

**T.C.  
AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA) FAMILİYASINA  
AİT BAZI TÜRLER ÜZERİNDE KARYOLOJİK  
İNCELEMELER**

**Elmas YAĞMUR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KIRŞEHİR 2017**

**T.C.**  
**AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA) FAMILİYASINA**  
**AİT BAZI TÜRLER ÜZERİNDE KARYOLOJİK**  
**İNCELEMELER**

**Elmas YAĞMUR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN**  
**Yrd. Doç. Dr. Yavuz KOÇAK**

**KIRŞEHİR 2017**

**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne**

Bu çalışma jürimiz tarafından BİYOLOJİ Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan Doç. Dr. Makbule ERDOĞDU

Üye Yrd. Doç. Dr. Yavuz KOÇAK (Danışman)

Üye Yrd. Doç. Dr. Üzeyir ÇAĞLAR

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

08/06/2017

Prof. Dr. Levent KULA  
Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Elmas YAĞMUR



CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA) FAMILİYASINA AİT BAZI TÜRLER  
ÜZERİNDE KARYOLOJİK İNCELEMELER

(Yüksek Lisans Tezi)

Elmas YAĞMUR

AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2017

ÖZET

Bu tez çalışmasında, Cerambycidae (Coleoptera) familyasına ait bazı türlerin karyolojik incelemeleri gerçekleştirildi. Bu amaçla, 2 alt familyanın 3 tribusuna ait 5 taksonun karyotipleri elde edildi, diploid kromozom sayıları ve eşey belirleme sistemleri tespit edildi. Bu taksonlara ait kromozom sayısı ve eşey belirleme sistemleri şu şekilde bulundu: *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891 (Cerambycinae, Trachyderini);  $2n♂=28 (13+Xy_p)$ , *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783) (Cerambycinae, Trachyderini);  $2n♂=28 (13+Xy_p)$ , *Clytus rhamni* Germar, 1817 (Cerambycinae, Clytini);  $2n♂=20 (9+Xy_p)$ , *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773) (Cerambycinae, Clytini);  $2n♂=20 (9+Xy_p)$ , *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993 (Dorcadioninae, Dorcadionini);  $2n♂=24 (11+Xy_p)$ . Bu tez çalışması ile *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891, *Clytus rhamni* Germar, 1817, *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773) ve *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993 ilk defa, *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783) ise ikinci defa karyolojik olarak incelendi. Sonuçlar taksonomik ve sistematik açıdan değerlendirildi.

Anahtar Kelimeler : Coleoptera, Cerambycidae, karyoloji

Sayfa Adedi : 87

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Yavuz KOÇAK

KARYOLOGICAL INVESTIGATIONS ON SOME SPECIES OF THE FAMILY  
CERAMBYCIDAE (COLEOPTERA)

(Master's Thesis)

Elmas YAĞMUR

AHI EVRAN UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE

June 2017

ABSTRACT

In the present thesis work, the karyological investigations of some species of the family Cerambycidae were performed. For this purpose, the karyotypes of 5 taxa belonging to 3 tribes of 2 subfamilies were obtained, the diploid chromosome numbers and sex determining systems were determined. The chromosome numbers and sex determining systems of the taxa were found as follows: *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891 (Cerambycinae, Trachyderini);  $2n_{\text{♂}}=28$  (13+X<sub>y</sub>), *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783) (Cerambycinae, Trachyderini);  $2n_{\text{♂}}=28$  (13+X<sub>y</sub>), *Clytus rhamni* Germar, 1817 (Cerambycinae, Clytini);  $2n_{\text{♂}}=20$  (9+X<sub>y</sub>), *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773) (Cerambycinae, Clytini);  $2n_{\text{♂}}=20$  (9+X<sub>y</sub>), *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993 (Dorcadioninae, Dorcadionini);  $2n_{\text{♂}}=24$  (11+X<sub>y</sub>). *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891, *Clytus rhamni* Germar, 1817, *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773) and *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993 were karyologically investigated for the first time by this thesis work. *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783) was karyologically investigated for the second time. The results were evaluated in terms of taxonomy and systematic.

Key Words : Coleoptera, Cerambycidae, karyology

Page Number : 87

Adviser : Assist. Prof. Dr. Yavuz KOÇAK

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmaları boyunca her zaman yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm, beni değerli bilgi ve önerileriyle yönlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Yavuz KOÇAK'a, katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Atılay Yağmur OKUTANER'e,

Tez çalışmalarım sırasında gösterdikleri anlayışla beni yalnız bırakmayan sevgili eşim Murat YAĞMUR ve çocuklarım S. Erim ve Irmak YAĞMUR'a,

En kalbi duygularıyla teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
TABLOLARIN LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	vii
RESİMLERİN LİSTESİ .....	viii
HARİTALARIN LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
2.1. Böcek Kromozomları .....	4
2.2. Coleoptera Kromozomları.....	5
2.3. Cerambycidae Familyası .....	9
2.4. Cerambycidae Kromozomları .....	13
2.5. Böceklerde Taksonomik Karakter Olarak Kromozomların Kullanılması.....	18
2.5.1. Taksonomik Karakterler.....	18
2.5.2. Karyolojik Karakterler .....	21
2.5.3. Böcek Taksonomisinde Kromozomlar.....	24
2.6. Böceklerde Kromozom Hazırlama Yöntemleri.....	31
2.7. Türkiye Böcek Faunası Üzerinde Yapılan Karyolojik Çalışmalar.....	33
3. MATERYAL VE METOT .....	38



3.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Solüsyonlar.....	40
3.1.1. Kimyasal Maddeler .....	40
3.1.2. Solüsyonlar .....	40
3.2. Böceklerden İstenilen Dokuların Alınması .....	41
3.3. Kolşisinli Hipotonik Solüsyon İle Muamele .....	41
3.4. Dokuların Fiksasyonu.....	41
3.5. Preparatların Hazırlanması .....	42
3.6. Preparatların Boyanması .....	42
3.7. Preparatların Devamlı Hale Getirilmesi .....	42
3.8. Preparatların İncelenmesi .....	43
3.9. İncelenecek Kromozomların Belirlenmesi .....	43
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	44
4.1. <i>Purpuricenus desfontainii inhumeralis</i> Pic, 1891 .....	44
4.2. <i>Purpuricenus budensis</i> (Götz, 1783) .....	47
4.3. <i>Clytus rhamni</i> Germar, 1817 .....	50
4.4. <i>Plagionotus floralis</i> (Pallas, 1773) .....	53
4.5. <i>Dorcadion triste phrygicum</i> Peks, 1993 .....	56
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	67
6. KAYNAKLAR .....	68
ÖZGEÇMİŞ .....	76

## TABLULARIN LİSTESİ

<b>TABLO</b>	<b>Sayfa</b>
Tablo 2.1. Coleoptera'daki en yaygın eşey kromozom sistemleri.....	8
Tablo 2.2. Coleoptera'daki eşey kromozom sistemlerinin dağılımı .....	8
Tablo 2.3. Taksonomik karakterler .....	20
Tablo 2.4. Taksonomide kullanılan karyolojik karakterler .....	22
Tablo 2.5. Böceklerde kromozom kaynakları ve kullanılan yöntemler .....	32



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

ŞEKİL	Sayfa
Şekil 2.1. Coleoptera’da erkek diploid kromozom sayılarının dağılımı .....	7
Şekil 2.2. Cerambycidae familyasına ait bir bireyin dorsal görünüşü .....	11
Şekil 2.3. Cerambycidae familyasına ait bir bireyin ventral görünüşü .....	12



## RESİMLERİN LİSTESİ

RESİM	Sayfa
Resim 4.1. <i>Purpuricenus desfontainii inhumeralis</i> Pic, 1891.....	45
Resim 4.2. <i>Purpuricenus desfontainii inhumeralis</i> Pic, 1891'in metafaz kromozomları .....	46
Resim 4.3. <i>Purpuricenus desfontainii inhumeralis</i> Pic, 1891'in metafaz kromozomları .....	46
Resim 4.4. <i>Purpuricenus budensis</i> (Götz, 1783) .....	48
Resim 4.5. <i>Purpuricenus budensis</i> (Götz, 1783)'in metafaz kromozomları.....	49
Resim 4.6. <i>Purpuricenus budensis</i> (Götz, 1783)'in metafaz kromozomları.....	49
Resim 4.7. <i>Clytus rhamni</i> Germar, 1817.....	51
Resim 4.8. <i>Clytus rhamni</i> Germar, 1817'nin metafaz kromozomları.....	52
Resim 4.9. <i>Clytus rhamni</i> Germar, 1817'nin metafaz kromozomları.....	52
Resim 4.10. <i>Plagionotus floralis</i> (Pallas, 1773) .....	54
Resim 4.11. <i>Plagionotus floralis</i> (Pallas, 1773)'in metafaz kromozomları.....	55
Resim 4.12. <i>Plagionotus floralis</i> (Pallas, 1773)'in metafaz kromozomları.....	55
Resim 4.13. <i>Dorcadion triste phrygicum</i> Peks, 1993 .....	57
Resim 4.14. <i>Dorcadion triste phrygicum</i> Peks, 1993'un metafaz kromozomları.....	58
Resim 4.15. <i>Dorcadion triste phrygicum</i> Peks, 1993'un metafaz kromozomları.....	58

## HARİTALARIN LİSTESİ

HARİTA	Sayfa
Harita 4.1. <i>Purpuricenus desfontainii inhumeralis</i> Pic, 1891'in Türkiye yayılışı....	.45
Harita 4.2. <i>Purpuricenus budensis</i> (Götz, 1783)'in Türkiye yayılışı.....	.48
Harita 4.3. <i>Clytus rhamni</i> Germar, 1817'nin Türkiye yayılışı.....	.51
Harita 4.4. <i>Plagionotus floralis</i> (Pallas, 1773)'in Türkiye yayılışı.....	.54
Harita 4.5. <i>Dorcadion triste phrygicum</i> Peks, 1993'un Türkiye yayılışı.....	.57

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklama

♂

Erkek

♀

Dişi

n

Haploid kromozom sayısı

2n

Diploid kromozom sayısı

### Kısaltmalar

### Açıklama

a

Akrosentrik

m

Metasentrik

sm

Submetasentrik

NF

Temel kromozom sayısı

NFa

Otozomal kol sayısı

KOH

Potasyum hidroksit

## 1. GİRİŞ

Taksonomistler farklı türler, ırklar ve yüksek taksonomik sınıflar arasındaki genetik, sitolojik, anatomik ve morfolojik farklılıkları göz önüne alarak türlerin sınıflandırılmasında ve akrabalık ilişkilerinin belirlenmesinde sağlıklı sonuçlara varabilmektedirler. Bu çalışmalarda sitogenetik bulguların ayrı ve önemli bir yeri vardır. Özellikle geniş dağılımlı türlerde, tür içi ve türler arası varyasyonları tanımlayabilmek kolay olmadığından sitogenetik çalışmalara daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Sitogenetik bulgular, morfolojik düzeyde gözlemlenemeyen farklılık ve benzerliklerin ortaya çıkarılmasına yardımcı olur. Bu çalışmalar, filogenetik analizlerde kullanılan morfolojik, biyokimyasal, davranışsal ve diğer karakterlerden bağımsız olarak bilgi sağlamaya yarar. Sitogenetik tekniklerin geliştirilmesi ve taksonomik araştırmalarda kullanılması, taksonlar arasındaki karyolojik farklılıkları ve tür oluşumunda etkili olan kromozomal mekanizmaları belirlemektedir. Sitogenetik yöntemlerin kullanım alanının taksonomik çalışmaları da içine alacak şekilde genişlemesiyle ortaya çıkan sitotaksonomi, sistematik çalışmalarda daha detaylı bir yaklaşım için temel oluşturmaktadır. Sitotaksonomi; karyotiplerin durumu, kromozomların sayısı, yapısı, büyüklükleri, boyanması ve sentromerlerinin kromozom üzerindeki yeri ve şekli gibi sitolojik bulguların elde edilmesini sağlayarak klasik taksonomideki tartışmalı durumların aydınlatılmasına büyük katkı sağlamaktadır (Uysal, 2011; Ergene ve ark., 2010; Nazirzadeh ve ark., 2009; Yaylacı ve ark., 2009; Öz-Aydın ve Dirmenci, 2004; Alpagut, 1992; White, 1973).

Kromozom yapısı ve sayısındaki değişiklikler tür içi ve türler arası ayırt edici genetik marker kaynağı olarak değer taşımaktadır. Kromozomların sayısı, uzunluğu ve şekli tür içinde sabit, akraba türler arasında ise benzerdir. Bununla birlikte, bazı nadir durumlarda aynı türün popülasyonu içinde ve akraba türler arasında kromozom sayı ve yapısında farklılıklar da gözlenmektedir. Kromozomun uzunluğu ve sentromer pozisyonu metafazdaki bir kromozomun iki ayırt edici özelliğidir. Rutin olarak boyanmış kromozom preparatları karyotip hakkında genel bir bilgi verirken, daha ayrıntılı analizler için çeşitli boyama ve C, R, G bantları gibi bantlama teknikleri geliştirilmiştir. Bu değişik yöntemlerle kromozomların DNA replikasyon

zincirlerinin gösterilmesi, aktif nukleolus (NOR) bölgelerinin ve sentromerin boyanarak belirlenmesi sonucu çeşitli türler arasındaki kromozomal homoloji belirlenmeye çalışılmaktadır (Özdal-Kurt ve Koca, 2008; Öz-Aydın ve Dirmenci, 2004; Alpagut, 1992).

Böcek türlerinin sınıflandırılması çoğunlukla morfolojik özellikleri ve eşeysel organlarının yapıları kullanılarak yapılmaktadır. Fakat son yıllarda canlı habitatlarındaki bozulmalar, iklimsel değişiklikler ve çevre kirliliği gibi nedenler böceklerin morfolojik özelliklerinde fenotipik değişimlere neden olabilmektedir. Bu açıdan morfolojiye dayalı sınıflandırmanın sitogenetik ve karyotipik çalışmalar ile desteklenmesi son yıllarda özellikle önem kazanmıştır. Morfolojik karakterler çevresel faktörlerle değişime uğrayabilirken, kromozomlar daha sabit bir yapı göstermekte ve kalıtım materyalini taşıması bakımından, türler arasındaki değişimlerin gözlenmesinde temel oluşturmaktadır (Altunsoy, 2005).

Böcek kromozomları ile ilgili olarak ilk bilgi 19. yüzyılın sonunda yayımlanmıştır. Kromozom çalışmalarının böcek filogenisine uygulanmasının ilk örnekleri ise 1930-1950'li yıllara kadar dayanmaktadır. Her ne kadar klasik veya modern diğer yöntemler olsa da karyolojik yöntemler ve bulguları yerinde kullanıldığı zaman böcek taksonomisi için kendi özel uygulama alanına ve önemine sahiptir. Taksonomik karakter olarak karyotipik özelliklerin avantajları göz önünde bulundurulduğunda, kromozom çalışmalarının böcek taksonomisindeki uygulamaları da artmaktadır; yakın akraba formların ayırt edilmesi, böceklerin preimajinal safhalarının teşhisi, sibling türlerin belirlenmesi, karyotipik olarak farklı formlar arasındaki hibridizasyon durumlarının ortaya çıkarılması gibi. Geçmişte olduğu gibi yakın gelecekte de böcek karyolojisi yeni yöntem ve uygulama alanları ile muhtemelen daha da önem kazanacak ve bu alandaki çalışmalar artış gösterecektir. (Gokhman ve Kuznetsova, 2006).



Cerambycidae Latreille, 1802 familyası (Teke böcekleri) Coleoptera takımının tür sayısı bakımından çok büyük ve ekonomik öneme sahip familyalarından birisidir. Dünyada yaklaşık 40.000 civarında türü, 5.300'den fazla cinsi ile Coleoptera takımının yaklaşık %10'luk bir kısmını oluşturan familya deniz seviyeden 4.200 metreye kadar konakçı bitkilerinin bulunduğu her yerde geniş bir yayılış göstermektedir. Bu türlerin büyük bir kısmı tropik ve subtropik bölgelerde bulunmaktadır. Familyaya olan taksonomik ilgi geçen yüzyıldan sonra oldukça artmasına rağmen yeni taksonların tanımlanmasının son 10-20 yılda hız kazandığı görülmektedir. Cerambycidae familyası ile ilgili yapılan çalışmalarda tür, alt tür ve cins revizyonları ile tribus seviyesindeki karşılaştırmalı çalışmaları görmek mümkündür. Ancak familyanın büyük olması, tür ve cins seviyesinde yeni tanımlamaların yapılmaya devam edilmesinden dolayı familya birçok taksonomik probleme de konu olmaktadır. Daha çok larva ve ergin morfolojilerine göre yapılan sistematik çalışmalarında özellikle Cerambycidae alt familyalarının durumu hala tam bir netlik kazanmamıştır. Bununla birlikte Chrysomeloidea ve Cerambycoidea gibi farklı üst familyalar içinde değerlendirilen Cerambycidae familyası bu nedenlerden dolayı karyolojik çalışmaların katkısına oldukça ihtiyaç duyan bir familyadır. Fakat şimdiye kadar tanımlanan Cerambycidae türlerinin %1'den daha az bir kısmı karyolojik açıdan değerlendirilmiştir. Ülkemiz türleri de daha çok faunistik ve diğer taksonomik özellikleri açısından dikkate alındığından sitogenetik ve sitotaksonomik çalışmaları oldukça az ve yetersiz durumda kalmıştır (Wang, 2017; Şabanoğlu ve Sert, 2015; Slipinski ve Escalona, 2013; Tokhatyan ve Karagyan, 2013; Özdikmen ve Şahin, 2006; Martinez, 2000).

Hem üst sistematik hem de alt sistematik durumunun problemli olduğu ve karyolojisinin yeterli ya da tam olarak incelenmediği görülen Cerambycidae familyasının taksonomik ve sistematik çalışmalarına katkı sağlamak düşüncesi bu tez çalışması konusunun seçilmesinde etkili olmuştur. Bu nedenle de Türkiye'de yayılış gösteren bazı Cerambycidae türlerinin karyotip özelliklerinin bu kapsamda belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. BÖCEK KROMOZOMLARI

Böcek kromozomlarında yüksek organizasyonlu bitki ve hayvanların kromozomlarında görülen varyasyonların neredeyse tümü görülmektedir. Böcek kromozomları üzerinde çalışma yapmak ve özellikle eşey belirleme mekanizmalarını incelemek amacıyla çoğunlukla erkek mayozu tercih edilmektedir. Çünkü dişi böceklerdeki mayotik kromozomların hazırlanması zordur ve genelde partenogenez gibi özel durumlarda çalışılır. Otomozal kromozomlar genellikle, her bir ana setten bir tane olmak üzere, böceklerin diploid dokularında iki haploid set olarak bulunur. Hymenoptera ve Thysanoptera takımlarının hemen hemen bütün türlerinde ve Heteroptera ile Coleoptera'nın erkeklerin normal olarak haploid dişilerin ise diploid olduğu bazı türlerinde (yani döllenmemiş yumurtadan türeme, arrenotoki) görüldüğü gibi her iki eşeydeki diploidide önemli istisnai durumlar meydana gelir. Arrenotoki bütün hayvan türlerinin yaklaşık %20'sinin eşeyini belirler. Bu mekanizma, Avustralya karıncasının bir türü olan *Myrmecia croslandi* Taylor, 1991'nin partenogenetik olarak erkekten türeyen en düşük olası kromozom sayısına ( $n=1$ ) ulaşmasını imkân verir. Çoğu böcek takımlarında normal olarak, diğer birçok hayvan ve bitki gruplarında görülen primer boğum yapısı ile karakterize olan tek sentromerli monosentrik kromozomlar görülür. Holosentrik kromozomlar ise Heteroptera, Dermaptera, Mallophaga, Anoplura ve Lepidoptera takımlarında meydana gelir. Holosentrik kromozomlarda sentromerler, genellikle telomerlere kadar uzanmasa da hemen hemen kromozom uzunluğu kadar uzatılırlar (Resh ve Cardé, 2009).

B kromozomları, ekstra veya yardımcı kromozomlar, birçok bitki ve hayvanda görülür. B kromozomları bencil ve parazitik genetik elemanlar olarak değerlendirilirler ve kalıtsal olarak Mendel kurallarına uymazlar. Bunların birçoğu mayoz ve/veya mitozda, oluşum sıklıklarındaki artışa ve doğal popülasyonlardaki B kromozomu polimorfizmlerinin oluşumuna sebep olacak birikimlerinin meydana gelmesine imkân sağlayacak yüksek iletim oranına sahiptirler. Yakın zamanda yapılan çalışmaların büyük bir bölümü, B kromozomlarının böceklerde oldukça

yaygın olduğunu göstermektedir. Daha çok sitogenetik olarak incelenen taksonomik gruplarda tanımlanmışlardır. Bununla birlikte, B kromozomları incelenen tüm bireylerde veya popülasyonlarda bazı türlerin kromozom sayıları detaylı olarak incelenmemiş olabileceğinden bulunmayabilir (Maryanska-Nadachowska, 2004).

## 2.2. COLEOPTERA KROMOZOMLARI

Coleoptera karyotiplerinin, taksonomistler tarafından uzun bir kullanım öyküsü vardır. Stevens (1905), bir Coleoptera türü olan *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758'un karyotip analizini yaparak eşey belirlemede kromozomların rolüne ilişkin ilk ampirik bulgusunu keşfetmiştir. Araştırmacı çalışmalarına 44 farklı Coleoptera türüyle devam ederek sonuçta heterokromozomların varlığını göstermiştir. Günümüzde bu heterokromozomların X ve Y kromozomları olduğu ve onun da vardığı sonuç gibi gerçekten bu kromozomların eşeylerin belirlenmesinde kullanıldığı artık bilinmektedir (Blackmon, 2014).

Bu erken başlangıca karşın, Coleoptera sitogenetiği alanında XX. yüzyılın ikinci yarısına kadar ilerleme kaydedilmemiştir. 1950'lerin başında Smith, Suomalainen, Takenouchi, Virkki ve Lanier gibi araştırmacıların sayılarının artması ile dikkatler Coleoptera'daki karyotip evrimi ve sitotaksonomi alanlarına yönelmiştir. Adı geçen bilim adamları ve diğer çalışanlar 1975 yılına kadar binlerce türün karyotiplerini incelemişlerdir. Coleoptera sitogenetiği ile ilgili yapılan bu çalışmalar Stanley G. Smith tarafından büyük oranda toparlanmış ve tamamlanmıştır. Buna karşın, kendisi 1976 yılında vefat etmiş ve bu çalışmalarının yayımlandığını görememiştir. İş arkadaşı Nilo Virkki, Smith'in daha önce yayımlanmamış çalışmalarının birçoğunu toplayarak 1978 yılında "Hayvan Sitogenetiği" serileri adı ile basılmasını sağlamıştır. Bu yayınlar, 1976 yılından önce Coleoptera türleri hakkındaki 2160 karyotipin bir listesini kapsamaktadır (Blackmon, 2014).

Coleoptera'daki üreme şekli biseksüel veya partenogenetiktir. Üç tür partenogenez ile karşılaşmıştır (Smith ve Virkki, 1978):

- a. Arrenotoki (haplo-diploid ile eşey belirleme),
- b. Deuterotoki (partenogenetik olarak her iki eşeyin üremesi),
- c. Telitoki (partenogenetik olarak sadece dişilerin üremesi).

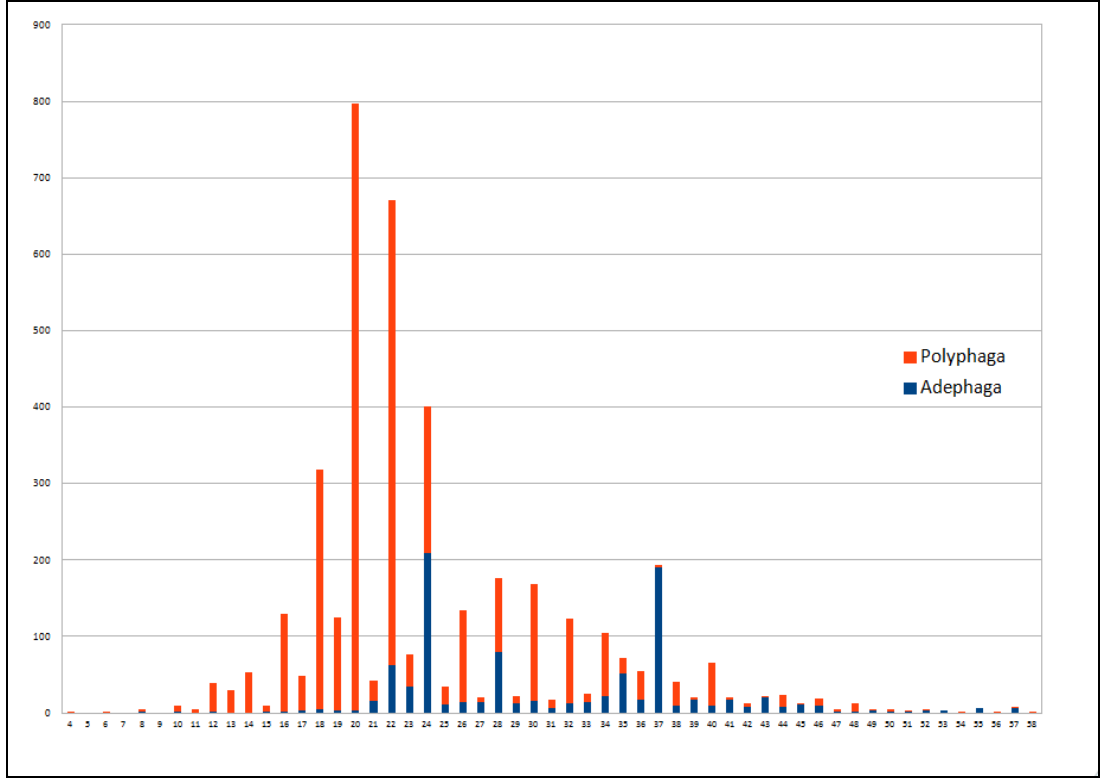
Partenogenetik coleopterler haploid, diploid veya poliploid olabilirken biseksüel coleopterler diploiddirler (Smith ve Virkki, 1978).

