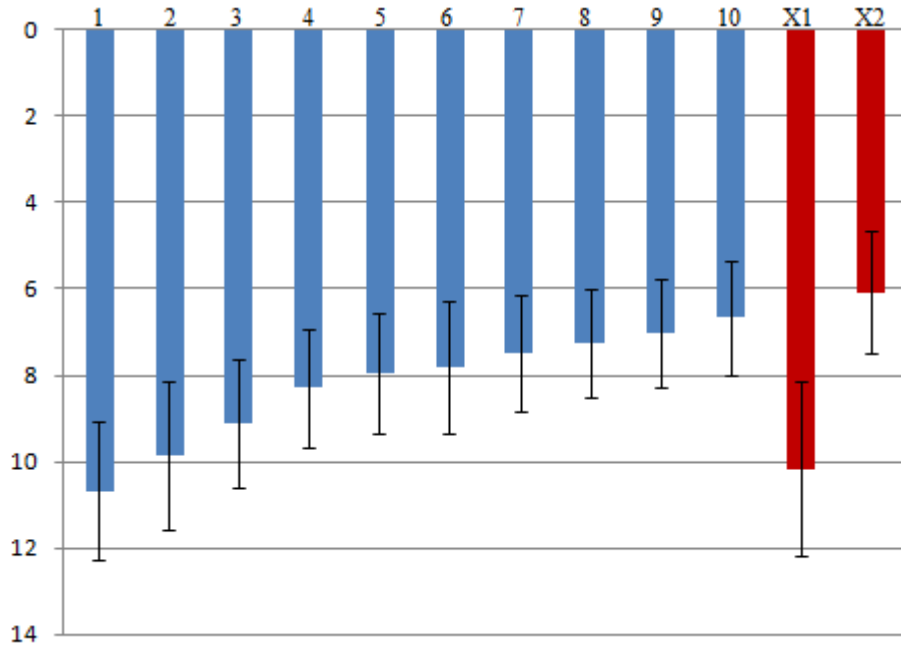
Otozomal çiftlerin toplam relatif uzunluklarının %10,85 ile %6,78 arasında değiştiği belirlenmiştir. X_1 'in relatif uzunluk değeri %10,32 ve X_2 'nin relatif uzunluk değeri %6,17 olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.1). Otozomal çiftlerin relatif uzunluklarının kademeli azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Karyotipte, X_1 ikinci otozomal çiftten büyük ve X_2 'nin ise en küçük kromozom olarak gösterilmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2).

Tablo 4.1. *L. piochardi* türünün erkek bireyine ait karyotipte kromozom uzunlukları (p-kısa kol, q-uzun kol, p+q-toplam uzunluk, q/p-kol oranı), morfolojileri (T: Telosentrik)

Kromozom no	p	q	q/p	Oransal boy (%)	Kromozom morfolojisi
1	0	10,68±1,61	∞	10,85	T
2	0	9,86±1,71	∞	10,01	T
3	0	9,10±1,48	∞	9,25	T
4	0	8,30±1,35	∞	8,45	T
5	0	7,94±1,40	∞	8,06	T
6	0	7,83±1,53	∞	7,95	T
7	0	7,50±1,34	∞	7,62	T
8	0	7,26±1,26	∞	7,37	T
9	0	7,04±1,25	∞	7,15	T
10	0	6,67±1,33	∞	6,78	T
X ₁	0	10,16±2,01	∞	10,32	T
X ₂	0	6,08±1,42	∞	6,17	T



Şekil 4.1. *L. piochardi* türünün erkek bireyine ait karyogram (Ölçüm=10 µm)



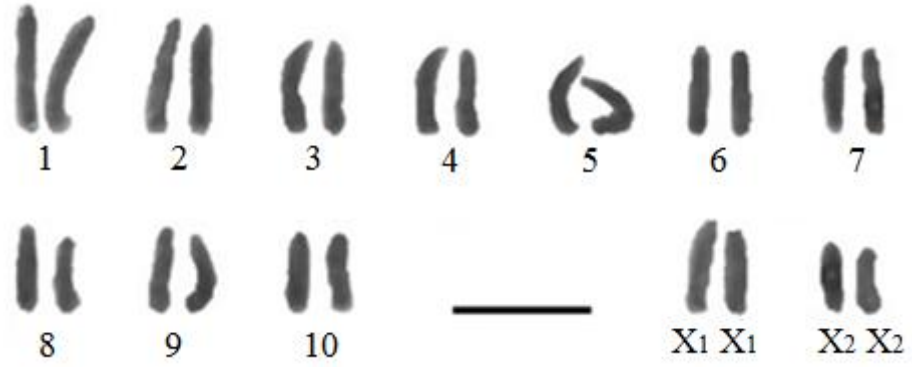
Şekil 4.2. *L. piochardi* türünün erkek bireyine ait idiogram

4.1.2 *Lycosa piochardi* türünün dişi bireyinde karyotip ve idiogramlarının hazırlanması

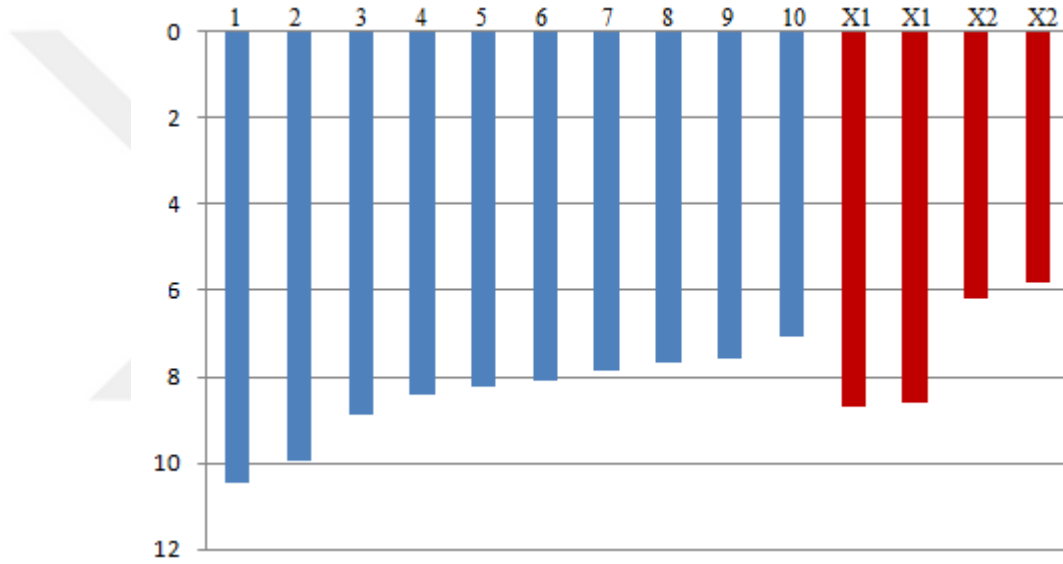
Otozomal çiftlerin toplam relatif uzunluklarının %9,20 ile %6,23 arasında değiştiği belirlenmiştir. X_1 'in relatif uzunluk değeri sırasıyla %7,66 ile 7,58 ve X_2 'nin relatif uzunluk değeri sırasıyla %5,44 ve 5,12 olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.2). Otozomal çiftlerin relatif uzunluklarının kademeli azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Karyotipte, X_1 kromozomları yedinci otozomal çiftten büyük ve X_2 kromozomları ise en küçük kromozomlar olarak gösterilmiştir (Şekil 4.3 ve 4.4).

