

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

***NURSCIA ALBOSIGNATA* (ARANEAE: TITANOECIDAE)
TÜRÜNE AİT SİTOGENETİK ÖZELLİKLERİN
ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Serdar ÇİÇEKLİ**

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

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019
NEVŞEHİR**

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

***NURSCIA ALBOSIGNATA* (ARANEAE: TITANOECIDAE)
TÜRÜNE AİT SİTOGENETİK ÖZELLİKLERİN
ARAŞTIRILMASI**

**Tezi Hazırlayan
Serdar ÇİÇEKLİ**

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

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019
NEVŞEHİR**

Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK danışmanlığında Serdar ÇİÇEKLi tarafından hazırlanan “*Nurscia albosignata (Araneae: Titanoecidae) Türüne Ait Sitogenetik Özelliklerin Araştırılması*” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

20/06/2019

JÜRİ

Başkan : Doç. Dr. Tülay ÖZER

Üye : Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Naşit İĞCİ

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **10/06/2019** tarih ve **41-405** sayılı kararı ile onaylanmıştır.

10/6/2019
Prof. Dr. Sahlan ÖZÜRK
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 atf yapıldığını bildiririm.



Serdar ÇİÇEKLİ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen tez çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, destekleyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK'a ve kıymetli eői Dr. Öğr. Üyesi Ümit KUMBIÇAK'a maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen eşim Rabia ÇİÇEKLİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



***NURSCIA ALBOSIGNATA* (ARANEAE: TITANOECIDAE) TÜRÜNE AİT
SİTOGENETİK ÖZELLİKLERİN ARAŞTIRILMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Serdar ÇİÇEKLİ

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

Haziran 2019

ÖZET

Ülkemizde Titanoecidae familyasına ait *Nurscia* cinsinin *Nurscia albosignata* ve *Nurscia albomaculata* olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Bu çalışmada *Nurscia albosignata* türüne ait sitogenetik özellikler araştırılmış ve türün diploid kromozom sayısı, eşey kromozomu sistemi, karyotip özellikleri, kromozom morfolojisi ve hücre bölünme karakteristiklerini içeren kromozomal özellikler elde edilmiştir. Buna göre türün diploid kromozom sayısı ve eşey kromozomu sistemi $2n♂=30$ (28, X_1X_2) şeklinde bulunmuştur. Eşey kromozomlarının profaz I alt evrelerinde pozitif heteropiknotik özellikte oldukları saptanmıştır. Mayoz I'de 13 otozomal bivalent ve iki eşey kromozomu tespit edilmiştir. Mayoz bölünme sonunda $n=14$ ve $n=16$ kromozom olan dört gamet oluşmuştur.

Anahtar kelimeler: karyotip, sitogenetik, *Nurscia*

Tez Danışman: Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK

Sayfa Adedi: 40

INVESTIGATION OF CYTOGENETIC FEATURES OF *NURSCIA*
ALBOSIGNATA (ARANEAE: TITANOECIDAE)

(M. Sc. Thesis)

Serdar ÇİÇEKLİ

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

June 2019

ABSTRACT

In our country, There are two species of *Nurscia* genus namely *Nurscia albosignata* and *Nurscia albomaculata* belonging to the family Titanoecidae. In this study, cytogenetic and chromosomal properties including diploid chromosome number, sex chromosome system, karyotype characteristics, chromosome morphology and cell division characteristics *Nurscia albosignata* were obtained. As a result, the diploid chromosome number and sex chromosome system was determined as $2n_{\text{♂}}=30$ (28, X_1X_2). The sex chromosomes were found to be positively heteropycnotic in the prophase I sub-stages. 13 autosomal bivalents and two sex chromosomes were obtained in meiosis I. At the end of meiosis, four gametes with $n = 14$ and $n = 16$ chromosomes were determined.

Keywords: *karyotype, cytogenetic, Nurscia*

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zübeyde Kumbıçak

Page Number: 40

İÇİNDEKİLER

KABÜL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
RESİMLER LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xi
1. BÖLÜM	
GİRİŞ	1
2. BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER	2
2.1. Nükleik Asitler ve DNA Molekülü	2
2.2. Genler ve Genlerin Yapısı.....	4
2.3. Histonlar ve Nükleozomlar	4
2.4. Kromozomlar ve Kromozomların Yapısı.....	5
2.5. Sitogenetik.....	9
2.5.1. Karyogram ve idiyogram	9
2.6. Hücre Bölünmeleri	10
2.6.1. Mitoz bölünme	11
2.6.2. Mayoz bölünme.....	12
2.7. Araneae Takımının Genel Özellikleri	14

2.7.1	Titanoecidae familyasının genel özellikleri	15
3. BÖLÜM		
MATERYAL ve METOT		16
3.1.	Örümcek Örneklerinin Araziden Toplanması	16
3.2.	Metot	17
3.2.1.	Kimyasalların hazırlanması	17
3.2.2.	Yayma preparatların hazırlanması	18
3.2.3.	Kromozom preparatlarının incelenmesi ve karyotip yapılması	18
4. BÖLÜM		
BULGULAR		21
4.1.	Karyotip Özellikleri ile İlgili Bulgular	21
4.2.	Mayoz Bölünme Özellikleri ile İlgili Bulgular.	23
5. BÖLÜM		
TARTIŞMA VE SONUÇ		33
KAYNAKLAR		36
ÖZGEÇMİŞ		40

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1.	Çalışmada kullanılan <i>Nurscia albosignata</i> örneklerinin arazi bilgileri..	17
Tablo 3.2.	Kromozomların sentromer konumuna göre sınıflandırılması.....	20
Tablo 4.1.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait kromozom uzunlukları.....	24



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Hücre döngüsünde kardeş kromatitlerin ayrımı	7
Şekil 2.2.	Sentromer konumuna göre kromozom tipleri	8
Şekil 2.3.	Bir örümceğin dış morfolojik yapısı, dorsal görünüm.....	15
Şekil 4.1.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya türüne ait karyogram.....	22



RESİMLER LİSTESİ

Resim 4.1.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mitoz bölünmenin metafaz evresi, diploid kromozom sayısı	22
Resim 4.2.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Pakiten)	25
Resim 4.3.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Erken Diploten)	26
Resim 4.4.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Orta Diploten).....	27
Resim 4.5.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Geç Diploten)	28
Resim 4.6.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Diyakinez)	29
Resim 4.7.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Metafaz I evresi.....	29
Resim 4.8.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Anafaz I evresi.....	30
Resim 4.9.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Anafaz I evresi.....	31
Resim 4.10.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Profaz II evresi	31
Resim 4.11.	<i>Nurscia albosignata</i> 'ya ait mayoz bölünmenin Anafaz II evresi	32

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

p	Kromozomların kısa kolu
q	Kromozomların uzun kolu
X	Eşey kromozomu
Y	Eşey kromozomu
T	Telosentrik
µm	Mikrometre
♂	Erkek birey
DNA	Deoksiribonükleik asit
n	Haploid kromozom sayısı
2n	Diploid kromozom sayısı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Örümcekgiller (Arachnida) sınıfı, eklembacaklılar şubesinde yer alır. Eklembacaklılar bütün hayvanların % 80'nini oluşturmakta olup, canlı sayısı diğer şubeleri geçmiştir. Bundan dolayı eklembacaklıların çoğu henüz tanımlanamamıştır [1].

Eklembacaklılar (Arthropoda), örümcekgiller, böcekler, çok ayaklılar ve kabuklular gibi birçok sınıfı içermektedir. Örümcekgiller (Arachnida) sınıfı ise Acarina (Akar ve keneler), Araneida (Örümcekler), Scorpionida (Akrepler), Solifugae (Karabüyüer) gibi birçok takımı içermektedir [2]. Örümcekgiller (Arachnida), dünyada 119 familya, 4140 cins ve 48227 tür ile temsil edilmektedir [3]. Türkiye'de ise; 52 familya, 339 cins ve 1117 tür yayılış göstermektedir [4].

Örümceklerin canlı sayısı ve çeşitliliği birçok canlıdan çok daha fazladır fakat en bilinen özellikleri zehirleri ve ağlarıdır [5]. Örümcek ağlarının çok esnek ve çelikten beş kat daha sağlam olmasından dolayı çelik yelek yapımı, eldiven yapımı gibi eşyalarda kullanımını artırmaktadır [5]. Örümcek zehirleri nörotoksik olup birçoğu insanlar üzerinde etkili olmasa da ağlarına düşürdükleri canlıların solunum yollarını felç etmektedirler. Aynı zamanda örümcek zehirlerinin kalp krizi riskini önlediği ve bazı tümörler için de kullanılabileceği düşünülmektedir [6].

Örümcekler üzerinde yapılan sitogenetik çalışmalara göre 70 familyaya ait 843 türün karyolojik özellikleri belirlenmiştir. Fakat günümüze kadar Titanocidae familyası ile ilgili olarak herhangi bir çalışma yapılmamıştır [7].

Bu çalışmada ülkemizde doğal yayılış alanına sahip Titanocidae familyasının *Nurscia* Simon, 1874 cinsinin bir üyesi olan *Nurscia albosignata* Simon, 1874 türünün sitogenetik özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle diploid kromozom sayısı ve eşey kromozomu sistemini içeren karyotip özellikleri, kromozom uzunlukları, kromozom morfolojisi, eşey kromozomlarının mayoz bölünme sırasındaki piknotik özellikleri ve davranışları ilk kez araştırılmıştır.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. Nükleik Asitler ve DNA Molekülü

Nükleik asit kavramı, 1869 yılında Friedrich Miescher'in beyaz kan hücrelerinin çekirdeğinde keşfettiği zayıf asitlere verdiği bir isim olarak ortaya çıkmıştır. Nükleik asitlerin temel birimi nükleotitlerdir. Nükleotitler ayrıca, enerji taşımında (ATP, ADP), koenzimler olarak (FAD, NAD), şeker kısımlarının transferi sırasında (üridin difosfor N-asetilglukozamin), hücre içi haberleşmede (cAMP, cGMP) ve yapı taşları olarak hücrede önemli rol oynar [8, 9].

Nükleotitler, 5 karbonlu bir şeker, azotlu organik bir baz ve fosfat grubu olmak üzere üç çeşit kimyasal bileşene sahiptir. Azotlu organik bazlar halka yapılarına göre tek halkalı bazlar (pirimidinler) ve çift halkalı bazlar (pürinler) olarak iki grupta incelenebilir. Pürin bazları adenin ve guaninden; pirimidin bazları ise sitozin ve timin veya urasilden oluşur. Bu bazlar 5 karbonlu halka şeklinde (Haworth yapısı) yapıya sahip riboz veya 2'-deoksiriboz şeker ile N-glikozidik bağları oluştururlar. Oluşan bu molekül nükleosit olarak adlandırılır. Fosforik asit (H_3PO_4) yapısındaki fosfat grubunda fosfodiester bağlarıyla 5 karbonlu şekerlerle birleşmesi ile nükleotit yapısı oluşur. Yapıya bir fosfat grubu eklendiğinde yapı nükleosit monofosfat (NMP), iki fosfat grubu eklendiğinde nükleosit difosfat (NDP) ve üç fosfat grubu eklendiğinde ise nükleosit trifosfat (NTP) olarak adlandırılır [10]. Nükleik asit zincirleri oluşurken, iki nükleotitten, birinci nükleotidin sahip olduğu şekerin 5 nolu karbon atomuna bağlı fosfat grubu ile diğer nükleotidin sahip olduğu şekerin 3 nolu karbon atomuna bağlı OH grubu arasında meydana gelen fosfodiester bağı aracılığıyla birleşir. Gerekli enerji nükleotitlerin sahip olduğu fosfat gruplarından sağlanır [11]. Böylelikle canlının metabolik faaliyetlerini devam ettirebilmesi, büyüyüp gelişip farklılaşabilmesi, varlığını ve soyunu devam ettirebilmesi için gerekli olan genetik bilgi, birbirine doğrusal olarak bağlanmış nükleotid alt birimlerinden oluşan deoksiribonükleik asit (DNA) veya ribonükleik asit (RNA) şeklinde saklanır [8, 12].

Çok az miktarda canlı kalıtım materyali olarak sadece RNA bulundururken, çoğu canlının kalıtım materyali DNA'dır. RNA molekülünü yapısında riboz şeker bulunur. Ayrıca kendine özgü azotlu bazı urasildir. RNA molekülü tek iplikli yapıya sahip olup kendini eşleme yeteneği yoktur ancak bir kalıp DNA molekülünden üretilebilir. Bu sebeple kalıtım materyali olarak RNA bulunduran canlılar çoğalabilmek için yine sahip oldukları revers transkriptaz enzimi aracılığıyla kalıtsal materyallerini c-DNA' de dönüştürmek zorundadırlar. DNA molekülü çift zincirli yapıya sahip olup, yapısında deoksiriboz şekeri bulundurur. Timin azotlu organik bazı sadece DNA molekülüne özgüdür. DNA prokaryot canlıların sitoplazmalarında nükleotid denilen yoğun bir bölgede bulunurken, ökaryot canlılarda ise zarla çevrili bir çekirdeğin içerisinde bazı proteinlerle birlikte kromozom yapısını oluşturur [13, 14, 15].

DNA'nın yapısını oluşturan nükleotitler içerdikleri bazlara göre adlandırılırlar. Ancak DNA zincirinin oluşturulabilmesi için nükleotitlerin nükleosit trifosfat halinde olması gerekmektedir. DNA'nın yapısına katılan nükleotitler; deoksiadenozin trifosfat (dATP), deoksiguanosin trifosfat (dGTP), deoksisitidin trifosfat (dCTP) ve deoksitimidin trifosfat (dTTP)'dir. İki nükleotitin fosfodiester bağları kurarak bir araya gelmesiyle dinükleotitler, milyonlarca nükleotitin fosfodiester bağları kurarak bir araya gelmesiyle de DNA olarak adlandırılan polinükleotit zincirini oluştururlar [13].

