

**T. C.**  
**BOZOK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**BAZI *MINUARTIA* TAKSONLARININ KARYOTİP**  
**ANALİZİ**

**Neslihan ŞİMŞEK**

**Tez Danışmanı**  
**Yrd. Doç. Dr. Halil Erhan EROĞLU**

**Yozgat 2012**



**T. C.**  
**BOZOK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**BAZI *MINUARTIA* TAKSONLARININ KARYOTİP  
ANALİZİ**

**Neslihan ŞİMŞEK**

**Tez Danışmanı**

**Yrd. Doç. Dr. Halil Erhan EROĞLU**

**Bu çalışma, Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi  
tarafından I.F.E-2011/50 kodu ile desteklenmiştir.**

**Yozgat 2012**

T. C.  
BOZOK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Biyoloji Anabilim Dalı 70110310001 numaralı öğrencisi Neslihan ŞİMŞEK'in hazırladığı “*Bazı Minuartia Taksonlarının Karyotip Analizi*” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezi ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 09 / 05 / 2012 günü saat 15:00’te yapılmış, tezin onayına OY BİRLİĞİYLE karar verilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Dilek PANDIR



Üye : Yrd. Doç. Dr. Halil Erhan EROĞLU (Danışman)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ümit BUDAK



ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 28/5/12 tarih ve 5 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Hidayet ÇETİN

# BAZI *MINUARTIA* TAKSONLARININ KARYOTİP ANALİZİ

Neslihan ŞİMŞEK

Bozok Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

2012; Sayfa: 42

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Halil Erhan EROĞLU

## ÖZET

Bu çalışmada, *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*, *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*, *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* ve *Minuartia aksoyi* taksonlarının karyotipik karakterleri, mitotik metafaz kromozomları, monoploid idiogramları ilk kez belirlenmiştir. Somatik metafaz analizlerine göre kromozom sayıları ve karyotip formülleri, *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* için  $2n = 24 = 14m + 6sm + 4st$ , *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* için  $2n = 14 = 6m + 8sm$ , *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* için  $2n = 14 = 6m + 4sm + 4st$  ve *Minuartia aksoyi* için  $2n = 30 = 14m + 10sm + 6st$  şeklindedir. Taksonların karyotiplerinde satellit gözlenmedi. Karyotip asimetrisi Stebbins sınıflandırması, As K% (karyotip asimetri indeksi), TF% (toplam form yüzdesi), Rec ve Syi indeksleri, A1 (kromozomiçi asimetri indeksi) ve A2 (kromozomlararası asimetri indeksi) indeksleri, DI (dağılım indeksi), A indeksi (karyotip asimetrisinin derecesi) ve AI (asimetri indeksi) gibi birçok farklı metot ile hesaplandı.

**Anahtar Kelimeler:** *Minuartia*, Karyotip, İdiogram, Karyotip asimetrisi

# THE KARYOTYPE ANALYSIS OF SOME *MINUARTIA* TAXA

Neslihan ŞİMŞEK

Bozok University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology  
Master of Science Thesis

2012; Page: 42

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Halil Erhan EROĞLU

## ABSTRACT

In this study, karyotypic characters, mitotic metaphase chromosomes, monoploid idiogram and karyogram of *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*, *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*, *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* and *Minuartia aksoyi* were determined for the first time. Analysis of somatic metaphases showed that the chromosome numbers and the formulas of these taxa were  $2n = 24 = 14m + 6sm + 4st$  for *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*,  $2n = 14 = 6m + 8sm$  for *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*,  $2n = 14 = 6m + 4sm + 4st$  *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* and  $2n = 30 = 14m + 10sm + 6st$  for *Minuartia aksoyi*. No satellites were observed in the karyotype of these taxa. Karyotype asymmetry was estimated by many different methods namely such as Stebbins classification, As K% (karyotype asymmetry index), TF% (total form percent), the Rec and Syi indices, the A1 (intrachromosomal asymmetry index) and A2 (interchromosomal asymmetry index) indices, DI (dispersion index), A index (the degree of asymmetry of karyotype) and AI (asymmetry index).

**Keywords:** *Minuartia*, Karyotype, Idiogram, Karyotype asymmetry

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında büyük ilgi ve desteğini gördüğüm, bilgilerinden yararlandığım ve çalışmalarımı yönlendiren danışmanım Yrd. Doç. Dr. Halil Erhan EROĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Materyal kaynağı sağlamamda bana yardımcı olan Prof. Dr. Ergin HAMZAOĞLU'na, Yrd. Doç. Dr. Ümit BUDAK'a ve Arş. Gör. Murat KOÇ'a teşekkür ederim.

Tezin düzenlenme aşamasındaki yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Orhan HAZER'e teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında her zaman bana yardımcı olan, her konuda fikir veren sevgili hocam Araş. Gör. Hatice BAŞ'a çok teşekkür ederim.

Ayrıca lisans ve yüksek lisans dönemlerimde bana desteği olan başta Doç. Dr. Dilek PANDIR olmak üzere bütün hocalarıma teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
TABLolar LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
KISALTMALAR LİSTESİ .....	xi
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>2</b>
2.1. Caryophyllaceae (Karanfilgiller) .....	2
2.2. Minuartia L. ....	2
2.2.1. <i>Minuartia anatolica</i> (Boiss. ) Woronow var. <i>phyrgia</i> (Bornm.) McNeill	3
2.2.2. <i>Minuartia anatolica</i> (Boiss.) Woronow var. <i>scleranthoides</i> (Boiss. & Noè) McNeill. ....	4
2.2.3. <i>Minuartia corymbulosa</i> (Boiss. & Balansa) McNeill var. <i>gypsophilloides</i> McNeill. ....	5
2.2.4. <i>Minuartia aksoyi</i> M.Koç & Hamzaoğlu sp. nov. ....	6
2.3. Kromozom, Karyotip ve İdiogram .....	7
<b>3. YÖNTEMLER .....</b>	<b>9</b>
3.1. Gereçler .....	9
3.1.1. Demirbaş Malzemeler .....	9
3.1.2. Sarf Malzemeler .....	9



3.2. Yöntemler .....	10
3.2.1. Çalışmada Kullanılan Çözelti ve Boyaların Hazırlanması .....	10
3.2.1.1. Karnoy Fiksatifinin Hazırlanması .....	10
3.2.1.2. %45'lik Glasial Asetik Asitin Hazırlanması. ....	10
3.2.1.3. %70'lik Etil Alkolün Hazırlanması .....	10
3.2.1.4. Asetokarmin Boyasının Hazırlanması .....	10
3.2.2. <i>Minuartia</i> Örneklerinin Toplanması .....	10
3.2.3. Tohumların Çimlendirilmesi .....	11
3.2.3.1. İlk İşlem .....	11
3.2.3.2. Materyalin Tespiti .....	12
3.2.3.3. Materyalin Muhafazası .....	12
3.2.3.4. Boyama .....	12
3.2.3.5. Preparat Hazırlama .....	12
3.2.3.6. Karyotip Analizi .....	13
3.2.4. Karyotip Asimetrisinin Hesaplanması .....	13
3.2.4.1. Stebbins'in Sınıflandırması .....	14
3.2.4.2. TF (%) İndeksi (Toplam Yüzde Formu) .....	14
3.2.4.3. As K (%) (Karyotip Asimetri İndeksi) .....	15
3.2.4.4. Rec indeksi ve Syi indeksi .....	15
3.2.4.5. A1 ve A2 İndeksleri .....	15
3.2.4.6. DI (Dispersiyon İndeksi) .....	16
3.2.4.7. A (Karyotip Asimetrisinin Derecesi) .....	16
3.2.4.8. AI (Asimetri İndeksi) .....	17
3.2.5. İstatistiksel Analiz .....	17
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>18</b>
4.1. <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrgia</i> .....	18
4.2. <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i> .....	21
4.3. <i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i> .....	23
4.4. <i>Minuartia aksoyi</i> .....	25
4.5. Karyotip Asimetri Bulguları .....	28

<b>5. TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>34</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>39</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>42</b>

## TABLULAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 3.1:</b> <i>Minuartia</i> taksonlarına ait toplama bilgileri .....	11
<b>Tablo 3.2:</b> Kromozomların kol oranları ve sentromerin yerine göre kromozomların adlandırılması .....	13
<b>Tablo 3.3:</b> Stebbins'e göre karyotip simetrisinin sınıflandırılması .....	14
<b>Tablo 4.1:</b> <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrgia</i> , <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i> , <i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i> ve <i>Minuartia aksoyi</i> taksonlarının kromozom sayıları ve karyotip formülleri .....	18
<b>Tablo 4.2:</b> <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrgia</i> kromozomlarının ölçüm verileri, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri .....	20
<b>Tablo 4.3:</b> <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i> kromozomlarının ölçüm verileri, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri .....	22
<b>Tablo 4.4:</b> <i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i> kromozomlarının ölçüm verileri, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri .....	24
<b>Tablo 4.5:</b> <i>Minuartia aksoyi</i> kromozomlarının ölçüm verileri, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri .....	27
<b>Tablo 4.6:</b> <i>Minuartia</i> taksonlarının karyotip asimetri oranları .....	30
<b>Tablo 4.7:</b> <i>Minuartia</i> taksonlarının AI (asimetri indeksi) oranları .....	31
<b>Tablo 4.8:</b> Asimetri indeksleri arasındaki Pearson korelasyonları .....	32

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrgia</i> 'nın genel görünümü .....	3
Şekil 2.2 : <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i> 'in genel görünümü .....	4
Şekil 2.3 : <i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i> 'in genel görünümü .....	5
Şekil 2.4 : <i>Minuartia aksoyi</i> 'nin genel görünümü .....	6
Şekil 4.1 : <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrgia</i> taksonunun metafaz kromozomları	19
Şekil 4.2 : <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrgia</i> kromozomlarının karyotipi .....	19
Şekil 4.3 : <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrgia</i> kromozomlarının idiogramları .....	20
Şekil 4.4: <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i> taksonunun metafaz kromozomları .....	21
Şekil 4.5: <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i> kromozomlarının karyotipi ..	21
Şekil 4.6: <i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i> kromozomlarının idiogramları .....	22
Şekil 4.7: <i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i> taksonunun metafaz kromozomları .....	23
Şekil 4.8: <i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i> kromozomlarının karyotipi .....	24
Şekil 4.9: <i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i> kromozomlarının idiogramları .....	25
Şekil 4.10: <i>Minuartia aksoyi</i> taksonunun metafaz kromozomları .....	26
Şekil 4.11: <i>Minuartia aksoyi</i> kromozomlarının karyotipi .....	26
Şekil 4.12: <i>Minuartia aksoyi</i> kromozomlarının idiogramları .....	28
Şekil 4.13: AI-DI, A1-A2, Syi-Rec ve CV <sub>CI</sub> -CV <sub>CL</sub> asimetri indeks değerlerinin Scatter diyagramları .....	33

## KISALTMALAR LİSTESİ

- A : Karyotip Asimetrisinin Derecesi
- A1 : Kromozomiçi Asimetri İndeksi
- A2 : Kromozomlararası Asimetri İndeksi
- AI : Asimetri İndeksi
- As K%: Karyotip Asimetri İndeksi (Karyotype Asymmetry Index)
- CG : Sentromerik Eğim (Centromeric Gradient)
- CI : Sentromerik İndeks
- CL : Total Kromozom
- CV : Kromozom Uzunluğu Varyasyon Katsayısı
- CV<sub>CI</sub> : Sentromerik İndeksteği Göreceli Varyasyon
- CV<sub>CL</sub> : Kromozom Uzunluğundaki Göreceli Varyasyon
- DI : Dispersiyon İndeksi (Dispersion Index)
- LC : En Uzun Kromozom Uzunluğu
- M : Median
- n : Haploid Kromozom Sayısı
- p : Bir Kromozomun Uzun Kol Uzunluğu
- pi : Uzun kol için her homolog kromozom çiftindeki ortalama uzunluk
- q : Bir Kromozomun Kısa Kol Uzunluğu
- qi : Kısa kol için her homolog kromozom çiftindeki ortalama uzunluk
- SC : En Kısa Kromozom Uzunluğu
- S<sub>CI</sub> : Sentromerik İndeksin Standart Sapması
- S<sub>CL</sub> : Standart Sapma
- sm : Submedian
- st : Subterminal

T : Terminal

TF % : Toplam Yüzde Formu (Total Form Percent)

X<sub>CI</sub> : Ortalama Sentromerik İndeks

X<sub>CL</sub> : Ortalama Kromozom Uzunluğu

## 1. GİRİŞ

Caryophyllaceae (Karanfilgiller) familyası, Kuzey Yarımküre'nin sıcak ve ılıman bölgeleriyle Güney Yarımküre'nin tropik dağlarında yayılış göstermektedir [1-2]. Bu familyanın bitkileri genellikle çok yıllıktır. Çiçeklerin görünümünden dolayı Pink Family (karanfilgiller) olarak adlandırılmıştır [3]. Caryophyllaceae familyasının Türkiye'de 32 cinsi ve 494 türü bulunmaktadır [4].