Tablo 4.2. *L. piochardi* türünün dişi bireyine ait karyotipte kromozom uzunlukları (p-kısa kol, q-uzun kol, p+q-toplam uzunluk, q/p-kol oranı), morfolojileri (T: Telosentrik)

Kromozom no	p	q	q/p	Oransal boy (%)	Kromozom morfolojisi
1	0	10,45	∞	9,20	T
2	0	9,96	∞	8,77	T
3	0	8,89	∞	7,83	T
4	0	8,44	∞	7,42	T
5	0	8,25	∞	7,26	T
6	0	8,09	∞	7,12	T
7	0	7,87	∞	6,92	T
8	0	7,69	∞	6,77	T
9	0	7,60	∞	6,68	T
10	0	7,08	∞	6,23	T
X ₁	0	8,62	∞	7,66	T
X ₁	0	8,71	∞	7,58	T
X ₂	0	5,82	∞	5,44	T
X ₂	0	6,18	∞	5,12	T



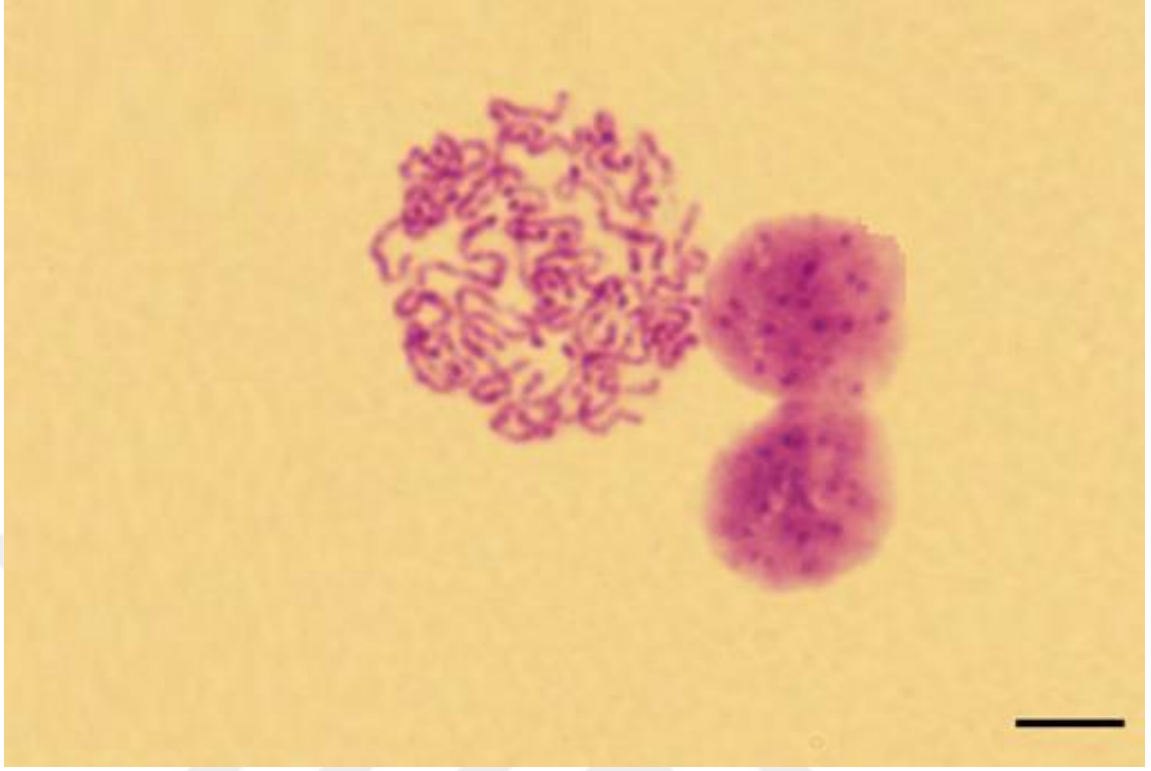
Şekil 4.3. *L. piochardi* türünün dişi bireyine ait karyogram (Ölçüm=10 µm)



Şekil 4.4. *L. piochardi* türünün dişi bireyine ait idiogram

4.2. *Lycosa piochardi* Türüne Ait Bazı Mitotik Ve Mayotik Evrelerin Değerlendirilmesi