DNA molekülünün çift sarmal yapısı oluşumu sırasında bir iplikteki Adenin bazı ile karşı iplikteki Timin bazı arasında ikili hidrojen bağı oluşturacak şekilde eşleşir. Aynı şekilde karşılıklı ipliklerde yer alan Guanin bazı ile Sitozin bazı aralarında üçlü hidrojen bağları oluşturacak şekilde eşleşerek DNA'nın çift sarmal yapısını meydana getirirler. Hidrojen bağları tek başlarına iken çok zayıf olmalarına rağmen DNA molekülünün iki ipliği arasında komplementer bazların arasında oluşan çok sayıda bağ nedeniyle, DNA'nın iki ipliği kararlı bir yapıda bir arada tutulur. Ayrıca çift sarmal yapıyı oluşturan ipliklerin, DNA replikasyonu ve transkripsiyonu esnasında birbirlerinden ayrılmaları gerektiği için, zayıf hidrojen bağlarıyla bir arada tutulması önem arz etmektedir. Çift sarmal yapı oluşurken yaklaşık her on baz çiftinde (10bp) bir tam dönüş gerçekleştirir, tam bir dönüş esnasında DNA sarmalının yapısında büyük ve küçük oluk yapıları oluşur. Bu durumda tam bir dönüş mesafesi yaklaşık 34 Angström'dur. Çift zincirin çapı ise çapı 20 Angström'dur. Çift sarmalın iki ipi birbirine

anti paralel olarak uzanır. Bir zincir, 3'-5' yönünde iken diğer zincir 5'-3' yönünde bulunur. Bu anti paralel yapı DNA sarmalının stabilitesini sağlar [16, 17].

2.2. Genler ve Genlerin Yapısı

Organizmanın haploid kromozom seti başına düşen DNA miktarı "C değeri" olarak adlandırılır. Bu değer her tür için karakteristiktir. Diploid bir hücredeki DNA miktarı "2C değeri" kadardır [9].

Gen, protein veya RNA molekülü gibi fonksiyonel bir ürünün sentezi için gerekli tüm DNA dizisi olarak adlandırılabilir. DNA üzerinde bir gene ait bölgeler, kodlama bölgelerinin (eksonlar) yanı sıra, kontrol bölgelerini ve bazen intron (kodlama yapmayan bölgeler) bölgeleri de kapsar. Bir genin kapsadığı DNA miktarı, gen bölgesinin kapsadığı intron bölgeleri nedeniyle daha da artar. Ayrıca, promotör bölgeler, transkripsiyon düzenleyici diziler ve DNA replikasyonunda görev alan diziler gibi fonksiyonel motifleri içeren intergenik DNA bölgeleri de bulunmaktadır [10, 12, 13].

Ökaryotik nükleer genomun büyük bir bölümü, genom boyunca serpiştirilmiş ve defalarca tekrarlanan, DNA dizilerinden oluşur. Tekrarlanan DNA dizilerinin miktarı bir organizmanın sahip olduğu genomunun boyutunu belirler. Çoğu eksprese edilen bölgeler genomda tek kopya halinde yer alır [12, 16].

2.3. Histonlar ve Nükleozomlar

Prokaryot canlılarda genler, plazmidler dışında, bir tek halkasal DNA molekülü şeklinde bulunur. Ökaryotlarda nükleer genom, doğrusal yapıda birden fazla kromozom halinde birkaç ayrı DNA molekülünden oluşmaktadır. Ökaryot canlılarda DNA, nükleozom adı verilen tekrarlayan kromozom yapısı birimleri şeklinde katlanır. Nükleozom birimlerinin çapı yaklaşık 11 nm'dir. Nükleozom yapısı, yaklaşık 200 baz çifti içeren DNA ipliği, yüksek oranda bazik aminoasit içeren H1, H2A, H2B, H3 ve H4 olarak adlandırılan beş farklı histon proteini ve replikasyon ve transkripsiyonda görev alan non-histon adı verilen çeşitli enzimler ve proteinler içerir. Ökaryotlarda, DNA çift sarmalının omurgası üzerindeki çoklu negatif yükler, pozitif yüklü histon proteinleri ile kompleks hale getirilirken, prokaryotlarda bu rolü pozitif yüklü poliaminler üstlenirler [8, 12, 14, 16].

Bir DNA molekülünün uzunluğu, bir metafaz kromozomunun oluşumu sırasında 10 000 kat kısaltılır. Bu işlem için; DNA molekülünün paketlenmesi proteinlerle bir dizi etkileşim sonucu gerçekleştirilir. Bunlardan ilki DNA sarmalını 7 kat sıkıştıran nükleozomların oluşumu aşamasıdır. Nükleozom; H2A, H2B, H3 ve H4 histon proteinlerinin her birinden birer çift içeren oktamer yapısının etrafına sol el kuralına göre sarılmış yaklaşık 146 bp DNA ipliğinden oluşur. H1 Histon proteini, nükleozom yapısını sabit tutmak için nükleozomun dışındaki "linker" DNA'ya bağlanır. Nükleozom yapılarının da kendi etraflarında katlanması sonucu selonoid yapı meydana getirilir. Bu şekilde nükleozom yapısının ardından selonoid yapının oluşumu ile kromatin lifi meydana getirilirken DNA'nın yoğunlaşması artar ve uzunluğunu azalır. Sonunda ise en yoğun ve kısa haline hücre döngüsünün metafaz evresinde ulaşır [10, 18, 19, 20].

2.4. Kromozomlar ve Kromozomların Yapısı

Ökaryotik genom, kromozom adı verilen DNA/protein komplekslerinden oluşur [18]. Kromozom sözcüğü, chromos (renk) ve soma (vücut) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuş, DNA ipliğinin histon ve non-histon proteinler etrafına sarılıp, yoğunlaşarak oluşturduğu, boyanabilme özelliğine sahip, canlılarda kalıtımı sağlayan genetik bilgileri taşıyan birimlerdir [13].

Kromozomlar, feulgen reaktifi gibi DNA ile etkileşime giren bazı kimyasallarla muamele edildiğinde, kromozomların uçları (telomer) ve kromozom boyunca iki kardeş kromatidin birbirine bağlandıkları bölgeler (sentromer) başta olmak üzere kromozomların farklı bölgelerinde de görülebilen ve kromozomun geneline göre daha koyu ve daha açık boyanan bantlar görülür. Kromozom üzerinde açık boyanan bölgeler ökromatik, koyu boyama bölgeleri ise heterokromatik olarak adlandırılır. Bu bölgeler genellikle bir türün bireyleri ve bir bireyin farklı hücreleri arasında sabit kalır ve kromozomların tanımlanmasına yardımcı olur. Klasik olarak interfaz boyunca yoğunlaşmış halde kalan kromozom bölgelerine heterokromatin bölge adı verilmektedir.

Heterokromatin bölgeler sıkı paketlenmiş halde bulunduğu için transkripsiyona uğrayamazlar, bu bölgelerin replikasyonu ise daha geç gerçekleşir. Aktif genlerin çoğu ökromatide bulunur. Heterokromatinin konstitütif ve fakültatif olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır. Konstitütif heterokromatin tüm hücrelerde homolog kromozomların karşılıklı olarak aynı bölgelerinde daima paketlenmiş şekilde bulunur. Bu bölgeler

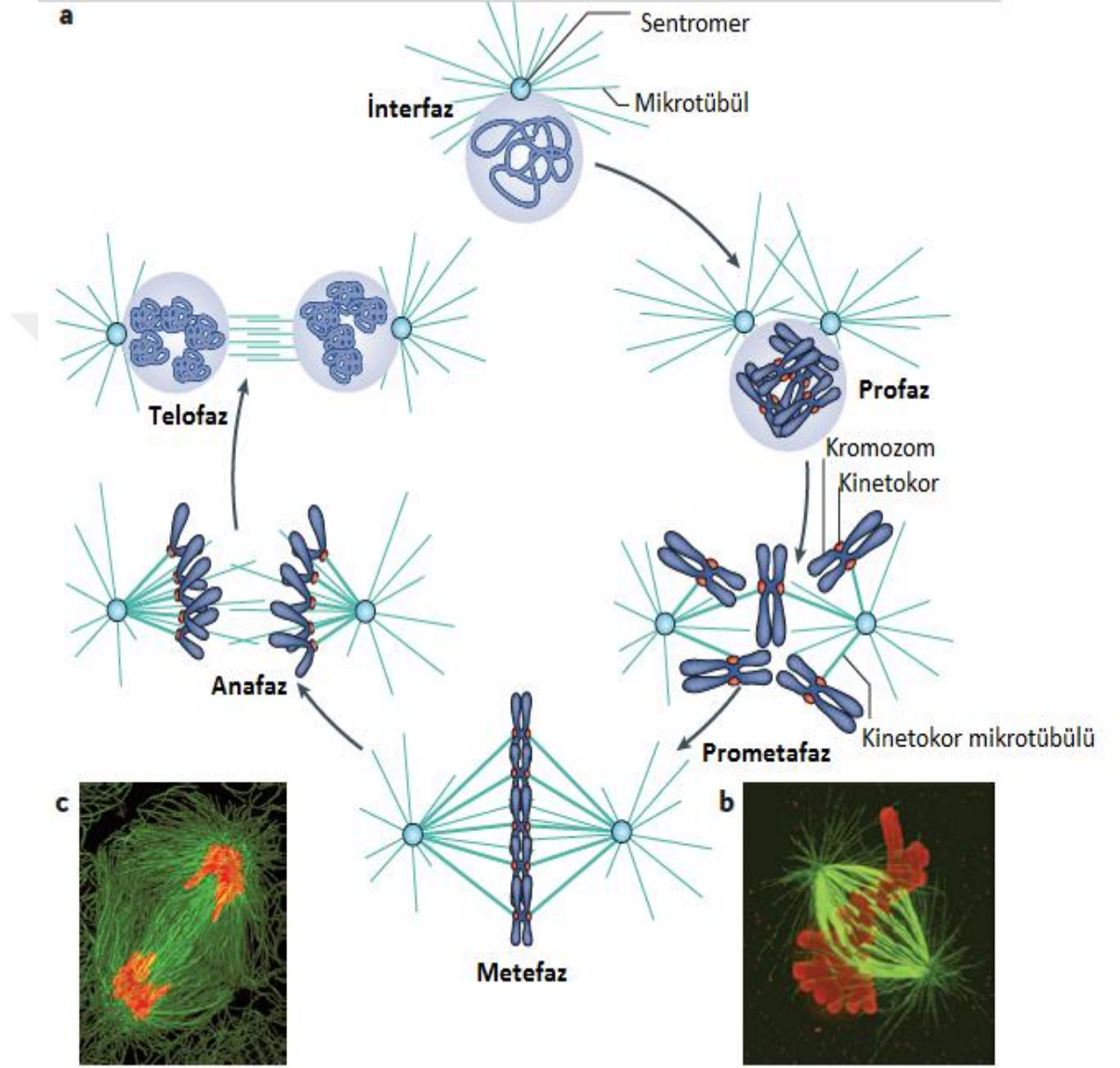
sentromer bölgesi, telomer bölgeleri ve Y kromozomunun distal kolları gibi yüksek miktarda tekrarlı DNA dizisi içeren bölgelerdir. Fakültatif heterokromatin yapısı ise, paketlenmiş olarak görülebilmesi açısından organizmanın gelişim evrelerine, hücrenin ait olduğu dokuya ve hatta homolog kromozomlar arasında bile farklılık gösterebilir. Kromozomun bir bölümü veya tamamı heterokromatik yapıda olabilir. Barr cisimciği olarak da adlandırılan in aktif X kromozomu bu kromatin yapısına örnek verilebilir [10, 11, 14].

Ökaryotik canlılar doğrusal yapıda kromozomlara sahiptir. Bu sebeple kromozom uç bölgelerinin nükleaz enzimlerinin saldırısından korunması, genetik materyalin yapısal bütünlüğünün sağlanması ve farklı kromozomların uçlarının birbirine yapışarak birleşmelerinin önlenmesi, kromozomun bireyselliği telomer bölgeleri aracılığıyla sağlanır. Telomer bölgeleri gen içermezler ve her bir kromozomal DNA molekülünün uç kısımlarında binlerce kez veya daha fazla tekrarlanan kısa tekrarlı dizilerden oluşur. Türler arasında telomer dizileri sayısal ve yapısal farklılık gösterebilir. Tekrarlanan diziler, telomerik spesifik proteinler için bağlayıcı bölgeler olarak işlev görür. Telomerlerle hücresel yaşam süresi arasında ilişki vardır [14, 16, 18, 21].

Hücre bölünmeleri sırasında, kardeş kromatitlerin her bir yavru hücreye doğru şekilde aktarılması gerekir, böylece bir nesilden diğerine genetik materyalin tam ve eşit olarak aktarımı sağlanır. Bu olay, kromozom ayrışmasının zamanlamasını ve doğruluğunu düzenleyen karmaşık bir protein dizisi ile kolaylaştırılmıştır. Kromozom ayrımı, mitoz için gerekli olan ve kinetokor oluşumunun yeri olarak işlev gören bir kromozomal lokus olan sentromer tarafından yönlendirilir [22].

