

T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
2015-YL-048

AYDIN YÖRESİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN *Acrida*  
*ungarica* (HERBST, 1786) (ACRIDIDAE)'NİN KARYOTİP  
ANALİZİ

İlknur EFE

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Serdar KOCA

AYDIN



**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Biyoloji Ana Bilim Dalı Biyoloji Programı Öğrencisi İlknur Efe Tarafından Hazırlanan “Aydın Yöresinde Yayılış Gösteren *Acrida ungarica* (Herbst, 1786) (Acrididae)’nın Karyotip Analizi” başlıklı tez, 13.08.2015 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Unvanı, Adı ve Soyadı :	Kurumu	İmzası
Başkan: .....	.....	.....
Üye : .....	.....	.....
Üye : .....	.....	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans Tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun .....Sayılı kararıyla ..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Aydın ÜNAY

Enstitü Müdürü



**T.C.**  
**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

.../.../ 2015

İlknur EFE



## ÖZET

AYDIN YÖRESİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN *Acrida ungarica*  
(Herbst, 1786) (Acrididae)' nın

### KARYOTİP ANALİZİ

İlknur EFE

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Serdar KOCA

2015, 43 sayfa

Bu çalışmada Acrididae ailesinin Acridinae alt familyasına ait *Acrida ungarica* türünün karyotipi (kromozom sayısı, kromozom morfolojisi ve kromozom uzunlukları) incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda, türün kromozom sayısı  $2n^{\sigma}=23$  (XO) olarak bulunmuştur. Otozom kromozomlarının hepsi ve X kromozomunun akrosentrik yapıda olduğu belirlenmiştir. Beş bireyle yapılan sayımlar sonucu ortalama kiyazma frekansı 16.39 olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Acrida ungarica*, karyotip, kiyazma frekansı, kromozom Orthoptera,





**ABSTRACT****KARYOTYPE ANALYSIS OF *Acrida ungarica* (Herbst, 1786)  
(Acrididae) DEPLOYED IN THE AYDIN REGION**

İlknur EFE

M.Sc. Thesis, Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serdar KOCA

2015, 43 pages

In this study, the karyotype of the *Acrida ungarica* species (chromosome number, chromosome morphology and chromosome lengths ) belonging to the Acridinae sub family of the Acrididae family was examined. As a result of these examinations, the species number of chromosome was determined as  $2n_{\text{♂}}=23$  (XO). It was found that all of autosomal chromosomes and X chromosome had an acrocentric structure. As a result of counting carried out on five individuals, the mean chiasma frequency was found to be 16,39.

**Keywords:** *Acrida ungarica*, chiasma frequency, chromosome, karyotype, Orthoptera,



## ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarımın yürütülmesinde yardımlarını ve ilgisini esirgemeyen Sayın hocam Prof. Dr. Serdar KOCA'ya sonsuz minnet ve şükranlarımı sunuyorum. Ayrıca çeşitli konulardaki yardımlarından dolayı Doç. Dr. Yücel Başımoğlu KOCA hocama içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada kullandığım türü sistematik olarak teşhis eden ve yorumlayan Sayın Prof. Dr. Mustafa ÜNAL hocama teşekkür ederim.

Bu çalışmanın gerçekleşmesi için maddi kaynak sağlayan Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Birimi (FEF-14016)'ne teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisans süresince maddi ve manevi desteğini her zaman arkamda hissettiğim değerli aileme, arkadaşlarıma ve çevirilerdeki yardımlarından dolayı kardeşim İngilizce Öğretmeni Aynur EFE'ye sonsuz sevgilerimi sunuyorum.

İlknur EFE



## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI .....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÖNSÖZ .....	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xix
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Kromozom, Karyotip ve İdiyogram .....	2
1.2 Hücre Bölünmesi.....	4
1.2.1 Mitoz Bölünme.....	4
1.2.2 Mayoz Bölünme .....	5
1.3. Kromozomlardaki Yapısal ve Sayısal Değişimler .....	6
1.4. Orthoptera Faunası ve Genel Özellikleri.....	11
1.4.1. <i>Acrida ungarica</i> ’nın morfolojik özellikleri.....	12
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal ve Materyalin Toplanması .....	17
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Kromozom Analiz Çalışmaları.....	18
3.2.2. Kromozomların İncelenmesi.....	18
4. BULGULAR .....	19
5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....	23
KAYNAKLAR .....	29

ÖZGEÇMİŞ..... 43

## SİMGELER DİZİNİ

XX/X0	Eşey belirleme mekanizması
Nor	Çekirdekçik oluşturan bölgeler
L <sub>1</sub>	Birinci uzun otozom kromozom
M <sub>4</sub>	Dördüncü orta uzunluktaki kromozom
S <sub>8</sub>	Sekizinci kısa otozom kromozom
Ch	Konstitütif heterokromatin
M	Metasentrik
Sm	Submetasentrik
A	Akrosentrik
T	Telosentrik
°C	Santigrat derece
40X	Kırk kat büyütme
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
TKU	Toplam kromozom uzunluğu
Ort	Ortalama
Ss	Standart sapma
Sh	Standart hata
Frek	Frekans
vd	ve diğerleri
NF	Toplam kol sayısı
X	Eşey kromozomu





## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kromozom Genel Görüntüsü.....	3
Şekil 3.1. Ergin <i>Acrida ungarica</i> .....	17
Şekil 4.1. <i>Acrida ungarica</i> ( $2n♂=23$ ) türünün Anafaz I kromozomları.....	20
Şekil 4.2. <i>Acrida ungarica</i> türüne ait karyogram.....	20
Şekil 4.3. <i>Acrida ungarica</i> türüne ait idiogram.....	21
Şekil 4.4. <i>Acrida ungarica</i> 'nın farklı mayotik safhaları.....	22



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. <i>Acrida ungarica</i> 'nın karyotipinde kromozom tipleri ve uzunlukları.....	19
Çizelge 4.2. <i>Acrida ungarica</i> 'nın 5 bireyinin ortalama kiazma frekansı ve dağılımı.....	21
Çizelge 5.1. Acridinae (Tryxalinae) alt familyasına ait türlerin karyotip özellikleri.....	25



## 1. GİRİŞ

Dünyada biyologlar tarafından yaklaşık 1.5 milyon tür tanımlanıp isimlendirilmiştir. Bunların 280.000'den fazlası bitki, yaklaşık 50.000'i omurgalı ve 750.000'den fazlası böcektir. Her yıl bu listeye yeni türler eklenmektedir. Toplam canlı çeşitliliğinin 5 milyon ile 30 milyon tür arasında olduğu tahmin edilmektedir (Campbell ve Reece, 2008). Bu sayısal veriler göz önüne alındığında eğer sistematik olarak canlıların sınıflandırılması yapılmamış olsaydı bu kadar büyük bir çeşitlilikle uğraşmak neredeyse imkansız olacaktı.

Her organizmanın tam olarak tanımlanabilmesi için 1737'de LINNE tarafından ileri sürülen "binomal nomenclature" sistemi kabul edilmiştir. LINNE'nin koyduğu bu kurala göre her bitki ve hayvan iki isimle adlandırılıp, birinci ismin cinsi ikinci ismin ise epitetini, her iki ismin ise birlikte canlının tür adını ifade ettiği belirtilmiştir (Anıl vd., 1986).

Bugün taksonomi adını verdiğimiz bu bilim dalı canlıların sınıflandırılmasındaki temel esaslara ait teorik alt yapıyı kuran, sınıflandırmanın nasıl ve hangi esaslar çerçevesinde neye göre yapılacağını anlatan, bir alandır (Mayr, 1969).

Eskiden beri türlerin sistematik yerlerinin tayininde morfolojik ve anatomik karakterler kullanılmaktadır; fakat son 50 yıldır gelişmiş olan araştırma ve görüntüleme teknikleriyle hücre çekirdeğinde bulunan kromozomların yapısı hakkında çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar, kromozomların sayısının, şeklinin ve yapısının her canlının kendine has bazı karakterler taşıdığını göstermiştir. Kromozom üzerindeki çalışmaların taksonomiye uygulanmasıyla ortaya yeni bir araştırma metodu olan sitotaksonomi bilim dalı çıkmıştır. Sitotaksonomistler farklı türler ve yüksek taksonomik sınıflar arasındaki genetik ve sitolojik farklılıkları göz önüne alarak, morfolojik olarak ayrılmayan türlerin sınıflandırılmasında ve evrimsel yönden akrabalık ilişkilerinin belirlenmesinde sağlıklı tahminler oluşturabilmektedirler (Yılmaz, 1997).

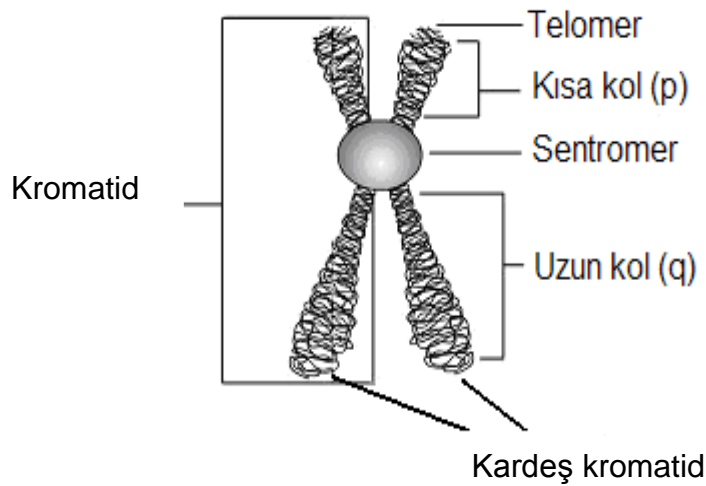
Taksonomik çalışmalarda, sitogenetik karakterler güvenilir özelliği olan veriler arasında kabul edilmektedir. Taksonomide kullanılan sitolojik karakterler genellikle kromozomal özellikler olmuştur. Bunlar kromozom sayısı, morfolojisi ve kromozomların mayoz bölünmedeki davranışlarıdır (Elçi, 1994).

## 1.1. Kromozom, Karyotip ve İdiyogram

Önceleri böcek türlerinin sınıflandırılması, morfolojik özelliklere ve eşeyssel organların yapılarına bakılarak yapılmaktaydı. Fakat son yıllarda canlıların yaşadıkları ortam koşullarında meydana gelen bozulmalar, değişen iklim şartları ve çevre kirliliği gibi etmenler böceklerin morfolojik özelliklerinde değişiklikler meydana getirmektedir. Bu açıdan bakıldığında morfolojik karakterlerin, sitogenetik çalışmalarla ve karyotip analizleriyle desteklenmesi günümüzde büyük önem kazanmıştır (Spakulova vd., 2000; Türkoğlu ve Koca, 2002a,b ; De Prins vd., 2002; Spakulova vd., 2002; Khosravanizadeh vd., 2011).

Morfolojik özelliklere göre daha kararlı bir yapıya sahip olan kromozomlar çevresel koşullardan daha az etkilenmektedirler. Yapısında bulundurduğu kalıtım materyali ve bu materyalin evrimsel değişimlerin gözlenmesinde temel oluşturması, kromozomların önemini daha da arttırmaktadır.

Her türün kromozom sayısı ve yapısı kendine özgüdür. Kromozomları en kolay mitoz bölünme sırasında gözlenebilirken farklı uzunluk ve biçim aldıkları görülmektedir. Her biri sentromer adı verilen yoğunlaşmış bir bölge içerir. Sentromer her bir kromozomun genel görünümünü saptar. Konumunun farklılığıyla kromozomların kol oranlarının birbirinden farklı olduğu bilinmektedir. Kromozomlar sentromerin yerleşimine göre metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ya da telosentrik olarak sınıflandırılırlar. Sentromerden her iki tarafa doğru uzanan bölgeler kromozomun kollarıdır. Ortak bilimsel görüşe göre, kısa olan kol sentromerin üst kısmında gösterilir ve p kolu olarak adlandırılır. Uzun olan kol ise sentromerin alt kısmında gösterilir ve q kolu olarak adlandırılır (Şekil 1.1). (Klug ve Cummings, 2002).



Şekil 1.1. Kromozom Genel Görüntüsü

Kromozomlar için önemli bir nokta da, aynı türe ait bireylerin her bir somatik hücresinde, aynı sayıda kromozom bulunmasıdır. İstisnai durumlar hariç çiftler halinde bulunan bu kromozomlar homolog kromozom olarak adlandırılmakta, ayrıca ortak bir sentromere bağlı olan kromozomların sentromere bağlı iki kardeş kromatidten oluştuğu bilinmektedir. Homolog kromozom kavramının istisnası olan bir diğer durum cinsiyet belirleyen kromozomlar olup, tek bir çift, genellikle boyut, sentromer yerleşimi, kol oranı ve genetik içerik bakımından homolog değildir. Örneğin insanlarda dişiler iki tane homolog X kromozomu taşıırken, erkekler bir Y bir de X kromozomu taşırlar (Klug ve Cummings, 2002).

Bir türün karyotipi denildiğinde ise kromozom sayısı ve büyüklüğü, sentromerinin pozisyonu, kromozom kollarının birbirine oranı, satellitin bulunup bulunmaması gibi özellikler akla gelmektedir (Stebbins, 1971). Karyotip hazırlanırken, kromozom çiftleri büyükten küçüğe doğru boy olarak sıralanarak karyogramlar oluşturulur. Karyogramlar, bir bireyin kendi genomu içindeki kromozomların birbirleri ile karşılaştırılmasında ve diğer bireylerden kromozom yapıları bakımından farklarının belirtilmesinde, aynı zamanda aralarındaki ilginin görülmesinde kullanılır. Ayrıca idiogram adı verilen kromozomların şematik diyagramları da hazırlanmaktadır. Bir taksonun idiogramı diğerlerinden az çok farklılık göstermektedir (Elçi, 1994).

