

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN EVRİMİ: *Chorthippus biguttulus* TÜR
GRUBUNUN ANADOLU'DA ÇEŞİTLENMESİ**

Deniz ŞİRİN

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2009

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN EVRİMİ: *Chorthippus biguttulus* TÜR
GRUBUNUN ANADOLU'DA ÇEŞİTLENMESİ**

Deniz ŞİRİN

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2009

**BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN EVRİMİ: *Chorthippus biguttulus* TÜR
GRUBUNUN ANADOLU'DA ÇEŞİTLENMESİ**

Deniz ŞİRİN

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**Bu tez 2005.03.0121.009 proje numarası ile Akdeniz Üniversitesi Bilimsel
Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.**

2009

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN EVRİMİ: *Chorthippus biguttulus* TÜR
GRUBUNUN ANADOLU'DA ÇEŞİTLENMESİ**

Deniz ŞİRİN

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**Bu tez / / 2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile
kabul / red edilmiştir.**

Prof. Dr. Battal ÇIPLAK (Danışman).....
Prof. Dr. Ali ERDOĞAN.....
Prof. Dr. Mehmet Ziya FIRAT.....
Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU.....
Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI.....

ÖNSÖZ

Anadolu var olageldiği jeolojik süreçlerde, dönem dönem farklı kara parçaları ile temasa geçmiş ve sonrasında ayrılarak izole kalmıştır. Bu birliktelikler kendi faunasının diğer alanlara yayılışına ve o alanlardan kendisine de farklı canlı gruplarının göç etmesine olanak sağlamıştır. Kıta hareketliliğinin yanı sıra yaklaşık son 1.8 milyon yıldaki büyük iklimsel değişimler (buzul dönemleri) canlıların yayılışlarını genişletme ve daraltma yönünde zorlamıştır. Bu değişimler zengin topografyaya sahip Anadolu'yu canlıların hayatta kalabilecekleri bir sığınak haline getirmiştir. Avrupa'nın güney sığınaklarına nazaran Anadolu'nun daha da güneyde bulunması ve zengin mikro-makro iklimsel değişimlere sahip olması, canlılara değişen bu çevre koşullarına uyumda geniş alanlar sağlamıştır. Bu özellikler Anadolu'nun günümüzde sahip olduğu zengin biyolojik çeşitliliğin ana nedenleri olarak gösterilebilir.

Anadolu'nun bu değişimler sırasında farklı gruplar için nasıl rol oynadığı bilim insanları için merak konusu olmuştur. Çeşitli veri kaynaklarına dayanarak, *C. biguttulus* grubunun son dönem iklim değişimlerinden nasıl etkilendiği ve türleştiği hakkında çeşitli hipotezler üretilmiştir. Benzer niteliklere sahip bir çalışma ile Anadolu açısından bu grubu incelemek, genelde grubun kolonileşmesine özelde ise Anadolu'nun bu duruma olan katkısının anlaşılmasına yardımcı olacağı düşünülmüştür. Dolayısıyla yakın akraba türlerden oluşan bu grubun Anadolu sığınağındaki durumunun anlaşılması ile çeşitliliğin temelindeki sebepleri ve süreçleri anlayarak Anadolu'nun günümüzdeki durumuna nasıl geldiğini anlamaya ışık tutacağı düşünülmüştür.

Bu çalışmanın planlanmasından gerçekleştirilmesine kadar her aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli Danışmanım Prof. Dr. Battal ÇIPLAK'a (Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü), ve Almanya'da gerçekleştirilen DNA dizileme çalışmalarının gerçekleştirilmesi, bir kısım ses kayıtlarının yapılması ve bunların sonuçların yorumlanmasında tezimin ikinci danışmanı pozisyonundaki Pd. Dr. Frieder MAYER'e (Berlin Doğa Tarihi Müzesi, Almanya); tez izleme komitesi içerisinde yer alan, yapıcı eleştiri ve önerileriyle değerli katkılarda bulunan Sayın Prof. Dr. Ali ERDOĞANA'na (Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü) ve Sayın Prof. Dr. Mehmet Ziya FIRAT'a

(Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü); çalışma konusu hakkında fikir, öneri ve yardımlarını esirgemeyen ve bundan yaklaşık 2 ay önce kaybettiğimiz Prof. Dr. Otto von HELVERSEN (Erlangen, Almanya)'e; kişisel laboratuvarını ve kütüphanesini kullanmama izin veren Dr. Fer WILLEMSE (Eygelsheven, Hollanda)'ye; ses kayıtlarının yapılmasında, örneklerin toplanmasında ve çalışmanın tüm aşamalarında her türlü destek ve yardımlarından dolayı Ar.Gör. Mehmet Sait TAYLAN'a (Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü); ayak hareketli ses kayıt sistemini Antalya'ya getiren ve sistemin tüm inceliklerini şahsıma öğreten, 2004 yılında gerçekleştirilen tüm arazilere şahsi aracıyla da destek veren ve Almanya'da bulunduğum tüm sürede her türlü yardımını gördüğüm Dr. Dirk BERGER (Museum für Tierkunde, Dresden, Almanya)'e; çalışmanın moleküler verilerinin elde edilmesinde yardımlarından dolayı Andrea SANDER (Erlangen, Almanya); elde edilen verilerin analiz edilmesinde yardımcı olan Sarp KAYA (Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü)'ya; ayak hareketli ses kayıtların analizinin yapılabilmesi için yazdığı programın kullanılmasını öğreten Wolfram Schulze (Erlangen, Almanya)'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yurtdışındaki arazi çalışmalarında ve yaşamında yardımlarını esirgemeyen Brigitte GOTTSBERGER (Wien, Avusturya), Dragan CHOBANOV'a, Jana USTINOVA (Erlangen, Almanya) ve Burkard PFEIFFER (Erlangen, Almanya)'e; yaptığı çalışma ile bu tür çalışmaların gelişmesinde yüksek lisans çalışması ile ilk kıvılcımı çakan Abbas MOL'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmam gereği yurtdışında bulunduğum dönemde, Bölümümüzdeki yükü benim yerime de sırtlayan Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Araştırma Görevlilerinden İsmail Gökhan DENİZ, Gürkan SEMİZ, Elif ODABAŞ KÖSE, Sezgi ŞEREF GÜN, Özge ÇETİN, Esra AYDEMİR ARSLAN, Ece ŞİMŞEK, Serap KOCAOĞLU, İlker ÇİNBİLGİN, Candan AYKURT, Mehmet Sait TAYLAN, Hakan KARAARDIÇ, Yusuf KURT, Banu BİLGİN, Eşref DEMİR'e; Bölümümüz uzmanları olan Mehmet Rızzan TUNÇ, Hüseyin ÇETİN'e; Dr. Ebru ÇELEN (Antalya), Yrd. Doç. Dr. Tamer ALBAYRAK (Burdur) ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa YAVUZ (Antalya)'a ve burada değinemediğim bölümümüz yüksek lisans ve

doktora öğrencilerine ve tabi ki Bölümümüzün hoşgörülü sekreteri Selda CİVRİL'e teşekkürlerimi sunarım.

Gerek laboratuvar çalışmalarının gerçekleştirilmesinde gerekse de bölümümüze ses kayıt laboratuvarını kurmamda sağladığı olanaklardan dolayı Akdeniz Üniversitesi Biyoloji Bölümüne ve 40 yıllık konudaki deneyimlerini benimle paylaşan Universitaet Erlangen-Nuernberg (Almanya) Institut fuer Zoologie II Bölümüne; çalışmanın yapılması için gerekli maddi desteği sağlayan Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne (Proje No: 2005.03.0121.009); yurtdışındaki araştırmalarımı gerçekleştirebilmem için gerekli maddi desteği sağlayan DAAD (Deutscher Akademischer Austausch Dienst, Alman Akademik Değişim Servisi)'ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Karşılaştığım her türlü zorlukta her daim yanımda olan eşim Duygu YAŞAR ŞİRİN'e, anneme, babama, ablalarım ve tüm akrabalarım, burada değinemediğim fakat bu çalışmada emeği geçen ve desteklerini esirgemeyen özellikle arkadaşlarım ve tüm kurumlara sonsuz teşekkürlerimi ve minnettarlığımı sunarım.

ÖZET

BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN EVRİMİ: *Chorthippus biguttulus* TÜR GRUBUNUN ANADOLU'DA ÇEŞİTLENMESİ

Deniz ŞİRİN

Doktora Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Battal ÇIPLAK

Haziran, 2009, 203 sayfa

Türleşme mekanizmaları ve türün tanımlanması biyoloji içerisinde çok tartışılmış ve halen tartışmalı bir konudur. Eşeylerle üreyen organizmalarda, tür aralarında fiilen ya da potansiyel olarak üreyebilen gruplardan oluşur ve diğerlerinden zigot öncesi ya da sonrası mekanizmalarla izoledirler. Bu nedenle yakın akraba türler arasındaki üreme izolasyonunun altında yatan evrimsel mekanizmaları çalışmak evrimsel araştırmaların en aktif alanlarından birisidir.

Karmaşık iletişim sistemine sahip olan *C. biguttulus* grubunda erkek ve dişi bireyler birbirlerini akustik sinyallerle bulurlar. Bu sinyaller türe özgüllük gösterir ve eşeysel seçim ve prezigotik üreme izolasyonunda rol oynarlar. *C. biguttulus* grubu akustik sinyalleri iletişim kurmakta kullandıklarından, yukarıda tanımlanan konularla ilgili olarak çok kullanılmışlardır.

Gruba ait fenotipik ve genotipik veri edinmek için uygun habitatlarda Anadolu'nun tümünü temsil edecek şekilde mümkün olduğu kadar arazi çalışması yapıldı. Arazi çalışmaları grubun üyelerinin özellikle 1500m ve üzerinde orman açıklıkları ve subalpin çayırılıkları tercih ettiğini göstermiştir. Tüm popülasyonlarda ilk olarak canlı örneklerden ses kayıtları gerçekleştirildi. Sonrasında örnekler hem moleküler hem de morfolojik çalışmalar için kullanıldı. Ses karakterleri detaylı incelendiğinde Anadolu'da üç farklı soy hattının (*C. brunneus*, *C. biguttulus*, *C. mollis*) temsilcilerinin olduğu ve bunların oluşturduğu ayak hareketi örüntüsü bu çalışma ile ilk defa detaylı olarak tartışıldı. Morfometrik ölçümler mümkün olduğu kadar fazla popülasyondan alındı ve ses karakterleri ile uyuşup uyuşmadığı test edildi. Morfometrik

analizlerin sonucu tür ya da alt tür gibi yakın akraba birimleri ayırabileceğini göstermiştir. Veriler ışığında iki yeni tür tanımlandı: *C. antecessor* Şirin ve Çıplak sp.n. farklı morfolojisi ile *C. relicticus* Şirin, Helversen ve Çıplak sp.n. ise ses karakterleri ile grubun diğer üyelerinden ayrılırlar.

Elde edilen morfolojik ve ses verilerini grubun coğrafik dağılımı ile kıyaslanması *C. antecessor* türünün *C. brunneus* alt grubunun, *C. ilkazi* türünün ise *C. biguttulus* alt grubunun muhtemel atası olduğu işaret etmektedir. Diğer taraftan moleküler veriler bu ilişkilere tam bir çözüm getirememiştir. Moleküler verilerin gösterdiği en ilginç sonuç Anadolu *C. mollis mollis* taksonunun tüm grubun muhtemel atasal formuna en yakın takson olarak gözükmesidir.

Tüm veriler birlikte değerlendirdiğinde (i) ses karakterlerinin alt grup belirlemede ve tür tanımada en etkin karakter olduğu, ancak morfolojik değerlendirmelerinde uygun analizlerle iyi sonuçlar verebileceği, (ii) grubun soğuk iklimsel koşullarını sevdiği ancak kuzeyden köken almadığı, tersine Anadolu gibi güneydeki sığınaklardan köken aldığı (iii) bu güne kadar öne sürüldüğü gibi grubun son buzul devri değil, alt gruplar için bile bu süreyi daha da geriye itmekte ve dolayısıyla grup için çok daha önce olmasının muhtemel olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Şimdiye kadar Anadolu'dan *C. biguttulus biguttulus*, *C. biguttulus hedickei*, *C. ilkazi*, *C. mollis mollis*, *C. bozdaghi*, *C. brunneus* ve *C. bornhalmi* olmak üzere yedi taksonu bilinmekteydi. Bu çalışma *C. biguttulus biguttulus* ve *C. brunneus* taksonlarının Anadolu'da yayılışlarının olmadığını ve *C. biguttulus hedickei*'nin ise *C. biguttulus euhedickei* taksonu olduğunu ve grubun iki yeni taksonun varlığı da bu çalışma ile saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: *Chorthippus biguttulus* grup, biyolojik çeşitlilik, evrim, Anadolu,

JÜRİ: Prof. Dr. Battal ÇIPLAK
Prof. Dr. Ali ERDOĞAN
Prof. Dr. Mehmet Ziya FIRAT
Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU
Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI

ABSTRACT

EVOLUTION OF BIOLOGICAL DIVERSITY: DIVERSIFICATION OF THE *Chorthippus biguttulus* SPECIES GROUP IN ANATOLIA

Deniz ŞİRİN

Ph. D. Thesis in Biology

Supervisor: Prof. Dr. Battal ÇIPLAK

June, 2009, 203 Pages

Mechanisms of speciation and hence the definition of species belong to the most discussed and controversial issues in biology. In sexually reproducing organism, a species is a group of individuals that actually or potentially interbreeding and such units are isolated from other similar groups by pre- and/or postzygotic reproductive isolation mechanisms. Thus studying the evolutionary mechanisms underlying reproductive isolation of closely related species is one of the most active areas of evolutionary biology.

Male and female of the *C. biguttulus* group find each other by acoustic signals like in many acoustically communicating animals. These signals are often species-specific and can play an important role in both sexual selection and prezygotic reproductive isolation. Members of *C. biguttulus* group communicate by acoustic signals and that is why they have widely been used in the research on the topics described above.

All field studies were carried in appropriate locations of Anatolia to obtain data for phenotypic and genetics. During field studies, distribution area of *C. biguttulus* group was found from 1500 m sometimes over and, mostly in forest remnant and subalpine meadow. In all populations, first song of animals recorded for identification of species. Afterwards specimens used for morphological and molecular studies. Song analysis showed that three sub units (*C. biguttulus*, *C. brunneus* and *C. molis*) in the *C.*

biguttulus group have members in Anatolia and their leg movement pattern described in detail with this study. Morphometric measurements carried in as man as possible populations to compare whether there are any congruent between song and morphometric analysis. Results of the morphometrics analysis showed that it is possible to discriminant closely related units such as species or subspecies with morphology based data. Two new species were described depend on data sets in *C. brunneus* sub group, *C. relicticus* according to song characters and *C. antecessor* with distinctive morphology in all sub group..

When data about morphology and song of group members combined and compared with geographical distribution, we can suggest that plausible two scenarios which are *C. antecessor* is more like to ancestral form of the *C. brunneus* sub group and *C. ilkazi* for the *C. biguttulus* sub group. Results of the molecular analysis were not able to bring any solution to relations in-group, however there was only one interesting results about molecular analyse which is *C. mollis mollis* from Anatolia looks like the ancestral form of the all group.

By evaluating morphological, song and genetic data, it is concluded that; (1) song data is the most important characters for identification off sub groups and species recognitions, beside morphology also could give useful results depend on appropriate analyses (2) group prefer the cold climatic conditions but not derivated from north, possibly from south refugias.such as Anatolia(3) up to now most literature about this group suggested that last glacial cycles is the important for the diversty of the group, however data from this study does not support this assumption but pushes the origin of the subgroups to a much earlier date in the Pleistocene period. In this case, the initial radiation within the *C. biguttulus* group should be in an earlier period.

KEY WORDS: *Chorthippus biguttulus* group, Biodiversity, Evolution, Anatolia

COMMITTEE: Prof. Dr. Battal ÇIPLAK
Prof. Dr. Ali ERDOĞAN
Prof. Dr. Mehmet Ziya FIRAT
Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU
Prof. Dr. Fevzi BARDAKÇI

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1. Gomphocerinae’de Model Bir Grup: <i>Chorthippus biguttulus</i>	5
1.2. <i>Chorthippus biguttulus</i> Grubunda Ses	7
1.3. <i>Chorthippus biguttulus</i> Grubunda Hibrit Çalışmaları	7
1.4. <i>Chorthippus biguttulus</i> Grubunda Morfoloji	10
1.5. <i>Chorthippus biguttulus</i> Grubunda Moleküler Çalışmalar	14
1.6. <i>Chorthippus biguttulus</i> Grubunun Biyocoğrafik Durumu	16
2. MATERYAL ve METOT	19
2.1. Arazi Çalışmaları ve Örneklem.....	19
2.2. Stridulasyon (Ses ve Ayak Hareketi) Çalışmaları	21
2.3. Morfolojik Çalışma.....	29
2.4. Moleküler Çalışma.....	31
2.5. İstatistik ve Kullanılan Paket Programlar	34
3. BULGULAR.....	38
3.1. Ses ve Stridulasyon Verileri.....	40
3.1.1. <i>C. brunneus</i> alt grubu.....	43
3.1.2. <i>C. mollis</i> alt grubu	56
3.1.3. <i>C. biguttulus</i> alt grubu.....	70
3.2. Morfolojik Veriler.....	78
3.2.1. Nitel morfolojik veriler	79
3.2.2. Nicel morfolojiler.....	81
3.2.2.1. <i>C. biguttulus</i> grubu genel değerlendirme	83
3.2.2.2. <i>C. brunneus</i> alt grubu değerlendirme.....	91

3.2.2.3. <i>C. mollis</i> alt grubu değerlendirme.....	100
3.2.2.4. <i>C. biguttulus</i> alt grubu değerlendirme.....	109
3.3. Moleküler Veriler.....	117
3.4. Taksonomi ve Biyocoğrafya.....	129
3.4.1. <i>C. brunneus</i> alt grubu.....	129
3.4.2. <i>C. mollis</i> alt grubu.....	145
3.4.3. <i>C. biguttulus</i> alt grubu.....	154
3.4.4. <i>C. ilkazi</i> ve <i>C. mollis mollis</i> hibriti.....	162
4. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	169
4.1. Varılan Taksonomik Sonuçlar.....	169
4.2. <i>C. biguttulus</i> Grubunun Biyocoğrafyası ve Evrimi.....	176
4.3. Genel Değerlendirme.....	186
5. KAYNAKLAR.....	189
6. EKLER.....	197
6.1. <i>C. brunneus</i> Alt Grubu Erkek Morfometrik Çizelge.....	197
6.2. <i>C. brunneus</i> Alt Grubu Dişi Morfometrik Çizelge.....	199
6.3. <i>C. mollis</i> Alt Grubu Erkek Morfometrik Çizelge.....	200
6.4. <i>C. mollis</i> Alt Grubu Dişi Morfometrik Çizelge.....	201
6.5. <i>C. biguttulus</i> Alt Grubu Erkek Morfometrik Çizelge.....	202
6.6. <i>C. biguttulus</i> Alt Grubu Dişi Morfometrik Çizelge.....	203
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat derece
db	Desibel
γ	Gama
Hz	Hertz
m	dizi sayısı
mA	Miliamper
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimolar
ms	Milisaniye
mv	Milivolt
μ l	Mikrolitre
nM	Nanomol
ng	Nanogram
Pmol	Pikomol
pH	Potens Hidrojen
rpm	Revolutions per minute
W/V	Ağırlık/Hacim

Kısaltmalar

A	Adenin
ABD	Anabilim Dalı
Ad-Ha	Adana-Hanyeri
Af-Çt	Afyon-Çiğil tepe
Af-Şu	Afyon Şuhut
AIC	Akaike Information Criterion
An-Ak	Antalya-Akdağ
An-Te	Antalya-Termessos
AOSG	Orta anten segmentinin maksimum genişliği
AOSU	Orta anten segmentinin uzunluğu
Ar-Çb	Ardahan-Çayırbaşı
As-So	Amasya-Suluova
At-Yç	Artvin-Yalnızçam
AU	Anten uzunluğu
AUZM	Akdeniz Üniversitesi Zooloji Müzesi
B	Costal alanın maksimum genişliğinde subcostal alanın genişliği
Blagoevgrad	Bulgaristan
Bo-Ab	Bolu-Abant
BP	Baş ve pronotumun toplam uzunluğu
C	Sitozin
CAEY	Costal alanın maksimum genişliği
Ça-El-	Çankırı-Eldivan
Ça-II-Ye	Çankırı-Ilgaz-Yenice
dH ₂ O	Distile su
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
dNTP	Deoksiribonükleotit Trifosfat
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetikasit
Erlangen01	Almanya 1'nolu lokalite
Erlangen02	Almanya 2'nolu lokalite
Erlangen03	Almanya 3'nolu lokalite
EtBr	Etidyum Bromid

FA	Faktör analizi
FAVB	Faveolanın maksimum uzunluğu
FAVEGY	Faveolanın maksimum genişliği
FEMB	Arka femurun uzunluğu
FEMEGY	Arka femurun maksimum genişliği
G	Guanin
Ga-Nz	Gaziantep-Nizip
GEDM	Gözler arası minimum uzunluk
Gr	Gamma rate
GPS	Global Positioning Sistem
GVC	Gözün vertikal çapı
HUBM	Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Müzesi
I	Proportion of Invariable Sites
Is-Da	Isparta-Davraz
Is-De	Isparta-Dedegöl
İz-Bo	İzmir-Bozdağ
İz-Nf	İzmir-Nif dağı
KAF	Koanonikıl Ayırma Fonksiyon
Kb-Yn	Karabük-Yenice
kHz	Kilo Herz
Kr-Fs	Karaman-Fasikan
Ks-Sr	Kars-Sarıkamış
Ky-Er	Kayseri-Erciyes
LKEDY	Lateral karinalar arasındaki minimum uzaklık
LKEGY	Lateral karinalar arasındaki maksimum uzaklık
Ma-Yy	Malatya-Yeşilyurt
MEGA	Molecular Evolutionary Genetics Analysis
MEY	Medial alanın maksimum genişliği
MgCl ₂	Magnezyum Klorür
MKB	Median karinanın uzunluğu
ML	Maximum Likelihood
MP	Maksimum Parsimoni

N	Birey Sayısı
NaCl	Sodyum Klorür
Ni-Bo	Niğde-Bolkar dağı
NJ	Neighbor-Joining
ort	Ortalama
P	Olasılık Seviyesi
PAUP	Pylogenetic Analysis Using Parsimony Program
PCA	Principal Component Analysis
PCAey	Precostal alanın maksimum genişliği
PCR	Polymerase Chain Reaction
Peleponnes	Yunanista
PYPEDY	Pronotumun yan plakalarının minimum genişliği
PYPU	Pronotumun yan plakalarının maksimum uzunluğu
rDNA	Ribozomal DNA
R	Ratio
r	Pearson Korelasyon Katsayısı
S	Ayrılan Dizi Sayısı
SAey	Subcostal alanın maksimum genişliği
Sa-Ld	Samsun-Ladik
SDS	Soyum Dodesil Sülfat
SESD	Ses üretim çizgisindeki ses dişleri
Si-Ks	Sivas-Kösedag
Si-Kz	Sivas-Kızıldağ
SOOU	Suboküler oluğun uzunluğu
SOTU	Stigmanın ortasından tegminanın ucuna kadar olan uzunluk
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
ss	Standart Sapma
T	Timin
ti	Transisyon
TB	Tegminanın uzunluğu
TBE	Trise-Borat EDTA
TBP	Tekrarlı Birim Periyodu

TEG	Tegminanın maksimum genişliği
To-Ça	Tokat-Çamlıbel
TrN	Tamura Nei 1993
Tris-Base	Tris (hidroksimetil) Aminometan-Hidrijen Klorür
TSOPU	Tipik sulkustan önceki pronotum uzunluğu
TSSPU	Tipik sulkustan sonraki pronotum uzunluğu
tv	Transversiyon
UV	Ultra Viole
YHY	Yığmacı hiyerarşik (agglomerative hierarchical clustring) yöntem

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>C.biguttulus</i> grubu üyeleri için Anadolu’da örnekleme yapılan alanlar	20
Şekil 2.2. Erkek örneklerden ses kaydının gerçekleştirildiği cihazlar; a) Optoelektronik cihaz, b) DAT recorder ve c) FOSTEX FR–2 kayıt cihazı.....	22
Şekil 2.3. <i>C. brunneus</i> sesinin üç farklı hızda (a,b ve c) Cümle, Kelime ve Tekrarlı Birim Periyodu (TBP) detaylı gösterimi.....	25
Şekil 2.4. <i>C. biguttulus</i> sesinin üç farklı hızda (a,b ve c) Cümle, Ana Kelime ve Tekrarlı Birim Periyodu (TBP) detaylı gösterimi.....	26
Şekil 2.5. <i>C. bornhalmi</i> sesinin üç farklı hızda (a,b ve c) Kelime, Tekrarlı Birim Periyodu (TBP), Açılış Yarı TBP, Kapanış Yarı TBP ve Atım periyodu detaylı gösterimi	27
Şekil 2.6. <i>C. mollis</i> sesinin üç farklı hızda (a,b ve c) Kelime, Tekrarlı Birim Periyodu (TBP), Başlangıç Tiki, Sesli Parça ve Sessiz Parçanın detaylı gösterimi.....	28
Şekil 2.7. <i>C. biguttulus</i> grubundan ölçümü alınan 26 morfometrik karakterin gösterimi a-i baş bölgesine, j-ö pronotuma, p-v tegminaya ve y-x femura ait ölçümlerin gösterimi	31
Şekil 3.1. <i>C.biguttulus</i> grubunun Anadolu yayılış alanı ve örnekleme yapılan lokaliteleri	38
Şekil 3.2. <i>C.biguttulus</i> grubuna ait üç alt-grubun iki farklı ölçekteki ayak hareketli sesleri a,b) <i>C. brunneus</i> , c,d) <i>C. mollis</i> ve e,f) <i>C. biguttulus</i> alt-grupları	41
Şekil 3.3. <i>C.brunneus</i> alt-grubu tip bir ve iki sesinin ayak hareketli karşılaştırılması a) <i>C.brunneus</i> (Erlangen01) ve b) Ky-Er populasyonları	46
Şekil 3.4. <i>C.brunneus</i> alt-grubu tip bir sesinin ayak hareketli karşılaştırılması a) <i>C. brunneus</i> (Erlangen01), b) Ni-Bo ve c) Ad-Ha populasyonları.....	47
Şekil 3.5. <i>C.brunneus</i> alt-grubu tip bir sesi üreten a) <i>C. bornhalmi</i> (Peleponnes) b) İz-Bo, c) Af-Çt d) An-Te, e)An-Ak ve f) Is-Da populasyonları	49
Şekil 3.6. <i>C.brunneus</i> alt-grubu tip bir sesi üreten a) Ni-Bo b) Si-Kö, c) Ky-Er d) Ga-Nz, e)Ma-Yy ve f) Ad-Ha populasyonları	50
Şekil 3.7. <i>C.brunneus</i> alt-grubuna ait tip bir sesini üreten 12 populasyonun 3 ses karakteri bakımından karşılaştırılması.....	51

Şekil 3.8. <i>C.brunneus</i> alt-grubu tip iki sesi üreten a) <i>C.brunneus</i> (Erlangen01) ve b) Kr-Fs populasyonları	52
Şekil 3.9. <i>C.brunneus</i> alt-grubuna ait tip iki sesini üreten 2 populasyonun 5 ses karakteri bakımından karşılaştırılması	53
Şekil 3.10. <i>C.brunneus</i> alt-grubu tip bir ve tip iki sesini üreten populasyonlara ait 3 ses verisinin KAF analizi sonucu.....	55
Şekil 3.11. <i>C.mollis</i> alt-grubu sesi üreten a) <i>C.mollis</i> (Erlangen02), b) Is-Da, c) Is-De, d) Af-Çt ve e)Af-Şu populasyonları	57
Şekil 3.12. <i>C.mollis</i> alt-grubu sesi üreten a) Ça-El, b) At-Yç, c) Ar-Çb, d) Kr-Sr ve e) İz-Bo populasyonları.....	58
Şekil 3.13. <i>C.mollis</i> alt-grubu sesi üreten a) Ça-Il-Ye, b) As-So, c) Sa-Ld, d) To-Ça ve e) Si-Kz populasyonları	59
Şekil 3.14. <i>C.mollis</i> alt-grubuna ait ses tipinin kısımlarının ayak hareketli sesi ile detaylı gösterimi	62
Şekil 3.15. <i>C.mollis</i> alt-grubunda tekrarlı elementin kısım-1 parçasının a) <i>C.mollis</i> (Erlangen02), b) Is-Da, c) Af-Çt, d) Ça-El, e) İz-Bo ve f) At-Yç populasyonlarında gösterimi.....	63
Şekil 3.16. <i>C.mollis</i> alt-grubunda tekrarlı elementin kısım-1 parçasının a,b) Ilgaz ve c,d) Tokat populasyonlarında gösterimi.....	64
Şekil 3.17. <i>C.mollis</i> alt-grubunda tekrarlı elementin kısım-2 parçasının cümlelerin ilk ve orta kısımlarında sahip olduğu ayağın iniş-çıkış sayısının gösterimi	65
Şekil 3.18. <i>C.mollis</i> alt-grubuna ait 15 populasyonun 3 ses karakteri bakımından karşılaştırılması	68
Şekil 3.19. <i>C.mollis</i> alt-grubu sesini üreten populasyonlara ait 3 ses verisinin KAF analizi sonucu.....	69
Şekil 3.20. <i>C.biguttulus</i> alt-grubu sesi üreten a) <i>C. b. biguttulus</i> (Erlangen03), b) Bo-Ab, c) Kr-Yn, d) <i>C. b. euhedicki</i> (Blagoevgrad) ve e) Ça-Il-TRT populasyonları.....	72
Şekil 3.21. <i>C.biguttulus</i> alt-grubu genel ses yapısında ikinci kelimenin a,b) <i>C. b. biguttulus</i> (Erlangen03) ve c,d) <i>C. b. euhedicki</i> (Blagoevgrad) populasyonlarında detaylı gösterimi	73

Şekil 3.22. <i>C.biguttulus</i> alt-grubunda belirlenen 3 genel ses yapısına ait içeriklerin a,b) <i>C. b. biguttulus</i> (Erlangen03) ve c,d) <i>C. b. euhedicki</i> (Blagoevgrad) e,f) Ça-II-TRT populasyonlarında detaylı gösterimi	74
Şekil 3.23. <i>C.biguttulus</i> alt-grubunda belirlenen 3 genel ses yapısına ait içeriklerin tek ayaklı a,b) <i>C. b. biguttulus</i> (Erlangen03) ve c,d) <i>C. b. euhedicki</i> (Blagoevgrad) e,f) Ça-II-TRT populasyonlarında detaylı gösterimi	76
Şekil 3.24. <i>C.biguttulus</i> alt-grubuna ait 5 populasyonun 3 ses karakteri bakımından karşılaştırılması	77
Şekil 3.25. <i>C.biguttulus</i> grubuna ait morfometrik verisi bulunan tüm populasyonların Kümeleme analiz sonucu	82
Şekil 3.26. <i>C. biguttulus</i> grubu 27 Anadolu 5 Avrupa populasyonun erkek bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu	87
Şekil 3.27. <i>C. biguttulus</i> grubu 20 Anadolu 1 Avrupa populasyonun dişi bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu	91
Şekil 3.28. <i>C. brunneus</i> alt-grubu 12 Anadolu 2 Avrupa populasyonun erkek bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu	96
Şekil 3.29. <i>C. brunneus</i> alt-grubu 8 Anadolu 2 Avrupa populasyonun dişi bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu	100
Şekil 3.30. <i>C. mollis</i> alt-grubu 11 Anadolu 1 Avrupa populasyonun erkek bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu	104
Şekil 3.31. <i>C. mollis</i> alt-grubu 8 Anadolu populasyonun dişi bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu	108
Şekil 3.32. <i>C. biguttulus</i> alt-grubu 3 Anadolu 1 Avrupa populasyonun erkek bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu	112
Şekil 3.33. <i>C. biguttulus</i> alt-grubu 3 Anadolu populasyonun dişi bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu	116
Şekil 3.34. <i>C. biguttulus</i> grubu populasyonlarının haplotiplerinin network analizi	122
Şekil 3.35. <i>C. biguttulus</i> grubu populasyonlarından saptanan haplotiplerin NJ ağacı..	123
Şekil 3.36. <i>C. biguttulus</i> grubu populasyonlarından saptanan haplotiplerin ML opsiyonuyla oluşturulan NJ 10000 tekrarlı seç- bağla ağacı	125
Şekil 3.37. <i>C. biguttulus</i> grubu populasyonlarından saptanan haplotiplerin MP opsiyonuyla oluşturulan ağacı.....	127

Şekil 3.38. <i>C. biguttulus</i> grubu populasyonlarından saptanan haplotiplerin MP opsiyonu ile oluşturulan Full-heuristic 1000 tekrarlı seç-bağla ağacı	128
Şekil 3.39. <i>C.bornhalmi</i> türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	131
Şekil 3.40. <i>C.bornhalmi</i> türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	132
Şekil 3.41. <i>C. brunneus</i> alt grubuna ait Anadolu'da yayılım gösteren aksonların dağılım haritası.....	134
Şekil 3.42. <i>C. antecessor</i> türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	138
Şekil 3.43. <i>C.antecessor</i> türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	139
Şekil 3.44. <i>C. relicticus</i> türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	143
Şekil 3.45. <i>C.relicticus</i> türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	144
Şekil 3.46. <i>C. mollis mollis</i> türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	147
Şekil 3.47. <i>C. mollis mollis</i> türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	148
Şekil 3.48. <i>C. mollis</i> alt grubuna ait Anadolu'da yayılım gösteren aksonların dağılım haritası.....	150

Şekil 3.49. <i>C. bozdaghi</i> türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	151
Şekil 3.50. <i>C. bozdaghi</i> türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	152
Şekil 3.51. <i>C. biguttulus euhedicki</i> türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	155
Şekil 3.52. <i>C. biguttulus euhedicki</i> türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	156
Şekil 3.53. <i>C. biguttulus</i> alt grubuna ait Anadolu'da yayılış gösteren aksonların dağılış haritası.....	158
Şekil 3.54. <i>C. biguttulus euhedicki</i> türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	160
Şekil 3.55. <i>C. biguttulus euhedicki</i> türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler	161
Şekil 3.56. Hibrit çağrı sesi çeşitliliği a-) Ça-II-Ye sesi, c-e-h-) Si-Kz sesi ve k-) To-Ça sesi.....	164
Şekil 3.57. a) <i>C. ilkazi</i> , b) Ça-II-Ye Hibriti, c) To-Ça Hibriti ve d) <i>C. mollis mollis</i> erkek çağrı seslerinin oscilografik ve ayak hareketli parçaları (IL1, IL2, ML1, ML2 (ml2 serisi) ve ML3 farklı ayak hareketi yapıları; IS1, IS2, MS1, MS2 ve MS3 sesin farklı oscilografik yapıları)	165
Şekil 3.58. a) <i>C. ilkazi</i> , b) Ça-II-Ye Hibriti, c) To-Ça Hibriti ve d) <i>C. mollis mollis</i> erkek çağrı seslerinin oscilografik parçaları; IS1, IS2, MS1, MS2 ve MS3 sesin farklı oscilografik yapıları	166

Şekil 3.59. a) *C. ilkazi*, b) Ça-İl-Ye Hibriti, c) To-Ça Hibriti ve d) *C. mollis mollis* erkek çağrı seslerinin ayak hareketli parçaları (IL1, IL2, ML1, ML2 (ml2 serisi) ve ML3 farklı ayak hareketi yapıları 167

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. <i>C. biguttulus</i> grubuna ait örnekleme yapılan lokaliteler ve buralara ait GPS, tarih, yükselti ve alan bilgileri	39
Çizelge 3.2. <i>C. brunneus</i> alt-grubu erkek bireylerinden elde edilen çağrı sesi karakterlerinin tanımlayıcı istatistikleri	44
Çizelge 3.3. <i>C. brunneus</i> alt-grubu tip bir sesine ait değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi	54
Çizelge 3.4. <i>C. brunneus</i> alt-grubu tip bir sesine ait veriler kullanılarak oluşturulan Eigenvalue, Wilks' Lamda değerlerini ve KDF analizinde kullanılan 2 fonksiyona ait analiz sonuçları	54
Çizelge 3.5. <i>C. mollis</i> alt-grubu erkek bireylerinden elde edilen çağrı sesi karakterlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	60
Çizelge 3.6. <i>C. mollis</i> alt-grubu tip bir sesine ait değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi	67
Çizelge 3.7. <i>C. brunneus</i> alt-grubu tip bir sesine ait veriler kullanılarak oluşturulan Eigenvalue, Wilks' Lamda değerlerini ve KDF analizinde kullanılan 3 fonksiyona ait analiz sonuçları	67
Çizelge 3.8. <i>C. biguttulus</i> alt-grubu erkek bireylerinden elde edilen çağrı sesi karakterlerinin tanımlayıcı istatistikleri	71
Çizelge 3.9. <i>C. biguttulus</i> grubuna ait populasyonların nitel morfoloji değerlendirme tablosu	80
Çizelge 3.10. <i>C. biguttulus</i> grubu erkek bireylere ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri	84
Çizelge 3.11. <i>C. biguttulus</i> grubu erkek bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi	85
Çizelge 3.12. <i>C. biguttulus</i> grubu erkek bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 7 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lamda değerleri ve analiz sonuçları..	86
Çizelge 3.13. <i>C. biguttulus</i> grubu dişi bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri.....	88

Çizelge 3.14. <i>C. biguttulus</i> grubu dişi bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi.....	89
Çizelge 3.15. <i>C. biguttulus</i> grubu dişi bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 5 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lamda değerleri ve analiz sonuçları ..	90
Çizelge 3.16. <i>C. brunneus</i> alt-grubu erkek bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri.....	92
Çizelge 3.17. <i>C. brunneus</i> alt-grubu erkek bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi.....	93
Çizelge 3.18. <i>C. brunneus</i> alt-grubu erkek bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 6 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lamda değerleri ve analiz sonuçları	94
Çizelge 3.19. <i>C. brunneus</i> alt-grubu dişi bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri.....	97
Çizelge 3.20. <i>C. brunneus</i> alt-grubu dişi bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi.....	98
Çizelge 3.21. <i>C. brunneus</i> alt-grubu dişi bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 5 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lamda değerleri ve analiz sonuçları	99
Çizelge 3.22. <i>C. mollis</i> alt-grubu erkek bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri.....	102
Çizelge 3.23. <i>C. mollis</i> alt-grubu erkek bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi.....	103
Çizelge 3.24. <i>C. mollis</i> alt-grubu erkek bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 6 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lamda değerleri ve analiz sonuçları.....	103
Çizelge 3.25. <i>C. mollis</i> alt-grubu dişi bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri.....	106
Çizelge 3.26. <i>C. mollis</i> alt-grubu dişi bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi.....	107

Çizelge 3.27. <i>C. mollis</i> alt-grubu dişi bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 5 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lamda değerleri ve analiz sonuçları.	107
Çizelge 3.28. <i>C. biguttulus</i> alt-grubu erkek bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri.....	110
Çizelge 3.29. <i>C. biguttulus</i> alt-grubu erkek bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi.....	111
Çizelge 3.30. <i>C. biguttulus</i> alt-grubu erkek bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 3 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lamda değerleri ve analiz sonuçları	111
Çizelge 3.31. <i>C. biguttulus</i> alt-grubu dişi bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri.....	114
Çizelge 3.32. <i>C. biguttulus</i> alt-grubu dişi bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi.....	115
Çizelge 3.33. <i>C. biguttulus</i> alt-grubu dişi bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 2 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lamda değerleri ve analiz sonuçları	115
Çizelge 3.34. DNA izolasyonu gerçekleştirilip 16S rDNA geni dizileri belirlenen 18 popülasyona ait 40 örnek	118
Çizelge 3.35. <i>C. biguttulus</i> grubuna ait çalışılan 13 popülasyondan gerçekleştirilen 26 dizi içerisinde saptanan 4 haplotip ve bunları paylaşan diziler.....	118
Çizelge 3.36. Çalışılan 13 popülasyona ait 4 haplotipin varyasyonel baz pozisyonları (par. İnf: parsimoni olarak bilgi verici bazlar)	118
Çizelge 3.37. DNA izolasyonu gerçekleştirilip COI geni dizileri belirlenen 16 popülasyona ait 32 ve Gen Bankasından alınan bir dış grup popülasyonuna ait 1 örnek.....	119
Çizelge 3.38. <i>C. biguttulus</i> grubuna ait çalışılan 16 popülasyondan gerçekleştirilen 32 dizi içerisinde saptanan 12 haplotip ve bunları paylaşan diziler.....	120
Çizelge 3.39. Çalışılan 16 popülasyon ve dış gruba ait 13 haplotipin varyasyonel baz pozisyonları (par. İnf: parsimoni olarak bilgi verici bazlar)	121

1. GİRİŞ

Biyolojik çeşitlilik en basit ifadeyle yaşamın çeşitliliği anlamına gelir ve bir bölgedeki genetik, ekosistem ve tür çeşitliliğinden oluşan bir bütünü içerir (Wilson 1993, Işık 2006,). Bu bütün bir kara parçası için değerlendirildiğinde, iki temel konuya ilişkin veri setine sahip olunması gerekir (Çıplak 2003, 2008). Bu veri setlerinden ilki alanın geçmişte yaşadığı jeolojik olaylardır. İkincisi ise alanın günümüzde sahip olduğu topoğrafya ve iklimsel özellikleridir. Alanın jeolojik geçmişinde farklı kara parçaları ile bağlantıya geçmesi ve ayrılması, alanın canlı çeşitliliğini arttıran en temel olaydır. Bu durum alana yeni gelen canlıların zaman içerisinde topoğrafyaya ve iklimsel koşullara uyum sağlaması, yeni formların ve zaman içerisinde de yeni taksonların oluşmasını tetikleyebilmektedir (Çıplak 2008).

Anadolu, yaklaşık 10–12 milyon yıllık geçmişinde dönem dönem, Paleartik bölgenin doğusundan batısına ve kuzeyinden güneyine faunal elementlerin dağılımında bir köprü rolü üstlenmiştir (Kosswig 1955, Demirsoy 1999, Çıplak 2003, 2004a). Anadolu'nun özellikle yakın coğrafyasındaki diğer alanlar ile kıyaslandığında çok daha zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip olması ile bu durum desteklenmektedir (Demirsoy 1999). Anadolu'nun bu denli zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip olmasındaki en önemli etmen, geçirdiği jeolojik değişimler ve bunların getirdiği sonuçlardır (De Lattin 1967, Demirsoy 1977, Çıplak 2003, 2004a, 2004b, 2008). Anadolu'nun faunistik tarihi, yaklaşık Oligosen – Orta Miyosen öncesi dönemde (23–12 My) Aegeid kıtası (Anadolu'nun ve Yunanistan'ın öncül kıtasal formasyonu) ile başlar ve günümüze kadar farklı süreçlerden geçerek gelir (Steininger ve Rögl 1984, Demirsoy 1999). Anadolu'nun jeolojik geçmişinde farklı kara parçaları ile birçok kez bağlantıya geçtiği, izole kaldığı (Avrupa ve günümüz Kuzey Afrika'sı ile) ve tekrar birleştiği bilinmektedir (Demirsoy 1999). Canlıların iklimsel değişimlerden en fazla etkilendikleri dönem olarak belirtilen Kuvaterner (Üst Pleistosen), yaklaşık olarak son 800.000 yılı kapsayan bir süreçtir. Bu süreç boyunca dört büyük buzul dönemi olan Günz, Mindel, Riss ve Würm Anadolu'nun bulunduğu kuzey yarımkürede etkili olmuştur (De Lattin 1967, Web ve Bartlein 1992, Demirsoy 1999, Çıplak 2004, Cox ve Moore 2005, Çıplak 2008). Buzul dönemlerinin her birinin soğuma periyodunda Kuzey Avrupa ve Sibirya

buzullar ile kaplanmaktadır (Demirsoy 1999). İklim koşullarının bu denli sert değişimi, bu bölgede yaşamaya adapte olmuş canlıların üç genel senaryo ile karşı karşıya kalmalarına neden olmaktadır. Bunlar, (i) canlının biyolojisi bu değişen şartlara adapte olmasına imkan verir ve aynı alanda yaşamaya devam eder, (ii) canlı değişen koşullara yeterince hızlı uyum sağlayamayacaktır, ancak yayılış sınırını değiştirecek nitelikleri vardır ve (iii) canlı değişen çevre koşullarına adapte olamaz ve daha uygun habitatlara gidecek nitelikleri de yoktur ve yok olma riskiyle karşı karşıya kalır. Anadolu için bu durum farklı bir anlama sahiptir. Buzul dönemlerinin soğuma periyotların da, Anadolu'nun özellikle 2000 m ve üzerindeki zirvelerinin buzullarla kaplandığı rapor edilmiştir (Atalay 2005). Dolayısıyla geniş düzlükler içeren Anadolu'nun ovaları hem kuzey hattındaki canlıların yayılışını güneye yöneltenlerine hem de dağların yükseklerinden ("kuzeylerinden") aşağılara inenlerine sığınak olması olasılık dahilindedir. Anadolu'nun zengin çeşitliliğinin özellikle kuzeyden gelen formlarla oluşturulduğu belirtilmiştir (Uvarov 1921, De laet 1967, Demirsoy 1999). Ancak en azından Orthoptera için bu durumun günümüz Sibiryalı elemanları ile Anadolu elemanları karşılaştırıldığında, tek bir cins ortaklığı bu görüşü desteklememektedir. Diğer bir görüş ise güneyin atasal formları ile kuzey faunasının şekillendiği yönündedir (Hewitt 1996, 1999, Çıplak 2003, 2004a). Bu duruma Anadolu'da türleşen ve birkaç türü, yakın coğrafyaya dağılan *Parapholidoptera*, *Anterastes*, *Psorodonotus* ve *Chorthippus demokidovi* grubu örnek verilebilir (Çıplak 2008).

Jeolojik geçmiş ve günümüz fiziksel özelliklerinden kaynaklanan koşullar, diğer kara parçalarında olduğu gibi Anadolu'da da biyolojik çeşitliliğin oluşumunda etkili olmuştur. Ancak mevcut çeşitliliğin temel unsuru olan türler farklı koşulların oluşturduğu seçim baskılarına maruz kaldıklarında, bu etkilere sahip oldukları uyum yetenekleri ile karşılık verirler. Sonuçta canlılar, ya değişen koşullara uyum sağlarlar ve soylarını devam ettirirler ya da uyum sağlayamaz ve yok olurlar (Coyne ve Orr 2004). Soylarını devam ettirmeyi başaran canlılar, mevcut seçim baskısının şiddetine bağlı olarak farklılaşırlar. Dolayısıyla farklılaşan bu canlılar, topoğrafya ve iklim gibi abiyotik faktörler ile biyolojik faktörlerin birlikte çalıştığı bir mekanizmanın ürünü olarak canlı çeşitliliğini oluştururlar.

Yeni türlerin ve çeşitliliğin oluşmasını sağlayan türleşme mekanizmaları, Darwin'den günümüze dek biyolojinin tartışmalı konularından birisi olarak süregelmiştir (Berlocher 1998, Turelli vd 2001, Lee 2003, Coyne ve Orr 2004). Her ne kadar günümüzde birçok yeni türleşme modeli (detay için Bkz. Berlocher 1998, Coyne ve Orr 2004) bilim dünyasına sunulmuş olsa da, tümü geleneksel olarak allopatrik, simpatrik ve parapatrik olarak üç kategori halinde değerlendirilmektedir (Turelli vd 2001, Coyne ve Orr 2004).

Yukarıda değinilen modellerden coğrafik yayılış esasına dayanan allopatrik türleşme modeli, evrensel kabul görmüş bir modeldir (Turelli vd 2001, Johansson 2001) ve atasal populasyonun coğrafik olarak ayrılmış iki alt populasyonun farklı yönlere evrimleşmesini vurgular (Mayr 2000). Ayrı kalan bu alt populasyonlar zaman içerisinde maruz kaldıkları farklı seçim baskılarından dolayı değişebilirler. Bu değişimler taksonlar arasında hibrit oluşmasını engelleyecek bir bariyer oluşturduğunda, Biyolojik Tür Kavramı (BTK) bu alt populasyonların yeni bağımsız evrimsel birimler olduğunu söyler (Mayr 1942). Dolayısıyla BTK'ya göre türlerin kökeninde yatan en önemli faktör coğrafik izolasyonun yarattığı üreme izolasyonudur (Mayr 1982, 2000). Üreme izolasyonu ancak ve ancak döllenme gerçekleşmeden önceki herhangi bir noktada (zigot öncesi izolasyon) ya da döllenme gerçekleştikten sonraki bir aşamada (zigot sonrası izolasyon) kırılabilir (Freeman ve Herron 2002, Coyne ve Orr 2004). Farklı canlı gruplarında, çiftleşme öncesi izolasyon bariyerleri hakkında son yıllarda yapılan çalışmalar, eşeysel seçilime neden olan fenotipik karakterlerin üreme izolasyonunda önemli rol oynadığını göstermiştir (Perdeck 1957, Arnqvist 1997, Panhuis vd 2001, Fordyce vd 2002, Öden ve Florin 2002, Maan vd 2004, Heller 2006).

Böcek takımlarında sesin farklı mekanizmalar ile üretildiği ve yer belirleme, tür içi haberleşme ve eşeysel seçim de rol oynadığı bilinmektedir. Bu mekanizmalar içerisinde ve içlerinde en fazla rastlanılan tip mekanik ses üretimidir (detay için Bkz. Drosopoulos ve Claridge 2006). Orthoptera takımı içerisinde yer alan Gomphocerinae (Acrididae) alt familyasında mekanik ses üretim şekillerinden biri olan stridulatory, en baskın ses çıkarma şeklidir. Stridulatory model ile ses çıkaran türler, bireyler arası iletişimi arka femurlarının iç kısımlarında bulunan ses dişlerini ön kanadın kalınlaşmış

olan radial damarına sürterek oluşturdıkları akustik sinyaller ile sağlamaktadır (Elsner 1974, Elsner 1975, Helversen ve Elsner 1977, Elsner ve Popov 1978). Üretilen sinyaller, hem türe özgü olan ses genlikleri (amplitude) (Helversen ve Helversen 1981) hem de ses desenleri (patern) ile (Helversen ve Helversen 1975a, Elsner ve Popov 1978) birbirlerine çok yakın akraba türlerde bile kolayca ayrılabilir (Helversen ve Helversen 1981, Ragge ve Reynolds 1998). Gomphocerinae alt familyası içerisinde birçok cinse ait yakın akraba tür gruplarının olduğu bilinmektedir (Jago 1971, Ragge 1981, Ragge 1987, Ragge ve Reynolds 1998). Bu gruplara ait türlerin yoğun çalışıldıkları Avrupa’da, aynı alanda yayılışa sahip olmalarına rağmen (Harz 1975, Bei-Bienko ve Mistshenko 1951, Ragge ve Reynolds 1998), bugüne kadar aralarında oluşmuş doğal hibritlere nadiren rastlanılmıştır (Perdeck 1957, Ragge 1976, 1981, 1984, Bailey vd 2004, Kleukers vd 2004). Bununla birlikte laboratuvar koşullarında ses karakterleri kullanılarak farklı türler arasında yapılan hibrit çalışmalarının büyük kısmında, oluşan yeni neslin hayatta kalabildiği ve döl verebildiği rapor edilmiştir (Perdeck 1957, Helversen ve Helversen 1975a, 1975b, Saldamando vd 2005a, 2005b, Gottsberger ve Mayer 2007, Vedenina vd 2007). Model grubumuz ve *Chorthippus* cinsinin diğer üyelerini de içine alan bu çalışmalar, aralarında çiftleşme sonrası herhangi bir izolasyonun gelişmediğini ve ses karakterinin bu cins için çiftleşme öncesi eşeysel izolasyon olarak görev yaptığını göstermektedir (Perdeck 1957, Stumpner ve Helversen 1994). Çiftleşme öncesi eşeysel izolasyonun evrimi dişi tercihi ile erkek sesi arasında birlikte bir evrimi ve ardından dişi tarafından tercih edilen sesi belirleyen genlerin frekansının popülasyonda artışını içeren kompleks bir süreçtir. Bu nedenle doğal popülasyonlarla yapılan deneysel çalışmalar; (1) türlerin varyasyon limitlerini saptamaya (taksonomik açıdan), (2) popülasyonlar arasında hibrit zonların keşfedilmesine, (3) çiftleşme tercihinin evrimsel sonuçlarının anlaşılmasına ve son olarak (4) doğadaki biyolojik çeşitliliğe neden olan evrimsel mekanizmaların kavranmasına olanak sağlayacaktır.

Avrupa ve Anadolu’da yayılış gösteren, Acrididae çekirgelerinin yarısına yakını türe özgü ses ile iletişim kuran Gomphocerinae alt familyası üyelerinden oluşmaktadır (Harz 1975, Demirsoy 1977, Çıplak vd 1999). Bu alt familyanın, kompleks ve gelişmiş iletişim sistemine sahip cinsleri olan *Chorthippus*, *Stenebthrus* ve *Omocestus* aynı

zamanda en fazla türe sahip olanlarıdır. Bu durum, populasyonların sahip oldukları iletişim sistemlerinin kısa bir zaman diliminde farklılaşması ile üreme bakımından birbirlerinden izole olabileceklerine işaret etmektedir. Kısa bir zaman diliminde meydana gelen bu tarz değişimler, yüksek kategorilerin bir taraftan sahip oldukları tür sayısında artışa (Arnqvist 1997), diğer taraftan da repertuarlarının genişlemesine katkı sağlamış olması doğaldır. Gomphocerinae alt familyasına ait türlerde akustik iletişim için kullanılan repertuar; erkeğin dişiye bulmak için ürettiği *çağrı sesi*, iki yada daha fazla erkeğin dişi ile çiftleşmek için ürettikleri *rekabet sesi* ve erkeğin dişiye bulup yan yana geldikten sonra ürettiği *kur sesi* olarak tanımlanmıştır (Perdeck 1957, Otte 1974, Helversen ve Helversen 1983, Ragge ve Reynolds 1998). Bu alt familyada çağrı sesi olarak adlandırılan ses tipi çoğunlukla gelişmiş yapısal özelliklere sahip olarak üretilir ve oluşturulan bu sesin temel iki işlevinin olduğu bilinmektedir (Ragge ve Reynolds 1998). Bunlardan birincisi türün bireylerinin birbirlerini tanıması, ikincisi ise erkek ile dişinin çift oluşturmalarını sağlamaktır (Ragge ve Reynolds 1998). Çalışmamız için seçilen tür grubunun bağlı olduğu cins içerisinde, çağrı sesinin eşeysel seçilimin oluşmasını sağlayan davranış tipi olduğu bilinmekte ve türlerin teşhisinde/tanımlanmalarında temel kıstas olarak kabul edilmektedir (Elsner 1974, Helversen ve Helversen 1981, Helversen 1989, Ragge vd 1990, Schmidt 1990, Ingrisch 1995, Mol vd 2003, Çıplak vd 2005).

1.1. Gomphocerinae’de Model Bir Grup: *Chorthippus biguttulus*

Chorthippus Fieber, 1852 (Acrididae, Orthoptera) cinsi, Gomphocerinae alt familyası içerisinde en geniş (Ragge ve Reynolds 1998) cins olmasının yanı sıra taksonomik anlamda da en problemlili olanıdır (Bei-Bienko ve Mistshenko 1951, Çıplak vd 1999, Demirsoy 1977, Harz 1975, Ramme 1951, Weidner 1969, Willemse 1984, 1985). *Chorthippus* cinsi Anadolu’da 23 takson (Karabağ 1958, Demirsoy 1977, Çıplak vd 1999, Mol vd 2003, Çıplak vd 2005) ile temsil edilirken, tüm Holoarktikte yaklaşık olarak 250 takson (Harz 1975, Bei-Bienko ve Mistshenko 1951) ile temsil edilmektedir. Zengin tür çeşitliliği ve geniş yayılışa sahip olması nedeniyle, şimdiye kadar cinsin kapsamlı bir revizyonu olası olmamıştır. Bununla birlikte yakın akraba türlerden oluşan tür grupları ile ilgili yapılan morfolojik ve akustik çalışmalar, cinsin taksonomisine oldukça katkıda bulunmuştur. Cins içerisinde bulunan tür gruplarından en çok

bilinenleri *C. dorsatus*-grubu (Stumpner ve Helversen 1994), *C. albamarginatus*-grubu (Helversen 1986), *C. demokidovi*-grubu (Çıplak vd 2005), *C. parallelus*-grubu (Butlin ve Hewitt 1985, 1987) ve *C. biguttulus*-grubu (Perdeck 1957, Ragge ve Reynolds 1988, Ragge vd 1990, Bukhvalova 1995, Ingrisich 1995, Sychyov 1996, Mol vd 2003)'dur.

Çalışmamız kapsamında bulunan *Chorthippus biguttulus* (Linnaeus, 1758) dahil olduğu tür grubunun ilk tanımlanan üyesi ve ayrıca Kuzey ve Orta Avrupa'nın en yaygın türlerinden birisidir (Harz 1975, Beibienko-Mitschenko 1955, Ragge ve Reynolds 1998). Ondokuzuncu yüzyılın ilk çeyreğinde grubun ikinci üyesi *C. brunneus* (Thunberg, 1815) türü bilim dünyasına tanıtılmıştır. Daha sonra grubu ilk defa morfolojik olarak birbirinden ayırt etmeyi deneyen Charpentier (1825), *C. mollis* türünü tanımlamış ve bu grup içerisine dahil etmiştir (Sychyov 1996). Ancak morfolojik olarak birbirlerine çok benzer olmaları, bu üç türün sıklıkla karıştırılmalarına neden olmuştur. Bu durum geniş varyasyona ve yayılışa sahip üç türü tek türün populasyonları olarak değerlendirmeye yol açmış ve uzunca yıllar kabul görececek bir isim olan *C. variabilis* (Fieber, 1852) adı altında değerlendirilmiştir (Ragge ve Reynolds 1998, Ingrisich 1995). Ancak Ramme (1920)'nin bu türlerin her birinin kendisine özgü erkek çağrı sesinin olduğunu fark etmesi ve bu özellikleri türlerin teşhislerinde kullanması ile *C. biguttulus*-grubu üyesi olan *C. biguttulus*, *C. brunneus* ve *C. mollis* türleri birbirlerinden ayırt edilebilmiştir. Yaklaşık olarak 20. yüzyıl'ın ilk çeyreğine kadar grubun sadece bu üç türden oluştuğu varsayılmıştır. Ancak ses karakterinin grubun değerlendirilmesinde önemli olduğunun saptanması ve yoğun olarak çalışılan Kuzey ve Orta Avrupa'nın yanı sıra Pireneler, Alpler ve Balkan yarım adasının da çalışmalara eklenmesi, *C. biguttulus* tür grubunun düşünülenden çok daha fazla üyesi olduğunu ortaya çıkarmıştır (Ragge ve Reynolds 1988, Ragge ve Reynolds 1998). Dolayısıyla gruba ait türlerin tanımlanmasında önemli bir karakter olan sesin, özellikle Avrupa'nın güneyinde bulunan populasyonlarda kullanılmasıyla, 20. yüzyılın başlarında üç tür ile bilinen bu tür-grubunun günümüzde yaklaşık 25 takson olduğu düşünülmektedir. Bu taksonlardan günümüzde yaygın olarak kabul görenleri: *C. biguttulus biguttulus*, *C. b. hedickei*, *C. b. euhedickei*, *C. eisentrauti*, *C. rubratibialis*, *C. maroccanus*, *C. yersini*, *C. ilkazi*, *C. mollis mollis*, *C. mollis ignifer*, *C. crassiceps*, *C. bozdaghi*, *C. brunneus brunneus*, *C. jacobsi*, *C. bornhalmi* ve *C. maritimus* tür ve alt türleridir.

1.2. *Chorthippus biguttulus* Grubunda Ses

Akustik sinyaller Orthoptera ordosuna ait türlerde ilk başlarda genel taksonomi perspektifi ile kullanılmış olsa da süreç içerisinde etoloji, fizyoloji ve evrimsel biyoloji gibi farklı bilim dallarınca da çalışılmış ve farklı açılımlara yön vermiştir (detay için Bkz. Robinson ve Hall 2002). *C. biguttulus* grubu türlerinin akrabalık derecesinin anlaşılmasında ses deseninin önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir (Perdeck 1957, Ragge ve Reynolds 1988, 1998, Ragge vd 1990, Schmidt 1990, Bukhvalova ve Zanthiyev 1994, Ingrisch 1995, Bukhvalova 1995, Sychyov 1996). Diğer taraftan sesin işitilen kısmı olan ses deseninin ve bunun üretiminde görevli olan ayağın yukarı-aşağı yönlü hareketinin birlikte ve eş zamanlı olarak incelenmesi, morfolojik olarak ayrılması zor olan bu tür grubu içerisinde bile farklı alt grupların varlığını göstermiştir (Elsner 1975, Helversen ve Elsner 1977). Ses deseninin ayak hareket deseni ile birlikte kullanılması, özellikle *C. biguttulus* grubu gibi stridulatory sistemi kullanan taksonların özelliklerinin daha iyi anlaşılması için önemli olmuştur. Bu nedenle de ses karakterleri grubun üyelerinin evrimsel geçmişini anlamakta önemli bir unsur olmaktadır (Helversen ve Helversen 1975a, Helversen ve Helversen 1975b, Helversen ve Elsner 1977, Helversen ve Helversen 1994). *C. biguttulus* tür grubunda ses oluşumunu sağlayan ayak hareketi deseni temel alındığında üç farklı kümeden bahsedilebilir. Bunlardan *C. brunneus* alt-grubu eşzamanlı, *C. mollis* alt-grubu kısmen eşzamanlı ve *C. biguttulus* alt-grubu eşzamanlı olmayan ayak hareketi desenine sahiptir (Helversen ve Helversen 1975a, 1975b, Gottsberger ve Mayer 2007; Helversen, yayınlanmamış veri, Şirin vd yayınlanmamış veri).

1.3. *Chorthippus biguttulus* Grubunda Hibrit Çalışmaları

C. biguttulus grubu içerisinde akustik sinyaller, doğal hibrit populasyonların saptanmasında kullanılırken, laboratuvar koşullarında tür içi hibritlerin oluşturulmasında da başvurulan bir araç olmuştur. *C. biguttulus*- grubu üyeleri yaklaşık olarak yarım asırdır hibritleşme olgusu ile ilgili çalışmalara konu olmuştur. Konu hakkındaki ilk ve öncül çalışma Perdeck (1957) tarafından gerçekleştirilmiş olan *C. biguttulus* ile *C. brunneus* türlerinin laboratuvar ortamında hibritlerini elde ettiği çalışma olarak karşımıza

çıkmaktadır. Perdeck (1957) çalışmasında ses karakterinin *C. biguttulus*-grubunda üreme öncesi izolasyona neden olduğunu ve bu bariyerin aşıldığı takdirde iki farklı türün hibritleşebildiğini ortaya koymuştur. Ayrıca bu çalışma genel anlamda hibritleşme olgusu ile ilgili özelliklerin anlaşılmasına da büyük katkılar sağlamıştır.

Hibritler, laboratuvar ortamında bazı teknikler kullanarak farklı türler arasındaki üreme öncesi bariyerinin bir şekilde kırılması ile oluşturulsa bile, bu duruma doğada rastlanması oldukça nadir bir durumdur (Arnold 1992, 1997). Tüm cinsi ele aldığımızda literatürde rastlanan doğal hibrit zonlar *C. brunneus* x *C. biguttulus* (Ragge 1976), *C. biguttulus* x *C. mollis* (Ragge 1981, 1984), *C. brunneus* x *C. jacobsi* (Bridle vd 2001), *C. parallelus erythropus* x *C. parallelus parallelus* (Butlin ve Hewitt 1985), *C. brunneus* x *C. bornhalmi* (Klukers vd 2004), *C. albomarginatus* x *C. oschei* (Vedenina ve Helversen 2003) türleri arasında oluşan zonlardır. Tüm cins içerisinde bulunan yaklaşık altı hibrit zondan dört tanesi içerisinde *C. biguttulus*-grubunun bulunması bu tür grubunu her anlamda daha ilginç kılmaktadır.

Yukarıda değinilen hibritleşmeler hem doğal ortamlarından hibrit bireylerin toplanması hem de laboratuvar ortamında hibrit nesillerin üretilmesi ile detaylı incelenmişler ve sonuç olarak homoploid hibritleşmenin klasik örnekleri arasında yerlerini almışlardır (Helversen ve Helversen 1975a, Bailey vd 2004, Saldamando 2005a, 2005b, Bridle vd 2006, Vedenina vd 2006, Gottsberger ve Mayer 2007). Bu çalışmalar üç konu hakkında bilgi sağlamaktadır. Bunlardan ilki türler arasındaki üreme öncesi izolasyon bariyeri olan sesin kırılması ve türlerin çiftleşebilmesinin önemidir. Bariyerin kırılmasının dişinin tercihiyle gerçekleşen bir durum olduğu ve dişinin erkeği ürettiği sesin deseni ve yapısal özelliklerine bağlı olarak seçtiği belirlenmiştir. Bu durum hem sesin kalıtım derecesinin yüksek olduğunu göstermekte hem de sesin sadece türleri birbirinden ayırt etmekte değil aynı zamanda aralarında meydana gelen hibritleride belirlemekte kullanılabileceğini göstermektedir. İkinci konu ise çiftleşme meydana geldikten sonra hibritlerin yaşamsal durumlarının akıbetidir. Oluşan birinci hibrit nesili incelendiğinde büyük oranda varlığını sürdürebilecek kapasitede (viable) ve üretken oldukları saptanmış yani postzigotik izolasyonun neredeyse hiç gelişmediği belirlenmiştir (Perdeck 1957, Bailey vd 2004, Saldamando vd 2005b, Vadenina vd

2006, Gottsberger ve Mayer 2007). Bu durum türler arasındaki üreme izolasyonunun sadece çiftleşme öncesi bariyerlerle sağlandığını ve türler arasındaki genetik farklılığın sebep olabileceği genetik uyumsuzluğun oluşmadığını göstermektedir. Üçüncü konu hibrit bireylerin ses karakterleridir. Genel olarak laboratuvar ya da doğal hibritlerin oluşturdukları seslerin hem desen hem de yapısal karakterleri bakımından iki ebeveynin oluşturduğu ses karakterlerinin arasında bir durum gösterdiği saptanmıştır (Perdeck 1957, Helversen ve Helversen 1975a, 1975b, Helversen ve Elsner 1977, Saldamando vd 2005b, Gottsberger ve Mayer 2007). Ayrıca bazı hibrit populasyonlarında ebeveynler tarafından üretilmeyen ve ilk defa bu hibritlerden kayıt edilen yeni ses desenleri veya elementleri de belirlenmiştir (Helversen ve Helversen 1975a, Helversen ve Elsner 1977, Vedenina ve Helversen 2006). Belirlenmiş olan bu doğal hibrit zonlara ait herhangi bir moleküler veri bulunmamaktadır. *C. biguttulus*- grubunun morfolojik, davranışsal (ses) ve moleküler verileri dikkate alındığında karşımıza sadece türlerin tanımlanmasında değil aynı zamanda aralarında meydana gelen hibritlerin belirlenmesinde ve dolayısıyla temel türleşme mekanizmalarının anlaşılmasında da ses karakterinin ne derece önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Belirli bir farklılaşma süreci geçirmiş olan yakın akraba iki populasyonun yayılış alanlarının çakışması sonucu hibritleşmenin gerçekleştiği alanlarda olası sonuçlar üç kısımda değerlendirilmektedir (Arnold 1992, 1997). Birincisinde hibritlerin ortadan kalkması ve dolayısıyla iki yakın akraba tür arasındaki üreme izolasyonunun tamamen gerçekleşmesi söz konusudur. Hibritlerin uyum güçleri ebeveynleri ile karşılaştırıldığında daha düşük ise seçilim hibritlerin ortadan kalkması yönünde işler. Diğer taraftan seçilim her bir atasal populasyonu kendi soyu içinde üreme yönünde zorlar bu duruma soya yönelimle sonuçlanmaktadır (Marshall vd 2002). İkincisinde ise ebeveynler arasında hibritleşme gerçekleşir ve akabinde kısmen farklılaşmış olan taksonlar kaynaşır ve zengin bir gen havuzu meydana gelir buda türün farklı koşullara uyum yeteneğini artırır (Mallet 2005, Seehausen 2004, Seehausen vd 2008). Üçüncü ve son durum özellikle son zamanlarda konu ile ilgili bilim adamlarının kabul ettiği hibritleşme sonucu bağımsız evrimsel bir birim oluşumudur (Seehausen 2004, Mallet 2007). *Chorthippus* cinsi üyeleri hakkında hibritleşme konusu üzerine oldukça geniş bir çalışma yelpazesi olmasına rağmen bugüne kadar hibritleşme sonucu oluşan tür veya

bağımsız evrimsel bir birim literatürde bildirilmemiştir. Belirlenen doğal hibrit zonlar ebeveynlerinin yayılışları dikkate alındığında ya dar coğrafik alanlarla sınırlı kalmış (Butlin ve Hewitt 1985, Bailey vd 2004, Saldamando 2005a, 2005b, Bridle vd 2006) ya da simpatrik olarak yayılış gösteren ebeveynler arasında küçük parçalar halinde bulunmuşlardır (Perdeck 1957, Ragge 1976, 1981, 1984). Yukarıda belirtilen hibrit zonlardan farklı olarak *C. albomarginatus* ve *C. oschei* arasındaki hibritlerin yayılışı yaklaşık olarak 200 km. ile cins içerisinde bugüne kadar saptanmış en uzun coğrafik yayılıştır (Vedenina vd 2006).