Coleoptera karyotipleri genel olarak testislerden ezme yöntemi ile elde edilir fakat karyotipin değerlendirilmesi gruba özgü olarak yapılır. Örneğin, yaygın bir karyotip “9+Xy<sub>p</sub>”dir. Bu karyotip mayoformül olarak adlandırılır ve 9 otozom ile mayoz bölünme sırasında X’ten uzak duran küçük bir Y kromozomundan oluşan XY eşey belirleme sistemini ortaya koyar. Birçok organizma içinde, kromozomların gametlere ayrımı paternal ve maternal kromozomların bir diğeri ile çift olması ve birbirleri arasında genetik bilgi değişimini birleştiren bir eşleşmeyi gerektirir. Bu süreç genetik çeşitliliği artırır (Blackmon, 2014).

Coleoptera gibi büyük bir grup içinde beklendiği üzere karyotipik varyasyon geniştir (Şekil 2.1) (Smith ve Virkki, 1978). En düşük diploid kromozom sayısı bir Elateridae türü olan *Chalcolepidius zonatus* Eschscholtz, 1829 (2n=4)’ta bulunmaktadır. En yüksek diploid kromozom sayısı ise bir Carabidae türü olan *Dixus capito obscuroides* Paulino d'Oliveira, 1876 (2n=69)’ta bulunmaktadır. Buna karşın, aynı soydan gelen canlılar arasında mevcut kromozom sayılarındaki varyasyon miktarı oldukça heterojendir. Örneğin; Scarabaeidae gibi bazı familyalar dikkat çekici ölçüde çok küçük oranda kromozomal varyasyon gösterirler. Bu gruptaki türlerin otozom sayısı çoğunlukla 9 (incelenen 430 türün %73’ünde) olmakla birlikte 3’ten 17’ye kadar dağılım göstermektedir. Chrysomelidae gibi diğeri bir grupta ise otozom sayısı 3’ten 31’e kadar çeşitlilik gösterirken en yaygın kromozom sayısı çalışılan 886 türün sadece %16’sında görülen 11’dir (Blackmon ve Demuth, 2015; Blackmon, 2014).

Coleoptera takımı içerisinde en sık ve yaygın olan kromozom sayısı  $2n=20$ 'dir ve bu takımın atasal karyotipi olarak kabul edilmektedir. Yakın ilişkili türler arasından elde edilen karyotiplere dayanarak, Coleoptera'nın evriminde en az beş çeşit kromozom değişikliğinin söz konusu olduğu görülmüştür (Smith ve Virkki, 1978):






- a. Sentrik füzyonlar ve fizyonlar,
- b. Perisentrik inversiyonlar,
- c. Poliploidi,
- d. Y kromozomunun erozyonu ve yer değiştirmesi,
- e. Heterokromatik kolların büyümesi.



Şekil 2.1. Coleoptera'da erkek diploid kromozom sayılarının dağılımı (Blackmon ve Demuth, 2015; Blackmon, 2014; Smith ve Virkki, 1978)

Coleoptera sitogenetiği üzerinde yapılan çalışmalar sadece otozom sayısı ve eşey kromozom sistemlerinin belirlenmesi açısından değil ayrıca mayoz sırasında eşey kromozomlarının davranışları hakkında da bilgi edinilmesini sağlamaktadır (Tablo 2.1; Tablo 2.2.) (Blackmon ve Demuth, 2015).

Tablo 2.1. Coleoptera'daki en yaygın eşey kromozom sistemleri (Blackmon ve Demuth, 2015; Blackmon, 2014; Smith ve Virkki, 1978)

EBS	Açıklama	Şekil
XY	Mayoz bölünme sırasında X ve Y yeniden şekillenen bazı alan(lar)a sahiptir.	
Xy	X ve Y mayoz bölünme sırasında yeniden şekillenen bazı alan(lar)a sahiptir ve Y belirgin biçimde X'ten küçüktür.	
NeoXY	X ve Y mayoz bölünme sırasında yeniden şekillenen bazı alan(lar)a sahiptir ve eşey kromozomları yakın ilişkili türlerden çok daha büyüktür. Yazarlar eşey kromozomlarının bir otozomal kromozomla birleştiğine inandıklarında bu dip notu kullanırlar.	
Xy <sub>p</sub> , Xy <sub>r</sub> , Xy <sub>c</sub>	X ve Y kromozomları mayoz bölünme sırasında yeniden şekillenmezler; tam tersi biçimde birbirlerinden ayrılırlar (yani uzak eşleşme). Alttaki simge mayoz bölünme sırasındaki eşey kromozomlarının oryantasyonuna işaret eder. Örneğin, alt simge p Y kromozomunun noktacık şeklinde gösterir ve mayoz bölünme sırasında daha büyük olan X kromozomundan kalan bir parça gibi gözüktür (paraşütten sallanan bir ağırlık gibi).	
XO	Y kromozomu kaybolmuştur ve erkekler eşleşmemiş X'e sahiptir.	

Tablo 2.2. Coleoptera'daki eşey kromozom sistemlerinin dağılımı (Blackmon ve Demuth, 2015; Blackmon, 2014; Smith ve Virkki, 1978)

	XO	XY	Xy <sub>p</sub>	NeoXY	Diğerleri
Polyphaga	305	508	1883	179	283
Adephaga	422	388	8	20	122

Not: Eşey kromozomları içeren 4.118 kayıt dikkate alınmıştır.

### 2.3. CERAMBYCIDAE FAMILİYASI

Teke böcekleri olarak da adlandırılan Cerambycidae familyası Coleoptera takımı içerisindeki en geniş familyalardan biridir. Bilinen Coleoptera takımı türlerinin hemen hemen %10'unu teşkil eder ve Coleoptera'nın en büyük en önemli gruplarından birisidir. Cerambycidae familyası, Chrysomelidae ve Bruchidae ile beraber Chrysomeloidea üst familyası içerisinde bulunmaktadır. Ancak bazı yazarlara göre Cerambycoidea, Chrysomeloidea üst familyasından ayrı bir üst familya olarak da tanımlanmaktadır. Familyasının dünya genelinde yayılış gösteren yaklaşık 20,000-40,000 arasında türe sahip olduğu belirtilmiştir. Büyük kısmı tropik ve subtropik bölgelerde bulunan bu türlerden yaklaşık 2,500 türün Palearktik bölgede bulunduğu tespit edilmiştir. Zoocoğrafik olarak Palearktik bölgede yer alan ülkemizde ise 584 Cerambycidae türü bulunmaktadır ve bunlardan 180 tanesi Türkiye'ye endemiktir (Şabanoğlu, 2013).

Cerambycidae türlerinde çok çeşitli biçim, renk ve desenlenmeler görmek mümkündür. Familyanın en belirgin ayırt edici özelliği genellikle vücut uzunluğuna eş ya da vücut boyunu geçer uzunlukta antenlere sahip olmalarıdır. Vücut büyüklükleri türlere göre çok çeşitlilik gösterebilir. Cerambycidae familyası 2.5 mm gibi küçük türler ile 17 cm'ye yakın büyüklükteki (ki bu türler tüm böcekler içerisindeki en büyük türlerdir) tropikal türleri içermektedir. Cerambycidae bireylerinin diğer böcek gruplarını taklit etmesi familya içerisinde oldukça sık rastlanan bir durumdur. Örneğin, Clytini, Lepturini ve Necydalini tribüslerine ait bazı türler, yaban arılarına (Vespidae) büyük biçimde benzerlik gösterirler (Şabanoğlu, 2013).

Cerambycidae, Coleoptera takımının, Polyphaga alt takımında diğer iki familya (Chrysomelidae ve Bruchidae) ile birlikte Chrysomeloidea ve Cerambycoidea gibi değişik üst familyalar altında incelenmiştir. Bu üç familyanın belli başlı ortak özellikleri; tarsusun pseudotetramer (yalancı 4 segmentli) ya da cryptopentamer (gizli 5 segmentli) oluşu, antenlerin filiform yapısı ve hepsinin hem larval hem de ergin evrede bitkilerle beslenmesidir (Gül-Zümreoğlu, 1975).

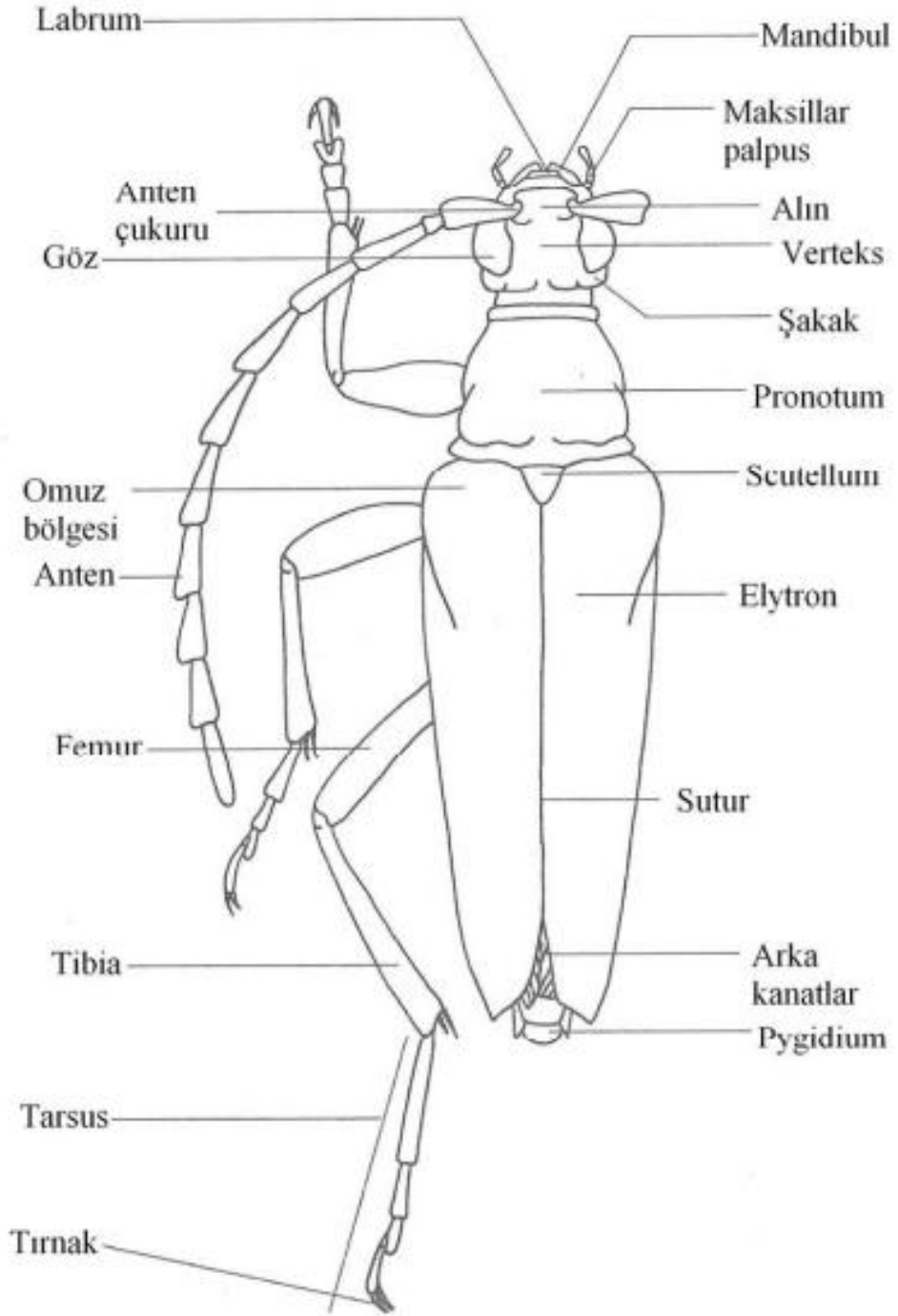
Özdikmen (2012b)'e göre, familyanın günümüzde kabul edilen sistematik durumu şöyledir:

Alem : Animalia  
Şube : Arthropoda  
Sınıf : Insecta  
Takım : Coleoptera  
Alt takım : Polyphaga  
Üst familya : Cerambycoidea  
Familya : Cerambycidae

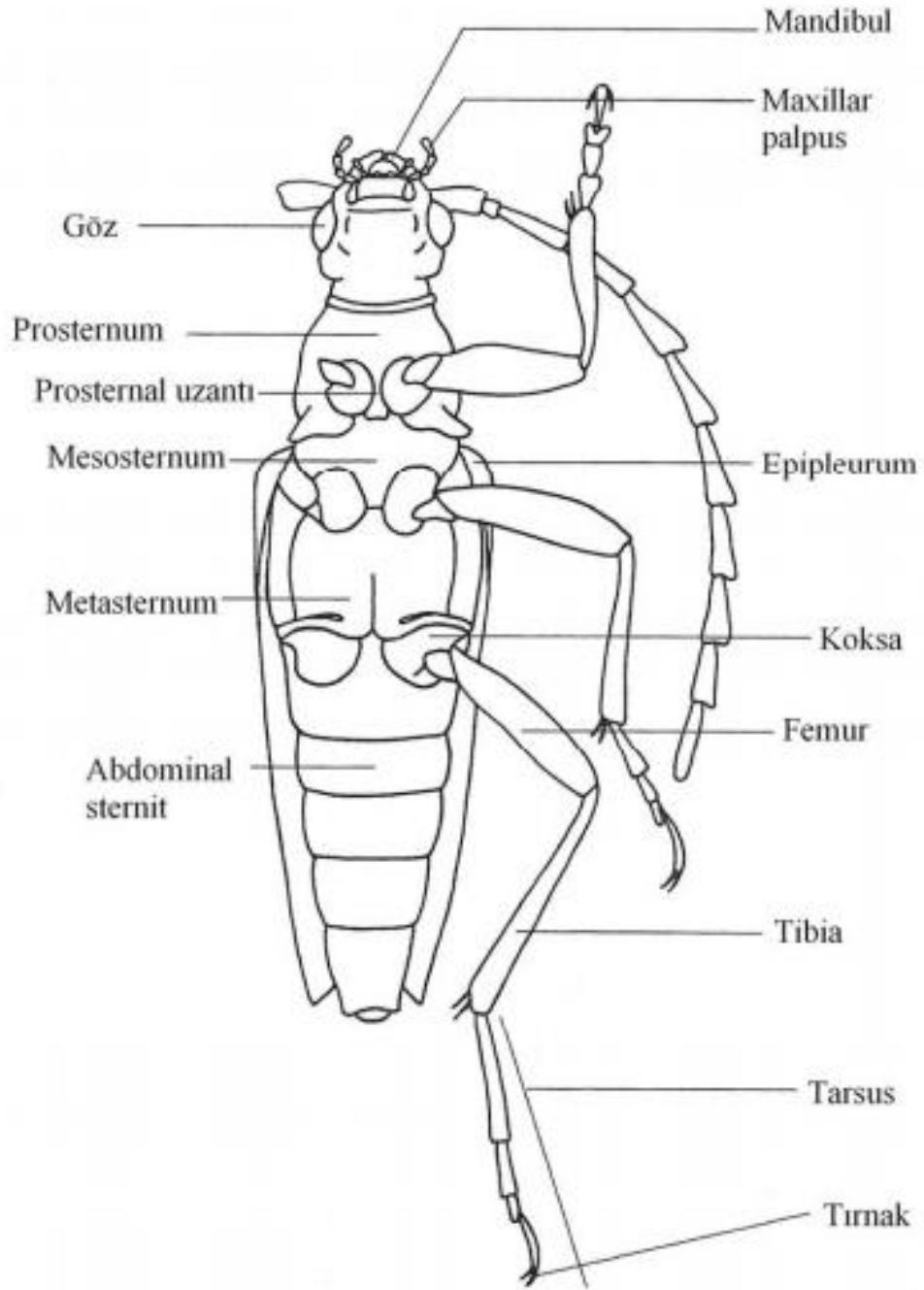
Özdikmen, 2012b'ye göre, Cerambycoidea üst familyası Türkiye için iki familya on iki alt familya olarak aşağıdaki şekilde düzenlenmiştir;

Üst familya : Cerambycoidea Latreille, 1802  
Familya : Vesperidae Mulsant, 1839  
Alt familya : Vesperinae Mulsant, 1839  
Familya : Cerambycidae Latreille, 1802  
Alt familya : Prioninae Latreille, 1802  
Alt familya : Lepturinae Latreille, 1802  
Alt familya : Necydalinae Latreille, 1825  
Alt familya : Aseminae Thomson, 1861  
Alt familya : Saphaninae Gistel, 1848  
Alt familya : Spondylidinae Audinet-Serville, 1832  
Alt familya : Dorcasominae Lacordaire, 1868  
Alt familya : Cerambycinae Latreille, 1802  
Alt familya : Stenopterinae Gistel, 1848  
Alt familya : Dorcadioninae Swainson, 1840  
Alt familya: : Lamiinae Latreille, 1825





Şekil 2.2. Cerambycidae familyasına ait bir bireyin dorsal görünüşü (Bense, 1995)



Şekil 2.3. Cerambycidae familyasına ait bir bireyin ventral görünüşü (Bense, 1995)

## 2.4. CERAMBYCIDAE KROMOZOMLARI

Cerambycidae familyasının tanımlanmış türlerinin %1'den daha az bir kısmının kromozom özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda familyadan 8 altfamilyaya ait 115 cinsin içerisindeki yaklaşık 200 tür ve alttürün karyolojik bilgileri sunulmuştur (Karagyan ve Kalashian, 2016; Tokhatyan ve Karagyan, 2013):

- a. Vesperinae (1 tür),
- b. Anoplodermatinae (1 tür),
- c. Disteniinae (1 tür),
- d. Prioninae (12 tür, 9 cins),
- e. Lepturinae (14 tür, 9 cins),
- f. Spondylidinae (15 tür, 12 cins),
- g. Cerambycinae (40 tür, 33 cins)
- h. Lamiinae (117 tür, 49 cins).

Cerambycidae familyasındaki en düşük kromozom sayısı Cerambyciene altfamilyasına ait *Plocaederus obesus* Gahan, 1906 türünde  $2n=10$  olarak tespit edilmiştir. Familyaya ait en yüksek kromozom sayısı ise Vesperinae altfamilyasına ait *Vesperus xatarti* Mulsant, 1839 türünde  $2n=53♂$ ,  $54♀$  olarak kaydedilmiştir. Cerambycidae familyasına ait kaydedilen diploid kromozom sayıları 12, 14, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36 ve 54 arasında kayda değer bir çeşitlilik göstermektedir. Bunlar arasında en yaygın diploid kromozom sayısı  $2n=20$  olarak gözlenmiştir. Bu sayı 6 altfamilyadan 58 cinse ait 101 türde belirlenmiştir (Karagyan ve Kalashian, 2016; Tokhatyan ve Karagyan, 2013):

- a. Disteniinae (1 tür),
- b. Prioninae (1 tür),
- c. Lepturinae (10 tür, 6 cins),
- d. Spondylidinae (8 tür, 8 cins),
- e. Cerambycinae (22 tür, 18 cins)
- f. Lamiinae (59 tür, 24 cins).

X0, Xy, XY, Xy<sub>p</sub> ve çoklu eşey kromozomları gibi erkek eşey kromozom sistemleri yaklaşık 160 Cerambycidae türünde tespit edilmiştir. Xy<sub>p</sub> diğer ifadeyle paraşüt tip eşey kromozom sistemi bunlar arasında en yaygın olanıdır ve şimdiye kadar 6 altfamilyaya ait 84 cins içerisindeki 135 türde tespit edilmiştir (Karagyan ve Kalashian, 2016; Tokhatyan ve Karagyan, 2013):

- a. Anoplodermatinae (1 tür),
- b. Prioninae (6 tür, 5 cins),
- c. Lepturinae (3 tür, 2 cins),
- d. Spondylidinae (14 tür, 12 cins),
- e. Cerambycinae (24 tür, 21 cins)
- f. Lamiinae (87 tür, 43 cins).

Genel bir yargı olarak,  $2n=20 (18+Xy_p)$  karyotipinin Polyphaga alttakımı için dahası bütün Coleoptera takımı için atasal karyotip olduğu kabul edilmektedir. Fakat bu çıkarımı Cerambycidae familyası için yapmak şu an için tamamiyle doğru olmasa da bu karyotip şimdiye kadar karyolojik olarak çalışılmış 4 altfamilyadan 75 cerambycid türünde belirlenmiştir (Karagyan ve Kalashian, 2016; Tokhatyan ve Karagyan, 2013):

- a. Lepturinae (2 tür, 1 cins),
- b. Spondylidinae (8 tür, 8 cins),
- c. Cerambycinae (14 tür, 12 cins)
- d. Lamiinae (51 tür, 23 cins)

Cerambycidae familyası üzerinde yapılan karyolojik çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

Karagyan ve Kalashian (2016), Cerambycidae familyasından 4 türün karyolojik incelemelerinde: *Anoplistes aghababiani* Danilevsky'nin  $2n_{\text{♂}}=28$  ( $26+Xy_p$ ), *Oberea erythrocephala* (Schrank, 1776)'nin  $2n_{\text{♂}}=20$  ( $18+Xy_p$ ), *Agapanthia kirbyi* (Gyllenhal, 1817)'nin  $2n_{\text{♂}}=20$  ( $18+Xy_p$ ) ve *Dorcadion seminudum* Kraatz, 1873'un  $2n_{\text{♂}}=24$  ( $22+Xy_p$ ) kromozom formüllerine sahip olduklarını göstermiştir.

Tokhatyan ve Karagyan (2013), *Agapanthia persicola* Reitter, 1894'nin erkek mayotik karyotipini  $2n=20$  ( $18+Xy_p$ ) olarak tanımlamıştır.

Dutrillaux ve Dutrillaux (2014), *Monochamus* Dejean, 1821 cinsine ait 4 türün mitotik ve mayotik C-bantlı kromozomlarını incelemiş, karşılaştırmış ve kromozom evrimi açısından değerlendirmiştir. Bu türler; Palearktık bölgeden *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787) ( $2n=24$ ) ile *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758) ( $2n=20$ ) ve Nearktık bölgeden *Monochamus scutellatus* (Say, 1824) ( $2n=21$ ) ile *Monochamus notatus* (Drury, 1773) ( $2n=21$ )'dur.

Giannoulis ve ark. (2014), Karayip adalarından Prioninae altfamilyasına ait 4 nadir türün kromozom analizlerini gerçekleştirmiş ve çalışılan türlerin hepsinin 26, XY karyotipine sahip olduklarını gözlemiştir. Bu türler; Solenopteri tribusuna ait *Solenoptera canaliculata* (Fabricius, 1787), *Solenoptera quadrilineata* (Oliver, 1795), *Solenoptera touroulti* Dalens & Delahaye, 2007 ve Mallodontini tribusuna ait *Hovorodon maxillosum* (Drury, 1773)'dur.

Li-Juan ve ark. (2013), *Batocera lineolata* Chevrolat, 1852, *Apriona germari* (Hope, 1831), *Olenecamptus cretaceus marginatus* Schwarzer, 1921 ve *Olenecamptus octopustulatus chinensis* Dillon & Dillon, 1948'den oluşan 4 Cerambycidae türünün karyotiplerini karşılaştırmış ve hepsinin kromozom sayısının  $2n=20$  ve eşey belirleme sistemlerinin ise  $Xy_p$  olduğunu göstermiştir.

Wei ve ark. (2013), Cerambycidae familyasının 3 altfamilyasından 9 tribusa ait 20 türün karyotip özelliklerini tanımlamış ve bu 20 tür içerisinde en yaygın sonuç olarak diploid kromozom sayısını  $2n=20$ , eşey belirme sistemini ise  $Xy_p$  olarak tespit etmiştir.

Dascălu ve Fusu (2012), *Dorcadion axillare* Küster, 1847 türüne ait *Dorcadion axillare moldavicum* Dascalu & Fusu, 2012 ismi ile yeni bir alttür tanımlamıştır. Alttürün tanımlanmasında yayılış ve morfometri özellikleri ile beraber karyotip incelemesini de yaparak diploid kromozom sayısını  $2n=24$  olarak bildirmiştir.

Ping ve ark. (2010), *Monochamus alternatus* Hope, 1843 ve *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1854) türlerinin karyotiplerini incelemiş ve sonuç olarak 2 tür için de kromozom sayısını  $2n=20$  ve eşey belirleme sistemini  $Xy_p$  olarak tespit etmiştir.

Dutrillaux ve ark. (2007), Vesperinae altfamilyasına ait *Vesperus xatarti* Mulsant, 1839 türünün familyaya ait tespit edilen yaygın kromozom sayılarından farklı olarak  $2n_{\text{♂}}=53$  ve  $2n_{\text{♀}}=54$  sayıda kromozom içerdiğini gözlemlemiştir.

Cesari ve ark. (2004), *Monochamus* Dejean, 1821 cinsine ait türlerin moleküler ve karyolojik bilgilerine dayalı taksonomik ve filogenetik değerlendirmelerini yapmıştır. Karyolojik verilerde, *Monochamus saltuarius* (Gebler, 1830)'un  $2n=20$  ( $9+Xy_p$ ), *Monochamus galloprovincialis galloprovincialis* (Olivier, 1795)'un  $2n=22$  ( $10+Xy_p$ ), *Monochamus galloprovincialis pistor* (Germar, 1818)'un  $2n=22$  ( $10+Xy_p$ ) ve *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787)'un  $2n=24$  ( $11+Xy_p$ ) sayıda kromozoma sahip oldukları rapor edilmiştir.

