

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

***HAPLODRASSUS SOERENSENİ* (STRAND, 1900)
TÜRÜNÜN SİTOGENETİK ÖZELLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Ayşegül AYDIN**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK**

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

**Eylül 2022
NEVŞEHİR**

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

HAPLODRASSUS SOERENSENİ (STRAND, 1900)
TÜRÜNÜN SİTOGENETİK ÖZELLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Tezi Hazırlayan
Ayşegül AYDIN

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK

Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Eylül 2022
NEVŞEHİR

Prof. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK danışmanlığında Ayşegül AYDIN tarafından hazırlanan “*Haplodrassus soerenseni* (Strand, 1900) Türünün Sitogenetik Özelliklerinin Araştırılması” başlıklı bu tez çalışması, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ



TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez çalışmasında bulunan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ayşegül AYDIN



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca tüm bilgi ve birikimlerini benimle paylaşarak akademik yolda her daim yardımını esirgemeyen, saygıdeğer Danışman Hocam Prof. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK' a;

Çalışmamda desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK' a;

Öğrenimim süresince maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli AİLEME;

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayşegül AYDIN

**HAPLODRASSUS SOERENSENİ (STRAND, 1900) TÜRÜNÜN SİTOGENETİK
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Ayşegül AYDIN

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

Eylül 2022

ÖZET

Bu çalışmada, ülkemizde yaşayan Gnaphosidae familyasına ait *Haplodrassus soerenseni* (Strand, 1900) türünün mayoz bölünme davranışları, eşey kromozom sistemleri, karyotipinin çıkarılması ve karyotip özellikleri araştırılmıştır. Kromozom preparatlarının hazırlanması, analiz edilmesinde erkek örümceklerin gonadları kullanılmıştır. Karyotip oluşturulmasında 10 adet iyi dağılma gösteren mitotik metafaz evresi değerlendirilmiştir. Sonuçlar, *H. soerenseni*'nin erkek bireylerine ait diploid sayı $2n♂=22$ (X_1X_2O) bulunmuştur. Kromozomların telosentrik tipte olduğu belirlenmiştir. Mayoz bölünmedeki profaz I'in leptoten, zigoten ve pakiten evrelerinde eşey kromozomları pozitif heteropiknotik özellik göstermiştir. Leptoten evresinde eşey kromozomları vezikül hâlinde çekirdek periferinde bulunmuştur. Zigotende eşey kromozomları çekirdek periferinde ve sayılabilir özellikte olduğu bulunmuştur. Pakitende eşey kromozomları, vezikül hâlde çekirdek periferinde olduğu belirlenmiştir. Diploten, diyakinez ve metafaz I evrelerinde 10 otozomal bivalent ve iki eşey kromozomu (X_1 ve X_2) saptanmıştır. Anafaz I evresinde eşey kromozomları izopiknotik özellik göstermiştir. Profaz II, metafaz II ve anafaz II evrelerinde ise eşey kromozomları izopiknotik özellikte tespit edilmiştir. Bu evrelerde ikisi $n=10$ (10 otozom) ve diğer ikisi $n=12$ (10 otozom + X_1X_2) kromozomlu olmak üzere dört yeni çekirdek belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Karyotip, Anafaz I, Çekirdek, Metafaz I
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK
Sayfa Adeti : 60+ xi

INVESTIGATION OF THE CYTOGENETIC CHARACTERISTICS OF
HAPLODRASSUS SOERENSENI (STRAND, 1900)

(M. Sc. Thesis)

Ayşegül AYDIN

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

September 2022

ABSTRACT

In this study, meiosis behavior, sex chromosome systems, removal of karyotype and karyotype characteristics of *Haplodrassus soerenseni* (Strand, 1900) species of Gnaphosidae family living in our country were investigated. The gonads of male spiders were used for the preparation and analysis of chromosome preparations. Ten well-dispersed mitotic metaphase stages were evaluated in the creation of karyotype. Results, the diploid number of male individuals of *H. soerenseni* was $2n♂=22 (X_1X_2O)$. Chromosomes were determined to be of telocentric type. The sex chromosomes showed positive heteropycnotic features in the leptotene, zygotene and pachytene stages of prophase I in meiosis. In the leptotene stage, the sex chromosomes were found in the form of vesicle in the periphery of the nucleus. In zygotene, sex chromosomes were found in the nuclear periphery and countable. It has been determined that the sex chromosomes in the pachytene are in the vesicle form in the nucleus periphery. 10 autosomal bivalent and two sex chromosomes (X_1 and X_2) were detected in diplotene, diakinesis and metaphase I stages. In the anaphase I stage, the sex chromosomes showed isopycnotic features. In the prophase II, metaphase II and anaphase II stages, the sex chromosomes were detected as isopycnotic. At these stages, four new nuclei were identified, two with $n=10$ (10 autosomes) and the other two with $n=12$ (10 autosomes + X_1X_2) chromosomes.

Keywords : *Karyotype, Anaphase I, Nucleus, Metaphase I*

Thesis Advisor : Prof. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK

Number of Pages : 60+ xi

İÇİNDEKİLER

KABÜL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
1.BÖLÜM	
GİRİŞ.....	1
2.BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER.....	3
1.1. Sistematik İle İlgili Bilgiler.....	3
1.1.1.Örümceklerin Genel Özellikleri.....	3
1.1.2.Örümceklerin Morfolojik Özellikleri.....	4
1.1.3.Gnaphosidae Familyasına Ait Örümceklerin Genel Özellikleri.....	10
2.2. Sitogenetik İle İlgili Bilgiler.....	12
2.2.1.Hücre.....	13
2.2.2.Hücre Zarı.....	13
2.2.3.Sitoplazma.....	14
2.2.4.Çekirdek (Nukleus).....	15
2.2.5.Nükleik Asitler ve DNA.....	17

2.2.6.Kromozomlar.....	20
2.2.7.Hücre Bölünmeleri.....	25
2.2.7.1.Mitoz Bölünme.....	27
2.2.7.2.Mayoz Bölünme.....	30
2.2.8.Karyotip ve İdiogram.....	34
2.2.9.Örümceklerde Eşey Kromozomları.....	35
3.BÖLÜM	
MATERYAL VE METOD	37
3.1.Örümceklerin Araştırılma ve Toplanma Alanları.....	37
3.2.Lamların Temizlenmesi.....	37
3.3.Kimyasal Karışımların Hazırlanması.....	37
3.4.Metod.....	38
3.4.1.Örümceklerin Diseksiyonu.....	38
3.4.2.Kromozom Preparatlarının Oluşturulması.....	38
3.4.3.Kromozomların Mikroskopta İncelenmesi.....	38
4.BÖLÜM	
BULGULAR.....	40
4.1. <i>Haplodrassus soerenseni</i> Türünün Karyotip Özellikleri.....	40
4.1.1.Mayoz Bölünme Evreleri.....	42
5.BÖLÜM	
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	47
KAYNAKLAR.....	50

TABLULAR LİSTESİ

- Tablo 2.1. *H. soerenseni* türüne ait sistematik tablo.....12
- Tablo 4.1. *H. soerenseni* türüne ait kromozom uzunlukları (p: kısa kol, q: uzun kol, p/p+q: sentromerik indeks, oransal boy (%) ve kromozom morfolojisi).....41



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Örümceğe ait genel morfolojik yapı.....	5
Şekil 2.2. Bir örümceğin keliser, bacak ve palp yapısının genel görünüşü.....	6
Şekil 2.3. Bir örümceğin ventral kısımdan yapısı ve görünümü.....	8
Şekil 2.4. Örümceğin dış iskelet yapısını meydana getiren yapılar.....	9
Şekil 2.5. Haplodrassus soerenseni (Strand,1900) türüne ait genel görünüm.....	11
Şekil 2.6. Hayvan hücresi görüntüsü ve organelleri.....	15
Şekil 2.7. Çekirdeğin genel görüntüsü ve kısımları.....	15
Şekil 2.8. Tamamlayıcı baz çiftleri ve Nüleotit-nükleozit yapısının şematik gösterimi..	18
Şekil 2.9. DNA'nın çeşitli konformasyonlarından A-DNA, B-DNA ve Z-DNA'nın gösterimi.....	19
Şekil 2.10. Kromozomal DNA, histonların yardımıyla mikroskopik çekirdeklerin içinde paketlenmesi.....	21
Şekil 2.11. Nükleozomların yapısı.....	23
Şekil 2.12. Kromozomun yapısını oluşturan bölümlerin gösterimi.....	24
Şekil 2.13. Sentromerin bulunduğu pozisyona göre dört tip kromozomun genel şematik gösterimi.....	24
Şekil 2.14. Hücre yaşam döngüsü.....	26
Şekil 2.15. Mitoz hücre bölünmesi evreleri ve interfaz aşamasında kromozomlar.....	28
Şekil 2.16. Mitoz bölünme safhaları: Profaz, Metafaz, Anafaz, Telofaz ve Sitokinez safhalarının şematik gösterimi.....	30
Şekil 2.17. Mayotik profaz I'e ait alt evrelerin gösterimi.....	33
Şekil 2.18. Mayoz bölünme evreleri.....	34

RESİMLER LİSTESİ

Resim 4.1. <i>H. soerenseni</i> türüne ait metafaz safhası	40
Resim 4.2. <i>H. soerenseni</i> türüne ait karyotip gösterimi	41
Resim 4.3. <i>H. soerenseni</i> türüne ait leptoten safhasının gösterimi.....	42
Resim 4.4. <i>H. soerenseni</i> türüne ait zigoten safhasının gösterimi.....	43
Resim 4.5. <i>H. soerenseni</i> türüne ait pakiten safhasının gösterimi.....	43
Resim 4.6. <i>H. soerenseni</i> türüne ait diploten safhasının gösterimi.....	44
Resim 4.7. <i>H. soerenseni</i> türüne ait anafaz-I safhasının gösterimi.....	45
Resim 4.8. <i>H. soerenseni</i> türüne ait metafaz-II safhasının gösterimi.....	45
Resim 4.9. <i>H. soerenseni</i> türüne ait anafaz-II safhasının gösterimi.....	46

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

♀ Dişi

♂ Erkek

∞ Sonsuz

° Derece

% Yüzde

NaCl Sodyum Klorür

KCl Potasyum Klorür

NaHCO₃ Sodyum Bikarbonat

CaCl₂.2H₂O Kalsiyum Klorür Dihidrat

µm Mikrometre

mL Mililitre

dk. Dakika

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Dünya üzerinde yayılmış olan 50 binden fazla tanımlanmış örümcek türü bulunmaktadır [1]. Örümcekler, yaklaşık 400 milyon yıl önce Devoniyen döneminde ortaya çıkan çok eski bir hayvan grubudur [2]. Örümceklerin çoğu karasal habitatlarda yaşamaktadır. Bunlar; ormanlar, tarlalar, bahçeler, mağaralar, çalılar ile karınca ve termit yuvaları ve binaların içidir. Sadece birkaçı suda veya yarı suda yaşayabilir (örneğin, bazı Lycosidae ve Pisauridae) [3].

Yeryüzünde özellikle tarımsal alanlarda yapılan ekolojik ve faunistik çalışmalar örümceklerin predatör canlılar olarak doğada önemli bir nişlerinin olduğunu, bu sebeple de ekolojik dengenin oluşmasında ve biyolojik mücadelede çok önemli yere sahip olduğunu ortaya koymaktadır [4].

Örümcekler; biyolojik mücadelede av-avcı ilişkisine dayalı olarak kullanılmalrı, ağ yapılarının içeriği ve şekilleri, anatomik ve morfolojik olarak çeşitli karakteristik özelliklere sahip olmaları ve habitatlarının oldukça geniş olması gibi etkenlerden dolayı coğrafik dağılışları, ağ örme, avlanma, morfolojik özellikleri, taksonomik özellikleri, ışık ve elektron mikroskobu ile sitolojik, histolojik ve anatomik yapılarının incelenmesi, karyotip analizleri ve biyoteknolojik çalışmalar gibi farklı birçok çalışmanın konusu olmuşlardır [4, 5].

Örümceklerin ortalama ömürleri iki ya da üç yıl arasında değişiklik göstermekle birlikte bazı örümcek türlerinin 10 yıl kadar yaşayabildikleri bilinmektedir. Diş örümcekler erkek örümceklere göre daha büyük yapılı ve ayrı eşeylidir. Solunum boruları ve kitapsı akciğerlere sahip olan örümcekler diğer eklembacaklılar gibi açık bir dolaşım sistemine sahiptir [6].

Örümcekler Arachnida sınıfı içerisinde en büyük takımı oluşturur. Tür zenginliği bakımından yedinci sırada bulunan örümceklerin bugüne kadar tanımı yapılmış 4255 cins ve 50154 tür bulunmaktadır [1, 7].

Örümcekler morfolojik özelliklerine göre iki gruba ayrılır. Bunlar; Mesothelae ve Opisthothelae'dir. Bunlardan Mesothelae grubuna ait türlerin giderek soyu tükenmekte ve ayırt edici olarak plesiomorfik segmentli abdomeni bulunmaktadır. Opisthothelae grubu; Mygalomorphae ve Araneomorphae olarak iki gruba ayrılır [8]. Mygalomorphae grubuna ait örümceklerin yaşam uzunlukları 20 yıldan fazla iken, Araneomorphae grubuna ait örümceklerin yaşam uzunlukları genellikle bir yıldan daha azdır. Araneomorphae örümcekler yeryüzüne daha fazla yayılmışlardır. Palp, keliser, örü memeleri ve üreme sistemlerinin farklılığına göre örümcekler iki alt gruba ayrılır. Bunlar; Haplogynae ve Entelegynae [9].

Örümcek takımı içerisinde yer alan ve beşinci büyük familya olarak bilinen Gnaphosidae familyası yeryüzü üzerinde 144 cins ve 2414 tür ile temsil edilmektedir [1]. Ülkemizde ise Gnaphosidae familyasına ait 33 cins ve 159 tür bulunmaktadır [10]. Gnafosid familyasına ait 24 cins içerisinde en çok *Drassodes* (Westring, 1851), *Gnaphosa* (Latreille, 1804), *Haplodrassus* Chamberlin, 1922 ve *Zelotes* Gistel, 1848 cinsleri sitogenetik açıdan çalışılmıştır [11]. Ülkemizde bugüne kadar 51 türün karyotip özellikleri elde edilmiştir. Bu kapsamda Gnaphosidae familyasına ait karyolojik çalışmalar, tür sayısı ile karşılaştırıldığında henüz yeterli olmadığı anlaşılmaktadır.

Bu tez çalışmasında ülkemizde yer alan Gnaphosidae familyasına ait *Haplodrassus soereneni* (Strand, 1900) türünün sitogenetik analizinin yapılması hedeflenmiştir. Bu türe ait karyolojik verilerin ilk kez ortaya çıkarılmasıyla birlikte türün diploid kromozom sayısı, kromozom morfolojisi (Telosentrik), eşey kromozom sistemi ve mayoz bölünme esnasındaki kromozomların davranışları araştırılmıştır.

2. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Sistematik ile İlgili Bilgiler

2.1.1. Örümceklerin genel özellikleri

Örümcekler, ağ yapabilme her yerde bulunan bir yaşam tarzı ve olağanüstü bir mimari beceri sergilerler. Çoğu örümcekler karasal habitatlarda yaşar. Bu habitatlar genellikle; orman, tarla, bahçe, mağara, çalı ve hatta karınca ve termit yuvalarının yanı sıra binaların içidir. Bazı av örümcekleri dışında, çoğu örümceğin görüşü zayıftır. Örümceklerin çoğunluğunun sekiz gözü vardır, ancak altı, dört veya iki göze sahip türler bulunmakla birlikte, mağara içlerinde yaşayan bazı türlerin hiç gözleri yoktur. Örümceklerin dişleri öncelikle saldırı ve savunmaya hizmet eder, ancak aynı zamanda yuva kazmak ve yumurta kozaları taşımak için de kullanılır. Toksik maddeler ve çeşitli sindirim enzimleri üreten zehir bezleri dişlerde bulunan zehir kanalları ile ava aktarılır. Avını ısırığı anda zehir, avı hareketsiz hale getirir ve onu dışarıdan sindirmeye başlar.

Bir örümceğin vücudunu kaplayan çeşitli kıllar ve tüyler, yiyecekleri, düşmanları, eşleri ve benzerlerini gösterebilen çeşitli sinyallerin alıcıları olarak görev yapar. Ayrıca ön bacaklar çevreden gelen sinyalleri keşfetmek ve toplamak için de kullanılır. Tüm örümcekler, ağ üretmek için karınlarında yer alan örü bezlerine sahiptir.

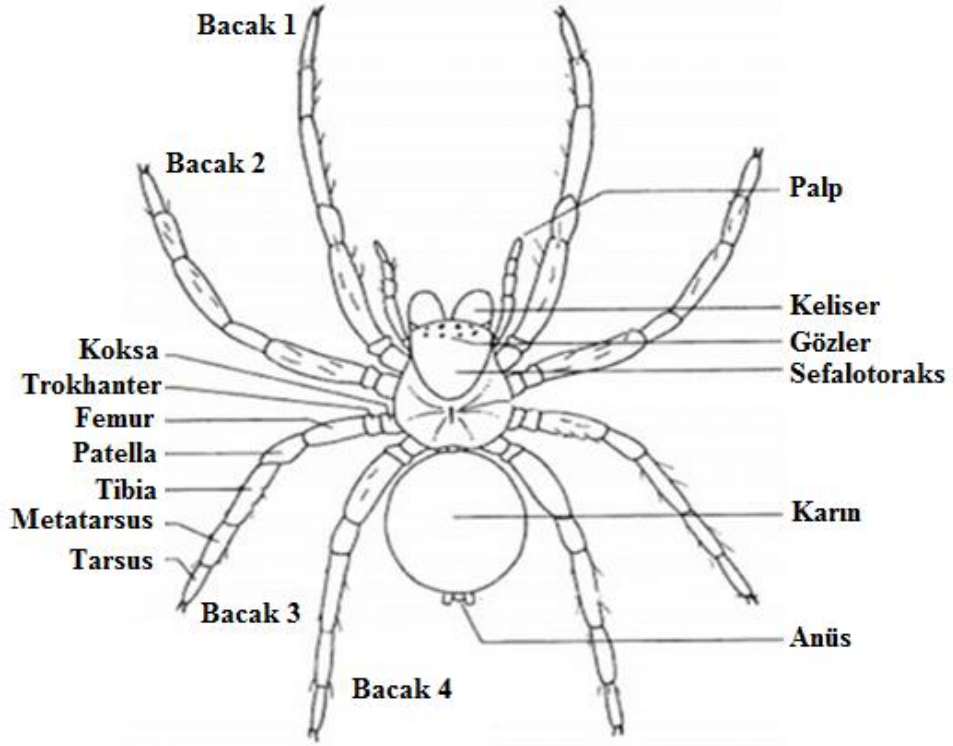
Dişi örümcekler normalde kendi türlerinin erkeklerden çok daha büyüktür, bu duruma cinsel dimorfizm denir. Türdeş erkek ve dişi örümcekler arasındaki farklar aynı zamanda vücut renklerine ve renk desenlerine de yansır. Tüm örümcekler, çoğunlukla böceklerle beslenen yırtıcı hayvanlardır. Çoğu örümcek tipik pusu (otur ve bekle) avcılığı olduğundan, av kıtlığı olan yerlerde besin kaynakları sabit olmayabilir ve böylece uzun süre yiyeceksiz yaşam sürdürebilirler [12].

2.1.2. Örümceklerin morfolojik özellikleri

Örümceklerin vücut yapısı genellikle iki kısımdan oluşur. İlk kısım prosoma ya da sefalotoraks olarak adlandırılırken ikinci kısım ise opisthosoma ya da abdomen olarak adlandırılır. Ön kısım olan prosoma vücudun genellikle besin alımı, duyu sistemleri, hareket ve sinir sistemlerini içerirken; arka kısım olan opisthosoma ise vücudun solunumu, dolaşımı, ağ yapımı ve sindirim sistemlerini içerir. Pedisel adı verilen ince bir yapı örümceklerin vücutlarındaki ilk kısım ile ikinci kısmı birbirine bağlar. Opisthosoma veya abdomen bölgesi örümceklerde genellikle prosoma bölgesinden daha büyüktür [2].

