

**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
2012-YL-030**

**AYDIN İLİNDEN TOPLANAN *Chorthippus (Glyptobothrus)*
bornhalmi Harz, 1971' in KARYOTİP ANALİZİ**

Fatih ÇAKMAK

**Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Serdar KOCA**

AYDIN

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Fatih ÇAKMAK tarafından hazırlanan “**Aydın İlinden Toplanan Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi Harz, 1971’in Karyotip Analizi**” başlıklı tez, 29.08.2012 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Doç.Dr. Serdar KOCA	ADÜ Fen Edebiyat Fak.
Üye : Doç Dr. Şifa TÜRKOĞLU	CÜ Fen Fak.
Üye : Yrd. Doç Dr. Tülay A. ÇELİK	ADÜ Fen Edebiyat Fak.

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

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN

Enstitü Müdürü

**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

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.

29/08/2012

Fatih ÇAKMAK

ÖZET

AYDIN İLİNDEN TOPLANAN *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* Harz, 1971' İN KARYOTİP ANALİZİ

Fatih ÇAKMAK

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Serdar KOCA

2012, 37 sayfa

Canlıların sınıflandırılmasında morfolojik ve anatomik özelliklerin yanında karyolojik özellikler de kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Aydın ilinden toplanan *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi*' nin kromozom sayısı ve morfolojisi belirlenmiştir. Toplanan çekirge örnekleri, uygun koşullarda laboratuara getirilmiş, testisleri çıkarılmış, kolkisin uygulanması sonrasında testislerden parçalar alınmıştır. Ezme preparat yöntemine göre uygun işlemler sonrası kromozom preparatları hazırlanmıştır. Hazırlanan preparatlar mikroskopta incelenmiş, uygun safhaların fotoğrafları çekilmiş ve türün karyotipi belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonrasında, türün kromozom sayısının $2n=17(XO)$ olduğu saptanmıştır. Otozom kromozomların 3 çiftinin submetasentrik, 5 çifti ve X kromozomunun da akrosentrik yapıda olduğu belirlenmiştir. 5 bireyle yapılan sayımlar sonucu ortalama kiazma frekansı 15,36 olarak bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi*, Orthoptera, Karyotip, Kromozom, Kiazma Frekansı

ABSTRACT**KARYOTYPE ANALYSIS OF *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* Harz,
1971 COLLECTED IN THE AYDIN**

Fatih ÇAKMAK

M.Sc. Thesis, Department of Biology
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serdar KOCA
2012, 37 pages

Morphological and anatomical features in addition karyological features have been used in living classification. In this study, chromosome number and morphology of *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* was determined. Collected grasshoppers samples were brought to laboratory in convenient conditions, their testicles were extracted, pieces from testicles were got after the colchisin application. After the convenient processes, according to paste preparation procedure chromosome preparations were prepared. Prepared preparations were investigated under the microscope, photographs of convenient phases were taken and karyotype of species was determined. After the studies, chromosome number of species was determined $2n=17(XO)$. Three pairs of autosome chromosomes are submetacentric, five pairs and X chromosome were determined acrocentric too. Mean chiasma frequency in 5 individuals as a result of counts was found 15,36.

Key Words: *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi*, Orthoptera, Karyotype, Chromosome, Chiasma Frequency

ÖNSÖZ

Bu çalışmamın her aşamasında benden yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen tez danışmanım sayın Doç. Dr. Serdar KOCA ve Doç. Dr. Yücel Başimoğlu KOCA hocama içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında benden sıcak arkadaşlığımı ve çok faydalı yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Serdar ÖZCAN ve Can Yılmaz'a, teşekkür ederim.

Çalışmada kullandığım türü sistematik olarak teşhis eden ve yorumlayan sayın Doç. Dr. Hasan SEVGİLİ hocama teşekkür ederim.

Tez yazımı sırasında bana yardımlarını esirgemeyen ve destek veren Merve KARTEPE ve Emek UYSAL'a teşekkür ederim.

Bu çalışmanın gerçekleşmesi için maddi kaynak sağlayan Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (FEF-12024 no'lu proje)'ne teşekkür ederim.

Bana çalışma ortamı sağlayan sevgili aileme teşekkür ederim.

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
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1. Materyal ve Materyalin Toplanması	12
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Kromozom Analiz Çalışmaları.....	14
3.2.1. Kromozomların İncelenmesi	15
4. BULGULAR	17
4.1. <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> Harz, 1971	17
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	22
KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	37

SİMGELER DİZİNİ

C-	Sentromer
G-	Giemsa
NOR	Çekirdekçik Oluşturan Bölgeler
AgNO₃	Gümüş Sitrata
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
L₂	İkinci Uzun Otozom Kromozom
M₅	Beşinci Orta Uzunluktaki Otozom Kromozom
S₈	Sekizinci Kısa Otozom Kromozom
CH	Konstitütif Heterokromatin
CMA₃	Kromomisin A ₃
XX/XO	Eşey Belirleme Mekanizması
m	Metasentrik
sm	Submetasentrik
a	Akrosentrik
t	Telosentrik
T	Terminal Nokta
°C	Santigrat Derece
40X	Kırk Kat Büyütme
r	Kol Oranı
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 3.1. Ergin <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> (♂) örnekleri	13
Şekil 3.2. <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> örneklerin toplandığı yerler	14
Şekil 4.2. <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> ($2n \text{ ♂} = 17$) türünün metafaz kromozomları	18
Şekil 4.3. <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> türüne ait karyogram.....	19
Şekil 4.4. <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> türüne ait idiogram	20
Şekil 4.5. <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> 'nin diploten hücreleri	21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Karyotip analizi yapılan <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> örnekleri, toplandıkları bölgeler ve koordinatları.....	13
Çizelge 3.2. Kromozomların adlandırılmasında sentromerlerin kullanılması	15
Çizelge 4.1. <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> 'nin karyotipinde kromozom tipleri ve uzunlukları	17
Çizelge 4.2. <i>Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi</i> 'nin 5 bireyinin ortalama kiazma frekansı ve dağılımı	20

1. GİRİŞ

Tabiatta çıkıp etrafımıza dikkatlice baktığımızda gözümüze çarpan çok sayıda hayvan ve bitki türü bulunmaktadır. Tanıdıklarımızın isimlerini bildiğimiz gibi, tanımadığımız birçok tür ile de karşılaşırız. Günümüzde çok sayıda türün varlığının bilinmesi yanında, henüz sınıflandırılmamış canlı türlerinin olduğu, ayrıca binlerce türün de yok olduğu bilinmektedir. Bu durumlar göz önüne alındığında eğer canlıların sistematik olarak sınıflandırılması yapılmasaydı bu kadar büyük bir çeşitlilik ile uğraşmak çok zor olacaktı.

Canlıların sınıflandırılmasındaki temel esaslara ait teorik alt yapıyı kuran, sınıflandırmanın nasıl ve hangi esaslar çerçevesinde neye göre yapılacağını anlatan, taksonomi adı verilen bilim dalıdır (Mayr, 1969).

Simpson (1961) taksonomiye, yaşayan bütün organizmalar arasındaki bütün münasebet ve ilgiyi de dâhil eden, sınıflandırmanın bütün temellerini, prensiplerini, metot ve kaidelerini ihtiva eden teorik yönü olarak tanımlamıştır.

Türlerin sistematik yerinin tayin edilmesinde eskiden beri morfolojik ve anatomik karakterler kullanılmaktadır. Ancak son 50 yıldır gelişen araştırma ve görüntüleme teknikleriyle hücre çekirdeğinde bulunan kromozomların ince yapısı hakkında çok fazla çalışma yapılmıştır. Yapılan bu sitogenetik çalışmalar hayvan ve bitki taksonomisinin gelişimine önemli yararlar sağlamıştır. Sitogenetik araştırmalar, kromozomların sayısının, şeklinin ve yapısının her canlının kendine has bazı karakterler taşıdığını göstermiştir. Kromozomlar 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 sitolojik karakterler daha güvenilir karakterler olarak görülmektedir. Çünkü her canlının karyotipi farklıdır ve ortam koşullarından etkilenmemektedir. Taksonomide kullanılan sitolojik karakterler kromozomlarla ilgili karakterlerdir. Bunlar, kromozom sayısı, morfolojisi ve kromozomların mayozdaki davranışlarıdır (Elçi, 1994). Bir türün karyotipi denildiğinde ise, kromozom sayısı ve büyüklüğü, sentromerin pozisyonu, kromozom kollarının

birbirine oranı, satellitin bulunup bulunmaması gibi özellikler akla gelmektedir (Stebbins, 1971).

Karyotipler hazırlanırken, kromozom çiftleri büyükten küçüğe doğru boy olarak sıralanarak karyogramlar oluşturulur. Ayrıca idiogram adı verilen kromozomların şematik diyagramları da hazırlanmaktadır. Bir taksonun idiogramı diğerlerinden çok az farklılık göstermektedir (Elçi, 1994).

Böcek türlerinin sınıflandırılması morfolojik özelliklere ve eşeyssel organlarının yapılarına bakılarak yapılmaktadır. Ancak son yıllarda canlıların yaşadıkları ortam koşullarında meydana gelen bozulmalar, iklim değişiklikleri ve çevre kirliliği gibi etmenler, böceklerin morfolojik özelliklerinde değişikliklere sebep olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında morfolojik karakterlerin, yapılan sitogenetik ve karyotip analiz çalışmaları ile desteklenmesi son yıllarda büyük önem kazanmıştır (Spakulova vd., 2000; Türkoğlu ve Koca, 2002a; Türkoğlu ve Koca, 2002b; De Prins vd., 2002; Spakulova vd., 2002). Morfolojik özellikler çevresel koşullar ile değişime uğrayabilirken, kromozomlar daha stabil bir yapıya sahiptir ve çevresel koşullardan çok az etkilenirler. Bu özellikleri ve kalıtım materyalini yapısında bulundurması ile evrimsel değişimlerin gözlenmesinde, kromozomlar temel oluşturmaktadır.

