

**İÇ ANADOLU BÖLGESİ'NDE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI
CICINDELIDAE (COLEOPTERA) TÜRLERİ ÜZERİNDE
TAKSONOMİK VE SİTOGENETİK ÇALIŞMALAR**

Yavuz KOÇAK

**DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2011
ANKARA**

Yavuz KOÇAK tarafından hazırlanan “İÇ ANADOLU BÖLGESİ’NDE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI CICINDELIDAE (COLEOPTERA) TÜRLERİ ÜZERİNDE TAKSONOMİK VE SİTOGENETİK ÇALIŞMALAR” adlı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. Eşref YÜKSEL

.....

Tez Danışmanı, Biyoloji Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Biyoloji Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Orhan ARSLAN

.....

Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof.Dr. Eşref YÜKSEL

.....

Biyoloji Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof.Dr. Ercüment ÇOLAK

.....

Biyoloji Anabilim Dalı, A.Ü.

Prof.Dr. Suat KIYAK

.....

Biyoloji Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd.Doç.Dr. Hüseyin ÖZDİKMEN

.....

Biyoloji Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 01/06/2011

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü 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.

Yavuz KOÇAK

**İÇ ANADOLU BÖLGESİ'NDE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI
CICINDELIDAE (COLEOPTERA) TÜRLERİ ÜZERİNDE
TAKSONOMİK VE SİTOGENETİK ÇALIŞMALAR
(Doktora Tezi)**

Yavuz KOÇAK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2011**

ÖZET

Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi'nde yayılış gösteren bazı Cicindelidae (Coleoptera) türleri taksonomik ve sitogenetik olarak incelendi. Arazi çalışmalarında 1 altfamilyanın 2 cinsine ait 4 tür elde edildi; *Calomera fischeri fischeri* (Adams, 1817), *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967), *Calomera caucasica* (Adams, 1817), *Cephalota circumdata cappadocica* Franzen, 1996. Sitogenetik amaçlı yapılan çalışmalarda bu türlerin karyotipleri elde edildi, karyogram ve idiyogramları hazırlandı, diploid kromozom sayıları, eşey sistemleri ve kromozom morfolojileri belirlendi. 4 türün aynı kromozom sayısına ($2n = 22$), aynı eşey sistemine ($X_1X_2X_3Y$) ve mediosentrik ağırlıklı benzer kromozom morfolojisine sahip oldukları tespit edildi. Bu çalışma ile Türkiye Cicinelid'leri ilk defa sitogenetik olarak incelendi. Taksonomik amaçlı yapılan çalışmalarda ise 4 türün göz morfolojileri ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü bakımından incelendi. Değerlendirmeler hem eşeyler hem de türler arasında yapıldı.

Bilim Kodu : 203.1.058
Anahtar Kelimeler : Cicindelidae, taksonomi, sitogenetik, göz morfolojisi
Sayfa Adedi : 114
Tez Yöneticisi : Prof.Dr. Eşref YÜKSEL

**TAXONOMIC AND CYTOGENETIC STUDIES ON SOME SPECIES OF
THE FAMILY CICINDELIDAE (COLEOPTERA) FROM
CENTRAL ANATOLIAN REGION
(Ph.D. Thesis)**

Yavuz KOÇAK

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2011

ABSTRACT

In this study, some species of the family Cicindelidae (Coleoptera) distributed in Central Anatolian Region were investigated. In the field trips, 4 species of two distinct genera belonging one subfamily, namely *Calomera fischeri fischeri* (Adams, 1817), *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967), *Calomera caucasica* (Adams, 1817), *Cephalota circumdata cappadocica* Franzen, 1996, were collected. The karyotypes, the karyograms and the idiograms, diploid chromosome numbers, sex determining systems and chromosomal morphology of these species were determined in the cytogenetic studies. Consequently, it was showed that these 4 species have same chromosome number ($2n = 22$), same sex determining system ($X_1X_2X_3Y$) and similar chromosomal morphology, mostly mediocentric. The Cicindelids of Turkey was cytogenetically examined with this study for the first time. In the taxonomic studies, eye morphology of these 4 species were examined in respect to ommatidium number and cornea size. The evaluations were performed between both sexes and the species.

Science Code : 203.1.058

Key Words : Cicindelidae, taxonomy, cytogenetic, eye morphology

Page Number: 114

Adviser : Prof.Dr. Eşref YÜKSEL

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmalarım boyunca her zaman yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm, beni değerli bilgi ve önerileriyle yönlendiren danışman hocam Prof.Dr. Eşref YÜKSEL'e, çalışmalarım esnasında kıymetli bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve gerekli durumlarda bana yol gösteren tez izleme komitesi hocalarım Prof.Dr. Ercüment ÇOLAK (Ankara Üniversitesi) ve Yrd.Doç.Dr. Hüseyin ÖZDİKMEN'e, doktora çalışmalarımı başından sonuna kadar beraber yürüttüğümüz arkadaşım Öğr.Gör. Atılay YAĞMUR OKUTANER (Giresun Üniversitesi)'e, tecrübe ve görüşlerinden faydalandığım hocam Doç.Dr. Muhammet GAFFAROĞLU (Ahi Evran Üniversitesi)'na,

Bu tezi 05/2008–45 nolu proje ile destekleyen Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü'ne,

Eğitim-öğretim hayatım boyunca her zaman maddi ve manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan annem ve babam Kadriye ve Servet KOÇAK'a, doktora çalışmalarım sırasında her türlü konuda yanımda olan ve büyük bir özveri gösteren eşim Nesrin KOÇAK'a ve varlığıyla bana sonsuz manevi güç veren kızım Kadriye Ece KOÇAK'a,

En içten duygularıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	21
2.1. Böcek Sitogenetiği	21
2.2. Coleoptera Sitogenetiği.....	28
2.3. Coleoptera Takımındaki Sitogenetik Çalışmalar	30
2.4. Cicindelidae Familyasına Ait Sitogenetik Çalışmalar	32
2.5. Türkiye Böcek Faunasının Sitogenetik Durumu.....	35
2.6. Cicindelidae Familyasında Göz Morfolojisi	36
3. MATERYAL VE METOT	40
4. BULGULAR.....	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	72
KAYNAKLAR	85
EKLER.....	102
EK-1. Farklı biyocoğrafik bölgelere ait Cicindelidae türleri üzerinde yapılan sitogenetik çalışmalar	103

Sayfa

EK-2. İç Anadolu Bölgesi fiziki haritası.....	108
EK-3. Tül atrap ile Cicindelid örneklerinin yakalanması	109
EK-4. Su basması sonucu Cicindelid habitatlarındaki yok olma.....	110
EK-5. Kayseri-İncesu Kurbağa Gölü değerlendirmesi	111
ÖZGEÇMİŞ	112

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Biseksüel Coleoptera’da eşey kromozom sistemleri	29
Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan türlerin kromozom morfolojileri	66
Çizelge 4.2. Çalışmada kullanılan türlerin sitogenetik analizleri	66
Çizelge 4.3. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 türe ait eşeyler arası farklılıklar.....	67
Çizelge 4.4. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 tür arasındaki farklılıklar	68
Çizelge 4.5. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 tür arasındaki ikili karşılaştırmalar.....	69
Çizelge 4.6. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 türe ait eşeysel farklılıkların değerlendirilmesi.....	70
Çizelge 4.7. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 tür arasındaki ikili karşılaştırmaların değerlendirilmesi	71

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Bir kaplan böceği larvasının avlanma şekli	4
Şekil 1.2. Ergin bir Cicindelid'in dorsal görünüşü	12
Şekil 1.3. Ergin bir Cicindelid'in ventral görünüşü	13
Şekil 1.4. Ergin bir Cicindelid'in lateral görünüşü	14
Şekil 1.5. Rivalier'in daha önceki çalışmasına dayanarak Wiesner'in hazırlamış olduğu Cicindelidae familyasındaki akrabalık hipotezi	17
Şekil 1.6. Cicindelidae familyasına ait, geleneksel olarak tanımlanmış gruplar ile uyumlu bir filogenetik ağaç	18
Şekil 1.7. 18S rRNA temelli Cicindelidae familyasına ait filogenetik bir hipotez	18
Şekil 2.1. Eklembacaklılardaki 2 temel bileşik göz yapısı.....	39
Şekil 2.2. 4 farklı Cicindelid cinsinin herbirindeki tek bir ommatidyumun karanlığa (DA) ve ışığa (LA) adapte olma durumları ve pigmentlerin yerleşimlerindeki değişiklikler	39
Şekil 4.1. Cicindelinae	45
Şekil 4.2. Cicindelini.....	45
Şekil 4.3. <i>Calomera fischeri fischeri</i> (Adams, 1817)'nin karyogramı.....	51
Şekil 4.4. <i>Calomera fischeri fischeri</i> (Adams, 1817)'nin idiyogramı	51
Şekil 4.5. <i>Calomera littoralis mandli</i> (Mandl, 1967)'nin karyogramı.....	56
Şekil 4.6. <i>Calomera littoralis mandli</i> (Mandl, 1967)'nin idiyogramı	56
Şekil 4.7. <i>Calomera caucasica</i> (Adams, 1817)'nin karyogramı.....	60
Şekil 4.8. <i>Calomera caucasica</i> (Adams, 1817)'nin idiyogramı.....	60
Şekil 4.9. <i>Cephalota circumdata cappadocica</i> Franzen, 1996'nın karyogramı	65
Şekil 4.10. <i>Cephalota circumdata cappadocica</i> Franzen, 1996'nın idiyogramı	65

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. a) Cicindelidae familyasının 5 cinsine ait 3. dönem larvalarının yandan görünüşü b) Tipik bir kaplan böceği larvasının topraktaki çukurunun giriş kısmındaki görünüşü c) Kaplan böceklerine ait bir larval çukurunun yandan görünüşü	2
Resim 1.2. a) Çiftleşen kaplan böcekleri b) Çiftleşme esnasında erkek mandibulunun yerleştiği çiftleşme sulkusu.....	5
Resim 1.3. <i>Calomera fischeri fischeri</i> türüne ait I., II. ve III. dönem larval çukurları ve larva başı	7
Resim 2.1. <i>Calomera caucasica</i> (Adams, 1817)'da gözlenen eşey kompleksleri	34
Resim 3.1. Cicindelidae'de erkek üreme organları	42
Resim 4.1. <i>Calomera fischeri fischeri</i> (Adams, 1817)	49
Resim 4.2. <i>Calomera fischeri fischeri</i> (Adams, 1817)'de aedeagus yapısının lateral (a) ve ventral (b) görünümü.....	49
Resim 4.3. <i>Calomera fischeri fischeri</i> (Adams, 1817)'nin metafaz plağı	50
Resim 4.4. <i>Calomera littoralis mandli</i> (Mandl, 1967)	54
Resim 4.5. <i>Calomera littoralis mandli</i> (Mandl, 1967)'de aedeagus yapısının lateral (a) ve ventral (b) görünümü.....	54
Resim 4.6. <i>Calomera littoralis mandli</i> (Mandl, 1967)'nin metafaz plağı	55
Resim 4.7. <i>Calomera caucasica</i> (Adams, 1817).....	58
Resim 4.8. <i>Calomera caucasica</i> (Adams, 1817)'de aedeagus yapısının lateral (a) ve ventral (b) görünümü.....	58
Resim 4.9. <i>Calomera caucasica</i> (Adams, 1817)'nin metafaz plağı	59
Resim 4.10. <i>Cephalota circumdata cappadocica</i> Franzen, 1996	63
Resim 4.11. <i>Cephalota circumdata cappadocica</i> Franzen, 1996'de aedeagus yapısının lateral (a) ve ventral (b) görünümü	63
Resim 4.12. <i>Cephalota circumdata cappadocica</i> Franzen, 1996'nin metafaz plağı	64

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

Genel Biyolojisi

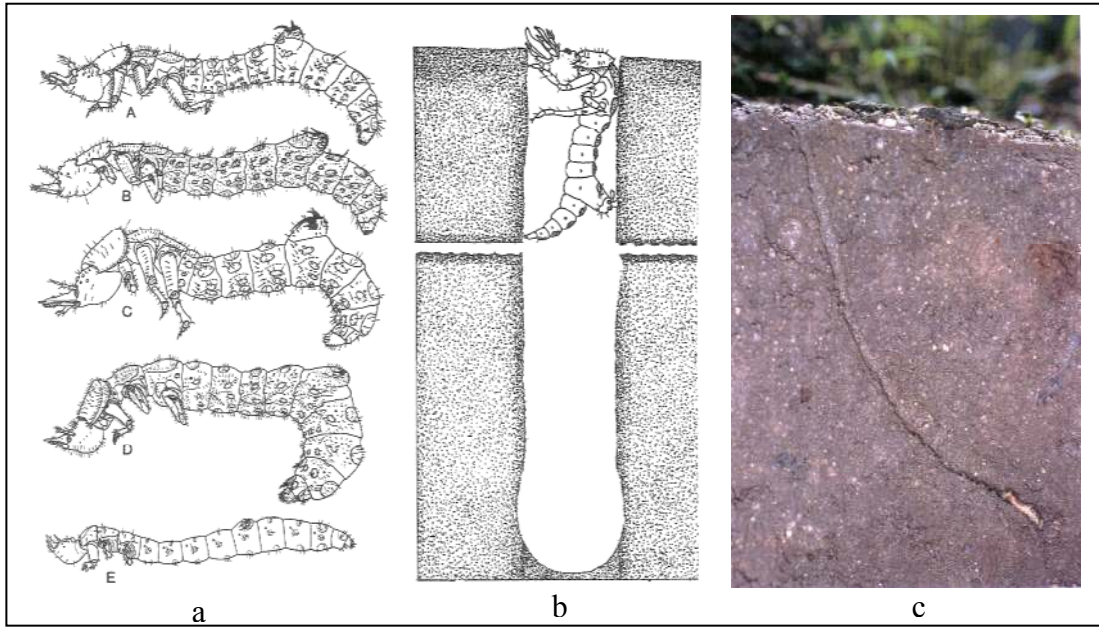
Cicindelidae familyası, Insecta sınıfına ait büyük bir takım olan Coleoptera içerisinde önemli bir gruptur. Avlanarak beslenmeleri, agresif hareketleri ve renklerinden dolayı *kaplan böcekleri* olarak da ifade edilmektedirler. Sistematigi, biyolojisi, ontogenisi, ekolojisi, davranışı ve coğrafik dağılışı üzerine yapılan araştırmalar ile Cicindelidae, Coleoptera içerisinde çok fazla çalışma yapılmış familyalardan biridir [Pearson, 1988; Pearson ve Vogler, 2001].

Cicindelidae familyası şimdiye kadar tanımlanmış yaklaşık 2600 türden oluşmaktadır. Bu türler Antartika, Tasmanya, izole olmuş bazı okyanus adaları (Hawaii ve Maldivler gibi), Madeira, Porto Santo ve Azores adaları hariç bütün dünya üzerinde geniş bir dağılışa sahiptir. Kaplan böcekleri çöl alanları, tropikal yağmur ormanları, yüksek yerlerdeki yeşil alanlar ve okyanus kıyıları gibi rakımı deniz seviyesinin yaklaşık 3500 m üzeri ile -220 m altında değişen farklı habitatlarda yaşamaktadır [Wiesner, 1992; Cassola ve Pearson, 2000; Pearson ve Vogler, 2001].

Cicindelidae türleri habitat tercihinde çok farklılık gösterirler. Bazıları kumlu toprakları tercih ederken bir kısmı ise yüksek oranda kil içeren toprakları tercih etmektedir. Bazı türler kuru çevreden hoşlanırken bazıları ise nemli çevreyi tercih etmektedir. Sıcaklık kaplan böcekleri için çok önemli bir faktördür. Carabidae bireylerinden farklı olarak, kaplan böcekleri sıcak ve güneşli günlerde oldukça aktiftirler [Uniyal ve Bhargav, 2007].

Ergin kaplan böcekleri vücut boyu ve renklenmelerindeki büyük çeşitlilik ile çok farklı olabilirler. Türlerin bazıları ince ve uzun iken diğerleri kalın ve geniştir. Vücut boyları 5 mm ile 4 cm arasında değişir. Kaplan böcekleri yeşil, mavi, kırmızı, sarı ve menekşe renginin değişik kombinasyonlarında koyu renkli veya tamamen parlak renkli olabilirler. Bu gruba ait türler gündüz veya gece aktif olmaları ve toprakta veya ağaçta yaşamaları ile farklı davranışlar gösterirler [Uniyal ve Bhargav, 2007].

Kaplan böceği larvaları şaşırtıcı bir biçimde birbirlerine benzer ve hepsi topraktaki dar çukurlar içerisinde yaşarlar. Larvalar beyaz renklidir, koyu renkli zırhla çevrili bir başa sahiptir ve torakslarının üzerinde koyu renkli plakalar taşırlar. Larvalarda dikkat çeken karakteristik bir özellik ise 5. abdominal segmentde iki adet çengel benzeri yapının bulunmasıdır (Resim 1.1.) [Pearson ve Vogler, 2001].



Resim 1.1. a) Cicindelidae familyasının 5 cinsine ait 3. dönem larvalarının yandan görünüşü: A; *Cicindela (Cicindela) limbalis* Klug, B; *Tetracha carolina* L., C; *Omus californicus* Eschscholtz, D; *Amblycheila cylindriformis* Say, E; *Neocollyris bonelli* Guérin b) Tipik bir kaplan böceği larvasının topraktaki çukurunun giriş kısmındaki görünüşü c) Kaplan böceklerine ait bir larval çukurunun yandan görünüşü [Pearson ve Vogler, 2001]

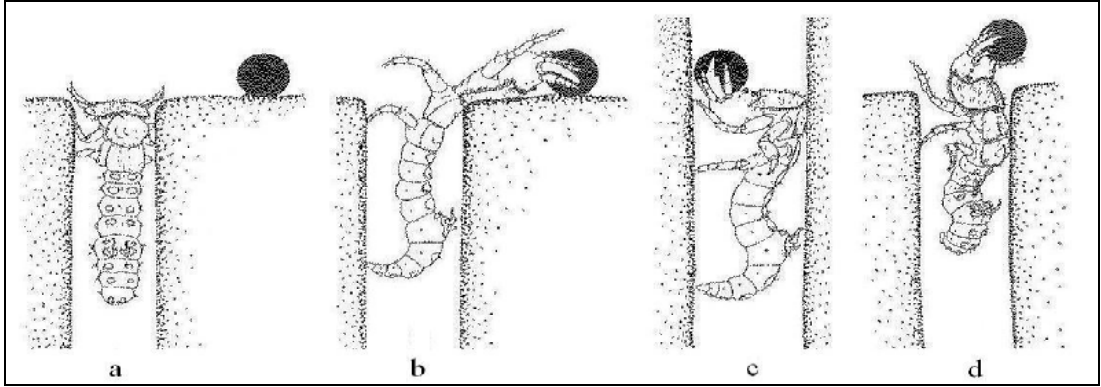
Ergin kaplan böceklerinin çoğu büyük ve belirgin bileşik gözler ile 11 segmentli filiform tipte anten taşır. Antenler alında, clypeusun üzerinde, gözlerin altında yer alır. Labrum, clypeus kadar geniştir. Cicindelid'lerin yaygın birçok cinsinde baş gözlerle birlikte pronotumdan daha geniştir. Tarsuslar ise 5 segmentlidir [Uniyal ve Bhargav, 2007].

Cicindelidae ve Carabidae familyalarının ergin bireyleri morfolojik olarak oldukça benzerdir. Bundan dolayı bazı araştırmacılar kaplan böceklerini Carabidae familyası içerisinde Cicindelinae altfamilyası olarak değerlendirmektedir. Ancak Carabidae familyası bazı yönleriyle Cicindelid'lerden farklılık gösterir:

- Antenler mandibulların üzerinde, clypeusun yan taraflarında, gözlerin altında yer alır.
- Labrumun uzunluğu, antenler arasındaki mesafeden daha kısadır.
- Carabidae familyasının birçok cinsine ait bireyde, baş gözlerle birlikte pronotumdan daha dardır.

Kaplan böceklerinin larvaları birçok Carabidae larvası gibi oldukça yırtıcıdır. Ancak bu larvalar şekil olarak tırtıla benzer ve etrafta serbest olarak avlanmazlar. Bunun yerine toprakta açtıkları özel bir çukur içerisinde kalarak avın oradan geçmesini beklerler. Bununla birlikte, kaplan böcekleri Carabidae familyasından ayrı olarak değerlendirilmelerini destekleyen birçok özelliğe daha sahiptir [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

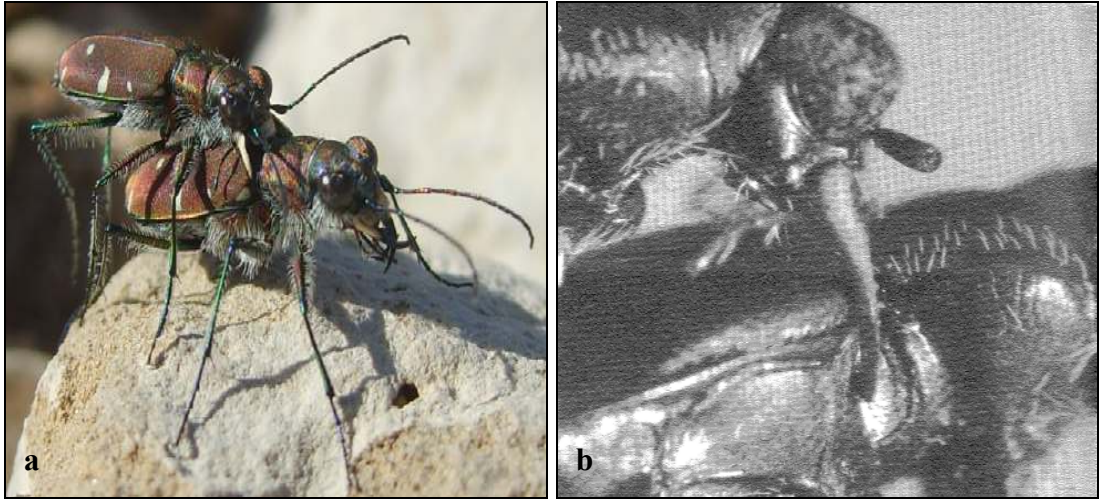
Kaplan böcekleri küçük böcekler ve diğer artropodlar ile beslenen predatör böceklerdir. Erginleri avını arayan ve avlanan aktif, hareketli predatörlerdir. Bununla birlikte erginlerine benzemeyen ve Coleoptera içerisinde değişik bir tarzı olan larvalar ise yuvasında bekleyen ve avına tuzak kuran predatörlerdir. Bu amaçla, kaplan böceği larvası toprakta bir çukur açar ve bu çukurun girişinde büyük ve kitinleşmiş başı ile burayı kapatacak şekilde bekler. Çukura yeterince yakından uygun bir av geçtiği zaman larva dışarı çıkar ve avını orak şeklindeki uzun mandibullarıyla aniden yakalayarak içeri çeker. 5. abdominal segmentinin dorsal kısmında bulunan çengel benzeri uzantılar larvanın çukurun iç kısmında yan taraflara tutunmasına yardımcı olur ve böylece larvanın büyük ya da özellikle aktif avları tarafından yukarı çekilmesini önler (Şekil 1.1.). Larvalar çukurlarında rahatsız edildiklerinde hızlı bir şekilde aşağı doğru inerler ve bu da yakalanmalarını güç hale getirir (Resim 1.1.) [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].



Şekil 1.1. Bir kaplan böceği larvasının avlanma şekli: a) larva avı yaklaşana kadar tünelin girişinde bekler; b) av, yakalama alanına girdiğinde geriye doğru uzanarak avını yakalar; c) avın sindirilebilen kısımlarını yemek üzere çukurun aşağısına iner; d) avın sindirilemeyen kısımlarını çukurun girişinden dışarı atar [Pearson ve Vogler, 2001]

Cicindelidae familyasında iki farklı yaşam döngüsü görülür: sonbahar/ilkbahar türleri ve yaz türleri. Sonbahar/ilkbahar türlerinde ergin bireyler sonbaharda pupadan çıkarlar ve mevcut hava şartlarına bağlı olarak birkaç hafta veya daha uzun süre aktif olurlar. Daha sonra soğuklar başladığında bu bireyler kış uykusuna yatarlar. İlkbaharda kış uykusundan uyanan ergin bireyler olgunlaşır, çiftleşir, yumurta bırakırlar ve devam eden haftalarda yavaş yavaş ölmeye başlarlar. Diğer taraftan yazın sonunda veya sonbaharın başında yumurtadan çıkan yeni larvalar çukurda gelişir ve aktif olarak beslenirler, ancak bunlar eşeyssel olarak olgunlaşmamışlardır. Bir veya daha fazla kış süresince kış uykusuna yatan bu larvalar sonraki ilkbaharda ortaya çıkarlar. Ortaya çıktıktan kısa bir süre sonra da eşeyssel olgunluğa ulaşırlar. Larvalar olgunlaştıklarında yaz boyunca pupaya girerler ve sonbaharda ergin olarak pupadan çıkarlar. Böylelikle sonbahar/ilkbahar türlerinde yaşam döngüsü tamamlanmış olur. Bu yaşam döngüsünün tamamlanması türlere bağlı olarak genellikle 2 ile 4 yıl sürer. Bahsedilen bu türler yaz ortasındaki sıcak günlere karşı fazla toleranslı değildir. Yaz türlerinde ise, erginler ilkbaharın sonunda veya yazın başında pupadan çıkarlar ve yaz ayları boyunca aktif olurlar. Bu süre boyunca çiftleşir, yumurta bırakır ve kıştan önce ölürler. Larvalar sonbaharda yumurtadan çıkarlar, çukurlarda gelişirler ve kış uykusuna yatarlar. Bu türler kışı larva olarak, bazen de pupa safhasında geçirirler ama asla ergin olarak geçirmezler. Yaz yaşam döngüsü genellikle 1 veya 2 yılda tamamlanır [Uniyal ve Bhargav, 2007].

Arazi çalışmalarında çiftleşen kaplan böceklerini sıklıkla görmek mümkündür. Erkek kaplan böcekleri dişilerinden, ön bacaklarının tarsuslarında yoğun ve kalın tüylerin bulunmasıyla ayrılabilir. Bazı araştırmacılara göre bu tüyler çiftleşme sırasında dişiye kuvvetli bir şekilde kavramak için kullanılmaktadır. Ancak birçok türün erkekleri aslında çiftleşirken ön ayaklarını yan tarafların dışına doğru uzatırlar. Kopulasyon esnasında erkekler dişilerini mandibulları ile kavrarlar (Resim 1.2.). Dişi kaplan böcekleri erkek mandibullarının yerleştiği, protoraksın her iki yanında birer adet olan çiftleşme sulkusları taşır (Resim 1.2.). Erkek bireyler çiftleşme sulkuslarına sahip değildir. [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].



Resim 1.2. a) Çiftleşen kaplan böcekleri [Yavuz Koçak, 2007], b) Çiftleşme esnasında erkek mandibulunun yerleştiği çiftleşme sulkusu [Pearson ve Vogler, 2001]

Çiftleşme sırasında spermler, erkek üreme sisteminin kitinleşmiş bir organı olan aedeagus aracılığıyla dişiye iletilir. Aedeagus'un şekli türler arasında ve diğer böcek gruplarında çok sık değişiklik gösterir. Bundan dolayı aedeagus, benzer türlerin birbirinden ayrılmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Aedeagus vasıtasıyla dişi bireye iletilen spermler en son olarak spermatekaya ulaşır. Spermateka, spermleri döllenmede kullanılıncaya kadar depo eden özel bir organdır. Yumurta bırakma sırasında olgun yumurtalar ovaryumlardan vajinal girişe doğru ilerler. Bu yol boyunca yumurtalar spermatekal kanalı geçer, döllenir ve vücuttan dışarı bırakılır. Dişinin 8. ve 9. abdominal segmentleri, vücuttan dışarı doğru uzatılan ve yumurtaları birer birer toprağa bırakan bir yumurtlama borusu haline gelir. Farklı türler yumurta

bırakmak için değişik toprak çeşitlerini tercih ederler. Dişiler özellikle yumurta bırakacakları yer konusunda çok hassas davranırlar. Çünkü yumurtadan yeni çıkacak olan larvaları, eğer o toprak yapısı onlar için uygun değilse yeni bir yere göç edemeyebilirler. Yumurtadan çıktıktan sonra larvalar dişinin yumurta bırakma sırasında oluşturduğu boşluğu büyütür ve bir çukur haline getirirler. Kaplan böceği larvaları pupaya girmeden önce türe bağlı olarak 1 ile 4 yıl arasında süren 3 larva dönemi geçirirler [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

Larva Dönemi

Kaplan böceklerinde 3 larva dönemi görülür. Yumurtadan çıkan I. dönem larva, dişinin ovipozitörü ile açtığı oyuğu bir çukur şeklinde genişletmeye başlar. Larva büyüdükçe çukur da genişletilir. Kaplan böceklerinin larval çukurları çok karakteristiktir. Çukurun girişi toprak yüzeyi ile aynı seviyede, temiz ve düzgündür. Larvalar çukuru genişletmek için çıkardıkları toprağı çukur girişinden daha uzağa bıraktıkları için çukurlar konik görünümlü değildir. Çukurlar çoğunlukla toprak yüzeyine dik olacak şekilde açılır. Çukurların yapısı birey ve türler arasında dikkate değer şekilde çeşitlilik gösterir. Coğrafi konumla ilişkili olduğu düşünülen çukur derinliği de çok farklı olabilir ve çukurlar kuzeye gidildikçe daha derindir. Çukurların çoğu geceleri açılmaktadır (Resim 1.3.) [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

Larvalar çukurda çok dikkatlidir ve herhangi bir uyaranda aşağı kısma hızlı bir şekilde inerler. Harekete ve topraktaki titreşimlere karşı hassas olan larvalar sese karşı çok hassas değildir. Larvalar özellikle yemekten sonra, yağmurlu veya kurak havalarda, kış uykusuna yatmadan, deri değiştirmeden ve pupaya girmeden önce periyodik olarak çukurlarının girişini toprak ile kapatırlar. Larvalarda vücut uzun, silindirik ve tırtıl benzeridir. Mandibulları kuvvetli ve yukarıya doğru eğiktir. Baş ve protoraks birleşik ve yuvarlaktır. 5. abdominal segmentte öne doğru kıvrık dikenler taşıyan dorsal bir çıkıntı bulunur [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

Larvalar ukur girişinde bekler ve oradan geçecek olan avına tuzak kurar. Yuvarlak başları larvanın saklanmasıa yardım eder, ayrıca çukurun girişini de gizler. Larvalar torasik ayakları ve dorsaldaki diken benzeri yapılarını kullanarak kendilerini çukurda destekler. Çukurda “s” şeklinde duran larvalar çukurun iç kısımlarına karşı kendilerine destek oluşturur. Kaplan böceği larvaları küçük artropodlar ile beslenirler. Av çok büyük değilse genellikle çukurun dip kısmında tüketilir. Dorsal dikenler büyük bir av yakalandığında larvanın yerinde olduğu gibi kalmasına yardımcı olur. Larvalar uygun besin bulmak için sık sık ciddi sorunlarla karşılaşabilirler. Ancak uzun gelişme dönemleri ve 24 saat avlanabilme kabiliyetleri ile bu sorunların üstesinden gelmektedirler. Larvaların bazı Diptera ve Hymenoptera türleri gibi doğal düşmanları vardır. Fakat en büyük düşmanları larval habitatları bozan insanlardır [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].



Resim 1.3. *Calomera fischeri fischeri* türüne ait I., II. ve III. dönem larval çukurları ve larva başı (ok ile gösterilen) [Yavuz Koçak, 2007]

Pupa Dönemi

Özel bir pupa odasının yapımından sorumlu olan III. dönem larvalar genellikle çukurun kenar tarafında durur. Pupa odasının yapımı sırasında çıkan toprak ile larval çukur kapatılır. Pupa döneminde hareketsiz hale geçen larvalar dorsal yüzeylerinin üzerinde dinlenirler. Belirli bir süre sonra (1-3 hafta) larvalar artık ekstremitelerini hareket ettirebilirler. Daha sonra abdomenleri yoğunlaşır, yarı saydam ve kremsi-beyaz renkli bir hal alır. Yavaş yavaş kütikula açılır ve pupa eski larval kabuğundan ayrılır. Bu aşamada pupa biraz kısalır [Uniyal ve Bhargav, 2007].

Pupaların ilk 5 abdominal segmenti, her birinde apikal tüyler bulunan bir çift dorsal tüberkül taşır. Bu tüberküller pupanın tutunmasını sağlar. Yavaş yavaş kararmaya başlayan pupada zamanla mandibullar, tibia, tarsus gelişir ve kolaylıkla ayırt edilebilir hale gelen kanat yapıları ile ergin form gözükmeye başlar. Ergin böcekler pupadan, derideki dorsal açılmalar ile çıkarlar ve bu durumun tamamlanması yaklaşık 2 saat sürer. Pupa dönemi genellikle 18-24 günde sonlanır. Ortaya çıktıktan sonra yeni böceğin kütikulası daha sert ve daha koyu renkli olmaya başlar. 1 veya 2 saat içerisinde elytral işaretler ve elytral trakeler görünür hale gelir. 10 saat içerisinde ayağa kalkar duruma gelen böcek 48 saat içerisinde ise tamamen aktif olur [Uniyal ve Bhargav, 2007].

Ergin Dönem

Ergin kaplan böcekleri Carabid'lerden farklı olarak, bulutlu ve serin günlerde inaktif olan heliofilik böceklerdir. Ergin böceklerin aktivitesi hava sıcaklığı, nem, ışık yoğunluğu ve rüzgâr ile ilişkilidir. Çoğu türler hava sıcaklığı yaklaşık 15 °C oluncaya kadar tam olarak aktif olmazlar. Bu grubun birçok türünde bulunan parlak renklenme ve koyu işaretler onlar için tehlikeye neden olmaz. Aksine renkli işaretler böceğin genel hatlarıyla belirgin olmasını engeller ve onu üzerinde bulunduğu zeminden hemen hemen ayırt edilemez hale getirir. Abdomenin dorsal yüzeyi genellikle metalik parlak renkli ya da turuncu-kırmızı tonlardadır. Ancak bu renkler elytraların alt tarafında kaldığından dolayı görünür değildir. Diğer taraftan, bu böcekler rahatsız

edildiklerinde ve uçmaya başladıklarında bu parlak renkler birden ortaya çıkar ve onları avlamak isteyen predatörleri şaşırtmaya yarar [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

Erginler koşmayı ve kısa zikzaklar şeklinde ileri doğru fırlamayı tercih ederler. Sadece büyük bir hayvan veya herhangi bir hareketli nesne tarafından rahatsız edildiklerinde uçarlar. Tehlikenin şekli ve rengi önemli değildir, uçmaya sebep olan onun büyüklüğü ve hareketidir. Yerdeki böceğin havada uçmaya başlaması önce havaya zıplama ve sonra uçmaya başlama şeklinde gerçekleşir. Rüzgârlı günlerde böcekler normalden daha yükseğe ve daha uzağa taşınabilirler. Bu da onların toprağa indiklerinde tehlikelere maruz kalma durumunu ortaya çıkarır. Habitat ve yere inme alanlarının sınırlı olduğu durumlarda böcekler yarı dairesel şekilde uçarlar ve yere inerler. Bu davranış özellikle patika, yol ve sahil kesimleri gibi dar habitat alanlarında yaygındır [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

Bazı türlerin erginleri savunma amaçlı koku salgılar. Bu kokular anal veya pygidal bezler tarafından üretilir. Bu bezler yakın akraba grup olan Carabidae'dekiler ile karşılaştırıldığında oldukça az gelişmiştir. Çünkü kaplan böcekleri koşma, uçma ve keskin mandibullarını kullanma gibi daha ileri savunma yöntemlerine sahiptir. Ergin kaplan böcekleri yakalandıkları zaman hipofarinkslerinden kahverengimsi ve hoş kokulu olmayan bir sıvı çıkarırlar. Ergin kaplan böcekleri bazı Diptera, amfibi, sürüngen ve kuş türleri için av olabilmektedir. Erginler geceyi geçirmek için, ayrıca sıcak ve kuru ya da soğuk ve yağmurlu olan elverişsiz hava koşullarında sığınmak amacıyla toprakta çukur açarlar. Bu çukur kış uykusunu da geçirebilmek amacıyla oldukça derin kazılır [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

Bazı kaplan böceği türleri aynı alanda yaşayabilirler. Benzer ekolojik nişli türler aynı habitatta uzun bir zaman süresince birlikte yaşayamazlar. Ancak bir makrohabitat içerisinde birçok kaplan böceği türü sıklıkla birlikte yaşar. Bu türler iki şekilde direk rekabete girmekten kaçınmış olurlar. Birincisi, bunların birçoğu aslında farklı mikrohabitatlarda (farklı nem derecelerine, yumuşaklık ve sertliğe, tuzluluk oranına ve bitki örtüsüne sahip topraklar) yayılırlar. İkincisi ise, birçok tür mevsimsel olarak

ayrılır ve bundan dolayı çeşitli türler farklı zamanlarda ortaya çıkararak populasyon yoğunluğuna ulaşırlar [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

Çiftleşme genellikle yüksek nem oranına sahip sıcak günlerde gerçekleşir. Çiftleşmeden sonra yumurtalar toprakta dişinin ovipozitörü ile her biri için ayrı ayrı açtığı küçük çukurlara teker teker bırakılır. Dişinin 9. abdominal segmentinin bir kısmı ve 10. abdominal segmentinin tamamı toprağın nem ve yapısına karşı hassas olan tüyler ile kaplıdır. Dişi yumurta bırakmadan önce doğru toprak tipini dikkatlice seçer, çünkü larvanın yaşaması bu seçime bağlıdır [Uniyal ve Bhargav, 2007].