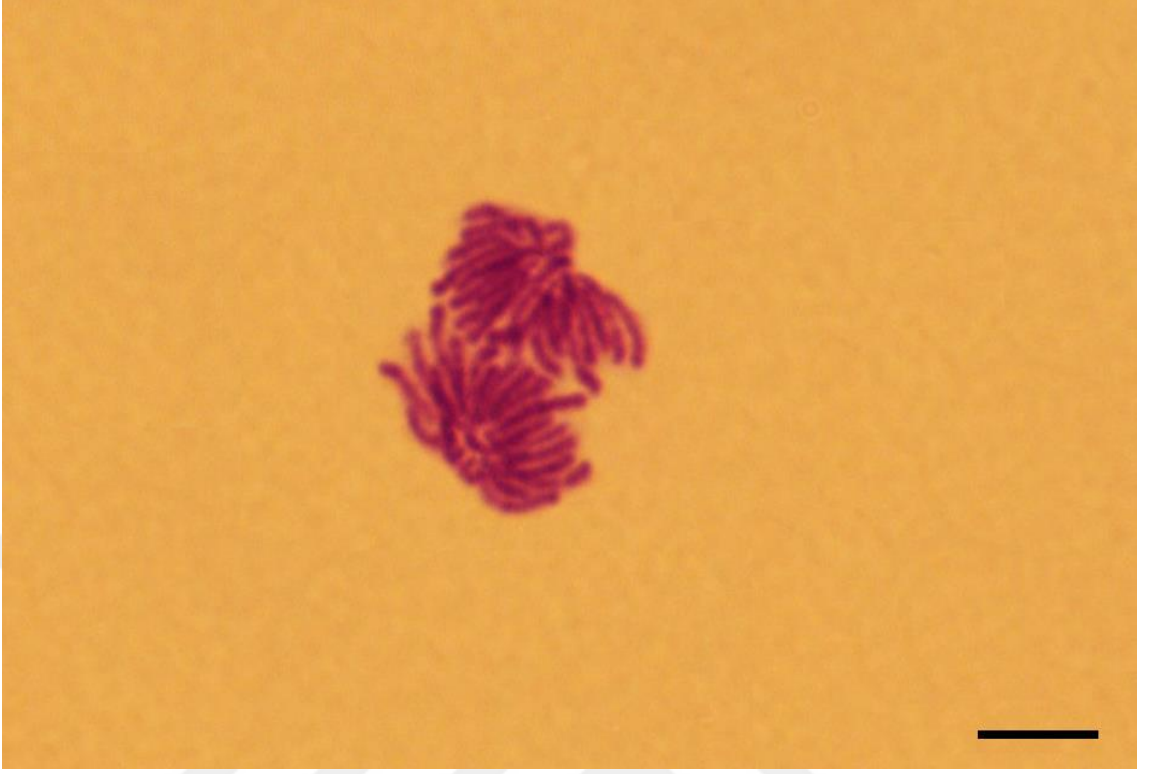
Mitotik prometafazda kromozomlar henüz belirgin olmayıp telosentrik morfolojilerinden dolayı kromozomların uç kısımları daha koyu şekilde boyanmıştır (Resim 4.3).



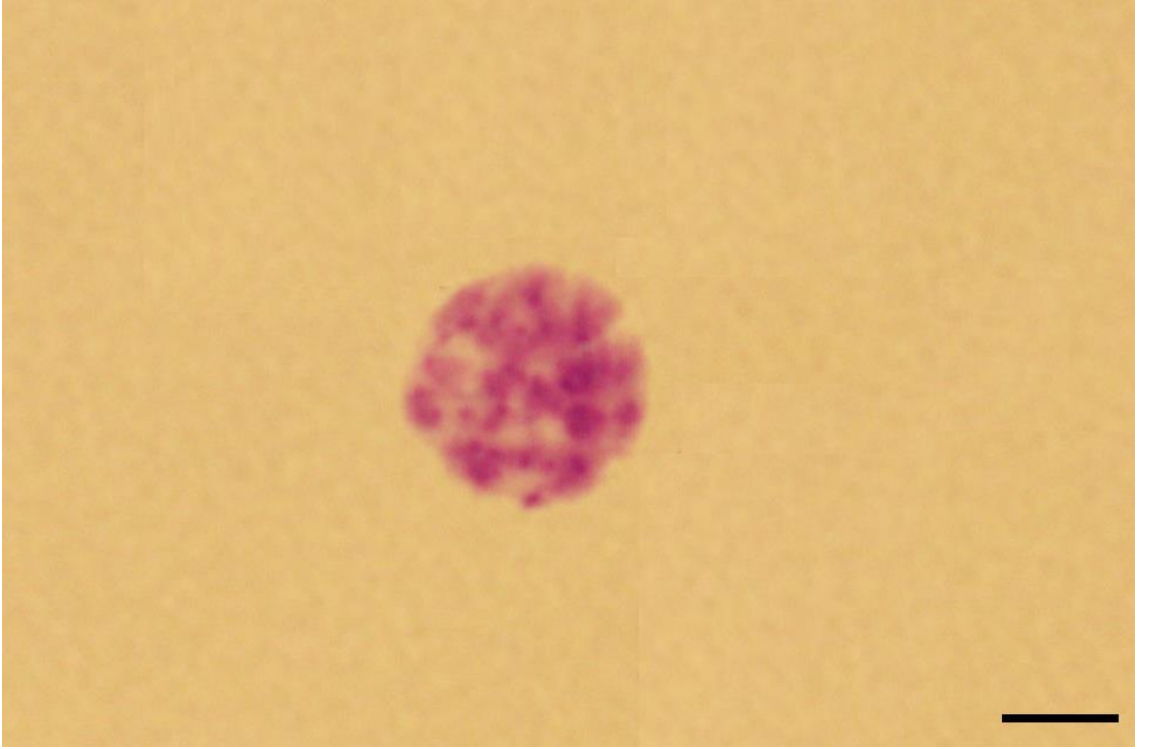
Şekil 4.3. *L. piochardi* türüne ait mitotik prometafaz evresi (Ölçüm=10 µm)

Metafazda kromozomlar sayılabilecek özelliktedir (Resim 4.1 ve Resim 4.2). Mitotik anafazda ise her birinde 22 kromozom bulunan iki yavru nukleus vardır (Resim 4.4). Mayotik leptotende genetik materyalin henüz kromatin halini koruduğu görülmektedir (Resim 4.5). Nukleusta koyu boyanan “kromomer” denilen yapılar dikkati çekmektedir. Zigotende eşey kromozomları otozomlara göre daha fazla kısalıp kalınlaştığı için daha koyu boyanarak pozitif heteropiknotik özellik göstermektedir (Resim 4.6).