Böcek faunası içerisinde yakın türler arasında görülen morfolojik benzerlikler sistematik açıdan problemler oluşturmaktadır. Buna karşın yapılan sitogenetik çalışmalar bu problemlerin aşılmasında sağlıklı ve güçlü sonuçlar verebilmektedir. Ayrıca türlerin evrimsel gelişiminin gösterilmesinde ve sınıflandırılmasında, karyotip ile C-bant analizi en iyi sonucu vermektedir (Loreto ve Souza, 2000; Türkoğlu ve Koca, 2002a; Dobigny vd., 2004).

Taksonomik çalışmalar için sitolojik karakterler kullanılırken kromozomların yapısında ve sayısında meydana gelen değişimler de göz önünde tutulmalıdır. Kromozomların yapısında meydana gelen değişiklikler delesyon, duplikasyon, inversiyon ve translokasyon olayları iken, sayısal çeşitliliğe neden olan olaylar ise anöploidi ve ploidadır. Yapısal değişikliklerden delesyon, kromozom kollarından herhangi bir parçanın kopması sonucu oluşan değişimlerdir. Duplikasyon, kromozom içerisindeki herhangi bir parçanın tekrarı ile oluşan değişimlerdir. En sık rastlanan kromozom mutasyon tipi, ortaldan bir parçanın iki yerinden koparak ters dönmesi ve koptuğu yere yeniden yapışması şeklinde görülen

inversiyonlardır. İversiyon sırasında kopan kromozom parçası sentromer bölgesini içermiyorsa bu inversiyon parasentrik, sentromer bölgesini içeriyorsa perisentrik inversiyon olarak adlandırılır (Yılmaz, 1997). Orthoptera takımının üyelerinin birçoğunda perisentrik inversiyon sonucunda kromozom morfolojisinin değiştiği bildirilmiştir (Messina vd., 1975; Hewitt, 1979; Warchalowska-Sliwa vd., 1996; Warchalowska-Sliwa ve Bugrov, 1998; Türkoğlu, 2001). Ayrıca delesyon ve duplikasyon olayları da gerçekleştiği bölgeye göre kromozom morfolojisinde değişikliğe neden olabilmektedir. Kromozomlarda görülen yapı bakımından değişikliklerin diğer bir tipi de iki veya daha fazla homolog olmayan kromozomların kopması ve parçaların yer değiştirmesiyle ortaya çıkan translokasyon olayıdır. En sık görülen translokasyon tipi, kromozomlar arasında iki taraflı değişiklik şeklinde görülür ve buna karşılıklı translokasyon denir. Bunun sonucunda değişen parçaların büyüklüğüne göre kromozom morfolojilerinde de değişim görülebilmektedir.

Kromozom sayısında meydana gelen değişimlerden anöploidi, kromozom sayısında eksilme veya artış şeklinde görülen değişimlerdir. Ploidi ise, kromozom takımında meydana gelen artış olarak bilinmektedir. Ploidi, bitkilerde çok sık görülmesine rağmen, birçok kromozomal düzensizlik ve eşey tayini mekanizmalarında dengesizliğe yol açarak, kısırılık gibi anormallikleri ortaya çıkardığından hayvanlarda da nadir olarak görülmektedir (Oraler Temizkan, 1994). Ancak bazı Orthoptera türlerinde hekso- ve oktoploid seviyesinde ploidiye raslanmıştır (Kiknadze vd., 1975; Istomina ve Kiknadze, 1978; Kiknadze ve Istomina, 1980; Goncharova vd., 1981).

Kromozom sayısı ve yapısında değişime neden olan diğer olaylar ise sentrik fizyon ve sentrik füzyondur (Robertson tipi translokasyonlar, sentrik kaynaşma). Bu iki olay sonucunda, ya iki farklı akrosentrik kromozom birleşir ya da bir metasentrik kromozom ikiye ayrılarak iki akrosentrik kromozom oluşur (Schulz-Schaeffer, 1980; Başaran, 1994).

Eşeyssel olarak farklılaşma gösteren canlıların bazılarında eşeyi belirleyen genler özel kromozomlar üzerinde taşınmaktadır. Bu kromozomların fonksiyonlarına göre bazı cinsiyet mekanizmaları gelişmiştir. Bunlar XX (♀) / XY (♂), X / otozom oranı, ZZ (♂) / ZW (♀) ve XX (♀) / X0 (♂) cinsiyet mekanizmalarıdır. Orthoptera takımının büyük oranda XX (♀) / X0 (♂) eşey mekanizması gösterdiği yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Bugrov, 1996; Warchalowska-Sliwa ve Bugrov,

1996; Türkoğlu, 2001; Türkoğlu ve Koca, 2002a; Türkoğlu ve Koca, 2002b; Dobigny vd., 2004; Yoshimura, 2005; Souza ve Melo, 2007; Rocha vd., 2011).

Sitogenetik çalışmalarda kromozom sayısı ve morfolojisinin yanı sıra kromozomlarda oluşan bant örnekleri de kromozomları sınıflandırmada oldukça önemli rol oynamaktadır. Kromozomlarda yapılan bantlama çalışmaları, akraba türler arasındaki kromozom farklılıklarını tanımlama, filogenetik ilişkiyi belirleme ve bant orijinlerini analiz etme gibi farklı amaçlarla kullanılabilir.

Kromozomları tanımlamada sıklıkla kullanılan bant yöntemleri C ve G-bantlardır. Sitogenetik çalışmalarda sağlıklı bantların elde edilebilmesi için kromozomların önce tripsin gibi bir proteaz ile ön muamele edilmesi gerekir. Tripsin ile muamele sonucu oluşan bant bölgelerinin Adenin-Timince zengin olduğu düşünülmektedir (Türkoğlu, 2001; De Prins vd., 2002). C-bantları kromozomlardaki konstitütif heterokromatin içeren perisentromerik bölgeleri belirlemektedir. Bu bölgeler yüksek tekrarlı DNA dizileri içerirler ve geç replike olurlar. Sentromere yakın bölgede bulunduğu için baş harfi olan C'den dolayı bu ismi almıştır. G-bantlama ise giemsa boyası ile görülebilmektedir. G-bantların oluştuğu bölgelerde kromatin sıkı bir paketlenme göstermektedir.

Son yıllarda yapılan birçok çalışmada NOR (çekirdekçik oluşturan bölgeler)'un belirlenebilmesi için gümüş nitrat ($AgNO_3$) bantlama tekniği de kullanılmıştır. NOR'lar evrimsel analiz çalışmalarında sıkça kullanılan ribozomal DNA bölgelerini ifade etmektedir. Ayrıca rDNA bölgeleri yüksek miktarda guanin ve sitozin içeriğine de sahiptir. Gümüş nitrat boyama ile bu bölgeler yoğun miktarda bant içeriği göstermektedirler (Souza vd., 2003; Rocha vd., 2004).

Sitogenetik çalışmalarda sitotaksonomistlere önemli avantajlar sağlayan diğer bir konu da kiazma frekansı ve pozisyonudur. Homolog kromozomların parçalarını değiştirerek, genetik rekombinasyonu sağlayan süreçlerin en önemlisi olan krosing over olayı, I. mayozun profazında meydana gelmektedir. Kromozomların eşleşmesi ve kiazma formasyonu homolog kromozomların I. mayozun anafazında düzenli ayrılmaları için gereklidir (Wallace ve Searle, 1990). Birçok araştırmacı krosing overın evrimde önemli olduğunu belirtmiştir. Krosing over ve bağımsız düzenlenme, genlerin yeni kombinasyonunu oluşturan mekanizmalardır (Gardner vd., 1991).

Kiazmalar, homolog kromozomlar ayrılırken bivalentteki dört kromatitten ikisinin bir veya daha fazla yerde birlikte kaldıkları noktalardır (John, 1990). Kiazmanın varlığı genetik krosing over (parça değişimi) olayını gösterir. Kromozomun aynı segmentinde kiazmaların sayısı bu segmentteki krosing overların sayısına eşdeğerdir.

Bir kromozom üzerinde bulunan genler, genellikle birlikte kalıtılma eyleminde olmalarına rağmen genlerin gelecek kuşaklara her zaman birlikte aktarılmadığı yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir (Wallace ve Searle, 1990; Gardner vd., 1991). Ortaya çıkan fenotipler, homolog kromozomlar arasında parça alışverişi olduğunu ortaya koymuştur. Bu olaya krosing over denmektedir. Bir kromozom üzerinde birbirlerinden uzakta bulunan gen ve gen gruplarının krosing overa uğrama olasılığı, aynı kromozom üzerinde birbirine yakın gen ve gen gruplarının krosing overa uğrama olasılığından daha fazladır (John, 1990).

Kiazma frekansı üzerinde çeşitli iç ve dış faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir. İç faktörler arasında B kromozomları, bireyin yaşı, cinsiyeti ve bivalent uzunluğu gibi faktörleri, dış faktörler arasında ise coğrafi farklılık, mevsimsel değişimler, ısı faktörü ve kimyasal maddeleri sayabiliriz. Fazla olan ve kaybolan kromozomların etkisi de kiazma frekansını değiştirir. Kiazma 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).

Canlılar topluluğu içinde hemen hemen dünyanın her bölgesinde yayılış gösteren ve 32 takım içinde yaklaşık olarak 1.200.000 türe sahip olan Insecta sınıfı en geniş canlı gurubunu oluşturmaktadır. Kendilerine özgü sıçramaları, çoğunun melodik ses çıkarmaları ve bazılarının tarım ürünlerine büyük zarar veren göçleri ile Orthopter'ler, 25.880'den fazla tür ile böcekler içerisinde tür sayısı bakımından oldukça zengin bir gruptur (Eades ve Otte, 2012).

Orthoptera takımı ülkemizde sistematik olarak iyi çalışılmış böcek takımlarından biridir. Bu konu ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (Karabağ, 1983; Demirsoy, 1974; Ünal, 2000; Çıplak, 2003; Sevgili ve Heller, 2003). Son yapılan çalışmalar ile Orthoptera takımına ait ülkemizde 649 tür ve alttür, Gomphocerinae alt familyasına ait 90 tür ve alttür listelenmiştir (Ünal, 2012).

