

**TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN
BAZI ÇEKİRGE (INSECTA: ORTHOPTERA)
TÜRLERİNDE KARYOLOJİK
İNCELEMELER**

Şifa TÜRKOĞLU

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2001

114187

114187

T. C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI ÇEKİRGE
(INSECTA: ORTHOPTERA) TÜRLERİNDE KARYOLOJİK
İNCELEMELER

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

114187

Şifa TÜRKÖĞLU

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Serdar KOCA

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Biyoloji Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. Battal ÇIPLAK.....
Üye Doç. Dr. Öztürk ÖZDEMİR.....
Üye Doç. Dr. Fevzi BARDAKÇI.....
Üye Yrd. Doç. Dr. Nükhet AKPINAR (Raportör).....
Üye Yrd. Doç. Dr. Serdar KOCA.....
Üye

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım

/ / 2001

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Prof. Dr. Necati ÇELİK

N. Çelik

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 05/01/1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30/12/1993 tarihinde C. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne hazırlanan ve yayınlanan “Yüksek Lisans ve Doktora Yazım Kılavuzu” adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
SUMMARY	ii
TEŞEKKÜR	iii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
TABLolar DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL ve METOD	10
2. 1. Kromozom Analiz Çalışmaları	12
2. 2. C-band Analizi	13
2. 3. G-band Analizi	14
2. 4. DNA Miktarının Feulgen Mikrospektrofotometre İle Ölçülmesi	14
2. 5. Verilerin Değerlendirilmesi	15
3. BULGULAR	15
3. 1. Çalışılan türlere ait Karyolojik Özellikler, C- ve G-band Örnekleri	16
3.1. 1. <i>Calliptamus italicus</i>	16
3.1. 2. <i>Oedipoda schochi schochi</i>	21

3. 1. 3. <i>Acrotylus insbricus</i>	27
3. 1. 4. <i>Omocestus ventralis</i>	34
3. 1. 5. <i>Chortippus dorsatus</i>	41
3. 1. 6. <i>Decticus albifrons</i>	46
3. 1. 7. <i>Paraholidoptera signata</i>	53
3. 1. 8. <i>Callimenus macrogaster macrogaster</i>	59
3. 2. Çalışılan Türlerin 2C DNA Miktarı Sonuçları	66
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	69
5. KAYNAKLAR	79
6. ÖZGEÇMİŞ	99

ÖZET

DOKTORA TEZİ

**TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI ÇEKİRGE
(INSECTA: ORTHOPTERA) TÜRLERİNDE KARYOLOJİK
İNCELEMELER**

Şifa TÜRKÖĞLU

**Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı**

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Serdar KOCA

Bu çalışmada, Türkiye'de yayılış gösteren bazı çekirge türlerinin kromozom sayıları, kromozom morfolojileri, C- ve G-band örnekleri ile 2C nükleer DNA içerikleri araştırılmıştır.

Çalışılan türlerden, *Calliptamus italicus*'un $2n \♂ = 23$; *Oedipoda schochi schochi*'nin $2n \♂ = 25$; *Acrotylus insbricus*'un $2n \♂ = 23$; *Omocestus ventralis*'in $2n \♂ = 17$; *Chorthippus brunneus*'un $2n \♂ = 17$; *Decticus albifrons*'un $2n \♂ = 31$; *Parapholidoptera signata*'nın $2n \♂ = 31$ ve *Callimemus macrogaster macrogaster*'in $2n \♂ = 23$ kromozoma sahip olduğu tespit edilmiştir ve bu kromozomlara ait morfometrik ölçümler (kromozom uzunluğu, relatif uzunluk, kol oranı, sentromerik indeks) gerçekleştirilmiştir. düşünülmektedir.

Çalışılan türlerin tümünün eşey belirleme mekanizmasının XO ♂ / XX ♀ tipinde olduğu belirlenmiş, bu türlere ait C- ve G-band örnekleri çıkarılmıştır.

Türlerin DNA içerikleri tespit edilmiş ve birbiri ile karşılaştırılmıştır. DNA içeriği ile kromozom sayısı arasında bir ilişkinin bulunmadığı gözlenmiştir. Buna karşılık, kromozom uzunlukları ile DNA içeriği arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orthoptera, Karyotip Analizi, C-band, G-band, Nüklear DNA İçeriği



SUMMARY

Ph. D.

KARYOLOGICAL INVESTIGATIONS of SOME ORTHOPTERA

(INSECTA: ORTHOPTERA) SPECIES LIVING in TURKEY

**Cumhuriyet University, Graduate School of Natural and Applied
Sciences, Department of Biology**

**Supervisor
Dr. Serdar KOCA**

In this study, chromosome numbers, chromosome morphology, C- and G-banding patterns and 2C nuclear DNA contents of some Orthoptera species that living in Turkey were investigated.

It was detected that, from studied species, *C. italicus* has $2n \♂= 23$; *O. schochi schochi* has $2n \♂= 25$; *A. insbricus* has $2n \♂= 23$; *O. ventralis* has $2n \♂= 17$; *Ch. brunneus* has $2n \♂= 17$; *D. albifrons* has $2n \♂= 31$; *P. signata* has $2n \♂= 31$ and *C. macrogaster macrogaster* has $2n \♂= 23$ and the morphometrical measurements (chromosome length, relative length, arm ratio, centromeric index) of these chromosomes were determined.

It was found that the determination of sex mechanism of all the studied species is $X0 \text{ ♂} / XX \text{ ♀}$. Additionally, C- and G- banding patterns of these species were investigated.

DNA contents of studied species were detected and compared with each other. No correlation was detected between DNA content and chromosome numbers was observed. However, there was a significant relation between chromosome length and DNA content.

Key Words: Orthoptera, Karyotype Analysis, C-band, G-band, Nuclear DNA Content



TEŞEKKÜR

Tez konusunu bana veren ve çalışmalarımın her aşamasında yardımcı olan danışman hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Serdar KOCA'ya ve çalışmalarına yön veren Tez İzleme Komitesi Üyeleri Doç. Dr. Öztürk ÖZDEMİR ve Doç Dr. Fevzi BARDAKÇI'ya teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. M. Ali AKPINAR, Yrd. Doç. Dr. Nükhet AKPINAR, Yrd. Doç. Dr. Lütfiye GENÇER, Yrd. Doç. Dr. Sabri KILINÇ ve Teknisyen Banu KARAPINAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışılan çekirgelerin tür teşhislerini yapan Prof. Dr. Battal ÇIPLAK'a (Akdeniz Üniversitesi) teşekkür ederim.

Tez çalışması içerisinde yer alan grafiklerin çiziminde yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Ulvi ULUSOY'a teşekkür ederim.

Bu çalışmada kullandığım fotoğrafların çekimi sırasında yardımlarını gördüğüm Histoloji-Embriyoloji Anabilim Dalı Elemanlarına ve Fizyoloji Anabilim Dalı Teknisyeni Naci KILINÇ'a teşekkür ederim.

Cumhuriyet Üniversitesi Biyoloji Bölümü elemanlarına ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için önemli bir maddi destek sağlayan Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fonu'na teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olduklarını hissettiğim sevgili aileme ve Arş. Gör. Nazan ERİK, Biyolog Pelin KARAMUK ve Jeoloji Mühendisi Dursun ERİK'e teşekkür ederim.

Çalışma azmini her zaman takdir ettiğim, manevi varlığını hep yanımda hissettiğim eniştem Yrd. Doç. Dr. Fuat CEYHAN'ı sevgiyle anıyorum.

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Fotoğraf 1. <i>C. italicus</i> 'un somatik metafaz kromozomları	16
Fotoğraf 2. <i>C. italicus</i> 'un somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği	18
Fotoğraf 3. <i>O. schochi</i> 'nin somatik metafaz kromozomları	21
Fotoğraf 4. <i>O. schochi</i> 'nin somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği	24
Fotoğraf 5. <i>O. schochi</i> 'nin somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği	24
Fotoğraf 6. <i>A. insbricus</i> 'un somatik metafaz kromozomları	27
Fotoğraf 7. <i>A. insbricus</i> 'un somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği	30
Fotoğraf 8. <i>A. insbricus</i> 'un somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği	30
Fotoğraf 9. <i>O. ventralis</i> 'in somatik metafaz kromozomları	34
Fotoğraf 10. <i>O. ventralis</i> 'in somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği	37
Fotoğraf 11. <i>O. ventralis</i> 'in somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği	37
Fotoğraf 12. <i>Ch. brunneus</i> 'un somatik metafaz kromozomları	41

Fotoğraf 16. <i>D. albifrons</i> 'un somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği	49
Fotoğraf 17. <i>D. albifrons</i> 'un somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği	50
Fotoğraf 18. <i>P. signata</i> 'nın somatik metafaz kromozomları	53
Fotoğraf 19. <i>P. signata</i> 'nın somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği	56
Fotoğraf 20. <i>P. signata</i> 'nın somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği	57
Fotoğraf 21. <i>C. macrogaster</i> 'in somatik metafaz kromozomları	59
Fotoğraf 22. <i>C. macrogaster</i> 'in somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği	62
Fotoğraf 23. <i>C. macrogaster</i> 'in somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. <i>C. italicus</i> 'un karyogramı	17
Şekil 2. <i>C. italicus</i> 'un idiogramı	18
Şekil 3. <i>C. italicus</i> 'un C-band karyogramı	19
Şekil 4. <i>O. schochi</i> 'nin karyogramı	22
Şekil 5. <i>O. schochi</i> 'nin idiogramı	23
Şekil 6. <i>O. schochi</i> 'nin C-band karyogramı	25
Şekil 7. <i>A. insbricus</i> 'un karyogramı	28
Şekil 8. <i>A. insbricus</i> 'un idiogramı	29
Şekil 9. <i>A. insbricus</i> 'un C-band karyogramı	31
Şekil 10. <i>A. insbricus</i> 'un G-band karyogramı	32
Şekil 11. <i>O. ventralis</i> 'in karyogramı	35
Şekil 12. <i>O. ventralis</i> 'in idiogramı	36
Şekil 13. <i>O. ventralis</i> 'in C-band karyogramı	38
Şekil 14. <i>O. ventralis</i> 'in G-band karyogramı	39
Şekil 15. <i>Ch. brunneus</i> 'un karyogramı	42
Şekil 16. <i>Ch. brunneus</i> 'un idiogramı	43
Şekil 17. <i>D. albifrons</i> 'un karyogramı	47
Şekil 18. <i>D. albifrons</i> 'un idiogramı	48
Şekil 19. <i>D. albifrons</i> 'un C-band karyogramı	49
Şekil 20. <i>D. albifrons</i> 'un G-band karyogramı	51
Şekil 21. <i>P. signata</i> 'nın karyogramı	54
Şekil 22. <i>P. signata</i> 'nın idiogramı	55
Şekil 23. <i>P. signata</i> 'nın C-band karyogramı	56
Şekil 24. <i>C. macrogaster</i> 'in karyogramı	60

Şekil 25. <i>C. macrogaster</i> 'in idiogramı	61
Şekil 26. <i>C. macrogaster</i> 'in C-band karyogramı	63
Şekil 27. <i>C. macrogaster</i> 'in G-band karyogramı	64
Şekil 28. Çalışılan Orthoptera türlerinin DNA içeriği ile kromozom Uzunlukları arasındaki ilişki	67
Şekil 29. Çalışılan Orthoptera türlerinin DNA içeriği ile Kromozom sayısı arasındaki ilişki	68



TABLOLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. Çalışılan Orthoptera türleri, yakalandıkları yer ve tarih	12
Tablo 2. <i>C. italicus</i> 'un somatik metafaz kromozomlarının Ölçümleri	20
Tablo 3. <i>O. schochi</i> 'nin somatik metafaz kromozomlarının Ölçümleri	26
Tablo 4. <i>A. insbricus</i> 'un somatik metafaz kromozomlarının Ölçümleri	33
Tablo 5. <i>O. ventralis</i> 'in somatik metafaz kromozomlarının Ölçümleri	40
Tablo 6. <i>Ch. brunneus</i> 'un somatik metafaz kromozomlarının Ölçümleri	45
Tablo 7. <i>D. albifrons</i> 'un somatik metafaz kromozomlarının Ölçümleri	52
Tablo 8. <i>P. signata</i> 'nın somatik metafaz kromozomlarının Ölçümleri	58
Tablo 9. <i>C. macrogaster</i> 'in somatik metafaz kromozomlarının Ölçümleri	65
Tablo 10. Çalışılan Orthoptera türlerinin nükleer 2C DNA miktarları	66

1. GİRİŞ

Türkiye faunasına ait canlıların sitogenetik özellikleri hakkındaki bilgiler henüz yeterli düzeye ulaşmamıştır. Oysa ki coğrafi durumu, değişik iklim tipleriyle çok çeşitli biyotopları yapısında bulunduran ve bunlardan dolayı da bir kıta karakteri gösteren Türkiye’de diğer ülkelerle kıyaslanmayacak derecede zengin ve ilginç canlılar topluluğu bulunmaktadır. Asya ve Avrupa ile doğrudan doğruya, Güney sınırları ile uzaktan da olsa Afrika ile bağlantısı olan Türkiye’nin bu canlılar topluluğunun biran önce bilim alemine sunulması önem taşımaktadır (Demirsoy, 1975).

Türkiye faunasına ait geniş bir yayılım gösteren canlı gruplarından biri de Orthoptera faunasıdır. Sistematik durumları üzerinde çok çalışılmış olan Orthoptera faunasının sitogenetik özellikleri hakkındaki bilgilerimiz hala çok sınırlıdır.

Tür teşhislerinde sitolojik verilerin değeri uzun zamandır bilinmektedir. Son yıllarda yapılan çok sayıdaki sitogenetik çalışmalar hayvan ve bitki taksonomisinin gelişimine önemli yararlar sağlamaktadır.

Sitotaksonomistler farklı türler, ırklar ve yüksek taksonomik sınıflar arasındaki genetik, sitolojik, anatomik ve morfolojik farklılıkları göz önüne alarak morfolojik olarak ayıramayan türlerin sınıflandırılmasında ve evrimsel yönden akrabalık ilişkilerinin belirlenmesinde sağlıklı sonuçlara varabilmektedirler (White, 1973).

Taksonomide kullanılan sitolojik özelliklerin başında kromozom sayısı ve morfolojisi gelir. Bu amaçla farklı familyalara ait farklı cinslerin türlerinde yapılan karyotip analizleri önemli sitotaksonomik verileri sağlamaktadır (Warchałowska-Śliwa, 1984 a, 1984 b; Sentis ve Ark., 1984; Muthu, 1988; Juan ve Ark., 1989; Khuda-Bukhsh ve Kar, 1990; Dutta ve Gautam, 1993; Kapoor ve Gautam, 1994; Reina ve Ark., 1994; Yaseen ve Ark., 1996; Ebied, 1998; Gomes ve Ark., 1998; Fontanetti, 1998).

Anatomik ve morfolojik karakterler çevresel faktörlerle değişime uğrayabilirken, kromozomlar daha sabit bir yapı göstermektedir ve kalıtım

mekanizması ile bağlantı halinde bulunarak evrimsel değişimlerin temelini oluşturmaktadır.

Bir bireyin sahip olduğu kromozom sayısı ve morfolojisi onun karyotipini oluşturur. Karyotip analizleri bir bireyin kendi genomu içindeki kromozomlarını, birbirleriyle karşılaştırmada ve diğer bireylerle olan kromozom yapı farklılıklarını belirlemede kullanılmaktadır. Karyotip analizlerinde esas alınan kriterler kromozom sayısı ve büyüklüğü, sentromerin konumu, kromozom kollarının oransal ilişkisi, sekonder boğumun yeri ve oluşturdukları satellitlerin varlığıdır.

Kromozomlarının büyük ve sayılarının az olması nedeniyle sitolojik çalışmaların birçoğunda Orthoptera faunasına ait türler sıklıkla kullanılmaktadır. Dünya yüzeyinde çok çeşitli coğrafik bölgelerde geniş bir yayılış gösteren Orthoptera türleri üzerinde birçoğ araştırıcı sitolojik araştırmalar yapmışlardır. Orthoptera faunasına ait ilk karyotip çalışmaları 20. yüzyılın başlarında başlamıştır (Mc Clung, 1902, 1905; Woolsey, 1915). Fakat, yapılan çalışmalarda Orthopteroid böceklerin % 5 inin sitolojik özellikleri belirlenebilmiştir ve çalışılan bu türlerin birçoğu tropikal ve subtropikal türlerdir (Hewitt, 1979). Bu sorun 30 lu yıllarda yapılan çalışmalarla (Winniwarter, 1931; Hareyama, 1932; Ohmachi, 1935; Asana ve Ark., 1938) aşılmaya çalışılmış, ancak en hızlı ilerleme 60 lı yıllardan bugüne kadar yapılan çalışmalarla (Matthey, 1948; Piza, 1950, 1953, 1958; Henderson, 1961; Dave, 1965; Ferreira, 1969, 1973, 1976; Mesa ve Ferreira, 1977; Warchałowska-Śliwa, 1984 a, 1984 b, 1988, 1998; Warchałowska-Śliwa ve Ark., 1992, 1995; Warchałowska-Śliwa ve Goročov, 2000) ivme kazanmıştır.

Bir cins içinde, birbirine yakın akraba türlerin kromozom sayıları ve yapıları birbirinden farklı olabilir. Sayısal varyasyonun nedeni euploidi ve aneuploidi ile sentrik füzyon (Robertson tipi translokasyon) ve sentrik fizyona bağlanabilir.

Kromozom sayısında değişim meydana getiren poliploidi bitkilerde sıklıkla meydana gelmesine karşın hayvanlarda nadiren görülmektedir. Çünkü dölde poliploid bireylerin oluşmasına yol açacak birden fazla kromozom takımı taşıyan gametler verebilecek bireylerin bir arada bulunma şansı çok düşüktür.

Ayrıca poliploidi hayvanlarda eşeyi belirleyen kromozomların sayısını artırarak eşey tayini mekanizmalarında dengesizliğe yol açmakta, bunun sonucu olarak da kısırlık ortaya çıkmaktadır (Oraler Temizkan, 1994). Bazı Orthoptera türlerinde poliploidi seviyesinin genellikle di-, hekza- ve octoploid şeklinde olduğu bildirilmiştir (Kiknadze ve Ark., 1975, Istomina ve Kiknadze, 1978; Kiknadze ve Istomina, 1980; Goncharova ve Ark., 1981). Orthoptera türlerinin somatik hücrelerinde poliploidi çok nadir olarak meydana gelmektedir. Bu durum Delić ve Sofradžija (1985) tarafından *Decticus albifrons* türünün gastroçekum hücrelerinde gösterilmiştir. Eşey hücrelerinde poliploid nükleus taşıyan Orthoptera türlerinin varlığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (John ve Henderson, 1962; Lim ve Ark., 1973; Peters, 1981; Cabrero ve Camacho, 1985).

Birçok bitki ve hayvan türünde kromozom yapısında meydana gelen değişimlere translokasyon, inversiyon, delesyon ve duplikasyon olayları neden olmaktadır. Kromozom sayı ve yapısında değişim meydana getiren olaylardan birisi de sentrik füzyondur (Robertson tipi translokasyonlar, sentrik kaynaşma). Bu olay homolog ya da homolog olmayan akrosentrik kromozomlarda görülen özel bir resiprokal translokasyon tipidir. Bu translokasyonda, kromozomlardan birinde sentromere yakın olarak kısa kolunda, diğerinde ise yine sentromere yakın uzun kolunda birer kırılma olur. Daha sonra iki kromozomun uzun ve kısa kolları birleşerek translokasyon kromozomlarını oluştururlar. Ancak, ortaya çıkan bu anormal kromozomlardan küçük olanı çoğunlukla bir sonraki bölünmede dejenere olarak kaybolup gider. Kromozom sayı ve yapısında değişim meydana getiren olaylardan birisi de sentrik fizyondur. Bu olayda metasentrik bir kromozom sentromerden ikiye ayrılmakta ve iki akrosentrik kromozomun oluşumuna neden olmaktadır (Schulz-Schaeffer, 1980; Başaran, 1994).

Petitpierre ve Ark. (1991) *Longitarsus* (Coleoptera) genusuna dahil türlerde kromozom sayısında sentrik fizyondan kaynaklanan bir artmanın olduğunu belirlemişlerdir. Psylloidea (Homoptera) türlerinde görülen kromozom sayısındaki değişimlerin sentrik füzyon veya sentrik fizyondan kaynaklandığı düşünülmektedir (Maryńska-Nadachowska ve Ark., 1994).

Orthoptera faunasına ait Tettigoniinae ve Bradyporinae gruplarında sentrik füzyonun yoğun olduğu ve kromozom sayısında değişimlere neden olduğu bildirilmektedir (Khuda-Bukhsh ve Kar, 1990). *Pholidoptera aptera* ($2n\♂= 29$) türünün kromozom sayısının Tettigoniidae familyasına dahil birçok türden ve *Pholidoptera griseoptera*'dan ($2n\♂=31$) farklı olmasının nedeninin birinci ve ikinci otozomal kromozomlar arasında meydana gelen sentrik füzyondan dolayı olduğu düşünülmektedir (Warchałowska-Śliwa, 1984 b). *Atrichotmethis semenovi* ve *Saxetania cultricolis* türlerinde görülen neo-X kromozomlarının da sentrik füzyondan kaynaklandığı sanılmaktadır (Bugrov ve Warchałowska-Śliwa, 1997). White (1973) ve Hewitt (1979) Tettigoniinae'nin bilinen bütün türleri için temel kromozom sayısının $2n\♂= 31$ olduğunu ileri sürmüşlerdir. Warchałowska-Śliwa ve Maryńska-Nadachowska (1995) ise *Tettigonia* genusuna dahil türlerde yaptıkları karyotip çalışmalarında kromozom sayısını $2n\♂= 29$ olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar kromozom sayısındaki bu azalmanın sentrik füzyonun bir sonucu olduğunu ileri sürmüşlerdir. *Gampsocleis* genusuna dahil *G. glabra* ($2n\♂= 23$) türünün kromozom sayısının bu genusa ait diğer türlerden ($2n\♂= 31$) farklı olmasının nedeni olarak multipli translokasyon ve füzyonlardan bahsedilmektedir (Warchałowska-Śliwa, 1984 b). *Liarina* (Orthoptera: Tettigoniidae, Agraeciini) genusuna ait türlerde yapılan çalışmalarda karyotip farklılıklarının sentrik füzyon ve tandem füzyonun bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Warchałowska-Śliwa ve Gorochoy, 2000).

Bir kromozomun içinden kopan bir parçanın dönerek koptuğu yere ters yönde yeniden yapışması sonucu inversiyon olayı meydana gelir. İversiyon sonucunda kromozomdaki genlerin diziliş sırasında değişim gerçekleşir. Koptuğu yere ters dönerek yapışan kromozom parçası sentromer içeriyorsa perisentrik, içermiyorsa parasentrik inversiyon olarak adlandırılır. Perisentrik inversiyon bazen kromozom morfolojisinde değişimlere yol açabilir; metasentrik bir kromozom submetasentrik veya akrosentrik bir kromozom metasentrik olabilir (Oraler Temizkan, 1994).

