

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

***HERSILIOA BAYRAMI* (Danışman vd. 2012) TÜRÜNÜN
KARYOTİP ANALİZİ VE MAYOZ BÖLÜNME
ÖZELLİKLERİ**

**Tezi Hazırlayan
Gülnare HÜSEYNLİ**

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

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz 2017
NEVŞEHİR**

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

***HERSILIOA BAYRAMI* (Danışman vd. 2012) TÜRÜNÜN
KARYOTİP ANALİZİ VE MAYOZ BÖLÜNME
ÖZELLİKLERİ**

**Tezi Hazırlayan
Gülnare HÜSEYNLİ**

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

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Temmuz 2017
NEVŞEHİR**

Yrd. Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK danışmanlığında **Gülnare HÜSEYNLİ** tarafından hazırlanan “*Hersiliola bayrami* (Danışman vd. 2012) Türünün Karyotip Analizi Ve Mayoz Bölünme Özellikleri” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

13/07/2017

JÜRİ

Başkan : Doç. Dr. Tülay ÖZER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Naşit İGÇİ

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **14/07/2017**...tarih ve **32-214**.. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

14/07/2017
Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

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

(İmza)



(Gülnare HÜSEYNLİ)

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince akademik bilgilerini ve katkılarını esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK'a

Tez çalışmam ve laboratuvar aşamamda yardım ve desteklerini esirgemeyen hocam Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK'a

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her anlamda yanımda olan aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.



**HERSILIOLA BAYRAMI (Danışman vd. 2012) TÜRÜNÜN KARYOTİP
ANALİZİ VE MAYOZ BÖLÜNME ÖZELLİKLERİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Gülnare HÜSEYNLİ

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

Temmuz 2017

ÖZET

Bu çalışmada, Hersiliidae familyasına ait *Hersiliola bayrami* türüne ait karyolojik özellikler erkek bireylerin gonadlarından standart yayma preparasyon tekniğine göre elde edilmiştir. Türe ait diploid kromozom sayısı, kromozomların morfolojisi, eşey kromozomu sistemi, kromozomların mayoz bölünmedeki davranışları ve mayoz bölünme tipi belirlenmiştir. Buna göre diploid sayı ve eşey kromozomu sistemi $2n_{\text{♂}}=35$, $X_1X_2X_3$ şeklinde olup telosentrik tipte kromozomlar elde edilmiştir. I. Mayoz evrelerinde 16 otozomal bivalent ve üç univalent eşey kromozomu tespit edilirken, II. Mayoz evrelerinde $n=16$ ve $n=19$ ($16+X_1X_2X_3$) olan iki çeşit nukleus belirlenmiştir. Bugüne kadar *Hersiliola* cinsi üzerine yapılmış herhangi bir karyolojik çalışmanın olmaması nedeniyle elde edilen sonuçlar özellikle diploid sayının ve eşey kromozomlarının taksonlar arasındaki değişim mekanizmalarını açıklamada önemlidir.

Anahtar kelimeler: Eşey kromozomları, Karyotip, Mayoz, Hersiliola bayrami

Tez Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ümit KUMBIÇAK

Sayfa Adeti: 35

**KARYOTYPE ANALYSIS AND MEIOSIS DIVISION PROPERTIES OF
Hersiliola bayrami (Danışman vd 2012)**

(M. Sc. Thesis)

Gülnare HUSEYNLİ

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

July 2017

ABSTRACT

In this study, the karyological features of *Hersiliola bayrami* belonging to Hersilidae family were obtained from the gonads of male individuals according to the standard smear preparation technique. The number of diploid chromosomes of the genus, the morphology of the chromosomes, the sex chromosome system, the behavior of the chromosomes in meiosis and the type of meiotic division were determined. According to this, the diploid number and the sex chromosome system are $2n♂ = 35, X_1X_2X_3$ and the telocentric type chromosomes are obtained. When the 16 autosomal bivalent and three univalent sex chromosomes were detected in stages of I Meiosis, the two types of nuclei were identified with $n=16$ and $n=19 (16+X_1X_2X_3)$ in stages of II Meiosis. The results obtained in the absence of any karyological studies on *Hersiliola* genus until now are particularly important in explaining the diploid number and the change mechanisms of the sex chromosomes between the taxons.

Keywords: Sex chromosomes, Karyotype, Meiosis, Hersiliola bayrami

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ümit Kumbıçak

Page Number: 35

İÇİNDEKİLER

KABUL ONAY SAYFASI.....	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
RESİMLER LİSTESİ	x
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Kromozomlar.....	2
2.1.1. Kromozomların biyokimyası	2
2.2. Hücre döngüsü ve hücre bölünmeleri.....	7
2.2.1. İnterfaz	8
2.2.2. Mitoz bölünme	9
2.2.2.1. Profaz evresi	9
2.2.2.2. Metafaz evresi.....	10
2.2.2.3. Anafaz evresi	10
2.2.2.4. Telofaz evresi.....	11
2.2.2.5. Sitokinez	11
2.2.3. Mayoz bölünme	11
2.2.3.1. Mayoz I (reduksiyon) bölünme.....	11
2.2.3.2. Mayoz II.....	13
2.3. Örümcekler (Araneae).....	14

2.3.1. Sistematik.....	14
2.3.2. Örümcek morfolojisi.....	14
2.3.3. Örümceklerde sitogenetik çalışmalar.....	15
2.3.4. Örümceklerde eşey kromozom sistemi.....	16
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1 Örümceklerin Toplanması.....	17
3.2. Metot	17
3.2.1.Kimyasalların hazırlanması	17
3.2.2.Kromozom preparatlarının hazırlanması	18
3.2.3.Kromozomların incelenmesi.....	18
4.BULGULAR.....	20
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	28
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	35

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan örümceklerin toplandığı alanlar ve örnek sayısı ve toplama tarihi.....	18
Tablo 3.2. Sentromerik konum ve kol oranlarına göre kromozomların adlandırılması.....	20
Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan türün sistematik bilgileri.....	21
Tablo 4.2. <i>H. bayrami</i> türüne ait kromozomların relatif uzunluk, kol oranı ve sınıflandırılması.....	23



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Kromozomun genel şekli.....	3
Şekil 2.2.	Nükleozomun yapısı.....	4
Şekil 2.3.	30 nm'lik kromatin fibril yapısı.....	4
Şekil 2.4.	Kromozomların yapısı	6
Şekil 2.5.	Kromozomların sentromer bölgelere göre sınıflandırılması.....	7
Şekil 2.6.	Örümceklerde genel görünüş.....	16
Şekil 4.1.	<i>H. bayrami</i> türüne ait karyogram.....	21
Şekil 4.2.	<i>H. bayrami</i> türüne ait idiogram.....	22

RESİMLER LİSTESİ

Resim 4.1.	<i>H. bayrami</i> ' ye ait spermatogonial metafaz evresi	22
Resim 4.2.	<i>H. bayrami</i> ' ye ait profaz I'in leptoten evresi	24
Resim 4.3.	<i>H. bayrami</i> ' ye ait profaz I'in zigoten evresi	24
Resim 4.4.	<i>H. bayrami</i> ' ye ait profaz I'in pakiten evresi	25
Resim 4.5.	<i>H. bayrami</i> ' ye ait profaz I'in diploten evresi	26
Resim 4.6.	<i>H. bayrami</i> ' ye ait geç metafaz I evresi.....	26
Resim 4.7.	<i>H. bayrami</i> ' ye ait metafaz II evresi.....	27
Resim 4.8.	<i>H. bayrami</i> ' ye ait anafaz II evresi	28

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

G₁	Presentetik evre
G₂	Postsentetik evre
p	kromozomların kısa kolu
q	kromozomların uzun kolu
X	Eşey kromozomu
Y	Eşey kromozomu
T	Telosentrik
µm	Mikrometre
=	Eşitlik işareti
%	Yüzde işareti
♂	Erkek birey
ATP	Adenozintrifosfat
DNA	Deoksiribonükleikasit
EKS	Eşey kromozom sistemi
mRNA	Mesajcı RNA
RNA	Ribonükleikasit
MPF	Olgunlaşma faktörü
n	Haploid kromozom sayısı
2n	Diploid kromozom sayısı

1. GİRİŞ

Eklembacaklılar hem tür hem de sayı bakımından hayvanlar âleminin en zengin grubunu oluşturmaktadır. Eklembacaklılar şubesini böcekler, örümcekler, akrepler, keneler, çıyanlar, kırkayaklar, ıstakozlar, karidesler, yengeçler ve su pireleri gibi organizmalar oluşturmaktadır [1]. Örümcekgiller sınıfı, böceklerden sonra en fazla sayıda türe sahip sınıf olarak bilinmektedir. Örümcekler karasal hayvanlar olmalarına rağmen deniz kıyılarına kadar büyük bir yaşam alanına sahip olup dünyanın her yerinde yaşarlar. Tatlı suların üzerinde hatta içinde yaşayan türleri de mevcuttur [2].

Büyük bir bölümü karnivor olan örümceklerin çoğu avladıkları hayvanlarla beslenirken, bir kısmı bitki özsularıyla, diğer bir kısmı ise parazitik beslenir [3]. Örümcekler, böceklerle beslendiği için ekolojik dengenin korunmasında önemli bir görev üstlenmektedirler [4]. Örümcekler aynı zamanda birçok omurgalı ve omurgasız canlıların besinini oluşturmaktadır. Örümceklerin bazı örneklerinde kannibalizmin yaygın olduğu, örümceğin eşini veya yavrularını yediği görülebilmektedir [3].

Örümcekler üzerinde birçok sitogenetik araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalarda kullanılan en genel yöntem, kromozomların sayı ve temel görünümelerini dikkate alarak karyotip hazırlamaktır [5]. Bir türün sahip olduğu kromozom sayısı ve morfolojisi o türün karyotipi olarak adlandırılmaktadır. Her canlının karyotipi farklı olup dış etkenlerden etkilenmemektedir [6].

Bu çalışmada Hersiliidae familyasına ait *Hersiliola bayrami* türünün diploid kromozom sayının belirlenmesi, eşey kromozom sisteminin tespit edilmesi, karyotip analizi ve mayoz bölünme özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen sitogenetik veriler ile Hersiliidae familyası için yeni bir diploid sayı ve eşey kromozomu sistemini ($2n♂=35, X_1X_2X_3$) ilk kez ortaya konulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kromozomlar