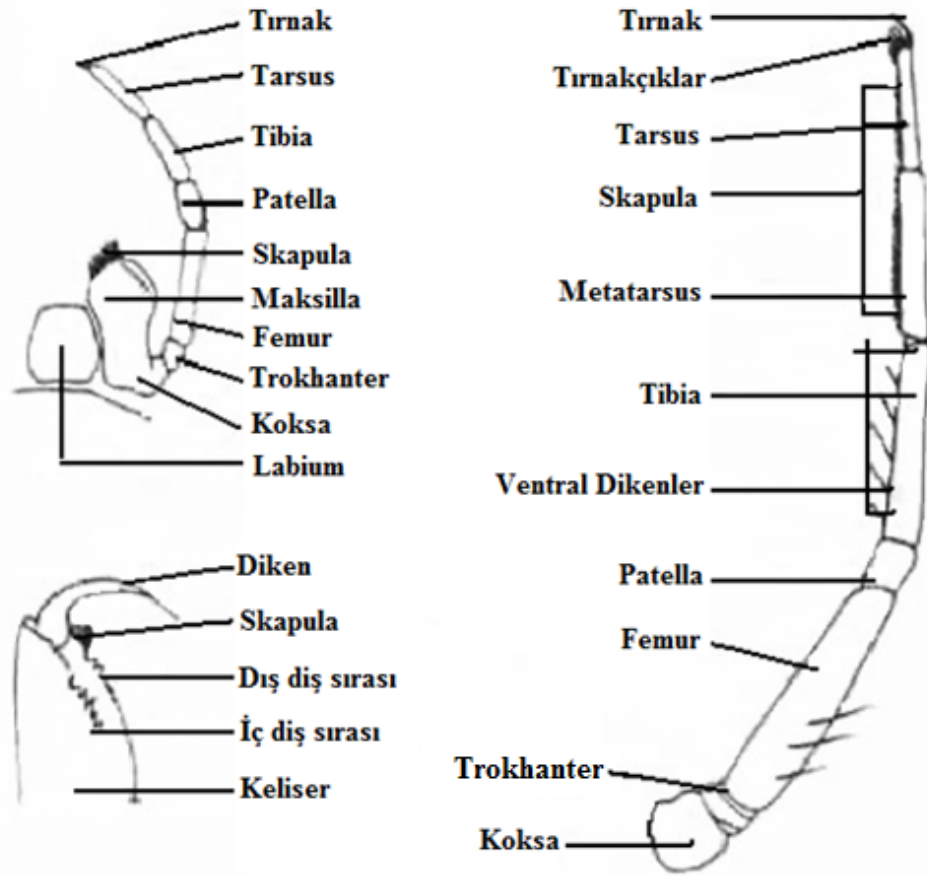
Örümceklerde ön kısmı oluşturan prosoma, baş ve göğüsün birleşmesi ile meydana gelir ve karın tarafı sternum plaka ile örtülürken sırt tarafı sert bir karapaks ile örtülüdür. Ön kısımdaki bazı yapılar (vücut sistemleri) göğse bağlıyken, diğerleri ise başa bağlıdır [6, 13].

Prosoma bölgesinin ön kısmında türe özgü olarak sıfır, bir, iki, üç veya dört çift göz bulunur. Gözlerin büyüklüğü ve prosoma üzerindeki dizilişleri örümcek sınıflandırılmasında oldukça önemlidir. Örümceklerin prosoma kısmında; basit yapıdaki gözler, çene kısmı ve altı çift üyesi bulunur. Bu üyelerin birinci çifti keliser, ikinci çifti pedipalpus ve geriye kalan dört çift ise yürüme bacaklarından oluşur. Abdomen bölgesi şekil ve büyüklük bakımından örümcek grupları arasında farklılık göstermekle birlikte genellikle yuvarlak ve oval torba şekli vardır. Segmentli olan bazı örümcekler opisthosoma bölgesi uzun ve geniş yapılıdır. Bu bölge mesosoma ile kuyruk şeklindeki metasoma bölgelerine parçalanır. Opisthosoma bölgesinin segmentsiz torba şeklinde olanlarında ise, bu bölge sap aracılığıyla prosoma bölgesine bağlanır. Ayrıca Liphistiidler hariç diğerleri segmentsiz yapı gösterirler [14] (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Örümceğe ait genel morfolojik yapı [15].

Örümceklerde prosomanın birinci çift üyesi olan keliserler, tırnak ve bazal eklemlerden oluşur. Keliserler, besini tutmaya, parçalamaya ve avın vücudunu eritmesini sağlar ve sefalotoraks ile kaynaşır. Bu eklemin içerisinde gelişmiş kas dokuları ve keliserin bazal eklemine yerleşen zehir bezleri bulunur. Tırnak eklemleri genelde hareketleri sağlar. İkinci çift üye pedipalp olarak adlandırılır ve 5-6 eklemden meydana gelmiştir. Bu eklemler; koksa, trochanter, tibia, femur, tarsus, patella ve tırnaktır. Yürüme bacakları her tür bireylerde 4 çifttir. Bacaklardaki eklemlerin çoğu, diken ve yoğunlaşmış tüyler ile kaplıdır. Bacaklarında uzun yapıda ve çok hassas özellikteki duyu tüyleri (trikhobotriyum) ile çevrelenmiştir. Örümcek cinslerinin sistematüğinde bu tüylerin ölçüleri, sayıları ve lokasyonları önemli bir yer tutar [5] (Şekil 2.2.).



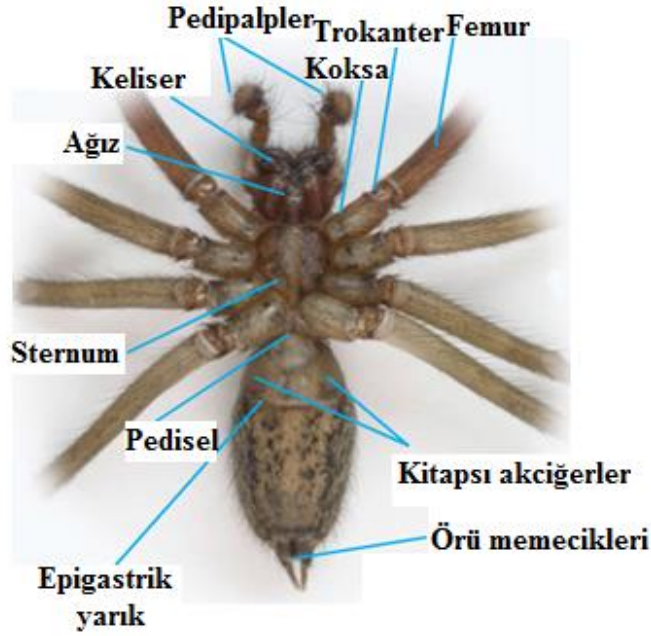
Şekil 2.2. Bir örümceğin keliser, bacak ve palp yapısının genel görünüşü [5].

Örümcekler genellikle sıralar hâlinde dizilir ve sekiz basit göze sahiptir. Ancak bazılarında dört, altı veya iki göze sahipken, bazılarında ise hiç oluşmamıştır. Karapakstaki yerlerine göre gözler; ön medyan, ön lateral, arka medyan ve arka lateral gözler olarak isimlendirilir. Gözlerin her biri yedi bölümden oluşan dört çift bacağa sahiptir. Bu bacaklar üzerinde çoğunlukla dikenler ve farklı duyuşal reseptörler bulunur [6, 16].

Örümcek görüşünün öncelikle ana ve ikincil gözler arasındaki biçim ve işlev farklılıkları vardır ve bu da görüşün çok yönlülüğünü gösterir. Her iki göz tipi de basit 'kamera' gözleri olsa da, yapılarında önemli farklılıklar bulunur. En önemli ayrımlardan biri retina morfolojilerindedir. Asıl gözlerin retinaları dışa dönüktür, bu, fotoreseptörlerinin ışığa duyarlı rabdomerlerinin, fotoreseptör hücre gövdeleri ve aksonları aşağıda olacak şekilde, gelen ışığa bakacak şekilde distal olarak konumlandırıldığı anlamına gelir. Buna karşılık, ikincil gözlerin fotoreseptörleri ters çevrilir; rabdomerleri hücre gövdesinin altında yer

alır. Aslında fark küçük gibi görünse de, görsel hassasiyet ve ilgili görsel işlevler için önemli etkileri vardır [15].

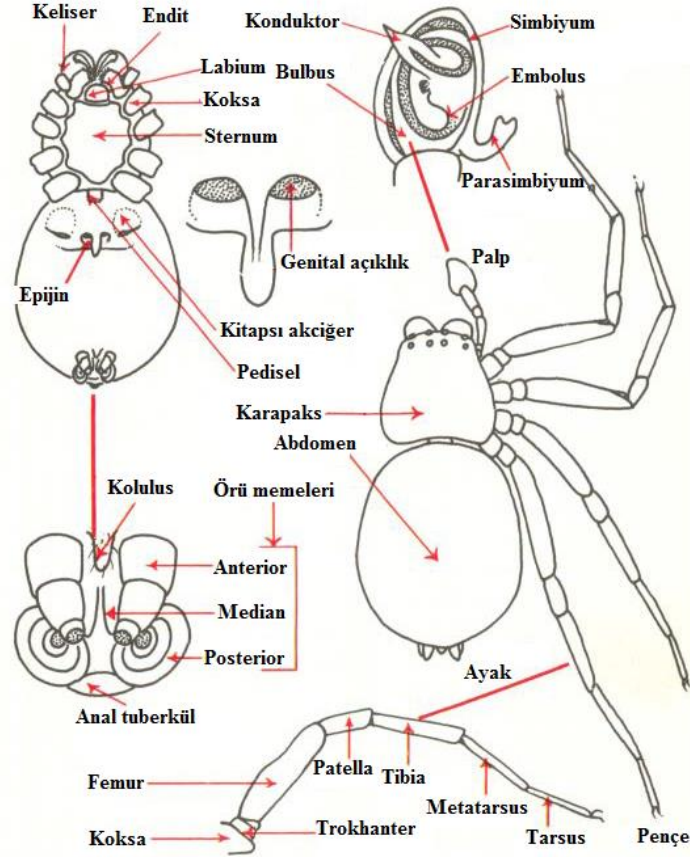
Erkek örümceklerde pedipalpler çiftleşme organına dönüşmüştür. Pedipalpin sterniti, serbest yerleşim gösterir ve alt dudağı meydana getirir. Ön ağız boşluğunda alt dudak girişi engeller. Bu boşluk, yan tarafından alt çene eklemleriyle örtülmüşken ön tarafından ise keliserlerde sınırlandırılmıştır. Olgun erkek bireylerde tarsusu gelişmiştir. Ayrıca tarsus kasık şeklini almıştır. Bu yapıya ise “simbiyum” adı verilmiştir. Pedipalplerin distal kısmına “bulbus”, proksimal kısmına ise “hematodaka” denir. Erkek bireylerde bulbus, embolus ile sonlanır ve penis görevini yapar. Çok sayıdaki bezlerden oluşan embolus, bu bezler sayesinde erkek örümceklerin cinsiyet organının dişi örümceklerde cinsiyet organında kalması kolay hâle gelir. Sefalotoraks pedisel denilen yapı ile abdomene kaynaşır. Yumuşaklığından dolayı genişleyebilen abdomen bölgesi, kutikula ile sonlanmış bütün bir torba şeklindedir ve küçük anal kabarcıkla biter. Abdomenin ventral yüzeyi kompleks bir yapıdır ve ayrıca stigmalar, dişinin çiftleşme organları, cinsiyet açıklığı ve örü memeleri yer alır. Örümcek türünün çoğunluğunun dişi bireylerinde, erkek bireyin sperminin bırakıldığı cinsiyet açıklığının yakınında, bağımsız şekilde bir çift delik bulunur. Çiftleşme döneminde spermler erkek bireyin embolusundan, dişi bireyin sperm kanallarına bırakılır ve spermler burada uzun zaman kalabilmektedir. Örümceklerde bu çift delik epigastriyal yarıklar üstüne yerleşen “epijin” denilen bölgede yer alır. Epijinin morfolojik özellikleri olarak (medial levhaların görünümü, çıkıntılarının bulunması, çukurların oluşması gibi) erkek bireyin kompleks yapıdaki çiftleşme organına eksiksiz uyum sağlar. Örü memeleri, opistosoma eklemlerinin bacakları şekil değiştirmesi sonucu abdomenin ventral bölgesine yerleşir. Bunların sayısı çeşitli familyalarda farklılık gösterir [17] (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Bir örümceğin ventral kısımdan yapısı ve görünümü [18].

Örümcekler kutikula olarak isimlendirilen sert bir yapıdan meydana gelen bir dış iskelete sahiptirler. Bu dış iskelet çeşitli görevleri yerine getirir. Vücut yüzeyinin, sensör tüylerinin, tendonların, eklem membranlarının ve ayrıca özofagus, solunum ve üreme organlarının yapı metaryalidir [19]. Örümceklerde solunum sistemi trake sistemi ve kitapsı akciğer sisteminden meydana gelir. İlkel örümceklerde trake sistemi mevcut değildir ancak bunun yerine iki çift kitapsı akciğer bulunur. Diğer örümceklerde ise önde bir çift kitapsı akciğer yer alırken arkada ise trake sistemi yer alır [18]. Dışardan bakıldığında bir veya iki küçük açıklık (stigmata) biçiminde net bir hâlde görülmektedir. Örümceklerin birçoğunda örü memelerinin önünde yalnızca tek bir leke bulunurken trake sistemleri farklı olan örümcek türlerinde bu leke farklı şekillerde gelişmiştir. Örümcekler, aktif şekilde zehir kullanan hayvanlar grubunda bulunur. Bütün örümceklerin hemen hepsinde zehir bezleri vardır ve günlük avlarına yetecek derecede zehire sahiptirler. Örümceklerden çıkan zehir avın vücuduna girdiği andan itibaren hızlıca avının hareketsiz kalmasını sağlar, zehirin öldürücü etkisi daha sonra gözlenir; yani ikincil durumdadır. Örümcek türlerinin içerisinde 200 kadarı insanlar için tehlikeli zehir içerir. Örneğin; *Atrax* (O. Pickard-Cambridge, 1877), *Latrodectus* (Walckenaer, 1805), *Loxosceles* (Heineken & Lowe, 1832) ve *Phoneutria* (Perty, 1833) cinsi örümceklerin ısırıkları insan ölümlerine sebep olmuştur [6] (Şekil 2.4.).

Dişi örümcekler çoğunlukla erkek bireylerden daha iridir. Bu sebeple örümceklerin çiftleşmeleri sırasında erkek örümcekler için ölüm riski olabilmektedir. Bazı erkek örümcekler öncelikle dişilerin açlığını gidermek amacıyla dişi türüne bir böcek sunar. Böylece açlığı kaybolan dişi türe yaklaşabilmek daha kolay hâle gelir. Bu olaya “düğün dansı” denir. Uzun süren bir dans safhasından sonra dişi örümcek isterse erkek örümceğin yaklaşmasına izin verir. Dişi örümcek açlığını hatırladığında tekrardan erkeği yemeyi ister. Bundan dolayı erkekler çiftleşmeden hemen sonra dişiden uzaklaşırlar. Dişi örümcekler ise ağ ipi ile kokonları oluşturur ve burada yumurtalarını muhafaza ederler. Bir kokonda bazen yüzlerce yumurta yer alabilir. Bu yumurtalar sonbaharda döllenir ve ilkbaharda yavru dünyaya gelir [17].



Şekil 2.4. Örümceğin dış iskelet yapısını meydana getiren yapılar [20].

2.1.3. Gnaphosidae familyasına ait örümceklerin genel özellikleri

Gnaphosidae familyasına ait örümcekler çoğunlukla serbest yaşarlar. Bu örümcek türleri genelde sıcak ve kurak iklimleri tercih ederler. Boyutları genellikle 1-15 mm arasında değişmektedir. İki sıralı biçimde sekiz adet gözleri bulunur. Bacaklarında çift tırnak vardır ve vücutları desensiz görünümündedir. Gnaphosidae ailesinde gözlerin yeri ve büyüklüğü, ağ bezi kabartılarının şekli ve ağız parçaları önemli özelliklerdir [21].

Gnaphosidae küçükten büyüğe (1 mm – 15 mm), iki pençeli, çoğunlukla tek tip renkli ve bazen sırtta karın işaretleri (örn. *Cesonia* (Simon, 1893), *Micaria* (Westring, 1851), *Nomisia* (Dalmas, 1921), *Callilepis* (Westring, 1874) ve diğerleri) bulunur. Gnaphosidae örümcekleri diğer örümcek ailelerinden ayıran özelliği, uzayabilir bir membranöz uçtan çıkan piriform bez tıkaçlarına sahip uzun tübüler ön yanal memeciklerdir ve ön ağ bezi çıkıntılarının silindirik, uç kısımlarının küt ve ayrık biçiminde olmasıdır Erkek ve dişiler benzer fizyolojik özellik gösterir [21, 22].

Gnafosid örümcekler karınları, gözleri ve örü bezleri ile tanınırlar. Karnının şekli uzun ve griden siyaha değişiklik gösterir. Arka ortanca gözler oval veya elips şeklindedir. Spinneretler silindir şeklindedir, ön çiftler geniş bir şekilde ayrılmıştır ve genellikle karnın arka ucundan çıkıntı yapar. Gece avcılarıdır. Gnaphosidae, Türkiye'de bilinen örümcek ailelerinden biridir. Bu familya, sistematigi, faunistik ve ekolojik özellikleri hakkında fazla sayıda detaylı çalışmalar bulunmaktadır [23].

Gnafosidlerin çoğu kışın uzun süreli aktiviteye sahip değildir. Genellikle ilkbaharda çiftleşmeleriyle birlikte yıllık bir biyotik döngüye girerler [24]. Dolayısıyla çoğu gnafosid türlerinin ergin hâle gelmesi ilkbahar sonu veya yaz başında elde edilir. Gnafosid örümcekleri için yaşam uzunluğu bilinmemekle birlikte, türe, yüksekliğe ve enlemine bağlı olarak 2 yıl veya daha fazla olabilir. Genellikle bazı yumurta keseleri yaz sonunda bulunur ve pembemsi ila beyaz veya kahverengi renklere sahip düzleştirilmiş kenarlara sahiptir. Çoğunluğu toprak, kum veya bitki artıkları içinde saklanabilir [23]. Gnafosidler gezgin, seyyah örümcekler olarak bilinir ve av yakalama ağları oluşturmazlar [21, 25].

Taşların altı, yapraklar ve kuru odunlar gnaphosid örümceklerin yaşam alanıdır [22]. Türkiye'de 33 cinsten temsil edilen gnaphosid örümcekler yaklaşık 159 türden meydana gelir [10]. Bunlara örnek olarak; *Drassodes* (Westring, 1851), *Gnaphosa* (Latreille, 1804), *Haplodrassus* Chamberlin, 1922 ve *Zelotes* Gistel 1848 fazla sayıda tür içermektedir. *Haplodrassus* Chamberlin 1922, ülkemizdeki baskın gnafosid cinslerinden biridir. Bu cins, Drassodinae alt familyasına aittir. *Haplodrassus* Chamberlin, 1922 diğer tüm drassodin gnafosidlerinden, arka orta gözlerinin yarıçapları veya daha azıyla ayrılması, erkeklerde düzleştirilmiş retrolateral tibial apofiz ve dişilerde çift lateral epijinal kollarn varlığı ile ayırt edilebilir [26]. *Haplodrassus soerenseni* (Strand, 1900) türüne ait bireyler; morfolojik olarak prosoma bölgesi kahverengi ile açık kahverengi, göz bölgesi daha koyu, keliser prosomadan daha koyu, opisthosoma ise kahverengi ile açık kahverengi gibi özellikleriyle diğer türlerden ayırt edilebilir (Şekil 2.5) [27]. Sistematik ile bilgiler tablo 2.1.'dedir.



Şekil 2.5. *Haplodrassus soerenseni* (Strand, 1900) türüne ait genel görünüm [28].

Tablo 2.1. *Haplodrassus soerenseni* türüne ait sistematik bilgiler

Domain (Üst Alem)	Eukaryota
Regnum (Alem)	Animalia
Pyhlum (Şube)	Arthropoda von Siebold, 1845
Subpyhlum (Alt Şube)	Chelicerata Heymons, 1901
Classis (Sınıf)	Arachnida Lamarck, 1801
Ordo (Takım)	Araneae
Subordo (Alt Takım)	Lapidognatha
Familia (Aile)	Gnaphosidae Banks, 1892
Genus (Cins)	<i>Haplodrassus</i> Chamberlin, 1922
Species (Tür)	<i>Haplodrassus soerenseni</i> (Strand, 1900)

2.2. Sitogenetik ile İlgili Bilgiler

Sitogenetik kavramı, iki farklı bilim dalı olan sitoloji ve genetikten gelişmiştir. Sitogenetik bilimi kalıtımın sitoloji ve genetik yöntemleriyle; kromozomların yapısı, sayısı, görevi, hareketi ve bu özelliklerin genlerin iletimi, rekombinasyonu ve ekspresyonu ile ilgili sayısız varyetelerle ilgilenir [29]. Sitogenetik, sitoloji ve genetik bilimin kaynaşmasıyla meydana çıkan melez bir bilim dalı olarak tanımlanmıştır. Bir başka anlatım ile sitogenetik bilimi, kromozomların yapısını ve özelliklerini, somatik hücre bölünmesi sırasındaki davranışlarını (mitoz), üreme sırasındaki germ hücre bölünmesini (mayoz) ve fenotip üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır [30]. Ayrıca kromozomal mutasyonlara sebep olan faktörlerin yanı sıra kromozomal olmayan kalıtsal faktörlerde sitogenetiğin araştırma konusudur [31, 32].

Bugüne kadar yapılan sitogenetik araştırmalarda, çoğu bitki ve hayvan türüne ait kromozomların morfolojisi, sayısı ve eşey kromozom sistemleri belirlenmiştir. Ayrıca kanser tanısı ve bitki ıslahı gibi birçok farklı alanlarda karyotipleme metodundan faydalanılmıştır [33, 34].

2.2.1. Hücre

Canlının yaşamsal faaliyetlerini taşıyan, yapı ve görev bakımından en küçük birimine hücre denir ve yaşamsal organizmaların hepsi hücrelerden oluşur [35]. Hücreler, “prokaryotik” ve “ökaryotik” olarak iki farklı gruptan oluşur. Bakteriler, arkelerde ve mavi-yeşil alglerde yönetici molekül bir zarla çevrili olmadığı ve herhangi bir zarlı organelleri olmadığından prokaryot hücre grubunu meydana getirir. Ökaryotik canlıları hayvanlar, bitkiler, protistalar ve funguslar oluşturur. DNA’larının yeri farklı olması prokaryotik ve ökaryotik hücreler arasındaki farktan kaynaklanır. Ökaryotik hücredeki DNA genetik materyali genellikle, çift katlı zarla çevrili bir organel olan “çekirdek” içinde bulunur. Prokaryotik hücrelerdeki DNA genetik materyali ise zarla çevrili olmayan bir bölgede yoğunlaşır ve bu bölgeye “nükleoid” adı verilir [35, 36].