Orthoptera takımı üyelerinin birçoğunda perisentrik inversiyon sonucu kromozom morfolojisinin değiştiği bildirilmektedir (Messina ve Ark., 1975;

Hewitt, 1979; John, 1983; Warchałowska-Śliwa ve Ark., 1996; Warchałowska-Śliwa ve Bugrov, 1998).

Kromozom sayı ve morfolojisinin yanısıra kromozomlarda oluşan band örnekleri de kromozomları sınıflandırmada oldukça önemli rol oynamaktadır. Genellikle, bandlama; akraba türler arasındaki kromozom farklılıklarını tanımlama, filogenetik ilişkiyi belirleme ve band orijinlerini analiz etme gibi farklı amaçlarla kullanılabilir (Sumner,1990).

Sitogenetik çalışmalarda sıklıkla kullanılan iki band tipi C- ve G-bandlarıdır. C-bandları kromozomlardaki konstitutif heterokromatin içeren bölgeleri belirler. Bu bölgeler yüksek tekrarlı dizilere sahiptirler ve geç replike olurlar. C-bandları DNA'nın denatürasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. G-bandları ise Giemsa boyası ile boyama sonucu meydana gelmektedir. Ancak, bu bandların oluşabilmesi için kromozomların tripsin gibi bir proteaz ile ön muameleden geçirilmesi gerekir. G-bandların oluştuğu bölgelerde kromatin sıkı bir şekilde kondensasyon göstermektedir. Buradaki DNA dizilerinin Adenin-Timin'ce zengin oldukları düşünülmektedir (Bradbury ve Ark., 1981; Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995).

Orthoptera türlerine ve diğer omurgasızlara C-band tekniği uygulandığında iyi sonuç elde edilmesine karşın, G-band tekniği ile aynı sonuç alınamamıştır. Bu türlerde band örneği ya karyotipi oluşturan kromozomların yalnızca bir kısmında meydana gelmiştir (Webb, 1976) ya da yeterince gözlenememiştir (Webb, 1978). Bu yüzden böceklerde C-band yapılmış metafaz kromozomları G- band yapılmış metafaz kromozomlarına nazaran daha sıklıkla kullanılmaktadır.

Orthoptera'da gerçekleştirilen C-bandlar; populasyon, ırk ve tür arasındaki karşılaştırma çalışmalarında, mayoz sırasında C pozitif materyalin davranışını belirlemede ve Orthoptera'nın kromatin yapısının anlaşılmasında kullanılmaktadır (Cardoso, 1987). C-bandların Orthoptera'da sıklıkla parasentromerik ve telosentromerik bölgelerde meydana geldiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Cardoso ve Ark., 1974; Drets ve Stoll, 1974; Cardoso ve Dutra, 1979; Dutra ve Cardoso, 1984). Ancak, bu gruba ait türlerde interstitial C-bandların fazla sayıda oluşmadığı da saptanmıştır (Arana ve Ark., 1980; Gosálvez ve Ark., 1980;

Gosálvez ve López-Fernández, 1981; John ve King, 1982; Santos ve Giráldez, 1982).

Orthoptera'ya ait türlerin eşey kromozomları üzerine (bilinen türlerin birçoğunda XX/X0 eşey mekanizması bulunmaktadır) C-band tekniğinin uygulanması farklı sonuçları ortaya koymuştur. X kromozomları üzerinde G-band benzeri yapılar Grylloidea ve Grylloacridoidea türlerinde meydana gelmiştir (Cea ve Marin, 1975; Cardoso ve Ark., 1984). Diğer yandan telomerik ve sentromerik bloklar Acridoidea'da sıkça meydana gelirken (Cardoso ve Ark., 1974; Cardoso ve Dutra, 1979), interstitial bandlar Acrididae türlerinin eşey kromozomlarında tespit edilmiştir (Cardoso ve Di Tomaso, 1980).

Somatik metafaz kromozomları üzerine G-band teknikleri uygulanmış ve en iyi sonucun embriyonik evrede ve prometafaz durumundaki kromozomlarda alındığı belirlenmiştir (Schnedl, 1973; Zhan ve Ark., 1984).

Eşey farklılaşması gösteren canlıların bazılarında eşeyi belirleyen genler özel kromozomlar üzerinde taşınmaktadır ve bu özel kromozomların işlevine göre çeşitli cinsiyet mekanizmaları gelişmiştir. Bunlar XX (♀) / XY (♂), X / Otozom oranı, ZZ (♂) / ZW (♀) ve XX (♀) / X0 (♂) cinsiyet mekanizmalarıdır. Bazen bir türün evrimi sırasında Y kromozomu tamamen ortadan kalkmış olabilir. Böceklerden Orthoptera ve Heteroptera ordolarının birçok türünde bu durum gözlenmektedir. Bu gruplarda iki X kromozomu taşıyan birey dişi, tek X kromozomu taşıyan birey ise erkektir (Oraler Temizkan, 1994).

Orthoptera faunasına dahil birçok türde cinsiyet belirleme mekanizmasının XX (♀) / X0 (♂) şeklinde olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Messina ve Ark., 1975; Manolache ve Varo, 1987; Warchałowska-Śliwa ve Maryńska-Nadachowska, 1992, 1995; Warchałowska-Śliwa ve Ark., 1992, 1995, 1996; Bugrov ve Ark., 1999). Bunun yanı sıra Orthoptera faunasına dahil yaklaşık 100 türde neo-XY cinsiyet kromozom mekanizmasının bulunduğu belirlenmiş ve bunların birçoğunun Morabinae (White, 1974), Acrididae (White, 1973; Hewitt, 1979; John, 1983) ve Pamphagidae (Bugrov, 1986; Bugrov ve Warchałowska-Śliwa, 1997) familyalarına dahil olduğu tespit edilmiştir.

Tettigonioidea'nın yalnızca 11 türünde XO cinsiyet belirleme mekanizmasından gelişen neo-XY cinsiyet mekanizmasının bulunduğu yapılan çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır. Neo-XY karyotipli 5 tür Listrosclinae (White ve Ark., 1967), Nedubinae (Ueshima ve Rentz, 1979), Tettigoniinae (Camacho ve Ark., 1981) ve Bradyporinae (Fernandez-Piqueras ve Ark., 1981, 1982, 1983) alt familyalarına dahil türlerde tespit edilmiştir. Phaneropterinae alt familyasının 6 türünde ise neo-XY cinsiyet mekanizmasının bulunduğu belirlenmiştir. *Isopsera sp.*, *Theudoria malanocnemis*, *Mendesius albosignatus*, *Polichne parvicauda* ve *Caedicia marginata* türlerinde neo-X kromozomunun meta- veya submetasentrik olduğu, neo-Y kromozomunun ise akrosentrik olduğu saptanmıştır. Bu oluşumun bir sentrik füzyon sonucu olduğu görüşüne varılmıştır (Dave, 1965; White ve Ark., 1967; Ferreira, 1969, 1973). *Odontura stenoxipha* türünde ise akro- veya subakrosentrik bir neo-X kromozomu ile akrosentrik bir neo-Y kromozomunun bulunduğu belirlenmiştir. Fakat bu oluşumun mekanizması açıklanamamıştır. (Alicata ve Ark., 1974; Messina, 1981).

Yapılan çalışmalarda tür içi ve türler arası çekirdek DNA miktarının farklılıklar gösterdiği tespit edilmiş ve araştırmacılar farklı türlerin DNA miktarını belirlemek amacıyla çalışmalarını bu yönde yoğunlaştırmışlardır (Hinegardner ve Rosen, 1972; Sherwood ve Patton, 1982; Greenlee ve Ark., 1984; Rao ve Rai, 1986; Juan ve Ark., 1989; Jianxun ve Ark., 1991). DNA içeriği yüzlerce hayvan ve bitkiden direkt ölçümlerle, kromozom veya çekirdek büyüklüğü gibi hesaplamalardan elde edilen indirekt ölçümlerle gerçekleştirilmektedir. Bağımsız yaşayan organizmalarda bu oranın 0.007 pg dan 100 pg a ve hatta bazı bitki ve salamander türlerinde çok daha yüksek miktarlara ulaştığı bilinmektedir (Sparrow ve Ark., 1972).

DNA miktarı genellikle "C" değeri ile ifade edilir ve 1C haploid kromozom takımının replikasyonundan önce içerdiği miktarı ifade eder. Farklı türlerde çekirdek DNA miktarını belirlemek amacı ile yapılan çalışmalarda, her genomun DNA içeriğinin genellikle sabit ve her tür için karakteristik olduğu belirlenmiştir (Bennett ve Smith, 1976; Murray ve Ark., 1992). Bununla birlikte, her genomun DNA içeriğinde tür içinde ve türler arasında önemli varyasyonlar

gözlenmiş, bu tür bilgilerin sitotaksonomi ve evrimsel çalışmalar için yararlı bilgiler verdiği bildirilmiştir (Martin ve Shank, 1966; Bennett ve Ark., 1977; Raina ve Ress, 1983; Salimuddin ve Ramesh, 1994).

DNA içeriği ve evrimsel gelişim arasındaki ilk ilişki Mirsky ve Ris'in (1951) çalışmalarıyla ortaya konmuştur. Gósalvez ve Ark. (1980) DNA içeriği ve evrimsel gelişim arasında DNA miktarında ilkel omurgasızlardan yüksek omurgasızlara doğru gidildikçe artış gösterdiği, aynı familyanın üyesi olan akraba türlerin aynı DNA miktarına sahip olduğunu ve karasal omurgalıların evriminin DNA'nın azalmasıyla ilişkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Bir türün DNA içeriği, evrimsel gelişmişliği ile pozitif ilişki göstermesine rağmen, yakın akraba türler birbirinden farklı 2C değeri gösterebilirler. Herhangi bir türün 2C değeri, mutlaka o türün gelişmişliğiyle ilişkili değildir. Evrimsel olarak daha ilkel olan bazı türler, gelişmiş olanlardan daha yüksek 2C değeri gösterebilirler. Bu durum "C değeri paradoksu" olarak bilinir (Nagl, 1980). Birçok organizma yapısal ve metabolik işlevleri için ihtiyaç duyulan proteinleri kodlamada, gerekli olandan daha fazla DNA içerirler. Yapılan çalışmalarla, bu fazla DNA'nın kaynağı ve işlevleri araştırılmış ve fazla DNA'nın büyük bir kısmının tekrarlı DNA dizilerinden ibaret olduğu belirlenmiştir (Nagl, 1976, 1980; Sharma, 1979).

Orthoptera'da, ilk DNA miktarı çalışmaları John ve Hewitt (1968) tarafından $2n=17$ ve $2n=23$ kromozom sayısına sahip türler arasında ve aynı kromozom sayısına sahip türler arasındaki DNA miktarı farklılıklarını göstermek amacıyla yapılmıştır. Bunu Fox (1970) ve Willmore ve Brown (1975) tarafından farklı türlerdeki DNA içeriğinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmalar izlemiştir.

Orthoptera takımı, kendine özgü sıçramaları, melodik ses çıkarma yetenekleri ve bazılarının tarım ürünlerine büyük zarar veren göçleri ile, böcekler içinde en iyi bilinen, bazen de tüm böceklerin tanıtılması için bir sembol olarak kullanılan bir takımdır. Antenlerinin uzunluğuna ve yapısına göre uzun antenliler=Ensifera ve kısa antenliler=Caelifera olarak belirgin iki alt takıma

ayrılır. Yaklaşık 30.000 kadar çekirge türü bu iki alttakım içerisinde yer almaktadırlar (Demirsoy, 1995).

Türkiye’de yapılan sistematik çalışmaları ile oldukça iyi bir şekilde tanımlanmış olan Orthoptera takımı, sitogenetik yönden henüz yeterince aydınlatılamamıştır. Bu çalışma ile Orthoptera takımına ait Acrididae familyasından *Calliptamus italicus*, *Oedipoda schochi schochi*, *Acrotylus insbricus*, *Omocestus ventralis*, *Chorthippus brunneus* türleri ile Tettigoniidae familyasından *Decticus albifrons*, *Parapholidoptera signata* ve *Callimemus macrogaster macrogaster* türlerinin kromozom sayısı, yapısı ve band özelliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu türlerin sitogenetik özelliklerinin belirlenmesiyle daha sonra çalışılacak diğer Orthoptera türlerinin farklı popülasyonları ve akraba türleri arasındaki karşılaştırmalarda bir temel oluşturabileceği de düşünülmüştür. Ayrıca, yapılan literatür çalışmalarında yurdumuz Orthoptera takımı üyelerinin çekirdek DNA içeriğinin belirlenmesi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamış olması da bizi bu yönde bir çalışma yapmaya yöneltmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada kullanılan türlerin isimleri, toplandıkları yerler ve tarihleri Tablo 1 de görülmektedir. Toplanan türlerin sistematik teşhisleri Prof. Dr. Battal ÇIPLAK (Akdeniz Üniversitesi) tarafından yapılmıştır. Çalışılan 8 türün 5'i Acrididae, 3'ü ise Tettigoniidae, familyasına dahildir. Bu türlerin sistematik kategorileri aşağıda belirtilmiştir:

Alt Takım: Caelifera

Familya: Acrididae

Alt Familya: Calliptaminae

Cins: *Calliptamus* (Serville, 1831)

Calliptamus italicus (Linnaeus, 1758)

Alt Familya: Oedipodinae

Cins: *Oedipoda* (Latreille, 1829)

Oedipoda schochi schochi, (Saussure, 1884)

Cins: *Acrotylus*

Acrotylus insbricus (Scopoli, 1788)

Alt Familya: Gomphocerinae

Cins: *Omocestus* (1. Bolivar, 1878)

Omocestus ventralis (Zetterstedt, 1821)

Cins: *Chorthippus*

Alt Takım: Ensifera

Familya: Tettigoniidae

Alt Familya: Tettigoniinae

Cins: *Decticus* (Serville, 1831)

Decticus albifrons (Fabricius, 1793)

Cins: *Parapholidoptera* (Maşan, 1953)

Parapholidoptera signata, 1861

Alt Familya: Bradyporinae

Cins: *Callimenus* (Fischer de Waldheim, 1830)

Callimenus macrogaster macrogaster (Lefebvre, 1831)

Tablo 1. Çalışılan Orthoptera türleri, toplandıkları yer ve toplanma tarihi

Familya Tür	Toplandıkları Yer ve Tarih	Çalışılan Örnek Sayısı
Acrididae		
<i>Calliptamus italicus</i>	C. B. Ü. Kampüs, Manisa 02.07.1999	5 ♂-4♀
<i>Oedipoda schochi schochi</i>	Burç Ormanı, Gaziantep 17.09.1999	5 ♂-6♀
<i>Acrotylus insbricus</i>	Armutlu, İzmir 21.08.1999	6 ♂-4♀
<i>Omocestus ventralis</i>	Kabalı Çayı, Sinop 04.08.1999	4 ♂-3♀
<i>Chorthippus brunneus</i>	Spil Dağı, Manisa 01.06.1999	9 ♂-7♀
Tettigonidae		
<i>Decticus albifrons</i>	C. B. Ü. Kampüs, Manisa 10.06.1999	5 ♂-5♀
<i>Parapholidoptera signata</i>	Keşan, Edirne 17.09.1999	5 ♂-3♀
<i>Callimemus macrogaster</i> <i>macrogaster</i>	Spil Dağı, Manisa 10.06.1999	4 ♂-2♀

2. 1. Kromozom Analiz Çalışmaları

Kromozomal preparatlar Hota ve Patnaik (1989) ve Warchałowska-Śliwa ve Bugrov'un (1996) yayma preparat metodlarında bazı modifikasyonlar yapılarak hazırlanmıştır.

Araziden toplanan erkek bireyler hemen disekte edilmiştir. Testis ve somatik dokular (hepatik çeka) % 0.1 lik colchicine-sodyum sitrat solüsyonu içerisinde 25°C de 3 saat süre ile tutulmuştur. Süre sonunda dokular taze hazırlanmış karnoy fiksatifinde (etil alkol:asetik asit; 3:1) 4 °C de 24 saat fikse edilmiştir. İnceleme yapılacağı zaman dokular % 50 lik asetik asit içerisinde hücre

süspansiyonu haline getirilmiştir. Bu hücre süspansiyonundan temiz ve nemli bir lam üzerine bir damla damlatılarak yayma preparat yapılmış ve preparatlar havada kurumaya bırakılmıştır. % 5 lik Giemsa ile (pH=6.8) 20 dakika boyanarak, süre sonunda distile su ile yıkanmış, havada kurutulmuştur.

Biometrik analizler (kromozom ölçümleri) testis ve somatik dokulardan elde edilen, iyi dağılmış 10 metafaz plağı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Fotoğraflar 10X oküler ve 100X objektif kullanılarak Carl Zeiss marka araştırma mikroskobunda çekilmiştir. Mikroskobun toplam büyütmesi 5000X dir. Metafaz kromozomlarının metrikal analizi milimetrik cetvel ve mikrometrik lam kullanılarak yapılmıştır. Bunun için önce, fotoğraftaki kromozomlar bir milimetrik cetvel yardımı ile ölçülmüştür ve daha sonra mikrometrik lam ile μm ye çevrilmiştir (Handa ve Ark., 1985).

Çalışılan türlerin kromozomlarını tanımlamada, uzun kolun kısa kola oranı esas alınmıştır. Kromozomların uzun kolunun kısa kola oranı 1.0-1.7 arasında ise metasentrik (M/m), 1.7-3.0 arasında ise submetasentrik (sm), 3.0-7.0 arasında ise subakrosentrik (st), 7- ∞ arasında ise akrosentrik (t), ∞ ise telosentrik (T) olarak kabul edilmiştir (Levan ve Ark., 1964; Stace, 1980).

2.2. C-Band Analizi

C-band analizi Sumner'in (1972) metodunda bazı ufak değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Boyanmamış, havada kurutulmuş preparatlar 60 °C de 1 gün süre ile bekletilmiştir. Daha sonra 0.2 N HCl de 15-60 dakika oda sıcaklığında hidroliz edilmiştir. Distile su ile yıkanmış ve % 5 lik baryum hidroksit oktahidrat ($\text{BaOH}_2, 8 \text{H}_2\text{O}$) çözeltisinde 37 °C de 2-8 dakika tutulmuştur. Distile su ile yıkanmış ve 60 °C lik su banyosundaki 2XSSC de (0.3 M NaCl - 0.03 M Sodyum sitrat) 1 saat bekletilmiştir. Distile su ile yıkanmış ve % 5 lik Giemsa ile (pH=6.8) 15 dakika boyanmıştır. Bu süre sonunda boyanan preparatlar distile su ile yıkanmış, havada kurutulmuş ve entellan ile kapatılarak daimi preparat haline getirilmiş ve incelenmiştir.

2. 3. G-Band Analizi

G-band analizi için havada kurutulmuş yayma preparatlar 60 °C de 1 gün süre ile yaşlandırılmıştır. Preparatlar PBS'de (0.15 M NaCl – 0.05 M NaHPO₄, pH=7.4) çözdürülmüş % 0.1 lik tripsin içerisinde 10-20 saniye hafifçe çalkalanmıştır. Soğuk PBS de 3 kere 10 ar dakikalık sürelerle yıkanmıştır. 6-20 dakika % 5 lik Giemsa (pH=6.8) ile boyanmıştır. Süre sonunda distile su ile yıkanmış, kurutulmuş, entellan ile kapatılarak daimi preparat haline getirilmiş ve incelenmiştir (Hillis ve Ark., 1996).

2. 4. DNA Miktarının Feulgen Mikrospektrofotometre İle Ölçülmesi

Erkek bireylerden alınarak karnoyda 4 °C de 24 saat fikse edilen testis dokusu 5 N HCl de 30 dakika oda ısısında hidroliz edilmiştir. Süre sonunda distile su ile yıkanarak hidroliz sona erdirilmiştir. 1 saat Schifft reaktifi ile boyanmış ve 3 kez SO₂ suyu ile yıkanmıştır (10 ar dakika). % 45 lik asetik asit içerisinde ezilerek preparatlar hazırlanmıştır. Lamel kuru buz kullanılarak uzaklaştırılmış ve entellan ile kapatılarak daimi preparat haline getirilmiştir. Çalışmada standart olarak tavuk eritrosit hücreleri kullanılmıştır. Bu amaçla tavuklardan elde edilen yayma kan preparatlarına yukarıda anlatılan işlemler uygulanmıştır. Her 2C tavuk eritrosit nükleusu 2.88 pg DNA içermektedir (Mirsky ve Ris, 1951; Dhillow ve Ark., 1977).

Çalışılan türlerin 2C spermatid DNA içeriği ile tavuk eritrosit nükleusunun 2C nüklear DNA içeriği Reichert-Zetopan mikrospektrofotometrede 550 nm de ölçülmüştür. Her grup için 105 er ölçüm yapılmıştır. Grupların DNA içeriği;

$$pg_{\text{örnek}} = 2.88 \times E_{\text{örnek}} / E_{\text{tavuk eritrosit nükleusu}}$$

pg: pikogram

E: absorpsiyon

2.88: Tavuk eritrositinin DNA miktarı

formülünden hesaplanmıştır (Van't Hof, 1965; Nagl, 1976).

2. 5. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışılan türlerin DNA miktarları ile ilgili olarak elde edilen verilere varyans analizi uygulanmıştır. Ölçümler üç tekrar üzerinden değerlendirilip, bu değerlerin ortalamaları hesaplamalarda kullanılmıştır. Bu hesaplamalarda elde edilen veriler karşılaştırılırken ortalamalar arası farklar, 0.05 düzeyinde F değerinden büyük olduğu zaman önemli kabul edilmiştir. Önemli bulunan değerler de kendi aralarında Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

Ayrıca, çalışılan türlerin DNA içerikleri ile kromozom uzunlukları arasında korelasyon ve regresyon analizi uygulanarak bu verilere ait grafik çizilmiştir (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 1989).



3. BULGULAR

3. 1. Çalışılan Türlere Ait Karyolojik Özellikler, C- ve G-Band Örnekleri

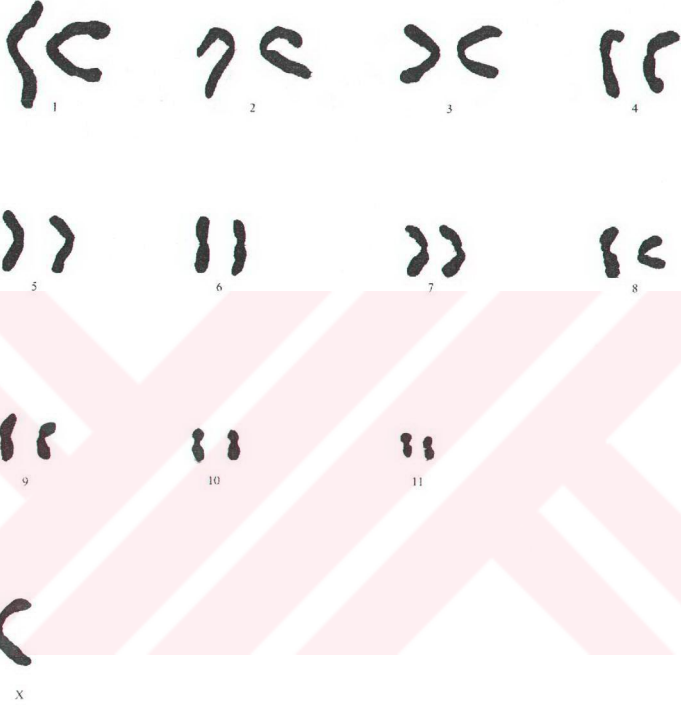
3. 1. 1. *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758)

Mitotik Kromozomlar

C. italicus'un kromozom sayısı ve kromozom morfolojileri Fotoğraf 1, Şekil 1 ve 2 de görülmektedir. Bu türün kromozom sayısının $2n \text{ ♂}=23$, $X0$ (FN=46) olduğu tespit edilmiştir. Tüm otozomal kromozomlar ve X kromozomu metasentriktir. X kromozomu 5. büyük kromozomdur. Kromozom uzunlukları $3.30-20.26 \mu\text{m}$ arasında değişmektedir. Relatif uzunlukları ise % 2.47-15.17 arasındadır. X kromozomunun uzunluğu $12.26 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiştir ve genomun % 9.18 lik kısmını kapsadığı tespit edilmiştir (Tablo 2). Cinsiyet belirleme mekanizması $XX(\text{♀})/X0(\text{♂})$ tipindedir.