1.4. *Chorthippus biguttulus* Grubunda Morfoloji

Grubun klasik üç üyesi olan *C. biguttulus* (Linnaeus, 1758), *C. brunneus* (Thunberg, 1815) ve *C. mollis* (Charpentier, 1825) morfolojik olarak tanımlanmış olsa da grup hakkındaki morfolojik ve morfometrik verilere bağlı olan çalışma sayısı oldukça azdır. Bu durumun muhtemel iki nedenden kaynaklandığı söylenebilir. Bunlardan birincisi, tür grubunun yaklaşık olarak 70 yıllık bir süreç boyunca *C. variabilis* (Fieber, 1852) isimli tek bir tür altında değerlendirilmiş olmasıdır. Bu durum süreç boyunca gruba ait farklı türlerin karşılaştırılamamalarına ve veri üretilmemesine neden olmuştur. İkinci neden ise, *C. biguttulus* tür grubu için ses karakterinin türleri birbirinden ayırt edebildiği belirlendikten sonra grup ile ilgili ses çalışmaları önem kazanmış ve çalışmalar günümüze kadar genellikle bu ekseninde devam etmiştir. Ancak az da olsa yapılan morfolojik çalışmaları incelediğimizde bazı karakterlerin önemli olduğu ya da olacağına yönelik işaretler görmek mümkündür. Bu karakterlerden en çok kullanılanı ses diş sayısıdır (Ramme 1921, Faber 1929, Jacobs 1963, Perdeck 1957, Ragge 1976, 1981, 1984, Ragge ve Reynolds 1988, Ingrisich 1995, Sychyov 1996, Helversen ve Helversen 1997, Ragge ve Reynolds 1998, Bailey vd 2004, Kleukers vd 2004, Saldamando vd 2005a, 2005b). *C. biguttulus* grubunda günümüzde önemli morfolojik karakterlerden biri olduğu bilinen ses diş sayısı, ilk olarak *C. mollis* türünü tanımlayan Charpentier (1825) tarafından kullanılmıştır. Karakter daha sonra grubun bilinen klasik üç türü olan *C. biguttulus*, *C. brunneus* ve *C. mollis* türlerinin kendilerine özgü spesifik seslerinin olduğunu belirleyen Ramme (1921) tarafından kullanılmış, sonrasında yine grup üzerine çalışmaları bulunan Faber (1929) tarafından

değerlendirilmiş ve önemli olduğu vurgulanmıştır. Buna ek olarak Jacobs (1963) yaptığı çalışmada ses dişlerinin sadece sayısının değil aynı zamanda ses dişlerinin kapladığı alanın uzunluğunun, milimetredeki ses diş sayısının ve ses dişlerinin bulunduğu arka femurun uzunluğunun önemli birer karakter olduğunu vurgulanmıştır. Bu karakterlere ait ölçümleri *C. biguttulus*, *C. brunneus* ve *C. mollis* türlerine ait 77 bireyden almıştır. Bu dört karakterden sadece ses dişi sayısı ve buna bağlı olan milimetredeki ses dişi sayısı *C. brunneus* türünü diğerlerinden ayırabilirken, *C. biguttulus* ve *C. mollis* türlerine ait verilerde bir farklılığa rastlanılmamıştır. Perdeck (1957) *C. biguttulus* ve *C. brunneus* türlerinin sahip olduğu özgül ses desenin üreme izolasyondaki önemini irdelediği çalışmasında, her bir türe ait 30 erkek bireyden ses dişleri ile ilgili karakterlere ek olarak kanat uzunluğu, kanat genişliği, costal alan genişliği karakterleri milimetrik olarak değerlendirmiştir. Bu karakterler haricinde genital organ, ağız parçaları, timpanal organ ve yumurta ile ilgili diğer bazı karakterleri de incelemiş ancak verilerin grup üyeleri açısından önemli bir farklılık ortaya koymadığını belirtmiştir. Diğer taraftan milimetrik olarak ölçtüğü karakteri kullanarak oluşturduğu üçgen grafik yöntemi ile *C. biguttulus* ve *C. brunneus* türlerini, laboratuvar da oluşturulan hibritleri ve doğal hibritleri karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırmalarda iki atasal türün birbirinden farklı noktalarda, hibritlerin ise bu ikisinin arasında olduğunu göstermiştir. Ancak Perdeck (1957) morfolojik veriler kullanılarak yaptığı analizde, ses dişi sayısının etkin rol oynadığını diğer karakterlerin ise etkinliğinin düşük olduğunu belirtmiştir.

Ragge (1976) *C. brunneus* ve *C. biguttulus* türleri arasında meydana gelen Avusturya, Tyrol'den kayıt ettiği tek bir hibrit bireyde, daha önce Perdeck (1957)'in laboratuvar hibritlerinin analizinde kullandığı üç morfolojik karaktere ait ölçümler alarak, değerlendirmiştir. Bu bireye ait ses karakterleri ve morfolojik veriler ses dişi sayısı ile kanadın costal alanın genişliği ara bir formu işaret etmiştir. Üçüncü karakter olan kanat uzunluğu laboratuvar hibritlerinin sonucundan oldukça farklı bulunmuş, içlerinde en kısa kanada sahip olan *C. biguttulus* bireylerinden bile daha kısa olarak ölçülmüştür. Ragge (1981, 1984) ses deseni yönüyle *C. mollis* ve *C. biguttulus* türlerinin her ikisine de benzerlik gösteren Le Broc (Alp Maritimes, Fransa) popülasyonu olarak da bilinen hibrit popülasyonu daha önceki çalışmasında kullandığı üç farklı morfolojik karakter bakımından muhtemel ebeveynleri ile karşılaştırmıştır. Karşılaştırma yaptığı üçgen

grafikte *C. biguttulus* ve *C. mollis* türlerinin çok yakın olduğunu, fakat bireylerinin birbirine karışmadığını ancak hibrit olarak düşündüğü popülasyonun ise bu iki tür arasında yer aldığını gözlemlemiştir.

Grup hakkında yapılan en kapsamlı morfolojik çalışmalardan ilki İberya yarımadası, Balearic adaları ve Kuzey Afrika'dan toplanan *C. biguttulus* grubuna ait 253 erkek (sekiz milimetrik ve ses dişi sayısı) ve 228 dişi bireyden (altı milimetrik ve ses dişi sayısı) morfolojik karakterlerin ölçümünü gerçekleştirilmiştir (Ragge ve Reynolds 1988). Ölçümleri alınan bireylere *C. jacobsi*, *C. yersini*, *C. montanus* ve *C. marocanus* türlerinin holotip örnekleri de katılmış ve elde edilen verilerden bazıları, Perdeck (1957) tarafından kullanılan üçgen grafik yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışmada elde edilen morfometrik verilerden prozona uzunluğuna, metazona uzunluğunun bölünmesi ya da costal alanın genişliğine kanat uzunluğunun bölünmesi ile elde edilen farklı indeksler oluşturularak taksonlar arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Oluşturulan grafiklerin hiç birinde İberya yarım adası içerisinde yayılış gösteren altı *C. biguttulus* grubu üyesinin tümü birlikte değerlendirmemiştir. Ancak yapılan ikili ya da üçlü karşılaştırmalar ses verilerinin ortaya koyduğu sonuçları destekler niteliktedir. Ragge ve Reynolds (1988)'in yaptıkları çalışmada ses verileri ile birlikte morfometrik verilerin sınırlı da olsa kullanımı *C. biguttulus* grubunun İberya yarım adasındaki taksonomik karışıklılığının giderilmesine destek vermiştir. Grup hakkında benzer fakat daha kapsamlı bir çalışma ise İsviçre sınırındaki Alpler'de bulunan popülasyonlar üzerinde gerçekleştirilmiştir (Ingrisch 1995). Ingrisch (1995) dişilerin tek bir morfolojik tip gösterdiğini ve erkekler için karakterlerin diagnostik olarak daha yararlı olacağını belirtmiş ve bu nedenle sadece erkek bireylerden (513) 10 farklı morfometrik karakter ölçümü ile ses dişleri sayısını kaydetmiştir. Bu verilere herhangi bir istatistiksel analiz uygulamamış, ancak elde edilen bu verilerden tegmina uzunluğunun arka femur uzunluğuna, apikal alan uzunluğuna veya stigmadan kanadın sonuna olan uzunluğa bölünmesi ile elde edilen farklı indeksler oluşturularak, taksonlar arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır (Ingrisch 1995). Ingrisch (1995) bu çalışmasında her ne kadar morfolojik çalışmalar ile grubun klasik üç türü olan *C. biguttulus*, *C. brunneus* ve *C. mollis*'i ayırt edebileceğini söylese de, Alpler'de bulunan gruba ait tüm taksonlar karşılaştırıldığında iç içe

girdiklerini ve kademeli küme oluşturdıklarını da belirtmiştir. Ayrıca grubun türlerinin akustik kayıtları olmadan birbirlerinden ayırmanın neredeyse olanaksız olduğunu belirtmiştir. Benzer dönemde Avrupa'nın kuzeyinde Rusya ve yakın çevresinde bulunan ülkelerde, yayılış gösteren *C. biguttulus* grubuna ait 12 taksonun taksonomik durumlarının incelendiği çalışmada 590 erkek bireyden beş farklı karakter ölçümü gerçekleştirilmiş ve iki farklı indeks hesaplanmıştır (Sychyov 1996). Çalışmada indekslerden oluşturulan bir adet serpmme grafik ile tüm taksonların morfolojik olarak bir küme olduğunu ancak, *C. biguttulus biguttulus* taksonunun bu küme içerisinde olmadığını göstermiştir. Diğer taraftan ölçülen beş morfometrik karakterin istatistiksel bir analiz olan kümeleme analizine tabi tutulması, grubun basit grafiklendirme yöntemlerinden karmaşık ilişkileri açıklayabilecek olan uygun istatistiksel yöntemlere geçişin ilk örneğini teşkil etmektedir. Ancak kullanılan verilerle ile oluşturulan kümeleme analizi de *C. biguttulus* grubunun çalışma kapsamında kaydedilen alandaki taksonomik durumuna tam olarak bir çözümleme getirememiştir.

Avrupa'da yapılan tüm çalışmalara rağmen tam netlik kazanmayan grubun taksonomisi Anadolu'da çok daha karmaşık bir haldedir. Grubun üyeleri büyük oranda morfolojik olarak birbirlerine çok benzer olduklarından (kriptik türler) sağlam tanımlama ancak ve ancak ses verilerinin detaylı analizleriyle mümkün olabilmektedir. Morfolojik olarak çok benzer olmaları önceki literatürlerde yanlış tanımlamalara yol açmış olma olasılığını artırmaktadır. Bugüne kadar yapılan Anadolu'ya ait klasik faunistik çalışmalarda (Weidner 1969, Karabağ 1949, 1958 ve 1963, Karabağ vd 1971 ve 1981, Demirsoy 1975, 1977, Salman 1978, Güneş 1984, Çıplak ve Demirsoy 1991, Çıplak vd 1996 ve 1999, Çıplak 1988 ve 1992, Sevgili ve Çıplak 2000, Satar 1997) *C. brunneus* türü ile *C. biguttulus biguttulus* ve *C. mollis mollis* alt türlerinin Türkiye'nin hemen hemen her yerinde yaygın olarak bulunduğu bildirilmiştir. Buna karşın aynı çalışmalarda grubun diğer bir üyesi olan, Yunanistan ve Bulgaristan'da yaygın halde bulunan (Ragge vd. 1990, Schmidt 1990) *C. bornhalmi* türü hakkında herhangi bir bilgiye rastlanılmamaktadır. Ancak Mol (2001)'un *Chorthippus* cinsi üzerine yapmış olduğu çalışmasında *C. bornhalmi* türünün Anadolu'dan ilk kaydı Antalya, Termessos'dan verilmiştir. Bununla birlikte Mol'da (2001) diğer araştırmacılar gibi *C. brunneus*, *C. biguttulus biguttulus* ve *C. mollis mollis* taksonlarının Anadolu'da geniş

bir yayılışa sahip olduğunu belirtmiştir. Grubun daha lokal yayılışlı iki endemik türü olan *C. bozdaghi* İzmir-Bozdağ lokalitesinden ve *C. ilkazi* Ankara, Çankırı ve Kastamonu lokalitelerinde tespit edilmişlerdir (Weidner 1969, Karabağ 1958, Demirsoy 1977, Salman 1978, Mol 2001, Mol vd 2003). Geriye kalan üyelerden *C. biguttulus hedicki* kuzey-batı Anadolu'da bulunmaktadır (Mol 2001). Toplamda yedi takson ile Anadolu'da varlığı bilinen *C. biguttulus* grubunu yukarıda belirtilen faunistik çalışmalar haricinde konu alan her hangi bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla grubu farklı karakter setleri kullanılarak değerlendirilen çalışmamız özelde Anadolu'daki durumun anlaşılması, genelde ise diğer coğrafik alanlarda yayılış gösteren üyeleri ile kıyaslama fırsatı vermesi bakımından katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

1.5. *Chorthippus biguttulus* Grubunda Moleküler Çalışmalar

Son yıllarda taksonomistler, evrim çalışan biyologlar ve biyolojinin farklı dallarındaki araştırmacılar, çalışmalarında kullandıkları morfoloji, fizyoloji, etoloji gibi veri setlerine tüm bu özelliklerin temelini oluşturan genetik veri setini ilave etmişlerdir. Genetik veri kaynaklarından DNA'nın sahip olduğu baz dizilerinin belirlenmesi ile gerçekleştirilen analizler farklı taksonların karşılaştırılması için sıklıkla kullanılmaktadır. Her ne kadar mtDNA'sı kullanılarak yapılan filogenetik analizler son yıllarda akrabalık ilişkilerini anlamak için sıklıkla kullanılıyor olsa da, *C. biguttulus* grubu ile ilgili moleküler çalışmalara dayalı literatür oldukça azdır. Grup içi ilişkileri moleküler verilerle ilk test eden çalışma, Avrupa'da yayılış gösteren altı *C. biguttulus* grubu türünün 21 farklı popülasyonunda, mtDNA varyasyonlarının belirlenmesi üzerine gerçekleştirilmiştir (Mason vd 1995). Mason vd (1995) tarafından yapılan çalışmada, mtDNA'sının restiriksiyon enzimleri kesimi sonucu meydana gelen farklı boyutlardaki parçalarının jel elektroforezi ile belirlenmesi ve buna göre hem popülasyonların hem de türlerin karakteristik özellikleri belirlemeye çalışılmıştır. Ancak bu karşılaştırmalar da hem popülasyonlar arası hem de türler arasında belirlenen varyasyon düzeyi, herhangi bir filogenetik değerlendirme yapmaya olanak vermemiştir. Diğer taraftan çekirdek DNA'sı kullanılarak yapılan çoğaltılmış parça uzunluk polimorfizmi (AFLP) analizi ile İspanya'nın kuzeyinde yayılış gösteren *C. jacobsi* ve *C. brunneus* türlerine ait dört farklı popülasyon karşılaştırılmıştır (Tatsuta ve Butlin 2001). Elde edilen veriler ile

yapılan komşu bağlama (Neighbor-joining-NJ) filogenetik analizi genetik uzaklığın tür içi genişliğinin türler arası genişlik kadar olduğunu göstermiştir. Yukarıda verilen iki çalışmada farklı yönleriyle grubun akrabalık ilişkilerini değerlendirse de, sonuçları itibariyle aynı noktaya işaret etmektedirler. Bu iki çalışmaya ek olarak Ustinova ve Mayer (2006) *C. biguttulus*, *C. brunneus* ve *C. mollis* türlerinin, toplam altı farklı popülasyonuna ait 43 bireyinden, çekirdek DNA'sında bulunan fruitless geninin 897 baz çiftlik kısmının dizi analizini gerçekleştirmişlerdir. Bu bölgeye ait dizilerin filogenetik analizi, moleküler düzeyde üç türün birbirinden farklı olduğunu ortaya koymuştur. Bunlara ek olarak örnek grubumuzun üyelerinin dahil edildiği, farklı moleküler verilerin karşılaştırıldığı çalışmalarda mevcuttur. Bu çalışmalardan ilki, Palearktik'te yayılış gösteren Gomphocerinae alt familyasının sitokrom oksidaz alt ünite I (CO I) ve sitokrom b (Cyt b) genleri ile değerlendirildiği çalışmadır (Bugrov vd 2005). Çalışılan her iki gende aynı filogenetik ağacı desteklemiş, *Chorthippus* cinsi *Stauroderus* ve *Aeropus* cinsleri ile bir grup oluşturmuştur ve çalışmada kullanılan diğer cinslerden ayrılmıştır (Bugrov vd 2005). Ayrılan bu grupta yer alan *Chorthippus* cinsine ait toplam dokuz tür çalışmaya dahil edilmiş ve filogenetik ağaçta üç farklı alt grup meydana getirmiştir. Çalışmada yer alan *C. biguttulus* grubu üyesi *C. biguttulus* ve *C. mollis* türleri, filogenetik ağaçta oluşan üç alt grup içerisinde farklı noktalarda yer aldığı gözlenmiştir (Bugrov vd 2005). Son yıllarda yapılan bir diğer mitokondrial Cyt b çalışmasında, Acrypteridae familyasının filogenetik açıdan yeniden yapılandırılması için, 25 farklı türden birer birey ve 19 türe aitte Genbank verisi kullanılmıştır (Huo vd 2007). Yapılan farklı filogenetik ağaçların tümünde *Chorthippus* cinsi polifiletik bir yapı göstermiş ve dahil edilen iki farklı *C. biguttulus* grubu üyesi *C. mollis* ve *C. brunneus* türleri birbirlerinden uzak kollarda çıkmışlardır. Yukarıda değinilen tüm bu moleküler çalışmaların, grubun özellikle Avrupa'da yayılış gösteren üyeleri üzerine yapıldığı düşünüldüğünde, Anadolu'da yayılış gösteren grup üyelerine ait verilerin katılarak değerlendirilmesinin filogenetik ilişkinin anlaşılmasına katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz. Bu amaçla gruba ait mitokondrial genlerden olan CO I ve ribozomal RNA kodlayan 16SrDNA genlerine ait dizi analizleri mümkün olduğunca çok popülasyon ve bireyden gerçekleştirilecektir.

1.6. *Chorthippus biguttulus* Grubunun Biyocoğrafik Durumu

C. biguttulus tür grubunu konu edinen çalışma sayısının sınırlı olması nedeniyle grubun tam olarak kaç üyeden oluştuğu netlik kazanamamıştır. Bununla birlikte grubu doğrudan konu alan ve/veya kapsamı içerisinde değinen çalışmalar dikkate alındığında *C. biguttulus* alt-grubunun sekiz, *C. mollis* alt-grubunun dört ve *C. brunneus* alt-grubunun dört üyesi ayırt edilebilmektedir (Ragge ve Reynolds 1988, 1998, Ragge vd 1990, Schmidt 1990, Bukhvalova ve Zanthiyev 1994, Ingrisich 1995, Bukhvalova 1995, Sychyov 1996). Yukarıda değinilen üç alt-grubun üyeleri ve coğrafik dağılımları sırasıyla: (i) *C. biguttulus biguttulus* (Rusya, Kafkasya, Sibirya, Kazakistan, Kuzey Afrika, Batı Avrupa, Türkiye, İran, Hindistan, Moğolistan), *C. b. hedickei* (Yunanistan, Avusturya, Macaristan, Slovakya, Romanya, Bulgaristan), *C. b. euhedickei* (Yunanistan, Balkanlar), *C. eisentrauti* (Alpler), *C. rubratibialis* (İtalya), *C. marocanus* (Kuzey Afrika, Atlas dağları ve kuzeyi), *C. yersini* (İberya yarım adası) ve *C. ilkazi* (Türkiye, Ankara, Çankırı, Kastamonu), (ii) *C. mollis mollis* (Fransa, Kuzey Batı İspanya, Orta Avrupa, Rusya'nın Avrupa Bölümü, Kafkasya, Kazakistan, Sibirya, Orta Asya, Türkiye), *C. mollis ignifer* (Alpler), *C. crassiceps* (Yunanistan, Arnavutluk, Makedonya, Bosna-Hersek, Hırvatistan), *C. bozdaghi* (Türkiye, İzmir) ve (iii) *C. brunneus brunneus* (Yunanistan, Türkiye, İrlanda, İngiltere, Fransa, İspanya, Kuzey Afrika, Romanya, Bulgaristan, Sibirya, Rusya, Kazakistan, Türkmenistan, Kafkasya, Irak, Kuzey İran, Moğolistan'ın kuzeyi, Kuzey Çin, Kuzey Afrika), *C. jacobsi* (İberya yarım adası), *C. bornhalmi* (Balkanlar, Yunanistan, Türkiye), *C. miramae* (Karadeniz kuzey kesimleri) şeklindedir (Şekil 1). Tanımlanmış olan bu türlerin yanı sıra henüz tanımlanmayı bekleyen veya işlemde olan taksonlarda bulunmaktadır (Ragge vd. 1990, Ingrisich 1995, Willemse ve Willemse 2008).

Çalışma için seçtiğimiz tür grubunun üyelerinin orta Avrupa'da geniş bir yayılışa sahip olduğu ve bu alanların benzer çayır vejetasyonlarından oluştuğu görülmektedir (Ragge ve Reynolds 1988, Ragge vd 1990, Schmidt 1990, Harz 1975, Beibienko-Mitshenko 1955, Ragge ve Reynolds 1998). Benzer tipteki habitatlar Anadolu'da özellikle orman açıklıkları yada orman üstü zonda yer almaktadır (Akman 1993, Parolly 2004). Ekolojik yönden grubun tercihi dikkate alındığında, Anadolu

yükseltilerinin grubun üyeleri için bir ada vazifesi görmesi olasıdır. Dolayısıyla bu durumun her bir bağımsız yükseltide var olan populasyonun farklı bir evrimsel süreç izlemesinde rol oynaması muhtemeldir. Ekolojik tercihlerine ek olarak çalışma grubumuzun genel yapısal özelliklerinin (küçük vücut ölçüsü, uçarak çok uzun mesafeler kat edememeleri gibi) sadece enlemsel (kuzey-güney) değil rakımsal (yüksek-düşük) yayılım için de uygun olması elde edilecek verilerin türleşme modellerinin doğal populasyonlar ile test edilmesini sağlayacaktır.

Çok değişken topoğrafya ve iklime sahip olan Anadolu, muazzam bir biyolojik çeşitliliğe sahip olmasına rağmen Anadolu'ya ilişkin üstte belirtilen nitelikte çalışmalar yok denecek kadar azdır (Çıplak 2003). Buzul dönemlerinde Anadolu'da hayatta kalan birçok populasyon, buzul dönemi sonrasında Orta ve Kuzey Avrupa'da kolonize olmuşlardır (Hewitt 1996, 1999). Sonuç olarak, Anadolu populasyonları Avrupa faunasının şekillenmesinde belirleyici olmuştur. Anadolu bu özelliği ile günümüz Avrupa faunasına dayalı olarak geliştirilecek filocoğrafik ve evrimsel modellerin anlaşılmasında anahtar role sahiptir.

Sunulan bu tez çalışması ile Anadolu *Chorthippus biguttulus*-tür grubuna ait morfolojik, davranışsal ve genetik çalışmalar yapılarak, tür grubunun detaylı taksonomisi, filogenisi, filocoğrafyası ve verilerin izin verdiği ölçüde türleşme modellerinin ortaya konması hedeflenmektedir. Erkek çağrı sesleri ve bu sesi üretme biçimleri üreme birliklerini tanımlamada en önemli karakter kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, farklı populasyonlar arasında var olan prezigotik izolasyon mekanizmalarının belirlenmesinde en önemli araçlardan biri olarak görülmektedir. Bu nedenle erkek çağrı sesleri ve ses üretme biçimleri (ayak hareketleri) çalışılarak Anadolu'da var olan populasyonları literatürde belirtilen türler olup olmadığı veya varsa yeni türler olduğu saptanmaya çalışılacaktır. Ayrıca gruba ait türler orijinal olarak morfoloji bağlamında tanımlandığından ancak hem Anadolu hem de Avrupa populasyonlarına ilişkin detaylı bir morfolojik dokümantasyon yapılamadığından, istatistik uygulanabilecek açıdan morfolojik veri toplamak çalışmanın diğer basamağını oluşturmaktadır. Çalışma grubumuz hakkında hem morfoloji hem de davranış bazında elde edilecek veriler, işaret edecekleri sonuçlar itibarıyla fenotipik verilerdir.

Dolayısıyla, gruba ait genetik veri elde etmek iki noktada yarar sağlayacaktır. Bunlardan birincisi, türleşme modellerine ilişkin savların bu veri seti ile de test edilmesi (sınanması) olacaktır. İkincisi ise, bugüne kadar Anadolu'dan *C. parallelus parallelus* alttürü hariç herhangi bir DNA verisi olmayan *Chorthippus* cinsine, *C. biguttulus*-grubu bağlamında elde edilen veriler ile katkı sağlamak olacaktır.

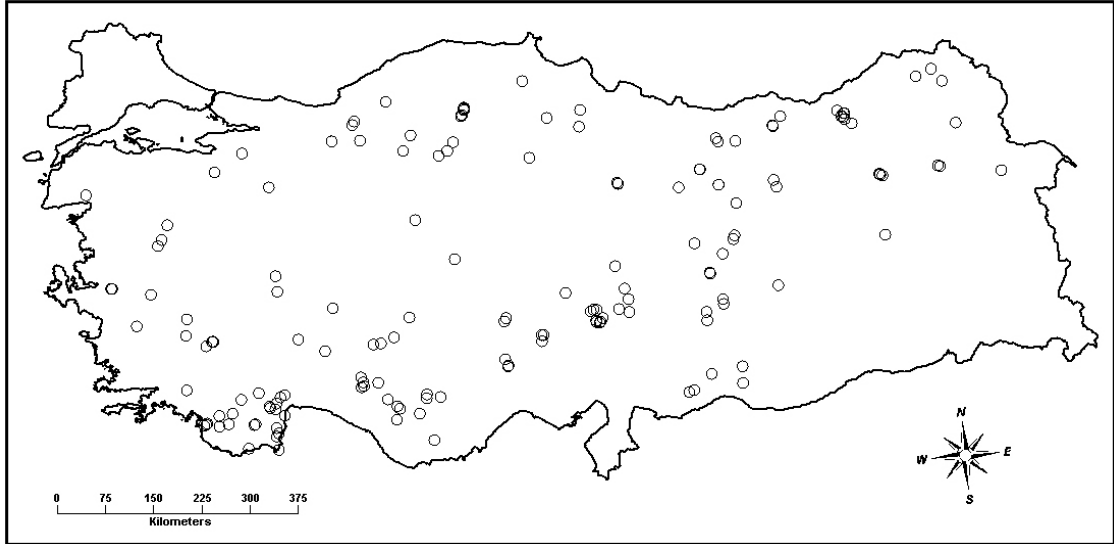
2. MATERYAL ve METOT

Bu tezde sunulan çalışmalar için uygulanan materyal ve metod beş aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama, *C. biguttulus* grubuna ilişkin literatürler işığında arazi çalışmalarıdır. Beş yıl boyunca (2003–2007) Haziran-Ekim ayları arasında grubun üyelerinin tercih ettiği subalpin vejetasyondan (Anadolu için) örnek toplandı. İkinci aşama laboratuara getirilen örnekler en uygun koşullarda erkek ağrı seslerini kayıt etmekte. Ses kayıtları yapılan örnekler canlı olarak alkole alındı ve hem morfolojik hem de DNA alışmaları için kullanıldı. Üçüncü aşamada ses kaydı yapılan bireylerin morfolojilerini nitel ve nicel morfolojik incelemesidir. Dördüncü aşamada grubun alkole alınmış veya doğrudan canlı örneklerinden arka femuru kullanarak DNA izolasyonu yapmak ve uygun yöntemleri aşamaları ile uygulayarak DNA dizileri elde etmekte. Beşinci aşamada elde edilen ham ses, morfoloji ve DNA dizi verilerinin her birini uygun istatistiksel yöntem ve paket programlar yardımı ile analiz etmekte. Her üç veri seti *C. biguttulus* tür grubunun taksonomisi (Anadolu bağlamında), evrimi ve biyocoğrafyalarına ilişkin varsayımların sınanmasında kullanıldı.

2.1. Arazi alışmaları ve Örneklem

Anadolu’da yayılış gösteren *Chorthippus biguttulus*-grubu ile ilgili literatürlerin (Karabağ 1958, Weidner 1969, Harz 1975, Demirsoy 1977, Salman 1978, ıplak vd 1999, Mol 2000, Mol vd 2003) derlenmesi ve değerlendirilmesi arazi çalışmalarının planlanmasında ilk basamağı oluşturmuştur. *Chorthippus biguttulus* grubu üyeleri genellikle kuzeyde (Avrupa ve Asya’nın Orta ve Kuzey kısmında) kısa boylu çayırlık alanları, güney de ise (özellikle Akdeniz havzasında) orman açıklıkları ve orman üstü zonu tercih ettikleri bilinmektedir (Harz 1975, Ingrisich 1995, Ragge vd 1990, Ragge ve Reynolds 1998). Anadolu coğrafik konumu itibariyle *C. biguttulus* grubunun yayılış alanının güney kısmında yer almaktadır. Anadolu’da bu grubun üyeleri alpin ve subalpin ayırlıkların bulunduğu orman açıklıkları ve orman üstü zonu (Akman 1993, Parolly 2004) bulunmaktadır. Özellikle yükselti ile ilişkili yayılış Karadeniz Bölgesinden Akdeniz bölgesine doğru belirginleşmektedir. Bu nedenle arazi çalışmalarını planı Anadolu’nun hem topografik yapısı (ıplak 2003) hem de

vejetasyon durumu (Akman 1993, Parolly 2004) dikkate alınarak yapılmıştır. Bu plan çerçevesinde 2003 ile 2008 yılları arasında 51 il ve 203 lokalitede arazi çalışması gerçekleştirildi (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. *C. biguttulus* grubu üyeleri için Anadolu’da örnekleme yapılan alanlar

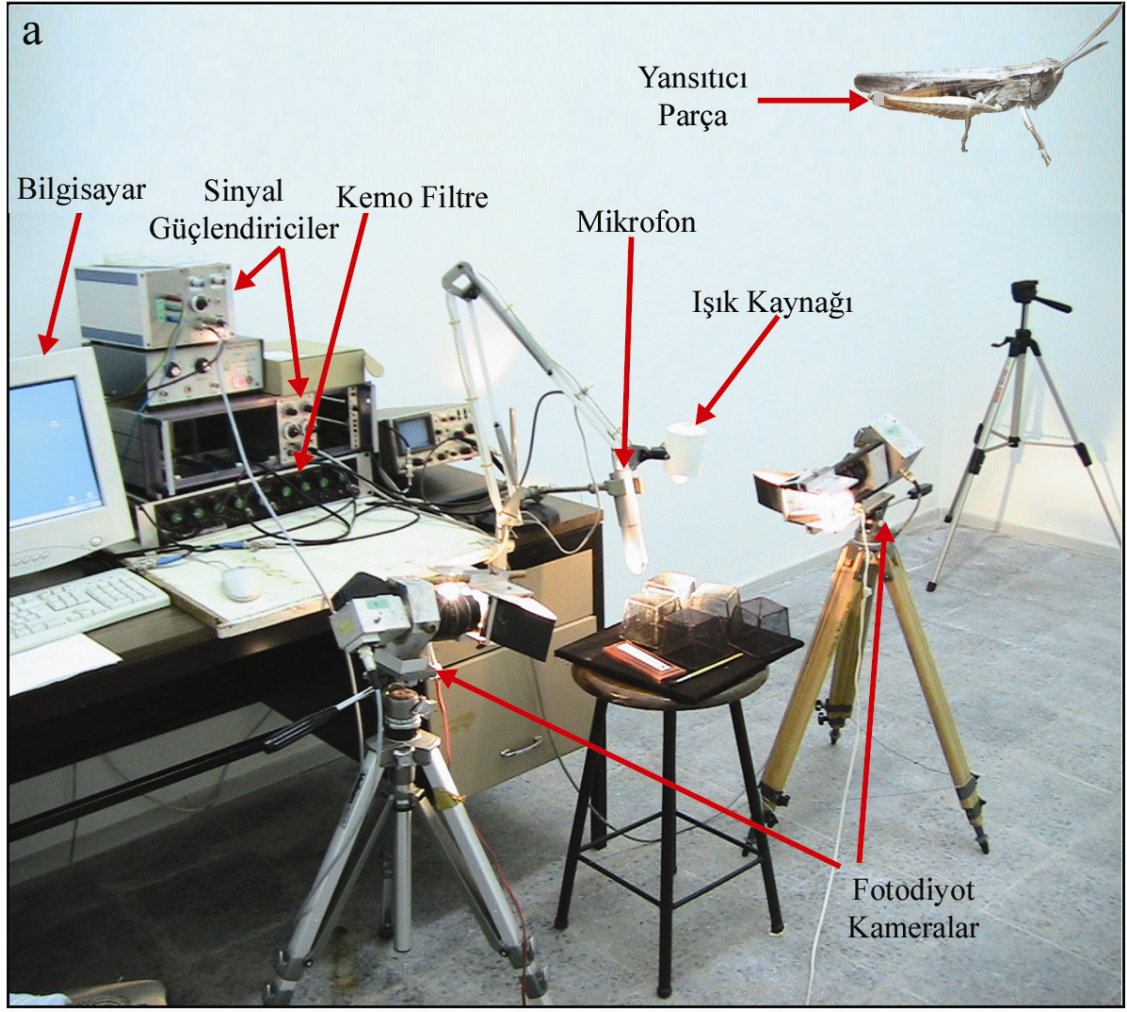
C. biguttulus grubu üyelerinin ergin görülme zamanı dikkate alınarak arazi çalışmaları özellikle Haziran-Eylül arasında gerçekleştirildi. Örnek toplanan lokalitelerin kordinatları ve yükselteleri Garmin e-trex legend marka GPS (Global Positioning Sistem) cihazıyla saptandı. Ayrıca örnek toplanan alanların genel vejetasyon yapısı kayıt edildi. Gruba ait türlerin bulundukları alanda popülasyonun farklı noktalarından popülasyonu temsilen istatistiksel testler için yeterli sayıda birey (ses kaydı morfometrik ve moleküler analizlerin tümünde kullanılmak üzere her eşeyden en az 10’ar birey) toplanmaya çalışıldı. Arazide atrap yardımıyla yakalanan bireyler özel ağaç kafeslere (35X35X35) alındı ve canlı olarak laboratuara getirildi. Bu örnekler hem literatür bilgileri (Helvesen ve Helversen 1975a, 1975b, Helversen ve Elsner 1977, Reinhold vd 2002) hem de doğal yaşama alanların kayıt edilen özelliklerinden yararlanılarak mümkün olan en uygun sıcaklık (23-27 °C), ışık kaynağı (40W) ve süresinde (12 saat günde) yaşamlarını sürdürmeleri sağlandı. Kafesteki örnekler önceki çalışmalarda grup üyelerinin diyetinde yer alan (Perdeck 1957, Helversen ve Helversen 1975a) *Dactylis glomerata* ve/veya *Poa densa* bitkileri ile beslendiler.

Laboratuvar ortamında uygun koşullarda yapılan ses kayıt işlemleri bittikten sonra örnekler moleküler çalışmalar için %99'luk alkole alındı. Morfolojik çalışmalar için kullanılacak olan örneklerin bir kısmı arazide eter ile öldürülüp müze materyali haline getirilerek saklandı. Müze materyali olarak saklanan örneklerden ölçüm alınacağı zaman desikatör içerisinde 1-2 gün bekleterek yumuşatıldıktan sonra bir torf üzerinde böcek iğneleri kullanılarak gerildi. Gerilen her bir örnek için arazi çalışması sırasında kaydedilmiş bilgilerden bir etiket hazırlanarak, örnek iğnesine iliştilirdi. Örneklerin preparasyonu bittikten sonra AUZM (Akdeniz Üniversitesi Zooloji Müzesi) içerisinde bulunan böcek dolaplarına kaldırıldı. Morfolojik çalışmalar için bu nitelikte hazırlanan örnekler yetmediği zaman alkolde saklanan örneklerden de yararlanıldı.

2.2. Stridulasyon (Ses ve ayak hareketi) Çalışmaları

Her bir populasyon için, araziden canlı getirilen yeterli sayıda erkek bireyden (populasyon başına 17 Birey) çağrı sesi (izole tek erkek tarafından üretilen) kayıt edildi. Ses ile birlikte, eş zamanlı olarak oscilografik görüntüde fark edilemeyen detayların anlaşılmasına yardımcı olan ayak hareketleri de kayıt edildi.

Antalya (sadece 2004 yılında) ve Erlangen (Friedrich - Alexander – Universität Institut für Zoologie Lehrstuhl II- Almanya) de gerçekleştirilen tüm ses kayıtları Optoelektronik bir cihaz (Helvesen ve Elsner 1977) ile gerçekleştirildi (Şekil 2.2.a). Bu cihaz sayesinde örneklerin aynı anda hem ayak hareketi hem de ses sinyalleri birlikte kayıt edildi. Ayak hareketi kayıt edilecek bireyin her iki arka dizine kare şeklinde ve ışığı yansıtıcı özelliği olan yaldızlı bir plastik parça yapıştırıldı. Örnek siyah bir tablanın üzerine yerleştirildi ve her iki taraftan özel tasarlanmış ışık kaynağına sahip iki fotodiyot kamera yansıtıcılara odaklandı. Aynı anda, sesi kayıt edilecek bireyin vücudun ısını arttırmak için tablanın yaklaşık 20 cm yukarısında bir ışık kaynağı (40 W) ve aynı yere 100 kHz frekansta kaliteli ses kaydı yapabilen ses yoğunlaştırıcı bir mikrofon (electret condenser microphone; Knowles BT-1759-000) yerleştirildi. Bu mikrofon ses sinyallerini kuvvetlendirmesi için bir ön kuvvetlendirici



Şekil 2.2. Erkek örneklerden ses kaydının gerçekleştirildiği cihazlar; a) Optoelektronik cihaz, b) DAT recorder ve c) FOSTEX FR-2 kayıt cihazı

(preamplifier) ile desteklendi. Bireyin ayak hareketleri ile oluşan ses sinyalleri bu mikrofondan hem filtre edilip hem de güçlendirilerek bir kimyasal fitreye (Kemo-Filtre; Tip VBF; Kemo LTD Beckenham Kent) iletili. Eş zamanlı olarak örneğin sağ ve sol tarafına yerleştirilmiş olan fotodiyot kameralar ile ayak hareketlerine ait sinyaller

kayıt edildi. Hem ses hem de ayak hareketlerine ait sinyaller özel bir ses kartına (PCI AD-Board) sahip olan mini-ITX bilgisayar (EPIA-M 10000) ile 250 kHz (ses sinyali için) ve 125 kHz'lik (ayak hareketleri için) sinyallere dönüştürüldüler. Bu sinyaller özel geliştirilmiş (W. Schulze) olan Labview 7 (National Instruments, Austin, TX, USA) programı ile kayıt edildi. Optoelektronik cihaz ile yapılan ses kayıtları mümkün olduğunca sabit sıcaklığa sahip olan (klima kontrollü) ve karanlık bir odada gerçekleştirildi.

Ayak hareketli ses kayıtlarının yanı sıra farklı tipte yüksek frekansta dijital ses kaydı yapabilen iki cihaz daha kullanıldı. Bunlardan ilki bir DAT recorder (TASCAM) (Şekil 2.2.b) ve “shotgun” denilen ve yöneltildiği noktadan gelen direk sinyalleri kayıt eden ve çevredeki seslerden minimum düzeyde etkilenen bir mikrofon (maksimum 24 kHz kayıt yapabilen) birleşimiydi. İkinci sistem bu tez projesi kapsamında alınan ve Akdeniz Üniversitesi Biyoloji Bölümü’ünde böcek ses kayıt ve analizi laboratuvarına bu çalışma bütçesinden kurulan sistemdir. Kayıtlar GRAS 26AB ön kuvvetlendirici aparatına takılan $\frac{1}{4}$ inçlik (GRAS Type 40BF; frekans aralığı 4 Hz – 100 kHz $\pm$ 2.0 dB) veya $\frac{1}{2}$ inçlik (GRAS Type 40AC; frekans aralığı 5 Hz – 40 kHz $\pm$ 2.0 dB) kondansör mikrofonun GRAS type 12AK amplifikatörüne bağlanıp, bu sistemin de FOSTEX FR-2 kayıt cihazına (Şekil 2.2.c) bağlanması ile gerçekleştirildi. Burada GRAS 12AK amplifikatör ile mikrofondan gelen düşük ses sinyalleri hem filtre edilmekte hem de güçlendirilerek dijital kayıt cihazına aktarımı sağlanmaktadır. FOSTEX FR-2 cihazına gelen sesler flaş karta kayıt edilerek veya direk USB bağlantı kablosu ile bilgisayara bağlanarak verilerin aktarımı gerçekleştirildi. Bilgisayara aktarılan bu veriler Labview 7 programının yanı sıra GoldWave, Cool Edit 96 programları ile değerlendirilip incelendi. Turbolab 4.0 (Stemmer AG) programı ses diyagramlarının hazırlanması ve çıktıların alınmasında kullanıldı.

C. biguttulus grubunun ses tanımlamasında farklı terminolojiler kullanılmaktadır (Elsner 1974, Helversen ve Helversen 1975a, 1975b, Helversen 1994, Ragge ve Reynolds 1998). Grubun üyelerine ait seslerin tanımlanmasında standartlaşmış bir terminoloji bulunmaması, bazen tanımlamalarda güçlük yaratmaktadır (Elsner 1974, Robinson ve Hall 2002). Bu duruma, grup içerisinde

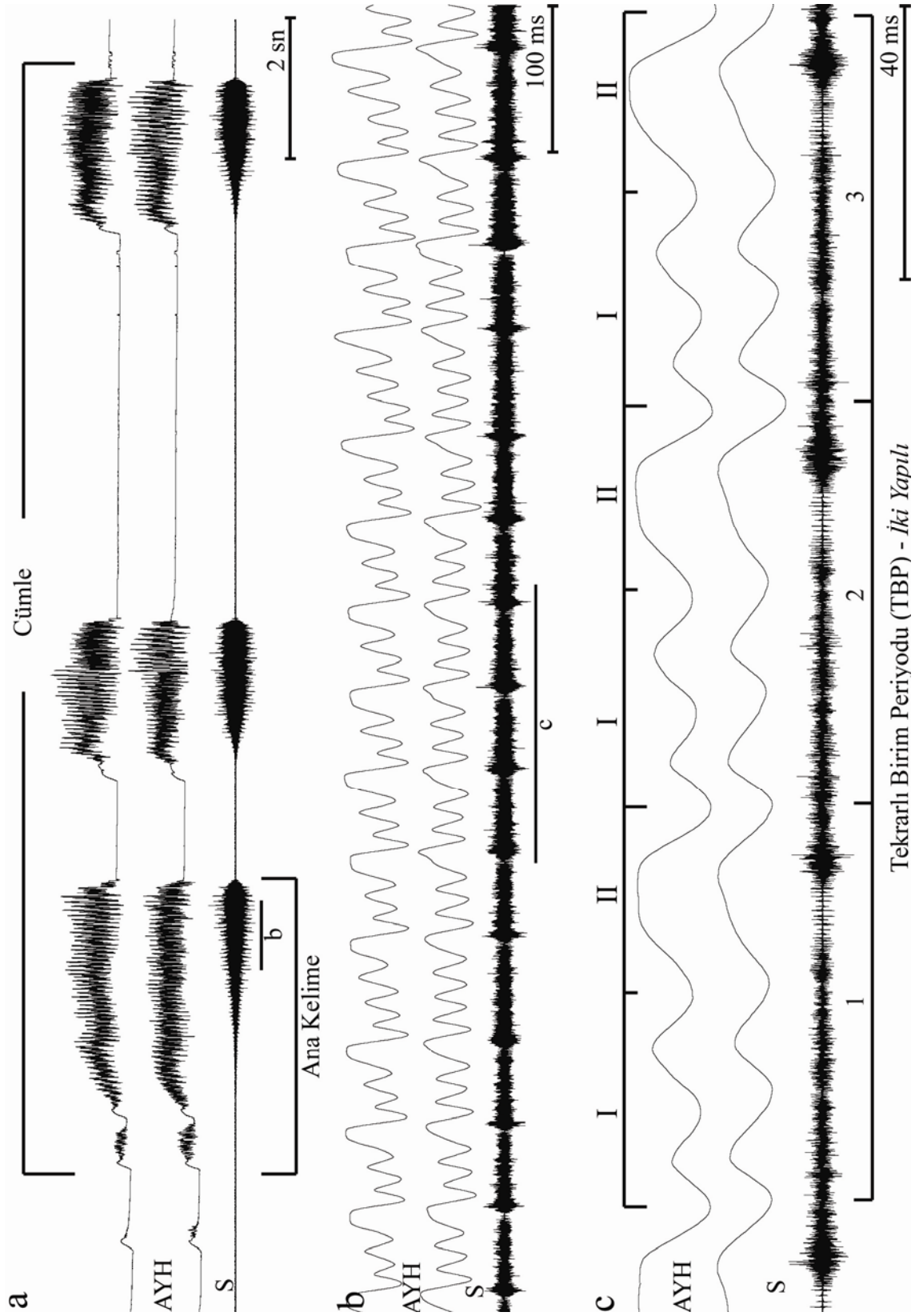
bulunan üç temel ses tipini oluşturan, ayak hareketlerinin yapısal özellikleri neden olmaktadır. Bu nedenle seslerin tam olarak anlaşılması ve detaylı karşılaştırılabilmesi için Helversen ve Helversen (1994), Ragge ve Reynolds (1998) temel kaynaklarına ek olarak Mol vd (2003), Çıplak vd (2005) kaynaklarında yer alan terminolojiler dikkate alınarak kısmen değiştirilmiş yeni terminoloji kullanıldı. Bu terminolojide kullanılan terimler şunlardır.

Cümle – Birden çok kelime tarafından oluşturulan çağrı sesi (Şekil 2.3, Şekil 2.4).

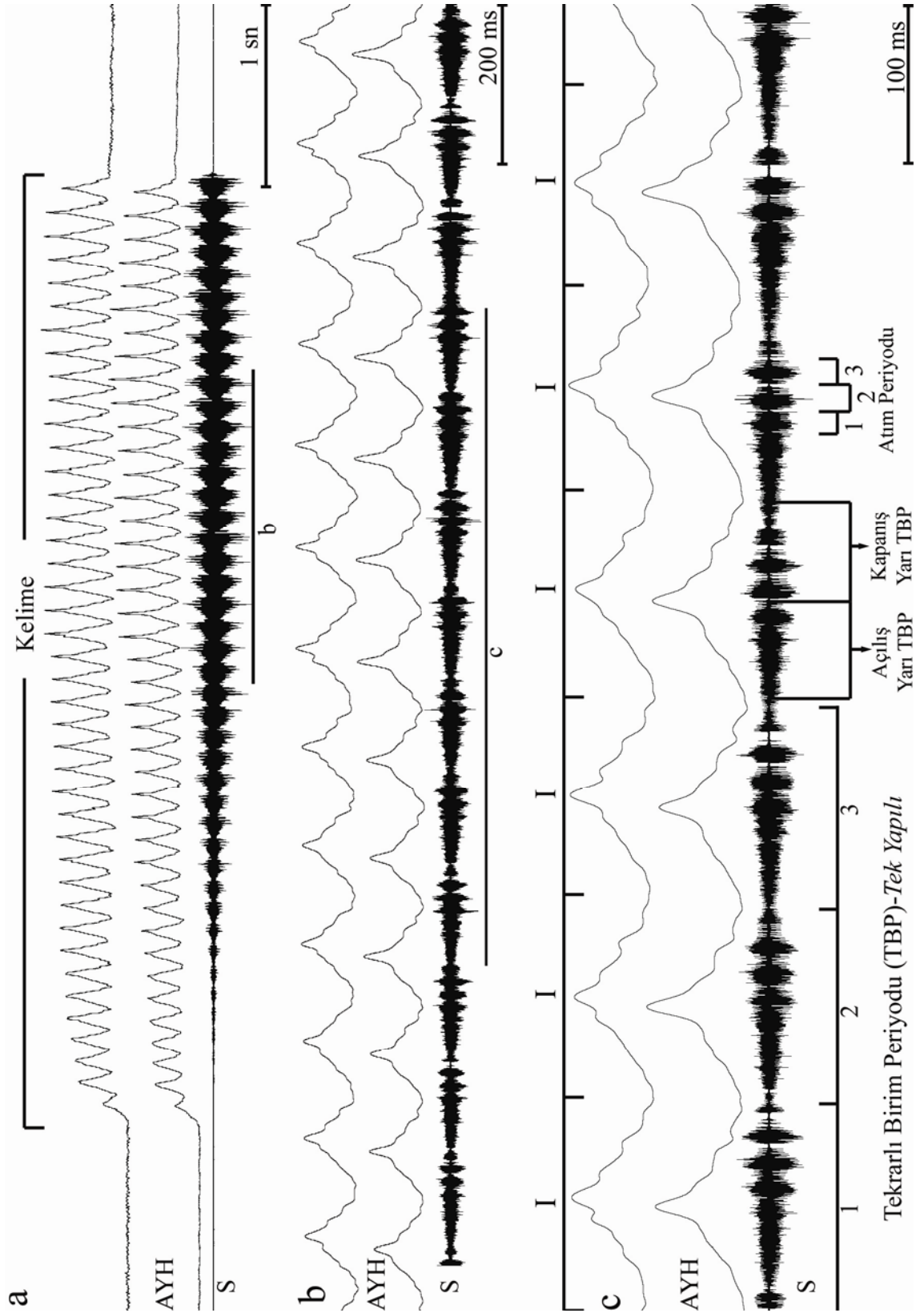
Kelime süresi – Tekrarlı birim periyotlarının (TBP) toplamından oluşur.

Tekrarlı Birim Periyodu (TBP) – Cümle içerisinde ardı ardına tekrar eden ses parçalarından oluşur. Sesin oluşumunu sağlayan ayak hareketleri, tek bir yapıdan (Şekil 2.3, Şekil 2.5) oluştuğu gibi iki (Şekil 2.4) ya da üç (Şekil 2.6) farklı yapıdan oluşabilmektedir. Tek bir yapıdan oluşan ayak hareketi sonucu oluşan TBP'lara *C. brunneus* benzeri ses üreten türlerde rastlamaktayız (Şekil 2.3, Şekil 2.5). Bunlarda TBP ayağın tam bir yukarı ve aşağı kaldırılmasıyla oluşturulduğu için tek yapı-TBP olarak adlandırıldı. İki yapıdan oluşan ayak hareketi sonucu oluşan TBP'lara *C. biguttulus* benzeri ses üreten türlerde görülmekte (Şekil 2.4). Bu türlerde TBP'nin oluşumu ayağın iki farklı hareketi tekrar etmesiyle ile gerçekleşmektedir. Bunlar: *I*- İlk yapı ayağın birkaç (1-4) defa benzer şekilde aşağı-yukarı hareketi ile oluşmaktadır, *II*- İkinci yapı ise tek bir yukarı ve aşağı ayak hareketiyle oluşturulmaktadır. Bu iki farklı yapının TBP'leri oluşturmasından dolayı iki yapı-TBP olarak adlandırıldı. Diğer taraftan *C. mollis* tipi ses üreten türlerde TBP üç farklı ayak hareketi grubundan oluşmaktadır (Şekil 2.6). Bunlar sırasıyla: *I*- ayaklardan birisinin oscilografik görüntüdeki başlangıç tikini oluşturduğu yapı, *II*- ayakların eş zamanlı hareket ederek iniş çıkışlarla oscilografik görüntüdeki yüksek yoğunlukta sesli parça periyodunu gerçekleştiren yapı ve *III*- ayakların küçük basamaklar ile başlangıç kısmına tekrar geldikleri ve oscilografik görüntüdeki sessiz parça periyodunu ürettikleri yapıdır.

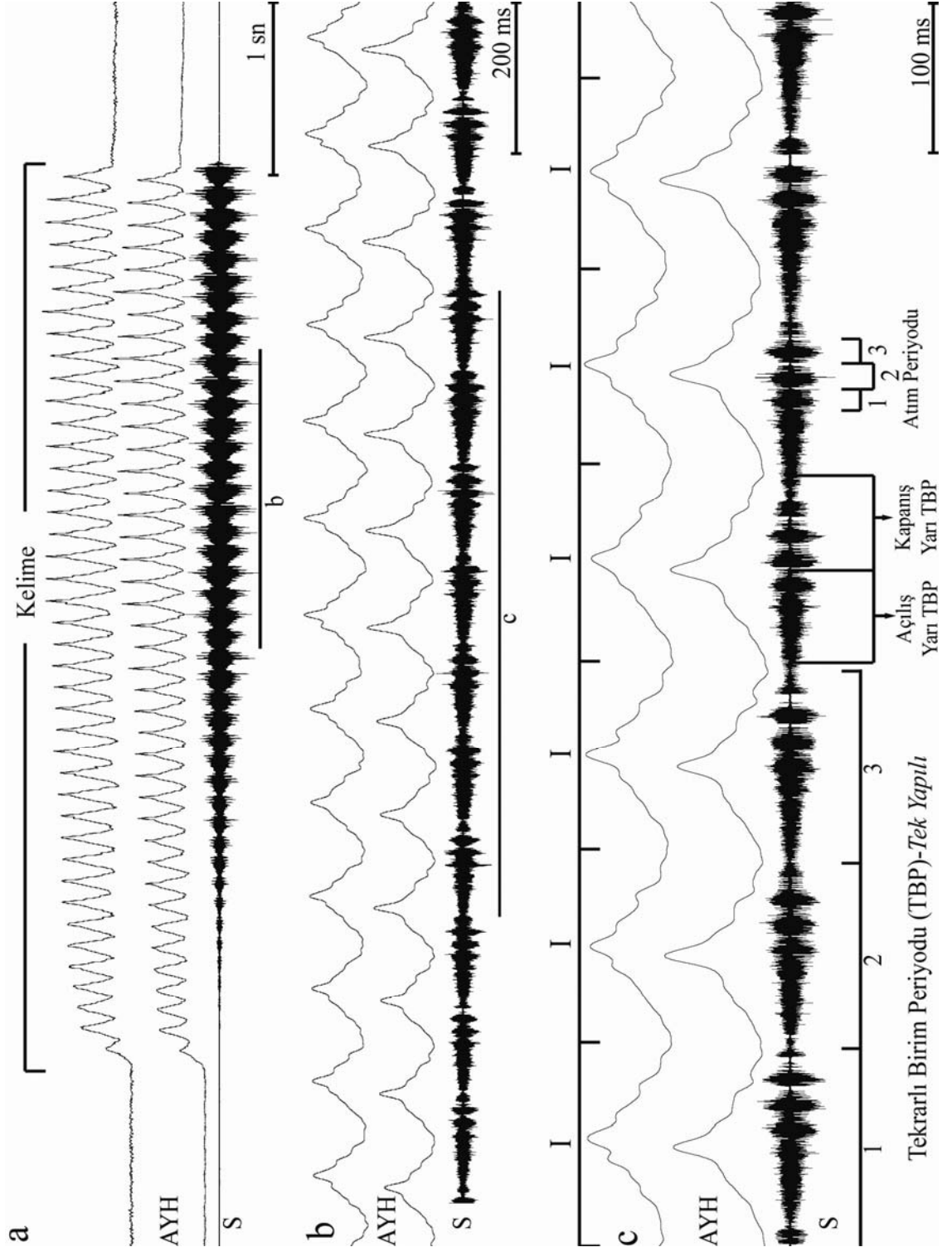
Açılış yarı TBP – Tek yapıli tekrarlı birim periyodunda ayağın tam bir yukarı kaldırılışıyla oluşturulan yapıdır (Şekil 2.5).



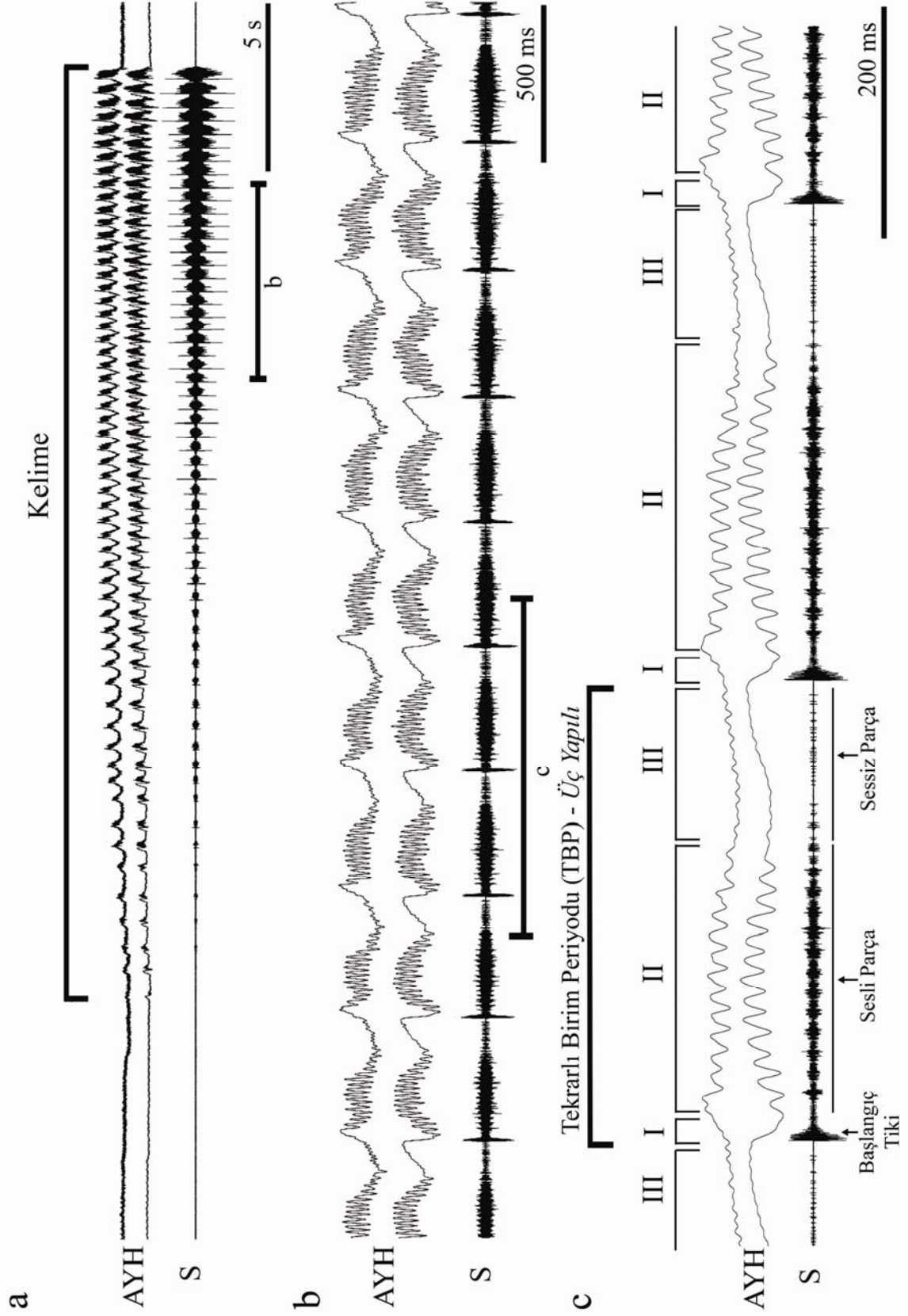
Şekil 2.3. *C. brunneus* sesinin üç farklı hızda (a,b ve c) Cümle, Kelime ve Tekrarlı Birim Periyodu (TBP) detaylı gösterimi



Şekil 2.4. *C. biguttulus* sesinin üç farklı hızda (a,b ve c) Cümle, Ana Kelime ve Tekrarlı Birim Periyodu (TBP) detaylı gösterimi



Şekil 2.5. *C. bornhalmi* sesinin üç farklı hızda (a,b ve c) Kelime, Tekrarlı Birim Periyodu (TBP), Açılış Yarı TBP, Kapanış Yarı TBP ve Atım periyodu detaylı gösterimi



Şekil 2.6. *C. mollis* sesinin üç farklı hızda (a,b ve c) Kelime, Tekrarlı Birim Periyodu (TBP), Başlangıç Tiki, Sesli Parça ve Sessiz Parçanın detaylı gösterimi

Kapanış yarı TBP – Tek yapılı tekrarlı birim periyodunda ayağın tam bir yukarı kaldırılışını tamamladıktan sonra ayağın indirerek başlangıç pozisyonuna getirilmesiyle oluşturulan yapıdır (Şekil 2.5).

Atım periyodu – Tekrarlı Birim periyodu içerisinde yer alan ve ayağın yukarı ya da aşağı yönünde hareketi sırasında meydana getirdiği küçük basamaklar sonucu oluşan ve diğer seslerden daha yüksek şiddete sahip olan yapılarıdır (Şekil 2.5).

2.3. Morfolojik Çalışma

Anadolu’da yayılış gösteren *C. biguttulus*- grubuna ait türler daha önceki çalışmalarda nitel morfoloji kullanılarak tanımlanmış/ayırt edilmiş veya teşhis edilmişlerdir (Bei-Bienko ve Mistshenko 1951, Perdeck 1957, Harz 1975, Demirsoy 1977, Salman 1978, Ragge ve Reynolds 1988, Ragge vd 1990, Sychyov 1996 vd). Bu karakterler ses diş sayısı, alın karinasının yapısı, pronotumun lateral karinaların yapısı ve iç/dış tarafında yer alan siyah lekenin yapısı, pronotum arka kenarının yapısı, tegmina üzerindeki lekeler, abdomen rengi, arka femur rengi, ovipozitorun dorsal valvlerinin rengi, genel vücut rengi, radial damarın yapısı, kubital damarların yerleri ve yapısı, timpanal organ şekli, kanadın abdomende bulunduğu yer, precostal alanda yalancı damar durumu, costal alanda yalancı damar durumu ve arka kanadın rengi karakterlerine ait her populasyondan gerekli veriler alındı, tanımlayıcı tablolar veya şekiller hazırlandı. Bu türlerin nitel morfoloji ile yeterince ayırt edilemedikleri rapor edildiğinden (Ragge ve Reynolds 1988, Ragge vd 1990, Ingrisch 1995, Ragge ve Reynolds 1998,) ayrıca morfoloji morfometrik olarak incelendi ve tür teşhisinde kullanışlı olup olmadığı istatistiksel olarak belirlenmeye çalışıldı. Literatürde değinilen ve ayırt edici olma potansiyeli taşıyan baş, pronotum, tegmina ve femura ait 26 yapı ölçüldü.

Ölçümler dijital kamera bağlantılı görüntüleme sistemine sahip olan stereo mikroskop (Leica SMZ-6) ile gerçekleştirildi. Ölçümler alınırken ilk olarak örnekler mikroskop altına, ölçülecek karaktere bağlı olarak uygun pozisyonda yerleştirildi görüntü uygun büyütmede ayarlandı. Dijital kameranın görüntüsü bilgisayara aktarıldı ve Leica IM-50 programı yardımıyla bilgisayarda görüntülendi. Görüntü netliği sağlandıktan sonra bilgisayara üzerinden milimetrik olarak ölçüldü. Ölçülen değer

büyütme oranına bölünerek edinilen değer hazır tablolara kayıt edildi. Toplam 26 yapıya ait 32 populasyondan 492 erkek ve 214 dişi bireyden ölçüm alma işlemi gerçekleştirildi. Ölçümü yapılan dokuz yapı baş bölgesinden (BP: Baş ve pronotumun toplam uzunluğu (Şekil 2.7.a), FAVEGY: Faveolanın maksimum genişliği (Şekil 2.7.b), FAVB: Faveolanın maksimum uzunluğu (Şekil 2.7.c), GVC: Gözün vertikal çapı (Şekil 2.7.d), SOOU: Suboküler oluğun uzunluğu (Şekil 2.7.e), GEDM: Gözler arası minimum uzunluk (Şekil 2.7.f), AU: Anten uzunluğu (Şekil 2.7.g), AOSG: Orta anten segmentinin maksimum genişliği (Şekil 2.7.h), AOSU: Orta anten segmentinin uzunluğu (Şekil 2.7.i)); yedisi pronotumdan (MKB: Median karinanın uzunluğu (Şekil 2.7.j), TSOPU: Tipik sulkustan önceki pronotum uzunluğu (Şekil 2.7.k), TSSPU: Tipik sulkustan sonraki pronotum uzunluğu (Şekil 2.7.l), LKEGY: Lateral karinalar arasındaki maksimum uzaklık (Şekil 2.7.m), LKEDY: Lateral karinalar arasındaki minimum uzaklık (Şekil 2.7.n), PYPEDY: Pronotumun yan plakalarının minimum genişliği (Şekil 2.7.o), PYPU: Pronotumun yan plakalarının maksimum uzunluğu (Şekil 2.7.ö)); Sekizi tegminadan (TB: Tegminanın uzunluğu (Şekil 2.7.p), TEG: Tegminanın maksimum genişliği (Şekil 2.7.r), SOTU: Stigmanın ortasından tegminanın ucuna kadar olan uzunluk (Şekil 2.7.s), PCAEY: Precostal alanın maksimum genişliği (Şekil 2.7.ş), CAEY: Costal alanın maksimum genişliği (Şekil 2.7.t), SAEY: Subcostal alanın maksimum genişliği (Şekil 2.7.u), B: Costal alanın maksimum genişliğinin olduğu alandaki subcostal alanın genişliği (Şekil 2.7.ü), MEY: Medial alanın maksimum genişliği (Şekil 2.7.v)) ve üçü arka femurdan (FEMB: Arka femurun uzunluğu (Şekil 2.7.y), FEMEGY: Arka femurun maksimum genişliği (Şekil 2.7.z) ölçüldü. Ayrıca, ses üretim çizgisindeki ses dişleri (SESD) (Şekil 2.7.x)) sayıldı.