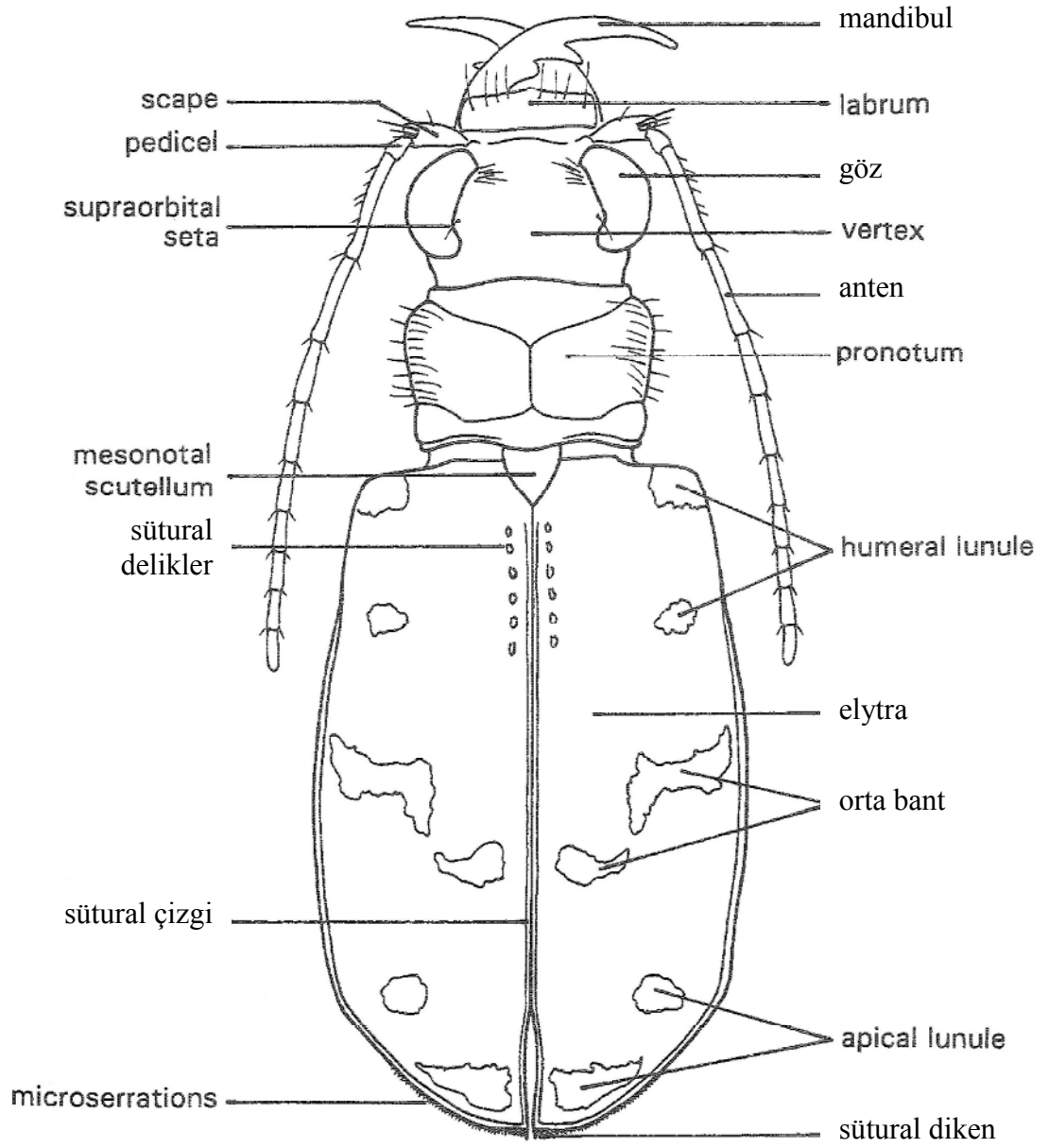
Genel Morfolojisi

Cicindelidae türlerinin teşhisinde kullanılan en önemli karakterlerden birisi geniş ve orak şeklindeki mandibullardır. Başın ön kısmının sonunda, mandibulların kaidesinin üzerinde üst dudak veya labrum vardır ki bu yapı kaplan böceklerinde karakteristik olarak clypeus kadar geniştir. Türlerle bağlı olarak, labrumun uç kısmında diş olarak ifade edilen 1 ya da 3 küçük yapı bulunabilir. Tek diş olan labrum unidentate, üç diş olan labrum ise tridentate olarak adlandırılır. Hemen labrumun arkası ise clypeus olarak adlandırılan ince ve kemer benzeri bir sklerittir. Labrum ve clypeus arasındaki clypeo-labral suture, bir miktar esnektir ve böylelikle labrumun hareket etmesine olanak sağlar. Clypeusun arkası, başın ön kısmı yani alındır. Clypeus ve alın arasındaki suture serttir ve fronto-clypeal suture olarak isimlendirilir [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

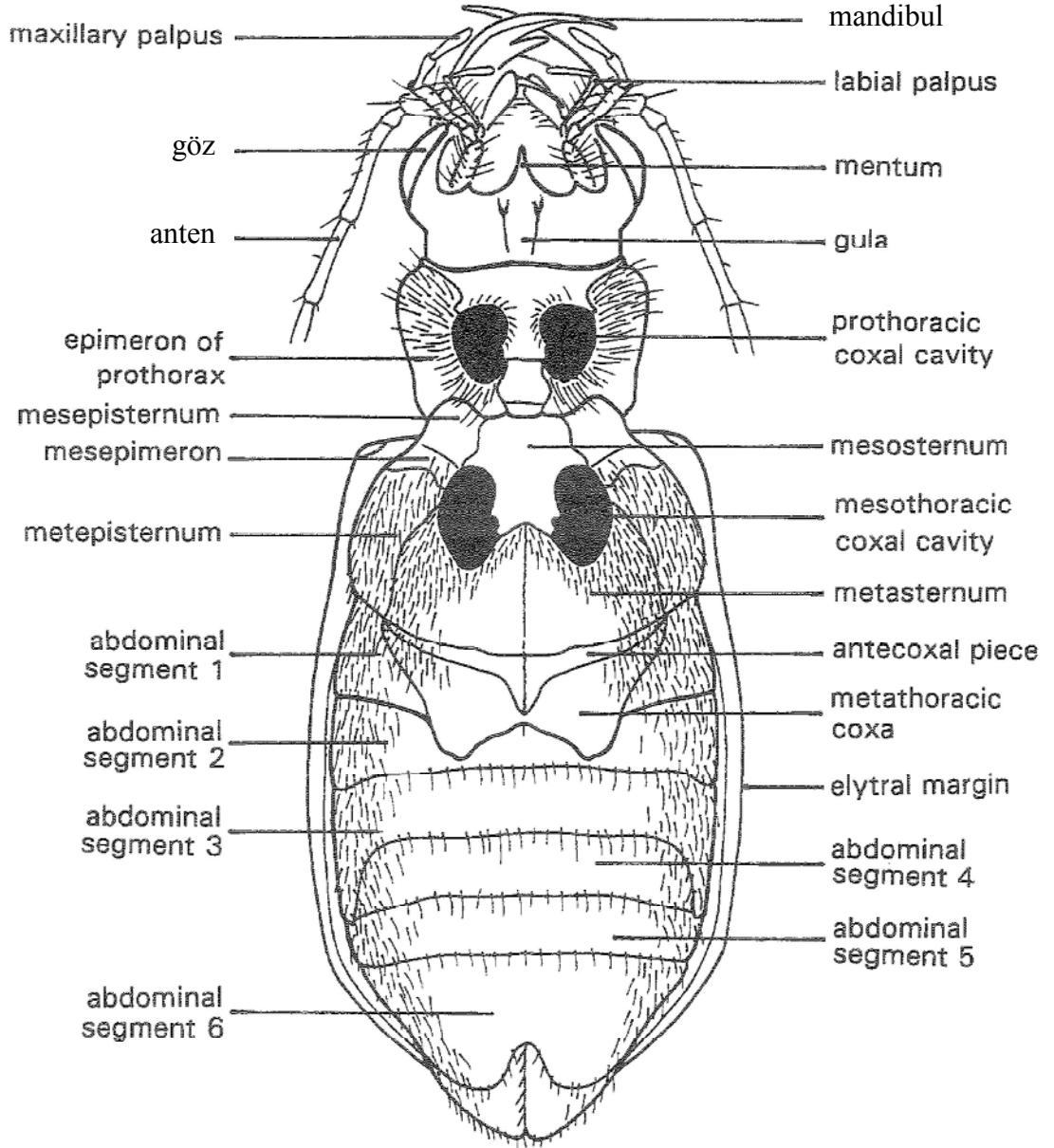
Alında her gözün önünde birer anten vardır ve her anten 11 segmentlidir. Antenin ilk yani kaide segmenti scape olarak adlandırılır. Scape'in uç kısmında enine tek bir sıra halinde dizilmiş bir veya daha fazla sayıda duyu tüyleri bulunur. Duyu tüylerinin altında, scape'in üzerinde dağınık halde bulunan yardımcı tüyler vardır. Alında her bileşik gözün üzerinde supraorbital kısım bulunur. Her gözün altında, başın yan taraflarında ise yanaklar vardır [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

Başın arka tarafı, orta vücut bölgesi yani torakstır. Toraks üç kısma bölünmüştür; ön kısım protoraks, orta kısım mezotoraks ve son kısım ise metatorakstır. Her torasik segment bir çift ayak taşır. Kaplan böceklerinin ayakları oldukça uzundur ve koşmaya adapte olmuştur. Dorsal görünüşte sadece protoraks ve mezotoraksın çok küçük bir kısmı görünür. Her torasik segmentin skleritleri segmente bağlı olarak pro-, mezo- veya meta- ön ekleri ile isimlendirilir. Protoraksın üst skleriti pronotum, yan tarafındaki geniş sklerit ise proepisternum olarak adlandırılır. Ön ayakların içerideki kaide kısımlarını çevreleyen sondaki veya ventral sklerit ise prosternumdur. Eğer sadece pronotumun arkasına vücudun orta hattı boyunca yakından bakılacak olunursa mezotoraksın bir parçası olan küçük ve üç köşeli mezoskutellum görülür [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].

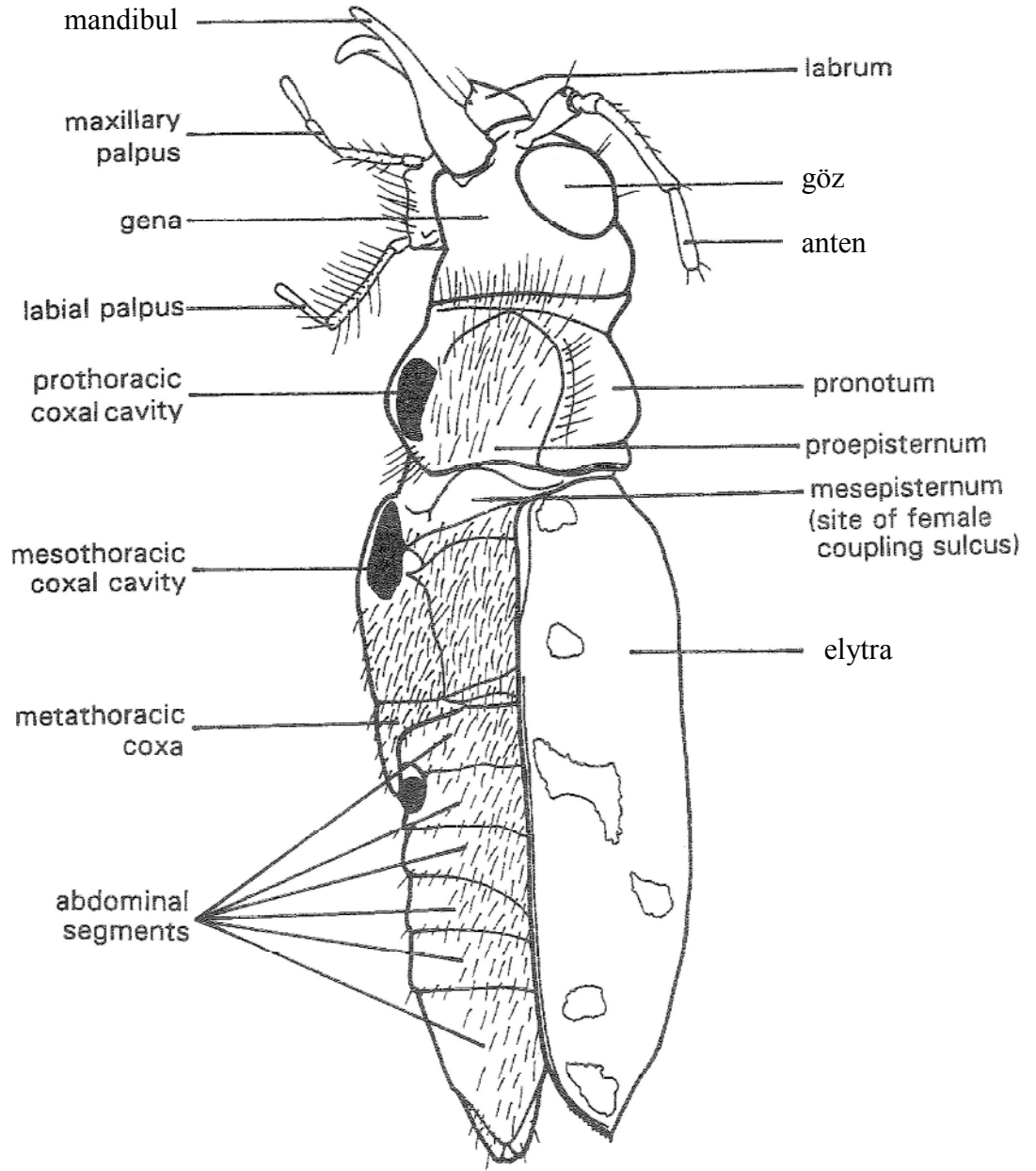
Mezotoraksa bağlı olan kısımlar elytralarlardır. Elytralar, arka kanatlar kullanılmadığı zaman onları örten ve koruyan farklılaşmış kanatlardır. Elytralar kaplan böceklerinin teşhisinde çok önemlidir. Birçok tür elytralarının üzerinde benek veya leke olarak ifade edilen belirgin işaretlere sahiptir. Diğer taraftan bazı türlerin elytralarında lekeler bulunmayabilir. Öndeki leke humeral lunule'dir ve genellikle hilal şeklindedir. Her elytranın yan kenarı boyunca kenar çizgisi vardır. Orta bant ise median hattan elytranın ortasına doğru yerleşiktir. Apikal lunule ise her elytranın uç kısmında bulunur. Elytraların apikal kenarları çok küçük testere benzeri dişler taşıyabilir. Böyle elytralar serrulate olarak adlandırılır. Bunun yanı sıra, uç kısımda küçük fakat keskin sütünal diken yapıları da vardır. Elytralarda delikler bulunabilir veya bulunmayabilir. Delikli elytralar punctate, deliksiz elytralar ise impunctate olarak adlandırılır. Abdomenin dorsal kısmı elytraların altında gizli olduğundan sadece ventral kısmı görünür ve genellikle yanardöner mavi veya yeşil renklidir (Şekil 1.2., 1.3., 1.4.) [Pearson ve Vogler, 2001; Uniyal ve Bhargav, 2007].



Şekil 1.2. Ergin bir Cicindelid'in dorsal görünüşü [Pearson ve Vogler, 2001]



Şekil 1.3. Ergin bir Cicindelid'in ventral görünüşü [Pearson ve Vogler, 2001]



Şekil 1.4. Ergin bir Cicindelid'in lateral görünüşü [Pearson ve Vogler, 2001]

Cicindelidae Familyasının Sistematığı ve Filogenisi

Kaplan böcekleri Coleoptera takımı, Adephaga alttakımı ve Caraboidea üstfamilyası içerisinde yer almaktadır. Bu grup içerisindeki taksonomisi sabit olmasına ve oldukça iyi bilinmesine karşın Cicindelid'lerin alttaksonomik derecesi (familya, Carabidae'nin altfamilyası veya tribusu) hala tartışmalı bir konudur. Bazı araştırmacılar Cicindelid'leri ayrı bir familya olarak değil, Carabidae familyasına ait bir altfamilya olarak değerlendirmektedir [Horn, 1915; Horn, 1926; Thiele, 1977; Serrano, 1986; Liebherr ve Will, 1998]. Diğer taraftan çoğu araştırmacılar, özellikle modern uzmanlar, bu grubu familya olarak kabul etmektedir [Jeannel, 1941; Mandl, 1971; Leffler, 1979; Wiesner, 1992; Cassola ve Pearson, 2000; Serrano, 2000; Werner, 2000]. Bu çalışmada Cicindelid'ler ayrı bir familya, yani Cicindelidae familyası olarak değerlendirildi [Cassola, 2001].

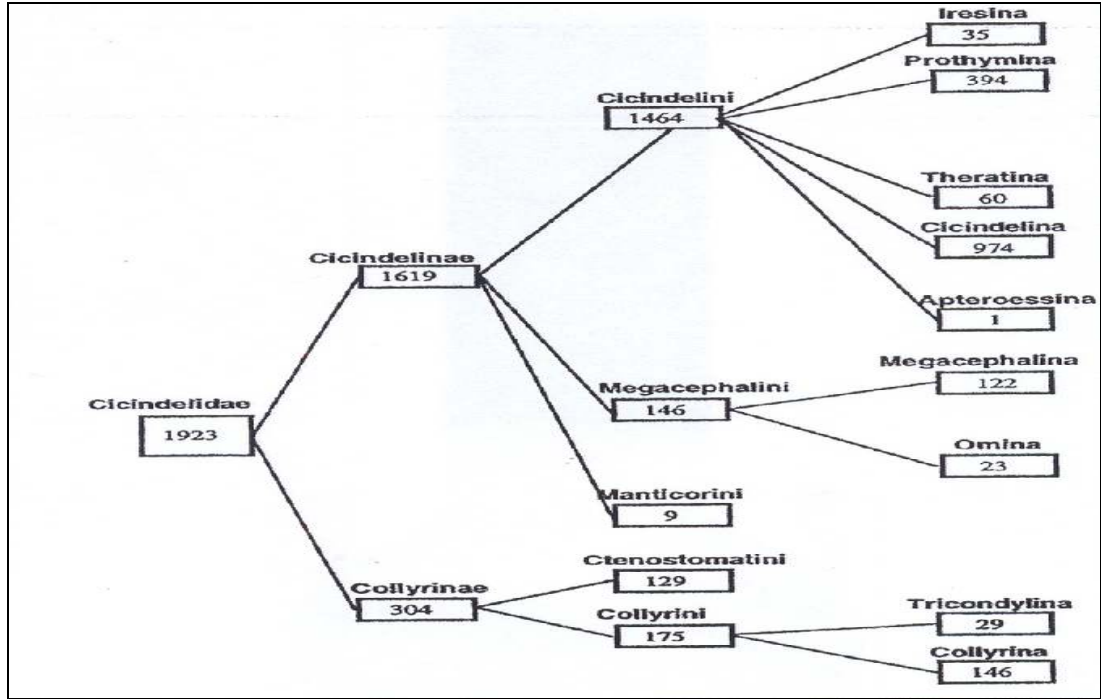
İlk tanımlanan kaplan böceği türleri, Linnaeus (1758) ve Latreille (1804) tarafından tanımlanan 7 *Cicindela* türüdür. Latreille (1804), Cicindelid'leri büyük bir takson olarak (Cicindeletae) belirleyen ilk araştırmacıdır. Daha sonra birçok türü tanımlanan Cicindelid'lerin ilk sistematik düzenlemesi 200 tür ile Dejean (1825) tarafından yapılmıştır. Cicindelid türleri arasındaki evrimsel ilişkileri göstermek amacıyla yapılan ilk çalışmalar Horn (1915, 1926) tarafından başlatılmıştır. Horn (1915, 1926), kaplan böceklerini metasternumdaki (metatoraksın ventral skleriti) yapısal farklılıklara göre Alocosternale ve Platysternale olarak 2 temel gruba ayırmıştır.

Kaplan böceklerinin sınıflandırması için diğer önemli bir katkı, büyük bir cins olan *Cicindela*'yı erkek genitallerin yapı ve şeklindeki benzerliklere göre 55 farklı cinse bölen Rivalier (1950, 1954, 1957, 1961, 1963) tarafından yapılmıştır. Daha sonra bu araştırmacı pantropikal cins *Odontocheila*'yı bölmüş ve Cicindelini tribusunun birkaç alttribusunu yeniden belirlemiştir [Rivalier, 1969; 1971]. Kuzey Amerika'daki taksonomistler *Cicindela*'yı, Cicidelina alttribusunun bütün türleri için benzersiz, büyük ve kozmopolit bir cins olarak önermişlerdir. Bu taksonomistlerin Rivalier cinslerini de altcinsler olarak değerlendirmesiyle, *Cicindela* cinsinin birkaç cinse bölünmesi durumu tartışılır bir hal almıştır. Bu durum ayrıca *Megacephala* cinsi ve bu cinslerin bazı altcinsleri (örneğin *Tetracha*) için de geçerlidir [Huber, 1994].

Horn (1915, 1926) ve Rivalier (1971)'in kaplan böceklerinin sınıflandırmasına yaptığı katkılar daha sonra Wiesner (1992) tarafından düzenlenmiştir. Hala geniş ölçüde kullanılan ve Cicindelidae'nin bütün büyük gruplarını içeren bu sınıflandırmaya göre;

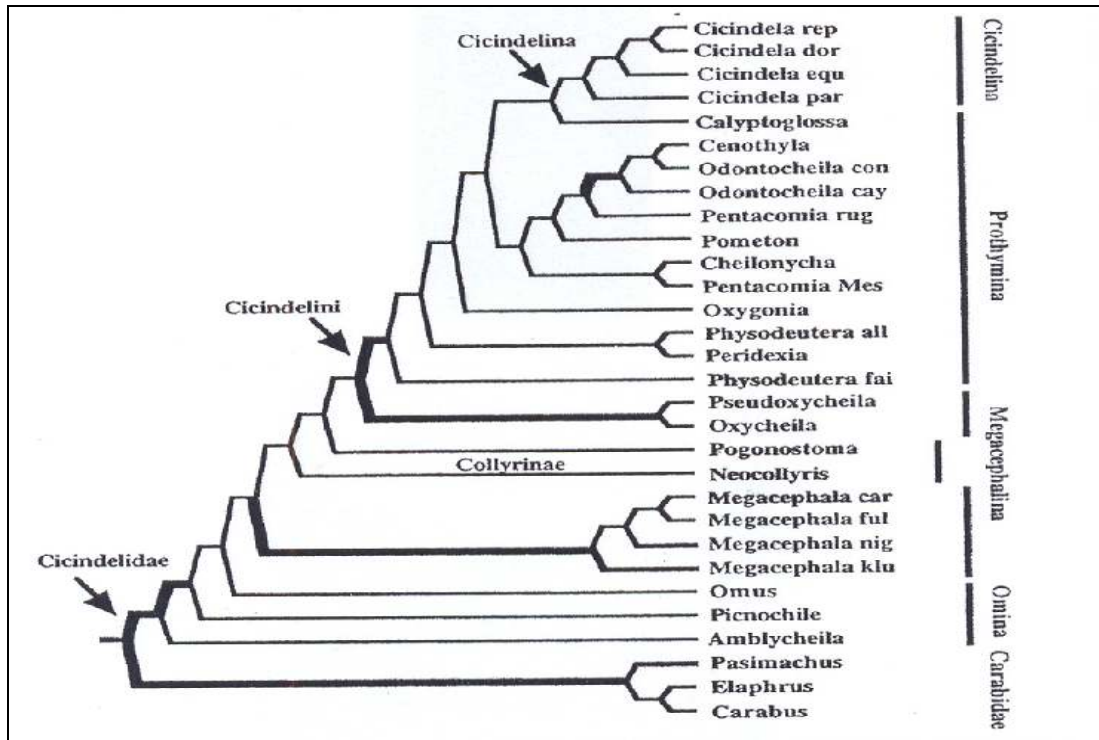
- Cicindelidae familyası 2 altfamilyaya bölünmüştür:
 - Collyrinae
 - Cicindelinae
- Collyrinae altfamilyası 2 tribusa bölünmüştür:
 - Collyrini
 - Ctenostomini
- Cicindelinae altfamilyası ise türlerin büyük çoğunluğunu içermektedir ve 3 tribusa bölünmüştür:
 - Cicindelini
 - Manticorini
 - Megacephalini
- Megacephalini tribusu 3 alttribusa bölünmüştür:
 - Megacephalina
 - Omina
 - Platychilina
- Cicindelini tribusu 5 alttribustan oluşmaktadır:
 - Cicindelina - Theratina - Apterioessina
 - Iresina - Prothymina

Bu geleneksel sınıflandırma ergin ve larvaların sınırlı sayıdaki morfolojik karakterlerine göre yapılmıştır. Bu karakterlerin bazıları her grubun bütün taksonlarının tamamında sabit değildir. Ayrıca bunlardan hiçbirinin üzerinde, hiyerarşik ilişkileri belirlemek amacıyla düzenli bir filogenetik analiz de yapılmamıştır (Şekil 1.5.) [Vogler ve Pearson, 1996].

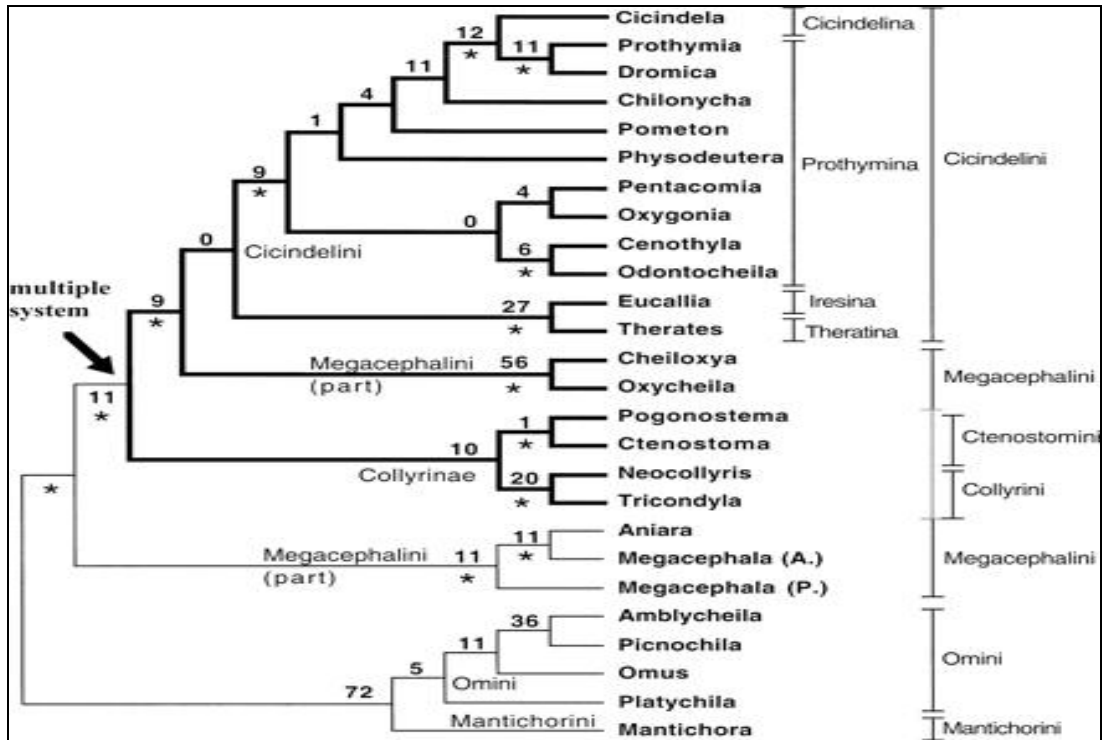


Şekil 1.5. Rivalier (1971)'in daha önceki çalışmasına dayanarak Wiesner (1992)'in hazırlamış olduğu Cicindelidae familyasındaki akrabalık hipotezi [Vogler ve Pearson, 1996] (sayılar belirtilen her gruptaki tanımlanmış tür sayısını belirtmektedir)

Türler arasındaki ilişkileri göstermek için uygulanan modern yöntemler filogenetik düzenlemeleri esas almaktadır. Son yıllarda kaplan böceklerinde larval karakterlerin morfolojik bilgilerine ve erginlerden elde edilen moleküler verilere (mitokondriyal 16S rDNA, sitokrom b, sitokrom oksidaz III ve nüklear 18S rDNA ve Mp20) dayalı birkaç filogenetik çalışma yapılmıştır [Arndt, 1993; Vogler ve Pearson, 1996; Arndt ve ark., 1997; Vogler ve Welsh, 1997; Vogler ve ark., 1997; Vogler ve Barraclough, 1998; Barraclough ve Vogler, 2002; Pons ve ark., 2004]. Bu yeni yaklaşımlar Horn'un (1915, 1926) çalışmasından farklıdır, çünkü bu şekilde hazırlanan filogenetik ağaçta taksonlar doğrudan bağlantılı değildir. Bunun yerine taksonlar, iki nesil meydana getiren varsayımsal atalar olan dallanma noktalarına bağlanmaktadır. Bu çalışmaların bazıları geleneksel sınıflandırmadaki birkaç durumun değiştirilmesi gerektiğini göstermiş (Şekil 1.6., 1.7.) ve Horn'un (1915, 1926) önerdiği gibi Cicindelidae familyasının iki gruba bölünmesini gerektirecek geçerli kanıtın bulunamadığı sonucuna varmıştır: Cicindelidae familyası, Collyrinae altfamilyası, Cicindelini tribusu ve Cicindelina alttribusu [Vogler ve Pearson, 1996].



Şekil 1.6. Cicindelidae familyasına ait, geleneksel olarak tanımlanmış gruplar ile uyumlu bir filogenetik ağaç [Vogler ve Pearson, 1996]



Şekil 1.7. 18S rRNA temelli Cicindelidae familyasına ait filogenetik bir hipotez [Galián ve ark., 2002]

Filogenetik çalışmalar ile ortaya çıkan bir diğer sorun da Cicindelidae'nin diğer Coleoptera familyaları ile ilgili evrimsel durumudur. Grubun, büyük ve çok türe sahip olan Carabidae familyasına genel benzerliği nedeniyle bazı araştırmacılar Cicindelid'lerin Carabidae familyası içerisine yerleştirilmesi gerektiğini önermişlerdir: Carabini, Hileteni ya da Loricerini tribuslarıyla bağlantılı olacak şekilde [Ward, 1979; Erwin, 1985; Arndt, 1993; Beutel, 1993; Deuve, 1993; Liebherr ve Will, 1998]. Ancak, bu konudaki moleküler yaklaşımlar kesin değildir ve Cicindelidae'nin Harpalini gibi Carabidae'den türeyen çoğu grubun yanına yerleştirilmesi araştırmacıların yaptığı sekans evriminin göstergesi olarak değerlendirilmiştir [Maddison ve ark., 1999; Pearson ve Vogler, 2001; Shull ve ark., 2001]. Cicindelidae familyasının Adephaga alttakımı içindeki filogenetik durumunun daha iyi anlaşılması sayesinde, bu alttakım içindeki temel akrabalıklara ve Carabidae ile yakınlıklarına ışık tutulabilecektir.

Türkiye Cicindelid'leri Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Korell (1984, 1988), Anadolu Cicindelid'leri ile ilgili ilk ayrıntılı çalışmayı yaparak 23 türe ait kayıt sunmuştur.

Cassola (1999), Anadolu Cicindelid faunasının sistematigi ve kısa geçmişini yeniden inceleyerek faunistik ve biyocoğrafik bilgilerle tekrar derlemiştir.

Franzen (2001a), Türkiye'de Akdeniz kıyısı boyunca birkaç yeni lökallitede *Lophyridia aphrodisia* (Baudi, 1864)'nın yayılışını tespit etmiştir.

Franzen (2001b), *Megacephala euphratica euphratica*'nın Türkiye'de Ege kıyısında İzmir-Selçuk bölgesinde, Akdeniz kıyısında ise Göksu ve Seyhan/Ceyhan deltaları ile Asi nehrinde yeni lökallite kayıtlarını bildirmiştir.

Şekeroğlu ve Aydın (2002), *Megacephala euphratica euphratica*'nın Çukurova Deltası'ndaki yayılışını belirlemiş ve bölgedeki yeni lökallite kayıtlarını sunmuştur.

Franzen ve Gebert (2004), *Cylindera (Eugrapha) sublacerata levithoracica*'nın Türkiye'nin doğusunda Aras vadisindeki (Erzurum'un Köprüköy ile Kars'ın Kağızman ilçeleri arasında) yeni lökalite kayıtlarını bildirmiştir.

Arndt ve ark. (2005), turizmin Cicindelidae populasyonlarına verdiği zararı Akdeniz kıyı habitatında *Lophyridia concolor* (Dejean) türü üzerinde araştırmıştır.

Aydın ve ark. (2005), habitat bozulmalarına karşı biyoindikatör olarak kullanılan kaplan böceklerinin Çukurova Deltası'ndaki yayılışını belirlemiş ve bu gruba ait bölgede tespit edilen yeni kayıtları sunmuştur.

Avgın (2006a), Türkiye'nin Güney doğusundan toplanan *Cicindela herbacea* Klug, 1832, *Calomera fischeri fischeri* (Adams, 1817) ve *Homodela ismenia kilikiensis* (Mandl, 1961) için yeni lokalite kayıtlarını bildirmiştir.

Özgökçe ve ark. (2006), *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967)'nin Van Gölü kıyısındaki yayılış ve habitat özelliklerini araştırmıştır.

Avgın ve Özdikmen (2007), Türkiye'de yayılış gösteren tüm kaplan böceklerinin check-listini hazırlayarak yayılış ve biyocoğrafik özellikleri ile birlikte sunmuştur.

Franzen (2007), Türkiye'nin güneyinden ve Lübnan'dan topladığı *Cicindela campestris*'in birkaç populasyona ait örnekleri morfometrik oranı, erkek genitali ve renk örnekleri bakımından karşılaştırarak incelemiştir.

Demir (2008), Van ve ilçelerindeki kaplan böceklerinin fauna, yayılış alanları ve habitat tiplerini araştırmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Böcek Sitogenetiği

Böcek kromozomları ile ilgili olarak ilk bilgi 19. yüzyılın sonunda yayımlanmıştır [Sturtevant, 2001]. O zamandan sonra bu alanda önemli birtakım buluşlar gerçekleştirilmiştir. Buna karşın son zamanlarda moleküler alandaki yöntem ve çalışmaların artmasıyla birlikte kromozomal analizler demode olarak değerlendirilip yeterli görülme de, bu çalışmaların birçok yönden hala önem taşıdığı literatürdeki çalışmalarda görülmektedir [Gokhman ve Kuznetsova, 2006].