İki kardeş kromatidin birbirine tutunma bölgesi olan sentromer bölgesi, birincil daralma olarak adlandırılan yoğunlaşmış mitotik kromozomların en belirgin bölgesini ifade eder (Şekil 2.1.). Sentromerin her iki tarafında, kinetokor adı verilen bir trilaminar plaka yapısı bulunur. Kromozomların yüzeyinde bulunan bu yapı, mitozda kromozom hareketini düzenleyen iğ mikrotübüllerinin bağlanarak kardeş kromozomların birbirinden ayrılmasını sağladığı çok proteinli bir komplekstir. Sentromer bölgeleri, *Caenorhabditis elegans* gibi holosentrik kromozomlara sahip organizmalarda kromozom uzunluğu boyunca yayılma bölgelerine sahip olmalarına rağmen,

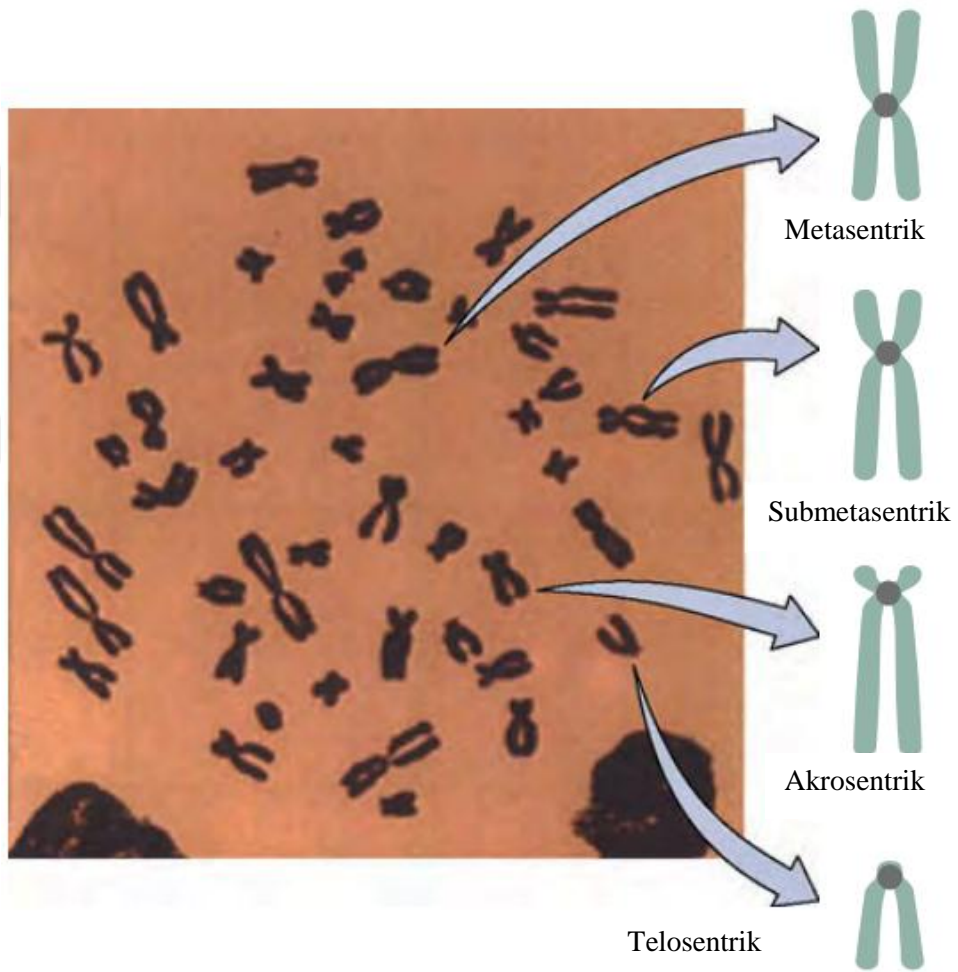
kromozomların kırılmasını önlemek için kromozom başına sadece bir sentromer ve ilişkili kinetokor bölgesi oluşturulması esastır [10, 22].



Şekil 2.1. Hücre döngüsünde kardeş kromatitlerin ayrımı [22]

Metafaz kromozomları, sentromer adı verilen bir yapı ile birbirine bağlanmış iki kardeş kromatit içerir. Sentromerin pozisyonu, belirli bir kromozom için karakteristiktir ve çekirdekdeki tüm kromozomları birbirinden ayırt etmek için kullanılabilir bir özelliktir. Metafaz kromozomlarında, sentromer bölgesi kromozomu ikiye bölen bir daralma şeklinde görünür. Kromozom üzerine daralmanın olduğu bölgenin pozisyonu

iki kromozom kolunun uzunlukları arasındaki oranı belirler. Bu durumda kromozomun kısa kolu “p” ve uzun kolu ise “q” harfi ile belirtilir. Kol oranı, kromozomları tanımlamak için kullanılan bir özelliktir. Kromozomları sentromerin bulunduğu pozisyona göre telosentrik (sentromer, kromozomun bir ucunda), akrosentrik (sentromer, kromozomun bir ucuna yakın), submetasentrik (sentromer, kromozomun ortasına yakın) veya metasentrik (sentromer, kromozomun tam ortasında) olarak da tanımlanabilir (Şekil 2.2.) [10, 11, 13, 23].



Şekil 2.2. Sentromer konumuna göre kromozom tipleri [23]

Hücre bölünmelerinin Anafaz evresinde kromozomlar zıt kutuplara doğru hareket ederken sentromerin konumuna ve kol uzunluklarının oranına bağlı olarak kromozom tipine özgü şekiller oluşturdukları görülür. Örneğin metasentrik kromozomlar “V” harfi şeklinde görülürken, submetasentrik yapıda olanlar “J”, akrosentrik kromozomlar anafaz sırasında J harfi veya çubuk şeklini alır. Telosentrik olanlar ise “I” harfi şeklinde

görülmektedir. Ayrıca, kromozomun uzunluğu boyunca dağılmış kinetik aktiviteye sahip olan ve holosentrik kromozomlar olarak adlandırılan kromozomlarda bulunmaktadır [24, 25].

Bazı kromozomlar, sentromer bölgelerine ek olarak, ikincil bir daralma bölgesi bulunur. İkincil daralma ile en yakın telomer bölgesi arasında bulunan kromozomal bölge satellit olarak adlandırılır. Satellitler, kromozomun kısa veya uzun kolunda bulunabilir. Bu kromozomlara satellit (uydu) kromozomları denilmektedir. Bir genomdaki satellit kromozomu sayısı türden türe değişir. Bu bölgeler, nükleollerin organizasyonu ile ilgili alanlar olduğu için nükleolar organizatör bölgeleri (NOR) de denir. Nükleolar düzenleyiciler, ribozomların bileşeni olan ribozomal RNA'yı kodlayan genlerin çok sayıda tandem kopyalarını içerir. Ribozomal RNA, nükleolar organizatörlerinde sentezlenir, nükleollere biriktirilir ve daha sonra ribozomları oluşturmak üzere sitoplazmaya salınır [10, 16, 26].

2.5. Sitogenetik

Sitogenetikçiler, mevcut tüm kromozomal verileri bir arada kullanarak, herhangi bir türün her bir kromozomunu ayırt edebilirler. Boyut, kol oranı, sentromer konumu, heterokromatin bölgeler, NOR bölgelerinin konumu ve bant desenleri gibi özellikler, bir türü karakterize eden set içindeki bireysel kromozomları tanımlar [27, 28, 29].

Sitogenetik çalışmalar sayesinde, bir türe ait kromozom sayısı, kromozomların boy uzunlukları, sentromerlerin konumu ve farklı bantlama yöntemleri aracılığıyla kromozomların kendine özgü bant desenleri belirlenerek türün karyotipi ortaya çıkarılır. Böylece, elde edilen bu veriler bir canlının ait olduğu türün kesin olarak belirlenmesinde ve tür içinde kromozom düzeyinde meydana gelen sayısal ve yapısal mutasyonların belirlenmesinde kullanılmaktadır [30, 31].

2.5.1. Karyogram ve idiyogram

Kromozomları tanımlamak ve sınıflandırmak için yaygın olarak kullanılan sitogenetik yöntemlerin başında, metafaz kromozomların; boylarının ölçülmesi, sentromer yerlerinin belirlenerek kol oranlarının değerlendirilmesi ve bantlama yöntemleri gelmektedir. Sentromer, kromozomu iki kola böler. Sentromer ortada ise, kromozom metasentriktir ve eşit uzunlukta ($p=q$) iki kola sahiptir. Sentromer bir uca daha yakın durumda ($p<q$) ise, kromozom ya akrosentrik veya submetasentriktir. Çünkü akrosentrik

ve submetasentrik kromozomların bir kısa kolu ve bir de uzun kolu vardır. Sentromer bir uçta ise, kromozom telosentriktir. Telosentrik kromozomlarda kısa kol bulunmamaktadır [10, 26].

Bir karyotip hazırlanırken, ilk önce otozomlar (vücut kromozomları) boyutlarına göre, p kolları üstte ve q kolları altta olacak şekilde hizalanır. Ardından eşey kromozomları ayrı ayrı tanımlanır. Kol oranı ve kromozomun göreceli uzunluğundan yararlanılarak sentromerik indeks hesaplanabilir. Sentromerik indeksi, iki kromozom kolunun daha kısa olanının uzunluğu 100 ile çarpılarak kromozomun tüm uzunluğu ile bölünerek tanımlanır. Kol oranı, kromozomun uzun kolunun, kısa olanın uzunluğuna bölünmesiyle elde edilen uzunluktur. Değeri her zaman 1'den büyüktür. Nispi uzunluk hesaplanırken, kromozomun tüm uzunluğu 100 ile çarpılır ve haploit kromozom setindeki tüm kromozomların toplam uzunluğuna bölünür ve yüzde olarak ifade edilir. Holosentrik kromozomlarda, sentromer kromozomun geneline dağıldığından, sadece kromozomların gerçek uzunlukları dikkate alınır. Gerçek uzunluklardan, toplam haploit kromozom setinin uzunluğu hesaplanır. Sonra bir kromozomun nispi uzunluğu, toplam haploit kromozom setinin uzunluğuna oranının yüzdesi olarak ifade edilir [26, 27].

Canlının sahip olduğu kromozomların boyutları ve sentromer konumları aynı olsa bile, bantlama yöntemleri kullanılarak da kromozomlar birbirinden ayırt edilebilir. Farklı kromozom bantlama teknikleri sayesinde her bir kromozom çifti için benzersiz olan kromozom bant desenleri ortaya çıkarılabilmektedir. Kromozom bantlama teknikleri sayesinde kromozomların her bir kolu kendisine özgü bant desenleri oluşturur ve daha sonra bu bantlara göre homologları ile eşleştirilerek sınıflandırılır. Bantlama yöntemleri aracılığıyla bant desenleri kromozom yapısındaki değişiklikleri tespit etmek için de kullanılmaktadır [23, 32, 33, 34]. Bir türün sahip olduğu haploit kromozomlarının morfolojik özelliklerinin şematik gösterimi ideogram olarak tanımlanır [13].

2.6. Hücre Bölünmeleri

Tüm canlıların temel yapı ve fonksiyon birimi olan hücreler, var olan hücrelerin bölünmesi ile oluşur. Hücre bölünmeleri sayesinde; bir hücreli canlılarda çoğalma sağlanırken, çok hücreli canlılarda üreme hücrelerinin meydana getirilmesinden, büyüme gelişme, farklılaşma ve yaraların onarımına kadar birçok olay gerçekleşir. Ökaryot canlılarda hücre bölünmeleri mitoz bölünme ve mayoz bölünme olmak üzere

iki şekilde gerçekleşir. Mitoz bölünme ile genetik olarak atasının aynısı iki hücre oluşurken, mayoz bölünme sonucu birbirinden farklı dört yavru hücre oluşur. Mayoz bölünme sırasında meydana gelen crossing-over ve homolog kromozomların rastgele kutuplara dağıtılması genetik çeşitliliğin kaynağını oluşturur. Mayoz bölünme ancak diploit canlılarda gerçekleşebilirken, mitoz bölünme haploit, diploit ve hatta poliploid canlılarda dahi görülür [23, 35].

2.6.1. Mitoz bölünme

Standart bir mitotik hücre döngüsü, interfaz ve mitotik evre olmak üzere iki kısma ayrılır. Hücreler genellikle ömrünün çoğunu G0 veya G1 fazında geçirirler. G0 evresinde hücre normal olarak yaşamını sürdürerek bulunduğu dokuya özgü işlevleri yerine getirir. G1 fazı interfazın ilk evresi olup bu aşamada, hücre DNA sentezi için kendisini hazırlar. Hücre bölünmesinin sıklığı, hücre tipine ve çevresindeki dokulardan alınan sinyallere göre belirlenir. Bölünme için uyarılan hücreler, DNA replikasyonu (S fazı) evresine geçer. Hücreler bu aşamada genetik materyalin oluşacak iki yavru hücreye eşit dağılması için sahip oldukları tüm kromozom setinin bir kopyasını çıkarır. S fazından sonra, hücreler kendilerini mitotik evre (M fazı) için hazırladığı G2 fazına ilerler ve mitoz içine girmeye hazırlanır [22].

Tüm kromozomal DNA'nın her hücre döngüsünde sadece bir kez çoğaltılmasıyla DNA replikasyonu gerçekleşir. Replikasyon orijini, kromozomlarda çift yönlü DNA replikasyonunun başlatıldığı yerlerdir. Prokaryotik genomun replikasyonu esnasında bir replikasyon orijini yeterli iken ökaryotik hücrelerde DNA doğrusal yapıda ve birden fazla kromozomlar üzerinde yer alıyor olması nedeniyle birden fazla replikasyon orijini gerektirmektedir. Bu sebeple ökaryotik kromozomlar boyunca replikasyon orijinleri belli aralıklarla yerleştirilirler ve genomu replikon adı verilen alanlara bölerler [12, 18].

M fazı, çekirdek bölünmesi (karyokinez) ve sitoplazmanın bölünmesi (sitokinez) olmak üzere iki ana olaydan meydana gelir. Karyokinez; profaz, prometafaz, metafaz, Anafaz ve telofaz olmak üzere beş ayrı aşamadan oluşmaktadır.