Hücrelerin tümü farklı temel özellikleri paylaşırlar. Hücreler genel olarak “hücre zarı” olarak adlandırılan seçici geçirgen bir zarla çevrilidir. Hücrelerin iç bölgesinde hücre altı üyelerinin asılı olduğu kolloidal yapıda bir madde olan sitoplazma bulunur. Ökaryot hücreler, üç bölümden oluşur: Bunlar; hücre zarı, sitoplazma ve çekirdektir [37].

2.2.2. Hücre zarı

Hücrelerin hepsinin çevresinde hücreyi iç ve dış ortamdan ayıran oldukça ince bir zar vardır. Bu zar; plazmalemma veya plazma zarı olarak adlandırılır. Plazmalemma, genellikle 8,5-10 nm kalınlığındadır ve içerisindeki moleküllerle, hücre için ihtiyaç duyulan birçok faaliyeti düzenli biçimde sürdürür [38].

Hücre zarı, seçici geçirgen özelliği ile hücre ve dış ortamı birbirinden ayıran yapıdır. Hücrelerin birbirleriyle iletişimini sağlayan hücre zarı aynı zamanda artık maddelerin, besin maddelerinin hücreye giriş ve çıkışını düzenler ve hücreye şekil verir. Hücre zarının yapısını yağ, protein ve karbonhidrat molekülü oluşturur [39].

Tüm hücrelerde yer alan hücre zarı hücreyi dış faktörlerden korur [40]. Hücreyi çevreleyerek iç ve dış ortamları birbirinden ayırır. Hücre zarı seçici geçirgen yapısı özelliğiyle hücre dışındaki istenmeyen materyallerin girişini ve ihtiyaç duyulmayan metabolitlerin çıkışını sağlar [41]. Bu sayede hücrenin iç ve dış ortamı arasındaki su, besin ve atıkların faaliyetleri plazma zarı ile düzenlenir [40].

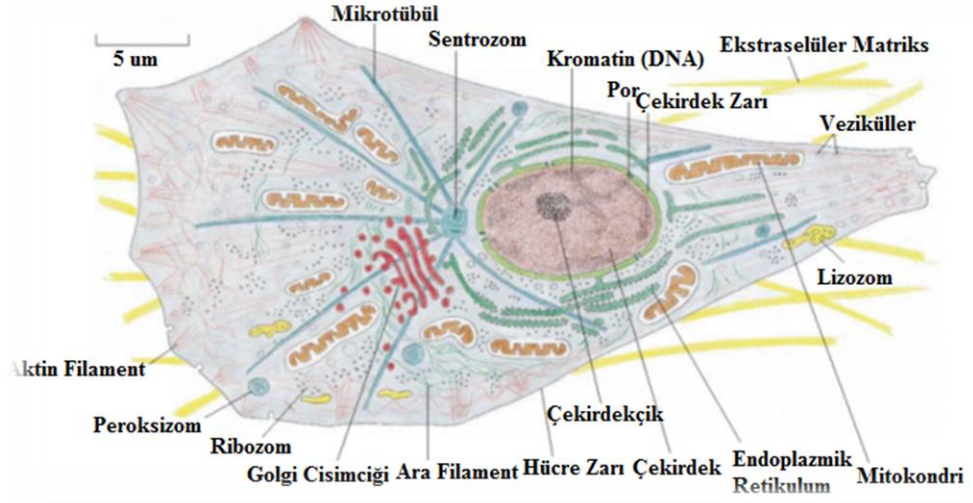
2.2.3. Sitoplazma

Sitoplazma, sitozol ve organellerden meydana gelir [42]. Hücrenin yaklaşık yarısını sitoplazma oluşturur ve hücre içerisinde bulunan organellerin hareketini de gerçekleştirir. Yapısında makromoleküllerin yapımını ve mikromolekülleri parçalayan enzimleri içerir [43].

Hücre iskeleti mikrofilamentler, mikrotübüller ve ara filamentler olarak üç farklı gruptan meydana gelir [44]. Mikrofilamentler 6 nm çapla en ince fibriller iken mikrotübüller ise 25 nm çapla kalın fibriller olup sert, güçlü ve elâstik içi boş silindir biçimindedir. Ara filamentler ise çapları 10 nm olan fibrillerdir ve intermedier olarak da isimlendirilir [45].

Sitoplazma, ortamda asılı hâlde, özelleşmiş şekil ve faaliyetlere sahip zarla çevrili farklı organellere sahiptir [35]. Sitoplazma içerisinde mitokondri, golgi, sentriyoller, mikrotübüller, ribozom, endoplazmik retikulum, çekirdek ve lizozom organelleri yer alır [46].

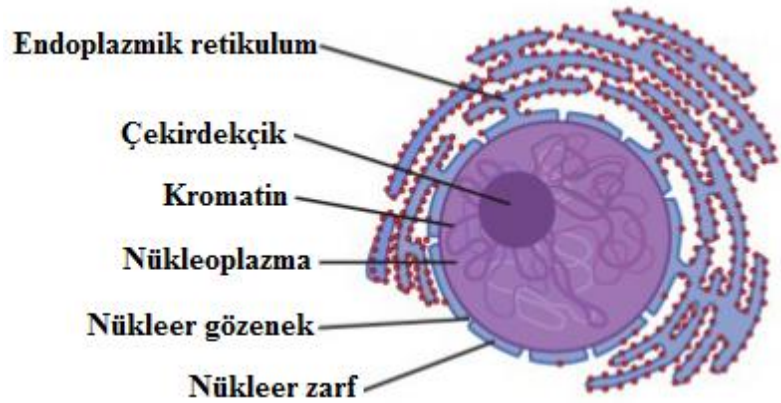
Mitokondri; mantarlar, hayvanlar, bitkiler ve çoğu protista dâhil olmak üzere, ökaryotik hücrelerin tümünde vardır. Hücrelerden bazıları tek ve büyük bir mitokondri içermektedir [35]. Mitokondri yapısında iki zar bulunur ve mitokondriyi çevriler. İç zar krista adı verilen kıvrımlar içerirken dış zar düz yapıdadır [5, 41]. Mitokondrilerin boyları genellikle 0,2-5 mikron arasında ve 5-6 tanesi uç uca birleşerek bir iplik şekli oluşturur. Spesifik DNA'ya sahip tek organel hayvan hücreindedir. Hücre çekirdeğinden ayrı bir DNA, mitokondriye kısmen otonom metabolizma aktivitesi ve kendi başına bölünme yeteneği verir. Hücre içindeki mitokondriler oksijenli solunum merkezini oluşturur ve enerji oluştururlar (Şekil 2.6.) [47].



Şekil 2.6. Hayvan hücresi görüntüsü ve organelleri [35].

2.2.4. Çekirdek (Nükleus)

Çekirdek, ökaryotik hücrelerin çoğalabilmeleri ve yaşamlarını sürdürebilmesi için gerekli olan bütün metabolizmik reaksiyonları düzenleyen ve yöneten genetik emirleri içeren en büyük organdır. Çift zarlı bir kılıf ile çevrelenir ve ortalama 5 µm çapı vardır. İç zar; nükleus laminası olarak isimlendirilen ağısı, fibrilli bir katman bulunur. Bu filamentler; laminler A, B ve C olarak adlandırılan üç proteinden oluşur. Profaz safhasında, lamin proteinlerinin fosforilasyonu ile çekirdek zarı yok olur. Lamin proteinlerinin defosforilasyonu ile de kromozomların çevresinde yeniden nükleus zarının meydana gelmesi sağlanır [45]. Sitoplazma ile nükleus arasında taşımada görevli özel proteinler yer alır (Şekil 2.7.) [35].



Şekil 2.7. Çekirdeğin genel görüntüsü ve kısımları [48].

Hücrelerin bölünme hâlinde olmadıkları evre interfaz evresidir. İnterfaz evresi mitoz arası veya ara evre olarak bilinir. İnterfaz hâlinde bulunan her hücrenin çekirdeği hücre biçimine ve kullanılan fiksatife göre farklı olabilen bir karmaşıklık gösterir. Canlı hücrelerde çekirdek ışık mikroskobunda, homojen yapıda ve ışığı çok kırıp yansıttığı için parlak renkte aynı zamanda da genellikle yuvarlak bir yapı biçimindedir [49].

Hücreyi faz kontrast mikroskobu ile incelediğimizde canlı hücre çekirdeğinde iplikli bir yapıyla karşılaşırız. Bu iplikli yapıya ‘‘kromatin’’ adı verilir. Kromatin, çekirdek içinde küçük gruplar hâlinde olabileceği gibi düzgün bir şekilde dağılmış biçimde de yer alabilir. Çekirdekte gerçekleşen hücre döngüsü sırasında kromatin yoğunluğu farklılık gösterir. İnterfaz evresinde, hücre kromatininin çoğu kısmı çekirdek içine dağılmış hâldedir ve yoğunlaşmamıştır. Bu hâlde bulunan kromatin iplikçiklerine ‘‘ökromatin’’ denir. Hücre döngüsünün bu devrinde genetik materyal hücre bölünmesi için iki kat çoğaltılmış ve genler kopyalanmıştır. İnterfaz çekirdeklerinde bulunan ökromatinin geneli 30 nm’lik boyunda yaklaşık 50 ile 100 kb’lık DNA içeren geniş ilmikler içinde organize olmuş iplikçik şeklindedir. Ökromatinin aksine interfaz anında, kromatinin yaklaşık % 10’u yüksek oranda yoğunlaşmış hâldedir ve kopyalanma için inaktif durumda bulunur. Bu durumdaki yoğunlaşmış ve inaktif durumdaki kromatin iplikçiklerine ‘‘heterokromatin’’ adı verilir. Bu heterokromatin iplikçikleri telomerler ve sentromer bölgesinde yer alırlar. Hücreler yapısal heterokromatin ve fakültatif heterokromatin olarak iki farklı tip heterokromatin içerir. Yapısal heterokromatin, hiçbir şekilde kopyası oluşturulmayan, sentromerde satellit (uydu) diziler şeklinde DNA dizilerini içerirken, fakültatif heterokromatin, incelenen hücrelerde kopyalanamayan dizileri içerir. Bu sebeple, fakültatif heterokromatinin sayısı hücrenin kopyalama işlevine göre değişir [50].

Ökaryotik hücreleri prokaryotlardan ayıran en temel faktörlerden birisi hücrelerde zarla çevrili bir çekirdeğin varlığıdır. Çekirdek içerisinde genomu içermesiyle, hem hücrenin merkezi kontrol görevini alır hem de genetik bilgiye ulaşımı sağlar. DNA’nın replikasyonu, transkripsiyonu ve RNA işlenmesi olaylarının hepsi çekirdekte oluşur [51].

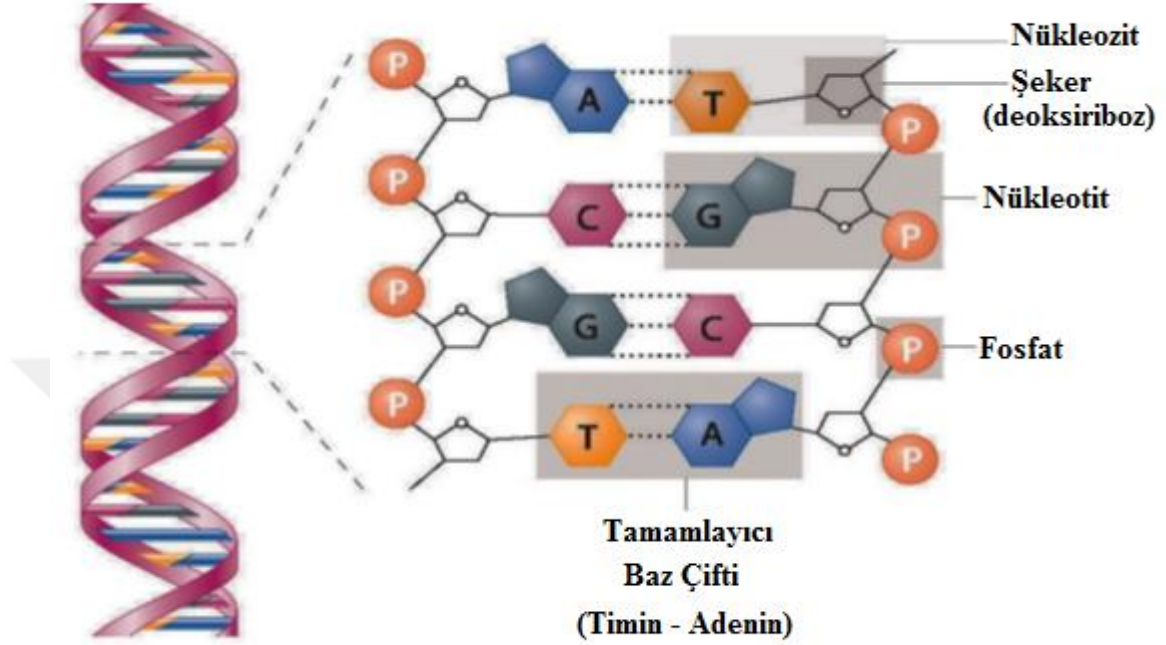
2.2.5. Nükleik Asitler ve DNA

DNA genetik materyalinin ilk keşfi 1869 yılında Friedrich Miescher adlı bilim insanının yapmış olduğu çalışmalarda ortaya çıkmıştır. Miescher tarafından bu madde “nüklein” olarak isimlendirilmiş olmasına rağmen 1889 yılında Richard Altman adlı bilim insanı “nükleik asit” ismini vermiştir. 1944 yılında ise Avery, McCarty ve Macleod adlı bilim insanları tarafından nükleik asitlerin kalıtım materyali olduğu kanıtlanmıştır [52].

Nükleik asitler, yaşamın devamlılığında anahtar makro moleküllerdir. Bir hücrenin genetik planını ve hücrenin işleyişi için talimatlar taşırlar. İki ana nükleik asit türü vardır ve bunlar; deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asittir (RNA)’dır. DNA, tek hücreli bakterilerden çok hücreli memelilere kadar tüm canlı organizmalarda yer alan genetik materyaldir. RNA ise, çoğunlukla protein sentezinde görev alır. DNA moleküllerinin çekirdeği ayrılmaz, bunun yerine hücrenin geri kalanıyla haberleşmek için bir RNA aracısı kullanır. Diğer RNA türleri de protein sentezinde ve düzenlenmesinde aktif rol oynar. DNA ve RNA, nükleotidler olarak bilinen monomer yapıtaşlarından meydana gelir. Nükleotitler, bir polinükleotit, DNA veya RNA oluşturmak için birleşir. Her nükleotid üç bileşenden oluşur: azotlu bir baz, bir pentoz (beş karbonlu) şeker ve bir fosfat grubu. Bir nükleotitteki her azotlu baz, bir fosfat grubuna bağlı olan bir şeker molekülüne bağlıdır [48].

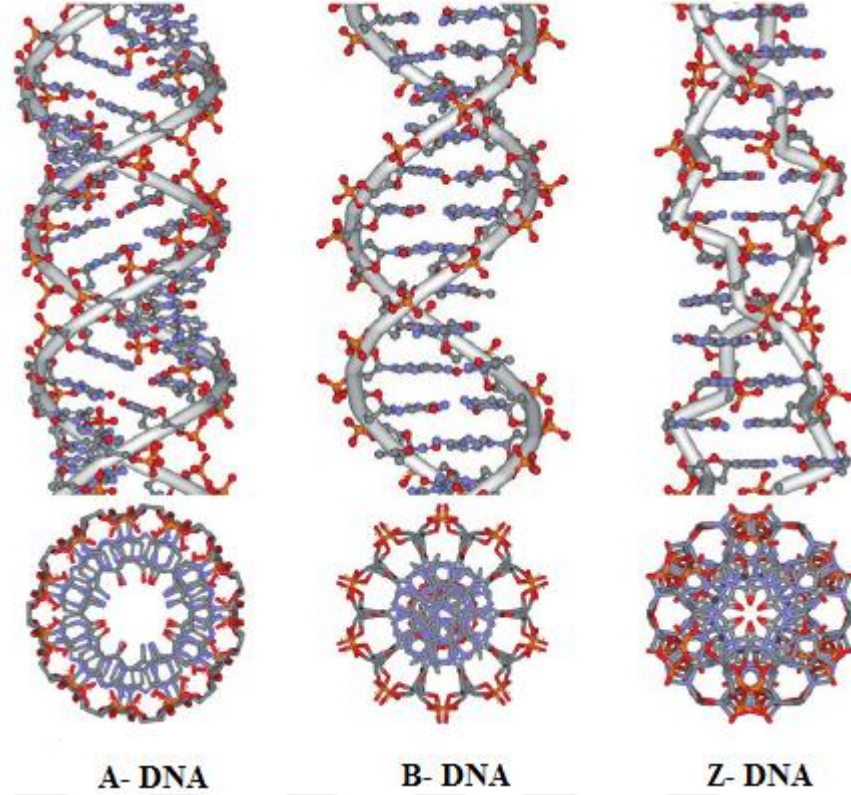
Nükleik asitlerin yapısına katılan iki farklı 5 karbonlu şeker vardır, biri riboz diğeri deoksiribozdur. Deoksiribozun 2' pozisyonunda H varken ribozunkinde OH bulunur. Riboz şekeri RNA nükleotitlerinin yapısına katılırken deoksiriboz DNA nükleotitlerinin yapısına katılır. 2' pozisyonu dışında 5 karbonlu şekerlerin diğer üç pozisyonu DNA ve nükleotit yapısının oluşmasında görev alırlar. 5 karbonlu şekerin 1' ucuna halkasal baz molekülü bağlanırken 5' ucuna fosforik asit molekülü bağlanır. Bir nükleotitin yapısına katılmış hâldeki 5 karbonlu şekerin (riboz veya deoksiriboz) 3' ucu nükleik asit polimerleşmesi esnasında yapıya yeni bir nükleotitin bağlanma noktası olarak işlev yapar. Bu durumda bir nükleotit polimerinin uzaması 3' pozisyonundan gerçekleşir. Nükleotit yapısına yer alan bazlar iki gruptur: pürin bazları ve pirimidin bazları. Pürin bazları adenin (A) ve guanin (G) olup bir çift aromatik halkadan oluşur. Pirimidin bazları ise tek aromatik halkadan oluşan sitozin (C) ve timin (T) bazlarıdır. Nükleotit oluşurken bu

bazlardan biri 5 karbonlu şekerin 1' konumuna bağlanırlar. Fosforik asit grubu (H₃PO₄) 5 karbonlu şekerin 5' ucuna bağlanarak nükleotit yapısında yer alır [53] (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Tamamlayıcı baz çiftleri ve Nükleotit-nükleozit yapısının şematik gösterimi [37].

Nükleotit yapısında bir glikozidik bağla bağlanmış baz ve pentoz kısmına nükleozid adı verilir. Glikozidik bağ şekerin 1' karbon atomuyla pürinin 9. lokasyonundaki, pirimidinin ise 1. lokasyonundaki (N1) azot atomu arasında oluşan bağdır [54]. DNA doğada çeşitli konformasyonlarda olabilir. Bu konformasyonlar aynı dizilimi içerir ve farklı genişlikte ve boydadır. DNA'nın iyi bilinen üç konformasyonu A, B ve Z formlarıdır [55] (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. DNA'nın çeşitli konformasyonlarından A-DNA, B-DNA ve Z-DNA'nın gösterimi [56].

RNA (Ribonükleik Asit), DNA'nın tersine tek zincirden meydana gelen bir polimer molekülüdür. Bu yüzden genellikle kendi üzerine katlanmış bir yapıdadır. DNA gibi RNA da nükleo bazlardan oluşur. RNA zinciri yapısında T yoktur onun yerine Urasil (U) olarak adlandırılan nükleo bazı vardır [57].