Böceklerin genetik yapısı, yaşam döngüleri ve ekolojik özellikleri, evrimi, taksonomisi ve filogenisi hakkında bilgiler sağlayan bu çalışmaların önemi aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Karyotipik analizler birtakım ilişkili grupların ve bunun yanı sıra temel eşey oranının da belirlenmesine olanak sağlar.
- Kromozomal düzenlenmeler çeşitli böcek popülasyonlarının ekolojik gözleminde ve zararlı kontrolünde kullanılabilmektedir.
- Büyük böcek taksonlarının (politen kromozomlara sahip Diptera hariç) filogenilerinin oluşturulmasında karyotipik verilerin tek başına kullanımı yeterli değildir. Bu veriler diğer özellikler ile birlikte kullanıldığında yararlı olmaktadır. Ancak kromozomal karakterler filogenetik amaçlar için hala çok önemlidir. Çünkü bu karakterlerin evrimi çevreden çok veya az derecede bağımsızdır.
- Kromozomal analizler sibling türlerin ortaya çıkarılması ve teşhis edilmesinde, ayrıca böceklerin ergin olmayan safhalarının belirlenmesinde kullanılabilmektedir.
- Böcek kromozom çalışmaları farklı karyotipe sahip formlar arasındaki melezleşme durumlarını ortaya çıkarabilir [Gokhman ve Kuznetsova, 2006].

Karşılaştırmalı karyoloji, böceklerin ve diğer hayvanların taksonomik çalışmalarında kullanılan diğer yöntemlere göre belli bazı avantajlara sahiptir. Özellikle, kromozomal karakterler esasında morfolojik karakterlerdir ve bu nedenle bu karakterler diğer morfolojik özellikler ile hemen hemen aynı yolla analiz edilebilirler. Diğer taraftan, bazı karyotip karakterleri (kromozomların sayısı, kromozom kolları, nükleolar organizeler ve heterokromatik bloklar) sadece, daha çok tür içi kromozomal polimorfizm ve bunun yanı sıra farklı kromozom sayılarına sahip formlar arasındaki melezleşme durumlarının kolaylıkla tanımlanmasına olanak sağlayan farklı değerlere sahip olabilir. Kromozomal analiz yöntemlerinin maliyeti de oldukça düşüktür ve bu yöntemler kısa bir zamanda daha çok materyalin incelenmesine olanak sağlar. Böylece, hem laboratuvar hem de doğal böcek popülasyonlarını incelemede kullanılacak olan yeni yöntemler geliştirilebilmektedir [Gokhman ve Kuznetsova, 2006].

Rutin yöntemler (farklı boyamaların yapılmadığı) tam bir karyotipin ve ayrı olarak kromozomların bazı yapısal özelliklerini ortaya çıkarmaya olanak sağlar. Sadece kromozom düzeyinde olan bu özellikler şunlardır:

- Lökale bir sentromerin bulunması (monosentrik kromozom) veya bulunmaması (holokinetik kromozom; böyle kromozomlar holosentrik olarak da isimlendirilir) ile karakterize olan morfolojik tip.
- Kromozomların veya holokinetik kromozomlar olması halinde alanın tam ve nispi (haploid setteki bütün kromozomların toplam uzunluğunun yüzdesi içinde) uzunluğu.
- Daha çok nükleolar organizelerin bulunduğu satellitler veya akromatik gapların bulunması.

Monosentrik kromozomlar için en önemli karakter, kısa kol uzunluğunun kromozomun toplam uzunluğuna oranıyla (%) belirlenen sentromerik indekstir [Gokhman ve Kuznetsova, 2006].

Karyotip özellikleri ise şunlardır:

- Kromozom sayısı.
- Eşey kromozomlarının bulunmasını veya bulunmamasını içeren kromozomal eşey belirleme mekanizması.
- Karyotipte bulunabilecek olan B kromozomlarının sayı ve morfolojisi.
- Odonata ve Heteroptera'da meydana gelen m-kromozomlarının varlığı ve sayısı (Heteroptera'da eğer m-kromozomları varsa sayısı her zaman 2'dir).
- Kromozom kollarının sayısı.
- Karyotipin simetri derecesi [Gokhman ve Kuznetsova, 2006].

Böcek taksonlarının çoğunluğu monosentrik kromozomlar ile karakterize edilir. Bu grup, en büyük üç takım olan Coleoptera, Hymenoptera ve Diptera'nın da içinde bulunduğu pek çok takımı kapsar [Crozier, 1975; Smith ve Virkki, 1978; Gokhman ve Quicke, 1995]. Diğer taraftan Dermaptera, Odonata, Psocoptera, Mallophaga, Anoplura, Thysanoptera, Homoptera, Heteroptera, Zoraptera ve bazı özellikleri ile ayrıca Lepidoptera ve Trichoptera gibi takımlar ise holokinetik kromozomlara sahiptirler [White, 1973; Kuznetsova, 1979; Kuznetsova, 1992; Wolf, 1996; Kuznetsova ve ark., 2002; Kuznetsova ve Gavrilov, 2005]. Monosentrik kromozomların daha çok özelleşmiş bir tipi olan dev politen kromozomlar ise dikkate değerdir. Bu kromozomlar Diptera'da ve ayrıca geleneksel olarak böcekler içerisinde sınıflandırılan Collembola'da bulunmuştur [White, 1973; Zhimulev, 2003]. Politen kromozomlarının analizleri taksonomik olarak yakın olan formlar arasında her zaman farklılık oluşturmaya da, bu yöntem genellikle modern moleküler teknikler ile kıyaslanabilecek derecede yüksek bir çözüm sağlar [Stegnii, 1993].

Kromozomal çalışmalar tanımlanmış böcek türlerinin yaklaşık %1'ini kapsamaktadır. Bu türler içerisinde kromozom sayısı, $n = 1$ 'den (*Myrmecia croslandi* Taylor: Hymenoptera, Formicidae) $n = 217-223$ (*Polyommatus atlantica* (Elwes): Lepidoptera, Lycaenidae)'e kadar çeşitlilik gösterir [Lesse, 1970; Crosland ve Crozier, 1986]. Genel karyolojik bilgilere göre çoğu böceklerin kromozom sayıları $n = 4$ ile $n = 20$ arasında değişiklik göstermektedir [Gokhman ve Kuznetsova, 2006].

Birçok böcek türünün kromozomal çalışmaları; heterokromatik blokların büyüklüğü ve lökazasyonu, Robertsonian translokasyonlar, inversiyonlar, translokasyonlar ve B kromozomlarının sayısı gibi farklı karyotipik karakterleri esas alarak populasyon polimorfizmini ortaya çıkarır [Gokhman ve Kuznetsova, 2006].

Böcekler de dahil hayvanların çoğunda eşeyin, genellikle eşey kromozomlarında yerleşmiş olan genler ile belirlendiği bilinmektedir [White, 1973]. Bu durum *kromozomal eşey belirleme* olarak adlandırılmaktadır [Schütt ve Nöthiger, 2000; Zhimulev, 2003]. Eşeyler arasındaki farklar doğrudan erkek ve dişi karyotipleri arasındaki farklarla ilgilidir. Bu durumda, böceklerde iki temel eşey belirleme yolu tanımlanabilir: 1) eşey kromozomlarının bulunması, 2) haplo-diploidi olma hali. Eşey kromozomlarının bulunması durumunda dört ana eşey belirleme mekanizması tanımlanmaktadır: $XX(\text{♀}) - XY(\text{♂}) / XX(\text{♀}) - X0(\text{♂}) / ZW(\text{♀}) - ZZ(\text{♂}) / Z0(\text{♀}) - ZZ(\text{♂})$ [White, 1973; Lukhtanov, 1999].

İlk iki varyant en yaygın olanlarıdır ve oldukça yakın akraba türler arasında bile farklı olabilirler; heterogametik dişiler çok sık olarak Lepidoptera ve Trichoptera’da bulunur [White, 1973; Lukhtanov, 1999]. Eşey kromozomları çoklu da olabilirler, bundan dolayı karyotipte birkaç X veya Y kromozomu bulunabilir [Grozeva ve Nokkala, 1996; Jacobs, 2003]. Böcekler içerisinde en çok X kromozomu sayısı (erkeklerde 6 ve dişilerde 12) *Matsucoccus gallicola* Morrison (Hemiptera)’da tanımlanmıştır [Hughes-Schrader, 1948].

Kromozom eşey belirlemenin haplo-diploidi ile ilgili olan ikinci mekanizması, birçok böcek grubunda meydana gelmesine rağmen primitif özellik olarak değerlendirildiği Hymenoptera’da çok yaygındır [White, 1973; Crozier, 1975; Normark, 2003]. Buna göre, erkekler döllenmemiş yumurtalardan gelişir ve bu yüzden haploid kromozom setine sahiptir, dişiler ise döllenmiş yumurtalardan gelişir ve diploid kromozom setine sahiptir [Gokhman ve Kuznetsova, 2006].

Eşey kromozomlarına sahip olan ve onlardan yoksun olan böcek grupları arasında belirgin bir sınır yoktur. Örneğin, Homoptera alttakımı olan Coccinea’da 3 farklı

eşey belirleme mekanizması vardır. Bunlar; a) haplo-diploid formlar (eşey kromozomsuz), b) XX(♀)-X0(♂) tipinde eşey sistemi ve c) bazıları nadir olan diğer eşey belirleme sistemleridir [Nur, 1980; Haig, 1993; Kuznetsova ve Gavrilov, 2005].

Eşeylerin ploidi veya eşey kromozomlarının kompozisyonu bakımından farklı olduğu böyle durumlarda bir böceğin cinsiyeti karyotipik olarak, hatta erken gelişme safhasında bile, belirlenebilir [Gokhman, 2003; Gavrilov ve Kuznetsova, 2004]. Bu, temel eşey oranının ikincil eşey oranı ile belirlenebileceği ve karşılaştırılabileceği anlamına gelmektedir [Ueno ve Tanaka, 1997]. Böcek zararlı kontrolündeki genetik yöntemlerin gelişimi ile zararlı ve entomofaj populasyonlarının gözleminde büyük bir pratik öneme sahip olan bu yolla, eşeylerin farklı ölüm oranı karakterize edilebilir. Karyotipik eşey belirleme, haplo-diploidi formlar (sadece haploid ve diploid kromozom sayılarını ayırtıldığı) ve genomlardan birisinin heterokromatize olduğu böcekler (skala böceklerinde olduğu gibi) için çok basittir [Gokhman ve Kuznetsova, 2006].

Kromozom analizi ayrı hücrelerin ve dokuların ve bunu yanı sıra bütün organizmaların ploidisinin kolay teşhisine olanak sağladığı için, bu yöntem böceklerde oldukça sık meydana gelen partenogenetik formların çalışmalarında çok önemlidir [White, 1973; Normark, 2003]. Örneğin, thelytoky durumunda, kromozom analizi sadece bu olayın ortaya çıkmasını değil ayrıca onun yapısının (özellikle, partenogenezin amayotik veya mayotik olup olmadığı) belirlenmesine de yardım eder [Crozier, 1975; Nokkala ve Golub, 2002; Aguin-Pompo ve ark., 2006].

Taksonomik karakter olarak karyotipik özelliklerin avantajları göz önünde bulundurulduğunda, kromozom analizlerinin taksonomideki uygulamaları da artmaktadır. Bu, özellikle tarım ve orman zararlılarını, hastalık vektörlerini ve zararlı populasyonlarını kontrol eden entomofajları kapsayan ekonomik açıdan önemli böcek grupları için doğrudur [Blackman ve ark., 1987, Blackman ve ark., 1990; Fedorova ve ark., 1991; Tsurusaki ve ark., 1993; Battisti ve ark., 1998; Coluzzi ve ark., 2002; Cook ve ark., 2002; Gavrilov and Kuznetsova, 2004].

Yakın akraba formların ayırt edilmesinde kromozom karakterlerinin önemini gösteren örnekler aynı şekilde diğer birçok böcek grubunda da görülebilir. Bunlardan birisi Hydrophilidae (Coleoptera) familyasıdır. Avrupa’da geniş bir şekilde yayılış gösteren ve doğuda Ural dağlarına kadar uzanan yaygın türü *Helophorus aquaticus* (L.)’un, bazı kromozomlar arasındaki resiprokal translokasyonlarda farklı olan ve bundan dolayı verimli döl (doğurgan yavru) meydana getiremeyen 2 ayrı türden oluştuğu gösterilmiştir [Angus, 1982].

Kromozom karakterlerindeki farklılığın birçok hayvan grubunun evriminde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir [King, 1993]. Bazı memelilerde türleşme oranının kromozomal değişikliklerin oranı ile doğrudan bağlantılı olması ilginçtir; yine de bu parametreler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerinin kesin yapısı henüz belirgin değildir [Vorontsov, 1999].

Türe özgü karyotip normal olarak ontogenetik değişiklikler (kromatin eksilmesi gibi nadir durumlar hariç) geçirmediği için, kromozom analizleri böceklerin preimajinal safhalarının teşhisinde kullanılabilmektedir [White, 1973; Gokhman, 2003]. Bu, bazı Diptera larvaları için temel teşhis yöntemidir [Kiknadze ve ark., 1991]. Diğer taraftan, hem teorik hem de pratik açıdan daha fazla önemli olan, bu yöntemin sibling türlerin ortaya çıkarılması, ayırt edilmesi ve teşhisinde de kullanılabilesidir. Böyle türler ekonomik öneme sahip grupları da içeren böcekler arasında çok sayıda yer almaktadır [Blackman, 1980; Quicke, 2004]. Genelde bu sibling türler için doğrudur ve bunun yanı sıra bu türler kromozomal karakterlere bağlı olarak ortaya çıkmışlardır [Blackman ve ark., 1987; Gokhman, 2003; Kiknadze ve ark., 2004].

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 [Johnson ve ark., 2001; Danzig ve Gavrilov, 2005].

Kromozom alışmaları sadece sibling türleri değil, ayrıca karyotipik olarak farklı formlar arasındaki hibridizasyon durumlarını da ortaya çıkarabilir [Polukonova ve Belyanina, 2002].

Kromozomların sitolojik preparasyon tekniklerini de içeren kromozom analiz yöntemleri hızlı bir şekilde gelişim göstermektedir [MacGregor ve Varley, 1986; Rubtsov, 2004]. Böcek kromozomları genellikle ezme veya havada kurutma yöntemleri ile çalışılmaktadır. İlk teknikte, materyali ezmek için lamel kullanılmaktadır. Bölünen hücreleri içeren dokular (rneğin Diptera’da tükrük bezleri) ezme öncesi fiske edilebilir ve boyanabilir veya sadece fiske edilir (testisler). Bu durumda materyal sıvı azotta dondurulur, lamel ayrılır, preparasyonlar kurutulur ve boyanır. İkinci teknikte ise, bir hücre süspansiyonu elde edilir, bu süspansiyon fiksasyondan önce veya sonra lamlara uygulanır, bu durumda materyal damlatıldıktan sonra boyanır. Her iki teknik de kendi avantaj ve dezavantajlarına sahiptir. Ezme preparasyonlar arazide toplanan ve fiske edilen materyalin kullanılmasına ve ayrıca dokudaki bölünen hücrelerin durumunun belirlenmesine olanak sağlar. Diğer taraftan, havada kurutma preparasyonları ise kromozom morfolojisini daha iyi ortaya çıkarmaktadır. Her iki durumda da preparasyonlar herhangi özel bir muamele gerekmeden birkaç yıl saklanabilir. Kromozom boyama sonuçları preparasyonların kalitesine göre değişmektedir. Kromozomların rutin incelemesi için, asetik orsein (oğunlukla Diptera için) ve Giemsa boyaları kullanılmaktadır [Grozeva ve Nokkala, 1996].

Kromozomlar ve tam karyotipler arasındaki farklılıkları bulmak için başarılı bir şekilde uygulanabilen en basit yöntemlerden birisi morfometrik analizdir [Lukhtanov ve Kuznetsova, 1988; Fedorova ve ark., 1991; Jacobs, 2002; Gokhman, 2003]. Ayrıca, kromozomların özel bölgelerini onların yapı ve bileşimine göre ortaya çıkaran farklı boyama yöntemleri böceklerin karşılaştırılmalı karyolojisinde 1970’li yıllarda kullanılmaya başlanmışır. Günümüzde, böcek karyotipleri üzerinde yapılan çalışmalarda çok sık kullanılan bu teknikler C- bantlama ve AgNOR boyamadır [Palomeque ve ark., 1988; Hoshiba ve Imai, 1993; Gokhman, 1997; Kuznetsova ve ark., 1997; Bugrov ve ark., 2001]. Bu teknikler, konstitf heterokromatin (yüksek

tekrarlı DNA sekansları) ve nükleolar organizler bölgeleri (NOR) boyamak için kullanılmaktadır. G- bantlama daha az sıklıkta kullanılmaktadır, çünkü böcek kromozomlarının yapısal özelliklerinden dolayı bu bantlama böceklerde omurgalılarda olduğu kadar iyi sonuç vermemektedir [Angus, 1982; Camacho ve ark., 1991; Odierna ve ark., 1993; Lorite ve ark., 1996; Rodionov, 1999].

2.2. Coleoptera Sitogenetiği

Coleoptera'da üreme şekli biseksüel veya partenogenetiktir. Partenogenezin 3 şekli vardır: *arrhenotoky* (haplo-diploidi ile eşey belirlenmesi), *deuterotoky* (her iki eşey de partenogenetik olarak meydana gelir) ve *thelytoky* (sadece dişiler partenogenetik olarak meydana gelir). Partenogenetik kınkanatlılar haploid, diploid veya poliploid olabiliyorken, biseksüel kınkanatlılar diploiddir [Barcenas-Ortega, 1992].

Coleoptera kadar büyük bir grupta beklenilebileceği gibi, karyotipik varyasyon geniştir. Coleoptera kromozomları Orthoptera gibi gruplar ile karşılaştırıldığında kısa olmalarına rağmen, kısa insan kromozomları büyüklüğüne (1-6 μm) yakındırlar. Coleoptera sentromeri lölalize olmuştur ve metasentri yaygındır. Holometabol böcekler arasında, Coleoptera, Neuroptera ve Diptera, holosentrik kromozomların kural olduğu Trichoptera ve Lepidoptera'dan ayrılır [Barcenas-Ortega, 1992].

Biseksüel Coleoptera içerisinde kromozom sayıları $2n = 4$ 'den (pyrophorine *Chalcolepidus zonatus*) $2n = 69$ (34AA + X0)'a (carabid *Ditonus capito obscuroids*) kadar çeşitlilik gösterir. Coleoptera içerisinde en sık ve yaygın kromozom sayısı $2n = 20$ (18AA + X_{yp})'dir ve takımda atasal karyotip olarak değerlendirilir. Yakın akraba türler arasında bulunan karyotiplere dayanarak, takımın evrimine en az 5 tip kromozom değişikliğinin sebep olduğu gösterilmiştir: (i) sentrik füzyonlar ve fizyonlar, (ii) perisentrik inversiyonlar, (iii) poliploidi, (iv) Y kromozomunun aşınma ve yenilenmesi ve (v) heterokromatik kolların yapışması [Barcenas-Ortega, 1992].

Nükleolar organizler bölgeleri (NORs) temsil eden ikincil boğumlar böceklerde sıklıkla görülmez ve buna Coleoptera da dahildir. İlk çalışanlar eşey

kromozomlarının çekirdekçiği oluşturduğuna inanıyorlardı. Bununla birlikte, daha sonraki bulgular bunun her zamanki bir durum olmadığını gösterdi ve otozomal NORs Chrysomelidae, Elateridae ve Curculionidae türlerinde gözlemlendi [Barcenas-Ortega, 1992].

Coleoptera’da, eşey kromozom sistemlerinin sınıflandırılması erkekteki mayotik asosiyasyonlara göre yapılır ve karyotipik formüller erkek mayozunda gözlenen metafaz I konfigürasyonlarını gösterir. Genellikle eşey kromozomları, eğer onların arasında her tipin eşleşmesi varsa birlikte yazılır; eşleşmeyen eşey kromozomları artı işareti ile ayrılır. Eğer eşey kromozomlarından birisi (genellikle Y) daha kısa ise, bu daha aşağı bir durumda yazılarak vurgulanır. Özel kromozomların nispi büyüklüğünü veya karakteristiklerini gösteren indeksler ise alt indis şeklinde yazılır [Barcenas-Ortega, 1992].

Biseksüel Coleoptera’da çeşitli eşey kromozom sistemleri tanımlanmıştır. Bu sistemlerin detaylı tanımlaması Smith ve Virkki (1978) tarafından yapılmıştır (Çizelge 2.1.). Erkek eşeyinde konjugasyonun meydana geldiği eşey kromozom sistemleri ve X0 sistemleri *orthodoks* olarak isimlendirilir. Eşey kromozomları arasında eşleşmenin olmadığı ya da tercihen olağan dışı bir eşleşme şeklinin bulunduğu sistemler de *unorthodoks* olarak isimlendirilir [Barcenas-Ortega, 1992].

Çizelge 2.1. Biseksüel Coleoptera’da eşey kromozom sistemleri

I. Orthodoks Sistemler	A. Kiyazma olmayan sistemler	1. Xy_p a) basit paraşüt b) çok kromozomlu paraşüt
		2. Xy_e
		3. $X0$
		4. $X_1 + X_2$
	B. Kiyazma olan sistemleri	5. NeoXY, Xy , Xyr
		6. XY
		7. Çoklu sistemler: X_1X_2Y , XY_1Y_2 , $nXnY$
	C. Karışık kiyazma ve nükleolar asosiyasyon	8. $X_pneoXneoY_p$, $nXnY$
II. Unorthodoks Sistemler		

Coleoptera’da en yaygın eşey kromozom sistemi Xy_p ’dir. Genel olarak X kromozomu, karyotipte ortalama otozomdan nadiren büyük olmasına rağmen, oldukça büyük bir metasentriktir. Y kromozomu ise genellikle kısa bir metasentriktir. Tipik Xy mayotik asosiyasyonu ilk olarak *paraşüt* şeklinde tanımlanmış ve daha sonraki yıllarda Xy_p sembolü (p: paraşüt) kullanılmaya başlanmıştır. Hayvanlar arasında benzeri olmayan bu eşey kromozom asosiyasyonu çoğunlukla, temel kromozom formülü $9AA + Xy_p$ olan polifagan Coleoptera’da meydana gelir. $9AA + Xy_p$ formu aşağı yukarı türlerin yarısında ve hemen hemen çalışılan bütün polifagan familyalarında bulunmuştur. İlk olarak Smith (1950), bu kromozom formülünün Coleoptera için primitif olduğunu ileri sürmüştür. Xy_p bivalentlerinin adefagan Carabidae ve Dysticidae’de bulunması da bu görüşü desteklemektedir. Her durumda, bütün kınkanatlıların büyük çoğunluğunun polifagan olduğu gibi, Xy_p Coleoptera’nın baskın eşey kromozom sistemi olarak değerlendirilebilir. Xy_p türlerindeki eşey kromozomlarının başlangıç asosiyasyonunun, kesin olarak heteropiknotik materyalin yapışkanlığının bir sonucu olduğuna inanılmaktadır. Bununla birlikte, Xy bivalentinin devamlılığı ve düzenli ayrılması profaz boyunca bir *eşey lümeninin* oluşmasından dolayıdır ve onun sürekliliği ayrılmaya kadar devam eder. Bazı Coleopterlerde, eşey lümeni anafaza kadar devam eder ve X kromozomu ile aynı kutuba hareket eder [Barcenas-Ortega, 1992].

2.3. Coleoptera Takımındaki Sitogenetik Çalışmalar

Coleoptera; Archostemata, Myxophaga, Adephaga ve Polyphaga olmak üzere 4 alttakıma bölünmüş 350.000’den fazla türü ile böceklerin en büyük takımını oluşturmaktadır [Crowson, 1981; Lawrence, 1982; Lawrence ve Newton, 1982]. Cicindelidae ise tanımlanmış yaklaşık 2600 türü ile bu büyük takım içerisinde küçük bir grubu temsil etmektedir. Kaplan böceklerine ait sitogenetik verilerin önemini daha iyi anlamak için, onları Coleoptera’daki sitogenetik çalışmaların genel durumu içinde ayrıntılı olarak değerlendirmek önemlidir. Bu nedenle Coleoptera takımına ait diğer familyaların sitogenetik bilgileri aşağıda özet olarak verilmiştir.

İlkel Archostemata alttakımı, basit eşey kromozomlu ve benzer diploid sayılı az sayıda çalışılmış türe sahiptir: *Distocupes varians* (Lea)'da $2n = 19$ ve *Micromalphus debilis* Leconte'de $2n = 20$ [Scott, 1936; Galián ve Lawrence, 1993]. *Distocupes varians*'da tespit edilen ilginç bir özellik, daha önce Adephaga'da tanımlanana benzer bir akiyazmatik mayozun bu türde de bulunmasıdır [Serrano, 1981].

Myxophaga'da ise sadece, basit eşey kromozom sistemine sahip tek bir tür çalışılmıştır (*Ytu zeus* Reichardt, $2n = 18 + XY$) [Mesa ve Fontanetti, 1985].

Adephaga alttakımındaki çalışmalar çoğunlukla büyük bir familya olan Carabidae'de gerçekleştirilmiştir [Serrano ve Galián, 1998]. Bununla birlikte Noteridae gibi diğer familyalar üzerinde de bazı çalışmalar yapılmıştır [Bilton, 1992; Saleh-Ahmed ve ark., 1997; Saleh-Ahmed ve Angus, 2000]. Carabidae familyasının türleri genellikle 20'den fazla kromozom sayısına sahiptir. Hemen hemen bütün türlerde X0 ve XY sistemleri görülür, fakat Polyphaga için karakteristik olan y *paraşüt* kromozomu görülmez. Kiyazmatik çoklu eşey kromozom sistemleri Carabidae'nin birkaç cinsinde (*Scarites*, *Brachinus* ve *Ceroglossus*) tanımlanmıştır [Serrano, 1980b; Serrano, 1984; Galián ve ark., 1990b; Galián ve ark., 1996]. Bu sistemlerin, heterozomlar ile otozomal bir çift arasındaki füzyonlar veya translokasyonların bir sonucu olduğu ifade edilmektedir. Carabidler, tribuslar arasında ve içerisinde, 3 ile 37 çift arasında değişen geniş bir kromozom sayısı çeşitliliği gösterirler. En yaygın kromozom sayıları $2n = 24$, $2n = 28$ ve $2n = 37$ olarak bulunmuştur. Bununla birlikte bazı tribuslarda sabit kromozom sayısı görülür; Bembidiini ($2n = 24$), Carabini ($2n = 28$), Harpalini ve Callistini ($2n = 37$) [Maddison, 1985; Serrano ve Galián, 1998; Martinez-Navarro ve ark., 2004].

Şimdiye kadar karyotipi yapılan Coleoptera türlerinin büyük çoğunluğu Polyphaga alttakımına aittir. Çalışmalar daha çok Tenebrionidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Staphylinidae, Passalidae familyaları üzerinde gerçekleşirken, Bruchidae, Apionidae, Coccinellidae, Cerambycidae, Elateridae, Attelabidae, Silphidae, Dermestidae, Ostomatidae, Meloidae ve Lampyridae familyaları üzerinde az sayıda çalışma yapılmıştır. Polyphaga'da en yaygın olarak bulunan karyotip 9

otozom çifti ve bir eşey kromozom sistemi içerir. Büyük bir X kromozomu ve yanında çok kısa bir y kromozomundan oluşan bu eşey sistemi *paraşüt benzeri sistem*, Xy_p , olarak isimlendirilir. Bununla birlikte çok çeşitli kromozom sayılarına ve eşey sistemlerine sahip familyalar da vardır. Örneğin, diploid kromozom sayıları Chrysomelidae familyasında 8 ile 64, Staphylinidae'de 18 ile 56 ve Bruchidae'de 18 ile 32 arasında değişiklik gösterir. Chrysomelidae'de karyotipi yapılan türlerin yaklaşık %47'sinde paraşüt benzeri eşey sisteminin açıkça daha baskın olduğu gözlenmiştir. Ancak diğer eşey kromozom tipleri de familyanın bütününde ve bazı altfamilyalarında ayrı ayrı iyi bir şekilde görülmektedir [Petitpierre, 1988]. Bununla birlikte, şimdiye kadar paraşüt benzeri eşey sistemi tanımlanmayan taksonlar da vardır. Bunlar, kiyazmatik çoklu eşey kromozom sistemleri olan *Blaps* (Tenebrionidae) cinsi ve XO/XY sistemlerine sahip Passalidae familyasıdır [Vitturi ve ark., 1996; Serrano ve ark., 1998]. Paraşüt benzeri sistemlerin Xy_p tipinden geldiği düşünülen Polyphaga alttakımı ve diğer tipteki eşey sistemleri için atasal olduğu varsayılmaktadır [Smith ve Virkki, 1978].

2.4. Cicindelidae Familyasına Ait Sitogenetik Çalışmalar

Cicindelidae familyası üzerinde bazı alanlarda çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen sitogenetik amaçlı yapılan çalışmalar yeterli düzeyde değildir. Şimdiye kadar tanımlanmış olan Cicinelid türlerinin yalnızca yaklaşık %4'lük gibi bir kısmının sitogenetik analizi yapılmıştır (EK-1.).

Stevens (1906, 1909), iki Kuzey Amerika türü olan *Cicindela pimeriana* Leconte ve *Cicindela tranquebarica* Herbst'in karyotip tanımlamasını yaparak Cicinelid'ler üzerindeki ilk sitogenetik çalışmayı gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada basit XY:XX eşey kromozom sistemi belirlenmiş, *Cicindela pimeriana*'nın 9 otozom çiftine ve *Cicindela tranquebarica*'nın ise 10 otozom çiftine sahip olduğu gösterilmiştir. Goldsmith (1919) ise *Cicindela tranquebarica* karyotipinin revizyonu ve diğer beş *Cicindela* türünün karyotip tanımlaması ile familyadaki sitogenetik çalışmalara yeni sonuçlar eklemiştir. Smith (1950) de Kuzey Amerika'dan iki *Cicindela* türünün karyotipini tanımlamış ve Stevens (1906, 1909)'ın eşey kromozomu belirleme

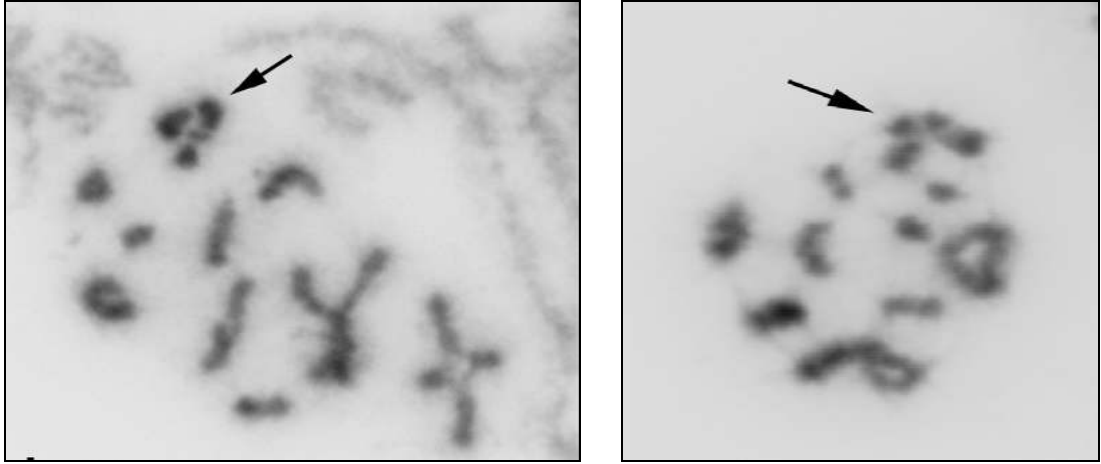
sistemi için önerdiği kriterleri dikkate alarak *Cicindela repanda* ile ilgili sonuçları yeniden bildirmiştir.

Cicindelid'lerde çoklu eşey kromozom sistemlerinin ilk tanımlaması Guénin (1952) tarafından dört Avrupa *Cicindela* türü üzerinde gerçekleştirilmiştir: *Cicindela campestris* Linnaeus ($n = 9 + XXXY$), *Cicindela hybridia* Linnaeus ($n = 9 + XXXY$), *Cicindela silvicola* Latreille ($n = 9 + XXY$) ve *Cicindela littoralis* Fabricius ($n = 9 + XXXY$). Smith ve Edgar (1954), daha önce Goldsmith (1919) tarafından çalışılan üç türün incelemelerini tekrar yapmış ve bu türlerin çoklu eşey kromozom sistemlerini tanımlamıştır.

Daha sonraki yıllarda, Cicindelid'lerin diploid kromozom sayısı ve eşey kromozom sistemleri ile ilgili farklı birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar; Nearktik, Neotropikal, Palearktik, Oriental, Afrotropikal ve Australian fauna türleri üzerinde gerçekleştirilmiştir (Ek 1.).

Kaplan böcekleri nadir olarak görülen farklı bir karyotipe sahiptir. Diploid kromozom sayısı 12 ile 44 arasında değişen familyada hem basit ve kiyazmatik (X_0/XY) hem de çoklu ve akiyazmatik (X_nY/X_nX_n ; $n:2-4$) eşey kromozom sistemleri görülür [Galián ve ark., 2002; Proença ve ark., 2004]. En primitif Cicindelidae tribusları olan Manticorini, Omini ve Megacephalini basit eşey kromozomlarına sahip iken, Cicindelini, Collyrini ve Ctenostomini tribusları çoklu eşey kromozomlarına sahiptir [Pearson ve Vogler, 2001; Galián ve ark., 2002; Proença ve ark., 2002b]. Cicindelini tribusu 9-12 çift otozom ve çoklu eşey kromozomlarının varlığı ile karakterize edilir. Erkekler X_nY , dişiler X_nX_n ($n = 2-4$ kadar olabilir) eşey sistemine sahiptir. Bu çoklu eşey sistemleri, Coleoptera takımındaki diğer çoklu eşey kromozom sistemlerinde görülmeyen iki özellikten dolayı araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bunlardan birincisi, mayoz esnasında eşey kromozomları arasında kiyazmanın olmayışı. İkincisi ise, diğer canlılarda meydana geldiği gibi, kromozom bölünmesi sırasında eşey kromozomlarının metafaz plağı boyunca paralel olarak sıralı bir şekilde bulunmayışları. Bunun yerine, bu Cicindelid'lerde Y de dahil bütün eşey kromozomları göze çarpar bir şekilde bir grup

oluştururlar (Resim 2.1.). Burada kromozomlar uç kısımlarından bağlanır ve bir daire şeklinde sıralanırlar [Pearson ve Vogler, 2001]. Giers (1977), *Cicindela hybrida*'nın çoklu eşey kromozomlarını birinci anafaz safhasının başlamasına kadar bir arada tutan telomerik proteinlerin varlığını bularak bu durumu kanıtlamıştır.



Resim 2.1. *Calomera caucasica* (Adams, 1817)'da gözlenen eşey kompleksleri (ok ile gösterilenler)

Diğer taraftan bazı Cicindelini türleri ise basit eşey kromozom sistemleri ile tanımlanmıştır: *Cicindela germanica* ($n = 8 + XY/XX$), *Cicindela paludosa* ($n = 7 + X0/XX$), *Odontocheila confusa* ($n = 10 + XY/XX$), *Odontocheila nodicornis* ($n = 17 + X0/XX$), *Pentacomia sp.* ($n = 10 + X0$) [Giers, 1977; Serrano ve ark., 1986; Galián ve ark., 2002; Proença ve ark., 2002a]. Serrano ve ark. (1986), bu türlerde bulunan düşük sayıdaki basit eşey kromozomlarının veya otozom çiftlerinin muhtemelen birçok Cicindelini'de görülen çoklu heterozom sistemi ile ilişkili bir durum olabileceğini düşünmektedir.

Serrano (1986), *Cicindela (s.l.)* türlerindeki kromozom sayısı ve eşey sistemlerindeki çeşitlilikleri dikkate alarak her Biyocoğrafik Bölge için örnek bir eşeysel kompleks önermiştir. Buna göre, Oriental; $2n = 20 + XXY$, Palearktik; $2n = 18 + XXXY$ ve Nearktik; $2n = 18 + XXY$ 'dir. Ancak bu hipotez daha sonraki çalışmalarda tamamiyle doğrulanmamıştır [Serrano ve Collares-Pereira, 1989; Proença ve ark., 1999a].

Çoklu eşey kromozomları Collyrini tribusuna ait *Neocollyris* cinsinin üç türünde de tanımlanmış ve hepsinin aynı kromozom sayısına ($n = 12 + XXY$) sahip olduğu gözlenmiştir [Sharma, 1988].

Ctenostomini tribusuna ait bir türde de çoklu eşey kromozomları tespit edilmiştir: *Ctenostoma ornatum ornatum*; $n = 7 + XXY$ [Galián ve ark., 1990a].