Rozek ve ark. (2004), 8 familyaya ait toplam 32 Coleoptera türünün kromozomlarının incelendiği çalışmada Cerambycidae familyasından *Agapanthia villosviridescens* (De Geer, 1775), *Oberea oculata* (Linnaeus, 1758) ve *Phytoecia nigricornis* (Fabricius, 1781) türlerinin  $2n=20$  ( $9+Xy_p$ ) sayıda kromozoma sahip olduklarını bildirmiştir.

Holecová ve ark. (2002), 3 familyaya ait toplam 6 Coleoptera türünün karyolojik incelemelerinin yapıldığı çalışmada Cerambycidae familyasından *Agapanthia walteri* Reitter, 1898 ve *Agapanthia korostelevi* Danilevsky, 1985 türlerinin  $2n=20 (9+Xy_p)$  sayıda kromozoma sahip olduklarını göstermiştir.

Ferreira ve ark. (1993), Cerambycinae altfamilyasından 7, Lamiinae altfamilyasından 8 ve Prioninae altfamilyasından 1 olmak üzere toplam 16 Cerambycidae türünün sitogenetik incelemesinin yapıldığı çalışmada sadece 2 Cerambyciene ve 1 Lamiinae türünün temel Polyphaga karyotipine ( $9+Xy_p$ ), geri kalanların ise bu temel karyotipten sentrik füzyon ve fizyonlar sonucu oluşmuş farklı karyotiplere sahip olduklarını gözlemlemiştir.

Kido ve Saitoh (1987), Lamiinae altfamilyasından *Xenicotela pardalina* (Bates, 1884) türünün erkek bireyinin eşey hücrelerinde B kromozomlarının varlığını tespit etmiştir.

Galán ve ark. (1981), *Agapanthia asphodeli* (Latreille, 1804)'nin kromozom formülünü  $2n_{\text{♂}}=20 (9AA+XY)$  ve  $2n_{\text{♀}}=20 (9AA+XX)$  olarak bildirmiştir.

Kudoh ve ark. (1972), Lamiinae altfamilyasından 5 türün kromozom analizlerini yaparak sonuçları şu şekilde rapor etmiştir: *Mesosa senilis* Bates, 1884  $2n=20 (9+Xy_p)$ , *Pterolophia caudata* (Bates, 1873)  $2n=20 (9+Xy_p)$ , *Pterolophia leiopoda* n=10, *Exocentrus lineatus* Bates, 1873 n=13 ve *Exocentrus galloisi* (Matsushita, 1933) n=11.

Teppner (1968), Lepturinae altfamilyasından 8, Aseminae altfamilyasından 4, Lamiinae altfamilyasından 10 ve Cerambycinae altfamilyasından 3 tür olmak üzere toplam 25 Cerambycidae türünün kromozom incelemelerini gerçekleştirmiştir.

Teppner (1966), Lepturinae altfamilyasından 1, Aseminae altfamilyasından 3, Lamiinae altfamilyasından 10 ve Cerambycinae altfamilyasından 6 tür olmak üzere toplam 20 Cerambycidae türünü karyolojik özellikleri açısından incelemiştir.

## 2.5. BÖCEKLERDE TAKSONOMİK KARAKTER OLARAK KROMOZOMLARIN KULLANILMASI

### 2.5.1. Taksonomik Karakterler

Böceklerin teşhis edilmesi özellikle dört faktör nedeniyle güçleşir (Okiwelu ve Noutcha, 2014):

- a. Çok sayıda farklı tür olması,
- b. Birçok böcek küçüktür ve karakterleri görmek zordur,
- c. Çok sayıda böcek tam olarak bilinmemektedir, çoğu hakkında bilimsel isimlerinden başka çok az biyolojik bilgi bulunmaktadır,
- d. Böcekler yaşam döngülerinde farklı evrelere sahiptirler ve bunlardan sadece bir evreye rastgelinebilir.

Böcekleri tanımlama ve sınıflandırma çalışmalarında geleneksel morfolojik taksonomi genellikle başarılı olsa da bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır. Diğer disiplinlerin kullanımı tanımlamayı önemli ölçüde hızlandırır ve türleşmedeki süreçleri anlamamıza katkı sağlar (Okiwelu ve Noutcha, 2014).

Teknolojinin gelişimi hem morfolojik çalışmaların kapsamını genişletmiş hem de sitotaksonomi, genetik, embriyoloji, anatomi ve kemotaksonomi gibi yan bilimlerin ortaya çıkmasını mümkün kılmıştır. Bu sayede kullanılan yeni yöntemlerle yeni birçok taksonomik karakter ortaya konulmuştur. Bütün bu yenilikler böcek sınıflandırmasında önemli gelişmelere kapı açılmasına olanak sağlamıştır (Hedberg, 1997). Bu sayede taksonomistler her bir böcek grubu için taksonomik karakterlerden en uygun olanını seçip buna odaklanabilme imkanı bulmuştur (Padial ve ark., 2010).



Taksonomik karakterler tür tanımlanmasında kanıt olarak kullanılan organizmal özelliklerdir (Padial ve ark., 2010). Bu karakterler;

a. Gösterdikleri biyokimyasal, moleküler, morfolojik, davranışsal veya ekolojik özelliklerine göre biyolojik organizasyonun seviyesi ile sınıflandırılabilir,

b. Kesintili veya sürekli olan varyasyonu tanımlamada kalitatif veya kantitatif olabilir,

c. Evreleri sabitlemiş olabilir (karşılaştırılan her bir türün ve popülasyonun bütün bireylerinde benzersiz bir evre vardır); veya tür içinde farklı sıklıklara yayılan evreleri ile tür içerisinde polimorfik olabilirler,

d. Taksonomi için en önemli olan ve sıklıkla gözmezden gelen ise karakterleri şekillendiren evrim süreçleri (eşeyssel veya doğal seleksiyon, veya genetik sapma) ve türleşme sürecinde oynadıkları rollerin kullanılarak karakterlerin sınıflandırılmasıdır (Padial ve ark., 2010).

Taksonomik karakterler taksonlar arasındaki ilişkiyi gösteren kanıt sağlar. Taksonomistler tarafından iki taksonun daha fazla karakterinin ortak ve daha çok benzer olma durumu görüldükçe bu taksonların daha yakın ilişkili olduğu düşünülür. Hâlbuki taksonomik uygulamalarda taksonlar arasındaki farklılıkları aramak aslında daha yararlıdır. Bir taksonomik karakterin tanımı “bir taksonun bir üyesinin farklı olduğu veya başka bir taksonun bir üyesinden farklı olabileceği herhangi bir özellik” şeklinde ifade edilebilir. İki birey arasındaki herhangi bir fark bir karakterdir ancak tüm karakterler taksonomik amaçlar için kullanışlı değildir. Kullanışlı karakterlerin nerede bulunacağı ve bunların özelliklerini tayin etmeyi bilmek sadece iyi bir teorik bilgi değil aynı zamanda deneyim de ister ki bu da bir taksonomistin en önemli becerisidir. Taksonomik bir karakteri “bir organizmanın herhangi bir özelliği” olarak tanımlamak yanlıştır. Bu nedenle taksonlar arasındaki herhangi bir farklılık taksonomik karakter olarak düşünülmez. Aynı popülasyondaki bireyleri farklı kılan eşey, yaş sınıflandırmaları ve diğer polimorfizmler arasındaki farklar taksonomik karakter olarak değerlendirilmez. Buna karşın, farklı türlerin benzer grupları arasındaki farklar taksonomik karakterlerdir (Mayr ve Ashlock, 1991).

Bir böceğin hemen hemen her özelliği (bu özellik eğer başka bir taksonun üyelerindeki eşdeğer özellikten farklılık gösteriyorsa) bir taksonomik karakter olarak yararlı olabilir. Böceklerin her grubunda farklı taksonomik karakterler mevcuttur (Tablo 2.3) (Mayr ve Ashlock, 1991).

Tablo 2.3. Taksonomik karakterler (Mayr ve Ashlock, 1991)

Morfolojik karakterler	Karyoloji ve diğer sitolojik farklılıklar
	Genel dış morfoloji
	İç morfoloji (anatomi)
	Özel yapılar (örneğin genital)
	Embriyoloji
Fizyolojik karakterler	Metabolik faktörler
	Vücut salgıları
	Gen sterilite faktörleri
Moleküler karakterler	İmmünojenik distans
	Electroforetik farklılıklar
	Proteinlerin aminosit sekansları
	DNA hibridizasyon
	DNA ve RNA sekansları
	Restriksiyon endonükleaz analizleri
	Diğer moleküler farklılıklar
Davranışsal karakterler	Kur ve diğer davranış izolasyon mekanizmaları
	Diğer davranış özellikleri
Ekolojik karakterler	Habitat ve konaklar
	Besin
	Mevsimsel değişiklikler
	Parazitler
	Konak reaksiyonları
Coğrafik karakterler	Genel biyocoğrafik yayılım özellikleri
	Popülasyonların simpatrik-allopatrik ilişkileri

### 2.5.2. Karyolojik Karakterler

Taksonomistler, belirli bir taksonun biyolojik özelliklerinin belirlenmesinde farklı taksonomik karakterlere başvurmaya ihtiyaç duyarlar (Padial ve ark., 2010). Bir türün fenotipinin bir karakteri; kromozom sayısı, kromozom büyüklüğü ve morfolojisi ile birçok böcek grubunda görülen eşey kromozom sistemleri gibi farklı özelliklerle tanımlanan karyotipidir. Bir türün karyotipi genellikle sabittir ve bu nedenle morfolojik bir özellik gibi taksonomik amaçlar için kesin bir karakter olarak kullanılabilir (Petitpierre, 1997).

Karyotipik karakterler son yüzyılın ilk yarısından bu yana taksonomik çalışmalarda kullanılmaktadır (Marinho ve ark., 2014). Kromozomlar ilk olarak İsviçreli botanikçi Nageli tarafından 1840'larda bitki hücrelerinin çekirdeklerinde iplik benzeri yapılar şeklinde gözlenmiş ve "geçici sitoblastlar" olarak adlandırılmışlardır. Daha sonra 1888 yılında bu yapıları daha belirgin hale getirmek için renklendirme teknikleri geliştirildikten sonra Waldeyer bu yapılar için "kromozom" terimini ilk defa kullanmıştır (Chromos = Yunancada renk; soma = Yunancada beden anlamına gelmektedir) (Kannan ve Alwi, 2009).

Karyolojik çalışmalar kromozomların yapı ve özelliklerini, büyüme ve gelişme süresince somatik hücre bölünmesi (mitoz) ile üreme sürecindeki eşey hücresi bölünmesi (mayoz) sırasındaki davranışlarını ve ayrıca fenotipe olan etkilerini esas olarak temel alır. Bu çalışmalar aynı zamanda kromozom değişikliklerine neden olan faktörlerin araştırılmasını da kapsar (Kannan ve Alwi, 2009). Bu şekilde gerçekleştirilen karyolojik çalışmalar tür ayrımının yapılması ve popülasyon özelliklerinin incelenmesine olanak sağlar. Kromozom sayımı ve analizlerini içeren karyolojik incelemeler taksonomik değerlendirmelere katkı sağlayan karyotip çeşitlilik çalışmalarına olanak sağlayan hızlı, basit ve ucuz araçlardır (Marinho ve ark., 2014).

Erken sitogenetikçilerin en sık kullandığı taksonomik karakter kromozom sayısıdır. O zamandan beri, türler arasındaki akrabalık derecelerinin belirlenmesinde kullanılacak diğer kromozom özellikleri de keşfedilmiştir (Tablo 2.4). Böcek türleri ve daha yüksek taksonları arasındaki farklılıklar parasentrik inversiyon, perisentrik inversiyon, translokasyon, Robertsonian değişiklikler, eşey belirleme mekanizmaları, difüz veya konsantre heterokromatin varlığı ve süpernümerik kromozomların varlığı gibi çok sayıdaki kromozom olayıyla meydana gelebilir. Kromozomların ince yapısı, G bantları, C bantları veya Q bantlarını gösteren uygun boyama yöntemleri ile ortaya çıkarılabilir. Kromozomlarla ilgili daha detaylı bilgi veren bu bantlama yöntemleri taksonlar arası ilişkiler hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Berendsohn ve ark, 1997; Mayr ve Ashlock, 1991).

Tablo 2.4. Taksonomide kullanılan karyolojik karakterler (Berendsohn ve ark, 1997)

1	Kromozom sayısı, varyasyonu ve bu varyasyonun önemi	7	Karyotip asimetrisi
2	Kromozom boyutu	8	Mayoz bölünmede kromozom eşleşmesi
3	Kromozom morfolojisi	9	Kiazmaların sayısı ve pozisyonu, kiazma frekansı
4	Sentromerik indeksler	10	DNA miktarı
5	Satellitlerin varlığı/yokluğu ve pozisyonları	11	Çekirdekçik sayısı
6	Kromozom boyunca kromatin yayılımı	12	Çekirdek yapısı ve çekirdek inklüzyonları

Kromozomlar özellikle iki farklı seviyede yararlıdır. Daha alt seviyede, yakın akraba türlerin karşılaştırılmasına yardımcı olurlar. Sibling türler, üreme olarak izole olmuş ancak morfolojik olarak özdeş olan ya da hemen hemen birbirine yakın olan tür grubudur. Sibling türlerin kromozomları genellikle dış morfolojik özelliklerine nazaran çok daha farklıdır. Yüksek taksonlarda ise, kromozomal özellikler filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde son derece önem taşır. Çoğu kromozomal değişiklikler benzersiz olaylardır ve bir kere yeni bir kromozomal özellik meydana gelirse bu atasal popülasyonun tüm geçmişinin karakterini barındırır. Eşey tayininde meydana gelen değişiklikler, füzyon, fizyon veya translokasyonlar yoluyla kromozomların ve sentromerlerin yeniden düzenlenmeleri çoğu zaman taksonlar arası akrabalık ilişkileri hakkında açık ipuçları verir (Mayr ve Ashlock, 1991).

Karyolojik yöntemler karyotip ve kromozomların yapısal özelliklerine bir bütün olarak ulaşmamızı sağlar. Kromozom seviyesinde bu özellikler şunlardır (Gokhman ve Kuznetsova, 2006):

- a. Lokalize bir sentromerenin varlığı veya yokluğu (sırasıyla monosentrik veya holokinetik kromozomların) ile karakterize edilen morfolojik tip,
- b. Mutlak ve göreceli (haploid grubundaki tüm kromozomların toplam uzunluğunun yüzdesi olarak) kromozomların uzunluğu veya holokinetik kromozomların bulunduğu alan,
- c. Çoğu durumda nükleolar düzenleyicilerin bulunduğu satellitlerin veya akromatik boşlukların varlığı.

Monosentrik kromozomlar için, önemli bir karakter kromozomun toplam uzunluğuna bağlı kısa kol uzunluğu (%) olarak saptanan sentromerik endekstir (Gokhman ve Kuznetsova, 2006).

Karyotiplerin özellikleri şunlardır (Gokhman ve Kuznetsova, 2006):

- a. Kromozom sayısı,
- b. Eşey kromozomlarının varlığı veya yokluğunu kapsayan eşey tespitinin kromozomal mekanizması,
- c. Karyotiplerde mevcut olabilen B kromozomlarının sayısı ve morfolojisi,
- d. Odonata ve Heteroptera'da oluşan m-kromozomlarının varlığı ve sayısı (ikinci grupta, m-kromozomları mevcut ise sayısı her zaman 2 olmaktadır),
- e. Kromozom kollarının sayısı; karyotip simetrisinin açısı.

### 2.5.3. Böcek Taksonomisinde Kromozomlar

Karyolojik çalışmalar böceklerin taksonomi, filogeni, evrim, genetik yapı, yaşam döngüleri ve ekolojik özellikleri hakkında önemli bilgiler sağlar. Bu amaçla, böcek kromozomları hakkındaki ilk veriler 19'ncü yüzyıl sonlarında yayınlanmıştır. O zamandan bu yana, bu alanda biyolojik öneme sahip birçok keşif yapılmıştır (Gokhman ve Kuznetsova, 2006).

Günümüzde sitolojik tekniklerde meydana gelen gelişmeler sayesinde, zorlu böcek gruplarında bile kromozomal çalışmalar yapmak artık mümkün olmaktadır. Böcek gruplarında gerçekleştirilen kromozomal çalışmalar taksonlar arasındaki akrabalık ilişkilerinin anlaşılmasında kayda değer bir gelişme sağlanmasının önünü açmıştır. Kromozomal bilgilerin en önemli katkı değeri, morfolojik, moleküler ve diğer çeşit bilgiler hakkında bir kontrol mekanizması olarak görev yapabilmeleridir (Mayr ve Ashlock, 1991).

Kromozomal taksonomi klasik taksonomiye göre bazı avantajlara sahiptir. Öncelikle, karyotipik karakterlerin çoğu belirli bir varyasyon gösterir. Bu özellikle hibridizasyon ve polimorfizm çalışmaları için değerlidir. Çünkü hibridler ve heterozigot bireyler orta seviyedeki kromozom sayıları ve diğer özellikleri sayesinde kolayca tanımlanabilirler. Bu nedenle kromozomal karakterler sıklıkla ayırt edici bir özellik olarak kullanılırlar; örneğin morfoloji ile çok güç saptanabilen belirli grupların (genellikle türler seviyesinde) izole edilebilmesine yardımcı olurlar. Ancak yukarıda bahsedilen özellikler aynı zamanda birleştirici gibi hareket edebilirler ve bu durumda daha yüksek taksona ait belirli üyeleri birleştirirler. Kromozom sayısı ve diğer karyotipik özelliklerin birleştirici fonksiyonu, belirli bir taksonomik seviyede onların genel bir benzerliği ile açıklanabilir. Sonuç olarak karyotipik karakterler (yani kromozomun boyutu, şekli vb.) aslında morfolojik bir özelliktir ve dış morfoloji özelliklerindeki benzer bir yolla analiz edilebilirler (Gokhman, 1997).

Taksonomik karakter olarak karyotipik özelliklerin avantajları göz önünde bulundurulduğunda, kromozom analizlerinin taksonomideki uygulamaları da artmaktadır. Örneğin, Lepidoptera takımının taksonomisi yakın düzeyde ilişkili formları ayırt etmek için kullanılan kromozom verilerinin örneklerini sağlamaktadır. Böyle gruplardan biri de *Agrodiaetus* (Lycaenidae) cinsidir. Karyolojik çalışmalardan önce bu cinsin 20 türü olduğu düşünülmekteydi. Şimdi ise *Agrodiaetus* cinsinin 20'den 268'e kadar değişen diploid kromozom sayıları ile 90-100 arasında türe sahip olduğu bilinmektedir. Belirlenen bu tür sayısı, kromozom sayılarında farklılık gösteren taksonların durumlarının anlaşılmasıyla birlikte artış göstermiştir. *Agrodiaetus* cinsinin bazı türleri için sadece kromozom özellikleri ayırt edici özellik taşıdığından karyotipik özelliklerin belirlenmesi bu cinste yeni türlerin tanımlanmasında zorunlu hale gelmiştir (Gokhman ve Kuznetsova, 2006).

Yakın ilişkili formların ayırt edilmesinde kromozomal karakterlerin önemini gösteren örnekleri diğer birçok böcek grubunda da görmek mümkündür. Bunlardan biri Hydrophilidae (Coleoptera) familyasıdır. Familyaya ait yaygın bir tür olan *Helophorus aquaticus* (Linnaeus, 1758) Avrupa ve hatta Urallar'ın doğusunda olmak üzere geniş bir yayılış göstermektedir. Bu türün kromozom incelemeleri aslında bunların iki farklı tür olduklarını göstermiştir ve bu nedenle de aralarında üreme izolasyonu görülmektedir (Gokhman ve Kuznetsova, 2006).

*Apiomorpha* (Homoptera) cinsindeki kabuklu bitlerde büyük oranda karyotipik farklılıklar gözlenmektedir. Bu cins Avustralya için endemiktir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda 17 *Apiomorpha* türüne ait diploid kromozom sayılarının 4'ten 192'ye kadar değişebildiği gözlenmiştir. Bu da gösteriyor ki kromozom sayıları sadece türler arasında değil, bazı durumlarda aynı morfolojik türlerin farklı popülasyonları arasında da değişiklik olduğunu göstermektedir. Kromozomal varyasyonun büyük oranda gözlendiği diğer bir örnek de yine Avustralya'ya endemik olan *Myrmecia* (Hymenoptera) cinsine ait karıncalardır:  $2n=2-84$  (Gokhman ve Kuznetsova, 2006).

Türe özgü karyotip normal olarak ontogenetik değişiklikler (kromatin eksilmesi gibi nadir durumlar hariç) geçirmediği için, kromozom analizleri böceklerin preimajinal safhalarının teşhisinde kullanılabilir. Bu, bazı Diptera larvaları için temel teşhis yöntemidir. Diğer taraftan, hem teorik hem de pratik açıdan daha fazla önemli olan, bu yöntemin sibling türlerin ortaya çıkarılması, ayırt edilmesi ve teşhisinde de kullanılabilmesidir (Gokhman ve Kuznetsova, 2006).

Pteromalidae familyasından parazitik yaban arısı *Anisopteromalus calandrae* (Howard, 1881) popülasyonları ile ilgili yapılan çalışmalarda ilginç sonuçlar elde edilmiştir. *Anisopteromalus calandrae*'nin farklı kromozom sayılarına sahip (n=5 ve n=7) iki formunun keşfi hiç beklenmedik bir sonuçtur. Rusya, Batı Avrupa, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Batı Afrika'dan alınan *Anisopteromalus calandrae*'nin laboratuvar kültürlerinin detaylı bir incelemesi bu kompleksin iki yakın ilişkili ancak farklı türler içerdiğini; sadece kromozom sayılarındaki değişiklik değil aynı zamanda bazı morfolojik karakterlerde, yaşam döngüsü özelliklerinde ve tercih edilen konakçılarda da farklılıklar olduğunu göstermiştir. *Anisopteromalus calandrae* kompleksi gerçekte iki yakın ilişkili türü kapsadığından bu türün biyolojisi ile ilgili tüm yayımlanan veriler tekrar değerlendirilmelidir. Bu örnek böcek türleri çalışmalarındaki kromozom analizinin önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir (Gokhman ve Kuznetsova, 2006).

Çeşitli böcek gruplarında keşfedilen sibling türlerin, oldukça iyi çalışılmış olanlarının da, çeşitli durumları göz önünde bulundurulduğunda böyle türlerin karyotipik verilerle ilave tanımlamalarının da yapılması daha makul olacaktır. Böyle tanımlamalar günümüzde entomolojik literatürde daha yaygın olmaya devam etmektedir (Gokhman ve Kuznetsova, 2006).



Karyolojik özelliklerin böcek taksonomisi ve sistematigindeki katkısı ve kullanımını gösterir çalışmaların bazıları şu şekildedir:

Gavrilov-Zimin (2011), Homoptera takımından 4 familyaya ait 15 cinsten 17 türün sitogenetik verilerini sunmuş ve bunlar arasından *Trionymus* Berg, 1899, *Acanthopulvinaria* Borchsenius, 1952 ve *Rhizopulvinaria* Borchsenius, 1952 cinslerindeki taksonomik problemleri karyotipik özelliklerine dayanarak tartışmıştır. Ayrıca *Acanthopulvinaria orientalis* (Nasonov, 1908) türünün  $2n=18$  ve  $2n=16$  olmak üzere 2 kromozomal formu (kriptik türler) olduğunu tespit etmiştir.

Angus ve Tatton (2011), Dytiscidae (Coleoptera) familyasından *Deronectes* Sharp, 1882 cinsine ait 5 tür ve 1 alttürün; *Stictotarsus* Zimmermann, 1919 cinsine ait 3 türün; *Trichonectes* Guignot, 1941 cinsine ait 1 türün; *Scarodytes* Gozis, 1914 cinsine ait 4 türün ve *Nebrioporus* Régimbart, 1906 cinsine ait 17 türün karyotiplerini incelemiştir. *Deronectes* türlerinin neo-Xy eşey kromozom sistemine sahip olduklarını ve otozomal kromozom sayılarının ise  $2n=60$ ,  $2n=48$  ve  $2n=28$  şeklinde değişiklik gösterdiğini tespit etmiştir. *Deronectes* ve onunla ilişkili diğer cinslere ait çeşitli türlerin karyotiplerinin ayırt edici özellikte olduğunu ve bu sonuçların da türlerin birbirlerinden ayrıldığı düşüncesini desteklediğini vurgulamıştır.

Falahee ve Angus (2010), karyotip analizlerine dayanarak Scarabaeidae (Coleoptera) familyasından *Copris hispanus cavolinii* (Petagna, 1792)'nin *Copris hispanus* (Linnaeus, 1764)'dan ayrı bir tür olarak değerlendirilmesi gerektiğini ve *Onthophagus massai* Baraud, 1975'nin ise *Onthophagus fracticornis* (Preyssl, 1790)'in sinonimi değil ayrı bir tür olduğunu bildirmiştir. Ayrıca *Onthophagus fracticornis*'in popülasyonları arasındaki kromozomal varyasyonları tartışmış, İspanya'dan toplanan örneğin çalışılan popülasyonlar arasında diğerlerinden farklı olduğunu bildirmiş, ancak bunun yeni bir tür olarak ayrılmasına gerek olmadığını söylemiştir.

Silva ve ark. (2009), *Dichotomius* Hope, 1838 (Coleoptera, Scarabaeidae) cinsine ait 3 türün (*Dichotomius nisus* Olivier, 1789, *Dichotomius semisquamosus* Curtis, 1845 ve *Dichotomius sericeus* Harold, 1867) karşılaştırmalı sitogenetik analizlerini yapmış ve bu grubun evrimi sırasında kromozom inversiyonları ve füzyonlarının meydana geldiğini destekler sonuçların gözlemlendiğini ifade etmiştir.

Dutrillaux ve ark (2008), Cetoniini Leach, 1815 (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) tribusuna ait 16 tür ve alt türün karyotip özelliklerini tespit etmiş ve kromozomal veriler ile sistematik sınıflandırma arasında bir farklılık olmadığını göstermiştir.