Fotoğraf 1. *C. italicus*'a ait somatik metafaz kromozomları



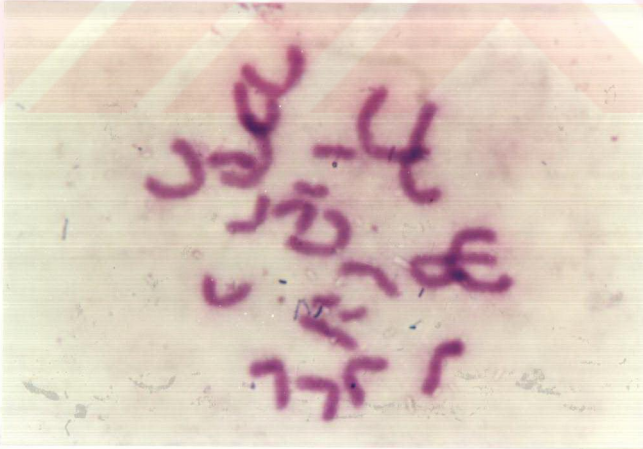
Şekil 1. *C. italicus*'un karyogramı

C-Band Özellikleri

C. italicus türüne ait tüm kromozomlar parasentromerik C-bandlar içermektedir. X kromozomunda parasentromerik C-bandın yanı sıra uzun kolda distal ve interstitial C-bandlara da rastlanmıştır (Fotoğraf 2 ve Şekil 3)



Şekil 2. *C. italicus*'un idiogramı



Fotoğraf 2. *C. italicus*'un somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği



Şekil 3. *C. italicus*'un C-band karyogramı; → distal C-bandları, ● interstitial C-bandları işaret etmektedir.

G-band Özellikleri

Bu türe ait G-band örneği elde edilememiştir.

Tablo 2. *C. italicus*'un somatik metafaz kromozomlarının ölçümleri

Kromozom Numarası	Kromozom Uzunluğu (µm) ORT. ± S.H.	Relatif Uzunluk (% T. K. U.)	Sentromerik İndeks ORT. ± S. H.	Kol Oranı ORT. ± S.H.	Kromozom Morfolojisi
1	20.26 ± 0.94	15.17 ± 0.33	45.30 ± 1.65	1.21 ± 0.08	m
2	17.37 ± 0.65	13.00 ± 0.27	46.03 ± 1.28	1.17 ± 0.06	m
3	14.38 ± 0.53	10.76 ± 0.31	45.00 ± 0.00	1.20 ± 0.11	m
4	12.67 ± 0.59	9.48 ± 0.19	48.55 ± 1.44	1.06 ± 0.06	m
5	11.69 ± 0.46	8.75 ± 0.14	46.63 ± 1.71	1.15 ± 0.07	m
6	10.62 ± 0.51	7.95 ± 0.25	49.07 ± 0.92	1.03 ± 0.03	m
7	9.55 ± 0.46	7.15 ± 0.16	46.18 ± 1.91	1.17 ± 0.08	m
8	8.30 ± 0.46	6.21 ± 0.21	46.51 ± 0.35	1.14 ± 0.01	m
9	7.23 ± 0.57	5.41 ± 0.33	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
10	5.89 ± 0.69	4.41 ± 0.45	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
11	3.30 ± 0.17	2.47 ± 0.12	46.16 ± 3.84	1.20 ± 0.20	m
X	12.26 ± 0.17	9.18 ± 0.97	46.85 ± 2.10	1.14 ± 0.09	m
T. K. U.	133.52				

m-M: metasentrik; T. K. U.: Total Kromozom Uzunluğu

3. 1. 2. *Oedipoda schochi schochi* (Saussure, 1884)

Mitotik Kromozomlar

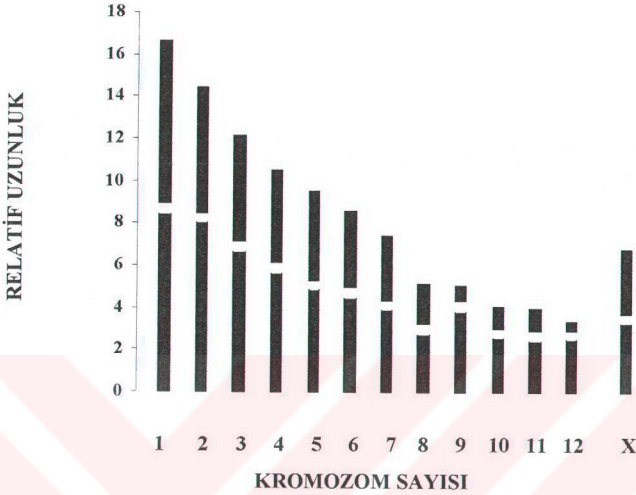
Bu türe ait kromozomların sayı ve morfolojileri Fotoğraf 3, Şekil 4 ve 5 de görülmektedir. Bu türün kromozom sayısının $2n \text{ ♂} = 25$, $X0$ (FN=48) olduğu tespit edilmiştir. 1-8 nolu kromozom çiftleri ile X kromozomu metasentrik (m), 9, 10 ve 11. kromozom çiftleri submetasentrik (sm) ve 12. kromozom çifti akrosentrikdir (t). Otozomların kromozom uzunlukları 4.58-29.73 μm arasındadır. Relatif uzunlukları ise % 2.48-16.09 arasında bulunmuştur. X kromozomunun uzunluğu 11.63 μm ve genom büyüklüğü ise % 6.29 olarak tespit edilmiştir. X kromozomu 8. büyük kromozomdur (Tablo 3). Bu türün cinsiyet belirleme mekanizması $XX(\text{♀}) / X0(\text{♂})$ olarak belirlenmiştir.



Fotoğraf 3. *O. schochi*'nin somatik metafaz kromozomları



Şekil 4. *O. schochi*'nin karyogramı



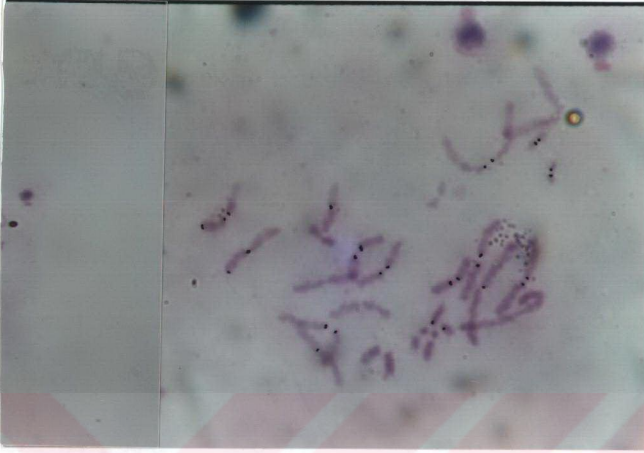
Şekil 5. *O. schochi*'nin idiogramı

C-band Özellikleri

Bu türe ait bireylerde tüm otozomal kromozomlar parasentromerik C-bandlar içermektedir. Ayrıca, 7 ve 8. kromozom çiftleri interstitial ve distal C-bandlar taşımaktadırlar. 5. kromozom çiftinde ise distal C-banda rastlanmıştır. 9. kromozom çiftinin kısa kolunun tamamen C pozitif olduğu belirlenmiştir. X kromozomunun ise megamerik olduğu, ayrıca distal C-band taşıdığı belirlenmiştir (Fotoğraf 4 ve Şekil 6).

G-band Özellikleri

Bu türe ait G-band örneği Fotoğraf 5'de görülmektedir. Denenen tüm G-band metodlarına karşın net bir G-band elde edilememiştir.



Fotoğraf 4. *O. schochi*'nin somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği



Fotoğraf 5. *O. schochi*'nin somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği



Şekil 6. *O. schochi*'nin C-band karyogramı; → distal C-bandları, • interstitial C-bandları işaret etmektedir.

Tablo 3. *O. schochti*'nin somatik metafaz kromozomlarının ölçümleri

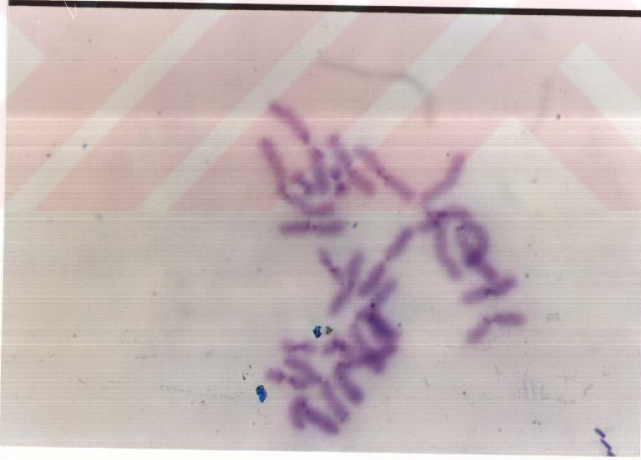
Kromozom Numarası	Kromozom Uzunluğu ORT. \pm S.H.	Relatif Uzunluk (% T. K. U.)	Sentromerik İndeks ORT. \pm S. H.	Kol Oranı ORT. \pm S.H.	Kromozom Morfolojisi
1	29. 73 \pm 0. 74	16.09 \pm 0.71	48.63 \pm 0.68	1.05 \pm 0.02	m
2	25. 75 \pm 0. 50	13.94 \pm 0.59	45.85 \pm 0.98	1.18 \pm 0.04	m
3	21. 56 \pm 0. 62	11.67 \pm 0.53	46.13 \pm 2.60	1.17 \pm 0.12	m
4	18. 54 \pm 0. 32	10.03 \pm 0.29	46.19 \pm 2.34	1.20 \pm 0.13	m
5	16. 64 \pm 0. 89	9.01 \pm 0.39	47.90 \pm 1.32	1.09 \pm 0.05	m
6	14. 90 \pm 0. 62	8.06 \pm 0.31	47.00 \pm 2.14	1.13 \pm 0.10	m
7	12. 82 \pm 0. 44	6.94 \pm 0.33	47.43 \pm 1.28	1.16 \pm 0.05	m
8	8. 60 \pm 0. 55	4.65 \pm 0.41	46.10 \pm 2.08	1.17 \pm 0.09	m
9	7. 20 \pm 0. 45	3.89 \pm 0.37	24.52 \pm 2.48	3.00 \pm 0.44	sm
10	6. 37 \pm 0. 25	3.44 \pm 0.37	34.44 \pm 8.67	2.33 \pm 0.88	sm
11	6. 35 \pm 0. 61	3.43 \pm 0.18	36.11 \pm 7.34	2.00 \pm 0.57	sm
12	4. 58 \pm 0. 44	2.48 \pm 0.28	14.11 \pm 2.11	7.08 \pm 0.43	t
X	11. 63 \pm 0. 37	6.29 \pm 0.24	49.12 \pm 0.88	1.03 \pm 0.03	m
T. K. U.	184.67				

m: metasentrik, sm: submetasentrik, t: akrosentrik, T. K. U.: Total Kromozom Uzunluğu

3. 1. 3. *Acrotylus insbricus* (Scopoli, 1788)

Mitotik Kromozomlar

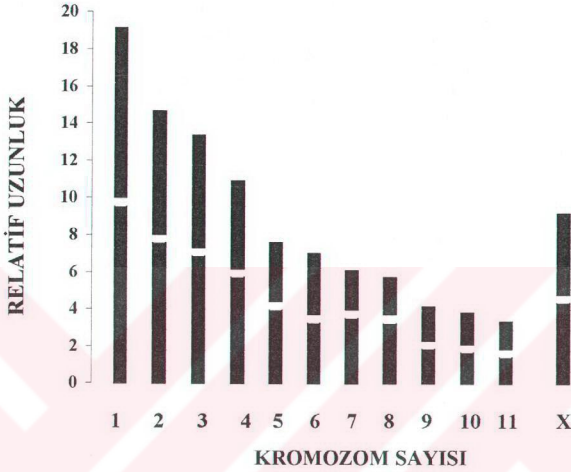
Bu türün kromozom sayısının $2n$ (σ)=23, XO (FN=46) olduğu tespit edilmiştir. Türe ait kromozom sayısı ve morfolojisi Fotoğraf 6, Şekil 7 ve 8 de görülmektedir. Tüm otozomal kromozomların ve X kromozomunun metasentrik olduğu belirlenmiştir. Otozomların total kromozom uzunlukları 5.41-37.66 μm arasında değişim göstermektedir. Relatif uzunlukları ise % 2.81-19.59 değerleri arasındadır. X kromozomu 5. büyük kromozomdur. Kromozom uzunluğu 16.65 μm , relatif uzunluğu ise % 8.66'dır (Tablo 4). Cinsiyet belirleme mekanizması XX (♀) / XO (♂) dir.



Fotoğraf 6. *A. insbricus*'un somatik metafaz kromozomları



Şekil 7. *A. insbricus*'un karyogramı



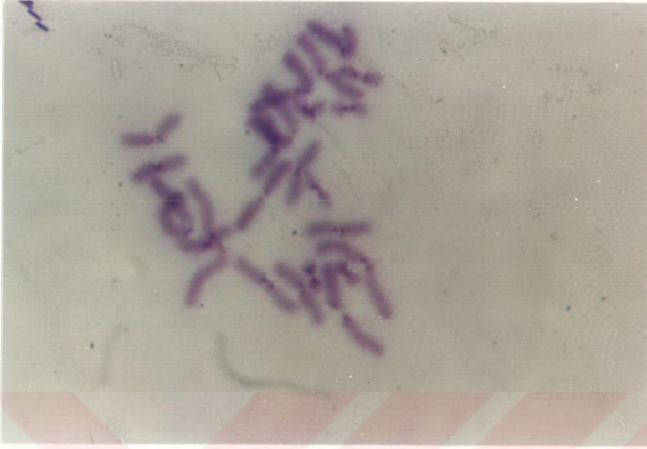
Şekil 8. *A. insbricus*'un idiogramı

C-Band Özellikleri

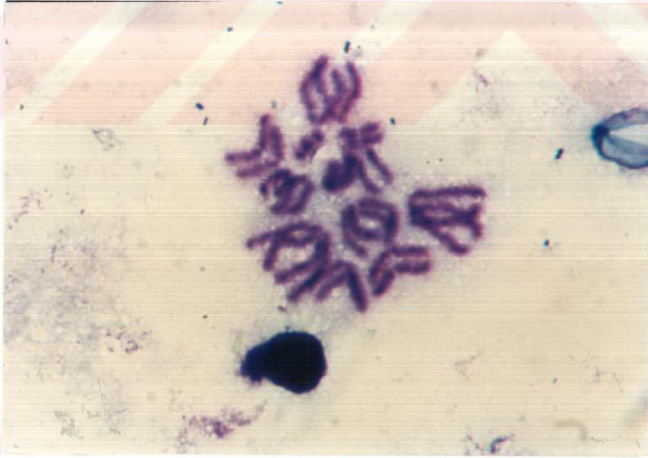
Bu türe ait tüm otozomal kromozomlar ile X kromozomunun parasentromerik C-bandlar taşıdıkları belirlenmiştir. Ayrıca 3, 4, 6, 7, 8 ve 9. kromozom çiftlerinin interstitial C-bandlar içerdikleri belirlenmiştir (Fotoğraf 7 ve Şekil 9).

G-band Özellikleri

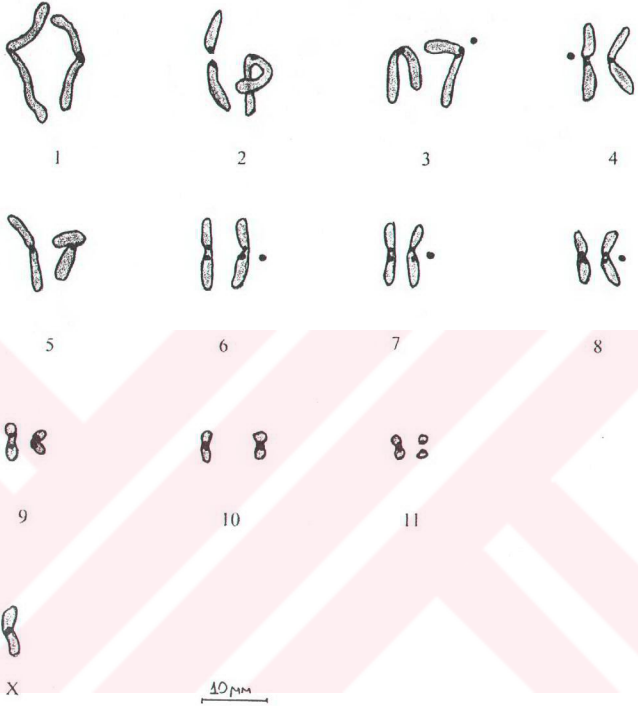
Tripsin sindirimi sonucu kromozom boyunca oluşan G-band örnekleri Fotoğraf 8 ve Şekil 10 da görülmektedir. Yapılan incelemelerde bütün kromozomların sentromer bölgelerinin G-band negatif olduğu belirlenmiştir. 5 nolu kromozom çifti hiç G-band örneği göstermezken, bazı kromozomlarda (2, 6, 9 ve 11) sadece kromozom kollarının uç kısımlarında koyu G-band örneği gözlenmektedir. X kromozomu ise tamamen pozitif G-band örneği göstermektedir.



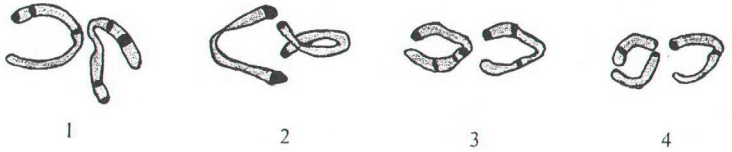
Fotoğraf 7. *A. insbricus*'un somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği



Fotoğraf 8. *A. insbricus*'un somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği



Şekil 9. *A. insubricus*'un C-band karyogramı; ● interstitial C-bandları işaret etmektedir.



Şekil 10. *A. insubricus*'un G-band karyogramı

Tablo 4. *A. insbricus*'un somatik metafaz kromozomlarının ölçümleri

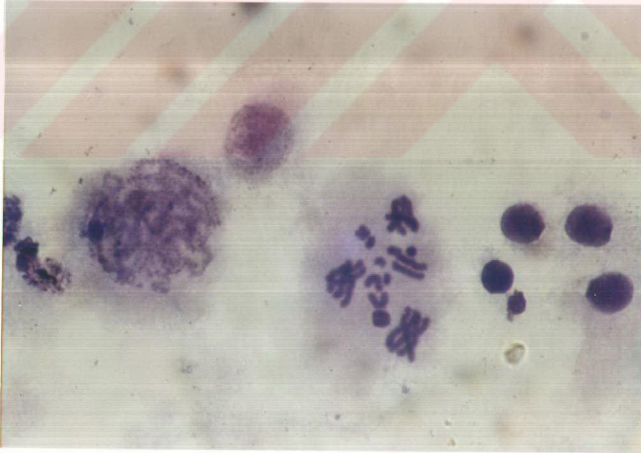
Kromozom Numarası	Kromozom Uzunluğu (μm) ORT. \pm S. H.	Relatif Uzunluk (% T. K. U.)	Sentromerik İndeks ORT. \pm S. H.	Kol Oranı ORT. \pm S.H.	Kromozom Morfolojisi
1	37.66 \pm 0.85	19.59 \pm 0.23	49.45 \pm 0.54	1.02 \pm 0.02	m
2	27.24 \pm 0.94	14.17 \pm 0.53	48.57 \pm 1.05	1.05 \pm 0.04	m
3	24.72 \pm 0.52	12.86 \pm 0.43	48.57 \pm 1.05	1.06 \pm 0.04	m
4	19.98 \pm 0.65	10.39 \pm 0.40	48.12 \pm 1.02	1.07 \pm 0.04	m
5	13.65 \pm 0.44	7.10 \pm 0.25	48.72 \pm 0.64	1.05 \pm 0.02	m
6	12.72 \pm 0.49	6.61 \pm 0.31	44.65 \pm 3.68	1.27 \pm 0.19	m
7	10.77 \pm 0.23	5.60 \pm 0.11	44.64 \pm 2.18	1.25 \pm 0.10	m
8	10.00 \pm 0.20	5.20 \pm 0.13	44.28 \pm 4.99	1.32 \pm 0.29	m
9	6.98 \pm 0.60	3.63 \pm 0.37	47.89 \pm 2.10	1.09 \pm 0.09	m
10	6.38 \pm 0.36	3.32 \pm 0.16	50.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	M
11	5.41 \pm 0.25	2.81 \pm 0.17	50.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	M
X	16.65 \pm 0.25	8.66 \pm 1.10	50.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	M
T. K. U.	192.16				

m-M: metasentrik; T. K. U.: Total Kromozom Uzunluğu

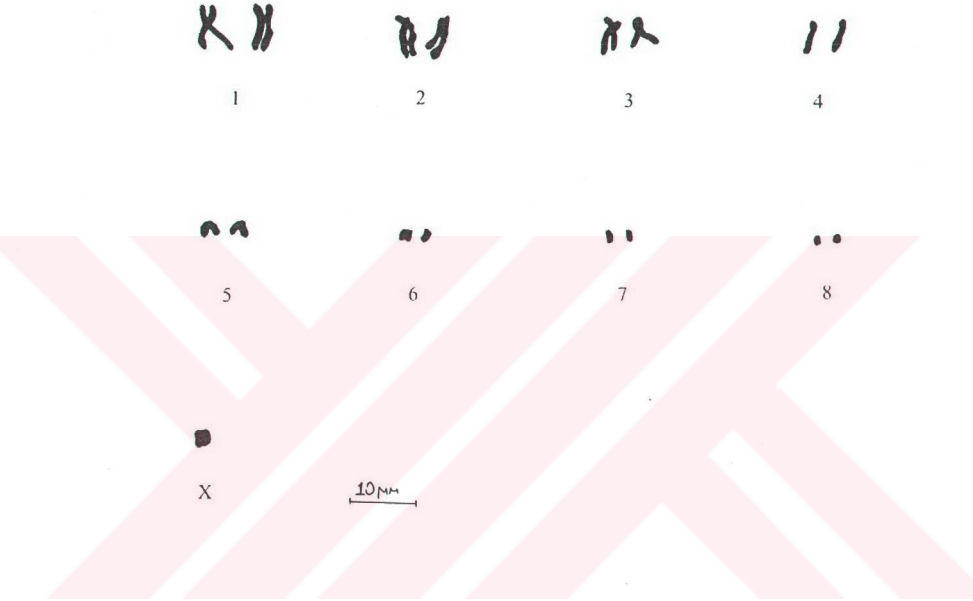
3. 1. 4. *Omocestus ventralis* (Zetterstedt, 1821)

Mitotik Kromozomlar

Bu türün kromozom sayısının $2n \text{ ♂} = 17$, XO (FN=25) olduğu tespit edilmiştir. Türe ait kromozom sayısı ve morfolojisi Fotoğraf 9, Şekil 11 ve 12 de görülmektedir. 1, 2 ve 3. kromozom çiftleri metasentrik (m), 4. kromozom çifti submetasentrik (sm), 5-8. kromozom çiftleri ise akrosentriktir (t). X kromozomu 6. büyük kromozomdur ve akrosentriktir. Türe ait kromozom uzunlukları 1.95-12.65 μm arasında değişim göstermektedir. Relatif uzunlukları ise % 3.60-23.37 değerleri arasındadır. X kromozomunun uzunluğu 4.00 μm ve relatif değeri % 7.39'dur (Tablo 5). Cinsiyet belirleme mekanizması XX (♀) / XO (♂) dir.