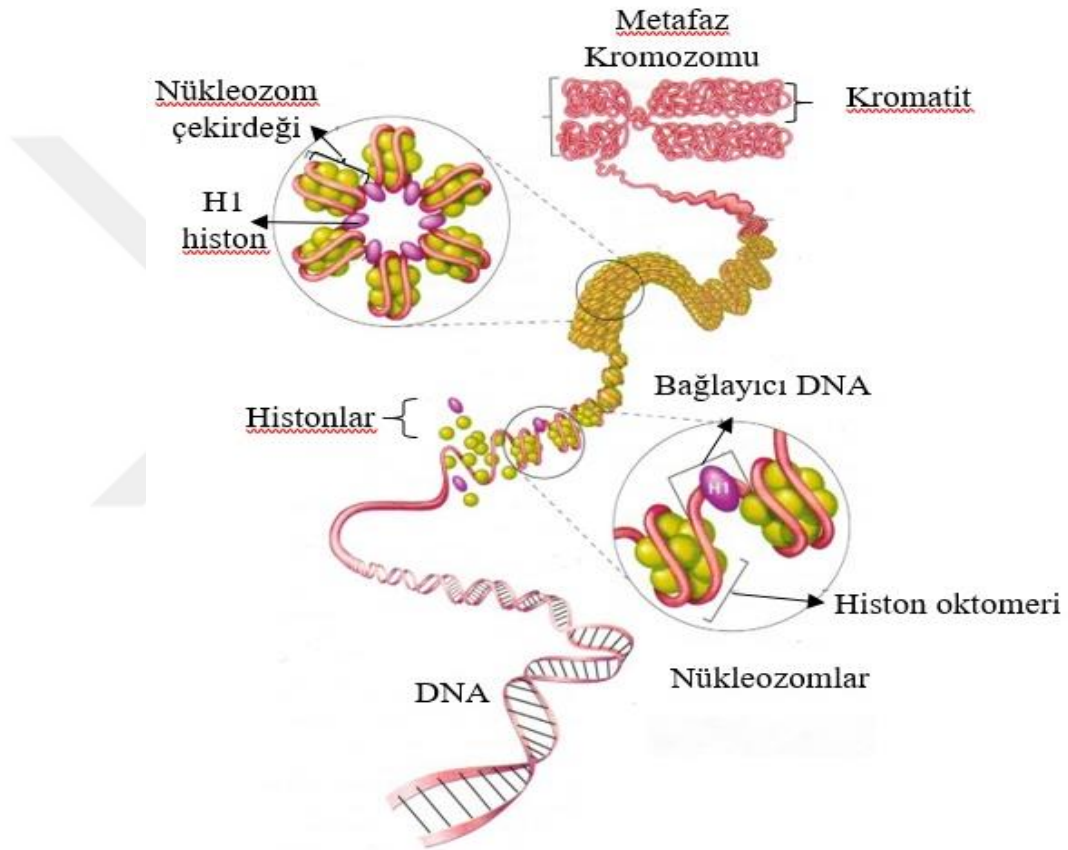
Ökaryot canlılarda, çekirdekte, mitokondride ve kloroplastlarda bulunan kromozomların en önemli özelliği genleri taşımak ve canlının genetik özelliklerini yeni nesillere aktarmaktır [7]. Hücrelerin bölünme halinde olmadıkları dönemde iğ şeklinde ve gevşek halde olan DNA materyali hücre bölünmesinde spiralleşip kalınlaşır ve kromozom adını alır [8]. Kromozomlar ilk defa 1840 yılında botanikçi Wilhelm Hofmeister tarafından *Tredescantia* bitkisinin polen ana hücrelerinde gözlemlenmiştir [9]. “Kromozom” adı ise ilk defa 1888 yılında Waldeyer tarafından teklif edilmiştir [10]. Kromozomların anlaşılmasına önemli katkılar sağlayan bilim adamları Theodor Boveri ve Walter Sutton, genetik materyalin taşıyıcıları olarak kromozomları tanımlayan birleştirici bir teori ileri sürmüşlerdir. Buna göre, mitoz bölünme sırasında kromozomların sabit sayıda olduğu, bölünme durduğu zaman kromozomların dinlenme aşamasında görülmez oluşunun ardından bir sonraki bölünme sırasında kromozomların tam olarak önceki sayıya ve özelliklere sahip olduğu kanıtlanmıştır [11].

2.1.1. Kromozomların biyokimyası

Kromozomlar çekirdekte DNA molekülleri şeklinde değil, farklı proteinlerin meydana getirdiği nükleoprotein kompleksleri, yani kromatin şeklinde bulunmaktadır (Şekil 2.1) [12]. Kromatinin temel yapısal birimi olan nükleozom oluşumu, kromatin yapısının düzenlenmesinde ilk evredir. Nükleozomlar, histon proteinleri ve DNA ipliğinden meydana gelen kromatin birimleridir [13].

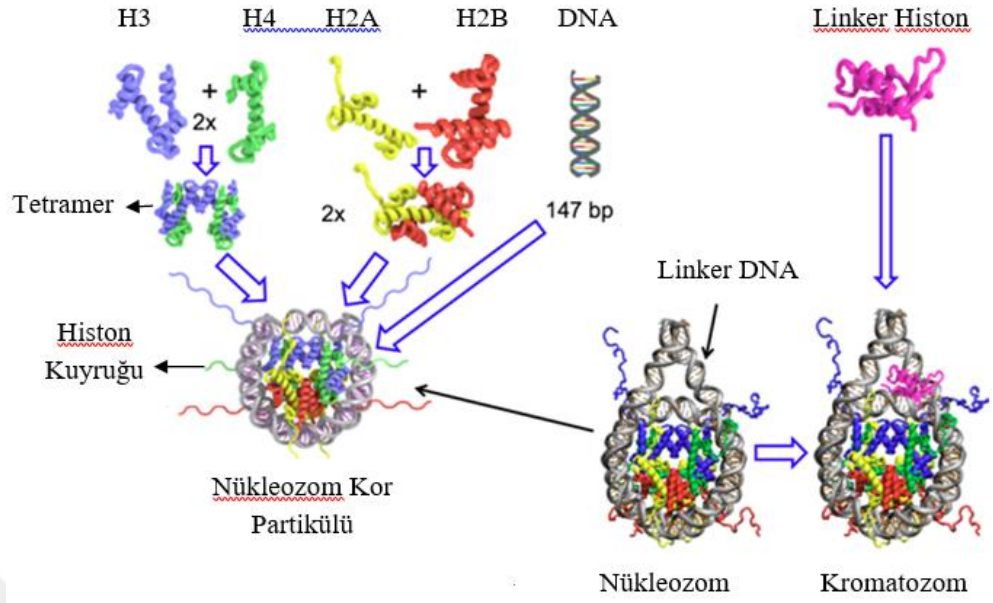
Temel histon proteinleri H1, H2A, H2B, H3, H4 olarak adlandırılır ve genel olarak iki gruba ayrılmaktadır. H2A, H2B, H3, H4 birinci grubu oluşturmaktadır ve nükleozomal histonlar olarak isimlendirilmektedir. Nükleozomal histonlar nükleozomun yapısını oluşturmaktadır (Şekil 2.2) [7, 14, 15]. İkinci grup histonlar ise H1 histonları oluşturmaktadır. Histon proteinleri pozitif yüklü bazik amino asitler bakımından (lizin, arjinin) zengindir. Bu sayede DNA'daki negatif yüklü fosfat gruplarıyla etkileşime girebilmektedir [7, 14, 15]. H1 histonu DNA'ya bağlanarak DNA'nın sıkılaştırılmasını sağlamaktadır [16]. Canlı hücrelerde nükleozomların meydana getirdiği düzenli yapılar

sayesinde kromatinler daha çok 30 nm çapında fibriller halinde görülmektedir. Bu fibrillerde iki nukleozom iplikten oluşan bir zik-zak modeli oluşmaktadır (Şekil 2.3) [15, 16]. Bu model DNA'ya 10 kat daha sıkılaşma kazandırmaktadır [12]. Kromatin iplikçikler, hücre bölünmesinin başlamasıyla beraber kısalıp kalınlaşırlar. Özel bazik boyalarla boyandığında ışık mikroskopunda koyu renkli ve genellikle çubuk biçiminde görülen bu oluşumlar kromozom olarak adlandırılır [13].

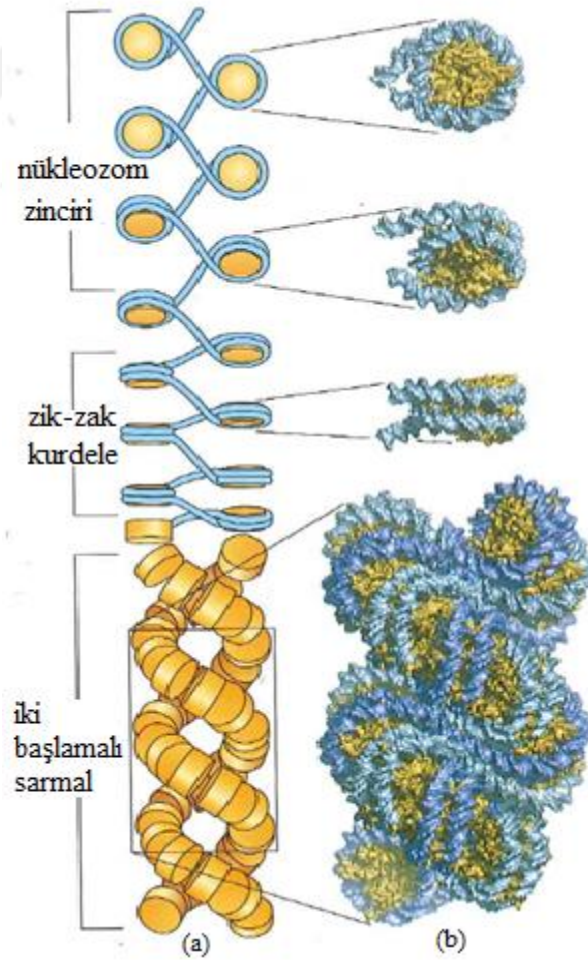


Şekil 2. 1. Kromozomların yapısı [17]

Çekirdek içerisinde sıkı paketlenmiş ve daha koyu olan bölgelere heterokromatin, daha seyrek paketlenmiş ve açık olan bölgelere ise ökromatin denilmektedir. Ökromatinin gen ifadesi bakımından aktif bölgeler, heterokromatinin ise genel olarak transkripsiyonun yapılmadığı bölgeler olduğu kabul edilmektedir [7,12].



Şekil 2. 2. Nükleozomun yapısı [18]

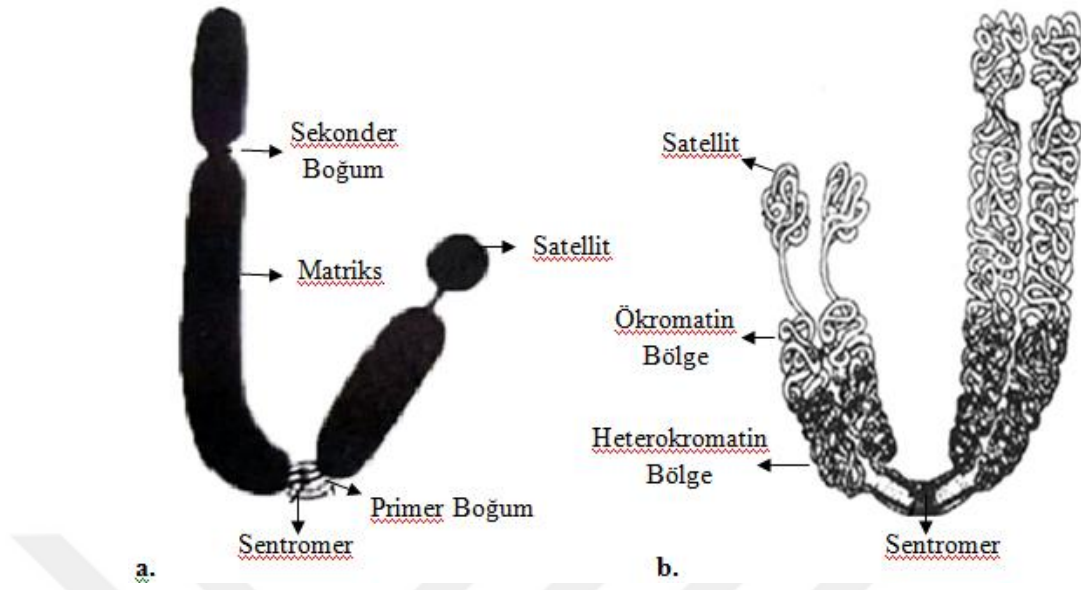


Şekil 2.3. 30 nm'lik kromatin fibril yapısı (a-zik-zak kurdele modeli, b-tetranükleozomun x-ışını kristalografisi temelinde 30 nm fibril modeli) [15]

Ökaryot hücreler genellikle doğrusal yapıda birkaç milyon baz çiftine sahip bir veya daha fazla sayıda kromozom çifti içerirler. Kromozomların sayısı, büyüklüğü ve sentromer yerleri türler arasında farklılık gösterebilir [5].

Kromozomlarda primer ve sekonder olarak adlandırılan iki boğum bulunmaktadır. Sentromerin bulunduğu daralma bölgesi primer boğum olarak isimlendirilmektedir [10]. Primer boğum kromozomu iki kola ayırmaktadır [19]. Sentromer iki kardeş kromatidin birbiriyle kaynaştığı dar bir bölgedir. Bu bölgede kinetokor protein kompleksleri birleşme göstermektedir [14]. Kromozom kollarının uçlarında satellit (uydu) diye isimlendirilen kısım bulunmaktadır (Şekil 2.4) [19]. Kromozomlarda bulunan önemli bölgelerden biri de telomerlerdir. Telomerler kromozomların uç kısımlarında bulunan, herhangi bir gen kodlamayan, özelleşmiş heterokromatin yapılarıdır [7, 14]. Telomerlerin iki görevi bulunmaktadır. Birincisi; kromozom uçlarının replikasyonlarının tamamlanmasına olanak vermek; ikincisi ise bu uçların birbirleri ile karışmasını ya da kromozomların iç kısımları ile reaksiyon vermelerini önlemektir. Telomer içermeyen kırık uçlar disentrik, halkalı veya diğer kararsız kromozom yapıları oluşturacak şekilde uç uca eklenebilirler. Bu kararlı ve kararsız yapılar arasındaki farklılıklar, telomerlerin normal kromozom uçlarında bulunan özel yapılar olduğunu ve bu yapılar olmadığı zamanlarda kromozomların dayanıksız olduğunu göstermektedir. Telomerler DNA replikasyonunun düzgünlüğü konusunda sentromer bölgeleri ile aynı derecede önemlidir. Ayrıca interfaz çekirdeğinin üç boyutlu yapısının kurulmasında da etkili olduğu düşünülmektedir [20].