Caryophyllaceae familyasının bir cinsi olan *Minuartia* cinsi üzerinde yapılan karyolojik çalışmalar cinse ait kromozom sayılarının  $2n = 22, 26, 28, 30$  ve  $32$  şeklinde olduğunu göstermiştir. Bunlara örnek olarak şu taksonları verebiliriz; *Minuartia picta* [4]  $2n = 22$ , *Minuartia circassica* [4-5], *Minuartia juniperina* [4-6], *Minuartia decipiens* [4,7] ve *Minuartia intermedia* [4-5,7-8]  $2n = 26$ , *Minuartia multinervis* [4-5,7-8]  $2n = 28$ , *Minuartia hirsuta* [4-5,8-10], *Minuartia recurva* [11], *Minuartia hamata* [4-6,12-15], *Minuartia leucocephala* [4-5] ve *Minuartia meyeri* [4-5,12]  $2n = 30$ , *Minuartia dianthifolia* [4-5] ve *Minuartia saxifraga* [4-5]  $2n = 32$ .

Yaptığımız çalışmada, Türkiye'de doğal olarak yetişen dört *Minuartia* taksonunun kromozom sayılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda çalışılan taksonların kromozom sayıları ilk kez ortaya konulmuştur.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Caryophyllaceae (Karanfilgiller)

Bitkiler genellikle otsu veya yarı çalimsı. Yapraklar genellikle karşılıklı, basit, parçasız, stipulsuz veya bazen stipullu. Çiçekler tam simetrik, genellikle erdişi, tek veya simöz çiçek durumunda. Sepaller 4-5, serbest veya bir tüp halinde birleşmiş. Petaller (0-)4-5, serbest, sıklıkla klavlı, bazen iç yüzeylerinde ekler bulunur. Stamenler 3-10 adet. Yumurtalık üst durumlu, 1 veya 2-5 parçaya ayrılmış lokuslu, plasentalanma serbest, tohum taslakları çok veya nadiren az. Petaller, stamenler ve yumurtalık bazen uzamış bir yapı üzerinde bulunur (antofor) veya sepaller, petaller ve stamenler nadiren ovaryum etrafında olur. Stilus 2-5, serbest veya kısmen birleşik. Meyve genellikle stilus sayısı veya 2-3 katı kadar diş veya kapakla açılan kapsül, nadiren düzensiz kırılan üzüksü veya açılmayan meyve. Tohumlar çok sayıda veya 1 adettir [1,16-17].

Caryophyllaceae familyası yaklaşık 80 cins ve 2100 tür ile temsil edilir. Genellikle kuzey yarım kürede, bir kaç cins de güney yarım kürenin yüksek dağlık kesimlerinde yayılış gösterir. Familyanın yayılış merkezi Akdeniz bitki coğrafyası bölgesidir. *Silene* L. (yaklaşık 500 tür), *Dianthus* L. (yaklaşık 350 tür), *Arenaria* L. (*Minuartia*, *Moehringia* L. ve *Merckia* Fisch. ex Cham. & Schldl. dahil yaklaşık 160 tür), *Stellaria* L., *Cerastium* L., *Lychnis* L. ve *Gypsophila* L. (her biri yaklaşık 100 tür) familyanın çok taksonla temsil edilen cinsleridir [1,16-17].

### 2.2. *Minuartia* L.

[Sp. Pl. 1: 89 (1753)].

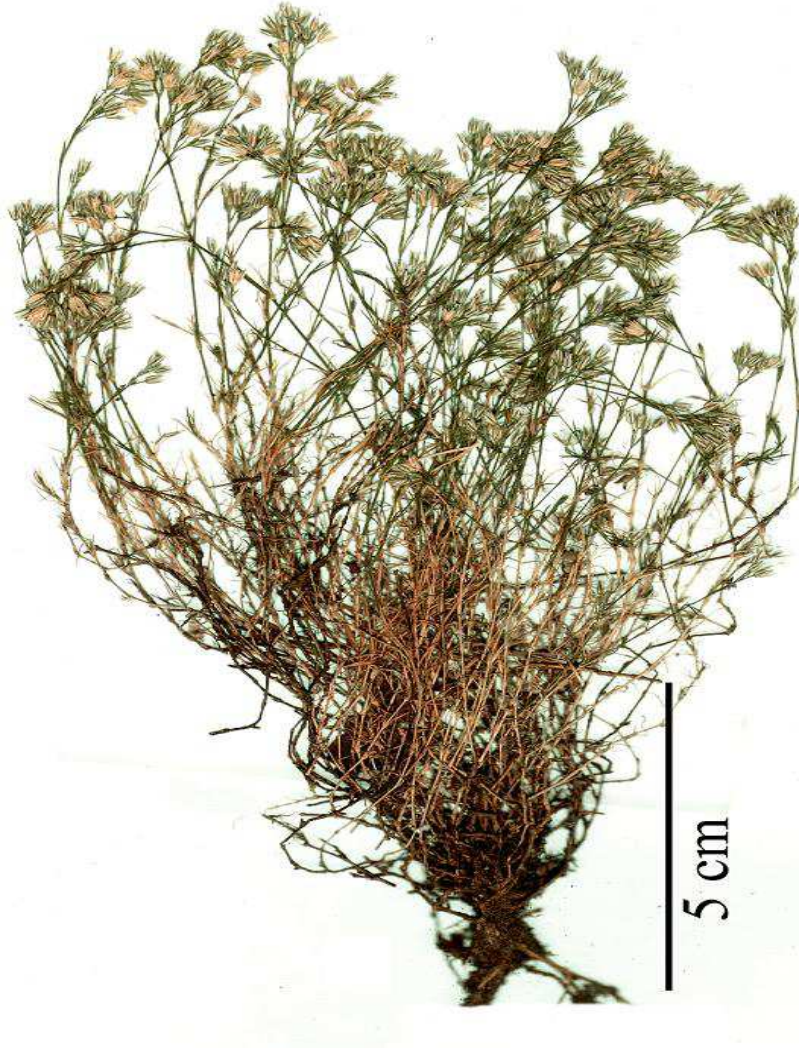
Tek veya çok yıllık otlar veya nadiren yarı çalimsılar, sıklıkla çok gövdeli veya kısasıkı çok gövdeli. Yapraklar stipulsuz, mızraksıdan şeritsiyeye kadar veya kalın kılsıya kadar. Çiçek durumu uçta, (1-)3-50-çiçekli sıkı simözlerde birleşmiş veya gevşek simöz kümeler oluşturmuş. Sepaller 5, serbest, otsu veya her iki kenarda şeritsi zarsı, genellikle eşit 3-9-damarlı, bazen 1 ana damarlı ve neredeyse belirsiz 2 yan damarlı, nadiren damarlar hafif belirgin. Petaller 5, bazen oldukça küçük, nadiren yok, beyaz



veya nadiren pembemsi, ucu yuvarlak veya nadiren emarginat. Stamenler (3-)10, iki halkada, dış halka bazen eksik, iç halka tabanda basit ya da çatallı glandlı (sapsız salgı tüyü). Stilus 3. Kapsül 3 kapakla açılır; tohumlar koyu kahve renkli, nadiren saman renginde, etli bir ek doku bulunmaz [1,16-17].

**2.2.1. *Minuartia anatolica* (Boiss.) Woronow var. *phyrgia* (Bornm.) McNeill**

Afyonkarahisar: istasyon civarı, kayalıklar 1040 m. 38°45'78"K 30°32'79"D  
02.07.2010 M.Koç 1215& Budak



**Şekil 2.1.** *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*'nın Genel Görünümü

**2.2.2. *Minuartia anatolica* (Boiss.) Woronow var. *scleranthoides* (Boiss. & Noè)  
McNeill**

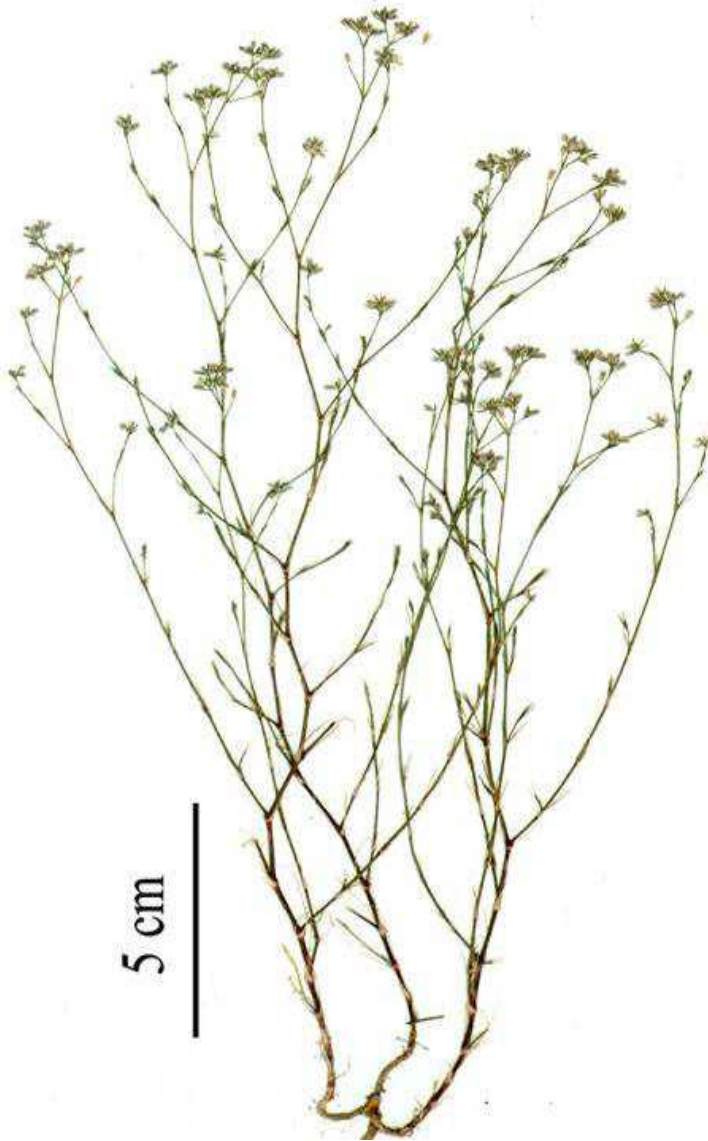
Sivas: İmranlı, Karacaörençayılı Köyü yol ayrımından Aydoğan köyüne doğru  
1200m. 39°36'27"K 38°20'16"D 11.07.2009 M.Koç 535, Hamzaoğlu & Budak



**Şekil 2.2.** *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*'in Genel Görünümü

**2.2.3. *Minuartia corymbulosa* (Boiss. & Balansa) McNeill var. *gypsophilloides* McNeill**

Malatya: Darende Gürün arası, 5-8. km'ler arası 1285 m. 38°35'01"K 37°22'21"D  
12.07.2010 M.Koç 1233, Hamzaoğlu & Budak



**Şekil 2.3.** *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides*'in Genel Görünümü

**2.2.4. *Minuartia aksoyi* M.Koç & Hamzaoğlu sp. nov.**

Malatya: Darende, Aşağı Ulupınar köyü civarı 1450-1500 m. 38°25'K 37°34'D  
16.07.2009 M.Koç 730, Hamzaoğlu & Budak



**şekil 2.4.** *Minuartia aksoyi*'nin Genel Görünümü

### 2.3. Kromozom, Karyotip ve İdiogram

Kromozomların işlev ve morfolojilerini inceleyen bilim dalı sitogenetik olarak adlandırılır. Sitoloji ve genetik bilimlerinin birleşmesiyle ortaya çıkmıştır. Sitogenetik uygulamalar günümüzde en fazla;

- Klinik tanı,
- Gen haritalaması,
- Kanser sitogenetiği ve
- Prenatal tanı gibi alanlarda kullanılmaktadır [18].

Canlıların en küçük birimi olan her hücre bir sitoplazma ve çekirdekten meydana gelir. Çekirdeğin içinde ise kromozom adı verilen iplikli parçalar bulunur. Kromozom terimi Yunanca chromos (renk) ve soma (vücut) kelimelerinden türemiştir. Kromozomlar, molekül yapıları çok iyi bilinen DNA ile histon adı verilen protein zincirinden oluşur. Kromozomlar DNA'nın histon proteinleri etrafına sarılmasıyla, yoğunlaşarak oluşturduğu, canlılarda kalıtımı sağlayan genetik birimlerdir [19].