## 1.2. Hücre Bölünmesi

Tek hücreli canlılarda üremeyi, çok hücreli kompleks canlılarda büyüme, gelişme ve onarım işlevini gerçekleştiren hücre bölünmesi canlılar için en önemli biyolojik olaylardan birisidir. Canlılarda iki tip hücre bölünmesi görülmektedir.

### 1.2.1. Mitoz Bölünme

Bir hücreli canlılarda üremeyi, çok hücreli canlılarda ise zigottan itibaren büyüme ve gelişmeyi sağlayan mitoz bölünme farklı hücrelerde farklı sıklıkta meydana gelmektedir.

Öncelikle çekirdek bölünmesinin (karyokinez) meydana geldiği mitozda bir çekirdekten her biri eşit sayıda kromozoma sahip iki yavru çekirdek oluşur. Oluşan çekirdeklerin her biri aynı genetik karakterlere sahiptir (Oraler Temizkan, 1994).

Çekirdek bölünmesini sitoplazma bölünmesi (sitokinez) izler. Bölünme halinde olmayan hücrelerin bulunduğu bu duruma interfaz adı verilmektedir. Bölünme geçirecek hücreler için genetik materyalin iki katına çıkma süresi olan interfaz iki mitoz arası geçen süre olarak bilinmektedir. Bu süre içinde hücre DNA replikasyonu için hazırlık yapar (G1 fazı), DNA'sını replike eder (S fazı) ve bölünme sırasında metabolizma durduğu için ATP depolayarak bölünmeye hazırlık yapar (G2 fazı) (Demirsoy, 1984).

Mitoz bölünme kesintisiz devam eden bir olay olup süreleri birbirinden farklı 4 farklı evreye ayrılır.

**Profaz:** Mitozun ilk aşaması olan bu evrede dağınık haldeki genetik materyal kondense olmaya başlar. Her bir kromozom sentromerden birbirine bağlı iki kromatidten meydana gelmektedir. Profaz sonuna doğru kromozomlar ekvatorial bölgeye doğru hareket eder ve çekirdek zarı kaybolmaya başlar.

**Metafaz:** Kromozomlar metafaz plağı da denilen ekvatorial düzlemde dizilirler ve sentomerlerinin her iki tarafından iğ ipliklerine bağlanırlar.

**Anafaz:** Bu evrede, sentromer ikiye bölünür ve iğ ipliklerine bağlanmış her bir kardeş kromatid kutuplara doğru çekilmeye başlar.



**Telofaz:** Kromozomlar kutuplara ulaşınca bu kromozomlar etrafında çekirdek zarı belirmeye başlar ve kromozomlar profazdakinin tersi olarak tekrar çözülmeye başlar. Bir taraftan da sitoplazma bölünmesi (Sitokinez) gerçekleşir (Klug ve Cummings, 2002).

### 1.2.2. Mayoz Bölünme

Kromozom sayısının yarıya indirgenmesi olarak da bilinen mayoz bölünme önce replikasyonla iki katına çıkmış DNA molekülüne sahip olan diploid bir hücrede başlar ve birbirini takip eden iki çekirdek bölünmesinden meydana gelir. Bölünmelerin ilkinde (Mayoz I) kromozom sayısı yarıya inerken; diğesinde ise mitoz bölünme gerçekleşir.

**Mayoz I:** Mitotik bölünmede olduğu gibi profaz, metafaz, anafaz, telofazdan oluşmuştur fakat profazda çok büyük farklılıklar söz konusu olduğu bilinmektedir.

**Profaz I:** Kromatinlerin kısalıp kalınlaştığı yani kromozomların belirgin duruma geçtiği bu evre sınırları kesin olmayan 5 alt evreye ayrılıp incelenmektedir.

**Leptoten:** Kromozomlar ince uzun iplikler halinde belirir ve kromatidlerin varlığı belirgin bir biçimde gözlenemez.

**Zigoten:** Kromozomlar bu evrede kısalıp kalınlaşmaya devam eder. Biri anneden biri babadan gelen homolog kromozomlar yan yana gelirler ve birçok noktada çakışacak biçimde birbiri etrafında sarılırlar. Bu olaya sinapsis, bu şekilde eşleşen iki kromozomun meydana getirdiği yapıya ise bivalent adı verilir.

**Pakiten:** Eşleşmesi tamamlanan homolog kromozomların kısalması devam eder ve her kromozomdaki iki kromatid belirgin biçime geçer. Buna göre her bir bivalentte dört kromatid bulunur (Tetrad). Pakitenin en önemli olayı bir bivalentin kromatidleri arasındaki kesişme (kiyazma) noktalarında enine kırılmalar olması ve homolog kromozomların birinden kopan parçaların diğerdinden kopan parçalarla yer değiştirmesi ve yapışması olayıdır (crossing over) .

**Diploten:** Bu safhada iki çift kardeş kromatidten oluşan her tetratin kardeş kromatid çiftleri ayrılmaya başlar. Bu arada homolog kromatidler arasında oluşan kiyazma noktaları görünür hale gelir. Bu bölgelerin kardeş olmayan kromatidler

arasındaki genetik değiş tokuşu (kross over) sağlayan noktalar olduğu düşünölmektedir. Bu olay genetik çeşitliliği sağlayan olaylardan bir tanesidir.

**Diyakinez:** Homolog kromozomlar bir taraftan ayrılmaya bir taraftan da kısalıp kalınlaşmaya devam etmektedir. Safhanın sonuna doğru çekirdek zarı kaybolmaya başlar, homolog kromozomlar birlikte ekvatorial düzleme doğru harekete geçerler.

**Metafaz I:** Homolog kromozomlar birlikte ekvatorial düzlemde bulunurlar ve her biri sentromerlerinin bir tarafından bir kutba giden iğ ipliklerine bağlanır. Homolog kromozomlardan oluşan bir bivalentteki hangi kromozomun diğer bivalentteki hangi kromozomla aynı kutba gideceği rastlantıya bağlıdır ve bu genetik çeşitliliği sağlayan olaylardan bir diğeridir.

**Anafaz I:** Bir bivalenti oluşturan ve ikişer kardeş kromatide sahip homolog kromozomlar, sentromerlerine bağlanmış iğ iplikleriyle zıt kutuplara doğru hareket ederek birbirlerinden ayrılırlar. Bunun sonucunda kromozom sayısı yarıya indirgenmiş olur.

**Telofaz I:** Kromozomlar kutuplara ulaşınca çekirdek zarı ve çekirdekçikler belirmeye başlar ve sitoplazma bölünmesi gerçekleşerek kromozom sayısı yarıya inmiş iki yavru hücre meydana gelir (Klug ve Cummings, 2002).

II. mayoz bölünme de profaz, metafaz, anafaz, telofaz safhalarından oluşmaktadır. II. mayoz mitoz bölünmeye benzemektedir. Eğer hücre I. mayoz bölünmeden sonra II. Mayoz bölünme geçirecekse kromozomlar çok açılmadan hemen II. mayoz bölünme gerçekleşir. II. mayoz bölünmede kardeş kromatidler ayrılır ve sonuçta kromozom sayısı yarıya inmiş 4 yavru hücre meydana gelir.

### 1.3. Kromozomlardaki Yapısal ve Sayısal Değişimler

Sitolojik karakterlerin yapısındaki değişmeler taksonomik çalışmalar yapılırken hiçbir zaman göz ardı edilmemelidir. Bu değişiklere başta delesyon, duplikasyon, inversiyon ve translokasyon olayları neden olurken, sayısal değişiklere neden olan olaylar ise anöploidi ve öploidi.

Bir kromozomun bir ya da birden fazla yerden kopması ve bunun sonucu genetik madde kaybı olan mutasyona delesyon denmektedir. Kopma kromozomun uç kısmında meydana gelirse terminal delesyon, içindeki bir bölgede oluşursa

interkalar delesyon olarak adlandırılır. Delesyonlar, gen bölgelerinde meydana gelirse tolere edilemezler ve ölüme neden olabilirler (Klug ve Cummings, 2002).

Bir diğer mutasyon tipi olan inversiyonda genetik bilgi kaybı yoktur. Kromozomun katlanıp kıvrılma yaptığı bir bölgeden kırılarak, aynı bölgeye ters dönerek yapışması ile oluşan bir mutasyon tipidir. Kromozomun sentomer içermeyen bölgesinde meydana gelen inversiyona parasentrik inversiyon sentromer içeren bölgesinin  $180^\circ$  dönüş yaparak aynı bölgeye yeniden yerleşmesine ise perisentrik inversiyon adı verilmektedir. Perisentrik inversiyon sonucu kromozomun morfolojisi değişebilir fakat genetik madde kaybı olmamaktadır (Oraler Temizkan, 1994).

Duplikasyon, genetik maddenin herhangi bir kısmının –bir lokus ya da kromozomun büyük bir parçası- genomda birden fazla sayıda bulunması ile meydana gelen mutasyon tipidir. Bir genin birden fazla kopyasını bulundurması, delesyonlarda olduğu gibi duplikasyon sonrasında fenotipik çeşitlilik oluşturmaktadır. Bu yüzden duplikasyonlar evrim sürecinde genetik çeşitliliğin önemli bir kaynağını oluşturmuşlardır (Klug ve Cummings, 2002).

Translokasyonda ise bir kromozom parçasının genomda yeni bir bölgeye taşınmasıdır. Bir başka deyişle homolog olmayan kromozomlar arasında parça değişimi sonucu oluşan translokasyon basit, interkalar ve karşılıklı (resiprokal) translokasyon olmak üzere üç şekildedir. En sık görülen tipi karşılıklı translokasyondur. Bunun sonucunda değişen parçaların büyüklüğüne göre kromozom morfolojilerinde değişiklik görülmektedir (Klug ve Cummings, 2002).

Anöploidi kromozom sayısında meydana gelen değişikliklerden bir tanesidir. Bu değişimler kromozom sayısında eksilme veya artış şeklindedir. Bir diğer değişiklik olan ploide ise, kromozom takımında meydana gelen artış olarak bilinmektedir. Üç ya da daha fazla kromozom takımının bulunması durumuna genel olarak poliploidi adı verilmektedir. Poliploidi bitkilerde sıklıkla meydana gelmesine karşın hayvanlarda kertenkele, amfibi, balık ve bazı çekirge türlerinde görülür. Çünkü dölde poliploid bireylerin oluşmasına yol açacak birden fazla takım (örneğin  $2n$ ) taşıyan gametler verebilecek bireylerin bir arada bulunma olasılığı çok düşüktür. Ayrıca hayvanlarda eşeyi belirleyen kromozomların sayısını artırarak eşey tayini mekanizmasında dengesizliğe yol açmakta ve bunun sonucu olarak da kısırlık ortaya çıkmaktadır (Oraler Temizkan, 1994).

Bazı Orthoptera türlerinde poliploidi seviyesinin genellikle di- tetra- hekza- ve octoploid şeklinde olduğu bildirilmiştir (Kiknadze vd., 1975; Istomina ve Kiknadze, 1978; Kiknadze ve Istomina 1980; Goncharova vd. 1981). Partogenetik bir orthoptera türü olan *Saga pedo*' nun karmaşık karyotip kökeni poliploidinin bir sonucudur. Fakat bu tetra yapıları ve çiftlerini tanımak genellikle imkansız olmuştur. Bu yüzden benzer uzunlukta ve morfolojide olan kromozomları kabaca eşleştirmişlerdir (Dutrillaux, vd., 2009).

Kromozomların sayı ve yapısında değişim meydana getiren diğer olaylar sentrik fizyon ve sentrik füzyondur (Robertson tipi translokasyonlar, sentrik kaynaşma). Bu iki olay sonucunda ya iki akrosentrik kromozom birleşerek bir metasentrik veya submetasentrik ya da bir metasentrik kromozom ikiye ayrılarak iki akrosentrik kromozom oluşur (Schulz-Schaeffer, 1980; Başaran, 1994).

Araştırmacılar sentrik füzyon sonucu kromozom sayısının farklılaştığını birçok türde belirlemişlerdir. Tettigoniinae ve Bradyporinae gruplarında sentrik füzyonun yoğun olduğu ve bununda kromozom sayılarında farklılıklar yarattığını tespit etmişlerdir (Khuda-Bukhsh ve Kar, 1990). *Pholidoptera aptera* ( $2n♂=29$ ) türünün kromozom sayısının Tettigoniidae familyasına dahil bir çok türden ve *Pholidoptera griseoptera*' dan ( $2n♂=31$ ) farklı olmasının nedeni I. ve II. otozomal kromozomlar arasında meydana gelen sentrik füzyondan kaynaklandığı düşünülmektedir (Warchalowska-Śliwa, 1984a).

Tettigoniidae'nin bilinen bütün türleri için temel kromozom sayısının  $2n♂=31$  olduğunu White (1973) ve Hewitt (1979) ileri sürmüşlerdir. Warchalowska- Śliwa ve Maryńska-Nadachowska (1984), ise Tettigonia genusuna ait türlerde yaptıkları karyotip analizlerinde kromozom sayısını  $2n♂=29$  olarak belirlemişlerdir. Bu azalmanın sentrik füzyonun bir sonucu olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Petitpierre vd. (1991), Longitarsus (Coleoptera) genusuna dahil türlerde kromozom sayısındaki artışın sentrik fizyondan kaynaklandığını belirlemişlerdir. Psylloidea (Homoptera) türlerinde görülen kromozom sayısındaki değişimlerin ise sentrik fizyon ve sentrik füzyondan kaynaklandığı düşünülmektedir (Maryńska-Nadachowska vd., 1994).