Orthoptera (Düz Kanatlılar) takımına ait türler, farklı ağız ve anten yapısı ile bacak tipine bağlı olarak sahip oldukları morfolojik özelliklere göre sınıflandırılırlar. Orthoptera takımı, antenlerinin uzunluğuna ve şekline göre 2 alt takıma ayrılır. Bunlardan Ensifera (uzun antenli çekirgeler) alt takımına ait türlerin antenleri daima vücutlarından daha uzundur. Gryllidae, Gryllotalpidae, Tettigoniidae ve Rhabdophoridae olmak üzere dört familyaya sahiptir. Diğer alt takım olan Caelifera (kısa antenli çekirgeler) türlerinin antenleri vücut boyundan kısadır. Acrididae, Tridactyliade, Pyrgomorphidae, Tetrigidae ve Pamphagidae olmak üzere beş familyaya sahiptir (Kansu, 2000).

Bu çalışmada kullanılan *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* türünün de içinde bulunduğu Acrididae familyası, boz renkli, kısa antenli, tarsusları üçer segmentli çekirgelerden oluşan bir familyadır (Kansu, 2000). Acrididae familyası içerisinde sistematik olarak yüzlerce cins bulunmaktadır. Bu cinslerden *Chorthippus* Fiber, 1852 cinsi, 250'den fazla tür ve alttürüne sahiptir. Ülkemizde *Chorthippus* cinsine ait 27 tür ve alttür listelenmiştir (Ünal, 2012). *Chorthippus* cinsine ait türler geniş yayılım göstermektedirler. Farklı habitatlarda görülmelerine karşılık çoğunlukla orman bölgelerinde ve çayırılık alanlarda rapor edilmişlerdir (Demirsoy, 1975). Geniş yayılım alanına sahip olması ve çok sayıda tür içermesi ile *Chorthippus* araştırmacılar tarafından tercih edilen bir cins olmuştur. Ancak *Chorthippus*'un taksonomisi, içerdiği tür sayısı ve bu türlerin morfolojik benzerliklerinden dolayı oldukça zordur. Ayrıca *Chorthippus* türlerinin arka ayaklarını kanatlarına sürterek ses çıkartma özellikleri de vardır. Ses çıkartma cinsel çağrı amaçlıdır, genelde erkekler (bazı türlerde dişiler de) ses çıkarır. Ses çıkartma türe özgüdür (Willemse vd., 2009).

Çalışmada kullanılan *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* türü, kanatları arka dizlere ve abdomenin ucuna kadar uzanan, uzun-kanatlı ve kısa antenli türler grubuna dahildir. Türe özelleşmiş, son derece karakteristik ve kolayca tanınabilir bir sese sahiptir. *Ch. bornhalmi*, özellikle Balkanların güneyinde çok yaygındır. Ayrıca, orta Avrupa, Trakya, Anadolu, Ege Denizi adaları, Girit ve Kıbrıs'ta da yaygın olarak bulunmaktadır. (Willemse vd., 2009).

Türkiye'deki çeşitliliğin belirlenmesi adına sistematik durumları üzerine birçok çalışma yapılmış olan *Chorthippus bornhalmi* türünün (Karaca vd., 2006; Ünal, 2008; Sevgili vd., 2011) sitogenetik özellikleri üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak Orthoptera takımından birçok türün kromozom sayısı ve

yapısı ile ilgili sitogenetik özellikler üzerine literatürde oldukça fazla sayıda çalışma yapılmıştır (Lopez-Fernandes vd., 1984; Gusachenko vd., 1992; Morgan-Richards ve Gibbs, 1996; Veerappa ve Ranganath, 1997; Loreto ve Souza, 2000; Rocha vd., 2004; Yoshimura, 2005; Ferreira ve Mesa, 2007; Souza ve Melo, 2007; Carvalho vd., 2011; Rocha vd., 2011). Türkiye’de de sitogenetik olarak Orthopter’ler ile yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır (Koca, 1993; Türkoğlu, 2001; Türkoğlu ve Koca, 2002a; Türkoğlu ve Koca, 2002b; Türkoğlu vd., 2003; Koca ve Tunçbaş, 2006). Bu çalışma ile Aydın bölgesinde bulunan Orthoptera takımına ait *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* Harz, 1971 türünün kromozom sayısı ve yapısı belirlenerek, karyotip analizinin yapılması amaçlanmıştır. Ayrıca daha önce çalışılmış türler arasındaki kromozom benzerlikleri ve farklılıkları kullanılarak, evrimsel ilişkilerinin ve akrabalık derecelerinin tartışılması amaçlanmıştır. Çalışılan türün sitogenetik özelliklerinin belirlenmesi ile daha sonra çalışılacak Orthoptera türlerinin farklı populasyonları ve akraba türler arasındaki karşılaştırmalarda bir temel oluşturacağı da düşünülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ferreira ve Mesa (2007), on üç Phaneropterinae türünün karyolojik özelliklerine göre dört farklı grup içerisinde düzenlenebildiğini belirlemişlerdir. Hepsisi $X0♂$ ve $XX♀$ kromozomal eşey belirleme mekanizmasını göstermişlerdir. X kromozomu set içerisindeki en büyük kromozomdur ve anafaz I'de erken gelişerek diğerlerinden önce ayrılmıştır. Türler arasındaki temel kromozom sayısı 21 ile 31 arasında değişmektedir. Filogeni ile ilgili olarak karyotiplerdeki bu önemli değişikliklerin anlamı bazı geniş taksonomik gruplar içerisinde tartışılmıştır.

Veerappa ve Ranganath (1997) yaptıkları çalışmada, *Gastrimargus africanus orientalis*'in birkaç bireyinin erkek üreme hücrelerindeki kromozom sayısını $2n=23$, 19, 21, 25 ve 27 olarak belirlemişler ve karyotipik farklılığı ortaya koymuşlardır.

Souza ve Melo (2007), *Schistocerca* cinsinin iki türü *S. pallens* ve *S. flavofasciata*'nın kromozomlarını çalışmışlardır. Her iki türünde diploid kromozom sayısının (erkeklerde $2n=23$, $X0$; dişilerde $2n=24$, XX) aynı olduğu ve karyotipin sadece akrosentrik kromozomlardan oluştuğu belirlenmiştir.

Orthoscapheus rufipes ve *Eujivarus fusiformis* çekirge türlerini Rocha vd. (2011) birkaç sitogenetik teknik kullanarak analiz etmişlerdir. *O. rufipes*'in karyotipini $2n=23$, *E. fusiformis*'in karyotipinin de $2n=21$ olduğunu belirlemişlerdir. İki tür de aynı eşey belirleme mekanizmasını ($X0$) göstermiştir, fakat kromozom morfolojisinde farklıdırlar. Konstitütif heterokromatinin (CH) perisentromerik blokları her iki türün kromozom komplementinde belirlenmiştir. $CMA_3/DA/DAPI$ boyama ile *E. fusiformis*'in iki ve *O. rufipes*'in dört otozom bivalentindeki konstitütif heterokromatin bölgelerde pozitif- CMA_3 blokları tespit edilmiştir. İki tür arasında *E. fusiformis*'in M_6 ve M_7 ile *O. rufipes*'in M_6 ve S_9 bivalentlerinde oluşan aktif NOR lokalizasyonun farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Rocha vd. (2004), *Cornops aquaticum*, *C. frenatum frenatum*, *Stenopola dorsalis*, *Stenacris xanthochlora* ve *Tucayaca parvula*'yı standart boyama, C-bantlama, gümüş nitrat boyama ($AgNO_3$) ve baz-spesifik florokrom ile sitogenetik olarak analiz etmişlerdir. Tüm türler, erkeklerde $2n=23$, $X0$ ve dişilerde $2n=24$, XX kromozom sayısına, akrosentrik kromozomlara ve perisentromerik C-bantlara sahiptir. Ayrıca, *C. aquaticum*, *C. f. frenatum* ve *S. dorsalis*'te distal bantlar da

belirlenmiştir. CMA₃/DA/DAPI üçlü boyama, *C. aquaticum* ve *S. xanthochlora*'nın üç, *T. parvula*'nın dört, *S. dorsalis*'in beş bivalentinde ve *C. f. frenatum*'un tüm kromozomlarında pozitif-CMA₃ bantları göstermiştir.

Carvalho vd. (2011) yaptıkları çalışmada, *Ommexecha virens* ve *Descampsacris serrulatum*'un (Ommexechidae) kromozomlarını, 45S rDNA için FISH, gümüş nitrat boyama, baz-spesifik florokrom, C-bantlama ve klasik boyama ile analiz etmişlerdir. İki türün erkeklerinin 2n=23, X0 kromozom sayısına sahip olduğu, bu kromozomların bir çiftinin submetasentrik diğerlerinin akrosentrik olduğu belirlenmiştir. X kromozomu *Ommexecha virens*'de orta büyüklükte ve akrosentrik yapıda iken, *Descampsacris serrulatum*'da büyük ve submetasentrik yapıda olduğu saptanmıştır. C-bantlama *D. serrulatum*'un tüm kromozomlarında konstitütif heterokromatinin perisentromerik bloklarını göstermiştir. CMA₃/DA/DAPI boyama ile iki türün bazı kromozomlarında GC'ce zengin CH blokları gözlemlenmiştir. NOR'lar *O. virens*'in L₂, S₉ ve S₁₀ bivalentlerinde ve *D. serrulatum*'un M₅, M₆, M₇ ve S₁₁ bivalentlerinde belirlenmiştir.

Belosacris coccineipes ile yapılan karyolojik çalışmada, Loreto ve Souza (2000) (Acrididae-Leptysminae) kromozom sayısını erkeklerde 2n=23 (X0), dişilerde 2n=24 (XX) olarak belirlemişler ve kromozomların akrosentrik yapıda olduğunu saptamışlardır. Yapılan C-bantlama sonucu tüm kromozomların perisentromerik bölgelerinde konstitütif heterokromatin bloklar gözlemlenmiştir. Gümüş nitrat boyama ile türün üç küçük bivalentinin (S₉-S₁₁) perisentromerik bölgelerinde aktif NOR'lar belirlenmiştir.