Profaz: Her biri iki kardeş kromatitten oluşan kromozomların yoğunlaşmasıyla profaz evresi başlar. Yoğunlaşmaya başlamış haldeki kardeş kromatitler, sentromer bölgelerinden birbirine tutunmuş durumdadırlar. Kromozom yoğunlaşmasının yanı sıra interfazda evresinde kendini çiftleşmiş olan sentrozomların hücrenin zıt kutuplarına

doğru hareket ettiği görülür. Nkleolusun küçülmesi ve nükleus zarının yıkılması ile profazın son aşaması olarak kabul edilir. Ancak ekirdek zarının yıkılması mitozun karakteristik bir özeliği olmayıp, mayalar ve birçok tek hücreli ökaryotik canlılarda nükleus zarının yıkılmadığı ve kapalı mitoz olarak adlandırılan bir durum da mevcuttur [13, 35]. Bazı yüksek bitkilerde ve omurgasız hayvanlarda sentriol ve aster bulunmayıp, kromozomların kutuplara çekilmesi işlemine gerçekleştiren iğ iplikleri mikrotübüllerin organizasyonu ile oluşur. Bu Şekilde gerçekleşen mitozu “anastral mitoz” adı verilir. Hayvanlarda ve aşağı bitkilerde sentriollerin ve asterlerin mevcut olması ve kromozomların hareketinde görev alıyor olmaları sebebiyle bu canlılarda görülen mitoz ise astral mitoz olarak adlandırılır [26].

Prometafaz: Bu evrede iğ ipliklerinin oluşumu tamamlanarak yoğunlaşmış halde bulunan kromozomların kinetokorlarına bağlandığı andan kromozomların ekvatorial plaka üzerinde sıralandığı zamana kadar süren oldukça kısa bir evredir [35].

Metafaz: Kromozomlarda meydana gelen kısalıp kalınlaşma sonucu kromozomların açıkça görülebildiği bu evre sitogenetik çalışmalar açısından en önemli evre özelliğindedir. Her bir kromozomun kardeş kromatitleri ekvatorial plaka üzerinde bir araya getirilir [26, 35].

Anafaz: Bu evre sentromer bölgelerinden birbirlerine tutunarak ekvatorial plaka üzerinde bir arada duran kardeş kromatitlerin birbirlerinden ayrılarak zıt kutuplara hareket etmeleri ile başlar. Artık her biri bir kromozom olarak adlandırılan kardeş kromatitlerin birbirinden yeni ayrıldığı bu evreye erken anafaz adı verilir. Kromozomların kutuplara ulaştığı evre ise geç anafaz olarak adlandırılır [13].

Telofaz: Bu evre, çekirdek zarı ve çekirdekçiğin oluşmaya başladığı, kromozomların tekrar kromatin iplik haline geldiği evredir [36].

2.6.2. Mayoz bölünme

Mayoz bölünme, her biri ana hücrenin kromozomlarının yarısını içeren dört yavru çekirdek oluşturmak için gerçekleştirdiği bölünme işlemidir. Ayrıca, hücre içerisindeki kromozom sayısını diploid sayısından ($2n$) haploid sayısına (n) düşürdüğü için redüksiyon bölünmesi olarak da adlandırılır. Mayoz bölünme gerçekleştiği yere göre terminal (gamet ana hcreninin mayoz geçirdiği), intermedier (spor ana hcreninin mayoz geçirdiği) ve inisial (zigotun mayoz geçirdiği) olmak üzere e ayrılır [13].

Mayoz bölünmede DNA replikasyonu aynı mitoz bölünmede olduğu gibi interfaz evresinde sadece bir kez gerçekleşir, ancak bunu Mayoz I ve Mayoz II olarak adlandırılan peş peşe iki nükleer ve sitoplazmik bölünme döngüsü izler. Böylece, tek bir diploid hücre, dört haploid hücreye yol açar. Mayoz I; profaz I, metafaz I, anafaz I ve telofaz I olmak üzere dört aşamadan oluşur. Mayoz bölünmenin en uzun aşaması olan profaz I, leptoten, zigoten, pakiten, diploten ve diakinez olmak üzere beş alt evrede incelenebilir. Bu evrede kromozomlar, çekirdek boyunca rastgele bir şekilde dağılır. Kromozomların yoğunlaşmaya başladığı kromomerlerin belirginleştiği evre leptoten, olarak adlandırılır. Zigoten evresinde, homolog kromozomlar yan yana dizilerek sinaps adı verilen yapılar oluşturur. Her sinaps homologuna bivalent denir. Bivalentler, tetrat adı verilen dört kromatit iplikten oluşur. Bu aşamada sinaptonemal kompleks, homolog kromozomların eşleşerek bivalent oluşturmalarına ve böylece crossing over'a yardımcı olur. Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında parça değiş tokuşu (crossing over) meydana geldiği evre pakiten evresidir. Bu olay intrakromozomal rekombinasyonun oluşmasını ve dolayısıyla genetik çeşitliliğin oluşmasına neden olan önemli olaylardan biridir. Crossing over'in ardından diploten evresinde homolog kromozomlar birbirinden ayrılır ve kromatitler belirgin hale gelir. Diploten evresi mayoz bölünme insan dışısında olduğu gibi yıllarca duraklayabilir. Diakinesis evresinde ise, çekirdek zarı ve nükleolus kaybolur. İğ iplikleri bu aşamanın sonunda oluşmaya başlar [13, 36].

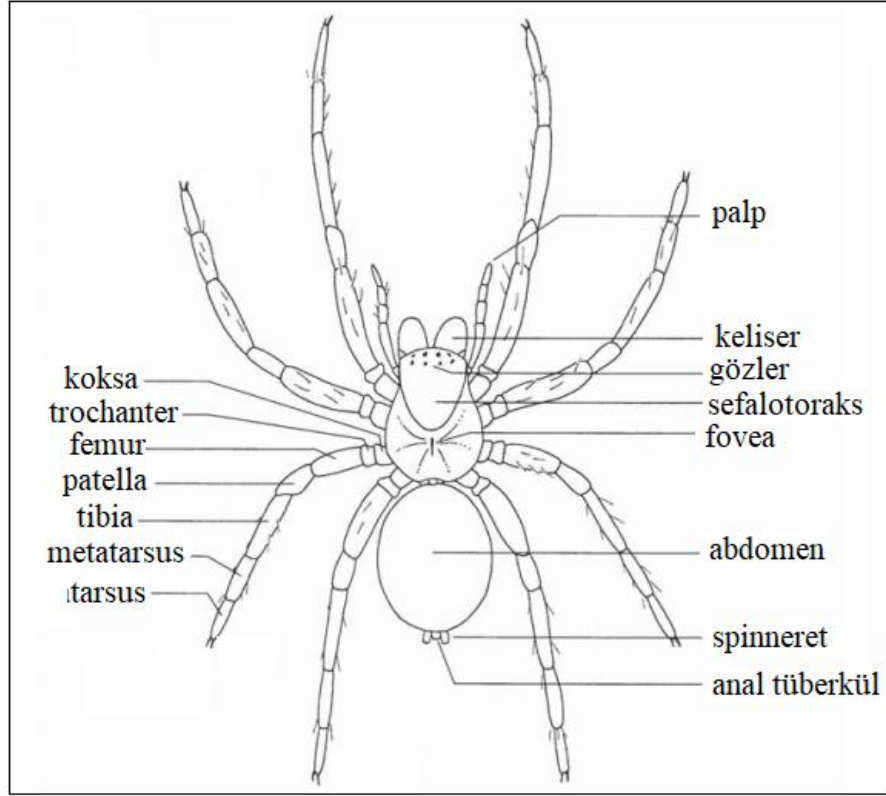
Metafaz I evresinde, homolog kromozomlar, iğ ipliklerine bağlı bir şekilde ekvator plakasına dizilirler. Anafaz I'de, homolog kromozomlar birbirinden ayrılarak zıt kutuplara doğru hareket ederler. Mitoz bölünmede, kardeş kromatitlerin kinetokorlarına bağlanan iğ iplikleri kardeş kromatitleri zıt kutuplara doğru çekerken; mayoz I aşamasında, her biri iki kromatit içeren bir çift homolog kromozomdan biri kendisini oluşturan iki kromatitle birlikte bir kutuba, diğeri ise diğer kutba gider. Homolog kromozomlardan hangisinin hangi kutba gideceği tesadüfidir olup bu olay interkromozomal rekombinasyon olarak adlandırılmaktadır, genetik çeşitliliğin oluşmasına katkı sağlayan önemli olaylardan biridir. Mayoz I sonunda, diploid (2n) kromozom sayısının haploid (n) sayıya inmesine yol açar. Telofaz I sonunda iki haploit kromozom sayılı yavru hücre oluşur. Çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden ortaya çıkar.

Birinci ve ikinci mayoz bölünmeler arasındaki kısa süreye interkinez denir. Mayoz II, mitoz bölünmeye eşittir. Ancak mayoz II; her kromozom zaten iki kromatit içerdiği için ‘S’ periyodu olmayan çok kısa bir interfaz (interkinesis) evresi görülmesi, mayoz I’de gerçekleşen crossing over nedeniyle her bir kromozomdaki iki kromatit, birbirinin aynısı olmaması sebebiyle mitoz bölünmeden farklılık gösterir [13, 14, 36].

2.7. Araneae Takımının Genel Özellikleri

Örümcekler bilinen 48.102 türü ile en büyük omurgasız hayvan gruplarından birini oluşturur [3]. Antarktika hariç tüm kıtalarda bulunurlar ve mağaralar, karla kaplı tundralar ve yüksek dağlar dahil olmak üzere akla gelebilecek her karasal habitatta bulunurlar. *Argyroneta aquatica* türü suda yaşamayı bir yaşam tarzı olarak benimsemiştir. Bütün örümcekler etobur olup çoğu avlarını yakalamak için ağlarını kullanırlar [37].

Örümceğin vücudu dar bir pedisel ile birbirine bağlı sefalotoraks (prosoma) ve abdomen (opisthosoma) olarak adlandırılan iki ana bölgeye ayrılır: karapak, sternum, gözler, keliserler, ağız parçaları, bacaklar ve palpler sefalotoraksta; karın, örü memeleri ve genital organlar ise abdomende yer alır (Şekil 2.3). Çoğu örümcek sıralar veya gruplar halinde düzenlenmiş sekiz basit göze sahiptir. Ancak bazıları altı, dört veya iki göze sahipken, bazılarında ise hiç yoktur. Gözler, karapakstaki konumlarına göre ön medyan gözler, ön lateral gözler, arka medyan gözler ve arka lateral gözler olarak adlandırılır. Her biri yedi bölümden oluşan dört çift bacağına sahip olup bu bacaklar genellikle dikenler ve çeşitli duyuşal reseptörlerle kaplıdır. Prosoma; hareket, yiyecek alımı ve merkezi sinir sisteminin alanı olarak sinir entegrasyonu ile görevliken, opisthosoma, sindirim, dolaşım, solunum, boşaltım, üreme ve örümcek ağı üretiminin yapıldığı vücut bölümünü oluşturur [37, 38].



Şekil 2.3. Bir örümceğin dış morfolojik yapısı, dorsal görünüm [37]

2.7.1. Sistematik özellikler

Titanoecidae (Lehtinen, 1967) familyası dünyada; *Anuvinda* (Lehtinen, 1967), *Goeldia* (Keyserling, 1891), *Nurscia* (Simon, 1874), *Pandava* (Lehtinen, 1967), *Titanoeca* (Thorell, 1870) olarak isimlendirilen beş cins içerisinde yer alan toplam 53 örümcek türünden oluşan bir ailedir [3]. Titanoecidae familyası üyelerinin vücutları kadife benzeri siyah tüylerle kaplı olup, erkek bireylerin abdomeninde sayıları cinslere göre farklılık gösteren çift halde beyaz lekeler bulunmaktadır [39]. *Nurscia* Simon, 1874 cinsinin ise *N. albofasciata* (Strand, 1907), *N. albomaculata* (Lucas, 1846), *N. signata* (Simon, 1874) ve *N. sequerai* (Simon, 1893) olmak üzere dört türü bulunmakta [3] olup; ülkemizde ise *N. albosignata* ve *N. albomaculata*'nın yayılış gösterdiği bilinmektedir [4]. *N. albosignata*, Güneydoğu ve Doğu Avrupa'dan Orta Asya'ya kadar yayılış göstermektedir [3]

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1. Örümcek Örneklerinin Araziden Toplanması

Çalışmada Titanoecidae familyasına ait *Nursecia albosignata* Simon, 1874 türünün erkek bireyleri kullanılmıştır. Tür teşhisleri Prof. Dr. Osman Seyyar (Niğde Ömer HalisDemir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü) tarafından yapılmıştır. Türe ait diploid kromozom sayısı, karyotip özellikleri, eşey sistemi ve mayoz bölünme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, çok sayıda bölünmekte olan hücrelerin elde edilebilmesi nedeniyle erkek bireylere ait gonadlar kullanılmıştır. Dişi bireylerden bölünmekte olan hücrelerin elde edilmesi daha zor olduğundan dişi bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Eşey sistemi belirlendikten sonra dişi bireye ait karyotip özellikleri de bulunabileceğinden dolayı erkek örümceklerin kullanılması tercih edilmiştir. Dişi bireyler erkek örümceklerden eşey kromozomları sayısı kadar fazla kromozom içermektedir.

Arazi çalışmasının planlanması, *N. albosignata*'nın üreme döneminin en aktif olduğu Mart-Mayıs aylarında gerçekleştirilmiştir. Farklı yükseklik ve habitatlar tercih edilerek lokasyonlar belirlenmiştir (Tablo 3.1.). Örümcekler taş altlarından ya da toprak yüzeyinden elle veya aspiratör yardımıyla toplanmıştır. Her bir örümcek ayrı olacak şekilde falcon tüplerine alınmıştır. Arazi çalışması sırasında örümceklere hiçbir uygulama yapılmadan doğrudan laboratuvara aktarılmıştır. Laboratuvarda örümcekler daha büyük plastik kaplar içerisine aktarılarak etiketleme işlemi tamamlanmıştır. Etiketleme bilgileri olarak örnek numarası, toplayan kişi, toplama tarihi, toplanan yer, yükseklik ve habitat özellikleri kaydedilmiştir. Ergin altı olan örümcekler, erginleşinceye kadar laboratuvar koşullarında haftada iki kez olmak üzere meyve sinekleri (*Drosophila melanogaster*) ile beslenmiştir.