Bu gibi sitolojik çalışmalarda kromozom sayısı ve morfolojisinin yanı sıra kromozomlarda oluşan bant örneklerinde kromozomların sınıflandırılmasında

oldukça önemli bir rolü vardır. Kromozomların tanımlanmasında kullanılan C ve G bantlar akraba türler arasındaki kromozom farklılıklarını tanımlamada, filogenetik ilişkileri belirlemede ve band orjinlerini analiz etmede kullanılmaktadır (Sumner, 1990). Sitogenetik çalışmalarda sağlıklı bantların elde edilmesi için kromozomların önce tripsin gibi bir proteaz ile ön muamele edilmesi gerekmektedir. Bu muamele sonucu oluşan bant bölgelerinin Adenin ve Timince zengin olduğu öngörülmektedir (Türkoğlu, 2001; De Prins vd, 2002). C-bantlar kromozomlardaki konstitütif heterokromatin içeren perisentromerik bölgeleri belirlemektedir. Bu bölgeler geç replike olurlar ve yüksek tekrarlı DNA dizileri içerirler. G-bantların olduğu bölgede kromatin sıkı kondense bir yapı göstermektedir. Buradaki DNA dizilerinin de Adenin ve Timin’ce zengin oldukları düşünülmektedir (Bradbury vd., 1981; Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995).

Orthoptera türlerinde ve diğer omurgasızlarda C-band tekniği iyi sonuçlar verirken G band ya karyotipi oluşturan kromozomların yalnızca bir kısmında meydana gelmiş (Webb, 1976) ya da yeterince gözlemlenememiştir (Webb ve Westerman, 1978).

Orthoptera’da gerçekleştirilen C-bandlar; populasyon, ırk ve tür arasındaki karşılaştırma çalışmalarında, mayoz sırasında C pozitif materyalinin davranışını belirlemede ve Orthoptera’nın kromatin yapısının anlaşılmasında kullanılmaktadır (Cardoso, 1987).

Acrididler için C bantların sayısı ve yeri özel varyasyonlar sergilemektedir. Aynı familyaya ait cinsler (*A. turrita*, *A. exallata*, *P. infumata*, *P. antennata*) arasındaki farklılıkların daha iyi analiz edildiğini belirtmişlerdir (Chadha ve Mehta, 2011). Grylloidea ve Grylloacridoidea türlerinin X kromozomları üzerinde G-band benzeri yapılar meydana gelmiştir (Cea ve Marin, 1975; Cardoso vd., 1974). Öte yandan Acridoidea’da telomerik ve sentromerik blokların varlığı söz konusuysen (Cardoso vd., 1974; Cardoso ve Dutra, 1979) interstitial bandlar Acrididae türlerinin eşey kromozomlarında tespit edilmiştir (Cardoso ve Di Tomaso, 1980).

Eşeyssel olarak farklılaşma gösteren canlıların bazılarında eşeyi belirleyen genler özel kromozomlar üzerinde taşınmaktadır. Bu özel kromozomların fonksiyonlarına göre farklı cinsiyet mekanizmaları ortaya çıkmaktadır. XX (♀)/XY (♂), X/otozom oranı, ZZ (♂)/ ZW (♀) ve XX (♀)/XO (♂) cinsiyet mekanizmaları arasındadır.

Bazen de türlerin evrimi sırasında Y kromozomunun tamamen ortadan kalkmış olabileceği durumlar söz konusudur (Oraler Temizkan, 1994).

Orthoptera takımının büyük oranda XX (♀)/XO (♂) eşey mekanizması gösterdiği çalışmalar ile belirlenmiştir (Bugrov, 1996; Warhalowska- Śliwa ve Bugrov, 1996; Türkoğlu, 2001; Türkoğlu ve Koca, 2002a,b; Dobigny vd., 2004; Yoshimura, 2005; Souza ve Melo, 2007; Rocha vd., 2011).

Bunun yanı sıra Orthoptera faunasına dahil yaklaşık 100 türde neo-XY cinsiyet kromozom mekanizmasının bulunduğu belirlenmiş ve bunlarının bir çoğunun Morabinae (White, 1974), Acrididae (White, 1973; Hewitt, 1979; John, 1983) ve Pamphagidae (Bugrov, 1986; Bugrov ve Warchalowska-Śliwa, 1997) familyalarına dahil olduğu belirtilmiştir.

Sitogenetik çalışmalarda sitotaksonomistlere önemli avantajlar sağlayan bir diğer konu da kiyazma frekansı ve pozisyonudur. Kiyazma sayısının belirlenmesi genetik alışverişin oranını yansıtması açısından oldukça önemlidir. Crossing over olarak da bilinen bu olay, I. mayozun profazında meydana gelmektedir. Kromozomların eşleşmesi ve kiyazma oluşumu homolog kromozomların I. mayozun anafazında düzenli ayrılmaları için gereklidir (Wallace ve Searle, 1990). Crossing over'ın evrimde önemli olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Crossing over ve bağımsız düzenlenmenin genlerin yeni kombinasyonunu oluşturduğunu Gardner vd., (1991) ileri sürmüşlerdir. Kiyazmanın varlığı crossing over olayını da gösterdiği için kromozomun aynı segmentindeki kiyazmaların sayısı bu segmentteki krosing overların sayısını da göstermektedir (John, 1990).

Kiyazma frekansı üzerinde iç ve dış faktörler etkilidir. Dış faktörler arasında coğrafi farklılık, mevsimsel değişiklikler, ısı faktörü ve kimyasal maddeleri sayabiliriz. İç faktörler arasında ise B kromozomları başta olmak üzere, bireyin yaşı, cinsiyeti ve bivalent uzunluğu gibi faktörler bulunmaktadır. Kiyazma frekansı ve pozisyonu ile ilgili Orthoptera takımına ait birçok çalışma yapılmıştır (Laurie ve Jones, 1981; Lopez-Fernandes vd., 1984; Santos vd., 1989; Cano ve Santos, 1990 ; Koca, 1993; Seino vd., 2008; Çakmak ve Koca, 2014).

Populasyonlarda B kromozomlarının genetik çeşitliliğin miktarı ve düzenlenmesini etkileyeceğini Darlington (1956) ileri sürmüştür. B kromozomları, kromozomların özel bir çeşiti olup diploid ve poliploid türlerde temel (A)

kromozomların dışındaki ekstra kromozomlardır. Sayısal kromozom değışiklikleri olarak birçok bitki ve hayvan türünün doğal populasyonlarında farklı sayılarda bulunan kromozomlardır (Jones ve Rees, 1982; Jones, 1991). Morfolojik olarak çok büyük miktarda heterokromatin taşımaktadırlar ve A kromozomlarından daha küçüktürler. Mutlak gerekli olan kromozomlar olmadıkları için bir populasyonun bazı bireylerinde bulunurken bazılarında bulunmayabilir. A kromozomlarının herhangi birisiyle homolog olmadığı için eşleşme sırasında kendisi gibi bir B kromozomuyla eşleşebilmektedir. Kalıtımı düzensiz olan bu kromozomlar Mendel açılımına uymamaktadır. Sayıları az olduğunda fenotip üzerinde görülebilir etki oluşturmamakta ve varlıkları yalnızca sitolojik incelemelerde belirlenebilmektedir (Akgün vd, 1998). Bu kadar çok sayıda ve farklı yapıda olan bu hayvan grubunun sınıflandırılmasında kullanılan bu yöntemler ortaya çıkacak tüm zorlukların azaltılmasında yardımcı olmaktadır.

Ülkemizin coğrafik pozisyonu, kısa mesafelerde değışen iklimi ve topografyası ülkemize oldukça farklı ekosistemler ve habitatlar kazandırmış, dolayısıyla zengin bir böcek faunasının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Avrupa ve Asya kıtalarını birleştiren doğal köprü özelliğinden dolayı ülkemizde her iki kıtaya ait böcek faunaları oldukça fazladır. Bu faunalar içerisinde Orthoptera türleri de önemli bir grubu oluşturmaktadır (Karaca vd., 2006).

#### **1.4. Orthoptera Faunası ve Genel Özellikleri**

Canlılar topluluğu içinde dünyanın her bölgesinde yayılış gösteren ve 32 takım içinde yaklaşık 1.200.000 türe sahip olan Insecta sınıfı en geniş canlı grubunu oluşturmaktadır. Orthopterid'ler, 25.000'den fazla tür ile böcekler içerisinde tür sayısı bakımından oldukça zengin bir gruptur (Eades ve Otte, 2012). Orthoptera takımı ülkemizde sistematik olarak iyi çalışılmış takımlar arasındadır. Son çalışmalarda Türkiye'de Orthoptera takımının 682 tür ve alt tür içeren 7 taksona sahip olduğu belirtilmiştir (<http://www.orthoptera-tr.org>) (Ünal, 2014).

Kendine özgü sıçramaları, melodik ses çıkarma yetenekleri, 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. Antenlerin uzunluğuna ve yapısına göre belirgin iki alt sınıfa ayrılmaktadır (Demirsoy, 1995). Bunlardan Ensifera (uzun antenli çekirgeler) alt takımına ait türlerin antenleri daima vücutlarından daha uzun iken diğer alt takım olan

Caelifera (kısa antenli çekirgeler) türlerinin antenleri vücut boylarından daha kısadır. Caelifera alt takımı Acrididae, Tridactyliade, Pyrgomorphidae, Tetrigidae ve Pamphagidae olmak üzere beş familyaya sahiptir (Kansu, 2000).

#### 1.4.1. *Acrida ungarica*'nın morfolojik özellikleri

Bu çalışmada kullanılan *Acrida ungarica* türünde içinde bulunduğu Acrididae familyası kırlarda ve çayırarda bulunurlar. Çok kurak yerlerde ya da çok nemli yerlerde yaşayan türleri de mevcuttur. En az buldukları ortam ise ormanlardır. Çoğunun kanatları gelişmiş, antenler vücudun boyundan kısa, tarsusları üçer segmentlidir. Sesi arka femurun üst kanada sürtülmesiyle çıkartmaktadırlar.

Ülkemizde Acrididae familyasının Acridinae subfamilyasına ait *Acrida* ve *Truxalis* olmak üzere iki cins bulunmaktadır. Bu cinslere ait 5 tür mevcuttur (<http://www.orthoptera-tr.org>) (Ünal, 2014).

*Acrida ungarica* (Herbest, 1786)

*Acrida bicolor* (Thunberg, 1815)

*Acrida oxycephala* (Pallas, 1771)

*Truxalis eximia aximia* (Eichwald 1830)

*Truxalis robusta robusta* (Uvarov, 1916)

Çalışmada kullanılan *Acrida ungarica* türünün erkekleri 25-40 mm, dişileri 40-70 mm boylarındadır. Kafası koni biçiminde vücudu ince ve uzun görünümündedir. Mızrak şeklindeki antenlere sahip olan bu tür hemen hemen Türkiye'nin her tarafında yayılış göstermektedir.

Dünyada Orthoptera takımında kromozom sayısı ve yapısı ile ilgili sitogenetik özellikleri üzerine literatürde oldukça fazla sayıda çalışma yapılmıştır (Lopez-Fernandes vd., 1984; Gusachenko vd., 1992; Morgan-Richard ve Gibbs, 1996; Veerappa ve Ranganath, 1997; Loreto ve Souza, 2000; Rocha vd., 2004; Yoshimura, 2005; Ferreira ve Mesa 2007; Carvalho vd., 2011; Seino vd., 2012, Seino vd., 2013).



Orthoptera faunasına ait ilk karyotip çalışmaları 20. yüzyılın başlarında başlamıştır (Mc Clung, 1905; Woolsey, 1915). Fakat yapılan çalışmalarda Orthopterid böceklerin %5 inin sitolojik özellikleri belirlenebilmiştir ve çalışılan bu türlerin bir çoğunun tropikal ve subtropikal olduğu belirtilmiştir (Hewitt, 1979). Bu sorun 30 lu yılların başında aşılmaya başlanmış (Winniwarter, 1931; Hareyama, 1932; Ohmachi, 1935; Asana vd., 1938) ve 60 lı yılların başında (Matthey, 1948; Piza, 1950, 1953, 1958, Hendersoon, 1961; Dave, 1965; Ferreria, 1969, 1973, 1976; Mesa ve Ferreira, 1977; Warchalowska-Śliwa, 1984a, 1984b, 1988, 1998; Warchalowska-Śliwa and Maryańska- Nadachowska, 1992, 1995; Warchalowska-Śliwa ve Gorochoy, 2000) ivme kazanmıştır. Günümüzde ise yoğun bir şekilde çekirgelerle ilgili karyolojik araştırmalar yapılmaya devam etmektedir (Chadha ve Mehta, 2011; Koli vd, 2012; Seino vd., 2012; Seino vd., 2013; Çakmak ve Koca, 2014).