Yoshimura (2005), *Gryllus sp.* ve *Gryllus rubens*'in (Orthoptera: Gryllidae) karyotiplerini incelemiştir. Yapmış olduğu çalışmada her iki türün kromozom sayısını 2n=28+XX/X0 olarak, X kromozomunun da en büyük ve metasentrik yapıda olduğunu belirlemiştir. *Gryllus* türlerinde, kromozom konfügirasyonu (bileşimi) bireyler arasında büyüklük ve tip bakımından farklılıklar göstermiştir. *Gryllus sp.*'deki C-bantların, *Gryllus rubens*' dekinden daha büyük olduğu saptanmıştır.

Gusachenko vd. (1992) yaptıkları karyolojik çalışmada, ikisi Rusya'dan biri Polonya'dan olmak üzere *Chorthippus albomarginatus*'un (DE GEER) (Acrididae: Orthoptera) üç popülasyonunun karyotipini, C-bantlarını ve kizma frekanslarını belirlemişlerdir. Yapılan çalışma sonrası türün kromozom sayısını

$2n=16+XX/X0$ olarak belirlemişler ve türün tüm bireylerinde perisentromerik C-bantlar gözlemlenmiş, ayrıca türün ortalama kiazma frekanslarının birinci bölgede 14,69, ikinci bölgede 15,18 ve üçüncü bölgede 14,80 olduğu bulunmuştur.

Türkoğlu ve Koca (2002a), *Callimenus (=Bradyporus) macrogaster macrogaster*'in DNA içeriği, C- ve G-bant örnekleri ve karyotipini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucu türün kromozom sayısının $2n \text{ ♂}=23$, iki çift metasentrik, iki çift submetasentrik, altı çift akrosentrik ve X kromozomunun ise metasentrik olduğu belirlenmiştir. Çalışmada tüm kromozomlarda perisentromerik C-bantları ve 5. kromozomda distal bir C-bant gözlemlenmiştir. Ayrıca G-bantlama örnekleri de komplekstir. DNA içeriği ise, mikrospektrometri ile 10.26 ± 0.16 pikogram olarak belirlenmiştir.

Oedipoda schochi schochi ve *Acrotylus insbricus*'ta (Orthoptera, Acrididae, Oedipodinae) Türkoğlu ve Koca (2002b) yaptıkları çalışmada *Oedipoda schochi schochi* türünde $2n=25$ (X0), *Acrotylus insbricus*'da $2n=23$ (X0) kromozom bulunduğunu belirlemişlerdir. Her iki türün de eşey belirleme mekanizmasının XX, X0 tipinde olduğu saptanmıştır.

Gryllus campestris L. (Gryllidae, Orthoptera) ile yapılan çalışmada türün kromozom sayısı $2n=29$ (X0) olarak bulunmuştur (Türkoğlu vd., 2003). Bu kromozomların altı çifti metasentrik, üç çifti submetasentrik, beş çifti subakrosentrik ve X kromozomunu da metasentrik olarak belirlemişlerdir. X kromozomunun en uzun kromozom olduğunu da belirtmişlerdir. C-bantlama çalışmalarında ise tüm kromozomlarda perisentromerik C-bantlar da gözlemlenmiştir.

Lopez-Fernandes vd. (1984) yaptıkları sitogenetik çalışmada kromozm sayısı $2n=16+X0$ olan erkek bir *Chorthippus jucundus*'un kiazma karakteristikleri üzerindeki etkilerini test etmek için, iki akrosentrik otozomun (M_5 ve S_8) mayoz bölünme sırasında spontan bir sentrik füzyon ile birleşmesi sonucu yeni bir trivalentin oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

Cano ve Santos (1990) Gomphocerinae alt familyasına ait *Omecestus panteli*, *Euchorthippus pulvinatus*, *Euchorthippus chopardi*, *Chorthippus vagans*, *Chorthippus parallelus* ve *Chorthippus jucundus* türlerinin spermatozit ve oositlerinde kiazma frekansı ve pozisyonunu araştırmışlardır. Bu çekirgelerin

kromozom sayıları $2n_{\text{♂}} = 16+X0$ ve $2n_{\text{♀}} = 16+XX$ 'tir. *Ch. jucundus*'ta ortalama kiazma frekansı her iki eşeyde benzer olmasına rağmen, diğer türlerde erkeklerdeki ortalama kiazma frekansı dişilerden daha yüksek olarak bulunmuştur. Kiazma analizi yapılan tüm türlerin her iki eşeyinde de kiazmalar tek bir bölgede yerleşim göstermemelerine rağmen, dişiler erkeklere göre daha az proksimal, daha fazla interstitial ve distal kiazma dağılımı göstermişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal ve Materyalin Toplanması

Bu çalışmanın materyalini oluşturan *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* örnekleri Mayıs-Haziran dönemi içinde, haftada iki arazi çalışması yapılarak toplanmıştır. Ergin *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* örneklerinden karyotip analizi için testis dokusu kullanılmıştır. Araziden atrap ile yakalanan örneklerin strese girmemeleri ve bölünen hücre sayısı kaybının en aza indirilmesi amacı ile örnekler rahat edebilecekleri kafeslere konularak, laboratuvara getirilmiştir.

Belirli aralıklarla yapılan arazi çalışmaları süresince 5 farklı lokaliteden 10 erkek ve 2 dişi birey toplanmıştır. Bu türün son yapılan taksonomiye göre sistematik kategorisi aşağıda belirtilmiştir.

Filum: Arthropoda (Latreille, 1829)

Altfilum: Mandibulata (Snodgrass, 1938)

Klasis: Insecta (C. Linnaeus, 1758)

Altklasis: Dicondylia

Ordo: Orthoptera (Latreille, 1793)

Altordo: Caelifera (Ander, 1939)

Familya: Acrididae (MacLeay, 1821)

Altfamilya: Gomphocerinae

Genus: *Chorthippus* (Fiber, 1852)

Altgenus: *Chorthippus (Glyptobothrus)*

Tür: *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* Harz, 1971

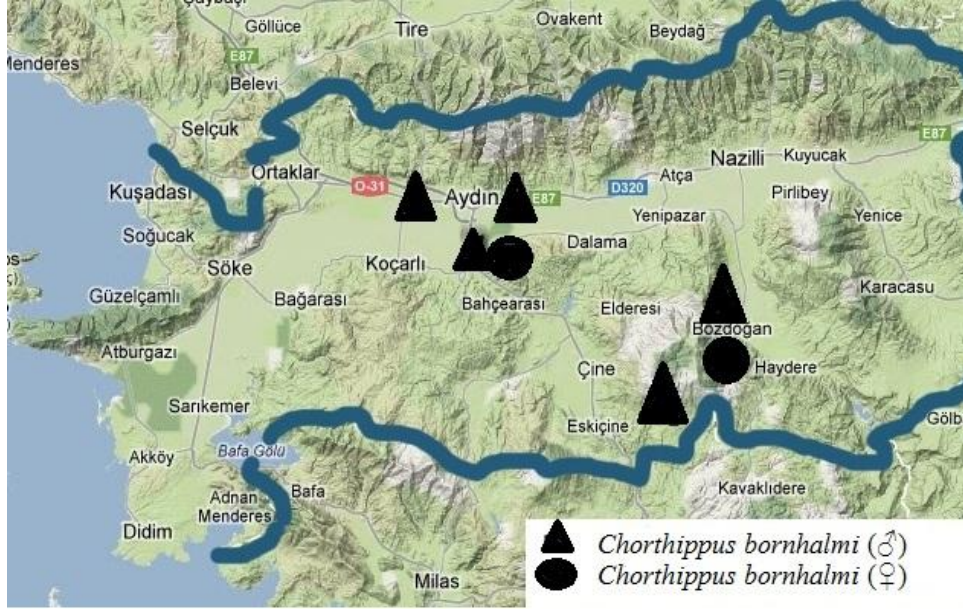
Bu çalışma boyunca karyotip analizi yapılan erkek ve tür teşhisi için yakalanan dişi bireylerin toplandıkları yerler ve koordinatları Çizelge 3.1. ve Şekil 3.2.'de gösterilmiştir. Toplanan örneklerin sistematik teşhisleri Doç. Dr. Hasan SEVGİLİ tarafından yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Karyotip analizi yapılan *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* örnekleri, toplandıkları bölgeler ve koordinatları

Bulunduğu Yerler	Koordinatlar	Örnek Sayısı
Aydın, Aydın-Muğla Yolu 1. km	37° 48 39K 27° 50 25D	2 Ergin ♂♂ 1 Ergin ♀
Aydın, Aydın Forum Yanı	37° 50 54K 27° 51 39D	2 Ergin ♂♂
Aydın, Merkez, Pınarbaşı	37° 51 10K 27° 56 58D	2 Ergin ♂♂
Aydın, Madran Köyü- Bozdağan Yolu 2. km	37° 40 18K 28° 17 45D	2 Ergin ♂♂ 1 Ergin ♀
Aydın, Çine, Topçam Köyü	37° 33 22K 28° 13 09D	2 Ergin ♂♂



Şekil 3.1. Ergin *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* (♂) örnekleri (A,B)



Şekil 3.2. *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* örneklerinin toplandığı yerler

3.2. Yöntem

Araştırma Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Genetik Laboratuvarında yürütülmüştür. Karyotip analizi için kullanılan materyal ezme preparat yöntemine göre hazırlanmıştır.

3.2.1. Kromozom Analiz Çalışmaları

Laboratuvara getirilen çekirgelerin testisleri stereo mikroskop altında hemen çıkarılarak, % 0,2'lik kolkisin-hipotonik çözeltisinde oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda testisler taze hazırlanmış 3:1 etil alkol-asetik asit fiksatifinde 24 saat +4 °C'de tespit edilmiştir. Tespit işlemi sonrası testisler %70'lik alkolde +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Tespit edilen testisler %2'lik aseto-orcein ile oda sıcaklığında 3-4 saat boyanmıştır. Boyama sonrası 2-3 dakika %45'lik glasiyel asetik asit içerisinde yıkanan testislerin her bir folikülü, daha önceden temizlenmiş ve %45'lik asetik asit damlatılmış lam üzerine alınmıştır. İnce uçlu pens yardımı ile foliküller küçük parçalara bölünmüş ve lam üzerine homojen olarak dağılması sağlanmıştır. Önceden temizlenmiş lamel, lam üzerine

hava kabarcığı oluşmayacak şekilde 45°'lik açı ile kapatılmıştır. Lam üzerinde lamel ile kapatılan örnekler kurutma kâğıdı arasına alınarak bir elin başparmağı ile kuvvetle bastırılarak ezilmiştir. Bu şekilde hazırlanan preparatlar mikroskop altında incelemeye alınmıştır.