Buna göre çalışmada toplam 13 adet ergin erkek örümceğin diseksiyonu yapılmış ve sekiz adet erkek bireyden kullanışlı mitoz ve mayoz bölünme evreleri elde edilerek değerlendirilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan *nurscia albosignata* örneklerinin arazi bilgileri

Lokalite				Toplama Tarihleri
Yer Adı	GPS Verileri/ Örnek Sayısı	Yükseklik	Habitat	
Pınarbaşı/Kayseri	38°43'10.34" K 36°24'55.46"D/3♂♂	1522 m	Taşlık alan	17.05.2013
	38°43'10.34" K 36°24'55.46"D/1♂	1522 m	Taşlık alan	12.03.2014
	38°42'45.30" K 36°25'42.85"D/4♂♂	1537 m	Taşlık alan	18.04.2014
Pozantı/Adana	37°24'57.10" K 34°52'58.93"D/2♂♂	819 m	Taşlık alan	01.04.2013
	37°24'57.10" K 34°52'58.93"D/3♂♂	819 m	Taşlık alan	24.03.2013

3.2. Metot

3.2.1. Kimyasalların hazırlanması

Kromozom preparatlarının yapılması aşamasında a) omurgasız hayvanlar için fizyolojik çözelti, b) hipotonik çözelti, c) fiksatif, d) asetik asit çözeltisi, e) fosfat tamponu, f) giemsa boyası kullanılmıştır.

a) Omurgasız hayvanlar için fizyolojik çözeltisinin hazırlanması:

9 gr NaCl

0.4 gr KCl

0.2 gr NaHCO₃

0.33 gr CaCl₂.2H₂O

1000 ml distile suda çözünür.

b) Hipotonik çözeltinin hazırlanması:

2.5 gr KCl 1000 ml suda çözünür, ya da doğrudan saf su kullanılır.

c) Fiksatifin hazırlanması:

3 birim metanol (veya etanol) : 1 birim glasiyal asetik asit karıştırılır.

Taze olarak hazırlanır.

d) Asetik asit çözeltisinin hazırlanması:

12 ml asetik asit, 8 ml saf su ile karıştırılır.

e) Fosfat tamponunun hazırlanması:

4.53 gr KH_2PO_4 ile 4.37 gr Na_2HPO_4 1000 ml distile suda çözülür. pH=6.8'e ayarlanır.

f) Giemsa boyasının hazırlanması: 5 ml Giemsa boyası ile 95 ml fosfat tamponu karıştırılır.

Çalışmada kullanılan lamaların temizlenmesinde % 70'lik alkol kullanılmıştır. Lamalar % 70'lik alkol bulunan beher içerisine konulmuş ve en az 1 saat olacak şekilde bekletilmiştir.

3.2.2. Yayma preparatlarının hazırlanması

Kromozom preparatlarının yapılmasında Pekár ve Král [40] metodu uygulanmıştır. Bu metoda göre sırasıyla aşağıdaki işlemler uygulanmıştır:

1. Gonadlar fizyolojik tuz çözeltisi içerisinde diseksiyon yapılarak çıkarılmıştır.
2. Hipotonik çözelti içerisinde 20 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir.
3. Gonadlar fiksatif çözeltisi içerisinde 10 dk ve 20 dk olmak üzere iki kez fikse edilmiştir.
4. Süre sonunda gonadlar temiz bir lam üzerine alınarak üzerine asetik asit damlatılarak erimesi sağlanmıştır.
5. Lam bir ısıtıcı tamlam üzerine alınarak asetik asit-doku karışımı tamamen buharlaşınca kadar yayma işlemi yapılmıştır.
6. Yayma işleminden sonra preparatlar 24 saat süreyle yaşlandırmaya bırakılmıştır.
7. Preparatlar faz-kontrast mikroskopunda incelenerek hücre bölünmelerine ait evrelerin uygunluğu açısından iyi kalitede olanlar seçilmiştir.
8. Bu preparatlar %5'lik giemsa çözeltisi içerisinde oda sıcaklığında 60 dk boyanmıştır.
9. Süre sonunda preparatlar 24 saat süreyle oda sıcaklığında havada kurumaya bırakılmıştır. Hazırlanan preparatlar mikroskop çalışması yapılıncaya kadar preparat kutularına alınarak buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Kromozom preparatlarının incelenmesi ve karyotip yapılması

Boyanan preparatlar CX21 marka (Olympus) ışık mikroskopunda incelenerek mitoz ve mayoz bölünme evreleri tespit edilmiştir. Karyotip yapılması için en az 10 metafaz

evresi belirlenmiştir. Kromozomların fotoğrafları BX53 araştırma mikroskobuna bağlı DP26 kamera ataçmanı ve CellSens programı (Olympus) ile çekilmiştir.

Kromozomların toplam uzunlukları mikrometrik (μ) olarak kısa kol (p) ile uzun kol (q) değerlerini kapsayacak şekilde CellSens programı ile ölçülmüştür. Karyotip yapılması aşamasında *Nurscia albosignata* 'ya ait 10 mitotik metafaz evresi (her bir fotoğrafta $2n=30$ kromozom) değerlendirilmiştir. Ölçüm sonucunda elde edilen değerler ile homolog kromozom çiftleri bulunmuştur. Kromozomların çiftler halinde uzunluk sırasına göre sıralanması Adobe Photoshop CS3 programı ile yapılmıştır. Eşey kromozomları ise uzunluk sırası dikkate alınmaksızın homolog kromozom çiftlerinin en sonunda yer almıştır. Kromozom morfolojisinin belirlenmesinde Levan ve ark. [25] sınıflandırılması uygulanmıştır (Tablo 3.2).

Mitoz bölünme evrelerinin incelenmesiyle birlikte *N. albosignata* 'nın mayoz bölünme özelliklerinin saptanması aşamasında pakiten, diploten, diyakinez, metafaz I, anafaz I, profaz II, metafaz II ve anafaz II evreleri tespit edilmiş ve bu evrelerin fotoğrafları çekilmiştir. Diploid sayının belirlenmesinde metafaz kromozomlarının sayılmasıyla birlikte diploten evresindeki bivalentler ve eşey kromozomları sayılmıştır. Eşey kromozomları, mayoz bölünmedeki heteropiknotik özelliklerine göre belirlenmiştir. Ayrıca bivalentlerin sahip oldukları kiyazma çeşitlerinin tespit edilmesi amacıyla diploten, diyakinez ve metafaz I evrelerinin fotoğrafları çekilmiş ve bu evrelerde en sık rastlanan kiyazma çeşitleri kaydedilmiştir. Ayrıca her bir bivalentin sahip olduğu kiyazma sayıları da elde edilmiştir. Bivalentlerde halka yapının olup olmadığı da araştırılmıştır.

Tablo 3.2. Kromozomların Sentromer Konumuna Göre Sınıflandırılması [25]

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

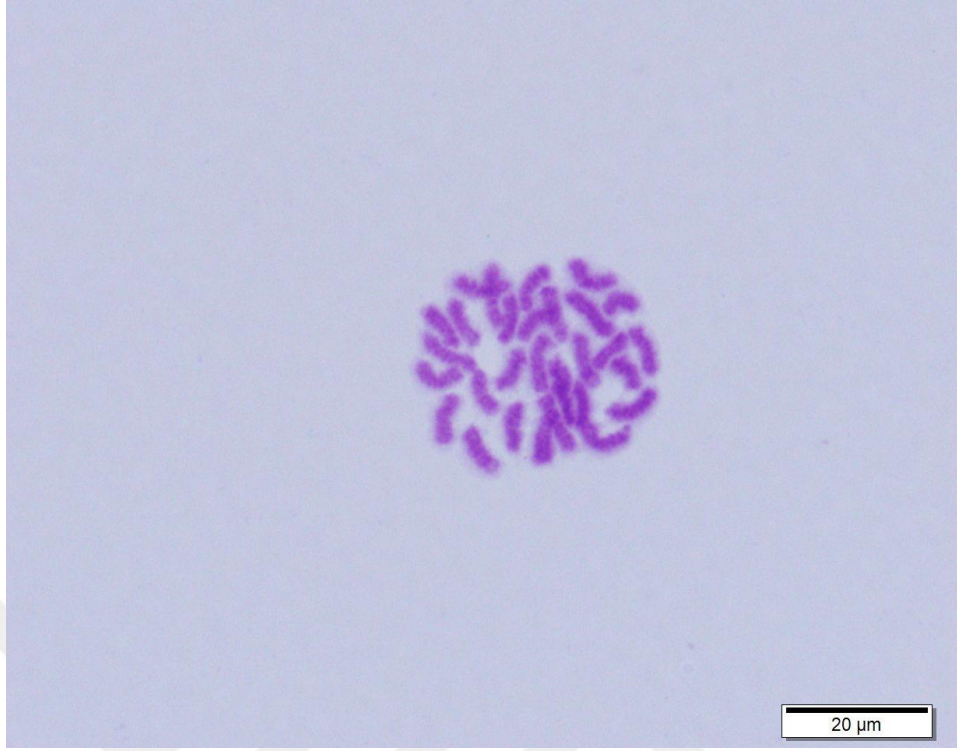


4. BULGULAR

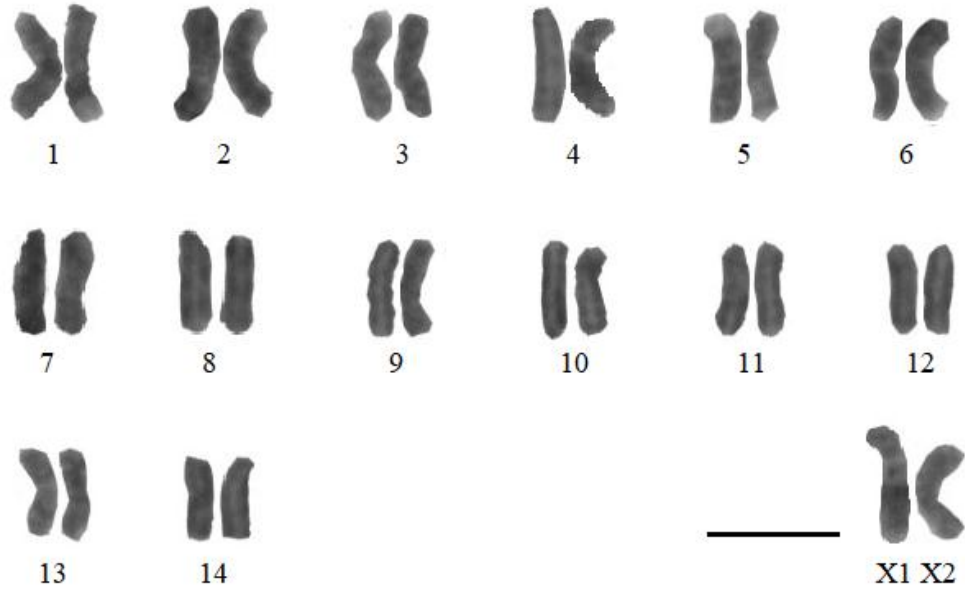
4.1. Karyotip Özellikleri ile İlgili Bilgiler

Bu çalışmada *N. albosignata* türüne ait sitogenetik özellikler ilk kez belirlenmiştir. Erkek bireyler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda karyotip özelliklerinin $2n♂=30$, X_1X_20 şeklinde olduğu ve tüm kromozomların telosentrik tipte olduğu bulunmuştur (Resim 4.1). Kromozomların en iyi elde edildiği mitoz bölünmeye ait metafaz evresinde ikincil boğuma (sekonder boğum) sahip kromozomlar ayırt edilememiştir. Mitoz bölünme aşamalarında pozitif veya negatif heteropiknotik özellik göstermeyen eşey kromozomları otozomlardan ayırt edilememiştir. Ancak mayoz bölünme evrelerinin değerlendirilmesinde özellikle profaz I'in diploten ve diyakinez evrelerinde bivalent oluşturmayan iki eşey kromozomu tespit edilmiştir. Eşey kromozomlarının pakiten evresinden itibaren bivalent oluşturmamaları bu iki eşey kromozomunun birbirlerinin homoloğu olmadıklarını belirlenmiştir. Böylece eşey kromozomları erkek bireyler için X_1 ve X_2 şeklinde adlandırılmıştır. Dişi bireylerde ise iki kat eşey kromozomu bulunduğundan dişi bireylerin $X_1X_1X_2X_2$ şeklinde dört eşey kromozomuna sahip oldukları ortaya konulmuştur. Dişi bireylerde karyotip formülünün $2n♀=32$ ($28+X_1X_1X_2X_2$) şeklinde olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla *N. albosignata* türüne ait eşey sistemi $X_1X_2♂/ X_1X_1X_2X_2♀$ olarak açıklanmıştır.

Otozomal kromozom uzunlukları kademeli olarak azalış göstermektedir (Şekil 4.1.). Haploid çiftlerin relatif uzunlukları 11.30 μm ile 7.87 μm arasında değişiklik göstermektedir. Kromozom çiftleri arasında belirgin bir uzunluk farkı bulunmamaktadır. Eşey kromozomlarının relatif uzunlukları $X_1=8.97$ μm ve $X_2=7.83$ μm şeklindedir (Tablo 4.1). Eşey kromozomlarından X_1 , 4. otozomal çiftten büyük, X_2 ise 6.otozomal çiftten büyüktür.