Ülkemizde ise Orthopter'lerle yapılmış sistematik (Gümüşsuyu, 1983; Ünal, 2008; Tazegül ve Önder, 2012) çalışmalar bulunmasına rağmen sitogenetik çalışmalar oldukça azdır (Koca,1993; Türkoğlu, 2001; Türkoğlu ve Koca 2002a,b; Türkoğlu vd., 2003; Koca ve Tunçbaş, 2006; Çakmak ve Koca, 2014). Bu çalışma ile Aydın bölgesinde bulunan Orthoptera takımına ait *Acrida ungarica* Herbst, 1786 türünün kromozom sayısı ve yapısı belirlenerek, karyotip analizinin yapılması amaçlanmıştır. Ayrıca bu türün, daha önce çalışılmış türler arasındaki kromozom benzerlikleri ve farklılıkları kullanılarak, evrimsel ilişkilerinin ve akrabalık derecelerinin tartışılması amaçlanmıştır. Bu türün sitogenetik özelliklerinin belirlenmesi daha sonra çalışılacak Orthoptera türlerinin farklı populasyonları ve akraba türleri arasındaki karşılaştırmalarda bir temel oluşturacağı da düşünülmüştür.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Afrika kıtasında fazlaca yayılış gösteren *Schistocerca* genusuna ait *Schistocerca pallen* ve *Schistocerca flavofasciata* ile yapılan karyolojik çalışmada Souza ve Melo (2007), türlerin kromozom sayısını erkeklerde  $2n♂=23,X0$  dişilerde  $2n♀=24,XX$  olarak belirlerken tüm kromozomlarının akrosentrik yapıda olduğunu belirlemişlerdir. Her iki türün aynı kromozom sayısına sahip olmasına rağmen konstitütif heterokromatin (CH) ve NOR bölgelerinin dağılım örneklerinde farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Seino vd. (2008) yaptıkları çalışmada, *Oxyacantops spissus*'un karyotipini, mayotik sürecini ve mevsimsel değişimin kiyazma frekansı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Sitolojik çalışmalarla Acrididae familyasına ait çekirge türleri  $2n♂=23 (22A+X0)$  akrosentrik kromozomla karakterize edilmiştir. *O.spissus*' un erkek bireylerinin  $2n♂=23$  akrosentrik kromozomla standart acrididae karyotipi gösterdiğini saptamışlardır. Cinsiyet belirleme mekanizmasını da  $XX/X0$  olarak belirleyen araştırmacılar, 5 çift uzun, 3 çift orta, 3 çift kısa otozoma sahip olduğunu ve X kromozomunun boyutunun kısa otozomlarla aynı olduğunu tespit etmişlerdir. Mevsimsel farklılıkların kiyazma frekansı üzerindeki etkisini inceleyen araştırmacılar, yağışlı mevsimde ortalama kiyazma frekansını 16.36, kurak mevsimde ise 15.00 olarak tespit etmişlerdir. Kurak mevsimle yağışlı mevsimdeki kiyazma frekansları arasındaki farklılığın muhtemelen kurak mevsimde uzun bivalentlerin sadece birkaç tanesi bir veya iki kiyazmaya sahipken, yağışlı mevsimde uzun bivalentlerin çoğunun bir veya iki kiyazmaya sahip olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Seino vd., 2008).

*Chorthippus huabiensis* ve *Chorthippus minutus*' la çalışan Li vd. (2008) her iki türün kromozom sayısını  $2n♂=17$  olduğunu ve karyotipin sadece metasentrik ve telosentrik kromozomlardan ( $6M+11T$ ) meydana geldiğini belirtmişlerdir. Her iki tür  $XX♀/X0♂$  eşey belirleme mekanizmasına sahiptir. Türlerin toplam kromozom uzunluklarında, C bant modellerinde bazı farklılıkların olduğunu gözlemişlerdir. Bu durumda aynı cinsteki *Chorthippus* türlerinin bazı ortak sitolojik özelliklerinin olduğunu fakat türlerin kendilerine ait farklı özelliklerinin de olduğu görüşünü savunmuşlardır.

Seino ve Akangnui (2010) Acrididae familyasına ait üç türün karyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Türlerin kromozom sayısını  $2n♂=23$  (22A+XO) olarak tespit etmişler; Acrididae familyasına ait türlerin kromozom sayısının korunduğunu belirtmişlerdir. Otozomları uzun orta ve kısa şeklide sınıflandırmışlar ve bu sınıflandırmanın türler arasında değiştiğini göstermişlerdir. X kromozom morfolojiside *Acrida turitta* ve *Morphacris fasciata* da orta uzunlukta iken *Paracinema lucelenta* da uzundur. Kromozom morfolojisini akrosentrik/telosentrik olarak belirleyen araştırmacılar bu sonucun karakteristik *Acrida*'nın akrosentrik ve telosentrik kromozomal morfolojisinin teyidi olduğunu söylemişlerdir.

*Orthoscaphus rufipes* ve *Eujivarus fusiformis*'i Rocha vd., (2011) çeşitli sitogenetik teknikler kullanarak analiz etmişlerdir. *O. rufipes*'in kromozom sayısını  $2n♂=23$ , *E. fusiformis*'in kromozom sayısını ise  $2n♂=21$  olarak belirtmişlerdir. Her iki türün aynı eşey belirleme mekanizmasına (XO), fakat farklı kromozom morfolojisine sahip olduğunu saptamışlardır. Yapılan çeşitli bantlama örneklerinde her iki tür arasında farklılıklar olduğu saptanmıştır. *O. rufipes*'in  $2n♂=23$  akrotelosentrik yapıda kromozomlardan oluşan karyotipi Acrididae familyasında yaygın olarak bulunmuş olan karyotiplerle benzerdir.  $2n♂=21$  olarak belirlenen *E. fusiformis*'in 1. çift kromozomunun submetasentrik, diğer kromozomlarının ise akrotelosentrik yapıda olduğu belirlenmiştir. Bu durum türün Acridoid çekirgeler arasında türetilmiş karyotipe sahip olduğunu akla getirmiştir.

Chadha ve Mehta (2011), *Acrida turitta*, *Acrida exaltata*, *Phlaeoba infumata* ve *Phlaeoba antennata*'yı sitogenetik olarak incelemişlerdir. Tüm türler  $2n♂=23$  kromozoma, akrosentrik kromozomlara ve C bantlara sahiptir. X kromozomu tüm türlerin karyotipinde en uzun kromozom olarak belirlenmiştir. C bantların sayı ve yerlerinin Acrididler içinde özel varyasyonlar sergilediğini, bu karyotip analizi ve C bantlama desenlerinin aynı alt familyaya ait cinsler arasındaki farklılıkları dahi iyi analiz etmekte kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Acridinae subfamilyası içerisinde bulunan *Coryphosina stenoptera producta* ve *Chirista compta* ile yapılan çalışmada Seino vd. (2012a), türlerin kromozom sayısını  $2n♂=23$  kromozomların da akrosentrik yapıda olduğunu belirlemişlerdir. *C. stenoptera producta* karyotipi 2LL+6MM+3SS boyutta kromozomlar içerirken; *C. compta* 4LL+ 4MM+ 3 SS boyutta kromozomlar içermektedir. X kromozomunu her iki tür için orta boy akrosentrik tipte tespit etmişlerdir.

Acrididae familyasına ait birçok türün erkeğinin  $2n♂=23$  kromozoma ve bütün kromozomlarının akrosentrik yapıda olduğunu belirleyen birçok çalışma bulunmaktadır (White, 1973; Bugrov vd., 2002; Bridle vd., 2002; Türkoğlu ve Koca, 2002b; Sharma ve Gautam, 2002; Rocha vd., 2004; Seetharama vd., 2004; Souza de Melo, 2007; Chadha and Mehta, 2011).  $2n♂=23$  kromozomlu sistemin *C. stenoptera producta* ve *C. compta* içinde bir karyotip modeli oluşturduğunu ifade eden araştırmacılar sonuç olarak farklı bölgelerdeki kısa antenli çekirgelerin kromozom sayısı ve cinsiyet belirleme mekanizması bakımından tekdüzelik gösterdiğini vurgulamışlardır (Seino vd. 2012a). Kiyazma frekansını *C. stenoptera producta* için  $12.20±0.77$ , *C. compta* için  $16.20±0.72$  olarak bulmuşlardır. *C. compta*'daki kiyazma frekansı *C. stenoptera producta*'ya karşı önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Bu farkın *C. stenoptera producta*'daki iki uzun bivalente göre *C. compta*'daki 4 uzun bivalentin varlığına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar *C. compta*'da uzun bivalentlerde 3 kiyazmanın varlığı, Acrididae çekirgelerinde kromozom uzunluğu ile kiyazma frekansı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu göstergesini olduğunu belirtmişlerdir.

Kamerun'da Seino vd. (2012b) yapmış oldukları çalışmada *Dictyophorus griseus*'un erkek bireylerindeki kromozom sayısını  $2n♂=19$ , tüm kromozomların akrosentrik yapıda olduklarını belirtmişlerdir. X kromozomu ise türün en uzun kromozomu olarak saptanmıştır. Pyrgomorphidae ailesindeki türlerin yüksek derecede korunmuş karyotipe sahip olduğu vurgulanan bu çalışmada bu yüksek korunmuşluğa rağmen her türün karyolojisinin kendine özgü olduğunu ve farklı bir kimlik sağladığını savunmuşlardır.

Seino vd. (2013a), yaptıkları çalışmada *Atractomorpha lata*, *Dictyophorus griseus*, *Taphronota thaelephora* ve *Zonocerus variegatus* türlerinin kromozom sayısını  $2n♂=19$  ve kromozomların akrosentrik yapıda olduğu belirlemişlerdir. 4 türün kromozomları uzun, orta ve kısa olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Her gruptaki kromozom sayısının türe göre değiştiğini saptamışlardır. Ortalama kiyazma frekansını *Z. variegatus* > *A. lata* > *D. griseus* > *T. thaelephora* şeklinde olduğu belirlenmiş, türlerin kiyazma frekansları arasındaki fark *Z. variegatus* hariç önemsiz ( $P>0.05$ ) bulunmuştur. *Z. variegatus*'un kiyazma frekansı diğer üç türe göre bir hayli yüksek bulunmuştur.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal ve Materyalin Toplanması

2013-2014 yılları yaz aylarında (Haziran-Ekim arası) Adnan Menderes Üniversitesi merkez yerleşkesi ve Karpuzlu yolu üzerindeki arazilerden çekirgeler (*A. ungarica*) toplanmıştır (Şekil 3.1). Yapılan arazi çalışmalarında toplanan 5 ergin erkek birey bu çalışma için kullanılmıştır. Toplanan örneklerin sistematik teşhisleri Prof. Dr. Mustafa ÜNAL tarafından gerçekleştirilmiştir. Son yapılan taksonomiye göre sistematikteki yeri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

**Filum:** Arthropoda

**Altfilum:** Tracheata

**Klassis:** Insecta

**Ordo:** Orthoptera

**Altordo:** Caelifera

**Süperfamilya:** Acridoidea

**Familya:** Acrididae

**Altfamilya:** Acridinae

**Genus:** *Acrida*

**Tür:** *Acrida ungarica* (Herbst, 1786)



Şekil 3.1. Ergin *Acrida ungarica*

## **3.2. Yöntem**

Çalışma Adnan Menderes Üniversitesi Biyoloji Bölümü Genetik Laboratuvarında yapılmıştır. Karyotip analizi için kullanılacak olan materyaller ezme preparat yöntemine göre hazırlanmıştır.

### **3.2.1. Kromozom Analiz Çalışmaları**

Laboratuvar ortamına getirilen çekirgelerin stereo mikroskop altında testisleri çıkarılarak %2'lik kolkisinli hipotonik çözeltisinde oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Sürenin sonunda taze hazırlanmış (3:1 etil alkol-glasial asetik asit) fiksatif içerisine konan testisler 24 saat +4 °C de tespit edilmiştir. Tespit sonrası testisler %70'lik alkole alınarak muhafaza edilmiştir. İnceleme yapılacağı zaman bir parça testis dokusu %2'lik aseto-orcein ile oda sıcaklığında 3-4 saat boyanmıştır. Daha sonra 2-3 dakika %45'lik glasiyel asetik asit içerisinde yıkanan testislerin her bir folikülü daha önceden temizlenmiş ve yine %45'lik asetik asit damlatılmış lam üzerine alınmıştır. Bir pens yardımıyla foliküller küçük parçalara ayrılarak homojen dağılması sağlanmıştır. 45°'lik açı oluşturacak şekilde lamel kapatıldıktan sonra ezilerek preparatlar hazırlanmış ve mikroskopta incelenmiştir.

### **3.2.2. Kromozomların İncelenmesi**

Kromozomların analizini ve ölçümlerini yapmak için preparatlarda iyi dağılma gösteren, bir düzlem üzerinde bulunan ve morfolojileri iyi görülen hücrelerin fotoğrafları BX51 marka mikroskopta, 40X ve 100X' lik objektiflerle çekilmiştir. Kromozomların boyları oküler mikrometre yardımıyla 10 hücrenin 40X' lik görüntüleri ölçülerek belirlenmiştir. Ölçülen kromozom boyları mikrometrik olarak ayrı ayrı kaydedilmiştir. Kromozomların tanımlanması Levan vd. (1964) göre yapılmıştır. En uzundan en kısaya doğru kromozomlar boylarına göre sıralanarak karyogram oluşturulmuştur.

Ezme preparat yöntemine göre hazırlanan preparatlardan 5 bireyin 25'er diptoten hücresinde bivalentlerdeki kiyazmalar sayılarak, türün ortalama kiyazma frekansı hesaplanmıştır. Kiyazma noktaları, crossing overın bir sonucu olarak görülmektedir. Kiyazma sayısının belirlenmesi genetik alışverişin oranını yansıtması açısından önemlidir.

#### 4. BULGULAR

*Acrida ungarica* türünde yapılan sitogenetik incelemeler sonucunda türün kromozom sayısı  $2n♂ = 23$ , XO (NF=23) olarak bulunmuştur (Şekil 4.1). Otozomlarının hepsi ve X kromozomunun akrosentrik yapıda olduğu belirlenmiştir.