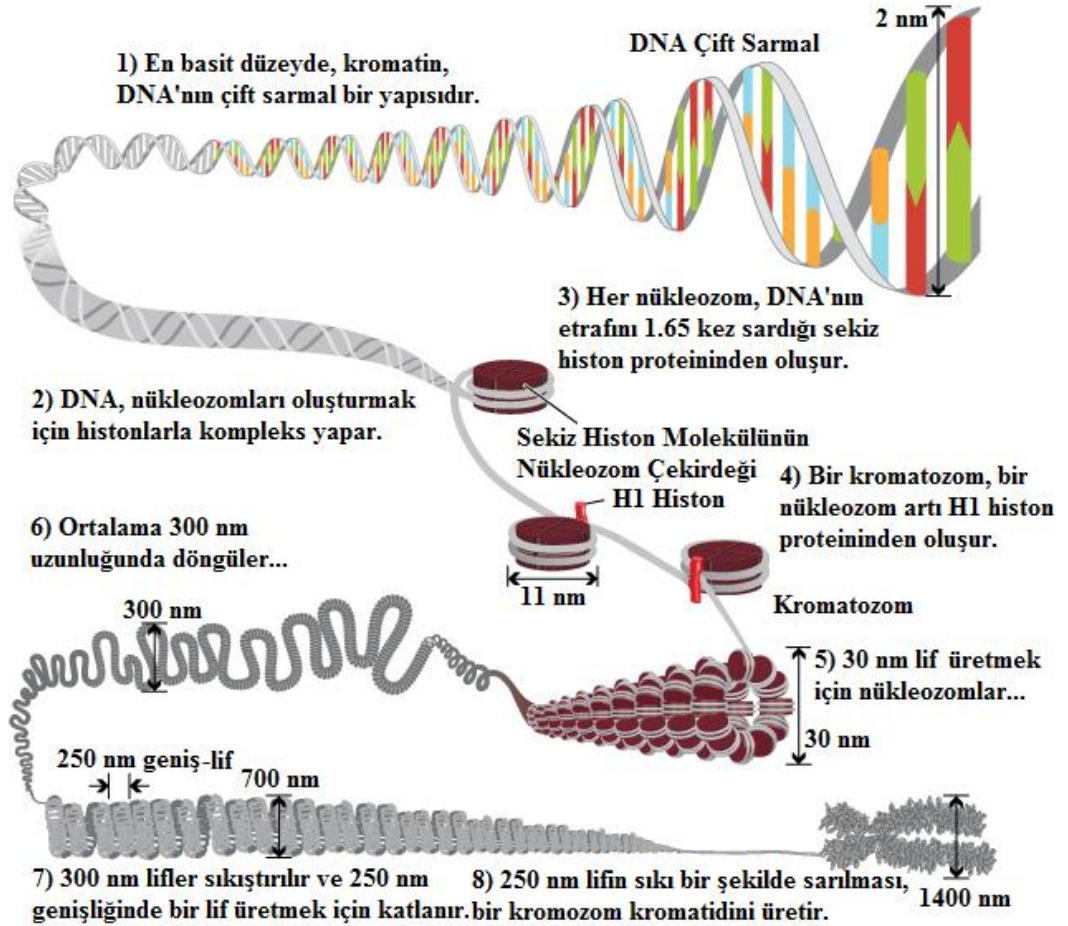
DNA'da adenin ile timinin ve guanin ile sitozinin eşit miktarda olduğunun açığa çıkması sonucunda Watson ve Crick (1953), DNA'nın moleküler yapısını meydana getirmiştir. Watson ve Crick DNA kalıtsal modeline göre, bir DNA molekülünde çift sarmal olarak adlandırılan birbirine paralel nükleotit zinciri bulunur. Bu nükleotit zincirinde her daim adenin timinle, guanin sitozinle karşılıklı olarak eşleşir ve bu yapıya komplementer baz çiftleri denir. Pürinlerin çift halkalı, pirimidinlerin tek halkalı yapısı sebebiyle bir pürin daima bir pirimidin ile eşleşerek iki nükleotit zinciri arasındaki fark korunarak paralel bir görüntü oluşur. DNA'nın iki zinciri birbirine antiparaleldir. İpliklerden birinin 5' ucu ile diğerinin 3' ucu aynı taraftadır. DNA çift sarmalında deoksiriboz-fosfat bölümleri molekülün dış kısmında, pürin ve pirimidin bazları ise helixin iç tarafında eksene dik olarak yer alır. DNA çift sarmalını oluşturan ve 2 ipliği bir arada tutan karşılıklı baz

çiftleri arasındaki H bağları, Van der Waals ve hidrofobik etkileşimlerdir. Çift sarmal içerisindeki bu H bağları, adenin-timin arasında iki, guanin-sitozin arasında üç tanedir [37].

2.2.6. Kromozomlar

Kromozom, kalıtım materyallerini sonraki nesillere iletilmesini sağlar. Nükleik asitler ve proteinlerden oluşmuş iplikli yapılar olan kromozomlar nükleik asit olarak deoksiribonükleik asit (DNA), protein olarak da genellikle bazik bir protein olan histon proteinlerini (H1, H2A, H2B, H3, H4) bulundurlar. Kromozomlar özellikle iki farklı düzeyde yararlıdır ve sibling türler dâhil, yakın akraba türler arasında karşılaştırma yapmaya yardımcıdır. Bu türler dış morfolojilerinden ziyade daha çok kromozomlarında çeşitlilik gösterir. Dolayısıyla sentromerlerin ve kromozomların tekrardan düzenlenmeleri, birleşmeleri, yer değiştirmeleri ve bölünmeleri akrabalık için önemli anahtarlardır [58].

Hücreler interfaz hâlinde veya bölünme hâlinde değilken bu dönemde iplik gibi uzun ve paketlenmemiş olan DNA materyali hücre bölünmesi sırasında spiral hâlini alır, kalınlaşır ve koyulaşarak kromozom oluşur. Bölünme hâlinde olan her kromozomda ikişer kromatit vardır. Kromatitler de kromonema adı verilen kromatin ipliklerden meydana gelmiştir. Kromatitleri oluşturan DNA iplikleri üzerinde adına kromomer denilen yuvarlak tanecikli yapılar bulunur. Kromozomların lokus denilen belli bölgelerinde bulunan DNA parçaları gen olarak adlandırılır. Gen ve genetik madde, özel bir polipeptit zincirinin aminoasit sırasını şifreler ve yavru hücrelere aktarır. Hücrelerin çoğalması ile birlikte yaşamsal olaylarının devamı ve düzeni genlerin kontrolü altındadır [59]. Her bir kromatidin içerisinde yalnızca bir tane DNA bulunur. Her iki kromatid, sentromerler aracılığıyla birbirlerine bağlıdır ve anafaz başında ayrılmıştır. İnterfaz evresinde kromozomlar kromatin ipliği şeklindedir. Hücre bölünmesi esnasında, kromatin iplikler yoğunlaşır. Böylece profaz sonuna kadar kromonema olarak adlandırılan çeşitli iplik benzeri yapılar görülür. Kromonema, anafaz ve metafaz evresinde yoğun hâle gelerek kromatid şeklini alır [60] (Şekil 2.10.).



Şekil 2.10. Kromozomal DNA, histonların yardımıyla mikroskopik çekirdeklerin içinde paketlenmesi [61].

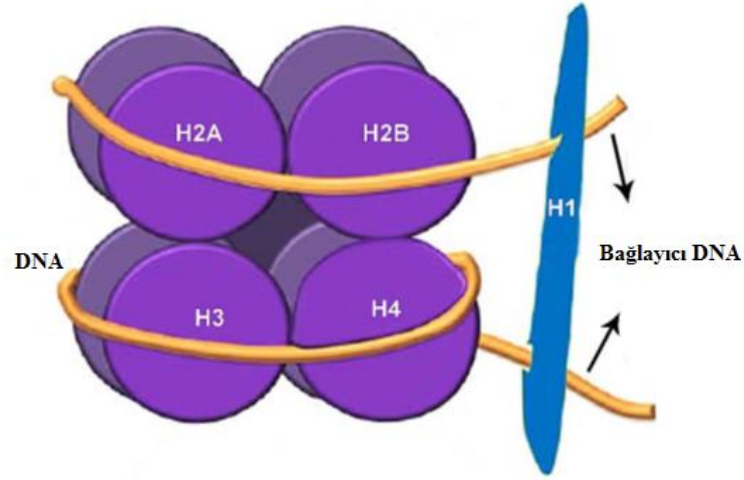
Kromozom şekli ve sayısı, canlı türüne özgüdür ve farklılık gösterir. Bu nedenle kromozomların sayısı, şekil ve yapılar arasında farklılıklar esas alınarak türlerin sınıflandırılması yapılır [62]. Kromozom sayısı bir organizmada hücreden hücreye ya da alt türler içerisindeki bireyden bireye sabittir. Gelişmiş özellikteki canlıların vücut hücrelerindeki kromozom sayısı diploid ($2n$) iken mayoz bölünme sonucu meydana gelen cinsiyet kromozom sayısı haploid (n)' dir. Diploid kromozomlarda genellikle birer çift yer alır ve şekilleri benzer olanlara "otozom" kromozom denir. Şekilleri farklı veya aynı olanlara ise "gonozom" (eşey kromozomları) denir. Ototomal kromozomlar sayı ile ifade edilir. Cinsiyet kromozomları olan gonozomlar ise "X" ve "Y" şeklinde gösterilir [63]. Hayatın devamlılığı, kromozomların sürekliliğine dayanır [47]. Kromozomların sayısı, uzunluğu ve biçimi akraba türler arasında benzer, tür içinde sabittir. Nadiren aynı türün birey topluluğunun içinde ve akraba türler arasında kromozomların yapısı ve sayısında değişiklikler mevcuttur [41].

DNA makromolekülünün proteinlerle birlikte oluşturduğu özel yapı kromatin olarak isimlendirilir. Ökaryotik hücrelerde, genom, proteinlerle kromatine paketlenir. Bu yüzden kalıtsal materyal kromatin formunda taşınır. Belirgin şekilde yüksek dereceli kromatin yapısı, DNA'nın 10.000 ila 20.000 kat kadar sıkıştırıldığı mitotik/mayotik kromozomdur. Metafaz kromozomları öz yapısal şekillere, bantlama düzenlerine ve belirli genlerin konumlarına sahiptir [63].

DNA ve bazı proteinler bir araya gelerek, ökaryotik kromatin ve kromozomların esas yapısal gövdesi olarak bilinen nükleozomu oluşturur. Luger ve ark. [64]'ları nükleozomun detaylı yapısını ortaya çıkartmışlar. Luger ve ark.'larının ortaya koyduğu modelde, nükleozom çekirdeği ve bağlayıcı DNA olmak üzere iki kısımdan oluşur. Çekirdek bölümünde çiftler halindeki H2A, H2B, H3 ve H4 histon oktamerleri, DNA bölümünde ise merkez histonu olarak isimlendirilen H1 yer alır. Histon H1, nükleozomların yapısında olmayıp, bağlayıcı DNA'nın nükleozoma giriş ve çıkış bölgesiyle ilişkilidir [65] (Şekil 2.11.).

Nükleozomların daha ileri paketlenmeleri H1 aracılığıyla olur. H1'in kromatin içerisindeki tam yeri belli olmamasına rağmen, kromatin yapısının desteklenmesinde ve kromatinin kondanse duruma gelerek kısalmasında görev aldığı bilinmektedir [63, 66]. Ortalama 200 baz çiftlik DNA'nın histon proteinleri etrafında sola iki dönüş yapmasıyla nükleozom partikülü oluşur [65].

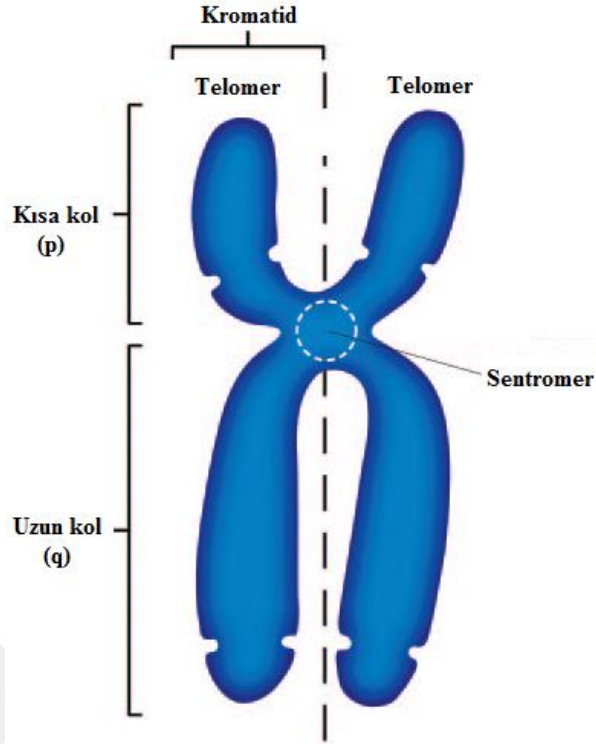
Nükleozomların ileri aşaması solenoid yapıdır. Solenoid yapıda nükleozomlar birbiri üzerinde düzenle paketlenerek DNA daha da yoğun hâle getirilir. Düzenle yoğunlaşmış nükleozomlar 30 nm kalınlığında sola dönümlü solenoid adı verilen yapıyı oluşturur [67]. Solenoid, DNA uzunluğunda ikinci bir kısalmaya sebep olur. İnterfaz hücresinde kromatin yapısı 30 nm çapında olan solenoid şeklinde bulunur. Son aşamada, 30 nm çapındaki solenoid yapının ilmek şeklinde katlanmalar oluşturmasıdır. İlmek şekilli katlanmalar, solenoid yapının uzunluğunun kısalmasına ve 300 nm boyutunda çıkıntılara sebep olur. Solenoid yapının oluşturduğu bu yapı, H1 histon proteinini içerir ve topoizomerez bakımından zengindir. Böylece DNA'nın boyu kısalarak kromozomlar meydana gelmektedir [35].



Şekil 2.11. Nükleozomların yapısı [68].

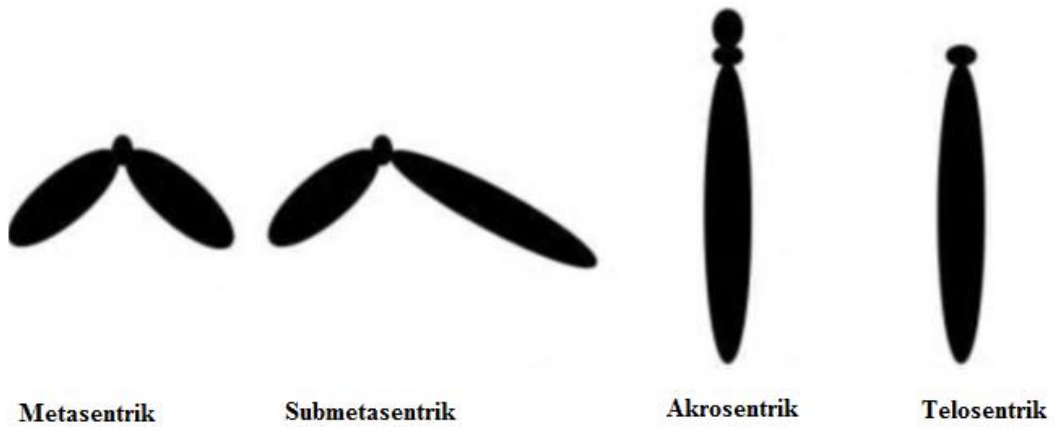
Kromozom morfolojik yapısı en net şekilde metafaz ve anafaz evrelerinde gözlemlenir [69]. Kromozomların uzunlukları en az 0,250 μm , genişliği ise 0,2-2 μm arasında değer alır ve organizmanın hücrelerinde yaklaşık aynı değerdedir [70]. Kromozomlar çoğunlukla aralarında açı bulunan iki koldan meydana gelir. Her kromozom p (petit=küçük) kısa ve q uzun koldan oluşur. Karyotip verilerinde sürekli olarak p kolu da üstte ve q kolu ise alttadır [71].

Kolların primer boğumla birbirinden ayrılmış biçimine “sentromer” (kinetokor) denir. Sentromerik DNA’ya kendine özgü proteinler bağlanır. Bu proteinler hücre bölünmesi esnasında mikrotübüllere bağlanmayı gerçekleştirir. Mikrotübüller ise hücre bölünmesi esnasında kromatidlerin birbirinden kopmasından sorumlu organeldir. Kromozomlarda sentromerin yer aldığı daralma bölgesine “primer boğum” (birincil boğum) denir ve kromozom kollarının açı oluşturması ile sekonder boğumlardan ayrılır [46] (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Kromozomun yapısını oluşturan bölümlerin gösterimi [72].

Sentromerin bulunduğu yer kromozom morfolojisinin saptanmasında önemlidir. Bir kromozomun adı, şekli ve sentromerin yerine göre adlandırılmaktadır [53,73]. Kromozomlar sentromerin yerine göre metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ve telosentrik olarak isimlendirilir. Sentromeri ortada yer alan ve iki kolu (p ve q) birbirine eşit olan kromozomlara “metasentrik”, sentromeri ortada olmayan ve kolları eşit olmayanlara “submetasentrik”, sentromer kromozomun bir ucunda ise akrosentrik, kromozomun tamamen ucunda ise “telosentrik” kromozom denir [74] (Şekil 2.13.).



Şekil 2.13. Sentromerin bulunduğu pozisyona göre dört tip kromozomun genel şematik gösterimi [59].

Genellikle kromozomun uç kısmında ‘Satellit’ denilen uzunca ya da yuvarlak bir yapı yer alır. Satellit, kromozoma ince bir kromatin ipliğiyle bağlıdır. Bu biçimdeki kromozomlara SAT kromozomlar adı verilir [73].

Kromozomların yapısal faaliyetleri mitozun metafaz ve anafazında kendine özgü olarak meydana gelir. Kromatitlerin kondenzasyonu nedeniyle kromozomların uzunluklarında önemli miktarda farklılıklar oluşur [75].

İnterfaz, metafaz ve profazda bazik boyalarla kuvvetli bir şekilde boyanan kromozomal bölgelere heterokromatin, daha soluk boyanan kromozomal bölgelere ise ökromatin adı verilir. Heterokromatin bölgelerin aktif genler taşıdığı saptanmadan önce bu bölgelerin genetik açıdan inaktif bölgeler olduğu kabul ediliyordu [62].

2.2.7. Hücre Bölünmeleri

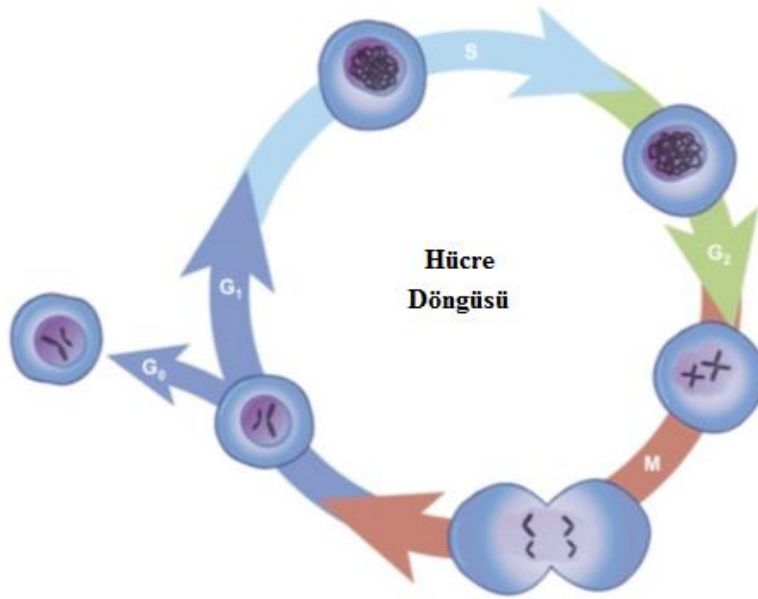
Ökaryotik hücreler bölünmelerini mitoz ve mayoz bölünme olarak iki biçimde tamamlar. Mitoz bölünme sayesinde genetik açıdan birbirinin eşdeğeri iki hücrenin meydana getirdiği hücre sayısı artar. Mayoz bölünme sonucunda kromozom sayısı yarıya iner ve hem genetik anlamda çeşitliliğin artmasında hem de kromozom sayısının döllenme bitişinde tekrar diploid duruma dönmesinde oldukça önemli bir görev alır [35].

Hücre döngüsü, interfaz (hazırlık) evresi ve mitoz bölünme evresi olmak üzere iki temel evreden meydana gelir [50]. Hücre döngüsünün esas amacı bölünme öncesi DNA'nın kendini eşlemesi ve bölünme sonunda meydana gelen iki yavru hücreye ilâve edilmesidir. Meydana gelen bu oluşumlar hem prokaryot hücrelerde hem de ökaryot hücrelerde benzerlik ve farklılıklar gösterir. Prokaryot hücrelerde bölünme ve DNA replikasyonu ökaryotlardan daha hızlı oluşur. Bakterilerde DNA kendini eşlemesinde DNA'nın kısalıp, yoğunlaşması ökaryot hücrelerinin aksine bakteri hücrelerinde net görülmez [76].

Hücre döngüsü sonucunda hücrenin büyüklüğünün ve içeriğinin iki katına çıkmaktadır. Hücre döngüsünün en önemli temel görevi genetik açıdan eş iki yavru hücrenin oluşumudur. Hücre döngüsünün S (Sentez) evresinde genetik materyal olan DNA'nın kopyalanması gerçekleşir. Genel bir memeli hücresinde S evresi 10-12 saat aralığındadır, bu süre hücre döngüsünün yaklaşık olarak yarısıdır. S evresini kardeş kromatitlerin zıt

kutuplara çekildiği ve hücrenin bölündüğü M (Mitoz) evresi takip eder. M evresi tipik bir memeli hücrelerinde bir saatten kısa sürede sonlanır [77].

Ökaryot hücrelerinde hücrenin protein kütlesini ve organellerini iki katına çıkarması ve hacimce büyümesi için S/M evreleri arasında G₂ (Gap 2) ve M/S evreleri arasında G₁ (Gap 1) evreleri gereklidir. G₁ evresi sonunda hücre dışı koşulların uygunluğuyla bölünme ve büyüme sinyallerinin varlığı denetlenir. Koşullar elverişli, büyüme ve bölünme sinyalleri mevcutsa hücre döngüsü S evresiyle devam eder. Koşullar elverişli olmadığından hücre G₀ (Gap 0) evresine geçebilir veya G₁ evresini yavaşlatabilir. G₀ evresi hücrenin tekrar çoğalmaya başlamadan önce günler, haftalar ve yıllar boyunca kalabileceği özel bir durgunluk evresidir. G₁, S ve G₂ evreleri interfaz adını alır ve interfaz bir günlük bir hücre döngüsünün yaklaşık 23 saatini oluşturur. G₀ evresi hücre veya organizma ölünceye kadar devam edebilir [77] (Şekil 2.14.).



Şekil 2.14. Hücre yaşam döngüsü [78].

Ökaryot hücrelerde hücre döngüsü karmaşık bir düzenleyici protein ailesi tarafından yönetilir. Bu protein ailesi siklin bağımlı kinazlar (Cdk) ve bunlara bağlanan siklinlerdir. Siklinler hücre döngüsünde görev alan proteinlerin fosforilasyonunu gerçekleştirmek için bağlandıkları Cdk'nin üç boyutlu yapısını değiştirirler [79].