Megacephala euphratica türü 15 çift otozom ve X0 tipinde basit eşey kromozom sistemi ile tanımlanmıştır. Bu tür, Megacephalini tribusunda sitogenetik olarak çalışılan ilk tür olduğu için tek X'in kökeni açıklanamamıştır [Serrano ve ark., 1986]. Daha sonraki yıllarda tribusa ait karyotipi tanımlanan türlerden ikisinin çoklu eşey kromozomlarına sahip olduğu gösterilmiştir: *Megacephala megacephala*; $n = 12 + XXY$ ve *Oxycheila tristis*; $n = 12 + XXXXY$ [Proença ve ark., 1999b; Proença ve ark., 2005b].

2.5. Türkiye Böcek Faunasının Sitogenetik Durumu

Tür çeşitliliği ve sayısı bakımından oldukça zengin bir böcek faunasına sahip olan ülkemizde sitogenetik çalışmalar daha çok memeli, balık ve bitki türleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Böcek sitogenetiği çalışmalarının ülkemizde oldukça az sayıda olması ülkemiz böcek türlerinin sitogenetik olarak yetersiz derecede araştırılmasına neden olmakta, bu da taksonomik ve filogenetik çalışmalara olumsuz olarak yansımaktadır. Ülkemiz böcek türleri üzerinde yapılan sınırlı sayıdaki sitogenetik çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Budak (2000) ile Budak ve ark. (2001), Adana yöresindeki bazı sivrisinek türlerinin karyotip özelliklerini belirlemiştir.

Türkoğlu (2001), Türkiye'de yayılış gösteren bazı çekirge (Insecta, Orthoptera) türlerinde karyolojik incelemeler yapmıştır.

Türkoğlu ve Koca (2002a), *Oedipoda schochi schochi* ve *Acrotylus insbricus* (Orthoptera, Acrididae, Oedipodinae)'un kromozomlarını, detaylı karyotip bilgilerini, C- ve G- band örneklerini tanımlamıştır.

Türkoğlu ve Koca (2002b), *Callimenus (Bradyporus) macrogaster macrogaster* Lef. (Orthoptera, Tettigonioidea, Bradyporinae, Bradyporini)'in kromozomlarını ve detaylı karyotip özelliklerini belirlemiştir. Ayrıca bu çalışmada C- ve G- bantlama da yapılmıştır.

Türkoğlu ve ark. (2003), *Gryllus campestris* L. (Orthoptera, Gryllidae)'in kromozom sayısını ve detaylı karyotip özelliklerini belirlemiş ve bu türde C- bandlama da yapmıştır.

Altunsoy (2005), bazı Tabanidae (Insecta, Diptera) türlerinin karyotip analizini yapmıştır.

Tuzla (2008), bazı Simuliidae (Diptera) türlerinin sitotaksonomik özelliklerini incelemiştir.

2.6. Cicindelidae Familyasında Göz Morfolojisi

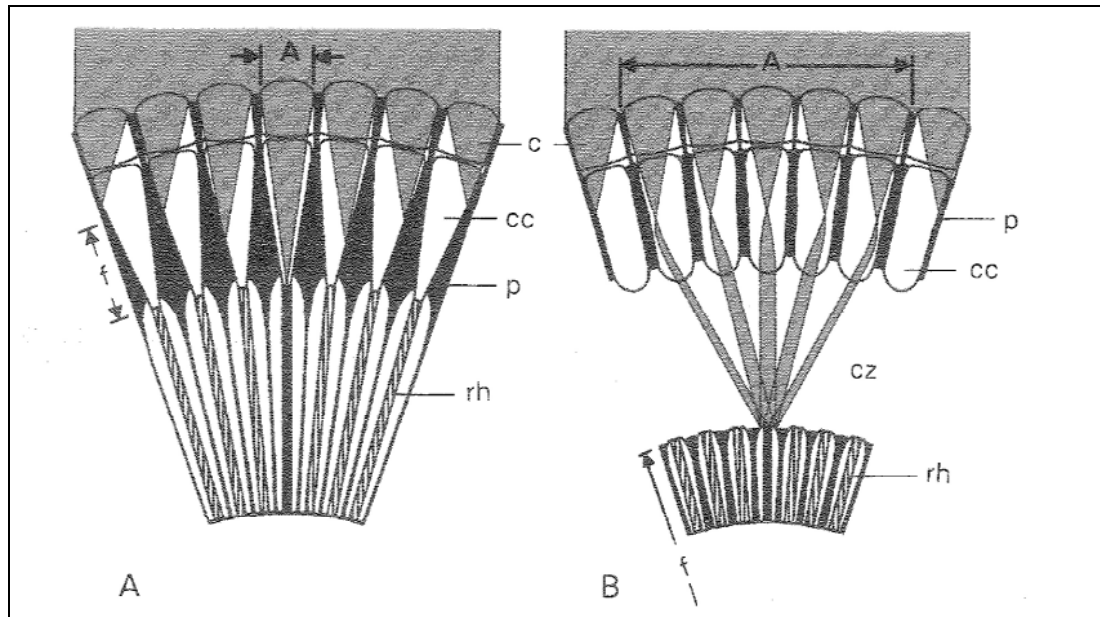
Bileşik gözler, böceklerin büyük çoğunluğunda en önemli görsel organ olarak öne çıkmaktadır [Buschbeck ve Friedrich, 2008]. Bileşik gözlerin morfolojik özellikleri bir böceğin filogenetik akrabalıkları ve taksonomisi hakkında bilgi vericidir [Lau ve ark., 2007]. Mishra ve Meyer-Rochow (2006), bileşik göz yapılarının önceki yıllarda yapılan filogenetik akrabalıklar ile ilgili tartışmalarda önemli bir rol oynadığını bildirmiştir. Bu amaçla, problemli bir takson olan Cucujoidea üstfamilyası içerisindeki Oedemeridae familyasına ait değerlendirmelerini, bu familyanın *Xanthochroa luteipennis* türündeki bileşik gözlerin ince yapısıyla ilgili elde ettikleri sonuçlara göre yapmışlardır. Benzer şekilde Gokan ve Meyer-Rochow (1990) da *Onthophagus posticus* (Coleoptera: Scarabaeidae) türündeki bileşik gözlerin yapısını inceleyerek diğer Scarabeid türleri ile karşılaştırmış ve sonuçların türün filogenetik

ve taksonomik durumuyla uyumlu olduğunu göstermiştir. Yine Gokan ve Meyer-Rochow (2000), Scarabaeoidea üstfamilyasına ait 78 türün bileşik göz yapılarını inceleyerek bu türlerin filogenetik pozisyonlarını tekrar değerlendirmiştir. Diğer taraftan, bileşik gözlerin morfolojik özellikleri bir böceğin yaşam tarzı hakkında da bilgi vericidir [Lau ve ark., 2007]. Yüzeyin alt kısmında veya mağaralarda yaşayan türlerde gözler büyük önem taşımaz. Bu türler genellikle parlak ışıktan kaçtıklarından dolayı, sadece ışığın geldiği yeri algılamaları onlar için yeterli olabilmektedir. Bunun aksine, yüzeyde yaşayan türlerin etraftaki bitki örtüsü ve çevre özelliklerine göre kendilerini yönlendirebilmeleri gerekmektedir. Eğer bu türler gece veya alacakaranlıkta aktif iseler, habitatlarında kalmak veya göç edebilecekleri bir diğer habitatı bulmak için en azından ışık yoğunluğundaki değişiklikleri ve etraftaki gölgeleri algılayacak kabiliyette olmaları gerekir [Talarico ve ark., 2007]. Krumbiegel (1932), gözlerin büyüklüğüyle ilişkili olan gündüz/gece aktifliği ile coğrafik varyasyon arasında bağlantı olduğunu göstermiştir. Eğer bir tür gündüz aktif ise, kuşlar ve diğer böcekler gibi avcı hayvanların tehlikesi altındadır ve bundan dolayı en küçük hareketli gölgeleri bile algılayabilmelidir [Talarico ve ark., 2007]. Böceklerdeki bu tarz görsel algılamalar çoğu zaman açıkça göz morfolojisinin özelliklerini yansıtmaktadır. Gündüz aktif olan görsel avcı böcekler, büyük ve yanlardan dışarı doğru çıkık gözlere sahiptir ve bu gözler farklı binoküler görüş alanlarına sahiptir. Avlarını kimyasal veya mekanik yollarla arayan gececi böceklerde ise gözler daha küçüktür ve daha az sayıda ommatidyum içerir. Aynı cinse ait yakın akraba türler arasında göz morfolojisi açısından farklılıklar az olabilir ancak bu türlerin habitat tercihlerinde değişiklikler görülebilir [Bauer ve ark., 1998].

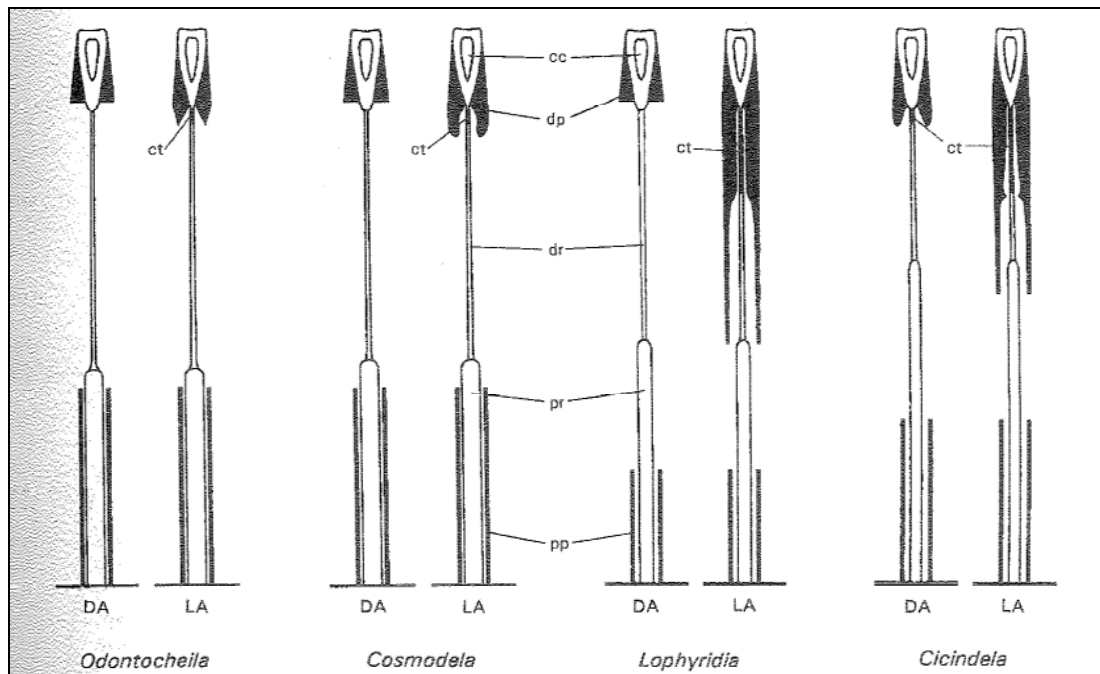
Görsel avcı olan ergin kaplan böceklerinde bileşik gözler, belirgin ve oldukça büyüktür. Erginlerdeki çeşitli göz büyüklükleri ve biçimleri değişken stereoskopik (üç boyutlu) görme alanları oluşturur. Şimdiye kadar çalışılmış bütün türlerin, ileri doğru görmede 40 ile 120 derece arasında değişen binoküler görme alanına sahip oldukları tespit edilmiştir. Gündüz cinslerinin erginlerindeki şişkin gözler ile karşılaştırıldığında, *Amblycheila*, *Omus* ve *Tetracha* gibi cinslerin gececi erginleri daha küçük ve oldukça yassı gözlere sahiptir. Ayrıca gececi kaplan böceklerinin erginleri, genellikle gündüz türlerine göre daha basit göz yapıları (ommatidyum)

taşıır. Işıık alıcı yapıların (faset) dizilişı ve her bir ommatidyumda, korneal mercekler ile optik sınırlar arasında bulunan optik hattın (rhabdom) uzun eksenini boyunca dizilmiş pigment hücreleri ışık alma kapasitesini etkilemektedir (Şekil 2.1.). Rhabdom bazı türlerde uzundur ve bundan dolayı sadece kendi fasetinden gelen ışığı alır. Paralel ışık ışınları korneal faset ve kristal konilere girmeden önce dıştaki fasetli yüzeye temas eder ve daha sonra hedef rhabdomlara odaklanır. Bu diziliş daha iyi bir görüş duyarlılığı sağlar ve yüksek ışık içeren ortamlarda çok etkili bir şekilde çalışır (apozisyon göz). Diğer kaplan böceği türlerinde rhabdom oldukça kısadır ve bundan dolayı rhabdoma birçok faset tarafından birleştirilmiş bir görüntü ulaşır (süperpozisyon göz). Bu diziliş ise düşük ışık veya gece şartlarında çok etkilidir. Diğer taraftan, bazı kaplan böceği türleri rhabdomların etrafındaki pigment hücrelerinin yer değiştirmesiyle gözlerini bir tipten diğerine değiştirebilmektedir (Şekil 2.2.). Parlak ışııkta bu pigmentler, apozisyon görme sağlamak amacıyla rhabdomun hemen hemen bütün uzunluğu boyunca yayılır. Düşük ışııkta veya gece ise bu pigmentler, rhabdomun yarı uzunluğuna kadar çekilir ve süperpozisyon gözü oluşturur. Ergin bireylerde göz küçük objelerin bile hareketlerinin görülmesine olanak sağlasa da, hem kaplan böceği hem de avı hareketli olduğu zaman avı arama ve yerini saptama zordur [Pearson ve Vogler, 2001].

Coleoptera türlerinin bileşik gözleri üzerinde şimdiye kadar birtakım çalışmalar yapılmasına rağmen, Cicindelidae familyası bu konuda nadir olarak ele alınmıştır. Kuster (1980), *Cicindela tranquebarica* türünde bileşik gözlerin ve interfasetal mekanoreseptörlerin ince yapısını incelemiştir. Kuster ve Evans (1980), 4 Cicinelid türünde bileşik gözlerin görüş alanları ile ilgili çalışma yapmıştır. Bauer ve Kredler (1993), *Cicindela campestris* ve *Cicindela hybrida*'da göz morfolojisini ve bu yapıların yaşam tarzıyla ilişkisini araştırmıştır. Tsai ve ark. (1995), *Cicindela aurulenta*'nın bileşik gözlerinin yapısını incelemiştir.



Şekil 2.1. Eklembacaklılardaki 2 temel bileşik göz yapısı: A; apozisyon göz, B; süperpozisyon göz, c; faset, cc; kristal koniler, rh; rhabdom, A; aralık mesafesi, cz; açık alan, f; odak uzunluğu, p; pigmentli kısım [Pearson ve Vogler, 2001]



Şekil 2.2. 4 farklı Cicindelid cinsinin herbirindeki tek bir ommatidyumun karanlığa (DA) ve ışığa (LA) adapte olma durumları ve pigmentlerin yerleşimlerdeki değişiklikler: cc; kristal koniler, ct; kristal alan, dp; distal pigmentler, dr; distal rhabdomer, pp; proksimal pigmentler, pr; proksimal rhabdom [Pearson ve Vogler, 2001]

3. MATERYAL VE METOT

Arazi alışmaları İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan illerde (EK-2.) 2007-2009 yılları arasında ve yaz dönemlerinde belli bir düzen içerisinde yürütüldü. Bu amaçla Cassola (1999)'nın Anadolu Cicindelid'lerini yayımladığı ve lkalite bilgilerini de içeren makalesi kaynak olarak kullanıldı. Bu makalede belirtilen zaman ve lkalite bilgilerine dayalı olarak il il yapılan arazi çalışmalarında familyaya ait taksonlar arandı. Buna ilaveten öncelikli yayılış alanı olması ve Cicindelid örneklerinin kolaylıkla görölüp yakalanması nedeniyle akarsu-dere-göl vb. su kaynaklarının hemen yakınlarındaki alanlarda da arazi çalışmaları yürütüldü. Ayrıca, yayılış gösterebilecekleri uygun diğerk coğrafik alanlarda (orak, kumlu, tuzlu ve kireçli topraklar) alışmaya dahil edildi. Arazi alışmaları yukarıda belirtilen disiplin içerisinde Cicindelid örneklerinin yakalanabileceğı mayıs-eylöl ayları arasında periyodik olarak gerçekleştirildi. Günlük alışmalar Cicindelid'lerin aktif oldukları 09:00-17:00 saatleri arasında yapıldı. Böceklerin yakalandığı bölgenin adı ve yüksekliğı ile yakalama tarihi arazi defterine not edildi ve ayrıca taşıma kaplarının üzerine de yapıştırıldı. Örneklerin toplandığı yükseklik ve koordinatlar *Magellan Explorist 500* marka GPS (Global Positioning System) kullanılarak tespit edildi.

Arazi çalışmalarında örnekler standart töl atrap yardımı ile canlı olarak tek tek yakalandı (EK-3.) ve yine canlı olarak laboratuvara getirilmek üzere taşıma kaplarına konuldu. Bu amaçla modifiye edilen taşıma kaplarına, böceklerin yakalandığı alanlardan alınan toprak ve taş parçaları konularak suyla ıslatıldı. Böceklerin canlı kalabilmeleri için yemek amacıyla kapların içerisine henüz öldürölmüş diğerk böcek gruplarından da konuldu. Taşıma kaplarına konulan böcekler, birbirlerini yememeleri ve iftleşmelerinin önlenmesi amacıyla sıklıkla kontrol edildi.

Örneklerle ait fotoğraflar arazi çalışmaları sırasında *Samsung Digimax S600* marka dijital fotoğraf makinası ile çekildi.

Laboratuvara getirilen örneklerin altfamilya, cins ve tür teşhisleri yapıldı. Tür teşhisi yapılırken dış morfolojik karakterler ve genital yapıları kullanıldı.

Örneklerin teşhisi için Trautner ve Geigenmüller (1987)'den yararlanıldı ve örnekler tür seviyesine kadar teşhis edildi. Daha sonra teşhisler Fabio Cassola (İtalya) tarafından kontrol edilerek doğrulandı veya tamamlandı. Familya ve altfamilyaya ait özellikler Uniyal ve Bhargav (2007)'dan yararlanılarak belirtildi.

Çalışma sırasında 4 türün erkek genital yapısı da incelendi. Bu amaçla; kuru örnekler yumuşatıldıktan sonra, taze örneklerde ise hemen, genital organ örnekten stereomikroskop altında ince uçlu pensler yardımıyla çıkarıldı. Daha sonra %15'lik KOH içinde yaklaşık 12 saat veya %10'luk KOH içerisinde 30-50 °C'de türün büyüklüğüne bağlı olarak birkaç saat bekletildikten sonra, 10-15 dakika distile suyla yıkandı ve saf alkolden geçirilerek gliserin içerisine alındı [Avgın, 2006b]. Erkek genital yapılarının fotoğrafları stereomikroskoba monte edilmiş *Olympus SZX12 Photomicroscope at 40X* marka fotoğraf makinesi ile çekildi.

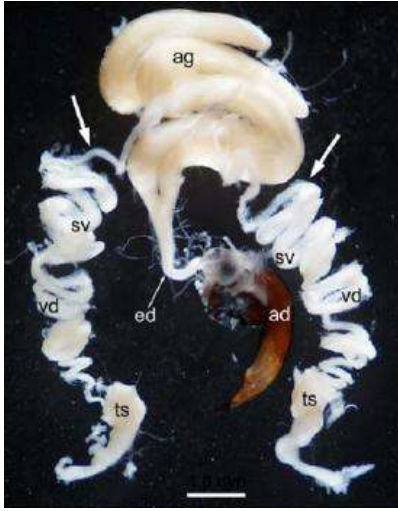
“İncelenen materyal” başlığı altında örneklerin toplandığı il, bu ildeki lökaliteleri, yükseklik ve koordinatları verildi.

“Türkiye’deki yayılışı” başlığı altında türlerin yayılışı Cassola (1999) ile Avgın ve Özdikmen (2007) temel alınarak verildi.

“Dünyadaki yayılışı” başlığı altında türlerin yayılışı Cassola (1999) ile Avgın ve Özdikmen (2007) temel alınarak verildi.

Kromozom preparatları erkek örneklerin testis dokularından elde edildi. Bu amaçla, laboratuvara canlı olarak getirilen böceklerin dişileri taşıma kaplarından çıkarılarak diğer çalışmalarda kullanılabilmeleri amacıyla absolut alkol içerisinde veya etilasetatlı kavanozlarda öldürülmek suretiyle kuru örnek olarak muhafaza edildi. Örneklerin erkek ve dişi ayrımı son abdomen segmentlerine bakılarak yapıldı ve böylece dişi örnekler gereksiz yere deforme edilmedi. Taşıma kaplarında kalan erkek örneklerden kromozom eldesi için sırasıyla aşağıdaki işlemler Rozek (1994)'e göre gerçekleştirildi:

- Etilasetatlı kavanozda uyutulan erkek örneklerin abdomenleri ince uçlu pensler yardımıyla stereomikroskop altında hipotonik ortam (%1'lik sodyum sitrat solusyonu) içerisinde açıldı ve erkek üreme organları (Resim 3.1.) dissekte edildi.



Resim 3.1. Cicindelidae'de erkek üreme organları (ad: aedeagus, ed: ejakulator kanalı, ag: yardımcı bez, sv: seminal kanal, vd: sperma kanalı, ts: testis) [Sasakawa, 2007]

- Dissekte edilen dokular kolşisin-hipotonik solusyon (%1'lik sodyum sitrat solusyonu içerisinde %0.005'lik kolşisin) içeren diğer bir petri kabına alınarak oda sıcaklığında 45-60 dakika kadar bekletildi.
- Fiksasyon için dokular taze ve soğuk olarak hazırlanan 3:1 oranındaki absolut etil alkol-glasiyal asetik asit fiksatifine alındı ve muhafaza edilmek üzere -8°C 'ye ayarlanmış buzdolabına konuldu. Muhafaza için cryo tüpler kullanıldı. Bu şekilde dokular 10-20 ay kadar saklanabilmektedir, ancak zaman zaman fiksatifin miktarı kontrol edilerek gerekirse tazelenmelidir. Hemen çalışılması durumunda ise dokular 30-40 dakika süreyle fiksatif içerisinde bekletildi.
- Fiksatiften çıkarılan dokuların kıvrımlı yapısı düz bir iplik şekline getirildikten sonra en uçtaki testis yapısından 1 mm kadar bir parça kesilerek lam üzerine alındı, üzerine %45'lik asetik asit damlatıldı ve lamel ile kapatıldı.
- Ezme işleminin ardından sıvı azot içerisinde daldırılan (5-10 sn) preparatlardan daha sonra bisturi yardımıyla lameller ayrıldı. Hemen çalışılması durumunda ısıtıcı tabla üzerinde 60°C 'de, daha sonra çalışılması durumunda ise oda

sıcaklığında 1 gün süreyle kurutulmaya bırakılan preparatlar %4'lük Giemsa ile 10 dakika boyandı.

- Preparatların devamlı hale getirilmesi için lamaların üzerine birkaç damla Kanada balzamu damlatılarak lameller kapatıldı.
- Elde edilen preparatlar *Leica DFC320* marka kamera monte edilmiş *Leica DM LB2* marka araştırma mikroskopunda incelendi ve iyi kalitedeki karyotiplerin fotoğrafları çekildi.
- Karyotiplerdeki kromozomlardan homolog olanları yan yana getirilerek ve büyükten küçüğe doğru sıralanarak türlerin karyogramları hazırlandı.
- Kromozom morfolojileri Levan ve ark. (1964)'e göre belirlendi.

Göz morfolojisi incelemelerinde, ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğünü (mm²) belirlemek amacıyla sırasıyla aşağıdaki işlemler Talarico (2007)'ya göre gerçekleştirildi:

- İnceleme için her türden 20 örnek (10 ♂ ve 10 ♀) kullanıldı.
- %70'lik alkolde depolanan örnekler birkaç dakika sıcak KOH içerisinde yumuşatıldı.
- Örneklerden disekte edilen kornealar distile su ile yıkandıktan sonra sırasıyla; aseton, %70'lik alkol, absolut alkol ve ksilol serilerinden geçirildi.
- Lamalar üzerine yayılan örneklerin fotoğrafları çekildi.
- Ölçümler *Sigma Scan Pro 5 Software (SPSS, Chicago, Inc.)* programı kullanılarak yapıldı.
- Sonuçların istatistiksel analizi için uygulanan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi*'nde $P > 0.005$ olduğundan tür değişkenlerinde normal dağılım belirlendi ve bu nedenle t ve F testleri uygulandı. Cinsiyetler arası farklılıklar için (2 grup) *t testi*, türler arası farklılıklar için (4 grup) *F testi* uygulandı. Türler arası ikili karşılaştırmalar için ise *Tamhane testi* uygulandı.

4. BULGULAR

Bu çalışmada 2007-2009 yılları arasında İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan illerden toplanan Cicindelidae familyasına ait örneklerin taksonomik ve sitogenetik özellikleri araştırıldı. Bölgeden toplanan örneklerin değerlendirilmesi sonucunda 1 altfamilyaya ait 2 cins, 1 tür ve 3 alt tür tespit edildi.

Cicindelidae familyasına ait özellikler

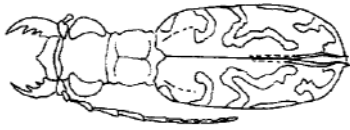
- Çoğunlukla 10-24 mm boyunda.
- Baş, gözlerle birlikte genellikle pronotum kadar veya pronotumdan daha geniş.
- Antenler genellikle ince uzun, başın ön tarafında mandibulların üstünden çıkar, segmentlerin çoğu eninden daha uzun.
- Clypeus ve labrum antenlerin kaidesine yakın lateral olarak oluşur, labrum clypeus kadar geniş.
- Mandibullar uzun, orak şeklinde ve dişli.
- Elytra genellikle oluksuz veya sıralı dizilmiş küçük noktalar bulunur.
- Metasternum genellikle arka koksaların hemen önünde enine süturlu.
- Genellikle karasal kınkanatlılardır, arka ayaklar saçaklı değil veya yüzmek için şekillenmiştir.

Cicindelinae altfamilyasına ait özellikler

- Baş büyük, çok veya az oyuk, büyük ve belirgin gözlerin arasında her zaman çizgili.
- Antenler uzun, filiform tipte 11 segmentli, bazal ek yerleri metalik, apikal ek yerleri soluk renkli.
- Mandibullar büyük ve güçlü, sert ve keskin dişlere sahip.
- Pronotum iyi gelişmiş, değişken tüylü ve genellikle dört köşeli veya kareye yakın.
- Elytra değişken, ancak her zaman pronotumdan daha geniş ve elytral omuzlar belirgin.
- Anterior tarsusun ilk üç eklem yeri dişilerde basit iken erkeklerde geniş ve tüylü.

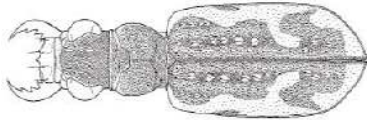
Çalışmada kullanılan türlere ait teşhis anahtarı

1. Güçlü vücuda sahip, pronotum çoğunlukla belirgin dört köşeli. Pronotum genişliğinin tüm vücut uzunluğuna oranı 1:7 veya daha az (Şekil 4.1.) (Altfamilya Cicindelinae).....2



Şekil 4.1. Cicindelinae

2. Lateral görünüşte pronotumun anterolateral köşeleri ileriye doğru çıkıntılı değil. Elytra soluk renkli lekeli (Şekil 4.2.) (Tribus Cicindelini).....3



Şekil 4.2. Cicindelini

3. Pronotumun anterior köşeleri belirsiz, anterior pronotal kenarın ötesinde öne çıkıntılı değil. Anterior sulkus pronotumdan prosternuma kadar devam eder. Baş, pronotum, pro- ve mesosternum, abdominal kaide veya elytral kaideler tüylü veya elytranın arkadaki 1/3'lik kısmı süturlar veya diskler üzerinde beyazımsı renkli lekeli. Terminal maxillar palmopore sondan bir önceki palmopore'den daha uzun (Alttribus Cicindelina).....4

- 4a. Labrum kısa; 8'den fazla labral tüyler 2 düzensiz sırada dizili. Yanaklar beyaz ve yoğun tüylü (*Calomera*, sin.: *Lophyridia*).....5

- 4b. Lateral kenar boyunca lekeler geniş ve tam, apikal lunule kıvrımlı ve orta lunule çok düzensiz kenarlı. 11-15 mm boyunda büyük türler (*Cephalota*, sin.: *Taenidia*).....6

5a. Humeral lunule birbirinden ayrı 2 küçük beyaz benek şeklinde. Orta bant 2 benekli, üstteki büyük ve elytra lateraline yakın, alttaki küçük ve elytra süturuna yakın. Apikal lunule ince yapılı, iki ucu belirgin..... *Calomera fischeri fischeri*

5b. Humeral lunule C harfi şeklinde, alt ucu daha geniş. Orta bant 4 benek şeklinde, üst iki benek birbiriyle zayıf bağlantılı. Apikal lunule C harfi şeklinde, apekteki ucu daha şişkin.....*Calomera littoralis mandli*

5c. Humeral lunule C harfi şeklinde. Orta bant dış kenardan elytral suture doğru çengel şeklinde girintili. Apikal lunule V harfi şeklinde, elytra süturuna uzanan girintisi orta bandın çengeline doğru uzanır, ancak birleşik değil.....*Calomera caucasica*

6. Humeral lunule çok belirgin, elytranın kenarlarına temas etmez ve her iki ucu genişlemiş disk şeklinde, nadiren ileri doğru çengel şeklinde. Orta bant belirgin ve geniş bir şekilde dağılmış, asla parçalı veya tekli lekeler şeklinde değil, genellikle son kısmı elytranın kenarı ile geniş bağlantılı ve kanatların birleştiği yerde küçük parçalara ayrılmış. Apikal lunule çok belirgin ve orta bandın arka kısmından dar bir şekilde ayrılır.....*Cephalota circumdata cappadocica*

Familya : Cicindelidae Csiki, 1906
 Altfamilya : Cicindelinae Csiki, 1906
 Tribus : Cicindelini Sloane, 1906
 Alttribus : Cicindelina W. Horn, 1908

Cins : *Calomera* Motschulsky 1862
 Tür : *Calomera fischeri* (Adams, 1817)
 Alt tür : *Calomera fischeri fischeri* (Adams, 1817)

Erkekler yaklaşık 10-13 mm, dişiler yaklaşık 11-14 mm. Elytraların her biri kahverenkli, pronotum ve baş elytra ile aynı renkli. Humeral lunule birbirinden ayrı 2 küçük beyaz benek şeklinde. Orta bant 2 benekli, üstteki büyük ve elytra laterale yakın, alttaki küçük ve elytra süturuna yakın. Apikal lunule ince yapılı, iki ucu belirgin. Labrum tek dişli ve beyaz renkli. Skutellum elytra ile aynı renkli, tüysüz. Abdomen metalik yeşil renkli, seyrek uzun beyaz tüylü. Anten 11 segmentli, filiform tipte (Resim 4.1.).

Genitali: Aedeagus lateral görünüşte ventral yönde kıvrık, ventral kenar hafif sinuate, medialde geniş ve bazale doğru az daralır, apikal plaka uç kısmında yuvarlak; paramerler aynı büyüklükte ve ince uzun (Resim 4.2.).

İncelenen materyal: Kırşehir; Hirfanlı Barajı kenarı (N 39°04.548'-E 033°52.560', 844 m), Kırşehir; Ortaköy yolu (N 38°59.601'-E 034°10.613', 854 m), Kırşehir; Seyfe Gölü Havzası (N 39°11.888'-E 034°22.426', 1116 m), Yozgat; Yerköy-Şefaati yolu (N 39°33.932'-E 034°40.957', 855 m), Yozgat; Yudan-Alçı arası yol kenarı (N 39°38.584'-E 035°01.765', 1013 m), Yozgat; Gelingüllü Barajı kenarı (N 39°39.604'-E 035°06.216', 1007 m), Çankırı; Kızılırmak yolu (N 40°26.239'-E 033°52.847', 593 m), Çankırı; Acısu nehri (N 40°26.952'-E 033°42.452', 594 m), Çankırı; Acısu nehri (N 40°26.815'-E 033°44.349', 592 m), Çankırı; merkez-Acısu nehri (N 40°34.440'-E 033°37.345', 693 m).

Türkiye yayılışı: Adana, Adıyaman, Antalya, Bingöl, Bursa, Çankırı, Çorum, Denizli, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Gaziantep, Gümüşhane, Hakkâri, Hatay, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kayseri, Kırşehir*, Kütahya, Malatya, Mardin, Mersin, Muğla, Nevşehir, Siirt, Tokat, Tunceli, Şanlıurfa, Yozgat* (*: Belirtilen il için yeni kayıt) [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Dünya yayılışı: Afganistan, Avrupa (Güneydoğu bölümü), Azerbaycan, Bulgaristan, Kafkasya, Ermenistan, İran, İsrail, Kıbrıs, Lübnan, Makedonya, Pakistan, Suriye, Talış, Türkiye, Türkmenistan, Ürdün, Yunanistan [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Türkiye'deki diğer alt türleri: Başka alt tür kaydı yok [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Dünya'daki diğer alt türleri:

- *Calomera fischeri elongatosignata* (Horn, 1922) [Kryzhanovskij ve ark., 1995; Franzen, 2006; Rafi ve ark., 2010].



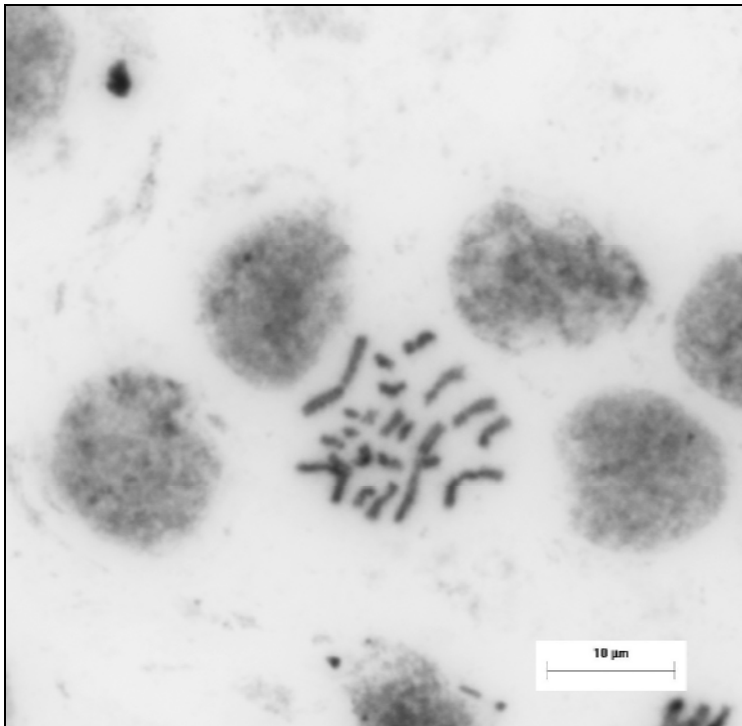
Resim 4.1. *Calomera fischeri fischeri* (Adams, 1817) [Yavuz Koçak, 2007]



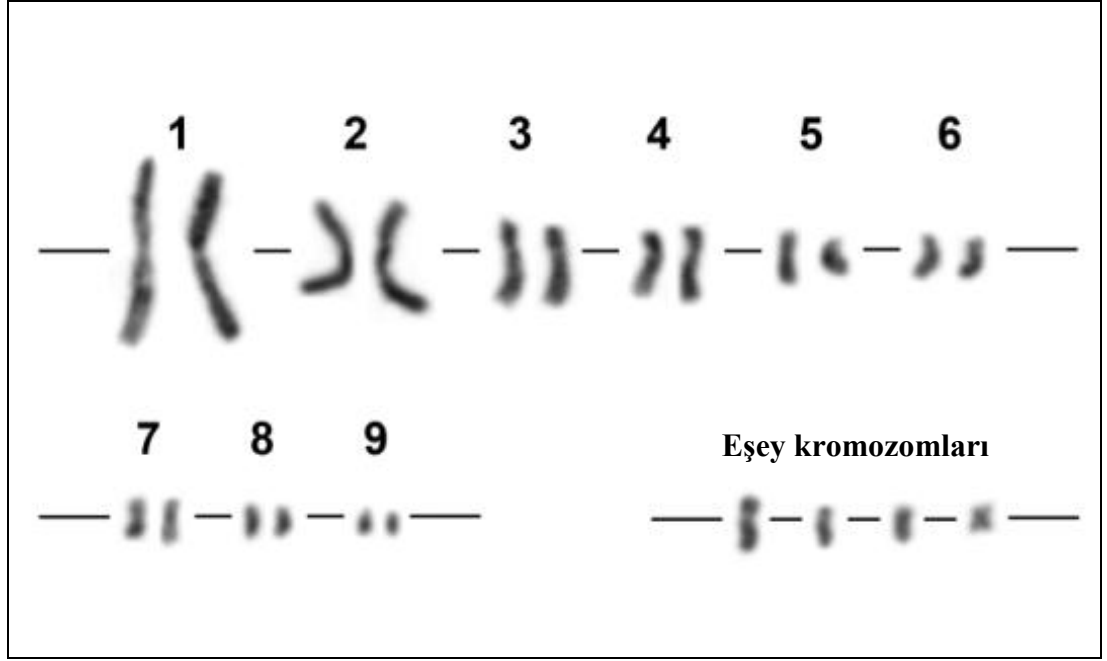
Resim 4.2. *Calomera fischeri fischeri* (Adams, 1817)'de aedeagus yapısının lateral (a) ve ventral (b) görünümü

Sitogenetiği

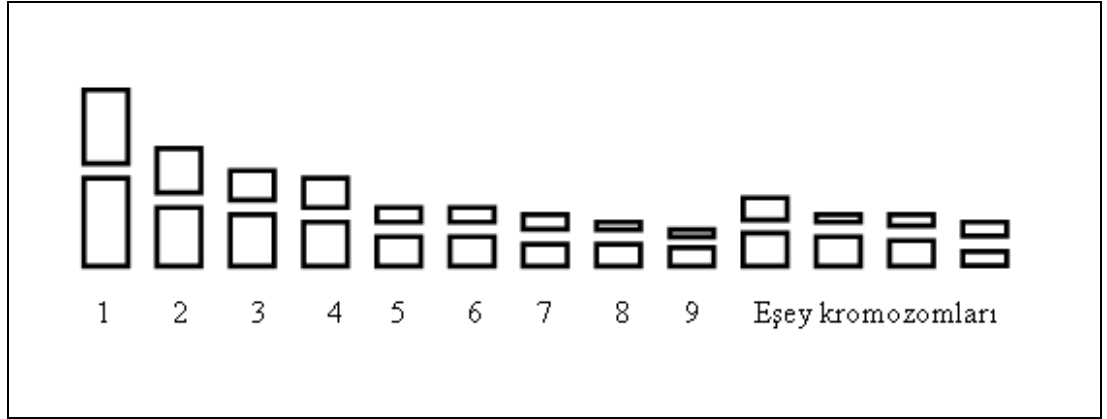
Diploid kromozom sayısı $2n = 22$, $NF = 43$ ve $NFa = 36$ olarak tespit edildi. Otozomal kromozomlar 2 çift metasentrik ve 7 çift submetasentrik, eşey kromozomları ise metasentrik, submetasentrik, meta-submetasentrik ve akrosentrik olarak bulundu. Eşey kromozom sistemi $X_1X_2X_3Y$ şeklinde tespit edildi (Resim 4.3., Şekil 4.3., Şekil 4.4., Çizelge 4.1., Çizelge 4.2.).