Kromozomlar ilk kez 1840 yılında botanikçi Hofmeister tarafından *Tradescantia* bitkisinin polen ana hücrelerinde görülmüştür. İnsan kromozomları ilk kez 1857 yılında Virchow tarafından görülmüş ve 1877 yılında Flemming kromozomları görüntülemiştir [20]. Fakat kromozom sözcüğü ilk kez 1888 yılında Waldeyer tarafından kullanılmıştır [21]. Stevens ve Wilson bağımsız olarak cinsiyet kromozomlarını düşünmüşlerdir [22]. 1913 yılında ise Wieman X ve Y kromozomlarını kesin olarak tanımlamış ve Stevens ve Wilson'un değerlendirmelerinin doğruluğunu kanıtlamıştır [23]. Tüm bu gelişmelere karşın 1956 yılına kadar somatik hücrelerde 48 kromozom bulunduğuna inanılmıştır. 1956 yılında ise Tjio ve Levan insan fetal akciğer fibroblastları ile yaptıkları kültürde, insan kromozom sayısının 46 olduğunu kesin olarak ortaya koymuşlardır [24].

Her tür kendine özgü kromozom sayısına ve yapısına sahiptir. Bazı ilkel organizmalarda çok fazla kromozom sayısına rastlanırken, gelişmiş organizmalarda

bu sayı daha az olabilir. Canlıların gelişmişlik düzeyi ile kromozom sayısı arasında bir bağlantı yoktur [25].

Kromozomlar genel olarak dört tipe ayrılırlar.

- **Metasentrik:** Sentromeri ortada ve iki kolu birbirine hemen hemen eşit olan kromozomlardır.
- **Submetasentrik:** Sentromeri merkezden uzak ve iki kolu birbirine eşit olmayan kromozomlardır.
- **Akrosentrik:** Sentromeri kromozomun bir ucuna çok yakın olan kromozomlardır.
- **Telosentrik:** Sentromeri en uçta bulunan kromozomlardır [26].

Karyotip, bir hücredeki kromozomların özdeş çift kromozomlar halinde eşlendikten sonra belli bir düzene göre sıralanmasına denir. Karyotipten faydalanılarak çeşitli türlerin kromozom haritalarının çıkarılmasına ise idiogram adı verilir [18]. Bu çalışmada, Türkiye’de doğal olarak yetişen dört *Minuartia* taksonunun kromozom sayılarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

### **3. YÖNTEMLER**

Bu araştırma; Bozok Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sitogenetik Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirildi. Çalışmada; Bozok Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Herbaryumundan temin edilen *Minuartia* tohumları kullanıldı.

#### **3.1. Gereçler**

Laboratuarda kullanılan gereçler şu şekildedir:

##### **3.1.1. Demirbaş Malzemeler**

Laboratuardaki demirbaş malzemeler aşağıdaki gibidir:

1. Etüv (NÜVE FN 500)
2. Bilgisayar (intel CORE™ 2Duo inside Compaq 610)
3. Yazıcı (HP LaserJet P1505)
4. Araştırma Mikroskobu (Olympus BX51)
5. Görüntüleme Sistemi (Bs200ProP)
6. Işık Mikroskobu (XSZ- I07BN)
7. Buzdolabı (Indesit)
8. Hassas Terazı (Libror AEG-220)

##### **3.1.2. Sarf Malzemeler**

Laboratuarda kullandığımız kimyasal maddeler:

1. Asetokarmin (MERCK, Katalog Numarası K02549533)
2. Glasiyal Asetik Asit (MERCK, Katalog Numarası 247K18855556)
3. Etil Alkol (% 70'lik)
4. Kolşisin (Biological Industries, Katalog Numarası 12-003-1C)
5.  $\alpha$ -Mono Bromo Naftalin (MERCK, Katalog Numarası M806210.0100)
6. Saf Su
7. İmmersiyon Yağı (MERCK, Katalog Numarası 09403569)
8. Lam

9. Lamel

10. Plastik Pastör Pipet (ISOLAB, Katalog Numarası 108-04-001)

11. Cam Malzemeler (Mezür, Beher, Erlen)

12. Bistüri-Jilet

### 3.2. Yöntemler

Laboratuarda uyguladığımız yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

#### 3.2.1. Çalışmada Kullanılan Çözelti ve Boyaların Hazırlanması

Çalışmada kullandığımız çözelti ve boyalar aşağıda verilmiştir.

**3.2.1.1. Karnoy Fiksatifinin Hazırlanması:** Etanol:Glasial asetik asit (3:1)

**3.2.1.2. %45'lik Glasial Asetik Asitin Hazırlanması:** 55 ml distile su üzerine 45 ml %100'lük glasial asetik asit eklenir.

**3.2.1.3. %70'lik Etil Alkolün Hazırlanması:** 50 ml %75'lik etil alkol 19.59 ml distile su ile karıştırılır.

**3.2.1.4. Asetokarmin Boyasının Hazırlanması:** 55 ml distile su ile 45 ml glasial asetik asit karıştırılır. Karışım 10 dakika ısıtılarak kaynatılır. Kaynama işleminden sonra 1 g toz karmin karışıma yavaş yavaş ilave edilir. 10 dakika ısıtma ve karıştırma işlemine devam edilir. Boya soğutulur ve hazırlanan boya buzdolabında 4°C'de muhafaza edilir.

#### 3.2.2. *Minuartia* Örneklerinin Toplanması

Bu araştırmada kullanılan *Minuartia* cinsine ait örnekler Prof. Dr. Ahmet AKSOY, Prof. Dr. Ergin HAMZAOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Ümit BUDAK ve Arş. Gör. Murat KOÇ tarafından toplanmış ve teşhis edilmiştir. Bitki örneklere ait toplama bilgileri Tablo 3.1'de verilmiştir.



**Tablo 3.1.** *Minuartia* taksonlarına ait toplama bilgileri

Bitki Adı	Adres	Yükseklik	Koordinat	Toplama Tarihi	Toplayıcı Numarası
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrigia</i>	Afyonkarahisar: istasyon civarı, kayalıklar	1040 m.	38°45'78"K 30°32'79"D	02.07.2010	M.Koç 1215 & Budak
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i>	Sivas: İmranlı, Karacaörençayılı köyü yol ayrımından Aydoğan köyüne doğru	1200 m.	39°36'27"K 38°20'16"D	11.07.2009	M.Koç 535, Hamzaoğlu & Budak
<i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i>	Malatya: Darende Gürün arası, 5-8. km'ler arası	1285 m.	38°35'01"K 37°22'21"D	12.07.2010	M.Koç 1233, Hamzaoğlu & Budak
<i>Minuartia aksoyi</i>	Malatya: Darende, Aşağı Ulupınar köyü civarı	1450- 1500 m.	38°25'K 37°34'D	16.07.2009	M.Koç 730, Hamzaoğlu & Budak

### 3.2.3. Tohumların Çimlendirilmesi

Petri kabı içerisine whatman kurutma kağıdı yerleştirildi. İçerisine tohumlar konuldu ve üzeri tekrar whatman kurutma kağıdı ile kapatıldı. Tohumlar ıslatıldı ve petri kabı kapatıldı. Her bir whatman kağıdı arasına 15 adet tohum yerleştirildi. Tohumlar bu şekilde çimlenene kadar bekletildi.

#### 3.2.3.1. İlk İşlem

Çimlenen tohumların kök uçları, 1-2 cm uzunluğa erişince keskin bir jilet yardımıyla kesildi. İlk işlem olarak kök uçları kolşisin çözeltisinde (% 0.2 w/v) 4°C'de 2 saat bekletildi. Kolşisin çözeltisi materyale metafazda durdurucu ajan olarak etki etmektedir.

### **3.2.3.2. Materyalin Tespiti**

İlk işleme tabi tutulan kök uçları, yarım saat karnoy fiksatif i içerisinde bekletilerek tespit edildi.

### **3.2.3.3. Materyalin Muhafazası**

Tespit işleminden sonra eldeki materyalin hepsini bir anda inceleme olanağı olmadığından, materyalin uzun süre bozulmadan saklanması gerekir. Tespit çözeltilisinden çıkarılan materyal alkolde muhafaza edildi. İlk önce %70'lik alkol içerisinde 2 defa 5'er dakika yıkandı. Daha sonra %70'lik alkol içerisinde 4°C'de muhafaza edildi.

### **3.2.3.4. Boyama**

Kök uçları, asetokarmin boyasıyla manyetik karıştırıcıda ısıtılarak 15-20 dakika boyandı. Karmin kromozomları ve hücre çekirdeğini boyadığı için kök uçlarının 1-3 mm kadar olan en uç kısmı koyu menekşe renginde boyandı. Kökün geri kalan kısmı ise daha açık renk aldı. Karminin boyamaya başlaması ilk 5 dakika içerisinde kendini gösterir ve ilerleyen dakikalarda kök uçlarının koyu renk alması iyice belirginleşir [27].

### **3.2.3.5. Preparat Hazırlama**

Karminden çıkarılan kök uçları, 10-15 dakika musluk suyu içerisinde bekletilerek boyanın fazlası alındı. Preparat hazırlanacak lamın üzerine %45'lik asetik asitten bir damla damlatıldı. Boyanmış bir kök parçası lamın üzerine konularak, 2-3 mm'lik uç kısmı kesilerek alındı. Kesilen kök ucu ezme preparat yöntemi ile küçük parçalara ayrıldı. Parçalama işlemi kolaylaştırmak için kuruyan bölgelere az miktarda %45'lik asetik asit damlatıldı. Kök ucu parçacıkları lam üzerinde kalan asetik asit ile karıştırılarak parçacıklar lam üzerinde iyice dağıtıldı. Parçacıkların üzerine lamel kapatıldı. Lamelin üzerine hafifçe bastırılarak hücrelerin daha iyi dağılması sağlandı.

### 3.2.3.6. Karyotip Analizi

Karyotip analizi için kromozomları iyi dağılmış hücreler kullanılarak ölçümler yapıldı. Ölçümler Bs200ProP Görüntü İşleme ve Analiz Sistemi kullanılarak gerçekleştirildi. Kromozomlara ait kısa kol uzunlukları, uzun kol uzunlukları, kolların birbirine göre oranları, toplam kromozom uzunlukları, kromozomların sentromerik indeksleri, kromozom tipleri ve asimetri indeksleri belirlenerek kromozomların idiogramları çıkarıldı.

Kromozom kol oranlarını ve sentromerin yerine göre kromozomların tanımlanması Levan ve arkadaşlarına göre yapıldı (Tablo 3.2) [28]. Bu oranlara göre kromozomların karyotip formülleri çıkarıldı. Kromozomların kısa kol uzunlukları ve toplam uzunlukları oranlanarak her bir kromozom için sentromerik indeksler (CI) hesaplandı [29].

$$\text{Sentromerik İndeks} = \frac{\text{KROMOZOMUN KISA KOL UZUNLUGU}}{\text{KROMOZOMUN TOPLAM UZUNLUGU}} \times 100 \quad (3.1)$$

**Tablo 3.2.** Kromozomların kol oranları ve sentromerin yerine göre kromozomların adlandırılması

Sentromerin Yeri	Kromozom Sembolü	Kol Oranı (r)	Kromozom Tipi
Median Nokta	M	1.0	Median
Median Bölge	m	1.0-1.7	Median
Submedian Bölge	sm	1.7-3.0	Sub-Median
Subterminal Bölge	st	3.0-7.0	Sub-Terminal
Terminal Bölge	t	7.0-∞	Terminal
Terminal Nokta	T	∞	Terminal

### 3.2.4. Karyotip Asimetrilerinin Hesaplanması

Karyotipler kromozomların tiplerine göre simetrik ve asimetrik karyotip olmak üzere iki farklı şekilde olmaktadır. Simetrik karyotip yaklaşık olarak aynı boyuttaki median ve submedian kromozomların üstünlüğü ile karakterizedir. Sentromer kayması ile oluşan artan asimetri ise asimetrik karyotipi oluşturur. Kromozomlar median ve submedian tipten, subterminal ve terminale doğru değişir veya kromozomların tümü

arasında görelî büyüklük farkları oluşur [30]. Karyotip asimetrilerinin hesaplanmasında literatür taramaları sonucu belirlenen ve günümüzde de kullanılan tüm asimetri hesaplama yöntemleri tek tek ele alındı.

### 3.2.4.1. Stebbins'in Sınıflandırması

Stebbins (1971) karyotip asimetri ile ilgili on iki kategori ayırt etmiştir (Tablo 3.3). Yüksek bitkilerde sadece on tanesinin meydana geldiği bilinmektedir. Bu tanıma göre üç kategori A, B ve C harfleriyle ifade edilmekte ve en büyük kromozom uzunluğunun en küçük kromozom uzunluğuna oranlanmasıyla tespit edilmektedir. Diğer dört kategori ise (1-4) median kromozom sayısının toplam kromozom sayısına oranıyla tespit edilir [31].