2.2.7.1. Mitoz Bölünme

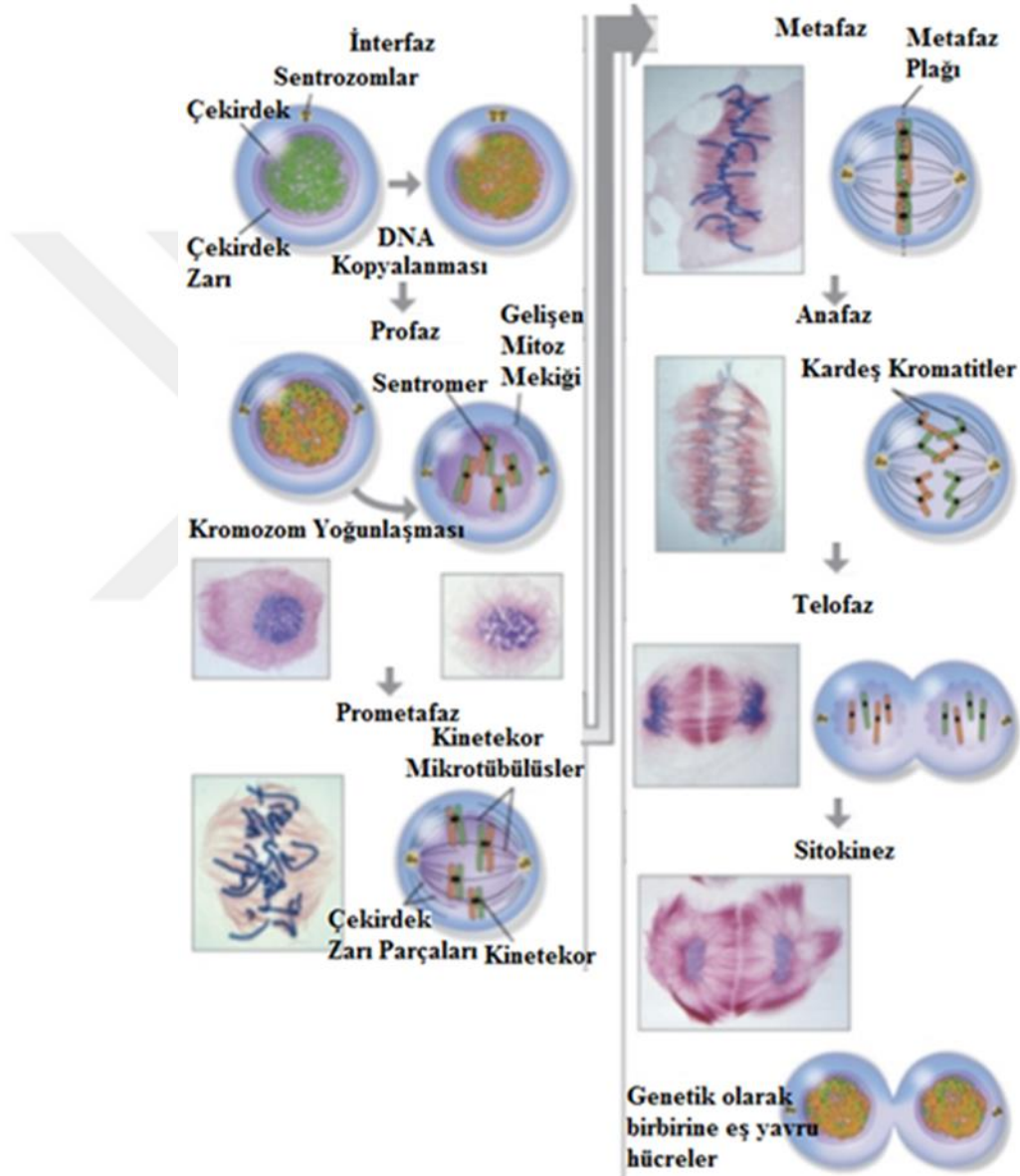
Mitoz iğsi, ipliksi anlamına gelmektedir. Bölünmeye bu ismin verilmesinin sebebi ise çekirdekte izlenen iğsi, ipliksi görünümüdür. Mitoz, vücut hücrelerinde oluşan bir bölünme şeklidir. Cinsiyet hücreleri olan yumurta ve sperm hücrelerinde ise mayoz bölünme gerçekleşir. Mitoz bölünme yaklaşık 1-3 saat sürer ve birbiri ardına devam eden profaz, metafaz, anafaz ve telofaz aşamalarından oluşur. Bu olay boyunca hücrenin şimdiye kadar iki katına çıkardığı organeller ve genetik malzemenin, eşit olarak ikiye bölünmesi ile tamamlanır [80].

Bir hücrelilerde üremeyi, çok hücrelilerde ise zigottan itibaren gelişme ve büyümeyi elde eden mitoz bölünme çeşitli hücrelerde değişik sıklıkta oluşmaktadır. Çekirdek bölünmesinin olduğu mitozda bir çekirdekten her biri eşit miktarda kromozom içeren iki yavru çekirdek meydana gelir. Meydana gelen bu çekirdeklerin her biri aynı genetik özellikleri vardır [54]. Çekirdek bölünmesini (karyokinez) sitoplazma bölünmesi (sitokinez) takip eder. Bölünme durumunda olmayan hücrelerin yer aldığı bu hâle hazırlık evresi veya interfaz evresi denir. Bölünme geçirecek hücreler için DNA'nın iki katına çıkma aşaması olan interfaz iki mitoz arası geçen süredir. Bu zaman içerisinde hücre G1 fazında DNA replikasyonu için hazırlık yapar, S fazında DNA'sını replike eder ve G2 fazında bölünme esnasında metabolizma durduğundan ATP depolayarak bölünmeye hazırlık sağlar [75]. G2 fazı, hücrenin metabolik değişikliklere uğradığı, hücre boyutunun artmasına ve mitoz ve sitokinez aşamaları için gerekli olan sitoplazmik malzemelerin toplanmasına yol açtığı mitozdan önce gelir. G1, S ve G2 aşamaları interfaz olarak bilinir. Mitoz sırasında hücre nükleer madde bölünmesine (karyokinez) ve ardından sitoplazma bölünmesine (sitokinez) uğrar [81].

Genellikle mitoz hücre bölünme; bölünme safhası olan Mitoz (M) ve mitoz hazırlık safhası olan interfaz olmak üzere iki kısımdan oluşur [37].

İnterfaz Safhası: Mitoz bölünmenin gerçekleşmesi için gerekli hazırlıkların olduğu safhadır. Bu safhada hücre büyüme ve bölünme için ihtiyacı olan proteinler ve makro moleküller (DNA, RNA) sentezlenir. Hücre yaşam döngüsünü oluşturan G1, S, G2 fazlarının her biri interfaz safhası oluşturur. Hücreler interfaz safhası boyunca sabit bir hızda artar. Hızlı çoğalan embriyonik hücrelerin dışında, bazı hücre (sinir hücreleri, kas

hücreleri gibi) bölünmeyi tamamıyla durdurur ve bazıları da sadece nadiren ihtiyaç duyulduğunda bölünür. Bu ikinci tip hücreler böbrek ve akciğer, karaciğer ve deri fibroblast hücreleridir. Bu hücreler metabolik olarak aktif oldukları, uygun bir hücre dışı sinyali almadıklarında, çoğalmadıkları bir faz olan G0 fazına girmek üzere G1 fazından çıkarlar [82] (Şekil 2.15.).



Şekil 2.15. Mitoz hücre bölünmesi evreleri ve interfaz aşamasında kromozomlar [78].

Bölünme Safhası

İnterfaz safhasıyla hücre döngüsüne girmiş olan M safhasını ya da hücre bölünme safhasını da gerçekleştirerek hücre döngüsü biter. Bu durumda, genetik ve morfolojik açıdan birbirinin aynı olan iki yeni hücre meydana gelir. M safhası; Profaz, metafaz, anafaz ve telofaz olarak dört evreye ayrılır [82] (Şekil 2.16).

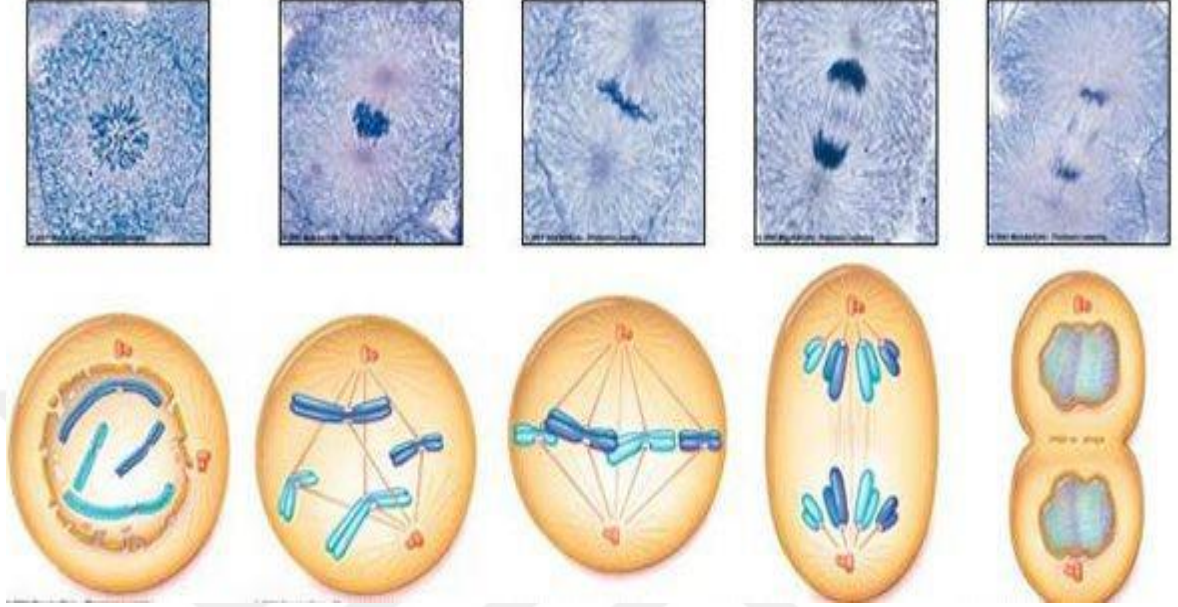
Profaz: Mitozun ilk aşaması olan bu evrede dağınık durumundaki genetik materyal kondense olmaya başlar. Her bir kromozom sentromerden birbirine bağlı iki kromatitten oluşur [37]. Profazın son aşamasında çekirdek zarı ve çekirdekçik kaybolur, iğ iplikçikleri çekirdek bölgesine doğru uzanır. Kromozomların sentromer bölgelerinin her iki yüzünde kinetokor denilen yapılar meydana gelir ve kinetokorlardan kinetokor iplikçikleri uzanır [83]. Profaz sırasında, kopyalanmış kromozom çiftleri, yoğunlaşma ve sıkıştırma işlemine tabi tutulur. Her bir kopyalanmış kromozom çifti, sentromer adı verilen belirli bir yerden birleştikleri iki kardeş kromatitten oluşur. Sentrozomlar, uygun kromozom hizalaması ve ayrılması için gerekli olan mitotik iğleri oluşturmak üzere hücrenin her kutbuna göç etmeye başlar [81].

Metafaz: Kromozomlar metafaz plağı olarak adlandırılan ekvatorial düzlemde sıralanırlar ve sentromerlerinin her iki tarafından iğ ipliklerine tutunurlar. Kromozomlar kutuplarda yer alan asterlerden eşit uzaklıkta hücrenin orta noktasındaki bölgeye toplanmaya başlar ve iğ iplikçiklerine 90° açı yapar. 90° lik açı pozisyonu kinetokorlar sayesinde oluşur [83].

Anafaz: Anafaz evresinde, sentromer ikiye ayrılır ve iğ ipliklerine tutunmuş halde olan her bir kardeş kromatid kutuplara doğru çekilir. Bu durumda kromozomlar tipik şekillerini gösterirler (metasentrik, submetasentrik, akrosentrik, telosentrik). Evrenin sonuna doğru genellikle sitokinez oluşmaya başlar [38].

Telofaz: Kromozomlar kutuplara çekildiğinde bu kromozomların çevresinde çekirdek zarı belirginleşir ve kromozomlar profazdakinin aksine yeniden çözülmeye başlar. Bir yandan da sitoplazma bölünmesi (Sitokinez) meydana gelir [38]. Kromozomlar uzamaya ve interfaz görünümüne tekrar dönmeye başlar. Böylece çekirdek zarı oluşmaya, iğ iplikçikleri kaybolmaya, çekirdek ve çekirdekçik oluşmaya başlar. Bu aşamada çekirdek

bölünmesi tamamlanır. Hücre bölünmesi telofazda devam eder ve her biri bir çekirdeğe sahip iki hücre meydana gelir [83].



Şekil 2.16. Mitoz bölünme safhaları: Profaz, Metafaz, Anafaz, Telofaz ve Sitokinez safhalarının şematik gösterimi [84].

Sitokinez: Sitokinez evresinin oluşması hücre bölünmesi tamamlanır ve artık sitoplazma bölünmesine geçilir. Sitokinez evresinin aşamaları hücre tipine göre farklılık meydana getirir. Bitki hücrelerinde ara lamel oluşumu ile oluşan sitokinez, hayvan hücrelerinde boğumlanma şeklindedir. Sitokinez evresinin aşamaları tamamlandığı zaman birbirinden bağımsız 2 hücre hazır hâdedir [85, 86].

2.2.7.2. Mayoz Bölünme

Mayoz, diploid bir hücreden haploid hücreler yapan özel bir hücre bölünmesidir. Ökaryotlarda ve diploid organizmalarda cinsel üreme için gereklidir ve yumurta ve sperm gibi gametler üretir. Eşeyli üremenin, çeşitlilik ürettiği ve tür içindeki genetik materyalleri karıştırdığı için türlerin uzun süreli hayatta kalması için gerekli olduğu düşünülmektedir. Kromozom sayılarını azaltan mayoz iki zıt süreçten oluşur: haploide diploid ve iki haploid hücrenin füzyonu ile diploid durumu eski hâline getiren konjugasyon (döllenme). Mayoz, rekombinasyon ve kromozom ayrımı sayesinde çeşitlilik sağlar. Mayoz bölünme sırasında yanlış ayrılma, döl veya döllenmiş yumurtalarda anöploidi ile sonuçlanır. İnsanlarda, tüm yumurtaların %20'sinin

anöploidler olduğu ve bunların çoğu, oositlerdeki kromozomların yanlış ayrılmasının sonucu olduğu bildirilmektedir [87]. Bu durumun sonucunda, insanlarda kısırlığın, düşüklerin ve Down sendromu gibi doğum kusurlarının başlıca nedenlerini oluşturur. Tıbbi önemine rağmen, insanlarda mayotik kromozom ayrımının moleküler mekanizmaları hakkında çok az şey bilinmektedir. Mayoz bölünmeyi anlamak sadece kendi amaçları için önemli değildir, aynı zamanda mitozun temel düzenlenmesine dair benzersiz bilgiler sağlar. Birçok mükemmel inceleme zaten mayozun belirli yönlerini kapsamaktadır, bu inceleme, mitozdan farklı olan temel mayotik olayları ve moleküler düzenlemeyi vurgulayarak bir genel bakış sunar [88].

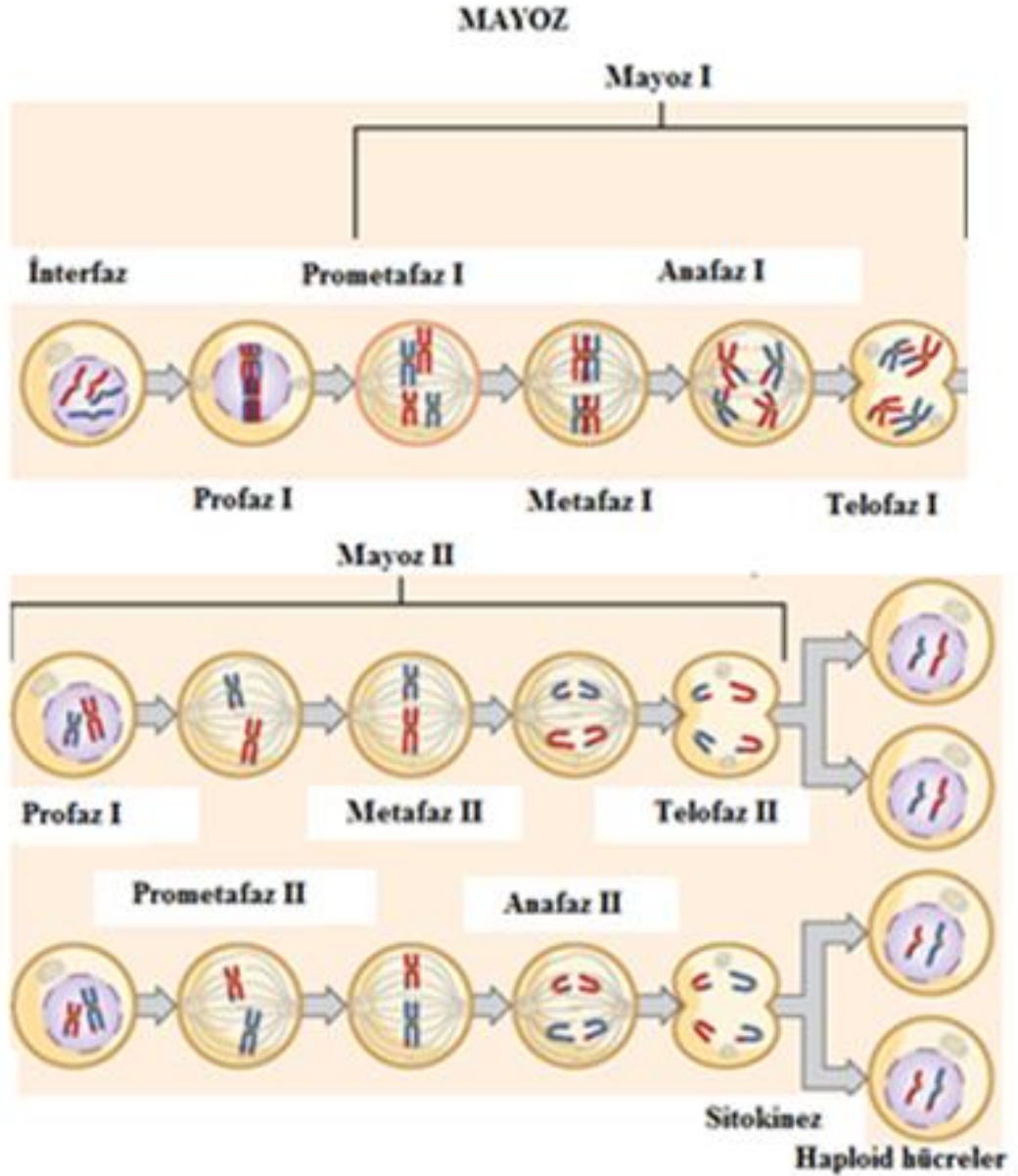
Mayoz-1

İnterfaz: Mayozdan önce, mitozdan önceki safhalar ile hemen hemen benzer olan G1, S ve G2 fazlarından oluşan bir interfaz aşaması gelir. Birinci boşluk fazı olarak da adlandırılan G1 fazı, interfazın ilk fazıdır ve hücre büyümesine odaklanır. S fazı, kromozomların DNA'sının kopyalandığı, interfazın ikinci aşamasıdır. Son olarak, ikinci boşluk fazı olarak da adlandırılan G2 fazı, interfazın üçüncü ve son fazıdır; bu aşamada hücre mayoz bölünme için son hazırlıklara girer. S fazındaki DNA kopyalanması aşamasında, her kromozom, kohezin proteinleri tarafından sentromerde bir arada tutulan kardeş kromatitler de denilen iki özdeş kopya üretmek için çoğaltılır. Kohezin, kromatitleri anafaz II'ye kadar bir arada tutar. Mayotik için mikrotübüllerini organize eden yapılar olan sentrozomlar da çoğalır. Böylece, hücreyi ilk mayotik faz olan profaz I'e girmeye hazırlar [89].

Profaz- 1: Profaz I'in başlarında, kromozomlar mikroskopik olarak net olarak görülür. Nükleer zarf parçalanmaya başladığında, homolog kromozomlarla ilişkili proteinler çifti birbirine yaklaşır. Homolog kromozomların sıkı bir şekilde eşleşmesine sinaps denir. Sinaps mitoz bölünme sırasında görülmez. Sinapsta homolog kromozomların kromatitlerindeki genler, birbirleriyle tam olarak hizalanır. Kardeş olmayan homolog kromatitler arasında bir kromozom segmenti değişimi oluşur ve buna "crossing over" adı verilir. Çaprazlama olayları, mayoz bölünme tarafından üretilen ilk genetik çeşitliliğin kaynağıdır [89].

Uzun süren bir safhadır. Bu evrede kromozomlar kısalıp kalınlaşmaya başlarken, atalardan gelen homolog kromozomlar sinaps şeklinde yan yana paralel uzanırlar ya da birbirinin üzerine kıvrılırlar. Her bir kromozom iki kromatitten oluştuğundan, homolog kromozomlar “tetrad” olarak adlandırılan dörtlü demetler biçimindedir. Canlılarda homolog kromozom kadar tetrata rastlanmaktadır ve insanda 23 tanedir. Profaz-I evresinde kromozomların sentromerleri birleşik hâldedir ve dört kromatit için yalnız iki sentromer bulunur. Mayoz bölünmenin bu aşamasında tetradlar arasında parça değişimi meydana gelir. Parça değişimi canlılarda tür içinde çeşitliliği oluşturur. Safhanın sonunda çekirdek zarı parçalanarak kaybolur. Bu genetik olayların karmaşıklığından dolayı profaz-1 evresi leptoten, zigoten, pakiten, diploten ve diyakinez olmak üzere beş alt evreye ayrılmıştır [38] (Şekil 2.17.).