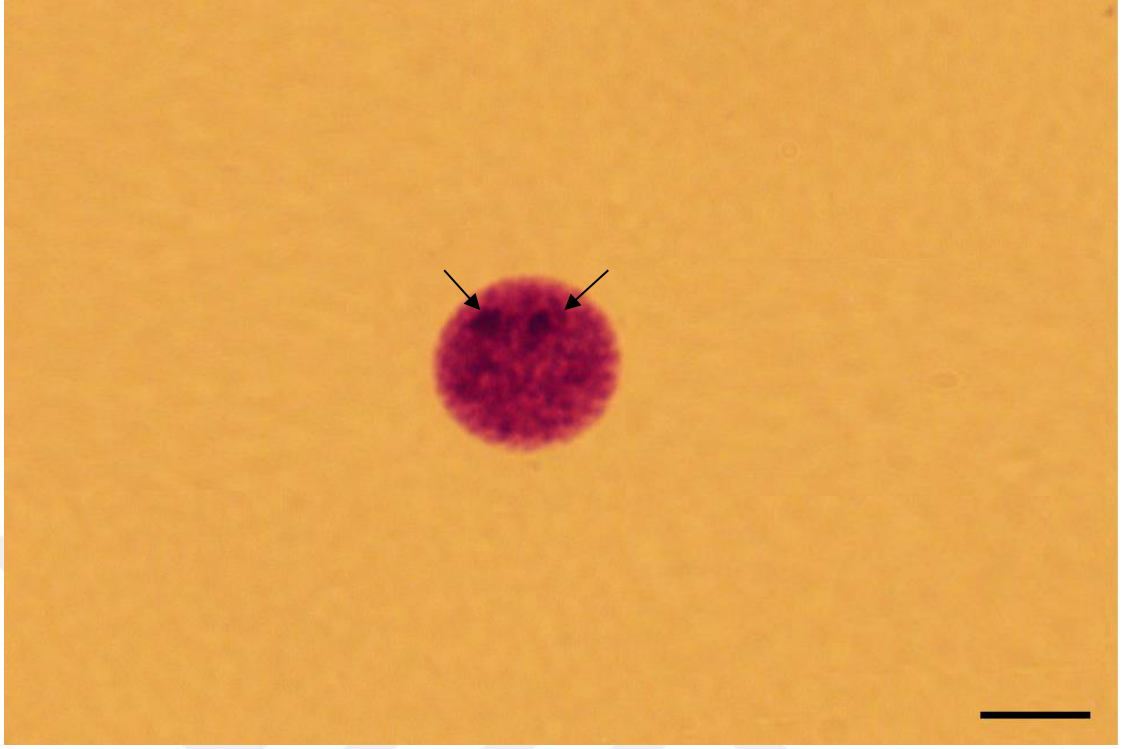
Pakiten, diploten, diyakinez ve metafaz I evrelerinde erkek bireylerde 10 bivalent+ X_1X_2 ; dişi bireylerde ise 10 bivalent+ $X_1X_1X_2X_2$ şeklinde kromozomlar bulunur (Resim 4.7). Bu evrelerde bivalentler bir kiyazmaya sahip olup kiyazmalar terminal ve interstitial tiptedir. Eşey kromozomları pozitif heteropiknotik özelliklerini sürdürmektedir.



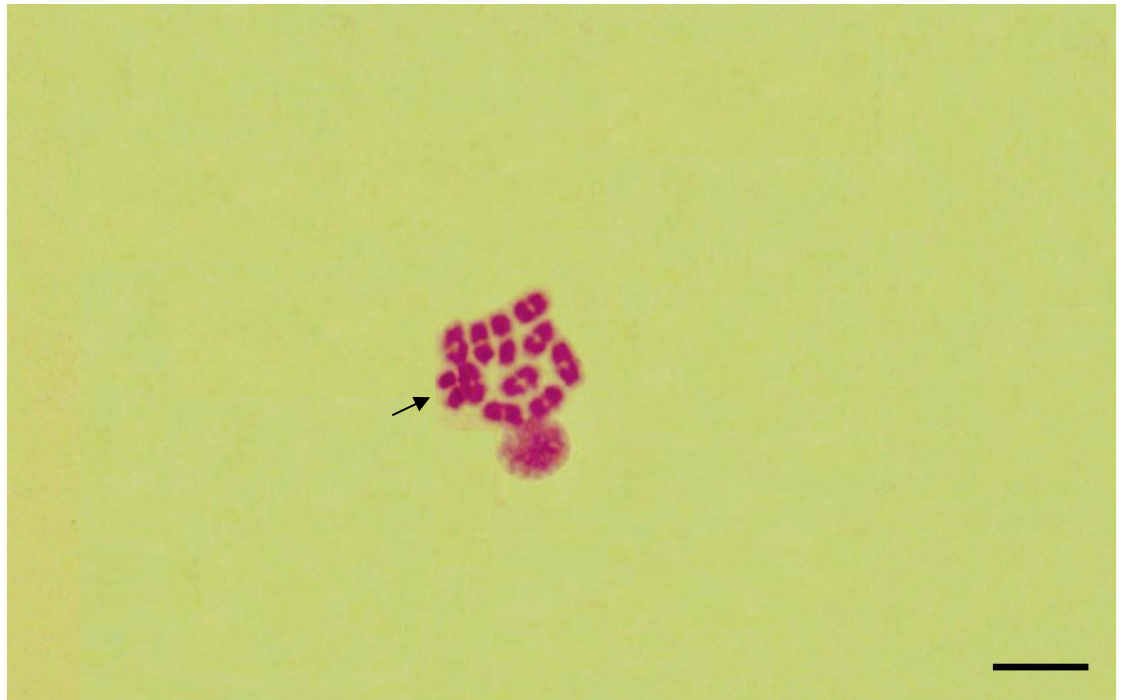
Resim 4.4. *L. piochardi* türüne ait mitotik anafaz evresi (Ölçüm=10 μ m)



Resim 4.5. *L. piochardi* türüne ait mayotik leptoten evresi (Ölçüm=10 μ m)