Resim 4.3. *Calomera fischeri fischeri* (Adams, 1817)'nin metafaz plağı



Şekil 4.3. *Calomera fischeri fischeri* (Adams, 1817)'nin karyogramı



Şekil 4.4. *Calomera fischeri fischeri* (Adams, 1817)'nin idiogramı

Tür : *Calomera littoralis* (Fabricius, 1787)

Alt tür : *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967)

Vücut erkeklerde yaklaşık 10-12 mm, dişilerde yaklaşık 10-13 mm. Elytralar metalik yeşil veya kahverenkli. Pronotum ve baş elytra ile aynı renkli. Her bir elytra birbirinden bağımsız 3 ayrı lekeli. Humeral lunule C harfi şeklinde, alt ucu daha geniş. Orta bant 4 benek şeklinde, üst iki benek birbiriyle zayıf bağlantılı. Apikal lunule C harfi şeklinde, apekteki ucu daha şişkin. Pronotum her iki lateralde seyrek uzun beyaz tüylü. Yanaklar gözün altında uzun seyrek beyaz tüylü. Skutellum elytra ile benzer renkli, tüysüz. Labrum tek dişli, beyaz renkli. Abdomen metalik yeşil, seyrek uzun beyaz tüylü. Anten 11 segmentli, filiform tipte (Resim 4.4.).

Genitali: Aedeagus lateral görünüşte ventral yönde kuvvetli kıvrık, ventral kenar hafif sinuate, medialde geniş ve bazale doğru az daralır, apikal plaka uç kısımda yuvarlak; paramerler aynı büyüklükte, apikali ince ve uzun, medialden bazala kadar olan kısmı geniş (Resim 4.5.).

İncelenen materyal: Kırşehir; Hirfanlı Barajı kenarı (N 39°04.548'-E 033°52.560', 844 m), Kırşehir; Ortaköy yolu (N 38°59.601'-E 034°10.613', 854 m), Kırşehir; Seyfe Gölü Havzası (N 39°11.888'-E 034°22.426', 1116 m), Çankırı; Kızılırmak yolu (N 40°26.239'-E 033°52.847', 593 m), Çankırı; Acısu nehri (N 40°26.952'-E 033°42.452', 594 m), Çankırı; Acısu nehri (N 40°26.815'-E 033°44.349', 592 m), Çankırı; merkez-Acısu nehri (N 40°34.440'-E 033°37.345', 693 m), Kayseri; Sultansazlığı (N 38°14.128'-E 035°13.613', 1073 m), Konya; Akşehir Gölü (N 38°29.290'-E 031°21.128', 948 m).

Türkiye yayılışı: Ankara, Burdur, Çankırı, Elazığ, Erzurum, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Konya, Mardin, Nevşehir, Niğde, Ordu, Samsun, Siirt, Sivas, Şanlıurfa, Tokat, Trabzon, Van [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Dünya yayılışı: İran, Lübnan, Suriye, Türkiye [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Türkiye’deki diğer alt türleri:

- *Calomera littoralis aulicoides* (Sahlberg, 1913)
- *Calomera littoralis nemoralis* (Olivier, 1790)
- *Calomera littoralis winkleri* (Mandl, 1934) [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Dünya’daki diğer alt türleri:

- *Calomera littoralis afghana* (Mandl, 1955)
- *Calomera littoralis conjunctaepustulata* (Dokhtouroff, 1887)
- *Calomera littoralis fiorii* (Grandi, 1906)
- *Calomera littoralis littoralis* (Fabricius, 1787)
- *Calomera littoralis nemoralis* (Olivier, 1790)
- *Calomera littoralis peipingensis* (Mandl, 1934)
- *Calomera littoralis winkleri* (Mandl, 1934) [Iacovone, 1984; Aliquo ve Castelli, 1991; Kryzhanovskij ve ark., 1995; Matalin ve Puchkov, 2002; Franzen, 2006; Rafi ve ark., 2010].



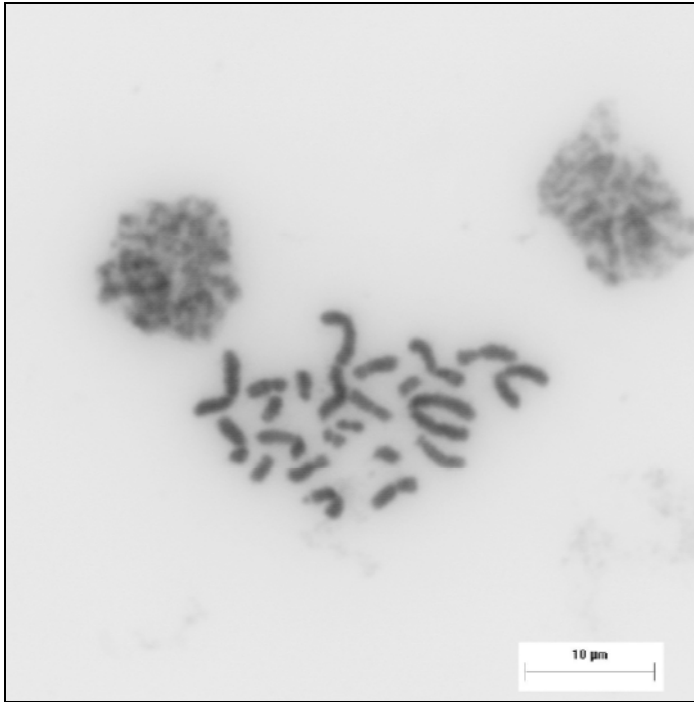
Resim 4.4. *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967) [Yavuz Koçak, 2009]



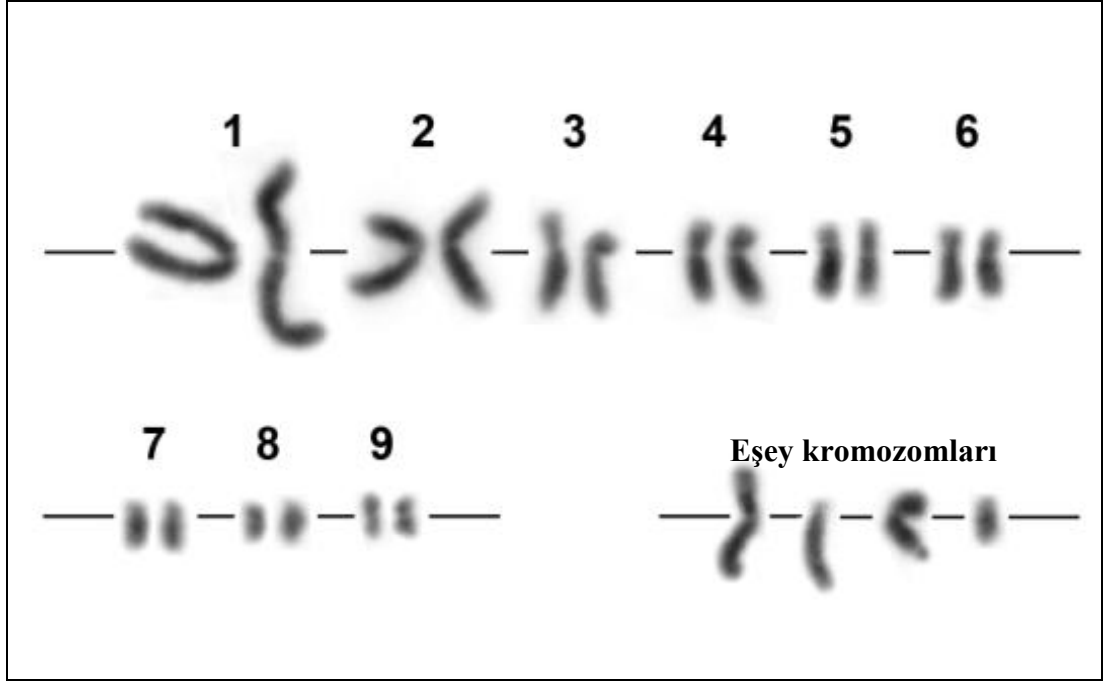
Resim 4.5. *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967)'de aedeagus yapısının lateral (a) ve ventral (b) görünümü

Sitogenetiği

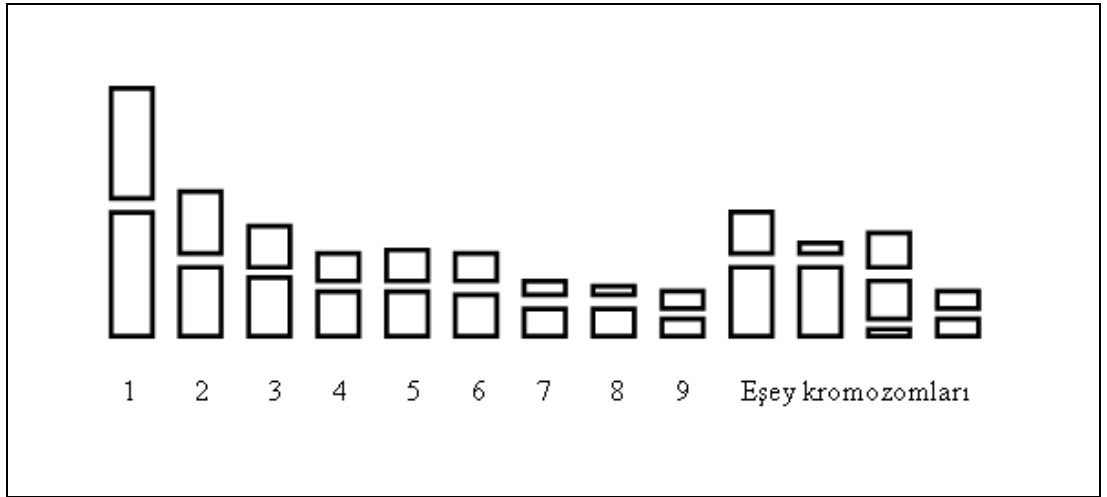
Diploid kromozom sayısı $2n = 22$, $NF = 43$ ve $NFa = 36$ olarak bulundu. Otozomal kromozomlar 3 çift metasentrik ve 6 çift submetasentrik, eşey kromozomları ise metasentrik, submetasentrik, meta-submetasentrik ve akrosentrik olarak tespit edildi. Eşey kromozom sistemi $X_1X_2X_3Y$ olarak bulundu (Resim 4.6., Şekil 4.5., Şekil 4.6., Çizelge 4.1., Çizelge 4.2.).



Resim 4.6. *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967)'nin metafaz plağı



Şekil 4.5. *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967)'nin karyogramı



Şekil 4.6. *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967)'nin idiogramı

Tür : *Calomera caucasica* (Adams, 1817)

Erkekler yaklaşık 10-12 mm, dişiler yaklaşık 11-13 mm. Her bir elytra zeminde kahverenkli ve dış kenarı boyunca birbiriyle kısmen bağlantılı krem renginde üç farklı lekeye sahip. Humeral lunule C harfi şeklinde. Orta bant dış kenardan elytral sütura doğru çengel şeklinde girintili. Apikal lunule V harfi şeklinde, elytra süturuna uzanan girintisi orta bandın çengeline doğru uzanır, ancak birleşik değil. Skutellum kırmızımsı-kahverengi ve üzeri tüysüz. Pronotum elytra renginde, her iki lateralde seyrek sarı tüylü. Baş, pronotum ve elytra ile aynı renkte, yanaklar sarı tüylü. Anten 11 segmentli, filiform tipte. Labrum küçük ve tek dişli (Resim 4.7.).

Genitali: Aedeagus lateral görünüşte ventral yönde kuvvetli kıvrık, ventral kenar hafif sinuate, medialde geniş ve bazale doğru az daralır, apikal plaka uç kısımda yuvarlak; paramerler aynı büyüklükte, apikali ince ve uzun, medialden bazala kadar olan kısmı geniş (Resim 4.8.).

İncelenen materyal: Kırşehir; Hirfanlı Barajı kenarı (N 39°04.548'-E 033°52.560', 844 m), Kırşehir; Ortaköy yolu (N 38°59.601'-E 034°10.613', 854 m), Kırşehir; Seyfe Gölü Havzası (N 39°11.888'-E 034°22.426', 1116 m).

Türkiye yayılışı: Adana, Amasya, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Gaziantep, Hakkâri, Karaman, Kars, Kayseri, Kırşehir*, Konya, Malatya, Mardin, Mersin, Nevşehir, Siirt, Şanlıurfa, Tokat, Tunceli (*: Belirtilen il için yeni kayıt) [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Dünya yayılışı: Azerbaycan, Ermenistan, Gürcistan, Irak, İran, Rusya (Güney Avrupa bölümü), Talış, Türkiye [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Türkiye'deki alt türleri: Alt tür kaydı yok [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Dünya'daki alt türleri: Alt tür kaydı yok [Kryzhanovskij ve ark., 1995; Matalin ve Puchkov, 2002].



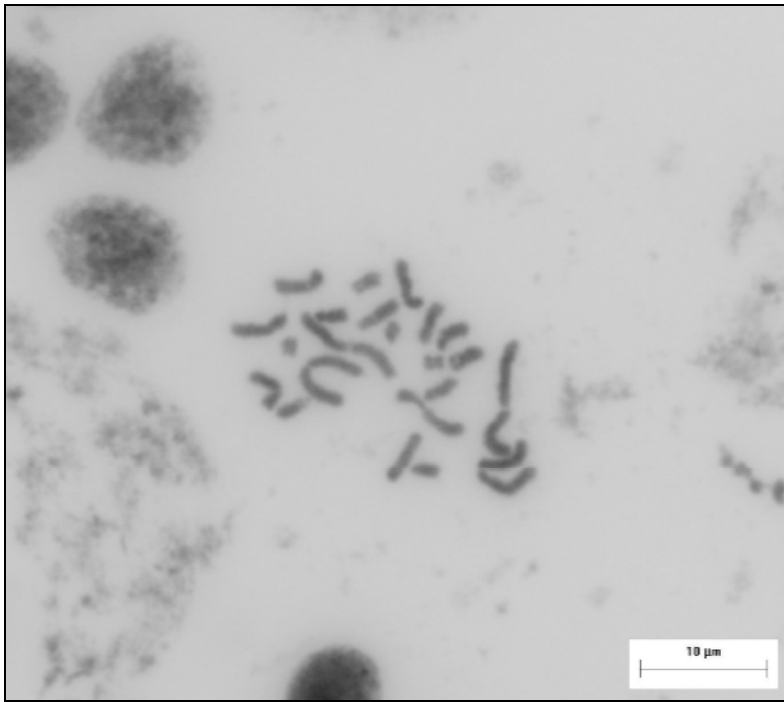
Resim 4.7. *Calomera caucasica* (Adams, 1817) [Yavuz Koçak, 2009]



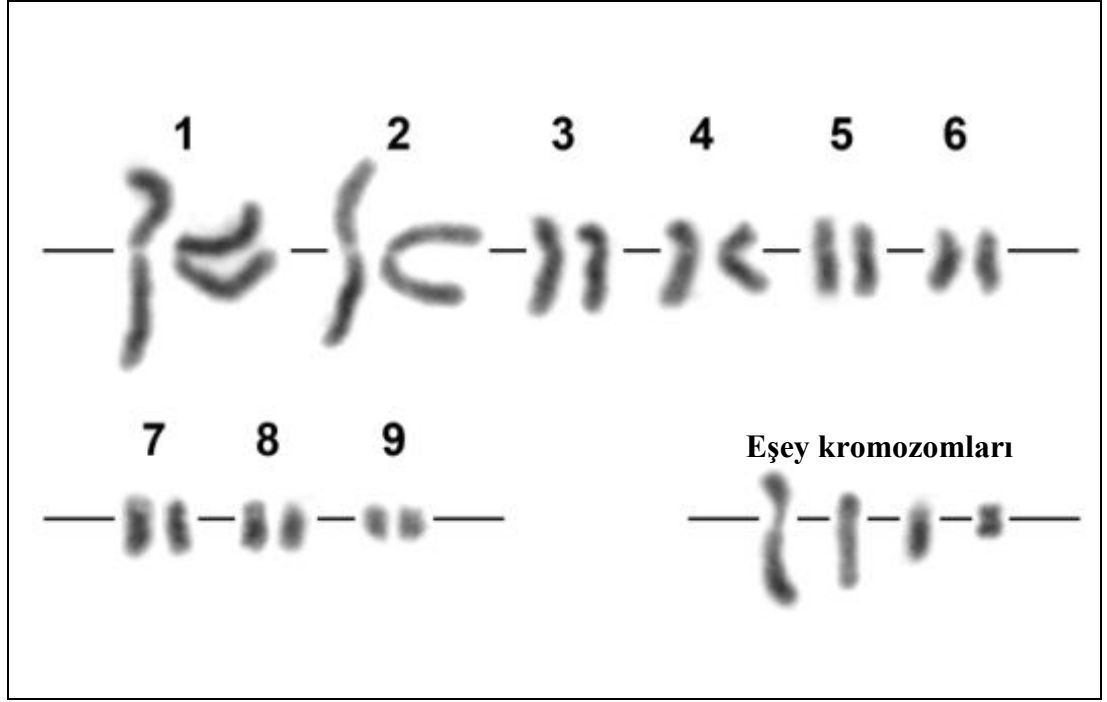
Resim 4.8. *Calomera caucasica* (Adams, 1817)'da aedeagus yapısının lateral (a) ve ventral (b) görünümü

Sitogenetiği

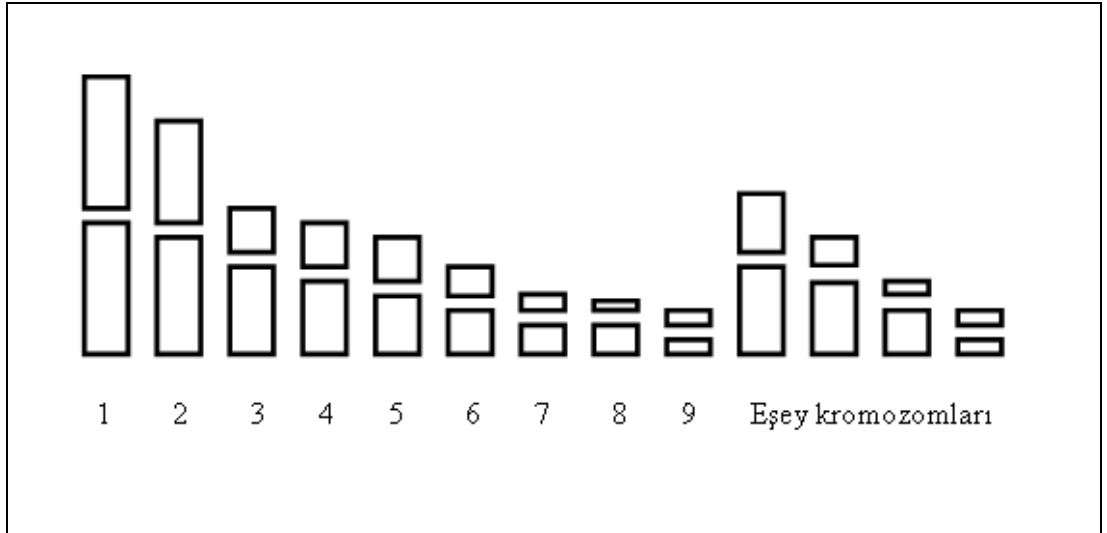
Diploid kromozom sayısı $2n = 22$, $NF = 42$ ve $NFa = 36$ olarak tespit edildi. Otozomal kromozomlar 3 çift metasentrik ve 6 çift submetasentrik, eşey kromozomları ise metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ve akrosentrik olarak bulundu. Eşey kromozom sistemi $X_1X_2X_3Y$ şeklinde tespit edildi (Resim 4.9., Şekil 4.7., Şekil 4.8., Çizelge 4.1., Çizelge 4.2.).



Resim 4.9. *Calomera caucasica* (Adams, 1817)'nin metafaz plağı



Şekil 4.7. *Calomera caucasica* (Adams, 1817)'nin karyogramı



Şekil 4.8. *Calomera caucasica* (Adams, 1817)'nin idiyogramı

Cins : *Cephalota* Dokhtouroff, 1883

Altcins : *Taenidia* Rivalier, 1950

Tür : *Cephalota circumdata* (Dejean, 1822)

Alt tür : *Cephalota circumdata cappadocica* Franzen, 1996

Erkekler yaklaşık 12-14 mm, dişiler yaklaşık 13-15 mm. Baş ve pronotum metalik koyu, bazen yeşilimsi-pirinç renkli. Yanaklarda, clypeus ve başın üst kısmında tüy yok, sadece başın üstünde göz kenarına yakın 2 ile 3 tane distal tüye sahip. Labrum krem renginde veya beyazımsı, 6 ile 8 distal tüye sahip, tek sivri uçlu. Antenin kaide kısmı metalik, 20 kadar beyaz sert tüye sahip. Anten segmentleri 2'den 4'e kadar metalik ve uzun tek tüylere sahip, 5'den 7'ye kadar kahverengi, ince ve düz. Elytraların zemin rengi bronz-kahverengi, daha yüksek büyütmede bazen kırmızımsı, biraz yeşilimsi, diğer kısımları kısmen kuvvetli metalik parlak. Humeral lunule çok belirgin, elytranın kenarlarına temas etmez ve her iki ucu genişlemiş disk şeklinde, nadiren ileri doğru çengel şeklinde. Orta bant belirgin ve geniş bir şekilde dağılmış, asla parçalı veya tekli lekeler şeklinde değil, genellikle son kısmı elytranın kenarı ile geniş bağlantılı ve kanatların birleştiği yerde küçük parçalara ayrılmış. Kenar şerit geniş ve kapalı. Apikal lunule çok belirgin ve orta bandın arka kısmından dar bir şekilde ayrılır. Abdomen metalik, yeşil görünümlü. Boğaz kısmı siyahımsı, çok az metalik parlak. Episternum yoğun ve beyaz tüylere sahip, mezosternum ve metasternumda tüy yok. Ayaklar metalik, tüylü, tarsus belirgin beyaz renkli (Resim 4.10.).

Genitali: Aedeagus lateral görünüşte ventral yönde kıvrık, ventral kenar hafif sinuate, medialde kuvvetli geniş ve bazale doğru daralır, apikal plaka uç kısmında fazlaca geniş ve yuvarlak; paramerler aynı büyüklükte, apikali ince ve uzun, medialden bazala kadar olan kısmı geniş (Resim 4.11.).

İncelenen materyal: Kırşehir; Seyfe Gölü Havzası (N 39° 11.888'-E 034° 22.426', 1116 m), Kayseri; Sultansazlığı (N 38° 14.128'-E 035° 13.613', 1073 m).

Türkiye yayılışı: Ankara, Kırşehir, Kayseri [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Dünya yayılışı: Türkiye [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Türkiye'deki diğer alt türleri:

- *Cephalota circumdata circumdata* (Dejean, 1822)
- *Cephalota circumdata hattusae* Franzen, 1996 [Cassola, 1999; Avgın ve Özdikmen, 2007].

Dünya'daki diğer alt türleri:

- *Cephalota circumdata circumdata* (Dejean, 1822)
- *Cephalota circumdata imperialis* (Klug, 1834)
- *Cephalota circumdata leonschaeferi* (Cassola, 1970) [Iacovone, 1984; Eusebi ve ark., 1989; Aliquo ve Castelli, 1991; Kryzhanovskij ve ark., 1995; Favilli, 1993; Franzen, 2006].



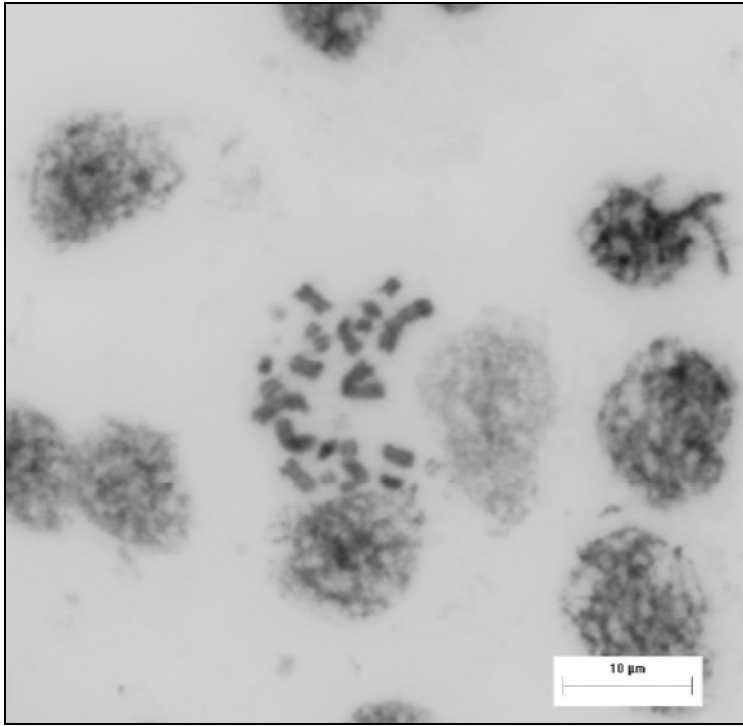
Resim 4.10. *Cephalota circumdata cappadocica* Franzen, 1996 [Yavuz Koçak, 2007]



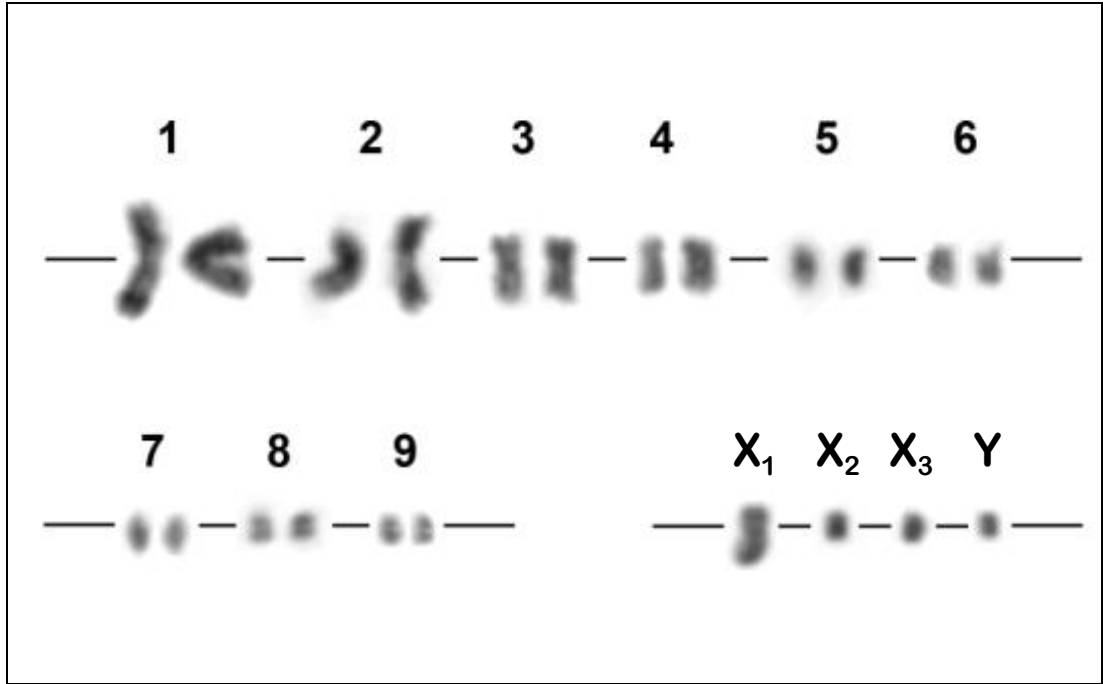
Resim 4.11. *Cephalota circumdata cappadocica* Franzen, 1996'da aedeagus yapısının lateral (a) ve ventral (b) görünümü

Sitogenetiği

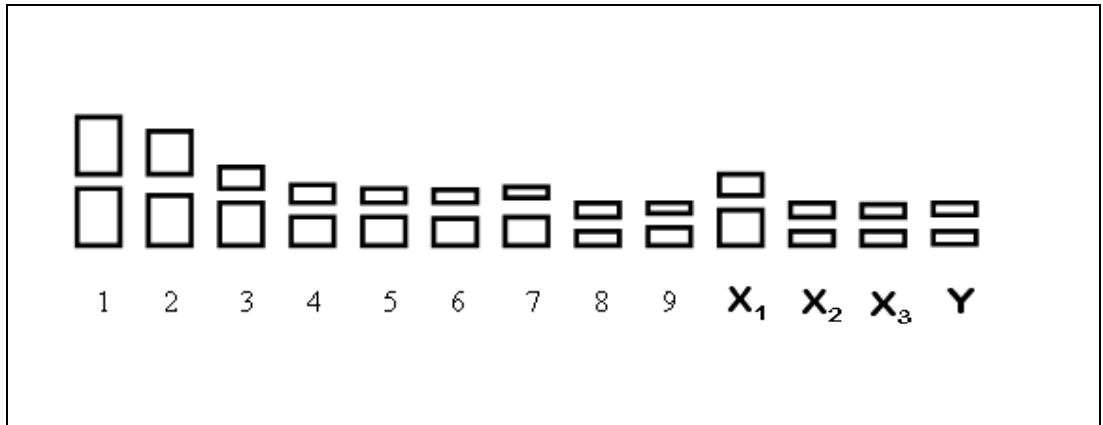
Diploid kromozom sayısı $2n = 22$, $NF = 44$ ve $NFa = 36$ olarak bulundu. Otozomal kromozomlar 4 çift metasentrik ve 5 çift submetasentrik, eşey kromozomları ise metasentrik, metasentrik, metasentrik ve submetasentrik olarak tespit edildi. Eşey kromozom sistemi $X_1X_2X_3Y$ olarak bulundu (Resim 4.12., Şekil 4.9., Şekil 4.10., Çizelge 4.1., Çizelge 4.2.).



Resim 4.12. *Cephalota circumdata cappadocica* Franzen, 1996'nın metafaz plağı



Şekil 4.9. *Cephalota circumdata cappadocica* Franzen, 1996'nin karyogramı



Şekil 4.10. *Cephalota circumdata cappadocica* Franzen, 1996'nin idiogramı

Çizelge 4.1. Çalışmada incelenen türlerin kromozom morfolojileri

Tür	Kromozom çifti	Kromozom morfolojisi	Tür	Kromozom çifti	Kromozom morfolojisi
<i>Calomera fischeri fischeri</i>	1	metasentrik	<i>Calomera littoralis mandli</i>	1	metasentrik
	2	metasentrik		2	metasentrik
	3	submetasentrik		3	submetasentrik
	4	submetasentrik		4	submetasentrik
	5	submetasentrik		5	submetasentrik
	6	submetasentrik		6	submetasentrik
	7	submetasentrik		7	submetasentrik
	8	submetasentrik		8	submetasentrik
	9	submetasentrik		9	metasentrik
	Eşey kr. (büyükten küçüğe)	submetasentrik akrosentrik meta-submetasentrik metasentrik		Eşey kr. (büyükten küçüğe)	submetasentrik akrosentrik meta-submetasentrik metasentrik
Tür	Kromozom çifti	Kromozom morfolojisi	Tür	Kromozom çifti	Kromozom morfolojisi
<i>Calomera caucasica</i>	1	metasentrik	<i>Cephalota circumdata cappadocica</i>	1	metasentrik
	2	metasentrik		2	metasentrik
	3	submetasentrik		3	submetasentrik
	4	submetasentrik		4	submetasentrik
	5	submetasentrik		5	submetasentrik
	6	submetasentrik		6	submetasentrik
	7	submetasentrik		7	submetasentrik
	8	submetasentrik		8	metasentrik
	9	metasentrik		9	metasentrik
	Eşey kr. (büyükten küçüğe)	submetasentrik akrosentrik akrosentrik metasentrik		Eşey kr. (büyükten küçüğe)	submetasentrik metasentrik metasentrik metasentrik

Çizelge 4.2. Çalışmada incelenen türlerin sitogenetik analizleri

Tür adı	2n	Mayoformül	Otozomlar m sm	Gonozomlar m sm a	NF	NF _a
<i>Calomera fischeri fischeri</i>	22	9 + XXXY	2 7	2 1 1	43	36
<i>Calomera littoralis mandli</i>	22	9 + XXXY	3 6	2 1 1	43	36
<i>Calomera caucasica</i>	22	9 + XXXY	3 6	1 1 2	42	36
<i>Cephalota circumdata cappadocica</i>	22	9 + XXXY	4 5	3 1 –	44	36

Göz morfolojisi

Calomera ve *Cephalota* cinslerine ait 4 türün göz morfolojileri ommatidyum sayıları ve kornea büyüklükleri bakımından eşeyler arasında ve türler arasında incelenerek değerlendirilmeleri yapıldı (Çizelge 4.3., Çizelge 4.4., Çizelge 4.5., Çizelge 4.6., Çizelge 4.3.,).