**Tablo 3.3.** Stebbins'e göre karyotip simetrisinin sınıflandırılması

Oran	Kol Oranları < 2:1			
	1.00 (1)	0.99–0.51 (2)	0.50–0.01 (3)	0.00 (4)
En büyük kromozom / En küçük kromozom				
<2:1 (A)	1A	2A	3A	4A
2:1–4:1 (B)	1B	2B	3B	4B
>4:1 (C)	1C	2C	3C	4C

### 3.2.4.2. TF (%) İndeksi (Toplam Yüzde Formu)

TF (%) indeksi sıklıkla karyotip asimetri tanımlamak için ve bir cinsin türleri arasındaki karyotipik ilişkileri belirlemek için kullanılır. İlk kez 1962'de Huziwara tarafından Aster cinsinin karyotip analizi ile ifade edilmiştir. TF % indeksi kromozomların kısa kollarının uzunlukları toplamının toplam haploid uzunluğa oranı ile ifade edilir [32].

$$TF (\%) = \frac{\text{KROMOZOMLARIN KISA KOL UZUNLUKLARI}}{\text{TOPLAM HAPLOID KROMOZOM UZUNLUGU}} \times 100 \quad (3.2)$$

### 3.2.4.3. As K (%) (Karyotip Asimetri İndeksi)

Karyotip asimetri indeksi cinsler arasındaki filogenetik ilişkileri belirlemek için kullanılır. Kromozomların uzun kollarının uzunlukları toplamının toplam haploid kromozom uzunluğuna oranı ile ifade edilir [33].

$$As\ K(\%) = \frac{KROMOZOMLARIN\ UZUN\ KOL\ UZUNLUKLARI}{TOPLAM\ HAPLOID\ KROMOZOM\ UZUNLUGU} \times 100 \quad (3.3)$$

### 3.2.4.4. Rec İndeksi ve Syi İndeksi

Greilhuber ve Speta (1976) karyotip asimetrisini geliştirmek için karyotip simetri indeksi ve kromozom boyutu benzerlik indeksini geliştirmişlerdir [34]. Bu iki indeks Venora ve arkadaşları (2002) tarafından Syi indeksi ve the Rec indeksi olarak isimlendirilmiştir [35]. Her iki indekste günümüze kadar diğer indeksler kadar fazla kullanılmamıştır. Kromozomların kısa kollarının ortalama uzunluklarının, uzun kolların ortalama uzunluklarına oranı Syi indeksini verir.

$$Syi = \frac{KISA\ KOLLARIN\ ORTALAMA\ UZUNLUKLARI}{UZUN\ KOLLARIN\ ORTALAMA\ UZUNLUKLARI} \times 100 \quad (3.4)$$

$$Rec = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CLi}{LC}}{n} \times 100 \quad (3.5)$$

### 3.2.4.5. A1 (Kromozomiçi Asimetri İndeksi) ve A2 (Kromozomlararası Asimetri İndeksi) İndeksleri

Romero Zarco (1986) karyotip asimetri ölçümü için grafik ve miktar kullanarak yeni bir metot bulmuştur [36]. Romero Zarco karyotip asimetrisini bulmak için iki sayısal parametre önermiştir. Çok sıklıkla kullanılan bir hesaplamadır.

A1 değeri 0-1 arasında değişir.

$$A1 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \frac{qi}{pi}}{n} \quad (3.6)$$

A2 değeri kromozomlarının ortalama uzunlukları ve standart sapmaları oranlanarak hesaplanır.

$$A2 = \frac{\text{STANDART SAPMA}}{\text{ORTALAMA KROMOZOM UZUNLUGU}} \quad (3.7)$$

#### 3.2.4.6. DI (Dispersiyon İndeksi)

Dispersiyon indeksi 1992' de Lavania ve Srivastana tarafından bir kromozom üzerinde tanıtıldı. Aşağıdaki hesaplanan denklemler sentromerik eğim ölçüsü ve kromozom uzunluğunun varyasyon katsayısı ile orantılıdır [37].

$$CG = \frac{\text{KISA KOLUN ORTA DEGERI}}{\text{KROMOZOMUN ORTA DEGERI}} \times 100 \quad (3.8)$$

$$CV = \frac{\text{STANDART SAPMA}}{\text{ORTALAMA KROMOZOM UZUNLUGU}} \times 100 \quad (3.9)$$

$$DI = \frac{CG \times CV}{100} \quad (3.10)$$

#### 3.2.4.7. A (Karyotip Asimetrisinin Derecesi)

Karyotip asimetrisinin derecesi Watanabe ve arkadaşları (1999) tarafından tanımlanmış bir ifadedir. Hesaplama her kromozom için ayrı ayrı olmak üzere uzun ve kısa kol uzunluklarının fark ve toplamları birbirilerine oranlanır. Hesaplanan tüm oranlar toplanarak haploid kromozom sayısına bölünür [38].

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{pi - qi}{pi + qi}}{n} \quad (3.11)$$

### 3.2.4.8. AI (Asimetri İndeksi)

Asimetri indeksi, kromozom uzunluğundaki göreceli bir varyasyonu ifade eden bir bileşen ( $CV_{CL}$ ) ile sentromerik indeksteki göreceli bir varyasyonu ifade eden bir bileşenden ( $CV_{CI}$ ) oluşur [30]. Bu parametreler arasındaki ilişki aşağıda gösterilmiştir.

$$CV_{CL} = A2 \times 100 \quad (3.12)$$

$$CV_{CI} = \frac{SCI}{XCI} \times 100 \quad (3.13)$$

$$AI = \frac{CV_{CL} \times CV_{CI}}{100} \quad (3.14)$$

### 3.2.5. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 10.0 bilgisayar yazılım programı kullanıldı. Karyotip asimetrielerin hesaplanmasında kullanılan asimetri indeksleri Pearson korelasyonu kullanılarak karşılaştırıldı. Taksonlar arasındaki pozitif ve negatif korelasyonlar Scatter diyagramı ile gösterildi.

## 4. BULGULAR

Bu çalışma ile *Minuartia* cinsine ait dört takson üzerinde yapılan karyolojik incelemeler sonucunda her taksonun kromozom sayısı ilk defa belirlenmiştir. İncelenen türlerin mitotik metafaz kromozom sayıları, *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*'da  $2n = 24$ , *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*'de  $2n = 14$ , *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides*'de  $2n = 14$  ve *Minuartia aksoyi*'de  $2n = 30$  olarak gözlenmiştir. İncelenen taksonların kromozom sayıları ve karyotip formülleri Tablo 4.1' de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*, *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*, *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* ve *Minuartia aksoyi* taksonlarının kromozom sayıları ve karyotip formülleri

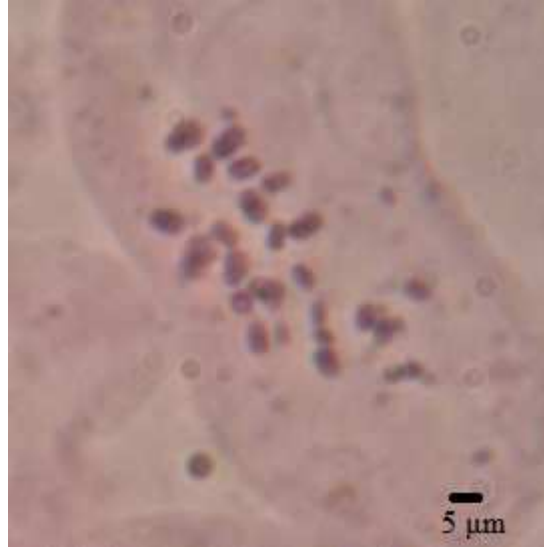
Takson	Kromozom Sayısı (2n)	Karyotip Formülü
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrgia</i>	24	14m + 6sm + 4st
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i>	14	6m + 8sm
<i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i>	14	6m + 4sm + 4st
<i>Minuartia aksoyi</i>	30	14m + 10sm + 6st

Bu verilere dayanılarak, taksonlara ait mitotik metafaz kromozomlarının özellikleri aşağıda sırasıyla verilmiştir:

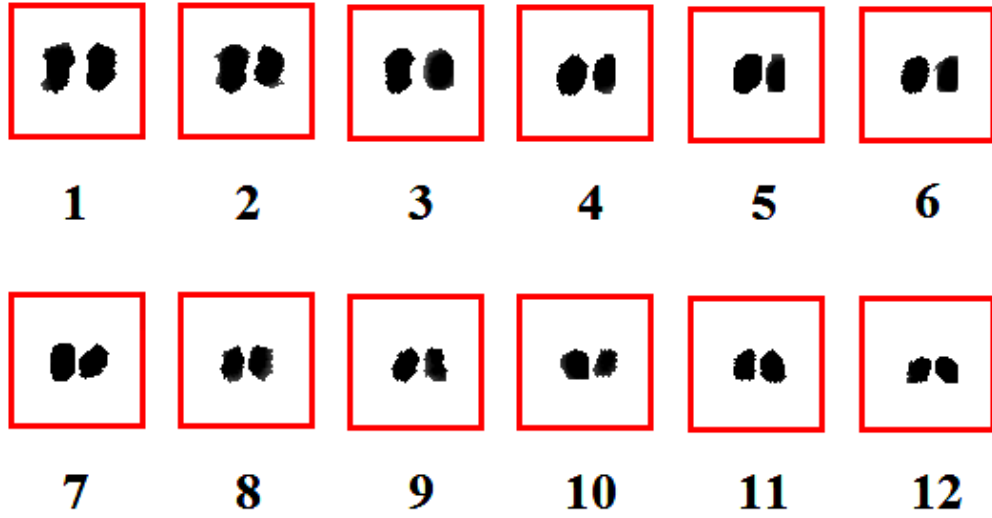
### 4.1. *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*

Çalışmamızda yer alan bu taksonun karyolojik incelemeleri sonucunda somatik kromozom sayısının  $2n = 24$  olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1). Buna göre, kromozomlar median (14), submedian (6) ve subterminal (4) tiptedir. Bu taksonun karyotip ölçümlerinde satellit gözlenmemiştir. En küçük kromozom  $3.14 \mu\text{m}$ , en büyük kromozom  $7.58 \mu\text{m}$  uzunluğundadır. Haploid toplam kromozom uzunluğu  $66.11 \mu\text{m}$  ve ortalama kromozom uzunluğu  $5.51 \mu\text{m}$ 'dir. Kromozomların toplam uzunlukları, uzun ve kısa kol uzunlukları, kol oranları, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri tablo 4.2' de verilmiştir. *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* kromozomlarının karyotip ve idiogramları şekil 4.2 ve şekil 4.3' de verilmiştir.





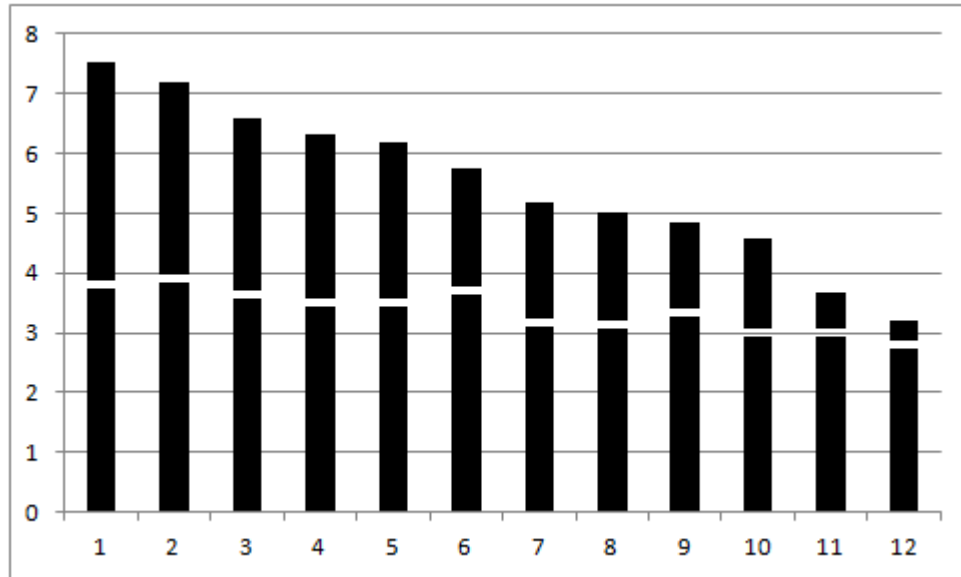
Şekil 4.1. *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* taksonunun metafaz kromozomları



Şekil 4.2. *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* kromozomlarının karyotipi

**Tablo 4.2.** *Minuartia anatolica* var. *phyrigia* kromozomlarının ölçüm verileri, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri