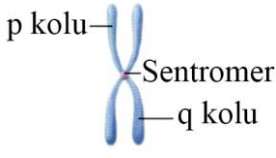
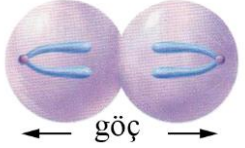






Sitolojik olarak kromozomların en iyi görüldüğü evre metafaz evresidir. Bu evredeki kromozomların sayısı, büyüklükleri ve sentromerlerinin bulunduğu bölgeye göre dizilmesiyle oluşturulan tabloya karyogram (idiyogram) denir[22].



Şekil 2. 4. Kromozomların yapısı [21]

Kromozomlar, sentromerlerin yerleşim yerine ve kromozom kollarının uzunluklarına göre dört gruba ayrılmaktadır [8]. Sentromerin merkezde bulunup kolların eşit olduğu kromozomlara metasentrik kromozomlar, sentromerin bir uca yakın olup kolların eşit olmadığı kromozomlara submetasentrik kromozom, sentromerin bir uca çok yakın ve kolların çok kısa olduğu kromozomlara akrosentrik kromozom ve sentromerin tam uçta bulunduğu kromozomlara telosentrik kromozom denir [17, 21, 23].

Kromozomların kısa olan kolu sentromerin üst tarafında gösterilir ve p kolu olarak adlandırılır. Uzun kol ise sentromerin alt tarafında tarafı gösterilir ve q kolu olarak adlandırılır (Şekil 2. 5). Sentromerin kromozom üzerindeki konumuna göre kromozomların tanımlanmasında iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki uzun kolun kısa kola oranı (q/p), ikinci yöntem ise sentromerik indeks olarak adlandırılan, bir kromozomun kısa kolunun, o kromozomun toplam uzunluğuna oranıdır ($p/(p+q)$). Bir kromozomun uzunluğunu ifade etmek için o kromozom uzunluğunun haploid sayıdaki kromozomların toplam uzunluğu içerisindeki yüzdesi olan relatif uzunluktan da yararlanır [4, 10, 24].

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

Şekil 2. 5. Kromozomların sentromer bölgelere göre sınıflandırılması [17]

2.2. Hücre döngüsü ve hücre bölünmeleri

Bir hücre bölünmesinin tamamlanmasından bir sonraki bölünmeye kadar geçen olaylar bütünü hücre döngüsünü oluşturur [17]. Hücre döngüsü iki temel evreden oluşur: interfaz (hazırlık) evresi ve mitoz bölünme evresi [25]. Hücre döngüsünün ana noktası bölünme öncesi DNA'nın replikasyonu ve bölünme sonunda oluşan yeni iki yavru hücreye aktarılmasıdır. Bu oluşumlar prokaryot ve ökaryot hücrelerde hem benzerlik hem de farklılıklar gösterir. Prokaryot hücrelerde DNA replikasyonu hızlı gerçekleşir. Bu sebeple hücre bölünmesi de ökaryotlardan daha hızlı olur. Bakterilerde DNA replikasyonunda DNA'nın kısalıp, yoğunlaşması ökaryot hücrelerde olduğu gibi açıkça görülmez [26].

2.2.1. İnterfaz

Bölünme aşamasında olmayan hücre interfaz evresindedir. İnterfaz kromozomları çok incedir ve birbirlerinden ayırt edilebilmeleri olanaksızdır. Çekirdek içerisinde görünür değillerdir. Buna rağmen interfaz evresi hücrenin durgun olduğu bir evre değildir. İnterfaz hazırlık evresi olarak bilinmektedir ve G_1 , S ve G_2 fazlarından oluşmaktadır [27].

G_1 (gap=pre-sentetik) evresi

Bu evrede hücre metabolik olarak aktif bir hal alır ve sürekli olarak büyür [28]. DNA sentezinin gerçekleşmesi ve iğ iplikleri için gerekli proteinler sentezlenir. RNA sentezi de bu evrede başlar [21, 29]. Ribozomlar ve diğer organellerin, ayrıca hücre bölünmesi için gerekli olan diğer maddelerin sentezi başlar ve sayıları iki katına çıkar [27, 30]. Bu evre zaman olarak değişkendir. Tipik sıklısta sekiz saate kadar sürmektedir [21]. Embriyo hücrelerinde bu evre çok hızlı geçilirken iskelet kası ve sinir hücreleri G_1 fazında kalmaktadır [27].

S (sentez) evresi

G_1 evrenin hemen ardından S evresi başlar. Bu evrede DNA sentezi gerçekleşir ve genetik materyal iki katına çıkar. Ayrıca G_1 evresindeki gibi RNA ve protein sentezi devam eder. Sentioller kendini eşlemeye başlar [29, 31].

G_2 evresi (post-sentetik)

Bu evrede protein ve RNA sentezi tamamlanır. mRNA bu evrede sentezlenir. ATP sentezi gerçekleşir, kromozomda kalınlaşmalar başlar ve artık hücre bölünmeye hazır olur [21, 32]. Hücre döngüsünde, DNA replikasyonu, mitoz bölünme evreleri, ayrıca hasarlı kromozom replikasyonunun yavru hücrelere geçişinin önlenmesinin sağlanması hücre döngüsü kontrol sistemi (checkpoints) tarafından iç veya dış sinyallerle yönlendirilir [26, 29, 33]. Kontrol sistemi, birbirini etkileyen proteinlerden meydana gelir ve siklusun farklı evrelerindeki olayların birbirlerine uyumlu ve düzenli olarak gelişmesini sağlar. Bu sistem hücre döngüsünü G_1 , G_2 ve M kontrol noktalarıyla kontrol eder [26].

Kontrol noktaları içerisinde en önemlisi G_1 kontrol noktasıdır. Çünkü G_1 kontrol noktasında hücre “devam et” sinyalini alırsa bütün fazları tamamlayıp bölünür [33]. Ayrıca G_1 kontrol noktası S fazının işlemlerini ve hasarlı DNA tamirini kontrol eder [26]. DNA’da herhangi bir hasar varsa hücre “dur” sinyalini alır. Hücre bölünemez ve G_0 fazına geçer [29, 33]. G_2 kontrol noktasının görevi S fazında hasarlı DNA’yı tanımak ve evrelerin ilerlemesini durduracak sinyali üretmektir. Böyle bir durumda bölünmenin başlaması engellenir ve DNA replikasyonu tamamlanana kadar G_2 fazında bekler. DNA replikasyonu tamamlandıktan sonra hücre mitoz bölünmeye başlar. Diğer bir kontrol noktası olan M kontrol noktası mitozun sonuna yaklaşınca meydana gelir ve genomun bütünlüğünü, mitotik iplikçiğin kromozomun kinetokoruna tutunmasını ve kromozomların yavru hücrelere tam doğru halde taşınmasını sağlar [25, 26]. Ayrıca kromozomlar mitotik iğ üzerinde hatalı dizilirse mitozu metafazda durdurur [29]. Kontrol sisteminde MPF (maturation-promoting-factor-olgunlaşmayı-hızlandıran-faktör) çeşitli proteinleri fosforlayarak mitozu başlatma görevini üstlenir [33].

2.2.2. Mitoz bölünme

Mitoz bölünme yaşamın sürdürülmesinde büyük rol oynar [15]. Mitoz bölünme, kalıtsal devamlılığı, hücre sayısının artışı sağlayan somatik ve eşey hücrelerinde görülen bir bölünme türüdür. Mitoz bölünme hücrelerin kromozom sayısının sabit kalmasını, ayrıca çok hücreli organizmalarda büyüme ve rejenerasyonu, tek hücreli organizmalarda ise üremeyi sağlar [34]. Mitoz bölünme sonunda bir ana hücreden iki yeni yavru hücre oluşur. Mitoz bölünme karyokinez (çekirdek bölünmesi) ve sitokinez (sitoplazma bölünmesi) ile gerçekleşir ve 4 evreden ibaret olur [35].

- 1. Profaz**
- 2. Metafaz**
- 3. Anafaz**
- 4. Telofaz**

2.2.2.1. Profaz evresi

Bu evrede kromatin iplikleri kısalıp kalınlaşır ve görülebilir hale gelir [21, 36]. Kromozomların iki kromotitden oluştuğu belirgin hale gelir. Kromozomlardaki bu değişimler H1 ve H3 proteinlerinin fosforilasyonu sonucunda oluşur [35]. Çekirdek zarı ve çekirdekcik eriyerek kaybolur. Kendini eşlemiş olan sentrozomların mikrotübül

çekirdeklenme olayında daha hızlı bir hale gelmesiyle mikrotübüllerin interfaz durumu ortadan kalkmaktadır. Bu olay asterler diye isimlendirilen mikrotübüllerin iki bölgede de yapılanmasında rol oynamaktadır [15]. Yani sentrioller ayrılmaya başladığında mikrotübül dizileri meydana gelir ve bunlar her yöne doğru yayılım gösterirler [27]. MPF mikrotübüllere bağlı proteinleri fosforlayarak mitotik iği meydana getirir [26]. Mikrotübüller üç gruba ayrılır.

1. Astral mikrotübüller
2. Kinetokor mikrotübüller
3. Kutuplararası mikrotübüller

Astral mikrotübüller sentrozomla hücrenin belirli bir kutbunda yerleşerek artı uçları yardımıyla kortikal iskelet elementleri ile iletişime geçer. Kinetokor mikrotübüllerin artı uçları kromozomların kinetokor kısımlarıyla iletişime geçer. İğ iplikçiklerini daha çok kinetokor mikrotübüller oluşturur. Kutuplararası mikrotübüller ise bir kutuptan başlayarak ekvator sınırını geçerek ters yöne doğru uzanırlar [35].

2.2.2.2. Metafaz evresi

Profaz ve metafaz evreleri arasında prometafaz olarak adlandırılan kısa bir evre ayırt edilir. Prometafaz evresi, nükleus zarının erimesinden kromozomların ekvatorial düzleme dizilmesine kadar geçen süre içerisinde kromozomların hareket ettiği dönemdir [10, 17].

Metafaz evresinin en önemli özelliği bütün kromozomların ekvatorial düzlemin merkezinde yerleşmesidir [21]. Bu evrede kromozomların kısıp kalınlaşması ve görülebilir hale gelmesi maksimum seviyeye ulaşır. Bu yüzden metafaz evresi kromozomları gözlemek için en uygun evredir [22].

2.2.2.3. Anafaz evresi

Kardeş kromatidlerin ayrılması ile oluşan her bir kromozom kinetokorlarının tutunduğu mikrotübüller aracılığıyla zıt kutuplara doğru çekilirler [15]. Sentromerin konumu, ayrılma sırasında kromozomların şeklini belirler [17]. İğ iplikleri kısıp kromatidler birbirinde uzaklaşır ve her iki kromatidin aynı kutuba gitmesi engellenir. Böylece genetik bilgi meydana gelecek yeni nesile eşit olarak paylaşılır [31].

2.2.2.4. Telofaz evresi

Bu evre profazın tersi bir evredir [36]. Çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşmaya başlar [21]. Kinetokor mikrotübülleri kaybolur [35]. Kromozomlarda çözülme ve gevşeme başlayıp, ışık mikroskopunda görünmez hale gelir. Daha sonra sitokinez denilen süreç başlar [4].

2.2.2.5. Sitokinez

Çekirdek bölünmesinin ardından sitoplazma bölünmesi gerçekleşir. Eğer bir hücreden iki hücre meydana gelecekse sitokinez gereklidir [17]. Sitokinez gerçekleşmez ise polinuklear hücreler oluşabilir[10].