Çizelge 4.3. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 türe ait eşeyler arası farklılıklar (t testi)

	Dişiler		Erkekler	
	Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata
<i>Calomera fischeri fischeri</i>				
Ommatidyum sayısı (Sol göz)	3917,3000	25,51080	3848,8000	24,92513
Ommatidyum sayısı (Sağ göz)	3831,8000	42,66766	3814,0000	50,17392
Kornea büyüklüğü (Sol göz)	1,9210	0,09438	2,0250	0,13474
Kornea büyüklüğü (Sağ göz)	2,1280	0,12808	1,9750	0,11233
<i>Calomera littoralis mandli</i>				
Ommatidyum sayısı (Sol göz)	4846,0000	26,23399	4852,6000	8,84835
Ommatidyum sayısı (Sağ göz)	4954,6000	7,73621	4863,8000	7,43386
Kornea büyüklüğü (Sol göz)	2,5580	0,15463	2,4480	0,09983
Kornea büyüklüğü (Sağ göz)	2,5830	0,18210	2,4730	0,12952
<i>Calomera caucasica</i>				
Ommatidyum sayısı (Sol göz)	4625,1000	10,52769	4567,8000	13,89628
Ommatidyum sayısı (Sağ göz)	4631,3000	10,74870	4590,4000	8,98666
Kornea büyüklüğü (Sol göz)	2,0290	0,06557	1,9610	0,06051
Kornea büyüklüğü (Sağ göz)	2,1150	0,11030	2,0800	0,08734
<i>Cephalota circumdata cappadocica</i>				
Ommatidyum sayısı (Sol göz)	4956,3000	20,02668	4962,9000	11,67661
Ommatidyum sayısı (Sağ göz)	4959,0000	14,91308	4965,9000	12,74838
Kornea büyüklüğü (Sol göz)	3,4270	0,16900	3,1620	0,08381
Kornea büyüklüğü (Sağ göz)	3,7250	0,15840	3,2070	0,16375

Çizelge 4.4. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 tür arasındaki farklılıklar (F testi)

	Türler										
	<i>Calomera fischeri fischeri</i>		<i>Calomera littoralis mandli</i>		<i>Calomera caucasica</i>		<i>Cephalota circumdata cappadocica</i>				
	Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata	F	df	P
Ommatidyum sayısı (Sol göz)	3883,0500	19,05304	4849,3000	13,49505	4596,4500	10,73251	4959,6000	11,30729	1188,193	3	0,000
Ommatidyum sayısı (Sağ göz)	3822,9000	32,11819	4909,2000	11,65098	4610,8500	8,27656	4962,4500	9,58081	832,308	3	0,000
Kornea büyüklüğü (Sol göz)	1,9730	0,08094	2,5030	0,09046	1,9950	0,04411	3,2945	0,09671	58,913	3	0,000
Kornea büyüklüğü (Sağ göz)	2,0515	0,08475	2,5280	0,10948	2,0975	0,06859	3,4660	0,12580	43,396	3	0,000

Çizelge 4.5. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 tür arasındaki ikili karşılaştırmalar (Tamhane testi)

Göz Karakteri	Tür (I)	Tür (II)	Ortalama Fark	Standart Hata	P
Ommatidyum sayısı (Sol göz)	<i>Calomera fischeri fischeri</i> (A)	<i>Calomera littoralis mandli</i> (B)	-966,25000	23,34812	0,000
	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Calomera caucasica</i> (C)	-713,40000	21,86790	0,000
	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i> (D)	-1076,5500	22,15565	0,000
	<i>Calomera littoralis mandli</i>	<i>Calomera caucasica</i>	252,85000	17,24248	0,000
	<i>Calomera littoralis mandli</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-110,30000	17,60599	0,000
	<i>Calomera caucasica</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-363,15000	15,58979	0,000
Ommatidyum sayısı (Sağ göz)	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Calomera littoralis mandli</i>	-1086,3000	34,16612	0,000
	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Calomera caucasica</i>	-787,95000	33,16745	0,000
	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-1139,5500	33,51672	0,000
	<i>Calomera littoralis mandli</i>	<i>Calomera caucasica</i>	298,35000	14,29149	0,000
	<i>Calomera littoralis mandli</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-53,25000	15,08434	0,007
	<i>Calomera caucasica</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-351,60000	12,66070	0,000
Kornea büyüklüğü (Sol göz)	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Calomera littoralis mandli</i>	-0,53000	0,12138	0,001
	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Calomera caucasica</i>	-0,02200	0,09218	1,000
	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-1,32150	0,12611	0,000
	<i>Calomera littoralis mandli</i>	<i>Calomera caucasica</i>	0,50800	0,10064	0,000
	<i>Calomera littoralis mandli</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-0,79150	0,13242	0,000
	<i>Calomera caucasica</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-1,29950	0,10629	0,000
Kornea büyüklüğü (Sağ göz)	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Calomera littoralis mandli</i>	-0,47650	0,13845	0,009
	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Calomera caucasica</i>	-0,04600	0,10902	0,999
	<i>Calomera fischeri fischeri</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-1,41450	0,15168	0,000
	<i>Calomera littoralis mandli</i>	<i>Calomera caucasica</i>	0,43050	0,12919	0,013
	<i>Calomera littoralis mandli</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-0,93800	0,16676	0,000
	<i>Calomera caucasica</i>	<i>Cephalato circumdata cappadocica</i>	-1,36850	0,14328	0,000

Çizelge 4.6. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 türe ait eşeyssel farklılıkların değerlendirilmesi

	Erkek ve dişi bireyler arası farklılıklar	P değeri – α karşılaştırması	Sonuç
<i>C. f. fischeri</i>	Sol göz ommatidyum sayısı	$P = 0,071 > \alpha = 0,05$	Fark yok
	Sağ göz ommatidyum sayısı	$P = 0,790 > \alpha = 0,05$	Fark yok
	Sol göz kornea büyüklüğü	$P = 0,535 > \alpha = 0,05$	Fark yok
	Sağ göz kornea büyüklüğü	$P = 0,381 > \alpha = 0,05$	Fark yok
<i>C. l. mandli</i>	Sol göz ommatidyum sayısı	$P = 0,816 > \alpha = 0,05$	Fark yok
	Sağ göz ommatidyum sayısı	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	<i>Fark var</i>
	Sol göz kornea büyüklüğü	$P = 0,558 > \alpha = 0,05$	Fark yok
	Sağ göz kornea büyüklüğü	$P = 0,628 > \alpha = 0,05$	Fark yok
<i>C. caucasica</i>	Sol göz ommatidyum sayısı	$P = 0,004 < \alpha = 0,05$	<i>Fark var</i>
	Sağ göz ommatidyum sayısı	$P = 0,009 < \alpha = 0,05$	<i>Fark var</i>
	Sol göz kornea büyüklüğü	$P = 0,456 > \alpha = 0,05$	Fark yok
	Sağ göz kornea büyüklüğü	$P = 0,806 > \alpha = 0,05$	Fark yok
<i>C. c. cappadocica</i>	Sol göz ommatidyum sayısı	$P = 0,780 > \alpha = 0,05$	Fark yok
	Sağ göz ommatidyum sayısı	$P = 0,729 > \alpha = 0,05$	Fark yok
	Sol göz kornea büyüklüğü	$P = 0,183 > \alpha = 0,05$	Fark yok
	Sağ göz kornea büyüklüğü	$P = 0,035 < \alpha = 0,05$	<i>Fark var</i>

Çizelge 4.7. Göz karakterleri (ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü) bakımından 4 tür arasındaki ikili karşılaştırmaların değerlendirilmesi

Göz karakterleri	Karşılaştırılan türler	P değeri – α karşılaştırması	Sonuç
Sol göz ommatidyum sayısı	A – B	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	A – C	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	A – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	B – C	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	B – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	C – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
Sağ göz ommatidyum sayısı	A – B	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	A – C	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	A – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	B – C	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	B – D	$P = 0,007 < \alpha = 0,05$	Fark var
	C – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
Sol göz kornea büyüklüğü	A – B	$P = 0,001 < \alpha = 0,05$	Fark var
	A – C	$P = 1,000 > \alpha = 0,05$	<i>Fark yok</i>
	A – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	B – C	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	B – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	C – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
Sağ göz kornea büyüklüğü	A – B	$P = 0,009 < \alpha = 0,05$	Fark var
	A – C	$P = 0,999 > \alpha = 0,05$	<i>Fark yok</i>
	A – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	B – C	$P = 0,013 < \alpha = 0,05$	Fark var
	B – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var
	C – D	$P = 0,000 < \alpha = 0,05$	Fark var

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi'nde yayılış gösteren Cicindelidae türlerinin bazı taksonomik ve sitogenetik özellikleri araştırıldı. Cassola (1999)'nın bölgede 6 cinse ait 17 tür kaydı bildirmesine rağmen, yapılan arazi çalışmalarında familyadan 2 cinse ait 4 türün örnekleri toplanabildi. Çalışma kapsamındaki illerde, elde edilen 4 türün dışında diğer türlere rastlanılmaması bu yerlerde ilgili türlerin bulunmadığı anlamına gelmediği gibi, çalışmaların sonucunda da böyle bir kesin bilgi ve iddia sunulmamaktadır. Ancak son yıllarda değişen ekolojik faktörler ve diğer çevresel etkiler dikkate alındığında Cicindelid türlerinin bulunuş ve yayılışlarının da değişmiş olabileceği düşünülmektedir. Kaplan böceklerinin türe özgü mikrohabitat tercihlerinin olması ve çevresel değişikliklere karşı oldukça hassas olmaları bunun en önemli nedenlerinden birisidir. Nitekim Cicindelidae familyası değişen bu faktörlerin habitat ve canlılar üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde kullanılan en önemli biyoindikatör böcek gruplarından biridir [Pearson ve Cassola, 1992; Rodriguez ve ark., 1998; Selness, 1999]. Bu yönüyle, çalışmada Cicindelid'lerin 4 türle temsil edilmesinin olası nedenleri familyanın biyolojisi, daha önce yapılan çalışmalar, arazi çalışmalarındaki gözlemler ve bölgenin değişen ekolojik ve diğer çevresel şartları göz önüne alınarak aşağıda kısaca tartışıldı.

Kaplan böceği larvaları özellikle toprak nemi, toprak bileşimi ve sıcaklık gibi birçok fiziksel faktörde meydana gelebilecek değişikliklere karşı fazla toleranslı değildir. Ayrıca toprak pH'sı ve kimyası da larvalar için yaşamsal önem arz etmektedir [Pearson, 1988]. İklim değişikliğiyle birlikte son yıllarda sıcaklık ve yağışlarda meydana gelen değişimler toprağa ait bu faktörleri doğrudan etkilemektedir. Bu değişimler ve etkilerini şu şekilde görmek mümkündür: yağışlarda meydana gelen artışlar toprağın uzun süre su ile baskın durumda kalmasına, topraktaki oksijen miktarının azalmasına ve pH'yı düşürerek toprağın asidik özellik kazanmasına, yağışlardaki azalma ise topraktaki tuzlulaşmanın artmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan sıcaklıklarda meydana gelen artışlar alttoprakta geri dönüşümsüz olarak sertleşmeye, toprak neminin azalmasına, topraktaki kimyasal olayların hızlanmasına

ve bunun sonucunda toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişmesine sebep olmaktadır [Durak ve Ece, 2007].

Su basması ve kıyı erozyonuyla birlikte toprak yapısının bozulması da kıyılarda çukurlar içerisinde yaşayan larvaların su altında kalmasına neden olarak ölümcül sonuçlar ortaya çıkarmaktadır [Pearson, 1988]. Bundan dolayı iklimsel değişikliklerin sebep olduğu aşırı ve sağnak yağışlar nehir, göl ve denizlerde su seviyesini yükselterek kıyılardaki yuva ve larvaların su altında kalmasına, kıyı erozyonuna neden olarak da yuvaların tahrip olmasına neden olmaktadır. Örneğin, Hirfanlı Barajı kenarında 3 türe ait Cicindelid örneklerinin daha önce yoğun bir şekilde bulunduğu alanın 2009 yılındaki aşırı yağışlar sonucu su altında kaldığı görüldü. Artan su seviyesiyle birlikte önceki yıllardan farklı olarak bu habitatta Cicindelid tür ve popülasyonlarında çok büyük bir oranda azalma ve yok olma meydana geldiği gözlemlendi (EK-4.).

Kaplan böceklerinin larvaları bu tarz olumsuz durumlara karşı bazı tedbirler almaya çalışırlar. Örneğin, aşırı sıcak ve kurak dönemlerde çukurlarını kapatarak inaktif duruma geçerler. Ayrıca toprağın kuruması veya su basması gibi ekstrem koşullarda larvalar çukurlarından ayrılarak farklı bir yere giderler [Pearson, 1988]. Ancak erginleri kadar aktif olmamaları ve yukarıda bahsedilen iklim ve çevre değişikliği etkilerinin uzun ve şiddetli olması nedeniyle alınan bu tedbirler larvaların yaşamlarını sürdürme ve gelişimlerini tamamlamaları konusunda yeterli olmamaktadır.

Ergin kaplan böcekleri için ise sıcaklık ve su kaybı yaşam ve yayılım özellikleri bakımından en önemli fiziksel faktörlerdir. Özellikle sıcaklık; gamet oluşumu, genel metabolizma, avlanma, predatörden kaçınma ve yayılım üzerinde etkilidir. Erginler genellikle sıcak habitatlarda yayılım göstermelerine rağmen yüksek sıcaklık ve kuraklıklarda bazı tedbirler alırlar. Islak toprak alanlarını aramak, daha serin yerlerde çukur açmak ve gölge yerlerde inaktif olarak kalmak bunlardan bazılarıdır. Hatta bazı türler çok sıcak dönemlerde günlük aktif periyotlarını zorunlu olarak azaltırlar [Pearson, 1988]. Ancak aşırı sıcakların ve beraberindeki kuraklığın uzun sürmesi,

aktif uçucu olmamaları nedeniyle habitat değişimleri sınırlı olan ergin Cicindelidlerin yaşamı, üremesi ve yayılışları üzerinde azalmaya sebep olmaktadır. Yapılan arazi çalışmaları sırasında hava ısısının birden düşmesi, rüzgâr ve yağmur gibi durumların aniden ortaya çıkması hallerinde ergin Cicindelid'lerin oldukları yerlerde hareketsiz kalarak hiçbir aktivite göstermedikleri gözlemlendi. Bu durum erginlerin de olumsuz şartlara karşı yeterince toleranslı olmadıklarının bir örneğidir. Ayrıca örneklerin laboratuvara getirilmesi sırasında taşıma kaplarının özellikle nemli veya ıslak olmaması halinde böceklerin çok kısa bir süre içerisinde öldükleri gözlemlendi.

Yağışlardaki düzensizlik ve hava sıcaklığındaki artışlar birçok göl ve nehir gibi su kaynaklarının küçülmesine hatta kurumasına neden olmuştur [Öztürk, 2002; Şen, 2005]. Bu durum Cicindelid larva ve erginleri için önemli habitat kayıplarına neden olmaktadır. Yaşam alanlarındaki tahribat, beraberinde Cicindelid populasyonlarında azalma ve yok olmayı getirmektedir. Örneğin, Cassola (1999) Kayseri-İncesu Kurbağa Gölü için *Lophyridia littoralis mandli*, *Cephalota eiselti eiselti* ve *Cephalota circumdata cappadocica* alt türlerinin kaydını vermiş, çalışmasında hem tür hem de araziye ait fotoğraflar sunmuştur. Ancak ilgili yere yapılan arazi çalışmalarında göl havzasının tamamen kuruduğu, toprağın fiziki yapısının değiştiği görüldü ve ilgili habitatta kaydı verilen 3 türe rastlanılmadı (Ek 5.). Benzeri durumların, daha önce çalışma yapılmış ve tür kaydı verilmiş alanlarda sıklıkla ortaya çıktığı gözlemlendi.

İklimsel değişikliklere ek olarak antropojenik etkiler de Cicindelid larva ve erginleri üzerinde önemli derecede etkilidir. Arazi çalışmalarının yapıldığı alanlarda insan ve hayvan kaynaklı bozulmaların da meydana geldiği gözlemlendi.

Cicindelid populasyonlarının yukarıda bahsedilen veya benzeri durumlardan olumsuz yönde etkilendikleri birçok çalışmada gösterilmiştir. Bauer (1991), toprak yüzey sıcaklıklarındaki aşırı artış veya azalışların, bulutlu, rüzgârlı veya yağmurlu havaların Cicindelid'lerin gelişim periyotları ve aktiflikleri üzerinde etkili olduğundan bahsetmiştir. Knisley ve Hill (1992), bazı Cicindela türlerinin insan veya iklimsel kaynaklı habitat bozulmalarına bağlı olarak hızlı bir şekilde azaldığını veya yok

olduğunu bildirmiştir. Amorim ve ark. (1999), hava sıcaklığı değişimlerinin *Pentacomia egregia* türünün dişilerinde gonad gelişimi ve yaşam uzunluğunu etkilediğini tespit etmiştir. Knisley (2000), *Cicindela dorsalis dorsalis*'in farklı lölalitelerdeki popülasyonlarında 3-5 yıl içerisinde insan ve çevresel değişiklikler kaynaklı habitat kaybı veya tahribatı nedeniyle çok büyük oranda azalma/yok olma meydana geldiğini rapor etmiştir. Buna birinci etki olarak da yeni larva oluşumundaki ciddi azalmayı göstermiştir. Knisley (2003), barajlara bağlı olarak değişen su seviyelerinin ilgili yerlerde yayılış gösteren Cicindelid popülasyonlarının habitat ve yaşam döngülerini bozduğundan bahsetmiştir. Arndt ve ark. (2005), *Lophyridia concolor* türünün popülasyon yoğunluklarının Çukurova Deltası kıyı habitatlarındaki turizm aktivitesinden olumsuz yönde etkilendiğini tespit etmiştir. Fenster ve Knisley (2006), *Cicindela hirticollis abrupta* alt türünün çeşitli popülasyonlarındaki azalma ve yok olmanın kıyı habitatlarındaki insan aktivitelerinin bir sonucu olduğunu bildirmiştir. Demir (2008), Van ili ve ilçelerinde *Lophyridia fischeri* ve *Lophyridia littoralis mandli* türlerinin göl seviyesinin yükselmesi, insan ve hayvan aktivitesi, su kirliliğinden ötürü bozulmalar ve habitatlardaki fiziksel değişimlerden olumsuz yönde etkilenecek, çevresel değişimlere karşı aşırı hassasiyet gösterdiklerinden bahsetmiştir. Ayrıca daha önce ilgili il için kaydı verilen *Cicindela turkestanicoides* türüne de yapılan arazi çalışmalarında rastlanılmadığını belirtmiştir. Cornelisse ve Hafernik (2009), nem, pH, tuzluluk ve fiziksel yapı gibi toprağa ait karakterlerin iki simpatrik türün (*Cicindela oregona* ve *Cicindela hirticollis*) yumurta bırakma amaçlı mikrohabitat seçimlerinde etkilerini tespit etmiş, ayrıca yoğun insan aktivitesinin larval çukur sayılarında azalmaya sebep olduğunu bildirmiştir. Knisley (2011), kaplan böceklerinin habitatları üzerinde antropojenik etkileri değerlendirerek; a) araç, bisiklet ve yaya trafiğinin, b) büyükbaş hayvanların otlatılması ve diğer hayvan aktivitelerinin, c) toprak hareketleri ve tortu oluşumunun, d) toprak sulaması ve toprak işlemenin ve e) baraj yapımı, su yataklarının değiştirilmesi ve kıyı şeridi çalışmalarının popülasyonlara olan olumsuz etkilerini tartışmıştır.

Sonuç olarak; daha önceden kaydı verilmiş türlerin büyük bir kısmına ulaşılmaması bu bölgedeki olası ekolojik ve diğer çevresel faktörlerin değişimi ile açıklanabilir.

Cicindelidae familyası da dahil böceklerin şimdiye kadar yaklaşık %1’lik bir kısmı sitogenetik olarak çalışılmıştır [Gokhman ve Kuznetsova, 2006]. Bunun en önemli nedenlerinden birisi karyotip çalışmalarının bu sınıfta bazı zorluklar içermesidir. Somatik hücrelerden dev kromozomların gözlenebildiği Diptera ve Collembola hariç, diğer bütün böcek türlerinde iyi kromozom görüntüleri veren hücreleri elde etmek genellikle kolay değildir. Bu hücreler birçok dokudan elde edilmesine rağmen kromozom preparatı hazırlamak amacıyla böceklerin yakalanacağı en uygun zamanı seçmek çok zordur. Çünkü bu zaman, aynı takım içerisinde bile familyadan familyaya hatta cinsten cinse büyük değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte tür çeşitliliği ve biyolojileri de dikkate alındığında tüm böcekler için tek bir yöntem seçip kullanmak da mümkün olmamaktadır [Popescu ve ark., 2000].

Böceklerde kromozomlar erkek ve dişi gonadlarından, orta bağırsaktan, tükürük bezlerinden, serebral gangliyonlardan ve embriyo hücrelerinden elde edilmektedir [Smith ve Virkki, 1978]. Erkek ve dişi gonadları sıklıkla kullanılmakla beraber, erkek gonadları daha çok bölünen hücre içermeleri ve mikroskop altında daha rahat gözlenmeleri nedeniyle çoğunlukla tercih edilmektedir. Ancak bu noktadaki zorluk larva ya da ergindeki aktif gametogenez döneminin belirlenmesidir. Bu amaçla son larva safhasında iyi sonuç elde edilebileceği gibi ergin bireylerde de sonuçlar almak mümkündür. Fakat bu dönem en iyi şekilde, çalışılacak türde ön çalışmaların yapılmasıyla belirlenebilir [Popescu ve ark., 2000].

Cicindelidae familyasında ilkbahar/sonbahar ve yaz türleri olmak üzere 2 ayrı yaşam döngüsü görülmesi ve gelişimin bazı türlerde 2-4 yıl sürmesi sitogenetik çalışmalar için doğru zamanın belirlenmesi açısından büyük bir zorluk ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle Cicinelid’ler üzerinde yapılacak sitogenetik bir çalışmada ilgili türlerin gelişim biyolojisinin iyi bilinmesi ve laboratuvar çalışması öncesi sıklıkla arazi çalışması yapılması gerekmektedir. Diğer taraftan genellikle az sayıda, büyük ve mediosentrik morfolojide kromozomlar içermeleri ise çalışmaları kolaylaştıran özellikleridir.

Sitogenetik amaçlı yapılan çalışmalarda ilgili 4 türün karyotipleri elde edildi, karyogramları ve idiyogramları hazırlandı, kromozom sayıları ve morfolojileri belirlendi. Yapılan bu çalışma ile Türkiye’de Cicindelidae familyası ilk defa sitogenetik olarak ele alındı.

Calomera cinsine ait *Calomera fischeri fischeri*, *Calomera littoralis mandli* ve *Calomera caucasica*’nin karyotipleri ilk defa bu çalışma ile belirlendi ve bu türlerin kromozom sayıları $2n = 22$ ($18 + XXXY$) olarak tespit edildi. Bu sayı Palearktik bölgeden *Lophyridia littoralis*’de $2n = 22$ ($18 + XXXY$), Oriental bölgeden *Lophyridia chloris*, *Lophyridia funerea* ve *Lophyridia sumatrensis*’de $2n = 23$ ($10 + XXY$), *Lophyridia angulata*’da ise $2n = 21$ ($9 + XXY$) olarak bildirilmiştir [Guénin, 1952; Giers, 1977; Yadav ve ark., 1987; Yadav ve ark., 1989; Galián ve ark., 1990a; Proença ve Galián, 2003].

Cephalota cinsine ait *Cephalota circumdata cappadocica*’nın karyotipi de ilk defa bu çalışma ile belirlendi. Bu sayı Palearktik bölgeden *Taenidia circumdata*, *Taenidia deserticoloides*, *Taenidia litorea*’da $2n = 22$ ($18 + XXXY$) ve *Cephalota hispanica*’da ise $2n = 21$ ($18 + XXY$) olarak tespit edilmiştir [Serrano ve ark., 1986; Serrano ve Collares-Pereira, 1989; Galián ve ark., 1990a].

Cicindelini tribusuna ait 2 cinsin bu 4 türünde 9 çift otozomal ve 4 eşeysel kromozom belirlenerek aynı kromozom sayısına ($2n = 22$) ve çoklu eşey sistemine ($XXXY$) sahip oldukları tespit edildi. Galián ve ark. (1990a) da Cicindelini tribusunun farklı cinslerine ait 8 türde yaptıkları çalışmada bütün türlerin kromozom sayılarını $2n = 22$ ve eşey sistemlerini de $XXXY$ şeklinde tespit etmiştir. $2n = 22$ kromozomlu ve $XXXY$ eşey sistemli karyotipe sahip olma diğer Palearktik, Afrotropikal, Oriental ve Neartik bölge Cicindelini türlerinde de karşılaşılan bir durumdur [Guénin, 1952; Giers, 1977; Serrano, 1980a ; Serrano ve ark., 1986; Serrano ve Collares-Pereira, 1989; Galian ve ark., 1990a; Proença ve Galián, 2003; Proença ve ark., 2005a].

Çalışılan türlerin otozomal çiftlerinin büyük oranda benzer bir morfolojiye sahip oldukları gözlemlendi. 1. ve 2. çift kromozomlar büyük ve metasentrik iken diğer çift kromozomlar giderek küçülen boyutlarda ve mediosentrik (meta- ve submetasentrik) morfolojide tespit edildi. 4 tür için benzer olan bu ortak morfoloji, detaylı karyotip tanımlarının yapıldığı diğer Palearktik bölge Cicindelid türlerinde de aynı şekilde gözlenmiştir [Giers, 1977; Serrano, 1980a ; Serrano ve ark., 1986; Serrano ve Collares-Pereira, 1989; Galian ve ark., 1990a].

Karyotiplerdeki çoklu eşey sistemi XXXY tipinde belirlendi. Galián ve ark. (1990a) bu eşey sisteminin Palearktik bölge Cicindelid'lerinde baskın bir şekilde görüldüğünü bildirmiştir. Eşey kromozomları *Cephalota* cinsine ait *Cephalota circumdata cappadocica*'da X ve Y olarak ayırtedildi. En büyük eşey kromozomu X₁ submetasentrik, X₂ ve X₃ metasentrik ve Y ise en küçük eşey kromozomu olarak metasentrik morfolojide belirlendi. Galián ve ark. (1990a) da *Taenidae circumdata*'da eşey kromozomlarını ayırt etmiş, fakat Y kromozomunu X kromozomlarından daha büyük olarak submetasentrik morfolojide tanımlamıştır. *Calomera* cinsine ait diğer 3 türde (*Calomera fischeri fischeri*, *Calomera littoralis mandli*, *Calomera caucasica*) ise eşey kromozomları ayrı ayrı X ve Y olarak belirlenemeden genel olarak ifade edildi. Bu türlerde eşey kromozomları akro- ve mediosentrik morfolojileri ile benzerlik göstermektedir. Galián ve ark. (1990a) *Lophyridia littoralis*'de eşey kromozomlarını tanımlamış ve Y kromozomunu X kromozomlarından daha büyük olarak tespit etmiştir.

Metasentrik kromozomlar Coleoptera takımında telo- ve akrosentrik kromozomlardan daha yaygın olarak görülmektedir [Proença ve ark., 2005a]. Cicindelid kromozomlarında da meta- ve submetasentrik şekillerde mediosentrik morfoloji daha baskındır. Akro- ve subtelosentrik morfolojiler hemen hemen sadece primitif tribuslar olan Manticorini, Omini ve Megacephalini'nin türlerinde görülmektedir. Bu durum, kaplan böceklerinin kromozomal evriminde olduğu varsayılan otozomal çiftlerdeki düşüşün nedeni olarak gösterilen çoklu Robertsonian füzyonların varlığı ile de uygunluk göstermektedir. Bununla birlikte perisentrik inversiyonlar, translokasyonlar, sentromerik değişiklikler gibi diğer yapısal

değişikliklerin de gözlenen bu mediosentrik morfolojilerin açıklanmasında dikkate alınması gerekmektedir [Galián ve ark., 2002; Proença ve ark., 2002b]. Örneğin perisentrik inversiyonlar daha önce Cicindelidae otozomlarında gözlenmiş bir durumdur [Serrano, 1980a]. Ancak yaygın olmamakla birlikte bazı Cicindelini türlerinde de akrosentrik kromozomlar tanımlanmıştır. Akrosentrik morfoloji bu türlerin genellikle eşey kromozomlarında tespit edilmiştir [Proença ve ark., 1999b; Proença ve ark., 2002a; Proença ve ark., 2004; Proença ve ark., 2005a]. Bu çalışmada incelenen *Calomera* cinsine ait 3 türde de akrosentrik morfolojide eşey kromozomlarının bulunduğu tespit edildi. *Calomera fischeri fischeri* ve *Calomera littoralis mandli*'de 2. büyük eşey kromozomları, *Calomera caucasica*'da ise 2. ve 3. büyük eşey kromozomları akrosentrik morfolojiye sahiptir. *Cephalota* cinsine ait *Cephalota circumdata cappadocica*'da ise akrosentrik kromozoma rastlanılmadı.

Calomera fischeri fischeri ile kromozomal morfolojisi büyük benzerlik gösteren *Calomera littoralis mandli*'de farklı olarak 3. büyük eşey kromozomunun sekonder boğuma sahip olduğu gözlemlendi. Sekonder boğum Cicindelini tribusuna ait *Tanidia circumdata*, *Lophyra flexuosa*, *Cylindera paludosa* ve *Odonteccheila confusa* türlerinde de gözlenmiştir [Galian ve ark., 1990a; Proença ve ark., 2002a]. Proença ve ark. (2002a), *Odonteccheila confusa* türü bireylerinde 4. çift kromozomlarda sekonder boğumun bulunup bulunmamasına bağlı birey içi ve bireyler arası kromozomal polimorfizm olduğunu bildirmiştir. Bu türe ait bazı karyotiplerde tespit edilen B kromozomlarının sekonder boğumun bulunduğu kromozomlardaki delesyonlar sonucu oluşmuş olabileceği ifade edilmiştir. Bu çalışmada ise *Calomera littoralis mandli*'nin incelenen bütün erkek birey metafazlarında sekonder boğum gözlemlendi. Ancak karyotiplerde B kromozomu tarzında ekstra kromozomlara rastlanılmadı. Nitekim B kromozomları Cicindelid türlerinde nadir olarak görülen bir durumdur [Proença ve ark., 2002a].

Kaplan böcekleri hem Coleoptera takımı içerisindeki yeri, hem de kendi alttaksonlarının kategorileri tam olarak netleşmemiş bir gruptur. Günümüzde Horn (1915, 1926) ve Rivalier (1971) tarafından önerilen ve daha sonra Wiesner (1992) tarafından güncellenen, sınırlı sayıdaki morfolojik karakterlere dayalı geleneksel

sınıflandırma yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda elde edilen karyotipik ve moleküler filogenetik çalışmalara dayalı sonuçlar ile eski sınıflandırma arasında büyük çelişkiler olduğu gözlenmiştir [Vogler ve Pearson, 1996]. Bunun en dikkat çekici örneği Collyrinae altfamilyasına ait Collyrini tribusu ile Cicindelinae altfamilyasına ait Cicindelini tribusu arasında görülmektedir. Karyotipik ve filogenetik çalışmalar Cicindelini ile Collyrini arasında, Cicindelini ve Megacephalini arasında olduğundan daha fazla ilişki olduğunu göstermiştir. Çünkü farklı altfamilyalara ait Cicindelini ve Collyrini tribusları çoklu eşey kromozomlarına sahip iken, Cicindelini ile aynı altfamilyada yer alan Megacephalini tribusu ise basit eşey kromozomlarına sahiptir. Ayrıca bu çoklu eşey sistemlerinin bu 2 tribus ayrılmadan önce ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bununla birlikte Megacephalini tribusu basit eşey kromozom sistemi ile bu 2 tribusa göre daha primitif olarak kabul edilmektedir [Galián ve Hudson, 1999; Proença ve ark., 2002a; Proença ve ark., 2002b; Zacaro ve ark., 2004; Proença ve ark., 2005a; Proença ve ark., 2005b]. Diğer taraftan Megacephalini tribusunda yer alan *Oxycheila* cinsinin de yapılan karyotipik çalışmalar ile çoklu eşey kromozomlarına sahip olduğu belirlenerek, bu cinsinde ilgili tribustan alınarak Cicindelini tribusuna daha yakın olacak şekilde kategorilendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir [Proença ve ark., 2005b].

Familyanın artan sitogenetik ve filogenetik çalışmalarına dayanarak günümüzde, en primitif tribuslarından (Manticorini, Omini, Megacephalini) başlayarak sonradan ortaya çıkan tribuslarına (Cicindelini) doğru Cicindelid'lerde bir karyotip evriminin olduğu düşünülmektedir. Bu evrimde çoğu araştırmacı, otozomal ve eşeyssel kromozomların birbirlerinden bağımsız olarak evrimleştiğini düşünse de otozom ve heterozomlar arasında etkileşimler olduğunu gösterir bazı kanıtlar da bulunmuştur. Cicindelid'lerdeki karyotip evriminin şu şekilde gerçekleştiği düşünülmektedir:

- diploid kromozom sayısında azalma meydana gelmesi (*Amblycheila*: 21 çift, *Manticora*: 18 çift, *Omus*: 17 çift, *Megacephala*: 12-15 çift, *Neocollyris*: 12 çift, *Cicindelini*: 9-12 çift)
- basit ve kiyazmatik eşey kromozom sisteminden çoklu eşey sistemlerinin oluşması

- kiyazmatik eşey kromozomlarından akiyazmatik eşey kromozomlarına doğru değişikliklerin meydana gelmesi
- rDNA taşıyan kromozomların sayısında azalma görülmesi
- otozomal kromozomlardan eşey kromozomlarına rDNA'ların aktarımı [Zacaro ve ark., 2004; Proença ve ark., 2005a; Proença ve ark., 2005b].

Sonuç olarak; Cicindelidae familyası içerisindeki çoklu eşey sistemlerinin kökeni hakkında bilgi edinilmesi, bu sistemlerdeki değişimlerden sorumlu mekanizmaların anlaşılabilmesi, taksonlar arası evrimsel ilişkilerin 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 kaplan böceklerinin karyotipik verilerine doğrudan, filogenetik çalışmalarına ise dolaylı olarak katkı sağlandığı düşünülmektedir.

Göz morfolojisi ile ilgi olarak yapılan çalışmalarda 4 türün ommatidyum sayıları ve kornea büyüklükleri tespit edildi. Ommatidyumların sayılması ve kornea büyüklüğünün belirlenmesi böceklerin yaşam tarzı hakkında bilgi veren, kolaylıkla ölçülebilen ve zaman tasarrufu sağlayan taksonomik karakterlerdir [Bauer ve Kredler, 1993].

Türe özgü morfolojik özellikler hem kalıtımın hem de adaptasyonun bir sonucudur. Adaptasyon durumları çok açık bir şekilde bazı yapılarda veya organlarda görülür ve doğrudan yaşamsal öneme sahiptir. Böceklerin bileşik gözleri de bu yapılardan birisidir. Çoğu böcek türleri gözlerini sadece yönlerini bulmak için değil ayrıca düşmanlarını tespit etmek, besin aramak ve benzer türlerini bulmak amacıyla da kullanmaktadır. Bu ve benzeri amaçlar ile kullanılan bileşik gözlerin morfolojik özellikleri böcek takımları içerisinde benzerlik göstermektedir. Çevresel görüşün önemli olduğu bütün gündüz böcekleri az veya çok derecede büyük ve küre şeklinde bileşik gözlere sahiptir. Aynı zamanda bu gözlerdeki ommatidyumların düzeni de her yön için görsel kontrole olanak sağlamaktadır. Bu tarz bileşik gözler Coleoptera, Odonata, Diptera ve Hymenoptera gibi takımlarda karakteristiktir. Bileşik gözlerin

morfolojisi görsel olarak avlanan farklı takım türleri arasında, bu türlerin aynı familyadaki diğer duyularla avlanan yakın akraba türlerine göre genellikle daha çok benzerlik gösterir. Görsel avcı böcekler diğer duyularla avlanan böceklerle göre daha büyük gözlere sahiptir ve bu tip böceklerde bileşik gözler %50 daha fazla ommatidyum taşır. Bileşik gözlerin morfolojisi aynı familya içerisinde bile çok farklı olabilmekte ve bu farklılıklar türe özgü yaşam tarzı hakkında değerli bilgiler vermektedir [Bauer ve Kredler, 1993; Bauer ve ark., 1998; Talarica ve ark., 2007].

Görsel avcı olan Cicindelidae türleri büyük, belirgin ve dışa doğru çıkık bileşik gözler taşımaktadır. Başın yanlarından dışa doğru çıkık olan bu bileşik gözler çevrenin iyi derecede görülmesine olanak sağlar. Bu tarz bileşik gözler yüzeyde yaşayan ve avcı olan böcekler için karakteristiktir.