Kromozom No	Toplam Uzunluk (µm)	Uzun Kol (µm)	Kısa Kol (µm)	Oran (Uzun/Kısa)	Kromozom Tipi	Sentromerik İndeks
1	7.58	3.89	3.69	1.054	Median (m)	48.68
1	7.50	3.75	3.75	1.000	Median (m)	50.00
2	7.36	3.89	3.47	1.121	Median (m)	47.15
2	7.03	3.89	3.14	1.239	Median (m)	44.67
3	6.69	3.75	2.94	1.276	Median (m)	43.95
3	6.49	3.55	2.94	1.207	Median (m)	45.30
4	6.35	3.55	2.80	1.268	Median (m)	44.09
4	6.27	3.47	2.80	1.239	Median (m)	44.66
5	6.25	3.45	2.80	1.232	Median (m)	44.80
5	6.16	3.55	2.61	1.360	Median (m)	42.37
6	5.88	3.84	2.04	1.882	Sub-Median (sm)	34.69
6	5.63	3.55	2.08	1.707	Sub-Median (sm)	36.94
7	5.28	3.14	2.14	1.467	Median (m)	40.53
7	5.10	3.19	1.91	1.670	Median (m)	37.45
8	5.08	3.14	1.94	1.619	Median (m)	38.19
8	4.95	3.11	1.84	1.690	Median (m)	37.17
9	4.89	3.26	1.63	2.000	Sub-Median (sm)	33.33
9	4.83	3.41	1.42	2.401	Sub-Median (sm)	29.40
10	4.75	3.08	1.67	1.844	Sub-Median (sm)	35.16
10	4.41	2.94	1.47	2.000	Sub-Median (sm)	33.33
11	3.75	3.08	0.67	4.597	Sub-Terminal (t)	17.87
11	3.61	2.94	0.67	4.388	Sub-Terminal (t)	18.56
12	3.28	2.81	0.47	5.979	Sub-Terminal (t)	14.33
12	3.14	2.80	0.34	8.235	Sub-Terminal (t)	10.83



**Şekil 4.3.** *Minuartia anatolica* var. *phyrigia* kromozomlarının idiogramları

#### 4.2. *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*

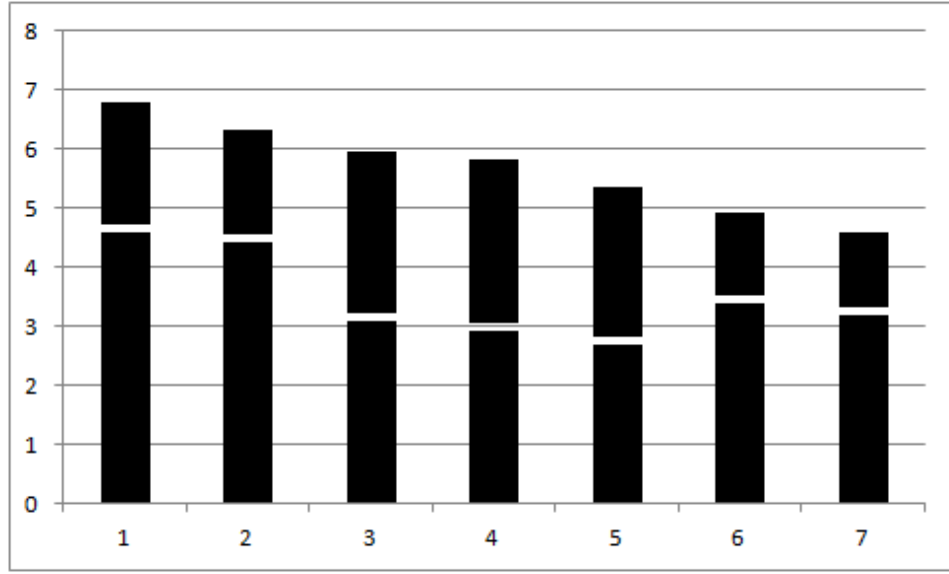
Çalışmamızda yer alan bu taksonun karyolojik incelemeleri sonucunda somatik kromozom sayısının  $2n = 14$  olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4). Buna göre, kromozomlar median (6) ve submedian (8) tiptedir. Bu taksonun karyotip ölçümlerinde satellit gözlenmemiştir. En küçük kromozom  $4.55 \mu\text{m}$ , en büyük kromozom  $6.97 \mu\text{m}$  uzunluğundadır. Haploid toplam kromozom uzunluğu  $39.80 \mu\text{m}$  ve ortalama kromozom uzunluğu  $5.70 \mu\text{m}$ 'dir. Kromozomların toplam uzunlukları, uzun ve kısa kol uzunlukları, kol oranları, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri tablo 4.3' de verilmiştir. *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* kromozomlarının karyotip ve idiogramları şekil 4.5 ve şekil 4.6' da verilmiştir.



Şekil 4.4. *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* taksonunun metafaz kromozomları



Şekil 4.5. *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* kromozomlarının karyotipi



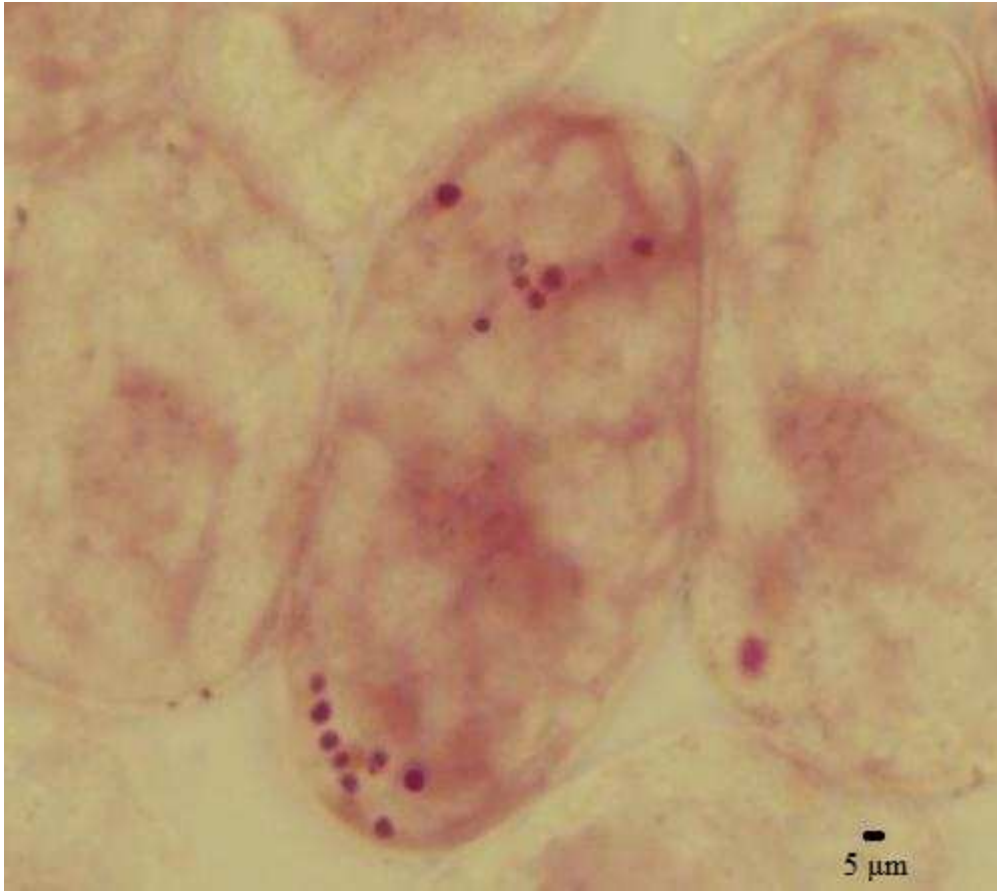
Şekil 4.6. *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* kromozomlarının idiogramları

Tablo 4.3. *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* kromozomlarının ölçüm verileri, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri

Kromozom No	Toplam Uzunluk (µm)	Uzun Kol (µm)	Kısa Kol (µm)	Oran (Uzun/Kısa)	Kromozom Tipi	Sentromerik İndeks
1	6.97	4.89	2.08	2.351	Sub-Median (sm)	29.84
1	6.63	4.41	2.22	1.986	Sub-Median (sm)	33.48
2	6.44	4.36	2.08	2.096	Sub-Median (sm)	32.30
2	6.22	4.61	1.61	2.863	Sub-Median (sm)	25.88
3	5.97	3.08	2.89	1.066	Median (m)	48.41
3	5.94	3.27	2.67	1.225	Median (m)	44.95
4	5.83	3.02	2.81	1.075	Median (m)	48.20
4	5.83	2.94	2.89	1.017	Median (m)	49.57
5	5.55	2.88	2.67	1.079	Median (m)	48.11
5	5.16	2.61	2.55	1.024	Median (m)	49.42
6	4.94	3.47	1.47	2.361	Sub-Median (sm)	29.76
6	4.89	3.42	1.47	2.327	Sub-Median (sm)	30.06
7	4.61	3.14	1.47	2.136	Sub-Median (sm)	31.89
7	4.55	3.33	1.22	2.730	Sub-Median (sm)	26.81

#### 4.3. *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides*

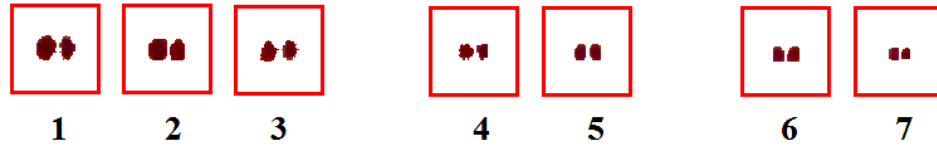
Çalışmamızda yer alan bu taksonun karyolojik incelemeleri sonucunda somatik kromozom sayısının  $2n = 14$  olduğu belirlenmiştir (şekil 4.7). Buna göre, kromozomlar median (6), submedian (4) ve subterminal (4) tiptedir. Bu taksonun karyotip ölçümlerinde satellit gözlenmemiştir. En küçük kromozom  $2.66 \mu\text{m}$ , en büyük kromozom  $5.49 \mu\text{m}$  uzunluğundadır. Haploid toplam kromozom uzunluğu  $26.00 \mu\text{m}$  ve ortalama kromozom uzunluğu  $3.70 \mu\text{m}$ 'dir. Kromozomların toplam uzunlukları, uzun ve kısa kol uzunlukları, kol oranları, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri tablo 4.4' te verilmiştir. *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* kromozomlarının karyotip ve idiogramları şekil 4.8 ve şekil 4.9' da verilmiştir.



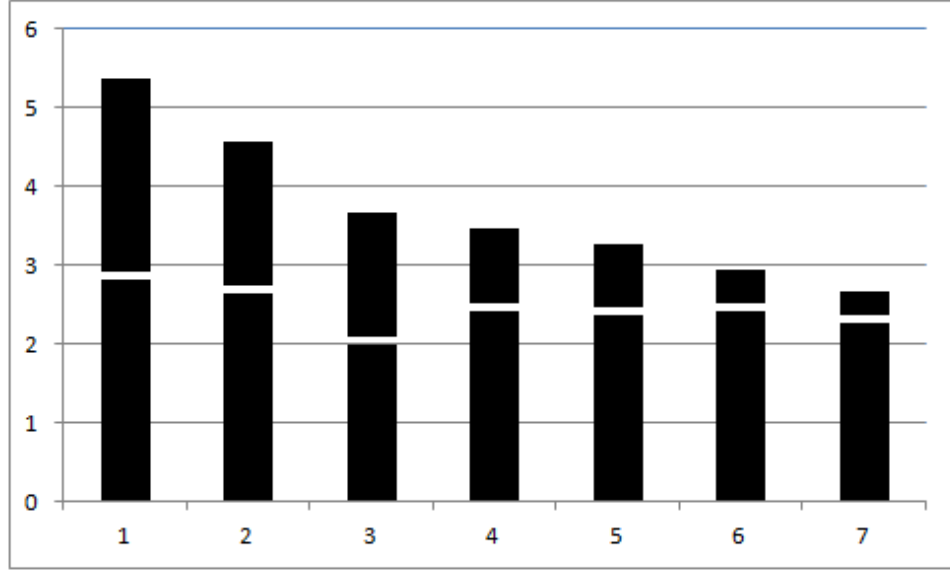
Şekil 4.7. *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* taksonunun metafaz kromozomları

**Tablo 4.4.** *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* kromozomlarının ölçüm verileri, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri

Kromozom No	Toplam Uzunluk (µm)	Uzun Kol (µm)	Kısa Kol (µm)	Oran (Uzun/Kısa)	Kromozom Tipi	Sentromerik İndeks
1	5.49	2.94	2.55	1.153	Median (m)	46.45
1	5.27	2.80	2.47	1.134	Median (m)	46.87
2	4.74	2.80	1.94	1.443	Median (m)	40.93
2	4.41	2.61	1.80	1.450	Median (m)	40.82
3	3.74	2.27	1.47	1.544	Median (m)	39.30
3	3.61	1.81	1.80	1.006	Median (m)	49.86
4	3.47	2.47	1.00	2.470	Sub-Median (sm)	28.82
4	3.47	2.47	1.00	2.470	Sub-Median (sm)	28.82
5	3.35	2.41	0.94	2.564	Sub-Median (sm)	28.06
5	3.22	2.40	0.81	2.963	Sub-Median (sm)	25.16
6	3.08	2.61	0.47	5.553	Sub-Terminal (st)	15.26
6	2.80	2.33	0.47	4.957	Sub-Terminal (st)	16.79
7	2.66	2.32	0.34	6.824	Sub-Terminal (st)	12.78
7	2.66	2.32	0.34	6.824	Sub-Terminal (st)	12.78