Ölçülen veriler Excel dosyası halinde kaydedildi. Sonrasında hem tanımlayıcı istatistikler hem de populasyon içi ve populasyonlar arası varyasyonu belirlemek amacıyla gerekli istatistiklerin yapılması için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) dosyası halinde kaydedildi. Kaydedilen bu veri seti istatistiksel olarak değerlendirildi ve bu türlerin morfolojik olarak kriptik olduğu hipotezini test etmede kullanıldı. Ayrıca, morfolojik karakterler ile diğer karakterlerin aynı sonuçlara işaret edip etmedikleri ve morfolojik farklılıkların genetik ve davranışsal farklılıklar ile korelasyonunun bulunup bulunmadığını belirlendi.

anlamak için sıklıkla kullanılıyor olsa da, *C. biguttulus* grubu ile ilgili moleküler çalışmalara dayalı literatür oldukça azdır ve yapılan çalışmalarda özellikle Avrupa'da yayılış gösteren üyeleri ile sınırlıdır (Mason vd 1995, Tatsuta ve Butlin 2001, Ustinova ve Mayer 2006). Ayrıca Anadolu'da yayılış gösteren grup üyelerine ait herhangi bir çalışmanın bulunmaması elde edilecek verinin *C. biguttulus* grubunun daha geniş coğrafik alanlarda değerlendirilmesine olanak verecektir. Bu amaçla gruba ait mitokondrial genlerden olan CO I ve ribozomal RNA kodlayan 16SrDNA genlerine ait dizi analizleri gerçekleştirildi.

Gerek arazide direk olarak alkole (%90-99'luk saflıkta) alınmış örneklerin gerekse laboratuara getirilen canlı bireylerin arka femurundan DNA izolasyonu gerçekleştirildi. Total DNA izolasyonu tuz-extraksiyon yöntemi izlenerek yapıldı.

Tuz-extraksiyon yönteminde ilk olarak homojenizatör veya lam üzerinde bistüri yardımıyla arka femurun kitin tabaka içerisindeki kas kütlesi parçalanarak homojenize hale getirildi. Bu homojenat 2 ml'lik ependorf tüpüne 374 µl ayrıştırma tamponu TNE (100 mM NaCl, 100 mM Tris-HCl, 2 mM EDTA; pH 8,0) ile birlikte konularak blok ısıtıcısında (Block-Temperature) 37 °C'de 1 saat bekletildi. Ardından her bir örnek tüpüne 1 M DTT (1-4 Dithiothreit) 21 µl, % 10'luk SDS 100 µl ve Proteinaz K 10 µl eklendi ve blok ısıtıcıda 37 °C'de bir gece bekletildi. Isıtıcıdan alınan örneklerle 250 µl NaCl eklenerek 10 dakika yavaşça karıştırılır. Karıştırılmış olan örneklerin üzerine 750 µl Chloroform-Isoamilalkol (24:1) ilave edildi. Örnekler oda sıcaklığında 10 dakika 7500 rpm'de santrifüj edildi. Santrifüj sonrası tüpün dibinde kalan pelet atıldı ve üstünde kalan süpernatant kısmı yeni bir tüpe alındı. İçerisinde DNA olduğu var sayılan sıvının üzerine DNA'yı çöktürmek amacıyla izopropanol eklenerek -20 °C'de bir gece bekletildi. Bekleme işleminden sonra örnekler 13000 rpm'de 30 dakika santrifüj edildi. Tüpün içerisindeki süpernatant boşalıktan sonra DNA'nın yıkama işleminin gerçekleşmesi için 600 µl %70 etanol eklendi ve 13000 rpm'de 5 dakika santrifüj edildi. Dikkatli bir şekilde tüplerdeki alkol boşaltıldıktan sonra dipte kalan alkolün uzaklaştırılması için 37 °C'ye ayarlı etüv içerisinde 1 saat kurutuldu. Kurutma

işleminde sonra her bir örnek yavaşça 15 µl steril dH₂O ile çözülerek 4 °C’de saklandı. Uzun süreli saklamalar için DNA’lar -20 °C’de muhafaza edildi.

İzolasyon sonrasında steril dH₂O ile çözülen pelet içinde DNA’nın olup olmadığı jel elektroforezi ile belirlendi. Bu yöntemde TAE tamponu kullanarak (Tris-Base 24.2 gr, Asetik asit 5.71, 500 mM EDTA (pH: 8.0) dH₂O 500 ml) hazırlanan %0.6’lık agaroz jelde bulunan kuyucuklara 2 µl izolat ve 2 µl Brom-Fenol-Blue (BFB) DNA boyası eklenerek 60 mv ve 125 mA’de 30 dakika yürütüldü. Sonra jel 20 dakika % 2’lik EtBr içersine bırakıldı ve UV görüntüleme cihazında görüntülenerek izolatlarda DNA’ların var olup olmadığı tespit edildi.

İzole edilen total DNA’lardan PCR (Polimerase chain reactions) olarak bilinen DNA materyalinin istenilen kısmının farklı sıcaklık işlemlerine tabi olması ve bu sıcaklığa dayanan polimeraz enzimleri kullanılması ile yapılan çoğaltma işlemi gerçekleştirildi. Yaklaşık 540 baz uzunluğunda olan 16SrDNA geni için spesifik olan ER232 (Baz dizisi: 5’-CGCCTGTTTAACAAAAACAT-3’) ve ER233 (Baz dizisi: 5’-CCGGTCTGAACTCAGATGACTG-3’) primerleri ile Cytochrome Oxidase altünite I (CO I) geni için ise evrensel primerlerden 911 (Baz dizisi: 5’-TTTCTACAAATCATAAAGATATTGG 3’) ve 912 (Baz dizisi: 5’-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA 3’) (Folmer vd 1994) kullanılarak DNA dizileme için çoğaltma işlemi yapıldı. Her bir PCR reaksiyon tüpüne izolat DNA’dan değişen hacimlerde 1–3 µl, 10X buffer 2.5 µl, 1% BSA buffer 5 µl, 25 mM MgCl₂ 2 µl, her bir primerden (100 pmol/µl) 1.25 µl, 10 mM dNTP (deoksiribonükleotit trifosfat) mix 0.5 µl, Taq polimeraz (Promega) 0.25 µl katılır ve geri kalan hacim 25 µl olacak şekilde dH₂O ile tamamlandı konuldu.

DNA dizi analizi için yeterli ve temiz DNA eldesi için PCR koşulları optimize edildi. Bu işlemler sonrasında 16SrDNA geni için protokol 37 döngüden oluşup başlangıç (initial) sıcaklığı 95°C’de 5 dakika, ayrılma (denaturation) 94 °C’de 30 saniye, birleşme (annealing) 50 °C’de 45 saniye, uzama (elongation) 72 °C’de 150 saniye ve son uzama (final extension) 72 °C’de 5 dakika gerçekleştirildi. CO I için protokol ise 32 döngüden oluşup başlangıç (initial) sıcaklığı 95°C’de 3.5 dakika, ayrılma (denaturation)

94 °C’de 40 saniye, birleşme (annealing) 50(51) °C’de 45 saniye, uzama (elongation) 72 °C’de 125 saniye ve son uzama (final extension) 72 °C’de 5 dakika olarak uygulandı. Bu şekilde PCR uygulaması ile çoğaltılan bölgenin 16S rDNA’ya ve CO I’e ait olup olmadığı, 3000–100 baz çifti uzunluğunda belirteç (marker) DNA (Favorgen's DNA Ladder) kullanılarak jel elektoroforezinde ürünlerin yürütülmesi ile saptandı. TAE tamponuyla hazırlanan %1’lik agaroz jele (W/V) 2 µl PCR ürünü ve 1 µl belirteç DNA 2 µl BFB DNA boyası eklenerek 60 mv ve 125 mA’de 30 dakika yürütüldü. Sonra jel 20 dakika % 2’lik EtBr içersine bırakıldı ve UV görüntüleme cihazında görüntülendi.

PCR ile çoğaltılan örneklerle ait DNA’ların istenilen iki bölgesinin dizileme dizileri Erlangen Üniversitesi-Zooloji II Bölümü- Moleküler Ekoloji laboratuvarında çıkarıldı.

Her iki gen bölgesine ait baz dizileri otomatik sekans cihazı ile (Li-Cor: IR² DNA sequencer) çift taraflı olarak (5’-3’ ve 3’-5’ yönlerinde) okutuldu. Ham DNA dizileri E-seq V.3.0 ve AlignIR V.2.0 programları ile hizalanarak (alینگment) tekli diziler haline dönüştürüldü.

2.5. İstatistik ve Kullanılan Paket Programlar

Ses ve morfometrik verilerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA, versiyon 15.0) ve MINITAB 13.0 programları yardımıyla yapıldı. Her bir karakter için edinilen sayısal değerlerin genel durumlarını anlamak amacıyla tanımlayıcı istatistikler (ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri) hazırlandı. Verilerin sayısal değerlerinde var olan sapmaları ortadan kaldırmak ve karakter sayısının çok olduğu durumlarda sonraki analizler için gruplandırılmış düzenli veri seti meydana getirmek için, ses ve morfometrik verilere ayrı ayrı faktör analizi (FA) uygulandı. Analizde en temel metotlarından birisi olan “Principal Component Analysis” (PCA) metodu prensibinde değerlendirdik. Faktör analizinde her bir karakterin etkin olma kriteri faktör yükünün ≥ 0.6 olması ile belirlendi. Faktör analizinden sonra oluşan faktörler (komponentler) sonraki analizler için regresyon skorları olarak kaydedildi. Belirlenmiş gruplar (populasyonlar veya

takson grupları)’ın hem grup içi hem de gruplar arası varyasyon limitlerini belirlemek ve birbirleri arasındaki benzerlik ilişkisini anlayabilmek amacıyla Kanonikl Ayırma Fonksiyon Analizi (KAF) gerçekleştirildi. Veri setinin çok miktarda olduğu durumlarda faktör analizi sonuçları kullanıldı ancak veri setinin karakter sayısı az olma durumunda KAF analiz orijinal verilere direkt uygulandı. KAF analizinin veri seti için uygun olup olmadığının anlaşılması için eşit kovaryans, çoklu bağlantı ve normal dağılım varsayımlarına bakmak gerekir. Ancak bu varsayımlardan çoklu normal dağılım ve eşit kovaryans (Box’s M testi ile anlaşılır) özellikleri veri setinin büyük olduğu durumlarda sapma gösterebilmektedir. Ancak bu iki varsayımın bu tür sebeplerden dolayı ihlali sonuçları değiştirmemektedir (Kalaycı 2005). Ancak değişkenler arası çoklu bağlantı probleminin olmaması gereken varsayımın ihlali (karakterler arasında < 0.7 olmalı) analizde hatalı yerleştirmelere neden olabilir. Gerek direkt verilerin gerekse FA ile elde edilen faktörlerin KAF analizinde kullanılması sonucu özdeğeri > 0.4 ’den büyük olan tüm fonksiyonlar değerlendirildi ve en yüksek özdeğere sahip olan ilk ikisi ayırıcı grafiğin oluşturulmasında kullanıldı (Kalaycı 2005). Bu varsayımları göz önünde bulundurarak Kanonikl Ayırma Fonsiyon Analizi (KAF) uyguladığımız da ayırma fonksiyonlarının önemini belirlemek için Kanonik korelasyon, öz değer (eigenvalue) ve Wilks’ Lambda istatistiklerine bakıldı. Ayrıca populasyonlar arasındaki benzerlik ve farklılığı anlayabilmek için ölçülen morfometrik karakterlerin ortalamalarını kullanarak kümeleme (Cluster) analizi gerçekleştirildi. Kümeleme analizinin KAF analizinden temel farkı, KAF analizinde gruplar önceden belirlenirken kümeleme analizinde bu belirleme analiz sonucunda elde edilmektedir. Diğer taraftan KAF analizi gibi çok boyutlu ölçekleme yapan analizlerde yakınlıkların uzaysal görüntülenmesi sağlanırken, kümeleme analizinin yakınlıkların ağaç biçiminde görüntülenmesini sağlamasıdır. Bu iki analizin veri setimiz açısından bir diğer önemi ise; kümeleme analizinde küçük bezemezliliklerden bir anlam çıkarılabilmekte ancak geniş benzemezlilikleri yorumlamak oldukça güç olmaktadır. Bununla birlikte çok boyutlu ölçekleme yapan KAF analizi gibi analizler geniş benzemezlilikleri değerlendirme özelliğine sahiptir. Kümeleme analizinde kullanılan değişkenler “Z skorları” olarak bilinen verilere dönüştürülerek standartlaştırıldılar. Standartlaştırılan veriler grupların minimum hatayla sınıflandırılmasına yardımcı olmaktadır. Kümeleme analizinde temel algoritma olarak bütün gözlemleri tek bir kümede toplayan ve daha

sonra en aykırı olan gözlemleri birer birer kümeden ayırarak başka kümelerin oluşmasını sağlayan yığmacı hiyerarşik (agglomerative hierarchical clustering) yöntem (YHY) kullanıldı. Yığmacı hiyerarşik kümeleme yöntemi kendi içerisinde farklı metotlar bulundurmaktadır. Bu metotlardan, veri setimiz ve amacımıza uygun olduğu belirlenen (<http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/dae/>, Kalaycı 2005) bir kümenin ortasına düşen gözlemin, aynı kümenin içinde bulunan gözlemlerden ortalama uzaklığı esas alan varyans yöntemi (Ward's yöntemi) ve benzerliğin uzaklık ölçümü olarak ta Squared Euclidean distance metodu kullanıldı.

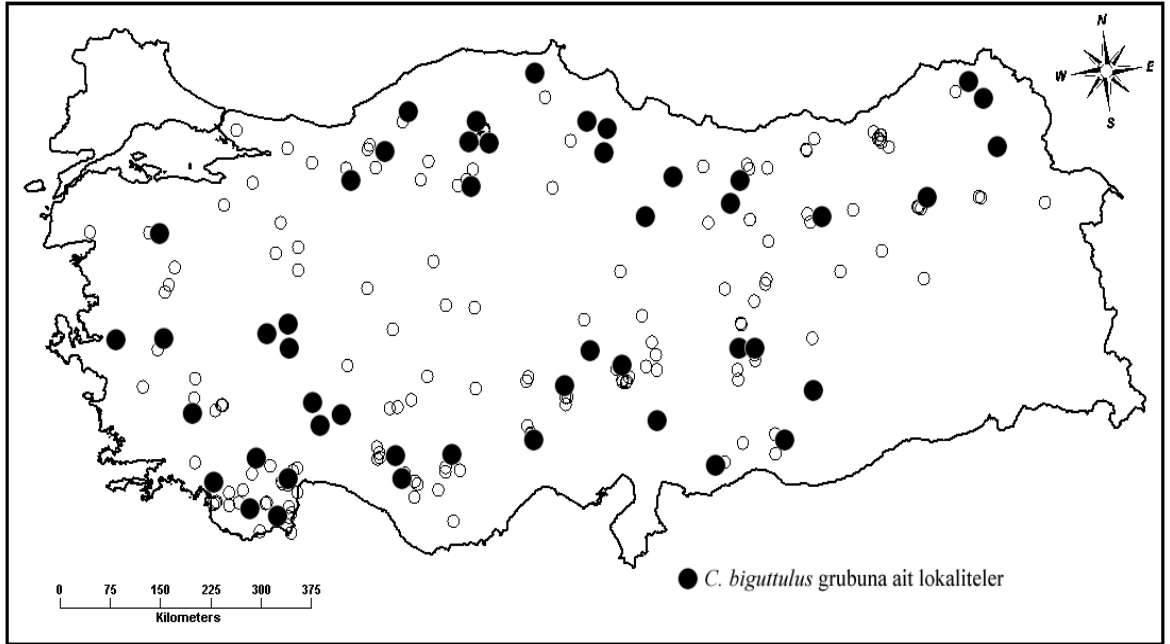
Moleküler çalışmadan elde edilen 16S rDNA ve CO I dizileri Mega 3.1 programı yardımı ile homolojik ve varyasyonel bölgelerine göre hizalanarak NEXUS formatında matrise dönüştürüldü. Dnasp-5 programı kullanılarak grup içi nükleotid çeşitliliği hesaplandı. Analizi yapılacak gene ait diziler ilk olarak MacClade v.4.03 programı yardımı ile populasyonların haplotip paylaşımları belirlendi. Elde edilen haplotiplerin birbirleriyle olan ilişkisini daha yakından anlamak amacıyla Median-Joining algoritması (Bandelt vd 1999) bağlamında Network-4.5 programı kullanıldı. Elde edilen bu haplotiplere uygun substitusyon modeli Akaike Information Criterion (AIC) (Akaike 1974) ile MODELTEST v.3.0.6 (Posada ve Krandal 1998) kullanılarak saptandı. DNA dizi matrisi PAUP v.4.0b10 (Cracraft ve Helm-Bychowski 1991, Swofford 2002) programı ile filogenetik olarak analiz edildi. Veri matrisine Maksimum Olasılık (Maximum likelihood-ML) opsiyonu altında komşu bağlama (Neighbor-joining-NJ), Maksimum Tutumluluk (Maximum Parsimony-MP) ve MP bağımlı 1000 tekrarlı seç-bağla (Bootstrap, Ful-heuristic) (Felsenstein 1985) ve genetik uzaklık bağımlı 10000 tekrarlı seç-bağla (Bootstrap, NJ) filogenetik analiz algoritmaları ayrı ayrı uygulandı.

Çalışmamızın filogenetik kısmında *C. biguttulus* grubunun değerlendirmesinde daha öncede kullanılmış olan (Ustinova ve Mayer 2006) *C. parallelus parallelus* taksonunu dış grup olarak kullandık. *Chorthippus* cinsine ait COI genin dizi bilgilerine ait Gen Bankasında yaptığımız araştırmada toplam 16 kayıta rastlanılmıştır. Bu kayıtlardan sitokrom oksidaz alt ünite I genine sahip 8 takson belirlenmiştir. Bu taksonlardan *Glyptobothrus* alt cinsi içerisinde yer alan dört takson saptanmıştır. Bu

taksonlardan üçü *C. biguttulus* grubuna ait üyeler iken dördüncüsü grubun yakın akrabası olan *C. apricarius* türüdür. *C. apricarius* türünün dış gruba uygun olup olmadığını anlamak için PAUP programında iç grupla benzerlik oranlarına bakıldı. Buradaki sonuç *C. apricarius* türünün grubun içerisindeki bazı türlere grubun diğer türlerinden daha yakın olduğunu gösterdi. Dolayısıyla *C. apricarius* türünün uygun bir dış grup olmadığı anlaşıldı. COI dizisine sahip diğer taksonlar içerisinde yer alan *C. parallelus parallelus* alt türü eldeki en uygun dış grup olarak belirlendi.

3. BULGULAR

Sunulan bu çalışma Anadolu’da yayılış gösteren *C. biguttulus* tür grubunun taksonomik problemlerini gidermeyi, üyelerin yayılış sınırlarını belirlemeyi, çeşitlenmeleri ile ilgili evrimsel modeli tanımlamayı ve buna dayalı biyocoğrafik bir değerlendirmeyi hedeflemektedir. Bu amaçla 51 ilde 203 lokalitede arazi çalışmaları gerçekleştirildi ve bunlardan 49’unda gruba ait örnekler bulundu (Şekil 3.1). Toplanan *Chorthippus biguttulus* tür grubuna ait örneklerden morfolojik, davranışsal ve genetik veriler elde edildi. Erkek çağrı sesleri ve bu sesi üretme biçimleri çalışma grubunun değerlendirilmesinde dikkat edilen ilk veri setleri oldu. *C. biguttulus* grubuna ait saptanan 49 Anadolu populasyonunun 31’inde istenilen nitelikte ses kaydı yapılabilindi. Ses kaydı gerçekleştirilen bu populasyonların (Çizelge 3.1) 828 ses kaydından 529 adeti kullanılabilir olarak belirlendi. Çağrı sesi ve ayak hareketlerini içeren bu kayıtlar çalışılarak istatistiksel analiz için veri haline dönüştürüldü. Devamında, Anadolu’da var olan *C. biguttulus* grubuna ait



Şekil 3.1. *C. biguttulus* grubunun Anadolu yayılış alanı ve örnekleme yapılan lokaliteleri

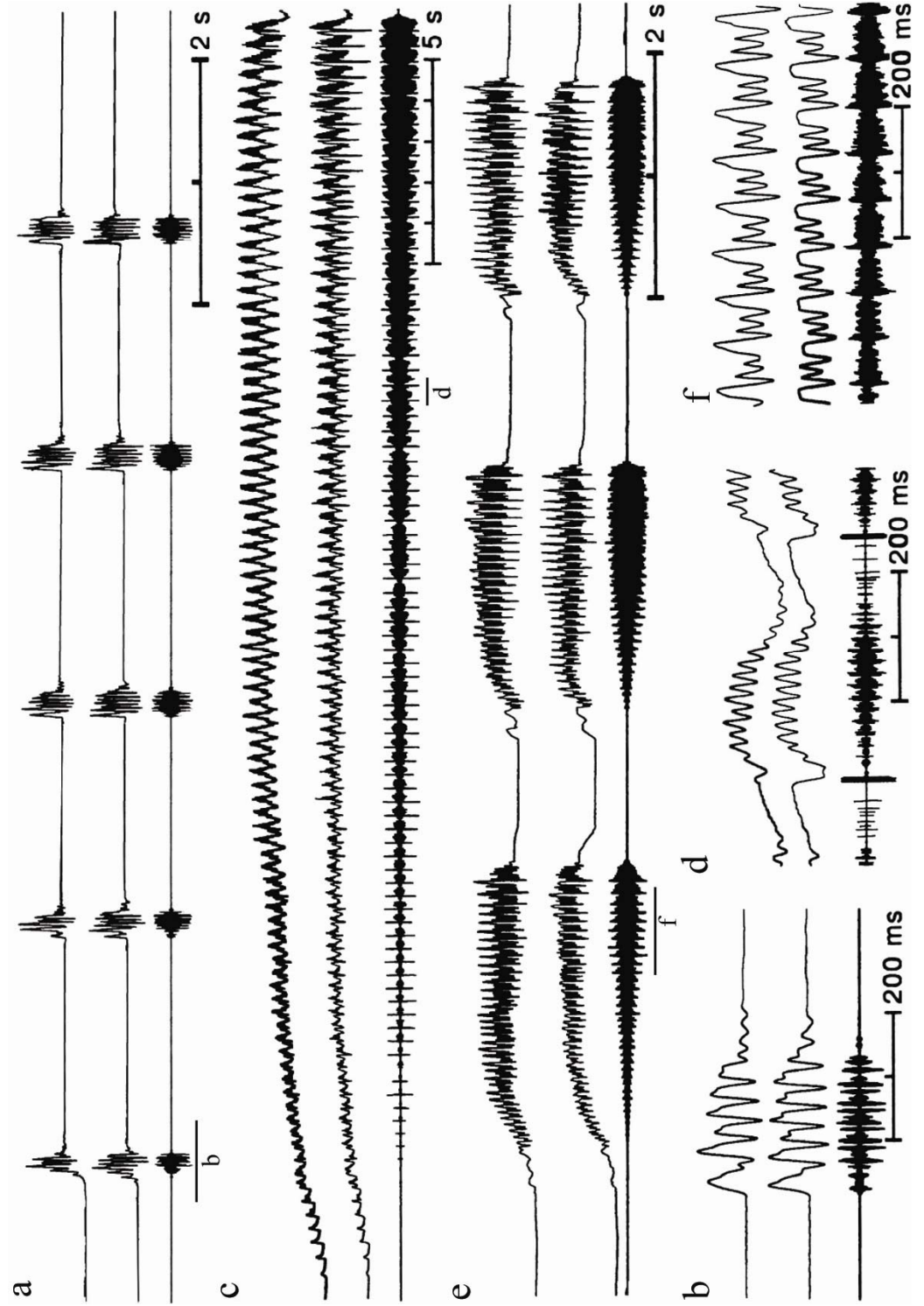
Çizelge 3.1. *C. biguttulus* grubuna ait örnekleme yapılan lokaliteler ve buralara ait GPS, tarih, rakım ve alan bilgileri

Alt-grup	Ülke	Boylam (N)	Enlem (E)	Rakım (m)	Tarih	Alan Bilgileri
<i>C. biguttulus</i>	Türkiye	40°35.423	31°16.862	1436	21.07.2003	Bolu, Abant
<i>C. biguttulus</i>	Türkiye	41°03.246	33°43.053	2045	14.08.2004	Kastamonu, Ilgaz,
<i>C. biguttulus</i>	Türkiye	41°09.302	32°16.132	1366	21-07-2004	Karabük yenice
<i>C. mollis</i>	Türkiye	41°01.663	33°43.346	1276	13.08.2004	Kastamonu, Ilgaz,
<i>C. mollis</i>	Türkiye	40°58.127	33°41.173	1015	14.08.2004	Kastamonu, Ilgaz,
<i>C. mollis</i>	Türkiye	40°45.512	35°50.771	1163	22.08.2005	Amasya, Suluova
<i>C. mollis</i>	Türkiye	41°00.456	35°52.589	912	24.08.2005	Samsun, Ladik
<i>C. mollis</i>	Türkiye	39°57.283	36°31.457	1681	09.08.2004	Tokat, Çamlıbel
<i>C. mollis</i>	Türkiye	39°51.671	38°21.209	1910	28.07.2005	Sivas, Kızılbaş
<i>C. mollis</i>	Türkiye	37°47.685	30°45.475	1630	03.08.2004	Isparta, Davraz
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	38°40.971	30°19.284	1279	23.07.2003	Afyonkarahisar,
<i>C. mollis</i>	Türkiye	40°28.168	33°24.688	1522	19.07.2003	Çankiri, Eldivan Dağı.,
<i>C. mollis</i>	Türkiye	40°26.880	42°45.271	1869	19.07.2007	Kars, Sarıkamış,
<i>C. mollis</i>	Türkiye	-	-	> 1900	08.1986	Ardahan, Çayırbaşı
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	36°53.448	32°31.108	1744	02.07.2007	Karaman, Fasikan
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	36°41.989	32°30.740	1675	17.07.2005	Karaman, Civandere
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	38°12.126	36°03.472	1616	21.07.2004	Adana, Tahtalı
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	38°23.802	27°23.892	905	01.07.2005	İzmir, Nif Dağı
<i>C. mollis</i>	Türkiye	38°21.145,	028°06.687	1546	15.09.2004	İzmir, Bozdağ
<i>C. mollis</i>	Türkiye	38°28.079	30°21.675	1663	23.07.2003	Afyon, Şuhut
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	37°39.049	31°14.062	1652	27.VI.2007	Isparta, Dedegöl
<i>C. mollis</i>						
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	36°59.280	30°28.051	878	11.06.2005	Antalya, Termessos
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	36°34.773	29°35.087	2380	07.08.2007	Antalya, Akdağ
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	37°25.528	34°27.918	2206	24.07.2004	Niğde, Bolkar Dağı
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	38°26.706	35°30.782	1630	21.07.2004	Kayseri, Erciyes
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	36°53.448	32°31.108	1744	02.07.2007	Konya, Taşkent
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	37°00.083	37°37.877	739	04.07.2007	Gaziantep, Nizip
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	38°11.605	38°19.211	1884	05.07.2007	Malatya, Yeşilyurt
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	40°05.897	38°01.376	1908	10.07.2007	Sivas, Köse Dağ
<i>C. mollis</i>	Türkiye	--	--	1200	12.08.1983	Artvin,
<i>C. brunneus</i>	Türkiye	37°46.913	35°04.426	1640	23.07.2004	Niğde, Aladaglar
<i>C. brunneus</i>	Bulgaristan	--	--	1090	04.06.2005	S. Bulgaria,
<i>C. brunneus</i>	Bulgaristan	--	--	260	01.09.2002	NW Rila Mts.
<i>C. brunneus</i>	Bulgaristan	--	--	2850	10.08.2006	SW Bulgaria,
<i>C. biguttulus</i>	Bulgaristan	--	--	2000	10.07.2006	SE Bulgaria,
<i>C. brunneus</i>	Bulgaristan	--	--	350	09.07.2006	SE Bulgaria,
<i>C. brunneus</i>	Yunanistan	37°30.052	22°11.863	1145	27.05.2003	Peloponnes
<i>C. brunneus</i>	Almanya	49°34.205	11°01.761	679	24.08.2005	Erlangen
<i>C. mollis</i>	Almanya	49°33.952	11°01.461	740	13.07.2004	Erlangen
<i>C. biguttulus</i>	Almanya	49°35.596	11°01.661	694	24.08.2005	Erlangen
<i>C. mollis</i>	Avusturya	47°12.55	11°05.143	1675	23.09.2005	Alp Dağları
<i>C. mollis</i>	Çek Cum.	50°26.012	13°45.295	433	18.08.2006	Mila

populasyonlar literatürde belirtilen türler ile kıyaslamaları gerçekleştirildi. Günümüzde ses verileri grubun taksonomisi ve birbirleri ile olan ilişkisini anlamakta çok önemli bir yere sahip olsa da, gruba ait türler orijinal olarak morfoloji bağlamında tanımlandığından gruba ait ikinci veri seti morfoloji ve morfometri bağlamında oluşturulmuştur. Toplam 492 erkek ve 214 dişi bireyden elde edilen veriler analizlere tabi tutularak ses verilerini ne ölçüde desteklediği belirlendi. Çalışma grubumuz hakkında elde edilen üçüncü veri seti 16S rDNA ve COI geni dizi analizi çalışmaları olmuştur. Bu bağlamda *C.biguttulus*-grubuna ait 16 populusyona ait (11 Anadolu ve 5 Avrupa populusyonunu temsilen) 32 bireyden DNA dizisi elde edildi. Ses, morfoloji ve DNA verileri “Bulgular” bölümünün ilk üç kısmını oluşturmaktadır. Tüm karşılaştırma ve analizlerde Anadolu populusyonlarına ek olarak grubun farklı üyelerine ait Avrupa populusyonları da dikkate alındı. Sonrasında ses ve morfoloji verileri kullanılarak, literatürde gruba ait Anadolu’dan kayıt edilen taksonlardan hangilerinin mevcut olduğu ya da olmadığı belirlenerek taksonomik problemin çözümlenmesine gidildi. Böylelikle grubun üyeleri arasındaki akrabalık ilişkisi özellikle Anadolu bağlamında anlaşılmağa çalışıldı. Ayrıca hem Anadolu’da hem de bazı Avrupa ülkelerinde yapılan arazi çalışmalarından elde edilen veriler ile literatür bilgilerini de kullanarak, grubun Anadolu’da var olan taksonlarının çeşitlenmeleri ve biyocoğrafik durumuna ilişkin tanımlayıcı bulgular taksonomi ve biyocoğrafya başlığı altında verildi. Devamındaki metin bu düzen içerisinde sunulmuştur.

3.1. Ses ve Stridulasyon Verileri

C. biguttulus tür grubunda sesin örüntüsü ve bu örüntünün oluşumunu sağlayan ayak hareketi örüntüsü geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Ancak, temel ses biriminin ve bunu meydana getiren ayak hareketlerinin örüntüleri birlikte ele alındığında tür grubunu kendi içinde üç altgruba işaret etmiştir. Bu alt grupların **birincisinde**, her iki ayak, temel ses birimi olan kelime oluşum periyodunda eş zamanlı olarak hareket etmektedir. Ayaklar bu periyotta bir kez yukarı kaldırılmakta ve tepe noktaya geldiğinde herhangi bir bekleme “pause” yapmadan aşağı indirilmektedir (Şekil 3.2a,b). Ayağın özellikle aşağı indirilmesi sırasında az sayıda basamak benzeri düşük şiddetli iniş ve çıkışlar görülebilmektedir. Bu



Şekil 3.2. *C.biguttulus* grubuna ait üç alt-grubun iki farklı ölçekteki ayak hareketli sesleri a,b) *C. brunneus*, c,d) *C. mollis* ve e,f) *C. biguttulus* alt-grupları

durum yüksek şiddetli heceler oluşturmaktadır. **İkinci** alt-gruba ait üyeler temel ses örüntüsü bakımından daha kompleks bir yapıya sahiptir (Şekil 3.2c,d). Kompleks yapıdaki kelimenin örüntüsü başlangıçta eş zamanlı olmayan bir ayak hareketi ve sonrasında eş zamanlı ayak hareketi ile oluşturulmaktadır. Bu uyumsuzluk, kelimenin oscilografik görüntüsünün başlangıç noktasındaki kısım-I bir olarak da adlandırılan yüksek şiddetli tiki oluşturulması esnasında gerçekleşmektedir (Şekil 3.2c,d). Ayaklardan birisi aşağı yönde hareket ederek bu tiki oluştururken, diğeri yukarıda hareketsiz durmaktadır. Ancak bu tiki oluşumundan sonra, iki ayak eş zamanlı olarak hareket etmekte ve kelimenin ikinci kısmı başlamaktadır. İkinci kısım arka ayakların eş zamanlı ve düzenli şekilde yukarı ve aşağı hareket ettirildiği kısımdır. Bu kısmın bitmesi ile birlikte ayaklar, belirgin olmayan küçük iniş çıkışlarla başlangıç pozisyonuna getirilmektedir. Kompleks kelime yapısına sahip olan bu ikinci alt grupta çağrı sesi tek bir ana kelimedenden oluşmaktadır. Kelimeyi oluşturan tekrarlı birim periyotlarının (TBP) şiddeti sesin başlangıcından sonuna doğru kademeli olarak artmakta ve çoğunlukta ortadan önce maksimum şiddetine ulaşmaktadır. Devamında sesin şiddeti düzenli olarak düşmektedir. **Üçüncü** ve son alt grupta, sesin temel yapısal birimi olan TBP, her iki ayağın farklı örüntüler oluşturacak şekilde asenkronik olarak hareket etmesi ile oluşturulur (Şekil 3.2e,f). Çağrı sesinin TBP'leri iki farklı ayak hareketinin kombinasyonu şeklinde gerçekleşir. Bu ayak hareketlerinden ilki ayağın yukarı kaldırılması sırasında, birkaç orta şiddetli basamak ve arkasında yüksek şiddetli bir basamağa sahiptir. Bu yüksek şiddetli basamakta ayak tepe noktasına getirilir ve burada bir süre bekler sonrasında tekrar başlangıç noktasına getirilir. Ancak diğer ayağın hareket örüntüsünde, orta şiddetli basamaklardan sonra meydana getirilen yüksek şiddetli basamakta, herhangi bir bekleme olmadan ayak tekrar aşağı indirilmektedir. Bu iki desenin oluşturduğu örüntüsel yapı, yoğun bir ses içeriği oluşturmaktadır. TBP serilerinden oluşan kelime, sayısal bakımdan farklılıklar göstermektedir ve ilk kelime kendisini takip eden diğer kelime veya kelimelerden daha uzun bir süreye sahiptir.

Yukarıda tanımlanan özellikleri taşıyan ve bilinen taksonlardan, bilim dünyasına tanıtılma önceliğine bağlı olarak, alt grupların isimleri belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla; (i) *C. brunneus* (Thunberg, 1815) alt grubu, (ii) *C. mollis* Charpentier (1825) alt grubu ve (iii) *C.*

biguttulus (Linnaeus, 1758) alt grubu olarak isimlendirilmişlerdir. Anadolu’da bulunan *C. biguttulus* tür grubuna ait populasyonlar hiçbir takson isimlendirilmesi yapılmadan, ilk olarak populasyon düzeyinde değerlendirilmeye alınmışlardır. Bu üç alt gruptan ilki olan *C. brunneus* alt grubu içerisinde, Anadolu’dan İzmir-Nif dağı (İz-Nf), Afyon-Çiğil tepe (Af-Çt), Antalya-Termessos (An-Te), Antalya-Akdağ (An-Ak), Isparta-Davraz (Is-Da), Niğde-Bolkar dağı (Ni-Bo), Kayseri-Erciyes (Ky-Er), Sivas-Kösedağ (Si-Ks), Malatya-Yeşilyurt (Ma-Yy), Gaziantep-Nizip (Ga-Nz), Adana-Hanyeri (Ad-Ha) ve Karaman-Fasikan (Kr-Fs) populasyonları yer almaktadır. Ayrıca Avrupa’dan karşılaştırma amacıyla toplanan populasyonlardan Erlangen01 (Almanya) ve Peleponnes (Yunanistan) de bu alt grup içerisinde yer almaktadır. İkinci alt grup olan *C. mollis* grubunda ise Anadolu’dan Ça-El-Ilgaz-Yenice (Ça-Il-Ye), Amasya-So-Suluova (As-So), Samsun-Ladik (Sa-Ld), Tokat-Çamlıbel (To-Ça), Sivas-Kızıldağ (Si-Kz), Isparta-Davraz (Is-Da), Isparta-Dedegöl (Is-De), Afyon-Çiğil tepe (Af-Çt), Afyon Şuhut (Af-Şu), Çankırı-Eldivan (Ça-El), Kars-Sarıkamış (Ks-Sr), Ardahan-Çayırbaşı (Ar-Çb), Artvin-Yalnızçam (At-Yç) ve İzmir-Bozdağ (İz-Bo) populasyonları ve Avrupa’dan Erlangen02 (Almanya) populasyonu yer almaktadır. Anadolu’dan Ça-El-Ilgaz-TRT istasyonu (Ça-Il-TRT), Bolu-Abant (Bo-Ab) ve Karabük-Yenice (Kb-Yn) populasyonları ve Avrupa’dan Erlangen03 (Almanya) ve Blagoevgrad (Bulgaristan) populasyonları benzer özellikleri ile aynı altgrup (*C. biguttulus* alt grubu) içerisinde yer almışlardır.

3.1.1. *C. brunneus* alt grubu

Çalışmamız kapsamında *C. brunneus* alt grubu ses özellikleri gösteren 12 farklı Anadolu populasyonu saptandı. Bunlardan İz-Nf ve Af-Çt Ege bölgesinden, An-Te, An-Ak, Is-Da ve Ad-Ha Akdeniz bölgesinden, Ni-Bo, Ky-Er, Kr-Fs ve Si-Ks İç Anadolu bölgesinden, Ga-Nz Güneydoğu Anadolu bölgesinden ve Ma-Yy populasyonu ise Doğu Anadolu bölgesinden belirlenmiştir (Çizelge 3.1). Bu populasyonlara ait erkek bireylerden kaydedilen 271 sestən 184 çağrı sesine ait (Çizelge 3.2) cümle süresi, kelime süresi, kelime içerisindeki tekrarlı birim periyodu (TBP) sayısı, atım süresi ve TBP

Çizelge 3.2. *C. brunneus* alt-grubu erkek bireylerinden elde edilen çağrı sesi karakterlerinin tanımlayıcı istatistiklerini

Karakterler									
Taxon (Lokalte)	Cümle Süresi (s)	Kelime Süresi (s)	Cümledeki Kelime Sayısı	TBP (ms)	Kelimedeki TBP sayısı	Atım Süresi (ms)	TBP'deki Atım Sayısı		
<i>C. brunneus</i> (Erlangen01)	6.6-17.6 7.9 ± 3.4 / 17	0.110-0.330 0.207 ± 0.1 / 17	5-10 7.75 ± 1.8 / 17	22.3-33.1 27 ± 2.4 / 17	4-6 5.22 ± 0.6 / 17	8.40-9.30 8.9 ± 0.23 / 17	2.80-3.70 3.2 ± 0.18 / 17		
Kı-Fs	0.43 ± 4.7 2.27 ± 1.7 / 21	0.380-0.880 0.551 ± 0.1 / 21	1-4 1.9 ± 0.9 / 21	20.2-28.9 23.2 ± 2.7 / 21	15-33 22.8 ± 4.6 / 21	11.30-13.50 12.6 ± 0.58 / 21	2.0-2.3 2.1 ± 0.1 / 21		
<i>C. bornholmii</i> (Peloponnes)		1.3-3.9 3.0 ± 0.65 / 7	1 1 / 7	99.2-107.1 107.5 ± 7.6 / 7	11-71 28.3 ± 10.7 / 7	..... .....	..... .....		
İz-Ke		5.4-6.2 5.9 ± 0.3 / 9	1 1 / 9	119.5-123.5 122.5 ± 1.7 / 9	39-47 43.2 ± 3.2 / 9	..... .....	..... .....		
Af-Çt		2.1-2.9 2.4 ± 0.5 / 8	1 1 / 8	100.1-113.4 101.4 ± 1.5 / 8	18-28 24 ± 4.2 / 8	..... .....	..... .....		
An-Te		2.3-3.3 2.6 ± 0.5 / 14	1 1 / 14	96.8-104.1 100.6 ± 3.2 / 14	24-32 27 ± 2.9 / 14	..... .....	..... .....		
An-Ak		2.2-3.8 2.9 ± 0.6 / 12	1 1 / 12	95.8-103.2 99.7 ± 2.8 / 12	21-37 28.8 ± 6.2 / 12	..... .....	..... .....		
İs-Da		3.2-8.9 5.3 ± 2.2 / 11	1 1 / 11	119-127.6 122.2 ± 3.7 / 11	27-71 42.6 ± 16.7 / 11	..... .....	..... .....		
Ni-Bo		2.0-5.5 3.5-1.1 / 21	1 1 / 21	101.6-111.1 106.9 ± 4.1 / 21	16-48 30 ± 8.3 / 21	..... .....	..... .....		
Ky-Er		2.1-4.6 3.3 ± 1.0 / 13	1 1 / 13	102.2-115 109.4 ± 5.1 / 13	14-38 28.7 ± 9.3 / 13	..... .....	..... .....		
Si-Kö		1.9-2.8 2.2 ± 0.6 / 7	1 1 / 7	98.1-108 103.3 ± 3.8 / 7	11-26 20.9 ± 5.0 / 7	..... .....	..... .....		
Ma-Yy		2.4-2.8 2.17 ± 0.4 / 8	1 1 / 8	100.8-112.3 105.7 ± 4.9 / 8	12-24 19.1 ± 4.8 / 8	..... .....	..... .....		
Ga-Nz		3.1-6.3 3.3 ± 1.5 / 10	1 1 / 10	96.7-111.3 105.6 ± 5.3 / 10	18-54 29.5 ± 13.1 / 10	..... .....	..... .....		
Ad-Ha		1.4-10.4 6.2 ± 2.6 / 26	1 1 / 26	103.6-135.5 113.1 ± 9.1 / 26	11-82 41.4 ± 17.5 / 26	..... .....	..... .....		

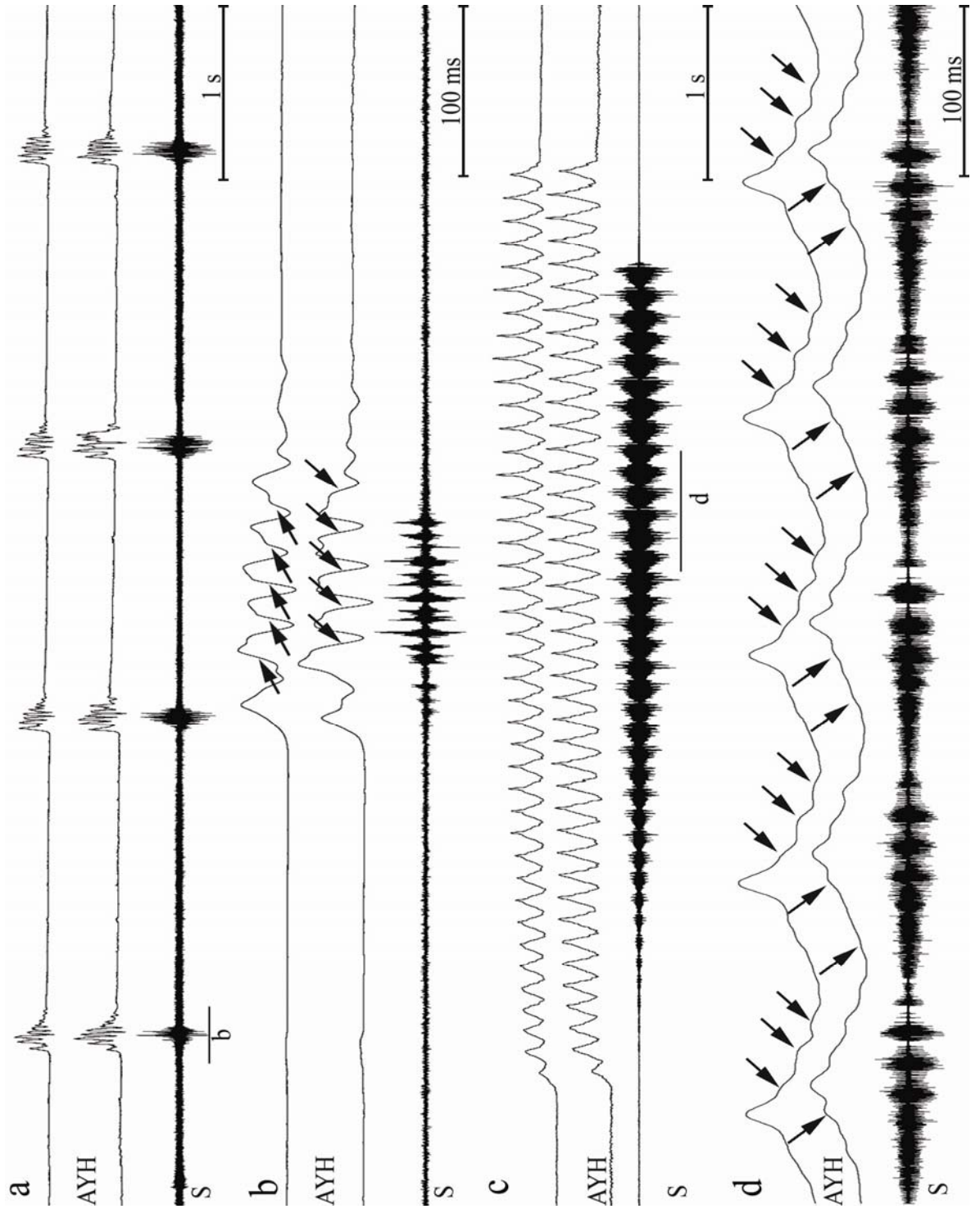
aralık - minimum ve maksimum değerler; o - ortalama; ss - standart sapma; N - analiz edilen ses kayıt sayısı

aralık - minimum ve maksimum değerler, o - ortalama, ss - standart sapma, N - analiz edilen ses kayıt sayısı

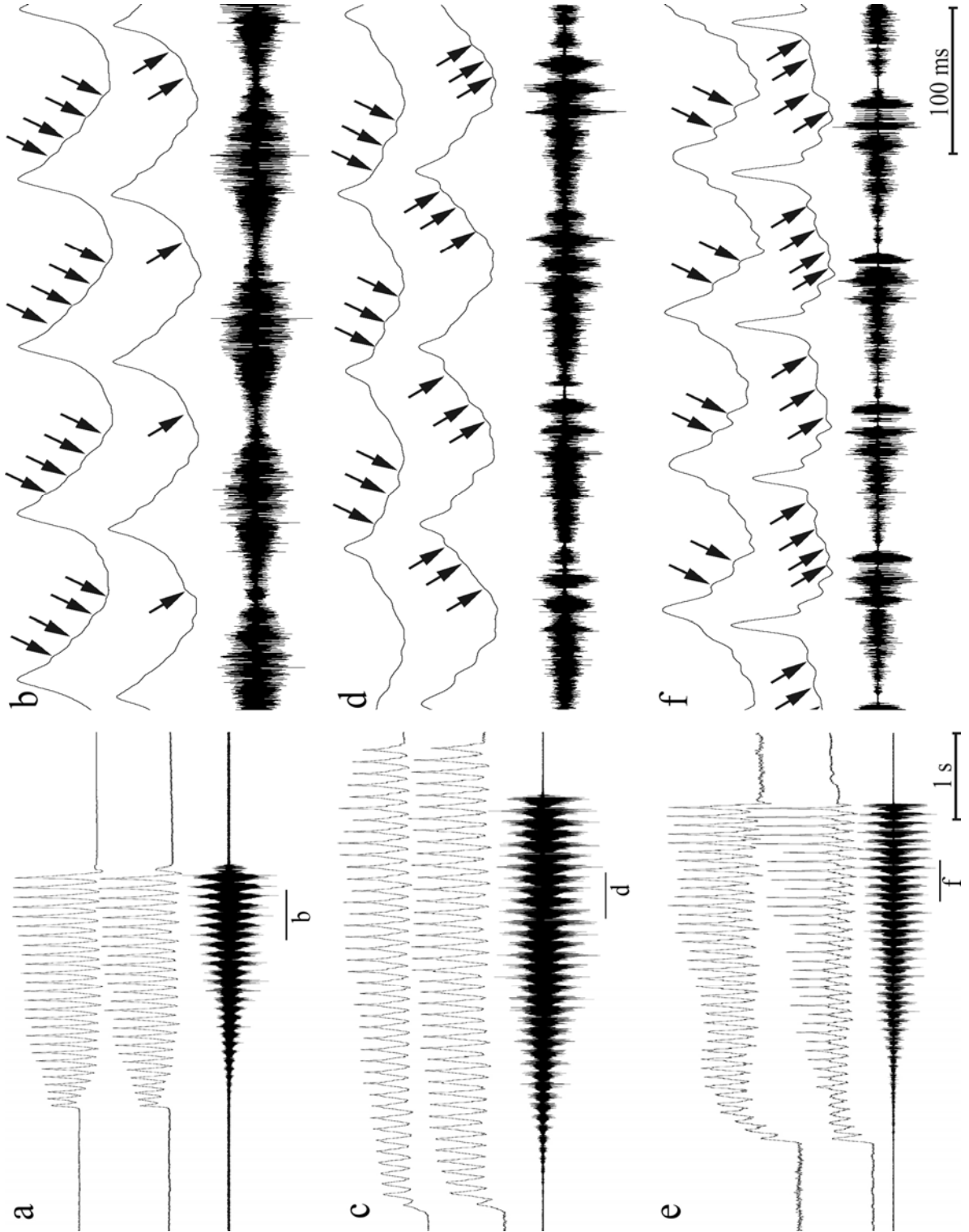
içerisindeki atım sayısı karakterleri ölçüldü. Ölçülen bu ses parametreleri ile hem populasyon içi varyasyonları hem de populasyonlar arası varyasyonları ve akrabalık ilişkilerini anlamak için grafiklendirme yöntemleri ve uygun istatistiksel analizler (Tanımlayıcı istatistikler ve Ayırma Analizi) kullanarak değerlendirildi.

Yapılan ses kayıtlarının incelenmesi neticesinde *C. brunneus* alt grubu içerisinde yer alan üyelerin iki farklı ses tipine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu alt grup içerisinde belirlenen her iki ses tipi her iki arka ayağın eş zamanlı olarak bir seferlik yukarı ve aşağı hareketi ile oluşturulan bir dizi heceden oluşmaktadır. Ancak birinci ses tipinde ayağın yukarı ve aşağı hareketi sırasında küçük adımlar mevcut iken (Şekil 3.3a,b), ikinci ses tipinde belirgin adımlar gözlenmemiştir (Şekil 3.3a,b). Ayrıca birinci ses tipinde çağrı sesi bir dizi TBP içeren tek bir kelimedenden oluşurken, ikinci tipte bir dizi TBP'den oluşan arka arkaya birkaç kelimedenden oluşmaktadır. Alt grup içerisinde bulunan birinci ses tipi özelliğini gösteren populasyonlar, Anadolu'dan İz-Nf, Af-Çt, An-Te, An-Ak, Is-Da, Ad-Ha, Ni-Bo, Ky-Er, Si-Ks, Ma-Yy ve Ga-Nz, ve Avrupa'dan Peleponnes populasyonlarıdır. Kelimeyi oluşturulan ayağın yukarı ve aşağı hareketi sırasında meydana gelen adımlar Peleponnes, İz-Nf, Af-Çt, An-Te, An-Ak, Is-Da, Ni-Bo, Ky-Er, Si-Ks, Ma-Yy ve Ga-Nz populasyonlarında özellikle ayağın indirilişi sırasında belirgin olarak gözlenmişken (Şekil 3.4b,d), Ad-Ha populasyonunda, bu basamakların hem ayağın yukarı hareketi hem de aşağı hareketi sırasında üretildiği ve oluşturulan basamak sayısının diğerlerine göre daha fazla olduğu da saptanmıştır (Şekil 3.4f). Alt grup içerisinde yer alan ikinci ses tipine sahip olan Anadolu'dan Kr-Fs populasyonu, Avrupa'dan Erlangen01 (Almanya) (*C. brunneus*) populasyonundaki gibi birden fazla cümle içeren bir sese sahiptir. Bu iki populasyon kelimeyi oluşturan ayakların eşzamanlı hareketi ile alt grup içerisindeki diğer ses desenine sahip populasyonlara benzer olsa da, ayağın aşağı indirilişi sırasında tepe noktadaki kısa süreli bekleme ile diğer seslerden ayrılmaktadır.

Alt grup içerisindeki ses tipinin ilki yaklaşık 2 s'den daha uzun tek bir cümleden oluşmaktadır. Bu ses tipinde bir kelime her biri 95 ms'den daha uzun olan 12-82 arasında değişen TBP'lerden oluşabilmektedir (Çizelge 3.2). Anadolu'dan Kr-Fs populasyonu hariç



Şekil 3.3. *C.brunneus* alt-grubu tip bir ve iki sesinin ayak hareketli karşılaştırılması a) *C.brunneus* (Erlangen01) ve b) Ky-Er populasyonları



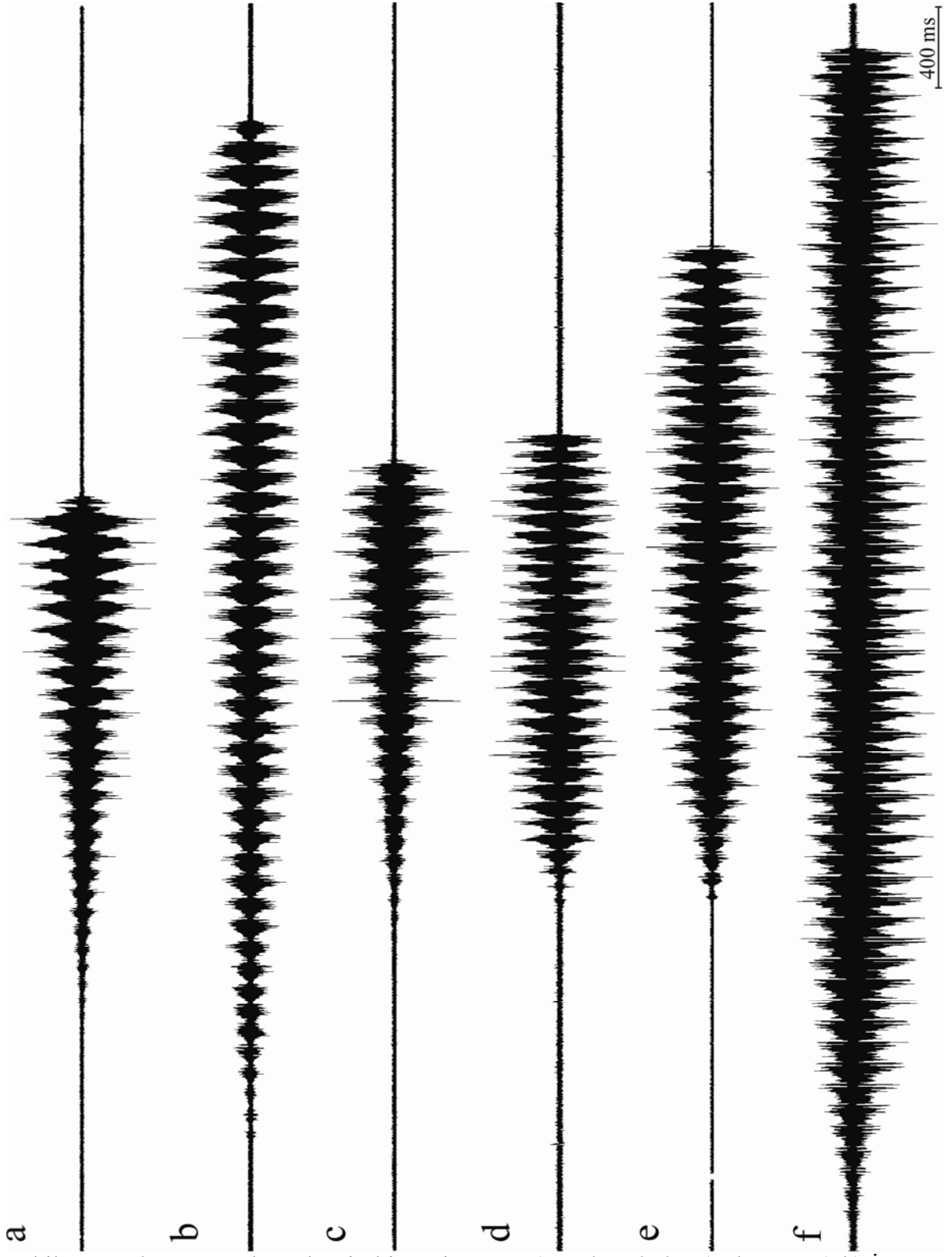
Şekil 3.4. *C.brunneus* alt-grubu tip bir sesinin ayak hareketli karşılaştırılması a) *C. brunneus* (Erlangen01), b) Ni-Bo ve c) Ad-Ha populasyonları

diğer tüm Anadolu (İz-Nf, Af-Çt, An-Te, An-Ak, Is-Da, Ni-Bo, Ky-Er, Si-Ks, Ma-Yy, Ga-Nz, Ad-Ha) populasyonları ve Avrupa'dan Peleponnes populasyonları bu ses tipine sahiptirler. Bu populasyonlara ait sesler yapısal özellikleri (Şekil 3.5, Şekil 3.6) ve kelime süresi (Şekil 3.7a), TBP süresi (Şekil 3.7b) ve kelime içindeki TBP sayısı (Şekil 3.7c) değerleri bakımından karşılaştırdığımızda birbirlerine benzedikleri belirlenmiştir. Ancak bu grupta yer alan Ad-Ha populasyonunun açılış yarı-TBP süresinin kapanış yarı-TBP süresinden uzun olması ile diğer tüm populasyonlardan ayrılmaktadır.

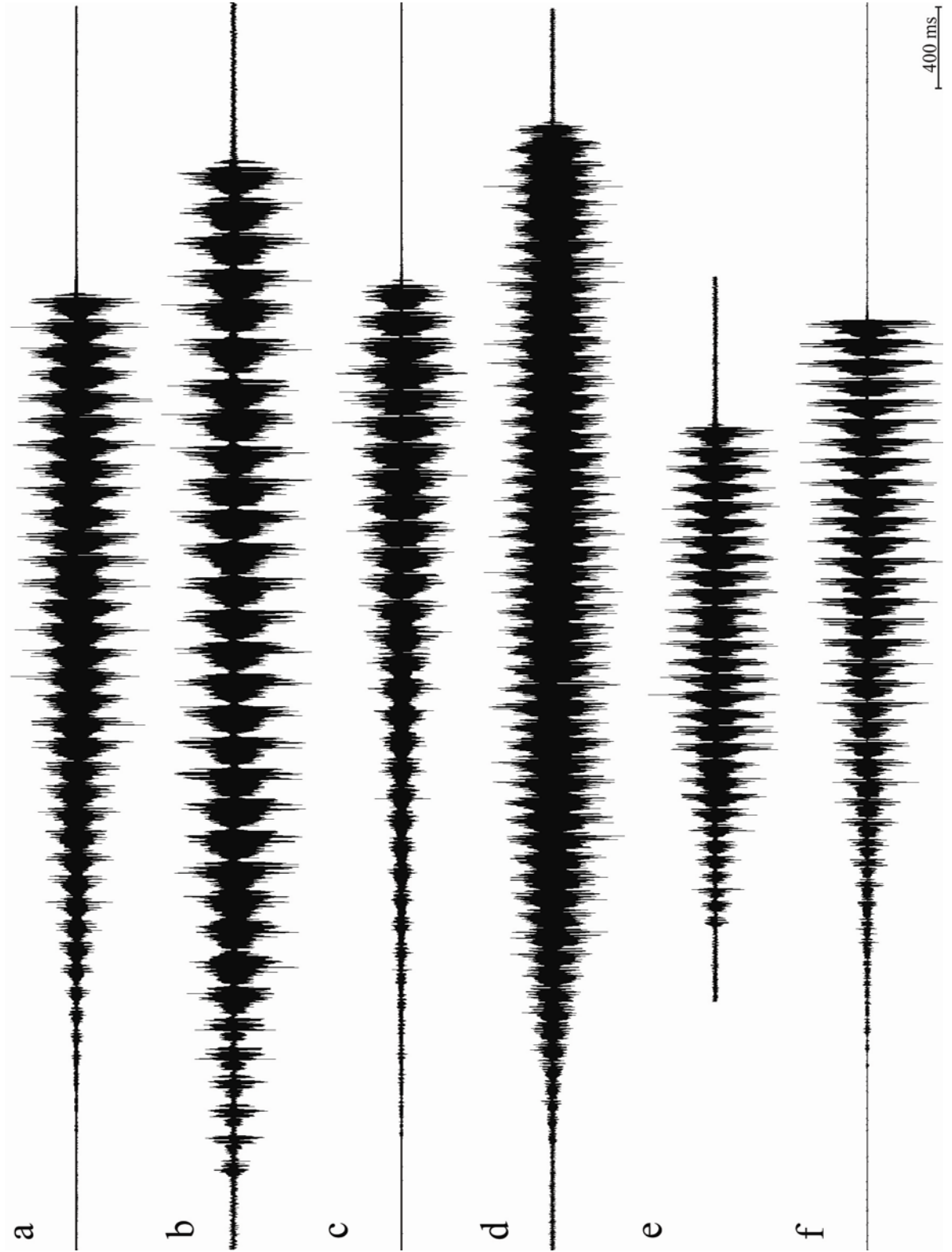
Alt grup içerisindeki ikinci ses tipi her biri 1 s'den daha kısa olan iki veya daha fazla kelimedenden oluşan cümle yapısı ile karakterizedir (Çizelge 3.2). Ayrıca temel ses birimi olan kelime periyodu 33 ms'den daha kısadır (Çizelge 3.2). Bu ses tipine ait örnekler çalışmamız sırasında sadece orta Toroslarda farklı yükseltilere sahip Karaman İlinden kaydedildi. Kr-Fs'den kaydedilen sesin yapısal özellikleri bakımından Erlangen02'den kaydedilen ve Orta-Kuzey Avrupa'da yaygın olarak bulunan populasyonuna ait ses tipine benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Şekil 3.8). Ancak bu iki populasyona ait kelime süresi (Şekil 3.9a), TBP süresi (Şekil 3.9b), kelime içindeki TBP sayısı (Şekil 3.9c), atım periyodu (Şekil 3.9d) ve TBP içerisindeki atım sayısı (Şekil 3.9e) karşılaştırıldığında birbirlerinden farklı oldukları belirlenmiştir.

Sesin örüntü ve zamansal değerlendirmelerinin yanında, *C. brunneus* alt grubu içerisinde değerlendirilen 14 populasyona ait ses karakterlerinin, istatistiksel açıdan anlamlı ve bağımsız gruplara işaret edip etmediği KAF analizi ile de sınıandı. Çizelge 3.3.'de verilen korelasyon matrisinde (Pooled Within-Groups Matrice) görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmaması verilerimize uygulanan analizin doğru olduğuna işaret etmektedir.