Leptoten safhası, kromozomların iplik şeklini aldığı ve üzerlerinde boncuk taneleri gibi dizilmiş kromomerlerin oluştuğu kademedir [52, 62]. Zigoten evresi, kromozomların kısalıp kalınlaşmaya devam etmektedir. Sinaptonemal kompleks olarak isimlendirilen yapıyla homolog kromozomlar birleşerek bivalentleri meydana getirir. Bu safhada eşleşmemiş kromozomlara “univalent kromozom” denilir [37, 50, 62]. Pakiten evresinde, kromozomların kısalıp kalınlaşması sürerken homolog kromozomların kardeş olmayan kromatidleri arasında parça değişimi ya da diğer adıyla “Krossing-over” oluşur. Krossing-over yani parça değişimi genetik çeşitliliğin oluşmasını sağlayan en önemli etkenlerdendir [38]. Diploten evresi, profaz I’in en uzun süren evresidir. Diplotende sinaptonemal kompleks kaybolurken homolog kromozomlar parça değişim yerleri olan kiyazma bölgeleri dışında birbirlerinden tam anlamıyla ayrılırlar [50, 52]. Diakinez evresinde ise iğ ipliklerinin oluşumu sonlanır. Kromozomlar bu evrede tamamen kısalıp kalınlaşmış haldedir. Kromatidlerin uçlarına doğru ilerleyen kiyazma noktaları terminalizasyon adı verilen olayı oluşturur. Bu olay kiyazma miktarına bağlı olarak bivalentlere spesifik bir görüntü sağlar [52].



Şekil 2.17. Mayotik profaz I'e ait alt evrelerin gösterimi [48].

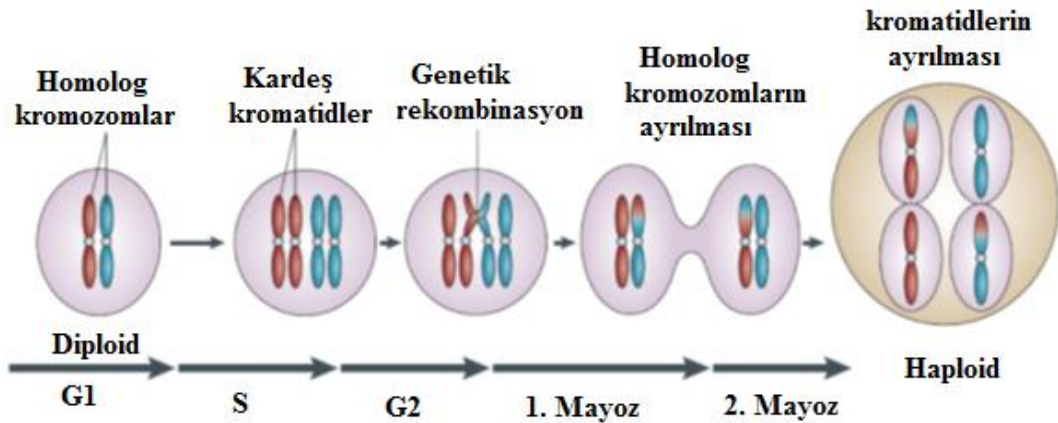
Metafaz- 1: Profaz-1 son aşamasında çekirdek zarının eriyerek kaybolur, sentrozomlar kutuplara çekilir ve iğ iplikleri oluşur. Her bir homolog kromozom çiftinin sentromer bölgesine iğ iplikleri bağlanır. Çift sentromerleri olan tetratlar ekvatorial düzlemde sıralanır [38]. Fakat bivalentteki kromozomun hangi kutba çekileceği tam anlamıyla rastgele oluşur. Bu duruma “inter kromozomal rekombinasyonu” denir [52, 62].

Anafaz-1: Bu evre, homolog kromozomların kaynaştığı kiazmatanın deformasyonu ile başlar. Böylece homolog kromozomlar birbirlerinden ayrılır ve kardeş kromatidler sentromer bölgesinden bağlantılı olarak kalır [90, 91].

Telofaz-1: Kromozomlar kutuplara gidince çekirdek zarı ve çekirdekçikler belirginleşmeye başlar. Böylece karyokinez meydana gelir ve kromozom sayısı yarıya inmiş iki yavru hücre oluşur [38].

Mayoz- II

Mayozun ikinci bölünmesi de profaz, metafaz, anafaz, telofaz evrelerinden meydana gelir. Mayoz II bölünmesi mitoz bölünmeye oldukça benzerlik gösterir. II. mayoz bölünme gerçekleşirken kardeş kromatidler birbirinden kopar ve bu durumun sonucunda kromozom miktarı yarıya inmiş 4 yavru hücre oluşmuş olur (Şekil 2.18) [38].



Şekil 2.18. Mayoz bölünme evreleri [78].

2.2.8. Karyotip ve İdiogram

Karyotip, bir organizmanın kromozom sayısını, uzunluğunu, morfolojisini ve belirlenmiş diğer ayırt edici yapıları içerir [66]. Diğer bir tanımla karyotip, bir türün metafaz kromozomlarının büyüklük, şekil ve biçimlerine göre dizilmesidir [92]. Karyotip analizi, mitoz bölünmenin meydana geldiği doku ve hücrelerde yapılır. Bu analiz ile türün cinsiyet kromozomları, kromozom sayısı, aynı tür ve farklı türler arasındaki benzerlik ve farklılıklar ve ayrıca kromozomal hastalıkların tanısı gerçekleştirilmektedir [43, 73].

Kromozomun uzunluğu ve sentromerlerinin yeri metafaz aşamasındaki bir kromozomun iki ayrıncı niteliğidir. Herhangi bir hücrenin karyotip dataları için kromozomlar sayılır, kromozom çiftlerinin uzunluk dizilişine göre numara verilir, kısa kollarının yukarıya uzun kollarının aşağı gelecek biçimde uzundan kısaya otozomal çiftleri dizilir [71]. Çeşitli karyotiplerin karşılaştırılmasıyla kromozomların uzunlukları, sentromerinin yeri, uzun ve kısa kollarının birbirine oranı temel alınarak çizilen şematik gösterime “idiogram” adı verilir [93].

Eşey kromozomları, uzunlukları dikkate alınmaksızın otozomal çiftlerden sonra gelir. Bir türe ait karyotip ve idiogramların çıkartılmasıyla, türün diploid sayısı, kromozomların şekilleri, eşey kromozom sistemlerinin belirlenmesi, nükleolar organize edici bölgelerin (NOR) yeri hakkında kapsamlı bilgiler elde edilmiş olur. Rutin şekilde boyanan kromozom preparatları karyotip hakkında kapsamlı bir bilgi verir. Ancak daha ayrıntılı analizler için farklı boyama ve C, G ve R gibi bantlama teknikleri gerekir [41].

2.2.9. Örümceklerde Eşey Kromozomları

Örümcekler, üç filogenetik gruba ayrılır. Bunlar; Mesothelae, Mygalomorphae ve Araneomorphae [11]. Mesothelae grubu örümcekler yaklaşık 130 tür ile temsil edilirken Mygalomorphae grubu ise 15 familyaya ait 2500 türle temsil edilir. Araneomorphae grubu 132 familya, 183 cins ve 3089 tür ile temsil edilmektedir [1]. Bu filogenetik gruplar arasında araneomorf örümcekler kromozom morfolojilerinin çoğunlukla akrosentrik biçimde olması ve kromozom sayılarının az olması sebebiyle önemli bir araştırılma dalı olmuştur. Örümceklerde diploid kromozom sayısı fazla sayıda çeşitlilik gösterir. Diploid kromozom sayısı $2n$ ile gösterilir ve araneomorf örümceklerde bu sayı 7 ile 94 arasında değişkenlik oluşturur [94]. İlkel araneomorf örümceklerde Segestriidae ve Dysderidae gibi örümcek ailelerine ait bazı türlerde holokinetik yapıda kromozomlar görülür [95]. Örümceklerde en çok görülen eşey kromozom sistemi $X_1X_2♂/ X_1X_1X_2X_2♀$ şeklindedir ve ilkel örümceklerde de bu tip eşey sistemine rastlanılmaktadır. Ayrıca $X_1X_2♂/X_1X_1X_2X_2♀$ sisteminin haricinde $X0♂/ XX♀$, $X_1X_2X_3♂/ X_1X_1X_2X_2X_3X_3♀$, $XY♂/ XX♀$, $X_1X_2X_3Y♂/ X_1X_1X_2X_2X_3X_3YY♀$, $X_1X_2Y♂/ X_1X_1X_2X_2YY♀$, $X_1X_2X_3X_4♂/ X_1X_1X_2X_2X_3X_3X_4X_4♀$ şeklinde eşey kromozom sistemlerinin de görüldüğü

tespit edilmiştir. Bu durum kromozomların duplikasyonu ya da sentrik füzyonu gibi kromozomların yeniden düzenlenmesiyle meydana gelmektedir [11, 96].



3.BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

Kromozom preparatlarının hazırlanması, kromozomların analiz edilmesi, karyotip ve mayoz bölünme özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla örümceklerin gonadları kullanılmıştır. Gonadlar; çok sayıda bölünmekte hücre içermesinden dolayı tercih edilmiştir.

3.1. Örümceklerin Araştırma Alanları ve Toplanması

Araştırmada kullanılan örümcek örnekleri, üreme dönemlerinin aktif olduğu zamanlarda doğrudan toprak üstü veya taş altından elle ya da aspiratör yardımıyla toplanmıştır. Örneklerin toplanması sırasında farklı habitatlardan örneklemeye dikkat edilmiş ve arazi çalışması esnasında örneklere herhangi bir işlem yapılmamıştır. Örümcekler, üreme zamanlarının en aktif olduğu Mart-Mayıs ayları arasında canlı olarak toplanmıştır. Toplanan örümcekler ayrı ayrı plastik tüplere konulmuştur. Çalışmada kullanılacak örnekler muhafaza edilmek üzere Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Genetik Laboratuvarı'nda diseksiyon yapıncaya kadar bekletilmiştir. Ergin ve ergin altı bireyler ayırt edilerek, ergin olanlar diseksiyon yapılırken, ergin altı bireyler ise ergin hâle gelinceye kadar laboratuvar ortamında meyve sinekleri (*Drosophila melanogaster L.*) ile beslenmiş ve nem ortamları sağlanmıştır.

3.2. Lamların Temizlenmesi

Kromozom preparatlarının hazırlanmasındaki ilk adım olan lamların temizlenmesi aşamasında % 70'lik etil alkol kullanılmıştır. Bu nedenle, lamlar bir beher içerisine dik bir biçimde yerleştirilip üzerine % 70'lik etil alkol ilâve edilmiştir. Daha sonra beherin ağzı kapatılarak en az bir saat bekletilmiş ve süre sonunda lamlar temizlenerek preparat kutusuna kaldırılmıştır.

3.3. Kimyasal Karışımların Hazırlanması

1) İzotonik tuz çözeltisi; 9 g NaCl, 0.4 g KCl, 0.2 g NaHCO₃, 0.33 g CaCl₂.2H₂O tartılır ve 1000 mL distile suda çözdürülür. Çözelti +4°C 'de muhafaza edilir.

- 2) Hipotonik çözelti; 2.8 g KCl tartılır ve 500 mL distile suda çözündürülür. Hazırlanan karışım taze olarak kullanılır.
- 3) Fiksatif çözeltisi; Etanol ve asetik asit'in sırasıyla 3:1 oranında karışım hazırlanarak taze olarak kullanılır.
- 4) Asetik asit çözeltisi; 12 mL asetik asit, 8 mL distile su ile karıştırılarak % 60'lık asetik asit taze olarak elde edilir.
- 5) Fosfat tamponu; 4.53 g KH_2PO_4 , 4.37 g Na_2HPO_4 tartılır ve 1000 mL distile suda çözündürülür. Çözeltinin pH değeri 6.8'e ayarlanır ve çözelti +4°C'de muhafaza edilir.
- 6) % 5'lik giemsa boyası; 5 mL giemsa boyası, 95 mL fosfat tamponuyla karıştırılarak hazırlanır.

3.4. Metod

3.4.1. Laboratuvarında Muhafaza Edilen Örümceklerin Diseksiyonu

Laboratuvara canlı hâlde getirilen örümcekler petri kabına bir pens yardımı ile aktararak prosoma bölgesi hızlıca ezilmesi sağlanır, böylece örümcek ötenazi edilir daha sonra bir makas yardımıyla opistosoma bölgesi prosomadan kesilerek ayrılır. Abdomen stereo mikroskop altında adi parafinde iğnelenerek epigastrik yarığa kadar kesilir ve pens yardımıyla abdomen açılarak iğnelenir. Daha sonra fizyolojik tuz çözeltisi içerisinde diseksiyon yapılarak erkek örümceklerden gonadlar çıkarılır. Prosoma ve kalan diğer dokular cam şişede % 70 alkol içerisinde bırakılarak etiketlenir.

3.4.2. Kromozom Preparatlarının Oluşturulması

Kromozom preparatları, Pekár ve Král'ın [97] yayma metodunda bazı farklılıklar yapılarak hazırlanmıştır. Bu yayma metodunda çıkarılan gonadlar hipotonik çözeltide 13-15 dk. bekletilerek hücrelerin şişmesi sağlanmıştır. Fiksatifte ise; 10 ve 20 dk. olmak üzere iki kez bekletilerek fikse edilmiştir. Karyolojik çalışmalarda iyi bir preparat hazırlamak için yayma yapılacak lamaların çok temiz olması sağlanmalıdır. Daha önceden % 70'lik etil alkolde yarım saat bekletilip temizlenmiş olan lam üzerine, birkaç damla seyreltilmiş asetik asit (%60) damlatılmış ve gonad üzerine konularak parçalanmıştır. Asetik asit damlası içerisinde dağılmış olan gonad 25-30 dk. kadar bir iğne ile lam üzerine yayılmış ve yayma işlemi sonrasında lamlar kurumaya bırakılmıştır. Hazır preparatlar faz

kontrast mikroskobunda incelenmiş ve hücre bölünmelerinin gerçekleştiği preparatlar ayrılmıştır. Preparatlar ayrıntılı mikroskop incelemesi yapılana kadar özel kutularına konularak buzdolabında muhafaza edilmiştir.

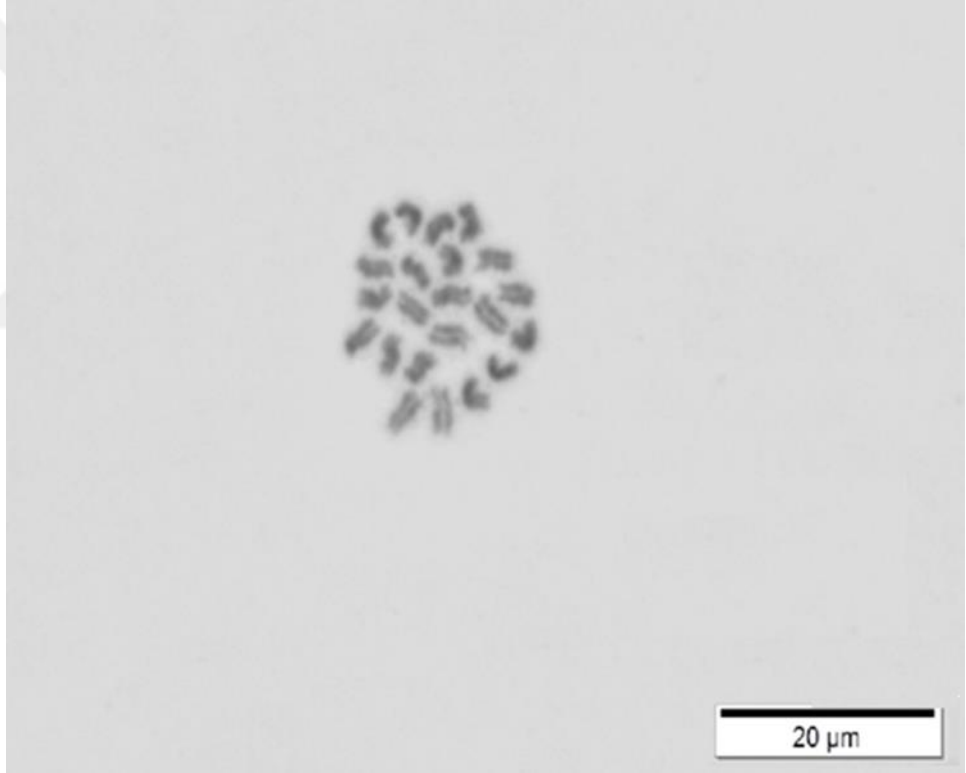
3.4.3. Kromozomların Mikroskopta İncelenmesi

Hazır haldeki preparatlar CX21 araştırma mikroskobunda (Olympus) 40x büyütmede gözlemleyerek iyi kalitede bulunan çekirdekler tespit edilmiştir ve fotoğrafları BX53 araştırma mikroskobuna bağlı DP26 kamera sistemi (Olympus) ile CellSens programı (Olympus) ile çekilmiştir. Karyotip oluşturulmasında 10 adet iyi dağılma gösteren mitotik metafaz safhası değerlendirilmiştir. Her metafaz safhası için, kromozomların relatif uzunlukları (kısa kol-p, uzun kol-q, sentromerik indeks- p/p+q, oransal boy- % değeri ve kromozom morfolojisi) CellSens programı (Olympus) ile mikrometrik seviyede ölçülmüştür. Bu sonuçlarına göre homolog kromozom çiftleri belirlenerek uzunluk sırasına göre bir eksende sıralanmıştır. Eşey kromozomları ise homolog kromozom çiftlerinden sonra yer almıştır. Kromozomların çiftler biçiminde dizilmesi, Adobe Photoshop CS3 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kromozomların adlandırılmasında kullanılacak kol oranları ve sentromerik pozisyonları; Median bölgesi (kol oranı: 1.00-1.70; kromozom tipi: metasentrik), Submedian bölgesi (kol oranı: 1.71-3.00; kromozom tipi: submetasentrik), Subterminal bölgesi (kol oranı: 3.01-7.00; kromozom tipi: subtelosentrik) ve Terminal bölgesi (kol oranı: 7.01-∞; kromozom tipi: akrosentrik) Levan ve ark.'larına göre hazırlanmıştır [74].

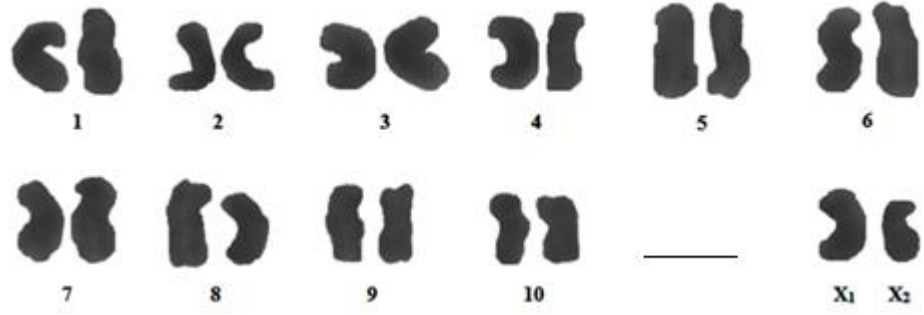
4. BULGULAR

4.1. *Haplodrassus soerenseni* Türünün Karyotip Özellikleri

Bu çalışmada, *Haplodrassus soerenseni* (Strand, 1900)'nin sitogenetik özellikleri oluşturan diploid sayı, eşey kromozom sistemi ve mayoz bölünme evresindeki kromozom davranışları araştırılmıştır. *H. soerenseni*'nin erkek bireylerine ait diploid sayı $2n♂=22$ (X_1X_20) şeklinde bulunmuştur (Resim 4.1.) (Resim 4.2.). Kromozomların morfolojisi telosentrik tipte olup, otozomal kromozom uzunlukları % 10,37- % 6,63 aralığında sıralanmıştır. X_1 'in relatif uzunluğu % 7,84 iken, X_2 'nin ise relatif uzunluğu % 7,35 olarak ölçülmüştür (Tablo 4.1.).