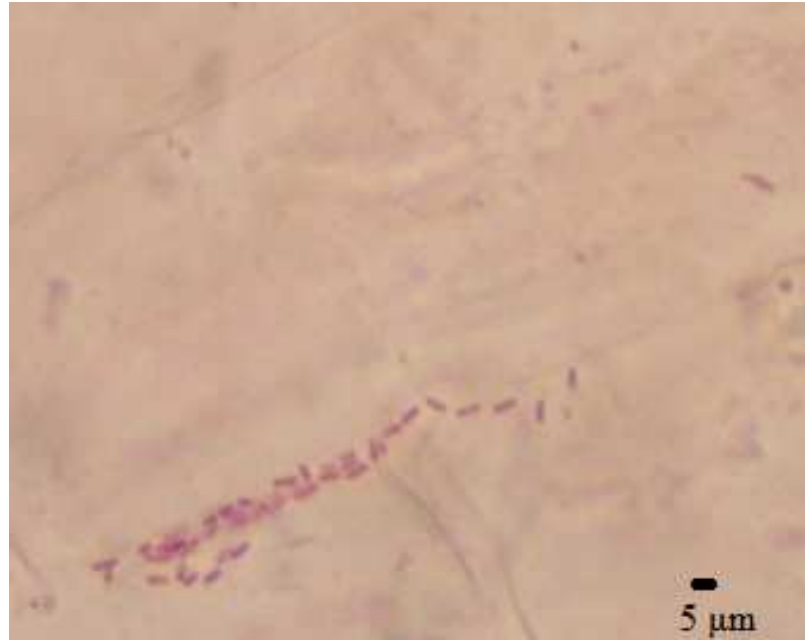
**Şekil 4.8.** *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* kromozomlarının karyotipi



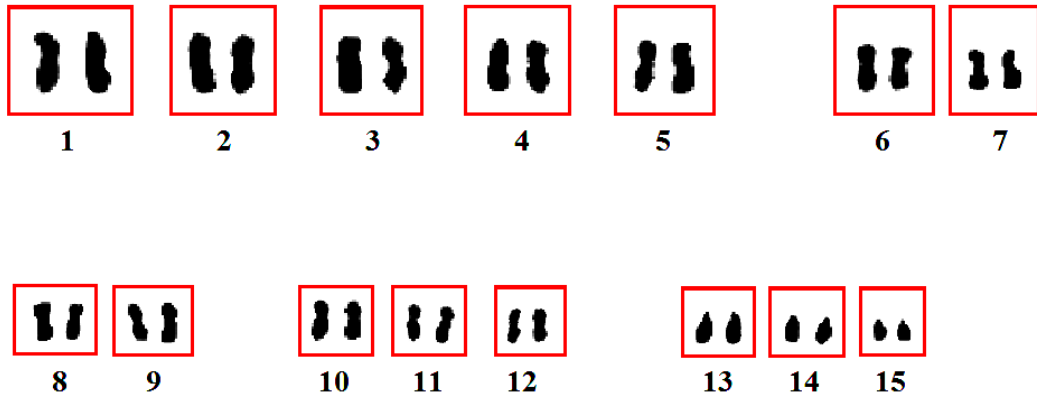
**Şekil 4.9.** *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* kromozomlarının idiogramları

#### 4.4. *Minuartia aksoyi*

Çalışmamızda yer alan bu türün karyolojik incelemeleri sonucunda somatik kromozom sayısının  $2n = 30$  olduğu belirlenmiştir (şekil 4.10). Buna göre, kromozomlar median (14), submedian (10) ve subterminal (6) tiptedir. Bu türün karyotip ölçümlerinde satellit gözlenmemiştir. En küçük kromozom  $3.14 \mu\text{m}$ , en büyük kromozom  $7.48 \mu\text{m}$  uzunluğundadır. Haploid toplam kromozom uzunluğu  $81.60 \mu\text{m}$  ve ortalama kromozom uzunluğu  $5.44 \mu\text{m}$ 'dir. Kromozomların toplam uzunlukları, uzun ve kısa kol uzunlukları, kol oranları, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri tablo 4.5' de verilmiştir. *Minuartia aksoyi* kromozomlarının karyotip ve idiogramları şekil 4.11 ve şekil 4.12' de verilmiştir.



Şekil 4.10. *Minuartia aksoyi* taksonunun metafaz kromozomları

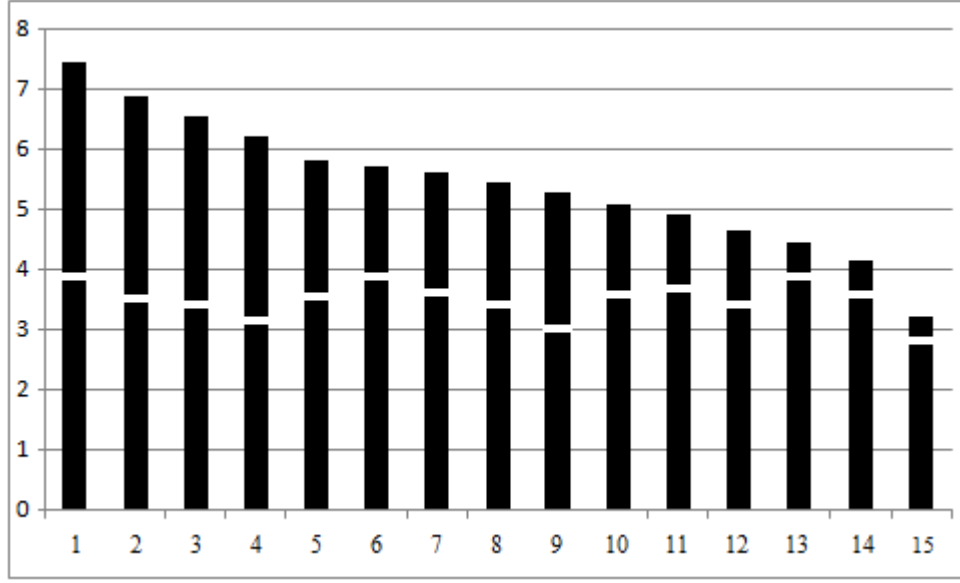


Şekil 4.11. *Minuartia aksoyi* kromozomlarının karyotipi



**Tablo 4.5.** *Minuartia aksoyi* kromozomlarının ölçüm verileri, kromozom tipleri ve sentromerik indeksleri

<b>Kromozom No</b>	<b>Toplam Uzunluk (µm)</b>	<b>Uzun Kol (µm)</b>	<b>Kısa Kol (µm)</b>	<b>Oran (Uzun/Kısa)</b>	<b>Kromozom Tipi</b>	<b>Sentromerik İndeks</b>
1	7.48	3.79	3.69	1.027	Median (m)	49.33
1	7.46	3.96	3.50	1.131	Median (m)	46.92
2	7.06	3.60	3.46	1.040	Median (m)	49.01
2	6.74	3.41	3.33	1.024	Median (m)	49.41
3	6.55	3.41	3.14	1.086	Median (m)	47.94
3	6.55	3.41	3.14	1.086	Median (m)	47.94
4	6.26	3.18	3.08	1.032	Median (m)	49.20
4	6.20	3.10	3.10	1.000	Median (m)	50.00
5	5.85	3.50	2.35	1.489	Median (m)	40.17
5	5.80	3.64	2.16	1.685	Median (m)	37.24
6	5.76	3.83	1.93	1.984	Sub-Median (sm)	33.51
6	5.72	3.92	1.80	2.178	Sub-Median (sm)	31.47
7	5.65	3.66	1.99	1.839	Sub-Median (sm)	35.22
7	5.57	3.58	1.99	1.799	Sub-Median (sm)	35.73
8	5.47	3.44	2.03	1.695	Median (m)	37.11
8	5.44	3.41	2.03	1.680	Median (m)	37.32
9	5.36	3.10	2.26	1.372	Median (m)	42.16
9	5.25	2.95	2.30	1.283	Median (m)	43.81
10	5.13	3.56	1.57	2.268	Sub-Median (sm)	30.60
10	5.07	3.60	1.47	2.449	Sub-Median (sm)	28.99
11	4.95	3.68	1.27	2.898	Sub-Median (sm)	25.66
11	4.93	3.69	1.24	2.976	Sub-Median (sm)	25.15
12	4.77	3.43	1.34	2.560	Sub-Median (sm)	28.09
12	4.58	3.40	1.18	2.881	Sub-Median (sm)	25.76
13	4.56	3.97	0.59	6.729	Sub-Terminal (t)	12.94
13	4.34	3.78	0.56	6.750	Sub-Terminal (t)	12.90
14	4.19	3.64	0.55	6.618	Sub-Terminal (t)	13.13
14	4.11	3.56	0.55	6.473	Sub-Terminal (t)	13.38
15	3.30	2.87	0.43	6.674	Sub-Terminal (t)	13.03
15	3.14	2.74	0.40	6.850	Sub-Terminal (t)	12.74



Şekil 4.12. *Minuartia aksoyi* kromozomlarının idiogramları

#### 4.5. Karyotip Asimetri Bulguları

Karyotip asimetri dereceleri literatürde yer alan tüm asimetri parametreleri kullanılarak hesaplandı. Bu parametreler; Stebbins sınıflandırılması, As K%, TF%, Rec ve Syi indeksleri, A1 ve A2 indeksleri, DI, A indeksi ve AI'dir. Karyotip asimetri oranları Tablo 4.6 ve Tablo 4.7' de verilmiştir.

Stebbins sınıflandırılmasına göre *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*'nın karyotip asimetri kategorisi 2B olarak bulunmuştur. Diğer karyotip asimetri indeks değerleri ise sırasıyla şu şekildedir: As K (% 61.28), TF (% 38.72), Syi (63.02), Rec (73.08), A1 (0.39), A2 (0.241), DI (8.99), A (0.272) ve AI (7.30) (Tablo 4.6 ve Tablo 4.7).

Stebbins sınıflandırılmasına göre *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*'in karyotip asimetri kategorisi 3A olarak bulunmuştur. Diğer karyotip asimetri indeks değerleri ise sırasıyla şu şekildedir: As K (% 62.15), TF (% 37.85), Syi (60.91), Rec (82.86), A1 (0.36), A2 (0.140), DI (6.84), A (0.245) ve AI (3.54) (Tablo 4.6 ve Tablo 4.7).

Stebbins sınıflandırılmasına göre *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides*'in karyotip asimetri kategorisi 3B olarak bulunmuştur. Diğer karyotip asimetri indeks değerleri ise sırasıyla şu şekildedir: As K (% 66.51), TF (% 33.49), Syi (50.20), Rec

(68.57), A1 (0.50), A2 (0.270), DI (7.78), A (0.383) ve AI (11.56) (Tablo 4.6 ve Tablo 4.7).

Stebbins sınıflandırılmasına göre *Minuartia aksoyi*'nin karyotip asimetri kategorisi 3B olarak bulunmuştur. Diğer karyotip asimetri indeks değerleri ise sırasıyla şu şekildedir: As K (% 64.24), TF (% 35.76), Syi (55.87), Rec (72.80), A1 (0.44), A2 (0.202), DI (7.52), A (0.330) ve AI (7.84) (Tablo 4.6 ve Tablo 4.7).

Asimetri indeksleri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyonu ile hesaplandı. Asimetri indeksleri ve sentromerik indeksin dahil edildiği Pearson korelasyonu verileri Tablo 4.8' de verilmiştir. Pearson korelasyonları değerlerine göre, AI-DI, A1-A2, Syi-Rec ve  $CV_{CF}-CV_{CL}$  indeksleri arasındaki Scatter diyagramları çıkarılmıştır (Şekil 4.13). Scatter diyagramlarına göre AI-DI arasında zayıf pozitif korelasyon, A1-A2, Syi-Rec ve  $CV_{CF}-CV_{CL}$  arasında ise kuvvetli pozitif korelasyon gözlenmiştir.