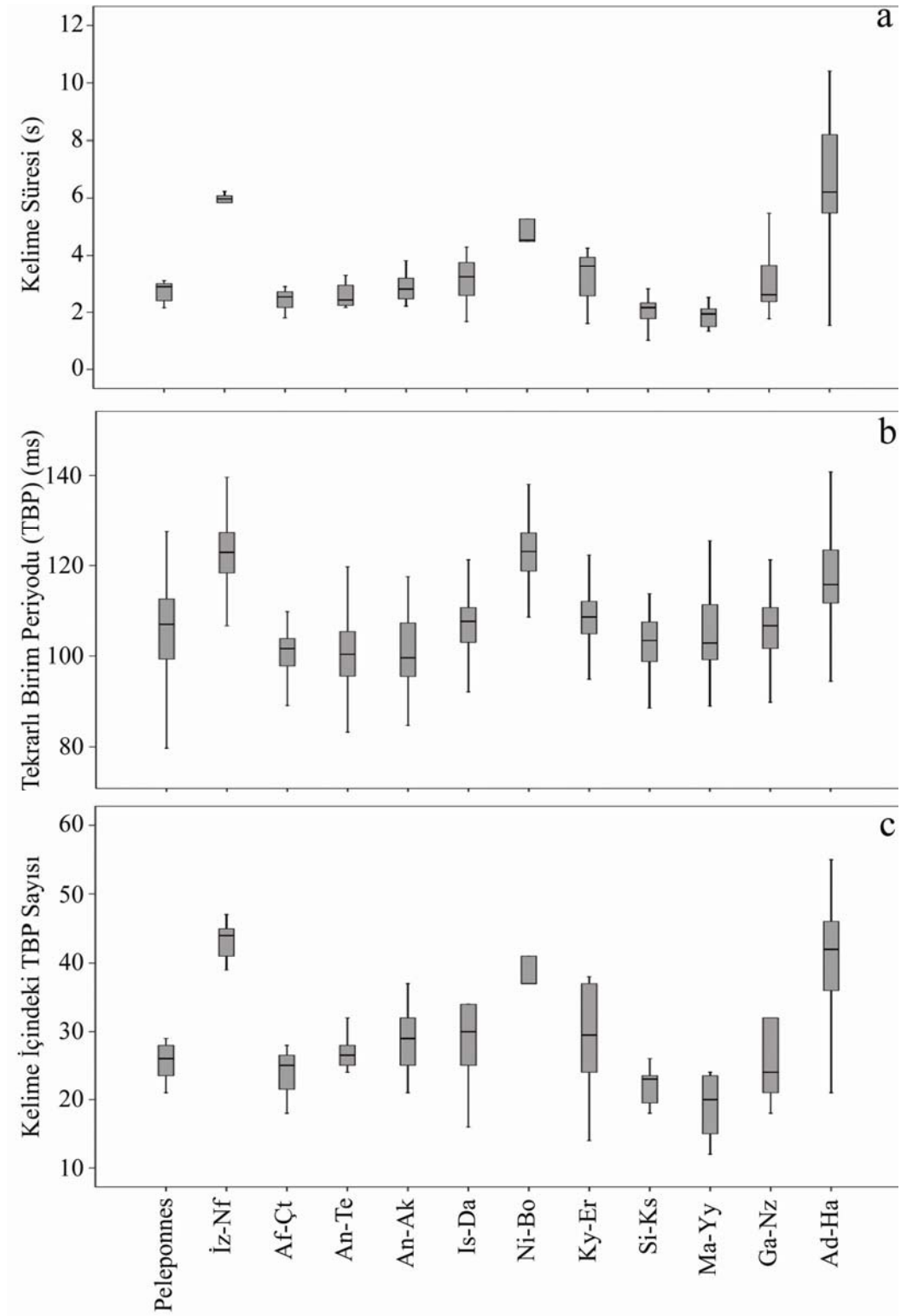
KAF analizi içerisinde ayırma fonksiyonlarının önemini kanonik korelasyon, öz değer (eigenvalue) ve Wilks' Lambda istatistikleriyle değerlendirilmiştir. Ayırma skorları ve gruplar arasındaki ilişkiyi ölçen ve açıklanan toplam varyansı gösteren



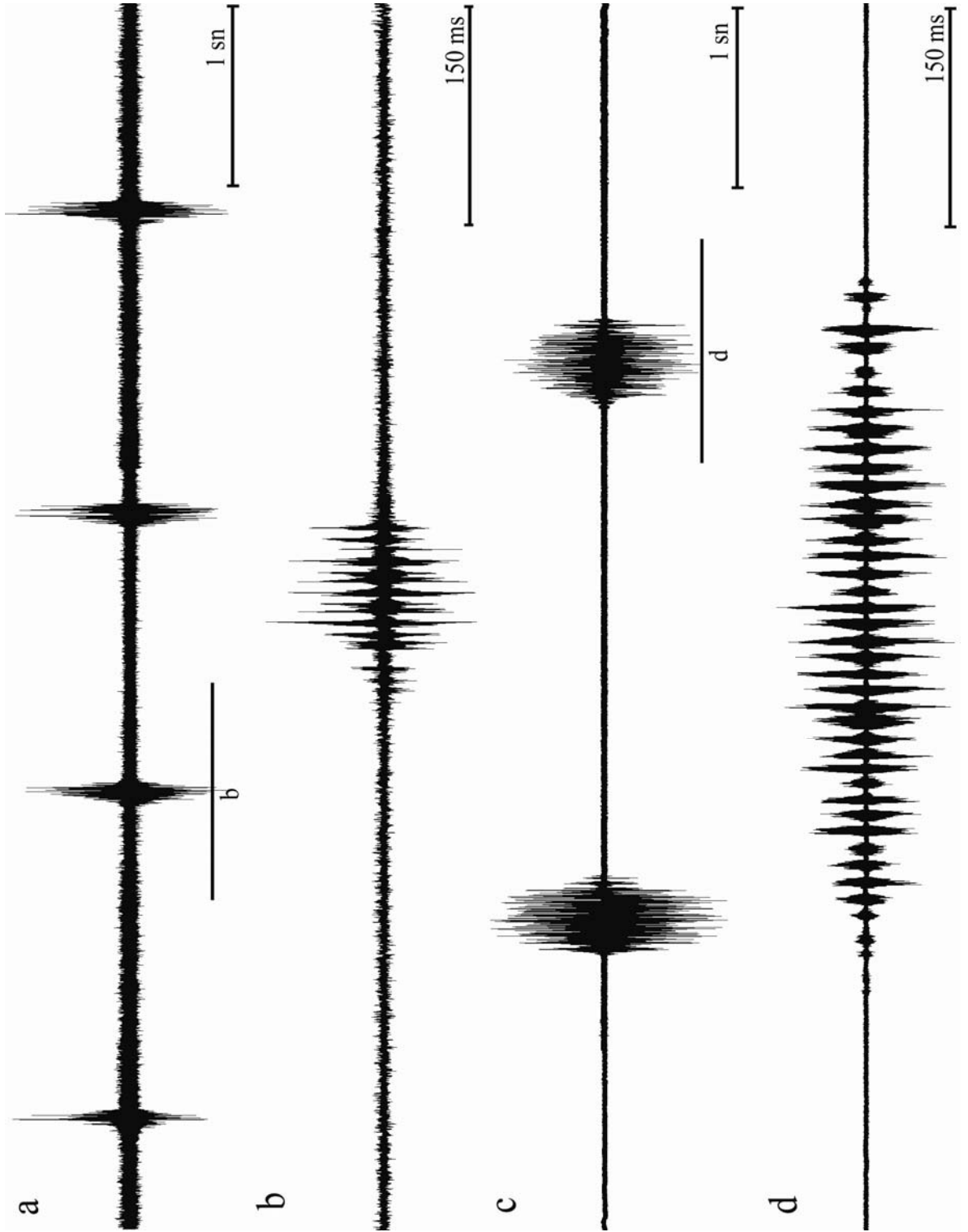
Şekil 3.5. *C.brunneus* alt-grubu tip bir sesi üreten a) *C. bornhalmi* (Peleponnes) b) İz-Bo, c) Af-Çt d) An-Te, e)An-Ak ve f) Is-Da populasyonları



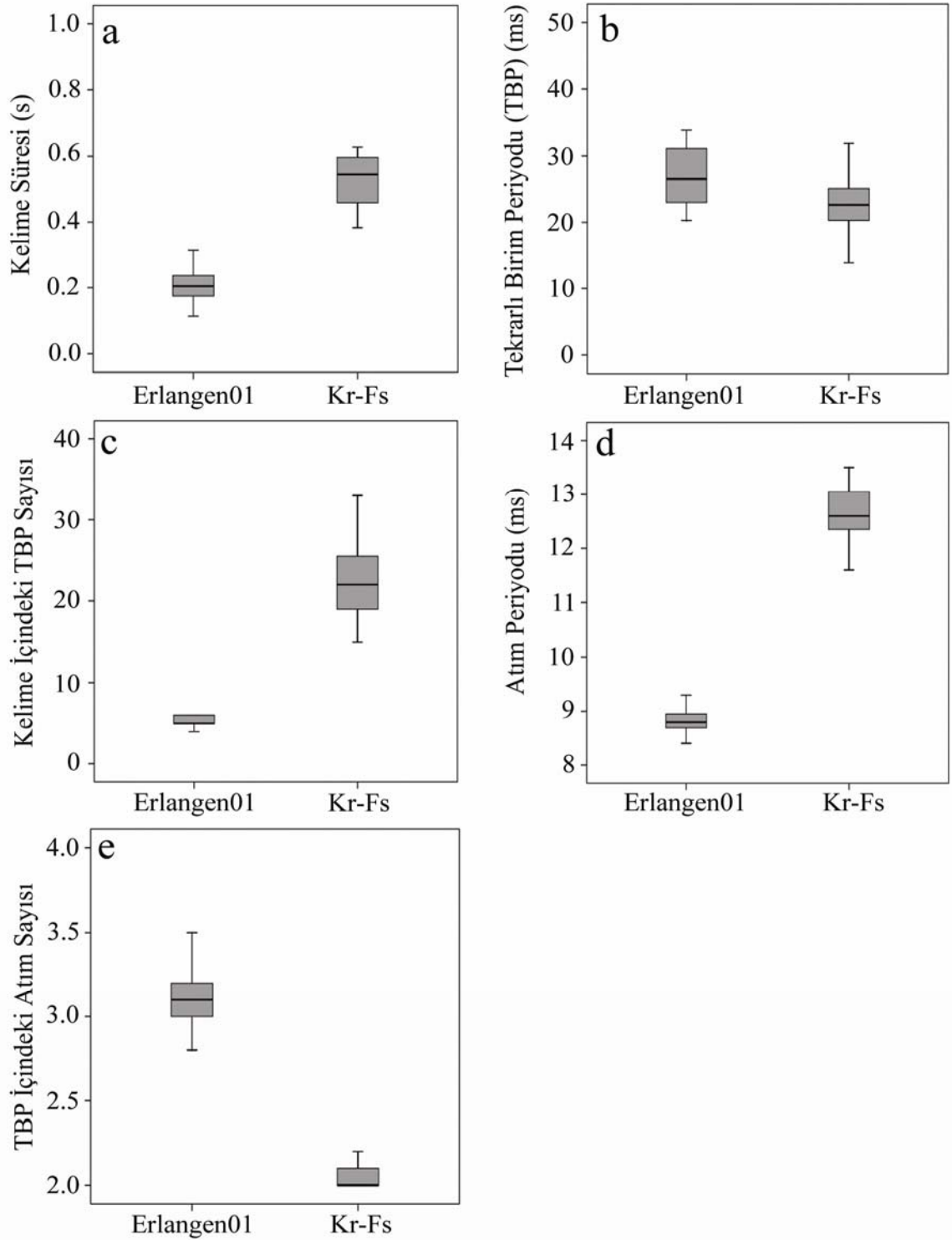
Şekil 3.6. *C.brunneus* alt-grubu tip bir sesi üreten a) Ni-Bo b) Si-Kö, c) Ky-Er d) Ga-Nz, e)Ma-Yy ve f) Ad-Ha populasyonları



Şekil 3.7. *C.brunneus* alt-grubuna ait tip bir sesini üreten 12 popülasyonun 3 ses karakteri bakımından karşılaştırılması



Şekil 3.8. *C.brunneus* alt-grubu tip iki sesi üreten a) *C.brunneus* (Erlangen01) ve b) Kr-Fs populasyonları



Şekil 3.9. *C.brunneus* alt-grubuna ait tip iki sesini üreten 2 popülasyonun 5 ses karakteri bakımından karşılaştırılması

Çizelge 3.3. *C. brunneus* alt grubu ses desenine sahip populasyonların seslerine ait değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi

Korelasyon	Cümle Süresi	Kelime Süresi	Cümledeki Kelime Sayısı
Cümle Süresi	1.000	.481	.683
Kelime Süresi	.481	1.000	.323
Cümledeki Kelime Sayısı	.683	.323	1.000

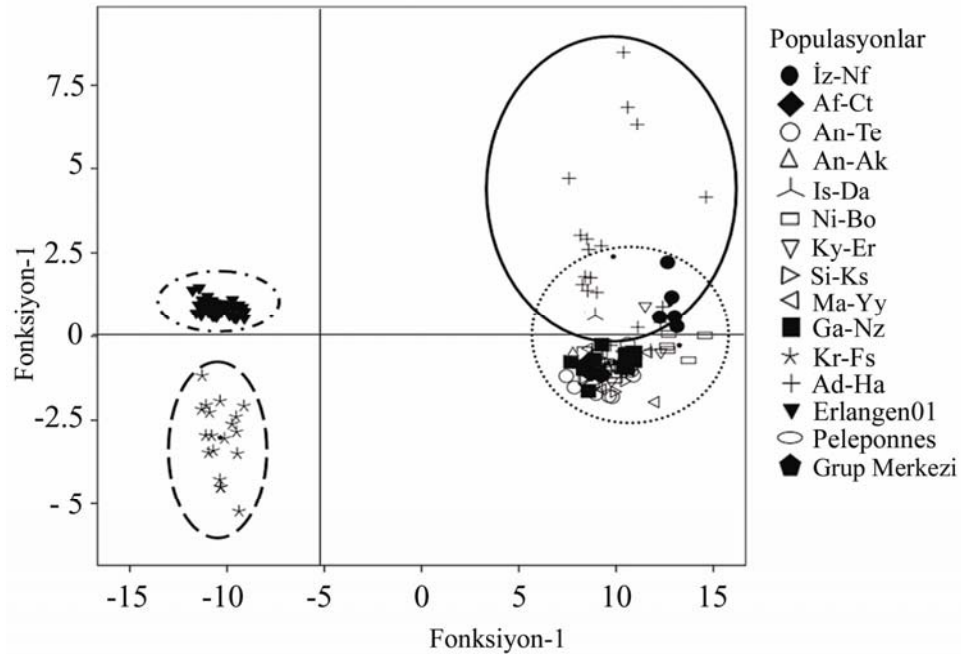
Çizelge 3.4.’deki kanonikal korelasyon sonucu, analizde 3 fonksiyonun hesaplandığını ve bunlardan 1 ve 2 nolu fonksiyonun KAF analizinde kullanıldığını göstermektedir. Bunlardan Fonksiyon-1 tek başına bağımlı değişkenlerdeki varyansın ($0.996^2 = 0.992$) yaklaşık % 99’unu ve Fonksiyon-2 ise ($0.845^2 = 0.714$) % 71’ini açıklayabildiği görülmektedir. KAF analizi için kullanılan 2 fonksiyonun öz değer (eigenvalue) istatistiği incelendiğinde Fonksiyon-1’in (113.904) tek başına bağımlı değişkendeki varyansın neredeyse tamamını açıklayabildiği görülmektedir. Ayrıca her bir ayırma fonksiyonu için öz değer istatistiğinin anlamlılığını test eden Wilks’ Lambda değerleri, analizde kullanılan tüm faktörler için testin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.4. *C. brunneus* alt grubu ses desenine sahip populasyonların ses verileri kullanılarak oluşturulan Eigenvalue, Wilks’ Lambda değerlerini ve KAF analizinde değerlendirilen 3 fonksiyona ait analiz sonuçlarının gösterimi

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kanonikl Korelasyonu
1	113.904	97.1	97.1	.996
2	2.499	2.1	99.2	.845
3	.916	.8	100.0	.692
Test Fonksiyonları	Wilks’ Lambda	X²	sd	sig
1’den 2’ye	.001	1103.387	36	.000
2’den 3’e	.149	315.867	22	.000
3	.522	107.977	10	.000

KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 70.3'ünün doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir. Populasyonların kendi içlerinde % 50 ve daha yüksek oranda gruplanabilenleri sırasıyla; Erlangen01 % 100, Kr-Fs % 94.7, İz-Nf % 80, Is-Da % 80, Ad-Ha % 67.6, An-Te % 50 ve Ma-Yy % 50 populasyonları oldukları görülmektedir. Diğer populasyonlar ise bu yüzdenin altında bir değerde kendi içlerinde gruplanmışlardır.

Şekil 3.10.'da üç ses karakterinin kullanılması ile elde edilen KAF analizinin Fonksiyon-1 ve Fonksiyon-2'ye göre populasyonları gruplandırması görülmektedir. Bu analiz sonucu 3 gruba işaret etmiştir. Fonksiyon-1 Erlangen01 ve Kr-Fs populasyonunu diğer tüm populasyonlardan ayırmaktadır. Fonksiyon-2 ise Kr-Fs ve Erlangen01 populasyonunu hem birbirlerinden hem de populasyonlardan ayıramamaktadır. Ayrıca Fonksiyon-2'ye göre Ad-Ha populasyonu tam olmasa da diğer tüm populasyonlardan kısmen ayırmıştır.



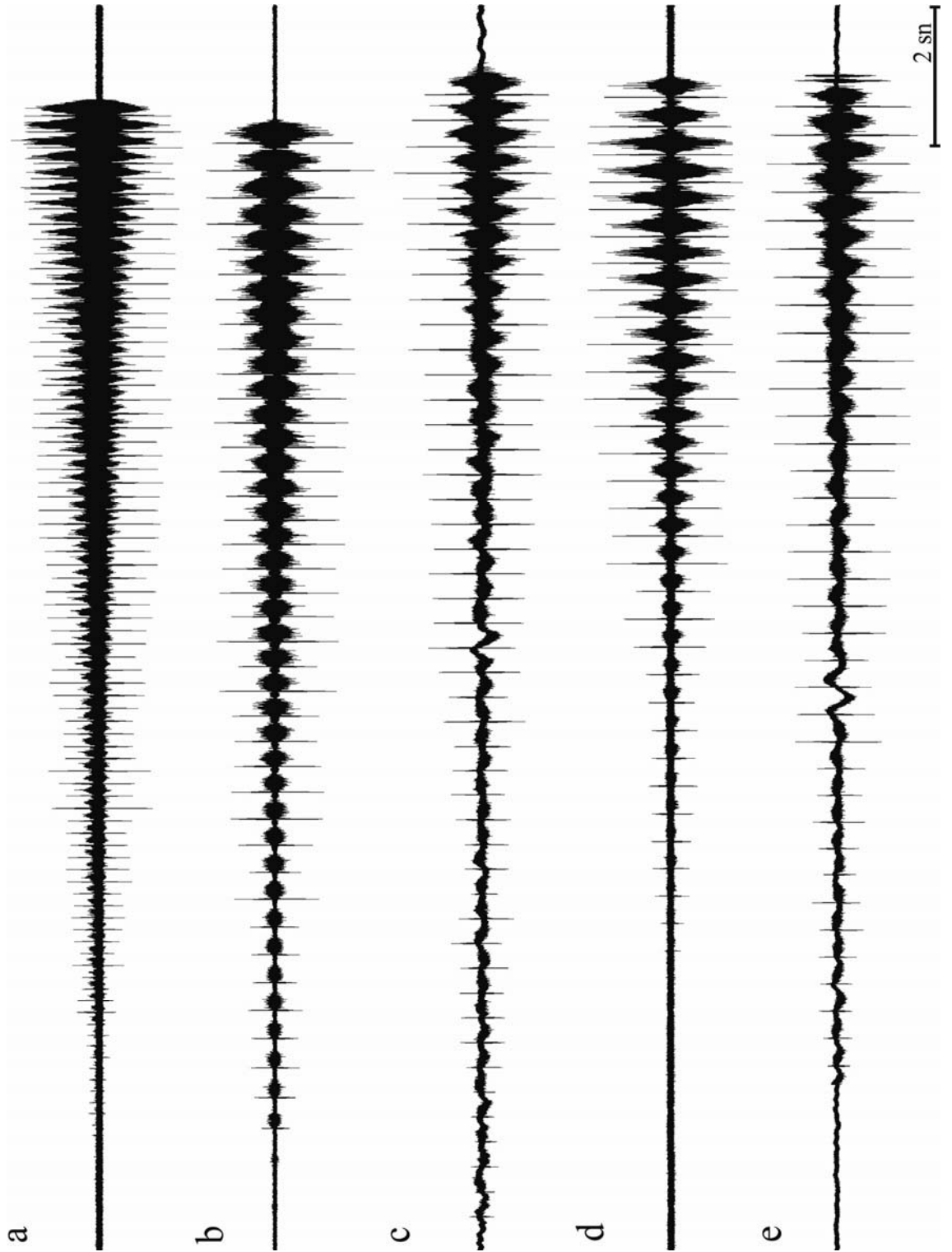
Şekil 3.10. *C.brunneus* alt-grubu tip bir ve tip iki sesini üreten populasyonlara ait 3 ses verisinin KAF analizi sonucu

C. brunneus alt grubu ait sesler hem ses ve ayak hareketlerinin örüntü grafik ve istatistikî sonuçlar itibarıyla 3 farklı birime işaret etmektedir. İlk ses tipi Anadolu'dan İz-Nf, Af-Çt, An-Te, An-Ak, Is-Da, Ni-Bo, Ky-Er, Si-Ks Ga-Nz, Ma-Yy ve Ad-Ha populasyonları ile Avrupa'dan Peleponnes populasyonunda gözlenmiştir. Bu ses tipi *C. bornhalmi* türü ses özelliklerine sahiptir. Ancak bunlardan Ad-Ha populasyonu diğerlerinden sesin zamansal parametreleri ile kısmen farklılık göstermektedir. İkinci ses tipi Erlangen01 populasyonunda gözlenmiş ve *C. brunneus* türünün sesine işaret etmektedir. Üçüncü ses tipi ise Kr-Fs populasyonunda görülen sestir. Belirli özellikleri ile *C. brunneus* sesi özelliklerine sahip olsa da özellikle zamansal parametreler açısından farklıdır ve bilinen bir taksonu işaret etmemektedir.

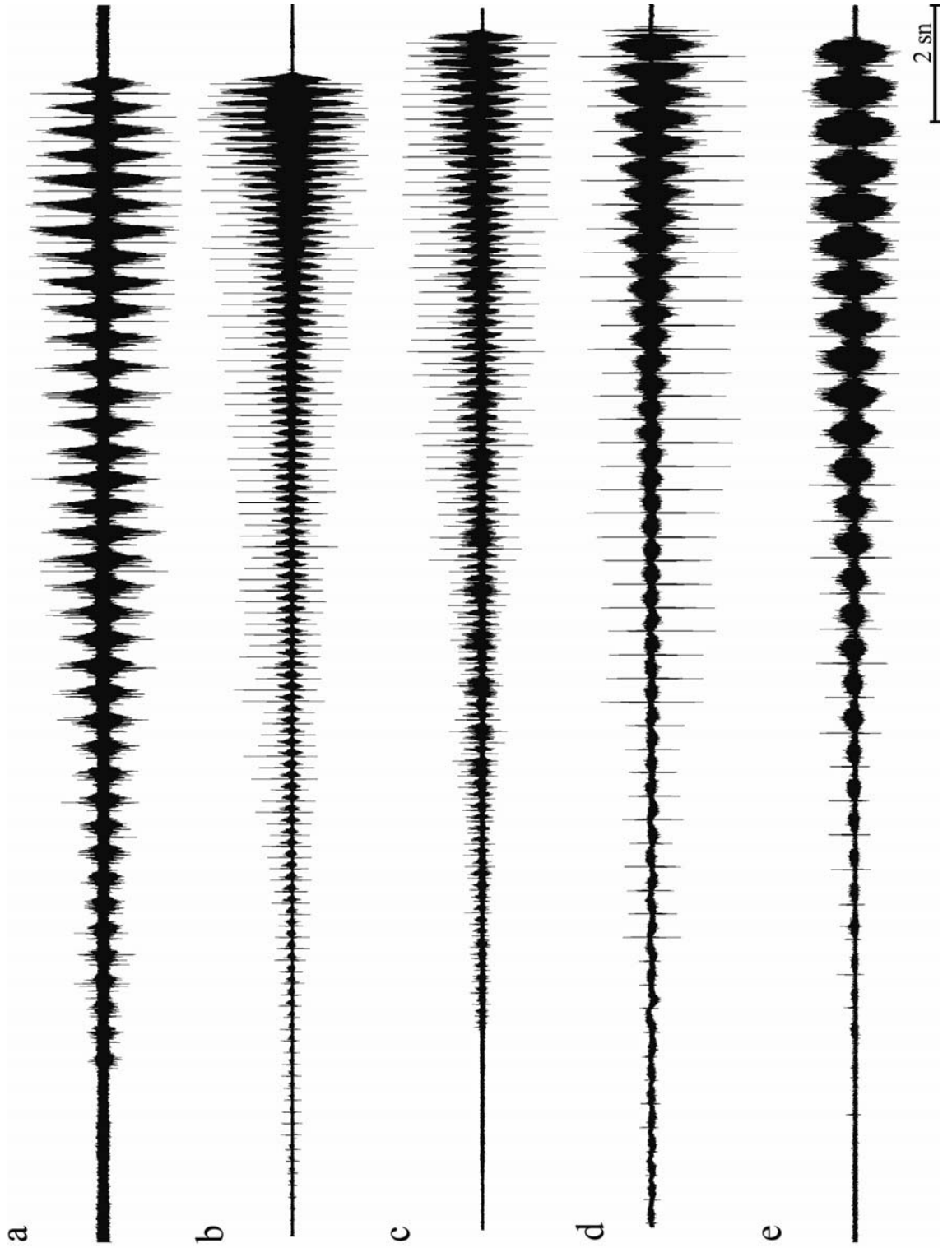
3.1.2. *C. mollis* alt grubu

Bu çalışma sırasında *C. mollis* alt grubu ses özellikleri gösteren 14 farklı Anadolu populasyonu saptandı. Bunlardan İz-Bo, Af-Çt ve Af-Şu Ege bölgesinden, Is-Da ve Is-De Akdeniz bölgesinden, Ça-II-Ye, As-So, Sa-Ld, To-Ça ve At-Yç Karadeniz Bölgesinden, Ça-El ve Si-Kz İç Anadolu bölgesinden, Ks-Sr ve Ar-Çb populasyonu ise Doğu Anadolu bölgesinden belirlenmiştir (Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13, Çizelge 3.1). Avrupa'dan kaydedilen Erlangen02 (Almanya) sesi ise karşılaştırma ve ilişkilendirme amacıyla *C. mollis mollis* türünü temsilen analizlere dahil edildi. Bu populasyonlara ait erkek bireylerden kaydedilen 408 sestten 236 çağrı sesine ait zamansal ses karakteri ölçüldü (Çizelge 3.5). Populasyonlardan ölçülen ses karakterlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler uygulayarak çizelgeler hazırlandı. Buna ek olarak populasyonlar arası varyasyonu görmek amacıyla tek eksenli grafikler hazırlandı. Son olarak hem populasyon içi hem de populasyonlar arası varyasyonu ve akrabalık ilişkisini görmek amacıyla ayırma analizi uygulandı.

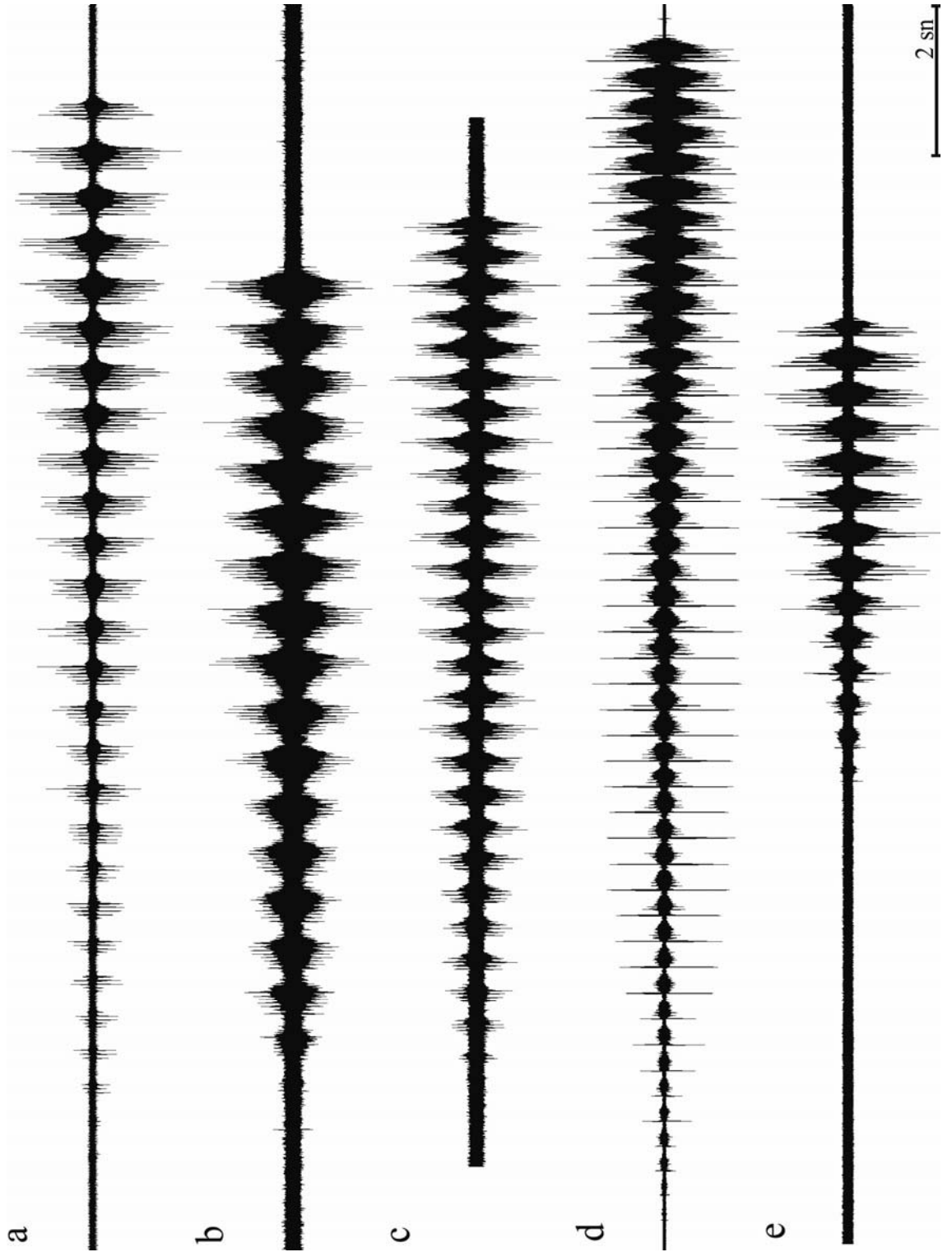
C. mollis alt grubunun sahip olduğu ses örüntüsü, *C. biguttulus* grubunun diğer iki alt grubundan kolaylıkla ayırabilen kompleks bir tekrarlı birim periyodu (TBP) yapısına



Şekil 3.11. *C.mollis* alt-grubu sesi üreten a) *C.mollis* (Erlangen02), b) Is-Da, c) Is-De, d) Af-Çt ve e) Af-Şu populasyonları



Şekil 3.12. *C.mollis* alt-grubu sesi üreten a) Ça-El, b) At-Yç, c) Ar-Çb, d) Kr-Sr ve e) İz-Bo populasyonları



Şekil 3.13. *C.mollis* alt-grubu sesi üreten a) Ça-II-Ye, b) As-So, c) Sa-Ld, d) To-Ça ve e) Si-Kz populasyonları

Çizelge 3.5. *C. mollis* alt-grubu erkek bireylerinden elde edilen çağrı sesi karakterlerinin tanımlayıcı istatistikleri

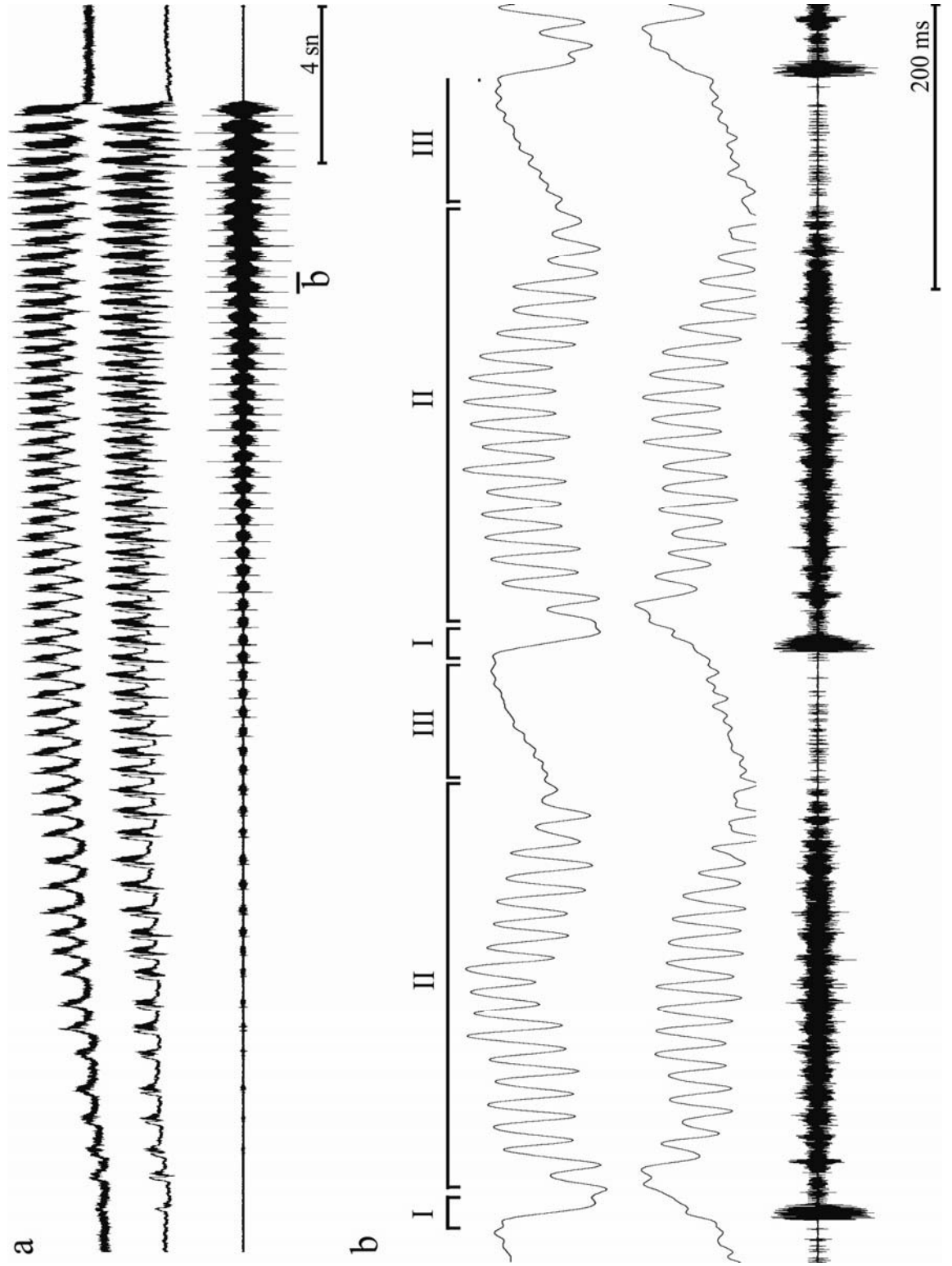
Taxon (Lokalite)	Karakterler			
		Kelime Süresi (s)	TBP süresi (ms)	TBP sayısı
<i>C. mollis</i> (Erlangen02)	aralık o ± ss/N	9.00 – 37.60 22.02 ± 7.8/18	242 – 586 398 ± 40/18	41 – 89 66.95 ± 12.95/18
Ça-Il-Ye	aralık o ± ss/N	2.20 – 25.30 12.54 ± 5.9/41	215 – 1238 554 ± 126/41	4 – 40 22.34 ± 9.86/41
As-So	aralık o ± ss/N	8.40 – 20 12.57 ± 5.14/4	383 – 835 609 ± 121/4	18 – 27 20.5 ± 4.35/4
Sa-Ld	aralık o ± ss/N	7.20 – 26.9 13.25 ± 9.31/4	298 – 530 418 ± 41/4	18 – 59 30.75 ± 19.25/4
To-Ça	aralık o ± ss/N	10.9 – 36.70 24.91 ± 6.75/39	260 – 618 377 ± 47/39	25 – 104 66.05 ± 22.75/39
Si-Kz	aralık o ± ss/N	3.8 – 7.9 6.12 ± 0.95/14	54 – 1560 545 ± 268/14	4 – 13 10.36 ± 3.0/14
Is-Da	aralık o ± ss/N	10.3 – 25.7 17.6 ± 4.9/16	339 – 507 434.6 ± 43.5/16	24 – 72 40.5 ± 14.2/16
Is-De	aralık o ± ss/N	11.2 – 24.4 18.1 ± 4.4/8	421 – 455 441.7 ± 12.1/8	26 – 52 36 ± 8.9/8
Af-Çt	aralık o ± ss/N	5.4 – 11.4 7.5 ± 3.4/7	335 – 439 376.9 ± 24.7/7	12 – 32 20 ± 10.6/7
Af-Şu	aralık o ± ss/N	5.3 – 9.9 7.6 ± 3.2/6	335 – 440 388 ± 44/6	16 – 23 19.5 ± 4.9/6
Ça-El	aralık o ± ss/N	3.6 – 18.3 10.9 ± 4.9/28	409 – 457 433 ± 33.8/8	8 – 42 25 ± 9.8/8
Ks-Sr	aralık o ± ss/N	13.8 – 43.2 20.8 ± 7.6/15	401 – 491 446 ± 22.8/15	31 – 105 45.6 ± 18.3/15
Ar-Çb	aralık o ± ss/N	15.9 – 26.4 20.9 ± 5.3/7	386 – 403 392 ± 9.6/7	39 – 64 52 ± 12.5/7
At-Yç	aralık o ± ss/N	18.7 – 21.7 20.2 ± 2.2/5	412 – 432 426 ± 7.4/5	46 – 53 49.5 ± 4.9/5
İz-Bo	aralık o ± ss/N	6 – 20.7 15.2 ± 4.2/24	436 – 535 492 ± 33.2/24	10 – 36 27.3 ± 7.1/24

aralık – minimum ve maksimum değerler; o - ortalama; ss – standart sapma; N – analiz edilen ses kayıt sayısı

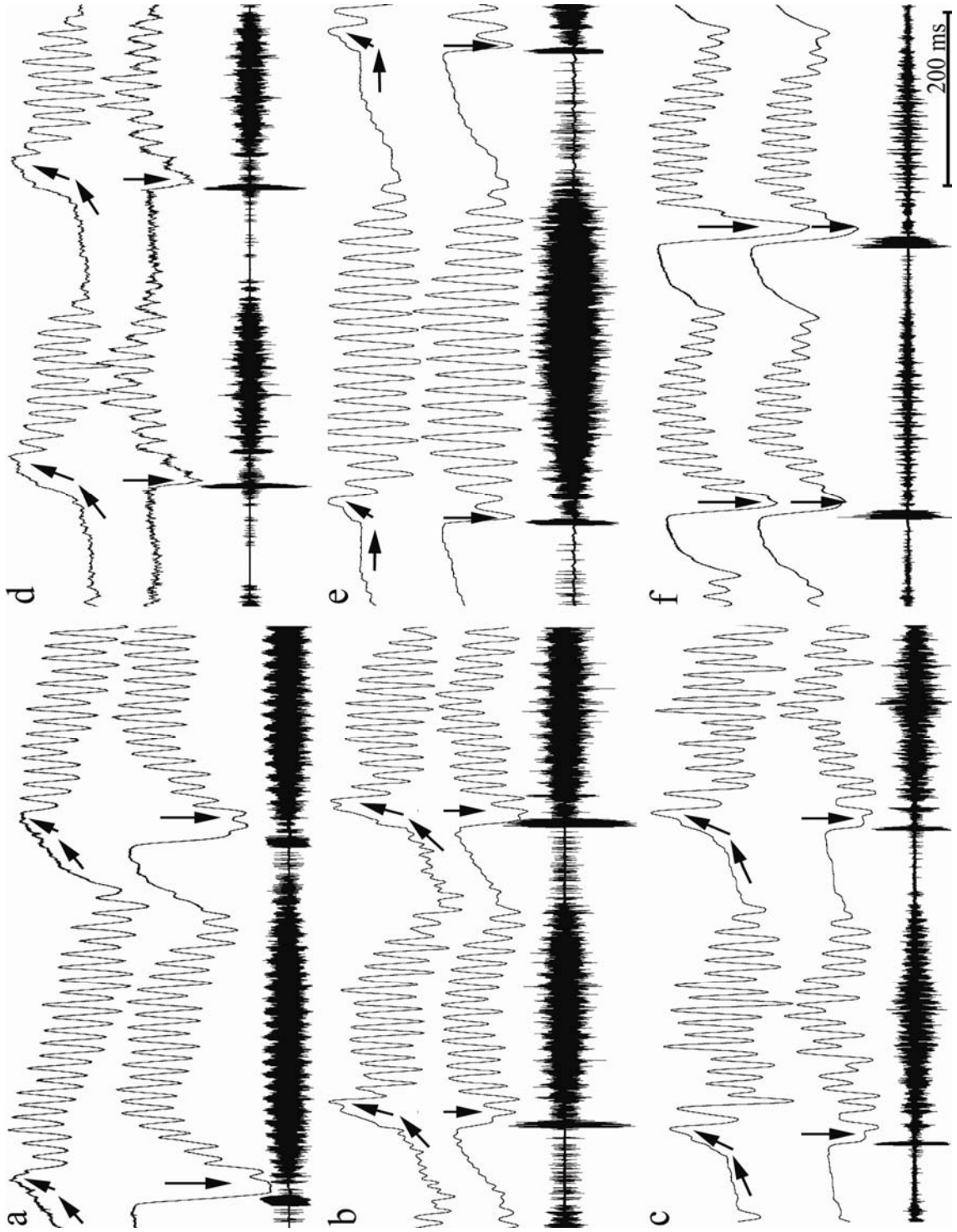
sahiptir. Bu kompleks TBP yapısı birbirinden tamamen farklı üç kısmın bileşenden meydana gelmektedir ve TBP'lerin şiddeti cümlelerin başlangıcından bitişine doğru artarak devam etmekte ve son kısımda maksimuma ulaşmaktadır. Tekrar eden temel ses birimi olan bu

periyot bir tik ile başlamaktadır. Bu element bir cümledeki özellikle ilk 1/5'lik kısmın bitiminden sonra tüm kelimelerde net bir şekilde gözlenmektedir. Bu yapı sadece ayaklardan birisinin sert bir şekilde aşağı indirilmesi ile oluşturulmaktadır (ayak hareketi I; Şekil 3.14a,b). Başlangıç tikini oluşturan ayak aşağı doğru hareket ederken diğer ayak, Avrupa'dan kaydedilen Erlangen02, ile Anadolu'dan kaydedilen Is-Da, Is-De, Af-Çt, Af-Şu, Ça-El, Ks-Sr ve Ar-Çb populasyonlarında, tersi yönde kısa bir hareket oluşturmakta ve sonra her iki arka ayak eş zamanlı olarak hareket etmektedir (Şekil 3.15a-d). İz-Bo populasyonunda başlangıç tikini oluşturan ayak, aşağı yönde hareket ederken, ikinci ayak diğer populasyonlara göre daha uzun süre yukarıda sabit kalmakta ve ardından diğerleriyle eş zamanlı olarak hareket etmektedir (Şekil 3.15e). Bu özelliğin diğer bir varyasyonu da At-Yç'den toplanan populasyonda ikinci ayağın, başlangıç tikini oluşturan ayak ile aynı yönde hareket ettiği durumdur (Şekil 3.15f). Ayrıca Ça-Il-Ye, As-So, Sa-Ld, To-Ça ve Si-Kz populasyonlarında ise aynı bireyin bazı seslerinde başlangıç tiki kuvvetli oluşturulurken (Şekil 3.15a,c), diğer seslerinde neredeyse tamamen körelmiştir (Şekil 3.15b,d).

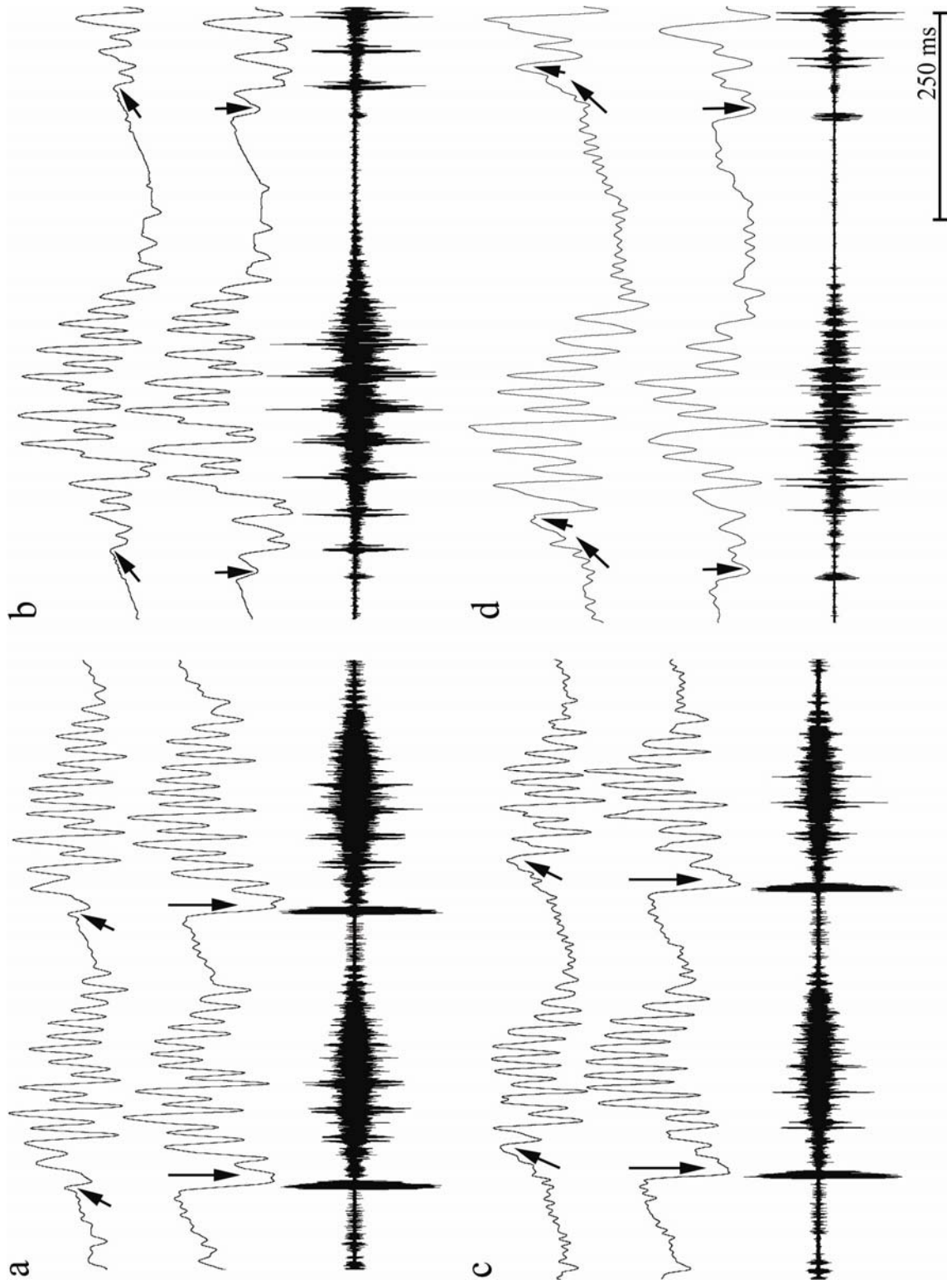
TBP'nin oscilografik görüntüsündeki ikinci bileşeni sesli parça olarak adlandırılmıştır. Bu parça II numaralı ayak hareketleri ile oluşturulmakta ve çok sayıda ses elementi içermektedir (Şekil 3.14b). Bu yüksek şiddetteki ses, her iki ayağın eş zamanlı ve tekrarlı yukarı ve aşağı hareketleri ile gerçekleşmektedir. Sesli parçayı oluşturan ayak hareketleri cümlede başlangıcında daha az sayıda oluşturulurken (9-13) (Şekil 3.17b) TBP'lerin yoğunluğunun arttığı kısımlardan itibaren daha fazla sayıya ulaşmaktadır (16-26) (Şekil 3.17c). Alt grup içerisinde yer alan Ça-Il-Ye, As-So, Sa-Ld, To-Ça ve Si-Kz populasyonlarında, TBP'nin oscilografik görüntüsündeki sesli parçayı oluşturan ayak hareketi olan II nolu yapısal birimler, diğer tüm populasyonlara oranla çok daha yüksek varyasyona sahiptir (Şekil 3.16). Diğer populasyonlarda, II'yi oluşturan ayak hareketleri normal iniş ve çıkışların tekrarından oluşurken bu beş populasyonda iniş ve çıkışlarda bazı basamakların varlığı belirlenmiştir (Şekil 3.16). Bu basamaklı iniş çıkışların her biri yüksek şiddetli ikili hece ortaya çıkarmaktadır (Şekil 3.16).



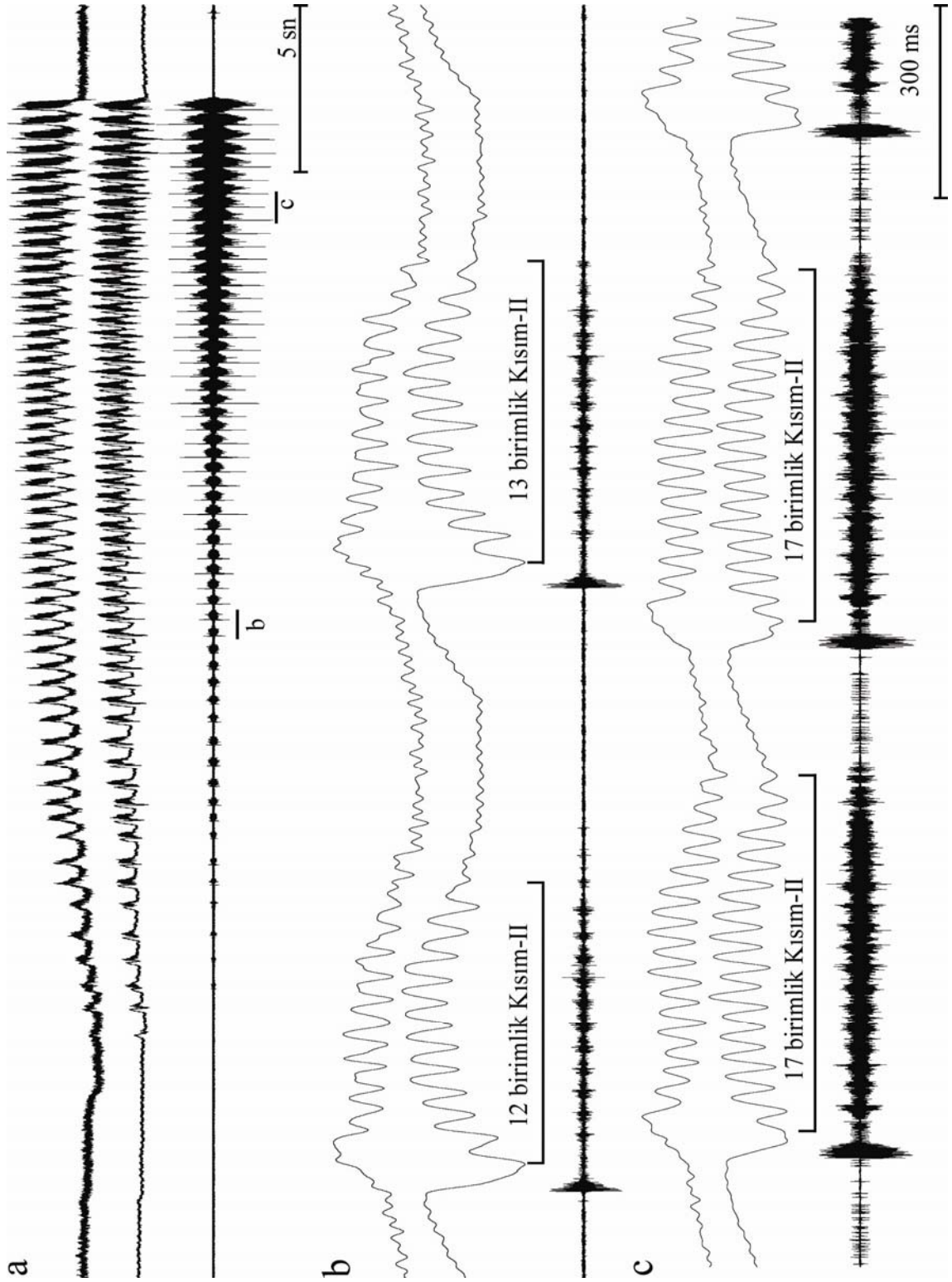
Şekil 3.14. *C.mollis* alt-grubuna ait ses tipinin kısımlarının ayak hareketli sesi ile detaylı gösterimi



Şekil 3.15. *C.mollis* alt-grubunda tekrarlı elementin kısım-1 parçasının a) *C.mollis* (Erlangen02), b) Is-Da, c) Af-Çt, d) Ça-El, e) İz-Bo ve f) At-Yç populasyonlarında gösterimi



Şekil 3.16. *C.mollis* alt-grubunda tekrarlı elementin kısım-1 parçasının a,b) Ilgaz ve c,d) Tokat populasyonlarında gösterimi



Şekil 3.17. *C.mollis* alt-grubunda tekrarlı elementin kısım-2 parçasının cümlelerin ilk ve orta kısımlarında sahip olduğu ayağın iniş-çıkış sayısının gösterimi

Kelimenin son oscilografik birimi olan sessiz parça çok düşük seviyede ses içermektedir ve III olarak adlandırılan ayak hareketi tarafından oluşturulmaktadır. Bu bölüm, sesli parçanın sonundan başlangıç tikinin oluşturuldu yere kadar olan periyodu kapsar (Şekil 3.14b). Sesli parçayı oluşturan hareketi tamamlayan ayaklar, bir sonraki başlangıç tikini oluşturmak için yukarı kaldırılmaktadır. Ayakların başlangıç pozisyonuna getirildiği bu kısımda sesin çok düşük seviyede kalmasının sebebi ayaktaki ses dişlerinin kanada çok az değerek yukarı kaldırılmasından kaynaklanmaktadır.

Kaydedilen seslerin detaylı incelenmesi sonucu, 14 farklı Anadolu populasyonunun benzer ses tipi özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Çağrı sesi tek bir kelimededen oluşmakta ve 9.9–43.20 s sürmektedir (Şekil 3.18a). Bir kelimedede 23–105 temel yapı olan TBP yer almakta ve bunların her biri 216–570 ms sürmektedir (Şekil 3.18b, Şekil 3.18c). TBP bakımından Il-Ye, As-So ve Si-Kz en varyasyonel olan populasyonlardır. Geriye kalan populasyonlar içinde İz-Bo populasyonu hariç Sa-Ld, To-Ça, Is-Da, Is-De, Af-Çt, Af-Şu, Ça-El, Ks-Sr, Ar-Çb, At-Yç, Erlangen02 populasyonları sesin zamansal parametreleri bakımından birbirlerine çok yakın değerlere sahiptirler (Şekil 3.18b, Çizelge 3.5).

C. mollis alt grubu içerisinde değerlendirilen 14 Anadolu ve bir Avrupa populasyona ait ses karakterlerinin, istatistiksel açıdan anlamlı ve bağımsız gruplara işaret edip etmediği KAF analizi ile sınılandı. KAF analizi doğrudan orijinal verilere uygulandı. Çizelge 3.6.'de verilen korelasyon matrisinde görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmaması verilerimize uygulanan analizin doğru bir analiz olduğuna işaret etmektedir.

Ayırma skorları ve gruplar arasındaki ilişkiyi ölçen ve açıklanan toplam varyansı gösteren Çizelge 3.7.'deki kanonikal korelasyon sonucu, analizde sadece 3 fonksiyonun hesaplandığını ve bunlardan 1 ve 2 nolu fonksiyonun KAF analizinde kullanıldığını göstermektedir.

Bunlardan 1. fonksiyon tek başına bağımlı değişkenlerdeki varyansın ($0.827^2 = 0.684$) % 68'ini ve 2. fonksiyon ise ($0.555^2 = 0.308$) yaklaşık % 31'ini açıklayabildiği görülmektedir. KAF analizi için kullanılan ilk 2 fonksiyonun öz değer istatistiği incelendiğinde 1. fonksiyonun (2.169) tek başına bağımlı değişkendeki varyansın büyük bir kısmını açıklaya bildiği görülmektedir. Ayrıca her bir ayırma fonksiyonu için öz değer istatistiğinin anlamlılığını test eden Wilks' Lambda değerleri, analizde kullanılan tüm fonksiyonlar için testin anlamlı olduğu görülmektedir.

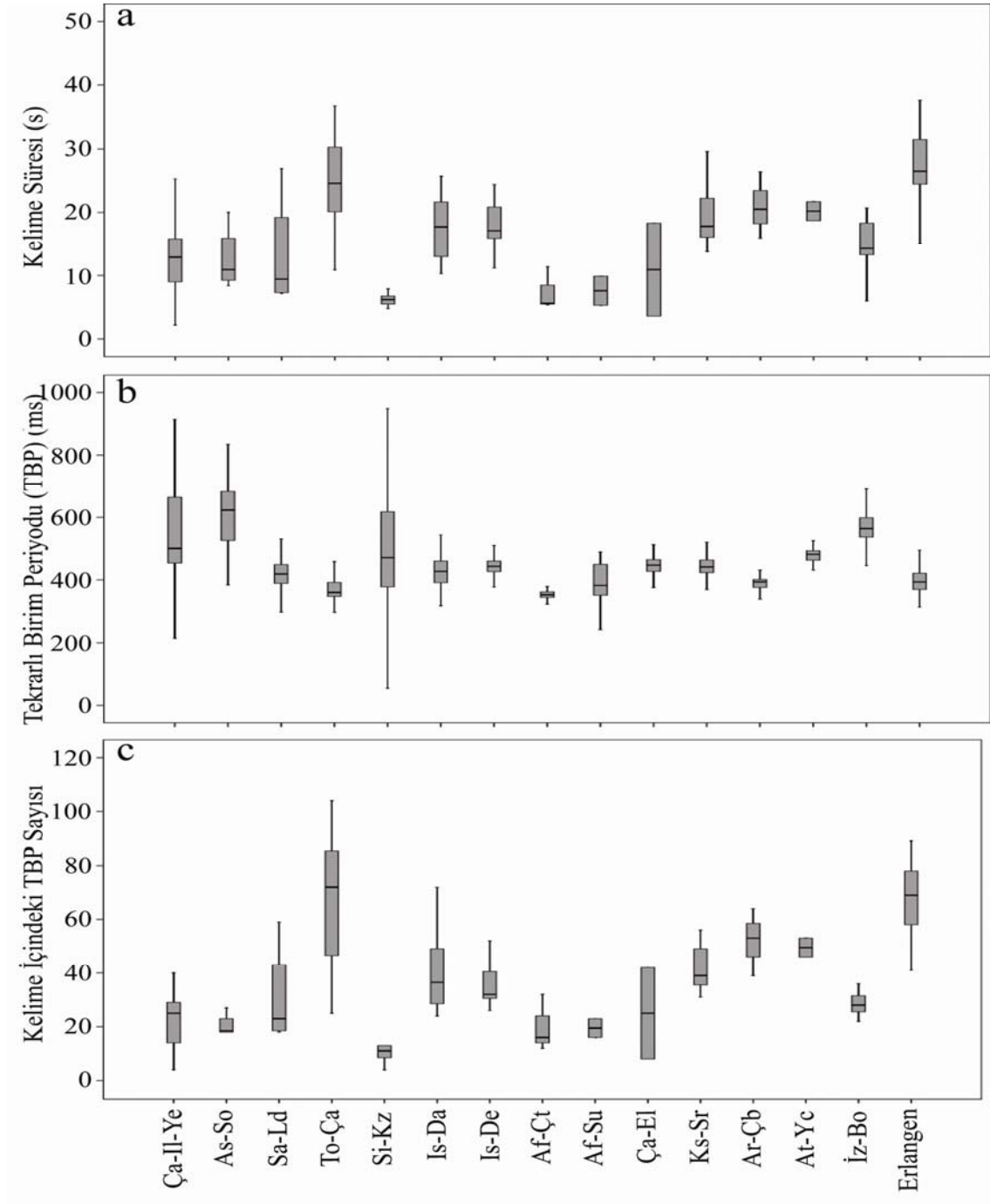
Çizelge 3.6. *C. mollis* alt grubu populasyonları seslerine ait değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi.

Korelasyon	Cümle Süresi	Kelime Süresi	Cümledeki Kelime Sayısı
Cümle Süresi	1.000	.076	.608
Kelime Süresi	.076	1.000	-.220
Cümledeki Kelime Sayısı	.608	-.220	1.000

Çizelge 3.7. *C. mollis* alt grubu populasyonları seslerine ait veriler kullanılarak oluşturulan Eigenvalue, Wilks' Lambda değerlerini ve KDF analizinde kullanılan 3 fonksiyona ait analiz sonuçları

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kaonikl Korelasyonu
1	2.169	76.1	76.1	.827
2	.444	15.6	91.7	.555
3	.236	8.3	100.0	.437
Test Fonksiyonları	Wilks' Lambda	X²	sd	Sig
1'den 2'ye	.177	292.865	42	.000
2'den 3'e	.560	97.943	26	.000
3	.809	35.841	12	.000

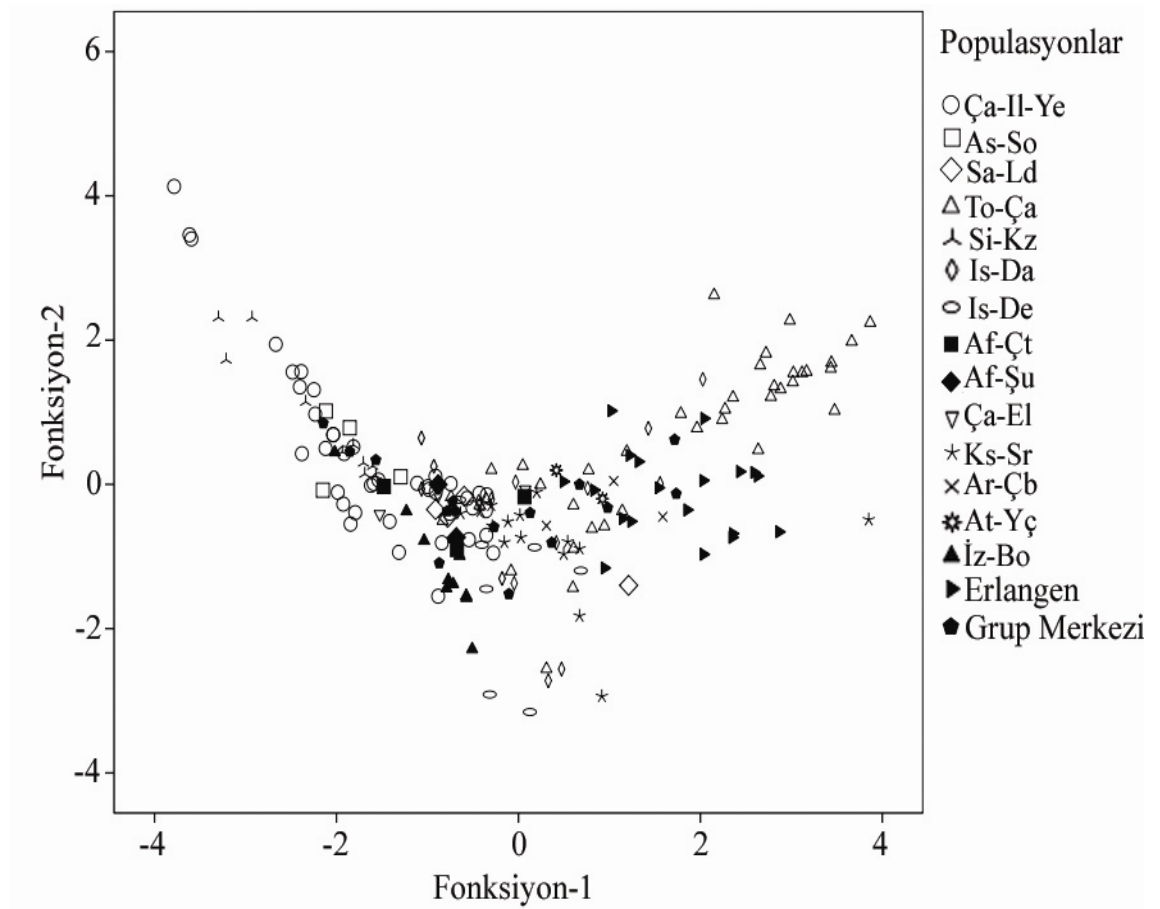
KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 44.7'sini doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir.



Şekil 3.18. *C. mollis* alt-grubuna ait 15 popülasyonun 3 ses karakteri bakımından karşılaştırılması

Populasyonlar içerisinde kendi içlerinde % 50 ve daha yüksek oranda gruplanabilenler sırasıyla; Ça-II-Ye % 78, To-Ça % 66.7 ve İz-Bo % 54.5 populasyonları oldukları görülmektedir. Diğer populasyonlar ise bu yüzdenin altında bir sayıda kendi içlerinde gruplanmışlardır.

Şekil 3.19’da KAF analizinin Fonksiyon-1 ve Fonksiyon-2’ye göre populasyonları gruplandırması görülmektedir. Her iki fonksiyona göre de herhangi bir populasyon belirli olarak diğerlerinden ayrılmamıştır. Ancak Fonksiyon-1 bakımından tüm populasyonların bir baştan diğerine bir hat oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 3.19. *C.mollis* alt-grubu sesini üreten populasyonlara ait 3 ses verisinin KAF analizi sonucu

C. mollis alt grubu altında kaydedilen sesler hem oscilografik yapısı hem de ayak hareketleri bakımından, grafiksel ve istatistiksel açıdan değerlendirildi. Bu incelemeler 2 farklı ses tipine işaret etmektedir. Anadolu'dan İz-Bo, Af-Çt, Af-Şu, Is-Da, Is-De, Ça-El, Ks-Sr, Ar-Çb ve At-Yç populasyonları ile Avrupa'dan Erlangen02 populasyonu *C. mollis* türünün ses özelliklerini göstermektedirler. Ancak Ça-Il-Ye, As-So, Sa-Ld, To-Ça ve Si-Kz populasyonlarına ait sesler yukarıda değindiğimiz özellikleri bakımından alt grup içerisinde bilinen bir taksonu işaret etmemektedir.

3.1.3. *C. biguttulus* alt grubu

Çalışmamız kapsamında Anadolu'dan *C. biguttulus* alt grubu ses özellikleri gösteren 3 populasyon belirlendi. Bunlardan Bo-Ab, Kb-Yn ve Ça-Il-TRT populasyonları Karadeniz bölgesinde yer almaktadır (Çizelge 3.1). Bu üç populusyona ek olarak Avrupa'dan kaydedilen Erlangen03 (Almanya) (*C. biguttulus biguttulus*) ve Blagoevgrad (Bulgaristan) (*C. biguttulus euhedicki*) ise genel karşılaştırma ve ilişkilendirme amacıyla analizlere dahil edildi. Bu populasyonlara ait erkek bireylerden kaydedilen 149 sestem 109 çağrı sesine ait ilgili ses karakterleri ölçüldü (Çizelge 3.8). Bu ölçülen ses karakterleri diğer iki alt grupta olduğu gibi, kaydedilen populasyonlar arasındaki ilişkiyi ve varyasyon limitlerini saptamak amacıyla istatistiksel analizlerle (Tanımlayıcı istatistikler, Ayırma Analizi) ve diğer görsel tek boyutlu gösterimlerle değerlendirildi.

Değerlendirmesi olası olan 109 sesin detaylı incelenmesi sonucu, kaydı yapılan 5 populasyonun ses örüntüsü bakımından değerlendirildiğinde, Erlangen03 ile Bo-Ab, Kb-Yn ve Blagoevgrad'dan kaydedilen populasyonlar birbirlerine daha benzer gözükmeaktedirler (Şekil 3.20). Alt grubun genel ses yapısı tipik bir kelime ile başlamakta ve bu başlangıç kelimesi tüm populasyonlarca paylaşılmaktadır. Populasyonlar arası farklılıklar ilk kelimedem sonra ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.21a,c). Çalışılan 5 populasyon içerisinde Erlangen03 populasyonunun birinci kelimesini benzer TBP'larından oluşan bir ya da birkaç kelime izlemektedir. Her ne kadar Bo-Ab, Kb-Yn ve Blagoevgrad'dan kaydedilen populasyonlarda da birinci kelimeyi genellikle iki tane kelime izlese de, de bu son iki

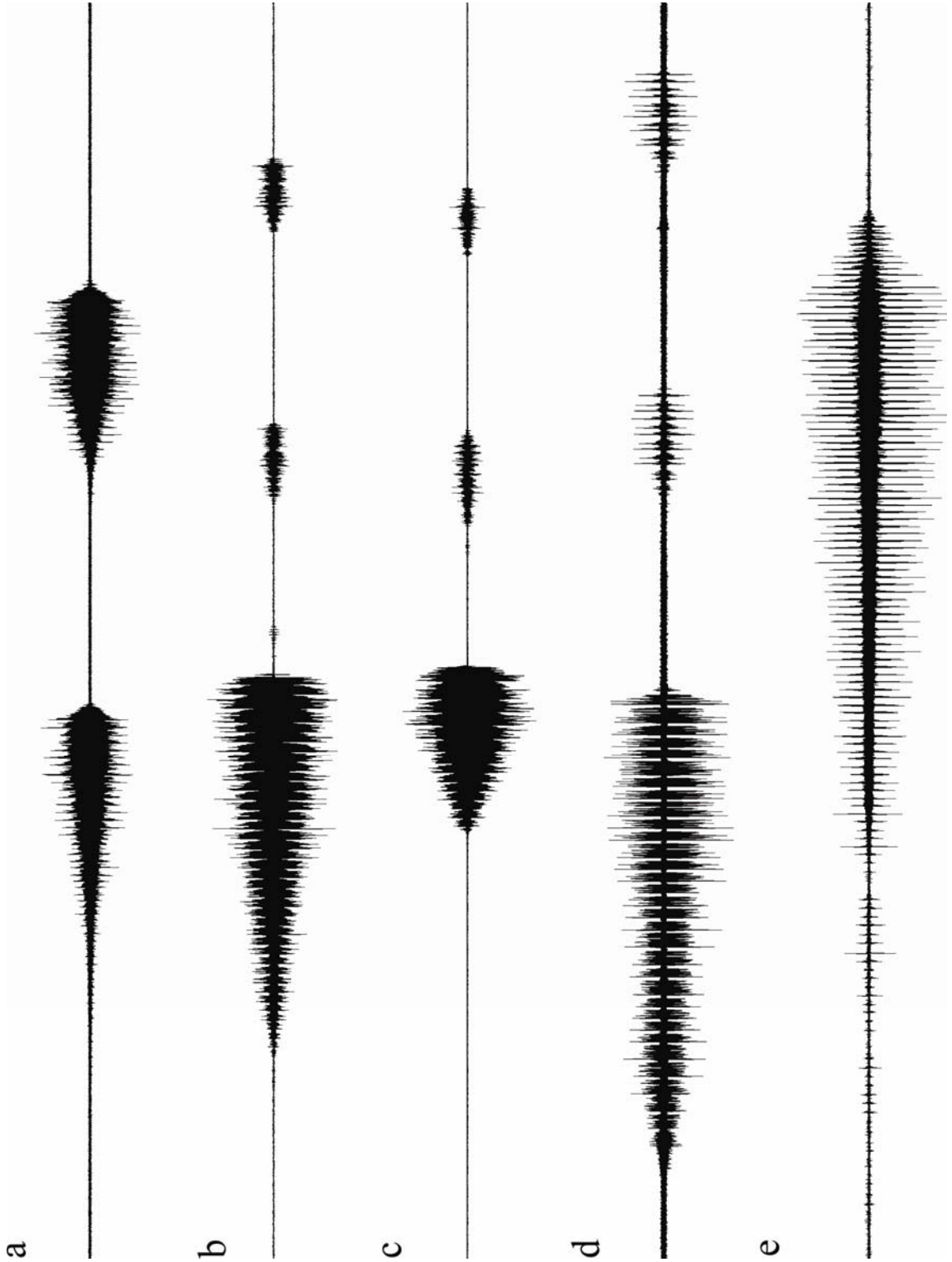
kelimenin TBP yapısı düzensiz birimlerden oluşmaktadır ve birinci kelimeye benzememektedir. (Şekil 21b,d). Diğer taraftan Ça-II-TRT’den kaydedilen populasyonda ise birinci kelime bulunmakta ancak herhangi bir ikinci kelime bulunmamaktadır. Ancak birinci kelime yapısı oscilografik özellikleri bakımından diğer populasyonlar ile paylaştığı özellikler mevcuttur.