Gokhman (2007), parazitik Hymenoptera'da tür seviyesinde karyo-sistematik değerlendirme yapmış ve karyotip yapısında farklılık gösteren yakın ilişkili formları bu özelliklerinden yararlanarak farklı alt kategorilere ayırmıştır.

Dutton ve Angus (2007), Avrupa'daki 19 farklı lökalityeden toplanan *Stictotarsus griseostriatus* (De Geer, 1774) (Coleoptera: Dytiscidae) populasyonlarının karyolojik incelemelerini yaparak, karyotipik açıdan birbirlerinden farklı olan 7 tür (5'i yeni tür) tanımlamıştır. Kromozom sayılarının ise  $2n=60+X0$  (♂),  $XX$  (♀) (*Stictotarsus griseostriatus*) ile  $2n=52+X0$  (♂),  $XX$  (♀) (*Stictotarsus ibericus* Dutton & Angus, 2007, *Stictotarsus creticus* Dutton & Angus, 2007) arasında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir.

Petitpierre ve Elgueta (2006), *Chile* (Coleoptera: Chrysomelidae: Chrysomelinae) cinsinden 3 türün kromozom analizlerini yapmış ve endemik tür olan *Araucanomela wellingtonensis* Bechyné y Bechyné, 1973'in  $2n=28$  ( $13+Xy_p$ ); *Strichosa eburata* Blanchard, 1851 türünün  $2n=24$  ( $11+Xy_p$ ) ve *Phaedon cyanopterum* Guérin, 1844 türünün ise  $2n=34$  ( $16+Xy_p$ ) sayıda kromozoma sahip olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, bu sonuçların altfamilyaya ait daha önceden elde edilen karyolojik, taksonomik ve evrimsel değeri olan diğer karakterler ile karşılaştırılıp tartışılabileceğini de vurgulamıştır.

Munguira ve ark. (1995), *Agrodiaetus* Hübner, 1822 (Lepidoptera: Lycaenidae) cinsi içerisinde birçok türün taksonomik pozisyonunun tartışmalı olduğunu bildirmiştir. Kromozom çalışmaları yapılmadan önce, morfolojik çalışmalar bu grubun sistematigi ve taksonomisine açıkça katkı sağlamaya çalışmışsa da bazı durumlarda sadece morfolojik analize dayalı metotların yetersiz kaldığı görülmüştür. Kromozom çalışmalarıyla birlikte türler arasındaki ilişkiler daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Örneğin İtalya'da daha önce *Agrodiaetus ripartii* (Freyer, 1830) adı altında toplanan taksonlar kromozom çalışmalarının yapılmasıyla birlikte farklı kromozom sayılarına sahip 3 farklı tür olarak ayırt edilmiştir: *Agrodiaetus humedasae* Toso & Balletto, 1976 (n=38), *Agrodiaetus galloi* Balletto & Toso, 1979 (n=66) ve *Agrodiaetus ripartii* (Freyer, 1830) (n=90).

Rozek (1988), *Amara* Bonelli, 1810 (Coleoptera: Carabidae) cinsine ait sitotaksonomik çalışmasında 4 türün karyotipini tanımlamış, karşılaştırmış ve sonuç olarak: *Amara aenea* (Degeer, 1774) ve *Amara fulva* (Müller, 1776) türlerinin n=17+X sayıda kromozoma, *Amara montivaga* Sturm, 1825 ve *Amara plebeja* (Gyllenhal, 1810) türlerinin ise sırasıyla n=18+X ve 16+Xy sayıda kromozoma sahip olduğunu göstermiştir.

Cokendolpher ve Francke (1984), Texas'tan toplanan *Conomyrma flava* (McCook) (Hymenoptera: Formicidae) türünün kromozom sayısı ve morfolojisi bakımından Batı Amerika'dan toplanan *Conomyrma bicolor* (Wheeler) ile Peru ve Brezilya'dan toplanan *Conomyrma* türlerine göre daha çok eşleştiğini tespit etmiştir.

Petitpierre (1975), *Chrysolina* Motschulsky, 1860 (Coleoptera: Chrysomelidae) cinsine ait 10 türün kromozomlarını belirlemiş ve buna göre: *Chrysolina americana* (Linnaeus, 1758), *Chrysolina gemina* (Brullé, 1838), *Chrysolina femoralis* (Olivier, 1790), *Chrysolina cerealis* (Kuster, 1844), *Chrysolina menthastri* Suffr. ve *Chrysolina polita* (Linnaeus, 1758) türlerinin karyotiplerinin 2n=24 kromozomlu ve Xy eşey sistemli, *Chrysolina bankii* (Fabricius, 1775) ve *Chrysolina obsoleta* (Brullé, 1838) türlerinin y kromozomu eksik 2n(♂)=23 kromozomlu, *Chrysolina haemoptera* (Linnaeus, 1758) ve *Chrysolina carnifex* (Fabricius, 1792) türlerinin 2n=40 kromozomlu olduğunu bildirmiştir.

Yadav (1971), daha önce *Bruchus quadrimaculatus* Fabricius, 1792 (Coleoptera: Bruchidae) adı ile sitolojik bir çalışmaya konu edilen türün, daha sonra başka bir çalışmada farklı kromozom sayısına sahip olduğunun gösterilmesiyle *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) olarak yeniden tanımlandığını bildirmiştir. Ayrıca aynı cinse ait başka bir tür olan *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus 1758)'in de karyolojik çalışmasının yapılması sonucu *Callosobruchus maculatus* ile aynı sayıda kromozomlu fakat farklı tipte eşey sistemli olduğundan da bahsetmiştir.

Crozier (1968), Dacetini (Hymenoptera: Formicidae) tribusundan 3 farklı cinse ait 3 türün kromozom analizlerini yapmış ve elde edilen sitogenetik sonuçların da türlerin ait oldukları cinslerin, tribusa ait daha önceden belirlenen filogenetik şemadaki mevcut taksonomik pozisyonlarını desteklendiğini göstermiştir: *Orectognathus clarki* Brown, 1953 ( $2n=30$ ), *Epopostruma* sp. ( $2n=20$ ) ve *Colobostruma alinodis* (Forel, 1913) ( $2n=22$ ).

## 2.6. BÖCEKLERDE KROMOZOM HAZIRLAMA YÖNTEMLERİ

Böcek kromozom çalışmalarında, omurgalı sitogenetiği ile karşılaştırıldığında, son yıllarda çok az ilerleme kaydedilmiştir. Hem genomlarının küçüklüğü hem de kaliteli kromozomların bulunduğu mitotik hücrelerin elde edilmesinin zorluğu böceklerde karyolojik tekniklerin uygulanmasını kısıtlamıştır (Dutrillaux ve ark., 2006).

Kromozom analizi, incelenmek için uygun olan kromozomların çokça bulunduğu preparatların hazırlanmasını gerektirir. Genel olarak, böcek kromozomlarının çalışmalarından elde edilen verilerin miktarındaki azalma, incelenebilecek özellikle kromozomlar verecek hücrelerin elde edilmesinin zorluğundan kaynaklanmaktadır. Dahası, böceklerle ilgili çalışmalarda asıl problem erişilebilen az sayıda hücre olmasıdır. Birçok dokuda mitotik hücreler var olmasına rağmen, kromozom hazırlıklarını gerçekleştirmek için en iyi zamanı belirlemek güçtür, çünkü bu, aynı takım içinde hatta sadece bir familyadan diğerine bile değişiklik gösterir. Böcek türlerinin ve dokularının çeşitliliğini göz önüne alındığında böceklerden kromozom elde etmek için en iyi tek bir yöntem yoktur. Böcek sitogenetiği ile genetik, evrim, filogeni ve taksonomi konularına katkı sağlamak amacıyla rutin çalışmalar yapmak için yüksek kaliteli, iyi yayılmış bir kromozom preparatı elde etmek gerekmektedir. Karyotip çalışmaları ve kromozom ölçümleri için ise net bir morfolojiye sahip iyi yayılmış kromozomlar gereklidir (Chirino ve ark., 2014). Böcek kromozomlarının (örneğin Lepidoptera kromozomları) karyotiplendirmesi, küçük küreler ve yoğunlaştırılmış çubuklar olarak ortaya çıkmaları nedeniyle zor olmaktadır (Disney ve McCarthy, 1985). Üstelik, türlerin ve durumların çeşitliliği göz önüne alındığında, duruma göre en iyi yöntemi tanımlamak mümkün değildir (Popescu ve ark., 2000). Böcek sitogenetiği çalışmalarında iyi korunmuş ve dağılmış kromozomlar ile hücre artıklarının çok az veya hiç bulunmadığı etkili bir kromozom hazırlama yöntemi geliştirilmelidir (Chirino ve ark., 2014). Karyotip analizi seçilen teknikler ve malzemenin kendisi ile sınırlıdır (Smith ve Virkki, 1978). Böcek kromozomlarının elde edilmesinde çeşitli kromozom kaynakları ve gözlem teknikleri kullanılmaktadır (Tablo 2.5).

Tablo 2.5. Böceklerde kromozom kaynakları ve kullanılan yöntemler

Kromozom kaynakları	<p>Gonadlar (testis ve ovaryumlar)</p> <p>Embriyo hücreleri</p> <p>Orta ve son bağırsak</p> <p>Serebral gangliyonlar</p> <p>Tükürük bezleri</p> <p>Malpighi tüpleri</p> <p>Hemositler</p>	<p>Resh ve Cardé, 2009</p> <p>Dutrillaux ve ark., 2006</p> <p>Campos ve ark., 2003</p> <p>Popescu ve ark., 2000</p> <p>Baragano, 1978</p> <p>Bedo, 1976</p> <p>Emmel, 1968</p>
Kullanılan yöntemler	<p>Ezme yöntemi</p> <p>    Aseto-Orsein ezme yöntemi</p> <p>    Hyaluronidaz-Aseto-Orsein ezme yöntemi</p> <p>Hücre süspansiyon yöntemi</p> <p>Hücre yayma yöntemi</p> <p>Mikro-santifrüz ve Mikro-yayma tekniği</p> <p>Alevde kurutma yöntemi</p> <p>Havada kurutma yöntemi</p> <p>    Damlatma yöntemi ve Havada kurutma tekniği</p> <p>    Sürtme yöntemi ve Havada kurutma tekniği</p>	<p>Chirino ve ark., 2014</p> <p>Pradeep ve ark., 2011</p> <p>Camargo ve ark., 2006</p> <p>Baldanza ve ark., 1991</p> <p>Souza, 1991</p> <p>Cokendolpher ve Brown, 1985</p> <p>Mukherjee ve Cohen, 1968</p> <p>Imai, 1966</p>

## 2.7. TÜRKİYE BÖCEK FAUNASI ÜZERİNDE YAPILAN KARYOLOJİK ÇALIŞMALAR

Ülkemiz, tür çeşitliliği ve birey sayısı bakımından oldukça büyük ve zengin bir böcek faunasına sahip olmasına rağmen bu türler kromozomal çalışmalar bakımından yeterli ölçüde dikkate alınmamıştır. Daha çok memeli, balık ve bitki türleri üzerinde yoğunlaşan kromozomal çalışmalar son yıllarda ülkemiz böcek türleri üzerinde de yapılmaya başlanmıştır. Böcek taksonomisi, sistematigi ve filogenetiği üzerine doğrudan katkısı olan kromozom çalışmalarının ülkemiz böcek türleri üzerinde yapılanları aşağıda özetlenmiştir:

Şendoğan (2016) ile Şendoğan ve Alpagut-Keskin (2016), Batı Anadolu'da yayılış gösteren *Nalassus bozdagus* Nabozhenko & Keskin, 2010 ve *Nalassus plebejus* Küster, 1850 (Coleoptera: Tenebrionidae: Tenebrioninae) türleri üzerinde kromozomal analizler gerçekleştirmiştir. Mitotik ve mayotik kromozomların analizleri, iki türün de Tenebrionidae familyası içinde model olarak kabul edilen  $2n=20 (9+Xy_p)$  karyotip formülüne sahip olduklarını göstermiştir.

Gündoğan (2015), Türkiye'nin iki farklı lokalitesinden toplanan *Cephalostenus elegans* Brulle, 1832 (Coleoptera: Tenebrionidae: Tenebrioninae) türünün kromozomal incelemesini gerçekleştirmiştir. İncelenen erkek ve dişi bireylerde kromozom sayı ve morfolojisinde farklılık olmadığı gözlenmiştir. Bireylerin kromozom sayısının  $2n=18$  olduğu ve Coleoptera takımı Adephaga alttakımı için atasal olarak kabul edilen  $2n=20$  kromozom sayısından farklı olduğu belirlenmiştir. İncelemeler sonucunda bireylerin Tenebrionidae familyasında yaygın olarak görülen  $Xy_p$  eşey sisteminden farklı olarak  $Xy$  eşey sistemine sahip olduğu gözlenmiştir.

Efe (2015), Aydın yöresinde yayılış gösteren *Acrida ungarica* (Herbst, 1786) (Orthoptera: Acrididae: Acridinae) türünün karyotip özelliklerini incelenmiş ve türün kromozom sayısını  $2n♂=23 (XO)$  olarak tespit etmiştir.

Kaya (2015), Tenebrionidae familyasına ait 3 türün (*Tentyria rotundata* Brullé, 1832, *Tentyria cypira* Kraatz, 1865, *Tentyria euphratica* Girard, 1966) sitogenetik incelemelerini yapmıştır. Karyotip analizlerinde bu 3 türün kromozom sayısı, morfolojisi ve eşey belirleme sistemlerinde benzerlik gözlenmiştir. Bu türlerin Coleoptera takımı Polyphaga alttakımı için atasal kabul edilen  $2n=20$  kromozom sayısına sahip oldukları belirlenmiştir. Eşey belirleme sistemleri Tenebrionidae ailesinin % 75'inde gözlenen XX (♀) ve  $Xy_p$  (♂) ( $2n♂=18 + Xy_p / 2n♀=18 + XX$ ) tipindedir.

Baran (2014), Akdeniz havzasında doğal bir orman zararlısı olan çam kese böceği *Thaumetopoea pityocampa* Den.& Schiff. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) türünde detaylı kromozom analizleri gerçekleştirmiştir. Mayotik ve mitotik kromozom analizleri çam kese böceği karyotipinin  $2n=60$  sayıda ve holosentrik tipte kromozomdan oluştuğunu göstermiştir.

Çakmak (2012), Orthoptera takımına ait olan ve Aydın ilinden toplanan *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* Harz, 1971'in kromozom sayısını belirlemiş ve  $2n=17(X0)$  olarak bulmuştur.

Okutaner ve ark. (2012), *Pachytodes erraticus* (Dalman, 1817) (Cerambycidae: Lepturinae: Lepturini)'un sitogenetik incelemesini yaparak diploid kromozom sayısını  $2n=18$  olarak bildirmiştir.

Dülger (2011), İzmir ili çevresinden toplanan *Thaumetopoea pityocampa* Den.& Schiff. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) türünün mitotik kromozom özelliklerini ilk olarak incelemiş ve türün kromozom sayısının  $n=24-28$  olduğunu tespit etmiştir.

Koçak (2011), Cicindelidae familyasından 4 taksonun (*Calomera fischeri* *fischeri* (Adams, 1817), *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967), *Calomera caucasica* (Adams, 1817), *Cephalota circumdata cappadocica* Franzen, 1996) kromozom sayılarının  $2n=22$  ve eşey belirleme sistemini ise  $X_1X_2X_3Y$  olarak aynı olduğunu göstermiştir.



Okutaner ve ark. (2011a), Cerambycidae familyasından *Vadonia unipunctata* (Fabricius, 1787)'nin kromozom sayısını  $2n=20$  olarak bulmuştur.

Okutaner ve ark. (2011b), *Certallum ebulinum* (Linnaeus, 1767) (Cerambycidae: Cerambycinae: Certallini) türünün kromozom sayısının  $2n=22$  olarak bildirmiştir.

Okutaner ve ark. (2011c), Cerambycidae familyası Lamiinae alt familyası Lamiini tribusuna ait *Morimus orientalis* Reitter, 1894'de yaptığı sitogenetik inceleme sonucu türün kromozom sayısının  $2n=24$  olduğunu göstermiştir.

Okutaner ve ark. (2011d), *Dorcadion anaticum* Pic, 1900 ve *Dorcadion scabricolle* (Dalman, 1817) (Cerambycidae) türlerinin karyolojik incelemelerini yapmış ve kromozom sayılarını sırasıyla  $2n=24$  ve  $2n=20$  olarak tespit etmiştir.

Altunsoy ve Kılıç (2010) ile Altunsoy (2005), Eskişehir çevresinde yayılış gösteren bazı Tabanidae (Diptera) türlerinin karyolojik özelliklerini araştırmış ve Tabanidae türlerinin kromozom sayısının  $2n=12$ 'den  $2n=18$ 'e kadar değiştiğini ve aynı kromozom sayısına sahip türlerde kromozomlar arasında morfolojik farklılıkların olduğunu belirlemiştir. Buna göre çalışılan türlerden; *Atylotus fulvus* (Meigen, 1820)'un  $2n=18$ , *Tabanus autumnalis* Linnaeus, 1761'in  $2n=14$ , *Tabanus bifarius* Loew, 1858'un  $2n=16$ , *Tabanus bromius* Linnaeus, 1758'un  $2n=12$ , *Tabanus cordiger* Meigen, 1820'in  $2n=12$ , *Tabanus quatuornotatus* Meigen, 1820'un  $2n=16$ , *Tabanus unifasciatus* Loew, 1858'un  $2n=12$ , *Haematopota italica* Meigen, 1804'nin  $2n=14$ , *Haematopota pandazisi* (Kröber, 1936)'nin  $2n=14$  ve *Dasyrhamphis umbrinus* (Meigen, 1820)'un  $2n=12$  kromozoma sahip olduğu gösterilmiştir.

Kırpık ve ark. (2009), Kars Platosu'ndan toplanan iki Pompilidae (Hymenoptera) türünün [*Anoplius viaticus* (Linnaeus, 1758) ve *Anoplius concinnus* (Dahlbom, 1845)] kromozomlarını incelemiş ve her iki türün de  $2n=28$  kromozoma sahip olduğunu göstermiştir.

Tuzla (2008), Eskişehir ve çevresinde yayılış gösteren 6 farklı Simuliidae (Diptera) türünün larvalarındaki tükürük bezi politen kromozomlarını araştırmış ve farklı zoocoğrafik bölgelerde yaşayan populasyonların kromozomları ile karşılaştırmıştır. Çalışılan türlerden *Simulium velutinum* (Santos Abreau, 1922), *Simulium variegatum* Meigen, 1818 ve *Simulium bezzi* (Corti, 1914)'nin politen kromozom yapılarının diğer zoocoğrafik bölgelerde yayılış gösteren populasyonlarla yapısal ve sayısal olarak benzerlik gösterdiği saptanmıştır. *Prosimulium rufipes* Meigen, 1830, *Simulium caucasicum* Rubtsov, 1940 ve *Simulium costatum* Friederichs, 1920'un ise kromozomal özelliklerinde sayısal bir fark olmadığı ancak yapısal olarak inversiyonlar olduğu gözlenmiştir.

Türkoğlu ve ark. (2003), *Gryllus campestris* Linnaeus, 1758 (Orthoptera: Gryllidae)'in kromozom sayısını  $2n♂=23$  (X0) olarak bildirmiştir.

Türkoğlu ve Koca (2002a), *Oedipoda schochi schochi* Saussure, 1884 ve *Acrotylus insbricus* (Scopoli, 1788) (Orthoptera: Acrididae: Oedipodinae)'un kromozomlarını incelemiş ve diploid kromozom sayılarını sırasıyla  $2n♂=23$  (X0) ve  $2n♂=25$  (X0) olarak tespit etmiştir.

Türkoğlu ve Koca (2002b), *Callimenus (=Bradyporus) macrogaster macrogaster* (Lefebvre, 1831) (Orthoptera: Tettigoniodea: Bradyporinae: Bradyporini)'in kromozomlarını incelemiş ve kromozom sayısını  $2n♂=23$  (X0) olarak gözlemiştir.

Budak ve ark. (2001) ile Budak (2000), Adana yöresinde sık rastlanan sivrisinek (Diptera) türlerinin karyotip analizlerini gerçekleştirmiş ve kromozomal çalışmalar sonucu, *Chagasia bathana* Dyar, 1928 ( $2n=8$ ) türü hariç, çalışılan tüm türlerin diploid kromozom sayılarını  $2n=6$  olarak belirlemiştir.

Türkoğlu (2001), Türkiye’de yayılış gösteren bazı çekirge (Orthoptera) türlerinde karyolojik incelemeler yapmıştır. Sonuç olarak: *Calliptamus italicus* (Linnaeus 1758)’un  $2n♂=23$ , *Oedipoda schochi schochi* Saussure, 1884’nin  $2n♂=25$ , *Acrotylus insbricus* (Scopoli, 1788)’un  $2n♂=23$ , *Omocestus ventralis* (Zetterstedt, 1821)’in  $2n♂=17$ , *Chorthippus brunneus* (Thunberg, 1815)’un  $2n♂=17$ , *Decticus albifrons* (Fabricius, 1775)’un  $2n♂=31$ , *Parapholidoptera signata* (Brunner von Wattenwyl, 1861)’nin  $2n♂=31$  ve *Callimenus macrogaster macrogaster* (Lefebvre, 1831)’in  $2n♂=23$  sayıda kromozoma sahip olduğu belirlenmiştir.



### 3. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışmasında, 2015-2016 yılları Mart-Eylül ayları arasında Antalya, Eskişehir, Ankara illeri ve çevrelerinde yapılan arazi çalışmaları ile Cerambycidae familyasına ait örnekler toplandı. Örnekler araziden atrap veya pens kullanılarak yakalandı.

Canlı olarak laboratuvara getirilen örneklere ait abdomen içeriği (testis dokusu) karyolojik çalışmalarda kullanılırken geriye kalan kısımlar ise tür teşhisinde kullanıldı.

Karyolojik çalışmalarda kullanılan ve aşağıda ayrıntılı olarak anlatılan yöntem ile sunulan bilgiler için Popescu ve ark. (2000), Ozban ve Özmutlu (1994), Rozek (1994)'den yararlanılmıştır.

Toplanan örneklere ait abdomen içerikleri alındıktan sonra geriye kalan kısımları ve erkek genital organları (aedeagusları ve paramerleri) %70'lik etil alkolde muhafaza edildi. Toplanan örneklerin karşılaştırma materyali ve literatür kullanılarak tür ve alttür seviyesinde teşhisleri yapıldı (Sama, 2002; Jenis, 2001; Bense, 1995; Danilevsky ve Miroshnikov, 1985).

Örneklere ait fotoğraflar laboratuvarında *Samsung Digimax S600* marka dijital fotoğraf makinası ile çekildi.

Bu çalışmada karyolojik değerlendirmeye alınan örneklerin teşhisinde ihtiyaç duyulan Cerambycidae familyasına ait sınıflandırma ve nomenklatür için Althoff ve Danilevsky (1997) ve Danilevsky (2004)'den faydalanıldı. Örnekler alt familya, tribus ve cinlere göre sıralandı. Her bir cins, tür ve alt tür ismi yazar ismi ve tanımlanma tarihi ile birlikte verildi.

Elde edilen bilgiler her takson için sistematığı, genel morfolojisi, Türkiye yayılışı, Dünya yayılışı ve karyolojisi başlıkları altında verildi.

Sistematigi ve genel morfolojisi başlıkları altında türün genel sistematik durumu ve morfolojik görünümü hakkında bilgi verildi.

Türkiye'deki yayılışı başlığı altında türe ait daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen kayıtlara dayalı olarak yayılış haritası hazırlandı. Bu yayılış bilgileri her bir tür için illere göre Türkiye kayıtları haritası ile gösterildi ve türün daha önceden kaydının bulunduğu il haritada koyu olarak işaretlendi. Her türe ait Türkiye yayılış haritaları Arc Map 10.2 isimli program kullanılarak hazırlandı.

Dünya'daki yayılış başlığı altında türe ait daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen kayıtlara dayalı olarak yayılış gösterilen ülkelerin isimleri verildi.

Karyolojisi başlığı altında ilgili türe ait elde edilen mayotik ve/veya mitotik metafaz kromozomlarının resimleri verildi. Eşey kromozomlarının sınıflandırılması mayotik asosiyasyonlara göre yapıldı. Çalışmamızda elde edilen haploid takımların tamamı erkek bireylere ait olduğundan ve tamamında paraşüt benzeri eşer kromozom sistemi gözlemlendiğinden mayotik formüller: haploid otozomal kromozom sayısı +  $Xy_p$  şeklinde verildi.

Tez çalışmasında incelenen materyaller ve yakalandıkları lökalite bilgileri şu şekildedir:

*Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891: Mersin; Silifke Türkmenuşağı köyü, 3 örnek.

*Purpuricenus budensis* (Götz, 1783): Antalya; Finike Elmalı yolu, 6 örnek.

*Clytus rhamni* Germar, 1817: Ankara; Bala Yolu, Beynam ormanı yol ayrımı, 8 örnek.

*Plagionotus floralis* (Pallas, 1773): Eskişehir; Mihaliççık, Dinek-Yeşilyurt arası, 15 örnek.

*Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993: Antalya Korkuteli yolu, Ayanlar köyü yol ayrımı, 2 örnek.

### 3.1. KULLANILAN KİMYASAL MADDELER VE SOLÜSYONLAR

#### 3.1.1. Kimyasal Maddeler

Etil asetat

tri-Sodyum sitrat Dihidrat

Kolşisin (Colchicine)

Etil alkol (% 96)

Asetik asit (Glasiyal)

Giemsa

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  (Potasyum dihidrojen fosfat)

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (Disodyum hidrojen fosfat)

Entellan

Kanada Balzamu

İmmersiyon Yağı

#### 3.1.2. Solüsyonlar

*Hipotonik Solüsyon:* 1 gr sodyum sitrat 100 ml distile su ile hazırlandı.

*Kolşisin Solüsyonu:* 0.005 gr kolşisin 100 ml distile su ile hazırlandı.