Fotoğraf 9. *O. ventralis*'in somatik metafaz kromozomları



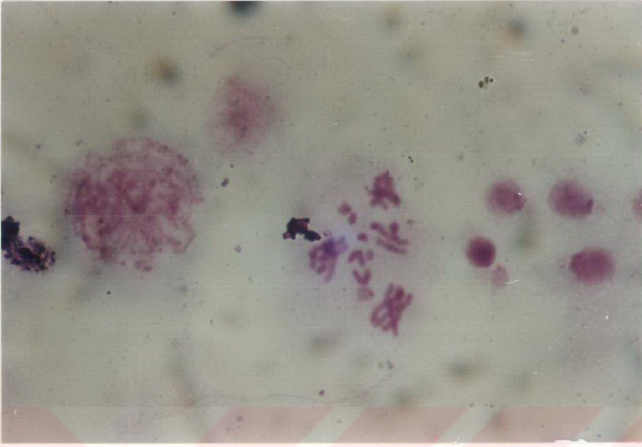
Şekil 11. *O. ventralis*'in karyogramı



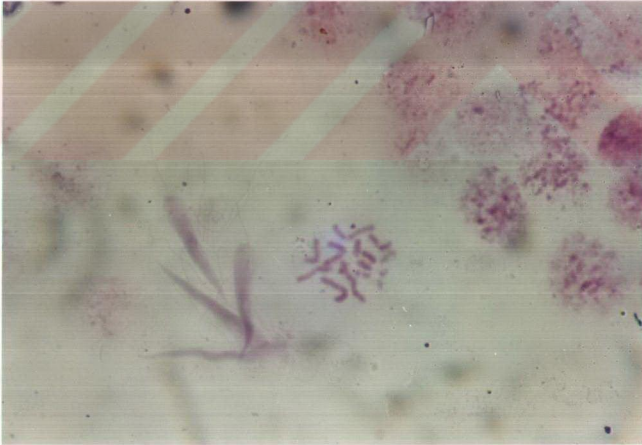
Şekil 12. *O. ventralis*'in idiogramı

C-band Özellikleri

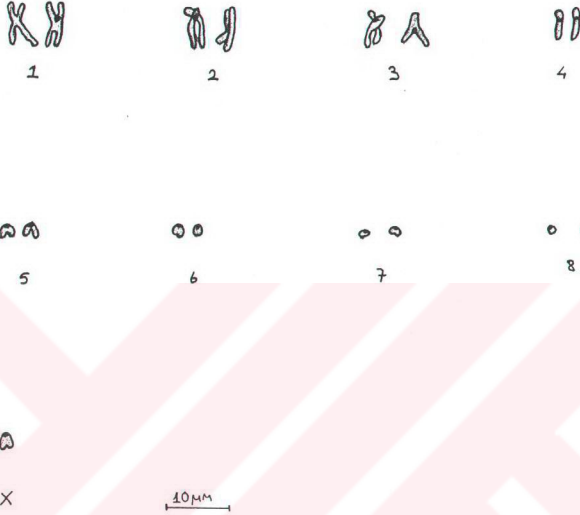
Bu türün spermatogonia metafazındaki C-band örneği bütün otozomlardaki parasentromerik C-bandların varlığı ile karakteristiktir. Bu türde distal veya interstitial C-bandlara rastlanmamıştır (Fotoğraf 10 ve Şekil 13).



Fotoğraf 10. *O. ventralis*'in somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği



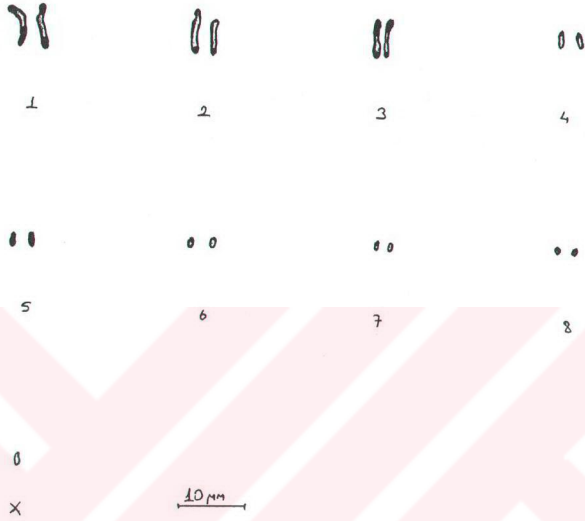
Fotoğraf 11. *O. ventralis*'in somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği



Şekil 13. *O. ventralis*'in C-band karyogramı

G-band özellikleri

Fotoğraf 11 ve Şekil 14 de *O. ventralis*'e ait G-band örnekleri görülmektedir. Bu türe ait 1. ve 3. kromozom çiftlerinin her iki kollarının uç bölgelerinde geniş G-bandlara rastlanılmıştır. 2. kromozomun uzun kolu, 4. kromozomun kısa kolunun uç bölgeleri G-band taşımaktadır. 5. kromozom çifti tamamen koyu renkli boyanmıştır. 6., 7. ve 8. kromozomların sentromer bölgeleri G-band içermektedir. X kromozomu ise G-band bakımından tamamen negatiftir.



Şekil 14. *O. ventralis*'in G-band karyogramı

Tablo 5. *O. ventralis*'in somatik metafaz kromozomlarının ölçümleri

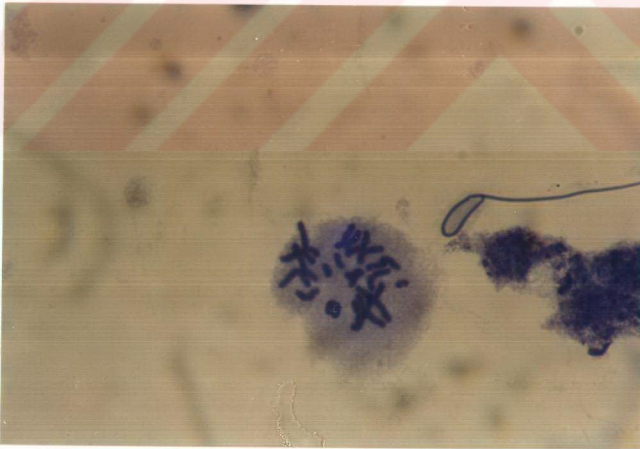
Kromozom Numarası	Kromozom Uzunluğu (µm) ORT. ± S. H.	Relatif Uzunluk (% T. K. U.)	Sentromerik İndeks ORT. ± S. H.	Kol Oranı ORT. ± S. H.	Kromozom Morfolojisi
1	12.65 ± 0.42	23.37 ± 0.79	39.07 ± 3.37	1.59 ± 0.22	m
2	10.78 ± 0.56	19.91 ± 1.06	37.68 ± 3.42	1.69 ± 0.22	m
3	8.20 ± 0.75	15.15 ± 1.29	35.35 ± 3.46	1.55 ± 0.53	m
4	5.85 ± 0.61	10.80 ± 0.79	29.48 ± 4.48	2.53 ± 0.46	sm
5	4.53 ± 0.49	8.37 ± 0.62	11.94 ± 2.34	8.37 ± 0.54	t
6	3.35 ± 0.20	6.18 ± 0.31	12.13 ± 4.30	8.24 ± 0.13	t
7	2.81 ± 0.16	5.19 ± 0.23	12.52 ± 3.23	7.98 ± 0.21	t
8	1.95 ± 0.27	3.60 ± 0.37	12.5 ± 3.45	8.00 ± 0.03	t
X	4.00 ± 0.37	7.39 ± 1.00	13.53 ± 4.56	7.39 ± 0.26	t
T. K. U.	54.12				

m: metasentrik, sm: submetasentrik, t: akrosentrik; T. K. U.: Total Kromozom Uzunluğu

3. 1. 5. *Chorthippus brunneus* (Thunberg, 1815)

Mitotik Kromozomlar

Bu türe ait kromozom sayısı ve morfolojisi Fotoğraf 12, Şekil 15 ve 16 da görülmektedir. *Ch. brunneus*'un kromozom sayısı $2n \text{ ♂} = 17$, $X0$ (FN=31) olarak belirlenmiştir. 1, 4, 5, 7 ve 8. kromozom çiftleri metasentrik, 2 ve 3. kromozom çiftleri submetasentrik, 6. kromozom çifti ise akrosentriktir. X kromozomunun akrosentrik bir kromozom olduğu ve büyüklük olarak 7. kromozom olduğu belirlenmiştir. Ototomal kromozomların uzunlukları 2.87-11.43 μm arasında değişim göstermektedir. Relatif kromozom uzunlukları ise % 4.80-19.13 değerleri arasındadır. X kromozomu 4.16 μm uzunluğundadır ve relatif uzunluğu ise % 6.96'dır (Tablo 6). Türe ait cinsiyet belirleme mekanizması $XX(\text{♀}) / X0(\text{♂})$ şeklindedir.



Fotoğraf 12. *Ch. brunneus*'un somatik metafaz kromozomları



1



2



3



4



5



6



7



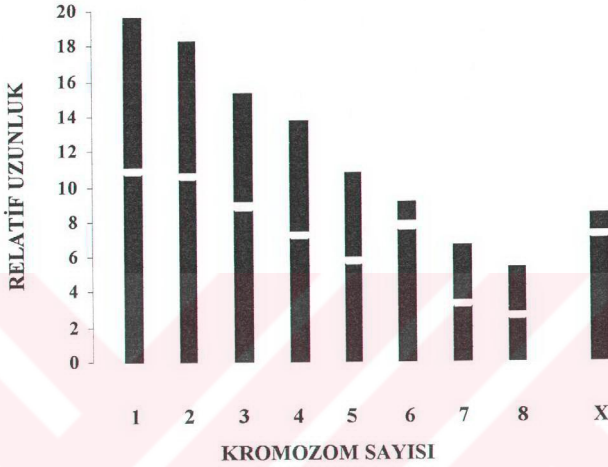
8



X

10 μm

Şekil 15. *Ch. brunneus*'un karyogramı



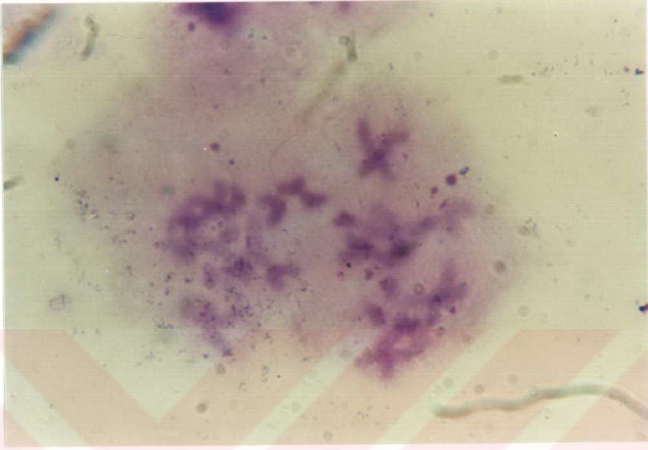
Şekil 16. *Ch. brunneus* türüne ait idiogram

C-band Özellikleri

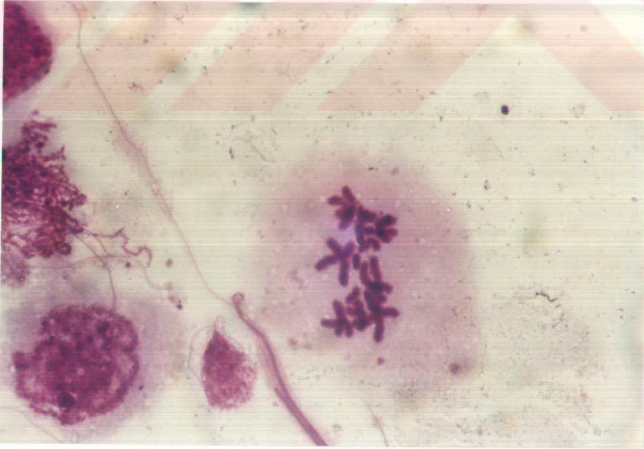
Ch. brunneus'un tüm kromozomlarda parasentromerik C-bandlara rastlanılmıştır (Fotoğraf 13).

G-Band Özellikleri

Ch. brunneus türüne ait G-band örneği Fotoğraf 14 de görülmektedir. Bütün kromozomların uç kısımlarında geniş G-bandlara rastlanılmıştır. Ancak net bir G-band karyogramı çıkarılamamıştır.



Fotoğraf 13. *Ch. brunneus*'un somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği



Fotoğraf 14. *Ch. brunneus*'un somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği

Tablo 6. *Ch. brumeus*'ün somatik metafaz kromozomlarının ölçümleri

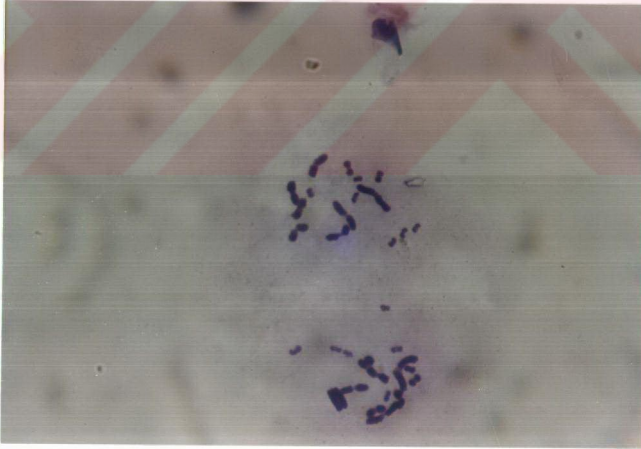
Kromozom Numarası	Kromozom Uzunluğu ORT. \pm S. H.	Relatif Uzunluk (% T. K. U.)	Sentromerik İndeks ORT. \pm S. H.	Kol Oranı ORT. \pm S. H.	Kromozom Morfolojisi
1	11.43 \pm 0.20	19.13 \pm 0.23	40.39 \pm 4.57	1.54 \pm 0.28	m
2	10.37 \pm 0.29	17.75 \pm 0.22	36.02 \pm 0.73	1.77 \pm 0.05	sm
3	8.81 \pm 0.27	14.74 \pm 0.30	35.71 \pm 4.12	1.87 \pm 0.33	sm
4	7.87 \pm 0.25	13.17 \pm 0.31	44.82 \pm 1.01	1.23 \pm 0.05	m
5	6.12 \pm 0.18	10.24 \pm 0.25	43.29 \pm 1.67	1.58 \pm 0.22	m
6	4.50 \pm 0.18	7.53 \pm 0.31	13.28 \pm 0.97	7.53 \pm 0.36	t
7	3.62 \pm 0.08	6.05 \pm 0.19	50.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	M
8	2.87 \pm 0.10	4.80 \pm 0.15	50.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	M
X	4.16 \pm 0.10	6.96 \pm 0.21	13.64 \pm 0.76	7.32 \pm 0.16	t
T. K. U.	59.75				

m-M: metasentrik, sm: submetasentrik, t: akrosentrik; T. K. U.: Total Kromozom Uzunluğu

3. 1. 6. *Decticus albifrons* (Fabricius, 1793)

Mitotik Kromozomlar

Bu türe ait kromozom sayısının $2n \text{♂} = 31$, $X0$ (FN=61) olduğu tespit edilmiştir. Türe ait kromozom sayısı ve morfolojisi Fotoğraf 15, Şekil 17 ve 18 de görülmektedir. Tüm otozomal kromozomlar metasentriktir (m-M). X kromozomu ise akrosentrik bir kromozom olup 4. büyük kromozomdur. Otozomal kromozomların uzunlukları 2.06-11.06 μm arasında değişim göstermektedir. Relatif uzunlukları ise % 2.75-14.83 değerleri arasındadır. X kromozomunun uzunluğu 6.87 μm , relatif uzunluğu ise % 8.47'dir (Tablo 7). Cinsiyet belirleme mekanizması XX (♀) / $X0$ (♂) olarak belirlenmiştir.



Fotoğraf 15. *D. albifrons*'un somatik metafaz kromozomları



1

2

3

4

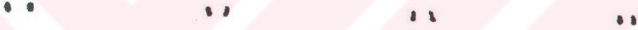


5

6

7

8



9

10

11

12



13

14

15



X

10µm

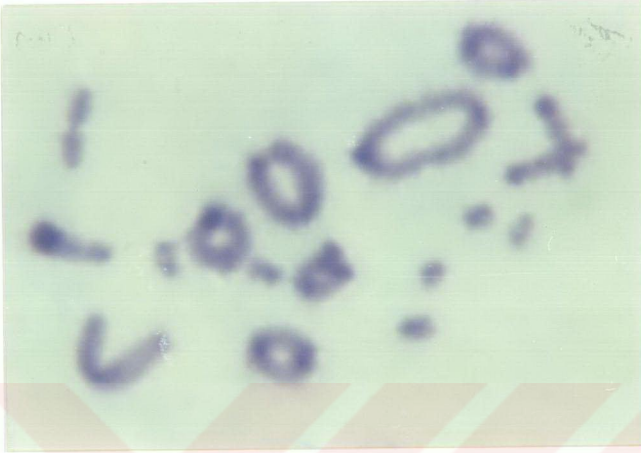
Şekil 17. *D. albifrons*'un karyogramı



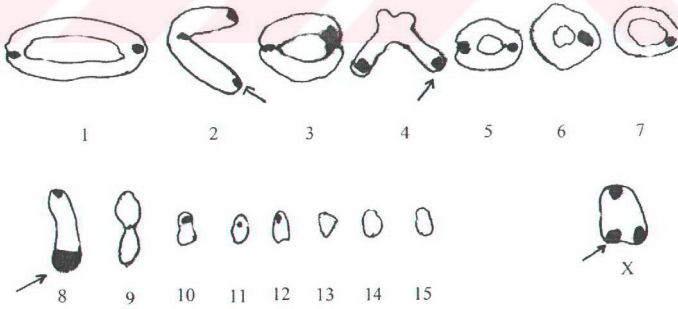
Şekil 18. *D. albifrons*'un idiogramı

C-band Özellikleri

C-band metodu bu türün mayotik hücrelerine uygulanmıştır. Türe ait C-band örneği Fotoğraf 16 da ve C-band karyogramı Şekil 19 da görülmektedir. Parasentromerik C-bandlar hemen hemen bütün bivalentlerde gözlenmiştir. Ayrıca, 2., 4. ve 8. bivalentler ile X kromozomu distal C-band içermektedir.



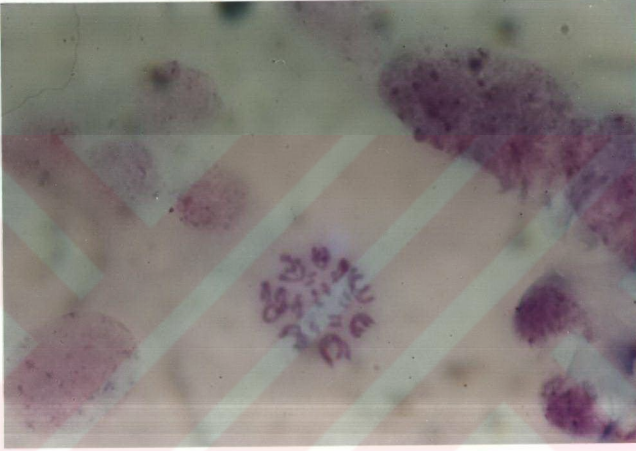
Fotoğraf 16. *D. albifrons*'un mayoz kromozomlarının C-band örneği



Şekil 19. *D. albifrons*' a ait C-band karyogramı; → distal C-bandları işaret etmektedir.

G-band Özellikleri

D. albifrons türüne ait G-band örneği Fotoğraf 17 ve G-band karyogramı Şekil 20 de görülmektedir. 2., 8., 9. kromozom çiftlerinin uzun kollarında ve X kromozomunun kısa kolunda geniş G-band elde edilmiştir.