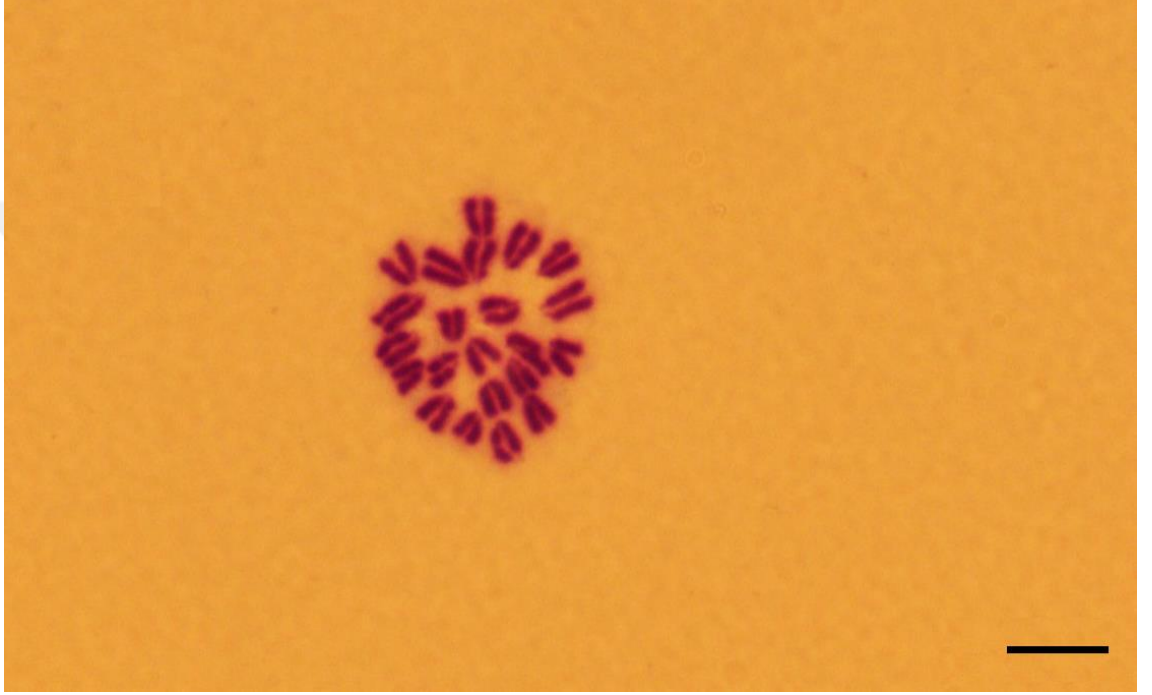


Resim 4.6. *L. piochardi* türüne ait mayotik zigoten evresi (Ok işareti eşey kromozomlarını göstermektedir) (Ölçüm=10 μ m)

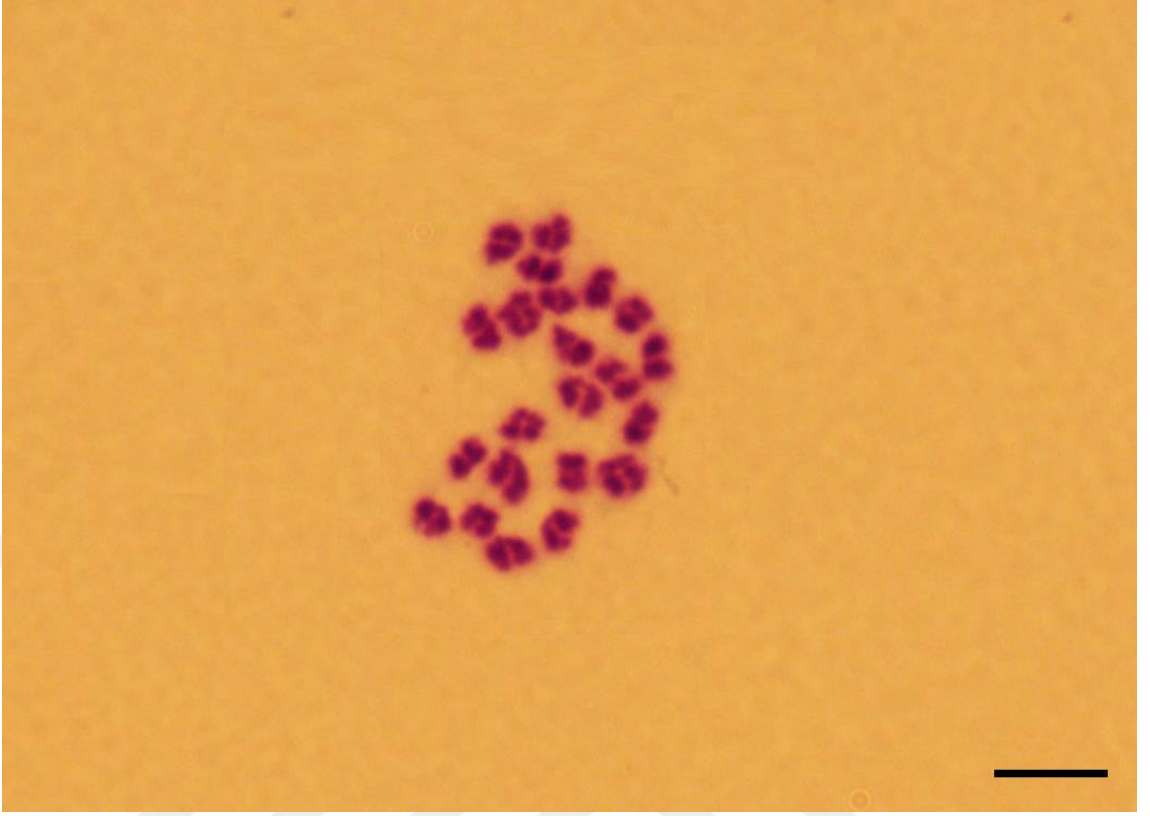


Resim 4.7. *L. piochardi* türüne ait mayotik diploten evresi (Ok işareti eşey kromozomlarını göstermektedir) (Ölçüm=10 μ m)

Anafaz I'de eşey kromozomları izopiknotik özellikte olup otozomlardan ayırtedilememektedir. Tüm kromozomlar telosentrik tipte olduğu için "V" şeklinde görülmektedir (Resim 4.8). Metafaz II'de ise erkek bireylerde $n=12$ (X_1X_2) ve $n=10$ kromozom içeren iki nukleus meydana gelir. Dişi bireylerde ise meydana gelen nukleuslar tek çeşit olup $n=12$ (X_1X_2) şeklindedir (Resim 4.9).



Resim 4.8. *L. piochardi* türüne ait mayotik anafaz I evresi (Ölçüm= $10 \mu\text{m}$)



Resim 4.9. *L. piochardi* türüne ait mayotik metafaz II evresi (Ölçüm=10 μm)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