3.2.2. Kromozomların İncelenmesi

Karyotip analizi ve kromozom ölçümlerini yapmak için, preparatlarda iyi dağılma gösteren, kromozom morfolojileri iyi görülebilen ve kromozomları bir düzlem üzerinde bulunan hücrelerin fotoğrafları Olympus BX 51 marka mikroskop altında 20X, 40X ve 100X'lik objektiflerle çekilmiştir.

Kromozom boylarının ölçümü bir bilgisayar programı olan IM50 ölçüm modülü ile mikrometrik olarak yapılmıştır. Ölçüm sırasında kaydedilen fotoğraflardan on tane hücrenin 40X'lik ölçümleri kullanılmıştır. Program ile ölçülen on hücrenin kromozom boyları mikrometrik olarak ayrı ayrı kaydedilmiştir.

Kromozomun uzunluğu ve sentromerin konumuna göre kromozomların tanımlanmasında uzun kolun kısa kola oranı esas alınmıştır (Levan vd., 1964). Araştırmamızda da kromozomun uzun kolu kısa kola bölünerek kol indeksleri hesaplanmıştır. Sentromerin yerine göre kromozomların adlandırılması Çizelge 3.2.'deki gibi yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Kromozomların adlandırılmasında sentromerlerin kullanılması
(Levan vd., 1964)

Sentromerin Yeri	Kol oranı (r)	Kromozom Sembolü	Kromozomun Adı
Median bölgesi	1,0	m	Metasentrik
Submedian	1,7	sm	Submetasentrik
Subterminal	3,0	st	Subtelosentrik
Terminal bölgesi	7,0	a	Akrosentrik

Kol indeksleri homolog kromozomların belirlenmesinde kullanılmıştır. Ölçüm sırasında bir hücre içerisinde iki homolog kromozom olduğundan, bir hücrenin bütün kromozomları ölçüldüğü zaman, bir kromozom ve bir de homoloğu olan aynı değerdeki iki kromozom ölçülmüş olacaktır. Bu çalışmada on hücreden yirmi kromozom ölçüsü elde edilmiştir. Hesaplamalarımız bu yirmi kromozomun ölçüleri alınarak yapılmıştır. Kol indeksleri birbirine yakın olanlar homolog kromozomlar olarak belirlenmiştir. On hücrenin her birinde en uzun olan iki kromozoma (homolog kromozomlara) I numarası verilmiştir. Aynı numarayı alan diğer on hücredeki homolog kromozomların da uzun kol, kısa kol ve toplam uzunluklarının ortalaması alınarak, bu kromozomun ortalama boyu hesaplanmıştır. Aynı işlem diğer homolog kromozomlara da uygulanarak prosedür tamamlanmıştır.

En uzun kromozom başta olmak üzere kromozomlar boylarına göre sıralanarak karyogram oluşturulmuştur. Karyogramlar, bir bireyin kendi genomu içindeki kromozomlarının birbirleri ile karşılaştırılmasında ve diğer bireylerden kromozom yapıları bakımından farklarının belirtilmesinde, aynı zamanda aralarındaki ilginin görülmesinde kullanılır. Karyogram yapmak için önceden belirlenmiş homolog kromozomların fotoğrafları eşler halinde yan yana getirilmiştir. Bunun için bir hücrenin çok iyi çekilmiş fotoğrafı seçilmiştir (Elçi, 1982).

Kâğıda çizilen yatay eksen üzerine belli bir oranda kromozomların ortalama boylarını belirten 2 mm'lik kalın, dik çizgiler halinde kromozomların önce uzun kolları çizilmiştir. Sonra 2 mm sentromerin yerini belirleyen bir aralık bırakılmıştır. Aynı kalınlıktaki çizgiler ile kromozomun kısa kolu çizilmiştir. Sonra iki kromozom arasında 5 mm'lik aralık bırakılarak diğer kromozomlar çizilmiş ve idiogram hazırlanmıştır (Elçi, 1982).

Ezme preparat yöntemine göre hazırlanan preparatlardan 5 bireyin 25'er diploten hücresinde bivalentlerdeki kiazmalar sayılarak, türün ortalama kiazma frekansı belirlenmiştir.

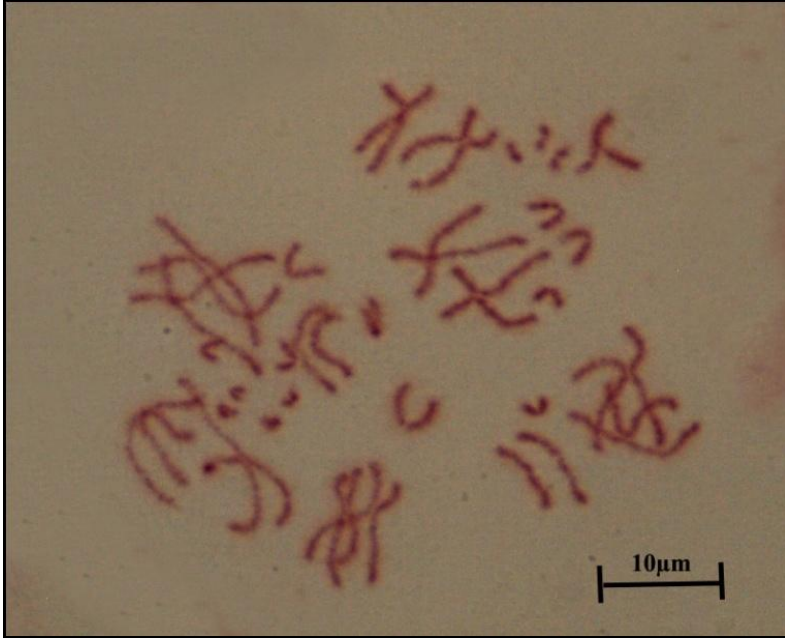
4. BULGULAR

4.1. *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* Harz, 1971

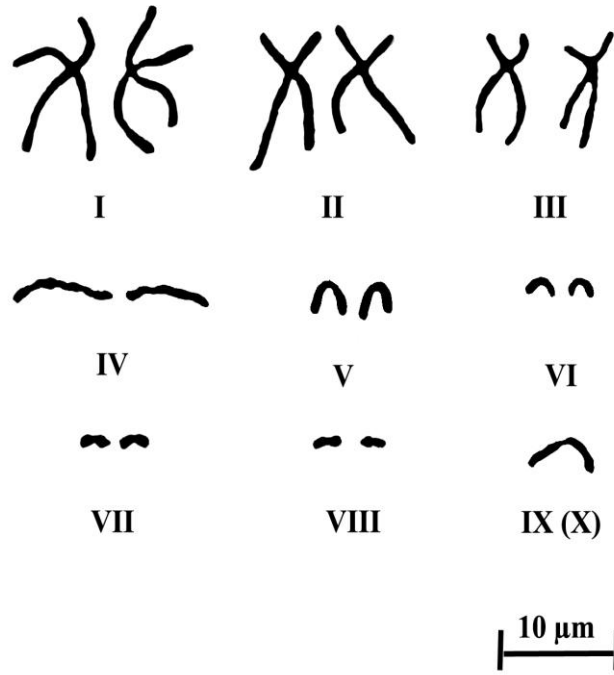
Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi türünde yapılan sitogenetik çalışmalar sonucunda türün kromozom sayısı $2n \text{ ♂}=17, X0$ (NF=23) olarak bulunmuştur (Şekil 4.2.). Otozomların üç çifti uzun (L_1-L_3) submetasentrik, orta boydan küçük boya değişen (M_4-S_8) beş çifti ve X kromozomu akrosentrik tiptedir. Kromozom uzunlukları 1,82-11,08 μm arasında değişmektedir. Relatif uzunlukları ise 3,26-19,93 arasındadır. X kromozomunun uzunluğu 6,49 μm olarak belirlenmiştir. Karyotipin 5. büyük kromozomudur ve genomun %11,64'lük kısmını kaplamaktadır. Türe ait karyogram Şekil 4.3.'de, idiogram ise Şekil 4.4.'de gösterilmiştir. Kromozomların morfolojilerine ait ölçümler hesaplanarak, Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Eşey belirleme mekanizması XX (♀) / X0 (♂) tipindedir. Türün ortalama kiazma frekansı ve dağılımı da Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi uzun bivalentler (L_1-L_3) genelde üç kiazmaya sahiptirler. İki kiazma ve daha az sayıda olmasına rağmen dört kiazma da görülmektedir. Uzun bivalentlerde (L_1-L_3) çok az da olsa beş kiazmaya da rastlanılmıştır. Kısa bivalentlerde genelde bir kiazma oluşmaktadır.