Sitokinez mekanizması bitki ve hayvan hücreleri arasında oldukça farklılık gösterir [17]. Hayvan hücrelerinde sitokinez anafazın başlamasından sonra başlar. Aktin ve miyozin ipliklerinden oluşmuş bir halkanın, hücreyi metafaz düzleminden dıştan içeriye doğru boğumlaması ile gerçekleşir. Bitki hücrelerinde ise sitokinez erken telofazda başlar. Hayvan hücrelerinden farklı olarak selüloz çeper yüzünden boğumlanma gerçekleşmez. Golgi aygıtından çıkan ve hücre duvarı öncüllerini taşıyan veziküller, daha önce metafaz plağının bulunduğu yerde polar mikrotübüllere bağlanır. Veziküllerin birbirleriyle birleşmesi sonucu hücre plağı oluşur. Bu plak hücre çeperine dönüşerek, sitokinezin gerçekleşmesini sağlar [25].

2.2.3. Mayoz bölünme

Haploid eşey hücreleri mayoz bölünme olarak isimlendirilen özel bir bölünme tipi ile oluşmaktadır [16, 29]. Mayoz bölünme sonucunda kromozom sayısı diploid sayıdan haploid sayıya inmekte ve genler arası parça değişimi sayesinde özgün bir kombinasyona sahip yavru hücreler meydana gelmektedir. Bu şekilde genetik çeşitliliğin oluşması sağlanır. Mayoz birbirini izleyen iki bölünmeden oluşur [15, 33].

2.2.3.1. Mayoz I (reduksiyon) bölünme

Mayoz I; profaz I, metafaz I, anafaz I, telofaz I evrelerini içerir. Mayoz I başlamadan önce mitoz bölünmede olduğu gibi hücre interfaz aşamasından geçer. Mitozun interfazında olduğu gibi gerekli proteinler, RNA, ATP sentezi gerçekleşir, DNA replikasyonu gerçekleşir ve sentrioller eşleşir. Daha sonra mayoz bölünme başlar. Mayoz I ile mitoz arasındaki temel fark mayoz I profaz evresinde meydana gelen

krossing-over olayıdır. Bu evrelerden profaz I daha karmaşık olması nedeniyle diğer evrelerden farklıdır [35].

Profaz I

Profaz I evresi, leptoten, zigoten, pakiten, diploten ve diakinez adı verilen beş evreden oluşur.

Leptoten: Bu evrede DNA replikasyonu sonucunda çekirdek büyür. Kromozomlar kısalıp kalınlaşmaya başlasa da çok ince durumda olup ışık mikroskopunda ayırt edilemezler. [4, 10]. Yalnızca elektron mikroskopunda görülebilirler. Kromozom sayısı (2n) diploid ve iki kat artmış miktarda (4S) DNA olur. Ayrıca bu evrede DNA bakımından zengin kısımlar yani kromomerler mevcuttur [17, 32].

Zigoten: Bu evrede kromozomlar kısalıp yoğunlaşmaya devam eder. Homolog kromozomlar yan yana dizilerek çift oluştururlar [33, 37]. Homolog kromozomlar birbirine yapışarak sinapsis yaparlar. Sinapsis gerçekleştiğinde homolog kromozomların identik kısımları birbirine yaklaşır, çoğu zaman bu kromozomlar sentromer ve telomer kısımlarda daha yoğun şekilde birbirine yapışır. Bu da sinaptonemal kompleks sayesinde mümkün olur [32]. Sinaptonemal kompleks, mayoz bölünme sırasında homolog kromozomların eşleşmesi ve ayrılması için bir araç rolünü oynar. Sinaptonemal kompleks oluşmadığı takdirde hücrede krossing-over olayı meydana gelmez [17].

Pakiten: Kromozomların iki kromatidli olmaları iyice belirginleşir. Homolog kromozom çifti dört kromatidli olarak görünür ve tetrat adını alır [29]. Karşı karşıya dizilen kromozomlar arasında gen değişimi (krossing-over) başlar. Krossing-over'in olduğu noktalar kiyazma olarak isimlendirilir [10, 37].

Diploten: Bu evrede krossing-over olayı biter, sinaptonemal kompleks kaybolur, homolog kromozomlar birbirlerini iter ve bunun sonucunda birbirinden ayrılırlar [10]. Krossing-over zamanı rekombinasyonun pakiten evresinde gerçekleşmesine rağmen kiyazma bölgeleri bu evrede görünür hal alır [38].

Diakinez: Bu evrede kromozomlar en üst seviyede kısalıp kalınlaşır. Çekirdek ve çekirdek zarı kaybolur ve sentriollerin kutuplara çekilmesi tamamlanır [37, 39].

Homolog kromozomlar birbirinden ayrılrsa da kardeş olmayan kromatidler kiyazmalar sayesinde Metafaz I'in sonuna kadar birbirine bağlı kalır [10, 38].

Metafaz I

Bu evrede bivalentler merkezde iğ iplikçiklerinde dizilirler ve metafaz levhasını oluştururlar. Bu evrede dikkat çeken olay kinetokor kısmında ayrı ayrı kromatidlerin değil, kromozomların toplanmasıdır. Mitozun aksine kardeş kromatidlerin kinetokorları birbirlerine bitişik ve aynı yöne bakarken, homolog kromozomların kinetokorları iğ ipliklerin zıt kutuplarına bakar [25, 26, 31].

Anafaz I

Bu evrede homolog kromozomları bir arada tutan proteinler dağılır, homolog kromozomlar rastgele birbirinden ayrılıp zıt kutuplara doğru yönelir. Kutuplara çekilen kromozom sayısı vücut hücrelerinin kromozom sayısının yarısı kadar olur [4, 28, 33].

Telofaz I

Her bir çift homolog kromozomun iki kardeş kromatidden oluşan bir üyesine sahip haploid (n) kromozumlu iki nukleus meydana gelir. Sitokinezin ardından kısa bir interfaz evresi görülebilir. Ancak kromozomlar hâlihazırda iki kromatidden ibaret olduğu için replike olmazlar. Bazı durumlarda hücreler doğrudan anafaz I'den mayoz II evresine geçiş yapar. Bu evrede kromozomlar kısa interfaz evresine maruz kalır [17, 25].

2.2.3.2. Mayoz II

Mayoz I'in ardından Mayoz II başlar. Mayoz II normal mitozu andırır. Profaz II evresinde çekirdek zarı erir, iğ iplikleri oluşur. Metafaz II de kromozomlar merkeze doğru hareket eder ve ekvator bölgesinde sıralanırlar. Anafaz II'de merkeze toplanmış kromozomlar sentromerlerin ayrılması sonucu ayrılırlar ve kardeş kromatidler zıt kutuplara doğru çekilir. Telofaz II sonunda her biri n kromozom taşıyan dört yeni hücre oluşur [25, 28].

2.3. Örümcekler (Araneae)

2.3.1. Sistematik

Araneae takımı 112 aile, 4059 cins, 46740 örümcek türüne sahiptir [40]. Mesothelae ve Opisthothelae olmak üzere iki alt kategoriye ayrılır: Mesothelae, yalnızca bir aileden oluşur (Liphistiidae). Opisthothelae ise iki kategoriye ayrılır: paraksial kelisere sahip Mygalomorphae ve diaksial kelisere sahip Araneomorphae. Araneomorphae ise Haplogynae ve Entelegynae olmak üzere iki gruba ayrılır. Örümceklerin tür sayısı bakımından en geniş grubunu Entelegynae örümcekler oluşturur [41].

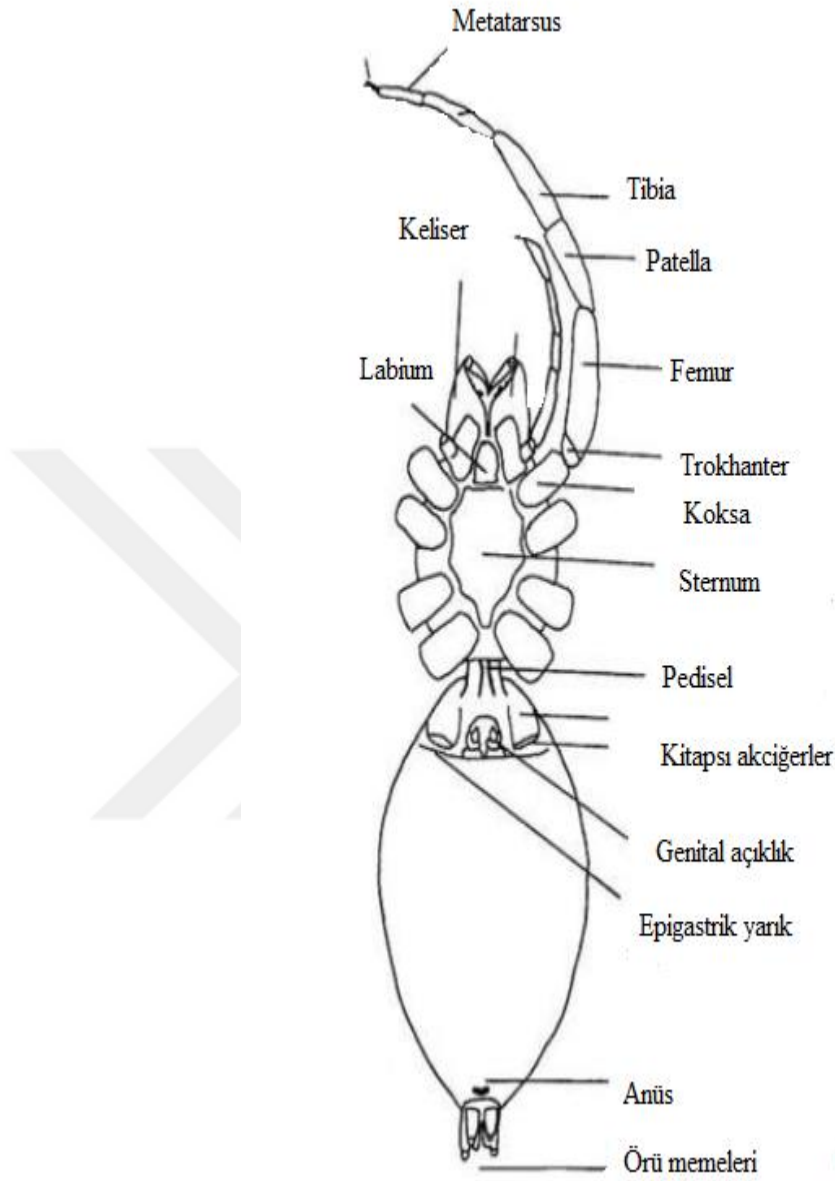
2.3.2. Örümcek morfolojisi

Örümceklerin vücudu önde prosoma (sefalotoraks) ve arkada opistosoma (abdomen) olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Bu iki kısım birbirlerine pedisel ile bağlanır. Prosoma, dorsalde sert bir kalkan rolünü oynayan karapaksla örtülmüştür. Ventralde ise sternumla çevrilidir. Prosomada bir çift keliser, bir çift pedipalp ve dört çift yürüme bacağı olmak üzere altı çift üye yer alır. Opistosoma, torba şeklinde bir yapıya sahip olup uç kısmında örü memeleri yer alır (Şekil 2.6) [3, 42].

Keliserler, bazal eklem ve tırnak eklemlerin oluşur. Keliserler besini tutmaya ve parçalamaya yararlar. Zehir bezleri keliserin bazal ekleminde yer alır [43]. Pedipalpler, erkek bireylerde çiftleşme organı olarak görev yapar [42, 43].

Örümcekler basit gözlere sahiptir. Gözler prosomanın ön kısmında bulunur. Çoğu örümceklerde altı veya sekiz göz bulunsada bazılarında iki veya dört göze sahip olanlar olduğu gibi gözü olmayan örümcek türleri de mevcuttur [43, 44].

Örümcekler ayrı eşeyli canlılar olup genellikle dişiler erkeklerden daha büyüktürler. Dişi üreme sisteminin dışarı açılan kısmına “epijin” adı verilir[4, 44, 45]. Erkeklerde spermler genital yarık sayesinde sperm ağına boşaltılır; oradan da pedipalplere doldurulur. Palpin ekleminin son kısmında embolus diye isimlendirilen kanal bulunur ve bu kanal erkek örümceğin cinsiyet organının dişi örümceğin cinsiyet organında kalmasını kolaylaştırır. Çiftleşme zamanı spermler dişinin sperm kabul edicilerine bırakılır ve çiftleşme kanalında döllenme olayı meydana gelir [4, 44, 46, 47].