Çizelge 3.8. *C. biguttulus* alt-grubu erkek bireylerinden elde edilen çağrı sesi karakterlerinin tanımlayıcı istatistikleri

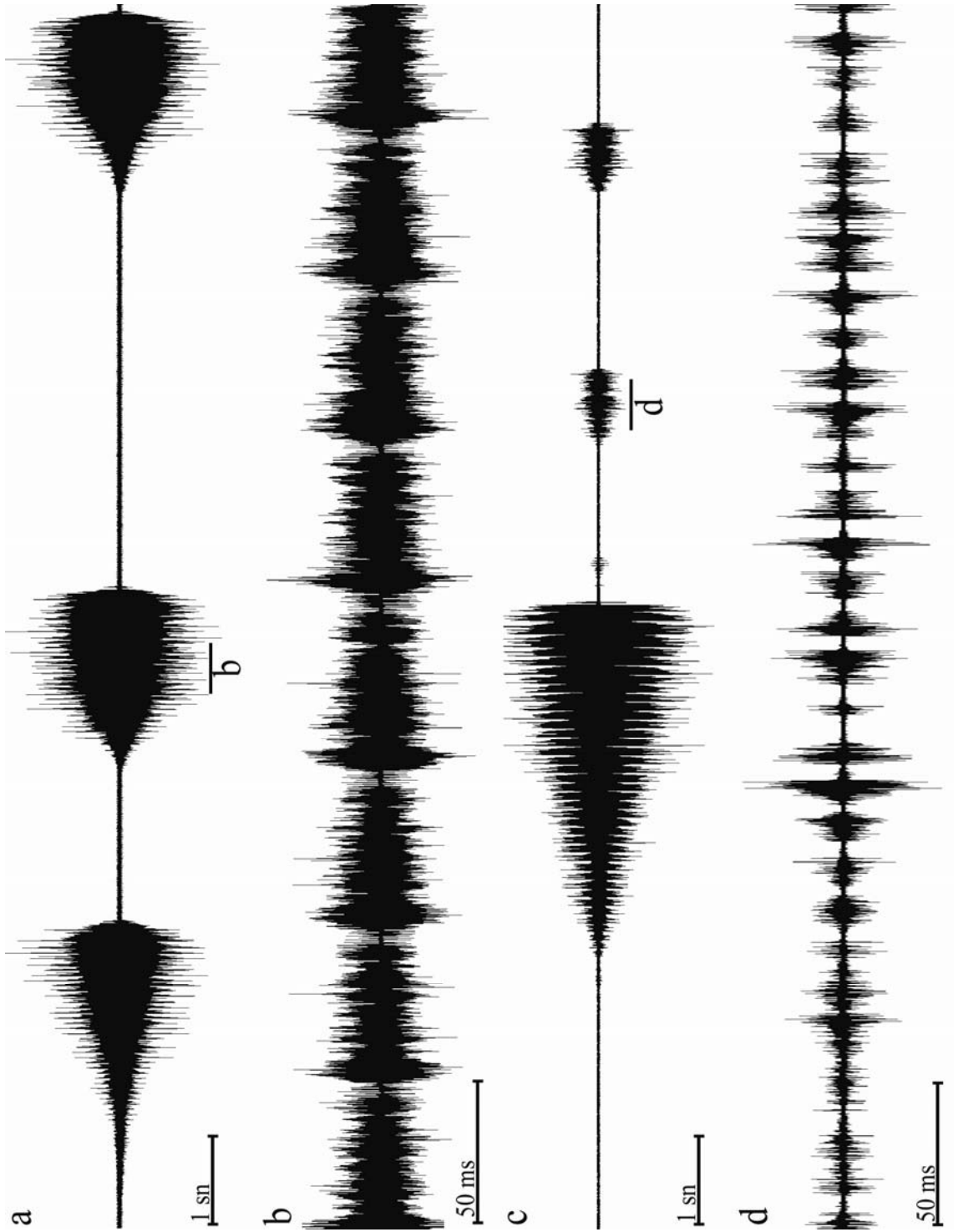
Taxon (Lokalite)	Karakterler					
		İlk Kelime Süresi(s)	İlk Kelime TBP süresi (ms)	İlk Kelime TBP Sayısı	İkinci Kelime Süresi (s)	Üçüncü Kelime Süresi (s)
<i>C. b. biguttulus</i> (Erlangen03)	aralık o ± ss N	3.2 – 7.9 5.6 ± 1.4 21	125.8 – 148 137.3 ± 6.7 21	24 – 56 38.5 ± 10.8 21	1.35 – 2.69 2.14 ± 0.34 21	1.24 – 1.49 1.39 ± 0.14 21
<i>C. b. euhedice</i> (Blagoevgrad)	aralık o ± ss N	2.5 – 5.2 3.5 ± 0.8 15	57 – 88 64.9 ± 8.3 15	40 – 72 52.3 ± 9.7 15	1.15 – 1.41 1.31 ± 0.14 15	1.11 – 1.89 1.34 ± 0.21 15
Bo-Ab	aralık o ± ss N	0.99 – 3.9 2.94 ± 0.6 25	85.4 – 110 100 ± 7.3 25	11 – 38 27.6 ± 5.5 25	1.42 – 1.69 1.56 ± 0.08 25	1.13 – 1.66 1.35 ± 0.16 25
Kr-Yn	aralık o ± ss N	1.09 – 3.9 2.9 ± 0.8 14	90.1 – 110.3 95.9 ± 7.3 14	11 – 39 27.5 ± 7.5 14	1.39 – 1.74 1.59 ± 0.06 14	1.04 – 1.63 1.28 ± 0.21 14
Ça-II-TRT	aralık o ± ss N	6,3 – 12 8,3 ± 1,55 27	63,4 – 125,8 78,6 ± 10,34 27	64 – 127 89,4 ± 16,9 27	-----	-----

aralık – minimum ve maksimum değerler; o - ortalama; ss – standart sapma; N – analiz edilen ses kayıt sayısı

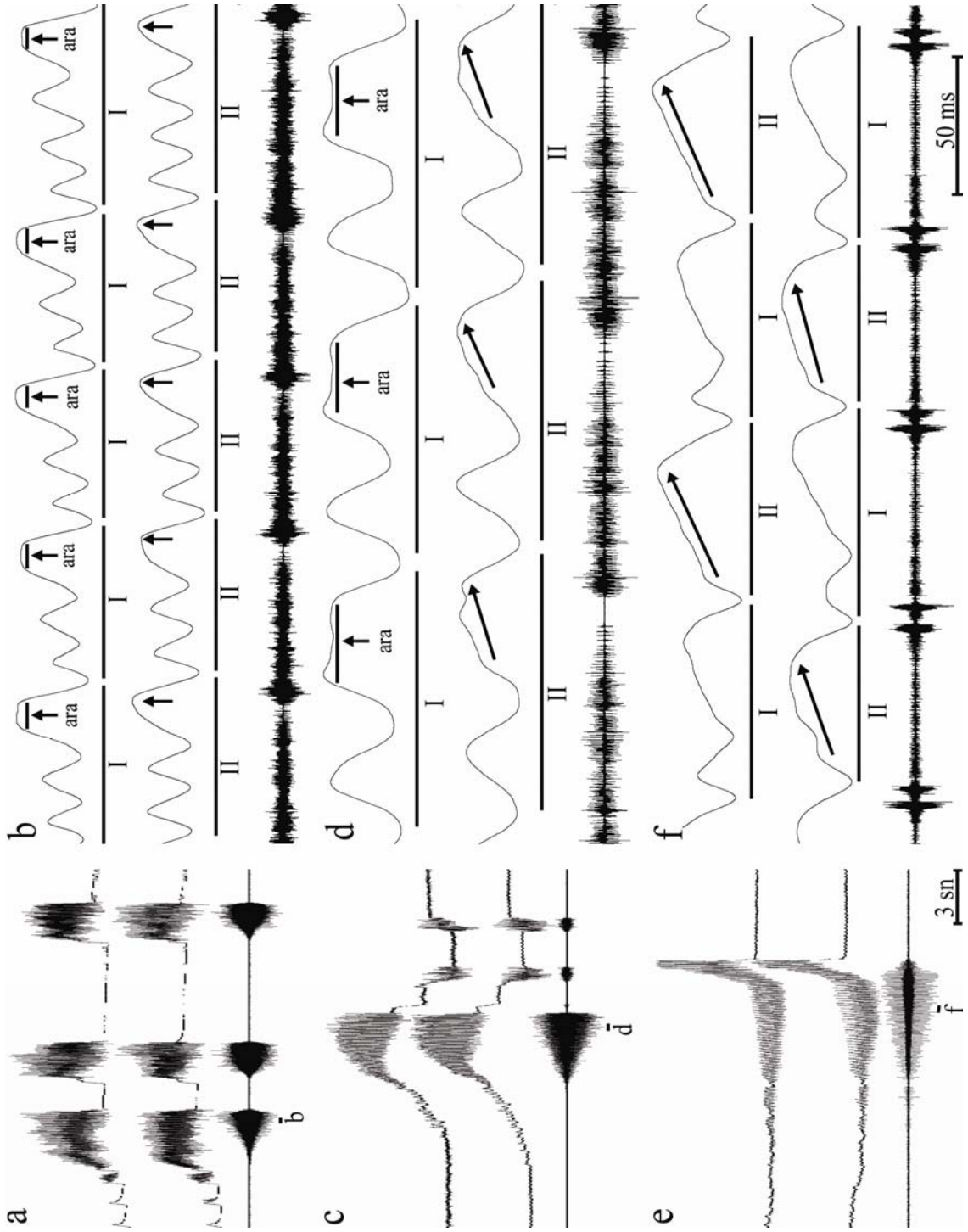
Alt grup içerisinde değerlendirilen tüm populasyonların sahip olduğu ilk kelime, özellikle ayak hareketi yapısı ve deseni ile farklı miktarlarda benzerlikler göstermektedir. kelime tüm populasyonlarda düşük şiddette başlar şiddeti artarak devam eder ve aniden biter. Kelime içerik olarak birbirine bezer TBP dediğimiz tekrarlı yapılardan oluşmaktadır. Fakat bu yapılar *C. brunneus* alt grubundaki gibi ayağın bir kez yukarı ve aşağı hareketinden oluşmadığı gibi, *C. mollis* alt grubundaki gibi yapısal olarak farklı üç parçadan da oluşmamaktadır. Erlangen03 populasyonunda oluşturulan temel tekrar eden birim periyodu çoğunlukla 2 tane düşük şiddette ayak hareketini içeren I ve bir tane daha yüksek şiddette ayak hareketini içeren II olmak üzere iki ana yapıdan oluşur (Şekil 3.22a,b). Ancak ayaklar II’yi oluştururken farklılıklar göstermektedir. Bu fark, ayaklardan birinin tekrarlı birim periyodu biterken yukarı son çıkışında ara “pause” denilen ses



Şekil 3.20. *C.biguttulus* alt-grubu sesi üreten a) *C. b. biguttulus* (Erlangen03), b) Bo-Ab, c) Kr-Yn, d) *C. b. euhediceki* (Blagoevgrad) ve e) Ça-II-TRT populasyonları



Şekil 3.21. *C.biguttulus* alt-grubu genel ses yapısında ikinci kelimenin a,b) *C. b. biguttulus* (Erlangen03) ve c,d) *C. b. euhediceki* (Blagoevgrad) populasyonlarında detaylı gösterimi

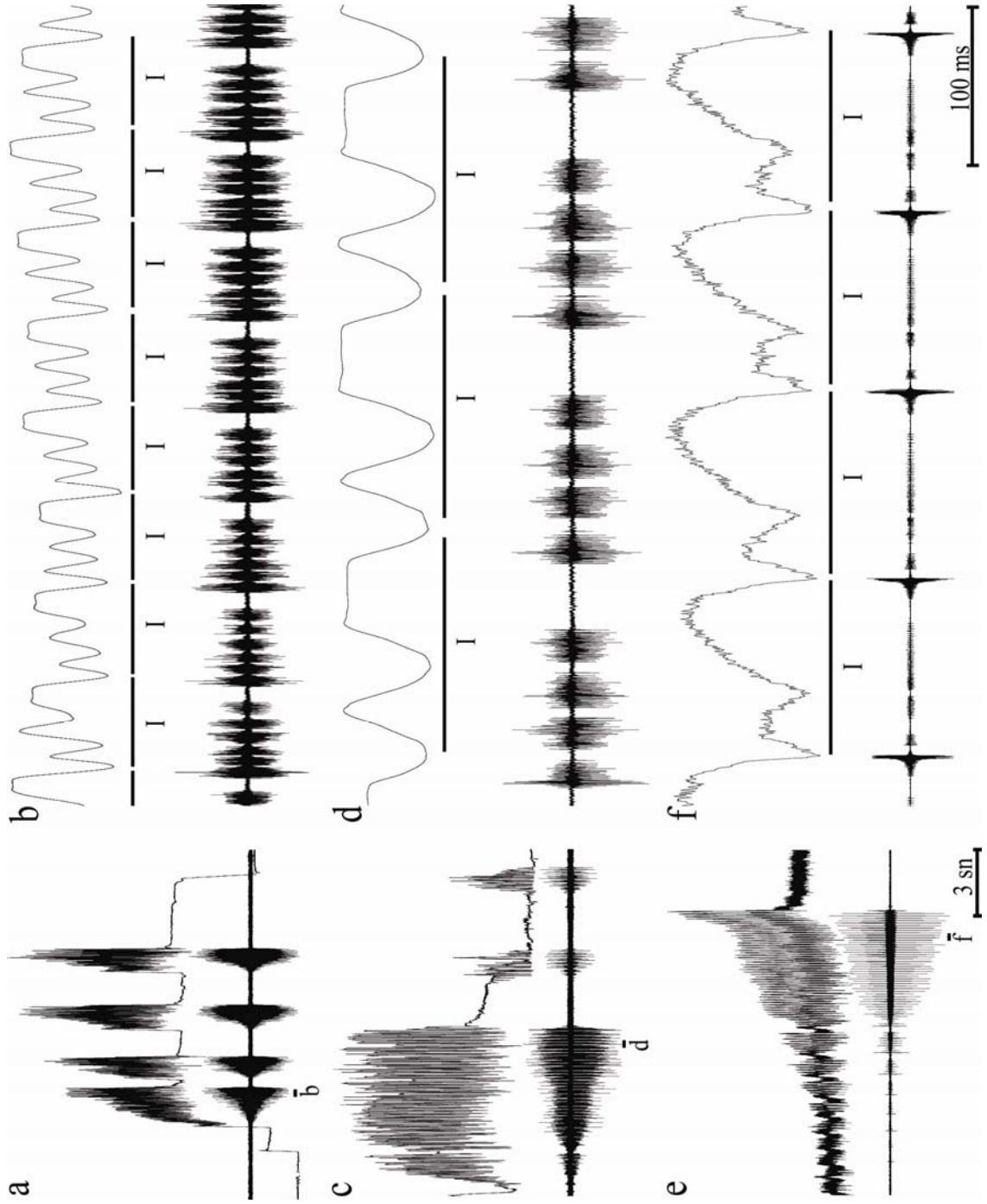


Şekil 3.22. *C. biguttulus* alt-grubunda belirlenen 3 genel ses yapısına ait içeriklerin a,b) *C. b. biguttulus* (Erlangen03) ve c,d) *C. b. euhediceki* (Blagoevgrad) e,f) Ça-II-TRT populasyonlarında detaylı gösterimi

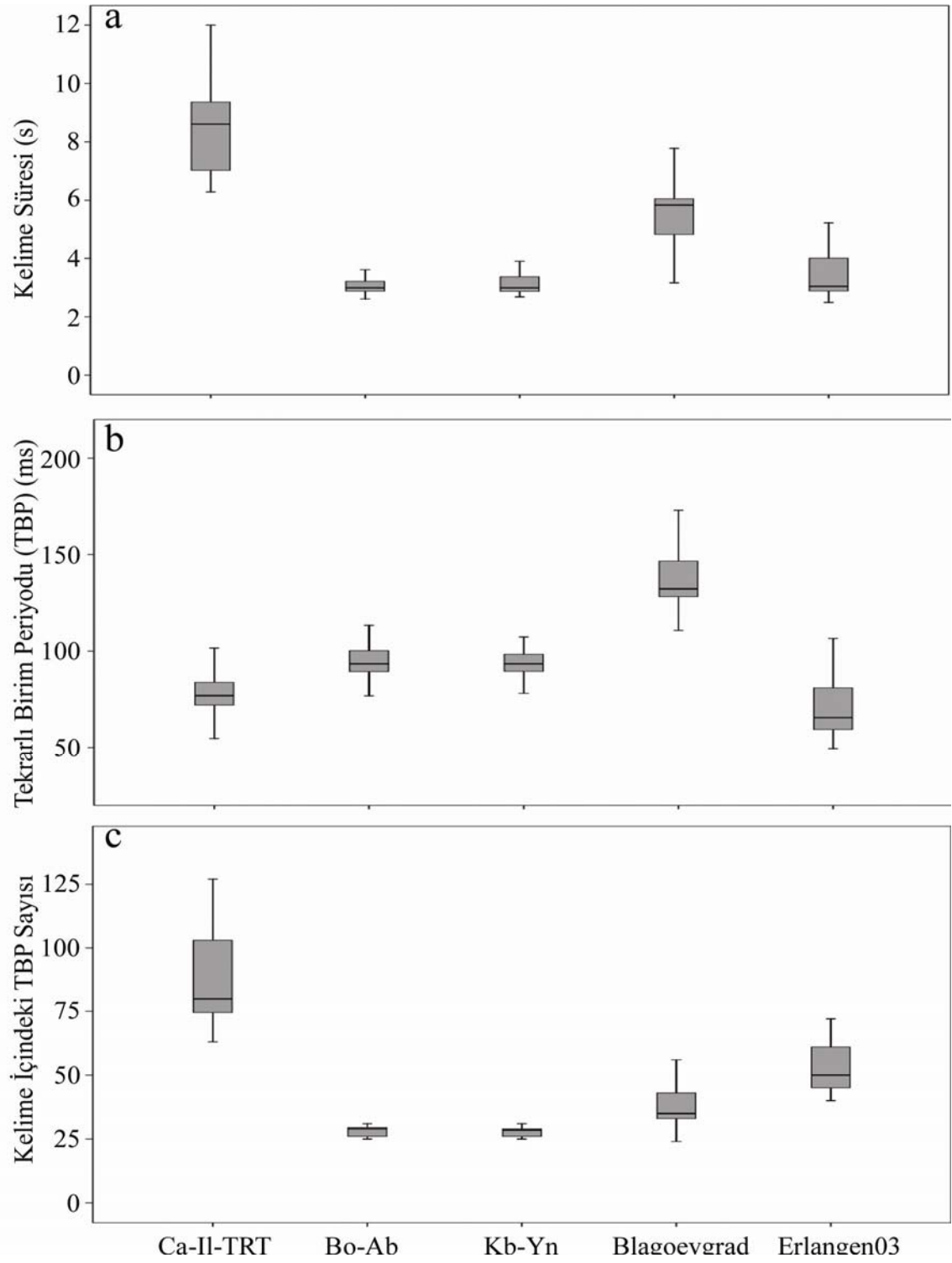
oluşturmadan beklediği tepe noktasını içermektedir (Şekil 3.22b). Ancak diğer ayak herhangi bir bekleme yapmadan hareketine devam eder (Şekil 3.22b). Her iki ayağın farklı desenleri oluşturması cümlelerin başından sonuna kadar aynı şekilde devam eder. Bo-Ab, Kb-Yn ve Blagoevgrad populasyonunda da benzer durum görülmekle birlikte I ayak hareketinin sahip olduğu iki orta şiddetteki iniş ve çıkış bu populasyonlarda çoğunlukla bir birim haline indirgenmiştir (Şekil 3.22c,d). Ayak hareketi desenin iki farklı birimden oluşması ve kelime içerisinde bunlardan her birini birer ayağın baştan sona yapması Erlangen03, Bo-Ab, Kb-Yn ve Blagoevgrad populasyonlarının ortak noktasıdır. Ancak, Ça-II-TRT populasyonu her ne kadar diğer populasyonlar gibi iki farklı ayak hareketine sahip olsa da daha karmaşık bir sıralamaya sahip olduğu görülmektedir. Ça-II-TRT populasyonunda TBP'nin oluşumunda ayaklardan birisi yapı I'yi oluştururken diğeri yapı II'yi oluşturmaktadır aynen diğer populasyonlarda olduğu gibi (Şekil 3.22e,f). Ancak bir sonraki TBP'nin oluşturulması sırasında ayakların oluşturdıkları ayak hareketi deseni değişmektedir (Şekil 3.22d). Bu durum cümlelerin başından sonuna kadar ayaklar arasında sıralı bir şekilde devam etmektedir.

C. biguttulus alt grubunun ayak hareketleri bakımından diğer bir ortak noktası ise tek ayaklı örneklerden kaydedilen ayak hareketi örüntüleridir. Tek ayaklı örneklerden yapılan ayak hareketi kaydının ve ses yapısının oscilografik görüntüsü analiz edildiğinde, örneklerin TBP'nin oluşumunu sağlayan yapı I ve II'den sadece yapı I'yi oluşturulduğu görülmüştür (Şekil 3.23). Bu durumu yani sadece yapı-I'yi oluşturmayı hem tek sağ ayaklı bireylerin hem de tek sol ayaklı bireylerin gerçekleştirdiği belirlenmiştir.

Anadolu'dan kayıt edilen 3 populasyon ile Avrupa'dan kaydedilen 2 populasyonun oscilografik ses yapısına ilişkin değerleri kıyaslandığında çağrı sesi populasyonlara göre değişmekle birlikte, 1–4 arasında değişen cümle serilerinden oluşmaktadır. Bu cümlelerden ilki kaydedilen tüm populasyonlarda benzer özellik göstermektedir ve 0.9–12.00 s arasında değişen sürelerde sonlanmaktadır (Şekil 3.24a). Tekrar eden temel yapı olan kelimelerin 57.01–148.64 ms süreleri arasında değiştiği (Şekil 3.24b) ve cümle içerisinde 11–127



Şekil 3.23. *C. biguttulus* alt-grubunda belirlenen 3 genel ses yapısına ait içeriklerin tek ayaklı a,b) *C. b. biguttulus* (Erlangen03) ve c,d) *C. b. euhediceki* (Blagoevgrad) e,f) Ça-II-TRT populasyonlarında detaylı gösterimi



Şekil 3.24. *C.biguttulus* alt-grubuna ait 5 popülasyonun 3 ses karakteri bakımından karşılaştırılması

arasında değişen tekrarından oluştuğu saptanmıştır (şekil 3.24c). Her üç karakter bakımından populasyonlar arasında net bir ayırım gözlenmemiştir.

C. biguttulus alt grubu altında Anadolu'dan kaydedilen sesler hem oscilografik yapısı hem de ayak hareketleri bakımından, değerlendirildiğinde kolaylıkla 2 farklı ses tipine işaret etmektedir. Bu nedenle herhangi bir istatistik analiz uygulanmaya gerek görülmemiştir. Anadolu'dan Bo-Ab ve Kb-Yn populasyonları benzer ses tipine sahiptirler ve bu iki populasyona Avrupa'dan Blagoevgrad populasyonu da katılmaktadır. Bu üç populasyonun ses tipi özellikleri bakımından tipik *C. biguttulus euhedicekei* alttürünün se özelliklerini göstermektedir. Anadolu populasyonları içerisindeki ikinci ses tipi ise Ilgaz populasyona aittir ve *C. ilkazi* taksonuna aittir. Diğer taraftan Avrupa'dan kayıt edilen Erlangen03 populasyonu ise *C. biguttulus biguttulus* populasyonuna işaret etmektedir.

3.2. Morfolojik Veriler

Arazi çalışmaları neticesinde yeterli miktarda birey sayısı olan toplam 26 farklı Anadolu populasyonu morfoloji ile ilgili bölümde kullanıldı. Bunlardan İzmir-Nif dağı (İz-Nf), İzmir-Bozdağ (İz-Bo), Afyon-Çiğil tepe (Af-Çt) ve Afyon şuhut (Af-şu) Ege bölgesinden, Isparta-Davraz (Is-Da), Isparta-Dedegöl (Is-De), Antalya-Termessos (An-Te), Antalya-Akdağ (An-Ak) ve Adana-Hanyeri (Ad-Ha) Akdeniz bölgesinden, Niğde-Bolkar dağı (Ni-Bo), Kayseri-Erciyes (Ky-Er), Karaman-Fasikan (Kr-Fs), Konya-Taşkent (Ko-Tk), Sivas-Kösedaağ (Si-Ks) ve Çankırı-Eldivan (Ça-El), Çankırı-Ilgaz-Yenice (Ça-İl-Ye), Çankırı-Ilgaz-TRT istasyonu (Ça-İl-TRT), İç Anadolu bölgesinden, Gaziantep-Nizip (Ga-Nz) Güneydoğu Anadolu bölgesinden, Malatya-Yeşilyurt (Ma-Yy) ve Kars-Sarıkamış (Ks-Sr) Doğu Anadolu bölgesinden ve Bolu-Abant (Bo-Ab), Karabük-Yenice (Kb-Yn), Amasya-Suluova (As-So), Samsun-Ladik (Sa-Ld), Tokat-Çamlıbel (To-Ça) ve Artvin-Yalnızçam (At-Yç) Karadeniz bölgesinden örneklenen populasyonlardır. Ayrıca, yaygın türlerin (*C. biguttulus*, *C. brunneus*, *C. mollis*, *C. bornhalmi*) tip yeri (topotip) Avrupa olduğundan, karşılaştırma amacıyla Avrupa'dan Erlangen01, Erlangen02, Erlangen03 (Almanya) ve Blagoevgrad (Bulgaristan) lokalitelerinden örneklenen bireyler kullanıldı.

Çalışma kapsamında morfoloji iki farklı yaklaşımla incelendi. İlki önceki literatürdeki kullanım biçimi olan nitel morfolojik inceleme ve ikincisi 26 farklı karakterin milimetrik ölçümüne dayalı olarak gerçekleşmiştir. Her bir yaklaşımla edinilen veriler ayrı ayrı olarak değerlendirilmiştir.

3.2.1. Nitel morfolojik veriler

Örneklenen populasyonlardan edinilen bireyler 19 farklı karakter bakımından nitel olarak incelendi. Bu karakterler ses diş sayısı (SDS), alın karinasının yapısı (AKY), lateral karinaların iç ve dış tarafında yer alan siyah lekenin yapısı (LKISY, LKDSY), pronotum arka kenarının yapısı (PAKY), tegmina üzerindeki lekeler (TUL), abdomen rengi (AR), arka femur rengi (AFR), ovipozitorun dorsal valvlerinin rengi (ODVR), genel vücut rengi (GVR), radial damarın yapısı (RDY), cubital damarların rengi (CUDRE) ve yapısı (CUDYA), timpanal organ şekli (TOŞ), tegminanın abdomen (TAUY) ve dizde ulaştığı yer, (TDUY), prekostal ve kostal alanlarda yalancı damar varlığı (PCAYD, CAYD) ve yokluğu ve arka kanadın rengidir (AKR). Bu karakterlerden 15 tanesi erkek ve dişi bireylerde ayrı ayrı hem populasyon içi hem de populasyonlar arası varyasyonel sonuçlar ortaya koymuş ve bu populasyonlardan hiçbirini diğerlerinden tam olarak ayıramamıştır (Çizelge 3.9). Ancak ses diş sayısı, tegminanın abdomen veya arka dizde ulaştığı yer, radial damarın yapısı ve costal alanda yalancı damar durumu olarak kaydedilen dört karakter, populasyonlar arasında minimum iki ya da daha fazla grup oluşturabilmiştir .

Yukarıda değinilen dört karakterden, “S” şeklinde kıvrılmış olması ve kostal alanda bir yalancı damarın bulunması populasyonları iki gruba ayırırken, ses dişlerinin sayısı ve kanadın ulaştığı maksimum nokta ise populasyonları ikiden fazla grup olarak gruplamıştır. Tegminanın radial S şeklinde kıvrılmış olması ile Bo-Ab, Kb-Yn ve Blagoevgrad (Bulgaristan) populasyonları diğer tüm populasyonlardan ayırt edilebilmektedir. Kostal alanda yalancı damarın var olması ise Ad-Ha populasyonunu diğer tüm populasyonlardan ayırmıştır.

Çizelge 3.9. *C. biguttulus* grubuna ait populasyonların nitel morfoloji değerlendirme tablosu

	Populasyon içi erkek bireylerde	Populasyon içi dişi bireylerde
AKY	Alın karinaları kalın, ince veya bir miktar içeri çökmüş	Alın karinaları kalın, ince veya bir miktar içeri çökmüş
LKISY	Dar bant şeklinde veya silik	Dar bant şeklinde veya silik
LKDSY	Geniş bant şeklinde veya silik	Geniş bant şeklinde veya silik
PAKY	Üçgen şeklinde, küt	Üçgen şeklinde, küt
TUL	Belirli veya silik Medial alanda 3-4 adet	Belirli veya silik Medial alanda 3-4 adet
AR	Sarı, Kahverengi, Siyah Kirli Kırmızı tonlarında	Sarı, Kahverengi, Siyah tonlarında
AFR	Açık Sarı, Kahverengi, Kirli Kırmızı tonlarında	Açık Sarı, Kahverengi, Kirli Kırmızı tonlarında
ODVR	Kahverengi tonlarında veya Siyah	Kahverengi tonlarında veya Siyah
GVR	Kahverengi, Gri, Sarı, Yeşil, Kırmızı tonlarında	Kahverengi, Gri, Sarı, Yeşil, Kırmızı tonlarında
CUDRE	Açık veya koyu sarı, Kahverengi tonlarında, nadiren yeşil renkte	Açık veya koyu sarı, Kahverengi tonlarında, nadiren yeşil renkte
CUDYA	Cubital alan Medial alan kadardır yada daha dardır	Cubital alan Medial alan kadardır yada daha dardır
TOŞ	Timpanal organ yarık şeklinde ya da daha geniş	Timpanal organ yarık şeklinde ya da daha geniş
PCAYD	Precostal alanda yalancı damar var	Precostal alanda yalancı damar var
AKR	Araka kanat parlak zar şeklinde, damarlar koyu renkli	Araka kanat parlak zar şeklinde, damarlar koyu renkli

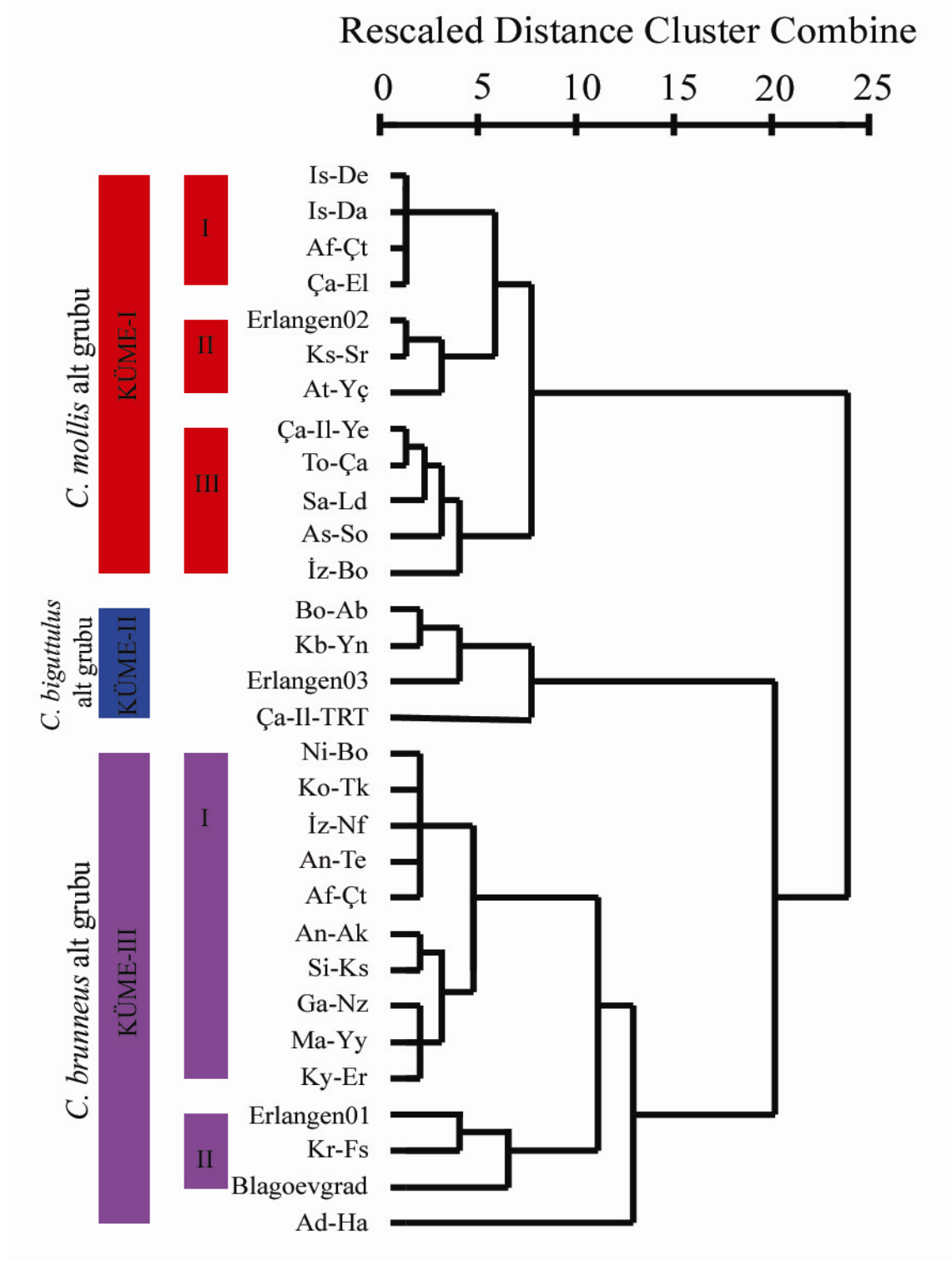
Populasyonlar içerisinde ikiden fazla grup oluşturabilen morfolojik karakterlerden ilki, ses diş sayısı karakteridir. Bu karakter hem erkek hem de dişi bireylerde populasyonları farklı gruplara ayırmıştır. Erkekler açısından bakıldığında üç farklı gruptan bahsedilebilir, bunlardan ilki olan ve en az ses diş sayısına sahip olan Erlangen01 (52–72) populasyonu tek başına diğer tümünden farklıdır. Populasyonların büyük çoğunluğunun yer aldığı ikinci grupta ses diş sayısının 91-150 arasında dağılım gösterdiği ve ağırlıklı ses diş sayı aralığı 110–130 arasında olan bu populasyonlar Ça-II-Ye, Ça-II-TRT, Peleponnes, Erlangen02, Erlanegn03, Ad-Ha, İz-Nf, İz-Bo, Af-Çt, An-Te, An-Ak, Ni-Bo, Ky-Er, Ko-Tk, Ga-Nz, Ma-Yy, Si-Kz As-So, Sa-Ld, To-Ça, Is-De, Ça-El, Ks-Sr At-Yç populasyonlarıdır. Üçüncü grup ise Kr-Fs, Bo-Ab, Kb-Yn ve Blagoevgrad populasyonlarından oluşmaktadır ve grupta ses diş sayısı minimum 157 maksimum ise 225 arasında dağılım göstermektedir ve ağırlıklı ortalama ise 180–195 arasındadır. Dişi bireylerde ise grup sayısı dörde çıkmıştır; erkek ses diş sayısı dağılımında olduğu gibi Erlangen01 populasyonu en düşük ses diş sayısı ile (37–51) tüm diğer populasyonlardan ayrılmıştır. Erkek ses diş dağılımına göre oluşan grup dişilerde de değişmemiştir ve 90–110 arasında yoğunlukta olan ses diş sayısı ile Ça-II-Ye, Ça-II-TRT, Peleponnes, Erlangen02,

Erlanegn03, Ad-Ha, İz-Nf, İz-Bo, Af-Çt, An-Te, An-Ak, Ni-Bo, Ky-Er, Ko-Tk, Ga-Nz, Ma-Yy, Si-Ks, Si-Kz As-So, Sa-Ld, To-Ça, Is-De, Ça-El, Ks-Sr, At-Yç populasyonlarından oluşmuştur. Üçüncü grubu oluşturan Bo-Ab, Kb-Yn ve Blagoevgrad populasyonları 145–174 arasında ses diş dağılımına sahiptirler. Son grup tek bir populasyondan oluşmaktadır ve ortalama 221 ses diş sayısına sahip Kr-Fs populasyonundan oluşmaktadır. Kr-Fs populasyonu bu çalışmaya kadar *C. biguttulus* grubu içerisinde belirlenmiş olan en fazla ses diş sayısına sahip populasyondur.

İkiden fazla grup oluşturabilen ikinci karakter olan tegminanın abdomene ve dize göre durumu karakteri populasyonların hem erkeklerinde hem de dişilerinde benzer gruplamayı yapmıştır. Bu gruplamada tegminanın abdomeni ve dizi geçer özelliğini taşıyanlar; Ça-Il-Ye, Ad-Ha, İz-Nf, Af-Çt, An-Te, An-Ak, Ni-Bo, Ky-Er, Ko-Tk, Ga-Nz, Ma-Yy, Si-Ks, Si-Kz As-So, Sa-Ld, To-Ça, Is-De, Ça-El, Ks-Sr, At-Yç, Bo-Ab, Kb-Yn, Peleponnes, Erlangen01, Erlangen02, Erlanegn03 ve Blagoevgrad, tegmina abdomenin ucuna varır dizi geçmez özelliğine sahip olan Ça-Il-TRT populasyonu ve tegmina abdomenin ucuna varmaz özelliğini taşıyan İz-Bo ve Ad-Ha populasyonlarıdır.

3.2.2. Nicel morfolojik veriler

Nicel morfolojik veriler ilk olarak *C. biguttulus* grubunun tüm populasyonlarının erkek bireylerinde değerlendirildi. Erkek bireyler tarafından oluşturulan ses ve bu sesin yapısına bağlı olarak geliştirilen gruplamayı, morfometrinin destekleyip desteklemediği amacıyla yapılan kümeleme analizi, benzer bir sonuç ortaya koymuştur. Ses özellikleri bakımından *C. brunneus*, *C. mollis* ve *C. biguttulus* alt gruplarına ayrılan populasyonlar, morfometrik veriler kullanılarak yapılan kümeleme analizinde de üç ana gruba ayrılmıştır (Şekil 3.25). Oluşan kümelerden ilki *C. mollis* tipi ses üreten populasyonlardır. Bu populasyonlardan Is-De, Is-Da, Af-Çt ve Ça-El bir alt küme, Erlangen02, Ks-Sr ve At-Yç bir alt küme ve Ça-Il-Ye, To-Ça, Sa-Ld, As-So ve İz-Bo ise bir diğer alt küme içerisinde



Şekil 3.25. *C. biguttulus* grubuna ait morfometrik verisi bulunan tüm populasyonların Kümeleme analiz sonucu

yer almışlardır (Şekil 3.25). İkinci ana küme içerisinde yer alan populasyonlar *C. biguttulus* alt grubu ses özellikleri gösteren Bo-Ab, Kb-Yn, Erlangen03 ve Ça-Il-TRT populasyonlardır. Kümelerden sonuncusu *C. brunneus* ses özelliklerine sahip olan populasyonlardan oluşmuştur. Bunlardan Ni-Bo, Ko-Tk, İz-Nf, An-Te ve Af-Çt bir alt küme, An-Ak, Si-Ks, Ga-Nz, Ma-Yy ve Ky-Er populasyonları bir alt küme ve Erlangen01, Kr-Fs ve Blagoevgrad populasyonları ise birbirleri içerisindeki benzerliklerinden dolayı diğer bir alt kümeyi oluşturmuştur (Şekil 3.25). Ancak Adana populasyonu her ne kadar *C. brunneus* alt kümesi ses tipini üretiyor olsa da analizde tüm diğer populasyonlardan daha uzakta yer almış ve en bazal kola yerleşmiştir (Şekil 3.25).

Çok boyutlu ölçekleme analizi olan KAF analizi ilk olarak tüm *C. biguttulus* grubu populasyonlarına sonrasında ise hem ses karakterleri bazında hemde morfometrik veriler ile yapılan kümeleme analizi bazında oluşan üç alt gruba ayrı ayrı uygulandı. Analizlerde değerlendirilen *C. brunneus* alt grubuna ait populasyonlar; İz-Nf, Af-Şu, An-Te, An-Ak, Ad-Ha, Ni-Bo, Ky-Er, Kr-Fs, Ko-Tk, Si-Ks, Ga-Nz, Ma-Yy, Erlangen01 ve Blagoevgrad (Bulgaristan) populasyonlarıdır. *C. mollis* alt grubunda değerlendirilenler; İz-Bo, Af-Çt, Is-Da, Is-De, Ça-El, Ça-Il-Ye, Ks-Sr, As-So, Sa-Ld, To-Ça, At-Yç ve Erlangen02 populasyonlarıdır. *C. biguttulus* alt grubu altında değerlendirilen populasyonlar ise Ça-Il-TRT, Bo-Ab, Kb-Yn ve Erlangen03 populasyonlarıdır.

3.2.2.1. *C. biguttulus* grubu genel değerlendirme

Erkek Bireylerin Değerlendirilmesi

C. biguttulus grubu erkek bireylerinin morfoloji kaynaklı veri setinin faktör analizine uygunluğu açısından sınıandığında KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) değeri % 81 ve Bartlett test değeri $P=0.000$ olarak saptandı. Elde edilen sonuçlar verilerin faktör analizine uygunluğunun yüksek oranda olduğunu işaret etmiştir. Öz değer istatistiği (eigenvalue) >1 alınarak 26 morfometrik verinin 7 farklı faktör altında toplandığı görülmektedir (Çizelge 3.10). Elde edilen bu 7

Çizelge 3.10. *C. biguttulus* grubu erkek bireylere ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri

Karakterler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5	Faktör 6	Faktör 7
AU	^a0,811	-0,008	0,138	0,168	0,095	-0,163	-0,126
SOTU	^a0,790	0,217	0,029	-0,010	-0,381	0,018	0,215
TB	^a0,775	0,189	0,086	-0,048	-0,323	0,128	0,145
AOSU	^a0,726	-0,063	0,104	0,029	0,007	0,101	-0,126
TSSPU	^a0,723	0,118	0,369	-0,097	0,098	0,240	0,021
TEG	^a0,720	0,357	0,098	-0,047	-0,019	0,241	0,083
LKEGY	^a0,655	0,190	0,501	0,120	-0,007	0,119	0,156
MKB	0,573	0,133	0,358	0,055	0,523	0,209	0,060
FEMB	0,566	0,053	-0,167	0,393	0,284	-0,234	0,238
MEY	0,476	0,418	0,465	-0,143	0,035	0,051	0,221
A	0,176	^a0,843	-0,100	0,143	-0,001	0,163	0,005
SAEY	0,233	^a0,843	0,113	-0,035	-0,033	0,005	-0,004
B	-0,070	^a0,668	-0,020	0,006	0,462	0,151	-0,242
FEMEGY	0,077	-0,078	^a0,776	0,160	-0,132	-0,074	0,217
PYPU	0,382	0,069	^a0,682	0,107	0,153	0,067	0,056
BP	0,238	-0,179	0,542	0,480	0,221	-0,044	-0,069
GEDM	0,128	0,380	0,388	0,329	0,378	-0,072	-0,053
PCAEY	-0,018	-0,098	0,105	^a0,724	0,145	0,021	0,073
SOOU	-0,230	0,363	0,383	^a0,631	-0,100	0,080	-0,035
PYPEDY	0,180	0,354	0,056	0,578	0,348	0,133	-0,003
TSOPU	-0,228	0,030	0,003	0,296	^a0,825	-0,016	0,061
FAVEGY	-0,021	0,083	0,001	-0,059	0,052	^a0,814	0,144
FAVB	0,386	0,393	0,020	0,118	-0,167	^a0,627	-0,012
AOSG	0,337	-0,039	-0,031	0,336	0,132	0,583	-0,636

(0.6 > olanlar koyu olarak gösterilmiştir)

faktör birlikte toplam varyansın % 72.4'ünü açıklamaktadır. Matriste de görüldüğü gibi faktörlerin altında > 0.6 faktör ağırlığına sahip karakter sayısı sırasıyla; 1. faktör 7 karakter (AU, SOTU, TB, AOSU, TSSPU, TEG, LKEGY), 2. faktör 3 karakter (A, SAEY, B), 3. faktör 2 karakter (FEMEGY, PYPU), 4. faktör 2 karakter (PCAEY, SOOU), 5. faktör 1 karakter (TSOPU), 6. faktör 2 karakter (FAVEGY, FAVB), 7. faktör 1 karakter (AOSG)'dir. Faktör analizi ile oluşturulan faktörlere ait elde edilen regresyon skorları bağımsız değişkenler olarak kaydedilip KAF analizi için hazırlandı.

KAF analizinin veri setine uygunluğunu kontrol eden korelasyon matrisinde (Pooled Within-Groups Matrice) (Çizelge 3.11) görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmamaktadır. Diskriminant fonksiyonlarının önemini belirlemek uygulanan kanonik korelasyon, öz değer (eigenvalue) ve Wilks' Lambda istatistikleri sadece 7 fonksiyonun hesaplandığını göstermektedir (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.11. Tüm *C. biguttulus* grubu erkek bireylerinden ölçülen morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi

	Faktör skor 1	Faktör skor 2	Faktör skor 3	Faktör skor 4	Faktör skor 5	Faktör skor 6	Faktör skor 7
Faktör skor 1	1.000	-.244	-.112	.080	.403	-.053	-.090
Faktör skor 2	-.244	1.000	.016	-.093	-.168	-.360	-.002
Faktör skor 3	-.112	.016	1.000	-.236	.115	.056	-.180
Faktör skor 4	.080	-.093	-.236	1.000	-.166	.066	.027
Faktör skor 5	.403	-.168	.115	-.166	1.000	.163	.222
Faktör skor 6	-.053	-.360	.056	.066	.163	1.000	.091
Faktör skor 7	-.090	-.002	-.180	.027	.222	.091	1.000

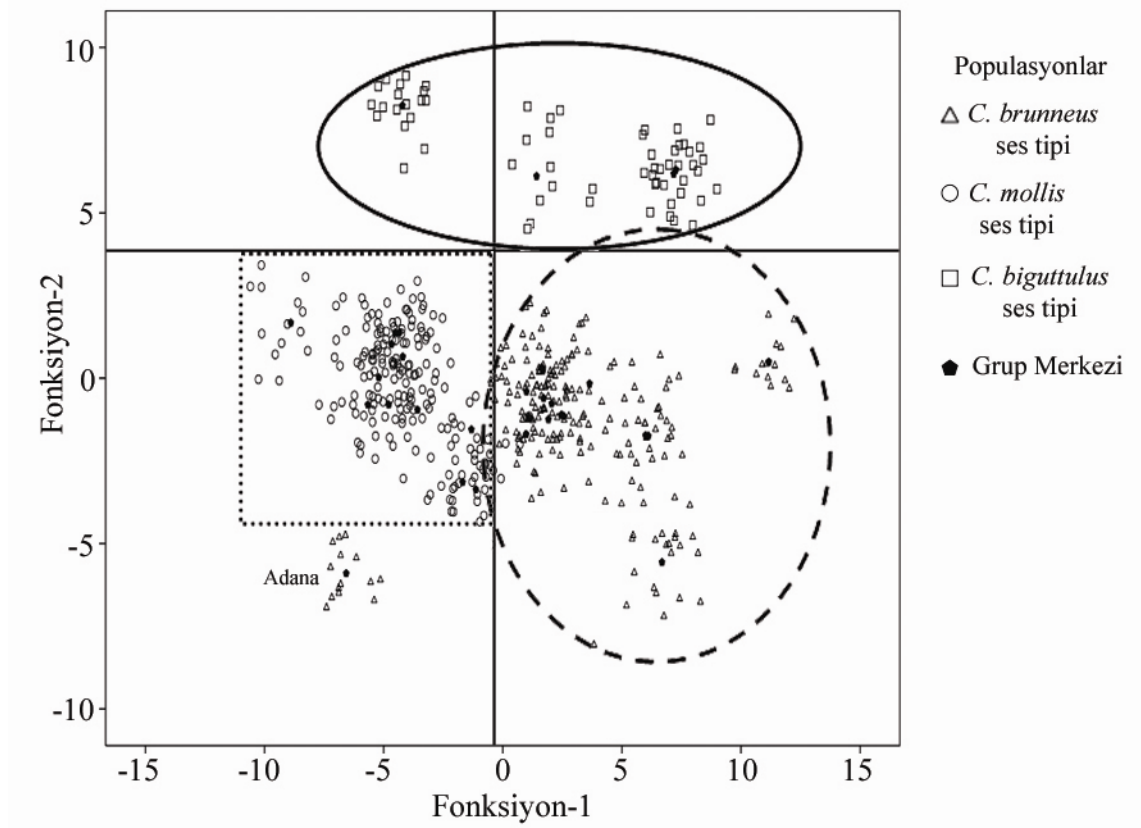
Bu fonksiyonlar sırasıyla bağımlı değişkenlerdeki varyansın 1. fonksiyon ($0.978^2=0.954$) yaklaşık % 95'ini, 2. fonksiyon ($0.952^2=0.896$) yaklaşık % 90'nını, 3. fonksiyon ($0.932^2=0.864$) yaklaşık % 86'sını, 4. fonksiyon ($0.894^2=0.799$) yaklaşık % 80'nini, 5. fonksiyon ($0.832^2=0.692$) yaklaşık % 69'unu, 6. fonksiyon ise ($0.818^2=0.669$) % 67'sini ve 7. fonksiyon ise ($0.740^2=0.547$) % 55'ini açıklayabildiği görülmektedir. KAF analizi için kullanılan 2 fonksiyonun öz değer (eigenvalue) istatistiği 1. fonksiyonun (22.250) tek başına bağımlı değişkendeki varyansın yarısından fazlasını açıklaya bildiği göstermektedir. Yine aynı çizelgede Wilks' Lambda değerleri her bir ayırma (discriminant) fonksiyonu için öz değer istatistiğinin anlamlılığını göstermektedir. Analizde tüm faktörler için testin anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.12. *C. biguttulus* grubu erkek bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 7 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lambda değerleri ve analiz sonuçları

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kaonikl Korelasyonu
1	22.250	46.3	46.3	.978
2	9.594	20.0	66.2	.952
3	6.580	13.7	79.9	.932
4	3.974	8.3	88.2	.894
5	2.454	5.1	93.3	.843
6	2.027	4.2	97.5	.818
7	1.208	2.5	100.0	.740
Test Fonksiyonları	Wilks' Lambda	X ²	Sd	sig
1'den 2'ye	.000	5794.169	210	.000
2'den 3'e	.000	4309.119	174	.000
3'den 4'e	.001	3195.056	140	.000
4'den 5'e	.009	2239.038	108	.000
5'den 6'ya	.043	1481.851	78	.000
6'dan 7'ye	.150	896.768	50	.000
7	.453	373.950	24	.000

KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 70.8'nin doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir. Analizde Ad-Ha, Ça-II-TRT, As-So, Kr-Fs, Blagoevgrad, Erlangen01, Erlangen02, Erlangen03 % 100, ile en yüksek doğru sınıflandırma yüzdesine sahip çıkmışlardır. Diğer taraftan kendi içerisinde % 50.0'nin altında gruplananlar Ga-Nz, İz-Nf, At-Yç ve An-Ak popülasyonlarıdır (Şekil 3.26). Ses yapısı itibariyle üç gruba (*C. biguttulus*, *C. mollis* ve *C. brunneus* alt grupları) ayrılan bu popülasyonlar KAF analizi sonuçları ile de üç gruba

ayrılmaktadır (Şekil 3.26). *C. biguttulus* alt-grubunda bulunan populasyonlar fonksiyon-2 ile diğer iki alt grup populasyonlarından ayrılmıştır. Diğer iki alt-gruba ait populasyonlar (Ad-Ha hariç) *C. biguttulus* alt-grubuna oranla birbirlerine daha yakın konumda çıksalar da, fonksiyon-1 ile ayrılmışlardır. Ad-Ha populasyonu ses tipi olarak *C. brunneus* alt grubu özellikleri gösterse de, fonksiyon -1 ile bu alt gruptan tam olarak ayrılmıştır (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. *C. biguttulus* grubu 27 Anadolu ve 5 Avrupa populasyonunun erkek bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu

Dişi Bireylerin Değerlendirilmesi

C. biguttulus grubu dişi_bireylerinin morfoloji veri setinin FA için uygun olup olmadığını gösteren KMO test değeri % 86 ve Bartlett test değeri $P=0.000$ olarak saptandı. Değerler dişilere ait olan veri setinin erkek bireylerde olduğu gibi FA için uygun olduğunu göstermektedir. Öz değer istatistiği >1 alınarak 26 morfometrik verinin 5 farklı faktör altında toplandığı görüldü (Çizelge 3.13). Elde edilen bu 5 faktör birlikte toplam varyansın

% 83.3'ünü açıklamaktadır. Matriste de görüldüğü gibi faktörlerin altında > 0.6 faktör ağırlığına sahip karakter sayısı sırasıyla; 1. faktör 11 karakter (TB, SOTU, A, B, TEG, MEY, SAEY, TSSPU, LKEGY, AOSG, PYPU), 2. faktör 8 karakter (FEMEGY, PYPEDY, MKB, GVC, BP, FEMB, TSOPU, GEDM), 3. faktör 2 karakter (FAVB, FAVEGY), 4. faktör 2 karakter (AOSU, AU), 5. faktör 1 karakter (LKEDY)'dir (Çizelge 3.13). Faktör analizi ile oluşturulan faktörlere ait elde edilen regresyon skorları bağımsız değişkenler olarak kaydedilip bir sonraki gruplama analizi için hazırlandı

Çizelge 3.13. Tüm *C. biguttulus* grubu dışı bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan faktör analizi sonu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri

Karakterler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
TB	^a0,930	0,012	-0,252	0,010	0,130
SOTU	^a0,925	-0,017	-0,240	0,034	-0,034
A	^a0,911	0,164	-0,020	0,158	0,001
B	^a0,877	0,107	0,113	0,073	-0,071
TEG	^a0,854	0,302	-0,242	0,171	0,058
MEY	^a0,806	0,201	0,058	0,348	-0,020
SAEY	^a0,739	-0,086	-0,075	0,012	0,394
TSSPU	^a0,718	0,484	-0,058	0,337	0,151
LKEGY	^a0,698	0,441	-0,080	0,324	0,116
AOSG	^a0,688	-0,008	0,343	0,049	0,110
PYPU	^a0,672	0,587	-0,137	0,090	-0,280
PCAEY	0,526	0,518	0,090	0,316	0,174
FEMEGY	0,068	^a0,862	0,042	0,108	-0,124
PYPEDY	0,162	^a0,823	0,147	0,188	0,139
MKB	0,444	^a0,774	0,165	0,283	-0,014
GVC	-0,084	^a0,764	-0,025	-0,280	0,329
BP	0,351	^a0,754	0,087	0,018	-0,430
FEMB	0,511	^a0,753	-0,082	0,104	-0,025
TSOPU	-0,208	^a0,732	0,398	0,107	-0,142
GEDM	0,091	^a0,623	0,435	0,001	0,111
SOOU	-0,391	0,517	0,400	-0,172	0,329
FAVB	0,177	0,340	^a0,763	0,009	-0,092
FAVEGY	-0,302	0,045	^a0,734	-0,097	-0,053
AOSU	0,221	0,047	-0,070	^a0,804	0,304
AU	0,382	0,465	-0,095	^a0,609	-0,299
LKEDY	0,270	0,045	-0,090	0,221	^a0,860

(0.6 > olanlar koyu olarak gösterilmiştir)

Çizelge 3.14.'de verilen korelasyon matrisinde görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmamaktadır. Çizelge 3.15.'deki Kanonikl Korelasyon değerinden analizde sadece 5 fonksiyonun hesaplandığı görülmektedir. Bu faktörler sırasıyla bağımlı değişkenlerdeki varyansın 1. fonksiyon ($0.991^2=0.982$)

Çizelge 3.14. Tüm *C. biguttulus* grubu dışı bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi

	Faktör skor 1	Faktör skor 2	Faktör skor 3	Faktör skor 4	Faktör skor 5
Korelasyon					
Faktör skor 1	1.000	-.229	.295	-.384	-.206
Faktör skor 2	-.229	1.000	-.227	-.301	.301
Faktör skor 3	.295	-.227	1.000	.207	-.025
Faktör skor 4	-.384	-.301	.207	1.000	.058
Faktör skor 5	-.206	.301	-.025	.058	1.000

yaklaşık % 98'sini, 2. fonksiyon ($0.980^2=0.960$) yaklaşık % 96'sını, 3. fonksiyon ($0.958^2=0.896$) yaklaşık % 90'nını, 4. fonksiyon ($0.900^2=0.848$) yaklaşık % 85'ini ve 5. fonksiyon ($0.812^2=0.659$) yaklaşık % 66'sını açıklayabildiği görülmektedir. KAF analizi için kullanılan 2 fonksiyonun öz değer istatistiği incelendiğinde 1. fonksiyonun (56.136) tek başına bağımlı değişkendeki varyansın yarısından fazlasını açıklaya bildiği görülmektedir. Yine aynı çizelgede Wilks' Lambda değerleri her bir ayırma fonksiyonu için öz değer istatistiğinin anlamlılığını göstermektedir. Analizde tüm faktörler için testin anlamlı olduğu görülmektedir.

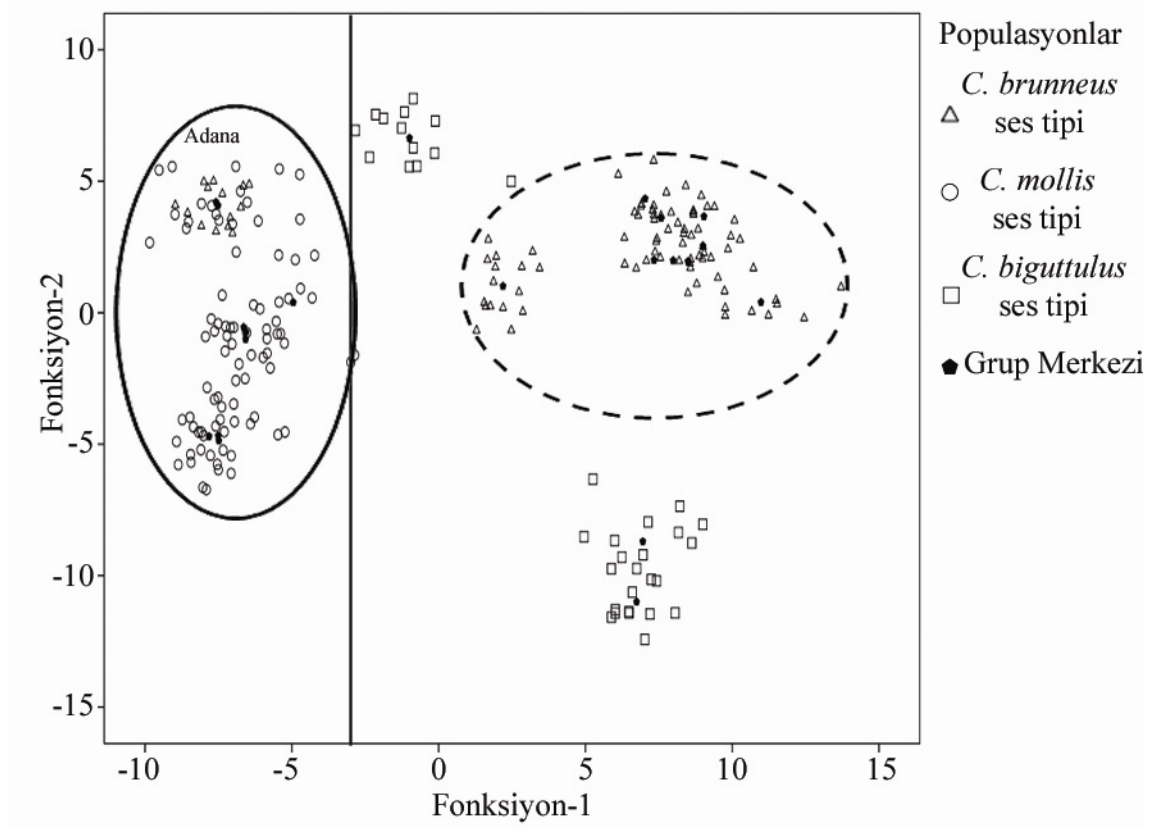
KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 89.0'unun doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir. Bo-Ab, Ça-II-TRT, An-Te, İz-Nf, Erlangen01, Blagoevgrad % 100.0 ile en yüksek doğru sınıflandırma yüzdesine sahip çıkan populasyonlar olmuşlardır. Diğer taraftan kendi

içerisinde % 50.0 ve altında olan populasyonlar Sa-Ld, Af-Şu, Ks-Sr ve Ni-Bo olarak görülmektedir.

Çizelge 3.15. *C. biguttulus* grubu dışı bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 5 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lambda değerleri ve analiz sonuçları

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kaonikl Korelasyonu
1	56.136	57.6	57.6	.991
2	23.891	24.5	82.1	.980
3	11.236	11.5	93.6	.958
4	4.279	4.4	98.0	.900
5	1.940	2.0	100.0	.812
Test Fonksiyonları	Wilks' Lambda	X ²	sd	sig
1'den 2'ye	.000	2501.275	100	.000
2'den 3'e	.000	1692.188	76	.000
3'den 4'e	.005	1049.284	54	.000
4'den 5'e	.064	548.400	34	.000
5	.340	215.655	16	.000

Faktör analizinden elde edilen sonuçlar kullanılarak yapılan KAF analizinde Fonksiyon-1 ve Fonksiyon-2'ye göre populasyonların nasıl gruplandıkları görülmektedir (Şekil 3.27). Fonksiyon 1, *C. mollis* alt-grubu tipi ses üreten populasyonların tümünü *C. brunneus* alt-grubu (Ad-Ha populasyonu hariç) ve *C. biguttulus*- alt-grubu ses tipine sahip populasyonlardan ayırmaktadır. *C. brunneus* alt-grubu ses tipine sahip olan Ad-Ha populasyonu analizde *C. mollis* alt-grubu ses tipine sahip populasyonlar ile aynı grup içerisinde yer almıştır. *C. brunneus* alt-grubu ses tipine sahip olan diğer tüm populasyonlar



Şekil 3.27. *C. biguttulus* grubu 20 Anadolu ve 1 Avrupa populasyonun dişi bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu

tek bir grup oluşturmuşlardır. Diğer taraftan *C. biguttulus* alt-grubu ses tipi üreten populasyonların analizde diğer alt-gruplardan ayrılmamış olsalar da kendi içlerinde tam bir grup oluşturmamışlardır (Şekil 3.27).

3.2.2.2. *C. brunneus* alt grubu değerlendirme

Erkek Bireylerin Değerlendirilmesi

Tüm populasyonların verileri kullanılarak yapılan analizlerden edinilen sonuçlar ışığında 14 populasyonun (İz-Nf, Af-Şu, An-Te, An-Ak, Ad-Ha, Ni-Bo, Ky-Er, Kr-Fs, Ko-Tk, Si-Ks, Ga-Nz, Ma-Yy, Erlangen01 ve Blagoevgrad (Bulgaristan)) *C. brunneus* alt grubu özellikleri gösterdiği görülmüştür. Bu 14 populusyona ait 206 erkek bireyden alınan ölçümler, her karakterin sayısal değerlerin alt ve üst sınırları, ortalamaları ve standart

sapmaları Ek-1’de verilmiştir. Bu 14 populasyonun kendi içinde bağımsız gruplar oluşturup oluşturmadığını saptamak amacıyla uygun istatistiksel testlere tabi tutuldu. Morfoloji kaynaklı veri setimizin faktör analizine uygunluğu açısından sınıandığında KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) değeri % 86 ve Bartlett test değeri (P=0.000) verilerin faktör analizine yüksek oranda uygunluğunu gösterdi. Öz değer istatistiği (eigenvalue) >1 alınarak 26 morfometrik verinin 6 farklı faktör altında toplandığı görülmektedir (Çizelge 3.16). Elde edilen bu 6 faktör birlikte toplam varyansın %

Çizelge 3.16. *C. brunneus* alt-grubu erkek bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri

Karakterler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5	Faktör 6
LKEDY	^a 0.736	0.123	0.251	-0.021	-0.080	0.197
AOSU	^a 0.708	0.366	-0.103	0.161	0.070	-0.059
AU	^a 0.703	0.340	-0.229	0.368	0.026	-0.156
GEDM	^a 0.690	0.062	0.117	0.264	-0.163	-0.030
TSOPU	^a 0.605	-0.230	0.028	0.384	-0.335	0.106
BP	0.575	0.255	0.084	0.184	0.364	-0.272
FEMB	0.547	0.260	-0.025	0.546	-0.045	0.029
LKEGY	0.458	0.396	0.300	0.447	-0.111	0.216
AOSG	0.150	^a 0.888	0.020	0.087	0.138	-0.040
FAVB	0.036	^a 0.748	0.478	0.158	0.005	-0.045
TB	0.412	^a 0.647	0.316	0.265	-0.145	-0.006
TEG	0.410	^a 0.643	0.313	0.343	-0.161	0.142
SOTU	0.472	^a 0.625	0.386	0.379	-0.028	-0.002
B	0.030	0.121	^a 0.808	0.145	-0.095	0.001
A	0.087	0.221	^a 0.751	0.170	0.154	0.067
SAEY	-0.027	0.133	^a 0.724	0.062	-0.060	0.013
PYPU	0.531	0.030	0.580	0.239	0.277	-0.037
FAVEGY	0.056	0.451	0.577	-0.355	0.038	0.213
PCAEY	0.197	0.051	0.133	^a 0.747	0.147	-0.181
TSSPU	0.234	0.368	0.155	^a 0.719	-0.117	0.270
MKB	0.418	0.206	0.145	^a 0.718	-0.214	0.257
PYPEDY	0.360	0.363	0.261	0.417	0.212	-0.095
SOOU	-0.045	0.072	0.108	-0.005	^a 0.886	-0.063
MEY	0.239	0.310	0.487	0.123	-0.561	-0.083
GVC	0.038	-0.093	0.131	0.042	0.011	^a 0.832
FEMEGY	0.119	-0.236	0.468	-0.074	0.179	-0.527

(0.6 > olanlar koyu olarak gösterilmiştir)

72.4'ünü açıklamaktadır. Matriste de görüldüğü gibi faktörlerin altında > 0.6 faktör ağırlığına sahip karakter sayısı sırasıyla; 1. faktör 5 karakter (LKEDY, AOSU, AU, GEDM, TSOPU), 2. faktör 5 karakter (AOSG, FAVB, TB, TEG, SOTU), 3. faktör 3 karakter (B, A, SAEY), 4. faktör 3 karakter (PCAHEY, TSSPU, MKB), 5. faktör 1 karakter (SOOU), 6. faktör 1 karakter (GVC)'dir. Faktör analizi ile oluşturulan faktörlere ait elde edilen regresyon skorları bağımsız değişkenler olarak kaydedilip KAF analizi için hazırlandı

KAF analizinin veri setine uygunluğunu kontrol eden ve Çizelge 3.17.'de verilen korelasyon matrisinde görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmamaktadır.