Çizelge 4.1. *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi*'nin karyotipinde kromozom tipleri ve uzunlukları (S.H.: Standart Hata; T.K.U.: Toplam Kromozom Uzunluğu; sm: submetasentrik, a: akrosentrik; Kr.: Kromozom)

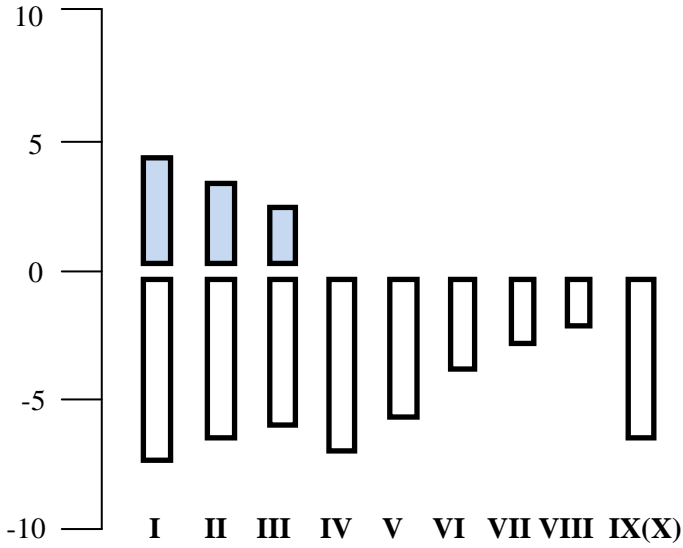
Kromozom Sayısı	Kromozom Uzunluğu (μm) \pm S.H.	Relatif Uzunluk (% T.K.U.)	Sentromer İndeksi \pm S.H.	Kol Oranı \pm S.H.	Kr. Tipleri
I	11,08 \pm 0,29	19,93 \pm 0,55	37,12 \pm 1,12	1,70 \pm 0,08	sm
II	9,77 \pm 0,26	17,55 \pm 0,22	38,20 \pm 1,89	1,74 \pm 0,10	sm
III	8,53 \pm 0,27	15,32 \pm 0,46	37,97 \pm 1,96	1,72 \pm 0,09	sm
IV	7,36 \pm 0,13	13,25 \pm 0,35	-	∞	a
V	5,16 \pm 0,27	9,24 \pm 0,33	-	∞	a
VI	3,18 \pm 0,13	5,70 \pm 0,13	-	∞	a
VII	2,26 \pm 0,07	4,06 \pm 0,11	-	∞	a
VIII	1,82 \pm 0,09	3,26 \pm 0,12	-	∞	a
IX (X)	6,49 \pm 0,22	11,64 \pm 0,20	-	∞	a
T.K.U.	55,65				



Şekil 4.2. *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* ($2n \text{ ♂} = 17$) türünün metafaz kromozomları



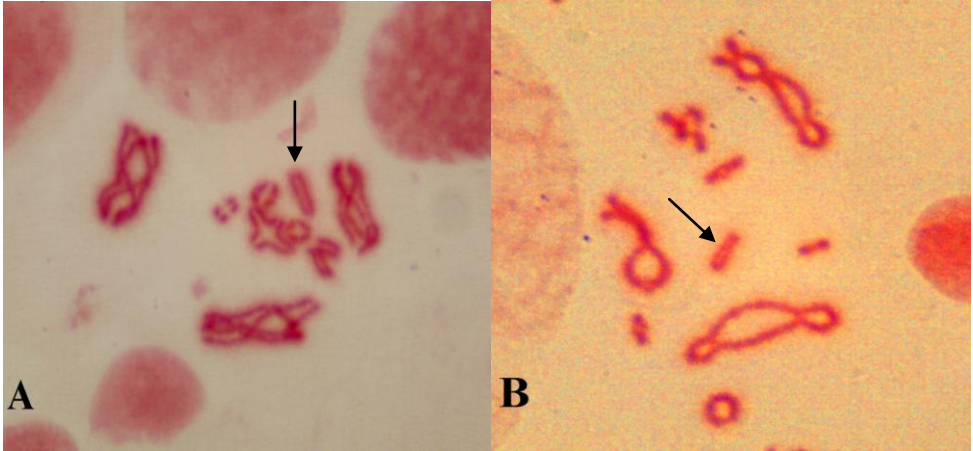
Şekil 4.3. *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* türüne ait karyogram

μm 

Şekil 4.4. *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* türüne ait idiogram

Çizelge 4.2. *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi*'nin 5 bireyinin ortalama kiazma frekansı ve dağılımı (S.S.: Standart sapma; Ort.: Ortalama; Frek.: Frekans; Ki: Kiazma)

Birey	Sayılan Hücre	Ort. Kiazma Frek. \pm S.S.	5 Ki	4 Ki	3 Ki	2 Ki	1 Ki	Bivalent sayısı
1	25	15,56 \pm 1,35	1	27	39	24	109	200
2	25	14,36 \pm 0,81	-	7	50	38	105	200
3	25	16,20 \pm 1,19	-	37	29	35	99	200
4	25	15,40 \pm 1,11	-	27	43	20	110	200
5	25	15,32 \pm 1,14	6	13	48	25	108	200
		$\bar{x} = 15,36$	7	111	209	142	531	1000



Şekil 4.5. *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi*'nin diploten hücreleri (A,B; →: X kromozomu)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kromozom farklılığının ve benzerliklerinin saptanması, türler arasındaki yakınlık ve uzaklığın belirlenmesinde önem taşımaktadır. Yapılan literatür taramaları sonucu, *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi*'in kromozom sayısı ve yapısı ile ilgili herhangi bir veriye rastlanılmamıştır. Bu türün kromozom sayısı ve karyotipi ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir.

Karyotip bir türün önemli bir varlığıdır. Karyoloji ve genetik yapı türlere bir kimlik sağlarken, bu kimlik türler arasındaki evrimsel ilişkinin ve ayrılmanın daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Ayrıca farklı hayvan gruplarındaki karyotipik evrim çalışmaları karyotipin kesinlikle sabit olmadığını ve evrimsel süreç içerisinde yapısında değişiklikler meydana gelebileceğini göstermiştir. Organizmaların kromozom sayıları cinsten cinse hatta türden türe değişkenlik göstermesine karşın her tür için sabittir. Bir bireyin her hücresi onun ait olduğu türe özgü sayıda kromozom taşır. Ökaryotların çoğu diploidtir, yani somatik hücrelerinde iki takım kromozom vardır. Bu sayının kendiliğinden veya dış faktörler etkisiyle değiştiği sık görülen bir olaydır (Oraler-Temizkan, 1994).

Uygun literatürlerin incelenmesi, türleşme sürecinde kromozomal değişimlerin rolü ile ilgili çelişkili görüşler sağlamaktadır. White (1973), türler arasındaki kromozomal farklılıkların türleşmeyi başlatmasında anahtar bir rol oynadığını iddia ederken, John ve Miklos (1988), kromozomal yapı değişikliklerinin, türlerin varsayılan filogeni ve tarihine önemli ipuçları sağladığını düşünmüşlerdir.

Sitogenetik çalışmalar kromozomların morfolojileri, boyları ve sayılarının belirlenmesinde önemli bilgiler sağlar (Tan vd., 2004). Günümüzde kromozom çalışmalarının birçok amaç için kullanılmasının yanı sıra taksonomik amaçlarla kullanıldığı da bilinmektedir. Stebbins (1971), sitotaksonomik çalışmalarda kullanılan kromozom sayısı ve morfolojisinin anlaşılabilirliği için karyotip analizlerinin yapılması gerektiğini ve bir karyotipin beş farklı karakter ile kıyaslanması gerektiğini bildirmektedir. Bu karakterler kromozomların büyüklüğü, sentromerin pozisyonu, kromozomların total uzunluğu, temel kromozom sayısı, satellitlerin sayısı ve pozisyonundaki farklılıklardır.

Acrididae familyasında bulunan türler kromozom sayısı ve morfolojileri bakımından genelde sabit bir durum göstermektedir (John ve Hewitt, 1968). Bu familyanın birçok üyesinin kromozom sayısının $2n♂ = 23$, X0 ile $2n♀ = 24$, XX olduğu ve akro- veya subakrosentrik kromozomlardan oluştuğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte, son zamanlarda yapılan çalışmalarda Acrididae familyasının bazı türlerinde bazı karyolojik değişiklikler gözlenmiştir. Gözlenen karyotipik değişikliklerin kromozomların sayı ve morfolojilerindeki küçük değişimlerin sebep olduğu bazı kromozomal düzenlemelerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Hewitt, 1979; Camacho, 1980; Cabrero ve Camacho, 1982).

Acrididae familyasına dahil Gomphocerinae alt familyası üyelerinin ise $2n♂ = 17$, X0 ve $2n♀ = 18$, XX kromozom sayısına sahip olduğu ve üç uzun (L_1-L_3) kromozom çiftinin sentrik füzyon sonucu meydana geldiği düşünülmüştür (Cabrero ve Camacho, 1985).

Gomphocerinae alt familyasına ait *Chorthippus* türlerinin de $2n♂ = 17$ (X0) ve $2n♀ = 18$ (XX) kromozom sayısına sahip olduğu bilinmektedir. Kromozom morfolojilerinin ise üç çift büyük (L_1-L_3) metasentrik veya submetasentrik, beş çift orta boydan küçük boya (M_4-S_8) değişen akrosentrik veya subakrosentrik otozom ve yine akrosentrik yapıda X kromozomundan oluştuğu bildirilmiştir (Gusachenko vd., 1992; Bugrov, 1996; Li vd., 2008).

Yaptığımız literatür çalışmaları sonucunda *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* ile ilgili herhangi bir karyolojik çalışmaya rastlanılmamıştır. *Ch. bornhalmi*'nin kromozom sayısının $2n♂ = 17$ (X0) olduğu ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir. Türün kromozom sayısı ve morfolojisi Şekil 4.3. ve Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Kromozomal analizlerle ortaya çıkarılan kromozom sayı ve morfolojisi türlerin belirlenmesinde ve çeşitli türler arasındaki ilişkileri tanımlamada kullanılmaktadır. Kromozom sayı ve morfolojisi türler arasında değişkenlik gösterebilir. Araştırmacıların büyük çoğunluğu, kromozomları Levan vd.'nin (1964) kurallarına göre bir ve iki kollu olarak sınıflandırmaktadırlar. Bunun için kromozom kol sayısındaki farklılıklar aynı tür için bildirilmiştir. Bu, genellikle farklı araştırmacılar tarafından subtelosentrik kromozomların sayısındaki farklılığın sonucu kabul edilir (Kaya vd., 2005). Bu varyasyondan populasyon içi ve populasyonlar arası evrimsel ilişkilerin araştırılmasında yararlanılmaktadır.