Resim 4.1. *H. soerenseni* türüne ait metafaz safhası ($2n♂=22$, X_1X_20)



Resim 4.2. *H. soerenseni* türüne ait karyotip gösterimi (Skala=10µm)

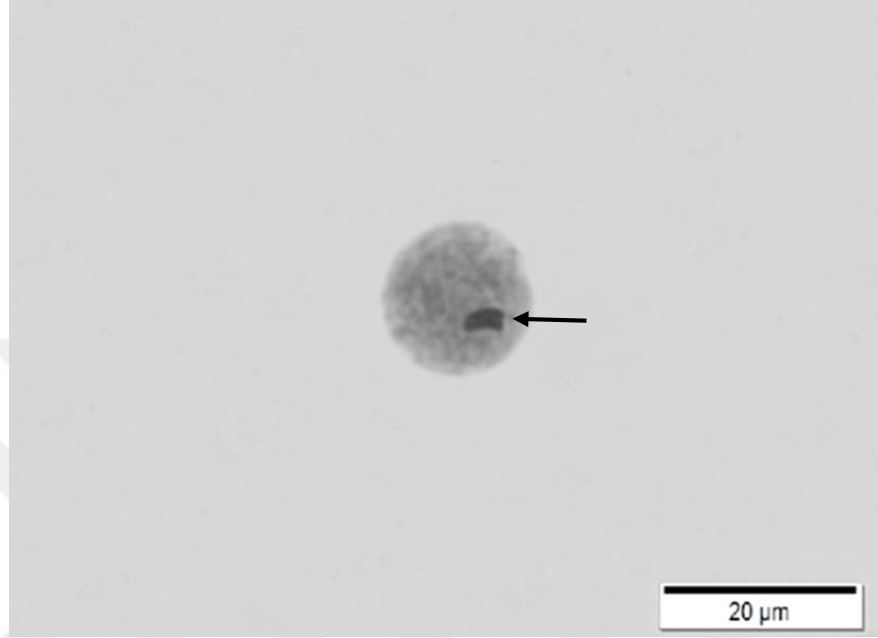
Tablo 4.1. *H. soerenseni* türüne ait kromozom uzunlukları

Kromozom No:	Kısa Kol (p)	Uzun Kol (q)	Toplam Uzunluk (p+q)	Sentromerik İndeks (p/p+q)	Oransal boy (%)	Kromozom Morfolojisi
1	0	10,37	10,37	∞	10,60	Telosentrik
2	0	9,25	9,25	∞	9,45	Telosentrik
3	0	8,96	8,96	∞	9,15	Telosentrik
4	0	8,73	8,73	∞	8,92	Telosentrik
5	0	8,43	8,43	∞	8,62	Telosentrik
6	0	8,12	8,12	∞	8,29	Telosentrik
7	0	7,67	7,67	∞	7,84	Telosentrik
8	0	7,46	7,46	∞	7,62	Telosentrik
9	0	7,07	7,07	∞	7,22	Telosentrik
10	0	6,63	6,63	∞	6,78	Telosentrik
X ₁	0	7,84	7,84	∞	8,01	Telosentrik
X ₂	0	7,35	7,35	∞	7,51	Telosentrik

4.1.1. Mayoz bölünme evreleri

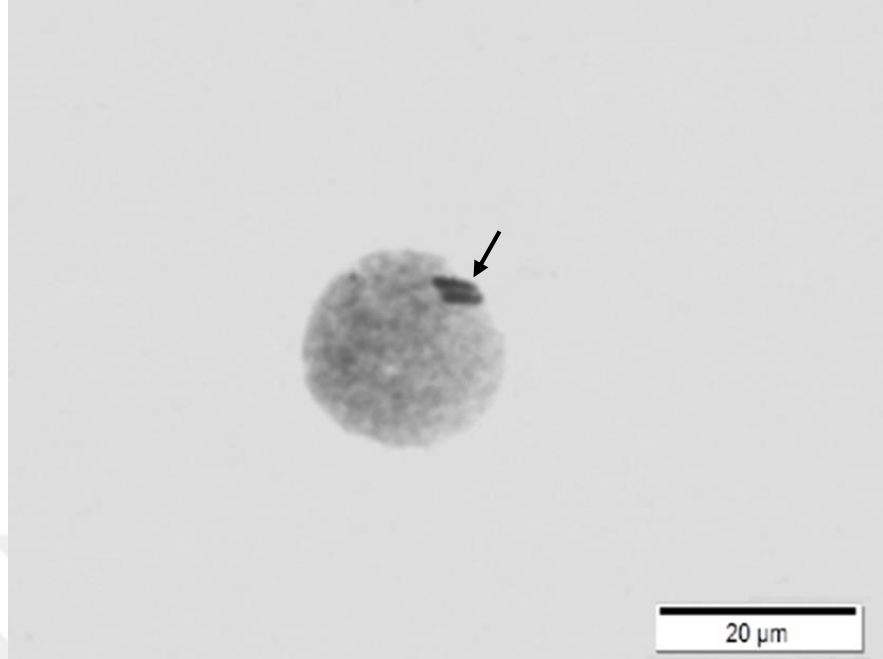
Profaz I'in leptoten, zigoten ve pakiten evrelerinde eşey kromozomları otopik kromozomlarına göre daha koyu boyanarak pozitif heteropiknotik özellik göstermiş ve ayırt edilebilir hâle gelmiştir.

Leptotende eşey kromozomları vezikül hâde çekirdek periferinde yer almıştır. Ayrıca eşey kromozomları, otozomlara göre daha geç kısalıp kalınlaşma gösterdiği için sayılamayarak vezikül hali kalmıştır (Resim 4.3.).



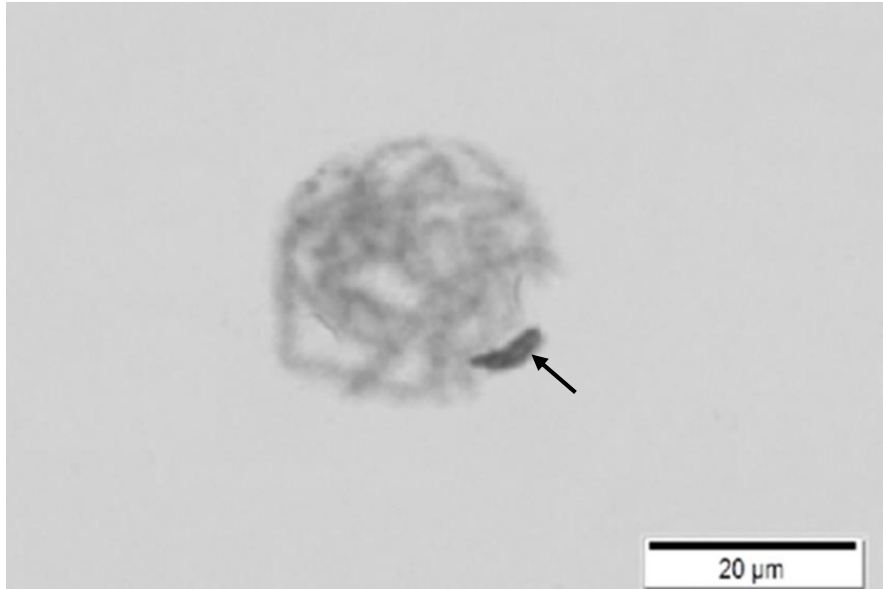
Resim 4.3. *H. sorensoni* türüne ait leptoten safhasının gösterimi (Ok, eşey vezikülünü göstermektedir)

Zigotende eşey kromozomları çekirdek periferinde ve sayılabilir özelliktedir. Bu da otozomlarla eşit oranda kısalıp kalınlaştıklarını göstermektedir (Resim 4.4.).



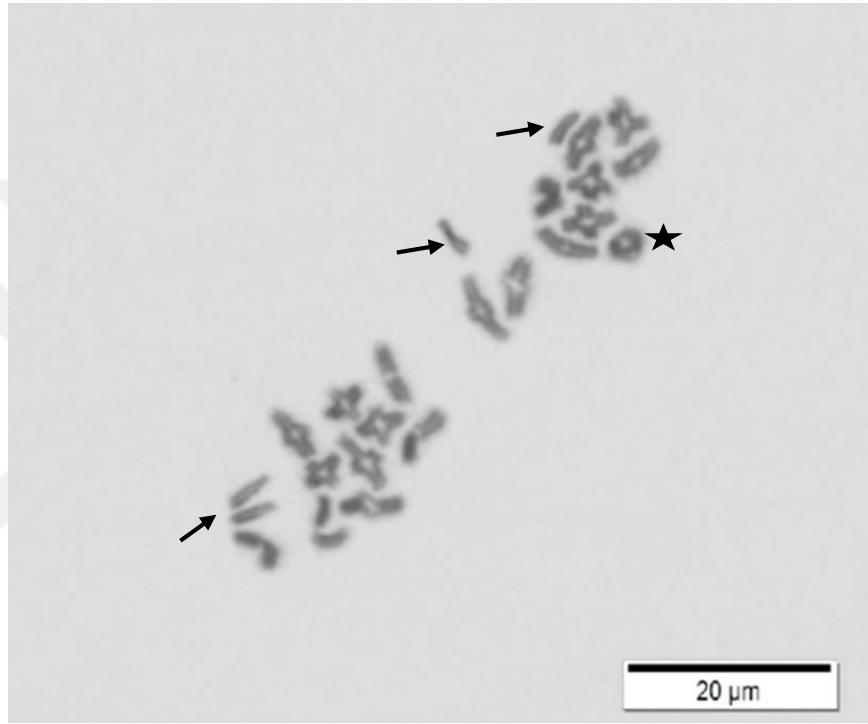
Resim 4.4. *H. soerenseni* türüne ait zigoten safhasının gösterimi (Ok, eşey kromozomlarını göstermektedir)

Pakitende eşey kromozomları tekrar vezikül hâlde çekirdek periferinde konumlanmıştır. Otozomların kısalıp kalınlaşmaları devam etmektedir. Bu nedenle kromozomlar bu evrede daha belirgin hale gelmiştir (Resim 4.5).



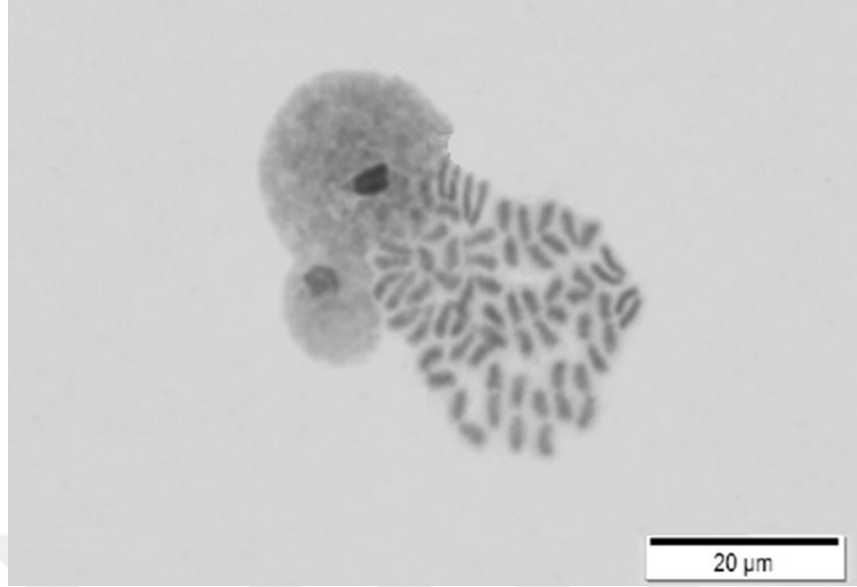
Resim 4.5. *H. soerenseni* türüne ait pakiten safhasının gösterimi (Ok, eşey kromozomlarını göstermektedir)

Diplotende 10 otozomal bivalent ve iki eşey kromozomu (X_1 ve X_2) saptanmıştır. Eşey kromozomların pozitif heteropiknotik özellik göstermesinden dolayı otozomlardan kolayca ayırt edilebilmiştir. Bu evrede bivalentler genellikle interstitial, proksimal ve terminal tipte kiyazmalara sahiptir. Bivalentlerin çoğu tek kiyazmaya sahip olsa da bazı hücrelerde bivalentlerin iki kiyazma ile ring bivalent oluşturduğu görülmüştür (Resim 4.6).



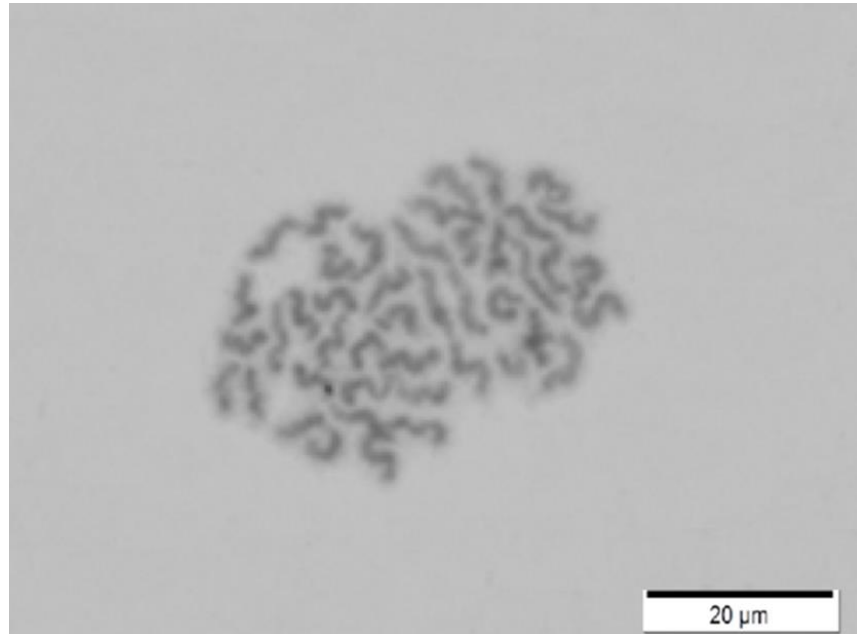
Resim 4.6. *H. soerenseni* türüne ait diploten safhasının gösterimi (Ok, eşey kromozomunu, yıldız ring bivalenti göstermektedir)

Anafaz I evresinde kromozomlar “V” şeklinde görülmektedir. Bivalentleri oluşturan homolog kromozomlar, birbirinden ayrılarak zıt kutuplara hareket etmişlerdir ve bu bölünmenin sonunda meydana gelen iki yavru hücre sırasıyla $n=10$ ve $n=12$ kromozom içermektedir. Ayrıca anafaz I’ de eşey kromozomları otozomlardan ayırt edilmeyerek izopiknotik özellik göstermiştir (Resim 4.7.).

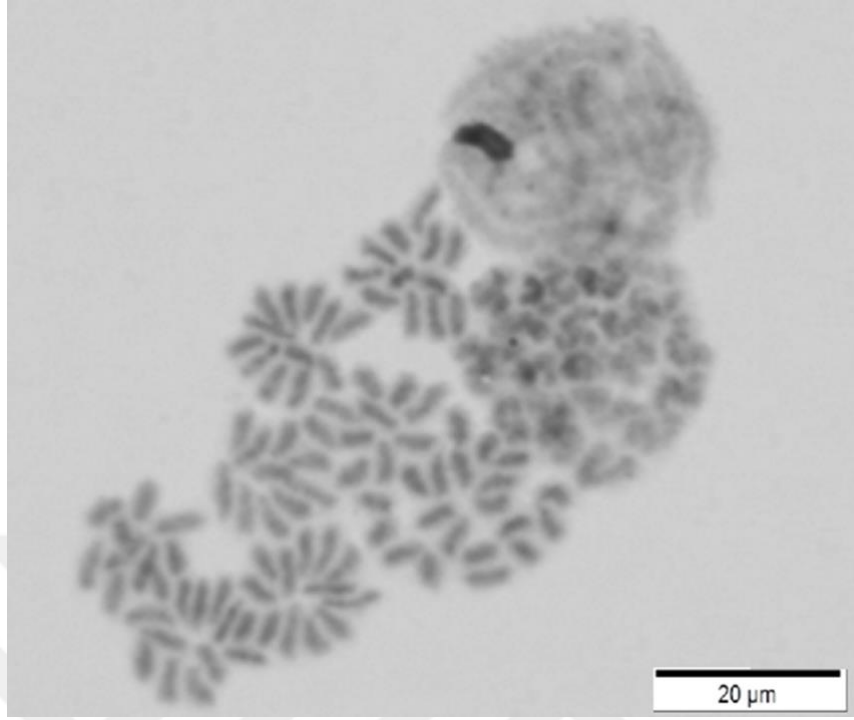


Resim 4.7. *H. soerenseni* türüne ait anafaz-I safhasının gösterimi

Metafaz II ve Anafaz II evresinde eşey kromozomları otozomlardan ayırt edilememiş ve izopiknotik özellik göstermiştir. Anafaz II evresinde $n=10$ (10 otozom) ve $n=12$ (10 otozom + X_1X_2) olmak üzere dört yeni çekirdek meydana gelmiştir. Kromozom morfolojisi telosentrik tipte olduğundan dolayı kromozomlar “I” şeklinde görülmüştür (Resim 4.8. ve Resim 4.9.).



Resim 4.8. *H. soerenseni* türüne ait metafaz-II safhasının gösterimi



Resim 4.9. *H. soerenseni* türüne ait anafaz-II safhasının gösterimi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Örümcekler, araknidlerin en tanınmış gruplarından olup böcekler ve akarlarla birlikte, en fazla tür çeşitliliği içeren hayvanlar arasında yer alırlar. Karasal yırtıcılardır. Ana avları olan böceklerin popülasyonları, örümceklerin faaliyetleri tarafından kontrol altında tutulur. Dünya üzerinde örümcekler çoğunluğu karasal ekosistemde ve sadece az bir kısmı sucul habitatta bulunur. Opistozomal bezlerden üretilen ipeği kullanmaları, erkekler tarafından sperm transfer aracı olarak kullanılan kopulasyon organı ve prozomal bezlerden zehrin keliser üzerinde açılması, avlanmak için kullanılması açısından diğer eklembacaklılardan ayrılır. Hem morfolojik hem de ekolojik olarak oldukça çeşitlidirler ve ekolojik olarak ağ oluşturma ve serbest yaşam biçimlerine ayrılabilirler [98, 99].

Örümcekler, 132 familyaya dağılmış 50352 tür ile dünyadaki en çeşitli hayvan grupları arasında yer alır [1]. Mesothelae ve Opisthothelae olmak üzere iki alt takıma ayrılırlar. Mezothelae, Liphistiidae familyasında gruplandırılmış, segmentli karın gibi plesiomorfik özelliklere sahip gruplandırılmış örümcekler bulunur. Opisthothelae ise Mygalomorphae ve Araneomorphae olarak iki alt takıma ayrılır. Mygalomorphae grubunda, paraksiyal keliserlere sahip tüm örümcekler gruplandırılmıştır. Diyaaksiyel keliserli örümcekler, Araneomorphae takımında %90'ın üzerinde bulunur [98-102].

Büyük taksonomik çeşitliliğe rağmen, günümüzde hâlen sitogenetik açıdan çok az bilgi bilinmektedir. Literatürde 80 familyaya (%61) ait tüm örümcek takımların sadece %1.6'sını temsil eden yalnızca 835 örümcek türü için kromozomal veriler mevcuttur [11]. Sitogenetik kavramı: diploid sayısı, kromozom morfolojisi, cinsiyet kromozom sisteminin tipi (SCS) ve kromozomların mayozdaki davranışı gibi verileri edinmemizi sağlar, türleri karşılaştırmada, tanımlamada [103] önemli bir araç olarak kullanılır [104, 105].

Bugüne kadar örümcekler, sistematik, morfolojik, taksonomik, ekolojik ve sitogenetik olarak farklı alanlardaki çalışmalara konu olmuş ve hâlen de çalışılmaya devam edilmektedir. Günümüze kadar örümceklerin 80 familyaya ait 835 türü sitogenetik olarak incelenmiş ve karyolojik özellikleri belirlenmiştir [11].

Örümceklerin kromozomları üzerine yapılan çalışmalar yeterli seviyede değildir. Bugüne kadar mevcut örümcek türlerinden yaklaşık 900'ü incelenmiştir [11].

Bazı istisnalar dışında, aynı cinsten, hatta araştırılan aynı aileden örümceklerin çoğu genellikle aynı sayıda kromozom içerir [106, 107]. Örümcek kromozomlarının dikkat çekici özelliği, çoklu cinsiyet kromozomlarının varlığıdır. XY tipinde $XX_{\text{♀}}/XY_{\text{♂}}$ ve ZW tipinde $ZW_{\text{♀}}/ZZ_{\text{♂}}$ gibi diğer hayvanların büyük çoğunluğunda genellikle sadece 1 çift cinsiyet kromozomu bulunur. Örümceklerde, 3 ana tip cinsiyet belirleyici mekanizma vardır: XO, X_1X_2O ve $X_1X_2X_3O$ sistemi. XO tipine sahip örümcekler dışında 2 homolog X'e, erkeklerde ise sadece 1 eşleşmemiş X kromozomuna ($XX_{\text{♀}}/X_{\text{♂}}$) sahiptir. Aynı şekilde, X_1X_2O ve $X_1X_2X_3O$ tiplerine sahip örümcekler için cinsiyet kromozomları $X_1X_1X_2X_2_{\text{♀}}/X_1X_2_{\text{♂}}$ ve $X_1X_1X_2X_2X_3X_3_{\text{♀}}/X_1X_2X_3_{\text{♂}}$ 'tür [108].

Haplodrassus Chamberlin, 1922 cinsi ile yapılan önceki çalışmalarda *Haplodrassus cognatus* (Westring, 1861) [109], *Haplodrassus dalmatensis* (L. Koch, 1866) [110], *Haplodrassus morosus* (O.P. Cambridge, 1872) [111] ve *Haplodrassus signifer* (C.L. Koch, 1839) [112] türlerinin karyotipleri $2n_{\text{♂}}=22$, X_1X_2O olarak rapor edilmiştir [11]. Bu sonuçlara göre *Haplodrassus* Chamberlin, 1922 cinsi ile yapılan diğer türlerin karyotip özellikleri ile uygunluk göstermektedir.