*Fiksasyon Solüsyonu:* 3 kısım etil alkol 1 kısım asetik asit ile karıştırıldı. Her kullanımdan önce taze olarak hazırlandı.

*Fosfat Solüsyonu (pH 6,8):* Solüsyon A: 1,704 gr  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  / 100 ml distile su ve Solüsyon B: 1,460 gr  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  / 100 ml distile su. 30 ml Solüsyon A ile 70 ml Solüsyon B karıştırılır.

*Giemsa Boya Solüsyonu:* 5 ml Giemsa ile 95 ml fosfat solüsyonundan alınarak 100 ml'ye tamamlandı.

### 3.2. BÖCEKLERDEN İSTENİLEN DOKULARIN ALINMASI

Kromozom preparatlarının hazırlanması için erkek örneklerin testis dokuları tercih edildi. Bu amaçla etil asetatlı öldürme kavanozlarına canlı olarak konulan ve bayıltılan/öldürülen örnekler daha sonra stereomikroskop altında diseksiyon işlemine tabi tutuldu. Diseksiyon işleminde, örneklerin abdomenleri ince uçlu pensler yardımıyla petri kabında hipotonik %1'lik sodyum sitrat solüsyonu içerisinde açılarak testis dokuları çıkarıldı ve temizlendi.

### 3.3. KOLŞİSİNLİ HİPOTONİK SOLÜSYON İLE MUAMELE

Böcek hücreleri ve kromozomlarının küçüklüğü nedeniyle hücre içerisindeki kromozomları daha iyi görünür duruma getirmek ve bir düzlem üzerinde dağılmalarını sağlamak amacıyla testis dokusu hipotonik solüsyon ile şişirilmelidir. Ayrıca testis dokusundaki hücrelerde kromozom analizini daha iyi yapabilmek amacıyla kolşisin muamelesi de gerekmektedir. Kolşisin, hücre bölünmesinin metafaz safhasında bulunan kromozomların iğ ipliklerinin oluşumunu engeller ve anafazda hareketli kromozomların kutuplara doğru hareket etmesini önler. Bu şekilde hücre bölünmesi metafaz safhasında kalır, metafaz hücrelerinin sayısı artar ve kromozomların analizleri de kolaylaşır.

Bu amaçla; hipotonik %1'lik sodyum sitrat solüsyonu içerisinde disekte edilen testis dokuları daha sonra kolşisinli hipotonik solüsyon (%1'lik sodyum sitrat solüsyonu içerisinde %0,005 kolşisin) içerisine alınarak oda sıcaklığında dokunun büyüklüğüne göre 45-60 dakika bekletildi.

### 3.4. DOKULARIN FİKSASYONU

Kolşisinli hipotonik solüsyondan çıkarılan testis dokuları taze olarak hazırlanan fiksatif I (3:1 %96'lik etanol: glasiyal asetik asit) içerisine alındı ve oda sıcaklığında 30-40 dakika bekletildi. Bu sırada fiksatif bir kere yenilendi.

Yalnız başına kullanılan bir kimyasal madde iyi bir fiksatifin bütün özellik ve üstünlüklerine sahip değildir. Bu nedenle tespit için kullanılan kimyasal maddelerin çoğu birbirlerine karıştırılarak kullanılırlar. Fiksatif I'de etanol (etil alkol) dokuda büzülmeye neden olurken asetik asit ise şişmeye sebep olur. Bu şişme özellikle kromozom araştırmalarında arzu edilir ve bundan yararlanılır.

Daha sonra testis dokuları fiksatif I'den alınarak, taze olarak ayrı kaplarda hazırlanan ve 32°C'ye getirilen fiksatifler II (1:1 glasiyal asetik asit : %96 etanol), III (3:2 glasiyal asetik asit : %96 etanol) ve IV (7:2:1 glasiyal asetik asit : %96 etanol : distile su) içerisinde sırasıyla 30'ar dakika bekletildi.

### 3.5. PREPARATLARIN HAZIRLANMASI

İnce uçlu pensler yardımıyla fiksatif IV'den çıkarılan testis dokusu temiz bir lam üzerine alındıktan sonra üzerine %65-70'lik glasiyal asetik asit damlatılarak tekrar temiz bir lam ile kapatıldı. Kurutma kâğıdı ile dikkatli bir şekilde çevrelenen lamlar arasındaki testis dokusu başparmak yardımı ile ezildikten sonra sıvı azot içerisine konuldu. Kaynama sesi bitene kadar sıvı azot içerisinde bekletilen lamlar çıkarıldıktan sonra bisturi yardımı ile ayrılarak oda sıcaklığında kurumaya bırakıldı. Böylece tek bir testis dokusundan 2 preparat elde edilmiş oldu.

### 3.6. PREPARATLARIN BOYANMASI

Hazırlanan preparatların boyanması %5'lik Giemsa boyası ile yapıldı. Giemsa pH'sı 6,8 olan fosfat tamponu ile hazırlandı ve preparatlar boya içerisinde 10 dakika bekletilerek kromozomların boyanması sağlandı.

### 3.7. PREPARATLARIN DEVAMLILIK HALE GETİRİLMESİ

Preparatların devamlı hale getirilmesinde Kanada balzamu ve entellan kullanıldı. Böcek testis dokusunun küçük olması ve her dokudan 2 preparat hazırlanabilmesi nedeniyle elde edilen bütün preparatlar lameller ile kapatılarak devamlı hale getirildi.



### 3.8. PREPARATLARIN İNCELENMESİ

Devamlı hale getirilen preparatlar *Leica DFC320* marka kamera monte edilmiş *Leica DMLB 2* marka araştırma mikroskobunda incelendi ve iyi kalitedeki karyotiplerin fotoğrafları çekildi.

### 3.9. İNCELENECEK KROMOZOMLARIN BELİRLENMESİ

İncelenen preparatlarda hücrelerin tam metafazda olmasına, kromozomların aynı düzlem üzerinde ve iyi dağılmış olmasına, birbirlerinden ayrı durmasına ve kollarının çakışmamış olmasına, fazla kontrakte olmamış ve iyi bir şekilde boyanmış halde gözlemi kolay olmasına dikkat edildi.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. *PURPURICENUS DESFONTAINII INHUMERALIS* PIC, 1891

Familya	: Cerambycidae Latreille, 1802
Altfamilya	: Cerambycinae Latreille, 1802
Tribus	: Trachyderini Dupont, 1836
Altribus	: Trachyderina Dupont, 1836
Cins	: <i>Purpuricenus</i> Dejean, 1821
Altçins	: <i>Purpuricenus</i> Dejean, 1821
Tür	: <i>Purpuricenus desfontainii</i> (Fabricius, 1792)
Altür	: <i>Purpuricenus desfontainii inhumeralis</i> Pic, 1891

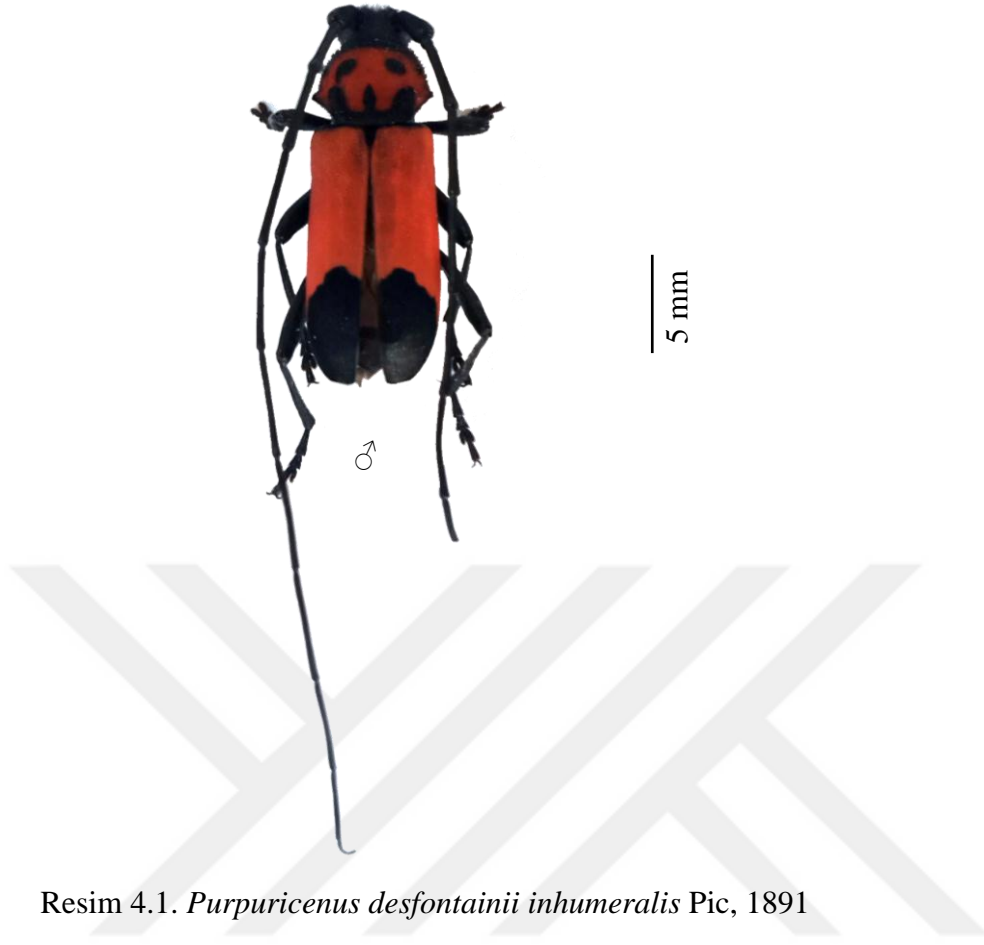
Türkiye'deki diğer alt türleri:

= -

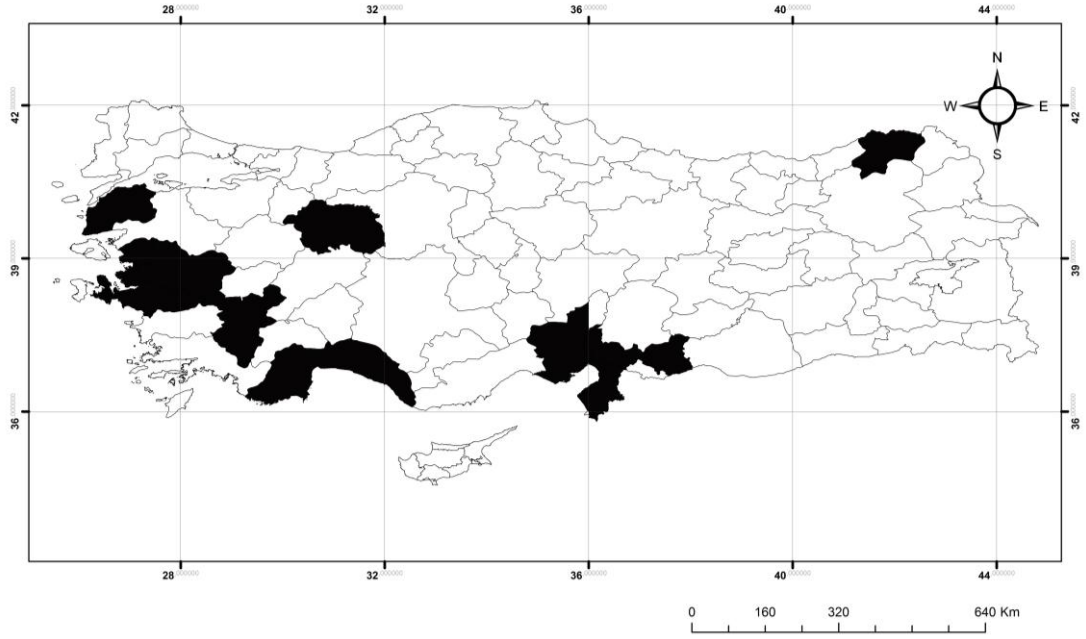
Genel Morfolojisi: Boy yaklaşık 16 mm. Baş, bacaklar ve abdomen siyah renkli. Antenler ince yapılı, siyah renkli ve uzun, çoğunlukla elytra apeksini geçer. Pronotum ve elytra siyah ve kırmızı olmak üzere iki renk taşır. Pronotum kırmızı renkli, bazalinde yan duran büyük E harfine benzer, apikalinde ise median hattın iki yanına yerleşik iki nokta şeklinde siyah alanlar görülür. Elytranın apikal siyah kısmı hariç geri kalanı kırmızı renkli (Resim 4.1).

Türkiye yayılışı: Adana, Antalya, Artvin, Çanakkale, Denizli, Eskişehir, Gaziantep, Hatay, İzmir, Manisa, Osmaniye (Harita 4.1) (Şabanoğlu, 2013; Güven, 2007; Özdikmen, 2007; Özdikmen ve Demir, 2006).

Dünya yayılışı: İran, İsrail, Lübnan, Suriye, Türkiye, Ürdün, Yunanistan (Ali ve Rapuzzi, 2016; Cocquempot ve ark., 2016; Şabanoğlu, 2013; Havaskary ve ark., 2012; Sama ve ark., 2010a; Sama ve ark., 2010b; Özdikmen ve Demir, 2006).

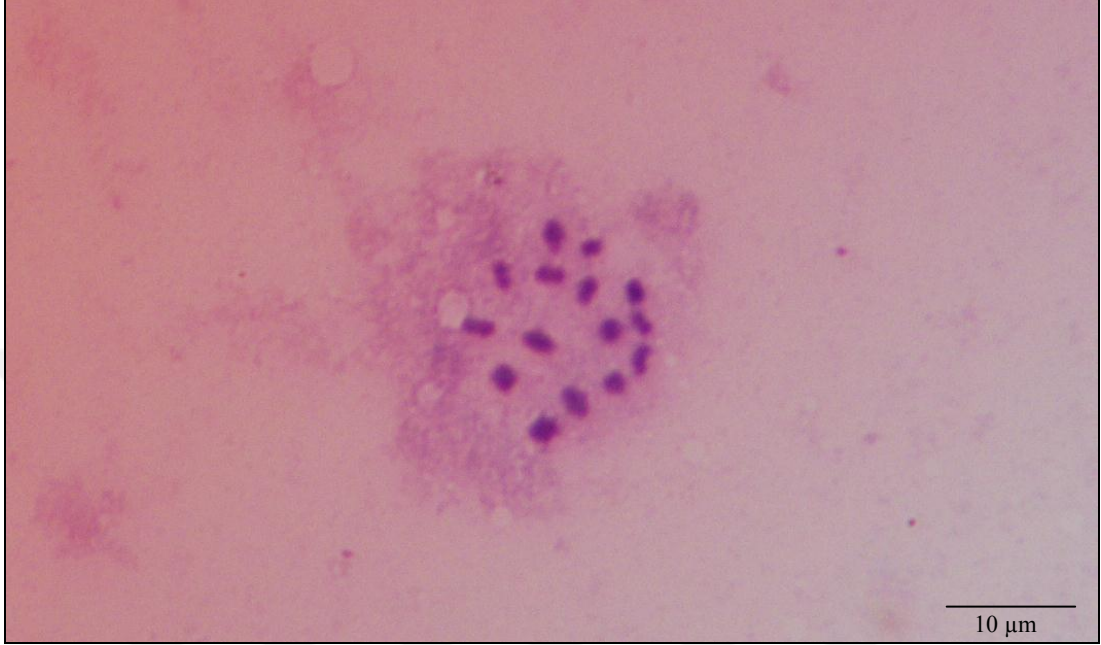


Resim 4.1. *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891

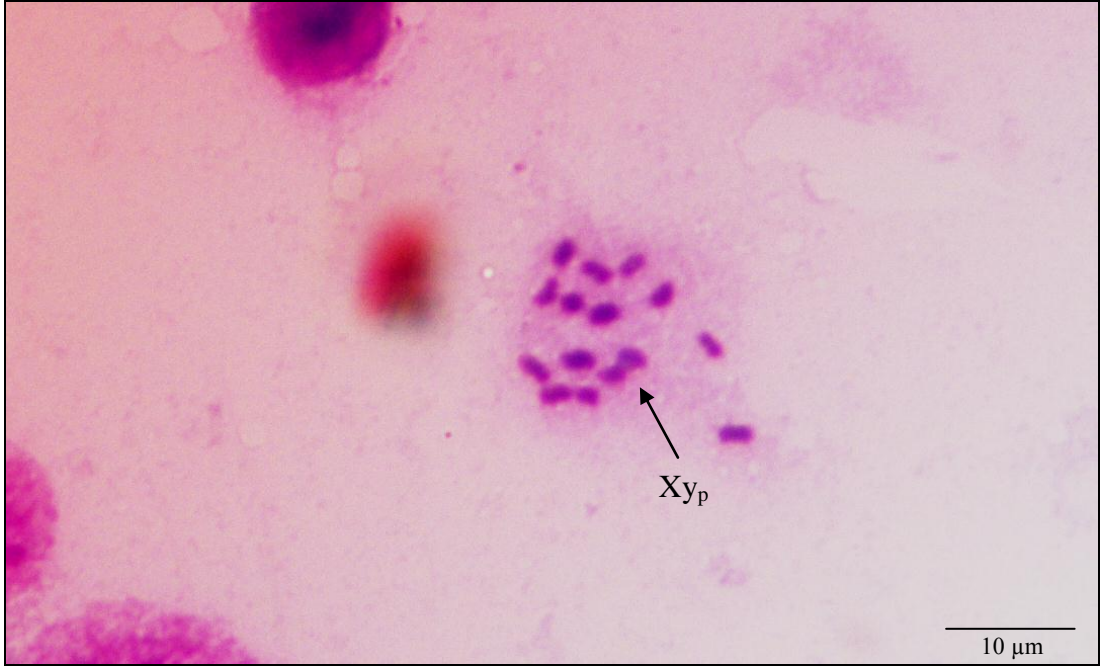


Harita 4.1. *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891'in Türkiye yayılışı

Karyolojisi: *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891'in diploid kromozom sayısı  $2n♂=28$ , eşey kromozom sistemi ise  $Xy_p$  olarak bulundu (Resim 4.2 ve Resim 4.3). Karyotip formülü:  $2n♂=28 (13 AA+Xy_p)$ 'dir.



Resim 4.2. *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891'in metafaz kromozomları



Resim 4.3. *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891'in metafaz kromozomları

#### 4.2. *PURPURICENUS BUDENSIS* (GOTZ, 1783)

Familya	: Cerambycidae Latreille, 1802
Altfamilya	: Cerambycinae Latreille, 1802
Tribus	: Trachyderini Dupont, 1836
Altribus	: Trachyderina Dupont, 1836
Cins	: <i>Purpuricenus</i> Dejean, 1821
Altçins	: <i>Purpuricenus</i> Dejean, 1821
Tür	: <i>Purpuricenus budensis</i> (Götz, 1783)

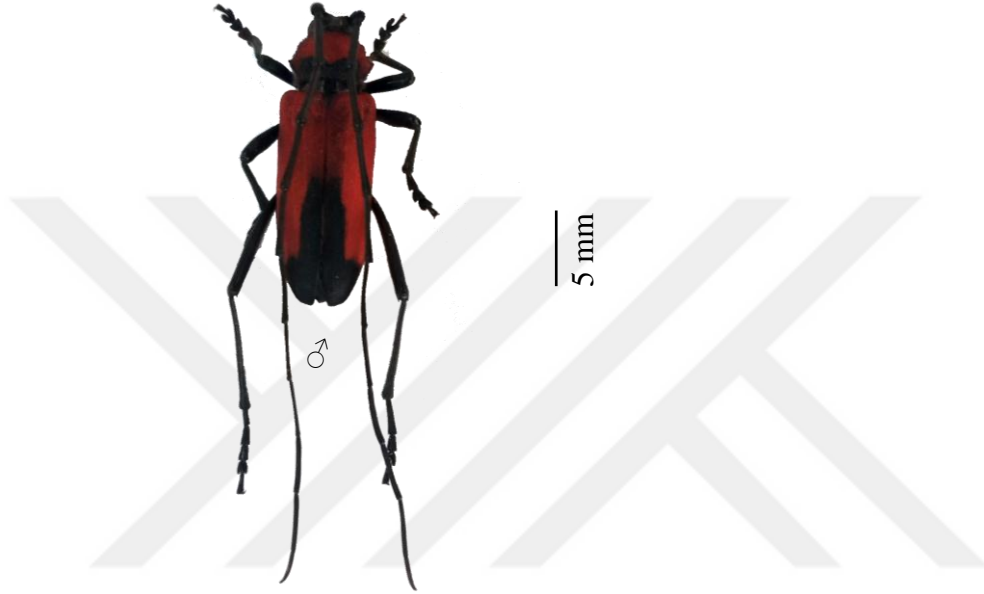
Türkiye'deki alt türleri:

- = ssp. *budensis* Götz, 1783
- = ? ssp. *bitlisiensis* Pic, 1902
- = ? ssp. *caucasicus* Pic, 1902
- = ssp. *interscapillatus* Plavilstshikov, 1937
- = ssp. *productus* Plavilstshikov, 1940

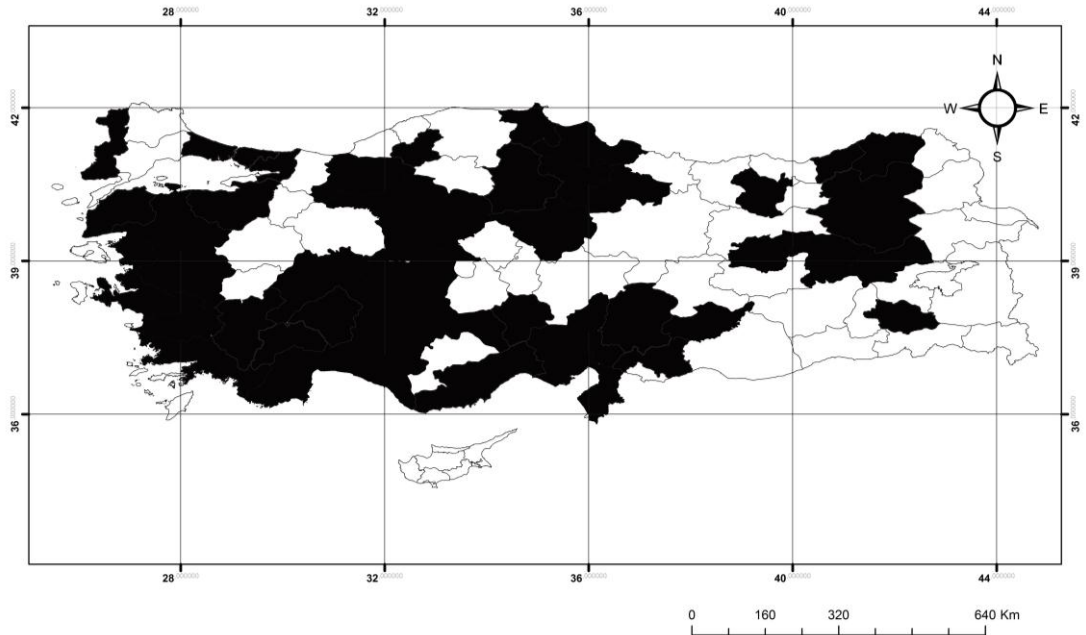
Genel Morfolojisi: Boy 18-20 mm. Baş, antenler, bacaklar ve abdomen siyah renkli. Antenler ince yapılı, vücut uzunluğunda ya da elytra apeksini geçer. Pronotum ve elytra siyah ve kırmızı olmak üzere iki renkli. Pronotum siyah renkte veya az ya da çok geniş kırmızı renkte alan taşır. Elytra kırmızı renkte, kaideye doğru azalan ve apekse doğru genişleyen siyah büyük bir leke taşır, siyah alan sutur boyunca elytra bazaline ulaşmaz (Resim 4.4).

Türkiye yayılışı: Adana, Adıyaman, Afyon, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bingöl, Bolu, Bursa, Burdur, Çanakkale, Çorum, Denizli, Edirne, Erzurum, Gaziantep, Gümüşhane, Hatay, İçel, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Karabük, Kırıkkale, Konya, Kocaeli, Muğla, Manisa, Muş, Niğde, Osmaniye, Rize, Siirt, Samsun, Sinop, Tokat, Tunceli, Yozgat (Harita 4.2) (Kaya, 2015; Özdikmen ve ark., 2009; Özdikmen, 2008a; Özdikmen, 2008b; Özdikmen, 2007; Özdikmen, 2006; Özdikmen ve Demir, 2006; Özdikmen ve Şahin, 2006).

Dünya yayılışı: Avrupa (Arnavutluk, Bosna Hersek, Bulgaristan, Fransa, Hırvatistan, İspanya, İtalya, Kırım, Macaristan, Makedonya, Moldavya, Romanya, Rusya'nın Avrupa kısmı, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Ukrayna, Yunanistan), Batı Sibirya, İran, İsrail, Kafkasya, Kıbrıs, Lübnan, Orta Doğu, Suriye, Transkafkasya, Türkiye (Ali ve Rapuzzi, 2016; Cocquempot ve ark., 2016; Kaya, 2015; Georgiev, 2013; Sama ve ark., 2010a; Sama ve ark., 2010b; Özdikmen ve ark., 2009).