Gomphocerinae alt familyası içerisinde bulunan *Chorthippus brunneus huabeiensis* ve *Chorthippus minutus* ile yapılan çalışmada Li vd. (2008), türlerin kromozom sayısını $2n= 17(X0)$, kromozom morfolojilerini ise üç çift uzun metasentrik (L_1-L_3), X kromozomunun ve beş çift orta boydan küçük boya değişen (M_4-S_8) kromozomların akrosentrik yapıda olduğunu belirlemişlerdir. Cano ve Santos (1990), *Omocestus panteli*, *Euchorthippus pulvinatus*, *Euchorthippus chopardi*, *Chorthippus vagans*, *Chorthippus parallelus* ve *Chorthippus jucundus* ile yaptıkları çalışmada kromozom sayısını $2n= 17(X0)$ olarak saptamışlardır. Kromozom morfolojileri ise üç çift büyük submetasentrik (L_1-L_3), beş çift orta boydan küçük boya değişen (M_4-S_8) otozomun ve X kromozomunun akrosentrik tipte olduğu tespit edilmiştir. Gusachenko vd. (1992), *Chorthippus albomarginatus* ile yaptıkları çalışmada, türün kromozom sayısını erkeklerde $2n= 17(X0)$, dişilerde $2n= 18(XX)$ olarak belirlemişlerdir. Bunlardan üç çiftin uzun (L_1-L_3) submetasentrik, orta boydan küçük boya değişen (M_4-S_9) beş çiftin ve X kromozomun da akrosentrik yapıda olduğu gözlemlenmiştir.

Bugrov (1996), *Chorthippus*' lar ile çalışan çeşitli araştırmacıların çalışmalarından yaptığı derlemede *Ch. macrocerus*, *Ch. vicinus*, *Ch. ferganensis*, *Ch. biguttulus*, *Ch. jacobsoni*, *Ch. intermedius*, *Ch. montanus*, *Ch. lorarus*, *Ch. dichrous*, *Ch. albomarginatus*, *Ch. saxatilis*, *Ch. angulatus*, *Ch. parallelus* ve *Ch. fallax* türlerinin kromozom sayısını $2n= 16+X0/XX$, kromozom morfolojilerinin ise üç çift uzun (L_1-L_3) metasentrik, X kromozomu ve orta boydan küçük boya değişen (M_4-S_9) 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_1) metasentrik, X kromozomu ve diğer kromozom çiftlerinin (M_2-S_{10}) akrosentrik yapıda olduğu bulunmuştur. Bizim çalışmamızda *Ch. bornhalmi* türünün kromozom sayısının $2n= 17(X0)$ olduğu, kromozom morfolojisinin ise üç çift uzun (L_1-L_3) submetasentrik, beş çift boydan kısa boya değişen (M_4-S_8) otozomların ve X kromozomunun akrosentrik yapıda olduğu belirlenmiştir.

Çekirgelerde $XX♀/X0♂$ ve $XX♀/neo-XY♂$ cinsiyet belirleme mekanizmaları görülmektedir. Acrididae ve Tettigoniidae familyalarına ait birçok türde $XX♀/X0♂$ eşey belirleme mekanizması saptanmıştır (White, 1968, 1973; Camacho ve Cabrero, 1983; Warchalowska-Sliwa, 1984; Warchalowska-Sliwa vd., 1993; Bugrov, 1996). Ancak bazı Tettigoniidae türlerinde $XX♀/neo-XY♂$

cinsiyet gelişim mekanizması gözlenmiş ve bunun da atasal $XX♀/X0♂$ mekanizmasından geliştiği kabul edilmiştir (Alicata vd., 1974; Messina vd., 1975; Messina, 1981).

Chorthippus cinsine ait türlerin X kromozomlarının genellikle akrosentrik yapıda olduğunu, Cano ve Santos (1990) *Chorthippus vagans*, *Chorthippus parallelus* ve *Chorthippus jucundus* ile, Gusachenko vd. (1992) *Ch. albomarginatus* ile, Bugrov (1996) *Ch. macrocerus*, *Ch. vicinus*, *Ch. ferganensis*, *Ch. biguttulus*, *Ch. jacobsoni*, *Ch. intermedius*, *Ch. montanus*, *Ch. lorarus*, *Ch. dichrous*, *Ch. albomarginatus*, *Ch. saxatilis*, *Ch. angulatus*, *Ch. parallelus*, *Ch. fallax*, *Ch. schmidti* ve *Ch. hammarstroemi* ile, Türkoğlu (2001) *Chorthippus brunneus* ile, Bridle vd. (2002) *Ch. brunneus* ve *Ch. jacobsi* ile, Li vd. (2008) *Chorthippus brunneus huabeiensis* ve *Chorthippus minutus* ile yaptıkları çalışmalarda gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada da *Ch. bornhalmi* 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. Yaptığımız çalışmada *Chorthippus bornhalmi* türünün kromozom sayısının $2n= 17,X0$ (NF=23) ve kromozom morfolojisinin de üç çift submetasentrik, beş çift ve X kromozomu da dahil aksosentrik yapıda olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, Bugrov'un (1996) yaptığı çalışmada *Ch. schimidti* türünün ise $2n= 23,X0$ (NF=23) akrosentrik kromozoma sahip olduğu bildirilmiştir. *Ch. schimidti* türünün *Ch. bornhalmi*'den fazla kromozom sayısına sahip olmasına rağmen kol sayısının değişmediği ve sabit kaldığı görülmüştür.

Kiazma frekansı genetik alışveriş oranının yansıtılması açısından önemlidir (Sybenga, 1975). Kiazma frekansı üzerinde birçok iç ve dış faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir. Kromozom büyüklüğü ve ilgili canlının genotipi de kiazma frekansına etki etmektedir (Sybenga, 1958; Henderson, 1963; Fox, 1973; Jones, 1974; Koca, 1993).

Çalışmamızda Aydın ilinden toplanan *Ch. bornhalmi*'nin 5 bireyinin 25'er diploten hücreesindeki kiazma frekansları 14,36 ile 16,20 arasında değişmektedir. Türün ortalama kiazma frekansı da 15,36 olarak belirlenmiştir. Aynı bölgeden toplanan bireylerin kiazma frekansları arasında önemli farklar olduğu ve bu

farklılığın bireyler arasındaki genetik farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülebilir. Nitekim inversiyon, füzyon gibi bazı kromozom aberasyonları kiazma frekansını pozitif veya negatif yönde etkilenmektedir (Teoh ve Yang, 1983; Viseras ve Camacho, 1984; Goni vd., 1985). Çalışmamızda bireyler arasında karyotipik açıdan farklılıklar saptanmamasına rağmen, bazı küçük değişimlerin kiazma frekansında farklılıklara neden olabileceği düşünülmektedir.

Gusachenko vd.'nin (1992) üç farklı lokaliteden (Ojcow, Novosibirsk ve Kosh-Agach) toplanan *Chorthippus albomarginatus* bireyleri ile yaptıkları çalışmada, ortalama kiazma frekanslarının birinci bölgede 14,69, ikinci bölgede 15,18 ve üçüncü bölgede 14,80 olduğunu bulmuşlardır.

Chorthippus loratus'un üç farklı bölgeden (Sinop, Tokat ve İzmir) toplanan bireylerinin ortalama kiazma frekansları, Sinop bölgesinde 14,23, Tokat bölgesinde 14,20 ve İzmir bölgesinde 14,91 olarak tespit edilmiştir (Koca, 1993). Yapılan istatistik hesaplamalar sonucunda Sinop ile Tokat arasında kiazma frekansı açısından farklılık görülmezken, Sinop-İzmir ve Tokat-İzmir arasında önemli derecede farklılık görülmüştür. Bu farklılığın nedeni coğrafi farklılıklar ile açıklanabilir. Ayrıca bivalent boyundaki farklılıklar da kiazma sayını etkileyebilmektedir. Kısa bivalentler bir veya iki kiazmaya sahipken, uzun bivalentlerin üç veya daha fazla sayıda kiazmaya sahip olduğu bulunmuştur. Yapılan ölçümler sonunda *Ch. loratus*'taki bivalent boylarının, Sinop popülasyonunda 15,63-2,70 μm (L_1-S_8) arasında, Tokat'ta 17,73-2,95 μm (L_1-S_8) arasında, İzmir'de 25,95-2,65 μm (L_1-S_8) arasında değiştiği belirlenmiştir. İzmir'den toplanan *Ch. loratus*'ların Tokat ve Sinop'tan toplanan *Ch. loratus*'lardan vücut büyüklüğü bakımından daha iri olduğu da bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da kısa bivalentlerde bir veya iki kiazmaya rastlanırken, uzun bivalentlerde üç veya daha fazla kiazmaya rastlanılmıştır. Sonuçlarımız *Ch. loratus*'da yapılan çalışma (Koca, 1993) ile benzerlik göstermektedir.

Oyidi (1968), *Zonocerus variegatus*'ta kurak ve nemli mevsim generasyonlarıyla yaptığı çalışmada kurak mevsim generasyonlarının nemli mevsim generasyonlarından daha yüksek kiazma frekansına sahip olduğunu bulmuştur. Bu türün laboratuvarda yetiştirilmiş yağışlı mevsim böcek generasyonlarının, kurak mevsim generasyonlarından daha büyük olduğunu gözlemiş ve vücut büyüklüğünün, bunların yüksek kiazma 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 kiazma frekansına sahip olduğu bulunmuştur. Bu da iklimin kiazma frekansı üzerine etkili olabileceğinin bir göstergesidir.

Goni vd. (1985), Arjantin'in değişik bölgelerinden topladıkları *Trimerotropis pallidipennis* çekirgesinde yaptıkları çalışmada populasyonlar arasında kiazma frekansında önemli farklılıkların bulunduğunu belirlemişlerdir. Kiazma frekansındaki redüksiyon, yüksek sayıda heterozigot inversiyona sahip populasyonlarda daha belirgin olarak gözlenmiştir. Bu da kromozomlardaki yapısal değişikliklerin kiazma frekansı üzerinde etkili olabileceğinin bir kanıtı olabilmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma ile *Ch. bornhalmi* türünün kromozomları ilk defa tanımlanmıştır. Günümüzde sistematik çalışmalarda sadece morfolojik ayırım yetersiz kaldığından, sitogenetik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde çalışmalara da gereksinim duyulmaktadır. *Ch. bornhalmi* türünün sistematikteki yerinin tam olarak belirlenebilmesi için kromozom bantlama yöntemleri, daha ayrıntılı boyama tekniklerinin yapılması, nükleer DNA miktarının belirlenmesi ve DNA dizi analizi ile tür ve alttür düzeyinde tanımlamada çekilen sistematik zorlukların aşılmasında büyük yarar sağlayacağını söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

- Alicata, P., Messina, A., Oliveri, S. 1974. Determinismo cromosomico del sesso in *Odontura stenoxipha* (Orth., Phaneropteridae) un nuovo caso di Neo-XY. **Animalia**, 1: 109-122.
- Başaran, N. 1994. Tıbbi Genetik XXIII. Bilim Teknik Tayın Evi, İstanbul.
- Bridle, J.R., Torre, J., Bella, J.L., Butlin, R.K., Gosalvez, J. 2002. Low levels of chromosomal differentiation between the grasshoppers *Chorthippus jacobsi* (Orthoptera; Acrididae) in northern Spain. **Genetica**, 114: 121-127.
- 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.
- 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* (Acridiae: Oedipodinae). **Caryologia**, 36(2): 121-127.
- Cano, M.I., Santos, J.L. 1990. Chiasma frequencies and distributions in gomphocerine grasshoppers: a comparative study between sexes. **Heredity**, 64: 17-23.
- 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.