Bu çalışma ile *Calomera* ve *Cephalota* cinslerine ait 4 türdeki bileşik gözlerin yapısı ilk defa incelendi. *Calomera* cinsine ait *Calomera fischeri fischeri*, *Calomera littoralis mandli* ve *Calomera caucasica* türleri su kaynakları kenarındaki nemli, kumlu, çakıl, bitki örtüsü olmayan veya seyrek olan alanlarda yayılış gösterirken *Cephalota* cinsine ait *Cephalota circumdata cappadocica* türü ise tuzlu su kaynaklarının kenarındaki bitki örtüsü hemen hemen hiç bulunmayan ve tamamıyla açık olan dar alanlarda yayılış göstermektedir. Benzer şekilde bu 4 tür gündüz aktif olan ve görsel olarak avlanan Cicindelid türleridir. Göz morfolojileri, yayılış alanları ve aktif periyotları benzer veya yakın olan bu 4 türün ommatidyum sayısı ve kornea büyüklükleri bakımından benzerlik ve farklılıkları tespit edilerek aşağıda tartışıldı.

Calomera fischeri fischeri türünde sol göz ommatidyum sayısı, sağ göz ommatidyum sayısı, sol göz kornea büyüklüğü ve sağ göz kornea büyüklüğü bakımından erkek ve dişi bireyler arasında bir fark bulunamadı.

Calomera littoralis mandli türünde sol göz ommatidyum sayısı, sol göz kornea büyüklüğü ve sağ göz kornea büyüklüğü bakımından erkek ve dişi bireyler arasında fark bulunamazken, sağ göz ommatidyum sayısı bakımından anlamlı bir fark olduğu

($P = 0,000 < \alpha = 0,05$) tespit edildi ve sağ gözde dişilerin erkeklerden daha fazla ommatidyum taşıdığı belirlendi.

Calomera caucasica türünde sol göz kornea büyüklüğü ve sağ göz kornea büyüklüğü bakımından erkek ve dişi bireyler arasında bir fark bulunamadı. Fakat sol göz ommatidyum sayısı ($P = 0,004 < \alpha = 0,05$) ve sağ göz ommatidyum sayısı ($P = 0,009 < \alpha = 0,05$) bakımından fark olduğu tespit edildi. Farkın olduğu sol ve sağ gözlerde ommatidyum sayısının dişi bireylerde erkek bireylere göre daha fazla olduğu görüldü.

Cephalota circumdata cappodocica türünde sol göz ommatidyum sayısı, sağ göz ommatidyum sayısı ve sol göz kornea büyüklüğü bakımından erkek ve dişi bireyler arasında bir fark bulunamadı. Fakat sağ göz kornea büyüklüğü bakımından anlamlı bir fark olduğu ($P = 0,035 < \alpha = 0,05$) tespit edildi ve dişilerin korneasının erkeklerden daha büyük olduğu görüldü.

4 türe ait yukarıda verilen eşeyssel dimorfizme bağlı sonuçlarda ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü bakımından genellikle fark bulunamadı. Buna karşın farkın bulunduğu karakterlerde ise dişi bireylerin genellikle erkek bireylerden daha fazla ommatidyum taşıdığı ve daha büyük korneaya sahip olduğu görüldü. Farkın gözlemlendiği bu durum şu an için dişilerin özellikle yumurta bırakma konusunda çok hassas olmaları, yer seçimi konusunda çok titiz davranmaları ve bu nedenle erkeklerle göre biraz daha gelişmiş bir göze ihtiyaç duymaları ile açıklanabilir. Talarico ve ark. (2007) da *Carabus lefebvrei* türünde ommatidyum sayısını dişilerde erkeklerden daha fazla sayıda tespitemiş ve bu durumun tür içerisindeki niş farklılaşmasından kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Farkın olmadığı genel durum ise türlere ait az sayıda örnek (10 ♂ ve 10 ♀) üzerinde inceleme yapılmış olmasından da kaynaklanıyor olabilir. Nitekim Bauer ve ark. (1998) *Asaphidion curtum* ve *Asaphidion flavipes* türlerinde ommatidyum sayısı ve kornea büyüklüğü bakımından eşeyler arası önemli bir farkın bulunamamasına az sayıda örnek üzerinde inceleme yapılmasını sebep olarak göstermiştir. Eşeyler arası farklılıkların değerlendirilmesi

için daha farklı türler ve daha çok örnekler üzerinde inceleme yapılması gerekmektedir.

Sol göz ommatidyum sayısı, sağ göz ommatidyum sayısı, sol göz kornea büyüklüğü ve sağ göz kornea büyüklüğü bakımından 4 türün ortalamalarının birbirlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı olduğu ($P = 0,000 < \alpha = 0,05$) tespit edildi ve bu nedenle türler arası karşılaştırmalar da yapıldı.

Sol göz ommatidyum sayısı bakımında 4 tür arasındaki bütün ikili karşılaştırmalarda türler arasında farkın olduğu tespit edildi.

Sağ göz ommatidyum sayısı bakımında 4 tür arasındaki bütün ikili karşılaştırmalarda türler arasında farkın olduğu belirlendi.

Sol göz kornea büyüklüğü bakımından diğer ikili karşılaştırmalarda türler arasında fark olduğu tespit edilirken, *Calomera fischeri fischeri* ve *Calomera caucasica* türleri arasında anlamlı bir fark olmadığı ($P = 1,000 > \alpha = 0,05$) tespit edildi.

Sağ göz kornea büyüklüğü bakımından diğer ikili karşılaştırmalarda türler arasında fark olduğu tespit edilirken *Calomera fischeri fischeri* ve *Calomera caucasica* türleri arasında anlamlı bir fark olmadığı ($P = 0,999 > \alpha = 0,05$) belirlendi.

4 türe ait yukarıda verilen ikili karşılaştırmalarda genellikle anlamlı farkların bulunması beklenen bir sonuç olarak değerlendirilirken, farkın bulunmadığı tespitler ise bu amaçla yapılan yeterli çalışma olmadığı için tartışılmamıştır. Türler arası farklılıkların değerlendirilmesi için daha çok sayıda türün üzerinde inceleme yapılması gerekmektedir.

Göz morfolojisi Cicindelidae familyası için, üzerinde çok fazla çalışma yapılmamış bir alandır. Cicindelidae familyasına ait göz morfolojisinin belirlenmesi ve benzer şekilde yapılacak diğer çalışmalara örnek olması amacıyla yapılan bu çalışmanın Cicindelidae taksonomisine de katkı sağladığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aguin-Pombo, D., Kuznetsova, V.G., Freitas, N., "Multiple parthenoforms of Empoasca Leafhoppers (Cicadelloidea, Auchenorrhyncha, Homoptera) from Madeira Island. Where are these unisexual forms coming from?" **J. Hered.**, 97(2): 171-176 (2006).
- Aliquo, V., Castelli, V.D., "Nuovi dati sui coleotteri Cicindelidi e Carabidi del Trapanese", **Libera Università Trapani**, Anno X - N. 29: 1-66 (1991).
- Altunsoy, F., "Bazı Tabanidae (Insecta: Diptera) türlerinin karyotip analizi", Yüksek Lisans Tezi, **Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir, 20-50 (2005).
- Amorim, M.A., Adis, J., Paarmann, W., "Ecology and adaptations of the tiger beetle *Pentacomia egregia* (Chaudoir) (Cicindelinae: Carabidae) to Central Amazonian floodplains", **Evolutionsbiologie / Tropical ecology**, 3(2): 71-82 (1999).
- Angus, R.B., "Separation of two species standing as *Helophorus aquaticus* (L.) (Coleoptera, Hydrophilidae) by banded chromosome analysis", **Syst. Entomol.**, 7: 265-281 (1982).
- Arndt, E., "Phylogenetische untersuchungen larvalmorphologischer merkmale der Carabidae (Insecta: Coleoptera)", **Stuttg. Beitr. Natkl. Ser. A Biol.**, 488: 1-56 (1993).
- Arndt, E., Aydin, N., Aydin, G., "Tourism impairs tiger beetle (Cicindelidae) populations – a case study in a Mediterranean beach habitat", **Journal of Insect Conservation**, 9: 201-206 (2005).
- Arndt, E., Cassola, F., Putschkov, A.V., "Phylogenetic investigation of Cicindelidae (Insecta: Coleoptera) using larval morphological characters", **Zool. Anz.**, 235: 231-241 (1997).
- Avgin, S.S., "General information and tiger beetles *Cicindela herbacea*; *Calomera fischeri fischeri* and *Homodela ismenia kilikiensis* collected from southeast of Turkey (Coleoptera: Cicindelidae)", **BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi**, 8(2): 23-28 (2006a).
- Avgin, S.S., "Kahramanmaraş ili ve çevresi Carabidae (Coleoptera) faunası ve taksonomisi üzerine çalışmalar", Doktora Tezi, **Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana, 20 (2006b).
- Avgin, S., Özdikmen, H., "Check-list of the tiger beetles of Turkey with a review of distribution and biogeography (Coleoptera: Cicindelidae)", **Mun. Ent. Zool.**, 2(1): 87-102 (2007).
- Aydın, G., Şekeroğlu, E., Arndt, E., "Tiger beetles as bioindicators of habitat degradation in the Çukurova Delta, southern Turkey (Coleoptera: Cicindelidae)", **Zoology in the Middle East**, 36: 51-58 (2005).

Barcenas-Ortega, N.M., "Cytogenetic and genom size studies of the boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman and related species (Coleoptera: Curculionidae)", Ph.D. Thesis, **Texas A&M University**, Texas, 12-18 (1992).

Barracough, T.G., Vogler, A.P., "Recent diversification rates in North American tiger beetles estimated from dated mtDNA phylogenetic tree", **Mol. Biol. Evol.**, 19: 1706-1716 (2002).

Battisti, A., Boato, A., Zanolco, D., "Two sibling species of the spruce web-spinning sawfly *Cephalcia fallenii* (Hymenoptera: Pamphiliidae) in Europe", **Syst. Entomol.**, 23(2): 99-108 (1998).

Bauer, K.L., "Observations on the developmental biology of *Cicindela arenicola* Rumpff (Coleoptera: Cicindelidae)", **Great Basin Naturalist**, 51(3):226-235 (1991).

Bauer, T., Desender, K., Morwinsky, T., Betz, O., "Eye morphology reflects habitat demands in three closely related ground beetle species (Coleoptera: Carabidae)", **J. Zool. Lond.**, 245: 467-472 (1998).

Bauer, T., Kredler, M., "Morphology of the compound eyes as an indicator of life-style in carabid beetles", **Can. J. Zool.**, 71: 799-810 (1992).

Beutel, R.G., "Phylogenetic analysis of Adephaga (Coleoptera) based on characters of the larval head", **Syst. Entomol.**, 18: 127-147 (1993).

Bilton, D.T., "Sex chromosome systems of European noterid beetles (Coleoptera, Adephaga: Noteridae)", **Entomol. Scand.**, 23: 115-119 (1992).

Blackman, R.L., "Chromosome numbers in the Aphididae and their taxonomic significance", **Syst. Entomol.**, 5: 7-25 (1980).

Blackman, R.L., Brown, P.A., Eastop, V.F., "Problems in pest Aphid taxonomy: Can chromosomes plus morphometries provide some answers?", **Proceedings of Int. Symposium Population Structure, Genetics Taxon. Aphids.**, Smolenice, Sept. 9-14, 1985, 233-238 (1987).

Blackman, R.L., Halbert, S.E., Carroll, T.W., "Association between karyotype and host plant in corn leaf Aphid (Homoptera, Aphididae) in the Northwestern United States", **Envir. Entomol.**, 19(3): 609-611 (1990).

Budak, S., "Adana yöresinde sık rastlanan sivrisinek türlerinin karyotip analizi ve total DNA izolasyonu", Yüksek Lisans Tezi, **Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, Adana, 1-56 (2000).

Budak, S., Kasap, M., Alptekin, D., "Adana yöresinde sık rastlanan sivrisinek türlerinin karyotip analizi", **T. Parazitol. Derg.**, 25(2): 178-182 (2001).

- Bugrov, A.G., Warchalowska-Sliwa, E., Tatsuta, H., Akimoto, S., "Chromosome polymorphism and C-banding variation of the Brachypterous grasshopper *Podisma sapporensis* Shir. (Orthoptera, Acrididae) in Hokkaido, Northern Japan", *Folia Biol. (Kraków)*, 49(3-4): 137-152 (2001).
- Buschbeck, E.K., Friedrich, M., "Evolution of insect eyes: tales of ancient heritage, deconstruction, reconstruction, remodeling and recycling", *Evo. Edu. Outreach*, 1: 448-462 (2008).
- Camacho, J.P.M., Cabrero, J., Viseras, E., Lopez-Leon, M.D., Navas-Castillo, J., Alche, J.D., "G-Banding in two species of grasshopper and its relationship to C, N and fluorescence banding techniques", *Genome*, 34(4): 638-643 (1991).
- Cassola, F., "Studies on tiger beetles. CVII. The cicindelid fauna of Anatolia: faunistics and biogeography (Coleoptera, Cicindelidae)", *Biogeographia*, XX: 229-276 (1999).
- Cassola, F., "Studies of tiger beetles. CXXIII. Preliminary approach to the macrosystematics of the tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae)", *Russian Entomol. J.*, 10: 265-272 (2001).
- Cassola, F., Pearson, D.L., "Global patterns of tiger beetle species richness (Coleoptera: Cicindelidae): their use in conservation planning", *Biol. Consev.*, 95: 197-208 (2000).
- Coluzzi, M., Sabatini, A., della Torre, A., di Deco, M.A., Petrarca, V., "A polytene chromosome analysis of the *Anopheles gambiae* species complex", *Science*, 298(5597): 1415-1418 (2002).
- Cornelisse, T.M., Hafernik, J.E., "Effects of soil characteristics and human disturbance on tiger beetle oviposition", *Ecological Entomology*, 34(4): 495-503 (2009).
- Crosland, M.W.J., Crozier, R.H., "*Myrmecia pilosula*, an ant with only one pair of chromosomes", *Science*, 231(4743): 1278 (1986).
- Crowson, R.A., "The biology of the Coleoptera", *Academic Press*, London, 27-46 (1981).
- Crozier, R.H., "Animal cytogenetics. vol:3, part: 7", *Gebrüder Borntraeger*, Berlin-Stuttgart, 71-83 (1975).
- Danzig, E.M., Gavrillov, I.A., "On the systematics and cytogenetics of some species of scale insects (Homoptera, Coccinea) from Voronezh", *Entomol. Obozr.*, 84(2): 334-338 (2005).

Dasgupta, J., "Meiosis in male tiger betle *Cicindela catena* Fabr. (Cicindelidae: Coleoptera)", **Sci. Cult.**, 33: 491-493 (1967).

Dejean, P.F.M.A., "Species général des coleoptères de la collection de M. le Comte Dejean. vol. 1", **Paris**, 1-56 (1825).

Demir, M., "Van ve ilçelerinde kaplan böcekleri (Cicindelidae: Coleoptera)'nın fauna, yayılış alanları ve habitat tiplerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Van, 15-37 (2008).

Deuve, T., "L'abdomen et les genitalia de femelles de Coléoptères Adephaga", **Mem. Mus. Natl. Hist. Nat.**, 155: 1-184 (1993).

Durak, A., Ece, A., "İklim değişikliğinin toprak özelliklerine ve sebze tarımına etkisi", **I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi**, 11 - 13 Nisan, İTÜ, İstanbul, 186-193 (2007).

Erwin, T.L., "Taxonomy, Phylogeny and zoogeography of beetles and ants: The taxon pulse: A general pattern of lineage radiation and extinction among carabid beetles", **The Hague**, Netherlands, 437-472 (1985).

Eusebi, M.P., Favilli, L., Lovari, S., "Some abiotic factors affecting the activity and habitat choice of the tiger beetle *Cephalota circumdata leonschaeferi* (Cassola) (Coleoptera, Cicindelidae)", **Boll. Zool.**, 56: 143-150 (1989).

Favilli, L., "Note Sui predatori di *Cephalota circumdata leonschaeferi* (Cassola) nell'oasi faunistica della laguna di orbetello (Grosseto) (Coleoptera, Cicindelidae)", **Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Grosseto**, 15: 93-95 (1993).

Fedorova, M.V., Zhantiev, R.D., Gokhman, V.E., "Karyotypes of mole crickets (Orthoptera, Gryllotalpidae) of the European part of USSR and the Caucasus", **Zool. Zh.**, 70(7): 43-50 (1991).

Fenster, M., Knisley, C.B., "Impact of dams on point bar habitat: a case for the extirpation of the Sacramento valley tiger beetle, *C. hirticollis abrupta*", **River Res. Applic.**, 22: 881-904 (2006).

Franzen, M., "Distribution of the tiger beetle *Lophyridia aphrodisia* (Baudi, 1864) on the Turkish Mediterranean coast (Coleoptera, Cicindelidae)", **Zoology in the Middle East**, 23: 79-83 (2001a).

Franzen, M., "Distribution of the tiger beetle *Megacephala (Grammognatha) euphratica* in Egypt, the Middle East and Central Asia (Coleoptera: Cicindelidae)", **Zoology in the Middle East**, 22: 87-93 (2001b).

Franzen, M., “Verbreitung und lebensräume der sandlaufkäfer der Peloponnes-Halbinsel, Griechenland (Coleoptera, Cicindelidae)”, *NachrBl. bayer. Ent.*, 55(3/4): 46-64 (2006).

Franzen, M., “A new species of tiger beetle of the *Cicindela campestris* group from southern Turkey, with remarks on the identity of *C. herbacea* Klug, 1832 and other taxa related to *C. desertorum* Dejean, 1825 (Insecta, Coleoptera, Cicindelidae)”, *Spixiana*, 30(1): 13-24 (2007).

Franzen, M., Gebert, J., “Subspecies distribution of the tiger beetle *Cylindera (Eugrapha) sublacerata* in northwestern Iran and new locality records of *C. s. levithoracica* from eastern Turkey (Coleoptera: Cicindelidae)”, *Faun. Abh.*, 25: 91-95 (2004).

Galián, J., Hogan, J.E., Vogler, A.P., “The origin of multiple sex chromosomes in tiger beetles”, *Mol. Biol. Evol.*, 19: 1792-1796 (2002).

Galián, J., Hudson, P., “Cytogenetic analysis of Australian tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): chromosome number, sex-determining system and localization of rDNA genes”, *J. Zool. Syst. Evol. Research*, 37: 1-6 (1999).

Galián, J., Lawrence, J.F., “First karyotypic data on a cupedid beetle (Coleoptera, Archostemata) showing achiasmatic meiosis”, *Entomol. News*, 104: 83-87 (1993).

Galián, J., Ortiz, A.S., Serrano, J., “Karyotypes of nine species of Cicindelini and cytotaxonomic notes on Cicindelinae (Coleoptera, Carabidae)”, *Genetica*, 82: 17-24 (1990a).

Galián, J., Ortiz, A.S., Serrano, J., “Cytogenetics and cytotaxonomy of seven Iberian species of *Brachinus* Weber (Coleoptera, Carabidae)”, *Cytobios*, 63: 185-192 (1990b).

Galián, J., Proença, S.J.R., Vogler, A.P., “Evolutionary dynamics of autosomal-heterosomal rearrangements in a multiple-X chromosome system of tiger beetles (Cicindelidae)”, *BMC Evolutionary Biology*, 7: 158 (2007).

Galián, J., Pruser, F., De La Rua, P., Serrano, J., Mossakowski, D., “Cytological and molecular differences in the *Ceroglossus chilensis* species complex (Coleoptera: Carabidae)”, *Ann. Zool. Fenn.*, 33: 23-30 (1996).

Gavrilov, I.A., Kuznetsova, V.G., “New data on the scale insect (Homoptera: Coccinea) fauna of European Russia, their taxonomy and cytogenetics”, *Proc. X International Symposium on Scale Insect Studies*, 19–23 April, 19-34 (2004).

Giers, E., “Die Nicht-Homologen-Assoziation multipler Geschlechtschromosomen in der Spermatogenese von *Cicindela hybrida* (Coleoptera)”, Ph.D. Thesis, *University of Münster*, GFR, 14-33 (1977).

Gokan, N., Meyer-Rochow, V.B., "The compound eye of the dung beetle, *Onthophagus posticus* (Coleoptera: Scarabaeidae)", *New Zealand Entomologist*, 13: 7-15 (1990).

Gokan, N., Meyer-Rochow, V.B., "Morphological comparisons of compound eyes in Scarabaeoidea (Coleoptera) related to the beetles' daily activity maxima and phylogenetic positions", *Journal of Agricultural Science-Tokyo Nogyo Daigaku*, 45(1): 15-61 (2000).

Gokhman, V.E., "Differential chromosome staining in parasitic wasps of the genus *Dirophanes* (Hymenoptera, Ichneumonidae)", *Zool. Zh.*, 76(1): 65-68 (1997).

Gokhman, V.E., "Doctoral dissertation in biology", *Moscow*, 21-26 (2003).

Gokhman, V.E., Kuznetsova, V.G., "Comparative insect karyology: Current state and applications", *Entomological Review*, 86(3): 352-368 (2006).

Gokhman, V.E., Quicke, D.L.J., "The last twenty years of parasitic Hymenoptera karyology: an update and phylogenetic implications", *J. Hym. Res.*, 4: 41-63 (1995).

Goldsmith, W.M., "A comparative study of the chromosomes of the tiger beetles (Cicindelidae)", *J. Morphol.*, 32: 491-493 (1919).

Grozeva, S., Nokkala, S., "Chromosomes and their meiotic behavior in two families of the primitive infraorder Dipsocoromorpha (Heteroptera)", *Hereditas*, 125: 31-36 (1996).

Guénin, H.A., "Hétérochromosomes des Cicindèles", *Rev. Suisse Zool.*, 9: 277-282 (1952).

Haig, D., "The evolution of unusual chromosomal systems in Coccoids: extraordinary sex ratios revisited", *J. Theor. Biol.*, 6: 69-77 (1993).

Horn, W., "Genera insectorum: Coleoptera Adephaga (family Carabidae, subfamily Cicindelinae)", *Desmet-Verteneuil*, Brussels, 1-486 (1915).

Horn, W., "Pars 86: Carabidae: Cicindelinae: Coleopterum Catalogous", *Junk and Schenkling*, Berlin, 1-87 (1926).

Hoshiba, H., Imai, H.T., "Chromosome evolution of bees and wasps (Hymenoptera, Apocrita) on the basis of C-Banding pattern analysis", *Japan. J. Entomol.*, 61: 465-492 (1993).

Huber, R., L., "A new species of *Tetracha* from the west coast of Venezuela, with comments on genus-level nomenclature (Coleoptera: Cicindelidae)", *Cicindela*, 26: 49-75 (1994).

Hughes-Schrader, S., "Cytology of Coccids (Coccoidea-Homoptera)", *Adv. Genet.*, 2: 127-203 (1948).

Iacovone, C., "Italian tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae)", *Young Entomologists' Society*, 1(4): 19-29 (1984).

Jacobs, D.H., "Cytogenetics and karyotype evolution of the genus *Miteronotus* Jacobs (Heteroptera: Aradidae: Carventinae) with an assessment of the possible role of pseudopolyploidy in their karyotype evolution", *African Entomol.*, 10(2): 171-184 (2002).

Jacobs, D.H., "The behavior of a multiple sex chromosome system in *Dundocoris flavilineatus* (Heteroptera: Aradidae: Carventinae) that originated by autosome-sex chromosome fusion", *Folia Biol. (Kraków)*, 51(1-2): 2332 (2003).

Jeannel, R., "Coléoptères carabiques. I. fauna de France 39", *Librairie Faculté Science*, Paris, 45-62 (1941).

Johnson, J.A., Grissell, E.E., Gokhman, V.E., Valero, K.A., "Description, biology and karyotype of a new *Psilochalcis* Kieffer (Hymenoptera: Chalcididae) from Indianmeal moth pupae (Lepidoptera: Pyralidae) associated with culled figs", *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 103(4): 777-787 (2001).

Joneja, M.G., "Chromosome number and sex-determining mechanism in twenty-five species of Indian Coleoptera", *Res. Bull. (N.S.) Panjab Univ.*, 11: 249-251 (1960).

Kiknadze, I.I., Golygina, V.V., Istomina, A.G., Gunderina, L.I., "Chromosome polymorphism during population divergence in Chironomid midges (Diptera, Chironomidae)," *Sib. Ekol. Zh.*, 5: 635-651 (2004).

Kiknadze, I.I., Shilova, A.I., Kerkis, I.E., Shobanov, N.A., Zelentsov, N.I., Grebenjuk, L.P., Istomina, A.G., Prasolov, V.A., "Karyotypes and morphology of larvae of the tribe Chironomini: an atlas", *Nauka*, Novosibirsk, 1-114 (1991).

King, M., "Species evolution: the role of chromosome change", *Cambridge Univ. Press*, Cambridge, 38-45 (1993).

Knisley, C.B., "Population decline of the northeastern beach tiger beetle in Calvert County, MD", *Final Report Submitted to Cove Point Natural Heritage Trust*, 1-28 (2000).

Knisley, C.B., "A status review of the Sacramento valley tiger beetle, *Cicindela hirticollis abrupta*", *Final Draft Report Submitted to U.S. Fish and Wildlife Service*, Sacramento, CA., 1-24 (2003).

Knisley, C.B., "Anthropogenic disturbances and rare tiger beetle habitats: benefits, risks, and implications for conservation", *Terrestrial Arthropod Reviews*, 4(1): 41-61 (2011).

Knisley, C.B., Hill, J.M., "Effects of habitat change from ecological succession and human impact on tiger beetles", *Virginia Journal of Science*, 43(1B): 133-142 (1992).

Korell, A., "Über *Cephalota zarudniana* und drei weitere Cicindelinae Arten aus Syrien (Col. Cicindelidae)", *Entomologische Zeitschrift mit Insektenbörse*, 94: 221-224 (1984).

Korell, A., "Die Cicindeliden (Coleoptera) Anatoliens. Vorarbeiten für eine faunistik nebst taxonomischen und systematischen Anmerkungen", *Entomologica Basiliensia*, Basel, 12: 93-111 (1988).

Krumbiegel, I., "Untersuchungen über physiologische rassenbildung (ein beitrag zum problem der artbildung und der geographischen variation)", *Zool. Jahrb. Syst. Oekol. Geogr. Tiere.*, 68: 150-178 (1932).

Kryzhanovskij, O.L., Belousov, I.A., Kabak, I.I., Kataev, B.M., Makarov, K.V., Shilenkov, V.G., "A Checklist of the ground-beetles of Russia and adjacent lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae)", *Pensoft Publishers*, Sofia-Moscow, 24-25 (1995).

Kuster, J.E., "Fine structure of the compound eyes and interfacetal mechanoreceptors of *Cicindela tranquebarica* Herbst (Coleoptera: Cicindelidae)", *Cell Tissue Res.*, 206(1): 123-38 (1980).

Kuster, J.E., Evans, W.G., "Visual fields of the compound eyes of four species of Cicindelidae (Coleoptera)", *Canadian Journal of Zoology*, 58(3): 326-336 (1980).

Kuznetsova, V.G., "Karyosystematics of invertebrates: Holokinetic chromosomes and their occurrence in insects and other invertebrates", *Zool. Inst. Acad. Sci. USSR*, Leningrad, 5-19 (1979).

Kuznetsova, V.G., "Doctoral dissertation in biology", *St. Petersburg*, 34-40 (1992).

Kuznetsova, V.G., Gavrilov, I.A., "Cytogenetics of scale insects (Insecta: Homoptera: Coccinea): a 'terra incognita'?", *Evol. Biol. (Tomsk)*, 3: 144-180 (2005).

Kuznetsova, V.G., Maryńska-Nadachowska, A. and Nokkala, S., "C-Banded karyotype of Psyllid species *Aphalara calthae* (L.) (Psylloidea, Homoptera, Insecta)", *Cytologia*, 62: 237-239 (1997).

Kuznetsova, V.G., Nokkala, S. and Shcherbakov, D.E., "Karyotype, reproductive organs, and pattern of gametogenesis in *Zorotypus hubbardi* Caudell (Insecta: Zoraptera, Zorotypidae), with discussion on relationships of the order," *Can. J. Zool.*, 80: 1047-1054 (2002).

Latreille, P.A., "Histoire naturelle, générale et particulière des crustacés et des insectes. 9", *Paris*, 1-53 (1804).

Lawrence, C., "Synopsis and classification of living organisms. vol.2: Coleoptera", *McGraw-Hill*, New York, 482-553 (1982).

Lawrence, J.F., Newton, A.F., "Evolution and classification of beetles", *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 13: 261-290 (1982).

Lau, T.F., Gross, E.M., Meyer-Rochow, V.B., "Sexual dimorphism and light/dark adaptation in the compound eyes of male and female *Acentria ephemerella* (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae)", *Eur. J. Entomol.*, 104: 459-470 (2007).

Leffler, S.R., "Tiger beetles of the Pacific Northwest (Coleoptera: Cicindelidae)", Ph.D. Thesis, *University of Washington*, Seattle, 20-28 (1979).

Lesse, H. de, "Les nombres de chromosomes dans le groupe de *Lysandra argester* et leur incidence sur sa taxonomie", *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, 75(3-4): 64-68 (1970).

Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A.A., "Nomenclature for centromeric position on chromosomes", *Hereditas*, 52: 201-220 (1964).

Liebherr, J.K., Will, K.W., "Phylogeny and classification of Caraboidea (Coleoptera: Adephaga): Inferring phylogenetic relationships within Carabidae (Insecta, Coleoptera) from characters of the female reproductive tract", *Museo Regionale di Scienze Naturali*, Turin, Italy, 107-170 (1998).

Linnaeus, C., "Systema naturae. Tomus I. Regnum animale. Editio Decima", *Laurentii Salvii*, Holmiae, 1-104 (1758).

Lorite, P., Chica, E. and Palomeque, T., "G-Banding and Chromosome Condensation in the Ant, *Tapinoma nigerrimum*", *Chromosome Res.*, 4: 77-79 (1996).

Lukhtanov, V.A., "Doctoral dissertation in biology", *Zool. Inst. RAS*, St. Petersburg, 23-34 (1999).

Lukhtanov, V.A., Kuznetsova, V.G., "Karyotype structure in higher Lepidopterans (Lepidoptera, Papilionomorpha)", *Entomol. Obozr.*, 67(3): 480-495 (1988).

MacGregor, H.C., Varley, J.M., "Working with animal chromosomes", *John Wiley & Sons*, 75-81 (1986).

Maddison, D.R., "Chromosomal diversity and evolution in the ground beetle genus *Bembidion* and related taxa (Coleoptera: Carabidae: Trechitae)", *Genetica*, 66: 93-114 (1985).

Maddison, D.R., Baker, M.D., Ober, K.A., "Phylogeny of carabid beetles as inferred from 18S ribosomal DNA (Coleoptera: Carabidae)", **System. Entomol.**, 24: 103-138 (1999).

Mandl, K., "Wiederherstellung des familienstatus der Cicindelidae (Coleoptera)", **Beit. Entomol.**, 21: 507-508 (1971).

Martinez-Navarro, E.M., Serrano, J., Galián, J., "Chromosome evolution in ground beetles localization of the rDNA loci in the tribe Harpalini (Coleoptera, Carabidae)", **J. Zool. Syst. Evol. Res.**, 42: 38-43 (2004).

Matalin, A.V., Puchkov, A.V., "Remarks on availability of some names of tiger beetles (Coleoptera, Cicindelinae) of Palaearctics" **Vestnik Zoologii**, 36(1): 97-99 (2002).

Mesa, A., Fontanetti, C.S., "The chromosomes of a primitive species of beetles: *Ytu zeus* (Coleoptera: Myxophaga, Torridinicolidae)", **Proc. Acad. Nat. Sci. Phila.**, 137: 102-105 (1985).

Mishra, M., Meyer-Rochow, V.B., "Eye ultrastructure in the pollen-feeding beetle, *Xanthochroa luteipennis* (Coleoptera: Cucujiformia: Oedemeridae)", **Journal of Electron Microscopy**, 55(6): 289-300 (2006).

Mittal, O.P., Gill, T.K., Chugh, S., "Chromosome studies on three species of Indian cicindelids (Adephaga: Coleoptera)", **Caryologia**, 42: 115-120 (1989).

Nokkala, S., Golub, N.V., "Cytogenetics of three parthenogenetic Psocid species (Psocoptera, Psocomorpha)", **Hereditas**, 137: 198-201 (2002).

Normark, B.B., "The evolution of alternative genetic systems in insects", **Annu. Rev. Entomol.**, 48: 397-423 (2003).

Nur, U., "Insect cytogenetics: Evolution of unusual chromosome systems in scale insects (Coccoidea: Homoptera)", **Roy. Entomol. Soc.**, London, 97-117 (1980).

Odierna, G., Baldanza, F., Aprea, G., Olmo, E., "Occurrence of G-Banding in metaphase chromosomes of *Encarsia berlesei* (Hymenoptera: Aphelinidae)", **Genome**, 36: 662-667 (1993).

Özgökçe, M.S., Atlihan, R., Kasap, İ., Özgökçe, F., Yıldız, Ş., Demir, M., Polat, E., "The distribution and habitat of *Calomera littoralis mandli* (Mandl, 1967) (Coleoptera: Cicindelidae) on the coastal margin of lake Van in Turkey", **Zoology in the Middle East**, 38: 69-72 (2006).

Öztürk, K., "Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri", **G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 22(1): 47-65 (2002).

Palomeque, T., Chica, E., Cano, M.A., de la Guardia, R.D., “Karyotypes, C-Banding and chromosomal location of active nucleolar organizing regions in *Tapinoma* (Hymenoptera, Formicidae)”, **Genome**, 30(2): 277-280 (1988).

Pearson, D.L., “Biology of tiger beetles”, **Ann. Rev. Entomol.**, 33: 123-147 (1988).

Pearson, D.L., Cassola, F., “Worldwide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae). Indicator taxon for biodiversity and conservation studies”, **Conservation Biology**, 6: 376-391 (1992).

Pearson, D.L., Vogler, A.P., “Tiger beetles. The evolution, ecology and diversity of the Cicindelids”, **Cornell University Press**, Ithaca and London, 9-61 (2001).

Petitpierre, E., “Biology of Chrysomelidae: Cytogenetics, cytotaxonomy and genetics of Chrysomelidae”, **Kluwer Academic Publ.**, 131-159 (1988).

Polukonova, N.V., Belyanina, S.I., “On the possible hybridogenic origin of *Chironomus usenicus* Loginova et Beljanina (Chironomidae, Diptera)”, **Genetika**, 38(11): 1635-1640 (2002).

Pons, J., Barraclough, T.G., Theodorides, K., Cardoso, A., Vogler, A.P., “Using exon and intron sequences of the gene Mp20 to resolve basal relationships in *Cicindela* (Coleoptera: Cicindelidae)”, **Syst. Biol.**, 53: 554-570 (2004).

Popescu, P., Hayes, H., Dutrillaux, B., “Techniques in animal cytogenetics”, **Springer-Verlag**, Heidelberg, Berlin, 16-17 (2000).

Proença, S.J.R., Collares-Pereira, M.J., Serrano, A.R.M., “Karyological study of *Cicindelidia trifasciata* (Coleoptera, Cicindelidae) from Cuba: evidence of B chromosomes”, **Genet. Mol. Biol.**, 22: 45-48 (1999a).

Proença, S.J.R., Collares-Pereira, M.J., Serrano, A.R.M., “Cytogenetic variability in three species of the genus *Cicindela* (s.l.) (Coleoptera, Cicindelidae): Karyotypes and localization of 18S rDNA genes”, **Genetics and Molecular Biology**, 27(4): 555-560 (2004).

Proença, S.J.R., Collares-Pereira, M.J., Serrano, A.R.M., “New contributions to the cytotaxonomy of tiger beetles (Coleoptera, Cicindelidae) from the Afrotropical Region: cytogenetic characterization of *Prothyma concinna*, *Elliptica lugubris* and *Ropaloteres cinctus*”, **Caryologia**, 58(1): 56-61 (2005a).

Proença, S.J.R., Collares-Pereira, M.J., Serrano, A.R.M., “Chromosome evolution in tiger beetles: Karyotypes and localization of 18S rDNA loci in Neotropical Megacephalini (Coleoptera, Cicindelidae)”, **Genetics and Molecular Biology**, 28(4): 725-733 (2005b).

Proença, S.J.R., Galian, J., “Chromosome evolution in the genus *Cicindela*: physical mapping and activity of rDNA loci in the tiger beetle species *Cicindela littoralis* and *C. flexuosa*”, **J. Zool. Syst. Evol. Research**, 41: 227-232 (2003).

Proença, S.J.R., Serrano, A.R.M., Collares-Pereira, M.J., “First record on the cytotaxonomy of cicindelids (Insecta, Coleoptera) from an Afrotropical Region”, **Caryologia**, 52: 37-47 (1999b).