Kromozom uzunlukları 1,90-11,00  $\mu\text{m}$  arasında değişmektedir (Çizelge 4.1) Relatif uzunlukları 2,66-15,44 arasındadır. X kromozomunun uzunluğu 8,00  $\mu\text{m}$  olarak belirlenmiştir. X kromozomu karyotipin 3. üncü büyük kromozomudur ve genomun %11.23'lük kısmını kaplamaktadır.

Türe ait karyogram Şekil 4.2'de, idiogram ise şekil 4.3'de gösterilmiştir. Kromozomların morfolojilerine ait ölçümler hesaplanarak, Çizelge 4.1'de verilmiştir. Eşey belirleme mekanizması XX (♀) / XO (♂) tipindedir. *A. ungarica*'da 11 bivalent ve 1 univalent (X kromozomu) gözlenmiştir (Şekil 4.4 a-e). Uzun bivalentlerde en çok iki kiyazma gözlemlenirken daha az sayıda üç kiyazma çok daha az sayıda dört kiyazma gözlenmiştir (Şekil 4.4 c). Kısa bivalentlerde ise tek kiyazma gözlenmiştir (Şekil 4.4 c). Türün ortalama kiyazma frekansı ve dağılımı Çizelge 4.2' de gösterilmiştir.

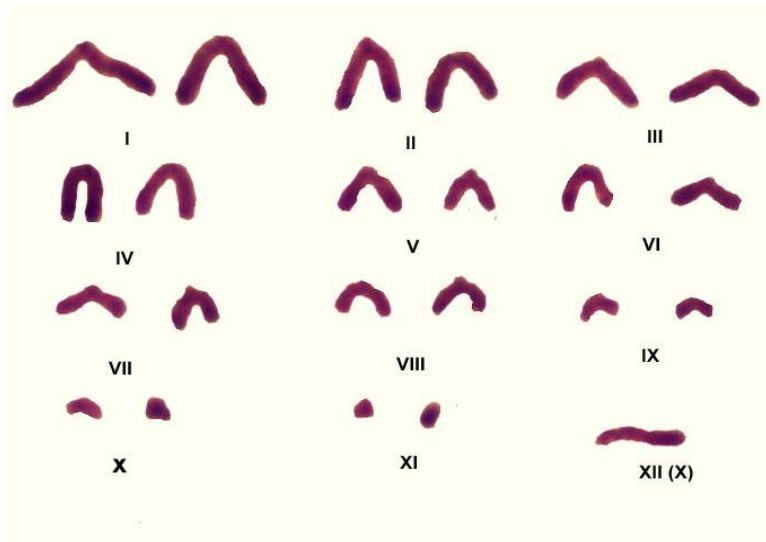
Çizelge 4.1. *Acrida ungarica*'nın kromozom tipleri ve uzunlukları

Kromozom Sayısı	Kromozom Uzunluğu ( $\mu\text{m}$ ) + S.H.	Relatif Uzunluk (% T.K.U.)	Kromozom Tipleri
I	11.00±1.74	15.44	a
II	9.00±1.74	12.64	a
III	7.9±1.50	11.09	a
IV	6.8±1.11	9.55	a
V	6.3±1.09	8.84	a
VI	5.3±0.60	7.44	a
VII	5.1±0.33	7.16	a
VIII	4.2±0.83	5.89	a
IX	3.3±1.20	4.63	a
X	2.4±0.60	3.37	a
XI	1.9±1.39	2.66	a
XII (X)	8.00±0.87	11.23	a

(S.H.: Standart Hata; T.K.U.: Toplam Kromozom Uzunluğu; a: akrosentrik)

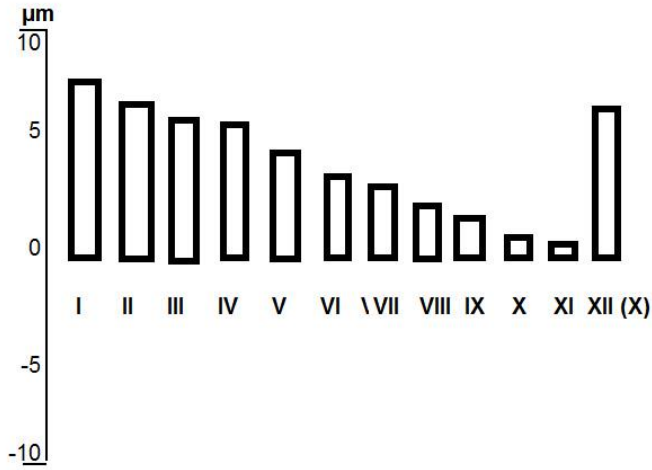


Şekil 4.1. *Acrida ungarica* ( $2n \text{ ♂} = 23$ ) türünün Anafaz I kromozomları



Şekil 4.2. *Acrida ungarica* türüne ait karyogram



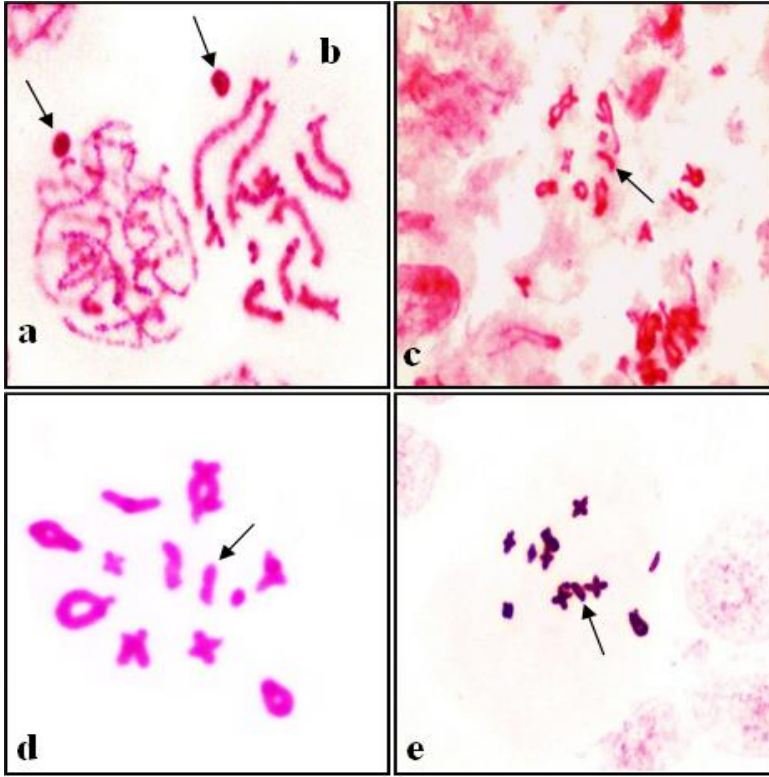


Şekil 4.3. *Acrida ungarica* türüne ait idiogram

Çizelge 4.2. *Acrida ungarica*'nın 5 bireyinin ortalama kiyazma frekansı ve dağılımı

Birey	Sayılan Hücre	Ortalama Kiyazma Frek. ±S.S	4 Ki	3 Ki	2 Ki	1 Ki	Bivalent Sayısı
1	25	16,52±0.29		26	84	165	275
2	25	16,36±0.28		29	75	171	275
3	25	15,44±1.87		22	66	187	275
4	25	16,6±0.27		27	83	165	275
5	25	17,04±0,20	1	34	79	161	275
<b>Ortalama</b>		16,39	1	138	387	849	1375

(S.S.: Standart sapma; Ort.: Ortalama; Frek.: Frekans; Ki.: Kiyazma)



Şekil 4.4. *Acrida ungarica*' nın farklı mayotik safhaları a. Zigoten, b. Pakiten, c. Diploten, d. Diyakinez, e. Metafaz I ( → X Kromozomu)

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Karyotipin belirlenmesi bir tür için önemlidir. Türlerin karyotipi ve genetik içerikleri kendilerine özgüdür ve türlere bir kimlik sağlar. Yapılan karyotip analizi türler arasındaki evrimsel ilişkinin ve ayrılmanın daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (Mera Rao, 1990).

Karyolojik çalışmalar kromozomların morfolojileri, boyları ve sayılarını belirlemede temel bilgiler sağlar (Tan vd., 2004). Belirlenen kimlikler türler arasındaki evrimsel ilişkinin ve ayrılmanın daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Yapılan karyolojik evrim çalışmaları karyotipin kesinlikle sabit olmadığını evrimsel süreç içerisinde yapısında değişiklikler meydana gelebileceğini göstermiştir. Her tür için kromozom sayısı sabit iken cinsten cinse hatta türden türe kromozom sayısı farklılık göstermektedir (Oraler-Temizkan, 1994). Türler arasındaki kromozomal farklılıkların türleşmeyi başlatmasında anahtar rol oynadığını (White, 1973), kromozomal yapı değişikliklerinin, türlerin varsayılan filogeni ve tarihine önem veren ipuçları sağladığını düşünmüşlerdir (John ve Miklos, 1988).

Taksonomik amaçlarla da kullanıldığı bilinen kromozom çalışmalarında kromozomal analizlerde ortaya çıkan kromozom sayısı ve morfolojisi, türlerin belirlenmesinde ve çeşitli türler arasındaki ilişkileri tanımlamada kullanılmaktadır.

Kromozom farklılıklarının ve benzerliklerinin belirlenmesi, türler arasındaki yakınlık ve uzaklığın saptanmasında önem taşımaktadır. Yapılan literatür araştırmalarında şimdiye kadar *Acrida ungarica*'nın kromozom sayısı ve yapısı ile ilgili herhangi bir karyolojik veriye rastlanılmamıştır. Bu türün kromozom sayısının  $2n \text{ ♂} = 23$  olduğu ve kromozomlarının akrosentrik yapıda olduğu ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir.

Acrididae familyasında bulunan türler kromozom sayıları ve morfolojileri bakımından genelde sabit bir durum göstermektedirler (John ve Hewitt, 1968). Bu familyanın birçok üyesinin kromozom sayısının  $2n=23$ , XO (♂) ile  $2n=24$  XX (♀) olduğu, akro ve subakrosentrik kromozomlardan oluştuğu kabul edilmektedir. Bizim türümüzde  $2n=23$ , XO (♂) kromozom sayısı ve akrosentrik kromozom yapısıyla Acrididae familyasının genel durumuna uyum göstermektedir. Acrididae familyasının bazı türlerinde birtakım karyolojik değişiklikler gözlenmiştir.

Gözlenen karyotipik değişikliklerin, kromozomların sayı ve morfolojilerindeki küçük değişimlerin sebep olduğu bazı kromozomal düzenlemelerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Hewitt, 1979; Camacho, 1980; Cabrero and Camacho, 1982).

Acrididae familyasına dahil olan Acridinae alt familyasının üyelerinden *Acrida turritta*, *Chirista compta*, *Coryphosima stenoptera producta*, *Oxycatanops spissus* türlerinin  $2n=23, XO(\♂)/2n=24, XX$  (♀) kromozom sayısına sahip, tüm kromozomlarının akrosentrik yapıda olduğu belirtilmiştir (Seino ve Dongmo, 2013b). Türler arasındaki karyotip farklılıklar akrosentrik yapıdaki kromozomlar uzun, orta ve kısa şeklinde gruplandırıldığında ortaya çıkmaktadır. Chadha ve Metha (2011) *Acrida turritta*, *Acrida exaltata*, *Phlaeoba infumata*, *Phlaeoba antennata* ile yaptıkları çalışmada türlerin kromozom sayılarını  $2n \♂ =23$  olarak belirlemişlerdir. Eşey mekanizması ise XO/XX olarak saptanmıştır. Tüm türlerin kromozom morfolojilerinin akrosentrik yapıda olduğu, X kromozomunun ise bütün türlerde en büyük kromozom olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.1). Bu yüzden farklı bölgelerde de olsa kısa antenli çekirgelerin kromozom sayısı ve cinsiyet belirleme mekanizması tek düzelik göstermektedir.

Acrididae familyası içerisinde bulunan *Acrida turritta*, *Paracinema luculenta* ve *Morphacris fasciata* ile yapılan çalışmada Seino vd. (2010) türlerin kromozom sayılarını  $2n(\♂) = 23$  (22A+X0), kromozom morfolojilerinin ise akrosentrik yapıda olduğunu belirlemişlerdir. Kromozom morfolojisinin hepsinin akrosentrik yapıda olduğu, *Acrida turritta*' da 4 çiftin büyük, 5 çiftin orta, 2 çiftin kısa olduğu, diğer iki türde ise 6 çifti uzun, 2 çifti orta, 3 çifti kısa olarak saptamışlardır. *A. turritta* ve *M. fasciata*' da X kromozomu orta uzunlukta iken, *P. luculenta*' da uzun olduğu belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda da X kromozomu 8 µm uzunluğuyla karyotipin 3.büyük kromozomu olarak belirlenmiştir ve uzun kromozomlar grubundandır.

Acrididae familyasının Oedipodinae alt familyasına ait yurdumuzda 52 türün bulunduğu tespit edilmiştir (Ünal, 2014) . Bu alt familyanın türleriyle yapılan çalışmalarda genel olarak kromozom sayısı  $2n=23$  (♂) olarak bulunmuştur. Bu alt familyanın yurdumuzda bulunan *O. schochi schochi* türünün kromozom sayısı  $2n=25 XO$  (♂) ( Türkoğlu ve Koca, 2002b), *O. miniata miniata* türünün ise  $2n=23 XO$  (♂) kromozom sayısına sahip olduğu belirlenmiştir (Koca ve Çakmak, 2012).