- Çıplak, B., 2003. Distribution of Tettigoniinae (Orthoptera, Tettigoniidae) bush-crickets in Turkey: the importance of the Anatolian Taurus Mountains in biodiversity and implications for conservation. **Biodiversity and Conservation**, 12: 47-64.
- Demirsoy, A. 1974. Some new Tettigoniidae (Orthoptera) from Turkey. **Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg**, 4: 523-529.
- Demirsoy, A. 1975. Erzurum Bölgesi Orthoptera (Insecta) faunasının tespiti ve taksonomik incelenmesi. **Atatürk Üniversitesi Yayınlar**, 39(35): 1-114.
- De Prins, J., De Prins, W., Dall'asta, U. 2002. The resent spreading of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Belgium. **Bultein De L'Institut Royal Des Sciences Naturelles De Belgique**, 72: 165-170.
- Dobigny, G., Ducroz, J.F., Robinson, T.J., Volobouev, V. 2004. Cytogenetics and cladistics. **Society of Systematic Biologists**, 53(3): 470-484.
- Eades, D.C., Otte, D. 2012. Orthoptera Species File Online, version 2.0/4.1., [http://Orthoptera.SpeciesFile.org], Erişim Tarihi: 23.05.2012.
- Elçi, Ş., 1982. Sitogenetikte Gözlemler ve Araştırma Yöntemleri. Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları, Elazığ.
- Elçi, Ş.1994. Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler. 100. Yıl Üniversitesi Yayınları, Van.
- Ferreira, A., Mesa, A. 2007. Cytogenetics studies in thirteen Brazilian species of Phaneropterinae (Orthoptera: Tettigoniioidea: Tettigoniidae): main evolutive trends based on their karyological traits. **Neotropical Entomology**, 36(4): 503-509.
- Fox, D.P. 1973. The Control of chiasma distribution in the locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.). **Chromosoma**, 43: 289-328.
- Gardner, E.J., Simmons, M.J., Sunustad, D.P. 1991. Principles of Genetics. Eight Edition. John Wiley and Sons, WC.
- Goncharova, N.B., Istomina, A.G., Kiknadze, I.I. 1981. Chromosome distribution and DNA amounts in binuclear polyploid cells in the 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.
- Henderson, S.A. 1963. Chiasma distribution at diplotene in a locust. **Heredity**, 18: 173-190.
- 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 with the morphology of classical endomitosis in the ontogenesis of *Schistocerca gregaria* (Forsk.) Orthoptera. **Tzitologia**, 9: 269-277.
- Jones, G.H. 1974. Corralated completed of chiasma varition and control of chiasma distribution in rye. **Heredity**, 22: 333-347.
- John, B. Hewitt, G.M. 1968. Patterns and pathways of chromosome evolution within the Orthoptera. **Chromosoma (Berlin)**, 25: 40-74.
- John, B., Miklos, G.L.G. 1988. The Eukaryote Genome in Development and Evolution. Allen and Unvin Inc., London.
- John, B. 1990. Meiosis. Cambridge University Press III, Cambridge.
- Kansu, İ.A. 2000. Böceklerin Sınıflandırılması. Genel Entomoloji, Birlik Matbaacılık Yayıncılık, s.264-269, Ankara.
- Karabağ, T. 1983. Ankara vilayeti dahilinde mevcut çekirgelerin ekolojik, coğrafik ve sistematik durumları üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi yayınları s.121, Ankara.

- Karaca, İ., Aslan, B., Demirözer, O., Karsavuran, Y. 2006. Isparta ili Orthoptera faunası üzerine ön bir degerlendirme. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 1(2): 49-52.
- Kaya, T.Ö., Gül, S., Nur, G. 2005. Karyotype analysis in *Orthias angorae* (Steindachner, 1897). **Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.**, 11(2): 137-140.
- Kiknazde, 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.
- Kiknazde, I.I., Istomina, A.G. 1980. Endomitosis in grasshopper I. Nuclear morphology and a 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.
- Koca, S. 1993. *Chorthippus dorsatus*, *Ch. loratus* ve *Ch. brunneus* (Acrididae: Orthoptera) Erkeklerinde Bazı Fiziksel ve Kimyasal Etmenlerin Kiazma Frekans 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.
- 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.

- Mayr, E. 1969. Principles of Systematic Zoology. McGraw-Hill Book Company Inc., New York. 428 s.
- Messina, A. 1981. Sulle specie do odontura del gruppo *Stenoxipha* (Fieb.) (Orthoptera, Phaneropterinae). **Animalia**, 8: 15-26.
- Messina, A., Ippolito, S., Lombardo, F. 1975. Cariologia di alcume specie europee di Phaneropterinae (Insecta, Orthoptera). **Animalia**, 2: 215-224.
- 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). **Heraditas**, 125: 265-276.
- 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.
- 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., 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.
- Sevgili, H., Heller, K.G. 2003. A new species of the genus *Isophya* Brunner von Wattenwyl from Turkey (Orthoptera, Tettigoniidae, Phaneropterinae). **Tijdschrift voor Entomologie**, 146: 39-44.
- Sevgili, H., Demirsoy, A.İ., Durmuş, Y. 2011. Orthoptera and Mantodea fauna of Kazdağı (İda) National Park with data on the calling songs of some bush-crickets. **Turk. J. Zool.**, 35(5): 631-652.

- Simpson, G.G. 1961. Principles of Animal Taxonomy. Columbia University Press, New York and London.
- Souza, M.J., Haver, P.R.O., Melo, N.F. 2003. Karyotype, C- and fluorescence banding patterns, NOR location and FISH in the grasshopper *Xestotrachelus robustus* (Romaleidae). **Caryologia**, 3: 261-267.
- 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.
- Sybenga, J. 1958. Inbreeding effects in rye. **Z. Vererbungslehre**, 89: 338-354.
- 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.
- Teoh, S.B., Yang, H.S. 1983. A spontaneous centric fusion heterozygote in the tropical grasshopper *Valanga nigrocornis* (Burmeister). **Caryologia**, 36(2): 165-173.
- Turkoglu, S. 2001. Türkiye’de Yayılış Gösteren Bazı Çekirge (Insecta: Orthoptera) Türlerinde Karyolojik İncelemeler. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Turkoglu, S., 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.

- Turkoglu, S., 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.
- Turkoglu, S., 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. 2000. First data on Orthoptera of Mount Köroğlu, NW Anatolia, with description of three new taxa. **Entomological News**, 113(4): 275-288.
- Ünal, M. 2008. Bolu ve Düzce illeri Caelifera (Orthoptera) faunası. **Bitki Koruma Bülteni**, 48(2): 1-31.
- Ünal, M. (05.01.2012). Türkiye Orthoptera Faunası. (<http://www.orthoptera-tr.org/>), Erişim Tarihi: 19.05.2012.
- 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-Sliwa, E. 1984. Karyological studies on Polish Orthoptera species of the Tettigoniidea superfamily. I. Karyotypes of families: Ehippigeridae, Phaneropteridae, Meconemidae, Conocephalidae. **Folia Biol. (Krakow)**, 32(3): 253-269.
- Warchalowska-Sliwa, E., Maryanska-Nadachowska, A., Kostia, D. 1993. Chromosomes of *Diesrtammena unicolor unicolor* Brunnes von Wattenwvyl, 1888 and *Paratachycines (Hemitachycines) boldyrevi* (Uvarov, 1926) (Orthoptera, Rhaphidophoridae, Aemodogryllinae) Karyotypes, C-bands and NORs. **Folia Biol. (Krakow)**, 41(3-4): 77-82.

- Warchalowska-Sliwa, E., Bugrov, A.G. 1996. Karyotype of and C-banding patterns of Bradyporinae (Tettigoniidae, Orthoptera). **Folia Biol. (Krakow)**, 44: 95-98.
- Warchalowska-Sliwa, E., Bugrov, A.G., Maryanska-Nadachowska, A. 1996. Karyotype of and C-banding pattern of some species of Phaneropterinae (Orthoptera: Tettigonidea). **Folia Biol. (Krakow)**, 44: 5-15.
- Warchalowska-Sliwa, E., Bugrov, A.G. 1998. Karyotype of and C-banding patterns of some Phaneropterinae katydids (Orthoptera: Tettigonidea) with special attention to a post- reductional division of the neo-Y sex chromosomes in *Isophya hemiptera*. **Folia Biol. (Krakow)**, 46(1-2): 47-54.
- 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. 3rd Ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Willemse, F., Helversen, O., Odé, B. 2009. A review of *Chorthippus* species with angled pronotal lateral keels from Greece with special reference to transitional populations between some Peloponnesean taxa (Orthoptera, Acrididae). **Zool. Med. Leiden**, 83(2): 319-507.
- Yılmaz, İ. 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 : Fatih Çakmak
Doğum Yeri ve Tarihi : Sivas/1986

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Ege Üniversitesi
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (68,75)

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

- a) Makaleler
-SCI
-Diğer
- b) Bildiriler
-Uluslararası
-Ulusal
- c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Özel Özgün Etüt Merkezi/2010
Aydın Kültür Dershanesi/2011

İLETİŞİM

E-posta Adresi : ftckmk@windowslive.com
Tarih