**Tablo 4.6.** *Minuartia* taksonlarının karyotip asimetri oranları

Takson	Stebbins	As K (%)	TF (%)	Syi	Rec	A1	A2	DI	A
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phrygia</i>	2B	61.28	38.72	63.02	73.08	0.39	0.241	8.99	0.272
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i>	3A	62.15	37.85	60.91	82.86	0.36	0.140	6.84	0.245
<i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i>	3B	66.51	33.49	50.20	68.57	0.50	0.270	7.78	0.383
<i>Minuartia aksoyi</i>	3B	64.24	35.76	55.87	72.80	0.44	0.202	7.52	0.330

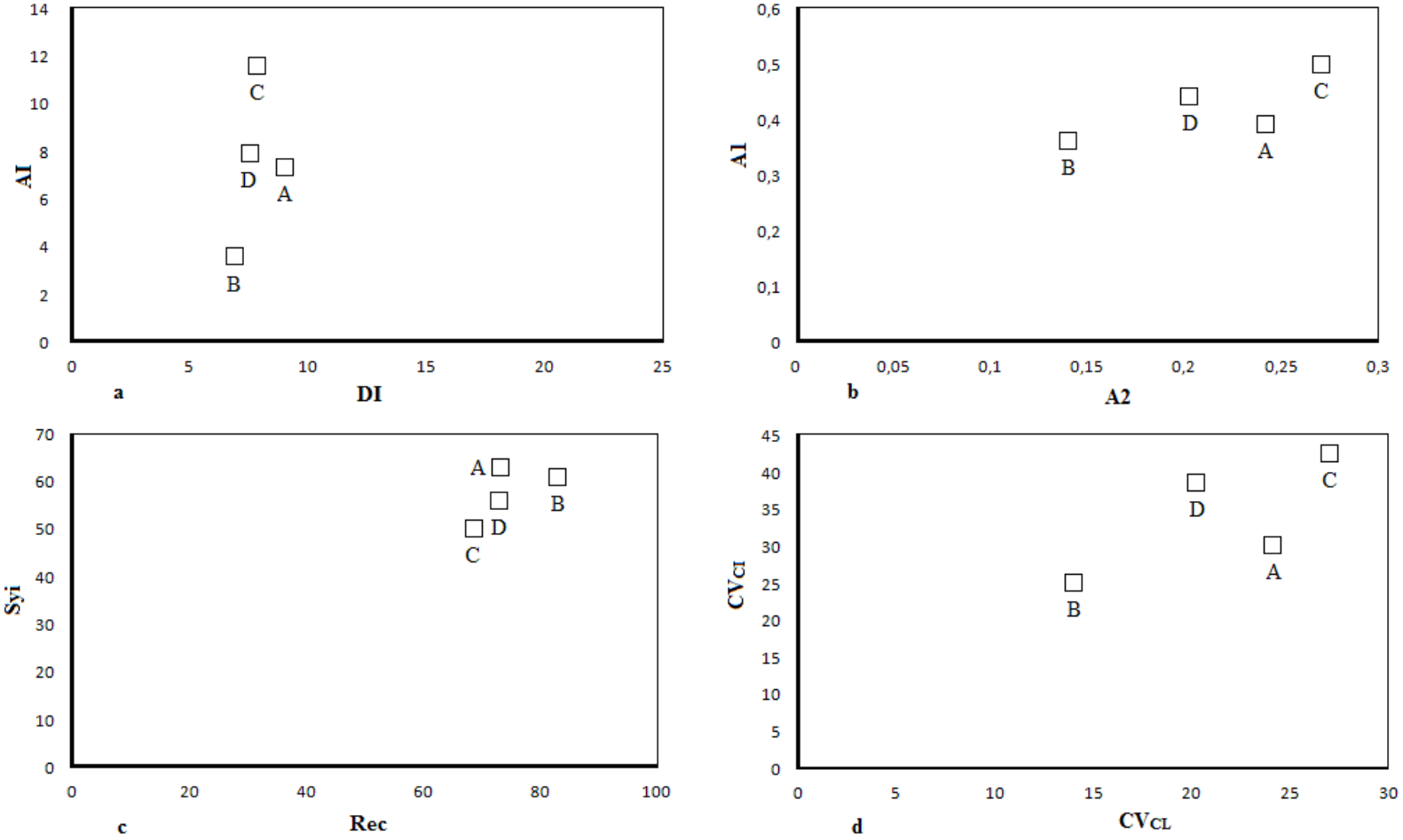
**Tablo 4.7.** *Minuartia* taksonlarının AI (asimetri indeksi) oranları

Takson	SC-LC	Oran LC/SC	p (µm) (Ortalama±SD)	q (µm) (Ortalama±SD)	CL (µm) (Ortalama±SD)	<2:1 (%)	CI	AI
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>phyrigia</i>	3.14-7.58	2.41	3.38 ± 0.35	2.13 ± 0.99	5.51 ± 1.31	70.83	36.39 ± 11.01	CV <sub>CI</sub> =30.28 CV <sub>CL</sub> =24.10 AI = 7.30
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>scleranthoides</i>	4.55-6.97	1.53	3.53 ± 0.72	2.15 ± 0.61	5.68 ± 0.76	50.00	37.76 ± 9.55	CV <sub>CI</sub> =25.29 CV <sub>CL</sub> =14.00 AI = 3.54
<i>Minuartia corymbulosa</i> var. <i>gypsophilloides</i>	2.66-5.49	2.06	2.47 ± 0.28	1.24 ± 0.76	3.71 ± 0.92	42.85	30.91 ± 13.23	CV <sub>CI</sub> =42.80 CV <sub>CL</sub> =27.00 AI = 11.56
<i>Minuartia aksoyi</i>	3.14-7.48	2.38	3.49 ± 0.31	1.95 ± 1.02	5.44 ± 1.08	53.33	33.53 ± 13.01	CV <sub>CI</sub> =38.80 CV <sub>CL</sub> =20.20 AI = 7.84

SC: En kısa kromozom uzunluğu, LC: En uzun kromozom uzunluğu, p = Uzun kolun ortalama uzunluğu, q = Kısa kolun ortalama uzunluğu, CL = Total kromozom uzunluğu, <2:1 (%) = Kol oranları 2:1'den daha az olan kromozomların % oranı, CI = Sentromerik indeks

**Tablo 4.8.** Asimetri indeksleri arasındaki Pearson korelasyonları

	<b>As K (%)</b>	<b>TF (%)</b>	<b>Rec</b>	<b>Syi</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>DI</b>	<b>A</b>	<b>CI</b>	<b>AI</b>
<b>As K (%)</b>	1									
<b>TF (%)</b>	-1.000	1								
<b>Rec</b>	-0.642	0.642	1							
<b>Syi</b>	-0.999	0.999	0.643	1						
<b>A1</b>	0.938	-0.938	-0.868	-0.939	1					
<b>A2</b>	0.507	-0.507	-0.950	-0.511	0.762	1				
<b>DI</b>	-0.256	0.256	-0.561	0.253	0.090	0.696	1			
<b>A</b>	0.944	-0.944	-0.857	-0.944	0.998	0.734	0.060	1		
<b>CI</b>	-0.943	0.943	0.859	0.943	-0.998	-0.737	-0.064	-1.000	1	
<b>AI</b>	0.794	-0.794	-0.964	-0.796	0.952	0.923	0.384	0.938	-0.940	1



A- *Minuartia anatolica* var. *phrygia*, B- *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*, C- *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides*, D- *Minuartia aksoyi*.  
**Şekil 4.13.** a) AI-DI, b) A1-A2, c) Syi-Rec, d)  $CV_{Cl}$ - $CV_{CL}$  asimetri indeks değerlerinin Scatter diyagramları

## 5. TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

Karyotip bir taksonun kromozomlarının sayı, şekil ve büyüklüklerinin belirlenmesidir. Karyotip analizi yapılarak bir bireyin kendi genomu içindeki kromozomları birbirlerinden ayrılabilir veya cins, tür ve tür altı taksonlar birbirleriyle karşılaştırılabilir. Böylece bireyler ve taksonlar arasındaki kromozom farklılıkları ve benzerlikleri belirtilerek akrabalık ilişkileri tespit edilebilir.

Bu çalışmada, Türkiye’de doğal olarak yayılış gösteren *Minuartia* cinsine ait *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*, *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*, *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* ve *Minuartia aksoyi* taksonlarının kromozom sayıları tespit edilerek karyotip, idiogram ve asimetri dereceleri belirlenmiştir. Bu işlemler için *Minuartia* tohumlarının çimlendirilmesiyle elde edilen kök ucu hücrelerinden metafaz kromozomlarının elde edilmesi gerekmektedir. Kromozomların yapısal özelliklerini bütün incelikleri ile görebilmek için somatik kromozomlarda gözlemler yapmak gerekir. Somatik kromozomların morfolojik yapılarını mitoz bölünmenin metafaz safhasında incelemek en doğru yoldur. Anafaz başlangıcında da kromozomların yapısal özellikleri hakkında bilgiler elde edilebilir. Bununla birlikte somatik bir hücrenin mitoz bölünmesinin metafaz safhasında yapılan gözlemler kromozomların morfolojik özelliklerini belirlemek, onlar arasında karşılaştırmalar yapmak bakımından en elverişli sonuçları verir. Bu sonuçları en iyi şekilde elde edebilmek için bitki tohumlarını çimlendirdikten sonra 2 saat kolşisinde bekletmemiz yeterlidir. Kolşisin; metafazda durdurucu bir ajandır. Metafazda kromozomlar, sentrozomlar arasında oluşan iğ ipliklerine, ekvator düzleminde yerleşir. Bu evrede kardeş kromatidler ayrılmaya tam olarak hazırdır ve kromozomların daha belirgin görünmesi gerçekleşmiştir.

Çalışmamızda kromozomların boyanmasında asetokarmin boyası kullanılmıştır. Asetokarmin boyasının en önemli avantajı çeper parçalayıcı özelliğinin olmasıdır [27]. Bu sayede çeper parçalamak için materyallerimizi HCl ile muamele etmemiz gerekmemektedir. Somatik metafaz kromozomlarının 5’er adet görüntüleri elde edilerek bilgisayar ortamına aktarılmış ve kromozomların toplam boyları görüntü analiz sistemi aracılığı ile mikrometre cinsinden ölçülmüştür. Karyotip analizleri son



yıllarda farklı isimlerle adlandırılan bu tipteki bilgisayar destekli programlar aracılığı ile yapılmaya başlanmıştır. Görüntü analiz sistemleri karyotip analizlerinde hata oranının minimuma indirgenmesinde büyük rol oynamaktadır. Ayrıca, karyotiplerin hazırlanmasının oldukça kısa bir zaman alması, kromozom ölçümlerine pratiklik kazandırması, karyogram ve idiyogramların otomatik olarak hazırlanması gibi avantajları da bulunmaktadır. Çalışmamızda görüntü analiz sistemi olarak “Bs200ProP Image Processing and Analysis Systems” kullanılmıştır.

Taksonlarımızın ortalama kromozom uzunlukları 3.70-5.70  $\mu\text{m}$  arasında değişmektedir. Ortalama kromozom uzunlukları *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*'da 5.51, *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*'de 5.70, *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides*'de 3.70 ve *Minuartia aksoyi*'de ise 5.44  $\mu\text{m}$ 'dir. Bu değerlere göre cinsin kromozom uzunluklarının oldukça küçük olduğunu söyleyebiliriz. *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* ve *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* taksonlarının kromozom sayıları  $2n = 24$  ve  $2n = 14$  olarak tespit edilmiştir. Başka araştırmalarda *Minuartia anatolica*'nın bazı varyetelerinin kromozom sayıları  $2n = 30$  olarak rapor edilmiştir. Bu varyeteler *Minuartia anatolica* var. *anatolica*, *Minuartia anatolica* var. *arachnoidea* McNeill ve *Minuartia anatolica* var. *polymorpha* McNeill taksonlarıdır [4-5,8]. Ayrıca çalışmamızda *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* taksonunun kromozom sayısı  $2n = 14$  olarak tespit edilmiştir. Çelebioğlu ve Favarger (1982) ise çalışmalarında *Minuartia corymbulosa* var. *corymbulosa* taksonunun kromozom sayısını  $2n = 30$  olarak rapor etmişlerdir [5]. *Minuartia* cinsinin farklı taksonlarında kromozom sayıları farklılık gösterebilir. Aynı türün farklı lokalitelerinden toplanan örneklerinin kromozom sayısı ve karyotipik formüllerinin de farklı olabileceği bilinmektedir. Bu tip sitogenetik farklılıklar, muhtemelen infragenerik ve infraspesifik varyasyonların oluşumunu ve belirginleşmesini etkilemektedir. Ülkemiz çok çeşitli iklim ve toprak özellikleri gösterdiğinden bitki varyasyonları için uygun bir ortama sahiptir. Bitkiler kendilerini çevreye adapte ederek, çeşitli morfolojik ve genetik varyasyonlar gösterebilirler. *Minuartia* taksonlarında gözlemlenen kromozom sayısı farklılıkları da genetik varyasyonlardan biri olarak kabul edilebilir. Şimdiye kadar *Minuartia* cinsinde çok çeşitli kromozom sayıları rapor edilmiştir. Cins ait taksonlarda en sık rastlanan kromozom sayısı  $2n =$

30'dur. Ayrıca  $2n = 18, 20, 22, 24, 26, 28$  kromozom sayıları da bilinmektedir [39-40].