Bizim türümüzünde kromozom sayısı  $2n=23$ ,  $XO$  ( $\sigma$ ) olup Acrididae familyasının genel karyotip formuna benzerlik göstermektedir.

Acrididae familyasına dahil Gomphocerinae alt familyası üyelerinin ise  $2n\sigma =17$ , ( $XO$ ) ve  $2n\text{♀}= 18$  ( $XX$ ) kromozom sayısına sahip olduğu ve 3 uzun kromozom çiftinin sentrik füzyon sonucu oluştuğu düşünülmektedir (Cabrero ve Camacho, 1985).

Çizelge 5.1. Acridinae (Tryxalinae) alt familyasına ait türlerin karyotip özellikleri

Türler	Alt Familya	Kromozom sayıları	Cinsiyet belirleme mekanizması	Boyutlarına göre kromozom Sayıları			Kromozom morfolojileri	X kromozomunun uzunlukları
				Uzun	Orta	Kısa		
<i>Chirista.compta</i> (Walker) (Seino ve Dongmo, 2013)	Acridinae	23	XX-XO	4	4	3	Akrosentrik	7,3 ±0.52
<i>Coryphosima stenoptera producta</i> (Walker) (Seino and Dongmo, 2013)	Acridinae	23	XX-XO	2	6	3	Akrosentrik	5,60±0.56
<i>A.turritta</i> Linnaeus 1758), (Seino and Dongmo, 2013)	Acridinae	23	XX-XO	4	5	2	Akrosentrik	5,00±0.08
<i>O.spissus</i> (Walker (Seino and Dongmo, 2013))	Acridinae	23	XX-XO	5	3	3	Akrosentrik	6,60±0.00
<i>Acrida ungarica</i> (Herbst,1786) (Bizim çalışmamız)	Acridinae	23	XX-XO	3	5	3	Akrosentrik	8,00±0.87
<i>Acrida turritta</i> (Chatha and Metha, 2011)	Tryxaline	23	XX-XO	3	6	2	Akrosentrik	199.0± 2.26
<i>Acrida exallata</i> (Chatha and Metha, 2011)	Tryxaline	23	XX-XO	3	6	2	Akrosentrik	148.4± 0.42
<i>Phlaeoba infumata</i> (Chatha and Metha, 2011)	Tryxaline	23	XX-XO	3	6	2	Akrosentrik	141.0± 1.18
<i>Phlaeoba antennata</i> (Chatha and Metha, 2011)	Tryxaline	23	XX-XO	3	6	2	Akrosentrik	151.1± 1.05

Yine Gomphocerine alt familyasına ait *Chorthippus*' larla yapılmış çalışmaların derlemesinde *Ch. macrocerus*, *Ch. vicinus*, *Ch. ferganensis*, *Ch. biguttulus*, *Ch. jacobsoni*, *Ch. intermedius*, *Ch. montanus*, *Ch. lorarius*, *Ch. dichrous*, *Ch. albomarginatus*, *Ch. saxatilis*, *Ch. angulatus*, *Ch. parallelus* ve *Ch. fallax* türlerinin kromozom sayısını  $2n= 16+XO/XX$ , kromozom morfolojilerinin ise üç çift

uzun (L<sub>1</sub>-L<sub>3</sub>) metasentrik, X kromozomu ve orta boydan küçük boya değişen (M<sub>4</sub>-S<sub>8</sub>) beş çift otozomun akrosentrik yapıda olduğunu bildirirken, 2n= 23(X0) kromozom sayısına sahip *Ch. schmidti* türünün tüm kromozomlarının akrosentrik yapıda olduğunu bildirmiştir. *Ch. hammarstroemi* türünün 2n= 21(X0) kromozoma sahip olduğu, en büyük kromozom çiftinin (L<sub>1</sub>) metasentrik, X kromozomu ve diğer kromozom çiftlerinin (M<sub>2</sub>-S<sub>10</sub>) akrosentrik yapıda olduğu bulunmuştur (Bugrov, 1996). *Acrida ungarica* ile aynı familyada bulunan bu türler kromozom sayı ve yapıları bakımından benzerlik gösterebilir bazı çevresel etkileşimler sonucu bir takım farklılıkların ortaya çıktığını söyleyebiliriz.

Çekirgelerde genellikle XX♀/X0♂ cinsiyet belirleme mekanizması görülmektedir. Acrididae familyasına ait birçok türde XX♀/X0♂ eşey belirleme mekanizması saptanmıştır (White, 1968, 1973; Camacho ve Cabrero, 1983; Warchalowska-Śliwa, 1984; Warchalowska-Śliwa vd., 1993; Bugrov, 1996). Ancak bazı Acrididae türlerinde neo-XY cinsiyet mekanizmasının (XX♀/neo-XY♂) bulunduğu belirtilmiştir (White, 1973; Hewitt, 1979; John, 1983). Bizim çalışmamızda *Acrida ungarica* türünün eşey belirleme mekanizmasının XX♀/X0♂ şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Acrididae familyasına ait türlerin X kromozomlarının genellikle akrosentrik yapıda olduğu belirlenmiştir (Santos vd., 1983; Gusachenko vd., 1992). Yaptığımız çalışmada da *Acrida ungarica* türünün X kromozomunun akrosentrik yapıda olduğu tespit edilmiştir.

Sitogenetik çalışmalarda kromozom kol sayısı yani NF ( Fundamental Number) değeri bir kromozomun genetik içeriğini verdiğinden önemlidir. Çünkü sentrik fizyon ve füzyon gibi benzeri olaylarla kromozom sayısı değişse bile kol sayısı değişmemektedir. *Acrida ungarica* türünün kromozom sayısının 2n=23,X0 (NF=23) ve kromozom morfolojisinin aksosentrik yapıda olduğu belirlenmiştir.

Kiyazma frekansının genetik alışverişin bir göstergesi olduğu, birçok iç ve dış faktörün bu alışverişte etkili olduğu bilinmektedir (Sybenga, 1975). Kiyazma frekansı Orthoptera' nın hem farklı türleri arasında hem de tür içinde geniş bir varyasyon göstermektedir. 11 bivalentli Acrididae'lerde kiyazma frekansının genelde 11,50 ve 19,80 arasında değiştiği bildirilmiştir (White, 1973; Seino vd., 2012a). Çalışmamızda Aydın ilinden toplanan *Acrida ungarica*'nın 5 bireyinin 25' er diploten hücresindeki ortalkiyazma frekansları 15.44 ile 17.04 arasında

değişmektedir. Türün ortalama kiyazma frekansı 16.39 olarak belirlenmiştir. Bireyler arasındaki kiyazma frekansındaki farklılıkların bireyler arasındaki genetik farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kiyazma frekansını pozitif veya negatif yönde etkileyen kromozom aberasyonları da bulunmaktadır (Teoh ve Yang, 1983; Viseras ve Camacho, 1984; Goni vd., 1985). Bireyler arasında karyotipik açıdan farklılıklar saptanmamasına rağmen, bazı küçük değişimlerin kiyazma farklılıklarına sebep olabileceği düşünülmektedir.

Kiyazma frekansının hem genetik hem de çevresel etkenlerin etkisi altında olduğu düşünülerek üç farklı bölgeden (Sinop, Tokat ve İzmir ) toplanan *Chorthippus loratus* bireylerinin ortalama kiyazma frekansları Sinop bölgesinde 14.23, Tokat bölgesinde 14.20, İzmir bölgesinde 14.91 olarak tespit edilmiştir (Koca 1993). İstatistiksel araştırmalara göre Sinop ile Tokat arasında kiyazma frekansı açısından farklılık görülmezken, Sinop-İzmir ve Tokat-İzmir arasında kiyazma frekansı açısından önemli derecede farklılık olduğu belirlenmiş, farklılığın nedeninin de coğrafi farklılıklar ile açıklanabildiği söylenmiştir. Sivas' tan toplanan *Ch. dorsatus* türünün kiyazma frekansının (13.70) Sinop-İzmir-Tokat' tan toplanan *Ch. loratus*' un kiyazma frekanslarından önemli oranda düşük olduğu istatistiki olarak saptanmıştır. Ayrıca bivalentlerin boylarındaki farklılıkların, kiyazma sayısını önemli ölçüde etkilediği ve kısa bivalentler bir ya da iki kiyazmaya sahip iken uzun bivalentlerin üç veya daha fazla sayıda kiyazmaya sahip oldukları belirtilmiştir (Koca, 1993). Bizim çalışmamızda kısa bivalentlerde bir veya iki kiyazmaya rastlanırken uzun bivalentlerde üç nadir olarak dört kiyazmaya rastlanılmıştır. Sıcaklığın kiyazma frekansı olan etkisi Sivas'tan toplanan *Ch. dorsatus* ve *Ch. brunneus* türlerinde araştırılmıştır. *Ch. dorsatus*'ta sıcaklık uygulamalarının kiyazma frekansı üzerinde herhangi bir etkisi saptanmamışken, *Ch. brunneus*' ta 4<sup>0</sup>C de 24 saat tutulan bireylerde kontrol gurubuna göre kiyazma frekansında bir düşüş saptanmıştır (Koca, 1993).

*Ch. bornhalmi*'nin aynı bölgenin beş farklı lokalitesinden toplanan bireylerinin ortalama kiyazma frekansları arasında önemli farklılıklar olduğu ve bu farklılığın bireyler arasındaki genetik farklılıklardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Çakmak, 2012). Bizim çalışmamızda da bireyler arasındaki kiyazma frekansı farklılıklarının bireylerin genetik farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Oyidi (1968), *Zonocerus variegatus*'ta kurak ve nemli mevsim generasyonlarıyla yaptığı çalışmada kurak mevsim generasyonlarının nemli mevsim

generasyonlarından daha yüksek kiyazma frekansına sahip olduğunu bulmuştur. Bu türün laboratuvarında yetiştirilmiş yağışlı mevsim böcek generasyonlarının, kurak mevsim generasyonlarından daha büyük olduğunu gözlemiş ve vücut büyüklüğünün, bunların yüksek kiyazma frekansı göstermesini teşvik ettiğini iddia etmiştir. *Zonocerus variegatus*'ta Iheagwan ve Ene-Obong (1985) tarafından yapılan çalışmada yağışlı mevsim generasyonlarının, kurak mevsim generasyonlarından daha yüksek kiyazma frekansına sahip olduğu bulunmuştur. Bu da iklimin kiyazma frekansı üzerine etkili olabileceğinin bir göstergesidir.

Çalışmamızda *Acrida ungarica*'nın eşeyler arasında kiyazma frekansını karşılaştırmamış olsakta, yapılan çalışmalarda eşeyler arasında kiyazma frekansı bakımından bazen farklılıklar olabileceği gösterilmiştir. Örneğin *Omocestus panteli*, *Euchorthippus pulvinatus*, *Euchorthippus chopardi*, *Chorthippus vagans*, *Chorthippus paralellus*, *Chorthippus jucundus*'un dişi ve erkek bireylerinde kiyazma frekanslarının ve pozisyonlarının çalışıldığı çalışmada (Cano ve Santos, 1990), *Chorthippus jucundus*' un erkek ve dişilerinde ortalama kiyazma frekansı benzer bulunurken, diğer türlerde ise dişi kiyazma frekansı erkeklerdekinden daha düşük bulunmuştur. Cano ve Santos her bir tür içindeki bivalent farkının eşey kiyazma farklılıklarından sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Analiz edilen kiyazmaların tüm türlerin her iki eşeyinde de lokalize olmadığını fakat dişilerin erkeklerle karşılaştırıldıklarında daha az proksimal kiyazma ve daha çok interstitial ve distal kiyazmaya sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Günümüzde sistematik çalışmalarda sadece morfolojik ayırım yetersiz kaldığından sitogenetik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde çalışmalara da gereksinim duyulmaktadır. Yapılan bu çalışma ile *A. ungarica*'nın kromozom sayısı ve yapısı ilk defa belirlenmiş, karyolojik özellikleri incelenmiştir. Çalışmamızın ileride bu türle yapılacak araştırmalara kaynak oluşturacağını, kromozom sayısı ve morfolojideki benzerlik olan türler arasındaki evrimsel ilişkinin belirlenmesinde kullanılabileceğini söyleyebiliriz.