Çizelge 3.17. *C. brunneus* alt-grubu erkek bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi

	Faktör skor 1	Faktör skor 2	Faktör skor 3	Faktör skor 4	Faktör skor 5	Faktör skor 6
Korelasyon						
Faktör skor 1	1.000	.154	-.352	-.557	.158	.181
Faktör skor 2	.154	1.000	-.429	-.094	-.057	-.041
Faktör skor 3	-.352	-.429	1.000	-.164	-.026	-.094
Faktör skor 4	-.557	-.094	-.164	1.000	.033	-.079
Faktör skor 5	.158	-.057	-.026	.033	1.000	.467
Faktör skor 6	.181	-.041	-.094	-.079	.467	1.000

Ayrırma fonksiyonlarının önemini belirlemek için uygulanan kanonik korelasyon, öz değer ve Wilks' Lambda istatistikleri sadece 6 fonksiyonun hesaplandığı görülmektedir (Çizelge 3.18). Bu fonksiyonların sırasıyla bağımlı değişkenlerdeki varyansın; 1. fonksiyon ($0.977^2 = 0.954$) yaklaşık % 95'ini, 2. fonksiyon ($0.947^2 = 0.896$) yaklaşık % 90'nını, 3.

fonksiyon ($0.929^2 = 0.863$) yaklaşık % 86'sını, 4. fonksiyon ($0.977^2 = 0.954$) yaklaşık % 95'ini, 5. fonksiyon ($0.726^2 = 0.527$) yaklaşık % 38'ini ve 6. fonksiyon ise ($0.610^2 = 0.372$) % 37'sini açıklayabildiği görülmektedir. KAF analizi için kullanılan 2 fonksiyonun öz değer istatistiği incelendiğinde 1. fonksiyonun (21.251) tek başına bağımlı değişkendeki varyansın yarısından fazlasını açıklaya bildiği görülmektedir. Yine aynı çizelgede Wilks' Lambda değerleri her bir ayırma fonksiyonu için öz değer istatistiğinin anlamlılığını göstermektedir. Analizde tüm faktörler için testin anlamlı olduğu görülmektedir.

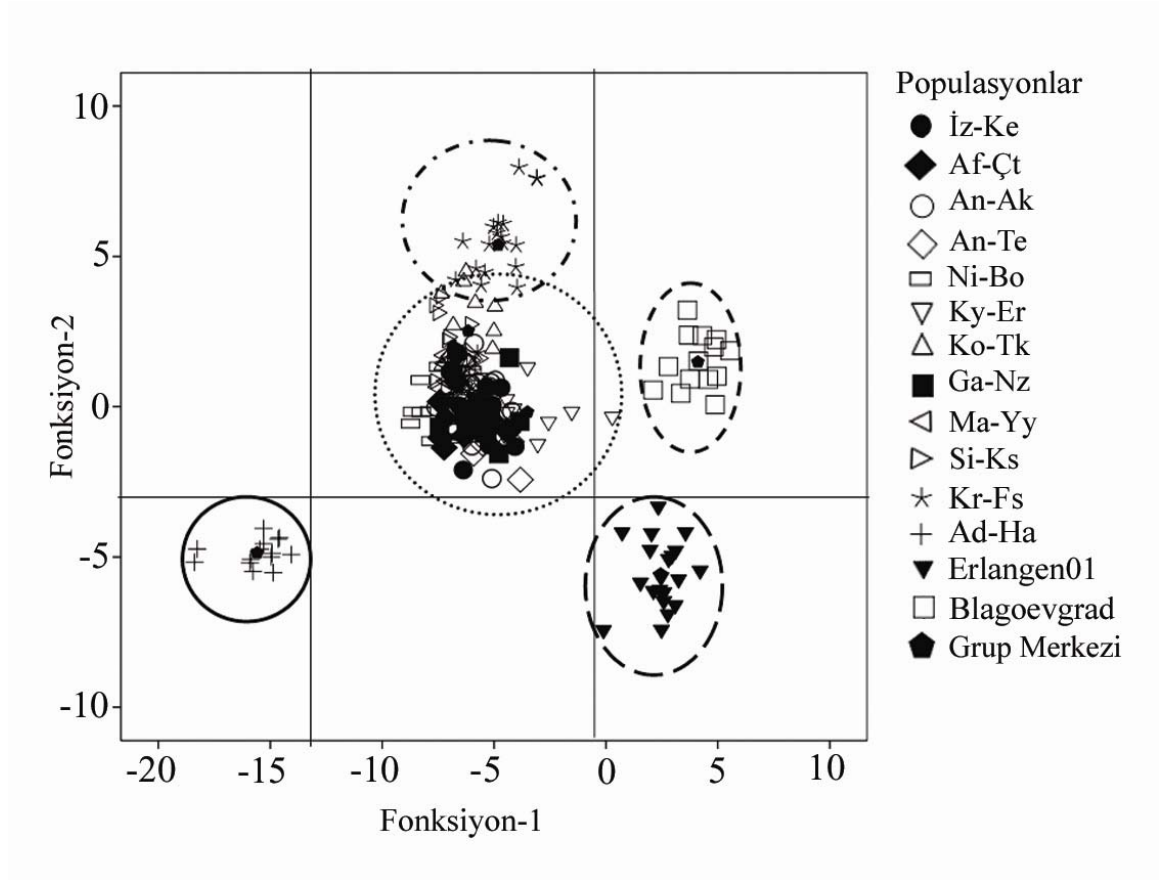
Çizelge 3.18. *C. brunneus* alt-grubu erkek bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 6 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lambda değerleri ve analiz sonuçları

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kanonikl Korelasyonu
1	21.251	51.7	51.7	.977
2	8.740	21.3	73.0	.947
3	6.343	15.4	88.4	.929
4	3.046	7.4	95.8	.868
5	1.116	2.7	98.6	.726
6	.594	1.4	100.0	.610
Test Fonksiyonları	Wilks' Lambda	X ²	sd	sig
1'den 2'ye	.000	1947.174	78	.000
2'den 3'e	.001	1342.209	60	.000
3'den 4'e	.010	898.351	44	.000
4'den 5'e	.073	509.581	30	.000
5'den 6'ya	.297	237.036	18	.000
6	.627	90.917	8	.000

KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 69.4'ünün doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir. Ad-Ha ve Kr-Fs hariç Anadolu'nun kuzeyinde ve Avrupa'da yayılış gösteren populasyonların kendi içlerinde daha yüksek oranda gruplanabildikleri görülmektedir. Analizde Ad-Ha, Ma-Yy, Si-Ks, Kr-Fs, Blagoevgrad, Erlangen01 % 100, Ni-Bo ve Ky-Er ise % 80.0 ile en yüksek doğru sınıflandırma yüzdesine sahip çıkmışlardır. Diğer taraftan kendi içerisinde % 50.0'nin altında gruplanan İz-Nf, Af-Çt, An-Te ve An-Ak ise birbirleri içerisinde farklı oranlarda gruplanmışlardır.

Faktör analizinden elde edilen sonuçlar kullanılarak yapılan KAF analizinde Fonksiyon-1 ve Fonksiyon-2'ye göre populasyonların nasıl gruplandıkları görülmektedir (Şekil 3.28). Fonksiyon 1 Ad-Ha populasyonunu diğer tüm populasyonlardan kuvvetli şekilde ayırmaktadır. Erlangen01 ve Blagoevgrad populasyonları Erlangen01 populasyonuna ait bir birey hariçinde tüm Anadolu populasyonlarından yine fonksiyon 1 ile ayrılmaktadır (Şekil 3.28). Diğer fonksiyon ise hem Ad-Ha'yı hem de Erlangen01 populasyonunu tüm Anadolu ve Blagoevgrad populasyonlarından ayırmaktadır. KAF analizi Kr-Fs populasyonu açısından ise net bir durum ortaya koyamamıştır. Her ne kadar fonksiyonlar bakımından Kr-Fs populasyonu için ayrılıklar net değilse de, Kr-Fs populasyonuna ait bireylerin kendi içlerinde gruplandığı görülmektedir (Şekil 3.28). Ayrıca Avrupa populasyonlarının fonksiyon 1 bakımından kendi içlerinde tüm Anadolu populasyonları ile kıyaslandığında daha benzer oldukları görülmektedir.

C. brunneus alt grubu erkek bireylerine ait yapılan morfometrik değerlendirme birbirinden farklı 4 farklı birime işaret etmektedir. *C. brunneus* populasyonu olan Erlangen01 Anadolu ve Bulgaristan populasyonlarından tamamen ayrılmıştır. Ancak Anadolu'dan kaydedilen populasyonlar büyük oranda kendi içerisinde gruplanmış ve en yakın olarak Avrupa populasyonunun dahil ettiğimiz *C. bornhalmi* populasyonuna benzerlik göstermektedir. Diğer Taraftan Ad-Ha populasyonu diğer tüm populasyonlardan en uzak noktada gruplanmıştır ve herhangi tanımlanmış bir taksona yakın bulunmamıştır.



Şekil 3.28. *C. brunneus* alt-grubu 12 Anadolu ve 2 Avrupa popülasyonunun erkek bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu

Dişi Bireylerin Değerlendirilmesi

C. brunneus alt grubu dişilerine ait toplam 10 popülasyondan (İz-Nf, An-Te, Ad-Ha, Ni-Bo, Ky-Er, Kr-Fs, Si-Ks, Ga-Nz, Erlangen01 ve Blagoevgrad (Bulgaristan)) 91 dişi bireyden alınan ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler Ek-2’de verilmiştir. Morfoloji kaynaklı veri setimizin faktör analizine uygunluğu KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) değeri % 87 ve Bartlett test değeri $P=0.000$ sonuçları ile belirlenmiştir. Bu sonuç açısından veriler faktör analizine yüksek oranda uygunluk gösterdi. Öz değer istatistiği (eigenvalue) >1 alınarak 26 morfometrik veri 5 farklı faktör altında toplanmıştır (Çizelge 3.19). Elde edilen bu 5 faktör birlikte toplam varyansın % 83.3’ünü açıklamaktadır. Matriste de görüldüğü gibi faktörlerin altında > 0.6 faktör ağırlığına sahip karakter sayısı sırasıyla; 1. faktör 14 karakter (TB, A, SOTU, B, TEG, PYPY, BP, LKEGY, FEMB, TSSPU, MKB, MEY,

SAEY, AOSG), 2. faktör 4 karakter (LKEDY, AU, FAVB, PYPEDY), 3. faktör 2 karakter (AOSU, SOOU), 4. faktör 2 karakter (GEDM, GVC), 5. faktör 2 karakter (FAVEGY, FEMEGY)'dir (Çizelge 3.19). Faktör analizi ile oluşturulan faktörlere ait elde edilen regresyon skorları bağımsız değişkenler olarak kaydedilip bir sonraki grupta analizi için hazırlandı

Çizelge 3.19. *C. brunneus* alt-grubu dişi bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri

Karakterler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
TB	^a 0,967	0,048	-0,112	0,013	0,116
A	^a 0,936	-0,055	-0,140	0,027	-0,032
SOTU	^a 0,928	0,016	-0,201	0,043	0,245
B	^a 0,919	0,188	-0,008	-0,115	0,053
TEG	^a 0,898	-0,004	0,048	0,055	-0,286
PYPU	^a 0,896	-0,119	0,007	0,167	0,275
BP	^a 0,873	0,163	-0,024	0,205	0,119
LKEGY	^a 0,834	-0,038	0,275	-0,106	0,245
FEMB	^a 0,831	0,218	-0,139	0,246	0,127
TSSPU	^a 0,828	0,257	-0,061	0,255	-0,054
MKB	^a 0,823	0,263	0,172	0,221	-0,044
MEY	^a 0,811	0,212	0,333	-0,231	-0,206
SAEY	^a 0,807	0,326	0,124	0,167	-0,105
AOSG	^a 0,794	-0,123	-0,347	0,357	0,107
LKEDY	0,012	^a 0,869	0,171	-0,032	0,049
AU	-0,276	^a -0,707	0,509	0,104	0,061
FAVB	0,123	^a 0,700	-0,319	0,261	0,270
PYPEDY	0,348	^a 0,689	0,399	0,282	-0,121
AOSU	-0,373	-0,141	^a 0,800	0,262	0,017
SOOU	-0,449	0,304	^a -0,646	0,429	-0,061
TSOPU	0,146	0,089	0,596	-0,076	0,010
PCAEY	0,563	-0,197	-0,584	0,124	0,326
GEDM	0,253	0,326	0,231	^a 0,801	0,126
GVC	0,239	-0,130	-0,348	^a 0,694	-0,279
FAVEGY	-0,134	0,444	-0,080	-0,245	^a 0,727
FEMEGY	0,465	-0,124	0,073	0,108	^a 0,654

(0.6 > olanlar koyu olarak gösterilmiştir)

KAF analizinin veri setine uygunluğunu kontrol eden ve Çizelge 3.20.'de verilen korelasyon matrisinde görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmamaktadır. Çizelge 3.21.'deki Kanonikl Korelasyon değerinden analizde sadece 5 fonksiyonun hesaplandığı görülmektedir. Bu fonksiyonlardan bağımlı değişkenlerdeki varyansın, 1. fonksiyon ($0.989^2=0.978$) yaklaşık % 98'sini, 2. fonksiyon ($0.963^2=0.927$) yaklaşık % 93'ünü, 3. fonksiyon ($0.947^2=0.896$) yaklaşık % 90'nını, 4. fonksiyon ($0.921^2=0.848$) yaklaşık % 85'ini ve 5. fonksiyon ($0.872^2=0.760$) yaklaşık % 76'sını açıklayabildiği görülmektedir.

Çizelge 3.20. *C. brunneus* alt-grubu dişi bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi

	Faktör skor 1	Faktör skor 2	Faktör skor 3	Faktör skor 4	Faktör skor 5
Korelasyon					
Faktör skor 1	1,000	-,078	,199	,096	-,282
Faktör skor 2	-,078	1,000	,054	-,085	,029
Faktör skor 3	,199	,054	1,000	,352	,285
Faktör skor 4	,096	-,085	,352	1,000	,147
Faktör skor 5	-,282	,029	,285	,147	1,000

KAF analizi için kullanılan 2 fonksiyonun öz değer istatistiği incelendiğinde 1. fonksiyonun (43.122) tek başına bağımlı değişkendeki varyansın yarısından fazlasını açıklaya bildiği görülmektedir. Yine aynı çizelgede Wilks' Lambda değerleri her bir ayırma fonksiyonu için öz değer istatistiğinin anlamlılığını göstermektedir. Analizde tüm faktörler için testin anlamlı olduğu görülmektedir.

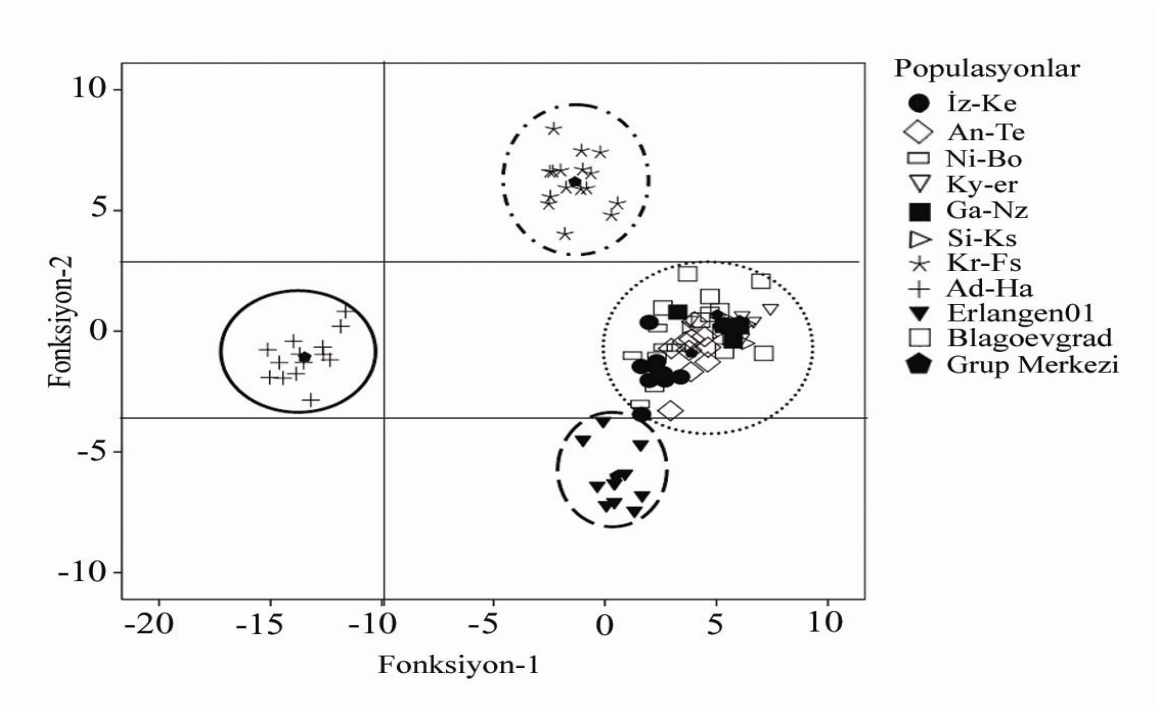
Faktör analizinden elde edilen sonuçlar kullanılarak yapılan KAF analizinde Fonksiyon-1 ve Fonksiyon-2'ye göre populasyonların nasıl gruplandıkları görülmektedir (Şekil. 3.29). Fonksiyon 1 Ad-Ha populasyonunu diğer tüm populasyonlardan kuvvetli şekilde ayırmaktadır. Fonksiyon 2 ise hem Erlangen hem de Kr-Fs populasyonunu diğer tüm populasyonlardan ayırmaktadır. Bu iki fonksiyon aynı zamanda Kr-Fs ve Ad-Ha

populasyonları hariç tüm Anadolu populasyonlarını Blagoevgrad populasyonu ile aynı alanda gruplamış ve Erlangen01 populasyonundan (bir birey hariç) tamamen ayırmıştır (Şekil 3.29).

Çizelge 3.21. *C. brunneus* alt-grubu dişi bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 5 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lambda değerleri ve analiz sonuçları

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kanonikl Korelasyonu
1	43.122	58.6	58.6	.989
2	12.865	17.5	76.1	.963
3	8.756	11.9	88.0	.947
4	5.623	7.6	95.7	.921
5	3.177	4.3	100.0	.872
Test Fonksiyonları	Wilks' Lambda	X ²	sd	sig
1'den 2'ye	.000	991.189	45	.000
2'den 3'e	.000	678.765	32	.000
3'den 4'e	.004	461.839	21	.000
4'den 5'e	.036	273.916	12	.000
5	.239	117.951	5	.000

KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 89.0'unun doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir. Ad-Ha, Kr-Fs, Blagoevgrad, Erlangen % 100, İz-Nf ve An-Te % 90.0, Ky-Er ve Si-Ks ise % 80.0 ile en yüksek doğru sınıflandırma yüzdesine sahip çıkmışlardır. Diğer taraftan kendi içerisinde % 50.0 ve altında olan populasyonlar Ga-Nz ve Ni-Bo olarak görülmektedir. Farklı populasyonların grup merkezleri içerisinde bireyleri bulunan ve onlarla gruplaşan populasyonlara baktığımızda Ni-Bo, Ky-Er ve Ga-Nz populasyonlarının iki farklı ve İz-Nf'in ise sadece diğer bir populasyon ile gruplaşmışlardır.



Şekil 3.29. *C. brunneus* alt-grubu 8 Anadolu ve 2 Avrupa populasyonun dişi bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu

C. brunneus alt grubu dişi bireylerine ait yapılan morfometrik değerlendirme birbirinden farklı 4 farklı birime işaret etmektedir. *C. brunneus* populasyonu olan Erlangen01 Anadolu ve Bulgaristan populasyonlarından tamamen ayrılmıştır. Ancak Anadolu'dan kaydedilen populasyonlar, Avrupa populasyonunu dahil ettiğimiz *C. bornhalmi* taksonuna benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan Kr-Fs populasyonuna ait dişiler ile Ad-Ha populasyonu ait dişiler diğer tüm populasyonlardan en uzak noktada gruplanmıştır ve herhangi tanımlanmış bir taksona yakın bulunmamıştır.

3.2.2.3. *C. mollis* alt grubu değerlendirme

Erkek Bireylerin Değerlendirilmesi

Tüm *C. biguttulus* grubu verilerine uygulanan analizler populasyonları üç grup halinde gruplamış ve 12 populasyon (İz-Bo, Af-Çt, Is-Da, Is-De, Ça-El, Ça-Il-Ye, Ks-Sr, As-So, Sa-Ld, To-Ça, At-Yç ve Erlangen02) *C. mollis* alt grubu özellikleri göstermiştir. Bu

12 popülasyona ait 207 erkek bireyden ölçülen 26 karakter için sayısal değerlerin alt ve üst sınırları, ortalamaları ve standart sapmaları Ek-3'de verilmiştir. Morfoloji kaynaklı veri setimizin faktör analizine uygunluğu açısından sınıandığında KMO değeri % 76 ve Bartlett test değeri $P=0.000$ olarak saptandı. Bu sonuç açısından veriler faktör analizine yüksek oranda uygunluk gösterdi. Öz değer istatistiği >1 alınarak 26 morfometrik verinin 6 farklı faktör altında toplandığı görülmektedir (Çizelge 3.22). Elde edilen bu 6 faktör birlikte toplam varyansın % 72.4'ünü açıklamaktadır. Matriste de görüldüğü gibi faktörlerin altında > 0.6 faktör ağırlığına sahip karakter sayısı sırasıyla; 1. faktör 3 karakter (PYPY, MKB, MEY), 2. faktör 2 karakter (TB, SOTU), 3. faktör 3 karakter (PYPEDY, FEMEGY, FEMB), 4. faktör 2 karakter (AOSU, FAVEGY), 5. faktör 2 karakter (B, SAEY), 6. faktör 2 karakter (A, FAVB)'dir (Çizelge 3.22). Faktör analizi ile oluşturulan faktörlere ait elde edilen Regresyon skorları bağımsız değişkenler olarak kaydedilip bir sonraki grupta analizi için hazırlandı

KAF analizinin veri setine uygunluğunu kontrol eden ve Çizelge 3.23'da verilen korelasyon matrisinde görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmamaktadır. Diskriminant fonksiyonlarının önemi kanonik korelasyon, öz değer ve Wilks' Lambda istatistiklerine bakılarak belirlenmiştir. Çizelge 3.24.'daki kanonik korelasyon değerlerinden, sadece 6 fonksiyonun analiz için hesaplandığı görülmektedir. Bu fonksiyonların bağımlı değişkenlerdeki varyansı açıkladıkları değerleri sırasıyla; 1. fonksiyon ($0.966^2=0.933$) yaklaşık % 93'ünü, 2. fonksiyon ($0.936^2=0.876$) yaklaşık % 88'ini, 3. fonksiyon ($0.913^2=0.834$) yaklaşık % 83'ünü, 4. fonksiyon ($0.850^2=0.723$) yaklaşık % 72'sini, 5. fonksiyon ($0.562^2=0.316$) yaklaşık % 32'sini ve 6. fonksiyon ise ($0.230^2=0.052$) % 5'ini açıklayabilmektedir. KAF analizi için kullanılan 2 fonksiyonun öz değer istatistiği incelendiğinde 1. fonksiyonun (13.971) tek başına bağımlı değişkendeki varyansın yaklaşık yarısını açıklaya bildiği görülmektedir. Yine aynı çizelgede Wilks' Lambda değerleri her bir ayırma fonksiyonu için öz değer istatistiğinin anlamlılığını göstermektedir. Analizde 6 numaralı fonksiyon hariç tüm fonksiyonlar için testin anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.22. *C. mollis* alt-grubu erkek bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri

Karakterler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5	Faktör 6
PYPU	^a 0,745	0,018	0,209	-0,130	-0,041	-0,280
MKB	^a 0,739	0,144	0,070	0,439	-0,177	0,042
MEY	^a 0,642	0,043	0,218	0,010	0,028	-0,179
TSSPU	0,570	-0,173	-0,162	0,532	-0,307	0,031
BP	0,552	0,129	0,549	-0,177	-0,039	-0,213
TB	0,117	- ^a 0,907	-0,080	-0,139	-0,066	-0,007
SOTU	0,011	- ^a 0,905	-0,068	-0,153	0,014	-0,092
TSOPU	0,332	0,571	0,403	-0,081	0,189	0,039
GVC	0,292	0,551	0,048	-0,225	0,048	-0,036
LKEDY	-0,376	0,481	0,190	-0,009	-0,167	0,319
PYPEDY	0,113	0,220	^a 0,733	-0,064	-0,098	0,229
FEMEGY	0,386	0,310	^a 0,700	-0,099	0,160	0,091
FEMB	0,126	0,054	^a 0,663	0,230	0,364	-0,141
LKEGY	0,430	-0,225	0,545	0,206	0,009	-0,156
GEDM	-0,074	-0,035	0,527	-0,306	0,261	-0,241
AOSU	0,045	0,062	0,057	^a 0,843	0,141	-0,242
FAVEGY	-0,173	-0,116	0,077	^a 0,733	-0,219	0,274
AOSG	0,136	0,201	-0,274	0,488	-0,017	-0,111
B	0,080	0,155	0,144	-0,003	^a 0,828	0,081
SAEY	-0,099	-0,234	0,055	-0,023	^a 0,694	-0,097
TEG	0,420	-0,365	-0,158	0,169	-0,507	-0,029
A	-0,249	0,118	0,006	-0,112	0,168	^a 0,796
FAVB	-0,015	-0,125	-0,253	0,213	-0,157	^a 0,678
AU	0,339	-0,069	0,010	0,442	0,287	-0,548
SOOU	-0,326	0,343	0,407	-0,249	0,196	0,426
PCAEY	-0,079	0,250	0,251	-0,243	0,208	0,339

(0.6 > olanlar koyu olarak gösterilmiştir)

KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 69.8'inin doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir. İz-Bo, As-So ve Erlangen02 hariç geriye kalan tüm populasyonlar en az iki farklı populasyon ile gruplama göstermektedir. Analizde Ça-El, Af-Şu, Is-Da ve Is-De populasyonları birbirleri içerisinde gruplanırken, Ks-Sr ve At-Yç kendi içerisinde Ça-Il-Ye, Sa-Ld ve To-Ça populasyonları ise kendi içlerinde gruplanma göstermektedirler.

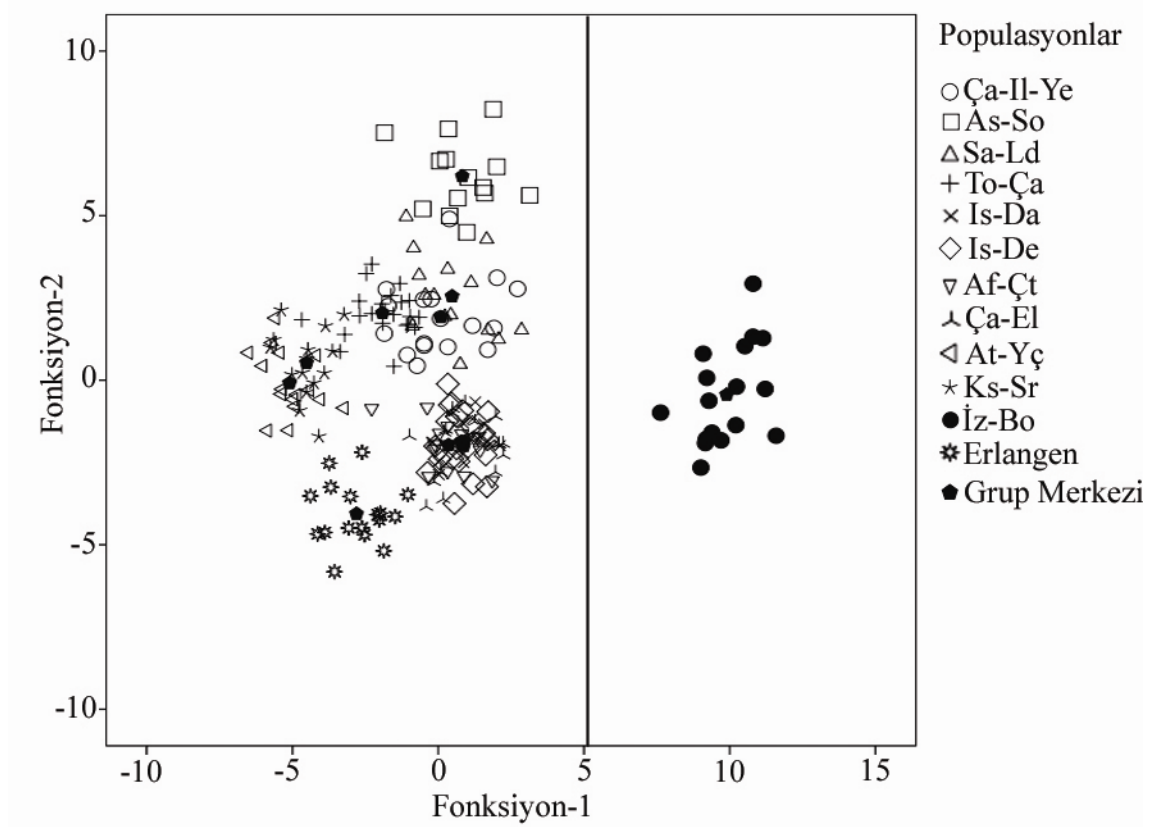
Çizelge 3.23. *C. mollis* alt-grubu erkek bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi

	Faktör skor 1	Faktör skor 2	Faktör skor 3	Faktör skor 4	Faktör skor 5	Faktör skor 6
Korelasyon						
Faktör skor 1	1.000	.050	-.305	.071	.502	.598
Faktör skor 2	.050	1.000	-.402	-.343	-.248	-.351
Faktör skor 3	-.305	-.402	1.000	.500	-.225	.069
Faktör skor 4	.071	-.343	.500	1.000	.237	.348
Faktör skor 5	.502	-.248	-.225	.237	1.000	.437
Faktör skor 6	.598	-.351	.069	.348	.437	1.000

Çizelge 3.24. *C. mollis* alt-grubu erkek bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 6 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lambda değerleri ve analiz sonuçları

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kanonikl Korelasy
1	13,971	48.0	48.0	.966
2	7,012	24.1	72.1	.936
3	5,015	17.2	89.3	.913
4	2,605	8.9	98.2	.850
5	,463	1.6	99.8	.562
6	.056	.2	100.0	.230
Test Fonksiyonları	Wilks' Lambda	X ²	sd	Sig
1'den 2'ye	.000	1593,283	66	.000
2'den 3'e	.004	1073,708	50	.000
3'den 4'e	.030	674,171	36	.000
4'den 5'e	.180	329,670	24	.000
5'den 6'ya	.647	83,464	14	.000
6	.947	10,459	6	.107

KAF analizi sonucu elde edilen şekilde Fonksiyon-1 ve Fonksiyon-2'ye göre populasyonların nasıl gruplandıkları görülmektedir (Şekil 3.30). Fonksiyon 1 İz-Bo populasyonunu diğer tüm populasyonlardan kuvvetli şekilde ayırmaktadır. Her ne kadar Erlangen02 ve As-So populasyonu geniş grubun iki ucunda yer alsalar da her hangi bir fonksiyon tarafından bu iki populasyon diğerlerinden ayrılmamışlardır (Şekil 3.30). Fonksiyon-2 gruplar arasında herhangi bir ayırma işaret etmemektedir.



Şekil 3.30. *C. mollis* alt-grubu 11 Anadolu ve 1 Avrupa populasyonun erkek bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu

C. mollis alt grubu erkek bireylerine ait yapılan morfometrik değerlendirme 2 farklı birime işaret etmektedir. Bunlardan İz-Bo *C. bozdaghi* taksonunu işaret ederken, Anadoludan toplanan diğer tüm populasyonlar *C. mollis mollis* taksonunun bir populasyonu olan Erlangen02 ile benzerlik göstermiştir.

Dişi Bireylerin Değerlendirilmesi

C. mollis alt grubu dişilerine ait analizler, toplam 8 popülasyondan 87 bireyden ölçüm alma işlemi sonucu gerçekleştirildi ve tanımlayıcı istatistikleri hesaplandı (Ek-4). Morfoloji kaynaklı veri setimizin faktör analizine uygunluğu açısından sınındığında KMO değeri % 87 ve Bartlett test değeri $P=0.000$ olarak saptandı. Sonuçlar verilerin faktör analizine yüksek oranda uygunluk gösterdiğini belirlemiştir. Öz değer istatistiği >1 alınarak 26 morfometrik verinin 5 farklı faktör altında toplandığı görülmektedir (Çizelge 3.25). Elde edilen bu 5 faktör birlikte toplam varyansın % 83.3'ünü açıklamaktadır. Matriste de görüldüğü gibi faktörlerin altında > 0.6 faktör ağırlığına sahip karakter sayısı sırasıyla; 1. faktör 15 karakter (PYPEDY, FEMEGY, SOTU, TB, BP, FEMB, TSOPU, MKB, PCAEY, PYPU, LKEDY, GEDM, GVC, SOOU, SAEY), 2. faktör 5 karakter (A, MEY, B, AU, FAVB), 3. faktör 2 karakter (AOSU, AOSG), 4. faktör 1 karakter (FAVEGY), 5. faktör 1 karakter (LKEGY), 6. faktör 1 karakter (TEG)'dir. Faktör analizi ile oluşturulan faktörlere ait elde edilen Regresyon skorları bağımsız değişkenler olarak kaydedilip bir sonraki grupta analizi için hazırlandı

KAF analizinin veri setine uygunluğunu kontrol eden ve Çizelge 3.26'de verilen korelasyon matrisinde görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmamaktadır. Çizelge 3.27'deki Kanonikl Korelasyon değerinden analizde sadece 5 fonksiyonun hesaplandığı görülmektedir. Bu fonksiyonlar sırasıyla bağımlı değişkenlerdeki varyansın 1. fonksiyon ($0.986^2=0.972$) yaklaşık % 97'sini, 2. fonksiyon ($0.940^2=0.884$) yaklaşık % 88'ini, 3. fonksiyon ($0.823^2=0.677$) yaklaşık % 68'ini, 4. fonksiyon ($0.288^2=0.083$) yaklaşık % 8'ini ve 5. fonksiyon ($0.097^2=0.094$) yaklaşık % 1'ini açıklayabildiği görülmektedir. KAF analizi için kullanılan 2 fonksiyonun öz değer istatistiği incelendiğinde 1. fonksiyonun (34.133) tek başına bağımlı değişkendeki varyansın dörtte üçünden fazlasını açıklaya bildiği görülmektedir. Yine aynı çizelgede Wilks' Lambda değerleri her bir ayırma fonksiyonu için öz değer istatistiğinin anlamlılığını göstermektedir. Analizde tüm fonksiyonlar için testin anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.25. *C. mollis* alt-grubu diş bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri

Karakterler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5	Faktör 6
PYPEDY	^a 0.927	-0.065	-0.179	0.009	0.004	0.031
FEMEGY	^a 0.925	-0.072	0.076	0.042	0.092	-0.086
SOTU	^a - 0.905	0.159	0.169	-0.059	-0.044	0.168
TB	^a -0.898	-0.227	0.093	0.141	0.115	0.001
BP	^a 0.882	0.057	-0.050	-0.047	0.168	0.191
FEMB	^a 0.881	-0.048	0.088	0.030	0.111	0.036
TSOPU	^a 0.809	0.184	-0.067	0.309	0.274	-0.011
MKB	^a 0.809	0.265	0.014	0.164	0.352	0.100
PCAEY	^a 0.801	0.461	0.059	0.153	-0.113	0.048
PYPU	^a 0.793	-0.218	-0.229	0.164	0.166	-0.111
LKEDY	^a 0.769	-0.251	-0.262	-0.036	0.264	-0.059
GEDM	^a 0.745	0.028	0.075	0.188	-0.191	0.104
GVC	^a 0.719	-0.434	-0.032	0.194	0.191	0.089
SOOU	^a 0.685	-0.282	-0.070	0.151	0.016	0.294
SAEY	^a -0.644	-0.179	0.012	0.455	0.329	-0.243
TSSPU	0.548	0.308	0.139	-0.121	0.364	0.247
A	-0.144	^a 0.848	0.079	0.113	0.093	-0.177
MEY	0.083	^a 0.775	0.093	0.299	-0.220	0.173
B	-0.158	^a 0.731	0.171	-0.223	0.023	-0.054
AU	0.439	^a 0.650	0.198	0.070	-0.185	0.181
FAVB	0.402	^a 0.603	0.166	0.443	-0.002	0.129
AOSU	0.003	0.226	^a 0.927	0.053	-0.084	-0.099
AOSG	-0.199	0.239	^a 0.879	-0.089	-0.116	-0.010
FAVEGY	0.168	0.134	-0.048	^a 0.846	-0.062	0.072
LKEGY	0.304	-0.073	-0.260	-0.046	^a 0.713	0.101
TEG	-0.013	-0.092	-0.094	0.067	0.085	^a 0.910

KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 72.4'ünü doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir. Ça-II-Ye ve İz-Bo populasyonları % 100, ile en yüksek doğru sınıflandırma yüzdesine sahip çıkmışlardır. Diğer taraftan kendi içerisinde % 50.0 ve altında olan populasyonlar Af-Çt ve Ks-Sr olarak görülmektedir. Diğerleri içerisinde gruplanan populasyonlara baktığımızda As-So ve Ks-Sr iki, Sa-Ld, To-Ça ve Is-Da populasyonlarının ise üç farklı populasyon ile gruplaştığı saptanmıştır.

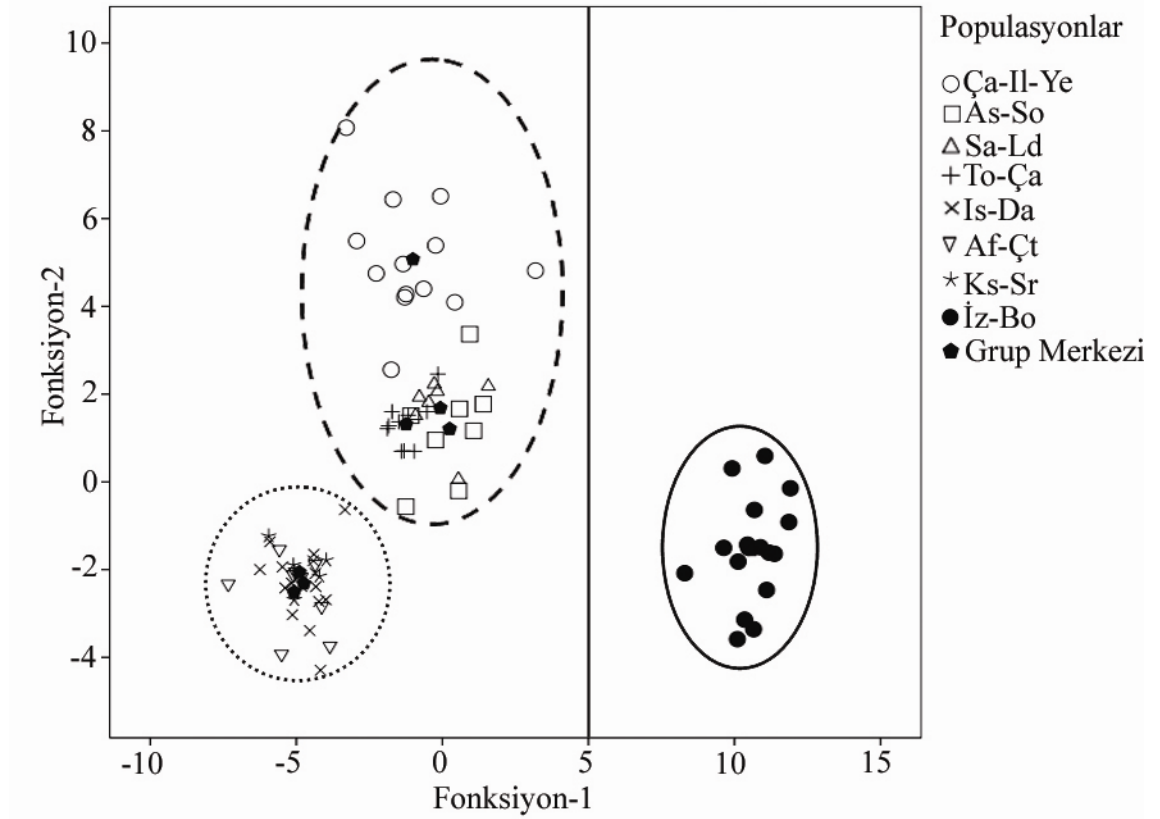
Çizelge 3.26. *C. mollis* alt-grubu diş bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi

	Faktör skor 1	Faktör skor 2	Faktör skor 3	Faktör skor 4	Faktör skor 5	Faktör skor 6
Korelasyon						
Faktör skor 1	1.000	-.402	.521	.252	-.138	.035
Faktör skor 2	-.402	1.000	-.477	-.180	.413	-.215
Faktör skor 3	.521	-.477	1.000	-.011	.062	-.044
Faktör skor 4	.252	-.180	-.011	1.000	-.343	.163
Faktör skor 5	-.138	.413	.062	-.343	1.000	.087
Faktör skor 6	.035	-.215	-.044	.163	.087	1.000

Çizelge 3.27. *C. mollis* alt-grubu diş bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 5 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lambda değerleri ve analiz sonuçları

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kaonikl Korelasyonu
1	34.133	77.8	77.8	.986
2	7.556	17.2	95.0	.940
3	2.092	4.8	99.8	.823
4	.090	.2	100.0	.288
5	.009	.0	100.0	.097
Test Fonksiyonları	Wilks' Lambda	X ²	sd	sig
1'den 2'ye	.001	550.972	35	.000
2'den 3'e	.034	268.021	24	.000
3'den 4'e	.294	97.368	15	.000
4'den 5'e	.909	7.615	8	.472
5	.991	.747	3	.862

Faktör analizinden elde edilen sonuçlar kullanılarak yapılan KAF analizinde Fonksiyon-1 ve Fonksiyon-2'ye göre populasyonların nasıl gruplandıkları görülmektedir (Şekil 3.31). Fonksiyonlardan 1 nolu fonksiyon İz-Bo populasyonunu diğer tüm populasyonlardan kuvvetli şekilde ayırmaktadır. Diğer fonksiyon ise populasyonlar arasından herhangi bir ayırım yapamamıştır. Ancak grup merkezlerine bakıldığında Ça-İl-Ye, As-So, Sa-Ld ve To-Ça populasyonları bir grup Is-Da, Af-Çt ve Ks-Sr populasyonları ise bir grup olarak gözükmemektedirler (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. *C. mollis* alt-grubu 8 Anadolu populasyonun dişi bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu

C. mollis alt grubu dişi bireylerine ait yapılan morfometrik değerlendirme 3 farklı birime işaret etmektedir. Bunlardan İz-Bo *C. bozdaghi* taksonunu işaret ederken, Anadolu'dan toplanan diğer tüm populasyonlar iki parçaya ayrılmıştır. Bunlardan Is-Da, Af-Çt ve Ks-Sr *C. mollis mollis* taksonuna benzerlik gösterirken diğerleri bu iki taksonun içerisinde yer almamıştır.

3.2.2.4. *C.biguttulus* alt grubu değerlendirme

Erkek Bireylerin Değerlendirilmesi

Tüm *C. biguttulus* alt grubu özelliklerini gösteren 4 popülasyondan toplam 63 erkek bireyden ölçüm alındı. Ölçümlerin karşılaştırılabilmesi için alt ve üst sınırları, ortalamaları ve standart sapmaları Ek-5’de verilmiştir. Morfoloji kaynaklı veri setimizin faktör analizine uygunluğu açısından sınıandığında KMO değeri % 85 ve Bartlett test değeri $P=0.000$ olarak saptanması ile faktör analizine uygunluğunun yüksek olduğu görüldü. Öz değer istatistiği >1 alınarak 26 morfometrik verinin 5 farklı faktör altında toplandığı görülmektedir (Çizelge 3.28). Elde edilen bu 5 faktör birlikte toplam varyansın % 76.7’sini açıklamaktadır. Matriste de görüldüğü gibi faktörlerin altında > 0.6 faktör ağırlığına sahip karakter sayısı sırasıyla; 1. faktör 13 karakter (SOOU, PCAEY, BP, GEDM, TSOPU, PYPY, FEMEGY, AOSU, TB, LKEGY, AOSG, PYPEDY, MKB), 2. faktör 9 karakter (TEG, B, SAEY, SOTU, FEMB, LKEDY, A, MEY, AU), 3. faktör 1 karakter (TSSPU), 4. faktör 1 karakter (FAVB), 5. faktör 1 karakter (GVC)’dir. Faktör analizi ile oluşturulan faktörlere ait elde edilen Regresyon skorları bağımsız değişkenler olarak kaydedilip bir sonraki grupta analizi için hazırlandı

KAF analizinin veri setine uygunluğunu kontrol eden ve Çizelge 3.29’de verilen korelasyon matrisinde görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmamaktadır. Diskriminant fonksiyonlarının önemini belirlemek için kanonik korelasyon, öz değer ve Wilks’ Lambda istatistiklerine bakmamız gerekmektedir. Çizelge 3.30’deki Kanonik Korelasyon değerinden analizde sadece 3 fonksiyonun hesaplandığı görülmektedir. Bu fonksiyonların bağımlı değişkenlerdeki varyansın 1. fonksiyon ($0.986^2 = 0.972$) yaklaşık % 97’sini, 2. fonksiyon ($0.964^2 = 0.929$) yaklaşık % 93’ünü ve 3. fonksiyon ise ($0.141^2 = 0.019$) % 2’sini açıklayabildiği görülmektedir. KAF analizi için kullanılan 2 fonksiyonun öz değer (eigenvalue) istatistiği incelendiğinde 1. fonksiyonun (35.521) tek başına bağımlı değişkenlerdeki varyansın neredeyse %75’ini açıklaya bildiği görülmektedir. Yine aynı çizelgede Wilks’ Lambda değerleri her bir ayırma fonksiyonu için

öz değeri istatistiğinin anlamlılığını göstermektedir. Analizde 3 numaralı fonksiyon hariç tüm fonksiyonlar için testin anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.28. *C. biguttulus* alt-grubu erkek bireylerine ait 26 morfolojik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri

Karakterler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
SOOU	^a 0.903	0.051	-0.004	-0.291	0.099
PCAEY	^a 0.872	-0.205	-0.002	-0.263	0.000
BP	^a 0.861	-0.081	0.166	-0.155	0.096
GEDM	^a 0.840	-0.184	0.087	-0.161	0.103
TSOPU	^a 0.806	-0.403	0.152	-0.082	0.081
PYPU	^a 0.768	-0.092	0.076	0.297	0.233
FMEGY	^a 0.745	-0.104	0.376	-0.039	-0.156
AOSU	^a -0.737	-0.196	0.257	0.350	0.137
TB	^a -0.718	0.614	-0.041	0.157	-0.049
LKEGY	^a 0.706	0.012	0.314	0.210	-0.053
AOSG	^a 0.696	-0.409	0.025	-0.103	0.113
PYPEDY	^a 0.684	0.216	0.290	0.130	0.135
MKB	^a 0.630	-0.289	0.610	-0.077	0.184
FAVEGY	0.538	-0.367	-0.103	0.212	0.436
TEG	-0.159	^a 0.857	0.007	0.078	0.004
B	-0.109	^a -0.817	0.229	0.275	-0.184
SAEY	-0.134	^a 0.814	-0.105	0.012	-0.029
SOTU	-0.563	^a 0.795	-0.065	0.016	0.028
FEMB	-0.232	^a 0.794	0.067	0.009	0.009
LKEDY	0.484	^a 0.695	-0.027	-0.184	0.033
A	-0.556	^a 0.691	0.061	0.049	0.130
MEY	0.394	^a 0.661	-0.021	0.073	-0.016
AU	-0.254	^a 0.636	0.102	0.066	-0.168
TSSPU	0.145	-0.026	^a 0.876	-0.082	0.079
FAVB	-0.287	-0.086	-0.134	^a 0.811	-0.021
GVC	0.075	0.161	0.135	-0.045	^a 0.867

(0.6 > olanlar koyu olarak gösterilmiştir)

Çizelge 3.29. *C. biguttulus* alt-grubu erkek bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi

Korelasyon	Faktör skor 1	Faktör skor 2	Faktör skor 3	Faktör skor 4	Faktör skor 5
Faktör skor 1	1.000	.679	.045	.718	-.228
Faktör skor 2	.679	1.000	.391	.491	-.259
Faktör skor 3	.045	.391	1.000	-.022	.012
Faktör skor 4	.718	.491	-.022	1.000	.046
Faktör skor 5	-.228	-.259	.012	.046	1.000

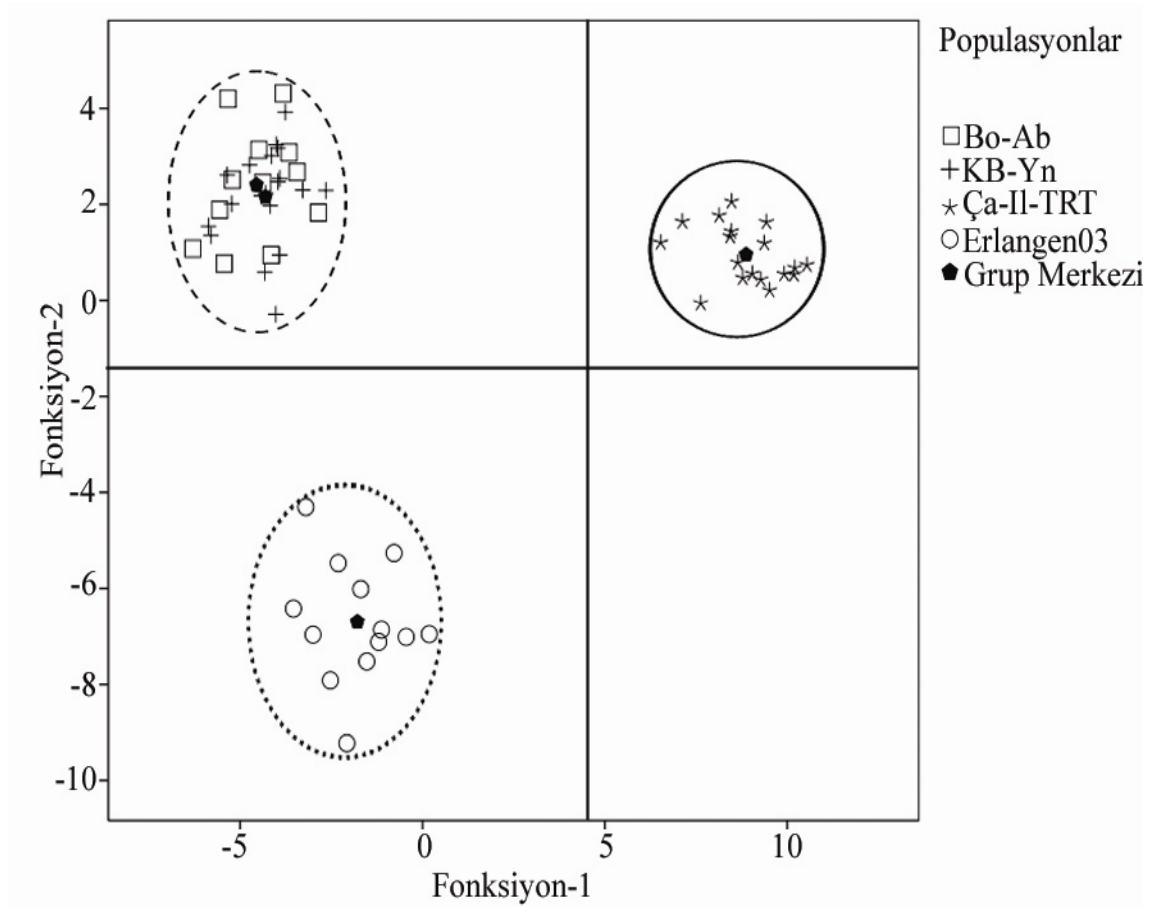
Çizelge 3.30. *C. biguttulus* alt-grubu erkek bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 6 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lambda değerleri ve analiz sonuçları

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kanonik Korelasyonu
1	35.521	73.1	73.1	.986
2	13.046	26.9	100	.964
3	.020	0	100	.141
Test Fonksiyonları	Wilks' Lambda	X ²	sd	sig
1'den 2'ye	.002	353.703	15	.000
2'den 3'e	.070	150.422	8	.000
3	.980	1.129	3	.770

KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 80.6'sının doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir. Ça-Il-TRT ve Erlangen03 populasyonları % 100 ile en yüksek doğru sınıflandırma yüzdesine

sahip çıkmışlardır. Geriye kalan iki populasyon olan Bo-Ab ve Kb-Yn ise birbirleri içerisinde gruplaşmışlardır.

Faktör analizinden elde edilen sonuçlar kullanılarak yapılan KAF analizinde Fonksiyon-1 ve Fonksiyon-2'ye göre populasyonların nasıl gruplandıkları görülmektedir (Şekil 3.32). Fonksiyonlardan 1 nolu fonksiyon Ça-Il-TRT populasyonunu diğer tüm populasyonlardan kuvvetli şekilde ayırmaktadır. Fonksiyon-2 ise Erlangen03 populasyonunu Bo-Ab, Kb-Yn ve Ça-Il-TRT populasyonlarından ayırmaktadır. Ancak Bo-Ab ve Kb-Yn populasyonlarına ait bireyler üst üste çakışmışlardır. (Şekil 3.32).



Şekil 3.32. *C. biguttulus* alt-grubu 3 Anadolu ve 1 Avrupa populasyonun erkek bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu

C. biguttulus alt grubu erkek bireylerine ait yapılan morfometrik değerlendirme 3 farklı birime işaret etmektedir. Bunlardan Ça-II-TRT *C. ilkazi* taksonuna, Bo-Ab ve Kb-Yn *C. biguttulus euhediceki* taksonuna işaret etmektedir. Erlangen03 ise *C. biguttulus biguttulus* taksonuna ait bir popülasyondur ve diğerlerinden ayrı bir noktadır.

Dişi Bireylerin Değerlendirilmesi

C. biguttulus alt grubu dişilerine ait ölçüm alma işlemleri 3 popülasyondan 42 birey ile gerçekleştirildi ve gerekli değerlendirmeler için çizelge haline getirildi (Ek-6). Veri setinin KMO testi değeri % 84 ve Bartlett test değeri $P=0.000$ olarak saptandı. Elde edilen sonuçlar verilerin faktör analizine yüksek oranda uygunluk gösterdiğini işaret etmiştir. Öz değer istatistiği >1 alınarak 26 morfometrik verinin 5 farklı faktör altında toplandığı görülmektedir (Çizelge 3.31). Elde edilen bu 5 faktör birlikte toplam varyansın % 83.6'sını açıklamaktadır. Matriste de görüldüğü gibi faktörlerin altında > 0.6 faktör ağırlığına sahip karakter sayısı sırasıyla; 1. faktör 19 karakter (SOTU, TB, LKEDY, TSOPU, FAVEGY, PYPEDY, MKB, GEDM, SOOU, FAVB, PYPU, FEMEGY, AU, TEG, BP, GVC, SAEY, MEY, PCAEY), 2. faktör 1 karakter (A), 3. faktör 2 karakter (B, TSSPU), 4. faktör 2 karakter (LKEGY, FEMB), 5. faktör 2 karakter (AOSU, AOSG)'dir. Faktör analizi ile oluşturulan faktörlere ait elde edilen Regresyon skorları bağımsız değişkenler olarak kaydedilip bir sonraki gruplama analizi için hazırlandı.

KAF analizinin veri setine uygunluğunu kontrol eden ve Çizelge 3.31'de verilen korelasyon matrisinde görüldüğü gibi veriler arasında çoklu bağlantı problemi bulunmamaktadır. Çizelge 3.32.'deki Kanonikl Korelasyon değerinden analizde sadece 2 fonksiyonun hesaplandığı görülmektedir. Bu fonksiyonlar sırasıyla bağımlı değişkenlerdeki varyansın 1. fonksiyon ($0.995^2=0.990$) yaklaşık % 99'unu ve 2. fonksiyon ($0.676^2=0.457$) yaklaşık % 46'sını açıklayabildiği görülmektedir. KAF analizi için kullanılan 2 fonksiyonun öz değer istatistiği incelendiğinde 1. fonksiyonun (99.233) tek başına bağımlı değişkendeki varyansın yaklaşık % 100'ünü açıklaya bildiği görülmektedir. Yine aynı çizelgede Wilks' Lambda değerleri her bir ayırma fonksiyonu için öz değer istatistiğinin

anlamlılığını göstermektedir. Analizde tüm fonksiyonlar için testin anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.31. *C. biguttulus* alt-grubu dişi bireylerine ait 26 morfometrik karaktere uygulanan Faktör analizi sonucu elde edilen faktörler ve karakterlerin özdeğerleri

Karakterler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
SOTU	^a -0.939	0.257	0.150	-0.056	0.076
TB	^a -0.933	0.300	0.145	-0.029	0.079
LKEDY	^a -0.929	0.260	0.173	-0.031	0.123
TSOPU	^a 0.928	-0.173	-0.235	0.087	-0.128
FAVEGY	^a 0.897	-0.275	-0.109	0.118	-0.009
PYPEDY	^a 0.893	-0.072	-0.166	0.002	0.077
MKB	^a 0.890	-0.082	-0.213	0.193	-0.202
GEDM	^a 0.882	-0.152	0.018	0.037	-0.187
SOOU	^a 0.882	-0.283	-0.045	0.200	-0.121
FAVB	^a 0.868	-0.200	-0.014	0.025	-0.190
PYPU	^a 0.866	-0.044	-0.253	0.132	-0.095
FEMEGY	^a 0.844	-0.204	-0.018	0.278	-0.084
AU	^a 0.805	-0.244	-0.080	0.313	-0.184
TEG	^a -0.799	0.400	0.082	0.048	0.097
BP	^a 0.772	-0.097	-0.424	-0.046	-0.301
GVC	^a 0.737	-0.065	-0.164	0.326	0.125
SAEY	^a -0.697	0.438	0.317	-0.159	0.095
MEY	^a -0.655	-0.042	0.234	0.289	-0.070
PCAEY	^a -0.605	0.255	0.190	0.374	0.141
A	-0.399	^a 0.844	0.143	0.053	0.061
B	-0.144	0.349	^a 0.776	-0.147	-0.156
TSSPU	-0.341	0.248	^a 0.641	0.362	0.242
LKEGY	0.193	-0.130	0.122	^a 0.882	-0.034
FEMB	0.309	0.253	-0.359	^a 0.645	0.063
AOSU	-0.172	0.080	0.248	-0.046	^a 0.845
AOSG	-0.103	-0.021	-0.234	0.061	^a 0.796

(0.6 > olanlar koyu olarak gösterilmiştir)

Çizelge 3.32. *C. biguttulus* alt-grubu dişi bireylerinde morfometrik değişkenler arası korelasyonu gösteren korelasyon matrisi

	Faktör skor 1	Faktör skor 2	Faktör skor 3	Faktör skor 4	Faktör skor 5
Korelasyon					
Faktör skor 1	1.000	.654	.456	-.199	.208
Faktör skor 2	.654	1.000	-.002	.038	.013
Faktör skor 3	.456	-.002	1.000	-.132	-.260
Faktör skor 4	-.199	.038	-.132	1.000	-.108
Faktör skor 5	.208	.013	-.260	-.108	1.000

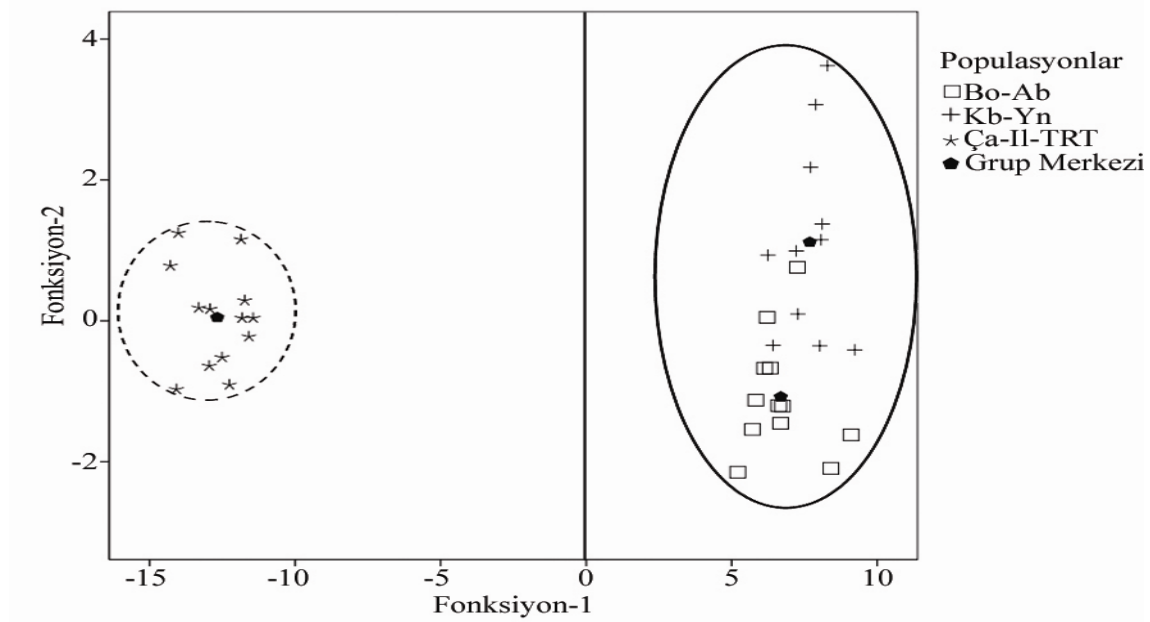
KAF analizi sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları, analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin % 91.7'sinin doğru olarak sınıflandırıldığı göstermektedir. Ça-II-TRT popülasyonu % 100 ile en yüksek doğru sınıflandırma yüzdesine sahip çıkmıştır. Diğer taraftan bu analizde yer alan diğer iki popülasyondan Bo-Ab % 91.7 ve Kb-Yn % 81.8 değeri ile kendi içlerinde gruplanmışlardır.

Faktör analizinden elde edilen sonuçlar kullanılarak yapılan KAF analizinde Fonksiyon-1 ve Fonksiyon-2'ye göre popülasyonların nasıl gruplandıkları görülmektedir

Çizelge 3.33. *C. biguttulus* alt-grubu dişi bireyleri için yapılan KAF analizinde kullanılan 5 fonksiyona ait Eigenvalue, Wilks' Lambda değerleri ve analiz sonuçları

Fonksiyon	Eigenvalue	Varyansın %	Kümülatif %	Kaonikl Korelasyonu
1	99.233	99.2	99.2	.995
2	.840	.8	100.0	.676
Test Fonksiyonları	Wilks' Lambda	X ²	sd	sig
1'den 2'ye	.005	161.737	10	.000
2	.543	18.905	4	.001

(Şekil 3.33). Fonksiyonlardan 1 nolu fonksiyon Ça-II-TRT popülasyonunu diğer iki popülasyondan kuvvetli şekilde ayırmaktadır. Diğer fonksiyon ise popülasyonlar arasında herhangi bir ayırım yapamamıştır (Şekil 3.33).



Şekil 3.33. *C. biguttulus* alt-grubu 3 Anadolu populasyonunun dişi bireylerine ait 26 morfometrik karakter bakımından KAF analiz sonucu

C. biguttulus alt grubu dişi bireylerine ait yapılan morfometrik değerlendirme erkek bireyler için uygulanan analizi destekler nitelikte sonuçlanmıştır. Bunlardan Ça-II-TRT *C. ilkazi* taksonuna, Bo-Ab ve Kb-Yn *C. biguttulus euhediceki* taksonuna işaret etmektedir.

3.3. Moleküler Veriler

Çalışmamızın planlama aşamasında seçmiş olduğumuz 16S rDNA ve COI genlerine ait DNA dizi çalışmaları gerçekleştirildi.

3.3.1. 16S rDNA geni verileri

16S rDNA dizilerine ait sonuçlar *C. biguttulus* grubu içerisinde çok düşük varyasyona sahip olduğu, çalışmamızın başlarında saptanmış ve kontrol amacıyla aynı altcins (*Glyptobothrus*) içerisinde yer alan diğer türlerden de aynı gene ait diziler elde edilmiştir. *C. biguttulus* grubuna ait 13 populasyon ile *Glyptobothrus* alt cinsi içerisinde yer alan diğer 5 populasyona ait toplam 40 bireyden 16S rDNA dizisi incelendi (Çizelge 3.34).

Veriler öncelikle Bioedit programı yardımıyla alignment (DNA dizilerinin karşılaştırılarak sıralanması) yapıldı. Sonrasında MEGA v.4.0 ve MacClade v.4.03 programları kullanılarak NEXUS formatında veri matrisine dönüştürüldü. Oluşturulan veri matrisinde genin 499–524 baz çifti uzunluğundaki bölgesinin dizileri tüm örnekler için elde edildi ve bu bölgenin 499 baz uzunluğundaki bölgesi genel karşılaştırmalar için kullanıldı.

C. biguttulus grubu kendi içinde değerlendirildiğinde 4 (Çizelge 3.35) ve tüm alt cinse ait diziler değerlendirildiğinde 10 haplotip varlığı belirlenmiştir. *C. biguttulus* grubu üyelerinin 26 dizi sonucuna ait 499 bazlık bölgenin 494 bazı korunmuş (conservative), 5 bazı değişken (polimorfik) ve 4 bazı parsimonik anlamda bilgi verici olarak saptandı (Çizelge 3.36). Aynı miktardaki dizinin *Glyptobothrus* alt cinsi içerisinde ise 499 bazlık bölgenin 489 bazı korunmuş, 10 bazı değişken ve bunlardan ise 5 bazı parsimonik anlamda kullanışlı olduğu saptandı. Dnasp-5 programı kullanılarak, Haplotiplerden özellikle Niğde haplotinin 12 farklı populasyon tarafından paylaşıldığı ve geriye kalan üç haplotipden sadece Erlangen02 haplotinin bulunduğu populasyona özgü olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar varyasyonun çok sınırlı olduğunu göstermiştir. Bu nedenle veri seti filogenetik bir analiz geliştirmemize olanak vermemiştir.

Çizelge 3.34. DNA izolasyonu gerçekleştirilip 16S rDNA geni dizileri belirlenen 18 popülasyona ait 40 örnek

Popülasyon adı	Dizileri elde edilen örnekler	Toplam dizi sayısı
<i>C. biguttulus</i> grubu		
Erlangen01 (Almanya)	ERL01_A, ERL01_B	2
Erlangen02 (Almanya)	ERL02_A, ERL02_B	2
Erlangen03 (Almanya)	ERL03_A, ERL03_B	2
Çankırı-Ilgaz-TRT	Ça-II-TRT_A, Ça-II-TRT_B	2
Çankırı-Ilgaz-Yenice	Ça-II-Ye_A, Ça-II-Ye_B	2
Afyon Şuhut	Af-Şu_A, Af-Şu_B	2
Tokat-Çamlıbel	To-Ça_A	1
Bolu-Abant	Bo-Ab_A, Bo-Ab_B, Bo-Ab_C	3
Antalya-Akseki	An-As_A, An-As_B	2
Adana-Hanyeri	Ad-Ha_A, Ad-Ha_B	2
Çankırı-Eldivan	Ça-El_A	1
Isparta-Davraz	Is-Da_A, Is-Da_B	2
Niğde-Bolkar dağı	Ni-Bo_A, Ni-Bo_B, Ni-Bo_C	3
<i>Glyptobothrus</i> diğer türler		
Avusturya-Hagen	Av-Ha	1
Erzurum-Palandöken	Er-Pa_A, Er-Pa_B, Er-Pa_C, Er-Pa_D	4
Çankırı-Ilgaz-Musa	Ça-II-Mu_A, Ça-II-Mu_B, Ça-II-Mu_C	3
Antalya-Geriş	An-Ge_A, An-Ge_B, An-Ge_C, An-Ge_D	4
Bursa-Uludağ	Bu-UI_A, Bu-UI_B	2

Çizelge 3.35. *C. biguttulus* grubuna ait çalışılan 13 popülasyondan gerçekleştirilen 26 dizi içerisinde saptanan 4 haplotip ve bunları paylaşılan diziler

Haplotip No	Haplotip Adı	Aynı Diziler
1	Niğde*	Ni-Bo_A, Ni-Bo_B, An-As_A, ERL01_A, ERL01_B, Bo-Ab_C, Is-Da_A, Is-Da_B, Ça-El_A, ERL02_A, Ça-II-TRT_A, Ça-II-TRT_B, Ad-Ha_A, Ad-Ha_B, Af-Şu_A, Af-Şu_B, Ça-II-Ye_A, Ça-II-Ye_B, To-Ça_A
2	Antalya*	An-As_B, Ni-Bo_C,
3	Erlangen03*	ERL03_A, ERL03_B, Bo-Ab_A, Bo-Ab_B
4	Erlangen02	ERL02_B

* Paylaşılan haplotipler

Çizelge 3.36. Çalışılan 13 popülasyona ait 4 haplotipin varyasyonel baz pozisyonları (par. İnf: parsimoni olarak bilgi verici bazlar)

	2222
	52464
	06854
Par. İnf.	****

Hap-1	TTCAT
Hap-2	..T..
Hap-3	.G.GA
Hap-4	.C...