Fotoğraf 17. *D. albifrons*'un somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



X



Şekil 20. *D. albifrons*'un G-band karyogramı

Tablo 7. *D. albifrons*'un somatik metafaz kromozomlarının ölçümleri

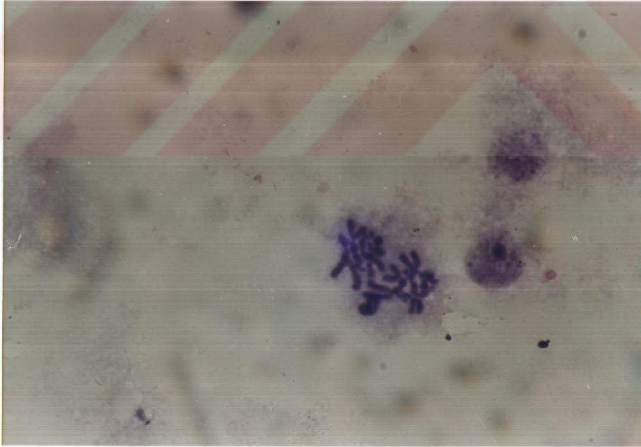
Kromozom Numarası	Kromozom Uzunluğu (µm) ORT. ± S. H.	Relatif Uzunluk (% T. K. U.)	Sentromerik İndeks ORT. ± S. H.	Kol Oranı ORT. ± S. H.	Kromozom Morfolojisi
1	11.06 ± 0.26	14.02 ± 0.27	45.10 ± 0.66	1.21 ± 0.03	m
2	8.71 ± 0.27	11.05 ± 0.25	45.83 ± 4.16	1.22 ± 0.22	m
3	7.15 ± 0.20	9.06 ± 0.14	46.61 ± 0.78	1.14 ± 0.03	m
4	6.55 ± 0.18	8.30 ± 0.13	45.27 ± 0.27	1.20 ± 0.01	m
5	5.96 ± 0.15	7.55 ± 0.13	46.66 ± 1.66	1.14 ± 0.07	m
6	5.46 ± 0.16	6.92 ± 0.17	44.62 ± 0.18	1.24 ± 0.01	m
7	4.85 ± 0.16	6.14 ± 0.17	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
8	3.77 ± 0.09	4.77 ± 0.15	33.33 ± 8.33	2.33 ± 0.66	sm
9	3.24 ± 0.08	4.10 ± 0.07	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
10	3.00 ± 0.07	3.80 ± 0.06	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
11	2.80 ± 0.05	3.54 ± 0.06	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
12	2.62 ± 0.04	3.32 ± 0.05	44.44 ± 5.55	1.33 ± 0.33	m
13	2.45 ± 0.03	3.10 ± 0.05	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
14	2.33 ± 0.04	2.95 ± 0.06	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
15	2.06 ± 0.07	2.61 ± 0.09	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
X	6.87 ± 0.30	8.70 ± 0.88	7.47 ± 2.13	13.38 ± 0.42	t
T. K. U.	78.88				

m-M: metasentrik, sm: submetasentrik, t: akrosentrik; T. K. U.: Total Kromozom Uzunluğu

3. 1. 7. *Parapholidoptera signata*, 1861

Mitotik Kromozomlar

P. signata türünün çalışılan bireylerinde kromozom sayısının $2n \text{ ♂} = 31$, $X0$ (FN=61) olduğu belirlenmiştir. Temel Orthopteran cinsiyet belirleme mekanizması XX (♀) / $X0$ (♂) şeklindedir. Tüm otozomal kromozomlar metasentriktir (m-M). X kromozomu akrosentriktir (t) ve 4. büyük kromozomdur. Türe ait kromozom sayı ve morfolojisi Fotoğraf 18, Şekil 21 ve 22 de görülmektedir. Otozomal kromozomların uzunlukları 1.71-10.78 μm arasında değişim gösterirken, relatif uzunlukları % 2.40-15.12 değerleri arasındadır. X kromozomunun uzunluğu 5.98 μm , relatif uzunluğu ise % 8.39'dur (Tablo 8).



Fotoğraf 18. *P. signata*'nın somatik metafaz kromozomları



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



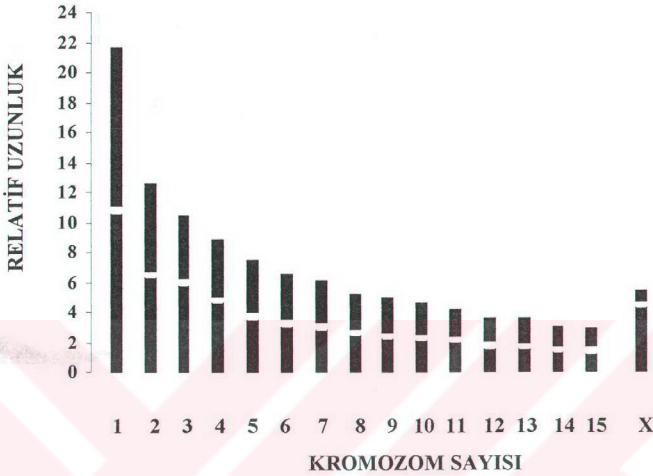
15



X

10 μ m

Şekil 21. *P. signata*'nin karyogramı



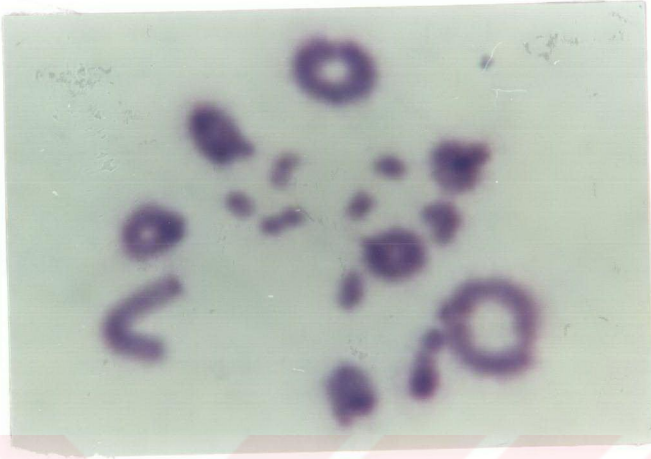
Şekil 22. *P. signata* türüne ait idiogram

C-band Özellikleri

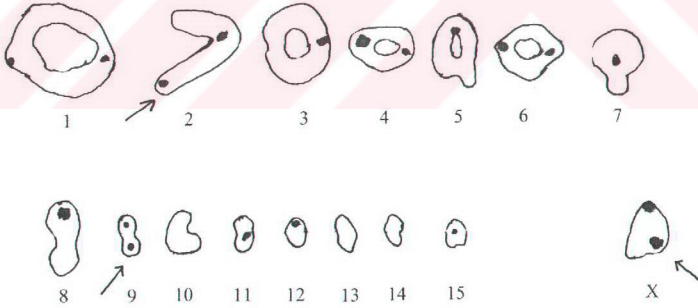
Otozomal bivalentlerin birçoğunda ve X kromozomunda parasentromerik C-bandların varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca, 2. ve 9. bivalentler ile X kromozomunda distal C-bandlar belirlenmiştir (Fotoğraf 19 ve Şekil 23).

G-band Özellikleri

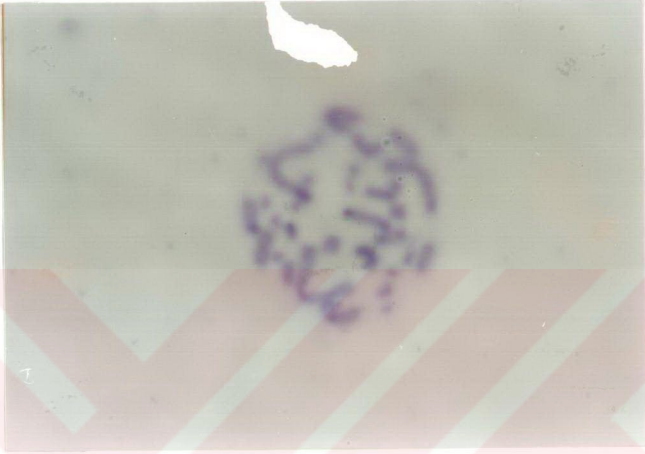
P. signata'ya ait G-band örneği Fotoğraf 20 de görülmektedir. Net bir band örneği elde edilememiştir.



Fotoğraf 19. *P. signata*'nın mayoz kromozomlarının C-band örneği



Şekil 23. *P. signata*'ya ait C-band karyogramı; → distal C-bandları işaret etmektedir



Fotoğraf 20. *P. signata*'nın somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği

Tablo 8. *P. signata*'nın somatik metafaz kromozomlarının ölçümleri

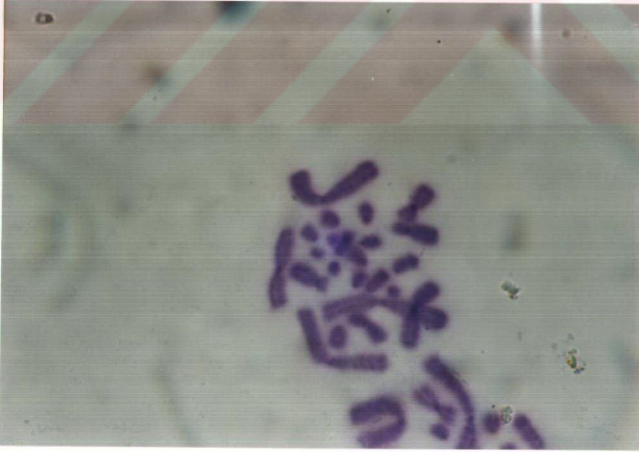
Kromozom Numarası	Kromozom Uzunluğu (µm) ORT. ± S. H.	Relative Uzunluk (% T. K. U.)	Sentromerik İndeks ORT. ± S. H.	Kol Oranı ORT. ± S.H.	Kromozom Morfolojisi
1	10.78 ± 0.71	15.12 ± 0.73	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
2	8.59 ± 0.71	12.05 ± 0.83	47.77 ± 1.11	1.09 ± 0.04	m
3	7.03 ± 0.84	9.86 ± 0.97	48.48 ± 1.51	1.06 ± 0.02	m
4	5.93 ± 0.50	8.32 ± 0.55	45.49 ± 1.05	1.33 ± 0.08	m
5	4.92 ± 0.29	6.90 ± 0.39	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
6	4.29 ± 0.36	6.02 ± 0.37	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
7	3.98 ± 0.33	5.58 ± 0.23	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
8	3.35 ± 0.35	4.70 ± 0.32	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
9	3.12 ± 0.26	4.37 ± 0.25	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
10	2.89 ± 0.33	4.05 ± 0.37	46.66 ± 3.33	1.16 ± 0.16	m
11	2.57 ± 0.32	3.60 ± 0.30	46.66 ± 3.33	1.16 ± 0.16	m
12	2.18 ± 0.20	3.05 ± 0.25	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
13	2.14 ± 0.23	3.00 ± 0.25	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
14	1.79 ± 0.32	2.51 ± 0.21	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
15	1.71 ± 0.30	2.40 ± 0.20	50.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	M
X	5.98 ± 0.40	8.39 ± 0.22	13.09 ± 1.09	7.63 ± 0.18	t
T. K. U.		71.25			

m-M: Metasentrik, t: akrosentrik; T. K. U.: Total Kromozom Uzunluğu

3. 1. 8. *Callimenus macrogaster macrogaster* (Lefebvre, 1831)

Mitotik Kromozomlar

C. macrogaster türüne ait çalışılan bireylerde kromozom sayısının $2n \text{ ♂} = 23, X0$ (FN=32) olduğu belirlenmiştir. 1 ve 2. kromozom çiftleri ve X kromozomu metasentrik, 3 ve 4. kromozom çiftleri submetasentrik, 5-11. kromozom çiftleri ise akrosentriktir. Türe ait kromozom sayısı ve morfolojisi Fotoğraf 21, Şekil 24 ve 25 de görülmektedir. Otozomal kromozomların uzunlukları 1.18-13.58 μm arasında değişim gösterirken, relatif uzunlukları % 1.90-21.90 değerleri arasındadır. X kromozomunun uzunluğu 12.96 μm , relatif uzunluğu ise % 20.90'dır ve genomdaki 2. büyük kromozomdur (Tablo 9). *C. macrogaster* türüne ait cinsiyet belirleme mekanizması XX (♀) / X0 (♂) şeklindedir.



Fotoğraf 21. *C. macrogaster*'in somatik metafaz kromozomları



Şekil 24. *C. macrogaster*'in karyogramı



Şekil 25. *C. macrogaster*'in idiogramı

C-band Özellikleri

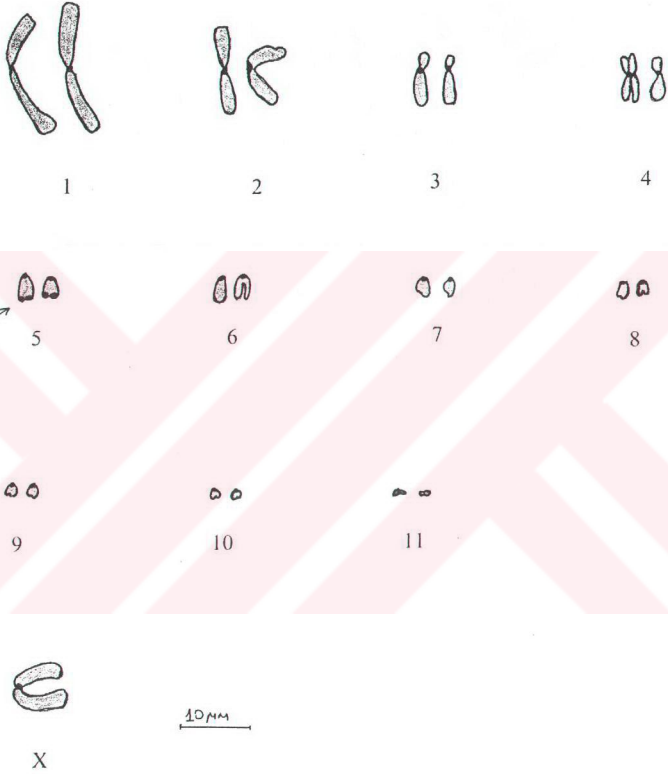
C. macrogaster türüne ait C-band örneği Fotoğraf 22 ve Şekil 26 da görülmektedir. Bütün otozomal kromozomlar ve X kromozomunda parasentromerik C-bandlar tespit edilmiştir. Ayrıca 5. kromozom çiftinde distal C-bandlara rastlanılmıştır.



Fotoğraf 22. *C. macrogaster*'in somatik metafaz kromozomlarının C-band örneği



Fotoğraf 23. *C. macrogaster*'in somatik metafaz kromozomlarının G-band örneği

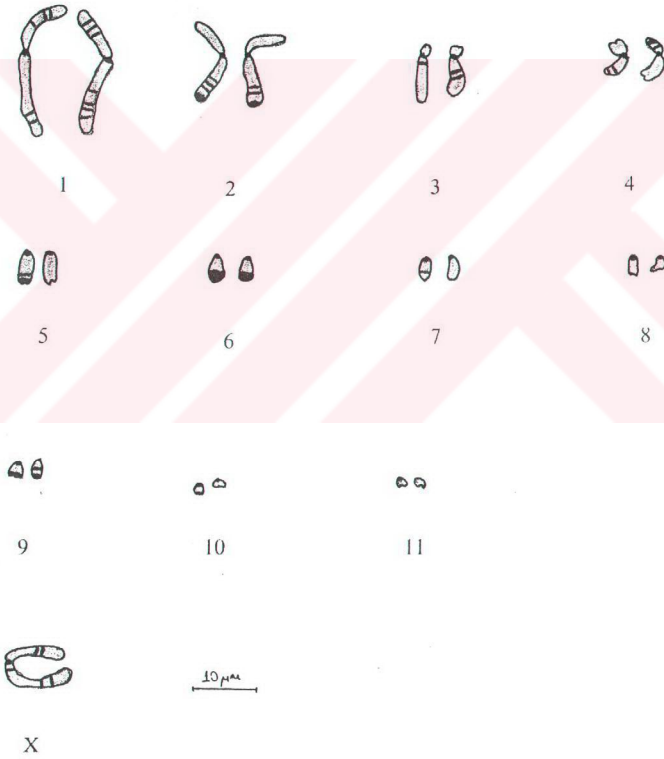


Şekil 26. *C. macrogaster*'ın C- band karyogramı; → distal C-bandları işaret etmektedir

G-band özellikleri

C. macrogaster'e kromozomların taşıdığı G-bandlar Fotoğraf 23 ve Şekil 27 de görülmektedir. 1. kromozom çiftinin ve X kromozomunun her iki kolunda, 2. ve 3. kromozom çiftlerinin ise uzun kolunda açık koyulu G-bandlar birbirini

takip etmektedir. 6. kromozom çiftinin kromozom kolunun uç kısımları geniş G-band göstermektedir. Bütün otozomların ve X kromozomunun sentromer bölgeleri G-band pozitifdir.



Şekil 27. *C. macrogaster* türüne ait G-band karyogramı

Tablo 9. *C. macrogaster*'in somatik metafaz kromozomlarının ölçümleri

Kromozom Numarası	Kromozom Uzunluğu (µm) ORT. ± S. H.	Relatif Uzunluk (% T.K.U.)	Sentromerik İndeks ORT. ± S. H.	Kol Oranı ORT. ± S. H.	Kromozom Morfolojisi
1	13. 58 ± 0.58	21.90 ± 0.67	46.08 ± 1.83	1.17 ± 0.09	m
2	9. 32 ± 0.41	15.03 ± 0.26	44.44 ± 1.41	1.24 ± 0.07	m
3	5. 67 ± 0.25	9.14 ± 0.20	36.06 ± 2.37	1.79 ± 0.19	sm
4	5. 00 ± 0. 24	8.06 ± 0.17	29.72 ± 3.92	2.46 ± 0.40	sm
5	3. 48 ± 0. 25	5.61 ± 0.25	10.38 ± 1.22	8,63 ± 0.35	t
6	2. 99 ± 0. 16	4.82 ± 0.10	11.88 ± 1.32	7,41 ± 0.38	t
7	2. 51 ± 0. 16	4.04 ± 0.13	11.98 ± 2.01	7.34 ± 0.42	t
8	2. 11 ± 0.10	3.40 ± 0.12	11.68 ± 1.33	7.55 ± 0.04	t
9	1. 77 ± 0. 10	2.85 ± 0.13	10.93 ± 2.01	8.14 ± 0.17	t
10	1. 42 ± 0.08	2.29 ± 0.07	9.84 ± 2.03	9.16 ± 0.45	t
11	1. 18 ± 0. 18	1.90 ± 0.09	11.62 ± 1.44	7.60 ± 0.25	t
X	12. 96 ± 0. 85	20.90 ± 0.65	43.44 ± 2.30	1.31 ± 0.11	m
T. K. U.	61.99				

m: metasentrik, sm: submetasentrik, t: akrosentrik; T: K. U.: Total Kromozom Uzunluğu

3. 2. Çalışılan Türlerin 2C DNA Miktarı Sonuçları

Çalışılan türlerin nükleer 2C DNA miktarları Tablo 10 da görülmektedir. Acrididae familyasına ait türlerin nükleer 2C DNA miktarları 8.27-39.50 pg arasında değişmektedir. Bu familyaya ait türlerin 2C DNA miktarları kendi aralarında karşılaştırılmış, bunlardan sadece *O. ventralis* ve *Ch. brunneus* türleri arasında bir fark bulunamamıştır.

Tablo 10. Çalışılan türlerin nükleer 2C DNA miktarları

Tür Adı	Ölçülen Hücre Sayısı	Total kromozom uzunluğu	Kromozom Sayısı (2n)	DNA Miktarı (pg) ORT. ± S. H. *
Acrididae				
<i>C. italicus</i>	105	133.52	23	17.54 ± 0.42 a
<i>O. schochi</i>	105	184.67	25	19.98 ± 0.13 b
<i>A. insbricus</i>	105	192.16	23	39.50 ± 0.97 c
<i>O. ventralis</i>	105	54.12	17	8.27 ± 0.13 d
<i>Ch. brunneus</i>	105	59.75	17	9.30 ± 0.00 df
Tettigoniidae				
<i>D. albifrons</i>	105	78.88	31	12.20 ± 0.18 eg
<i>P. signata</i>	105	71.25	31	10.41 ± 0.06 fg
<i>C. macrogaster</i>	105	61.98	23	10.26 ± 0.16 f

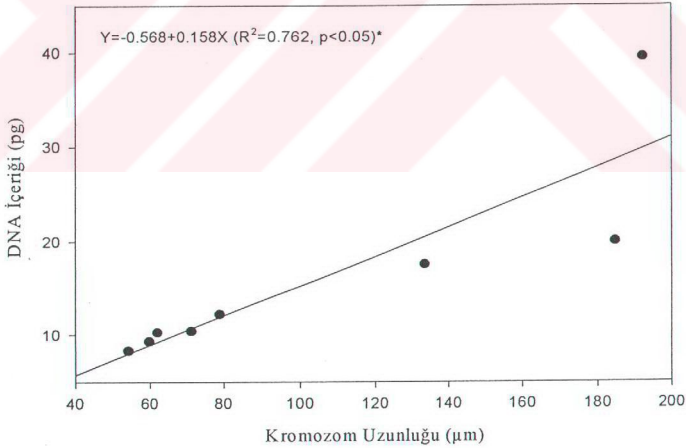
*: Her sütunda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 düzeyinde birbirinden farklı değildir.

Tettigoniidae familyasına ait türlerin nükleer 2C DNA miktarlarının 10.26-12.20 pg arasında olduğu belirlenmiştir. Bu familyaya ait incelenen üç türden *D. albifrons* ve *C. macrogaster* türleri arasında önemli bir farklılığın olduğu saptanmıştır.

Her iki familyaya ait türlerin nükleer 2C DNA miktarları birbiri ile karşılaştırıldığında *Ch. brunneus*, *P. signata* ve *C. macrogaster* türleri arasında bir fark bulunamamıştır. Bu türler dışındaki türlerin 2C DNA miktarları arasında istatistiksel olarak fark olduğu gözlenmiştir.

Aynı kromozom sayısına sahip türler nükleer 2C DNA içeriği açısından kendi aralarında karşılaştırıldığında $2n=17$ kromozoma sahip *O. ventralis* ve *Ch. brunneus* türleri arasında ve $2n=31$ kromozoma sahip *D. albifrons* ve *P. signata* türleri arasında fark bulunamamıştır. $2n=23$ kromozoma sahip *C. italicus*, *A. insubricus* ve *C. macrogaster* türleri arasındaki farkın ise önemli olduğu belirlenmiştir. En düşük ($2n=17$) ve en yüksek ($2n=31$) kromozom sayısına sahip türler kendi aralarında karşılaştırılmış ve *Ch. brunneus* ve *P. signata* türleri arasında önemli bir fark bulunamamıştır.

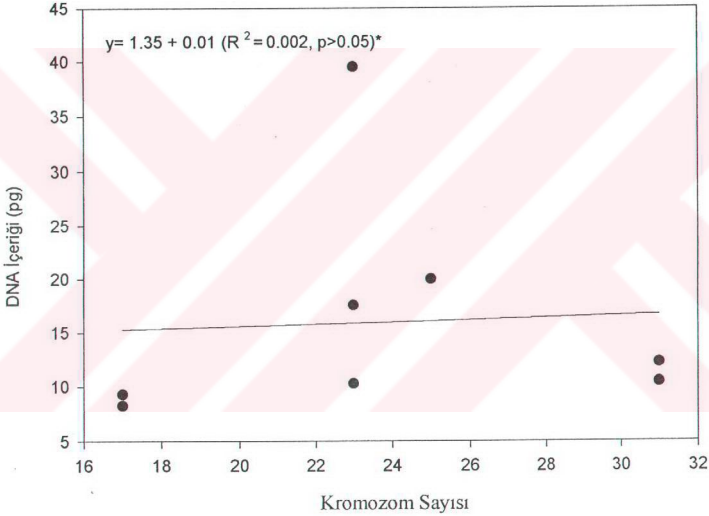
Çalışılan türlerin DNA içeriği ile kromozom uzunlukları arasındaki korelasyon ve regresyon analizi sonucu elde edilen verilere göre çizilen regresyon doğrusu Şekil 28 de görülmektedir. Bu türlerin DNA içeriği ile kromozom uzunlukları arasında bir ilişkinin olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).



Şekil 28. Çalışılan türlerin DNA içeriği ile kromozom uzunlukları arasındaki ilişki

*: Tanımlayıcılık Katsayısı

Yine bu türlerin DNA içeriği ile kromozom sayıları arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon ve regresyon analizi yapılmış ve elde edilen veriler doğrultusunda regresyon doğrusu çizilmiştir (Şekil 29). Grafikten de görüldüğü gibi DNA içeriği ile kromozom sayısı arasında bir ilişki bulunmamaktadır ($p>0.05$).