## KAYNAKLAR

- Akgün, İ., Tosun, M., ve Sağsöz, S., 1998 Bitkilerde B- kromozomlarının sitogenetiği ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. **Atatürk Üni. Ziraat. Fak.Der.**, 29 (2), 343-353, 1998.
- Anıl, D., Arat, F., Bermek E., Çarin, M., Çavuşoğlu H., Erbeni, T., Erdoğan, G., Gökhan N., Neyzi. O., Sencer, E., Sivas A., Töreci K., Tümerdem Y., Zaloğlu, Ş., 1986. Canlıların sınıflandırılması. Biyoloji Ders Notları. (Erbeni T.), İstanbul, s.144, İstanbul.
- Asana, J.J., Makino, S., Niiyama, H., 1938. A Chromosomal survey of some Indian insects. **J.Fac. Sci. Hokkaido Imp. Uni.**, 6:211-234.
- Başaran, N. 1994. Tıbbi Genetik XXIII. Bilim Teknik Yayın Evi, İstanbul.
- Bradbury, E.M., Maclea, N., Matthews, H.R., 1981. DNA, Chromatin and chromosomes. **Blackwell Scientific Pub.**, 1-275.
- Bridle, J.R, De la Torre J, Bella J.L., Butlin R.K., Gosalvez J. 2002. Low levels of chromosomal differentiation between the grasshoppers *Chorthippus brunneus* and *Chrothippus jacobsi* (Orthoptera – Acrididae). **Genetica**, 114, 121 – 127.
- Bugrov, A.G., 1986. Neo-XY Sex Chromosome determination in the grasshopper *Asiotmethis heptapotamicus heptapotamicus* (Zub). *Atrichotmethis semenovi* (InRussian). (Orthoptera: Pamphahidae). **Sitologia (Russia)**, 28: 117-119 (InRussian).
- Bugrov, A.G., 1996. Karyotypes of the short-horned Orthopteran insects (Orthoptera, Caelifera) from Russia, Kazakhstan, Central Asia and Caucasus. **Folia Biol. (Krakow)**, 44(1): 15-25.
- Bugrov, A.G., Warchalowska-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.G., Warchalowska-Śliwa E., Tatsuta H., Akimoto S. 2002. Chromosome polymorphism and C– banding variation of the brachypterous grasshopper *Podisma sapporensis* Shir. (Orthoptera: Acrididae) in Hokkaido, Northern Japan. **Folia Biologica (Krakow)**, 50 (1–2), 102.
- Cabrero, J., Camacho, J.P.M. 1982. Perisentric inversion polymorphism in *Aiolopus strepens* (Orthoptera: Acrididae): effects of chiasma formation. **Caryologia**, 35: 411-424.
- Cabrero, J., 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 Cromosomica en Poblaciones Naturales de Tettigoniidae, Pamphagoidea and Acridoidea. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, Granada.
- Camacho, J.P.M., Cabrero, J. 1983. Karyological differences between two species of grasshopper genus *Acrotylus* (Acrididae: Oedipodinae). **Caryologia**, 36(2): 121-127.
- Campbell, N.A., Reece, J.B. 2008. Giriş: Canlılık Öğretisinin On Teması. Biyoloji. (Gündüz, E., Demirsoy, A., Türkan, İ.). Palme Yayıncılık, s 9-10 Ankara.
- Cano, M.I., 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., Brum-Zorrilla, N. 1974. Location, structure, and behaviour of C-heterochromatin during meiosis in *Dicroplus silveiraguldoi* (Acrididae- Orthoptera). **Chromosoma (Berlin)**, 48: 51-64.
- Cardoso, H., Dutra, A. 1979. The Neo-X Sex pair in Acrididae, its structure and association. **Chromosoma**, 70: 323-336.

- Cardoso, H., 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.
- Carvalho, D.B., Rocha, M.F., Loreto, V., Silva, A.E.B., Souza, M.J. 2011. *Ommexecha virens* (Thunberg, 1824) and *Descampsacris serrulatum* (Serville, 1831) (Orthoptera, Ommexechidae): karyotypes, constitutive heterochromatin and nucleolar organizing regions. **Comparative Cytogenetics**, 5(2): 123-132.
- Cea, G., Marin, O. 1975. Los cromosomas de *Cratomelus armatus blanchard*, 1851. (Orthoptera, Gryllacrididae) obtenidos de cultivo de hematocitos. **Bol. Soc. Biol.**, Concepcion XLIX 25-31.
- Chadha, P., Metha, A. 2011. Chromosome study in few species of Acridids (Acrididae: Tryxalinae): karyotypic analysis and distribution patterns of constitutive heterochromatin. **Journal of Entomology and Nematology**, Vol. 3(1), pp. 14-19.
- Çakmak, F. 2012. Aydın ilinden toplanan *Chorthippus* (*Glyptobothrus*) *bornhalmi* Harz, 1971'in Karyotip Analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Çakmak, F., Koca, S. 2014. *Chorthippus* (*Glyptobothrus*) *bornhalmi* Harz, 1971 karyotype analysis. **Cytologia**, 79(4): 1-8.
- Darlington, C.D. 1956. "Chromosome Botany" Allen and Unwin, London.
- Dave, M.J. 1965. On unusual sex chromosomes found in two species of the Locustidae **Cytologia**, 30: 194-200.
- De Prins, J., De Prins, W., Dall'asta, U. 2002. The recent spreading of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Belgium. **Bultein De L'Institut Royal Des Sciences Naturelles De Belgique**, 72: 165-170.
- Demirsoy, A. 1984 Kalıtımın Esasları. Kalıtım ve Evrim. Ankara, s.216, Ankara.

- Demirsoy, A. 1995. Yaşamın Temel Kuralları, Entomoloji (Cilt II- Kısım II) 1-890.
- Dobigny, G., Ducroz, J.F., Robinson, T.J., Volobouev, V. 2004. Cytogenetics and cladistics. **Society of Systematic Biologists**, 53(3): 470-484.
- Dutrillaux, M., A., Lemonnier, M., Darcemont, C., Krpac, V., Fouchet, P., Dutrillaux, B., 2009. Origin of the complex karyotype of the polyplid partenogenetic grasshopper *Saga pedo* (Orthoptera: Tettigoniidae) **Eur. J. Entomol.**, 106: 477- 483.
- Eades, D.C., Otte, D. 2012. Orthoptera Species File Online, version 2.0/4.1., [<http://Orthoptera.SpeciesFile.org>], Erişim Tarihi: 23.05.2014.
- Elçi, Ş. 1994. Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler. 100. Yıl Üniversitesi Yayınları, Van.
- Ferreria, A. 1969. Chromosome survey of some Australian Tettigoniids (Orthoptera: Tettigoniodes) : Two species with Neo- XY Sex determining mechanism. **Cytologia**, 34: 511-522.
- Ferreira, A. 1973. Estudos citogeneticos nas super- familias Acridoidea é Tettigonioida (Orthoptera). (Tese de Livre Docencia, Faculdade de Filosofia, **Ciencias e Letras de Rio Claro**, Brasil): 1-182.
- Fereira, A. 1976. Cytology of Brazilian Phaneropterida (Orthoptera: Tettigonioida). A species with Neo XY sex determining mechanism. **Can. J. Genet. Cytol.**, 18: 79- 84.
- Ferreira, A., Mesa, A. 2007. Cytogenetics studies in thirteen Brazilian species of Phaneropterinae (Orthoptera: Tettigonioida: Tettigoniidae): main evolutive trends based on their karyological traits. **Neotropical Entomology**, 36(4): 503-509.
- Gardner, E.J., Simmons, M.J., Sunustad, D.P. 1991. Principles of Genetics. Eight Edition. John Wiley and Sons, WC.

- Gonchharova, N., Istomina, A.G., Kiknadze, I.I. 1981. Chromosome distribution and DNA amounts in binuclear polyploid cells in testicular follicle sheath of grasshoppers. **Tzitologia**, 23:1126-1134.
- Goni, B., De Vaio, E.S., Beltrami, M., Leira, M.S., Crivel, M., Panzera, F., Castellanos, P., Basso, A. 1985. Geographic patterns of chromosomal variation in the populations of the grasshopper (*Trimerotropis pallidipennis*) from southern Argentina. *Can. J. Genet. Cytol.*, 27: 254-271.
- Gusachenko, A.M., Warchalowska-Sliwa, E., Maryanska-Nadachowska, A., Bugrov, A.G., Vysotskaya, V. 1992. Cytogenetics analysis of populations of *Chorthippus albomarginatus* (DE GEER) (Acrididae: Orthoptera). **Folia Biologica**, 40: 27-31.
- Gümüşsuyu, İ. 1983. Türkiyede Tridactylidae (Orthoptera: Califera) türleri üzerinde sistematik çalışmalar. **Türk. Bit. Kor. Derg.**, 7: 231-245.
- Hareyama, S. 1932. On The Spermatogenesis of an Orthopteron, *Gampsocleis burgeri* D. H. J. **Sci. Hiroshima Univ. Ser. B. D. V. I.**, 1:91-193.
- 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 I. Vol. 3.* In "Animal Cytogenetic" (B. John, Ed.) Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Iheagwan, E.V., Ene-Obong, F.E. 1985. On the reproductive chromosomal and morphometric relationships of the so-called dry- and wet- season Mendelian populations of the variaged. Grasshopper, *Zonocerus variagatus* (Orthoptera: Pyrgomorphidae) and their "Hibrid". **Zool. Anal. Jena.**, 214(3): 157-163.
- Istomina, A.G., Kiknadze, I.I. 1978. Formation of endopoliploid cells whit the morphology of classical endomitosis inontogenesis of *Schistocerca gregaria* (Forskal) Orthoptera. **Tzitologia**, 9: 269-277.

- John, B., Hewitt, G.M. 1968. Patterns and pathways of chromosome evolution within the Orthoptera. **Chromosoma**, (Berlin), 25: 40-74.
- John, B., 1983. The role of chromosome change in the evolution of Orthopteroid Insects. (In: Chromosomes Evolution of Eucariotic Groups, Vol. 1.A. K. Sharma, A. Sharma Eds. CRS Press, Florida): 1-110.
- John, B., Miklos, G.L.G. 1988. The Eukaryote Genome in Development and Evolution. Allen and Unwin Inc., London.
- John, B. 1990. Meiosis. Cambridge University Press III, Cambridge.
- Jones, R.N., H. Rees, 1982. B Chromosomes. Academic Press, A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich Publisher, London, p 266.
- Jones, R.N. 1991. Cytogenetic of B-Chromosomes in Crops. In: Chromosome Engineering in Plants: Genetics, Breeding, Evolution, Part A (Eds. Gupta, P.K. and T. Tsuchiya), Elsevier Science Publisher, Amsterdam, pp 141-157.
- Kansu, İ.A. 2000. Böceklerin Sınıflandırılması. Genel Entomoloji, Birlik Matbaacılık Yayıncılık, s.264-269, Ankara.
- Karaca, İ., Aslan, B., Demirözer, O., Karsavuran, Y. 2006. Isparta ili Orthoptera faunası üzerine ön bir değerlendirme. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 1(2): 49-52.
- Khosravanizadeh, A., Pourkazemi, M., Nowruz Fashkhami M.R. 2011. "Karyology study on Bleak *Alburnus alburnus* from the South Caspian Sea Region" Caspian. **J. Env. Sci.**, Vol.9 No.1 pp. 27-36.
- Khuda-Bukhsh, A. R. ve Kar, I., 1990 Karyotypic studies in twenty-seven species of Aphids (Homoptera: Aphididae) from India. **Cytologia**, 55: 231-241.
- Kiknadze, I.I., Bakhtadze, G.J., Istomina, A.G. 1975. Autoradiographic and cytophotometric study of DNA replication in endomitotic cells of *Schistocerca gregaria*. **Tzitologia**, 17: 509-515.

- Kiknadze, I.I., Istomina, A.G. 1980. Endomiyosis in grasshopper I. nuclear morpholog and synthesis of DNA and RNA in the endopolyploidi cells of iner parietal layer ofyhe testicular follicle. **Eur. J. Cell. Biol**, 21:122-133.
- Klug, S.W., Cummings, R.M., 2002. Mitoz ve Mayoz.” Genetik Kavramlar. (Öner, C.,) Ankara, s 21-33, Palme Yayıncılık ANKARA.
- Koca, S. 1993. *Chorthippus dorsatus*, *Ch. loratus* ve *Ch. brunneus* (Acrididae: Orthoptera) Erkeklerinde Bazı Fiziksel ve Kimyasal Etmenlerin Kiazma Frekansı ve Meiotik Bölünmeye Etkileri. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Koca, S., Tunçbaş, O. 2006. *Poecilimon Sanctipauli* (Brunner v. Wattenwyl, 1878) ve *Chorthippus loratus* (Fishcher de Waldheim, 1846)“un Karyotip Analizleri. **18. Ulusal Biyoloji Kongresi**, Kuşadası, Aydın.
- Koca. S., Çakmak, F. 2012. ‘*Oedipoda miniata miniata* (Palas, 1771) (Orthoptera, Acrididae, Oedipodinae)’ nın Karyotip Analizi” **21.Ulusal Biyoloji Kongresi**, Ege Üniversitesi/ İzmir.
- Koli, Y. J., Bharmal, D. L., Kanase, A. A., Bhawane, G. P. 2012. Karyotype analysis of *Eyrepocnemis alacris alacris* Serville (Insecta: Orthoptera: Acrididae) . **Cytologia**, 77(3): 343-346.
- Laurie, D.A., Jones, G.H. 1981. Inter-individual variation in chiasma distribution in *Chorthippus brunneus* (Orthoptera: Acrididae). **Heredity**, 47(3): 409-416.
- Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A.A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. **Hereditas**, 52:201-220.
- Li, N., Wei, W., Ren, B. 2008. C-banding karyotypes of two species of *Chorthippus* (Orthoptera: Acrypteridae) from China. **Entomological News**, 119(1): 1-10.
- Lopez-Fernandes, C., Rufas, J.S., Vega, C.G., Gosalvez, J. 1984. Cytogenetic studies on *Chorthippus jucundus* (Fisch.) (Orthoptera) III. the meiotic consequences of a spontaneous centric fusion. **Genetica**, 63: 3-7.