Resim 4.4. *Purpuricenens budensis* (Götz, 1783)

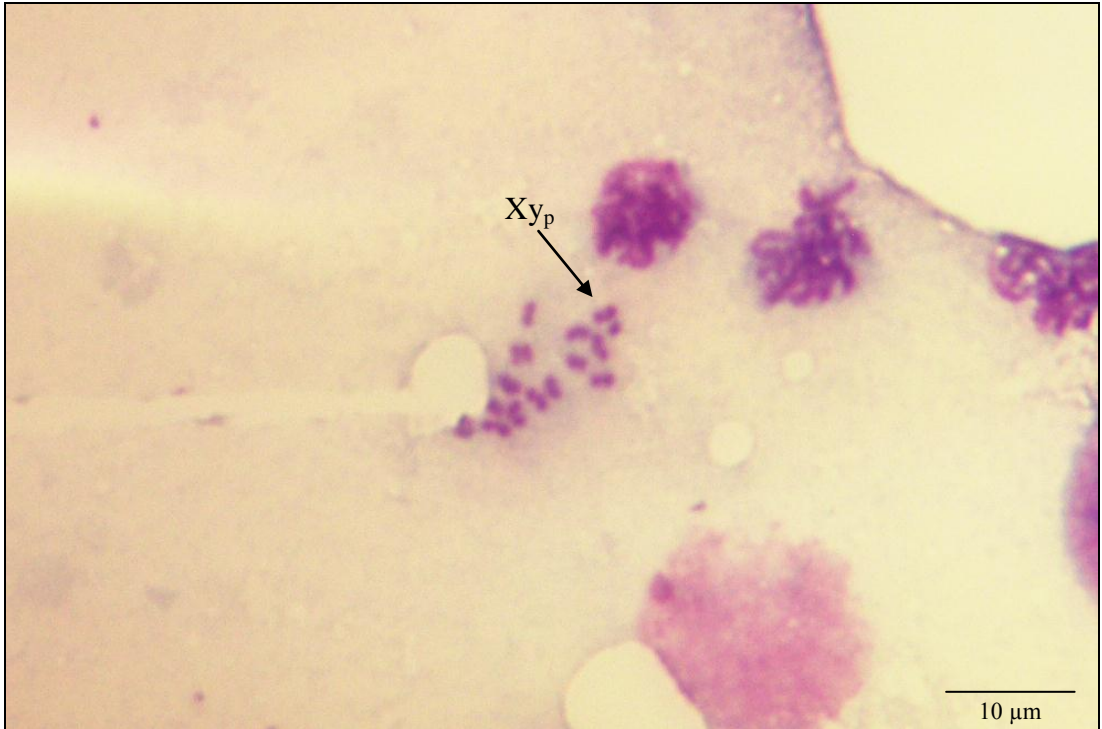


Harita 4.2. *Purpuricenens budensis* (Götz, 1783)'in Türkiye yayılışı

Karyolojisi: *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783)'in diploid kromozom sayısı  $2n♂=28$ , eşey kromozom sistemi ise  $Xy_p$  olarak bulundu (Resim 4.5 ve Resim 4.6). Karyotip formülü:  $2n♂=28 (13 AA+Xy_p)$ 'dir.



Resim 4.5. *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783)'in metafaz kromozomları



Resim 4.6. *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783)'in metafaz kromozomları

#### 4.3. *CLYTUS RHAMNI* GERMAR, 1817

Familiya	: Cerambycidae Latreille, 1802
Altfamiliya	: Cerambycinae Latreille, 1802
Tribus	: Clytini Mulsant, 1839
Altribus	: -
Cins	: <i>Clytus</i> Laicharting, 1784
Altcins	: -
Tür	: <i>Clytus rhamni</i> Germar, 1817

Türkiye'deki alt türleri:

= ssp. *rhamni* Germar, 1817

= ssp. *temesiensis* Germar, 1824

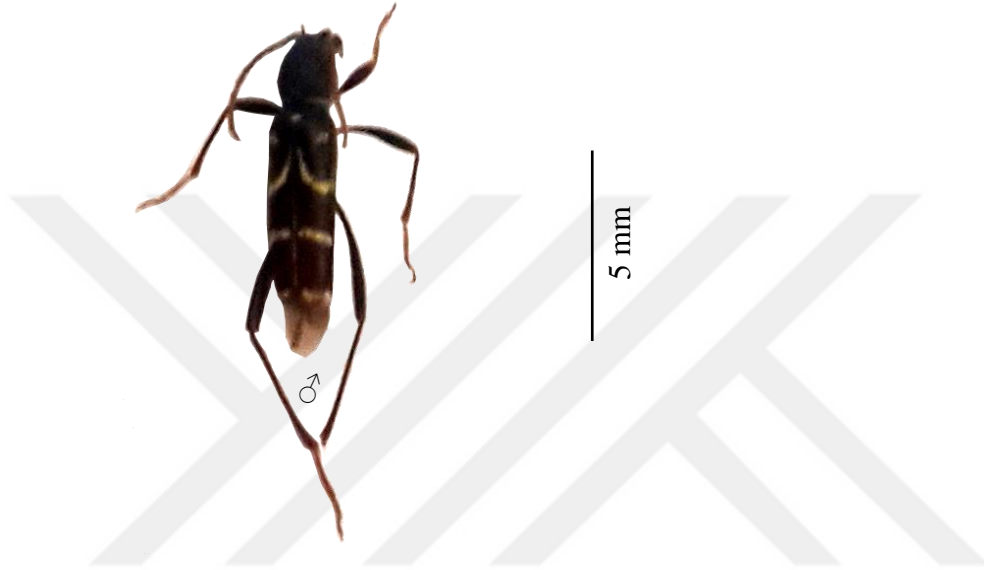
Genel Morfolojisi: Boy 6-12 mm. Baş, pronotum ve elytra siyah renkli. Antenler kısa, ince yapılı, kahverengimsi kırmızı ve pronotumun apeksine kadar uzanır. Pronotum ön ve arka kenarlarında sarı renkli birer şerit taşır. Elytrada sarı renkli şerit ve lekeler bulunur. Her bir elytron apeksinde ve medio-distalinde enine düz, medio-proksimalinde enine kavisli birer şerit ile bazalinde çapraz konumlu bir leke taşır. Scutellumda sarı renkli tüyler bulunur. Bacaklar genellikle kahverenkli, femur siyah, diğer kısımları kırmızımsı veya koyu kahverenkli (Resim 4.7).

Türkiye yayılışı: Adana, Adıyaman, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Bayburt, Bilecik, Bitlis, Bursa, Çanakkale, Çankırı, Elazığ, Eskişehir, Gaziantep, Gümüşhane, Hatay, İçel, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Karaman, Kırklareli, Kırşehir, Kocaeli, Konya, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Malatya, Osmaniye, Rize, Samsun, Sinop, Sivas, Tokat, Yalova, Yozgat, Trakya, Tunceli (Harita 4.3) (Şabanoğlu ve Sert, 2015; Yardibi ve Tozlu, 2013; Sama ve ark., 2012; Özdikmen ve ark., 2009; Özdikmen ve Turgut, 2009a; Özdikmen, 2007; Özdikmen, 2006).

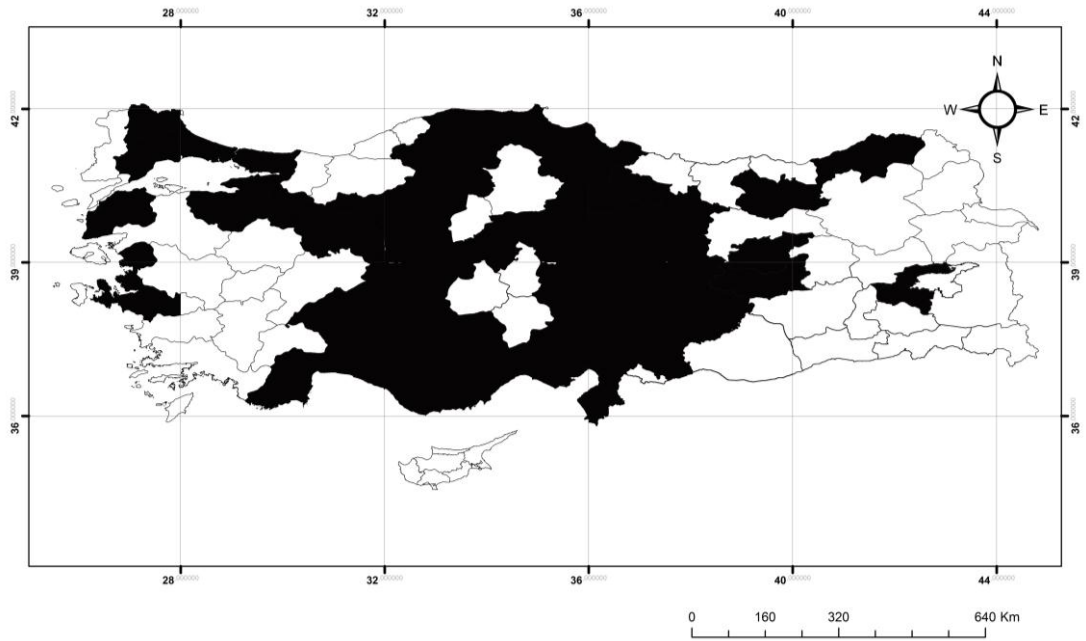
Dünya yayılışı: Almanya, Arnavutluk, Avusturya, Azerbaycan, Belarus, Bosna Hersek, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Ermenistan, Fransa, Gürcistan, Hırvatistan, İran, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, Kafkasya, Kazakistan, Kıbrıs, Kırım,



Korsika Adası, Letonya, Lübnan, Macaristan, Makedonya, Moldova, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Sardinya Adası, Sırbistan, Sicilya Adası, Slovakya, Slovenya, Suriye, Transkafkasya, Türkiye, Ukrayna, Yugoslavya, Yunanistan (Ali ve ark., 2015; Vukajlović ve Živanović, 2014; Georgiev, 2013; Şabanoğlu, 2013; Sama ve ark., 2010a; Sama ve ark., 2010b; Özdikmen ve Turgut, 2009a; Serafim, 2009; Özdikmen, 2007; Georgiev, 2002).

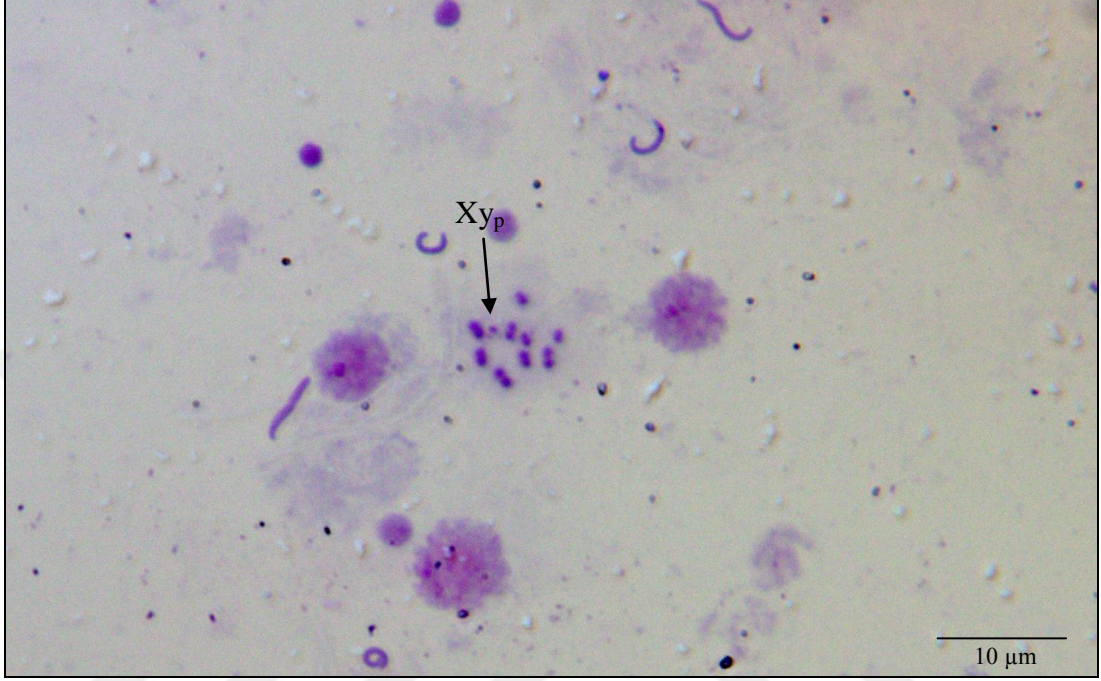


Resim 4.7. *Clytus rhamni* Germar, 1817

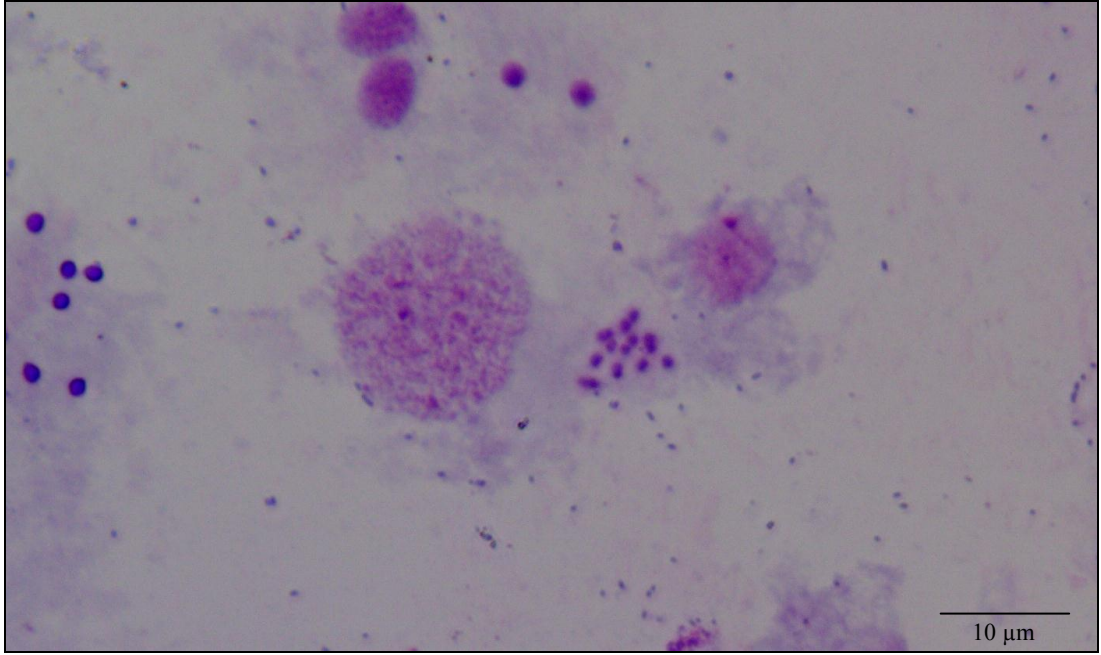


Harita 4.3. *Clytus rhamni* Germar, 1817'nin Türkiye yayılışı

Karyolojisi: *Clytus rhamni* Germar, 1817'nin diploid kromozom sayısı  $2n♂=20$ , eşey kromozom sistemi ise  $Xy_p$  olarak bulundu (Resim 4.8 ve Resim 4.9). Karyotip formülü:  $2n♂=20 (9 AA+Xy_p)$ 'dir.



Resim 4.8. *Clytus rhamni* Germar, 1817'nin metafaz kromozomları



Resim 4.9. *Clytus rhamni* Germar, 1817'nin metafaz kromozomları

#### 4.4. *PLAGIONOTUS FLORALIS* (PALLAS, 1773)

Familya	: Cerambycidae Latreille, 1802
Altfamilya	: Cerambycinae Latreille, 1802
Tribus	: Clytini Mulsant, 1839
Altribus	: -
Cins	: <i>Plagionotus</i> Mulsant, 1842
Altçins	: <i>Echinocerus</i> Mulsant, 1842
Tür	: <i>Plagionotus floralis</i> (Pallas, 1773)

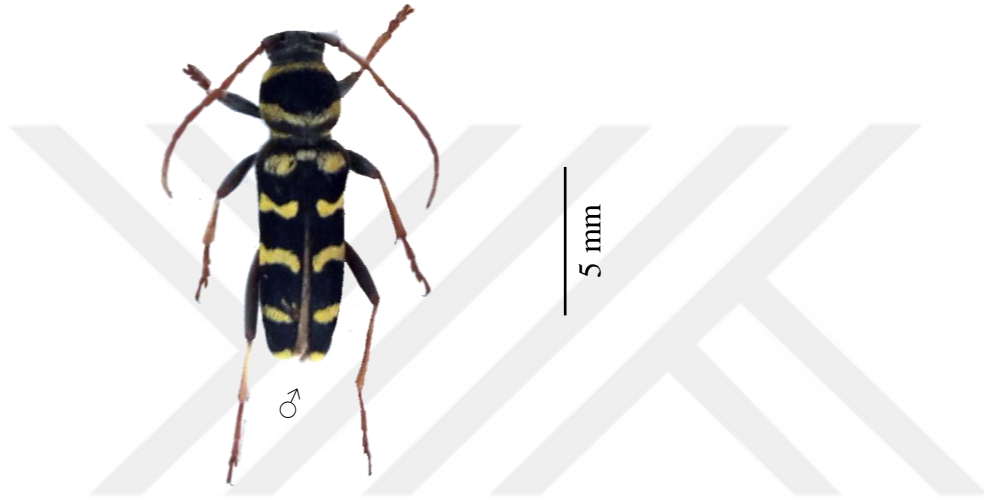
Türkiye'deki alt türleri:

= -

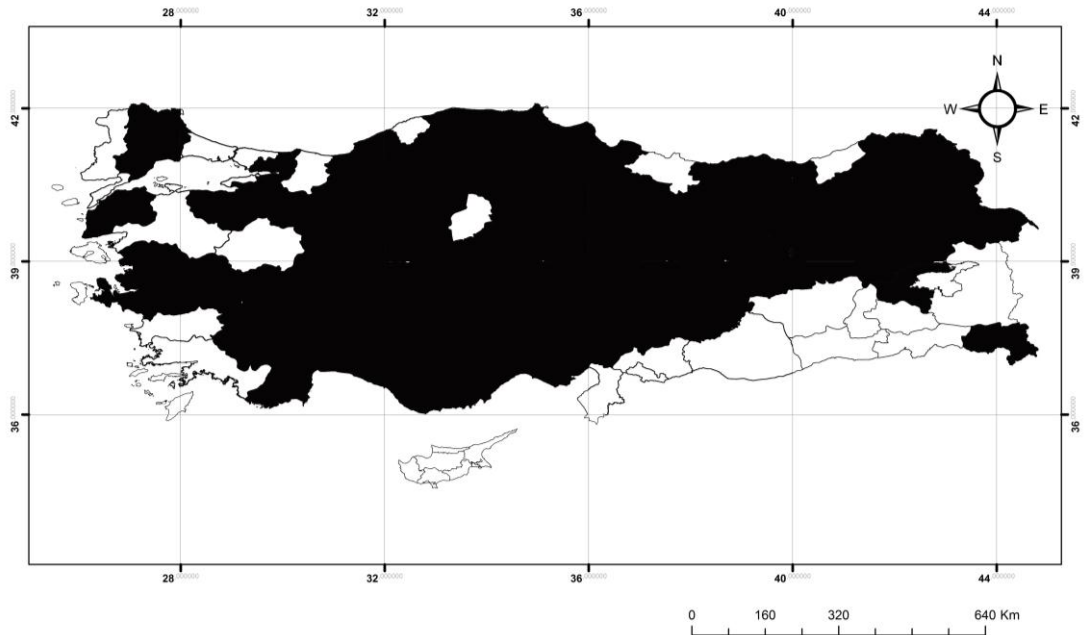
Genel Morfolojisi: Boy 9-17 mm. Baş, pronotum ve elytra sarı renkli tüylerden oluşmuş şerit ve desenler taşır, diğer kısımları siyah renkli. Antenler ince yapılı, sarımsı kahverengi, orta uzunlukta, vücut boyunu geçmez. Pronotum anterior ve posteriordeki kalın sarı bantlar dışında siyah renkli. Elytra siyah renkli ve her bir elytron enine beş adet sarı renkli şerit taşır. Scutellum sarı renkli. Bacaklar kahverengi olup sarımsı tüylü. Abdomen koyu kahverengi olup segmentler apeksden itibaren yaklaşık 2/3'lik kısımda sarı tüylü (Resim 4.10).

Türkiye yayılışı: Adana, Adıyaman, Afyon, Ağrı, Aksaray, Amasya, Ankara, Antalya, Ardahan, Artvin, Bayburt, Bingöl, Bilecik, Bitlis, Bolu, Bursa, Burdur, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Gümüşhane, Hakkari, Iğdır, Isparta, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kırşehir, Kırklareli, Karaman, Kocaeli, Konya, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Malatya, Manisa, Muş, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Samsun, Sinop, Sivas, Trabzon, Tokat, Tunceli, Uşak, Yozgat, Zonguldak, Trakya (Harita 4.4) (Şabanoglu ve Sert, 2015; Yardibi ve Tozlu, 2013; Sama ve ark., 2012; Özdikmen ve Turgut, 2009b; Özdikmen, 2007; Özdikmen, 2006).

Dünya yayılışı: Almanya, Arnavutluk, Avusturta, Bosna-Hersek, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Ermenistan, Fransa, Hırvatistan, Irak, İran, İspanya, İsrail, İsviçre, İtalya, Kafkasya, Kazakistan, Kırım, Letonya, Litvanya, Macaristan, Makedonya, Moldova, Polonya, Romanya, Rusya, Sırbistan, Sibiryaya, Slovakya, Slovenya, Transkafkasya, Türkiye, Ukrayna, Ürdün, Yunanistan (Özdikmen ve ark., 2014; Georgiev, 2013; Rastegar ve ark., 2013; Sama ve ark., 2010a; Özdikmen ve Turgut, 2009b; Serafim, 2009; Özdikmen, 2007; Georgiev, 2002).

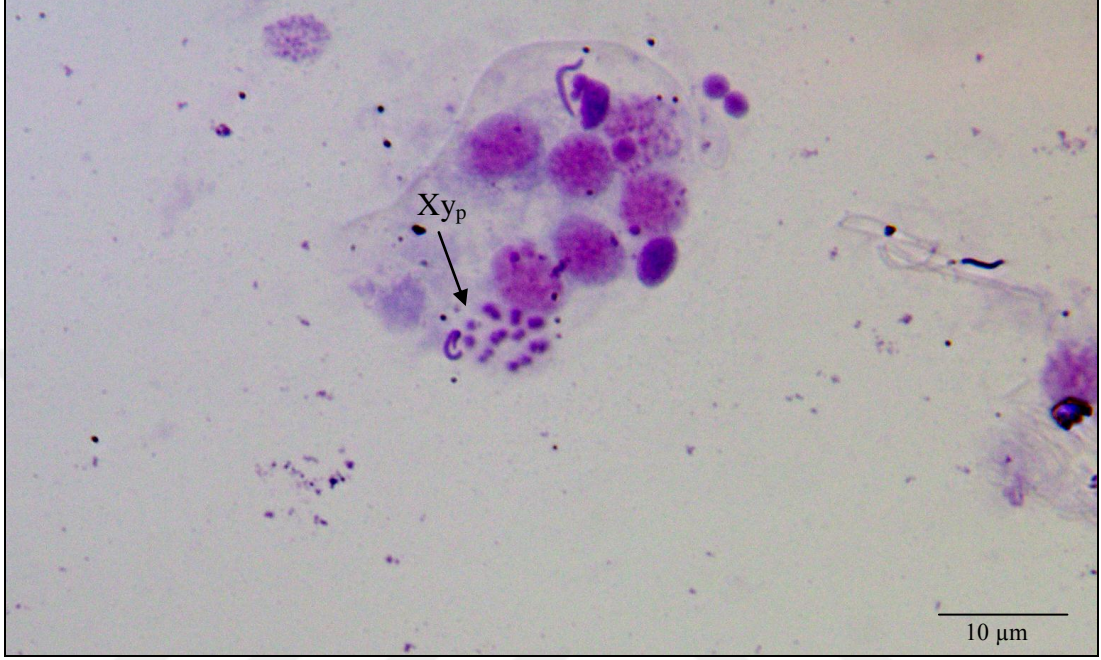


Resim 4.10. *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773)

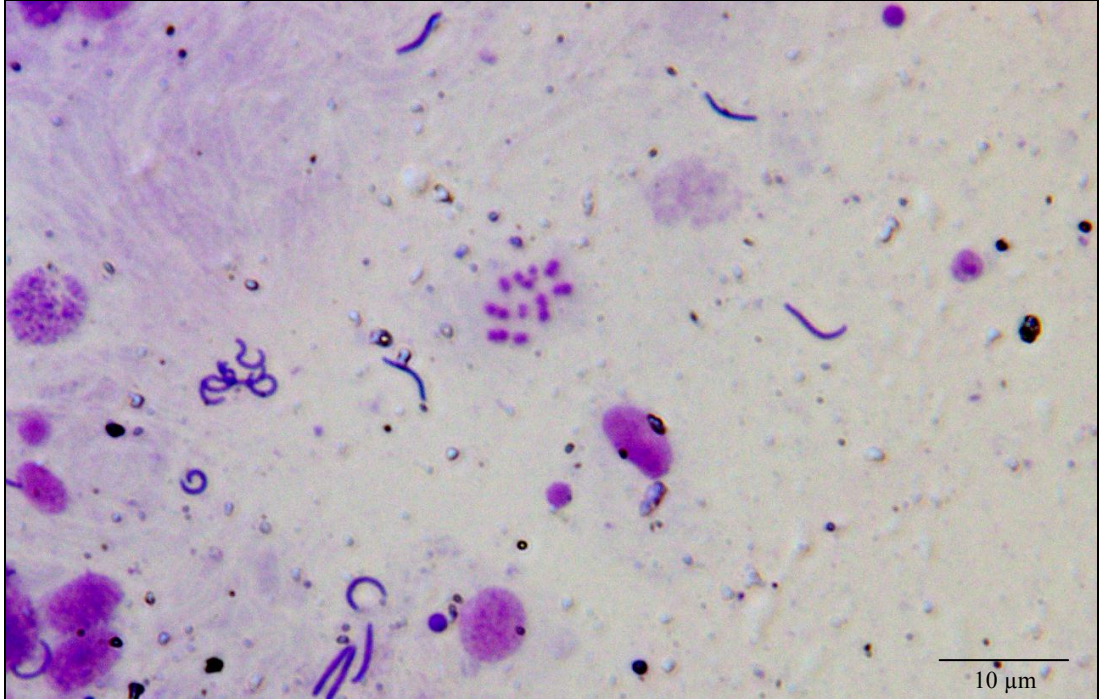


Harita 4.4. *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773)'in Türkiye yayılışı

Karyolojisi: *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773)'in diploid kromozom sayısı  $2n\hat{\sigma}=20$ , eşey kromozom sistemi ise  $Xy_p$  olarak bulundu (Resim 4.11 ve Resim 4.12). Karyotip formülü:  $2n\hat{\sigma}=20 (9 AA+Xy_p)$ 'dir.