Şekil 29. Çalışılan türlerin DNA içeriği ile kromozom sayıları arasındaki ilişki

*: Tanımlayıcılık Katsayısı

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada Acrididae familyasına dahil *C. italicus*, *O. schochi*, *A. insbricus*, *Ch. brunneus* ve *O. ventralis* ile Tettigoniidae familyasına dahil *D. albifrons*, *P. signata* ve *C. macrogaster* türlerinin kromozom sayısı, kromozom morfolojisi, C ve G-band örnekleri ile nükleer 2C DNA miktarları belirlenmiştir.

Acrididae familyasına ait çekirgeler kromozom sayısı bakımından çok sabit bir durum gösterirler (John ve Hewitt, 1968). Bu familyanın birçok üyesinin kromozom sayısı $2n=23$, $X0$ (♂) / XX (♀) olduğu ve akro- ve/veya subakrosentrik kromozomlardan oluştuğu kabul edilmektedir. Acrididae familyasına dahil Gomphocerinae alt familyası üyelerinin ise $2n=17$, $X0$ (♂) / XX (♀) kromozom sayısına sahip olduğu ve 3 uzun kromozom çiftinin sentrik füzyon sonucu oluştuğu düşünülmektedir (Cabrero ve Camacho, 1985). Karyotipik olarak bu kadar korunmuş olan Acrididae, supernumerary kromozom segmentleri (John ve King, 1977, 1982, 1983; Hewitt, 1979; Camacho ve Ark., 1984), C-band örnekleri (King ve John, 1980; Santos ve Ark., 1983) ve nükleer 2C DNA içeriği (John ve Hewitt, 1968; Kiknadze ve Vysotskaya, 1969; Rees ve Ark., 1978; Gosálvez ve Ark., 1980) bakımından büyük varyasyonlar göstermektedir.

Yapılan literatür çalışmalarında Acrididae familyasına dahil *C. italicus* türü ile ilgili herhangi bir karyolojik veriye rastlanılmamıştır. *C. italicus*'un kromozom sayısının $2n=23$, $X0$ (♂) olduğu ilk kez bu çalışma ile tespit edilmiştir (Şekil 1 ve Tablo 2). Acrididae familyasına ait karyotipi bilinen üyelerinin birçoğunun (% 90) kromozom sayısının $2n=23$ olduğu ve kromozomlarının genellikle akrosentrik veya subakrosentrik tipte olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Hewitt, 1979; Camacho ve Cabrero, 1983). Bu çalışmada ise *C. italicus* türünün kromozomlarının tümünün metasentrik tipte olduğu belirlenmiştir.

Oedipodinae alt familyasına ait *O. schochi* türünün kromozom sayısının $2n=25$ olduğu, bu kromozomların sekiz çifti ve X kromozomu metasentrik, üç çifti submetasentrik ve bir çifti ise akrosentriktir. Oedipodinae alt familyası üyeleri kromozom sayısı bakımından oldukça sabit bir durum göstermektedirler. Yalnızca bazı *Trimerotropini* türlerinde sentrik füzyon sonucu kromozom sayısında bir azalma meydana gelmiş ve kromozom sayısı $2n=23$ 'den $2n=21$ 'e düşmüştür. Bununla

birlikte, bu alt familyaya ait türlerde kromozom morfolojisi perisentrik inversiyondan dolayı farklılıklar göstermektedir. Örneğin, White (1973) ve Hewitt (1979) *Trimeropropis* ve *Circotettix* genusu türlerinde, Cabrero ve Camacho (1982) *Aiolopus strepens* türünde ve Camacho (1980) ise *Sphingonatus coeruleans* türünde bu morfolojik varyasyonları tespit etmişlerdir.

Oedipodinae alt familyasının değişik türlerinde genellikle $2n \text{ ♂}=23$ kromozom tespit edilmesine karşılık *O. schochi* türünde $2n \text{ ♂}=25$ kromozom tespit edilmesi, metasentrik bir kromozomda meydana gelen sentrik fizyon ile açıklanabilir. Metasentrik kromozomun sentromer bölgesinden ikiye ayrılması sonucu iki akrosentrik kromozom meydana gelmiş olabilir. Ayrıca bu türde rastlanılan sayısal kromozom farklılığı türün coğrafik yayılışı ile de ilgili olabilir. Oedipodinae alt familyasına ait çalışılmış türler genellikle Hindistan (Hota ve Patnaik, 1989), Amerika (White, 1973; Hewitt, 1979) ve İspanya (Cabrero ve Camacho, 1982)'dan toplanmıştır. Türkiye'de yayılış gösteren Oedipodinae türleri ile ilgili herhangi bir karyolojik veriye rastlanılmamıştır. Bu yüzden Oedipodinae alt familyasına ait türlerin farklı populasyonlardaki üyeler veya akraba türler ile yapılacak olan karşılaştırmalı karyolojik incelemeleri bu farklılığın sebebini açıklamaya yardımcı olacaktır.

Oedipodinae alt familyasına dahil *A. insbricus* türünün kromozom sayısı ve morfolojisi Şekil 7 ve Tablo 4 de görülmektedir. Camacho ve Cabrero (1983) tarafından yapılan çalışmada *Acrotylus* genusuna ait iki tür incelenmiştir ve *A. patruelis* ve *A. insbricus* türlerinin kromozom sayısının $2n=23$, $X0$ (♂) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca aynı çalışmada her iki türün bütün kromozomların telosentrik tipte olduğu ve X kromozomunun *A. patruelis*'de dördüncü, *A. insbricus*'da ikinci büyük kromozom olduğu da tespit edilmiştir. Yaptığımız bu çalışmada kromozom sayısının Oedipodinae alt familyasına ait diğer birçok türde olduğu gibi $2n \text{ ♂}=23$ olduğu belirlenmiştir. Ancak bu çalışmada kromozomların tümünün metasentrik tipte olduğu ve X kromozomunun beşinci büyük kromozom olduğu gözlenmiştir. Kromozom morfolojisindeki bu varyasyon coğrafik farklılık ile açıklanabilir.

Gomphocerinae alt familyası, Acrididae familyası içerisinde kromozom sayısı bakımından büyük farklılıklar göstermektedir. Bu alt familyaya ait çalışılan türlerin büyük bir kısmında kromozom sayısının $2n=17$, $X0$ (♂) olduğu, kromozom

morfolojisinin varyasyon gösterdiği buna karşılık genellikle üç çift submetasentrik kromozom ve beş çift akrosentrik kromozoma sahip olduğu tespit edilmiştir. X kromozomu da akrosentrik tiptedir (Cabrero ve Camacho, 1985; Bugrov ve Ark., 1987, 1991; Gusachenko ve Ark., 1992). Yaptığımız bu çalışma ile *O. ventralis* türünün kromozom sayısının yukarıda belirtilen yapıya uyduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışma ile üç çift kromozomun metasentrik tipte olduğu, bir çiftinin submetasentrik olduğu ve geri kalan otozomlar ile X kromozomunun ise akrosentrik tipte olduğu tespit edilmiştir (Şekil 11 ve Tablo 5). Yapılan literatür incelemelerinde bu türe ait herhangi bir karyolojik veriye rastlanılmadığından *O. ventralis*'in kromozom morfolojisinde rastlanılan bu farklılığın türe özgü bir durum olduğu düşünülmektedir.

Gomphocerinae alt familyasına dahil diğer bir genus *Chorthippus*'dur. Bu genusa ait bireyler geniş yayılım göstermektedirler. Farklı habitatlarda görülmelerine karşılık çoğunlukla orman bölgelerinde ve çayırlık alanlarda rapor edilmişlerdir (Demirsoy, 1975, 1995). Bu geniş yayılımlarından dolayı araştırmacıların sıklıkla tercih ettiği bir genus olmuştur (Jones ve Ark., 1975; Lopez-Fernandez ve Ark., 1984; Santos ve Ark., 1983, 1993; Cano ve Santos, 1990; Belda ve Ark., 1987).

Bizim çalışmamızda kullandığımız *Ch. brunneus* türüne ait kromozom sayısı ve morfolojisi Şekil 15 ve Tablo 6 da görülmektedir. Yaptığımız incelemelerde bu türün kromozom sayısının Gomphocerinae alt familyasının birçok üyesinde tespit edilen $2n=17, XO (\sigma)$ formülüne uyum gösterdiği belirlenmiştir. Bu 17 kromozomdan 6. kromozom çifti ile X kromozomu akrosentrik, diğerleri ise metasentrik ve submetasentriktir. Şimdiye kadar bildirilen Gomphocerinae alt familyası türlerinin genel kromozom morfolojisi olan altı metasentrik ve X kromozomu dahil onbir akrosentrik kromozom tipine bu türde de rastlanılmamıştır.

Ensifera içerisinde yer alan Tettigoniidae familyası 1070'den fazla genus ve yaklaşık 6000 tür ile dünya üzerinde geniş bir yayılım göstermektedir. Bu familyaya ait alt familyaların sayısı ise araştırmacılara göre değişmekle birlikte 14-24 arasında olduğu kabul edilmektedir (Kevan, 1976, 1977, 1982; Rentz, 1985, 1993; Gorochoy, 1988, 1995). Tettigoniidae familyası bu kadar çeşitli alt familyayı kapsadığından bu familya üyelerinin kromozom sayıları da geniş varyasyon göstermektedir. Kromozom sayısının $2n \sigma=16$ dan $2n \sigma=56$ ya kadar değişim gösterdiği yapılan

çalışmalarla belirlenmiştir (Bianchi, 1966; Bullini ve Bianchi Bullini, 1969, 1972; Bianchi Bullini ve Bullini, 1971, 1974; Alicata ve Ark., 1974; Mesa ve Ferreira, 1977; Ferreira, 1977; Hewitt, 1979; Ueshima ve Rentz, 1979; Camacho ve Ark., 1981; Warchałowska-Śliwa, 1984 a, 1984 b, 1998). En düşük kromozom sayısı *Polichne parvicauda* türünde ($2n \text{ ♂}=16$) (Ferreira, 1977), en yüksek kromozom sayısı ise *Mecapoda elongata* ($2n \text{ ♂}=56$) (Warchałowska-Śliwa ve Ark., 1993) türünde bulunmuştur. Diğer yandan, bu gruba ait karyosistemantik veriler kromozomal olarak tanımlanmış bütün türlerin yalnızca yaklaşık % 7 sini oluşturmaktadır (Warchałowska-Śliwa, 1998). Yapılan ve yapılacak olan karyolojik incelemeler, karyotipik farklılıkları ile ilişkili olarak Tettigonidlerin taksonomik ayırımına yardımcı olacaktır.

Tettigoniidae familyasına ait türlerin kromozom morfolojilerinin de geniş varyasyon gösterdiği ve yeniden düzenleme tiplerinin (Sentrük füzyon-sentrük fizyon, perisentrük inversiyon vb.) sıklıkla meydana geldiği belirlenmiştir (John ve Hewitt, 1968; White, 1973; Kumaraswamy ve Rajasekarasetty, 1978; Warchałowska-Śliwa, 1998).

Bu çalışmada Tettigoniidae familyasına ait *Decticus albifrons* ve *Parapholidoptera signata* (Decticinae) ile *Callimenus macrogaster* (Bradyporinae) türlerinin kromozom sayısı, morfolojisi, C ve G-band örnekleri ile DNA miktarları belirlenmiştir. *Decticus albifrons* türüne ait kromozom sayısı ve morfolojisi Şekil 17 ve Tablo 7 de görülmektedir. Decticinae alt familyası Paleartik, Nearktik, Avustralya ve Güney Afrika'da teşhis edilen yaklaşık 1000 tür içermektedir. Şimdiye kadar bunlardan yaklaşık 20 tanesinin karyolojik özellikleri belirlenmiştir. Kromozom sayılarının genellikle $2n \text{ ♂}=31$ olduğu nadiren $2n \text{ ♂}=25, 29$ veya 33 kromozoma sahip oldukları belirlenmiştir (John ve Hewitt, 1968; White, 1973; Hewitt, 1979). Bu alt familyaya ait üyelerin genellikle X kromozomu da dahil olmak üzere akrosentrük tipte kromozom taşıdıkları tespit edilmiştir (Winiwarter, 1931; Moll, 1953; Warchałowska-Śliwa, 1984 a; Delić ve Sofradžija, 1985). Ancak kromozom morfolojisinde varyasyonlara da rastlanılmış ve bunun nedeni olarak sentrik füzyon-fizyon, perisentrük inversiyon gibi yeniden düzenlenme durumları gösterilmiştir (Warchałowska-Śliwa, 1984 b, 1998; Muthu, 1988; Warchałowska-Śliwa ve Bugrov, 1996).

Fransa, İspanya ve Bosna'da yayılış gösteren *D. albifrons* türünün karyolojik özellikleri çalışılmış ve $2n \text{ ♂}=31$ kromozoma sahip olduğu, kromozomlarının hepsinin akrosentrik tipte olduğu belirlenmiştir (Winiwarter, 1931; Moll, 1953; Delić ve Sofradžija, 1985). Yaptığımız çalışmada, *D. albifrons* türünün $2n \text{ ♂}=31$ kromozoma sahip olduğu ve 8. kromozomun submetasentrik, X kromozomunun akrosentrik ve diğer kromozomlarının ise metasentrik tipte olduğu belirlenmiştir (Şekil 17 ve Tablo 7). Kromozom sayısı bakımından cinsin genel özelliklerini göstermesine karşın kromozom morfolojisindeki değişimin nedeni olarak daha önce bazı türler için belirttiğimiz coğrafik farklılıklar bu duruma etken olmuş olabilir.

Decticinae alt familyasına ait bir diğer tür *Parapholidoptera signata*'dır. Bu çalışma ile türün kromozom sayısının $2n \text{ ♂}=31$ olduğu ve tüm otozomal kromozomların metasentrik ve X kromozomunun akrosentrik tipte olduğu belirlenmiştir. Yapılan literatür çalışmalarında bu tür ile ilgili karyolojik herhangi bir veriye rastlanılmamıştır. *Parapholidoptera noxia* türü Warchałowska-Śliwa (1998) tarafından çalışılmış ve bu türün $2n \text{ ♂}=31$ kromozoma sahip olduğu ve kromozomlarının tümünün akrosentrik tipte olduğu belirlenmiştir.

Bradyporinae alt familyasına ait olan *C. macrogaster* türü ile ilgili bilgiler Şekil 24 ve Tablo 9 da görülmektedir. Şimdiye kadar bu alt familyaya ait 25 tür incelenmiş ve kromozom sayılarının $2n \text{ ♂}=29$ olduğu belirlenmiştir ve *Zichyini* genusunun 3 türünün $2n \text{ ♂}=31$ kromozom taşıdığı gösterilmiştir (Warchałowska-Śliwa ve Bugrov, 1996, 1998). Bradyporinae alt familyası üyeleri $2n=22$ den $2n=31$ e kadar değişen kromozom sayılarına sahiptirler. Ayrıca, bu alt familyanın bazı üyelerinin neo-XY cinsiyet gelişim mekanizması gösterdikleri de tespit edilmiştir. Bu alt familyada gözlenen $2n \text{ ♂}=23, 25$ ve 27 kromozomlu türlerin kompleks translokasyonlar sonucu oluştuğu belirlenmiştir (Fernandez-Piqueras ve Ark., 1983; Warchałowska-Śliwa ve Bugrov, 1997).

Bradyporus genusuna ait çalışılmış türlerde kromozom sayısının $2n \text{ ♂}=25-29$ arasında olduğu ve kromozom morfolojisinin değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Warchałowska-Śliwa, (1998) *Bradyporus dasypus* (Bulgaristan'dan) ve *Callimemus oniscus* (Yunanistan'dan) türlerinin kromozom sayısının $2n \text{ ♂} = 27$ olduğunu tespit etmiştir. Aynı çalışmada *Bradyporus dasypus*'un iki çift metasentrik ve onbir çift akrosentrik kromozom ile metasentrik bir X kromozomuna sahip olduğu; *Callimemus*

oniscus'un ise bir çift metasentrik, bir çift submetasentrik ve onbir çift akrosentrik kromozom ile metasentrik bir X kromozomuna sahip olduğu da belirtilmiştir. Aynı genusa ait *Bradyporus macrogaster pancici*'nin kromozom sayısının $2n \text{ ♂}=25-29$ arasında değişim gösterdiği belirtilmiş, buna karşılık kromozom morfolojisi hakkında bir bilgi verilmemiştir (Georgevitch, 1933). Çalışmamızda kullandığımız *C. macrogaster*'in kromozom sayısı $2n \text{ ♂}=23$ olarak belirlenmiştir. Bu kromozomların yedi çifti akrosentrik, iki çifti metasentrik ve iki çifti submetasentriktir.

Bu çalışmada kullanılan türlerin hepsinin $XX \text{ ♀} / X0 \text{ ♂}$ cinsiyet belirleme mekanizması gösterdiği belirlenmiştir. Acrididae ve Tettigoniidae familyalarına ait birçok türde de $XX \text{ ♀} / X0 \text{ ♂}$ cinsiyet gelişim mekanizması gözlenmiştir (White, 1941, 1968, 1973; Henderson, 1961; Camacho ve Ark., 1981; Camacho ve Cabrero, 1983; Warchałowska-Śliwa, 1984 a; Warchałowska-Śliwa ve Ark., 1993; Aswathanarayana ve Srinivasa, 1993). Ancak bazı Tettigoniidae türlerinde neo-XY cinsiyet gelişim mekanizması gözlenmiş ve bunun da atasal $XX \text{ ♀} / X0 \text{ ♂}$ mekanizmasından geliştiği kabul edilmiştir (Alicata ve Ark., 1974; Messina ve Ark., 1975; Messina, 1981).

Acrididae familyasına ait türlerin X kromozomlarının genellikle akrosentrik tipte olduğu belirlenmiştir (Santos ve Ark., 1983; John, 1983; Gusachenko ve Ark., 1992). Ancak yaptığımız bu çalışmada *C. italicus*, *O. schachi* ve *A. insubricus* türlerinin metasentrik tipte X kromozomu, *O. ventralis* ile *Ch. brunneus* türlerinin ise akrosentrik tipte X kromozomu taşıdıkları tespit edilmiştir. X kromozomunun yapısında meydana gelen bu değişimin nedeni olarak perisentrik inversiyon veya coğrafik farklılık gösterilebilir. Tettigoniidae familyası üyelerinde ise X kromozomu genellikle metasentrik veya akrosentrik tiptedir (Warchałowska-Śliwa, 1984 a, 1984 b; Aswathanarayana ve Srinivasa, 1993; Aswathanarayana ve Ashwath, 1994). Yaptığımız çalışmada *D. albifrons*, *P. signata* ve *C. macrogaster* türlerinin X kromozomlarının Tettigoniidae familyasının bu genel özelliğine uyduğu belirlenmiştir.

Orthoptera'da C-band tekniği populasyon, ırk ve türlerin birbiri ile karşılaştırılmasında sıklıkla kullanılmaktadır (Cardoso, 1987). C-band örneği ile çok detaylı bir karyotip analizi yapılabilir. Bununla birlikte, parasentromerik, distal ve interstitial C-pozitif bandlar Tettigoniidae familyasının yalnızca bazı türlerinde tespit

edilmiştir (Fernandez-Piqueras ve Ark., 1984; Navas-Castillo ve Ark., 1986; Warchałowska-Śliwa ve Maryańska-Nadachowska, 1992). Diğer yandan, Acrididae'nin birçok türünde C-band örnekleri nispeten daha iyidir (King ve John, 1980; Santos ve Ark., 1983; Cabrero ve Camacho, 1985; Bugrov ve Ark., 1991; Vitturi ve Ark., 1993).

Aynı alt familyanın genusları arasındaki C-band varyasyonu ökromatinin heterokromatine transformasyonuna (King ve John, 1980; Cabrero ve Camacho, 1985) veya heterokromatik segmentlerin delesyon veya duplikasyonuna bağlanabilir (White, 1973; Cabrero ve Camacho, 1985). Yaptığımız bu çalışma ile White (1973)'in C-band varyasyonlarının heterokromatin miktarı ve dağılımı ile ilişkili olduğu ve bunun da türleşmede önemli olduğu görüşünü paylaşmaktayız.

Orthopteroid türlere ve diğer omurgasızlara uygulanan C-band teknikleri ile iyi sonuçlar alınırken, G-band teknikleri ile aynı başarı gözlenememektedir. Bu nedenle, bu türlerde daha çok C-band tekniği kullanılmaktadır. Warchałowska-Śliwa ve Ark., (1978), *Acheta domesticus* türüne uyguladıkları G-band tekniğinden sonra kromozom çiftlerinin tanımlanmasında zayıf bandlamadan dolayı zorluklarla karşılaştıklarını belirtmektedirler. Ayrıca, G-band tekniklerinin *Chotoicetes terminifera*'nın (Webb, 1976; Webb ve Nehaus, 1979) B kromozomlarında, *Warramaba virgo* (Webb ve Ark., 1978) ve *Melanoplus sanguinipe* (Zhan ve Ark., 1984) türlerinin standart kromozomlarında net olmamakla birlikte sonuç verdiğini bildirmektedirler. Comings (1971, 1978), kromozomlar üzerindeki koyu bandların AT'ce zengin DNA dizilerine, açık renkli interbandların ise GC'ce zengin DNA dizilerine karşılık geldiğini ileri sürmektedir. Burkholder ve Duczek'e (1982) göre nonhiston proteinler bu bölgelerde rahatça belirlenebilir ve bunların DNA ile interaksiyonları sonucu G-bandlar meydana gelebilir.

Çalıştığımız türlerin C ve G-band örnekleri karşılaştırılmış ve aralarında herhangi bir ilişkinin bulunmadığı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar bazı araştırmacılar tarafından da gösterilmiştir (Gallagher ve Ark., 1973; Klášterská ve Ark., 1974; Webb ve Westerman, 1978; Webb ve Neuhaus, 1979).

Zhan ve Ark., (1984), C ve G-band örnekleri arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığını, G-negatif konstitutif heterokromatin bölgelerinin GC'ce zengin satellit DNA bölgeleri olabileceğini belirtmektedirler.

Yaptığımız çalışmada gözlemlediğimiz G-band negatif bölgelerinin de GC'ce zengin satellit DNA bölgeleri olabileceği düşünülebilir. Ancak bu görüşün moleküler düzeyde yapılacak çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Çalışılan türlerin nükleer 2C DNA miktarları ile ilgili bulgular Tablo 10 da görülmektedir. Yapılan literatür çalışmalarında *Ch. brunneus* türü hariç diğer türlerin nükleer 2C DNA miktarlarına ilişkin bir bilgiye rastlanılmamıştır. *Ch. brunneus*'un 2C DNA miktarı ise 10.15 pg olarak belirlenmiştir (Gosalvez ve Ark., 1980). Bizim yaptığımız bu çalışmada *Ch. brunneus*'un 2C DNA miktarı 9.30 pg olarak bulunmuştur.