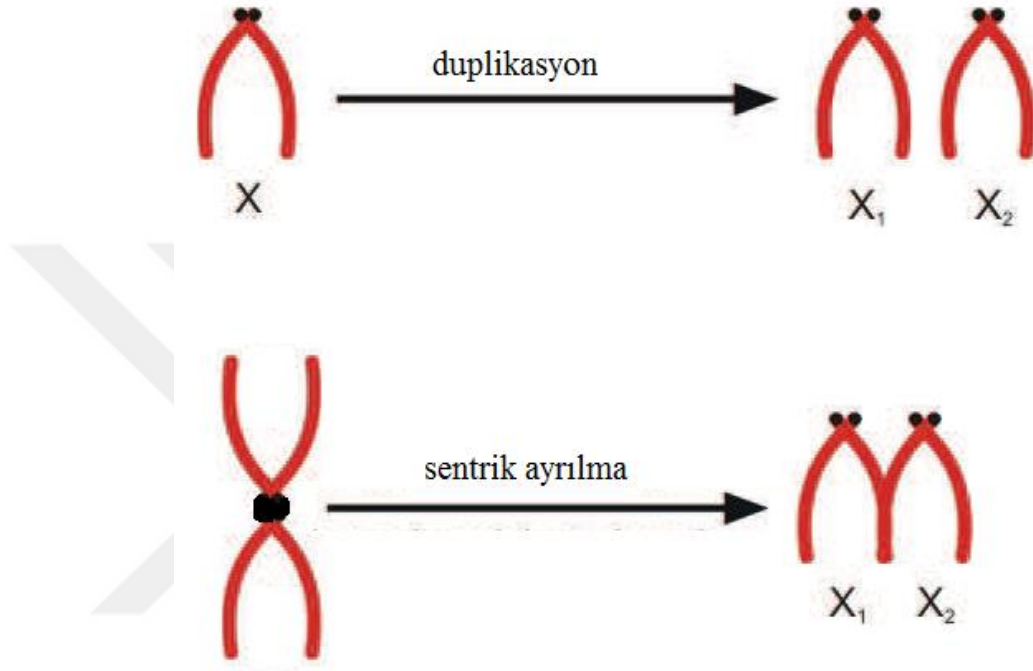
Dünyada örümceklerle ilgili yapılan sitogenetik çalışmalar, metot eksikliği ve bazı örümcek türlerinde kromozomların küçük olması nedeniyle sınırlı sayıdadır. Bu olumsuzlukların giderilebilmesi amacıyla gonadlar kullanılarak çok sayıda bölünmekte olan hücreler elde edilmiş ve mayoz bölünme evrelerinde eşey kromozomlarının otozomlardan ayırt edilebilmesiyle de taksonların eşey sistemleri hakkında ayrıntılı bilgiler kaydedilmiştir.

Kromozomların elde edilmesinde embriyo, serebral gangliyon, malpigi tüpçükleri gibi dokular da kullanışlıdır ancak eşey sistemini aydınlatmada zayıf kalmaktadır. Bu nedenle kromozom davranışlarının ayrıntılı çalışmalarında tercih edilmezken bantlama ve boyama çalışmalarında kolşisin gibi iğ iplikçiklerinin kromozomlara tutunmasını engelleyen ajanlarla birlikte kullanılmaktadır.

Örümceklerde diploid kromozom sayısının $2n♂=7-116$ arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Yüksek kromozom sayısının daha çok ilkel örümcek türlerinde ortaya çıktığı kaydedilmiştir. Bu türlerde kromozom morfolojisi metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ve telosentrik tipte olup heterojen bir yapıya sahiptir. Ancak, modern örümceklerde (araneomorf, entelejin) kromozomlar daha az sayıda olup kromozom morfolojisi akrosentrik ya da telosentrik olmak üzere homojen bir yapı gösterir. Entelejin örümcek türlerinde kromozom sayısının azalmasına karşılık kromozom büyüklüğünde artış olduğu ve diploid sayının $2n♂=20-30$ şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmaktadır [63].

Örümceklerde bugüne kadar sıklıkla tespit edilmiş eşey kromozom sistemi X_0 , X_1X_2 , X_1X_2Y , $X_1X_2X_3$, $X_1X_2X_3Y$ şeklindedir ve tüm eşey sistemlerinin X_1X_2 sisteminden geliştiği düşünülmektedir. İlkel örümcek türlerinde örneğin Liphistiidae (Mesothelae) [64] familyasına ait taksonlarda X_1X_2 sisteminin varlığı bu görüşü desteklemektedir [8].

X_1X_2O sisteminin ortaya çıkışı ile ilgili bazı hipotezler ileri sürülmüştür, bunlardan en önemlisi XO sistemindeki X kromozomunun duplikasyonu yolu ile ortaya çıktığıdır. Bir diğeri de XO sistemindeki X kromozomunun sentrik fizyona uğraması sonucuna birbirinin homoloğu olmaya iki X kromozomunun meydana gelmesidir (Şekil 5.1) [74].



Şekil 5.1. X_1X_2O sisteminin oluşumunu açıklayan hipotezlere örnek [74]

Eşey kromozomları mitotik evrelerde otozomlardan ayırt edilmezken mayozun bazı evrelerinde pozitif veya negatif heteropiknotik özellikleri nedeniyle saptanabilmektedirler. Yapılan çalışmalarda eşey kromozomlarının mayotik I'de pozitif heteropiknozis davranış gösterirken mayotik II'de izopiknozis özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Eşey kromozomları leptotenden sonra vezikül halinde belirmeye başlayıp ilerleyen evrelerde kısalıp kalınlaşmasına bağlı olarak sayılabilir duruma gelmektedir.

Bu çalışmada, *Lycosa piochardi*'nin karyotip özellikleri ve mayoz bölünme özellikleri ilk kez bu çalışma ile araştırılmıştır. Erkek ve dişi bireylerde diploid kromozom sayısı ve eşey kromozom sistemi sırasıyla $2n^{\sigma}=22 (X_1X_2)$ ve $2n^{\text{♀}}=24 (X_1X_1X_2X_2)$ olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar *Lycosa* cinsine ait $22^{\sigma}/24^{\text{♀}}$ kromozumlu olan birçok türün karyotip sonuçları ile uyumludur.

Sonuç olarak, Lycosidae familyasına ait *Lycosa* cinsinin diploid kromozom sayısı ve eşey sisteminin cins düzeyinde korunduğu belirlenmiştir. Örümceklerde dış morfolojiye dayalı olarak yapılan sınıflandırmalarda bazı problemlerle karşılaşıldığından sorunun çözüme ulaştırılmasında sitogenetik karakterler (diploid sayı, eşey sistemi, kromozom tipi, kromozom davranışları gibi) önemli yer tutmaktadır. Bu nedenle Lycosidae familyasına ait türlerin taksonomik problemlerinin aydınlatılmasında moleküler sitogenetik çalışmaların önemli olduğu düşüncesindeyiz.