- Loreto, V., Souza, M.J., 2000. Karyotype, constitutive heterochromatin and nuclear organizer regions (NORs) in *Belosacris coccineipes* (Acrididae:Leptyminae), **Genetics and Molecular Biology**, 23(3): 575-579.
- Maryńska-Nadachowska, A., Warchalowska-Śliwa, E. ve 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 Tettiginodides et la Parthénogénèse de *Sagoa pedo* Palas. Rev. **Suisse Zool.**, 55:46-56.
- Mayr, E. 1969. Principles of Systematic Zoology. McGraw-Hill Book Company Inc., New York. 428s.
- Mc Clung, C. E. 1905. The chromosomes complex of Orthopteran spermatocytes **Biol. Bull.**, 9; 304-340.
- Meera Rao, P. 1990. Contributions to Evolutionary Cytogenetics of a Few Members of the Immigrans Species Group of *Drosophila*. Doctoral Dissertation. Univ. Mysore. India.
- Mesa, A., Ferreira, A. 1977. The chromosomes of the species of North American Tettigoniids (Orthoptera- Tettigoniidae). **Entomol. News**, 88: 99-193.
- Morgan-Richards, M., Gibbs, G.M. 1996. Colour, allozyme and karyotype variation show little concordance in the New Zealand Giant Scree Weta *Deinacrida connectens* (Orthoptera: Stenopelmatidae). **Hereditas**, 125: 265-276.
- 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 Fen Fakültesi Basımevi, İstanbul.



- Oyidi, O. 1968. Variation and variability in Orthopteran insect. 5 notes on the biological status of *Zonocerus variegatus* L. (Acrididae) in Nigeria, with particular reference to the relationship between the dry and the wet season populations. **JL. W. Afr. Sci. Ass.**, 13: 159-164.
- Petitpierre, E., Juan, C., Alvarez-Fuster, A. 1991. Evolutions of chromosomes and genome size in Chrysomelidae and Tenebrionidae. **Advances in Coleopterology**, 129-144.
- Piza, S. De T., 1950. Breve notica 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 *Agraeia rubulata* (Redt) Orthoptera- Agraeiidae. **Atti Congr. Inter. Genet. Cytologia**, 6:778-779.
- Piza, S. De T., 1958. A shorth notice on the chromosomes of *Plugis* (Orthoptera- Listroselidae) Rev. **Agric.**, 33:72-73.
- Rocha, M.F., Sousa, M.J., Moura, R.C. 2004. Karyotypic analysis, constitutive heterochromatin and NOR distribution in five grasshopper species of the subfamily Leptysminae (Acrididae). **Caryologia**, 1: 107-116.
- Rocha, M.F., Melo, N.F., Souza, M.J. 2011. Comparative cytogenetic analysis of two grasshopper species of the tribe Abracrini (Ommatolampinae, Acrididae). **Genetics and Molecular Biology**, 34(2): 214-219.
- Santos, J. L., Arana, P., Giraldez, R. 1983. Chromosome C-banding pattern in Spanish Acridoidea. **Genetica**, 61:65-74.
- Santos, J.L., Cipres G., Lacadena, J.R. 1989. A quantitative study of chiasma terminalization in the *Chorthippus jucundus*. **Heredity**, 62: 51-57.
- Schultz-Schaeffer, J. 1980. Cytogenetics, Plants, Animals, Humans. Springer, New York.

- Seetharama, M., Kanale, S.S., Mundkur, J.H. 2004. Non banded and C- banded karyotypes of ten species of short horned grasshoppers (Acrididae) from South India. **Cytologia**, 69 (2):167 – 174.
- Seino, R.A., Akongnui, T., Dongmo, N.B., Manjeli, Y. 2008. Karyotype and meiosis studies in *Oxyacantops spissus* (Walker) (Orthoptera: Acrididae). **Int. J. Biol. Chem. Sci.**, 2(2): 168-174.
- Seino, R.A., Akongnui, T. 2010. Meiotic study of *Acrida turitta* (Linnaeus 1758), *Paracinema luculenta* Karsch 1896 and *Morphacris fasciata* (Thunberg 1815) (Orthoptera: Acrididae) **Int. J. Biol. Chem. Sci.**, 4(6): 1914-1921.
- Seino, R.A., Kekeunou, S., Dongmo, T.I., Manjeli, Y. 2012a. Karyotype analysis and meiosis in *Coryphosima stenoptera producta* (Walker) and *Chirista compta* (Walker) (Orthoptera: Acrididae: Acridinae) from Cameroon. **Int. J. Biosci.**, Vol.2(12): 168-176.
- Seino, R.A., Yacuba. M., Dongmo T.I. 2012b Cytogenetic studies in *Dictyophorus griseus* (Reiche & Fairmaire, 1849) (Orthoptera: Pyrgomorphidae) from Cameroon. II. Karyotype. **Agriculture and Biology Journal of North America**, 3(7): 292-295.
- Seino, R.A., Dongmo, A., Dongmo T., Manjeli, Y. 2013a. Karyotype and mayozis analysis of four species of Cameroonian Pyrgomorphidae (Orthoptera) **Int. J. Genet. Mol. Biol.** 5(2) 13-19.
- Seino, R.A., Dongmo, T.I. 2013b Chromosomal analysis of seven Cameroonian Acrididae species (Orthoptera: Acridinae, Oedipodinae and Spathostermiinae) based on published data. **Journal of Research in Biology**, 3(4): 947-953.
- Sharma, T., Gautam, D.C. 2002. Karyotypic studies of eleven species of grasshoppers from North- Western Himalayas. **Nucleus**, 45(1 – 2): 27– 35.
- Simpson, G.G. 1961. Principles of Animal Taxonomy. Columbia University Press, New York and London.

- Souza, M.J., Melo, N.F. 2007. Chromosome study in *Schistocerca* (Orthoptera-Acrididae-Cyrtacanthacridinae): karyotypes and distribution patterns of constitutive heterochromatin and nucleolus organizer regions (NORs). **Genetics and Molecular Biology**, 30(1): 54-59.
- Spakulova, M., Casanova, J.C., Laplana Guillen, N., Kralova, L. 2000. A karyological study of the spirurid nematode *Mastophorus muris* (Nematoda: Spirocercidae). **Parasite**, 7: 173-177.
- Spakulova, M., Kralova, I., Dudinak, V., Reddy, P.V. 2002. Karyotype of *Acanthocephalus lucii*: the first record of supernumerary chromosomes in thorny-headed worms, **Parasitol Res.**, 88: 778-780.
- Stebbins, G.L. 1971. Chromosomal Evolution in Higher Plants. Edward Arnold Ltd., London.
- Sumner, A.T. 1990. Chromosome Banding. U. Hyman ed. London, Boston, Sydney, Welling.
- Sybenga, J. 1975. Meiotic Configurations. Monographs on Theoretical and Applied Genetics I. Springer-Verlag, Berlin, New York.
- Tan, X., Jian, G.Q., Chen, B., Chen, L., Li, X. 2004. Karyological Analysis on redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. **Aquaculture**, 234: 65-76.
- Tazegül, E., Önder, F. 2012. İzmir ilinde bulunan Tettigoniidae (Orthoptera) familyası türleri üzerinde sistematik araştırmalar. **Türk entomol. Bül.**, 2(2): 109-123.
- Teoh, S.B., Yang, H.S. 1983. A spontaneous centric fusion heterozygote in the tropical grasshopper *Valanga nicrocornis* (Burmeister). **Caryologia**, 36(2): 165-173.
- Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E. 1995. Sitogenetik Çukurova Üniversitesi Yayınları, 1-168.
- Türkoğlu, Ş. 2001. Türkiyede Yayılış Gösteren Bazı Çekirge (Insecta: Orthoptera) Türlerinde Karyolojik İncelemeler. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

- Türkoğlu, Ş., Koca, S. 2002a. Karyotype, C- and G- band patterns and DNA content of *Callimenus (Bradyporus) macrogaster macrogaster*. **Journal of Insect Science**, 2(24): 1-4.
- Türkoğlu, Ş., Koca, S. 2002b. Chromosomes of *Oedipoda schochi schochi* and *Acrotylus insbricus* (Orthoptera, Acrididae, Oedipodinae). Karyotypes and C- and G- band patterns. **Turk. J. Zool.**, 26: 327-332.
- Türkoğlu, Ş., Koca, S., Akpınar, N. 2003. Karyological observations on the field cricket, *Gryllus campestris* L. (Gryllidae: Orthoptera). **Zoology in the Middle East**, 28: 113-117.
- Ünal, M., 2008. Bolu ve Düzce illeri *Caelifera* (Orthoptera) faunası. **Bitki Koruma Bülteni**, 48(2):1-31.
- Ünal, M. 2014. Turkish Orthoptera Site. (<http://www.orthoptera-tr.org/>) (Erişim Tarihi: 21.11.2014).
- Veerappa, H.C., Ranganath, H.A. 1997. Karyology of a few species of south Indian acridids. II Male germ line karyotypic instability in *Gastrimargus*. **J. Biosci.**, 22(3): 367-374.
- Viseras, C.E., Camacho, J.P.M. 1984. The B-chromosomes of *Locusta migratoria* detection of negative correlation between mean chiasma frequency and rate of accumulation of the B' s; a reanalysis of the available data about the transmission of these B- chromosomes. **Genetica**, 64: 155-164.
- Wallace, B.M.N., Searle, J.B. 1990. Synoptonemal complex studies of the common shrew (*Sorex araneus*). comparison of Robertsonian heterozygotes and homozygotes by light microscopy. **Heredity**, 65: 359-367.
- Warchalowska-Śliwa, E., Maryńska- Nadachowska, A. 1984. Karyology of *Tetrix tenuicornis* (Sahlb.) (Tetrigidae: Orthoptera). **Folia Biol. (Kraków)**, 37(1-2): 45-53.

- Warchalowska-Śliwa, E. 1984a. Karyological studies on polish Orthoptera species of the Tettigonoidea superfamily. I. karyotypes of families: Ephippigeridae, Phaneropteridae, Meconemidae, Conocephalidae. **Folia Biol. (Kraków)**, 32 (3) : 253-269.
- Warchalowska-Śliwa, E. 1984b. Karyological studies on polish Orthoptera species of the Tettigonoidea superfamily. II. karyotypes of families: Tettigoniidae and Decticinae. **Folia Biol. (Kraków)**, 32 (4) 311- 325.
- Warchalowska-Śliwa, E. 1988. Karyotype of *Pholidoptera aptera* Karny From Bulgaria and its comparison with that of *Pholidoptera aptera aptera* (Fabr.) From Poland (Orthoptera, Decticinae) **Caryology**, 41 (2): 161-168.
- Warchalowska-Śliwa, E., Maryńska- Nadachowska, A. 1992. Karyotype, C-bands and NORs locations in spermatogenesis of *Isophya brevipennis brunner* (Orthoptera: Phaneropteridae). **Caryologia**, 45:83-89.
- Warchalowska-Śliwa, E., 1998. Karyotype Characteristics of Katydid Orthopterans ( Ensifera, Tettigoniidae) and remarks on their evolution at different taxonomic levels. **Folia Biol. (Kraków)**, 46: 143-173.
- Warchalowska-Śliwa, E., Bugrov, A.G., Maryńska- Nadachowska, A. 1995. Karyotypes of three species of the genera *Poecilimon* Fisch. and *Isophya* br.- W. (Orthoptera- Tettigoniidae, Phaneropterinae) from the North Caucasus. **Caryologia**, 48: 27-34.
- Warchalowska-Śliwa, E., Bugrov, A.G. 1996. Karyotype of and C-banding patterns of *Bradyporinae* (Tettigoniidae, Orthoptera). **Folia Biol. (Kraków)**, 44: 95-98.
- Warchalowska-Śliwa, E., Gorochov, 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 relationships of the normal and supernumerary chromosomes **Chromosoma**, 67:309-339.

- Webb, G. C. Westerman, M. 1978. G- and C- banding in the Australian Grasshopper *Phhaulacridum vittatum*. **Heredity**, 41:131-136.
- White, M.J.D. 1968. Karyotype 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. 3rd Ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- White, M.J.D. 1974. Speciation in the Australian Morabinae Grasshoppers-The Cytogenetic Evidence. (In: Genetic Mechanisms of Speciation in Insect. **XIV Int. Cong. Ent. Canberra**, 1972. M. J. D. White Ed. ANZ Book Co., Sydney): 57-68.
- 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.
- Yılmaz, G. 1997. Sitolojik ve Karyolojik Özellikler. Taksonomik Zoolojinin Prensipleri ve Metodları (Hayvan Taksonomi Dersleri), Oran Yayıncılık, s. 59-126, İzmir.
- Yoshimura, A. 2005. Karyotypes of two American field crickets: *Gryllus rubens* and *Gryllus sp.* (Orthoptera: Gryllidae). **Entomological Science**, 8: 219-222.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İlknur EFE  
Doğum Yeri ve Tarihi : Aydın/1988

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi :Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Yüksek Lisans Öğrenimi :Adnan Menderes Üniversitesi  
Bildiği Yabancı Diller İngilizce

### BİLİMSEL FALİYETLERİ

#### a) Makaleler

#### b) Bildiriler

Efe, İ., Koca, S. “Aydın Yöresinde Yayılış Gösteren *Acrida ungarica* (Herbst, 1786) (Acrididae)’ nin Karyotip Analizi”, 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran / Eskişehir, 2014.

Koca, S., Efe, İ. “Zeytin Karasuyunun *Lepomis gibbosus* üzerindeki genotoksik etkilerinin mikronukleus testiyle araştırılması”, 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran / Eskişehir, 2014.

Koca, S., Efe, İ. “Sunset Yellow’un insan lenfositleri üzerindeki genotoksik etkilerinin araştırılması”, XI. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 1- 4 Ekim / Samsun, 2013.

#### c) Katıldığı Projeler

“Aydın Yöresinde Yayılış Gösteren *Acrida ungarica* (Herbst, 1786) (Acrididae)’ nin Karyotip Analizi” Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: FEF-14016, 2014 (Devam Ediyor).

### İLETİŞİM

E- Posta Adresi [euphoria1231@hotmail.com](mailto:euphoria1231@hotmail.com)