DNA içeriği ve evrimsel gelişim arasındaki ilk ilişki Mirsky ve Ris'in (1951) çalışmalarıyla ortaya konmuştur. Gosalvez ve Ark. (1980) DNA içeriği ve evrimsel gelişim arasında DNA miktarında ilkel omurgasızlardan yüksek omurgasızlara doğru gidildikçe artış meydana geldiğini, aynı familyanın üyesi olan akraba türlerin aynı DNA miktarına sahip olduğunu ve karasal omurgalıların evriminin DNA'nın azalmasıyla ilişkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

DNA miktarındaki artış ve azalışlar organizmaların evrimselleşmesinde önemli rol oynar. DNA'nın farklı miktarları aynı familyaya ait türler arasında bulunabileceği gibi, aynı kromozom sayısına sahip türler arasında da bulunabilir (Ullerich, 1969). Böyle bir DNA karşılaştırması evrimsel değişimleri açıklamaya yardımcı olur. Bu durum basit bir kromozom morfolojisi karşılaştırmasından daha fazla bilgi vermektedir.

DNA miktarındaki farklılıklar, yalnızca farklı cinsler arasında değil, tür düzeyinde de meydana gelebilir. Bu düzeyde gözlenen farklılıklar çok ilgi çekicidir, çünkü bunlar çok yakın akraba türlerin DNA miktarındaki farklılıkları yansıtabilir. DNA miktarındaki bu farklılıkların kökeni üzerine direkt bir kanıt bulunamamasına rağmen, farklı türlerin evriminde önemli rol oynayan duplikasyonun burada da etkin olduğu düşünülebilir (White, 1968). Yine Orthopteroid böcekler arasında sıklıkla gözlenen polimorfizm de DNA miktarındaki bu farklılığı açıklamaya yardımcı olabilir. Bu polimorfizm genellikle otozomal kromozomlara yapışan heterokromatik segmentler şeklinde kendini gösterir ve belirli kromozom bölgelerinin rastgele duplikasyonuna neden olurlar (John ve King, 1977, 1980; Hewitt, 1979; Santos ve Giráldez, 1982; John, 1983; Camacho ve Ark., 1986, 1987; Navas-Castillo ve Ark.,

1986). Bazı durumlarda, bu segmentler çok büyük olabilirler ve DNA miktarında aşırı değişimlere neden olabilirler. Rees ve Ark., (1978) *Cryptobothrus chysophorus*'un kuzey ırkındaki erkeklerinin, güney ırkındakilerden yaklaşık % 20 daha fazla nükleer DNA içerdiklerini bulmuşlardır ve bu DNA farklılığının kromozomlar içindeki ekstra segmentlerle açıklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Nükleer 2C DNA miktarının, kromozom uzunluğu ve kromozom sayısı ile herhangi bir ilişkisinin bulunup bulunmadığını belirlemek amacı ile yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Rees ve Ark., 1966, 1978; Gosálvez ve Ark., 1980; Belda ve Ark., 1987, 1991; Pascual ve Ark., 1987; Raina ve Bisht, 1988; Juan ve Ark., 1989).

Çalıştığımız türlerin total kromozom uzunlukları ile 2C DNA miktarı arasında yapılan korelasyon ve regresyon analizinde pozitif bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 28). İncelemelerimizde DNA miktarı en fazla olan *A. insubricus* türünün total kromozom uzunluğu 192.16 μm , DNA miktarı en az olan *O. ventralis* türünün total kromozom uzunluğu ise 54.12 μm 'dir. Total kromozom uzunluğu ile 2C DNA miktarı arasında paralel bir ilişkinin olduğu yapılan çalışmalarla da belirlenmiştir (Rai, 1963; Dev ve Rai, 1984; Sherron ve Rai, 1984; Rao ve Rai, 1986, 1987).

Kromozom sayısı ile DNA miktarı arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığı bitki ve hayvanlarla yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Bennett ve Smith, 1976; Narayan ve Rees, 1976, 1977; Gosálvez ve Ark., 1980; Raina ve Bisht, 1988). Yaptığımız çalışmada en düşük kromozom sayısına sahip türler ile en yüksek kromozom sayısına sahip türler karşılaştırılmış ve aralarındaki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır (*Ch. brunneus* ve *P. signata*). Aynı kromozom sayısına sahip türler karşılaştırılmış ve aralarındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur (*C. italicus* ve *C. macrogaster*). Elde ettiğimiz bulgulara dayanarak türler arasında DNA miktarı açısından saptanan varyasyonun kromozom sayısı ile bir ilişkisinin olmadığını söyleyebiliriz (Tablo 10 ve Şekil 29).

Gelecekte, bu çalışmada elde edilen sonuçların, değişik bandlama yöntemleri ve farklı populasyonlardan toplanan türlere uygulanan sitogenetiksel ve moleküler analizlerle zenginleştirilmesi düşünülmektedir. Ayrıca, daha fazla sayıda tür için

benzer çalışmalar yapılarak Türkiye Orthoptera faunasının sitogenetik özelliklerinin belirlenmesine çalışılacaktır.



5. KAYNAKLAR

- Alicata, P., Messina, A. and Oliveri, S., 1974. Determinismo Cromosomico del Sesso in *Odontura stenoxipha* (Orth., Phaneropteridae) un Nuovo Caso di Neo-XY. *Animalia*, 1: 109-122.
- Arana, P., Santos, J. L. and Giraldez, R., 1980. Chismata Interference and Centromere Co-orientation in a Spontaneous Translocation Heterozygote of *Euchorthippus pulvinatus gallicus* (Acrididae: Orthoptera). *Chromosoma*, 78: 327-340.
- Asana, J. J., Makino, S. and Niiyama, H., 1938. A Chromosomal Survey of Some Indian Insects. *J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.*, 6: 211-234.
- Aswathanarayana, N. V. and Srinivasa, M. S., 1993. *Elimaea securigera* Stol. A Karyotypically Dynamic Species (Orthoptera: Tettigoniidae). *Cytologia*, 58: 423-425.
- Aswathanarayana, N. V. and Aswath, S. K., 1994. Karyotypes of Two Indian Grasshoppers of Mecopodinae (Orthoptera-Tettigoniidae). *Cytologia* 59: 285-287.
- Aswathanarayana, N. V. and Aswath, S. K., 1996. Karyology of Five Species of Tettigonids (Orthoptera: Tettigoniidae). *Cytobios*, 86: 167-176.
- Başaran, N., 1994. *Tıbbi Genetik*. Bilim Teknik Yayınevi, 1-480.
- Belda, J. E., Cabrero, J., Camacho, J. P. M. and Pascual, F., 1987. Evolutionary Cytotaxonomy in Nine Species of *Chorthippus* (Orthoptera, Acrididae). *In Evolutionary Biology of Orthopteroid Insects*. pp 113-123. Edited by B. Bacceti. Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Belda, J. E., Cabrero J., Camacho, J. P. M. and Rufas, J. S., 1991. Role of C-heterochromatin in Variation of Nuclear DNA Amount in the Genus *Chorthippus* (Orthoptera, Acrididae). *Cytobios*, 67: 13-21.

- Bennett, M. D. and Smith, J. B., 1976. Nuclear DNA Amounts in Angiosperms. *Phil. Trans. Roy. Soc. B.* 274: 227-274.
- Bennett, M. D., Gustafson, J. P. and Smith, J. B., 1977. Variation in Nuclear DNA in The Genus *Secale*. *Chromosoma*, 61: 149-176.
- Bianchi, A. P., 1966. Note Sulla Cariologia di Alcuni *Efippigeridi* (Insecta-Orthoptera). *Acc. Naz. Lincei Rend. Cl. Sci. Mat. Fis. Nat.*, 41: 553-557.
- Bianchi Bullini, A. P. and Bullini, L., 1971. II Corredo Cromosomico di *Uromemus riggioi* (Orthoptera-Ephippigeridae). *Acc. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sci. Mat. Fis. Nat.*, 50: 132-134.
- Bianchi Bullini, A. P. and Bullini, L., 1974. Presenza di Cromosomi B in Alcune specie di *Efippigeridi* (Orthoptera, Tettigonioidea). *Boll. Zool.*, 41: Atti del XLII Convegno Dell' U. Z. I. Cagliari.
- Bradbury, E. M., Maclea, N. and Matthews, H. R., 1981. DNA, Chromatin and Chromosomes. Blackwell Scientific Pub. 1-275.
- Bugrov, A. G., 1986. Neo-XY Sex Chromosome Determination in The Grasshopper *Asiotmethis heptapotamicus heptapotamicus* (Zub.) and *Atrichotmethis semenovi* (Zub.) (Orthoptera, Pamphahidae). *Tsitologia (Russia)* 28: 117-119. (In Russian).
- Bugrov, A. G., Gusachenko, A. M. and Vysotskaya, L. V., 1987. Comparative Cytogenetical Analysis of Grasshoppers of The Tribe Gomphocerini, and Chrysochraontini (Orthoptera, Acrididae). (In: Ecology and Geography of Arthropoda of Siberia). Novosibirisk: Nauka. (In Russian).
- Bugrov, A. G., Gusachenko, A. M. and Vysotskaya, L. M., 1991. Karyotypes and C-heterochromatin Regions of Grasshoppers of The Tribe Gomphocerini (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerini) in The USSR Fauna. *Zool. Zhurnal.* 70: 55-63 (In Russian).
- Bugrov, A. G. and Warchałowska-Śliwa, E., 1997. Chromosome Numbers and C-Banding Patterns in Some Pamphagidae Grassoppers (Orthoptera,

- Acrididae) From The Caucasus, Central Asia, and Transbaikalia. *Folia Biol. (Kraków)* 45: 133-138.
- Bugrov, A., Warchałowska-Śliwa, E. and Vysotskaya, L., 1999. Karyotypic Features of Eyprepocnemidinae Grasshoppers From Russia and Central Asia With Reference to The B Chromosomes in *Eyprepocnemis plorans* (Charp.) *Folia Biol. (Kraków)*, 47 (3-4): 97-104.
- Bullini, L. and Bianchi Bullini, A. P., 1969. Novi Dati Sul Corredo Cromosomico Degli *Efippigeridi italiani* (Orthoptera-Tettigonioidea). *Acc. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sci. Mat. Fis. Nat.*, 46: 213-216.
- Bullini, L. and Bianchi Bullini, A. P., 1972. La Cariologia Nella Sistematica Entomologica Citogenetica Degli *Efippigeridi* (Orthoptera-Tettigonioidea). 9th Congresso Ital. Entomol., Sienna.
- Burkholder, G. D. and Duczek, L. L., 1982. The Effect of The Chromosome Banding Techniques on The Histone and Nonhistone Proteins of Isolated Chromatin. *Can. J. Biochem.* 60: 328-337.
- Cabrero, J. and Camacho, J. P. M., 1982. Pericentric Inversion Polymorphism in *Aiolopus strepens* (Orthoptera: Acrididae): Effects of Chiasma Formation. *Caryologia*, 35: 411-424.
- Cabrero, J. and Camacho, J. P. M., 1985. A Spontaneous Interchange Heterozygote Mosaic in The Grasshopper *Stauroderus scalaris*: Interchromosomal Chiasma Effects. *Heredity*, 54: 235-243.
- Camacho, J. P. M., 1980. Variabilidad Cromosómica en Poblaciones Naturales de Tettigonioidea, Pamphagoidea y Acridoidea. Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- Camacho, J. P. M., Orozco, J. C. and Pascual, F., 1981. Chromosomal Rearrangements and Karyotypic Evolution in Decticinae (Orthoptera: Tettigonioidea). *Cytologia*, 46: 209-215.

- Camacho, J. P. M. and Cabrero, J., 1983. Karyological Differences Between Two Species of Grasshopper Genus *Acrotylus* (Acrididae: Oedipodinae). *Caryologia*, 36 (2): 121-127.
- Camacho, J. P. M., Viseras, E., Navas-Castillo, J. and Cabrero, J., 1984. C-heterochromatin Content of Supernumerary Chromosome Segments of Grasshopper: Detection of a Euchromatic Extra Segment. *Heredity*, 53: 167-175.
- Camacho, J. P. M., Navas-Castillo, J. and Cabrero, J., 1986. Extra -Nucleolar Activity Associated with Presence of a Supernumerary Chromosome Segment in The Grasshopper *Oedipoda fuscocincta*. *Heredity*, 56: 237-241.
- Camacho, J. P. M., Pascual, F., Belda, J. and Cabrero, J., 1987. Cytological Markers for Analysing Evolutionary Relationships Between Related Species of Orthopteroids. In "Evolutionary Biology of Orthopteroid Insects" (B. M. Bacceti, ed), pp. 148-157. Ellis Horwood Series in Entomology and Acarology, Chichester, West Sussex.
- Cano, M. I., and Santos, J. L., 1990. Chiasma Frequencies and Distributions in Gomphocerine Grasshoppers: A Comparative Study Between Sexes. *Heredity* 64: 17-23.
- Cardoso, H., Saez, F. A. and Brum-Zorrilla, N., 1974. Location, Structure, and Behaviour of C-heterochromatin During Meiosis in *Dicroplus silveiraguidoi* (Acrididae-Orthoptera). *Chromosoma* (Berlin), 48: 51-64.
- Cardoso, H., and Dutra, A., 1979. The Neo-X Sex Pair in Acrididae, Its Structure and Association. *Chromosoma*, 70: 323-336.
- Cardoso, H. and Di Tomaso, M. V., 1980. Regiones Heterocromaticas Organizadora Nucleolar Durante la Meiosis de *Zoniopoda tarsata* (Orthoptera, Romaleidae). *Mendeliana* 4: 47-56.

- Cardoso, H., 1987. C-bands in Orthoptera. *Cytobios*, 49: 153-161.
- Cea, G. and Marin, O., 1975. Los Cromosomas de *Cratomelus armatus blanchard*, 1851. (Orthoptera, Gryllacrididae) Obtenidos de Cultivo de Hematocitos. *Bol. Soc. Biol. Concepcion XLIX* 25-31.
- Comings, D. E., 1971. Heterochromatin of The Indian Muntjac. Replication, Condensation, DNA Ultracentrifugation, Fluorescents and Heterochromatin Staining. *Expl Cell Res.* 67: 441-460.
- Comings, D. E., 1978. Mechanisms of Chromosome Banding and Implications for Chromosome Structure. *A. Rev. Genet.* 12: 25-46.
- Dave, M. J., 1965. On Unusual Sex Chromosomes Found in Two Species of The Locustidae. *Cytologia*, 30: 194-200.
- Delić, M. and Sofradžija, A., 1985. Hromosomi Vrste *Decticus albifrons* (Fabricius) 1973, Tettigonidae, Orthoptera. *GZM (PN) (Sarajewo)*, 24: 131-136.
- Demirsoy, A., 1975. Erzurum Bölgesi Orthoptera (Insecta) Faunasının Tespiti ve Taksonomik İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Yayınlar*, 39 (35) 1-114.
- Demirsoy, A., 1995. Yaşamın Temel Kuralları. *Entomoloji (Cilt II-Kısım II)*.1-890.
- Dev, V. and Rai, K. S., 1984. Genetics of Speciation in the *Aedes (Stegomyia) scutellaris* Group (Diptera: Culicidae). V. Chromosomal Relationship Among Five Species. *Genetica*, 64: 83-92.
- Dhillow, S. S., Berlyn, G. P. and Miksche, J. P., 1977. Requirement of an Internal Standard for Microspectrophotometric Measurements of DNA. *Amer. J. Bot.*, 64: 117-121.
- Drets, M. E. and Stoll, M., 1974. C-banding and Non-homologous Associations in *Gryllus argentimus*. *Chromosoma (Berlin)*, 48: 367-390.
- Dutra, A. and Cardoso, H., 1984. La Profase Meiótica de Especies del Genero *Dichroplus* (Orthoptera, Acrididae). *Mendeliana*, 6: 71-82.

- Dutta, J. and Gautam, D. C., 1993. Chromosomes of Aphid Fauna From North-Western Himalayas, India. *Cytologia*, 58: 367-375.
- Ebied, A.B.M., 1998. Karyological Studies on Three Egyptian Freshwater Species of Order Eulamellibranchiata (Bivalvia-Mollusca). *Cytologia*, 63: 17-26.
- Fernandez-Piqueras, J., Rojo Garcia, E. and Sentis Castano, C., 1981. A Tandem Fusion Origin of a Neo XY Sex Determining Mechanism in The Long-Horned *Callicrania seoanei* (Bol.). *Heredity*, 47: 397-401.
- Fernandez-Piqueras, J., Rodriguez Campos A., Sentis Castano, C. and Wandosell Jurado, F., 1982. *Pycnogaster cucullata* (charp): A Polytypic Species of Tettigoniodea With X0 and Neo XY Sex Determination. *Heredity*, 48: 147-150.
- Fernandez-Piqueras, J., Rodriguez Campos A., Sentis Castano, C. and Rojo Garcia, E., 1983. Sex Chromosome Evolution in The Polytypic Species *Pycnogaster cucullata*. *Heredity*, 50: 217-223.
- Fernandez-Piqueras, J., Rodriguez-Campos, A., Sentis-Castano, C. and Rojo-Garcia, E., 1984. C-heterochromatin in The Monospecific Genus *Baetica* (Orthoptera: Tettigoniidae). *Caryologia*, 37: 69-76.
- Ferreira, A., 1969. Chromosome Survey of Some Australian Tettigoniids (Orthoptera: Tettigoniodea): Two Species With Neo-XY Sex Determining Mechanism. *Cytologia*, 34: 511-522.
- Ferreira, A., 1973. Estudos Citogeneticos Nas Super-Familias Acridoidea e Tettigoniodea (Orthoptera). (Tese de Livre Docencia, Faculdade de Filosofia, Ciencias e Letras de Rio Claro, Brasil): 1-182.
- Ferreira, A., 1976. Cytology of Brazilian Phaneropterida (Orthoptera: Tettigoniodea). A Species With Neo XY Sex Determining Mechanism. *Can. J. Genet. Cytol.*, 18: 79-84.

- Ferreira, A., 1977. Cytology of Neotropical Phaneropteridae (Orthoptera-Tettigonioidea). *Genetica* 47: 81-87.
- Fontanetti, C. S., 1998. Chromosome Numbers of Some Brazilian Species of Diplopods (Diplopoda, Arthropoda). *Cytologia*, 63: 149-154.
- Fox, D. P., 1970. A Non-Doubling DNA Series in Somatic Tissues of The *Locust schistocerca gregaria* (Forsk.) and *Locusta migratoria* (Linn.). *Chromosoma*, 29: 446-461.
- Gallagher, A., Hewitt, G. and Gibson, I., 1973. Differential Giemsa Staining of Heterochromatic B-chromosomes in *Myrmeleotettix maculatus* Thumb. (Orthoptera, Acrididae). *Chromosoma*, 40: 167-172.
- Georgevitch, J. V., 1933. Recherches sur la Spermiogenese de *Callimemus pancici* Brun. *Bull. Acad. Sci. Mat. Nat. Ser. B. Sci. Nat.* 1: 32-45.
- Gomes, L. F., Brito, R. M., Pompolo, S. G., Campos, L. A. O. and Peruquetti, R. C., 1998. Karyotype and C- and G-banding Patterns of *Eufriesea violacea* (Hymenoptera, Apidae, Euglossinae). *Hereditas*, 128: 73-76.
- Goncharova, N. B., Istomina, A. G. and Kiknadze, I. I., 1981. Chromosome Distribution and DNA Amounts in Binuclear Polyploid Cells in The Testicular Follicle Sheath of Grasshoppers. *Tzitologia*, 23: 1126-1134.
- Gorochov, A. V., 1988. Classification and Phylogeny of Katydid (Gryllidae=Orthoptera, Tettigonioidea). (In: Mielowoj Biocenotickeskij Krisys i Evolucija Nasekomyekh. A. Ponomarenko ed. Nauka, Moscow): 145-190. (In Russian).
- Gorochov, A. V., 1995. System and Evolution of the Suborder Ensifera (Orthoptera). *Russian Acad. Sci. Proc. Zool. Institute, St. Petersburg* 260: Part 1: 1-224; Part 2: 1-213. (In Russian).
- Gosálvez, J., López Fernández, C. and Esponda, P., 1980. Variability of The DNA Content in Five Orthopteran Species. *Caryologia*, 33: 275-281.

- Gosálvez, J. and López-Fernández, C., 1981. Extra Heterochromatin in Natural Populations of *Gomphocerus sibiricus* (Orthoptera: Acrididae). *Genetica*, 56: 197-204.
- Greenlee, J. K., Rai, K. S. and Floyd, A. D., 1984. Intraspecific Variation in Nuclear DNA Content in *Collinsia verna* Nutt. (Scrophulariaceae). *Heredity*, 52 (2): 235-242.
- Gusachenko, A. M., Warchałowska-Śliwa, E., Maryńska-Nadachowska, A., Bugrov, A. G. and Vysotskaya, L. V., 1992. Cytogenetic Analysis of Populations of *Chorthippus albomarginatus* (DE GERR) (Acrididae: Orthoptera). *Folia Biol. (Kraków)*, 40: 27-31.
- Handa, S. M. Mittal, O. P. and Sehgal, S. K., 1985. Cytology of Ten Species of Crickets From Chandigarh (India). *Cytologia*, 50: 711-724.
- Hareyama, S., 1932. On The Spermatogenesis of An Orthopterron, *Gampsocleis burgeri* D. H. J. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B. D.V. I, 1: 91-143.
- Henderson, S. A., 1961. Chromosome Number and Behaviour in The Grasshopper Pholidoptera. *Heredity*, 16: 181-186.
- Hewitt, G. M., 1979. Orthoptera: Grasshoppers and Crickets. *Insecta 1. Vol. 3. In "Animal Cytogenetics"* (B. John, Ed.). Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Hillis, D. M., Moritz, C. and Mable, B. K., 1996. *Molecular Systematics*. Sinauer Associates, Inc. USA. 1-636.
- Hinegardner, R. and Rosen, D. E., 1972. Cellular DNA Content and The Evolution of Teleost Fishes. *Amer. Nat.*, 106: 621-644.
- Hota, J. and Patnaik, S. C., 1989. A Study of Chromosomes and Their C-band Pattern in Seven Species of Acrididae (Orthoptera). *Caryologia*, 42: 81-89.

- Istomina, A. G. and Kiknadze, I., I., 1978. Formation of Endopolyploid Cells With The Morphology of Classical Endomitosis in The Ontogenesis of *Schistocerca gregaria* (Forsk.) Orthoptera. *Tsitologia*, 9: 269-277.
- Jianxun, C., Xiuhai, R. and Qixing, Y., 1991. Nuclear DNA Content Variation in Fishes. *Cytologia*, 56: 425-429.
- John, B. and Henderson, S. A., 1962. Asynapsis and Polyploidy in *Schistocerca paranensis*. *Chromosoma (Berl.)*, 13: 111-147.
- John, B. and Hewitt, G. M., 1968. Patterns and Pathways of Chromosome Evolution Within The Orthoptera. *Chromosoma (Berlin)*, 25: 40-74.
- John, B. and King, M., 1977. Heterochromatin Variation in *Cryptobothrus chrysophorus*. II. Patterns of C-banding. *Chromosoma (Berlin)*, 65: 57-79.
- John, B. and King, M., 1980. Heterochromatin Variation in *Cryptobothrus chrysophorus*. III. Synthetic Hybrids. *Chromosoma*, 78: 165-186
- John, B. and King, M., 1982. Meiotic Effects of Supernumerary Heterochromatin in *Heteropternis obscurella*. *Chromosoma*, 85: 39-65.
- John, B., 1983. The Role of Chromosome Change in The Evolution of Orthopteroid Insects. (In: *Chromosomes in Evolution of Eucariotic Groups*, Vol. 1. A. K. Sharma, A. Sharma Eds. CRS Press, Florida): 1-110.
- John, B. and King, M., 1983. Population Cytogenetics of *Atractomopha similis*. I. C-band Variation. *Chromosoma*, 88: 57-68.
- Jones, G. H., Stamford, W. K. and Perry, P. E., 1975. Male and Female Meiosis in Grasshoppers. II. *Chorthippus brunneus*. *Chromosoma*, 52: 381-390.
- Juan, C., Pettitpierre, E. and Oromi, P., 1989. Chromosomal Analyses on Tenebrionids (Coleoptera) From The Canary Islands. *Cytobios*, 57: 33-41.