KAYNAKLAR

1. Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E., “Sitogenetik, 1486”, *Nobel Yayın Dağıtım*, s. 9-22, Ankara, 2010.
2. Yılmaz, İ., “Sitolojik ve Karyolojik Özellikler. Taksonomik Zoolojinin Prensipleri ve Metodları (Hayvan Taksonomi Dersleri)”, *Oran Yayıncılık*, s. 59126, İzmir, 1997.
3. Elçi, Ş., “Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler”, *100. Yıl Üniversitesi Yayınları*, Van, 1994.
4. 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.
5. Gorlova, O. Yu., Gorlov, I. P., Nevo, E., Logunov, D. V., “Cytogenetic studies on seventeen spider species from Israel”, *Bull. Br. arachnol. Soc.*, 10(7), 249–252, 1997.
6. Coddington, J.A., Levi, H.W., “Systematics and evolution of spiders (Araneae)”, *Annu. Rev. Ecol. Systematics*, 22, 565-592, 1991.
7. Platnick, N. I., “The World Spider Catalogue, Version, 15. American Museum of Natural History”, Available at [[http:// research.amnh.org/iz/spiders/catalog/](http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog/)]. Accessed October, 2014.
8. Král, J., Musilová, J., Stáhlavský, F., Řezáč, M., Akan, Z., Edwards, R. L., Coyle F. A. Almerje, C. R., “Evolution of the karyotype and sex chromosome systems in basal clades of araneomorph spiders (Araneae: Araneomorphae)”, *Chromosome Res.* 14, 859-880. 2006
9. Araujo, D., “Citogenética de 13 Espécies de Aranhas Haploginas Pertencentes às Famílias Pholcidae, Sicariidae e Scytodidae (Araneomorphae): Evolução Cromossômica, Sistema Cromossômico de Determinação Sexual e Citotaxonomia”,

Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Doctoral thesis, Rio Claro, 2007.

10. Jocque, R., Dippenaar-Schoeman, A. S.,” Spider Families of the World”, *Royal Museum for Central Africa, Tervuren*, 336 pp., 2006.

11. Dolejs, P., Korinková, T., Musilová, J., Opatová, V., Kubcová, L., Buchar, J., Král, J., “Karyotypes of central European spiders of the genera *Arctosa*, *Tricca*, and *Xerolycosa* (Araneae: Lycosidae)”, *Eur. J. Entomol*, 108, 1–16, 2011.

12. Bayram, A., Kunt, K. B., Danişman, T., “The Checklist of the Spiders of Turkey. Version 2016”, Online at <http://www.spidersofturkey.info>

13. Takı, F., “Beyşehir Gölü’ndeki Kadife Balığı, *Tinca tinca* üzerine Sitogenetik Çalışmalar”, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, s.5-14, Konya, 2011.

14. Gülkaç, M. D., “Malatya yöresi kör fareleri (Rodentia: Spalacidae) üzerinde sitogenetik bir inceleme”, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.45-50, Malatya, 1987.

15. Swanson, C. P., “Cytology and cytogenetics”, *Macmillan*, 477- 499, London, 1965.

16. Carol, P., Theodore, T., Housman, D., “Isolation and localization of DNA segments from specific human chromosomes”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 205-215. 1980.

17. Levan, A., Hsu, T. C., “The human idiogram”, *Hereditas*, 45, 665-672, 1959.

18. <http://www.yourarticlelibrary.com/zoology/cell/chromosomes-morphology-structure-heteropycnosis-and-other-details/30661/> 2016.

19. <http://www.biologydiscussion.com/eukaryotic-cell/chromosomes-of-eukaryotic-cells-history-structure-types-and-function/5944>.

20. Karol, S., “Hücre biyolojisi”, *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi*, 1-451, Ankara, 1998.

21. Demirsoy, A., “Yaşamın temel kuralları”, *Meteksan Matbaacılık ve Teknik Sanayi Tic. Ltd. Şti.*, 1-560, Ankara, 1991.

22. Atlı, K., Bozcuk, A.N., “Telomerler ve Hücresel Yaşlanma”, *Geriatrı*, 5,111-4, 2002.

23. Güneş, H.V., “Moleküler Hücre Biyolojisi”, *Osmangazi Üni. Tıp Fak. Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı*, Eskişehir, 2003.

24. Kühn, A., “Grundriss der Allgemeinen Zoologie”, Thieme Verlag, Stuttgart,19. 1967.

25. Macgregor, H.C., Varley, G. M., 1983, Working with animal chromosomes, *Wiley-Interscience Publ.*, Chichester, 1-250.

26. Kuru, M., Ergene, S., “Genetik, 186”, *Palme Yayıncılık*, s.47-53, Ankara, 2011.

27. Klug, S.W., Cummings, R.M., Spencer, A.C., “Genetik Kavramlar”, *Palme Yayıncılık*, Çeviri Editörleri, Sümer, S. , Öner, R., Ögüş, Açık, L., Ankara, 2011.

28. Çoğulu, Ö., Alpman. A., Durmaz, B., Özkınay, F., “Mitoz ve Mayozun Moleküler Temelleri”, *Türkiye Klinikleri J. Med. Sci.*, 27, 725-737, 2007.

29. Giménez-Abián, J.F., Clarke, D.J., Mullinger, A.M., Downes, C.S., Johnson, R.T. “A postprophase topoisomerase II dependent chromatid core separation step in the formation of metaphase chromosomes”, *J. Cell Biol.*, 131, 7-17, 1995.

30. Nasmyth, K., Peters, J.M., Uhlmann, F., “Splitting the chromosome: Cutting the ties that bind sister chromatids”, *Science*, 288, 1379-85, 2000.
31. Hunter, A.W., Wordeman, L., “How motor proteins influence microtubule polymerization Dynamics”, *J. Cell Sci.*, 113 (24), 4379-89, 2000.
32. Nislow, C., Lombillo, V.A., Kuriyama, R., McIntosh, J.R., “A plus-end-directed motor enzyme that moves antiparallel microtubules in vitro localizes to the interzone of mitotic spindles”, *Nature*; 359, 543-547, 1992.
33. Kılıç, B., “Kura-Aras Havzasından *Orthrias tigris* (Heckel, 1843)’de Kromozomal Çalışmalar”, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.23 Kars, 2006.
34. Keeton, W.T., Gould, J.L., Gould, C.G., “Kromozomların Bileşimi”, Biological science 5nd ed., W. W. Norton Company, New York, London, *Palme Yayıncılık*, Ankara, 2004.
35. Glotzer, M., “The mechanism and control of cytokinesis”, *Curr. Opin. Cell Biol.* 9, 815-823, 1997.
36. Pollard, T.D., Satterwhite, L., Cisek, L., Corden, J., Sato, M., & Maupin, P., “Actin and myosin in relation to cytokinesis. In, “Cytokinesis: Mechanisms of furrow formation during cell division”, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 582, 120-130, 1990.
37. Reece, J.B., Urry, A.L., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson, R. B., “CAMPBELL Biyoloji, 774”, Çeviri Editörleri, Gündüz, E., Türkan, İ., *Palme Yayıncılık*, s. 100-257, Ankara, 2013.
38. Roeder, G.S., “Meiotic chromosomes: It takes two to tango”, *Genes Dev.*, 11, 2600-2621, 1997.