Resim 4.1. *Nurscia albosignata* 'ya ait mitoz bölünmenin metafaz evresi, diploid kromozom sayısı $2n♂=30$



Şekil 4.1. *Nurscia albosignata* 'ya ait karyogram ($2n♂=30, X_1X_2$)

4.2. Mayoz Bölünme Özellikleri İle İlgili Bilgiler

Mayoz bölünmenin profaz I evresinde “Leptoten, Zigoten, Pakiten, Diploten ve Diyakinez” olmak üzere beş ara evre mevcuttur. Leptoten evresinde kromatin iplikleri henüz kısalıp kalınlaşmaya başlamış ancak kromozomlar halen yayılmış bir durumda olmasına rağmen görünür hale gelmişlerdir. Kromozomlar üzerinde yoğunlaşmış bölgeleri ifade eden kromomerler görünür haldedir. Eşey kromozomları izopiknotik olup otozomlardan ayırt edilememektedir.

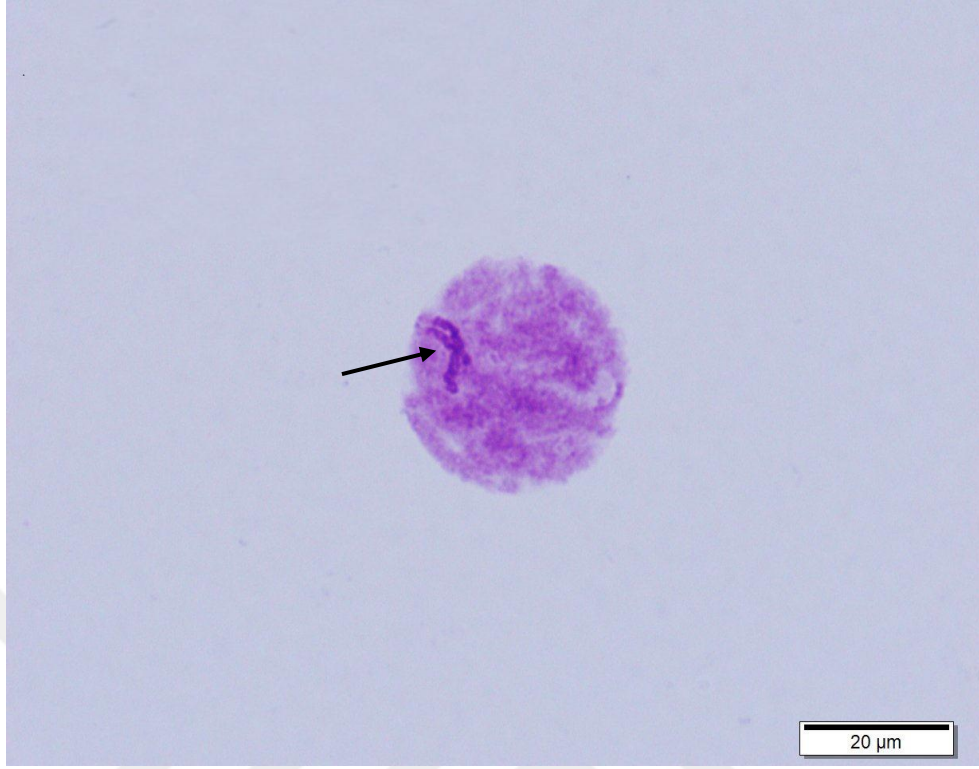
Zigoten evresinde kromatin ipliklerinin kısalıp kalınlaşmaları devam etmektedir. Homolog kromozomlar “homoloji araması” olayına bağlı olarak birbirleriyle karşılıklı olarak yan yana gelmişlerdir. Homolog kromozomlar arasında sinaptonemal kompleks denilen özel bir yapı meydana gelmiştir. Zigoten evresinin sonunda bir araya gelen homolog kromozom çiftleri ise “bivalent” adını almıştır.

Pakiten evresinde, kromatin ipliklerinin kısalıp kalınlaşmaları devam etmiş olup her bivalenti oluşturan homolog kromozom çiftlerinin arasındaki sinaptonemal kompleks yapısı daha ileri gelişme göstermiştir.

Sinaptonemal kompleks aracılığı ile bir arada tutulan bivalentler, dört kromatit yapısı olan tetratları oluşturmuştur. Tetratların oluşumu ile kardeş olmayan kromatitler arasında genetik değiş-tokuş olayı gerçekleşmiştir. Ancak bu genetik değiş-tokuşun izleri bu evrede gözlenememekte olup bir sonraki ara evre olan “diploten” evresinde kiyazmaların varlığı ile açıklanmaktadır (Resim 4. 2). Ayrıca bu evrede eşey kromozomları olan X_1 ve X_2 pozitif heteropiknotik bir özellik göstermiş ve otozomlardan ayırt edilmiştir. Eşey kromozomları bivalent oluşturmayıp nükleus yüzeyinde konumlanmıştır.

Tablo 4. 1. *Nurscia albosignata* 'ya ait kromozom uzunlukları (p:kısa kol, q: uzun kol, p+q: toplam uzunluk), sentromerik indeks (p/p+q), relatif uzunluk (%), kromozom morfolojisi (T:telosentrik) (Ölçümler 10 mitotik metafaz aşamasının ortalamasına göre oluşturulmuştur)

Kromozom No	Kısa Kol (p)	Uzun Kol (q)	Toplam Uzunluk (p+q)	Sentromerik İndeks (p/p+q)	Relatif Uzunluk (%)	Kromozom Morfolojisi
1	0	11.30	11.30	∞	7.38	T
2	0	11.08	11.08	∞	7.24	T
3	0	10.62	10.62	∞	6.94	T
4	0	10.37	10.37	∞	6.78	T
5	0	10.04	10.04	∞	6.56	T
6	0	9.82	9.82	∞	6.42	T
7	0	9.56	9.56	∞	6.25	T
8	0	9.30	9.30	∞	6.07	T
9	0	9.17	9.17	∞	5.93	T
10	0	8.72	8.72	∞	5.69	T
11	0	8.50	8.50	∞	5.56	T
12	0	8.29	8.29	∞	5.41	T
13	0	8.03	8.03	∞	5.25	T
14	0	7.87	7.87	∞	5.14	T
X ₁	0	10.52	10.52	∞	6.88	T
X ₂	0	9.90	9.90	∞	6.47	T



Resim 4. 2. *Nuruscia albosignata* 'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Pakiten) (Ok işareti eşey kromozomlarını göstermektedir)

Diploten evresinde, eşey kromozomları pozitif heteropiknotik özellik göstermiş ve birlikte nukleus yüzeyinde yer almışlardır. Bu evrede 14 otozomal bivalent ve iki eşey kromozomu sayılmıştır. Kromozomların kısalıp kalınlaşmaları bu evrede de devam etmiştir. Pakiten evresinde genetik değiş-tokuş olayı tamamlandıktan sonra diploten evresinde her bivalentteki kardeş kromatit çiftleri birbirinden ayrılmaya başlar. Böylece kromatitlerin arasında birbirine temas eden bölge (bölgeler) kalmıştır. Bu temas bölgeleri kiyazmalar olup genetik değiş-tokuşun izleridir. Kiyazma sayıları genellikle kromozom uzunluklarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu evrede genellikle her bivalentin tek kiyazmaya sahip olduğu belirlenmiştir. Kiyazma çeşitleri ise çoğunlukla proksimal, distal, interstitial ve terminal tiptedir. Diploten evresi, bivalentlerin kısalıp kalınlaşma miktarlarına göre “erken diploten”, “orta diploten” ve “geç diploten” olmak üzere 3 aşamada değerlendirilmiştir.

Erken diplotende bivalentler diğer iki evreye göre daha uzundur ve kiyazma tipleri proksimal ve distal tipte olup nadiren interstitial tipte kiyazma görülmüştür (Resim 4. 3.).

Orta diplotende bivalentler biraz daha kısalıp kalınlaşmıştır. Erken diplotende nadiren görülen interstitial bivalentlerin sayısı artmıştır. Pozitif heteropiknotik özellikte olan eşey kromozomları nukleus yüzeyinde konumlanmıştır (Resim 4. 4).

Geç diplotende bivalentler daha da kısalmıştır. Kiyazmalar proksimal ve interstitial tipte elde edilmiştir. Eşey kromozomları tüm diploten boyunca pozitif heteropiknotik özellikte olduğu gibi geç diplotende de otozomal bivalentlerden daha koyu boyanarak nukleus yüzeyinde yer almıştır (Resim 4. 5). Eşey kromozomları birbirinin homoloğu olmadığı için bivalent yapısı oluşturmamış ancak tüm diploten boyunca birlikte hareket ederek nukleus yüzeyinde konumlanmışlardır.



Resim 4. 3. *Narscia albosignata*'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Erken Diploten) (Oklar eşey kromozomlarını göstermektedir)

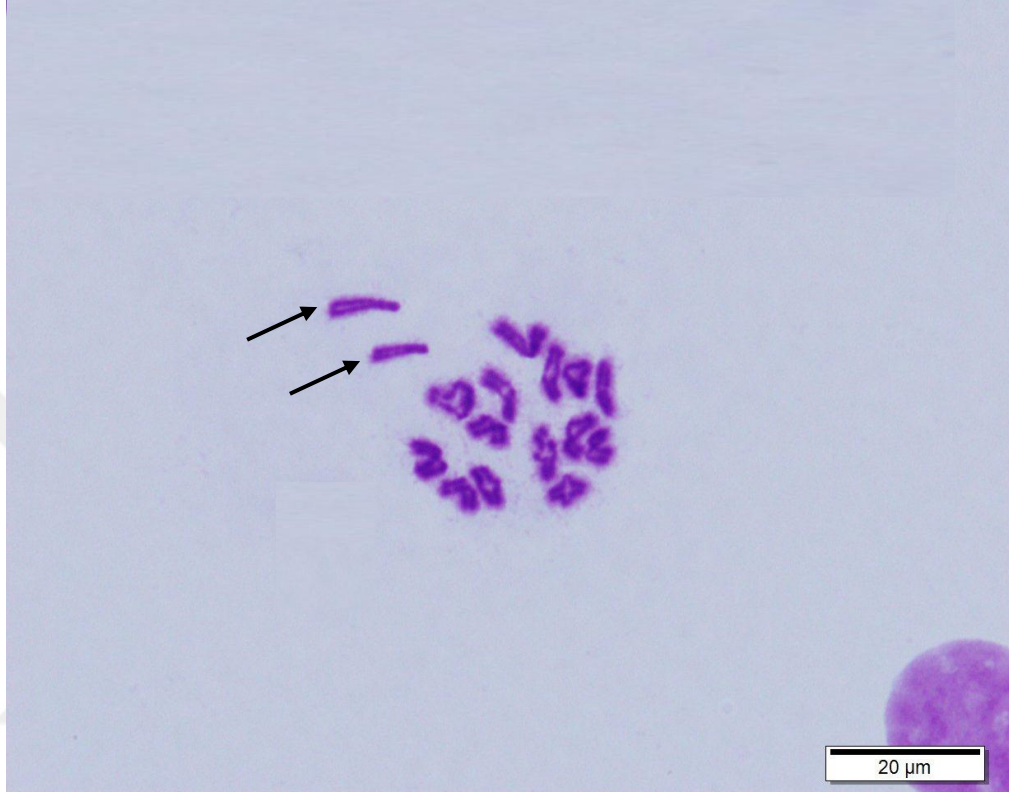


Resim 4. 4. *Nuruscia albosignata*'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Orta Diploten) (Ok işareti eşey kromozomlarını göstermektedir)

Mayoz bölünmenin Profaz I'in son ara evresi olan diyakinezde kromozomlar birbirinden ayrılır ancak diploten evresinde olduğu gibi kardeş olmayan kromatitler arasında kiyazmalar sayesinde hala bağlı durumdadırlar. Profaz I'in sonuna gelindiğinde nukleus zarı tamamen erimiş, nukleolus ortadan kaybolmuştur. Bu evrede de 14 otozomal bivalent ve iki univalent eşey kromozomu tespit edilmiştir. Bivalentler tek kiyazmaya sahiptir (Resim 4. 6).

Metafaz I evresinde kromozomların kısalıp kalınlaşmaları en üst seviyeye ulaşmıştır. Kiyazmalar aracılığı ile bir arada tutulan homolog kromozomlara ait kardeş olmayan kromatitlerde kiyazmaların artık uç noktalarda olduğu gösterilmiştir. Eşey kromozomlarında da kısalıp kalınlaşma en üst seviyeye ulaşmış ve önceki evrelerde otozomal bivalentlerden daha uzun morfolojide olan eşey kromozomları, bu evrede otozomal bivalentlerle benzer uzunluklara ulaşmıştır. Her bir tetrad metafaz plağına doğru hareket etmiş ve burada iç iplikleri ile etkileşimde olmuştur. Bu evrede de 14 otozomal bivalent ve iki univalent eşey kromozomu tespit edilmiştir. Bivalentlerin çoğunun interstitial tipte kiyazmaya sahip olduğu saptanmıştır. Bu evrede iki kiyazmaya

sahip bivalent tespit edilmemiştir. Eşey kromozomlarının pozitif heteropiknotik özellikleri son olarak metafaz I evresinde görülmüştür. X_1 ve X_2 birlikte hareket ederek nukleus yüzeyinde yer almışlardır (Resim 4.7).