Resim 4.11. *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773)'in metafaz kromozomları



Resim 4.12. *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773)'in metafaz kromozomları

#### 4.5. *DORCADION TRISTE PHRYGICUM* PEKS, 1993

Familiya	: Cerambycidae Latreille, 1802
Altfamiliya	: Dorcadioninae Swainson and Shuckard, 1840
Tribus	: Dorcadionini Swainson and Shuckard, 1840
Cins	: <i>Dorcadion</i> Dalman, 1817
Altçins	: <i>Maculatodorcadion</i> Breuning, 1943
Tür	: <i>Dorcadion triste</i> Frivaldsky, 1845
Alttür	: <i>Dorcadion triste phrygicum</i> Peks, 1993

Türkiye'deki diğer alt türleri:

= ssp. *triste* Frivaldsky, 1845

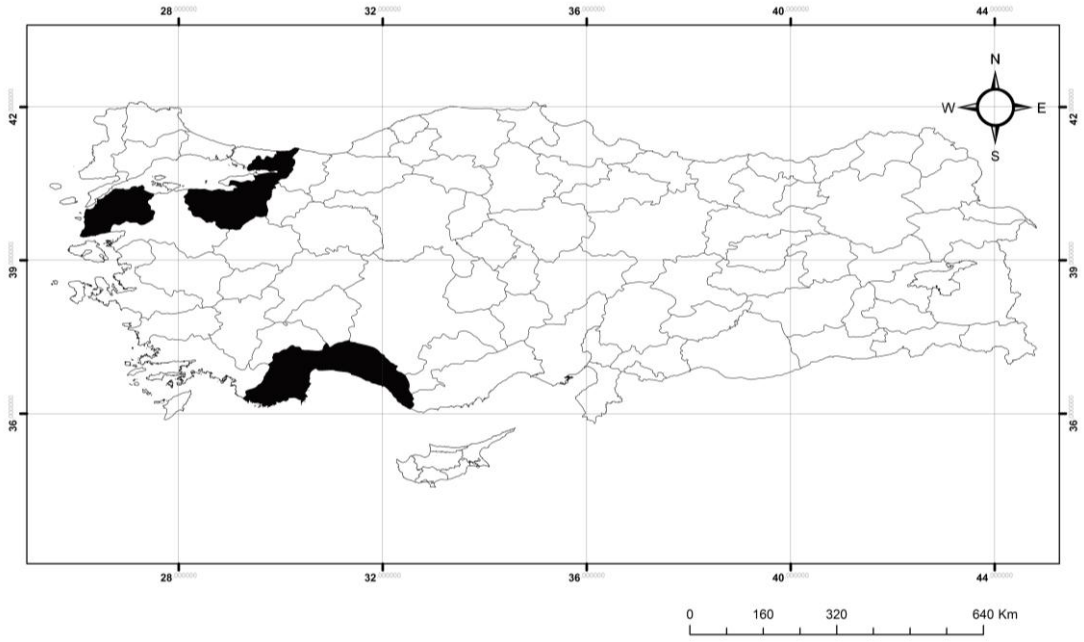
Genel morfolojisi: Boy 16-18 mm. Baş, pronotum ve elytrada vücut boyunca median hattın iki yanında uzamış kalın ve simetrik siyah şerit bulunur. Diğer kısımlar beyaz renkli. Pronotumun sağ ve sol tarafında olmak üzere iki sivri çıkıntı vardır. Elytranın sağ ve sol tarafında ikişer tane siyah büyük benek görülür. Antenler ve bacaklar siyah renkli, yoğun beyaz tüylenme görülür. Antenler orta uzunlukta, elytra apeksini geçmez. Elytra abdomeni dorsalden tamamen örter (Resim 4.13).

Türkiye yayılışı: Antalya, Bursa, Çanakkale, Düzce (Harita 4.5) (Özdikmen, 2016; Özdikmen ve Kaya, 2015; Özdikmen, 2012a; Özdikmen, 2012b; Özdikmen, 2010; Özdikmen, 2008a).

Dünya yayılışı: Türkiye (Endemik) (Özdikmen, 2016; Özdikmen, 2012a; Özdikmen, 2012b; Özdikmen, 2010; Özdikmen, 2008a).



Resim 4.13. *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993

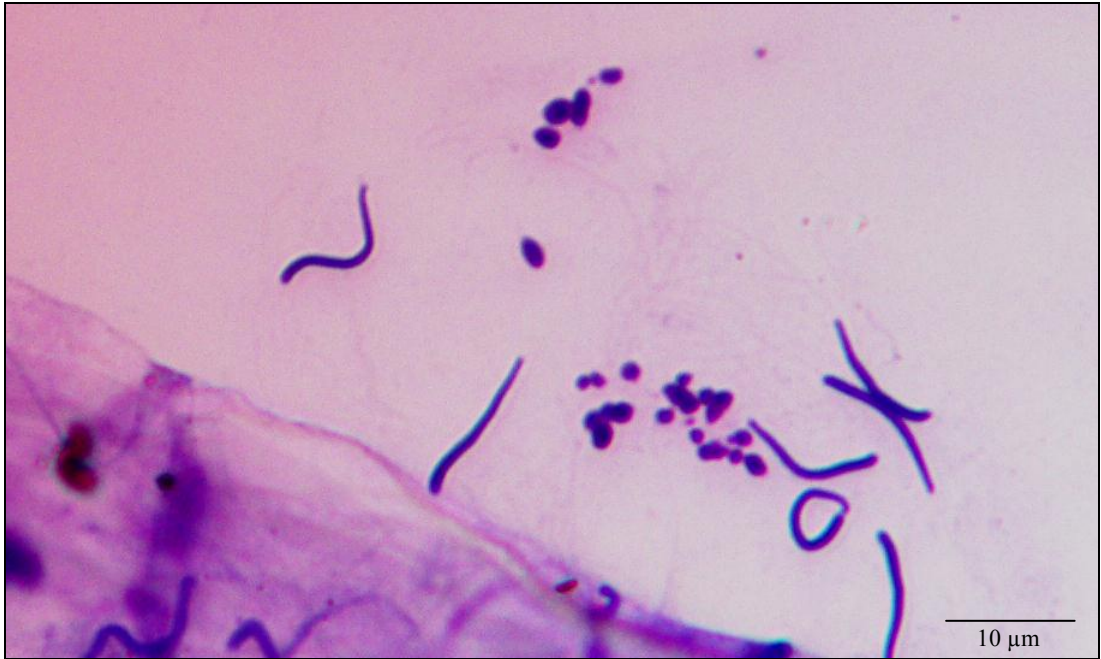


Harita 4.5. *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993'un Türkiye yayılışı

Karyolojisi: *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993'un diploid kromozom sayısı  $2n♂=24$ , eşey kromozom sistemi ise  $Xy_p$  olarak bulundu (Resim 4.14 ve Resim 4.15). Karyotip formülü:  $2n♂=24 (11 AA+Xy_p)$ 'dir.



Resim 4.14. *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993'un metafaz kromozomları



Resim 4.15. *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993'un metafaz kromozomları



Bu tez çalışmasında Cerambycidae familyasının 2 alt familyasına ait 3 tribusundan 5 taksona ait karyolojik özellikler belirlendi. Belirlenen karyotip özellikleri çalışılan taksonların güncel karyolojik, taksonomik ve sistematik durum ve problemleri ile aşağıda tartışıldı.

*Purpuricen*us Dejean, 1821, Neotropikal hariç bütün zoocoğrafik bölgelerde yayılış gösteren bir cinstir. En çok da Palearktik, Nearktik ve Indomalaya bölgelerinde yayılış göstermektedir. Şimdiye kadar bu üç zoocoğrafik bölgede cinse ait yaklaşık 60 tür tespit edilmiştir (Ghate ve ark., 2006; Macrae, 2000). Özellikle Palearktik bölgede olmak üzere, son 50-60 yıl boyunca *Purpuricen*us cinsi içerisinde çok sayıda yeni tür tanımlarının da yapıldığı birçok taksonomik değişiklik gerçekleştirilmiştir (Kadlec, 2006). Hala yeniden düzenlemelerin yapıldığı *Purpuricen*us cinsinin taksonomik ve sistematik çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla bu tez çalışmasında zoocoğrafik olarak Palearktik bölgede yer alan ülkemizde yayılış gösteren cinsin iki taksonuna (*Purpuricen*us *desfontainii* *in*humeralis Pic, 1891 ve *Purpuricen*us *budensis* (Götz, 1783)) ait karyolojik veriler tespit edildi ve sunuldu.

*Purpuricen*us *desfontainii* (Fabricius, 1792), Türkiye'nin güney ve güneydoğusunda oldukça geniş yayılışa sahip bir türdür ve 2 alt tür ile temsil edilir. Sama (1988), *Purpuricen*us *desfontainii* *in*humeralis Pic, 1891'in ayrı bir alt tür olduğundan, *Purpuricen*us *desfontainii* *desfontainii* (Fabricius, 1792)'nin ise Girit Adası'nda yayılış gösterdiğinden bahsetmektedir. Türkiye'den Adlbauer (1992) hariç bütün eski kayıtlar *Purpuricen*us *desfontainii* olarak verilmiştir. Bununla birlikte, nominatif alt tür *Purpuricen*us *desfontainii* *desfontainii* Kuzey Afrika ve Girit Adası'nda yayılış göstermektedir. Diğer alt tür *Purpuricen*us *desfontainii* *in*humeralis Türkiye, Suriye, Yunanistan ve ?Bulgaristan'nda yayılış göstermektedir (Özdikmen, 2007; Özdikmen ve Demir, 2006). Bu nedenle Özdikmen (2007) Türkiye'den şimdiye kadar verilen bütün kayıtların *Purpuricen*us *desfontainii* *in*humeralis olması gerektiğini öngörmektedir.

*Purpuricenus budensis* (Götz, 1783), Türkiye’de geniş yayılışa sahip bir türdür ve üç (veya dört) alttür ile temsil edilir. *Purpuricenus budensis productus* Plavistshikov, 1940 Türkiye’nin güneyinde, *Purpuricenus budensis interscapillatus* Plavilstshikov, 1937 Türkiye’nin güney ve güneybatısında, nominatif alt tür olan *Purpuricenus budensis budensis* (Götz, 1783) ise Türkiye’nin diğer kısımlarında yayılış gösterir. Bazı araştırmacılar tarafından dördüncü bir alt tür olarak kabul gören *Purpuricenus budensis bitlisiensis* Pic, 1902 ise Türkiye’nin güneydoğusunda yayılış göstermektedir. Danilevsky & Miroshnikov (1985)’e göre, Kırım, Kafkasya ve muhtemelen Avrupa’da da yayılış gösteren *Purpuricenus caucasicus* Pic, 1902 ayrı bir türdür. Fakat Sabbadini & Pesarini (1992), *Purpuricenus caucasicus*’un *Purpuricenus budensis*’in Türkiye ve Ermenistan’da yayılış gösteren bir alt türü olduğunu belirtmiştir. Diğer yandan Sama (2002), Pic tarafından Doğu Akdeniz Bölgesi’nde varyete olarak tanımlanan birçok taksonun ayrı türler olduğunu ifade etmiştir (*Purpuricenus bitlisiensis* Pic, 1902; *Purpuricenus caucasicus* Pic, 1902; *Purpuricenus nigronotatus* Pic, 1907; *Purpuricenus longevittatus* Pic, 1950) (Özdikmen ve ark., 2009; Özdikmen, 2007). Ancak Özdikmen (2007) de *Purpuricenus caucasicus*’un, Türkiyede’ki bilinen kayıtlarının teorik olarak allopatrik alt tür yayılışı kuralına uygun olmaması nedeniyle ayrı bir tür olduğunu düşünmekte ve bu taksonların gerçek durumlarının ortaya konulabilmesi için yeniden gözden geçirilmelerine ihtiyaç olduğunu ifade etmektedir.

Yukarıda yapılan açıklamara göre dış morfolojik karakterleri ve yayılış özelliklerinin hem *Purpuricenus* cinsinin hem de bu tez çalışmasına konu edilen iki taksonunun taksonomik ve sistematik değerlendirmelerinde yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu da farklı taksonomik karakterlerden elde edilecek yeni verilerle cins ve bu taksonlara ait durumların tekrar değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda karyolojik veriler büyük önem taşımaktadır. Fakat *Purpuricenus* cinsine ait sitotaksonomik değerlendirmelerin yapılmasına olanak sağlayabilecek karyolojik verilerin oldukça az sayıda olduğu görülmektedir. Şimdiye kadar sadece 3 *Purpuricenus* türünün karyolojik verisi sunulmuştur ve bu da karyotipik değerlendirilmesi yapılan Cerambycidae türlerinin yaklaşık %1.5’ine denk gelmektedir (Karagyan and Kalashian, 2016; Okutaner, 2011e; Smith and Virkki,

1978). Bu türlerden Kore, Japonya, Tayvan ve Çin’de yayılış gösteren *Purpuricenus spectabilis* Motschulsky, 1857’in karyotipi  $n♂=14_{II}$ ; Afganistan, Hindistan ve Pakistan’da yayılış gösteren *Purpuricenus indus* Semenov, 1908’un  $2n♂=28$  ( $13+X_{Yp}$ ) ve Avrupa Batı Sibirya, İran, İsrail, Kafkasya, Kıbrıs, Lübnan, Orta Doğu, Suriye, Transkafkasya ve Türkiye’de yayılış gösteren *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783)’in ise  $2n♂=28$  olarak bulunmuştur (Okutaner, 2011; Smith and Virkki, 1978; Ehara, 1956). Tez çalışması kapsamında karyolojik değerlendirmeleri yapılan *Purpuricenus desfontainii inhumeralis* Pic, 1891 ve *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783)’in karyotipleri de  $2n♂=28$  ( $13+X_{Yp}$ ) olarak tespit edildi.

*Purpuricenus desfontainii inhumeralis*’in karyolojik verisi hem ülkemiz hem de dünya literatürü için ilk defa sunulmaktadır. *Purpuricenus budensis*’in karyotip bilgileri ise hem Türkiye hem de dünya literatürü için ikinci defa sunulmaktadır. Farklı bölgelerde yayılış gösteren hem tez çalışması kapsamında hem de daha önceden değerlendirilen *Purpuricenus* taksonlarının karyotiplerinin benzer ya da aynı olduğu görülmektedir. Sunulan verilerde eşey belirleme sistemlerinin ve karyomorfolojik bulguların bulunmaması ya da eksik olması nedeniyle tam bir değerlendirme yapılamamaktadır. Sadece mevcut sonuçlara dayalı olarak, cins içerisinde kromozom sayısı bakımından varyasyonun şu an itibariyle görülmediği söylenebilir. Sonuç olarak; taksonomik ve karyolojik değerlendirmelere bakıldığında, sitotaksonominin *Purpuricenus* cinsine tam anlamıyla katkı sağlayabilmesi için bu tez çalışmasının önemi ve yeni çalışmaların gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Clytini Mulsant, 1839 tribusunun cins ve alt cinsleri konusunda farklı araştırmacıların kullandıkları taksonomik karakterlerden kaynaklı değişik görüşler ortaya çıkmaktadır. Daha çok dış morfolojik özelliklerle beraber erkek genital yapıları ve larva konukçu bitkilerine dayalı olarak yapılan sistematik düzenlemeler bu problemlili grubun tam ve doğru sistematığının yapılmasında yeterli olamamıştır (Özdikmen ve Turgut, 2009b). Clytini tribusu Türkiye’de *Plagionotus* Mulsant, 1842, *Isotomus* Mulsant, 1862, *Chlorophorus* Chevrolat, 1863, *Xylotrechus* Chevrolat, 1860, *Rusticoclytus* Vives, 1977, *Turanoclytus* Sama, 1994, *Pseudosphegistes* Reitter, 1913, *Clytus* Laicharting, 1784 ve *Sphegoclytus* Sama,

2005 olmak üzere 9 cins ile temsil edilmektedir (Özdikmen, 2012b). Bu cinslerden *Clytus* dünyada yaklaşık 50, ülkemizin de bulunduğu Palearktik bölgede 22, Türkiye de ise 4'ü endemik olmak üzere 12 tür ile temsil edilmektedir. *Clytus* cinsi muhtemelen yeni cins ve alt cinslere ayrılma gerekliliğini taşıyan bir gruptur (Özdikmen, 2012b; Özdikmen ve Turgut, 2009a). Nitekim Sama (2005) *Sphogoclytus* cinsini bu cins içerisinden çıkararak ayrı bir Clytini cinsi olarak tanımlamıştır. Clytini tribusuna ait olan diğer bir cins *Plagionotus* ise dünyada yaklaşık 12, Palearktik bölgede 11, Türkiye de ise 5 tür ile temsil edilmektedir (Özdikmen, 2012b; Özdikmen ve Turgut, 2009b; Özdikmen, 2007). *Clytus* ve *Plagionotus* birbirlerine yakın iki cinstir ve taksonomik düzenlemelere konu olmaktadır. Örneğin, *Clytus latreillei* türü Laporte & Gory (1836) tarafından tanımlanmış fakat daha sonra Aurivillius (1912) tarafından *Plagionotus* cinsine transfer edilmiştir. Hem Clytini tribusu hem de *Clytus* ve *Plagionotus* cinslerinin taksonomik ve sistematik yeniden düzenlemelerine katkı sağlamak amacıyla ülkemizde yayılış gösteren cinslere ait 2 tür (*Clytus rhamni* Germar, 1817 ve *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773)) karyolojik olarak incelendi ve bulguları sunuldu.

Özdikmen (2006), *Clytus rhamni* Germar, 1817 türünün dünyada 3 alt türü (*Clytus rhamni rhamni* Germar, 1817, *Clytus rhamni bellieri* Gautier, 1862 ve *Clytus rhamni temesiensis* Germar, 1824) bulunduğunu ve bunların yayılış özelliklerine göre Türkiye'den verilen eski kayıtların hepsinin *Clytus rhamni temesiensis* olması gerektiğini bildirmiştir. Daha sonra Özdikmen (2007), bu türün Türkiye'de geniş bir yayılışa sahip olduğunu, 2 alt tür ile temsil edildiğini ve bunlardan *Clytus rhamni temesiensis* Türkiye'nin güneyinde, *Clytus rhamni rhamni*'nin ise geri kalan kısımlar da yayılış gösterdiğini bildirmiş, *Clytus rhamni bellieri*'nin ise Akdeniz'in Batı kısmında, Avrupa'nın merkezinde, Sicilya Adası ve İtalya'da bulunduğunu ifade etmiştir.

*Plagionotus floralis* (Pallas, 1773) ülkemizde *Echinocerus* Mulsant, 1862 alt cinsine ait tek tür olarak geniş bir yayılış göstermekte ve alt türü bulunmamaktadır.

Clytini tribusu içerdiği taksonların sistematik durumlarının problemliliğinden dolayı yeniden düzenlemeye konu olmakla beraber yeni taksonomik ve sistematik çalışmalara açık olan bir gruptur. Yayılış özellikleri ve dış morfolojik karakterleriyle beraber erkek genital yapıları ve larva konukçu bitkilerine göre yapılan sistematik çalışmaları farklı özelliklere dayalı tür bilgilerine ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle grubun ve alt taksonlarının karyolojik çalışmalara ihtiyaç duyabileceği düşünülmektedir. Özellikle bu tez çalışmasına konu olan *Clytus* ve *Plagionotus* cinslerinde sınırlı sayıda, bu cinslere ait olan *Clytus rhamni* ve *Plagionotus floralis* türlerinde ise hiç karyolojik verinin bulunmaması elde edilecek yeni karyolojik verilerle grubun sitotaksonomik açıdan değerlendirilmesi gerektiğinin önemini ortaya çıkarmaktadır.

*Clytus* ve *Plagionotus* cinsleri karyolojik olarak az sayıda çalışma içermektedir. *Clytus* cinsine ait *Clytus arietis* (Linnaeus, 1758), *Clytus lama* Mulsant, 1847 ve *Clytus melaenus* Bates, 1884 ile *Plagionotus* cinsine ait *Plagionotus arcuatus* (Linnaeus, 1758) türlerinin karyotipi  $n=9+Xy_p$ , *Plagionotus pulcher* Blessig, 1872 türünün ise  $n=10_{II}$  olarak bildirilmiştir (Smith ve Virkki, 1978; Abe ve ark., 1971; Teppner, 1966; Ehara, 1956). Bu tez çalışmasında karyolojik amaçlı incelenen *Clytus rhamni* ve *Plagionotus floralis* türlerinin de karyotip formülleri  $n=9+Xy_p$  olarak bulundu. Türler için karyolojik veriler bu tez çalışması ile ilk defa sunuldu. Kromozom morfolojileri ve eşey belirleme sistemlerine ait bulguların eksik olması veya bulunmaması nedeniyle mevcut bulgulara dayalı olarak karyolojik verileri sunulan bu türlerin benzer ya da aynı karyotiplere sahip oldukları söylenebilir. Kromozom sayısı bakımından şu an için varyasyon gözükmeyen bu gruplarda sınırlı sayıda bu çalışmalar alandaki bilgi birikimi açısından büyük önem taşımaktadır. Diğer yandan sitotaksonominin hem Clytini tribusu hem de *Clytus* ve *Plagionotus* cinslerinin tasonomik ve sistematığına katkı sağlayabilmesi için yeni çalışmaların yapılması gerekliliği de ortadadır.

Dorcadionini Swainson and Shuckard, 1840 tribusu, cins ve alt cinsleri konusunda farklı araştırmacıların değişik görüşlerinden dolayı sistematik olarak problemli bir gruptur ve tribusa ait taksonların durumlarının yeniden değerlendirilmesi gerektiği dşnlmektedir (zdikmen, 2016; zdikmen, 2007). Türkiye'deki Dorcadionini tribusu lkemiz Cerambycidae familyasının yaklaşık 1/3'lik kısmını oluştururken dünyadaki Dorcadionini tribusunun da 1/3'den fazla kısmını temsil etmektedir. 278 tür-grup sayısı ile Palearktik bölge Dorcadionini tribusunun yaklaşık %35'ini oluşturmaktadır. 227 endemik tür-grup sayısı ile de yüksek bir endemizm oranına (yaklaşık %82) sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı Dorcadionini tribusu çok önemli bir gruptur. Dorcadionini tribusu Türkiye'de *Dorcadion* Dalman, 1817; *Megalodorcadion* Pesarini ve Sabbadini, 1998; *Neodorcadion* Ganglbauer, 1884 olmak üzere c cins ile temsil edilmektedir (zdikmen, 2016). Bunlardan *Dorcadion* cinsi ise Türkiye'de *Carinatodorcadion* Breuning, 1943; *Cribridorcadion* Pic, 1901; *Maculatodorcadion* Breuning, 1943 olmak üzere c alt cins ile temsil edilmektedir. *Dorcadion* cinsi dünyada 382, Türkiye'de 151'i endemik olmak üzere 192 tür ile temsil edilirken, alt cinslerinden biri olan *Maculatodorcadion* hem dünyada hem de Türkiye'de 3' endemik olmak üzere 4 tür ile temsil edilmektedir (zdikmen ve Koçak, 2015).

*Dorcadion* türleri dış morfolojik özellikleriyle çok kolay ayrılamayan bir grup durumundadır. Teşhisde kullanılan özelliklerden olan, pronotum ve elytra üzerindeki kahverengi-siyah arasında değişen zemin tüyü ile beyaz, gri, sarı tyilerin oluşturduğu desen ve bandları, aşınmış örneklerde kesin saptamak mümkün değildir (nalp, 1991). Bu nedenle *Dorcadion* cinsine ait taksonomik ve sistematik çalışmalara katkı sağlamak amacıyla bu tez çalışmasında ülkemizde yayılış gösteren ve *Maculatodorcadion* alt cinsine ait olan endemik alt tür *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993'un karyolojik veri tespit edildi ve sunuldu.

Türkiye için endemik bir tür olan *Dorcadion triste* Frivaldszky von Frivald tarafından 1845 yılında Türkiye'nin batısında İzmir'den tanımlanmıştır. *Dorcadion phrygium* ise Peks tarafından 1993 yılında Türkiye'nin güneybatısında Antalya ili Kaş ilçesinden *Dorcadion triste* Frivaldszky von Frivald, 1845'nin alt türü olarak

kaydedilmiştir. Bu takson da Türkiye için endemiktir. Daha sonra Löbl ve Smetana (2010) da bu taksonu *Dorcadion triste*'nin alt türü olarak bildirmiştir. Yani *Dorcadion triste*'nin güneydoğu popülasyonları *Dorcadion triste phrygicum* olarak adlandırılmıştır (Özdikmen ve Kaya, 2015). Fakat Özdikmen ve Kaya (2015) *Dorcadion triste triste* ve *Dorcadion triste phrygicum*'un bilinen yayılış özelliklerine göre bu taksonların aynı türün alt türleri olmadıklarını belirtmiştir. Çünkü güneydoğu popülasyonları olarak değerlendirilen ve *Dorcadion triste phrygicum* olarak adlandırılan taksonun Türkiye'nin kuzeybatısında da yayılışa sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle Özdikmen ve Kaya (2015) *Dorcadion phrygicum*'un ayrı bir tür olarak değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır.