Bu çalışmada, ülkemizde yaşayan Gnaphosidae familyasına ait *Haplodrassus soerenseni* (Strand, 1900) cinsinin mayoz bölünme davranışları, eşey kromozom sistemleri, karyotipinin çıkarılması, karyolojik açıdan ilk kez tespit edilmiştir. *H. soerenseni*'nin erkek bireylerine ait diploid sayı $2n_{\text{♂}}=22$ (X_1X_2O) (Resim 4.2.) ve kromozomları telosentrik tipte olduğu belirlenmiştir. Otozomal kromozom uzunlukları % 10,37- % 6,63 aralığında sıralanmıştır. X_1 'in relatif uzunluğu % 7,84 iken, X_2 'nin ise relatif uzunluğu % 7,35 olarak ölçülmüştür (Tablo 4.2.). *H. soerenseni* (Strand, 1900) cinsinin mayoz bölünme evresindeki Profaz I safhasının leptoten, zigoten ve pakiten evrelerinde eşey kromozomları pozitif heteropiknotik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Leptoten safhasında eşey kromozomları vezikül halinde çekirdek periferinde bulunmuştur. Zigotende eşey kromozomları çekirdek periferinde yer almış ve sayılabilir özellik göstermiştir. Pakitende eşey kromozomları tekrar vezikül hâlde çekirdek periferinde konumlandığı belirlenmiştir. Diplotende 10 otozomal bivalent ve iki eşey kromozomu

(X_1 ve X_2) saptanmıştır. Anafaz I evresinde kromozomlar “V” şeklini aldığı ve eşey kromozomları otozomlardan ayırt edilmeyerek izopiknotik özellik göstermiştir (Resim 4.7.). Metafaz II ve Anafaz II evresinde ise eşey kromozomları izopiknotik özellikte ve $n=10$ (10 otozom) ve $n=12$ (10 otozom + X_1X_2) olmak üzere dört yeni çekirdek oluştuğu belirlenmiştir (Resim 4.8. ve Resim 4.9.).

Sonuç olarak *H. soerenseni* (Strand, 1900) cinsine ait karyotip özellikleri sitogenetik açıdan ilk kez tespit edilmiştir. Bu çalışma ile cinsin mayoz bölünme davranışları ilk kez ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Bu açıdan otozomal ve eşey kromozomlarının mayoz bölünmenin farklı safhalarındaki davranışları incelenmiş ve sonuçlar ilk kez bu çalışmada verilmiştir. *H. soerenseni* (Strand, 1900) cinsine ait kromozom sayısı, mayoz bölünme davranışları ve eşey kromozomu sistemi ile ilgili veriler familya ve cins özellikleri ile karşılaştırıldığında uyumlu olmuştur. Bu veriler ile diploid kromozom sayısı ve eşey kromozomu sisteminin familya ve cins içerisinde önemli derecede korunduğunu göstermiştir. Günümüze kadar *H. soerenseni* ile ilgili olarak sitogenetik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle özellikle bu konuda henüz bilinmeyen örümcek türlerinde karyotipik analizlerin yapılması gerekli hâle gelmiştir. Bundan dolayı elde edilen her bir veri, sitogenetik açıdan bilim dünyasına önemli katkılar sağladığı kanaatindeyiz.

KAYNAKÇA

1. World Spider Catalog, “World Spider Catalog”, Version 23.5, *Natural History Museum Bern*, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on {date of access}, doi: 10.24436/2, 2022.
2. Foelix, R.F., “Biology of Spiders”, Segunda Edición (Second Edition), *Oxford University Press, Georg Thieme Verlag, New York, Oxford*, 1996.
3. Sen, Y. H., ”Arachnida: Araneae”, *Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region*, s. 369-371, 1993.
4. Obalı, İ., “Nevşehir ili ve çevresinde yayılış gösteren kurt örümceklerinin (Araneae: Lycosidae) sistematığı”, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 3 , 2005.
5. Allahverdi, H., “Van ili korunga ve yonca tarlalarında örümcek (Araneae) populasyonları üzerine bir araştırma”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 1996.
6. Foelix, R., “Biology of Spiders. 3rd ed.”, (New York, USA): *Published by Oxford University Press, Inc.* ISBN 978-0-19-973482-5, 2011.
7. Sebastian, P. A., & Peter, K. V., “Spiders of India”, (Eds.), *Universities press*, 2009.
8. Garrison, N. L., Rodriguez, J., Agnarsson, I., Coddington, J. A., Griswold, C. E., Hamilton, C. A., & Bond, J. E., “Spider phylogenomics: Untangling the spider tree of life”, *PeerJ*, 4, e1719, 2016.
9. Bradley, R. A., “Common spiders of ohio”, *Ohio Department of Natural Resources Division of Wildlife*, 2012.
10. Danışman, T., Kunt, K.B. and Özkütük, R.S., “The checklist of the spiders of Turkey”, Version 2022.
11. Araujo, D., Schneider, M. C., Neto- Paula, E. ve Cella, D. M., “The spider cytogenetic database”, Version: 23.0 (WSC, 2022),
“<http://www.arthropodacytogenetics.bio.br/spiderdatabase/families.html>”.

12. Yule, C. M., & Sen, Y. H., “Freshwater invertebrates of the malaysian region”, *Academy of Sciences Malaysia*, 2004.
13. Yiğit, N., “*Agelenena labrinthica*’nın zehir bezlerinin fonksiyonel ince yapısı ve agelena zehrinin konsantrasyonu”, *Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi, Doktora Tezi*, Ankara, 2003.
14. Kaston, B. J., “How to know the spiders (no. ed. 3)”, *William C. Brown Co.*, 1978.
15. Morehouse, N., “Spider vision”, *Current Biology*, 30(17), R975-R980, 2020.
16. Jocqué, Rudy, & Anna Sophia Dippenaar-Schoeman., “Spider families of the World”, s. 336, Africa, 2006.
17. Babaşoğlu, A., “Örümcekgiller (Arachnida)”, *Kültür Kitabevi*, s.371, Niğde, 1999.
18. Bee, L., Oxford, G., & Smith, H., “Britain's spiders. in Britain's spiders”, *Princeton University Press*, 2017.
19. Preston-Mafham, R., & Preston-Mafham, K., ”Spiders of the world”, *Facts on File*, 2002.
20. Levi, H. W., Levi, L. R., & Zim, H. S., “A guide to spiders and their kin.”, *Golden Press*, 1968.
21. Chatzaki, M., “A critical review of the spider family gnaphosidae in greece.”, *Advances in Arachnology and Developmental Biology. Papers Dedicated to Prof. Dr. Bozidar Curcic. Inst. Zool., Belgrade*, 355-374, 2008.
22. Seyyar, O., “Doğu akdeniz bölgesi’nin yer örümcekleri (Araneae, Gnaphosidae) aunası.”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-7, 2009.
23. Platnick, N. I., & Dondale, C. D., “The ground spiders of Canada and Alaska (Araneae: Gnaphosidae)”, *Canada Communication Group*, 19:1–297, 1992.
24. Chatzaki, M., Trichas, A., Markakis, G., & Mylonas, M., “Seasonal activity of the ground spider fauna in a Mediterranean ecosystem (Mt Youchtas, Crete, Greece)”, In *Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology*, (pp. 235-243), Buckinghamshire, UK: British Arachnological Society, Burnham Beeches, 1998.

25. Coddington, J. A., Levi, H. W., “Systematics and evolution of spiders (Araneae)”, *Annual review of ecology and systematics*, 22:565-592, 1991.
26. Logunov, D. V., & Gromov, A. V., “Spiders of Kazakhstan”, *Siri Scientific Press*, 2012.
27. Strand, E., “Zur Kenntniss der Arachniden Norwegens.”, *Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs Skrifter*, 1900.
28. Strand, E., “Arachnologisches”, *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*, 38 (1): 95-102, 1900.
29. Sağsöz, S., “Sitogenetik”, *Atatürk Üniversitesi Yayınları*, No: 703, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi*, s. 51-52, Erzurum, 1991.
30. Gersen, S. L., “History of clinical cytogenetics, Section I: 3-8, In: DNA, chromosomes, and cell division, Eds, SL Gersen and MB Keagle”, *Human press inc.*, Totowa, NJ, p. 596, 2005.
31. Iannuzzi, L., “Cytogenetics in animal production”, *Italian Journal of Animal Science*, 6 (1), 23-28, 2007.
32. Schulz-Schaeffer, J., “Cytogenetics: plants, animals, humans”, *Springer Science & Business Media*, Springer Verlag New York Heidelberg Berlin, p. 1-445, 2012.
33. De Bello Cioffi, M., Franco, W., Ferreira, R., & Bertollo, L., “Chromosomes as tools for discovering biodiversity—The case of Erythrinidae fish family.”, *Recent Trends Cytogenet Stud—Methodol Appl*, 2012.
34. De Oliveira-Junior, R. J., Goulart Filho, L. R., Bastos, L. M., De Deus Alves, D., e Silva, S. V. D. S., & Morelli, S., “Contributions of cytogenetics to cancer research.”, *Bioscience Journal*, 30(1), 36, 2014.
35. 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.

36. Turner, P.C., McLennan, A.G., Bates, A.D., White, M.R.H., Moleküler Biyoloji, 613, Çeviri Editörü, Musin Konuk, *Nobel Yayıncılık*, s. 51-52, Ankara, 2004.
37. Klug, S.W., Cummings, R.M., Spencer, A.C., “Genetik Kavramlar”, Çeviri Editörleri, Öner, C., Sümer, S., Öner, R., Ögüş, A. ve Açık, L., *Palme Yayıncılık*, Ankara, 2011.
38. Akay, M. T., ‘Sitoloji’, *Palme Yayıncılık*, 5. Baskı, s. 37-94, Ankara, 2010.
39. Erensayın, C., “Genetik, 157”, *Nobel Yayın Dağıtım*, s. 12-14, Ankara, 2000.
40. Kuru, M., Gözükara, E., “Genetik 569 Örnek Problem ile”, *Palme Yayıncılık*, s. 360, Ankara, 2001.
41. Lodish, B., Krieger, K., Bretscher, S., Matsudaira P., “Moleküler Hücre Biyolojisi, 638”, Çeviri Editörleri, Geçkil, H., Özmen, M., Yeşilada, Ö., *Palme Yayıncılık*, s. 372-485, Ankara, 2011.
42. Güneş, H. V., “Moleküler Hücre Biyolojisi”, *İstanbul Tıp Kitabevi* 3. baskı, s. 21- 43, Eskişehir, 2003.
43. Saygun, S., “Karadeniz'de Yaşayan Çeşitli Yassı Balıkların (Pisces, Pleuronectiformes) Kromozom Yapılarının Karşılaştırılması”, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Samsun, 2005.
44. Aktümsek, A., “Genel Zooloji”, *Nobel Yayıncılık*, 5. Baskı, s. 12-18, Ankara, 2010.
45. Yıldırım, A., Bardakçı, F., Karataş, M. ve Tanyolaç, B., “Moleküler Biyoloji”, *Nobel Yayıncılık*, 2. Baskı, s. 35-49, Ankara, 2010.
46. Akman, Y., “Bitki Biyolojisine Giriş Botanik, 975 7477-25-7”, *Palme Yayıncılık*, s. 83, Ankara, 1998.
47. Demirsoy, A., “Yaşamın Temel Kuralları Böcekler Dışında, Cilt2/ Kısım1, 93-06 Y-0057-04”, *Meteksan A.Ş.*, s. 724, Ankara, 1993.
48. Molnar, C., & Gair, J., “Concepts of Biology”, *BC campus*, 2015.
49. Karol S., Ayvalı C. ve Suludere Z., “Hücre Biyolojisi”, *Öğün Matbaacılık*, Ankara, 2000.

50. Cooper, G.M., Hausman, R.E., “Hücre Moleküler Yaklaşım”, *İzmir Tıp Kitabevi*, Çeviri Editörleri, Sakızlı, M., Atabey, N., İzmir, 2006.
51. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. ve Walter, P., “The cytoskeleton and cell behavior”, In *Molecular Biology of the Cell*, *Garland Science*, 4th edition, s. 331-1033, Ankara, 2008.
52. Yüce, S., Bilgen, G., Demir, İ., “Genetik”, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 2010.
53. Karakaya, F., “Yeşil sentez yöntemiyle *Ruscus aculeatus* L. bitkisi kullanılarak gümüş nanopartiküllerin sentezi ve antibiyofilm, antimikrobiyal, antikanser aktivitelerinin incelenmesi”, *Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 2021.
54. Temizkan, G.O., “Genetik: I. Temel Genetik 2. Baskı”, *İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Basım Evi*, İstanbul, s. 281, 1994.
55. Brown, T. and Brown, T. (Jr), “Nucleic Acids Book (online)”, *AtdBio Ltd.*, U.K.
Adres: <https://www.atdbio.com/nucleic-acids-book/>
56. García-Ramos, J. C., Galindo-Murillo, R., Cortés-Guzmán, F., & Ruiz-Azuara, L., “Metal-based drug-DNA interactions”, *Journal of the Mexican Chemical Society*, 57(3), 245-259, 2013.
57. Shaw, N. N., & Arya, D. P., “Recognition of the unique structure of DNA: RNA hybrids”, *Biochimie*, 90(7), 1026-1039, 2008.
58. Gülkaç, M. D., “Malatya yöresi kör fareleri (Rodentia: Spalacidae) üzerinde sitogenetik bir inceleme”, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Malatya, 45-50, 1987.
59. Aktümsek, A., Konuk, M., “Genel Biyoloji”, *Nobel Yayıncılık*, Ankara, s. 50-55, 2016.
60. Karkucak, M., “Kromozom anomalileri ve fertilité problemleri”, *Androloji Bülteni*, 18(64): 33–39, 2016.
61. Pierce, J. R., “An introduction to information theory: symbols, signals and noise”, *Courier Corporation*, 2012.

62. Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E., “Sitogenetik, 1486”, *Nobel Yayın Dağıtım*, s.12-17, Ankara, 2010.
63. Woodcock, C. L., & Ghosh, R. P., “Chromatin higher-order structure and Dynamics”, *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 2(5), a000596, 2010.
64. Luger, K., Rechsteiner, T. J., Flaus, A. J., Waye, M. M., & Richmond, T. J., “Characterization of nucleosome core particles containing histone proteins made in bacteria”, *Journal of molecular biology*, 272(3), 301-311, 1997.
65. McGhee, J. D., & Felsenfeld, G., “Nucleosome structure”, *Annual review of biochemistry*, 49(1), 1115-1156, 1980.
66. Emiroğlu, Ü. ve Bürün, B., “Kromozomlar temel kavramlar ve mekanizmalar”, *Ege Üniversitesi Yayınları*, p. 1-426, 2017.
67. Finch, J. T., & Klug, A., “Solenoidal model for superstructure in chromatin”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 73(6), 1897-1901, 1976.
68. Thankam, F. G., Boosani, C. S., Dilisio, M. F. ve Agrawal, D. K., “Epigenetic mechanisms and implications in tendon inflammation”, *International Journal of Molecular Medicine*, 43, 3-14, 2019.
69. Swanson, J., Oosterlaan, J., Murias, M., Schuck, S., Flodman, P., Spence, M. A., ... & Posner, M. I., “Attention deficit/hyperactivity disorder children with a 7-repeat allele of the dopamine receptor D4 gene have extreme behavior but normal performance on critical neuropsychological tests of attention”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(9), 4754-4759, 2000.
70. Carol, P., Theodore, T. ve 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*, p. 205-215, 1980.
71. Shaw, J., “Introduction to chromosome abnormalities”, *Chromosome Deletion Outreach Inch.*, [www. members. aol. com/cdousa/intro, htm](http://www.members.aol.com/cdousa/intro.htm), 2000.
72. Wippold, F. J., & Perry, A., “Neuropathology for the neuroradiologist: fluorescence in situ hybridization”, *American journal of neuroradiology*, 28(3), 406-410, 2007.

73. Demirsoy, A., “Kalıtım ve evrim”, *Meteksan A. Ş.*, Ankara, s. 902, 1995.
74. Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A.A., “Nomenclature for centromeric position on chromosomes”, *Hereditas*, 52 (2): 201–220, 1964.
75. Sasaki, M., “Observations on the modification in size and shape of chromosomes due to technical procedure”, *Chromosoma*, 11(1), 514-522, 1960.
76. Başaran, A., “Tıbbi Biyoloji”, *Güneş & Nobel Tıp Kitapevi*, 5. Baskı, s.151, 152, 153,154, 158, Bursa, 1999.
77. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., ... & Hunt, T., “Biologia molecular da célula”, *Artmed Editora*, 2010.
78. Adams, D. C., “A generalized K statistic for estimating phylogenetic signal from shape and other high-dimensional multivariate data”, *Systematic biology*, 63(5), 685-697, 2014.
79. Pines, J., “Cell cycle: reaching for a role for the Cks proteins”, *Current Biology*, 6(11), 1399-1402, 1996.
80. Varlık, E. K. C., “Hücre”, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 2002.
81. Al-Murtadha, A. A. A., “Microscopic analysis of aneuploidy induced by the mutation of the CCDC124 gene”, *Doctoral dissertation*, 2015.
82. Engin, K., & Özyardımcı, N., “Akciğer kanserleri tanı ve tedavide temel ilkeler ve uygulamalar”, *Avrupa Tıp Kitapçılık*, Bölüm, 3, 1-15, 2001.
83. Karakaya, H., “Genetik”, *Türkiye Klinikleri J Allergy-Asthma*, 4, 19-23, 2002.
84. Sönmezer, D., “Histopatolojik görüntüler üzerinde bölge büyütme yöntemi ile mitoz sayımı”, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.9, 14- 15, Kayseri, 2012.
85. Hardin, J., & Bertoni, G., “Becker” in Hücre Dünyası”, *Çeviri Editörü, Beldüz, AO, Palme yayınevi*, 2019.
86. Güneş, H. V., “Moleküler Hücre Biyolojisi”, *Kaan Kitabevi*, 2. Baskı, Eskişehir, 1-113, 2006.

87. Hassold T, Hunt P., “To err (meiotically) is human: The genesis of human aneuploidy”, *Nat Rev Genet*, 2: 280–291, 2001.
88. Ohkura, H., “Meiosis: an overview of key differences from mitosis”, *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 7(5), a015859, 2015.
89. Bartee, L., “Mitosis: Eukaryotic Cell Division”, *MHCC Biology 112: Biology for-Health Professions*, s. 74-75, 2019.
90. Solari, A. J., & Tandler, C. J., “Presence of a centromeric filament during meiosis”, *Genome*, 34(6), 888-894, 1991.
91. Orr-Weaver, T. L., “Meiosis in *Drosophila*: seeing is believing”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(23), 10443-10449, 1995.
92. Doori, A. S. J., “İlgın (Çavuşçu) Gölündeki endemik Akşehir tatlısu kefalı, *Squalius recurvirostris* (Pisces, Cyprinidae)’in sitogenetik analizi”, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 13, Konya, 2019.
93. Bilge, E., “Genetik, 82670”, *AR Yayın Dağıtımı*, s. 14, İstanbul, 1981.
94. Kumbıçak, Z., “Türkiye’de bazı örümceklerde karyotip ve eşey kromozomları belirlenmesi üzerine araştırmalar”, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, s. 4, Gaziantep, 2010.
95. Gil, S. G. R., Mola, L. M., Papeschi, A. G., & Scioscia, C. L., “Cytogenetic heterogeneity in common haplogyne spiders from Argentina (Arachnida, Araneae)”, *The Journal of Arachnology*, 30(1), 47-56, 2002.
96. 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.
97. Pekâr, S. ve Krâl, J., “A comparative study of the biology and karyotypes of two central european Zodariid spiders (Araneae, Zodariidae)”, *Journal of Arachnology*, 29 (3), 345–353, 2001.

98. Coddington, J. A., “The monophyletic origin of the orb web”, *Spiders: webs, behavior, and evolution*, CA: *Stanford University Press*, pp. 319-363, Stanford, 1986.
99. Levi, H. W., “Systematics and evolution of spiders (Araneae)”, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22: 565-592, 1991.
100. Bond JE, Garrison NL, Hamilton CA, Godwin RL, Hedin M, Agnarsson I., “Phylogenomics resolves a spider backbone phylogeny and rejects a prevailing paradigm for orb web evolution”, *Current Biology*, 24:1765-1771, 2014.
101. Wheeler, W. C., Coddington, J. A., Crowley, L. M., Dimitrov, D., Goloboff, P. A., Griswold, C. E., ... & Zhang, J., “The spider tree of life: phylogeny of Araneae based on target-gene analyses from an extensive taxon sampling”, *Cladistics*, 33(6), 574-616, 2017.
102. Denton, T. E., “Fish chromosome methodology”, *Thomas*, 1973.
103. Řezáč M, Arnedo MA, Opatova V, Musilová J, Řezáčová V, Král J., “Taxonomic revision and insights into the speciation mode of the spider *Dysdera erythrina* species-complex (Araneae: Dysderidae): sibling species with sympatric distributions”, *Invertebrate Systematics*, 32:10-54, 2018.
104. Araujo D, Paula-Neto E, Brescovit AD, Cella DM, Schneider MC., “Chromosomal similarities between Nephilidae and Tetragnathidae indicate unique evolutionary traits among Araneoidea”, *Italian Journal of Zoology*, 82:1-8, 2015.
105. Maddison WP, Maddison DR, Derkarabetian S, Hedin M., “Sitticine jumping spiders: phylogeny, classification, and chromosomes (Araneae, Salticidae, Sitticini)”, *ZooKeys*, 925:1-54, 2020.
106. 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”, *J. Sci. Hiroshima Univ. (ser. B.)* 13: 1-52, 1952.

107. 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", *J. Sci. Hiroshima Univ.* (ser. B.) 15: 23-136, 1954.
108. White MJD., "Animal cytology and evolution", *London: Cambridge Univ. Press*, 1973.
109. Westring, N., "Araneae Svecicae: descriptae", *Bonnier*, 1861.
110. Koch, L., "Die Arachniden-Familie der Drassiden (No. 1-7)", *JL Lotzbeck*, 1866.
111. Cambridge, O.P., "General list of the spiders of Palestine and Syria, with descriptions of numerous new species, and characters of two new genera", *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1872: 212-354, 1872.
112. Koch, C. L., "Die Arachniden", *Nürnberg: C. H. Zech'sche Buchhandlung*, 5(6): 125-158, 1839.