Şekil. 2.6. Örümceklerde genel görünüş [45]

2.3.3. Örümceklerde sitogenetik çalışmalar

Örümceklerle ilgili ilk sitogenetik çalışma Carnoy (1885) tarafından yapılmıştır, ancak Sharma ve çalışma arkadaşları (1959), Beçak ve Beçak (1960) aseto-orsein ve aseto-karmin kullanarak kromozomlarla ilgili daha net bilgiler elde etmeyi başarmışlardır. Daha sonra Pinter ve Walters (1971) sitoloji preparatları için kolşisin çözelti metodunu uygulamışlardır. Bu çözelti mitoz veya mayoz bölünmenin metafaz evresinde olan hücre sayının artışı sağlanmış ve daha belirgin halde olan kromozomların sayılarak diploid sayının belirlenmesini mümkün kılmıştır [41].

Örümcekler üzerinde yapılan sitogenetik araştırmalarda örümcek gonadlarının özellikle de testislerin diğer dokulara göre daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Gonadların analizi hem mitotik hem de mayotik kromozomların araştırılmasında kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca kromozomların diploid sayısı, uzunluğu, morfoloji analizi ve bunun yanı sıra mayoz sırasında eşey kromozom sisteminin tanımlanmasına da katkıda bulunmaktadır. Mitotik hücre araştırmaları mitotik hücre bölünmesi, sinapsis, rekombinasyon ayrılma gibi kromozom davranışlarının araştırılmasında rol oynamaktadır. Bu özellikler eşey kromozomların değişimini anlamak için gerekli olmaktadır [41].

2.3.4. Örümceklerde eşey kromozom sistemi

Günümüze kadar 800'den fazla örümcek türünün sitogenetik özellikleri araştırılmıştır [48]. Bu çalışmalara göre erkek örümceklerde dişi örümceklerin sahip olduğu eşey kromozomların yarısı kadar eşey kromozom olduğu tespit edilmiştir. Örümceklerde en sık karşılaşılan eşey kromozom sistemi $X_1X_2♂/X_1X_1X_2X_2♀$ olup ilkel örümceklerde de bu tip eşey sistemine rastlanılmaktadır. Bu da diğer eşey sistemlerinin $X_1X_2♂/X_1X_1X_2X_2♀$ sisteminden geliştiğini düşündürmektedir. Örümceklerde $X_1X_2♂/X_1X_1X_2X_2♀$ sisteminin dışında $X0♂/XX♀$, $X_1X_2X_3♂/X_1X_1X_2X_2X_3X_3♀$, $XY♂/XX♀$, $X_1X_2Y♂/X_1X_1X_2X_2YY♀$, $X_1X_2X_3Y♂/X_1X_1X_2X_2X_3X_3YY♀$, $X_1X_2X_3X_4♂/X_1X_1X_2X_2X_3X_3X_4X_4♀$ şeklinde eşey sistemlerine de rastlanılmaktadır. Kromozom sayısındaki artış genel olarak duplikasyon ya da sentrik fizyon ile açıklanmaktadır [41, 48].

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Örümceklerin Toplanması

Çalışmada kullanılan *Hersiliola bayrami* örnekleri Mart ve Mayıs ayları arasında (2014) Antalya, Mersin ve Karaman'da yapılan arazi çalışmalarında taş altlarında elle ve aspiratör yardımıyla canlı olarak toplanmıştır (Tablo 3.1). Arazi çalışmalarında örümceklere herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Örümcekler plastik kaplara alınarak laboratuvara getirilmiştir. Örümcekler diseksiyon yapıncaya kadar haftada iki kez *Drosophila melanogaster* ile beslenmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan örümceklerin toplandığı alanlar, örnek sayısı ve toplama tarihi

Tür Adı	Örnek Sayısı	Örnekleme Verileri	
		Lokaliteler ve coğrafik koordinatlar	Toplama Tarihi
<i>Hersiliola bayrami</i> Danışman et al., 2012	2♂♂	Alanya, Antalya; 36°32'16.84" K ve 31°59'33.90"D	21.04.2014
	1♂	Gözne, Mersin; 37°00'30.47" K ve 34°31'50.09"D	28.03.2014
	2♂♂	Anamur, Mersin, 36°05'59.38" K ve 32°49'47.17"D	02.05.2014
	3♂♂	Anamur, Mersin, 36°02'17.48" K ve 32°44'00.54"D	04.05.2014
	1♂	Merkez, Karaman, 37°08'45.07" K ve 33°13'30.92"D	17.04.2014

3.2. Metot

3.2.1. Kimyasalların hazırlanması

Kimyasalların hazırlanması Pekar ve Kral (2001) metoduna göre elde edilmiştir [49].

a. Omurgasızlar için fizyolojik çözelti:

9 gr NaCl

0.4 gr KCl

0.2 gr NaHCO₃

0.33 gr CaCl₂.2H₂O

1000 ml distille suda çözünür.

b. Carnoy fiksatif: 1 birim glacial asetik asit ve 3 birim kloroform taze hazırlanarak kullanılır.

c. Giemsa boyasının hazırlanması

1. 4.53 gr KH₂PO₄ ile 5.18 gr K₂HPO₄ 1000 ml de çözülerek fosfat tamponu (pH=6,8) hazırlanır.
2. 95 ml fosfat tamponu, 5 ml Giemsa boyası ile karıştırılarak oda sıcaklığında (RT) kullanılır.

3.2.2. Kromozom preparatlarının hazırlanması

Ergin erkek örümcekler ince uçlu pens yardımıyla prosoma bölgesinden sıkılarak öldürülmüştür. Stereomikroskop altında fizyolojik çözelti ortamında gonadlar çıkarılmıştır. Gonadlar hipotonik çözelti (saf su veya 0.075 M KCl) içerisinde 20 dk. RT' de bekletilmiştir. Daha sonra taze hazırlanmış Carnoy fiksatifinde 20 ve 30 dk. olmak üzere iki kez fiske edilmiştir. Süre sonunda gonadlar lam üzerine alınarak üzerine asetik asit damlatılıp ısıtıcı tabla (42 °C) üzerinde iğne yardımıyla yayma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yayma işlemi bittikten sonra preparatlar bir gün süreyle havada kurumaya bırakılmış ve % 5'lik fosfat tampon içeren giemsa boyası ile 50 dk. RT'de boyanmıştır.

3.2.3. Kromozomların incelenmesi

Kromozom preparatları giemsa ile boyanmadan önce faz kontrast mikroskobu ile incelenmiş ve iyi kalitede olan preparatlar seçilmiştir. Daha sonra giemsa boyası ile boyanan preparatlar Olympus CX21 ışık mikroskobunda incelenmiştir. Mitotik ve mayotik evreler 10X büyütmede incelenerek, 100X büyütmede değerlendirme yapılmıştır.

Diploid sayının belirlenmesinde mitotik metafaz evresindeki kromozomlar (35 kromozom) ve mayotik diploten (ya da diyakinez) evresindeki bivalentler (16 bivalent ve üç eşey kromozomu) sayılmıştır. Diploten evresinde eşey kromozomlarının sayı ve uzunlukları da belirlenmiştir. Metafaz ve mayoz bölünme evrelerine ait kromozom fotoğrafları BX53 ışık mikroskobu (Olympus) ve DP25 kamera sistemi ve CellSens programı (Olympus) ile çekilmiştir. Karyotip hazırlanmasında 10 metafaz evresine ait kromozomlar değerlendirilmiştir. Kromozomların nisbi uzunlukları, kısa kol-p ve uzun kol-q CellSens programı ile ölçülmüştür. Ölçümler yapıldıktan sonra Adobe Photoshop programında uzunluk sırasına göre kromozom çiftleri dizilmiş ve eşey kromozomları ise uzunluklarına bakılmaksızın otozomal kromozom çiftlerinin sonuna yerleştirilmiştir. Kromozom morfolojisi Levan ve çalışma arkadaşlarına (1964) göre belirlenmiştir (Tablo 3.2)[50].

Tablo 3.2. Sentromerik konum ve kol oranlarına göre kromozomların adlandırılması[50]

Sentromerik Pozisyon	Kol Oranı	Kromozom Tipi
Median Bölgesi	1.0-1.7	Metasentrik
Submedian Bölgesi	1.7-3.0	Submetasentrik
Subterminal Bölgesi	3.0-7.0	Subtelosentrik
Terminal Bölgesi	7.0-∞	Akrosentrik
	∞	Telosentrik

4. BULGULAR

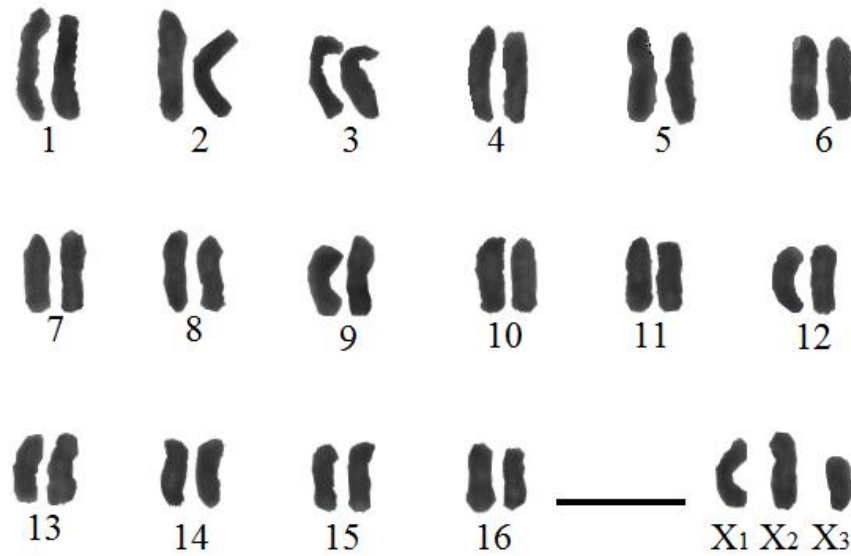
Bu çalışmada Hersiliidae familyasına ait *Hersiliola bayrami*'nin diploid kromozom sayısı, eşey kromozomu sistemi ve mayoz bölünme özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan türün sistematik bilgileri Tablo 4.1' de verilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan türün sistematik bilgileri

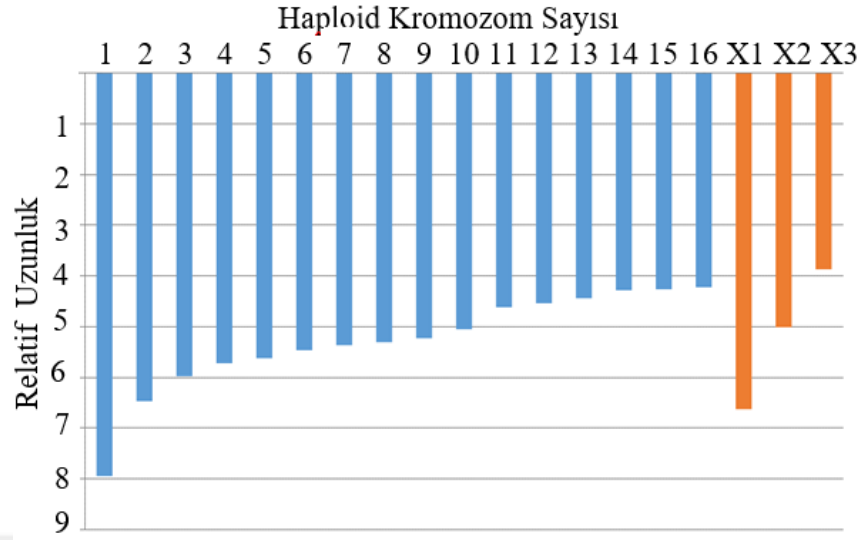
Şube (Phylum)	Eklembacaklılar (Artropoda)
Altşube (Subphylum)	Keliserli Hayvanlar (Chelicerata)
Sınıf (Classis)	Arachnida
Takım (Ordo)	Araneae
Aile (Familia)	Hersiliidae
Tür (Species)	<i>Hersiliola bayrami</i> (Danışman vd. 2012)