*Dorcadion*ini tribusunun cins-alt cins, tür-alt tür gibi alt taksonları bakımından taksonomik ve sistematik olarak problemlili bir grup olduğu açıkça görülmektedir. Özellikle *Dorcadion* cinsinde, dış morfolojik karakterler ve yayılış özelliklerine göre yapılan mevcut değerlendirmelerin yeniden düzenlenmesi için farklı taksonomik karakterlere ihtiyaç duyulmaktadır. Nitekim bu durum özellikle bu tez çalışmasına konu edilen *Dorcadion triste phrygicum*'un taksonomik özellikleri ve sistematik durumu açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla karyolojik verilerin *Dorcadion* cinsine karyosistemik açıdan katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

*Dorcadion* cinsine ait karyolojik verilere bakıldığında yapılan çalışmaların oldukça az olduğu görülmektedir. Dascâlu ve Fusu (2012), *Dorcadion axillare moldavicum* Dascalu & Fusu, 2012'da diploid kromozom sayısını  $2n\♂=24 (11+Xy_p)$  olarak bildirmiştir. Okutaner ve ark. (2011d), *Dorcadion anatolicum* Pic, 1900'da diploid kromozom sayısını  $2n\♂=24 (11+Xy_p)$ , *Dorcadion scabricolle paphlagonicum* Breuning, 1962'da ise  $2n\♂=20$  olarak tespit etmiştir. Bu tez çalışması kapsamında karyolojik değerlendirilmesi yapılan *Dorcadion triste phrygicum* Peks, 1993'un diploid kromozom sayısı  $2n\♂=24 (11+Xy_p)$  olarak bulundu. Ülkemiz için endemik olan bu alt türün karyolojik verisi hem Türkiye hem de dünya literatürü için ilk karyolojik kayıt olarak sunulmaktadır. Elde edilen sınırlı verilere dayanarak şu an için sadece *Dorcadion* cinsi içerisinde kromozom sayısı

bakımından bir varyasyon olduğu söylenebilir. Dorcadionini, Lamiini Latreille, 1825, Monochamini Gistel, 1856 ve Parmenini Mulsant, 1839 tribuslarına yakın bir tribustur (Özdikmen, 2010). Hem Dorcadionini tribusu hem de *Dorcadion* cinsi takson sayısı bakımından zengin ama sistematik açıdan problemlı gruplardır. Dış morfolojik karakterlere dayalı tür tanımlarının yapılması bu gruplar için oldukça zordur (Okutaner ve ark. 2011d). Bu nedenle karyolojik özellikler gibi yeni taksonomik karakterlerden elde edilecek bulguların bu grupların hem tür tanımları hem de sistematığına katkı sağlayabileceğı düşünölmektedir. Bu da bu tez çalışmasının önemini ve diğerk çalışmalara öncölüğünü ortaya koyarken yeni çalışmaların da gerekliliğini açığa çıkarmaktadır.





## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bilindiği gibi, kıtasal özelliklere sahip olan Türkiye, hem birçok taksonun kökeni hem de jeolojik ve iklimsel değişikliklerden etkilenen canlılar için bir refugiumdur. Böylece yurdumuz Dünya'daki herhangi bir kara parçasından çok daha fazla biyolojik öneme sahiptir. Tüm dünyada görüldüğü gibi, geçmişte Türkiye'de de meydana gelen değişimlerden en çok etkilenen canlılar olan böcekler arasında inanılmaz bir çeşitlilik ortaya çıkmıştır. Türkiye iklimsel özellikleri ve arazi yapısı açısından çok kısa mesafelerde değişebilen bir kıtasal özellik göstermektedir (Özdikmen, 2012a).

Ülkemizde sitotaksonomi alanında yapılan çalışmalar çok azdır. Özellikle böcekler için bu tarz çalışmalar yok denilebilecek kadar azdır. Yürütülen böcek taksonomisi çalışmalarında, çalışılan grupların sitogenetik verilerinin ortaya çıkarılması ve bu verilerin diğer taksonomik karakterlerle birlikte tartışmaya sunulması taksonomistlere yeni ve farklı yaklaşımlar sunacaktır. Bu nedenle araştırmacıların bu tarz çalışmalara teşvik edilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak; Cerambycidae familyası içerisindeki kromozomal varyasyon ve eşey sistemleri hakkında bilgi edinilmesi, taksonlar arası akrabalık ilişkilerinin daha doğru değerlendirilebilmesi ve bunlara dayalı olarak güncel bir sınıflandırmanın yapılabilmesi için daha çok sitogenetik ve filogenetik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla gerçekleştirilen bu çalışma ile kısmen de olsa teke böceklerinin karyotipik verilerine doğrudan, sistematik ve filogenetik çalışmalarına ise dolaylı olarak katkı sağlandığı düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Abe, A.; Kudoh, K.; Saitoh, K. *Sci Rep Hirosaki Univ* **1971**, 18, 115-20.
- Adlbauer, K. *Entomofauna* **1992**, 13(30), 485-509.
- Ali, K.; Rapuzzi, P.; İhsan, S. *Biodiversity Journal* **2015**, 6(2), 637-662.
- Ali, K.; Rapuzzi, P. *Biodiversity Journal* **2016**, 7(2), 261-272.
- Alpagut, N. *Rana ridibunda (Ranidae; Anura) Populasyonlarında Karyotip İnceleme*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 51s, 1992.
- Althoff, J.; Danilevsky, M. L. A Check-List of Longicorn Beetles (Coleoptera, Cerambycoidea) of Europe, Slovensko Entomološko Društvo Štefana Michielija, 1997.
- Ljubljana, 64 pp.
- Altunsoy, F. *Bazı Tabanidae (Insecta: Diptera) Türlerinin Karyotip Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 72s, 2005.
- Altunsoy, F.; Kılıç, A. Y. *Türk Entomoloji Dergisi* **2010**, 34(4), 477-494.
- Angus, R. B.; Tatton, A. G. *Comparative Cytogenetica* **2011**, 5(3), 173-190.
- Aurivillius, C. *Coleopterorum Catalogus, pars 39 [vol. 22], Cerambycidae: Cerambycinae*. Berlin. W. Junk & S. Schenkling, 1912.
- Baldanza, F.; Odierna, G.; Viggiani, G. *Boll. Lab. Ent. Arg. Filippo Silvestri* **1991**, 48, 29-34.
- Baragano, R. *Bol. Serv. Plagas* **1978**, 4, 23-33.
- Baran, E. G. *Çam Kese Böceği, Thaumetopoea pityocampa (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) Türünün Mayoz Kromozomlarının Tanımlanması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 73s, 2014.
- Bedo, D. G. *Chromosoma (Berl.)* **1976**, 57, 387-396.
- Bense, U. *Illustrated Key to the Cerambycidae (excl. Dorcadionini) and Vesperidae of Europe*, Margraf Verlag, Germany, 1995.
- Berendsohn, W. G.; Greilhuber, A.; Anagnostopoulus, A.; Bedini, G.; Jakupovic, J.; Nimis, P. L.; Valdes, B. *Plant Systematics and Evolution* **1997**, 205, 85-98.
- Blackmon, H. *Entomological Society of Ontario* **2014**, 19(2), 18-21.
- Blackmon, H.; Demuth, J. P. *The Coleopterists Bulletin* **2015**, 69(1), 174-175.

- Budak, S. *Adana Yöresinde Sık Rastlanan Sivrisinek Türlerinin Karyotip Analizi ve Total DNA İzolasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana, 56s, 2000.
- Budak, S.; Kasap, M.; Alptekin, D. *Türk Parazitolojisi Dergisi* **2001**, 25(2), 178-182.
- Camargo, M.; Duque-Correa, M.; Berrio, A. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* **2006**, 101(3), 339, 340.
- Campos, J.; Andrade, C. F. S.; Recco-Pimentel, S. M. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* **2003**, 98(3), 387-390.
- Cesari, M.; Marescalchi, O.; Francardi, V.; Mantovani, B. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* **2004**, 43(1), 1-7
- Chirino, M. G.; Rossi, L. F.; Bressa, M. J.; Luaces, J. P.; Merani, M. S. *Current Science* **2014**, 107(11), 1792-1794.
- Cocquemot, C.; Nemer, N.; Brustel, H.; Tanios, C. *Bulletin de la Société entomologique de France* **2016**, 121(1), 91-104.
- Cokendolpher, J. C.; Brown, J. D. *Entomological News* **1985**, 96(3), 114-118.
- Cokendolpher, J. C.; Francke, O. F. *New York Entomological Society* **1984**, 92(4), 349-351.
- Crozier, R. H. *Psyche* **1968**, 75(1), 87-90.
- Çakmak, F. *Aydın İliinden Toplanan Chorthippus (Glyptobothrus) Bornhalmi Harz, 1971' in Karyotip Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 57s, 2012.
- Danilevsky, M. L.; Miroshnikov, A. I. *Timber-Beetles of Caucasus (Coleoptera, Cerambycidae)*, The Key. Krasnodar, 1985.
- Danilevsky, M. L. Systematic list of Longicorn Beetles (Cerambycoidea) of the territory of the former USSR (on the base of "Systematic list of Longicorn Beetles of the USSR" by A.L. Lobanov, M.L. Danilevsky, S.V. Murzin, 1981, and computer databases by A.L. Lobanov, 1979-1990). Available from: <http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/dbase30.Htm>, 2004.
- Dascalu, M. M.; Fusu, L. *Zootaxa* **2012**, 3322, 35-48.
- Disney, J. E.; McCarthy, W. J. *In Vitro Cellular & Developmental Biology* **1985**, 21(10), 563-568.
- Dutton, L. A.; Angus, R. B. *Comparative Cytogenetica* **2007**, 1(1), 3-16.
- Dutrillaux, A. M.; Moulin, S.; Dutrillaux, B. *Chromosome Research* **2006**, 14, 549-557.
- Dutrillaux, A. M.; Dutrillaux, B. *Annales de la Societe Entomologique de France* **2014**, 50(2), 213-228.

- Dutrillaux, A. M.; Mercier, J.; Xie, H.; Dutrillaux, B. *Annales de la Societe Entomologique de France* **2008**, 44(4), 443-450.
- Dutrillaux, A. M.; Moulin, S.; Dutrillaux, B. *Annales de la Societe Entomologique de France* **2007**, 43(1), 81-86.
- Dülger, İ. *Thaumetopoea pityocampa (Lepidoptera, Thaumetopoeidae) Populasyonlarında Kromozom Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 41s, 2011.
- Efe, İ. *Aydın Yöresinde Yayılış Gösteren Acrida ungarica (Herbst, 1786) (Acrididae)'nin Karyotip Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 63s, 2015.
- Ehara, S. *Jour Fac Sci Hokkaido Univ Ser* **1956**, 6(12), 309-317
- Emmel, T. C. *Journal of Research on the Lepidoptera* **1968**, 7(1), 23-28.
- Ergene, S.; Uçar, A. H.; Kaya, F.; Aymak, C.; Kaçar, Y. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi* **2010**, 1(1), 32-38.
- Falahee, S. L.; Angus, R. B. *ZooKeys* **2010**, 34, 17-32.
- Ferreira, A.; Conditta, V. L.; Martins, V. G. *Rev Brasil Genet* **1993**, 16(1), 51-57.
- Galan, J. R. B.; Gomez, A. N.; Montero, C. S. *Bol Serv Plagas* **1981**, 7, 161-167.
- Gavrilov-Zimin, I. A. *Comparative Cytogenetica* **2011**, 5(5), 375-390.
- Georgiev, G. *Forest Science* **2002**, 3(4), 115-120.
- Georgiev, G. *Silva Balcanica* **2013**, 14(1), 109-116.
- Ghate, H. V.; Kichloo, M. H.; Arif, M. *Zoos Print Journal* **2006**, 21(11), 2473-2474.
- Giannoulis, T.; Dutrillaux, A. M.; Touroult, J.; Sarri, C.; Mamuris, Z.; Dutrillaux, B. *Insecta Mundi* **2014**, 225, 1-10.
- Gokhman, V. E. *Boln Asoc esp Ent* **1997**, 21, 53-60.
- Gokhman, V. E. *Comparative Cytogenetica* **2007**, 1(1), 85-88.
- Gokhman, V. E.; Kuznetsova, V. G. *Entomological Review* **2006**, 86(3), 352-368.
- Gül-Zümreoğlu, S. *Ege Bölgesi Teke Böcekleri (Cerambycidae-Coleoptera) Türleri, Taksonomileri, Konukçuları ve Yayılış Alanları Üzerine Araştırmalar*, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İstiklal Matbaası, İzmir, 28, 208, 1975.
- Gündoğan, B. *Cephalostenus elegans Brulle, 1832 (Coleoptera: Tenebrionidae: Scaurini) Türünde Kromozom Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 57s, 2015.

Güven, M. *Batı Toroslar Ve Güneydoğu Toroslar Prironinae-Cerambycinae (Coleoptera: Cerambycidae) Faunalari Üzerine Taksonomik, Sistematik ve Zoocoğrafik Araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 262s, 2007.

Havaskary, M.; Kazemi, M. H.; Makhan, D. *Calodema* **2012**, 225, 1-4.

Hedberg, O. *Lagascalia* **1997**, 19(1-2), 307-316.

Holecova, M.; Lachowska, D.; Karagyan, D. *Folia Biologica (Krakow)* **2002**, 50(1-2), 9-12.

Imai, H. T. *Acta Hymenopterologica* **1966**, 2(3), 119-131.

Jenis, I. *Long-horned Beetles, Vesperidae & Cerambycidae of Europe I*, Atelier Regulus, Zlin, Czechoslovakia, 2001.

Kadlec, S. *Animma.x* **2006**, 12, 1-7.

Kannan, T. P.; Alwi, Z. B. *Malaysian Journal of Medical Sciences* **2009**, 16(2), 4-9.

Karagyan, G. H.; Kalashian, M. Y. VI. *International Conference on The Karyosystematics of the Invertebrates*, Russia, 27-30 August 2016, 22.

Kaya, G. *Çorum İli Teke Böcekleri (Coleoptera: Cerambycidae) Üzerine Faunistik Araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 210s, 2015.

Kaya, R. *Bazı Tentyria Latreille, 1802 (Coleoptera: Tenebrionidae) Türlerinin Kromozom Sayılarının Belirlenmesi ve Karyotip Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 49s, 2015.

Kırpık, M. A.; Gül, S.; Nur, G.; İnak, S.; Çilingir, M.; Aldemir, A.; Bağrıaçık, N. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* **2009**, 15(4), 591-593.

Kido, H.; Saitoh, K. *Proc Japan Acad* **1987**, 63(B), 21-24.

Koçak, Y. *İç Anadolu Bölgesi'nde Yayılış Gösteren Bazı Cicindelidae (Coleoptera) Türleri Üzerinde Taksonomik ve Sitogenetik Çalışmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 126s, 2011.

Kudoh, K.; Kondoh, I.; Saitoh, K. *Kontyu* **1972**, 40(4), 293-296.

Li-Juan, S.; Hong-Fei, Z.; Wei, X.; Xin-Ming, Y.; Jing, L.; Xin-Hao, G. *Acta Entomologica Sinca* **2013**, 56(3), 299-305.

Löbl, I.; Smetana, A. *Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 6 Chrysomeloidea*, Stenstrup: Apollo Books, 2010.

Macrae, T. C. *Pan Pasific Entomologist* **2000**, 76 (3), 137-169.

Marinho, C. R.; Mendes-Rodrigues, C.; Balao, F.; Ortiz, P. L.; Yamagishi-Costa, L.; Bonetti, A. M.; Oliveira, P. E. *American Journal of Botany* **2014**, 101(9), 1456-1465.

- Martinez, C. *Biota Colombiana* **2000**, 1(1), 77-105.
- Maryanska-Nadachowska, A. *Cytogenet Genome Res.* **2004**, 206, 210-214.
- Mayr, E.; Ashlock, P. D. *Principles of Systematic Zoology*, McGraw-Hill, New York, 1991.
- Mukherjee, A. B.; Cohen, M. M. *Cytologia* **1968**, 33(3-4), 565-567.
- Munguira, M. L.; Martin, J.; Perez-Valiente, M. *Nota lepid.* **1995**, 17(1-3), 125-140.
- Nazirzadeh, A.; Zarifi, E.; Mokhtarzadeh, S.; Er, C. *Tarım Bilimleri Dergisi* **2009**, 15(1), 31-37.
- Okiwelu, S. N.; Noutcha, M. A. E. *Annual Research, Review in Biology* **2014**, 4(14), 2302-2317.
- Okutaner, A. Y.; Özdikmen, H.; Yüksel, E; Koçak, Y. *Florida Entomologist* **2011a**, 94(4), 795-799.
- Okutaner, A. Y.; Özdikmen, H.; Yüksel, E; Koçak, Y., *Mun Ent Zool* **2011b**, 6(2), 937-943.
- Okutaner, A. Y.; Özdikmen, H.; Yüksel, E; Koçak, Y., *Mun Ent Zool* **2011c**, 6(2), 912-919.
- Okutaner, A. Y.; Özdikmen, H.; Yüksel, E; Koçak, Y., *Mun Ent Zool* **2011d**, 6(2), 886-876.
- Okutaner, A. Y. *Ankara ve Çevresi Bazı Cerambycidae (Coleoptera) Türleri Üzerine Taksonomik ve Sitogenetik Çalışmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 236s, 2011.
- Okutaner, A. Y.; Özdikmen, H.; Yüksel, E; Koçak, Y. *Florida Entomologist*, **2012**, 95(3), 731-736.
- Ozban, N.; Özmutlu, Ö. *Mikropreparasyon Yöntemleri*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1994.
- Önalp, B. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* **1991**, 6, 191-227.
- Öz-Aydın, S.; Dirmenci, T. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* **2004**, 6(1), 26-32.
- Özdal-Kurt, F.; Koca, S. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* **2008**, 14(2), 129-134.
- Özdikmen, H. *Munis Entomology & Zoology* **2006**, 1(1), 71-90.
- Özdikmen, H. *Munis Entomology & Zoology* **2007**, 2 (2), 179-422.
- Özdikmen, H. *Munis Entomology & Zoology* **2008a**, 3(1), 7-152.
- Özdikmen, H. *Munis Entomology & Zoology* **2008b**, 3(1), 355-436.

- Özdikmen, H. *Munis Entomology & Zoology* **2010**, 5(2), 380-498.
- Özdikmen, H. *Munis Entomology & Zoology* **2012a**, 7(2), 1125-1140.
- Özdikmen, H. *Munis Entomology & Zoology* **2012b**, 7(1), 51-108.
- Özdikmen, H. *Journal of Natural History* **2016**, 50(37-38), 2399-2475.
- Özdikmen, H.; Demir, H. *Munis Entomology & Zoology* **2006**, 1(1), 157-166.
- Özdikmen, H.; Kaya, G. *Munis Entomology & Zoology* **2015**, 10(1), 199-200.
- Özdikmen, H.; Koçak, Ö. *Florida Entomologist* **2015**, 98(2), 439-442.
- Özdikmen, H.; Şahin, Ö. *G.Ü. Journal of Science* **2006**, 19 (1), 1-8.
- Özdikmen, H.; Turgut, S. *Munis Entomology & Zoology* **2009a**, 4(2), 353-370.
- Özdikmen, H.; Turgut, S. *Munis Entomology & Zoology* **2009b**, 4(2), 457-469.
- Özdikmen, H.; Ali, M. A.; El-Hamadani, N. *Pakistan J. Zool.* **2014**, 46(1), 267-270.
- Özdikmen, H.; Turgut, S.; Güzel, S. *Munis Entomology & Zoology* **2009**, 4(1), 59-102.
- Padial, J. M.; Miralles, A.; Riva, I. D.; Vences, M. *Frotiers ni Zoology* **2010**, 7(16), 1-14.
- Petitpierre, E. *Genetica* **1975**, 45, 349-354.
- Petitpierre, E. *Miscel-lania Zoologica* **1997**, 20(1), 9-18.
- Petitpierre, E.; Elgueta, M. *Folia Biologica* **2006**, 54(3-4), 87-91.
- Ping, L.; BaoZhong, J.; ShuWen, L.; Kai, Z.; XiuKun, Y.; Xiao, L. *Chinese Bulletin of Entomology* **2010**, 47(2), 299-307.
- Popescu, P.; Hayes, H.; Dutrillaux, B. *Techniques in Animal Cytogenetics*, Springer, France, 2000.
- Pradeep, P. J.; Srijaya, T. C.; Zain, R. B. M. Chatterji, A. K. *Caryologia* **2011**, 64(2), 235-241.
- Rastegar, J.; Hadian, A.; Havaskary, M.; Rafeii, A. *Entomofauna Zeitschrift Für Entomologie* **2013**, 34(27), 625-636.
- Resh, V. H.; Cardé, R. T. *Encyclopedia of Insects*, Academic Press, USA, 2009.
- Rozek, M. *International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics*, **1988**, 41(1), 1-8.
- Rozek, M. *Chromosome Research* **1994**, 2, 76-78.

- Rozek, M.; Lachowska, D.; Petitpierre, E.; Holecova, M. *Hereditas* **2004**, 104, 161-170.
- Sabbadini, A.; Pesarini, C. *Bollettino della Società italiana di Entomologia Genova* **1992**, 124 (1), 55-64.
- Sama, G. *Coleoptera. Cerambycidae. Catalogo Topographico e Sinonimico.- Fauna d'Italia* **1988**, 25, 1-216.
- Sama, G. *Atlas of the Cerambycidae of Europe and the Mediterranean Area, Volume I*, Kabourek, Zlin, 2002.
- Sama, G. *Aldrovandia* **2005**, 1, 69-70.
- Sama, G.; Buse, J.; Orbach, E.; Friedman, A. L. L.; Rittner, O.; Chikatunov, V. *Munis Entomology & Zoology* **2010a**, 5(1), 1-55.
- Sama, G.; Rapuzzi, P.; Kairouz, A. *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna* **2010b**, 30, 131-201.
- Sama, G.; Rapuzzi, P.; Özdikmen, H. *Munis Entomology & Zoology* **2012**, 7(1), 22-45.
- Serafim, R. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa»* **2009**, 52, 263-292.
- Silva, G. M.; Bione, E. G.; Mello, D. C. C.; Moura, R. C.; Simoes, Z. L. P.; Souza, M. J. *Genetics and Molecular Biology* **2009**, 32(2), 276-280.
- Slipinski, A.; Escalona, H. *Australian Longhorn Beetles (Coleoptera: Cerambycidae) Volume 1 Introduction and Subfamily Lamiinae*, Csiro Publishing, Australia, 2013.
- Smith, S. G.; Virkki, N. *Animal Cytogenetics, Insecta 5: Coleoptera*, Gebrüder Borntraeger, Berlin Stuttgart, 1978.
- Stevens, N. M. *Carnegie Institution of Washington Publication* **1905**, 36(1), 3-32.
- Souza, M. J. *Rev. Brasil. Genet* **1991**, 14(4), 1079-1084.
- Şabanoğlu, B. *İç Anadolu Bölgesi Cerambycidae (Coleoptera) Familyası Üzerinde Sistemik Çalışmalar*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 367s, 2013.
- Şabanoğlu, B.; Sert, O. *Transactions American Entomological Society* **2015**, 141, 439-462.
- Şendoğan, D. *Batı Anadolu Nalassus Mulsant, 1854 (Coleoptera: Tenebrionidae: Helopini) Türlerinde Kromozom Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 53s, 2016.
- Şendoğan, D.; Alpagut-Keskin, N. *Comp Cytogenet* **2016**, 10(3), 371-385.



- Teppner, H. *Chromosoma (Berl.)* **1968**, 25, 141-151.
- Teppner, H. *Chromosoma (Berl.)* **1966**, 19, 113-125.
- Tokhatyan, G. H.; Karagyan, G. H. *The International Conference of Young Scientists*, Armenia, 3-5 May 2013, 301-304.
- Tuzla, A. *Bazı Simuliidae (Diptera) Türlerinin Sitotaksonomik Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 58s, 2008.
- Türkoğlu, Ş. *Türkiye'de Yayılış Gösteren Bazı Çekirge Türlerinde (Insecta: Orthoptera) Karyolojik İncelemeler*, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 115s, 2001.
- Türkoğlu, Ş.; Koca, S. *Turkish Journal of Zoology* **2002a**, 26, 327-332.
- Türkoğlu, Ş.; Koca, S. *Journal of Insect Science* **2002b**, 2(24), 1-4.
- Türkoğlu, Ş.; Koca, S.; Akpınar, N. *Zoology in the Middle East* **2003**, 28, 113-117.
- Uysal, U. E. *Büyük Menderes Nehri'nden Yakalanan Chondrostoma meandrense (Elvira, 1987) ve Acanthobrama mirabilis (Ladiges, 1960) (Cyprinidae)'in Karyotip Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, 46s, 2011.
- Vukajlović, F.; Živanović, N. *Kragujevac J. Sci* **2015**, 37, 149-160.
- Wang, Q. *Cerambycidae of the World: Biology and Pest Management*, CRC Press, Boca Raton, 2017
- Wei, X.; Ming-Guang, L.; Wei-Dong, L.; Yu-Chun, H.; Su, A.; Fu-Xiu, L.; Jian, C.; Bo, C.; Song, H.; Ying-Wen, P.; Hai-Bin, F. *Natural Enemies of Insects* **2013**, 5, 6110-616.
- White, M. J. D. *Animal Cytology and Evolution*, Cambridge University Press, London, 1973.
- Yardibi, M.; Tozlu, G. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* **2013**, 14(1), 136-161.
- Yadav, J. S. *International Journal of Cytology, Cytosystematics an Cytogenetics* **1971**, 24(2), 157-166.
- Yaylacı, Ö. K.; Koyuncu, O.; Öztürk, D., Tokur, S. *Çankaya University Journal of Arts and Sciences* **2009**, 12, 193-199.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : YAĞMUR, Elmas  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 11.02.1979 Kırşehir  
Medeni hali : Evli  
E-mail : elmasmurtyagmur@gmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Osmangazi Üniversitesi/Biyoloji Bölümü	2004
Lise	Kırşehir Lisesi	1997

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

Koçak Y., Yağmur E., “Karyological Survey of the Longicorn Beetle, *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783) (Cerambycinae: Purpuricenini) from Turkey”, International DNA Day and Genome Congress, 24-28 April 2017, Kırşehir, Turkey.