- Kapoor, L. and Gautam, D. C., 1994. Karyotypic Studies on Aphids From Himachal Pradesh (North-Western Himalayas), India. *Cytologia*, 59: 159-164.
- Kevan, D. K. McE., 1976. Suprafamilial Classification of "Orthopteroid" and Related Insects, Applying the Principles of Symbolic Logic. *Not. Lyman Ent. Mus. Res. Lab.* 2: 1-31.
- Kevan, D. K. McE., 1977. The Higher Classification of the Orthopteroid Insects: a General View. *Mem. Lyman Ent. Mus. Res. Lab.* 4: 1-27.
- Kevan, D. K. McE., 1982. Orthoptera. (In: *Synopsis And Classification Of Living Organisms*, Vol. 2. S. P. Parker Ed. McGraw Hill, New York): 252-379.
- Khuda-Bukhsh, A. R. and Kar, I., 1990. Karyotypic Studies in Twenty-seven Species of Aphids (Homoptera: Aphididae) From India. *Cytologia*, 55: 231-241.
- Kiknadze, I. J. and Vysotskaya, L. V., 1969. Measurement of DNA Mass Per Nucleus in the Grasshopper Species with Different Numbers of Chromosomes. *Tsitologia*, 12: 1100-1107.
- Kiknadze, I., I., Bakhtadze, G. J. and Istomina, A. G., 1975. Autoradiographic and Cytophotometric Study of DNA Replication in Endomitotic Cells of *Schistocerca gregaria*. *Tsitologia*, 17: 509-515.
- Kiknadze, I., I. and Istomina, A. G., 1980. Endomitosis in Grasshoppers. I. Nuclear Morphology and Synthesis of DNA and RNA in The Endopolyploid Cells of The Inner Parietal Layer of The Testicular Follicle. *Eur. J. Cell Biol.*, 21: 122-133.
- King, M. and John, B., 1980. Regularities and Restriction Governing C-band Variation in Acridoid Grasshoppers. *Chromosoma*, 76: 123-150.

- Klásterska, J., Natarajan, A. T. and Ramel, C., 1974. Heterochromatin Distribution and Chiasma Localization in the *Bryodema tuberculata* (Fabr.) (Acrididae). *Chromosoma*, 44: 393-404.
- Kumaraswamy, K. R. and Rajasekarasetty, M. R., 1978. Contributions to The Karyology of *Euconcocephalus incertus* and *Allodapia aliena* (Tettigoniidae, Orthoptera). *Cytobios*, 22: 89-95.
- Levan, A., Fredga, K. and Sondberg, A. A., 1964. Nomenclature for Centromeric Position of Chromosomes. *Hereditas*, 52: 201-220.
- Lim, H. C., Vickery, V. R. and Kevan McE. D. K., 1973. Cytogenetic Study in Relation to Taxonomy Within The Family Gryllidae (Orthoptera). I. Subfamily Gryllinae. *Can. J. Zool.*, 51: 179-186.
- Lopez-Fernandez, C., Rufas, J. S., Garcia De La Vega, C. and Gosalvez, J., 1984. Cytogenetic Studies on *Chorthippus jucundus* (Fisch) (Orthoptera) III. The Meiotic Consequences of a Spontaneous Centric Fusion. *Genetica*, 63: 3-7.
- Manolache, V., and Varo, M. I., 1987. Etudes Cytophotometriques Sur la Spermatogenese Chez *Isophya speciosa* Frivaldsky (Orthoptera-Phaneropteridae). *Rev. Roum. Biol., Biol. Anim.* 32: 61-66.
- Martin, P. G. and Shank, R., 1966. Does *Vicia faba* Have Multistranded Chromosomes? *Nature*, 211: 650-651.
- Maryańska-Nadachowska, A., Warchałowska-Śliwa, E. and Glowacka, E., 1994. Relative Chromosomal Lengths in Psyllids (Homoptera: Psylloidea) and a Description of Karyotypes of Eight Species. *Folia Biol. (Kraków)*, 42 (3-4): 95-100.
- Matthey, R., 1948. Données Nouvelles Sur les Chromosomes des Tettigonides et la Parthénogénèse de *Saga pedo* Pallas. *Rev. Suisse Zool.*, 55: 46-56.
- Mc Clung, C. E., 1902. The Spermatocyte Divisions of The Locustidae. *Sci. Bull.*, 1: 185-238. The University of Kansas Press, Kansas.

- Mc Clung, C. E., 1905. The Chromosomes Complex of Orthopteran Spermatocytes. Biol. Bull., 9: 304-340.
- Mesa, A. and Ferreira, A., 1977. The Chromosomes of The Species of North American Tettigoniids (Orthoptera-Tettigonioidae). Entomol. News, 88: 99-193.
- Messina, A., Ippolito, S. and Lombardo, F., 1975. Cariologia di Alcune Specie Europee di Phaneropterinae (Insecta, Orthoptera). Animalia 2: 215-224.
- Messina, A., 1981. Sulle Specie do Odontura del Gruppo Stenoxipha (Fieb.) (Orthoptera, Phaneropterinae). Animalia, 8: 15-26
- Mirsky, A. and Ris, H., 1951. The Desoxyribonucleic Acid Content of Animal Cell and its Evolutionary Significance. J. Gen. Physiol., 34: 451-462
- Moll, H. M., 1953. Estudio Cariológica del *Decticus albifrons* (Fabr.). Rev. Acad. Cienc. (Zaragoza), 8: 55-57.
- Murray, B. G., Hammett, K. R. W. and Standring, L. S., 1992. Genomic Constancy During The Development of *Lathyrus odoratus* Cultivars. Heredity, 68: 321-327.
- Muthu, Sm. P., 1988. Karyotypic Evolution in a Species of Tettigonid Grasshopper, *Elimaea securigera*. Cytologia, 53: 591-599.
- Nagl, W., 1976. Zellkern und Zellzyklen. Eugen Ulmer Stuttgart.
- Nagl, W., 1980. Chromosomen, Organisation, Funktion und Evolution des Chromatins. Verlag Paul Parey Berlin-Hamburg.
- Narayan, R. K. J. and Rees, H., 1977. Nuclear DNA divergence among *Lathyrus* species. Chromosoma, 63: 101-107.
- Navas-Castillo, J., Cabrero, J. and Camacho, J. P. M., 1986. Heterochromatin Variation in *Baetica ustulata* (Orthoptera: Tettigoniidae) Analysed by C and G Banding. Heredity, 56: 161-165.

- Ohmachi, F., 1935. On The Relation Between The Chromosome in The Locustidae. *Zool. Mag.*, 47: 589-591.
- Oraler Temizkan, G., 1994. Genetik. I. Temel Genetik. İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1-264.
- Pascual, F., Belda, J., Cabrero, J. and Camacho, J. P. M., 1987. Morphological and Cytogenetical Differentiation Between Populations of *Chorthippus binotatus* (Charpentier) (Orthoptera, Acrididae). *In* Evolutionary Biology of Orthopteroid Insects. pp 396-399. Edited by B. Bacceti. Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Peters, G. B., 1981. Germ Line Polysomy in The Grasshopper *Atractomorpha similis*. *Chromosoma* (Berl.), 81: 593-617.
- Petitpierre, E., Juan, C., and Alvarez-Fuster, A., 1991. Evolution of Chromosomes and Genome Size in Chrysomelidae and Tenebrionidae. *Advances in Coleopterology*, 129-144.
- Piza, S. de T., 1950. Breve Notícia Acêrca dos Cromossômios de *Ischyra punctinervis* Brunner e *Philophyllia guttata* Stal. (Orthoptera, Phaneropterinae). *Folia Clin. Biol.*, 16: 93-95.
- Piza, S. de T., 1953. A Note on a Pair of Giant Autosomes in *Agraecia rubulata* (Redt) Orthoptera-Agraeciidae. *Atti Congr. Inter. Genet. Caryologia*, 6:778-779.
- Piza, S. de T., 1958. A Short Notice on The Chromosomes of Plugis (Orthoptera-Listroscelidae). *Rev. Agric.* 33: 72-73.
- Rai, K. S., 1963. A Comparative Study of Mosquitoes Karyotypes. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 56: 160-170.
- Raina, S. N. and Rees, H., 1983. DNA Variation Between and Within Chromosomes Complements of *Vicia* Species. *Heredity*, 51: 335-346.
- Raina, S. N. and Bisht, M. S., 1988. DNA Amounts and Chromatin Compactness in *Vicia*. *Genetica*, 77: 65-77.

- Rao, P. N. and Rai, K. S., 1986. Inter and Intraspecific Variation in Nuclear DNA Content in *Aedes* Mosquitoes. *Heredity*, 59: 253-258.
- Rao, P. N. and Rai, K. S., 1987. Inter and Intraspecific Variation in Nuclear DNA Content in *Aedes mosquitoes*. *Heredity*, 59: 253-258.
- Rees, H., Cameron, F. M., Hazarika, M. H. and Jones, G. H., 1966. Nuclear Variation Between Diploid Angiosperms. *Nature*, 211: 828-830.
- Rees, H., F. R. S., Shaw, D. D. and Wilkinson, P., 1978. Nuclear DNA Variation Among Acridid Grasshoppers. *Chromosoma*, 76: 123-150.
- Reina, J. M., de Paz, O., Pérez-Suarez, G. and Navlet, J., 1994. Chromosome Studies of Six Species of The Genus *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae) From Spain. *Cytologia*, 59: 219-223.
- Rentz, D. C. F., 1985. A Monograph of the Tettigoniidae of Australia. I. The Tettigoniinae. Canberra, Melbourne, 372 pp.
- Rentz, D. C. F., 1993. A Monograph of the Tettigoniidae of Australia. Vol II. The Austrosaginae, Zaprochilinae, and Phasmodinae. D. C. F. Rentz ed. CSIRO Publications, East Melbourne. 380 pp.
- Salimuddin, B. and Ramesh, B., 1994. Karyotypes, Nuclear and Chromosomal DNA Variation in *Lens culinaris* Med. *Cytologia* 59: 7-15.
- Santos J. L. and Giráldez, R., 1982. C-heterochromatin Polymorphism and Variation in Chiasmata Localization in *Euchorthippus pulvinatus gallicus* (Acrididae, Orthoptera). *Chromosoma* 85: 507-518.
- Santos, J. L., Arana, P. and Giraldez, R., 1983. Chromosome C-banding Pattern in Spanish Acridoidea. *Genetica*, 61: 65-74.
- Santos, J. L., Del Cerro, A., Fernández, A. and Díez, M., 1993. The Relationship Between Synapsis and Chisma Distribution in Grasshopper Bivalents Heterozygous for Supernumerary Segments. *Heredity*, 70: 135-141.
- Schnedl, W., 1973. Giemsa Banding Techniques. In *Chromosome Identification-Technique and Application in Biology and Medicine*. Edited by T.

- Casperron and L. Zech. Nobel Symposium 23 of The Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm. Academic Press, New York and London. Pp.34-37.
- Schulz-Schaeffer, J., 1980. Cytogenetics, Plants, Animals, Humans. Springer, New York.
- Sentis, C., Rodriguez-Campos, A., Stockert, J. C. and Fernandez-Piqueras, J., 1984. Morphology of The Axial Structures in The Neo-XY Sex Bivalent of *Pycnogaster cucullata* (Orthoptera) by Silver Impregnation. *Chromosoma*, 90: 317-321.
- Sharma, A. K., 1979. Present Status and Trends in Chromosome Research. *Nat. Acad. Sci. India*, Oct.27,28 and 29, 1-4 Nagpur.
- Sherron, D. A. and Rai, K. S., 1984. Genetics of Speciation in *Aedes (Stegomyia) scutellaris* Subgroup (Diptera: Culicidae). IV. Chromosomal Relationships of *Aedes cooki* with Four Sibling Species. *Can. J. Genet. Cytol.*, 26: 237-248.
- Sherwood, S. W. and Patton, J. L., 1982. Genome Evolution in Pocket Gophers (Genus: *Thomomys*) II. Variation in Cellular DNA Content. *Chromosome*, 85: 163-179.
- Sparrow, A., Price, J. and Unerbrink, A., 1972. A Survey of DNA Content Per cell and Per Chromosome of Prokaryotic and Eukaryotic Organisms: Some Evolutionary Considerations in Evolution of Genetic Systems. H. H. Smith et al. (Eds). *Brookhaven Symp. Biol.*, 23: 451-495.
- Stace, C. A., 1980. *Plant Taxonomy and Biosystematics*. Edward Arnold Ltd. London.
- Sumner, A. T., 1972. A Simple Technique for Demonstrating Centromere Heterochromatin. *Exp. Cell Res.*, 75: 304-306.
- Sumner, A. T., 1990. *Chromosome Banding*. U. Hyman ed. London, Boston, Sydney, Wellington.

- Sümbüloğlu, K. ve Sümbüloğlu, V., 1989. Biyoistatistik. Hatipoğlu Yayınları 53, Ankara.
- Topaktaş, M. ve Rencüzoğulları, E., 1995. Sitogenetik. Çukurova Üniversitesi Yayınları, 1-168.
- Ueshima, N. and Rentz, D. C., 1979. Chromosome Systems in The North American Decticinae With Reference to Robertsonian Changes (Orthoptera: Tettigoniidae). *Cytologia* 44: 693-714.
- Ullerich, F., 1969. Karyotyp und DNS-Gehalt von *Bufo bufo*, *B. viridis*, *B. bufo* X *B. viridis* und *B. calamita* (Amphibia: Anura). *Chromosoma*, 18: 316-342.
- Van't Hof, J., 1965. Relationship Between Mitotic Cycle Duration, S-period Duration and Average Rate of DNA Synthesis in Root Meristem of Several Plants. *Exptil. Cell Res.*, 39: 48-58.
- Vitturi, R., Mansueto, C. and Ficarella, P., 1993. Heterochromatin Variation in Four Species of The Genus *Pamphagus* (Orthoptera:Pamphagidae) Analyzed by C-banding. *Biol. Zent. Bl.* 112: 335-341.
- Warchałowska-Śliwa, E., 1984 a. Karyological Studies on Polish Orthoptera Species of the Tettigonoidea Superfamily. I. Karyotypes of Families: Ehippigeridae, Phaneropteridae, Meconemidae, Conocephalidae. *Folia Biol. (Kraków)*, 32 (3): 253-269.
- Warchałowska-Śliwa, E., 1984 b. Karyological Studies on Polish Orthoptera Species of the Tettigonoidea Superfamily. II. Karyotypes of Families Tettigoniidae and Decticidae. *Folia Biol. (Kraków)*, 32 (4): 311-325.
- Warchałowska-Śliwa, E., 1988. Karyotype of *Pholidoptera aptera karnyi* Ebner. From Bulgaria and its Comparison With That of *Pholidoptera aptera aptera* (Fabr.) From Polland (Orthoptera, Decticidae). *Caryologia*, 41 (2): 161-168.

- Warchałowska-Śliwa, E., 1998. Karyotype Characteristics of Katydid Orthopterans (Ensifera, Tettigoniidae) and Remarks on Their Evolution at Different Taxonomic Levels. *Folia Biol. (Kraków)* 46:143-176.
- Warchałowska-Śliwa, E., Maryńska-Nadachowska, A. and Jordan, M., 1978. C- and G-banding in Mitotic Chromosomes of *Acheta domesticus* (Orthoptera). *Folia Biol. (Kraków)*, 26: 295-307.
- Warchałowska-Śliwa, E. and Maryńska-Nadachowska, A., 1984. Karyology of *Tetrix tenuicornis* (Sahlb.) (Tetrigidae: Orthoptera). *Folia Biol. (Kraków)*, 37 (1-2): 45-53.
- Warchałowska-Śliwa, E. and Maryńska-Nadachowska, A., 1992. Karyotype, C-bands, and NORs Locations in Spermatogenesis of *Isophya brevipennis brunner* (Orthoptera: Phaneropteridae). *Caryologia* 45: 83-89.
- Warchałowska-Śliwa, E., Michailova, P. and Peshev, G., 1992. Comparative Cytogenetic Study of *Poecilimon brunneri frivaldsky* and *P. zwicki ramme* (Phaneropteridae: Orthoptera). *Folia biologica (Kraków)*, 40 (1-2): 33-39.
- Warchałowska-Śliwa, E., Maryńska-Nadachowska, A. and Kostia, D., 1993. Chromosomes of *Diestrammena unicolor unicolor* Brunner von Wattenwyl, 1888 and *Paratachycines (Hemitachycines) boldyevi* (Uvarov, 1926) (Orthoptera, Rhaphidophoridae, Aemodogryllinae). Karyotypes, C-bands and NORs. *Folia Biol. (Kraków)*, 41 (3-4): 77-82.
- Warchałowska-Śliwa, E. and Maryńska-Nadachowska, A., 1995. Cytogenetic Studies of The Genus *Tettigonia* (Orthoptera, Tettigonioidea, Tettigoniinae) I. C-bands and NORs Activity. *Folia Biol. (Kraków)*, 43 (1-2): 29-34.

- Warchałowska-Śliwa, E., Bugrov, A. G. and Maryńska-Nadachowska, A., 1995. Karyotypes of Three Species of The Genera *Poecilimon* Fisch. and *Isophya* br.-W. (Orthoptera, Tettigoniodea, Phaneropterinae) From The North Caucasus. *Caryologia* 48: 27-34.
- Warchałowska-Śliwa, E., Bugrov, A. G. and Maryńska-Nadachowska, A., 1996. Karyotypes and C-banding Patterns of Some Species of Phaneropterinae (Orthoptera, Tettigoniodea). *Folia Biol. (Kraków)*, 44: 5-15.
- Warchałowska-Śliwa, E. and Bugrov, A. G., 1996. Karyotypes and C-banding Patterns of Bradyporinae (Tettigoniidae, Orthoptera). *Folia Biol. (Kraków)*, 44: 95-98.
- Warchałowska-Śliwa, E. and Bugrov, A. G., 1997. C-heterochromatin Variation in *Deracantha onos* (Pall.) (Deracanthini, Bradyporinae, Tettigoniidae, Orthoptera). *Cytologia*, 62: 7-12.
- Warchałowska-Śliwa, E. and Bugrov, A. G., 1998. Karyotypes and C-banding Patterns of Some Phaneropterinae Katydid (Orthoptera, Tettigoniodea) with Special Attention to a Post-reductional Division of the Neo-X and the Neo-Y Sex Chromosomes in *Isophya hemiptera*. *Folia Biol. (Kraków)*, 46 (1-2): 47-54.
- Warchałowska-Śliwa, E. and Gorochoy, A. V., 2000. Some Aspects of Karyotype of *Liarina* (Orthoptera: Tettigoniidae, Agraeciini) From Vietnam. *Folia Biologica (Kraków)*, 48 (3-4): 119-125.
- Webb, G. C., 1976. Chromosome Organisation in The Australian Plague Locust, *Chortoicetes terminifera*. I. Banding Relationship of The Normal and Supernumerary Chromosomes. *Chromosoma*, 55: 229-246.
- Webb, G. C., 1978. Cytogenetics of The Parthenogenetic Grasshopper *Warramaba* (Formerly *Moraba*) *virgo* and its Bisexual Relatives. IV. Chromosome Banding Studies. *Chromosoma*, 67: 309-339.

- Webb, G. C. and Westerman, M., 1978. G- and C-banding in the Australian Grasshopper *Phaulacridium vittatum*. *Heredity*, 41: 131-136.
- Webb, G. C., White, M. J. D., Contreras, N. and Cheney, J., 1978. Cytogenetics of the Parthenogenetic Grasshoppers *Warramaba* (formerly *Moraba*) *virgo* and its Bisexual Relatives. IV. Chromosome Banding Studies. *Chromosoma*, 67: 309-339.
- Webb, G. C. and Neuhaus, P., 1979. Chromosome Organisation in the Australian Plague Locust *Chortoicetes terminifera* 2. Banding Variants of the B-chromosome. *Chromosoma*, 70: 205-238.
- White, M. J. D., 1941. The Evolution of The Sex Chromosomes II. The X-chromosome in The Tettigoniidae and Acrididae and The Principle of "Evolutionary Isolation" of The X. *J. Genet.* 42: 173-190.
- White, M. J. D., Mesa, R. and Mesa, A., 1967. Neo-XY Sex Chromosome Mechanism in Two Species of Tettigoniioidea. *Cytologia*, 32: 190-193.
- White, M. J. D., 1968. Karyotypes and Nuclear Size in The Spermatogenesis of Grasshoppers Belonging to The Subfamilies Gomphomastacinae, Chininae and Biroellinae (Orthoptera, Eumastacidae). *Caryologia*, 21: 167-179.
- White, M. J. D., 1973. *Animal Cytology and Evolution*. Pp.1-961 (Third Ed.). The Cambridge University Press, London.
- White, M. J. D., 1974. Speciation in The Australian Morabinae Grasshoppers-The Cytogenetic Evidence. (In: *Genetic Mechanisms of Speciation in Insects*. XIV Int. Cong. Ent. Canberra, 1972. M. J. D. White Ed. ANZ Book Co., Sydney): 57-68.
- Willmore, P. and Brown, A., 1975. Molecular Properties of Orthoptera DNA. *Chromosoma*, 51: 337-345.
- Winniwarter de, H., 1931. Evolution de l'heterochromosome Chez *Tettigonia* (*Decticus*) *albifrons* (Fabr.). *Arch. Biol.*, 42: 201-228.

- Woolsey, C. I., 1915. Linkage of Chromosomes Correlated With Reduction in Numbers Among The Species of a Genus, also Within a Species of The Locustidae. *Biol. Bull.*, 28: 163-187.
- Yaseen, A. E., Mostafa, F. M. and Kawashti, I. S., 1996. Karyological Studies on Five Egyptian Species of Dictyoptera (Pterygota: Insecta). *Cytologia*, 61: 285-295.
- Zhan, T. S., Pathak, S. and Liang, J. C., 1984. Induction of G-bands in The Chromosomes of *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera, Acrididae). *Can. J. Genet. Cytol.* 26: 354-359.



6. ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Sivas'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Sivas'da tamamlamıştır. 1990 yılında Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazanmış ve 1994 yılında bu bölümden Biyolog olarak mezun olmuştur. 1995 yılında aynı bölümde Araştırma Görevlisi kadrosuna atanmıştır. 1996 yılında C. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisansını tamamlamıştır. Aynı yıl Doktora Programı sınavını kazanarak, Doktora çalışmalarına başlamıştır.