4.1. *Hersiliola bayrami* (Danışman vd. 2012)'nin Sitogenetik Bulguları

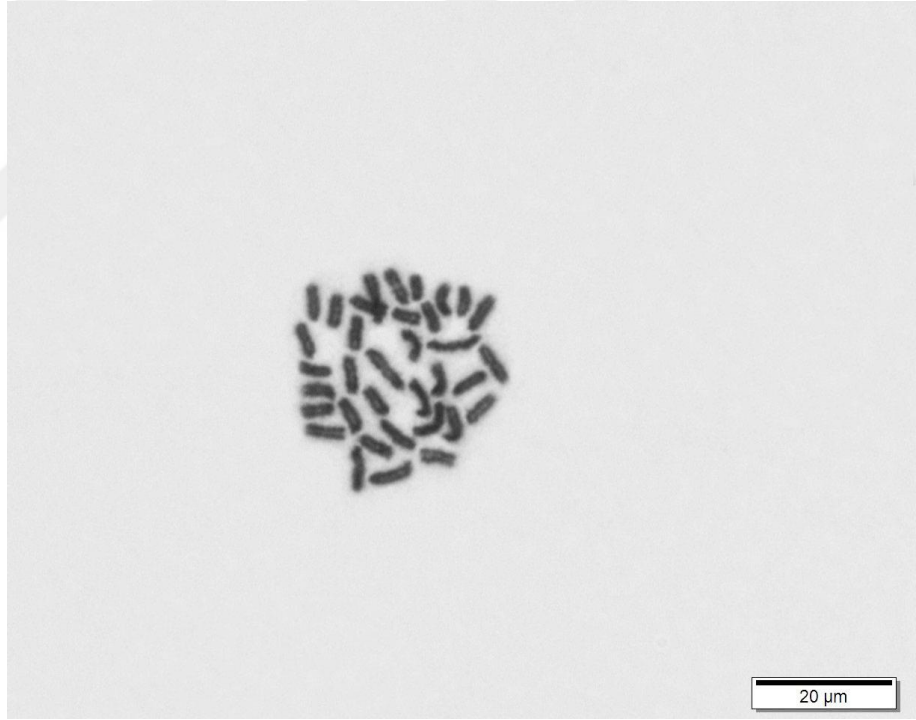
Yapılan çalışmada türün diploid kromozom sayısı $2n♂=35$ olarak bulunmuştur (Resim 4.1). Eşey kromozomu sistemi ise $♂X_1X_2X_3/♀X_1X_1X_2X_2X_3X_3$ şeklinde belirlenmiştir. Kromozomların tümü telosentrik tiptedir. Relatif kromozom uzunlukları kademeli olarak azalmaktadır (Şekil 4.1 şekil 4.2).



Şekil 4.1. *H. bayrami* türüne ait karyogram



Şekil 4.2. *H. bayrami* türünün erkek bireyine ait idiogram



Resim 4.1. *H. bayrami* türüne ait spermatogonial metafaz evresi

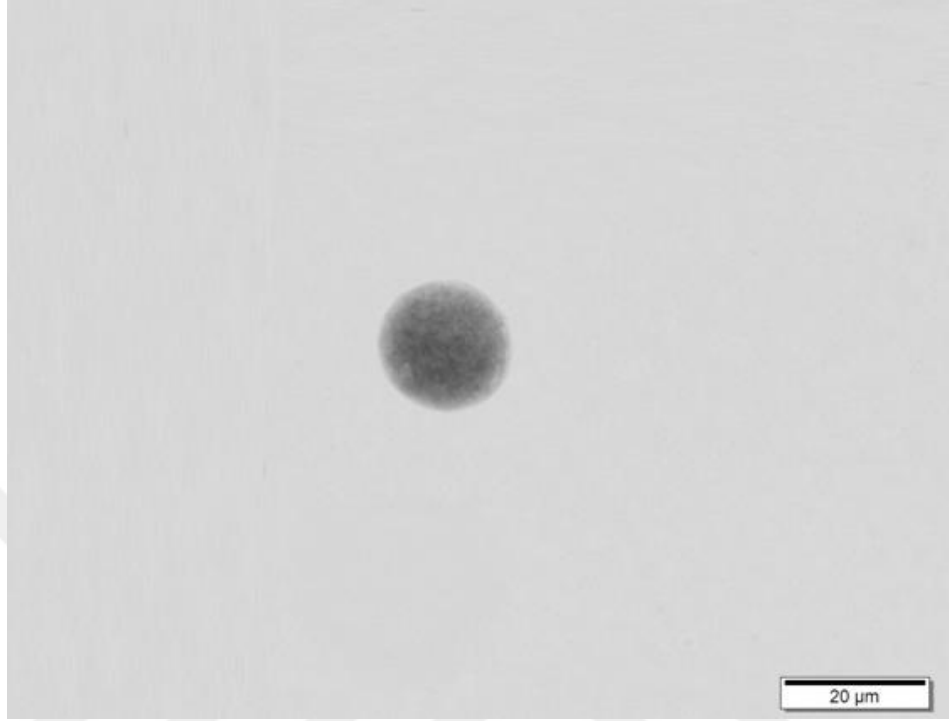
Karyotip sonucunda en büyük otozomal çiftin relatif uzunluğu % 7,94 ve en küçük otozomal çiftin relatif uzunluğu ise % 4,23 olarak belirlenmiştir. Eşey kromozomlarının relatif uzunlukları ise sırasıyla % 6,63, % 5,02 ve % 3,86 olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. *H. bayrami* türüne ait kromozomların relatif uzunluk, kol oranı ve sınıflandırılması (T: Telosentrik, SS: standart Sapma)

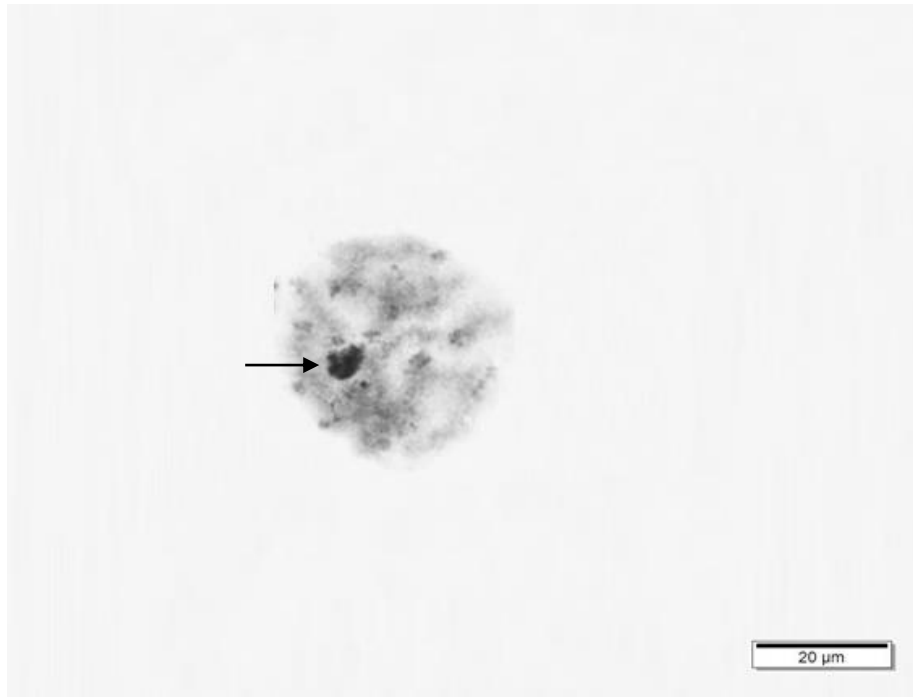
Kromozom No	p	q (Ort. ±SS)	Relatif Uzunluk (%)	Kol Oranı (q/p)	Kromozom Morfolojisi
1	0	9,46±1,65	7,94	∞	T
2	0	7,7±1,6	6,47	∞	T
3	0	7,1±1,14	5,97	∞	T
4	0	6,8±1,03	5,71	∞	T
5	0	6,7±1,04	5,63	∞	T
6	0	6,52±1,05	5,47	∞	T
7	0	6,39±1,02	5,37	∞	T
8	0	6,31±1,02	5,3	∞	T
9	0	6,22±1,06	5,22	∞	T
10	0	6±1,14	5,04	∞	T
11	0	5,5±1,1	4,62	∞	T
12	0	5,39±0,99	4,53	∞	T
13	0	5,28±0,98	4,43	∞	T
14	0	5,12±1	4,29	∞	T
15	0	5,09±0,9	4,27	∞	T
16	0	5,04±0,76	4,23	∞	T
X1	0	7,9±1,18	6,63	∞	T
X2	0	5,98±1,17	5,02	∞	T
X3	0	4,6±0,6	3,86	∞	T

Profaz I'in leptoten evresinde genetik materyal kromatin ipliği halinde olup, kısalıp kalınlaşmaya henüz başlamıştır. Eşey kromozomları otozomlardan ayırt edilemeyip izopiknotik özelliktedir (Resim 4.2). Zigoten evresinde ise eşey kromozomları vezikü

halde ve pozitif heteropiknotik özelliğe olup otozomlardan ayırt edilebilmektedir (Resim 4.3).



Resim 4.2. *H. bayrami*'ye ait profaz I'in leptoten evresi



Resim 4.3. *H. bayrami*'ye ait profaz I'in zigoten evresi

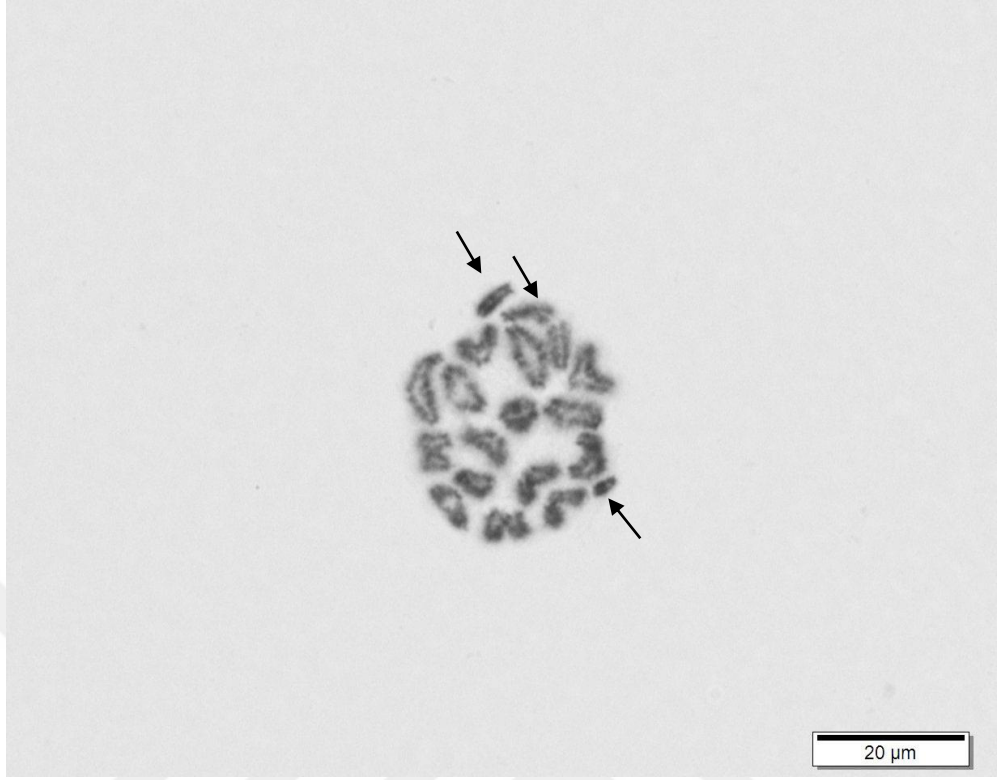
Pakiten evresinde kromozomların kısalıp kalınlaşması devam etmekte olup sayılabilir hale gelmeye başlamışlardır. Eşey kromozomları pozitif heteropiknotik özelliğe olup

çekirdek periferinde konumlanmıştır. Bu evrede X_1 ile X_2 birbiri ile bağlantı yaparken X_3 bu bağlantıya katılmamıştır (Resim 4.4).