3.3.2. COI geni verileri

Diğer taraftan COI genine ait sonuçlar popülasyon analizi niteliğiyle sıkıntılı olsa da (örneklem sayısının azlığı) filogenetik temeldeki hipotezlerin test edilmesine imkan verecek niteliktedir. Bu nedenle 11 farklı Anadolu ve 5 farklı Avrupa popülasyondan toplam 32 bireye ait elde edilen sonuçlar filogenetik analizler için kullanıldı (Çizelge 3.37).

Veriler öncelikle Bioedit programı yardımıyla alignment (DNA dizilerinin karşılaştırılarak sıralanması) yapıldı. Sonrasında MEGA v.4.0 ve MacClade v.4.03 programları kullanılarak NEXUS formatında veri matrisine dönüştürüldü. Oluşturulan veri matrisinde genin 550–584 baz çifti uzunluğundaki bölgesinin dizileri tüm örnekler için elde edildi ve bu bölgenin 550 baz uzunluğundaki bölgesi analizler de kullanıldı.

Çizelge 3.37. DNA izolasyonu gerçekleştirilip COI geni dizileri belirlenen 16 popülasyona ait 32 ve Gen Bankasından alınan bir dış grup popülasyonuna ait 1 örnek

Popülasyon adı	Dizileri elde edilen örnekler	Toplam dizi sayısı
Erlangen01 (Almanya)	ERL01_A, ERL01_B	2
Erlangen02 (Almanya)	ERL02_A, ERL02_B	2
Erlangen03 (Almanya)	ERL03_A, ERL03_B, ERL03_C	3
Peleponnes (Yunanistan)	PLP_A, PLP_B	2
Epirus (Yunanistan)	EPR_A, EPR_B	2
Ilgaz (Mp)	IL(Mp)_A	1
Ilgaz (Ye)	IL(Ye)_A, IL(Ye)_B, IL(Ye)_C, IL(Ye)_D, IL(Ye)_E	5
Afyon (Ba)	AF(Ba)_A	1
Afyon (Su)	AF(Su)_A, AF(Su)_B, AF(Su)_C	3
Tokat	TK_A, TK_B, TK_C	3
Bolu	BL_A, BL_B	2
Antalya	AN_A	1
Adana	AD_A, AD_B	2
Çankırı	ÇK_A	1
Isparta (Da)	IS(Da)_A	1
Niğde	ND_A	1
DQ230723 (Genbank)	DQ_A	1

MacClade v.4.03 programı kullanılarak, biri dış grup olmak üzere 16 popülasyonun toplamda 32 bireyi ve dış gruba ait bir bireyden elde edilen 550 baz uzunluğundaki bölgede 13 haplotipin var olduğu saptandı (Çizelge 3.38). Toplam 33

dizinin 550 bazlık bölgenin 488 bazı korunmuş (conservative), 62 bazı değişken (polimorfik) ve 18 bazı parsimonik anlamda bilgi verici olarak saptandı (Çizelge 3.39). Haplotiplerin dağılımına bakıldığında 13 haplotipin 1 tanesi dış grup olarak kullanılan *C. parallelus parallelus*' a geri kalan 12 tanesi de *C. biguttulus* grubu populasyonlarına aittir.

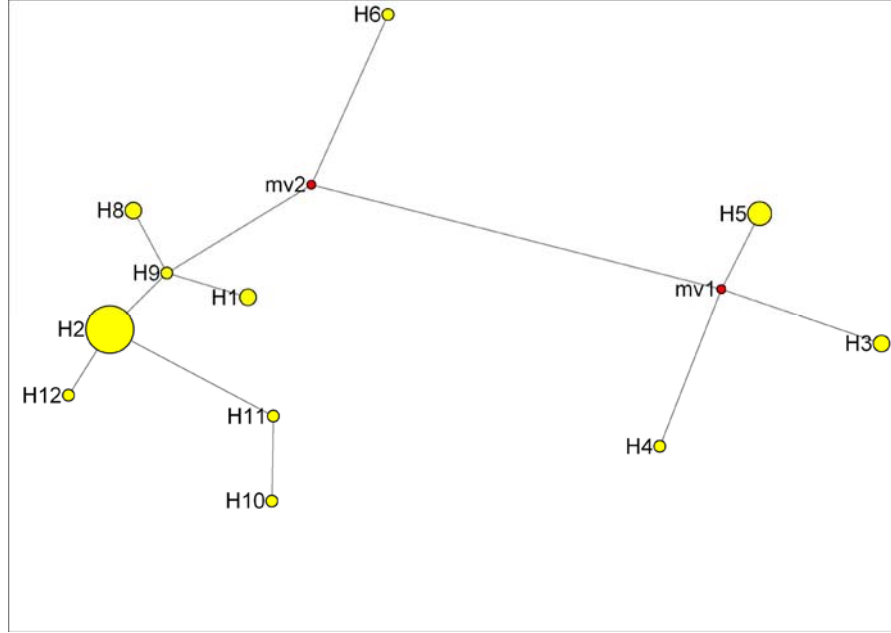
Çizelge 3.38. *C. biguttulus* grubuna ait çalışılan 16 populasyondan gerçekleştirilen 33 dizi içerisinde saptanan 13 haplotip ve bunları paylaşan diziler

Haplotip No	Haplotip Adı	Aynı Diziler
1	Erlangen02	ERL02_A, ERL02_B
2	Tokat*	AF(Ba)_A, IS(Da)_A, AF(Su)_A, IL(Mp)_A, IL(Ye)_A, TK_A, TK_B, TK_C, EPR_A, EPR_B, AD_A, BL_A, ERL01_A, ND_A, AN_A
3	Afyon (Su)	AF(Su)_B, AF(Su)_C
4	Çankırı	ÇK_A
5	Ilgaz (Ye)	IL(Ye)_B, IL(Ye)_C, IL(Ye)_D, IL(Ye)_E
6	Bolu	BL_B
7	Erlangen01	ERL01_B
8	Erlangen03_1	ERL03_A, ERL03_B
9	Erlangen03_2	ERL03_C
10	Peleponnes_1	PLP_A
11	Peleponnes_2	PLP_B
12	Adana	AD_B
13	GenBank(DQ230723)	PA_A

* Paylaşılan haplotipler

Tür grubunun populasyonlarının sahip olduğu haplotip dağılımına bakıldığında en yaygın haplotip olan Hap-2 Afyon (Ba), Afyon (Su), Isparta (Da), Ilgaz (Mp), Ilgaz (Ye), Tokat, Adana, Bolu, Niğde, Antalya, Erlangen01 ve Epirius populasyonlarınca

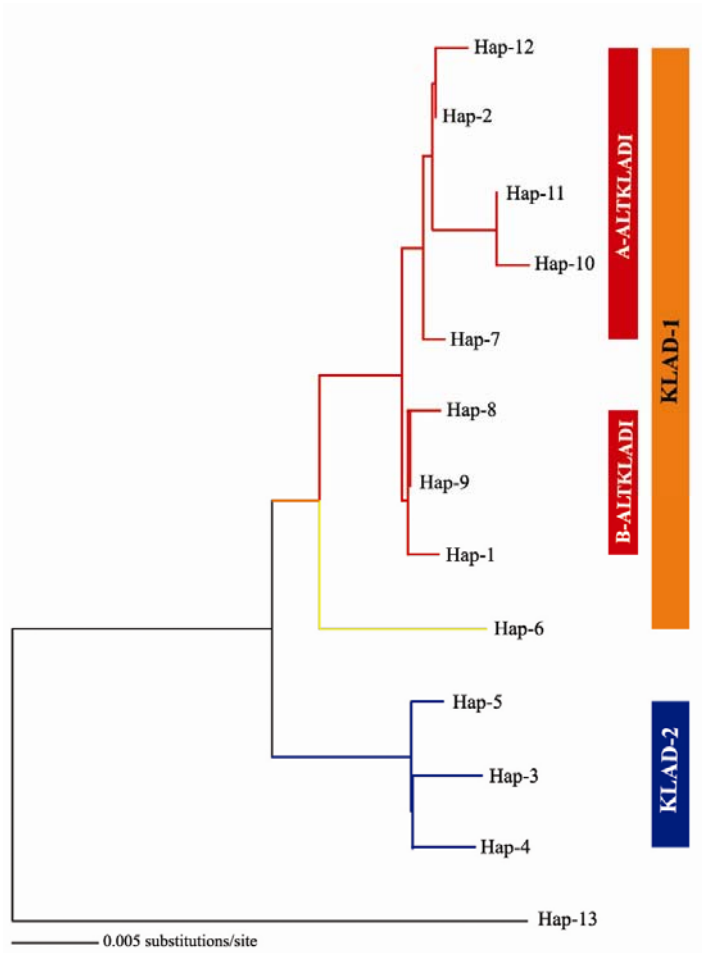
(Şekil 3.34). Diğer uçta yer alan ve üçüncü grubu oluşturan haplotipler 3–4–5’olu haplotiplerdir (Şekil 3.34).



Şekil 3.34. *C. biguttulus* grubu populasyonlarının COI genine ait haplotiplerinin network analizi

Dizileri elde edilen COI genine en uygun substitüsyon modelini belirlemek amacıyla MODELTEST v.3.6 programı kullanıldı. Kullanılan program 13 haplotip için en uygun modeli Akaike Information Criterion (AIC) TrN+I olarak ortaya koymuştur. Testin sonuçlarına göre $-\ln L=1100.1023$, $ti/tv=3.8415$, baz frekansları adenin (A)=0.3206, sitozin (C)=0.1859, guanin (G)=0.1548, timin (T)=0.3373 ve korunan bölgelerin oranı ise (I)= 0.8300 olarak belirlendi. Substitüsyon modelinin önerdiği baz değişim oranları R(a) [A-C]=1.0000, R(b) [A-G]=27.2595, R(c) [A-T]=1.0000, R(d) [C-G]=1.0000, R(e) [C-T]=18.0607, R(f) [G-T]=1.0000 ve değişken bölgelerin oranı olan Gama değeri (γ) tüm bölgeler için aynı olarak hesaplandı. Önerilen model ve parametreler doğrultusunda PAUP v.4.0b10 kullanılarak filogenetik olarak analiz edildi. Farklı algoritmalar kullanılarak yapılan analizler bazı düğümlerde tamamen, bazılarında büyük oranda uyuşurken bazılarında uyuşmayan ağaçlar ortaya koymuştur.

Distance opsiyonuyla AIC'nin önerdiği TrN+I modeli kullanılarak yapılan NJ analizi, Şekil 3.35'de verilmiştir. NJ ağacı *C. biguttulus* grubuna ait haplotipleri iki ana filogenetik klada ayırmıştır (Şekil 3.35).



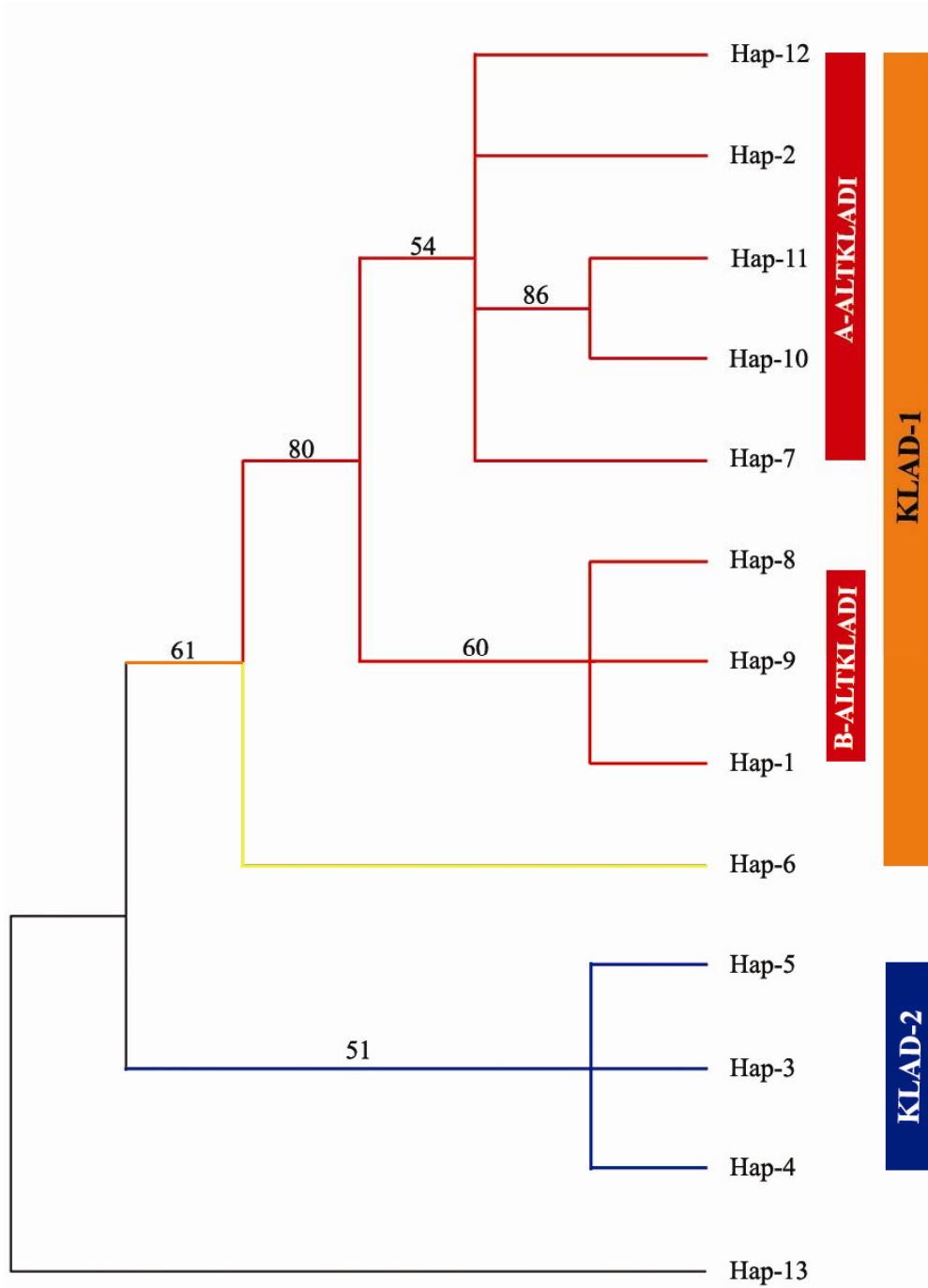
Şekil 3.35. *C. biguttulus* grubu popülasyonlarından saptanan haplotiplerin NJ ağacı

Birinci filogenetik klad, ses karakterleri bakımından *C. biguttulus*, *C. mollis* ve *C. brunneus* alt-grubu içerisinde yer alan popülasyonları içermektedir. İkinci filogenetik klad *C. mollis* alt-grubuna ait ses özelliklerine sahip olan popülasyonları içermektedir ve sadece Anadolu'dan belirlenen popülasyonlardan oluşmuştur. Birinci filogenetik kladda yer alan Hap-6 haplotipi Bolu popülasyonuna özgü olup diğerlerinden tamamen ayrılmıştır (Şekil 3.35). Hap-6 haplotipi haricinde, birinci filogenetik grup içerisinde yer alan diğer haplotipler kendi içerisinde A ve B olmak üzere iki altklada ayrılmıştır (Şekil 3.35). Bunlardan A nolu altklad, *C. biguttulus* grubunda en yaygın olan Hap-2 haplotipi ile sadece *C. brunneus* altgrubu ses özelliklerine sahip popülasyonlara özgü olan

haplotiplerden oluşmaktadır. Diğer altklad olan B ise, *C. biguttulus* alt-grubu ses özelliklerine sahip Erlangen03 ve *C. mollis* altgrubu ses özelliklerine sahip olan Erlangen02 populasyonlarına özgü olan Hap8-9 ve Hap-1 haplotiplerinden oluşmaktadır (Şekil 3.35).

Klad-1 ve klad-2 soy hatlarının hem haplotip dağılımına hem de ağaçtaki substitusyon/site uzaklıklarına bakıldığında, Klad-1'in içerdiği 9 haplotip ile 3 haplotip içeren klad-2'den, hem daha fazla genetik çeşitliliğe hem de farklılaşma oranına sahip olduğu görülmektedir. Benzer şekilde ağaçtaki farklılaşma basamakları da klad-1 içerisinde daha fazladır.

Maksimum likelihood algoritması altında yapılan 10000 tekrarlı seç-bağla (bootstrap) ağacı distance algoritmalarına bağlı olarak yapılan NJ ağacına oldukça benzer bir ağaç topolojisi önermiştir (Şekil 3.36). ML seç-bağla ağacı bazal dallarda distance NJ ağacı ile tam olarak uyuşmuş ve iki ana klad ve bunlardan birincisinde iki altklad oluşturmuştur. Bazal dalda oluşan klad-2 orta düzeyde bir seç-bağla değeri ile yine Anadolu'da bulunan ve *C. mollis* alt-grubuna ait ses özelliklerine sahip populasyonlara özgü olan haplotiplerden oluşmuştur. Bazal koldaki ana kladlardan bir diğeri olan Klad-1 61 seç-bağla değeri ile diğer ana kladdan ayrılmıştır. Klad-1 içerisinde yer alan ve Bolu populasyonuna özgü olan Hap-6 haplotipi bir önceki ağaçta olduğu gibi diğer tüm haplotiplerden ayrı bir yerde konuşlanmıştır. Ayrıca Klad-1 içerisinde yer alan diğer sekiz haplotip yüksek bir seç-bağla değeri ile (80) bir önceki ağaçta olduğu gibi iki altklada ayrılmıştır. Bu altkladlardan A'nın içerisinde yer alan beş haplotip (Hap-12, Hap-2, Hap-11, Hap10 ve Hap-7) 54 seç-bağla değeri ve B altkladı içerisinde yer alan üç haplotip (Hap-8, Hap-9 ve Hap-1) 60 seç-bağla değeri olarak birbirlerinden ayrılmışlardır. Ancak bu iki altklad içerisinde sadece A'da yer alan Hap-11 ve Hap-10 arasındaki filogenetik ilişki yüksek bir seç-bağla değeri (86) ile çözümlenmiştir.

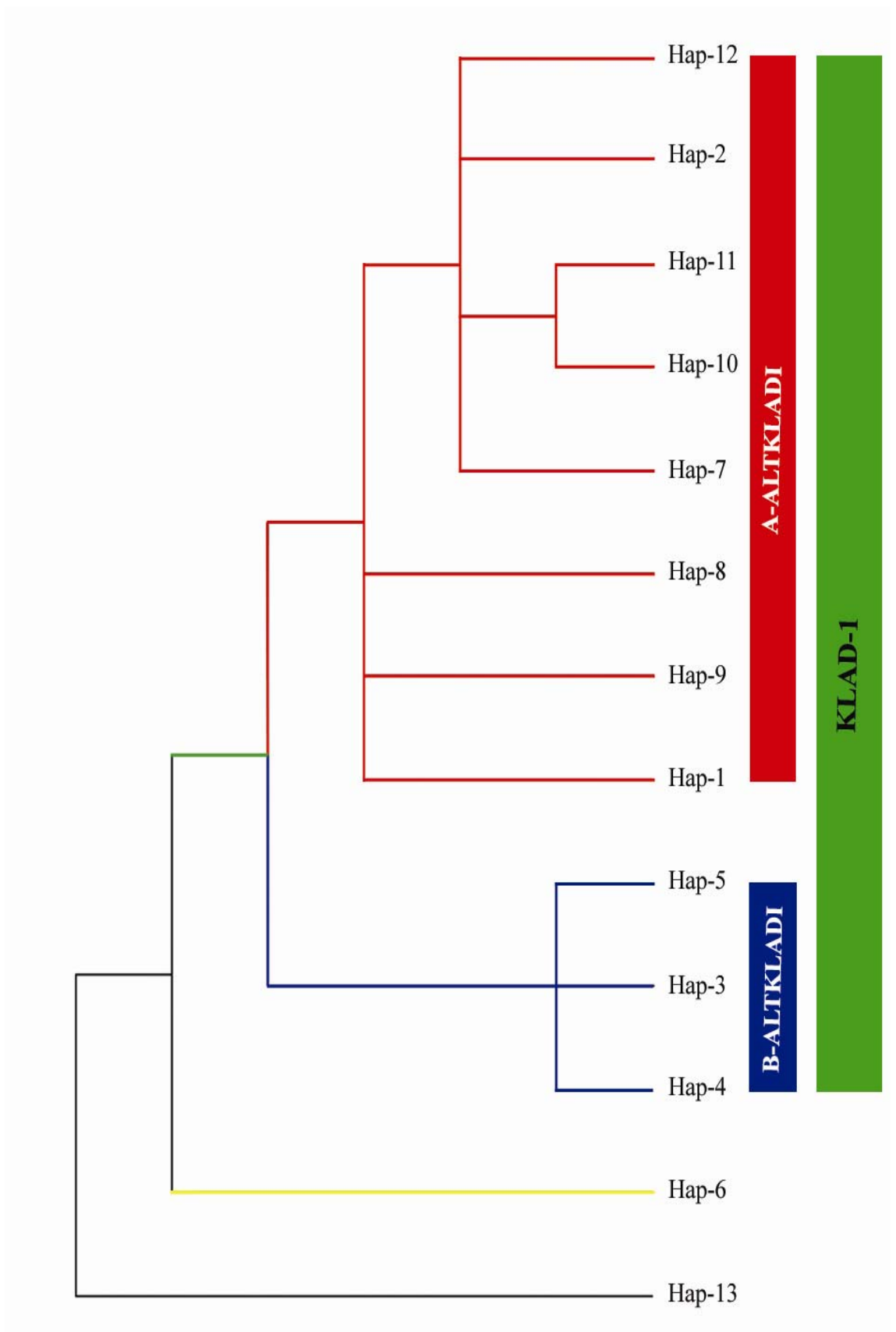


Şekil 3.36. *C. biguttulus* grubunun ML opsiyonuyla oluşturulan NJ 10000 tekrarlı seç-bağla ağacı

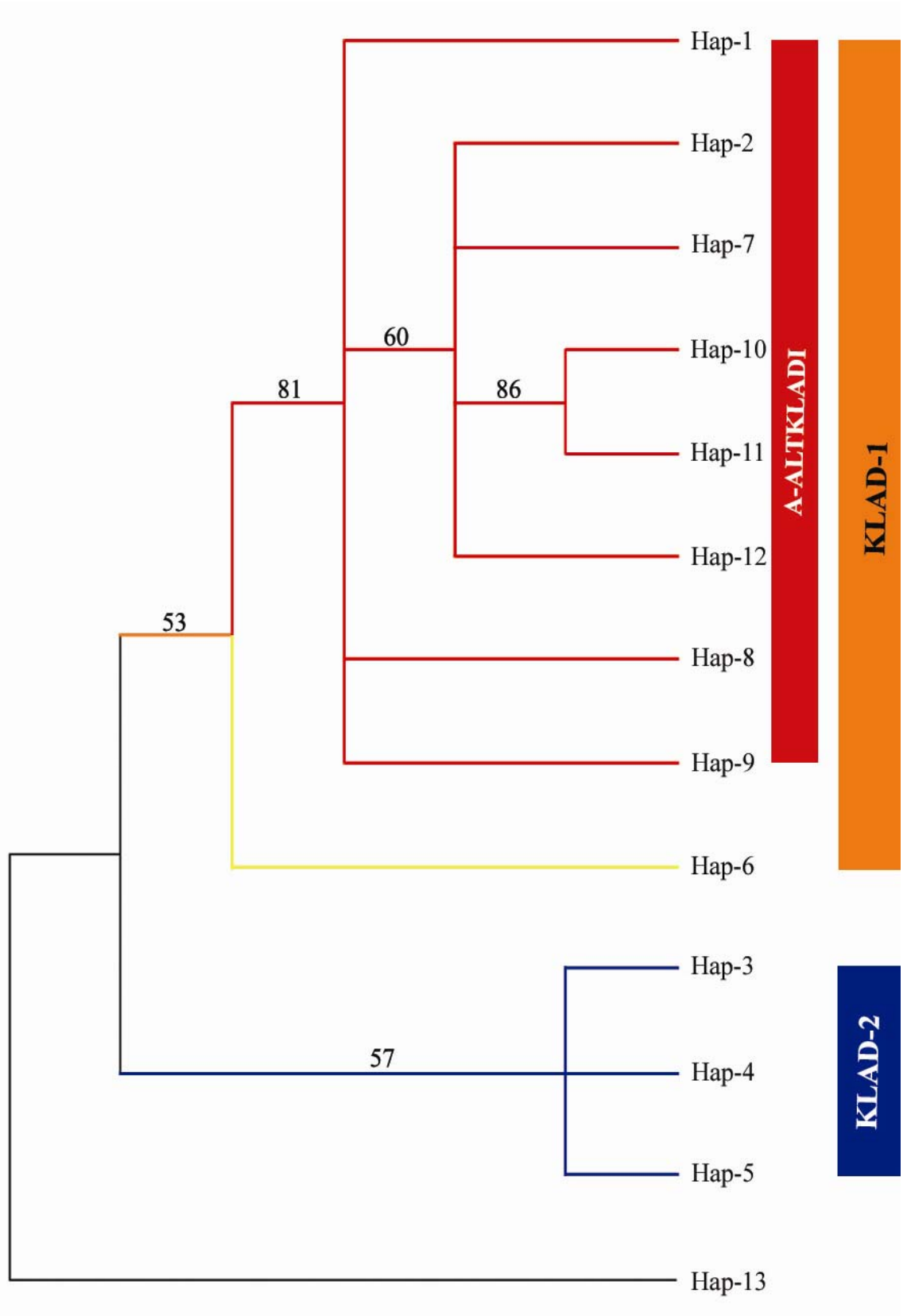
MP analizi çalışılan gen için eşit parsimonik uzaklıkta (75 adım) tek ağaç hesaplamıştır (CI=0.8913, HI=0,1857, RI=0,7742). Bu ağaç ve 1000 tekrarlı full-heuristic ağaç taramalı seç-bağla (bootstrap) dal destek değerleriyle birlikte Şekil 3.37 ve Şekil 3.38’de verilmiştir. MP ağacı Hap-6 haplotipini bazal dalda tüm haplotiplerden ayırmıştır. Hap-6 ilk defa klad-1 olarak adlandırdığımız haplotip grubundan farklı bir

noktada yer almıştır. Diğer taraftan MP ağacı ana klad olarak tek bir klada işaret etmiştir. Bu klad iki altklada ayrılmıştır. Bunlardan ilki A-altkladıdır ve içerisinde yer alan 8 haplotipi birlikte gruplamıştır. Bunlardan Hap-10 ve Hap-11 arasındaki ilişki çözümlenmiş diğerleri ise politomik olarak kalmıştır. Altkladalardan bir diğer olan B-altkladı içerisinde yer alan Hap-3, Hap-4 ve Hap-5 haplotiplerini birlikte gruplamış ve aralarındaki ilişki trikotomik olarak şekillenmiştir. MP ağacı ile MP bazlı seç-bağla ağacı arasındaki en büyük topolojik farklılık Hap-3, Hap-4 ve Hap-5 grubu ile Hap-6 haplotipinin yerleşmesinden kaynaklanmaktadır. MP seç-bağla ağacında klad-1 ve klad-2'nin yerleşimi NJ ve NJ seç-bağla ağaçlarındaki ile benzerdir. Bu ağaçta da Hap-3, Hap-4 ve Hap-5 diğer tüm haplotiplerden bazal dalda ayrılarak klad-2'yi oluşturmuştur ve ortalama bir seç-bağla değeri (57) almıştır. Hap-6 haplotipinin de dahil olduğu klad-1 ise 53 seç bağla değeri olarak koldan ayrılmıştır. ML seç-bağla ağacında olduğu gibi klad-1 içerisinde Hap-6 haricinde kalan tüm haplotipler, yüksek bir seç-bağla (81) değeri ile gruplaşmıştır. Ancak bu grup içerisinde de filogenetik ilişki Hap-10 ve Hap-11'i hariç çözümlenememiştir.

Mitokondriyal COI verilerine uygulanan filogenetik analizlerden elde edilen ağaçların topolojilerine bakıldığında dış grup olarak kullanılan *C. parallelus* türü belirgin olarak *C. biguttulus* tür grubu üyelerinden farklı olduğu tüm ağaçlar tarafından desteklenmiştir. *C. biguttulus* grubuna ait populasyonların arasında var olduğu düşünülen filogenetik ilişkiyi saptamak amacıyla oluşturulan ağaçlar, kendi aralarında kısmen uyuşan kısmen de uyuşmayan farklı dallanmalar göstermiştir. Filogenetik analizler sonucu elde edilen ağaçların tümü *C. biguttulus* grubu populasyonlarının monofilisini güçlü bir şekilde desteklemektedir. *C. biguttulus* grubu içerisinde yer alan *C. mollis* ses tipine sahip Anadolu soy hattı ayrımının tüm ağaçlar tarafından iyi bir şekilde desteklendiği görülmektedir. Tüm ağaçlarda desteklenen bir diğer durumda



Şekil 3.37. MP opsiyonuyla oluşturulan ağac



Şekil 3.38. MP opsiyonuyla oluşturulan Full-heuristick 1000 tekrarlı seç-bağla ağacı

Hap-12, Hap-2, Hap-11, Hap-10, Hap-7, Hap-8, Hap-9 ve Hap-1 haplotiplerinden oluşan 8 haplotipin diğer haplotiplere oranla birbirlerine yakın noktalarda bulunmasıdır. Ayrıca MP ağacı (Şekil 3.37) her ne kadar *C. biguttulus* alt-grubuna ait ses tipine sahip olan Hap-6 haplotipini bazal kolda tüm haplotiplerden ayırsa da, MP seç-bağla (Şekil 3.38), NJ (Şekil 3.35) ve ML seç-bağla (Şekil 3.36) ağaçları bu haplotipi 8'li klada yakın yere yerleştirmiştir.

3.4. Anadolu *C. biguttulus* Grubu Taksonomisi

Ses ve morfometrik tabanlı analizlere bağlı olarak *C. biguttulus* grubu üç farklı alt gruba ayrılmıştır. Bunlar *C. brunneus*, *C. mollis* ve *C. biguttulus* alt grubu olarak adlandırılmıştır. Bu tez çalışması ile her bir alt grubun Anadolu'da kaç adet takson ile temsil edildiği, bu taksonların dağılımları ve en muhtemel yayılışları saptanmıştır. Bu analizler ve incelemeler sonrasında saptanan *C. brunneus* alt grubuna ait üç takson saptanmıştır. Bunlardan ilki Anadolu'da en yaygın bulunan *C. bornhalmi* türüdür. Diğer iki takson bilim dünyası için yeni olan *C. relicticus* sp.n. ve *C. antecessor* sp.n. türleridir. *C. mollis* alt gruba ait saptanan taksonlar *C. mollis mollis* ve *C. bozdaghi* taksonlarıdır. Son alt grup olan *C. biguttulus* alt grubunda ise *C. ilkazi* ve *C. biguttulus euhedicekei* taksonları saptandı.

Anadolu'dan kayıt edilen beş populasyon özellikle ses karakterleri bakımından herhangi bir taksona yerleştirilemedi. Bu populasyonlar detaylı analiz edildiklerinde hem *C. ilkazi* hem de *C. mollis mollis* türlerinin ara özellikleri gösterdikleri görülmüştür. Eldeki veriler ışığında bu populasyonların bu iki türün hibritleri olduğu çıkarsamasında bulunulmuştur.

3.4.1. *Chorthippus brunneus* alt grubu

Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi Harz, 1971

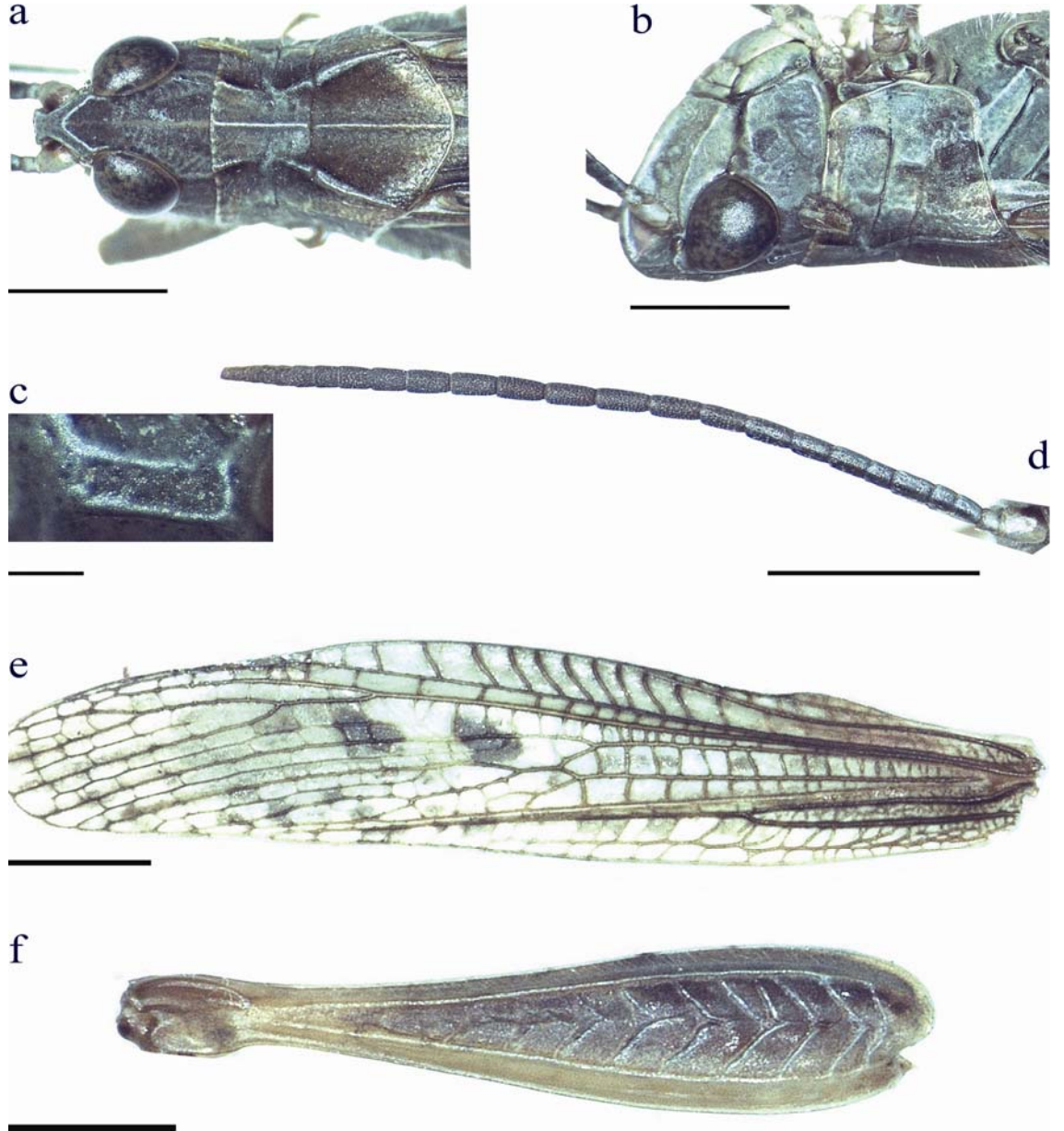
Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi Harz, 1971: 3:336 (Otte 2000)

Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi Harz, Mol (2001): 70,71; *Chorthippus (Glyptobothrus) bornhalmi* Harz, Yalın ve Çıplak (2002): 271,272

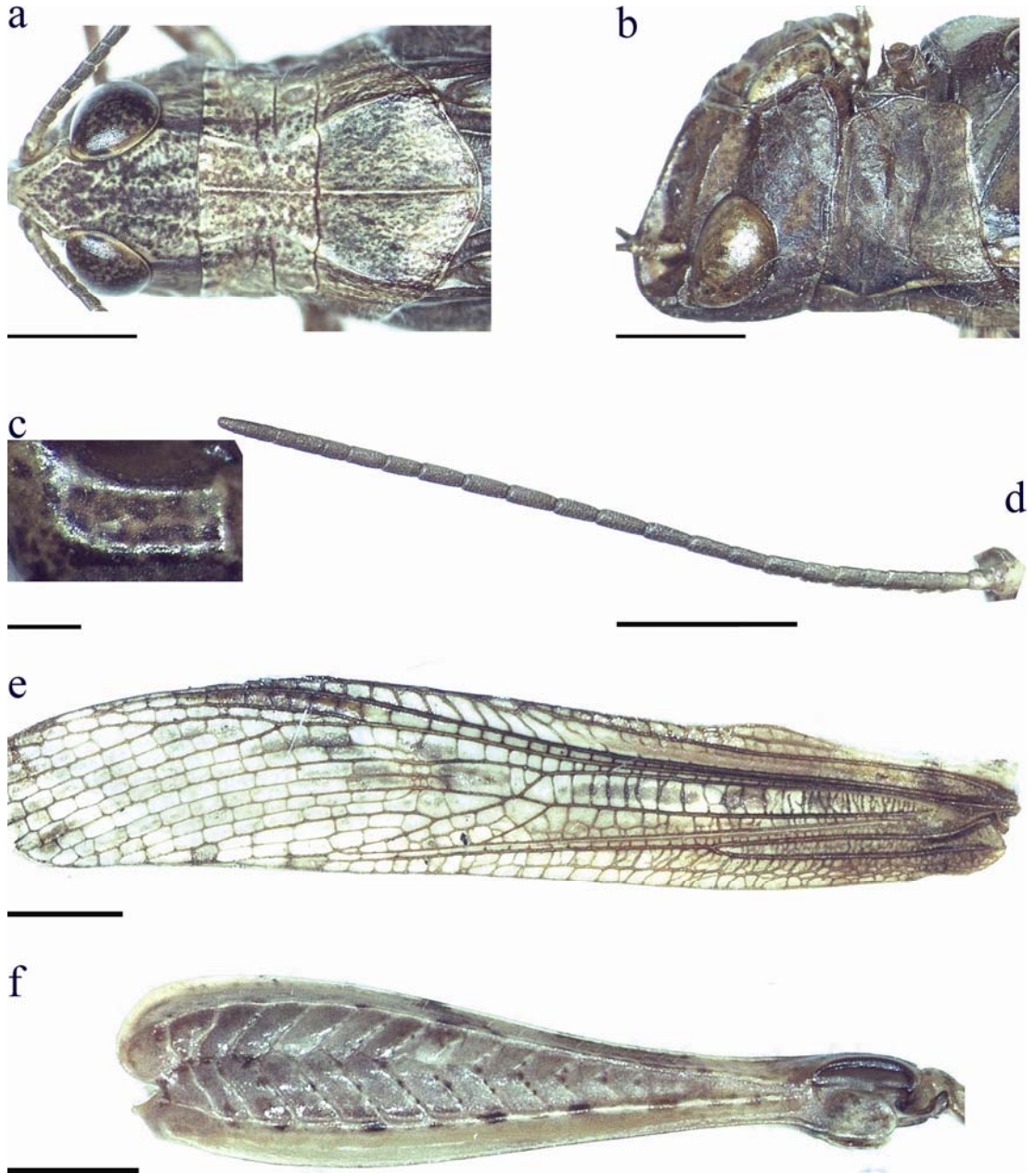
Analizlerde Çalışılan Örnekler – TÜRKİYE: 17 erkek ve 10 dişi, İzmir, Kemalpaşa, Nif Dağı 38 23.802 N, 27 23.892 E, 905 m, 01.07.2005, (D. Şirin); 10 erkek, Afyonkarahisar, Sveikli Şuhut arası, Şuhut yol ayrımından 2 km sonra çeşme civarında, 38 28.079 N, 30 21.675 E, 1663 m, 23.07.2003 (B. Çıplak, F. Mayer, D. Şirin ve D. Berger); 13 erkek ve 10 dişi, Antalya, Termessos antik kenti, 36 59.280 N, 30 28.051 E, 878 m, 11.06.2005 (D. Şirin); 14 erkek, Antalya, Gömbe, Akdağ, Subaşı-İkiz Göl arası, 36 34.773 N, 29 35.087 E, 2380 m, 07.08.2007, (D. Şirin); 20 erkek ve 7 dişi, Niğde, Bolkar Dağları, Aktoprak köyünden 10 km. sonra, 37 25.528 N, 34 27.918 E, 2206 m, 24.07.2004 (D. Şirin, D. Berger ve M.S. Taylan); 18.07.2005 (D. Şirin ve M.S. Taylan); 12 erkek ve 5 dişi, Kayseri, Develi'den Erciyes Dağına çıkışta, 38 26.706 N, 35 30.782 E, 1630 m, 21.07.2004, (D. Şirin, D. Berger ve M.S. Taylan); 13 erkek, Konya, Taşkent, Karaman geçidi civarı, 36 53.448 N, 32 31.108 E, 1744 m, 02.07.2007, (D. Şirin ve M.S. Taylan); 13 erkek ve 4 dişi, Gaziantep, Gaziantep Nizip arası, yaklaşık 15. km sonra, Türk köyü civarı, 37 00.083 N, 37 37.877 E, 739 m, 04.07.2007, (D. Şirin ve M.S. Taylan); 15 erkek, Malatya, Yeşilyurt, Gündüzbey Adıyaman arası, Börücek, 38 11.605 N, 38 19.211 E, 1884 m, 05.07.2007, (D. Şirin ve M.S. Taylan); 15 erkek ve 5 dişi, Sivas, Suşehri, Kösedag, 40 05.897 N, 38 01.376 E, 1908 m, 10.07.2007, (D. Şirin ve M.S. Taylan). – BULGARİSTAN: 1 erkek ve 2 dişi, Güney Bulgaristan, Rodopi Dağının doğusu, Pobeda köyü civarı, 260 m, 04.06.2005, (D. Chobanov); 8 erkek ve 5 dişi, Rila dağının Kuzey-Batı yamaçları, Mounsala yükseltisi, alpin çayırlar, 2700-2850 m, 01.09.2002 (D. Chobanov); 4 erkek ve 2 dişi, Güney-Batı Bulgaristan, Alibotoush Dağı, Shabran yükseltisi, 2000m, 05.07 – 10.08.2006, (D. Chobanov); 1 erkek ve 1 dişi, Güney-Doğu Bulgaristan, Strandzha Dağı, Malko Turnovanın Kuzey-Doğusu, 300-350m, 10.07.2006, (D. Chobanov).

Baş: Gözün vertikal çapının faveolün boyuna oranı erkekte 3.1–3.8, dişide 2.5-3.3; gözler arası en dar mesafenin suboküler oluk uzunluğuna oranı erkekte 0.6-0.7, dişide 0.6-0.9; anten orta segmentinin uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 1.8-2.5, dişide 1.6-2.0; suboküler oluğun gözün vertikal çapına olan oranı erkekte 0.6-0.7, dişide 0.6-

0.8; faveolün boyunun en geniş yerine oranı erkekte 2.1-3.1, dişide 2.4-3.2; anten erkekte baş ve pronotumun toplamından yaklaşık 1.5 kat (1.3-1.6) daha uzundur, dişide anten uzunluğu baş ve pronotum uzunluğuna ya eşit yada çok az geçmektedir, ancak hiçbir zaman bu oran 1.5 katına varmamaktadır (1.0-1.2) (Şekil 3.39a-d, Şekil 3.40a-d).



Şekil 3.39. *C.bornhalmi* türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)



Şekil 3.40. *C.bornhalmi* türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

Pronotum: Pronotumun median karinası belirgin ve uzunluğu erkekte 2.6-3.0 (Bulgaristan 3.1-3.4), dişide 3.8-4.0 (Bulgaristan 3.9-4.2); pronotumun lateral karinaları arasındaki en dar mesafe her iki eşeyde de tipik sulkustan öncedir; pronotumun tipik sulkustan önceki uzunluğu sonraki uzunluğuna oranı erkekte 1.1-1.4, dişide 1.2-1.5; lateral karinalar arasındaki en geniş yerin en dar yere olan oranı erkekte 2.1-2.8 dişide

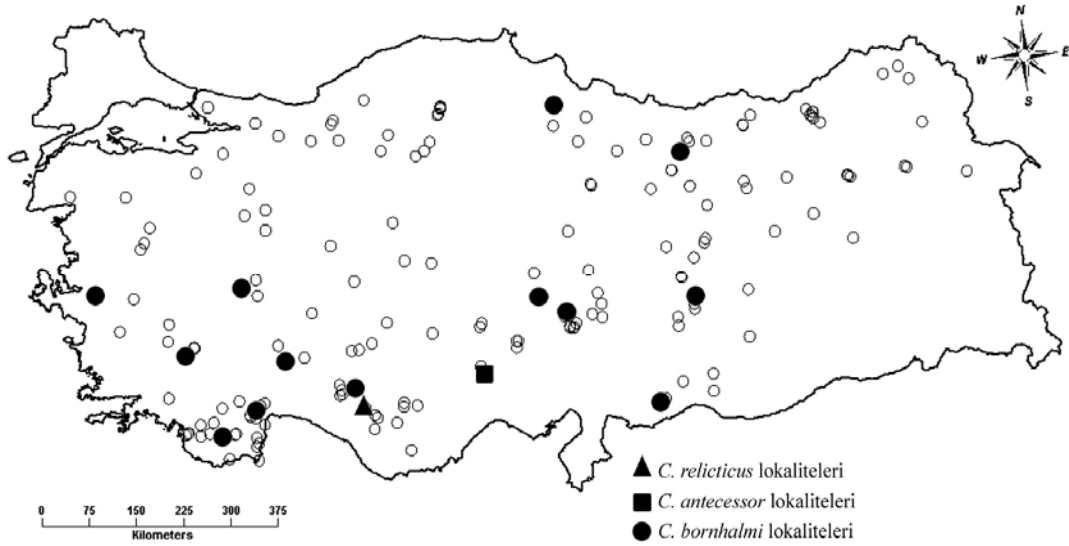
2.4-3.3; pronotumun yan karinasının uzunluğunun en dar yerine oranı erkekte 1.1-1.4, dişide 1.3-1.6. (Şekil 3.39a,b, Şekil 3.40a,b)

Tegmina: Her iki eşeyde de tegmina arka dizi geçer ve C-alanda yalancı damar bulunmaz; radial damar apekse ulaşmadan önce ikiye sonrada bu damarlardan birisi tekrar iki ayrı kola ayrılır; tegminanın uzunluğu en geniş yerinin erkekte 4.1-5.5, dişide 5.6-6.3 katı; Pc-alan bazalde genişlememiş, zayıf bir çıkıntıya sahip ve tegminanın ortasından önce sonlanır; C-alanın en geniş yerinin Sc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 1.3-1.9, dişide 1.4-1.8; M-alan genişliğinin Pc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 1.2-1.8, dişide 1.0-1.4; stigma kaideden kanadın ucuna doğru her iki eşeyde de 5/10-6/10'lük alanda bulunmaktadır (Şekil 3.39e, Şekil 3.40e).

Femur: Femurun iç tarafında yer alan ses dişleri erkekte 100-146; dişide 106-132; femurun uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 3.3-4.6, dişide 4.1-4.7 katı kadardır (Şekil 3.39f, Şekil 3.40f).

Yayılış ve habitatı: *Chorthippus bornhalmi* türü Balkanlarda, Yunanistan ve Türkiye’de yayılışa sahiptir. Anadolu’da bulunan *C. biguttulus* grubunun en geniş yayılışa sahip olan türü olarak belirlenmiştir (Şekil 3.41). Türe ait populasyonlar yoğun olarak Akdeniz vejetasyonunun hakim olduğu Ege ve tüm Toros Dağ hattı kuşağında 800 – 2400 m aralığında bulunmaktadır. Ancak türün Anadolu diagonalinin Niğde, Kayseri ve Sivas sınırlarında içine alan Kuzeydoğu hattında da yayılışı saptanmıştır. Diğer taraftan türün özellikle Öksinik vejetasyona sahip Karadeniz hattında sadece Samsun civarında populasyonuna rastlanılmıştır. Dolayısıyla türün Anadolu’nun batı ve güney kısmını tercih eden bir yayılışı olduğu belirlenmiştir. Akdeniz vejetasyonu içeren alanlardaki populasyonlar, Orman altı ve orman üstü olmak üzere yükseltiye bağlı olarak iki farklı fenolojik durum göstermektedir. Orman altı ve maki vejetasyonuna uyum sağlamış olan birinci tipte yayılış düşük yükseltidedir (< 1000 m), Mayıs ayı sonu itibariyle alanda ergin görülmeye başlar ve Ağustos ayına kadar devam eder. İkincisinde ise yayılış özellikle orman zonunun bittiği yada dejenere olduğu yerlerde bulunmaktadırlar. Akdeniz bölgesinde ormanlık alanlar her ne kadar 1500 m’ye kadar devam etse de 1000 m civarlarında dejenerasyon başlamaktadır. Orman üstü zonlarda

yayılış gösteren populasyonların erginleri Haziranın ilk haftası itibariyle görülmeye başlar, Eylül ortasına kadar devam eder. Türe ait populasyonlar ormanlık alanlar hariç maki orman geçiş zonlarında, orman açıklıklarında oluşan kısa boylu çayırılarda, subalpin vejetasyonun basık çayırılıklarında, bozkır stepi ve dikenli yastık formasyonlarında vb. birçok vejetasyon tipinde bulunmaktadır.



Şekil 3.41. *C. brunneus* alt grubuna ait Anadolu’da yayılış gösteren taksonların dağılış haritası

Görüşler: *C. bornhalmi* türü bu çalışmaya kadar Anadolu’dan sadece tek bir lokaliteden biliniyordu. Ancak bu çalışma ile elde edilen veriler bu taksonun *C. biguttulus* grubunun Anadolu’daki üyeleri içerisinde en geniş yayılışa sahip olan türü olduğunu göstermiştir. Çalışmamız sırasında Anadolu’da varlıkları saptanamayan *C. biguttulus biguttulus* ve *C. brunneus brunneus* taksonlarına ait müze (AUZM ve HUBM) materyalleri üzerinde yapılan çalışmalar büyük oranda *C. bornhalmi*’yi işaret etmektedir.

Yukarıda değinilen iki taksondan, farklı araştırmacılar tarafından *C. brunneus brunneus* alttürü olarak teşhisleri gerçekleştirilen populasyonlar, tarafımızdan yeniden teşhis edilmeleriyle *C. bornhalmi* olduğu kanaatine varılan populasyonlar aşağıda verilmiştir.

AFYON: Afyon-Çay arası, 13 km. 900 m, 15 Temmuz 1996, 2 erkek; (AUZM);
AYDIN: Madran dağı, Çıplak mevkii, 1600 m, 11 Temmuz 1996, 1 dişi (Leg. B. Çıplak) (AUZM); BALIKESİR: Soma, yolu, 5 km. 350 m, 1 dişi, 1 erkek; Kaz Dağı, Sarıkız, 1650 m, 20 Temmuz 1998, 6 dişi, 1 erkek; Edremit, Kaz dağı, Yayla mevkii, 20 Temmuz 1998, 3 dişi; Edremit, Kaz Dağı, Tuzlu yol mevkii, 1400 m, 20 Temmuz 1998, 2 dişi (Leg. A. Mol) (AUZM); BURDUR: Dirmil geçidi, 1400 m, 9 Temmuz 1996, 2 erkek (Leg. B. Çıplak) (AUZM); BURSA: Uludağ, Çobankaya, 1750 m, 22 Temmuz 1998, 4 erkek, 5 dişi; Uludağ, Kirazlı yayla, 1465 m, 22 Temmuz 1998, 1 erkek (Leg. A. Mol) (AUZM); DENİZLİ: Tavas, Kızılcabölük köyü, Akdağ, Çakıroluk yaylası, 1700 m, 28 Temmuz 1997, 1 erkek; Okbeli Geçidi, 1200 m, 9 Temmuz 1996, 1 dişi; Gökbel yaylası, Baba Dağı, Tekçam mevkii, 1500 m, 10 Temmuz 1996, 1 dişi (Leg. B. Çıplak) (AUZM); ERZİNCAN: Refahiye, Sakaltutan mevkii, 1900 m, 27 Temmuz 1993, 1 dişi (Leg. B. Çıplak) (AUZM); ESKİŞEHİR: Mihallıçık, Nallıhan yolu, 2. km., 1300 m, 27. Temmuz 2000, 2 erkek, 3 dişi (Leg. A. Mol); Belen, 1260 m, 27. Temmuz 2000, 1 erkek (Leg. A. Mol) (AUZM); GAZİANTEP: Nizip, Kalemeydanı köyü, 480 m, 16 Temmuz 1998 1 dişi (HUBM); HATAY: Dört Yol, Sülükçü mevkii, 350 m, 28 iv. 1993, 2 erkek, 2 dişi (Leg. B. Çıplak) (AUZM); İSTANBUL: Beykoz, Abrahampaşa Koruluğu, 7 Eylül. 1992, 3 dişi, 1 erkek (Leg. B. Çıplak) (AUZM); KAYSERİ: Erciyes, 6-7 km. 1850 m, 8 Ağustos 1996, 2 dişi (Leg. B. Çıplak) (AUZM); KONYA: Seydişehir, Mor Dağları, 1800 m, 19 Eylül. 1996, 6 dişi, Konya- Karaman yolu, Çumra, 500 m, 20 Eylül. 1995, 1 dişi; Konya-Karaman, Sertau geçidi, Amca çeşmesi, 1600 m, 21 Eylül. 1995, 2 dişi, 1 erkek (Leg. B. Çıplak) (AUZM); MALATYA: Pütürge, Kubbe Dağı, 1800 m, 27 Haziran 1991, 7 dişi, 5 erkek; Leylek tepesi, 1400 m, 17 Haziran 1989, 2 erkek; Pütürge, Körhane köyü, 1500 m, 4 vi. 1989, 1 dişi, 1 erkek; Pütürge, Şimil köyü, Merg Tepesi, 2000 m, 26 Haziran 1989, 4 dişi, 6 erkek; Pütürge yolu, Fırıncık, 1400 m, 1 Haziran. 1989, 3 dişi, 2 erkek; Pütürge, Esencik, 1600 m, 2 Haziran 1989, 1 dişi, 1 erkek; Çamurluk k., 1 Haziran 1989, 1400 m, 1 erkek; Pütürge, Akseki, 1300 m, 2 Eylül. 1990, 1 dişi, 1 erkek; Malatya-Pütürge yolu, Amca köyü, 1400 m, 1 Haziran 1989, 1 erkek; Pütürge, Pteybo, 1200 m, 3 Haziran 1989, 1 erkek, 1 dişi; Hekimhan, Karahan, 1500 m, 23 Haziran 1989, 1 erkek, 1 dişi; Hekimhan, Yukarısaz, 2000 m, 8 Eylül. 1989, 2 dişi, 1 erkek; Hekimhan, Sarıkız, Yassıbel, 1400 m, 17 Haziran 1989, 1 erkek; Hekimhan, Taşoluk, 1750 m, 9. Ağustos 1990, 1 erkek, 1 dişi;

Doğanşehir, Erkenek, Sakaltutan, 1300 m, 19 Ağustos 1989, 2 dişi, 1 erkek; Arguvan, Kavakbaşı, 1450- 1680 m, 27 Haziran 1989, 1 erkek (Leg. B. Çıplak) (AUZM); MUĞLA: Köyceğiz, Yuvarlak çayı, 19. Temmuz 1987, 1 erkek (HUBM); SİVAS: Elbistan, Tepeli köyü, 1550 m, 8 Haziran. 1989, 1 dişi, (Leg. B. Çıplak) (AUZM); ŞANLIURFA: Külaflı köyü, 700 m., 4 Haziran.1997, 5 erkek, 3 dişi; Edene köyü, 28.v.1998, 1 erkek; Bozova, 13 Ağustos-3 Eylül1996, 6 erkek, 12 dişi; Bağışlı mezarı, 3 erkek, 1 dişi; Arıkök köyü, 28.v.1996, 2 erkek, 3 dişi; Kamptaşı, 450 m, 20 Mayıs 1997, 2 erkek, 4 dişi; Halfeti, 600 m, 27.v.1997, 6 erkek, 13 dişi, 23 Mayıs 1998 5 erkek, 15 dişi; Birecik-Halfeti yolu, 15.km, 700 m, 13 Mayıs 1998, 3 erkek; Birecik, Dorucak köyü, 29 Mayıs 1998, 1 erkek; Keskince köyü, 29 Mayıs 1998, 3 dişi; Kavaklıca köyü, 450 m, 29 Mayıs 1998, 1 erkek.

Yukarıda değinilen iki taksondan, farklı araştırmacılar tarafından *C. biguttulus biguttulus* alttürü olarak teşhisleri gerçekleştirilen populasyonlar, tarafımızdan yeniden teşhis edilmeleriyle *C. bornhalmi* olduğu kanaatine varılan populasyonlar aşağıda verilmiştir.

ANTALYA: Gazipaşa, Sugözü köyü, Maha Yaylası, Akçal Mevkii, 1600 m, 5 Ağustos 1996, 2 dişi, 1 erkek (Leg. B. Çıplak) (AUZM); BOLU: Abant, 14 Ağustos 1989, 1 erkek, 1 dişi (Leg. S. Ögel) (HUBM); ÇANKIRI: Ilgaz, İn Dağı, 1900-2300 m, 24 Ağustos 1998, 2 erkek, 2 dişi (Leg. A. Mol) (AUZM); ERZURUM: Atatürk Üniversitesi Kampüsü, 1850 m, 24 Ağustos 2000, 4 erkek, 3 dişi; Oltu, Oltu-Erzurum yolu, 25. km., 2000-2200 m, 21 Ağustos 2000, 3 erkek, 1 dişi; Azot Yayla Geçidi, 2300 m, 21 Ağustos 2000, 1 erkek; Çat, Bekçimen Yaylası, 2400 m, 24 Ağustos 2000, 1 erkek (Leg. A. Mol); KARAMAN: Sertavul Geçidi, Amca Çeşmesi, 1600 m, 2 Temmuz 1995, 1 erkek (Leg. B. Çıplak) (AUZM); KAYSERİ: Erciyes, 6-7 km, 1850 m, 8 Temmuz 1996, 1 dişi, 1 erkek (Leg. B. Çıplak) (AUZM); Pınarbaşı, 30 Temmuz 1987, 1 erkek (Leg. A. Demirsoy) (HUBM); MALATYA: Arapkir, Kullan Tepesi, 20 Temmuz 1989, 1 erkek 2 dişi; Hekimhan, Taşoluk, 1750 m, 9 VIII 1990, 1 dişi, 1 erkek (Leg. B. Çıplak) (AUZM); NİĞDE: Ulukışla, Darboğaz, Bolkar Dağları, Karagöl Yaylası, 1900-2300 m, 7 Temmuz 1998, 8 dişi, 3 erkek (Leg. A. Mol) (AUZM); Akdağ, Çomarlı kasabası, 18 Mayıs 1986, 1 erkek (HUBM); SİVAS: Gürün, Suçatı,

1450 m, 12 Ağustos 1995, 4 erkek, 3 dişi; Sivas, Gürün, Kangal 21. Km, 1750 m, 27.v.1993, 1 dişi, 1 erkek, (leg. B. Çıplak), Sivas, Gürün, Kayseri, 10 km, 1630 m, 24 Temmuz 1993, 2 dişi, 1 erkek (Leg. B. Çıplak) (AUZM).

Chorthippus antecessor Şirin ve Çıplak sp.n.

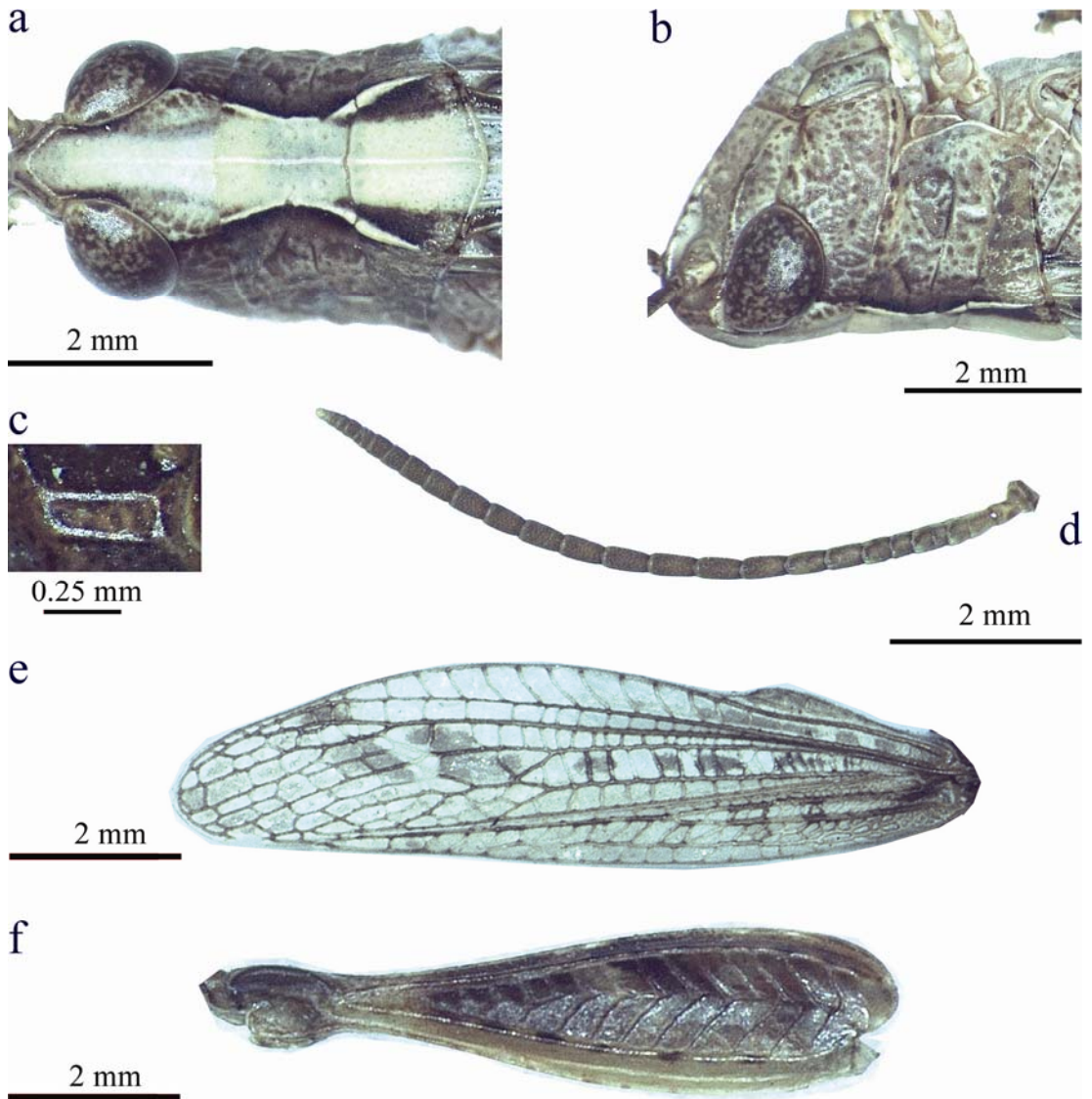
Tip eşeyi lokalitesi (saklandığı müze): Holotip, erkek, Türkiye, Antalya (AUZM).

Analizlerde Çalışılan Örnekler – Holotip erkek, paratipler 10 erkek ve 9 dişi, Türkiye, Adana, Develi Doğanbeyli arası, Hanyeri köyü civarı, 38 12.126 N, 36 03.472 E, 1616 m, 21.07.2004, (D. Şirin, D. Berger ve M.S. Taylan); paratipler 3 erkek ve 5 dişi, holotip ile aynı lokalite, 19.07.2005, (B. Çıplak, D. Şirin, M.S. Taylan ve S. Kaya); paratipler 4 erkek ve 1 dişi, holotip ile aynı lokalite, 18.07.2008 (D. Şirin).

Baş: Bireylerin çoğunda vertexten pronotumun sonuna kadar açık geniş bir şerit bulunur ancak bazı bireylerde özellikle baş kremden kahverengiye değişen benekler içerir; gözün vertikal çapının faveolün boyuna oranı erkekte 3.9–4.2, dişide 2.7-3.0; gözler arası en dar mesafenin suboküler oluk uzunluğuna oranı her iki eşeyde de 0.6-0.7; Anten orta segmentinin uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 2.2-2.7, dişide 2.3-2.8; suboküler oluğun gözün vertikal çapına olan oranı erkekte 0.6-0.7, dişide 0.8; faveolün boyunun en geniş yerine oranı erkekte 2.5-3.1, dişide 2.4-2.7; Anten erkekte baş ve pronotumun toplamından yaklaşık 1.5 kat (1.5-1.6), dişide 1.2-1.3 kat daha uzundur (Şekil 3.42a-d, Şekil 3.43a-d).