Proença, S.J.R., Serrano, A.R.M., Collares-Pereira, M.J., “Cytogenetic variability in genus *Odontocheila* (Coleoptera, Cicindelidae): karyotypes, C-banding, NORs and localisation of ribosomal genes of *O. confusa* and *O. nodicornis*”, **Genetica**, 114: 237-245 (2002a).

Proença, S.J.R., Serrano, A.R.M., Collares-Pereira, M.J., “An unusual karyotype with low chromosome number in Megacephalini, a basal group of tiger beetles (Coleoptera, Cicindelidae): cytogenetic characterisation by C-banding and location of rDNA genes”, **Hereditas**, 137: 202-207 (2002b).

Quicke, D.L.J., “The world of DNA barcoding and morphology-collision or synergism and what of the future?”, **The Systematist**, 23: 8-12 (2004).

Rafī, M.A., Jürgen, W., Matin, M.A., Zia, A., Sultan, A., Naz, F., “Faunistics of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) from Pakistan”, **Journal of Insect Science**, 10(116): 1-23 (2010).

Rivalier, E., “Démembrement du genre *Cicindela* Linné. (Travail préliminaire limité à la faune paléartique)”, **Rev. Fr. Entomol.**, 17: 217-244 (1950).

Rivalier, E., “Démembrement du genre *Cicindela* Linné. II. Faune américaine”, **Rev. Fr. Entomol.**, 21: 249-268 (1954).

Rivalier, E., “Démembrement du genre *Cicindela* Linné. III. Faune africano-malgache”, **Rev. Fr. Entomol.**, 24: 312-342 (1957).

Rivalier, E., “Démembrement du genre *Cicindela* L. (Suite) (1) IV. Faune indomalaise”, **Rev. Fr. Entomol.**, 28: 121-149 (1961).

Rivalier, E., “Démembrement du genre *Cicindela* L. (fin) V. Faune australienne. (Et liste recapitulative des genres et sous-genres proposes pour la faune mondiale)”, **Rev. Fr. Entomol.**, 30: 30-48 (1963).

Rivalier, E., “Démembrement du genre *Odontochila* (Col. Cicindelidae) et révision des principales espèces”, **Ann. Soc. Entomol. France**, 5: 195-237 (1969).

Rivalier, E., “Remarque sur la tribu des Cicindelini (Col. Cicindelidae) et sa subdivision en sous-tribes”, **Nouv. Rev. Entomol.**, 1: 135-143 (1971).

Rodionov, A.V., "Evolution of the chromosome banding patterns", *Genetika*, 35(3): 277-290 (1999).

Rodriguez, J.P., Pearson, D.L., Roberto, BR., "A test for the adequacy of bioindicator taxa: are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forests in Venezuela", *Biological Conservation*, 83(1): 69-76 (1998).

Rozek, M., "A new chromosome preparation technique for Coleoptera (Insecta)", *Chromosome Research*, 2: 76-78 (1994).

Rubtsov, N.B., "Chromosomes of mammals: Methods of cytological analysis. part 1", *Novosib. State Univ.*, Novosibirsk, 25-39 (2004).

Saleh-Ahmed, R., Angus, R.B., "Chromosomal analysis of *Neohydrocoptus jaechi* (Wewalka) and *Canthydrus diophthalmus* (Reiche&Saulcy) (Coleoptera: Noteridae)", *Aquat. Insect.*, 22: 165-170 (2000).

Saleh-Ahmed, R., Angus, R.B., Zalat, S., Kaschif, A.H., "Taxonomy and chromosomal analysis of Egyptian *Synchortus imbricatus* (Klug) (Coleoptera: Noteridae)", *Aquat. Insect.*, 19: 107-116 (1997).

Sasakawa, K., "Sperm bundle and reproductive organs of carabid beetles tribe Pterostichini (Coleoptera: Carabidae)", *Naturwissenschaften*, 94: 384-391 (2007).

Schütt, C., Nöthiger, R., "Structure, function and evolution of sex-determining systems in dipteran insects", *Development*, 127: 667-677 (2000).

Scott, A.C., "Haploidy and aberrant spermatogenesis in a Coleopteran, *Micromalthus debilis* Leconte", *J. Morphol.*, 59: 485-515 (1936).

Selness, A.R., "Tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) as an indicator taxon of environmental quality in Minnesota State Parks", *Report Submitted to the Minnesota Department of Natural Resources*, 1-11 (1999).

Serrano, A.R.M., "Some aspects on the in sight of insect biology: Are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) well studied? A myth or reality?", *Narendra Publishing House*, Delhi, 69-89 (2000).

Serrano, A.R.M., Collares-Pereira, M.J., "Cytotaxonomic study of *Cephalota hispanica* (Gory, 1833) and *Spiralia maura* (Linnaeus, 1758), two cicindelids from Portugal (Coleoptera)", *Genetica*, 79: 69-75 (1989).

Serrano, J., "Diferencias cariotipicas entre *Cicindela maroccana pseudomaroccana* y *Cicindela campestris* (Col. Cicindelidae)", *Bol. Asoc. esp. Entomol.*, 4: 65-68 (1980a).

Serrano, J., “*Scarites buparius*, a caraboid beetles with an X_1X_2Y sex-chromosome system”, *Experientia*, 36: 1042-1043 (1980b).

Serrano, J., “Male achiasmatic meiosis in Caraboidea (Coleoptera, Adephaga)”, *Genetica*, 57: 131-137 (1981).

Serrano, J., “A chromosome study of *Scarites occidentalis* (Coleoptera, Caraboidea)”, *Experientia*, 40: 208-209 (1984).

Serrano, J., “Adaptations, dynamics and evolution of Carabid beetles: A karyotypic approach to caraboid evolution”, *Springer Verlag*, Stuttgart, 221-234 (1986).

Serrano, J., Galián, J., “Phylogeny and Classification of Caraboidea: A review of karyotypic evolution and phylogeny of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae)”, *Mus. Reg. Sci. Nat.*, Torino, 191-228 (1998).

Serrano, J., Galián, J., Ortiz, A., “Cicindelid beetles without multiple sex chromosomes (Coleoptera, Caraboidea)”, *Can. J. Genet. Cytol.*, 28: 235-239 (1986).

Serrano, J., Galián, J., Reyes-Castillo, P., “Karyotypic evolution and phylogeny of Mexican Passalidae (Coleoptera: Polyphaga: Scarabaeoidea)”, *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 36: 159-167 (1998).

Sharma, P.C., “Karyomorphology of three arboreal species of Indian tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae: Collyrinae) from Himachal Pradesh”, *International Symposium on Recent Adventures in Cytogenetic Research*, Kurushetra, India, 152-178 (1988).

Shull, V.L., Vogler, A.P., Baker, M.D., Maddison, D.R., Hammond, P.M., “Sequence alignment of 18S ribosomal RNA and the basal relationships of adephagan beetles: evidence for monophyly of aquatic families and the placement of Trachypachidae”, *Syst. Biol.*, 50: 945-969 (2001).

Smith, S.G., “The cyto-taxonomy of Coleoptera”, *Can. Entomol.*, 82: 58-68 (1950).

Smith, S.G., Edgar, R.S., “The sex-determining mechanism in some North American Cicindelidae (Coleoptera)”, *Rev. Suisse Zool.*, 61: 657-667 (1954).

Smith, S.G., Virkki, N., “Animal cytogenetics. vol.3: Insecta, part 5: Coleoptera”. *Gebruder Borntraeger*, Berlin-Stuttgart, 102-152 (1978).

Stegnii, V.N., “Genome architectonics, systemic mutations, and evolution”, *Novosib. Univ.*, Novosibirsk, 63-74 (1993).

Stevens, N.M., “Studies in spermatogenesis. II”, *Carneg. Inst. Wash.*, 36: 33-74 (1906).

Stevens, N.M., "Further studies on the chromosomes of Coleoptera", *J. Exp. Zool.*, 6: 101-121 (1909).

Sturtevant, A.H., "A history of genetics", *Cold Spring Harbor Laboratory Pres*, 71-78 (2001).

Şekeroğlu, E., Aydın, G., "Distribution and habitats of the tiger beetle *Megacephala euphratica* in the Çukurova Delta, southern Turkey (Coleoptera: Cicindelidae)", *Zoology in the Middle East*, 27: 87-90 (2002).

Şen, Z., "İklim değişikliği ve su kaynaklarına etkisi", *İklim Değişikliğinin Su ve Enerji Kaynaklarımıza Etkisi Paneli*, 22 Mart, İstanbul, 1-27 (2005).

Talarico, F., Romeo, M., Massolo, A., Brandmayr, P., Zetto, T., "Morphometry and eye morphology in three species of Carabus (Coleoptera: Carabidae) in relation to habitat demands", *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 45(1): 33-38 (2007).

Thiele, H.U., "Carabid beetles in their environments: A study on habitat selection by adaptations in physiology and behavior", *Springer Verlag*, Berlin, 23-37 (1977).

Trautner, J., Geigenmüller K., "Tiger Beetles-Ground Beetles. Illustrated key to the Cicindelidae and Carabidae of Europa", *Margraf*, Germany, 93-107 (1987).

Tsai, T.S., Lee, C.M., Lin, J.T., Wu, C.Y., "Studies on the compound eyes of *Cicindela aurulenta* Fabricus (Coleoptera: Cicindelidae)", *Chinese J. Entomol.*, 15: 203-213 (1995).

Tsurusaki, N., Nakano, S., Katakura, H., "Karyotypic differentiation in the phytophagous ladybird beetles *Epilachna vigintioctomaculata* complex and its possible relevance to the reproductive isolation, with a note on supernumerary Y chromosomes found in *E. pustulosa*", *Zool. Sci.*, 10: 997-1015 (1993).

Tuzla, A., "Bazı Simuliidae (Diptera) türlerinin sitotaksonomik özelliklerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 29-42 (2008).

Türkoğlu, Ş., "Türkiye'de yayılış gösteren bazı çekirge (Insecta, Orthoptera) türlerinde karyolojik incelemeler", Doktora Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas, 15-79 (2001).

Türkoğlu, Ş., Koca, S., "Chromosomes of *Oedipoda schochi schochi* and *Acrotylus insbricus* (Orthoptera, Acrididae, Oedipodinae). Karyotypes and C- and G- band patterns", *Turk.J.Zool.*, 26: 327-332 (2002a).

Türkoğlu, Ş., Koca, S., "Karyotype, C- and G-band patterns and DNA content of *Callimenus (=Bradyporus) macrogaster macrogaster*", *Journal of Insect Science*, 2(24): 1-4 (2002b).

Türkoğlu, Ş., Koca, S., Akpınar, N., “Karyological observations on the field cricket, *Gryllus campestris* L. (Gryllidae, Orthoptera)”, *Zoology in the Middle East*, 28: 113-117 (2003).

Ueno, T., Tanaka, T., “Comparison between primary and secondary sex ratios in parasitoid wasps using a method for observing chromosomes”, *Entomol. Exper. Appl.*, 82, 105-108 (1997).

Uniyal, V.P., Bhargav, V., “Tiger beetles. Field study in the Shivaliks of Himachal Pradesh”, *Wildlife Institute of India*, Dehradun, 47-51 (2007).

Vitturi, R., Catalano, E., Sparacio, I., Colomba, M.S., Morello, A., “Multiple-chromosome sex systems in the darkling beetles *Blaps gigas* and *Blaps gibba* (Coleoptera, Tenebrionidae)”, *Genetica*, 97: 225-233 (1996).

Vogler, A.P., Barraclough, T.G., “Phylogeny and classification of Caraboidea: Reconstructing shifts in diversification rate during the radiation of Cicindelidae (Coleoptera)”, *XXth International Congress of Entomology*, Florence, Italy, 251-260 (1998).

Vogler, A.P., Pearson, D.L., “A molecular phylogeny of the tiger beetles (Cicindelidae): Congruence of mitochondrial and nuclear rDNA data sets”, *Mol. Phylogenet. Evol.*, 6: 321-338 (1996).

Vogler, A.P., Welsh, A., “Phylogeny of North American Cicindela tiger beetles inferred from multiple mitochondrial DNA sequences”, *Mol. Phylogenet. Evol.*, 8: 225-235 (1997).

Vogler, A.P., Welsh, A., Hancock, J.M., “Phylogenetic analysis of slippage-like sequence variation in the V4 rDNA expansion segment in tiger beetles (Cicindelidae)”, *Mol. Biol. Evol.*, 14: 6-19 (1997).

Vorontsov, N.N., “Development of evolutionary ideas in biology”, *Progress-Traditsiya*, Moscow, 38-41 (1999).

Ward, R.D., “Carabid beetles: Their evolution, natural history and classification: Metathoracic wing structure as phylogenetic indicators in the Adephaga (Coleoptera)”, *The Hague*, Netherlands, 82-97 (1979).

Werner, K., “The tiger beetles of Africa. vol. 1”, *HradecKralove: Taita Publishers*, 51-65 (2000).

White, M.J.D., “Animal cytology and evolution”, *Cambridge Univ. Press*, Cambridge, 107-116 (1973).

Wiesner, J., “Verzeichnis der sandlaufkafer der welt. Checklist of the tiger beetles of the world”, *Keltern, Verlag Erna Bauer*, 1-84 (1992).

Wolf, K.W., "The structure of condensed chromosomes in mitosis and meiosis of insects," *Int. J. Insect Morphol. Embryol.*, 25(1-2): 37-62 (1996).

Yadav, J.S., Burra, M.R., "Karyotypic studies on *Cicindela* Linné subgenus *Cylindera* Westwood (Adephaga: Coleoptera)", *Internat. Symp. Recent Adv. Cytogenet. Res.*, Kurukshetra-India, 92-98 (1988).

Yadav, J.S., Burra, M.R., Dange, M.P., "Chromosome number and sex-determining mechanism in 32 species of Indian Coleoptera (Coleoptera, Insecta)", *Nat. Acad. Sci. Letters.*, 12: 93-97 (1989).

Yadav, J.S., Burra, M.R., Singh, J., "Chromosome number and meioformulae in 36 species of Indian Coleoptera (Insecta)", *Nat. Acad. Sci. Letters.*, 10: 223-227 (1987).

Yadav, J.S., Kondal, K., Yadav, A.S., "Cytology of *Cicindela (Myriochile) undulata* and *C. (M.) fastidiosa* with a summary of chromosomal data on the Cicindelidae", *Cicindela*, 17: 1-12 (1985).

Zacaro, A.A., Proença, S.J.R., Lopes-Andrade, C., Serrano, A.R.M., "Cytogenetic analysis of Ctenostomini by C-banding and rDNA localization and its relevance to the knowledge of the evolution of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae)", *Genetica*, 122: 261-268 (2004).

Zhimulev, I.F., "General and Molecular Genetics. a textbook", *Sibir. Univ.*, Novosibirsk, 55-72 (2003).

EKLER

EK-1. Farklı biyocoğrafik bölgelere ait Cicindelidae türleri üzerinde yapılan sitogenetik çalışmalar

Tür (Cicindelini tribusu)	2n	Mayoformül	Biyocoğrafik Bölge	Kaynak
<i>Calochroa sexpunctata</i>	23 (♂)	10 + XXY	Kosmopolit	[Jones, 1960; Smith ve Edgar, 1954; Yadav ve ark., 1987]
<i>Cicindela (Cicindela) campestris</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Palearktik	[Guénin, 1952; Serrano, 1980a]
<i>Cicindela (Cicindela) hybrida</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Palearktik	[Guénin, 1952; Giers, 1977; Galián ve ark., 1990a]
<i>Cicindela (Cicindela) maroccana</i>	23 (♂)	9 + XXXXY	Palearktik	[Serrano, 1980a]
<i>Cicindela (Cicindela) silvicola</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Palearktik	[Guénin, 1952]
<i>Cicindela (Cicindela) repanda</i>	21 (♂)	9 + XXY	Neartik	[Smith ve Edgar, 1954]
<i>Cicindela (Cicindela) sexguttata</i>	21 (♂)	9 + XXY	Neartik	[Smith ve Edgar, 1954]
<i>Cicindela (Cicindela) oregona</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Neartik	[Galián ve ark., 1990a]
<i>Cicindela (Pachydela) scutellaris</i>	21 (♂)	9 + XXY	Neartik	[Smith ve Edgar, 1954]
<i>Cicindela (Tribonia) tranquebarica</i>	21 (♂)	9 + XXY	Neartik	[Smith ve Edgar, 1954]
<i>Lophyridia littoralis</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Palearktik	[Guénin, 1952; Giers, 1977; Galián ve ark., 1990a]
<i>Lophyridia chloris</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987]
<i>Lophyridia funerea</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987]
<i>Lophyridia sumatrensis</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1989]
<i>Lophyridia angulata</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1989]
<i>Cosmodela duponti</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987]
<i>Cosmodela intermedia</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987; Mittal ve ark., 1989]
<i>Cosmodela virgula</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987]
<i>Lophyra (Lophyra) flexuosa</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Palearktik	[Galián ve ark., 1990a]
<i>Lophyra (Lophyra) striatifrons</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987]
<i>Lophyra (Lophyra) catena</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Dasgupta, 1967]
<i>Lophyra (Spilodia) multiguttata</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987]
<i>Lophyra (Spilodia) striolata</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987]
<i>Lophyra (Spilodia) vittigera</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1989]
<i>Chaetodera albina</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987; Mittal ve ark., 1989]
<i>Chaetodera vigintiguttata</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Smith ve Edgar, 1954]
<i>Jansenia indica</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987]
<i>Jansenia chloropleura</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1989]

EK-1 (Devam). Farklı biyocoğrafik bölgelere ait Cicindelidae türleri üzerinde yapılan sitogenetik çalışmalar

Tür (Cicindelini tribusu)	2n	Mayoformül	Biyocoğrafik Bölge	Kaynak
<i>Taenidia deserticoloides</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Palearktik	[Galián ve ark., 1990a]
<i>Taenidia circumdata</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Palearktik	[Galián ve ark., 1990a]
<i>Taenidia litorea</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Palearktik	[Serrano ve ark., 1986]
<i>Cylindera (Cylindera) germanica</i>	18 (♂)	8 + XY	Palearktik	[Giers, 1977]
<i>Cylindera (Cylindera) paludosa</i>	15 (♂) 16 (♀)	7 + X0 7 + XY	Palearktik	[Serrano ve ark., 1986; Galián ve ark., 1990a]
<i>Cylindera (Cylindera) dromicoides</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1989]
<i>Cylindera (Eugrapha) agnata</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve Burra, 1988]
<i>Cylindera (Eugrapha) agnata</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Mittal ve ark., 1989]
<i>Cylindera (Eugrapha) cognata</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Smith ve Edgar, 1954; Yadav ve Burra, 1988]
<i>Cylindera (Eugrapha) minuta</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987; Yadav ve Burra, 1988]
<i>Cylindera (Eugrapha) bigemina</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987; Yadav ve Burra, 1988]
<i>Cylindera (Ifasina) holosericea</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Yadav ve Burra, 1988]
<i>Cylindera (Ifasina) spinolia</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987; Yadav ve Burra, 1988]
<i>Cylindera (Ifasina) triguttata</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987]
<i>Cylindera (Ifasina) viridilabris</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1987; Yadav ve Burra, 1988]
<i>Myriochile (Myriochile) undulata</i>	21 (♂)	9 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1989]
<i>Myriochile (Myriochile) undulata</i>	25 (♂)	11 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1985]
<i>Myriochile (Myriochile) melancholica</i>	22 (♂)	9 + XXXY	Palearktik	[Galián ve ark., 1990a]
<i>Myriochile (Monelica) fastidiosa</i>	23 (♂)	10 + XXY	Oriental	[Yadav ve ark., 1985]
<i>Cephalota hispanica</i>	21 (♂) 20 (♀)	9 + X ₁ X ₂ Y 9 + X ₁ X ₂	Palearktik	[Serrano ve Collares-Pereira, 1989]
<i>Spiralia maura</i>	22 (♂) 21 (♀)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y 9 + X ₁ X ₂ X ₃	Palearktik	[Serrano ve Collares-Pereira, 1989; Galián ve ark., 1990a]

EK-1 (Devam). Farklı biyocoğrafik bölgelere ait Cicindelidae türleri üzerinde yapılan sitogenetik çalışmalar

Tür (Cicindelini tribusu)	2n	Mayoformül	Biyocoğrafik Bölge	Kaynak
<i>Cicindela (Rivacindela) cardinalba</i>	24 (♂)	10 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Australian	[Galián ve Hudson, 1999]
<i>Cicindela (Rivacindela) sp</i> (<i>saetigera</i> group)	26 (♂) 28 (♀)	11 + X ₁ X ₂ X ₃ Y 11 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃	Australian	[Galián ve Hudson, 1999]
<i>Cicindela (Rivacindela) gillesensis</i>	26 (♂) 28 (♀)	11 + X ₁ X ₂ X ₃ Y 11 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃	Australian	[Galián ve Hudson, 1999]
<i>Prothyma lepieurii</i>	27 (♂) 28 (♀)	12 + X ₁ X ₂ Y 12 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂	Afrotropikal	[Proença ve ark., 1999b]
<i>Euryarthron festivum</i>	25 (♂) 26 (♀)	11 + X ₁ X ₂ Y 11 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂	Afrotropikal	[Proença ve ark., 1999b]
<i>Ropaloteres feisthameli</i>	25 (♂) 28 (♀)	10 + X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ Y 10 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃ X ₄ X ₄	Afrotropikal	[Proença ve ark., 1999b]
<i>Hipparidium interruptum</i>	24 (♂) 26 (♀)	10 + X ₁ X ₂ X ₃ Y 10 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃	Afrotropikal	[Proença ve ark., 1999b]
<i>Odontocheila confusa</i>	22 (♂) 22 (♀)	10 + XY 10 + XX	Neotropikal	[Proença ve ark., 2002a]
<i>Odontocheila nodicornis</i>	35 (♂) 36 (♀)	17 + X0 17 + XX	Neotropikal	[Proença ve ark., 2002a]
<i>Cicindela flexuosa</i>	22 (♂) 24 (♀)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y 9 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃	Palearttik	[Proença ve Galián, 2003]
<i>Cicindela littoralis</i>	22 (♂) 24 (♀)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y 9 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃	Palearttik	[Proença ve Galián, 2003]
<i>Cicindela argentata</i>	21 (♂) 22 (♀)	9 + X ₁ X ₂ Y 9 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂	Neotropikal	[Proença ve ark., 2004]
<i>Cicindela aurulenta</i>	22 (♂) 24 (♀)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y 9 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃	Oriental	[Proença ve ark., 2004]
<i>Cicindela suturalis</i>	23 (♂) 26 (♀)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ Y 9 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃ X ₄ X ₄	Neotropikal	[Proença ve ark., 2004]
<i>Prothyma concinna</i>	25 (♂)	10 + X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ Y	Afrotropikal	[Proença ve ark., 2005a]
<i>Elliptica lugubris</i>	22 (♂) 24 (♀)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y 9 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃	Afrotropikal	[Proença ve ark., 2005a]
<i>Ropaloteres cinctus</i>	27 (♂)	11 + X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ Y	Afrotropikal	[Proença ve ark., 2005a]

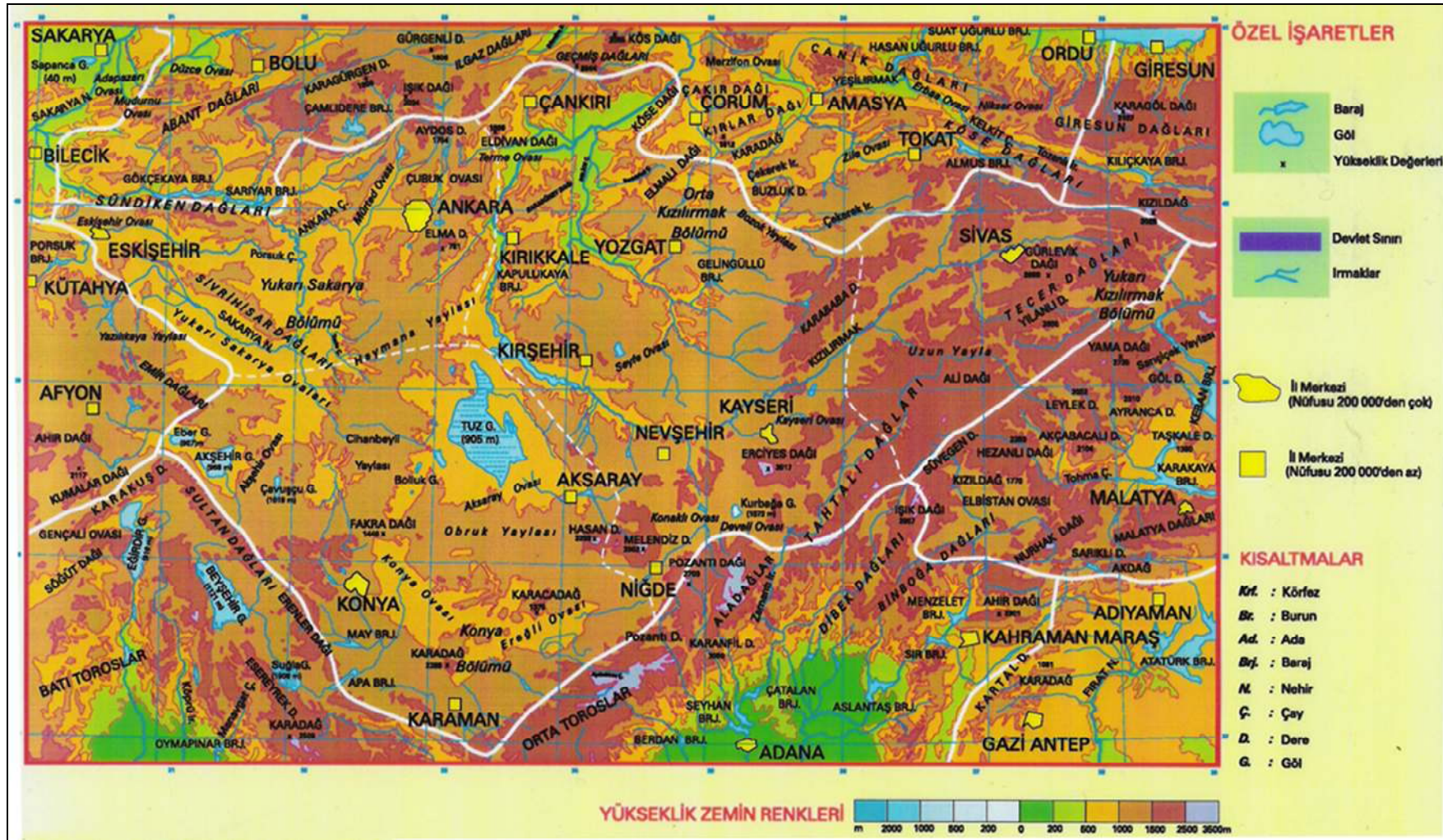
EK-1 (Devam). Farklı biyocoğrafik bölgelere ait Cicindelidae türleri üzerinde yapılan sitogenetik çalışmalar

Tür (Cicindelini tribusu)	2n	Mayoformül	Biyocoğrafik Bölge	Kaynak
<i>Cicindela duodecimguttata</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindela formosa generosa</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindela pimeriana</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindela repanda</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindela sexguttata</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindela splendida</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia aterrima</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia flohri</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia nebuligera</i>	21 (♂)	9 + X ₁ X ₂ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia nigrocoerulea</i>	23 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia obsoleta</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia ocellata</i>	21 (♂)	9 + X ₁ X ₂ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia punctulata</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia roseiventris mexicana</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia rufiventris</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia rugatilis</i>	21 (♂)	9 + X ₁ X ₂ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cicindelidia sedecimpunctata</i>	21 (♂)	9 + X ₁ X ₂ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cylindera hemychrysea</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Cylindera lemniscata</i>	23 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Ellipsoptera marginata</i>	23 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Ellipsoptera marutha</i>	23 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Habroscelimorpha dorsalis</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Habroscelimorpha fulgoris</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Habroscelimorpha severa</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Pachydela scutellaris</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]
<i>Tribonia tranquebarica</i>	22 (♂)	9 + X ₁ X ₂ X ₃ Y	Neartik	[Galián ve ark., 2007]

EK-1 (Devam). Farklı biyocoğrafik bölgelere ait Cicindelidae türleri üzerinde yapılan sitogenetik çalışmalar

Tür (Megacephalini tribusu)	2n	Mayoformül	Biyocoğrafik Bölge	Kaynak
<i>Megacephala euphratica</i>	31 (♂)	15 + X0	Palearktik	[Serrano ve ark., 1986]
<i>Megacephala whelani</i>	26 (♂)	12 + XY	Australian	[Galián ve Hudson, 1999]
<i>Megacephala megacephala</i>	27 (♂) 28 (♀)	12 + X ₁ X ₂ Y 12 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂	Afrotropikal	[Proença ve ark., 1999b]
<i>Megacephala (Phaeoxantha) cruciata</i>	31 (♂) 32 (♀)	15 + X0 15 + XX	Neotropikal	[Proença ve ark., 2005b]
<i>Megacephala (Tetracha) sobrina</i>	29 (♂) 30 (♀)	14 + X0 14 + XX	Neotropikal	[Proença ve ark., 2005b]
<i>Megacephala (Tetracha) rutilans</i>	25 (♂) 26 (♀)	12 + X0 12 + XX	Neotropikal	[Proença ve ark., 2005b]
<i>Megacephala (Tetracha) brasiliensis</i>	12 (♂) 12 (♀)	5 + XY 5 + XX	Neotropikal	[Proença ve ark., 2002b]
<i>Oxycheila (Oxycheila) tristis</i>	29 (♂) 32 (♀)	12 + X ₁ X ₂ X ₃ X ₄ Y 12 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂ X ₃ X ₃ X ₄ X ₄	Neotropikal	[Proença ve ark., 2005b]
Tür (Collyrini tribusu)	2n	Mayoformül	Biyocoğrafik Bölge	Kaynak
<i>Neocollyris crassicornis</i>	27 (♂)	12 + XXY	Oriental	[Sharma, 1988]
<i>Neocollyris fuscitarsis</i>	27 (♂)	12 + XXY	Oriental	[Sharma, 1988]
<i>Neocollyris redtenbacheri</i>	27 (♂)	12 + XXY	Oriental	[Sharma, 1988]
Tür (Ctenostomini tribusu)	2n	Mayoformül	Biyocoğrafik Bölge	Kaynak
<i>Ctenostoma (Procephalus) ornatum ornatum</i>	17 (♂) 18 (♀)	7 + X ₁ X ₂ Y 7 + X ₁ X ₁ X ₂ X ₂	Neotropikal	[Zacaro ve ark., 2004]

EK-2. İç Anadolu Bölgesi fiziki haritası



EK-3. Tül atrap ile Cicindelid örneklerinin yakalanması



EK-4. Su basması sonucu Cicindeliid habitatlarındaki yok olma: a) Hirfanlı Baraj kenarı 2007 yılı durumu, b) Aynı alanda (ok ile gösterilen) artan yağmurlarla meydana gelen su yükselmesi [Yavuz Koçak, 2007-2009]



EK-5. Kayseri-İncesu Kurbağa Gölü değerlendirmesi: a) 1978 yılında yazar tarafından yapılan ve örneklerin toplandığı çalışmada göl havzasının durumu [Cassola, 1999], b) Kayseri-İncesu Kurbağa Gölü havzasının son durumu [Yavuz Koçak, 2009]



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KOÇAK, Yavuz
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 06.11.1980 – Ankara
 Medeni hali : Evli, 1 çocuklu
 Telefon : 0386 211 46 12
 Faks : 0386 211 45 25
 e-mail : ykocak80@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Biyoloji	2005
Lisans	Erciyes Üniversitesi / Biyoloji	2002
Lise	Mehmetçik Süper Lisesi	1998

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006–....	Ahi Evran Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2002–2006	Gazi Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce (ÜDS: 70.00)

Yayınlar

1. Kocak, Y., Gaffaroglu, M. and Yuksel, E., “*In vivo* micronuclei induction by food additive citric acid in peripheral erythrocytes of the fish *Tinca tinca*”, *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(8a): 1608-1614 (2010).

Katıldığı ulusal ve uluslararası kongreler

1. XX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-25 Haziran, Denizli, 2010
Dorcadion anaticum Pic, 1900 (Cerambycidae: Coleoptera)'un karyotip analizi
A.Y. Okutaner, Y. Koçak, E. Yüksel
2. XX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-25 Haziran, Denizli, 2010
Agapanthia lateralis Ganglbauer, 1884 (Cerambycidae: Coleoptera)'in karyotip analizi
A.Y. Okutaner, Y. Koçak, E. Yüksel
3. XX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-25 Haziran, Denizli, 2010
Bazı ekolojik faktörlerin İç Anadolu Bölgesi'ndeki Cicindelidae (Coleoptera) popülasyonlarının yayılışı üzerine olası etkileri
Y. Koçak, A.Y. Okutaner, E. Yüksel
4. XIX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran, Trabzon, 2008
Lophyridia fischeri (Cicindelidae: Coleoptera)'nin karyotip analizi
Y. Koçak, J. Galián, E. Yüksel, M. Gaffaroğlu
5. XIX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran, Trabzon, 2008
Spalax leucodon Nordman (kör fare) türüne ait bazı dokularda yağda eriyen vitaminlerin ve total kolesterol değerlerinin araştırılması
M. Bahşi, E. Yüksel, Ö. Yılmaz, A. Dayangaç, Y. Koçak, M. Güvenç
6. XIX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran, Trabzon, 2008
Kör fare (*Spalax leucodon*, Nordman)'nin karaciğer ve akciğerlerinde bulunan yağ asit kompozisyonunun belirlenmesi
Y. Koçak, M. Bahşi, Ö. Yılmaz, A. Dayangaç, M. Güvenç, M. Gaffaroğlu
7. 6th International Congress of Turkish Society of Toxicology, November 2-5, Antalya, 2006
Genotoxic effect of citric acid on erythrocytes of *Tinca tinca* (L., 1758) (Pisces: Cyprinidae)
E.Yüksel, Y.Kocak, M.Gaffaroglu

Projeler

1. İç Anadolu Bölgesi'nde Yayılış Gösteren Bazı Cicindelidae (Coleoptera) Türleri Üzerinde Taksonomik ve Sitogenetik Çalışmalar
E. Yüksel, Y. Koçak, H. Özdikmen, M. Gaffaroğlu, A.Y. Okutaner
Gazi Üniversitesi Araştırma Fonu (05/2008–45) (Tamamlandı, 2011)
2. Cicindelidae (Coleoptera) Familyasına Ait Bazı Türler Üzerinde Sitogenetik Analizler
E. Yüksel, Y. Koçak, H. Özdikmen, M. Gaffaroğlu
Gazi Üniversitesi Araştırma Fonu (05/2007–37) (Tamamlandı, 2011)

3. Ankara ve Çevresi Bazı Cerambycidae (Coleoptera) Türleri Üzerine Taksonomik ve Sitogenetik Çalışmalar
E. Yüksel, A.Y. Okutaner, H. Özdikmen, Y. Koçak, M. Gaffaroğlu
Gazi Üniversitesi Araştırma Fonu (05/2008–44) (Tamamlandı, 2011)
4. Türkiye’deki Bazı Spalax’ların Karyotip, Nükleolus Organizatör Bölge ve C-Bantlama Analizleri
E. Yüksel, M. Gaffaroğlu, Y. Koçak
Gazi Üniversitesi Araştırma Fonu (05/2005–46) (Tamamlandı, 2008)
5. *Pseudophoxinus elizavetae* ve *Pseudophoxinus zekayi* (Pisces, Cyprinidae)’de Kromozomal Araştırmalar
E. Yüksel, M. Karasu, M. Gaffaroğlu, Y. Koçak
Gazi Üniversitesi Araştırma Fonu (05/2010–13) (Devam Ediyor)

Yurtdışı deneyimleri

TR/06/A/F/PL2-016 proje numaralı

“AB Üyesi Ülkelerde Fen Edebiyat Fakültesi Lisans ve Lisansüstü Öğrencilerin İstihdam Alanları” konulu

Leonardo Da Vinci II projesi ile 03.07.2006 ile 01.10.2006 tarihleri arasında 3 ay süre ile İspanya’nın Sevilla şehrinde “Universidad de Sevilla” da alanımla ilgili çalışmalar yaptım.

Aynı dönem içerisinde Universidad de Murcia, Departamento de Biología Animal’de Prof.Dr. José Galián ile Cicindelidae (Coleoptera) kromozomları üzerine çalışma.

Hobiler

Doğa Fotoğrafçılığı, Kitap okumak