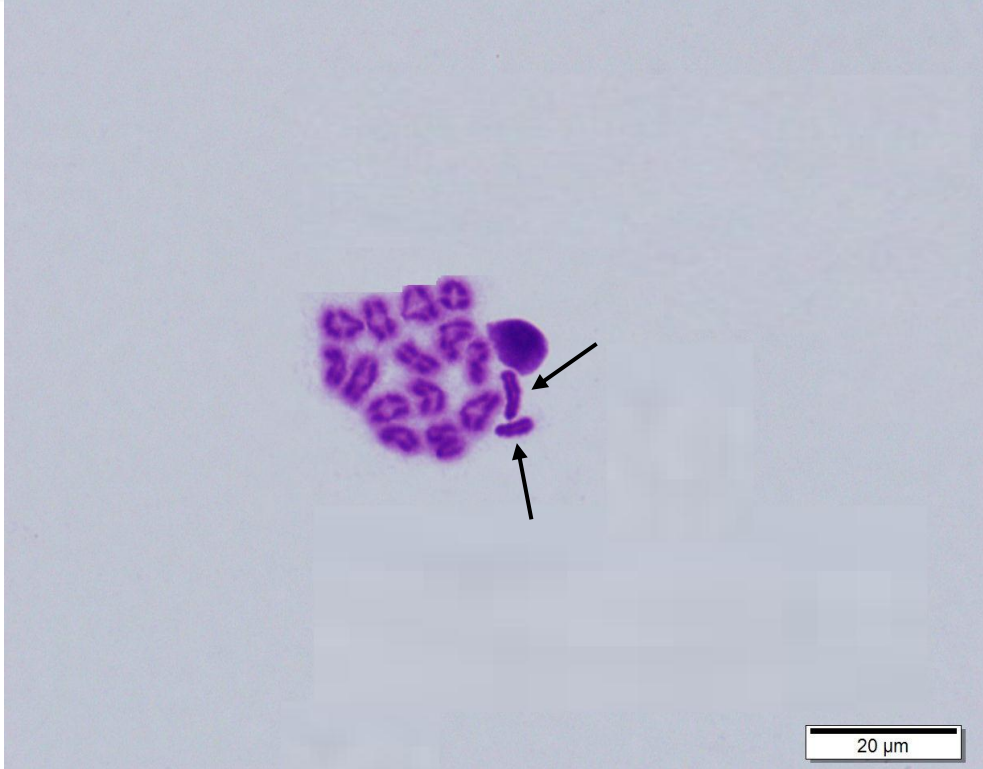


Resim 4. 5. *Nурсcia albosignata*'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Geç Diploten) (Oklar eşey kromozomlarını göstermektedir)

Mayoz bölünmenin anafaz I evresinde kardeş kromatitlerin bir çifti bölünmekte olan iki yeni hücrenin kutuplarına doğru çekilmiştir. Bu evrede kromozomlar tek kollu olmaları nedeniyle "V" şeklinde görülmüştür. Eşey kromozomları izopiknotik özellikte olduğu için boyanma derecesi bakımından otozomlardan farklılık göstermemiştir. Ancak morfolojik olarak farklılık gösterdiğinden otozomlardan ayırt edilebilmiştir. Bu evrede eşey kromozomları yine birlikte hareket ederek nukleus yüzeyinde yer almıştır (Resim 4. 8). Anafaz I evresinde kromatit çiftlerinin kutuplara doğru çekilmesiyle oluşan iki yeni nukleustan biri $n=16$ ve $n=14$ kromozom tespit edilmiştir. Kromozom sayılarının farklı olmasının sebebi otozomların her iki nukleusa eşit olarak ayrılmasının yanında eşey kromozomlarının eşit bir şekilde dağılmamasından kaynaklanmıştır. Yani yeni nukleuslardan bir tanesi eşey kromozomlarının ikisine birden sahipken ($n=16$, 14 otozom+ X_1X_2), diğer nukleus eşey kromozomu taşımamaktadır ($n=14$ otozom).

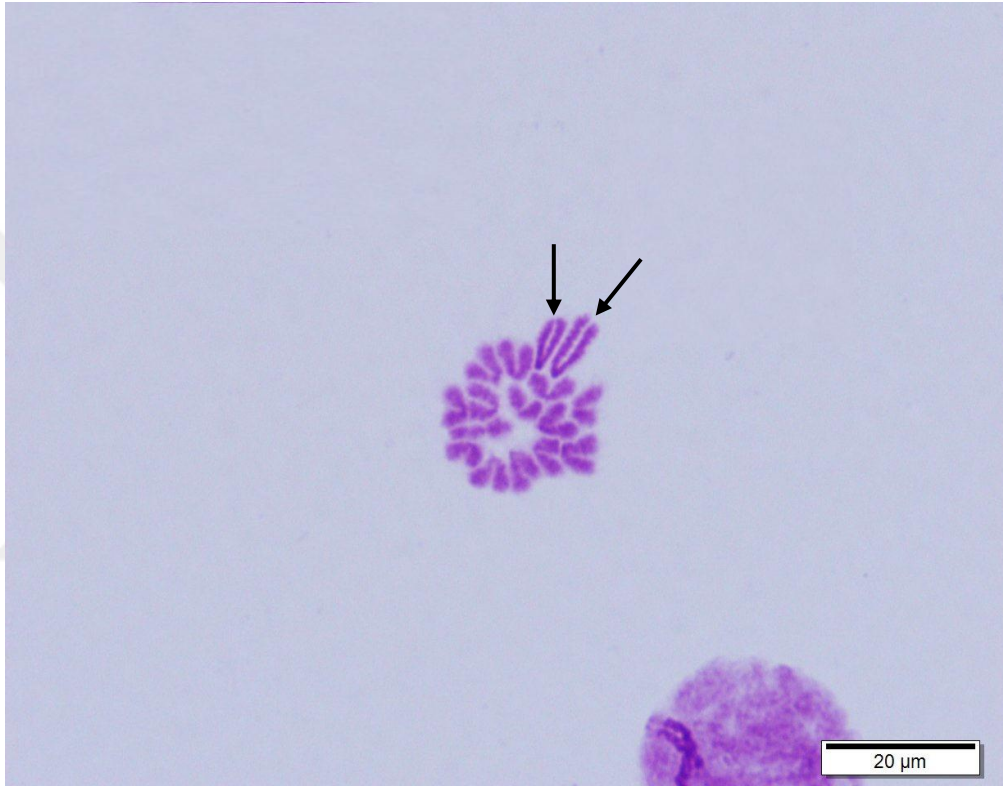


Resim 4. 6. *Nurscia albosignata*'ya ait mayoz bölünmenin Profaz I evresi (Diyakinez)
(Ok işareti eşey kromozomlarını göstermektedir)



Resim 4. 7. *Nurscia albosignata*'ya ait mayoz bölünmenin Metafaz I evresi (Oklar eşey kromozomlarını göstermektedir)

Yani anafaz evresinde de eşey kromozomlarının birlikte bir kutba hareket ederken ayrılmadıkları görülmüştür. Bunun sonucunda da kromozom sayısı farklı iki yeni nukleus meydana gelmiştir. Erken anafaz I'de eşey kromozomları otozomlardan belirgin bir şekilde ayırt edilebilirken geç anafaz I'de eşey kromozomları otozomlardan kolaylıkla ayırt edilememiştir. Ancak otozomlardan farklı morfolojide olduğu ve birlikte hareket ettiği görülen X_1 ve X_2 'nin varlığı tahmin edilebilmiştir (Resim 4. 9).

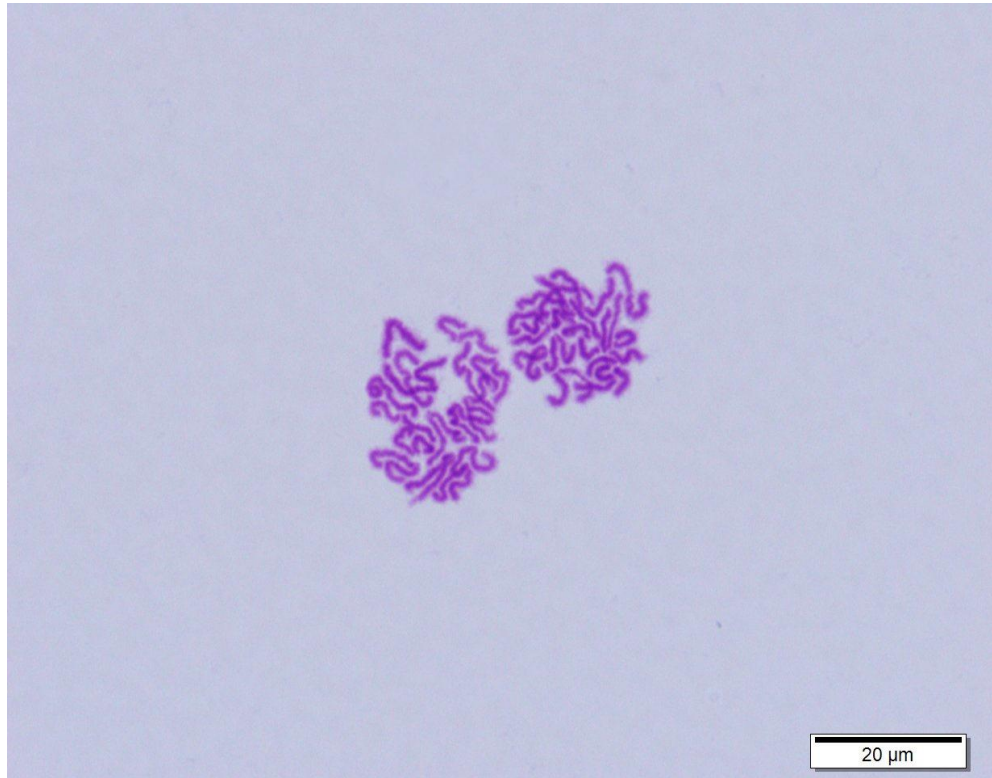


Resim 4. 8. *Nurscia albosignata*'ya ait mayoz bölünmenin Anafaz I evresi (Oklar eşey kromozomlarını göstermektedir)

Profaz II evresinde kromozomların yoğunlaşma hallerini kaybettikleri kaydedilmiştir. Kromozomların superspiral yapıda oldukları belirlenmiştir. Eşey kromozomları izopiknotik özellikte olduğu için otozomlardan ayırt edilememiştir. Bu evrede kromozomlar ortak bir sentromerle bağlanmış bir çift kromatitten oluşmuş durumdadır (Resim 4. 10). Metafaz II evresinde, bir önceki evre olan profaz II evresinde gevşemiş olan kromozomların yoğunlaştığı ve ekvator düzleminde yer aldıkları belirlenmiştir. Metafaz II evresinin sonunda iğ ipliklerine bağlanan her bir kardeş kromatit, zıt kutuplara çekilmek üzere yer almışlardır.

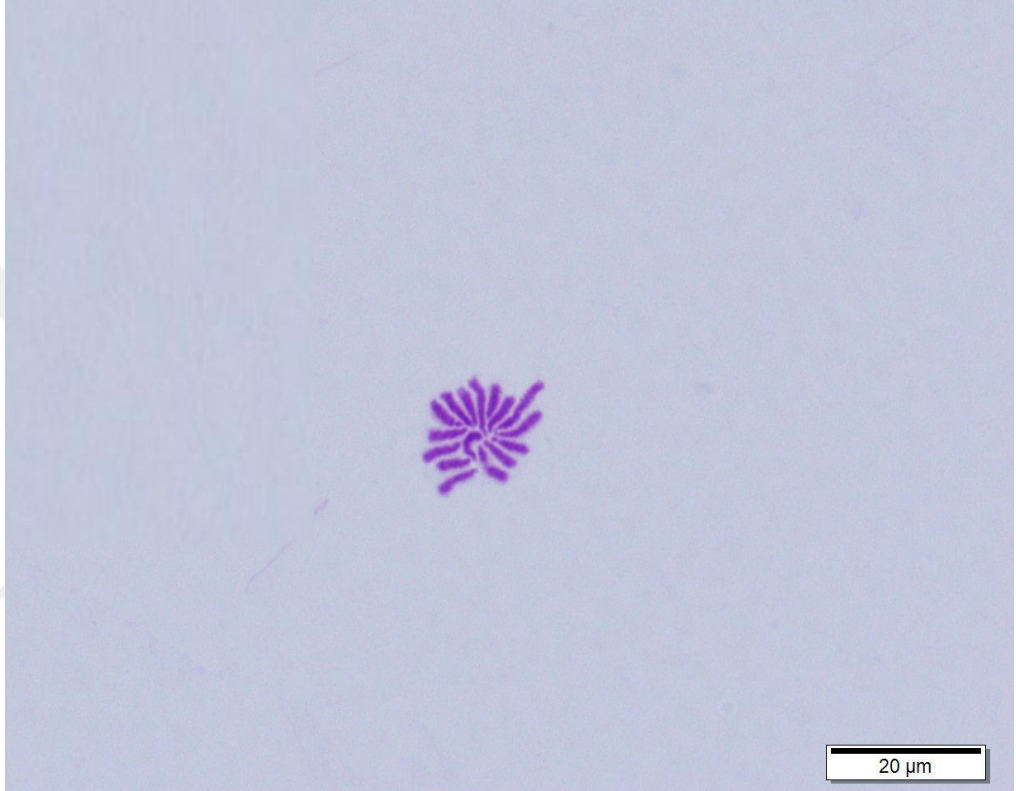


Resim 4.9. *Nurscia albosignata*'ya ait mayoz bölünmenin Anafaz I evresi (Oklar eşey kromozomlarını göstermektedir)



Resim 4.10. *Nurscia albosignata*'ya ait mayoz bölünmenin Profaz II evresi

Anafaz II evresinde ise zıt kutuplara doğru çekilen kromozomların oluşturduğu iki nukleusta $n=16$ (eşey kromozomlarını içeren) ve $n=14$ (eşey kromozomlarını içermeyen) kromozom elde edilmiştir. Bu evrede eşey kromozomları izopiknotik özellikte olup otozomlardan farklılık göstermemiştir (Resim 4. 11).



Resim 4. 11. *Nurscia albosignata*'ya ait mayoz bölünmenin Anafaz II evresi, $n=16$ (eşey kromozomlarını içermektedir)

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünyada geniş bir yayılışa sahip olan örümcekler, üç alt sınıfa ayrılarak incelenir. Bunlar; Mesothelae, Mygalomorphae ve Araneomorphae olarak gruplandırılır. Mesothelae alt sınıfı, filogenetik bakımdan en ilkel karakterlere sahip örümceklerin oluşturduğu grup olarak kabul edilir. Mygalomorphae alt sınıfına dâhil olan örümcekler, birbirlerine paralel uzanan keliserleri ve sıklıkla azalan iplikçikleri ile ayırt edilir [38]. Araneomorphae alt sınıfı ise, günümüze kadar bilinen tüm örümceklerin % 90'ından fazlasını içerir. Bu nedenle Araneomorphae alt sınıfına ait örümcekler, zengin bir çeşitliliğe sahiptir [38].