*Minuartia anatolica* var. *phyrgia*'da kromozom sayısı  $2n = 24$  ve karyotip formülü  $14m + 6sm + 4st$ , *Minuartia aksoyi*'de ise kromozom sayısı  $2n = 30$  ve karyotip formülü  $14m + 10sm + 6st$  şeklindedir. *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* ve *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* taksonlarının kromozom sayıları aynı olup  $2n = 14$ 'tür. Bu iki taksonun karyotip formülleri ise farklılık göstermektedir. Karyotip formülü *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* taksonunda  $6m + 8sm$  olarak tespit edildiği halde, *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* taksonunda ise  $6m + 4sm + 4st$  olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan kromozom sayıları aynı olan taksonların karyotip formüllerinin farklılık gösterebileceğini anlıyoruz.

Çalışılan taksonların karyotip asimetri dereceleri literatürde yer alan tüm asimetri parametreleri kullanılarak hesaplandı. Bu parametrelerden biri kalitatif, diğerleri kantitatif hesaplamalardan oluşmaktadır. Asimetri indekslerinde beş tanesi (As K %, TF %, Syi, A1 ve A indeksleri) bir kromozomdaki sentromer pozisyonunun değişimini değerlendirmek için farklı araştırmacılar tarafından formüle edilmiştir [32-33,35-36,38]. Asimetrinin artması ile beraber TF % ve Syi-Rec değerleri azalma göstermektedir. Aksine asimetrinin artmasına paralel olarak Ask %, A1-A2 ve A değerleri de artış göstermektedir [41]. As K %, TF % ve Syi indekslerine göre en simetrik karyotip *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*'da gözlenirken, en asimetric karyotip ise *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides*'de gözlenmiştir. *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* ise *Minuartia aksoyi*'den daha simetriktir. Ayrıca As K % - TF % arasında ( $r = -1.000$ ) ve As K % - Syi indeksi arasında ( $r = -0.999$ ) mükemmel negative korelasyonlar gözlenmiştir. Syi ve Rec indeksleri arasında ise pozitif korelasyon bulunmuştur.

Rec, A1 ve A indekslerine göre en simetrik karyotip *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*'de gözlenirken, en asimetric karyotip ise *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides*'de gözlenmiştir. *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* ise *Minuartia aksoyi*'den daha simetriktir. A1 ve A2 indeksleri ( $r = 0.762$ ) arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Kalitatif tek hesaplama olan Stebbins sınıflandırmasında da *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* en simetrik karyotip olarak belirlenmiştir.

Fakat bu sınıflandırmada diğerlerinden farklı olarak *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* ve *Minuartia aksoyi*'nin asimetri dereceleri aynıdır (3B).

$CV_{CI}$  ve  $CV_{CL}$  değerlerine bağlı olarak hesaplanan AI, karyotip asimetrisi ile ilgili *Minuartia* taksonları arasındaki ilişkileri değerlendirmesi ve genel sınıflandırma gücü bakımından önemlidir. AI değerine göre en simetrik karyotip *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*'de gözlenirken, en asimetrik karyotip ise *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides*'de gözlenmiştir. *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* ise *Minuartia aksoyi*'den daha simetriktir.  $CV_{CI}$  ve  $CV_{CL}$  değerleri arasında pozitif korelasyon gözlenmiştir.

DI değeri karyotip asimetri değerlendirmesinde tek bir değer vermek için Lavania and Srivastava (1992) tarafından geliştirilmiştir [37]. DI değerine göre en simetrik karyotip *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*'de gözlenmiştir. Bu sonuç Rec, A1 ve A indeksleri ile benzerdir. Fakat en asimetrik karyotip olarak *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* olarak belirlenmiştir ve bu sonuç hiçbir asimetri indeksinde gözlenmemiştir. Hatta As K %, TF % ve Syi indekslerine göre *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* en simetrik karyotip, diğer indekslere göre de en simetrik ikinci karyotiptir. AI ve DI değerleri arasında ( $r = 0.384$ ) zayıf pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Sonuç olarak *Minuartia anatolica* var. *phyrgia*, *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides*, *Minuartia corymbulosa* var. *gypsophilloides* ve *Minuartia aksoyi* taksonlarının kromozom sayıları, karyotipleri, idiogramları ve karyotip asimetri dereceleri belirlenmiştir. Yapılan literatür araştırmalarında bugüne kadar *Minuartia* cinsinin incelediğimiz dört taksonuyla ilgili karyotipik incelemelerin yapıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Sonuçlarımız bu dört taksonun karyotip analizleriyle ilgili ilk verilerdir. Çalışma kapsamında  $2n = 14, 24, 30$  gibi farklı kromozom sayıları rapor edilmiştir. *Minuartia anatolica* var. *phyrgia* ve *Minuartia anatolica* var. *scleranthoides* taksonlarına ait karyotipler oldukça simetriktir. Çünkü bu taksonlar çok sayıda median kromozoma ve daha az sayıda submedian ve subterminal kromozomlara sahiptir. Türkiye'de doğal yayılış gösteren *Minuartia* cinsine ait tür ve tür altı taksonlarının kromozom sayılarının belirlenmesi ile elde ettiğimiz bu sonuçlar, bitki taksonomisindeki problemlerin giderilmesinde, özellikle endemik ve

nesli tikenmekte olan turlerin gen kaynaklarının korunmasında kullanılacak olcütler olarak değerlendirilmesi bakımından önem teşkil etmektedir. Elde edilen bu karyolojik sonuğların *Minuartia* cinsi ile ilgili taksonomik problemlerinin giderilmesine ışık tutacağı kanaatindeyiz.

## KAYNAKLAR

1. Lawrence, G. H. M., Taxonomy of Vascular Plants. MacMillan Publishing, New York, 486-489 pp., 1951.
2. Williams, F. N., Revision of The Forms of The Genus *Gypsophila* L., Jown Bot. London, 27: 321-329, 1989.
3. Huber-Morath A., *Gypsophila* L., *Ankyropetalum* Fenzl in Davis, P.H.(ed.). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 2: 147-171. Edinburgh University Press, 1967.
4. Çelebioğlu, T., Favarger, C., In IOPB chromosome number reports LXXXI. Taxon 32: 666–667, 1983.
5. Çelebioğlu, T., Favarger, C., Contribution à la cytotaxonomie du genre *Minuartia* L. (Caryophyllacées) en Turquie et dans quelques régions voisines. Biol.-Ecol. Medit. 9: 139–160, 1982.
6. Franzen, R., Gustavsson, L.A., Chromosome numbers in flowering plants from the high mountains of Sterea Ellas, Greece. Willdenowia, 13: 101–106, 1983.
7. Çelebioğlu, T., Favarger, C., A propos du *Minuartia montana* L. et du series *Montanae* Mattf. de genre *Minuartia* L. Candollea, 41: 423–430, 1986.
8. Çelebioğlu, T., Favarger, C., Mediterranean chromosome number reports 3 (125–166). Fl. Medit. 3: 323–333, 1993.
9. Murin, A., Majovsky, J., Karyological study of Slovakian flora I. Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comeninae Bot., 27: 127–133, 1979.
10. Starlinger, F., et al., Neue Chromosomen zählungen für die Flora Rumäniens in Naturwissenschaftliche Forschungen über Siebenburgen, V: 181–194. Beitrage zur Flora, Vegetation und Fauna von Siebenburgen. Bohlau Verlag, Koln, 1994.
11. Lara Ruiz, J. Mediterranean chromosome number reports 3 (204–216). Fl. Medit., 3: 354–358, 1993.
12. Aryavand, A., Favarger, C., Contribution a l'etude cytotaxonomique des Caryophyllacees de l'Iran. Biol. Ecol. Medit., 7: 15–26, 1980.
13. Díaz de la Guardia, C., Números cromosómicos de plantas occidentales, 427–435. Anales Jard. Bot. Madrid, 44: 132–135, 1987.
14. Favarger, C., Recoder, P.M. Commentaires sur la caryologie des espèces de *Minuartia* L. de la Péninsule Ibérique. Anales Jard. Bot. Madrid, 44: 558–564, 1987.
15. Petrova, A., Mediterranean chromosome number reports 5 (415–434). Fl. Medit.,z5: 279–288, 1995.

16. Bittrich, V., Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid families, vol 2, pp. 206-236. *In: The Families and Genera of Vascular Plants* (Eds: K. Kubitzki, J. Rohwer, V. Bittrich). Springer Verlag, Berlin, 1993.
17. McNeill, J., *Minuartia* L., vol 2, pp. 38-67. *In: Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Ed. Davis, P. H. ). Edinburgh University Press, Edinburgh, 1967.
18. Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E. Sitogenetik, Nobel Yayın Dağıtım, Yayın no 99, Ankara, Şubat 2010.
19. Güler, D., et al., Tıbbi Biyoloji ve Genetik. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 1995.
20. Paweletz, N., Walther Flemming: Pioneer of mitosis research. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 2, 72–75, 2001.
21. Winkelmann, A., Wilhelm von Waldeyer-Hartz (1836-1921): An anatomist who left his mark. *Clinical Anatomy*, 20: 231–234, 2007.
22. Wilson, E.B., Mendel's principles of heredity and the maturation of the germ cells. *Science*, 16: 991–993, 1902.
23. Wieman, H.L., Chromosomes in man. *American Journal of Anatomy*, 14: 461-471, 1913.
24. Tjio, J.H., Levan, A., The chromosome number of man. *Hereditas*, 42: 1-6, 1956.
25. Bozcuk, A.N., Genetik, Palme Yayıncılık, Ankara, 2000.
26. Kuru, M., Gözükar, S.E., Genetik (569 Örnek Problem İle). Palme Yayıncılık, Ankara, 2001.
27. Elçi, Ş., Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler, 100. Yıl Üniversitesi Yayınları, Yayın No 18, Van, 1994.
28. Levan, A.K., et al., Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220, 1964.
29. Denver Study Group, A proposed standard system of nomenclature of human mitotic chromosomes - *Acta Gen.* 10: 322-328, 1960.
30. Paszko, B., A critical review and a new proposal of karyotype asymmetry indices. *Plant Syst Evol* 258:39-48, 2006.
31. Stebbins, G.L., Chromosomal evolution in higher plants. Edward Arnold Publisher Ltd, London, 1971.
32. Huziwara, Y., Karyotype analysis in some genera of Compositae. VIII. Further studies on the chromosome of *Aster*. *Amer J Bot* 49:116-119, 1962.

33. Arano, H. Cytological studies in subfamily Carduoideae (Compositae) of Japan. IX. The karyotype analysis and phylogenic considerations on *Pertya* and *Ainsliaea*. Bot Mag Tokyo 76:32-39, 1963.
34. Greilhuber, J. and Speta, F., C-banded karyotype in the *Scilla bohenackeri* Group, *S. Persica* and *Puschkinia* (Liliaceae). Plant Syst. Evol, 126: 149-188, 1976.
35. Venora, G., et al., Chromatin organisation and computer aided karyotyping of *Triticum durum* Desf. cv *Timilia*. Caryologia 55:91-98, 2002.
36. Romero Zarco, C., A new method for estimating karyotype asymmetry. Taxon 35:526-530, 1986.
37. Lavania, U.C., Srivastava, S., Quantitative delineation of karyotype variation in *Papaver* as a measure of phylogenetic differentiation and origin. Curr Sci India 77:429-435, 1999.
38. Watanabe, K., et al., Chromosomal evolution in the genus *Brachyscome* (Asteraceae, Astereae): Statistical tests regarding correlation between changes in karyotype and habit using phylogenetic information. J Plant Res 112:145-161, 1999.
39. Davis, P.H., et al., Flora of Turkey and the East Aegean Islands (suppl.1), vol.10. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp 67–69, 1988.
40. Güner, A., et al., Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.:11, Edinburgh University Press, 2000.
41. Zuo, L., Yuan, Q., The difference between the heterogeneity of the centromeric index and intrachromosomal asymmetry. Plant Syst Evol 297:141-145, 2011.

## ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Bursa'da doğan Neslihan ŞİMŞEK, ilk ve orta öğretimini sırasıyla Erdoğan Şahinoğlu İlköğretim Okulu ve Ahmet Vefik Paşa Lisesinde tamamlamıştır. 2006 yılında kazandığı Bozok Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü 2010 yılında başarıyla bitirmiştir.

2010 yılında yüksek lisans eğitimine Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında başlamıştır. Yrd. Doç. Dr. Halil Erhan EROĞLU danışmanlığında hazırladığı “Bazı *Minuartia* Taksonlarının Karyotip Analizi” başlıklı tez çalışması ile halen yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.

### İletişim Bilgileri

Adres: Esenevler mah. Kader sk. No:30/4

16300 BURSA/Yıldırım

Telefon: (224) 342 04 90

E-posta: nesli\_357@hotmail.com