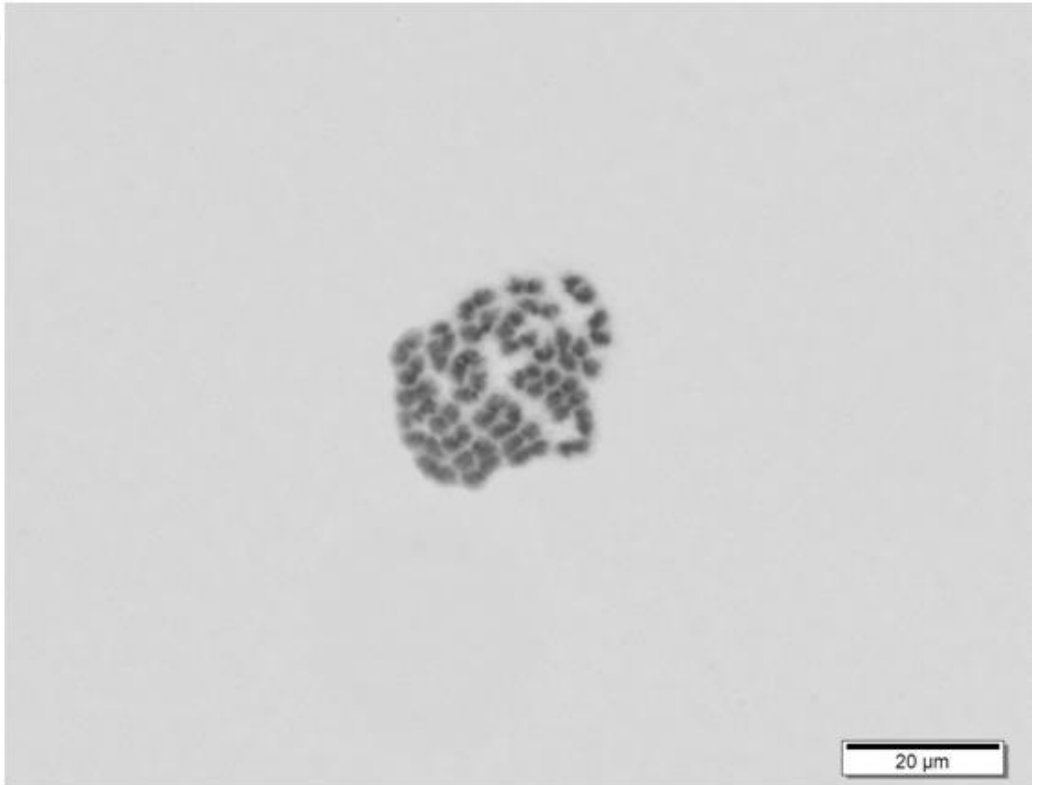
Diploten, diyakinez ve metafaz I evrelerinde eşey kromozomları çekirdek periferinde konumlanmıştır. Bu evrelerde 16 otozomal bivalent ve üç univalent eşey kromozomu tespit edilmiştir. Bivalentler genel olarak tek kiyazmaya sahiptir. Kiyazma çeşitleri genellikle terminal ve interstitial tipte olup nadiren proksimal ve distal tipte kiyazmaya da rastlanılmıştır (Resim 4.5 ve Resim 4.6).



Resim 4.4. *H. bayrami*'ye ait profaz I'in pakiten evresi

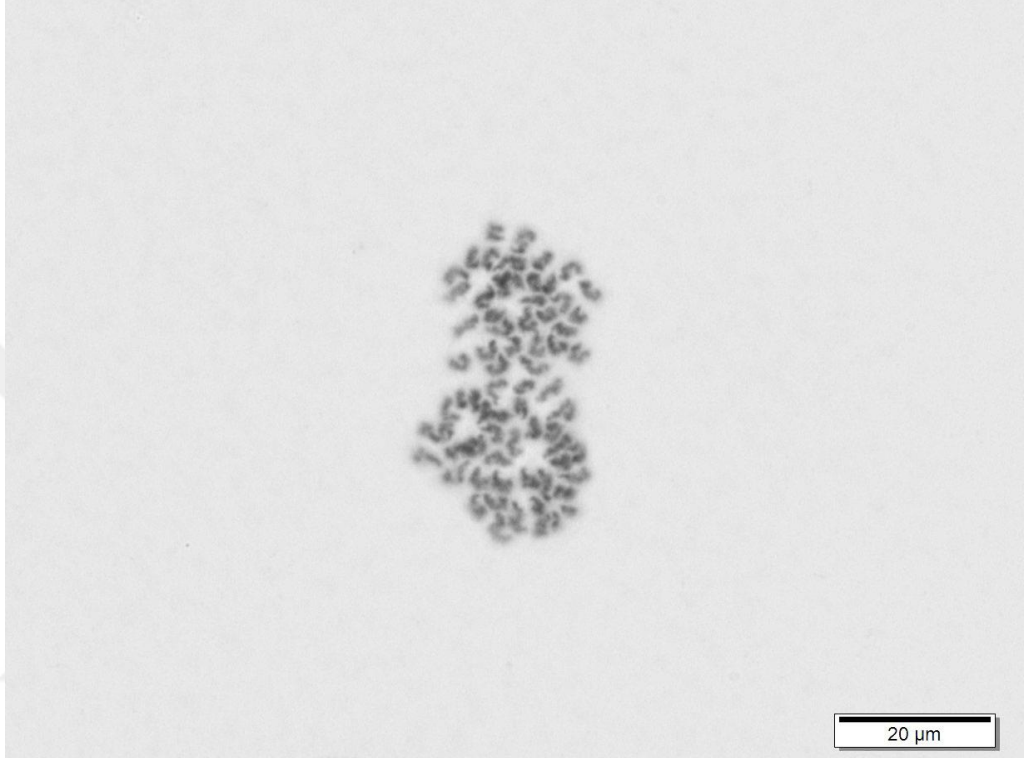


Resim 4.5. *H. bayrami*'ye ait profaz I'in diploten evresi



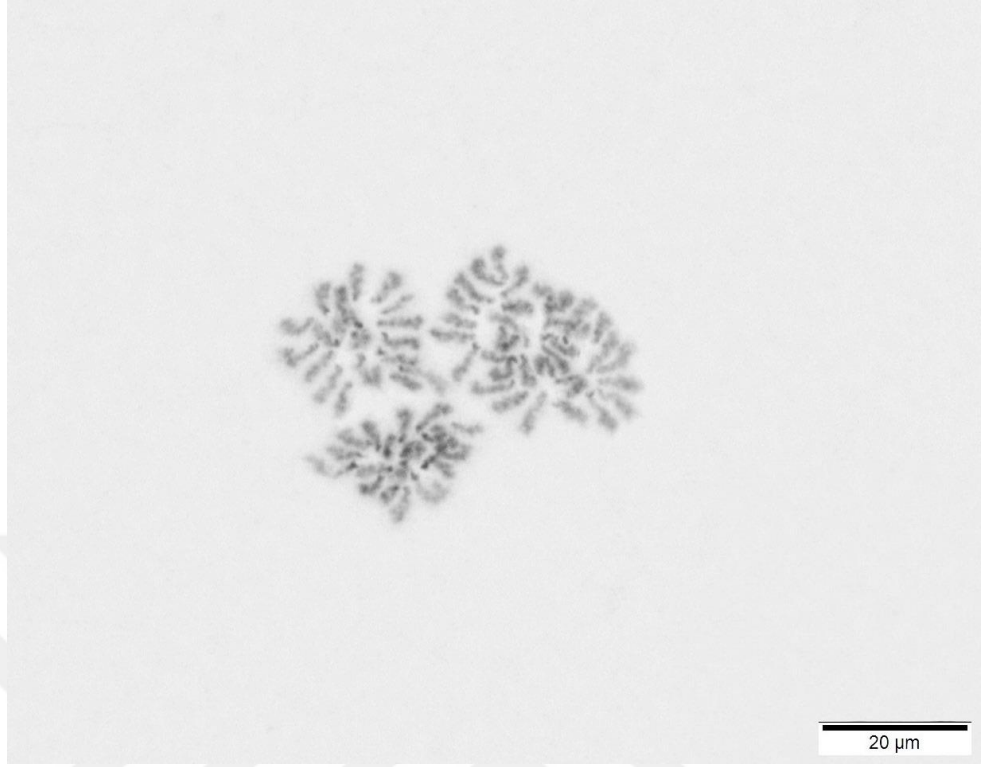
Resim 4.6. *H. bayrami*'ye ait geç metafaz I evresi

Metafaz II evresinde kromozomlar süperspiral yapılarını henüz tamamlamış ve iki yeni çekirdek meydana gelmiştir. Bu evrede eşey kromozomları izopiknotik özellikte olup otozomlardan ayırt edilememektedir (Resim 4.7).



Resim 4.7. *H. bayrami*'ye ait metafaz II evresi

Anafaz II evresinde ise $n=16$ ve $n=19$ ($16+X_1X_2X_3$) olan iki yeni çekirdek meydana gelmiştir. Eşey kromozomlarının izopiknotik karakterde olmaları bu evrede de devam etmiştir (Resim 4.8).



Resim 4.8. *H. bayrami*'ye ait anafaz II evresi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada ülkemizde doğal yayılış gösteren *Hersiliola bayrami* türünün sitogenetik özellikleri ilk kez araştırılmıştır. *H. bayrami*'nin diploid kromozom sayısı, eşey kromozom sistemi, karyotip özellikleri ve mayoz bölünmede kromozom davranışları saptanmıştır. Çalışmada erkek bireylerin gonadlarından elde edilen kromozom preparatlarına klasik giemsa boyama uygulanmıştır.

Günümüze kadar yapılmış olan sitogenetik araştırmalarda örümceklerin yaklaşık %2'lik kısmı incelenmiştir. 112 familya ile temsil edilen örümceklerin hala çalışılmamış birçok familyası bulunmaktadır. Salticidae familyası, Lycosidae familyası ve Araneidae familyası ise en çok çalışılmış familyalardır [48]. Saltisit ve likosit örümceklerin yeryüzünde çeşitliliğinin fazla olması ve vücut büyüklüğünün kromozom elde edilmesinde daha uygun olması nedeniyle bu familya üyelerinin birçok türü sitogenetik açıdan çalışılmıştır. Hersiliidae familyası ise dünyada 16 cins ve 180 türle temsil edilmektedir. Ülkemizde ise bu familyanın yalnızca iki türü bulunmaktadır. Bu türler *Hersiliola bayrami* Danışman ve çalışma arkadaşları 2012 ve *Hersiliola turcica* Marusik, Kunt ve Yağmur 2010'dur. *H. bayrami* ülkemiz için endemik bir türdür [51].

Hersiliidae familyasından *Hersilia savignyi* Lucas, 1836 sitogenetik açıdan çalışılmış tek türdür. Bu familyaya ait örneklerin arazi çalışmalarında kolayca yakalanamaması, erkek bireylerinin çok kısa bir dönemde arazide bulunabilmesi, kromozomların çok sayıda ve küçük olması gibi nedenlerle fazla çalışılamamıştır. *H. savignyi*'nin günümüze kadar Hindistan'dan toplanmış örnekleri üzerinde çalışılmış ve diploid kromozom sayısı $2n=30$ (X_1X_2) elde edilmiştir [52-55]. Ayrıca Sharma ve çalışma arkadaşları tarafından diploid sayı $2n=32$ (X_1X_2) olarak belirtilmiştir [56]. Ancak çalışmamızda *H. bayrami*'de $2n=35$ ($X_1X_2X_3$) tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre diploid sayı ve eşey kromozom sistemi ilk kez saptanmıştır. *H. bayrami*'de diploid sayının $2n=35$ olması familya içerisinde kromozomların yüksek sayıda olabileceğine işaret etmektedir. Kromozom sayısının familyada artış göstermesi, kromozomların duplikasyon yoluyla oluşabileceği fikrini ileri sürmektedir.

Yapılan çalışmalarda familyada kromozom morfolojisinin akrosentrik /telosentrik olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda *H. bayrami*'nin kromozom morfolojisi telosentrik tipte bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç önceki çalışmalara uygunluk göstermektedir.