Bugün dünyada birçok farklı habitatta, 119 familya ve 4140 cinse ait 48227 örümcek türü bulunmaktadır [3]. Buna rağmen örümceklerle ilgili olarak yapılan sitogenetik çalışmaların sayısı oldukça azdır. 70 familyaya ait 843 türün sitogenetik özellikleri bilinmektedir [7]. Buna göre birçok örümcek familyaları hakkında henüz mevcut bilgi bulunmamaktadır. Örümceklerde kromozomların elde edilmesindeki metot eksikliği, örümceklerin eşeyssel dönemlerinin kısa zaman aralığında gerçekleşmesi, birçok türde kromozomların çok küçük morfolojide olması, örümceklerle ilgili yapılan çalışmaları sınırlamaktadır. Ancak kromozomların hazırlanmasında erkek örümceklerin kullanılması, çok sayıda mayoz bölünme hücrelerinin elde edilmesini sağlamaktadır.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda örümceklerde erkek bireylerde diploid kromozom sayısının $2n=7-116$ şeklinde olduğu belirlenmiştir. Örümceklerde diploid sayının tek sayıda elde edilmesi, örümceğin X_0 , $X_1X_2X_3$, X_1X_2Y gibi tek sayıda eşey kromozomuna sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak örümceklerin dişi bireylerinde eşey kromozomları çiftler halinde bulunmaktadır. Diploid sayının yüksek sayılı örnekleri genellikle ilkel örümceklerde rastlanılmaktadır. Ayrıca ilkel örümceklerde kromozom morfolojisi de metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ve telosentrik şeklinde karma bir özelliğe sahiptir. Buna rağmen modern örümceklerde kromozom morfolojisi açısından homojen bir yapı görülmekte olup kromozomlar genellikle akrosentrik ya da telosentrik tiptedir. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda araneomorf örümceklerde diploid kromozom sayısının çoğunlukla $2n♂=20-30$ aralığında olduğu ve eşey kromozomu sisteminin ise X_1X_20 şeklinde olduğu görülmüş

olup [41] araneomorf örümcek familyalarından biri olan Titanoecidae familyası ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır [7]. Çalışmamızda Titanoecidae familyasının *Nurscia* cinsine ait *N. albosignata* türünün sitogenetik özellikleri ilk kez ortaya konulmuştur. Buna göre elde edilen diploid sayının $2n_{\sigma}=30$ olarak elde edilmesi araneomorf örümceklerin diploid sayı formülleri ile uyumludur. Aynı şekilde eşey kromozomu sisteminin X_1X_20 şeklinde olması da araneomorf örümceklerde elde edilen sonuçlarla uygunluk göstermektedir. Örümceklerde X_1X_20 eşey kromozomu sisteminin dışında $X0$, X_1X_2Y , $X_1X_2X_30$, $X_1X_2X_3Y$ gibi eşey kromozomlarının varlığı da tespit edilmiştir. Ancak tüm bu sistemlerin X_1X_20 eşey sisteminden köken aldığı düşünülmektedir. Özellikle ilkel örümcek gruplarında X_1X_20 eşey sisteminin görülmesi bu görüşü desteklemektedir. X_1X_20 sisteminin ortaya çıkışı ile ilgili olarak $X0$ sistemindeki X kromozomunun duplikasyonu yolu ile ya da $X0$ sistemindeki X kromozomunun sentrik fizyona uğraması sonucuna birbirinin homoloğu olmayan iki X kromozomunun meydana gelmesi yönünde hipotezler ileri sürülmektedir [42].

Eşey kromozomları, mayoz bölünmenin birinci evrelerinde otozomlara göre daha koyu boyanarak pozitif heteropiknotik özellik göstermiş aynı zamanda mayoz bölünmenin ikinci evrelerinde ise otozomlarla aynı derecede boyanarak izopiknotik özellik göstermiştir. Eşey kromozomlarının mayoz bölünmede göstermiş oldukları bu davranış, araneomorf örümcekler için de karakteristik bir özellik sayılmakta ve çalışmamızda eşey kromozomlarının mayoz bölünme sırasındaki davranışlarının uyumlu olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte eşey kromozomları X_1 ve X_2 'nin anafaz I ve anafaz II evrelerinde ayrılmayarak birlikte gametlere hareket etmesi de araneomorf örümceklerde görülen en yaygın özelliktir. Bu nedenle çalışmamızda da anafaz sonunda $n=14$ (14 otozom) ve $n=16$ (14 otozom + X_1X_2) olan iki çeşit gamet elde edilmiştir. Ayrıca araneomorf örümceklerde kromozom morfolojisi akrosentrik ya da telosentrik tipte görülmektedir. Çalışmamızda *N. albosignata* türünün tüm kromozomlarının telosentrik tipte olduğu bulunmuştur. Bu da alt sınıf özellikleri ile uyumlu sonuçlar olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile ülkemizde bulunan Titanocidae familyasına ait *N. albosignata* türünün diploid kromozom sayısı, eşey kromozomu sistemi ve mayoz bölünme özellikleri ilk kez açıklanmıştır.



KAYNAKLAR

1. Civan Ş. “Agelescape levyi Guseinov, Marusik & Koponen, 2005, Tegenaria hasperi Chyzer, 1897 ve Tegenaria argaeica Nosek, 1905 (Araneae:Agelenidae) türlerinin sitogenetik özelliklerinin araştırılması”, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi*, Nevşehir, 2017.
2. İnternet: Tübitak Bilim Teknik Dergisi. <http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/bilgipaket/canlilar/animalia/omurgasiz/2bilateria/1protostomia/arachnida.htm>
3. Platnick, N. I., “World Spider Catalog”, version 20.0. American museum of natural history. <http://research.amnh.org/entomology/spiders.catalog.index.html>, 2019.
4. İnternet: Turkish spider checklist <http://www.spidersofturkey.info/spidersofturkey.html>
5. Akbaba, G., “Kibirli ve Gururlu Örümcekler”, *Bilim ve Teknik Dergisi.*, Ankara, 1996.
6. Foelix, R. F., “Biology of Spiders”, *Harvard University Press*, Cambridge. 514 p. 1982.
7. Araujo, D., Schneider, M. C., Paula-Neto, E., Cella, D. M. 2019. The spider cytogenetic database version 7, (5). www.arthropodacytogenetics.bio.br/spiderdatabase 2019.
8. Wink, M. “An introduction to molecular biotechnology”, *Molecular Fundamentals, methods and applications in modern biotechnology*. Wiley-Vch Verlag GmbH&Co. Kga. 2006.
9. Karataş, M., “Moleküler Biyoloji”, *Nobel Yayıncılık*, 2. Baskı, s. 119, 238, Ankara, 2014.
10. Yüce, S., Bilgen, G., Demir, İ., “Genetik”, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 2010.
11. Fletcher, H., Hickey, I., “Genetik”, Çeviri Editörü, Acar, H., *Nobel Akademik Yayıncılık*, 2015.

12. Klug, S. W., Cummings, R. M., Spencer, A. C., “Genetik Kavramlar”, *Palme Yayıncılık*, Çeviri Editörü/Editörleri, Sümer, S. , Öner, R., Öğüş, Açık, L., s. 20, 21, 23, 27, 29, 34, 294, Ankara, 2011.
13. Topaktaş, M., “Genetik”, *Nobel Akademik Yayıncılık*, 2014.
14. Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Scott, M. P., Bretscher, A., Ploegh, H., Matsudaira, P., “Moleküler Hücre Biyolojisi”, Çeviri Editörü/Editörleri, Geçkil, H., Özmen, M., Yeşilada, Ö., *Palme Yayıncılık*, 6. Baskıdan Çeviri, Ankara, 2011.
15. Reece, J. B., Urry, A. L., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. and Jackson, R. B., “Campbell Biyoloji”, Çeviri Editörü/Editörleri, Gündüz, E., Türkan, İ., *Palme Yayıncılık*, Ankara, 2013.
16. Temizkan, G., “Moleküler Genetik”, s. 28, 34, *Nobel Tıp Kitapevleri*, 2014.
17. Hartl, D. L., Jones, E. W., “Genetics: Principles and analysis” 4th ed. Sudbury, Mass: Jones and Bartlett Publishers, 1998.
18. Bickmore, W. A., “Eukaryotic Chromosomes”, In: eLS. John Wiley&Sons Ltd, Chichester. <http://www.els.net> [doi: 10.1038/npg.els.0001153]
19. Machida, S., Takizawa, Y., Ishimaru, M., Sugita, Y., Sekine, S., Nakayama, J., Wolf, M., Kurumizaka, H., “Structural Basis of Heterochromatin Formation by Human HP1”, *Molecular Cell*, 69, 385–397, 2018.
20. Marino-Ramirez, L., Kann, M. G., Shoemaker, B. A., Landsman, D., “Histone structure and nucleosome stability”, *Expert Rev Proteomics*, 2, s. 719–729, 2005.
21. Blackburn, Elizabeth H., “Structure and Function of Telomeres” *Nature* 350, pages 569-573, 1991.
22. Jolien S., Verdaasdonk and Kerry Bloom. “Centromeres: unique chromatin structures that drive chromosome segregation”, *Nature Reviews/Molecular Cell Biology*, Volume 12, 320-332, 2011.
23. Pierce, B. A., “Genetics: A Conceptual Approach”, WH Freeman&Co, 2011.
24. Rhoades, M. M., Vilkomerson, H., “On the anaphase movement of chromosomes”, *Proc Natl Acad Sci USA* 28:433– 436, 1942.

25. Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A. A., “Nomenclature for centromeric position on chromosomes”, *Hereditas*, 52 (2): 201–220. 1964.
26. Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E., “Sitogenetik”, *Nobel Yayın Dağıtım*, Ankara, 2010.
27. Kumbıçak, Z., “Türkiyede bazı örümceklerde karyotip ve eşey kromozomlarının belirlenmesi üzerine araştırmalar”, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Gaziantep, 2010.
28. Kumbıçak, Z., Ergene, S., Kumbıçak Ü., Ekiz E., “A chromosomal analysis of five spider species (Araneae: Gnaphosidae, Miturgidae and Philodromidae) from Turkey”, *Caryologia*, 67:2, 155-159, 2014.
29. Dolejš, P., Korinkova T., Musilová, J., Opatová, V., Kubcová, L., Buchar, J., Král, J., “Karyotypes of central European spiders of the genera *Arctosa*, *Tricca* and *Xerolycosa* (Araneae: Lycosidae)”. *Eur. J. Entomol.* 108, 1–16, 2011.
30. Aykanat, A., “Down sendromlu hastalarda anomali sıklığı ve karyotip ile ilişkisi” *Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi*, İstanbul, 2017.
31. Akdöner, A., “Prematür ovaryen yetmezlikli hastalarda karyotip değerlendirmesi”, *Tıpta Uzmanlık Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi / Tıp Fakültesi / Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı, İzmir*, 2017.
32. Hayes H., Dutrillaux B., Popescu P., Bourgeois C. “Chromosome Banding Techniques”, ed., Popescu P., Hayes H., Dutrillaux B., *Techniques in Animal Cytogenetics. Principles and Practice.* pp 25-68, Springer, Berlin, Heidelberg, 2000.
33. Moore, C. M., Robert B. G., “Chromosome Preparation and Banding”, In: eLS. John Wiley&Sons Ltd, Chichester, <http://www.els.net> [<https://doi.org/10.1038/npg.els.0001444>] 2001.
34. Arslan, A. Kankılıç, T., Yorulmaz, T., Kankılıç, T., Zima, J., “Comparison of the chromosome banding patterns in *Dryomys laniger* and *D. nitedula* from Turkey”, *Turk J Zool*, 40, 363-368, 2016.

35. Cooper, G. M., Hausman, R. E., “Hücre Moleküler Yaklaşım”, *İzmir Tıp Kitabevi*, Çeviri Editörü/Editörleri, Sakızlı, M., Atabey, N., İzmir, 2006.
36. Kuru, M. Ergene, S., “Genetik”, *Palme Yayıncılık*, Ankara, 2011.
37. Jocqué R., Dippenaar-Schoeman A. S., “Spider Families Of The World”, Royal Museum for Central Africa 13, Leuvensesteenweg 3080 Tervuren Belgium, 2007.
38. Foelix, R. F., “Biology of Spiders, 3rd edition”, Oxford University Press, New York, 2011.
39. Danışman, T., Sancak, Z., Erdek, M., Coşar, İ., “Türkiye Örümcek Faunası İçin Bazı Kribellet Kayıtlar (Araneae: Zoropsidae, Dictynidae, Titanoecidae)”, *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 16-20, 2011.
40. Pekâr, S., 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.
41. Sırlıbaş, F. A., “Lycosa piocardi Simon, 1876 (Araneae: Lycosidae)'nin sitogenetik özelliklerinin araştırılması”, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Nevşehir, 2017.
42. Araujo, D., Schneider, M. C., Paula-Neto, E., Cella, D. M., “Sex Chromosomes and Meiosis in Spiders: A Review, Meiosis-Molecular Mechanisms and Cytogenetic Diversity”, Dr. Andrew Swan (Ed.), ISBN: 978-953-51-0118-5, 2012.

ÖZGEÇMİŞ

Serdar ÇİÇEKLİ 22.08.1982 tarihinde Nevşehir Merkez’de doğdum. İlk ve ortaöğrenimimi Nevşehir’de tamamladıktan sonra 2004 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliğini bitirdim. 2005-2017 yılları arasında özel kurumlarda fen bilimleri öğretmeni olarak çalıştıktan sonra 2017 yılında Gaziantep/İslahiye Türkbahçe ortaokulunda göreve başladım ve halen görevime devam etmekteyim.