39. Zickler, D., Kleckner, N., “Meiotic chromosomes: Integrating structure and function”, *Annu. Rev. Genet.*, 33, 603-754, 1999.
40. Allers, T., Lichten, M., “Differential timing and control of noncrossover and crossover recombination during meiosis”, *Cell*, 106, 47-57, 2001.
41. Carpenter, A.T., “Chiasma function”, *Cell*, 77: 957-962, 1994.
42. Solari, A.J., Tandler, C.J., “Presence of a centromeric filament during meiosis”, *Genome*, 34, 888-894, 1991.
43. Orr-Weaver, T.L., “Meiosis in *Drosophila*: Seeing is believing”, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92, 10443-10449, 1995.
44. Pâques, F., Haber, J.E., “Multiple pathways of recombination induced by double-strand breaks in *Saccharomyces cerevisiae*”, *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 63,349-404, 1999.
45. Jocqué, R., Dippenaar-Schoeman, A., “Spider families of the world”, Royal Museum for Central Africa, 336 pp. 2006.
46. Foelix, R.F., “Biology of Spiders, 3rd edition”, *Oxford University Press*, New York, 2011.
47. Salman, S., “Omurgasız Hayvanlar Biyolojisi”, *Palme Yayıncılık*, s:260-261 Ankara, 2009
48. Babaşoğlu, A. “Örümcekgiller” (Arachnida). *Kültür Kitabevi*, Niğde, 1999.
49. Brunetta, L., Craig, C. L., “Spider silk: evolution and 400 million years of spinning, waiting, snagging, and mating”. *Yale University Press.*, 2010.

50. Obalı, İ. “Nevşehir İli ve Çevresinde Yayılış Gösteren Kurt Örümceklerinin (Araneae: Lycosidae) Sistematığı”, *Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Niğde, 2005.
51. Le Peru, B., “The spiders of Europe, a synthesis of data: Volume 1 Atypidae to Theridiidae”, *Mémoires de la Société Linnéenne de Lyon*. 2: 1-522, 2011.
52. Akan, Z. “Örümceklerde (Arachnida=Araneae) Sitotaksonomik Bir Araştırma”, *Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Gaziantep, 2004.
53. Kumbıçak, Z., “Türkiye’de bazı örümceklerde karyotip ve eşey kromozomları belirlenmesi üzerine araştırmalar”, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, s. 4, Gaziantep, 2010.
54. Y. Liu, A. Spöner, D. Porter, F. Vollrath, “*Biomacromolecules*”, 9, 116-121 2008.
55. Vollrath, F., Knight, D. P., “Liquid crystalline spinning of spider silk”, *Nature*, 410, 541-548 (2001).
56. Dippenaar-Schoeman, A., Jocqué, R., African Spiders. An Identification Manual. *Plant Protection Research Institute, Handbook No.9*. 392 pp., 1997.
57. <http://www.wolfspiders.org/> 2016
58. Sancak, Z., “Doğu Karadeniz Bölgesi Örümceklerinin (Araneae) Sistematik ve Faunistik Açıdan İncelenmesi”, *Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Kırıkkale, 2007.
59. <http://research.amnh.org/iz/blackrock2/families/lycosidae.htm/> 2017
60. Tavolacci, J., ed. “Insects and Spiders of the World”, Volume 10: *Wandering spider-Zorapteran*. New York: Marshall Cavendish, 2003.

61. <http://reptilepark.com.au/animals/spiders/australian-spiders/wolf-spider/> 2016
62. Lomborg, J.P., Toft, S., “Nutritional enrichment increases courtship intensity and improves mating success in male spiders”. *Behavioral Ecology*, 20(4), 700-708, 2009.
63. Araujo, D., Schneider, M. C., Neto- Paula, E., Cella, M., “The spider cytogenetic Database”, [http://www.arthropodacytogenetics.bio.br/spider database/families](http://www.arthropodacytogenetics.bio.br/spider_database/families), Current version: 5.0 (Jul 19, 2016)
64. 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 of the Hiroshima University. Series B. Division 1*, v. 15, Art. 2, p. 23-136, 1954.
65. Bole-Gowda, B.N., “A study of the chromosomes during meiosis in twenty-two species of Indian spiders”, *Proceedings of the Zoological Society of Bengal*, 11(2), 69-108, 1958.
66. Mittal, O.P., “Chromosome number and sex mechanism in twenty-one species of the Indian spiders”, *Research Bulletin (N.S.) of the Panjab University*, 12(3-4), 271-273, 1961.
67. 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.
68. Diaz, M.O., Saez, F.A., “Karyotypes of South-American Araneida”, *Memorias do Instituto Butantan*, 33(1), 153-154, 1966.
69. Srivastava, M.D.L., Shukla, S., “Chromosome number and sex-determining mechanism in forty-seven species of Indian spiders”, *Chromosome Information Service*, 41, 23-26, 1986.

70. Chemisquy, M.A., Rodríguez-gil, S.G., Scioscia, C.L., Mola, L.M., “Cytogenetic studies on three Lycosidae species from Argentina (Arachnida, Araneae)”, *Genetics and Molecular Biology*, 31(4), 857-867, 2008.
71. Araujo, D., Oliveira, E.G., Giroti, A.M., Mattos, V.F., Paula-Neto, E., Brescovit, A.D., Schneider, M.C., Cella, D.M., “Chromosome evolution in lycosoid spiders (Araneomorphae): a scenario based on analysis of seven species of the families Lycosidae, Senoculidae and Trechaleidae”, *The Journal of Arachnology*, 43, 174-181, 2015.
72. Bedo, D.G., “Gelechiidae Karyotypic and chromosomes Banding Studies of the Potato Tuber Moth, *Phthorimae operculella* (Lepidoptera)”, *Can. J. Genet. Cytol.* 26,141-145, 1984.
73. Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A.A., “Nomenclature of centromeric position on chromosomes”, *Hereditas*, 52, 201-220, 1964.
74. 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”, Dr. Andrew Swan (Ed.), ISBN: 978-953-51-0118-5, 2012.

ÖZGEÇMİŞ

Fahrettin Anıl Sırlıbaş 1988 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2013 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden mezun oldu. 2013 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans Programına başladı. Yüksek lisans eğitimine devam etmekte olup ailesiyle birlikte Adana’da yaşamaktadır.