Eşey kromozomlarının X_1X_2 ♂ / $X_1X_1X_2X_2$ ♀ olduğu sistem örümceklerin % 80'ne yakın bir bölümünde karşılaşılmaktadır. Çalışmamızda elde edilen $X_1X_2X_3$ ♂ / $X_1X_1X_2X_2X_3X_3$ ♀ sistemi familya için ilk kez belirlenmiştir. *H. bayrami*'de X_3 kromozomunun karyotipte en küçük kromozom olması X_3 'ün otozom veya X_1 ya da X_2 'den kopmasıyla oluştuğunu düşündürmektedir. Ayrıca X_3 'ün X_1 ve X_2 ile birlikte hareket etmesi X_3 'ün X_1 ya da X_2 'den kopma olasılığını artırmaktadır. Eşey sisteminin familyadaki özelliğinin kesin olarak açıklanabilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmamızda mayoz I'de 16 bivalent ve X_1 , X_2 , X_3 elde edilmesi, eşey kromozomlarının pozitif heteropiknotik özellikte olması; mayoz II'de ise eşey kromozomlarının izopiknotik özellikte olması önceki çalışmalarda uygunluk göstermektedir.

Türkiye Hersilid örümcekleri ile ilgili ilk sitogenetik özelliklerin ortaya konduğu bu çalışmanın, ülkemizde yayılış gösteren diğer örümcek türlerini de kapsayan çalışmalar için kaynak niteliği taşıdığı ve bulguların Hersiliidae familyasına ait sitogenetik çalışmaların yetersizliği dikkate alındığında önemli bir boşluğu dolduracağı umulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Salman, S., “Omurgasız Hayvanlar Biyolojisi”, *Palme Yayıncılık*, s.227, Ankara, 2004.
2. Destire, C., “Eskişehir Osmangazi üniversitesi meşelik yerleşkesi Arenae (Arachnida) faunası üzerine araştırmalar”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 1-3, 8, 9, Eskişehir, 2010.
3. Demirsoy, A., “Yaşamın Temel Kuralları”, “Omurgasızlar”, 6.Baskı, s.724,725, Ankara, 2005.
4. Kumbıçak, Z., “Türkiyede bazı örümceklerde karyotip ve eşey kromozomlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar”, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, s. 1, 17, 22, Gaziantep, 2010.
5. Thieman WJ., Palladino MA., “Biyoteknolojiye Giriş” 3. Baskıdan Çeviri, Çeviri editörü: Tekeoğlu, M., *Palme Yayıncılık*, s. 37, Ankara, 2013.
6. İnceer, H., “Bazı Liliium (Liliceae) türlerinin karyotip analizleri” *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.37, Trabzon, 1998.
7. Akay, T., “Sitoloji”, *Palme yayıncılık*, 5. Baskı, s.101, 102, 104, 106. Ankara, 2010.
8. Aktümsek, A., Konuk, M., “Hücre”, “Canlılar Bilimi”, editör /Kesercioğlu, T., s.52, 53, Ankara, 2002.
9. Yılmaz, A., “Trigonella L. (Fabaceae) cinsine ait bazı türlerde karyolojik çalışmalar”, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 3, Niğde, 2006.
10. Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E., “Sitogenetik, 1486”, *Nobel Yayın Dağıtım*, s. 9-19, Ankara, 2010.
11. Mayr, E., “This is Biyology - The science of the Living World”, çeviri/Afife İzbırak, s.108, Ankara, 2008.
12. Karataş, M., “Moleküler Biyoloji”, *Nobel Yayıncılık*, 2. Baskı, s. 119, 238, Ankara, 2014.
13. Temizkan, G., “Moleküler Genetik”, s. 28, 34, *Nobel Tıp Kitapevleri*, 2014.
14. Turner, P.C., McLennan, A.G., Bates, A.D., White, M.R.H., “Moleküler Biyoloji”, çeviri editörü: Konuk, M., 2. Baskıdan çeviri, s. 52, 57, 58. Ankara, 2004.
15. Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C.A., Scott, M.P., Bretscher, A., Ploegh, H., Matsudaira, P., “Moleküler Hücre Biyolojisi”, Çeviri editörleri: Geçkil, H., Özmen,

- M., Yeşilada, Ö., *Palme yayıncılık*, 6.baskıdan çeviri, s. 248, 249, 781, 782, 892. Ankara, 2011
16. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P., “Hücrenin Moleküler Biyolojisi”, çeviri editörü: Buyru, N., Dalay, N., Özgüç, M., Öztürk, M., Sakızlı, M., 4. Baskı, s.211, 213, 1130. Ankara, 2008
 17. Klug, S.W., Cummings, R.M., Spencer, A.C., “Genetik Kavramlar”, *Palme Yayıncılık*, Çeviri Editörleri, Sümer, S. , Öner, R., Ögüş, A., Açık, L., s. 20, 21, 23, 27, 29, 34, 294, Ankara, 2011.
 18. İnternet : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/research/HistoneDB2.0/index.fcgi/help/>
 19. Doğan, A., “Göreme milli Parkında yayılış gösteren Lycosidae (Araneae) familyasına ait bazı örümcek türleri üzerine sitogenetik araştırmalar”, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 3-8, Nevşehir, 2014.
 20. Yıldız, M. G., “ The Role of telomeres in Aging and Cancer Relationships- telomerlerin yaşlanma ve kanser ilişkisindeki rolü”, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 2009; 66 (4): 187-195.
 21. Demirsoy, A., “Yaşamın Temel Kuralları”, “Genel Biyoloji/Genel Zooloji”, 21.Baskı, s.96, 148,149,152, 153, Ankara, 2008.
 22. Yüce, S., Bilgen, G., Demir, İ., “Genetik”, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 2010.
 23. Ekmekçi, A., “Tıbbi Biyoloji ve Genetik”, s.129-130, *Gazi Kitabevi*, Ankara, 2014.
 24. Türkoğlu, Ş., “Türkiye’de yayılış gösteren bazı çekirge (Insecta: Orthoptera) türlerinde karyolojik incelemeler”, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, s.13, Sivas, 2001.
 25. Cooper, G.M., Hausman, R.E., “Hücre Moleküler Yaklaşım”, *İzmir Tıp Kitabevi*, , Çeviri Editörleri, Sakızlı, M., atabey, N., İzmir, 2006.
 26. Başaran, A.,“ Tıbbi Biyoloji”, *Güneş & Nobel Tıp Kitabevi*, 5. Baskı, s.151, 152, 153,154, 158, Bursa, 1999.
 27. Keeton, W.T., Gould, J.L., Gould, C.G., “Genel Biyoloji”, 5. Baskıdan çeviri, Çeviri editörleri: Demirsoy, A., Türkan, İ., Gündüz, E., *Palme Yayıncılık*, s.313, 314, Ankara, 2003.
 28. Sönmezer, D., “Histopatolojik görüntüler üzerinde bölge büyütme yöntemi ile mitoz sayımı”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.9, 14-15, Kayseri, 2012.

29. Güneş, H.V., “Moleküler Hücre Biyolojisi”, 3.Baskı, s.281, 283, 284, 304, Eskişehir, 2012.
30. Kılıç. B., “Kura-Kars havzasından *Orthrias tigris* (Heckel, 1843)’ de kromozomal çalışmalar”, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.19,20, Kars, 2006.
31. Kızıroğlu, İ., “Genel Biyoloji, Canlılar Bilimi”, s.178, 179, 181, Ankara, 2008
32. Hacıyev, D.V., Mehreliyev, E. E., Eliyev, R. E., Eliyev, S. D., Ezizov E. P, “Tıbbi Biyolojinin Esasları”, s. 74, 76, 82, 83, 85, Bakı, 2005.
33. Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M. L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jacson, R.B., “Campbell Biyoloji”, çeviri editörleri: Gündüz, E., Türkan, İ., *Palme Yayıncılık*, 9. Baskıdan çeviri, s. 239, 240, 252, 253, 254 Ankara, 2013.
34. Gönen, U., “Aloe Vera L., Jel ekstraktlarının, *Allium Cepa* L., kök hücrelerinde mitotik indeks ve faz indeksi üzerine etkisi”, *Erciyes üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.8-10, Kayseri, 2007.
35. Qasimov, E.K., “Sitologiya”, editör/Quliyev, M.R., Orucov, M.T., s. 222, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 240, 241, Bakı-Oskar, 2012.
36. Yakay, K., “Fizyoloji”, 6.baskı, *Nober Yayım*, Ankara, s. 33, 2005.
37. Güneş. T., “Genel Biyoloji”, *Palme Yayıncılık*, 2. Baskı, s.77, 78 ,Ankara, 2010.
38. Balasar, Ö., “Yapısal kromozomal düzensizliği olan erkek bireylerin sperm nükleuslarında interkromozomal etkinin fish yöntemiyle araştırılması”, *Selçuk Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi*, s. 11-13, Konya, 2009.
39. Tuylu, M., “*Vitis vinifera* L. CV. Uslu anterlerinde mayoz bölünme kusurlarının incelenmesi”, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 16, Ankara, 2007.
40. World Spider Catalog (2017). World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, version 18.0, accessed on {date of access}.
41. 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.
42. Demircan, N., “İç Anadolu bölgesi lycosidae (araneae) familyası üzerine faunistik çalışmalar”, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 6-7, Niğde, Haziran, 2011.

43. Obalı, İ., “Nevşehir ili ve çevresinde yayılış gösteren kurt örümceklerinin (Aranea:Lycosidae) sistematığı”, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 3-4, Niğde, Temmuz, 2005.
44. Elverici., M., “The Spider Fauna of an olive grove and associated shrublands in Muğla, Milas, Kıyıkışlacık with notes on their diversity and composition”, School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, The Degree of Master of Sciences in Biology, s. 4, 5, September, 2012.
45. Özdemir. A., “Nizip ve Karkamış (Gaziantep) örümceklerinin (Arachnida: Araneae) sistematığı ve ekolojisi”, *Gaziantep Üniversitesi Biyoloji bölümü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 12, Temmuz, 2004.
46. Gündüz, G., “Muş ili Hasköy ilçesi örümcek (araneae) faunası”, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 2-6, Muş, 2015.
47. Oraltay, M., “Niğde ili ve çevresinde Araneae (familya:Thomisidae ve Agelenidae) üzerine sistematik bir çalışma”, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s. 5-8, Niğde, 2016.
48. Araujo, D., Schneider, M.C., Paula-Neto, E., Cella, D.M. 2017. “The spider cytogenetic database.” www.arthropodacytogenetics.bio.br/spiderdatabase
49. Pekár, S., Král, J., “A comparative study of the biology and karyotypes of two central European Zodariid spiders (Araneae, Zodariidae)”, *J. Arachnol.*, 29: 345-353, 2001.
50. Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A.A., “Nomenclature for centromeric position on chromosomes”, *Hereditas*, 52 (2): 201–220. 1964.
51. Bayram, A., Kunt, K.B., Danişman, T. “The Checklist of the Spiders of Turkey. Version 2017”, Online at <http://www.spidersofturkey.info>
52. Bole-Gowda, B.N., “A study of the chromosomes during meiosis in twenty-two species of Indian spiders”, *Proc. Zool. Soc. Bengal*, 11(2), 69-108, 1958.
53. Srivastava, M.D.L., Shukla, S., “Chromosome number and sex-determining mechanism in forty-seven species of Indian spiders”, *Chromosome Information Service*, 41, 23-26, 1986.
54. Parida, B.B., Sharma, N.N., “Chromosome number, sex mechanism and genome size in 27 species of Indian spiders”, *Chromos. Inform. Serv.*, 43: 11-13, 1987.
55. Prakash, A., Prakash, S., “Cytogenetical investigations on spiders of semi-arid areas”, *Indian Journal of Arachnology*, 3(2) , 40-54, 2014.

56. Sharma, G.P., Tandon, K.K., Grewal, M.S., "Cytological studies on the Indian spiders V. chromosome complement and male meiosis in *Hersilia savignyi* Lucas (Hersiliidae), *Larinia* sp. (Argiopidae), *Tetragnatha* sp. (Tetragnathidae), *Oxyopes ryvesii* Pocock, and *Oxyopes* sp. (Oxyopidae)", *Res. Bull. Panjab Univ.*, 11: 201-206, 1960.



ÖZGEÇMİŞ

1992 Azerbaycan/Bakü doğumludur. İlk ve ortaokulu Bakü’de tamamladıktan sonra Hazar Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Kimya ve Biyoloji öğretmenliği bölümünü kazanmıştır. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başlamış, halen eğitimine devam etmektedir.