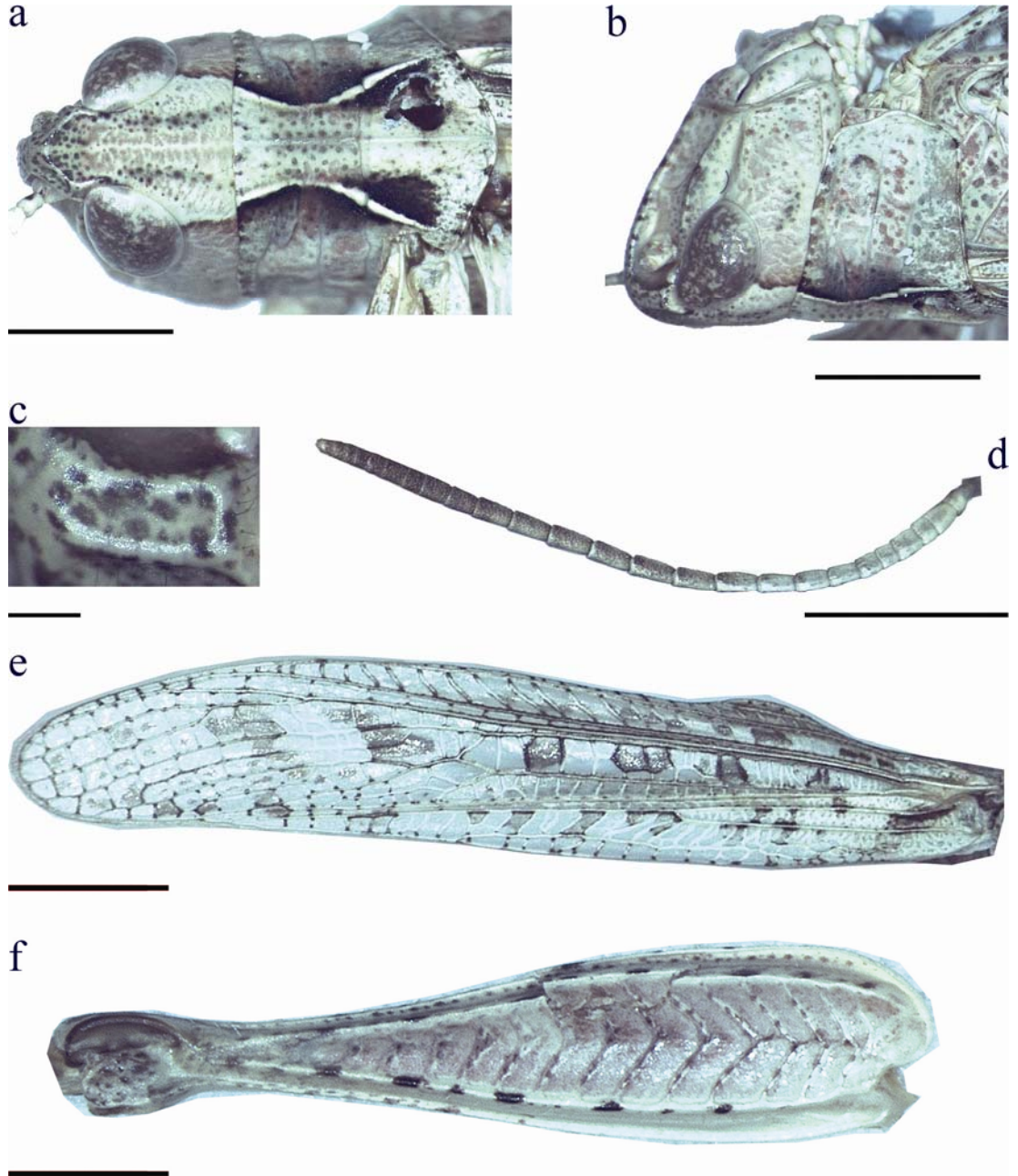
Pronotum: Pronotumun median karinası belirgin ve uzunluğu erkekte 2.5–2.9, dişide 3.5–3.7; pronotumun lateral karinaları tipik X şeklindedir ve arasındaki en dar mesafe birinci ve ikinci sulkusların arasında geniş bir alanı içerir; pronotumun tipik sulkustan sonraki uzunluğunun tipik sulkustan önceki uzunluğuna oranı erkekte 1.0–1.2, dişide 1.0–1.3; lateral karinalar arasındaki en geniş yerin en dar yere olan oranı erkekte 2.0–2.4 dişide 2.3–2.6; pronotumun yan karinasının uzunluğunun en dar yerine oranı erkekte 1.2–1.3, dişide 1.1–1.2 (Şekil 3.42a,b, Şekil 3.43a,b).

Tegmina: Her iki eşeyde de tegmina abdomenin ucuna ancak ulaşır; C-alanda iz şeklinde bir yalancı damar bulunur; radial damar apekse ulaşmadan önce ikiye sonrada bu damarlardan birisi tekrar iki ayrı kola ayrılır; tegminanın uzunluğu en geniş yerinin erkekte 4.5–4.7, dişide 4.6–5.5 katı; Pc alan erkekte C-alanın en geniş yerinden daha dardır ve C-alanın 0.6–0.7 katı kadardır, dişide ise Pc-alan C alandan daha geniştir ve C alanın 1.1–1.2 katı kadardır; Pc-damar erkekte M-alanın ortasına yakın bir noktada C-damar ile birleşir, dişide M-alanın sonuna kadar ayrı bir damar olarak belirgin devam



Şekil 3.42. *C. antecessor* türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

eder ve M-alanının bitimine yakın bir noktada C-damar ile birleşir; C-alanının en geniş yerinin Sc-alanının en geniş yerine oranı erkekte 1.4–1.9, dişide 1.3–1.6; M-alanının genişliğinin Pc-alanının en geniş yerine oranı erkekte 1.1–1.3, dişide 1.0–1.2; stigma kaidesinden kanadın Apeksine doğru her iki eşeyde de 7/10'luk alanda bulunmaktadır (Şekil 3.42e, Şekil 3.43e).



Şekil 3.43. *C. antecessor* türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

Femur: Femurun iç tarafında yer alan ses dişleri erkekte 100–136; dişide 113–126; femurun uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 3.9–4.1, dişide 4.1–4.5 katı kadardır (Şekil 3.42f, Şekil 3.43f).

Diagnozis: *Chorthippus antecessor* sp.n. pronotumun lateral karinalarının içeriye bükülmüş olması (Şekil 3.42a, Şekil 3.43a), yarık şeklinde timpanum, tam gelişmiş kanat (Şekil 3.42e, Şekil 3.43e) ve çarpıcı renklenmenin olmaması ile *C. biguttulus* grubu içerisinde yer almaktadır Ayrıca sesin oluşumunu sağlayan ayak hareketi deseni ve sesin oscilografik yapısı ile *C. brunneus* alt-grubu içerisinde yer almaktadır. *C. antecessor* sp.n. çağrı sesi özellikleri bakımından alt-grup içerisinde yer alan *C. bornhalmi* Harz, 1971 ve *C. miramae* (Ramme, 1939) türlerine benzerlik göstermektedir. Bu iki türle olan yakınlığı iki ana karakterle sağlanmaktadır. Bunlardan ilki çağrı sesinin tek bir kelimeden oluşması ve süresinin ise 2 s ve üzerinde gerçekleşmesidir. İkinci karakter ise kelimenin sahip olduğu tekrarlı birim periyodu (TBP) yapısı ile ilgilidir. Kelimeler üç türde de ayağın basit şekilde yukarı ve aşağı kaldırılması ve bu kaldırılış sırasında küçük basamakların oluşturulması ile karakterizedir. Ayrıca TBP'nun süresinin 120 sn civarında olması ile de benzerlik göstermektedirler. Ses karakterleri bakımından *C. antecessor* sp.n., *C. bornhalmi* türüne yakındır. Ancak, TBP'yi oluşturulan ayağın yukarı ve aşağı hareketi sırasında meydana gelen basamaklar bakımından farklı gözükmemektedir. *C. bornhalmi*'de bu basamaklar özellikle ayağın indirilişi sırasında belirgin olarak gözlenirken, *C. antecessor* sp.n.'de hem ayağın kaldırılışı hem de indirilişi sırasında üretildiği ve oluşturulan basamak sayısının diğerlerine göre daha fazla olduğu saptanmıştır. *C. antecessor* sp.n. türünü ses karakterleri bakımından *C. bornhalmi* ve *C. miramae*, ve de *C. brunneus* alt-grubunun diğer üyelerine benzer olsa da ses özellikleri ile tüm *C. biguttulus* grubu üyelerinden farklıdır. türlerinden ayıran en önemli karakteri morfolojisidir. Bu yeni türün tanımlanmasında kullanılan ayırıcı karakterler; tegminanın her iki eşeyde de abdomenin sonuna zorlukla ulaşması ve hiçbir zaman geçmemesi (alt-grubun diğer üyelerinde abdomeni geçer ve tibianın 2/5'sine kadar devam eder), stigmanın her iki eşeyde de tegminada apekse yakın (7/10) bulunması ve faveolun vertikal boyunun en geniş yerine oranı erkekte 2.5–3.1 ve dişide 2.4–2.7 olmasıdır.

Etimoloji: Verilerimiz ışığında “antecessor” ismi yeni tür olarak tanımlanan populasyonun tüm alt grubun atasal populasyonunun kalıntı bir formu olabileceğiniz işaret ettiği için kullanıldı.

Yayılış ve habitatı: *Chorthippus antecessor* türünün tip yeri olarak Adana, Develi Doğanbeyli arası, Hanyeri köyü civarından bilinmektedir (Şekil 3.41). Olası yakın alanlar taranmış ise de türe ait örneğe rastlanılmamıştır, dolayısıyla dar yayılışlı bir tür olduğunu varsaymak olasıdır. Türe ait populasyonun bulunduğu alan Karaçam (*Pinus nigra*) ve *Juniperus excelsa* orman açıklıklarında rastlanılmıştır. Alanın vejetasyonunda genel olarak kurakçıl iklime iyi uyum sağlamış dikenli yastık formasyonuna ait türler hakim görünmektedir. Ayrıca aralarda da kısa boylu tek yıllık bitkiler parçalı çayırliklar oluşturmaktadır. Alanda toplam beş tür ile tür çeşitliliğinin oldukça az olduğu belirlenmiştir. *C. antecessor* ile bulunan diğer türler kurakçıl karakterli *Oedipoda caerulea*, *Calliptamus italicus*, *Dociostaurus genei* ve *Platycleis* sp. türleri olarak saptanmıştır.

Chorthippus relicticus Şirin, Helversen ve Çıplak sp.n.

Analizlerde Çalışılan Örnekler – Holotip erkek, paratipler 18 erkek ve 16 dişi: Turkey, Karaman, Alanya Sarıveliler yolu, Civandere köyü civarı, 36 41.984 N, 32 30.740 E, 1675 m, 17.07.2005 (B. Çıplak, D. Şirin, M.S. Taylan ve S. Kaya); paratipler 10 erkek ve 5 dişi, 02.07.2007 (D. Şirin ve M.S. Taylan).

Baş: Erkek bireylerde vertex genellikle koyu renklerde gözün arkasında bulunan kısımlar ise vetrexe göre daha açık renkli; gözün vertikal çapının faveolün boyuna oranı erkekte 2.6–3.2, dişide 2.8-3.1; gözler arası en dar mesafenin suboküler oluk uzunluğuna oranı erkekte 0.5-0.6, dişide 0.5-0.7; anten orta segmentinin uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 1.8-2.2, dişide 1.6-1.8; suboküler oluğun gözün vertikal çapına oranı erkekte 0.6-0.8, dişide 0.8; faveolün boyunun en geniş yerine oranı erkekte 2.6-3.4, dişide 2.7-3.3; Anten erkekte baş ve pronotumun toplamından 1.4-1.6 kat, dişide 1.1 kat daha uzundur (Şekil 3.44a-d, Şekil 3.45a-d).

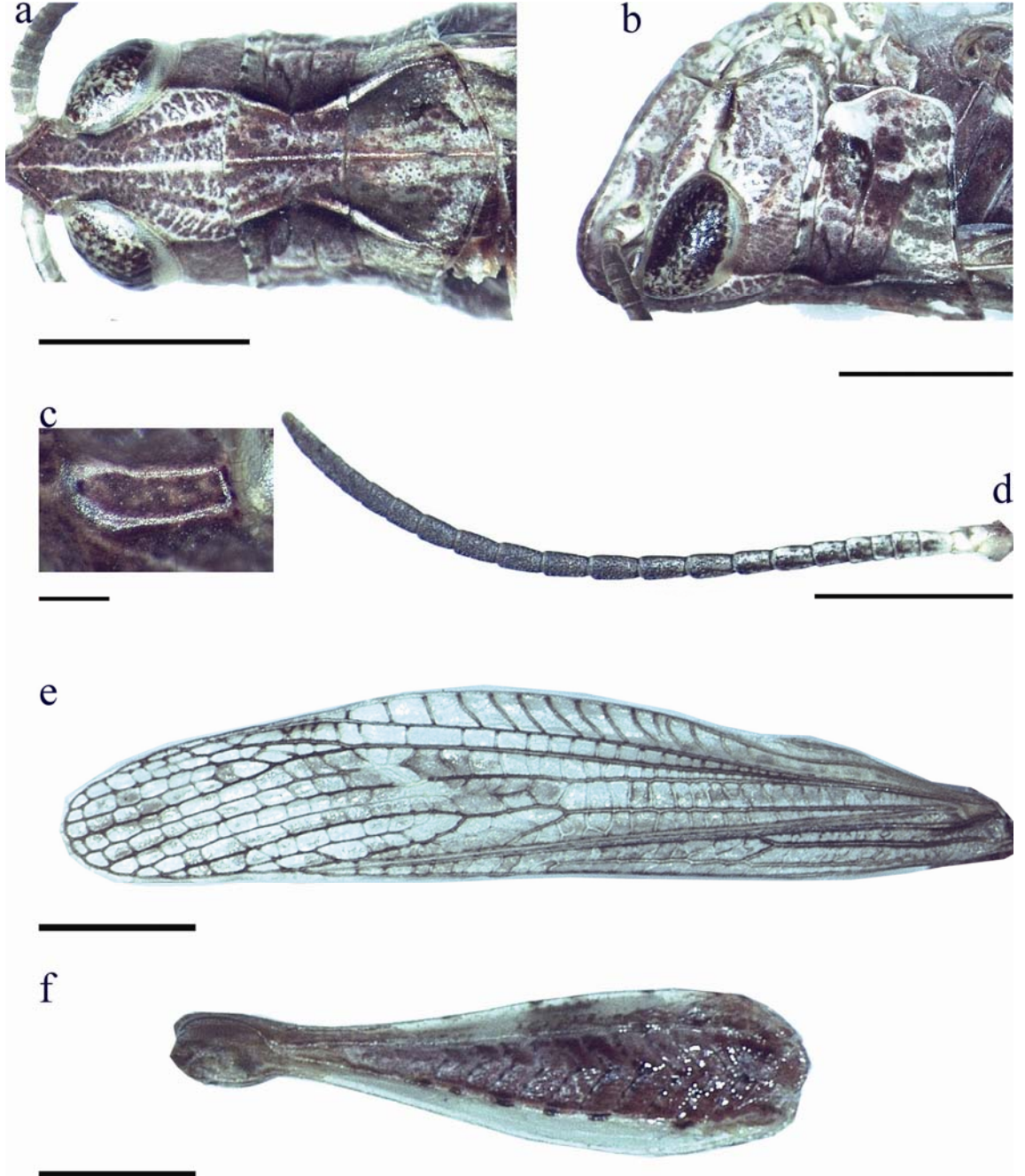
Pronotum: Median karina belirgin ve uzunluğu erkekte 2.7–2.9, dişide 3.6–4.0; pronotumun lateral karinaları tipik X şeklindedir ve arasındaki en dar mesafe birinci ve ikinci sulkusların arasında dar bir alanda oluşur; pronotumun tipik sulkustan sonraki uzunluğunun tipik sulkustan önceki uzunluğuna oranı erkekte 1.2–1.4, dişide 1.2–1.5; lateral karinalar arasındaki en geniş yerin en dar yere olan oranı erkekte 2.3–2.7 dişide 2.4–3.0; pronotumun yan karinasının uzunluğunun en dar yerine oranı erkekte 1.1–1.2, dişide 1.3–1.5 (Şekil 3.44a,b, Şekil 3.45a,b).

Tegmina: Her iki eşeyde de tegmina abdomeni geçer erkekte tibianın 1/5'ine dişide 2/5'ine kadar ulaşır; C-alanda yalancı damar bulunmaz ve radial damar apekse ulaşmadan önce ikiye sonrada bu damarlardan birisi tekrar iki ayrı kola ayrılır; tegminanın uzunluğunun en geniş yerine oranı erkekte 4.5–5.5, dişide 5.3–5.9 katı; Pc alanın en geniş yeri erkekte C-alanın en geniş yerinden daha dardır ve C-alanın 0.5–0.7 katı kadardır, dişide ise Pc-alan C alana ya eşit ya da 1.1 katı kadar fazladır; Pc-damar erkekte M-alanın ortasına yakın bir noktada C-damar ile birleşir, dişide ise M-alanı geçer ve kanadın bazaldan apekse doğru 4/5'lik kısmında C damar ile birleşir; C-alanın en geniş yerinin Sc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 1.7–2.0, dişide 1.4–1.8; M-alanın genişliğinin Pc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 0.9–1.1, dişide 0.9–1.0; stigma kaideden kanadın Apeksine doğru her iki eşeyde de 6/10'luk alanda bulunmaktadır (Şekil 3.44e, Şekil 3.45e).

Femur: Femurun iç tarafında yer alan ses dişleri erkekte 175–225; dişide 194–245; femurun uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 3.8–4.2, dişide 4.3–4.8 katı kadardır (Şekil 3.44f, Şekil 3.45f).

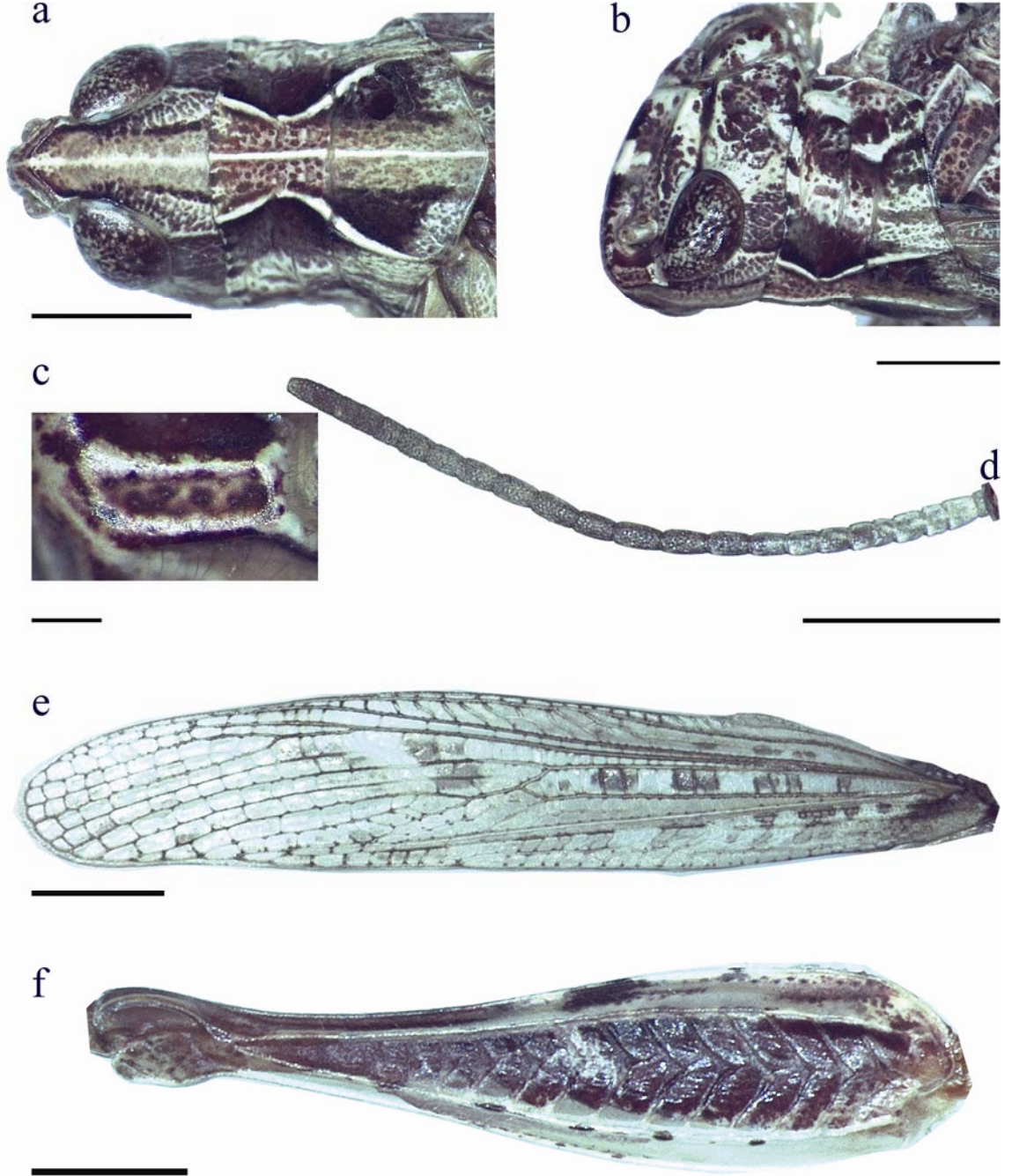
Diyagnozis: *Chorthippus relicticus* sp.n. *C. biguttulus* grubunun tanımlayıcı karakterlerini taşımaktadır. Diğer taraftan ses ve sesi üreten ayak hareketi örüntüleri ile *C. brunneus* alt-grubu içerisinde yer almaktadır. *C. relicticus* sp.n. çağrı sesi özellikleri bakımından alt-grup içerisinde yer alan *C. brunneus* (Thunberg, 1815) ve *C. jacobsi* Harz, 1975 türlerine benzerliği en fazladır. Bu iki türle olan yakınlığı iki ana karakterden kaynaklanmaktadır. Bunlardan ilki çağrı sesinin birden fazla kelimeden oluşan cümleden oluşması ve süresinin 1 s'den daha kısa olmasıdır. İkinci karakter ise

kelimenin sahip olduğu tekrarlı birim periyodu ile ilgilidir. Kelimeler üç türde de ayağın basit şekilde yukarı ve aşağı kaldırılması ile oluşturulmakta ve çıkış ya da inişte basamaklar içermemektedir. Ayrıca temel ses birimi olan TBP'ü 33 ms'den daha kısadır. *C. relicticus* sp.n. 400-750 ms arasında değışen kelime süresi ile *C.jacobsi*



Şekil 3.44. *C. relicticus* türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

türüne daha fazla benzemektedir. Ancak *C. relicticus* sp.n. türü gerek erkek (175-225) gerekse dişi (194-245) bireylerin sahip olduğu ses diş sayısı ile hem *C.jacobsi* (erkek 100-149, dişide 76-139) hem de *C. brunneus* (erkek 56-87, dişide 54-74) türünden tamamen farklıdır. Bu yakın üç türün coğrafik dağılımlarına baktığımızda da *C.*



Şekil 3.45. *C.relicticus* türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

brunneus (İberya hariç tüm Avrupa), *C. jacobsi* (İberya) ve *C. relicticus* (Güney Toroslar) türlerinin yayılışlarının çakışmadıkları görülmektedir.

Etimoloji: “relicticus” ismi *C. brunneus* ve *C. jacobsi* türlerinin muhtemel atasal popülasyonunun relik bir formu olduğunu vurgulamak için kullanılmıştır.

Yayılış ve habitatı: *Chorthippus relicticus* sp.n. türü tip yeri olarak bilinen Karaman, Alanya Sarıveliler yolu, Civan dere köyü civarından bilinmektedir (Şekil 3.41). Hem tip lokalitesi civarında hem de Anadolunun başka yerlerinde yapılan çalışmalarda başka popülasyonuna rastlanılmamıştır. Alan 1675 m yükseltide *Cedrus libani* ve *Juniperus excelsa* geçiş noktasında bulunmaktadır. Tür subalpin vejetasyonu içerisinde yüksek çayır olarak adlandırılan *Poace* türleri ve Cyperaceae türlerinin yoğunlukta olduğu habitatta belirlenmiştir. Ancak türün bireylerinin yoğunlukla bulunduğu alanı çevreleyen, %35-45 arasında eğime sahip olan yamaçta, *Euphorbia* türleri kendini saha fazla göstermekte ve az da olsa bu alanda da türün bireyleri bulunmaktadır. Fenolojisi açısından türün genel vejetasyon ve yükseltiye bağlı olarak Haziran ayı sonundan Ağustos sonuna kadar bulunabileceği söylenilebilir.

3.4.2. *Chorthippus mollis* alt grubu

Chorthippus (Glyptobothrus) mollis mollis (Charpentier, 1825)

Gryllus mollis Charpentier, 1825, Hort. Ent. 164 (Harz 1975).

Chorthippus mollis mollis (Charpentier): Karabağ 1958: 150; *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier): Bei-Bienko ve Mistshenko 1951: 150; *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier): Weidner 1969: 209, 210; *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier): Demirsoy 1975: 92, 94; *Chorthippus (Glyptobothrus) mollis mollis* (Charpentier): Harz 1975: 72, 856, 878, 880, 881; *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier): Demirsoy 1977: 214, 216, 218; *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier): Salman 1978: 107, 110, 172; *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier): Güneş 1984: 141, 143; *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier): Erman ve Salman 1990: 115; *Chorthippus mollis mollis*

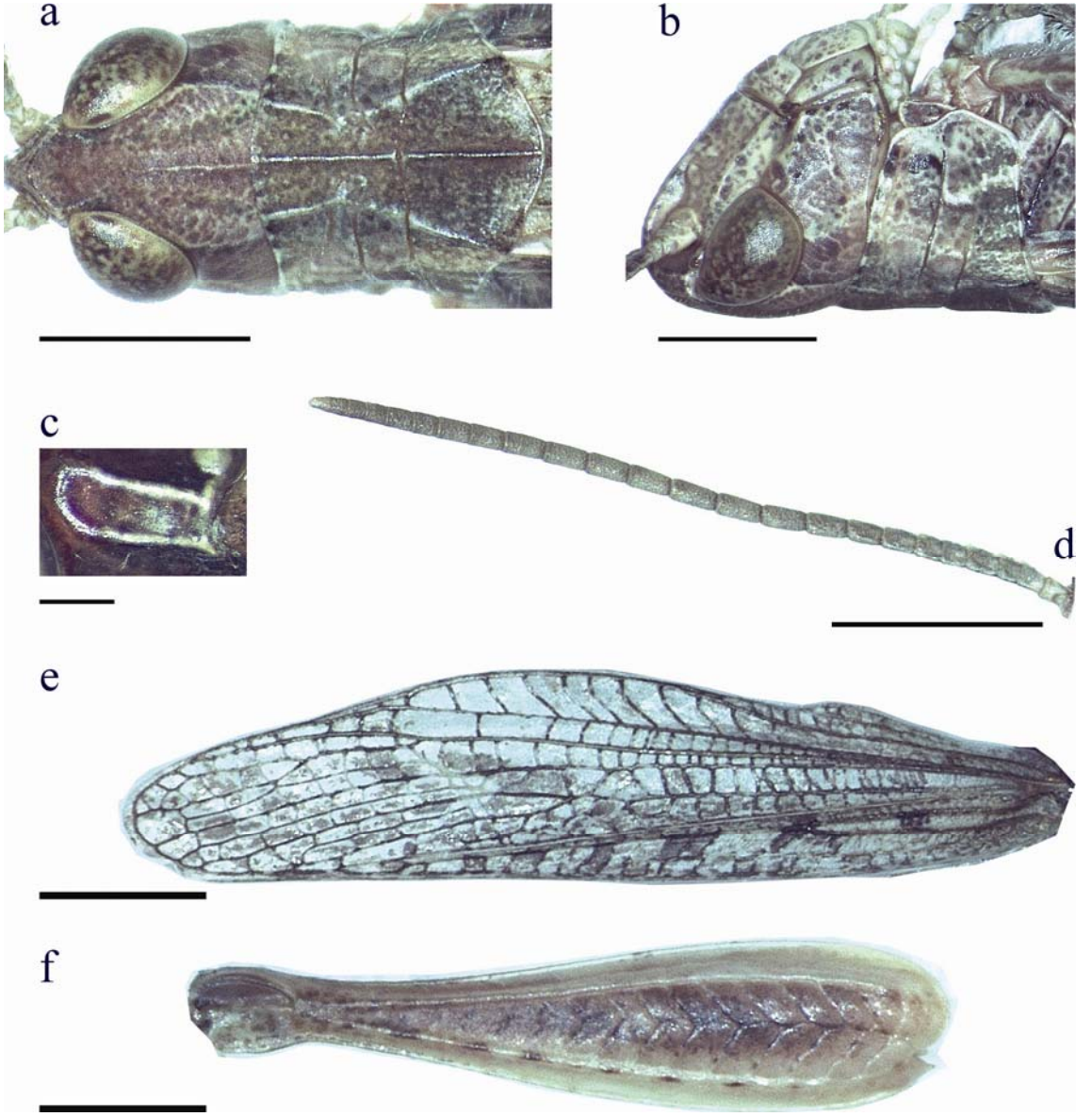
(Charpentier): Çıplak vd 1996: 26. *Chorthippus mollis mollis* (Charpentier): Mol 2001: 96, 97, 98, 99;

Analizlerde Çalışılan Örnekler –TÜRKİYE: 16 erkek ve 3 dişi, Artvin, Şavşat, Kocabey yaylası, N 41°13.952, E 042°24.661, 1650 m., 18.08.2007 (A. Mol); 15 erkek ve 7 dişi Kars, Kars – Sarıkamış yolu, Sarıkamış dan 5 km önce, N 40°26.880, E 042°45.271, 1869 m, 03.08.2007 (D. Şirin ve M.S. Taylan); 9 erkek ve 6 dişi Afyonkarahisar, Sandıklı Şuhut arası, Şuhut yol ayrımından 2 km sonra çeşme civarında, 38 28.079 N, 30 21.675 E, 1663 m, 23.07.2003 (B. Çıplak, F. Mayer, D. Şirin ve D. Berger); 6 erkek ve 3 dişi Afyonkarahisar, Başkomutan Ulusal Parkı, Afyon Sandıklı yolu, Çiğil tepe civarı, N 38°40.971, E 30°19.284, 1279 m, 23.07.2003 (D. Şirin, B.Çıplak, F.Mayer ve D.Berger); 17 erkek Çankiri, Eldivan dağı., Mart Hisarcık kaya arası, N 40°28.168 E 33°24.688, 1522 m, 19.07.2003 (D. Şirin, B.Çıplak, F.Mayer ve D.Berger); 16 erkek ve 16 dişi, Isparta, Davraz dağı, kayak merkezi civarı, N 37°47.685, E 030 45.475, 1630 m, (D. Şirin ve Ö. Eren); 19 erkek ve 5 dişi Isparta, Eğirdir, Aksu, Eldene köyü, Dedegöl dağları, N 37°39.049, E031°14.062, 1652 m, (D. Şirin ve M.S. Taylan).

Baş: Erkeklerde baş dişilere oranla daha dar yapıda; her iki eşeyde de median karinanın uzantıları başta renk halinde bile olsa görünmez; gözün vertikal çapının faveolün boyuna oranı erkekte 2.7–3.4, dişide 2.8–3.2; gözler arası en dar mesafenin suboküler oluk uzunluğuna oranı erkekte 0.5-0.8, dişide 0.6-0.7; anten orta segmentinin uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 1.7-2.2, dişide 1.5-1.9; suboküler oluğun gözün vertikal çapına olan oranı erkekte 0.5-0.7, dişide 0.7-0.8; faveolün boyunun en geniş yerine oranı erkekte 2.1-2.8, dişide 2.0-2.7; antenler erkekte baş ve pronotum toplamından daha uzun, dişide ya aynı uzunlukta ya da daha kısa, erkekte 1.3-1.8, dişide 0.9-1.0 katı uzunluktadır (Şekil 3.46a-d, Şekil 3.47a-d).

Pronotum: Median karina pronotumda belirgin ve uzunluğu erkekte 2.5–3.0, dişide 2.9–3.7 mm; Pronotumu kesen sulkuslardan bir ve iki nolu sulkuslar birleşmiş ve kestikleri yer lateral karinalar arasındaki en dar mesafenin olduğu yerdir; pronotumun tipik sulkustan sonraki uzunluğunun tipik sulkustan önceki uzunluğuna oranı erkekte

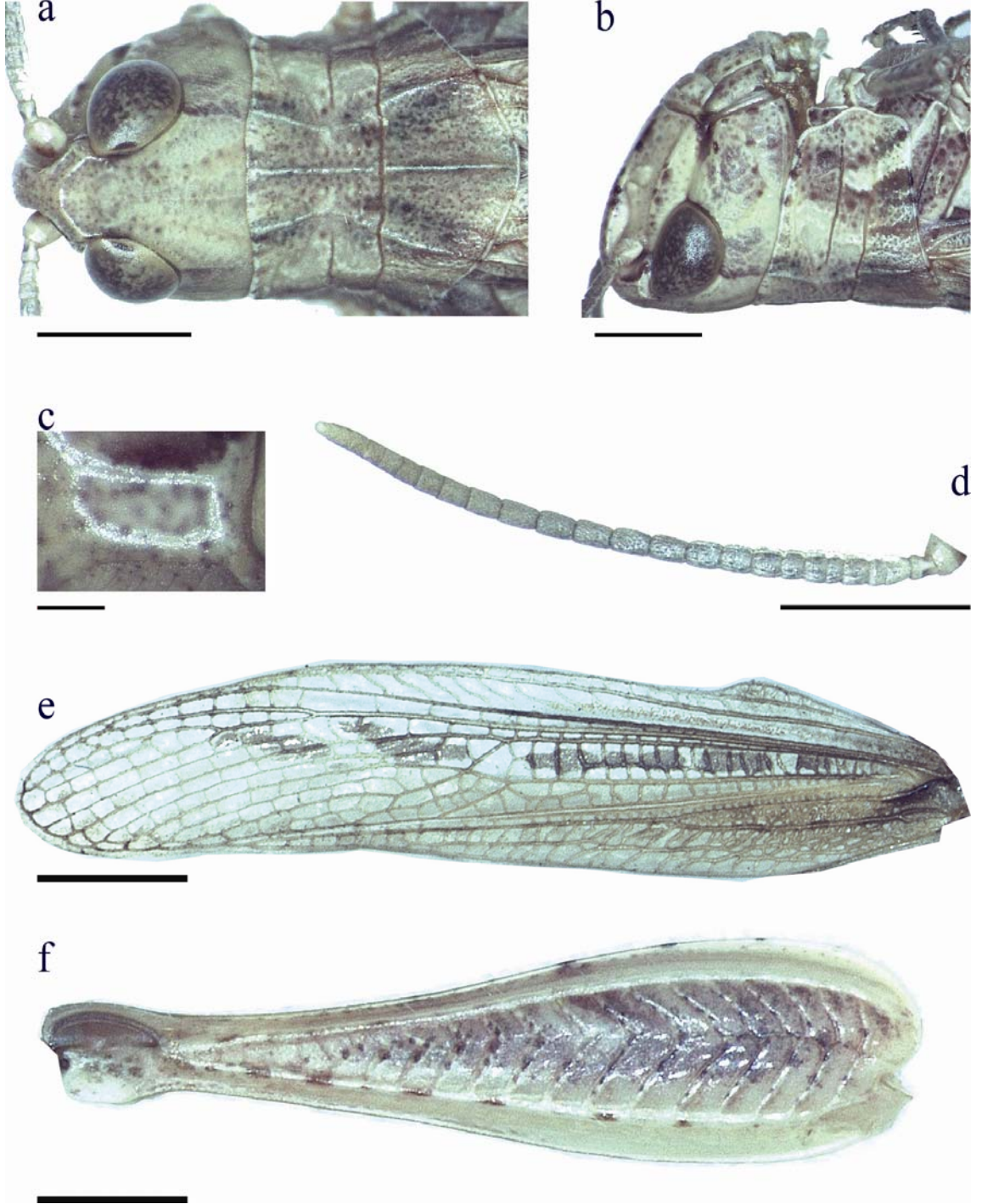
0.9–1.3, dişide 1.0–1.3; lateral karinalar arasındaki en geniş yerin en dar yere olan oranı erkekte 1.9–2.4 dişide 2.3–3.0; pronotumun yan karinasının uzunluğunun en dar yerine oranı erkekte 1.0–1.3, dişide 1.2–1.4 (Şekil 3.46a,b, Şekil 3.47a,b).



Şekil 3.46. *C. mollis mollis* türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

Tegmina: Tegmina her iki eşeyde de abdomenin ucuna varır ve arka dizi geçer; C- alanda her iki eşeyde de yalancı damar bulunmaz; radial damar apekse ulaşmadan önce her iki eşeyde de önce ikiye sonrada ayrılanlardan birisi tekrar ikiye ayrılır ve sonlanır;

tegminanın uzunluğu en geniş yerinin erkekte 4.0–5.0, dişide 5.8–6.6 katı; Pc alan erkekte C-alanın en geniş yerinden daha dardır ve C-alanın 0.4–0.6 katı kadardır, dişide



şekil 3.47. *C. mollis mollis* türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

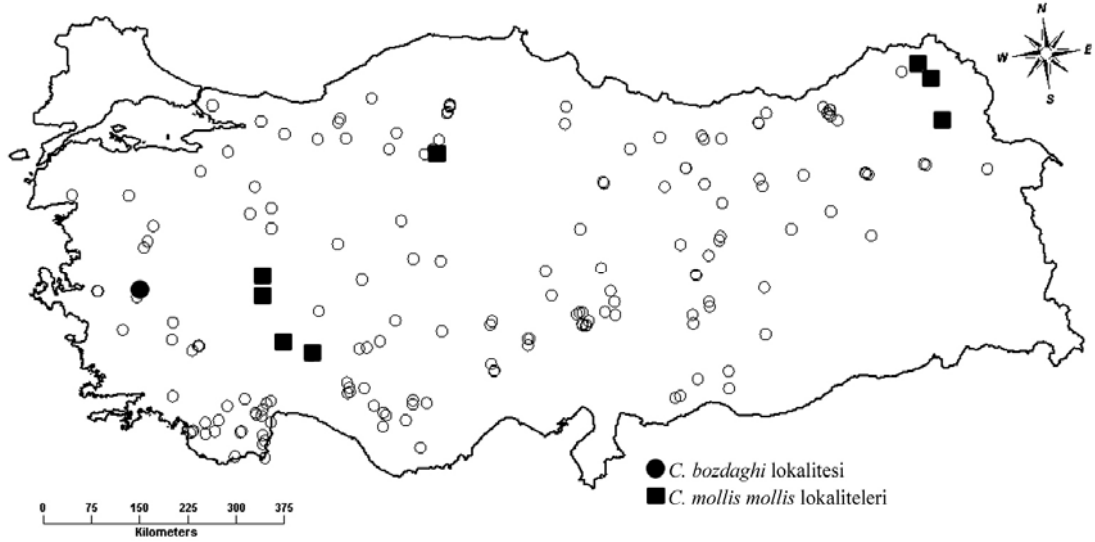
ise Pc-alan C alandan ya dar ya da eşit genişliktedir ve 0.8-1.0 katı kadardır; Pc-damar erkekte M-alanın ortanın ilerisinde bir noktada C-damar ile birleşir, dişide ise M-alanı geçer ve kanadın bazaldan apekse doğru yaklaşık 4/6-5/6'lık kısmında C damar ile birleşir; C-alanın en geniş yerinin Sc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 1.5–2.1, dişide 1.1–1.3; M-alanın genişliğinin Pc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 0.9–1.4, dişide 1.1–1.3; stigma kaideden kanadın Apeksine doğru erkekte 6/10-7/10, dişide 7/10'luk alanda bulunmaktadır (Şekil 3.46e, Şekil 3.47e).

Femur: Femurun iç tarafında yer alan ses dişleri erkekte 97–131; dişide 100–130; femurun uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 3.9–5.2, dişide 4.0–4.8 katı kadardır (Şekil 3.46f, Şekil 3.47f).

Yayılış ve habitatı: *C. mollis mollis* alt türüne ait kayıtlar İspanya ve İtalya hariç tüm Güney Avrupa, Orta Avrupa, Rusya'nın Avrupa Bölümü, Kafkasya, Kazakistan, Sibirya, Orta Asya, Türkiye'den bilinmektedir. Anadolu'da yayılış gösteren taksona ait kayıtlar üç parça halindedir (Şekil 3.48). Bunlardan ilk parça Afyon ve Isparta sınırları içerisinde bulunan 1300-1700 m arasından saptanan güney-batı populasyonlarıdır. Bu populasyonlar özellikle Temmuz ayı ortasında yoğun halde bulunmaktadır. Bulundukları alanlar orman zonu içerisindeki açıklıklardan oluşabildiği gibi orman üstü zonlarda yer alan dikenli yastık/cüce çalı formasyonlarının bulunduğu alanlarda da olabilmektedir. İkinci parça Anadolu'nun kuzey-batısında yer alan Eldivan populasyonu olup tipik Öksin vejetasyonuna sahiptir. Son parça olan kuzey-doğu populasyonları ise Kars-Ardahan-Artvin civarından kaydedilen populasyonlardan oluşmaktadır. Bu üç parçadan ilk ikisi içerisinde yer alan populasyonların görülme zamanları Temmuzun ilk haftası ile başlamakta ve Ağustos sonuna kadar devam etmektedir. Ancak kuzey-doğu populasyonlarında ise ilk ergin görülme zamanı Ağustosun başlarındadır.

Görüşler: *C. mollis mollis* alttürü bu çalışmaya kadar, Anadolu'da geniş yayılışa sahip taksonlardan biri olarak biliniyordu. Ancak taksonun yayılışının devamlılık göstermediği ve üç farklı parçadan oluştuğu çalışma sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu üç alan özellikle soğuk iklimsel koşulları tercih eden bu canlılar açısından en uygun

alanlardandır. Ancak benzeri koşullara sahip farklı dağlarda yapılan çalışmalar taksonun daha önceden düşünüldüğü kadar yaygın olmadığını işaret etmektedir.



Şekil 3.48. *C. mollis* alt grubuna ait Anadolu’da yayılış gösteren aksonların dağılışı haritası (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

Chorthippus (Glyptobothrus) bozdaghi Uvarov, 1934

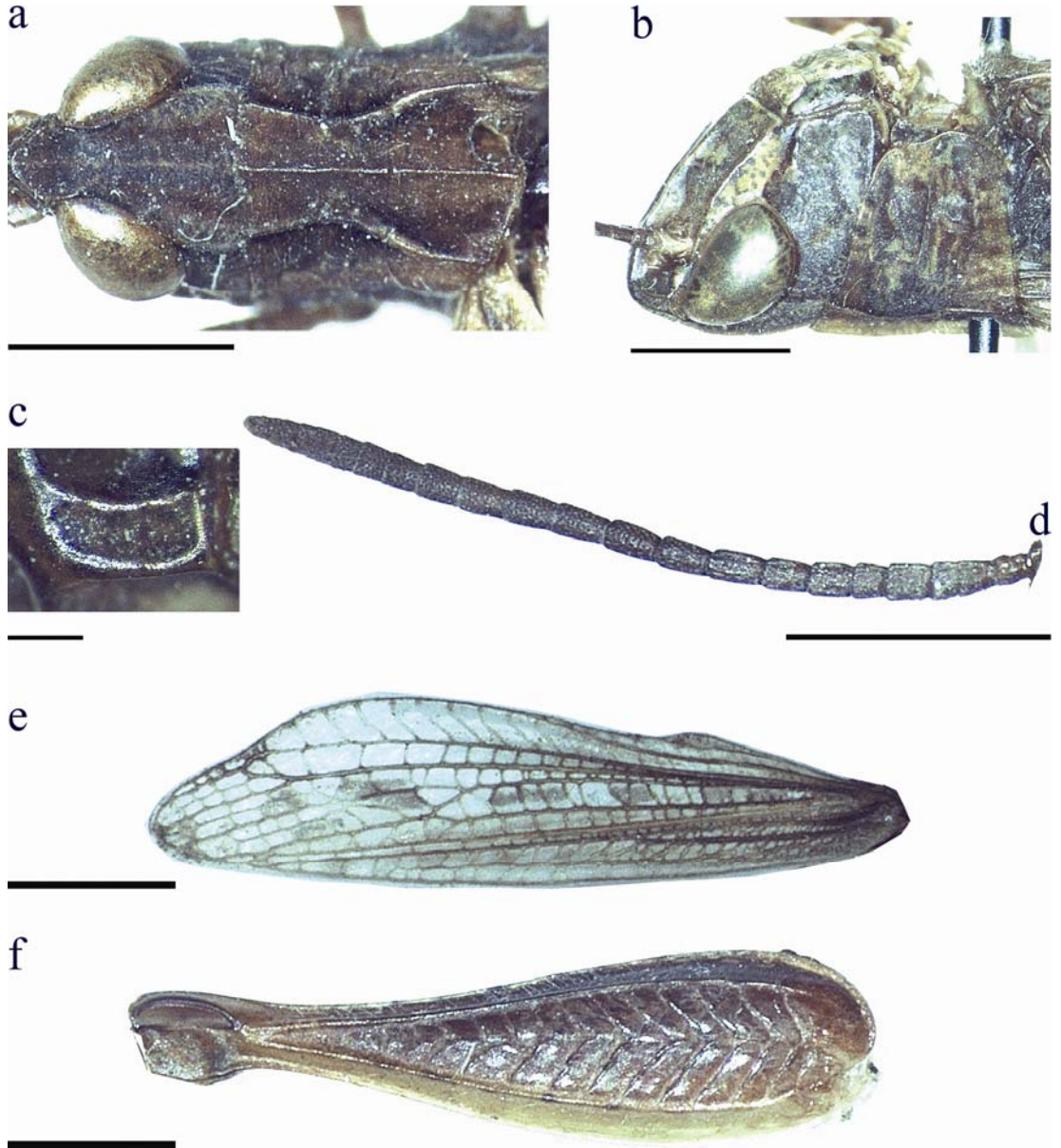
Chorthippus bozdaghi Uvarov, 1934: 86.

Chorthippus (Glyptobothrus) bozdaghi Uvarov: Mol 2001: 94, 95; *Chorthippus (Glyptobothrus) bozdaghi* Uvarov: Çıplak vd 2003: 122, 123.

Chorthippus bozdaghi Uvarov: Bei-Bienko ve Mistshenko 1951: 144; *Chorthippus bozdaghi* Uvarov: Karabağ 1958: 149; *Chorthippus bozdaghi* Uvarov: Weidner 1969: 210, 208; *Chorthippus (Glyptobothrus) bozdaghi* Uvarov: Harz 1975: 834, 854, 866, 867; *Chorthippus bozdaghi* Uvarov: Demirsoy 1977: 211, 209.

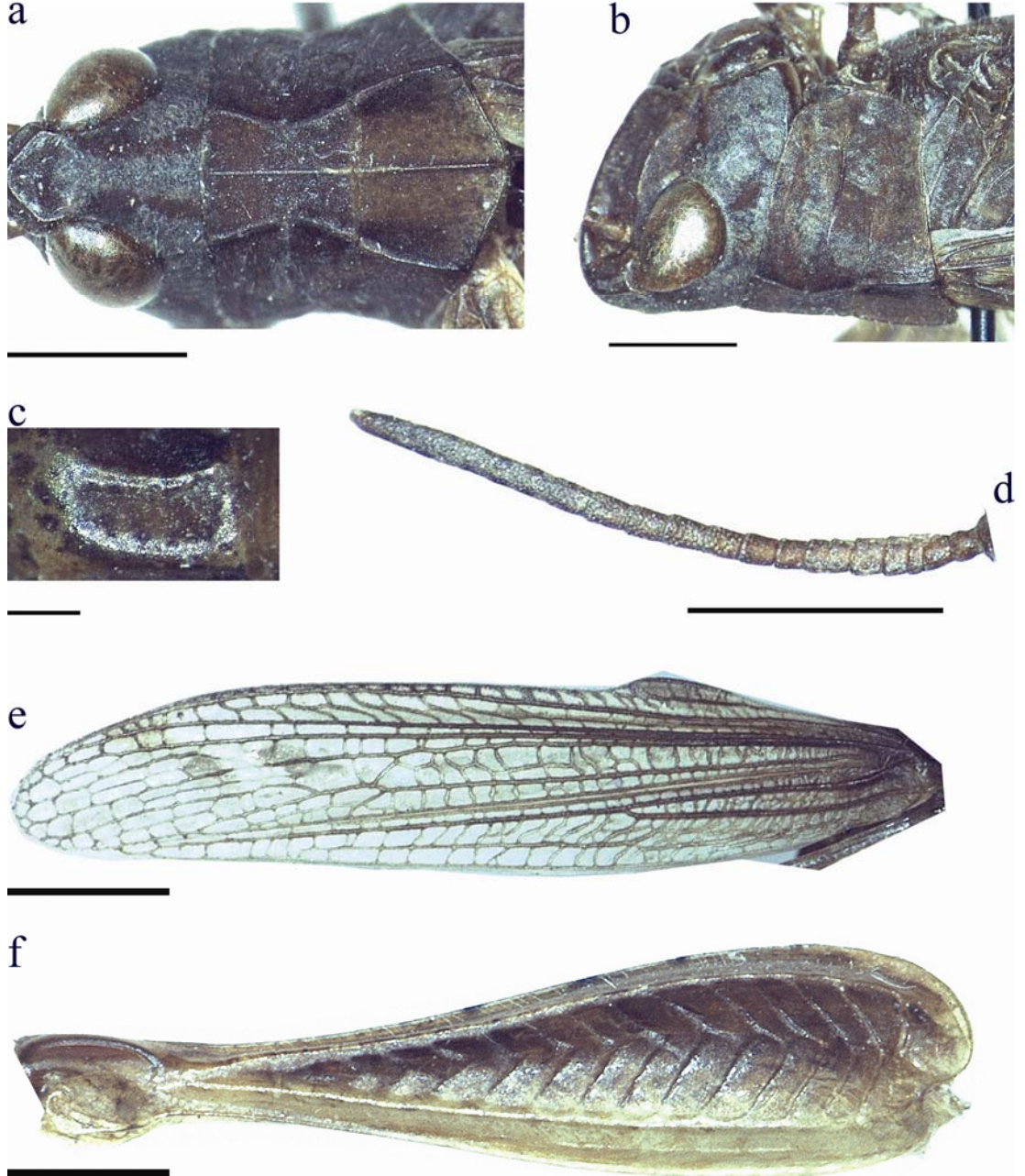
Analizlerde Çalışılan Örnekler – TÜRKİYE: 21 erkek ve 17 dişi, İzmir, Ödemiş, Bozdağı, Gündalan yaylası, millik mevkii, 1549 m, N 38°21.145, E 028°06.687, 15.09.2004 (D. Şirin ve M. S. Taylan); Kumluk Yokuşu, 1600 m, 20.07.2000 16 erkek, 1 dişi; Kumluk yokuşu, 1600, 6 erkek, 1 dişi (A. Mol ve D. Şirin) (AUZM).

Baş: Erkekke baş dar, dişide ise daha geniş bir yapıda; erkekke median karına başta soluk renkli bir çizgi şeklinde devam eder, dişide başta belirsizleşmiştir; gözün vertikal çapının faveolün boyuna oranı erkekke 3.0–3.5, dişide 2.9-3.5; gözler arası en dar mesafenin suboküler oluk uzunluğuna oranı erkekke 0.5-0.6, dişide 0.6-0.8; suboküler oluğun gözün vertikal çapına olan oranı erkekke 0.7, dişide 0.7-0.8; faveolün boyunun



şekil 3.49. *C. bozdaghi* türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

en geniş yerine oranı erkekte 2.2-2.6, dişide 2.2-2.7; antenler erkekte baş ve pronotum toplamından daha uzun, dişide ya aynı uzunlukta ya da daha kısa, antenlerin orta segment uzunluğu erkekte genişliğinin 1.8-2.1, dişide 1.7-2.0 katı uzunluktadır (Şekil 3.49a-d, Şekil 3.50a-d).



Şekil 3.50. *C. bozdaghi* türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

Pronotum: Median karina pronotumda belirgin ve uzunluğu erkekte 2.5–3.0, dişide 3.5–4.1 mm; Pronotumu kesen sulkuslardan iki nolu sulkusun pronotumu kestiği yer lateral karinalar arasındaki en dar mesafenin olduğu yerdir; pronotumun tipik sulkustan sonraki uzunluğunun tipik sulkustan önceki uzunluğuna oranı her iki eşeyde de 0.8–1.0; lateral karinalar arasındaki en geniş yerin en dar yere olan oranı erkekte 1.7–2.2 dişide 1.8–2.4; pronotumun yan karinasının uzunluğunun en dar yerine oranı erkekte 1.0–1.1, dişide 1.1–1.3 (Şekil 3.49a,b, Şekil 3.50a,b).

Tegmina: Tegmina her iki eşeyde de abdomenin ucuna varmaz; C-alanda her iki eşeyde de yalancı damar bulunur; radial damar apekse ulaşmadan önce erkeklerde ya sadece ikiye ayrılır ve sonlanır ya da ayrılmaz ve sonlanır, dişide herhangi bir ayrılma olmadan sonlanır; tegminanın uzunluğu en geniş yerinin erkekte 3.4–4.4, dişide 4.5–5.5 katı; Pc alan erkekte C-alanın en geniş yerinden daha dardır ve C-alanın 0.5–0.6 katı kadardır, dişide ise Pc-alan C alandan daha geniştir ve 1.1-1.5 katı kadar fazladır; Pc-damar erkekte M-alanın ortanın ilerisinde bir noktada C-damar ile birleşir, dişide ise M-alanı geçer ve kanadın bazaldan apekse doğru yaklaşık 5/6'lık kısmında C damar ile birleşir; C-alanın en geniş yerinin Sc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 1.8–2.1, dişide 1.4–1.7; M-alanın genişliğinin Pc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 0.9–1.3, dişide 0.8–1.0; stigma kaidesinden kanadın Apeksine doğru her iki eşeyde de 7/10-8/10'luk alanda bulunmaktadır (Şekil 3.49e, Şekil 3.50e).

Femur: Femurun ventral kısmı her iki eşeydede dorsal kısma göre daha açık renklidir; femurun iç tarafında yer alan ses dişleri erkekte 92–119; dişide 79–94; femurun uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 3.9–4.4, dişide 3.8–4.3 katı kadardır (Şekil 3.49f, Şekil 3.50f).

Yayılış ve habitatı: *Chorthippus bozdağhi* türü *C. biguttulus* grubu içerisinde ergin bireyleri en son ortaya çıkanlardandır. Şu ana kadar sadece tek bir lokaliteden bilinen türe ait bireyler Temmuz ayının sonundan Eylül ayının sonuna kadar görülebilmektedir. Türkiye'ye endemik olan bu tür bulunduğu alanda eğimli İzmir, Ödemiş, Bozdağın gündalan yaylasında bulunmaktadır (Şekil 3.48). Türün habitat olarak tercih ettiği alan yaylayı çevreleyen %35-55 eğimli yamaçlardır. Alan tipik Akdeniz vejetasyonu

kademelenmesi içerisinde yer alır. Alanın kışın uzunca bir süre kar altında kalması toprağın su bakımından kuvvetli olmasını sağlamaktadır ve bu nedenle yaz boyunca vejetasyon kuvvetli gelişmektedir. Vejetasyonun baskın familyaları Poaceae ve Cyperaceae familyalarıdır. Ayrıca alanda eğimli yamaçlarda yoğun olarak *Astragalus* yani geven türleri bulunmaktadır.

Görüşler: *C. bozdaghi* türü lokal endemik bir tür olarak bilinmektedir. Türün yayılış gösterdiği alan ve yakın çevresindeki dağ grupları farklı zamanlarda ziyaret edilmiş olmasına rağmen literatürde belirtildiği gibi tek bir lokaliteden varlığı saptanmıştır.

3.4.3. *Chorthippus biguttulus* alt grubu

Chorthippus (Glyptobothrus) biguttulus euhedicki Helversen, 1989

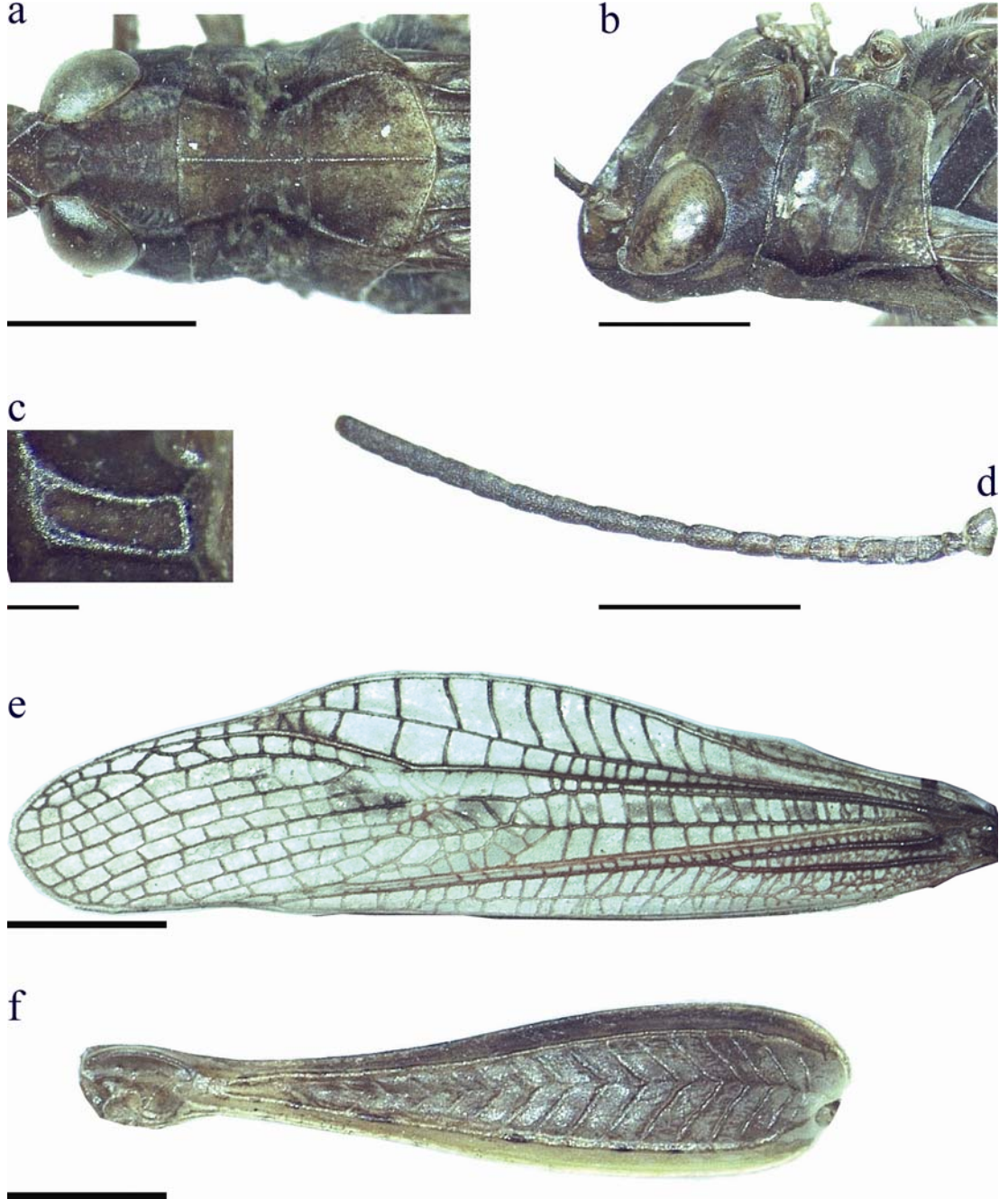
Chorthippus biguttulus euhedicki Helversen, 1989: 26–34

Analizlerde Çalışılan Örnekler –TÜRKİYE: Bolu, Abant, Abant gölü civarı, N 40°35.423, E 31°16.862, 1436 m., 21.07.2003 (D. Şirin, B. Çıplak, F. Mayer ve D. Berger), 19.08.2004 (D. Şirin, D. Berger ve M.S. Taylan); Karabük, Yenice, Yenice-Gökçebey yolu 3. km, 21.07.2004 ((D. Şirin, D. Berger ve M.S. Taylan).

Baş: Erkeklerde median karina hiçbir şekilde devam etmez, dişide ise açık renkli bir çizgi halinde faveollerin birleştiği noktaya kadar devam eder; gözün vertikal çapının faveolün boyuna oranı erkeklerde 2.4–3.1, dişide 2.9–3.2; gözler arası en dar mesafenin suboküler oluk uzunluğuna oranı erkeklerde 0.5-0.7, dişide 0.6-0.7; anten orta segmentinin uzunluğunun genişliğine oranı erkeklerde 1.9-2.3, dişide 1.8-2.0; suboküler oluğun gözün vertikal çapına olan oranı erkeklerde 0.7-0.9, dişide 0.7-0.8; faveolün boyunun en geniş yerine oranı erkeklerde 2.6-3.1, dişide 2.4-2.7; antenler erkeklerde baş ve pronotum toplamından bir buçuk kat daha uzun (1.5-1.7), dişide ise daha uzun olmasına rağmen bir buçuk katına hiçbir zaman varmaz (1.2-1.4) (Şekil 3.51a-d, Şekil 3.52a-d).

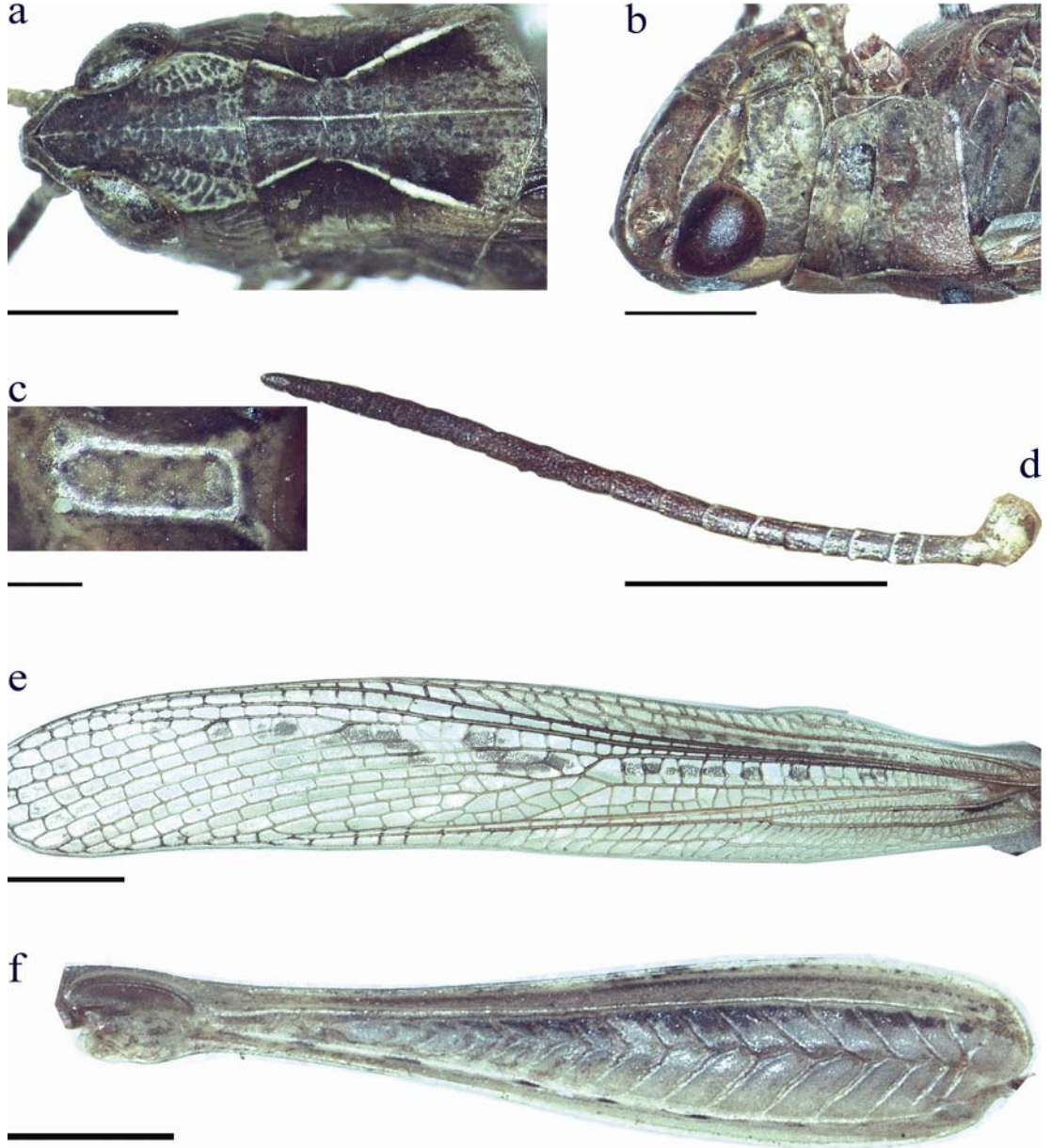
Pronotum: Median karina pronotumda belirgin ve uzunluğu erkeklerde 2.7–3.0, dişide 3.6–4.0 mm; Pronotumu kesen sulkuslardan iki nolu sulkus pronotumu lateral karinalar arasındaki mesafenin en dar olduğu yerden keser; pronotumun tipik sulkustan sonraki

uzunluğunun tipik sulkustan önceki uzunluğuna oranı erkekte 1.0–1.4, dişide 1.5–1.7; lateral karınlar arasındaki en geniş yerin en dar yere oranı erkekte 2.1–2.4 dişide 1.3–1.4; pronotumun yan karinasının uzunluğunun en dar yerine oranı erkekte 1.0–1.2, dişide 1.2–1.4 (Şekil 3.51a,b, Şekil 3.52a,b).



Şekil 3.51. *C. biguttulus euhediceki* türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

Tegmina: Tegmina her iki eşeyde de abdomenin ucuna varır ve arka dizi geçer; C-alanda sadece dişide yalancı damar bulunur; Sc-damarın ortaya yakın yerde yukarı doğru kıvrılarak apekte çok genişler; her iki eşeyde de radial damar stigmanın bulunduğu noktada önce ikiye sonra tekrar ikiye ve ayrılanlardan birisi tekrar ikiye ayrılıp sonlanır; tegminanın uzunluğu en geniş yerinin erkekte 4.0–4.7, dişide 5.7–6.4



Şekil 3.52. *C. biguttulus euhedickei* türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

katı; Pc alan erkekte C-alanın en geniş yerinin yarısından daha dardır ve C-alanın 0.4 katı kadardır, dişide ise Pc-alan C alana ya eşit genişlikte ya da daha geniş yapıdadır ve 1.0-1.2 katı kadardır; Pc-damar erkekte M-alanın orta noktasının ilerisinde bir noktada C-damar ile birleşir, dişide ise M-alanı geçer ve kanadın bazaldan apekse doğru yaklaşık 5/6'lık kısmında C damar ile birleşir; C-alanın en geniş yerinin Sc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 1.4–1.8, dişide 1.2–1.5; M-alanın genişliğinin Pc-alanın en geniş yerine oranı erkekte 1.3–1.8, dişide 1.3–1.5; stigma kaidesinden kanadın Apeksine doğru erkekte ve dişide 6/10'luk alanda bulunmaktadır (Şekil 3.51e, Şekil 3.52e).

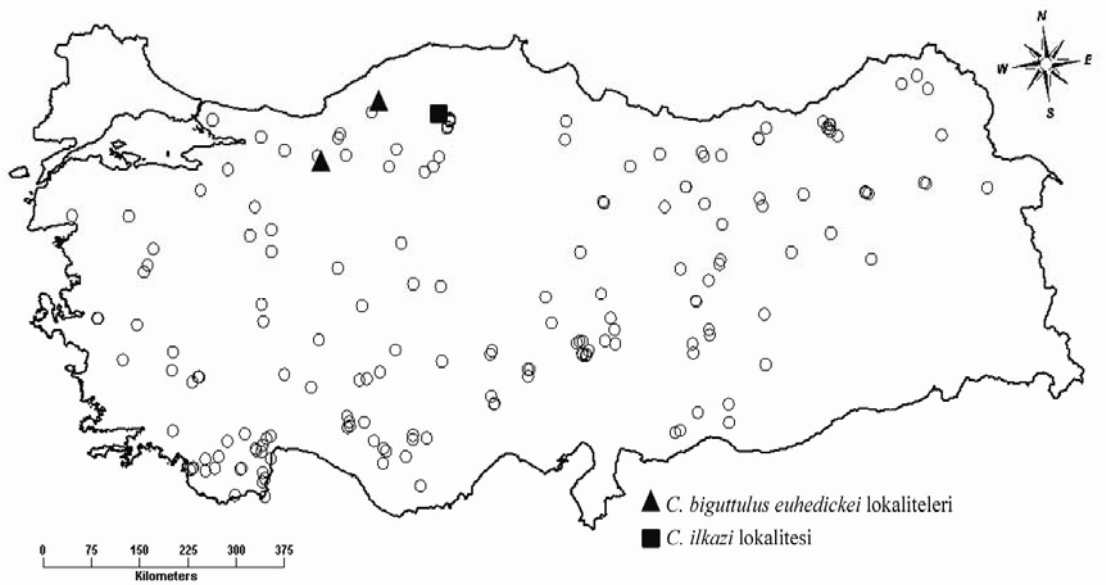
Femur: Femurun iç tarafında yer alan ses dişleri erkekte 151–188; dişide 146–168; femurun uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 4.3–5.0, dişide 4.4–4.7 katı kadardır (Şekil 3.51f, Şekil 3.52f).

Yayılış ve habitatı: *Chorthippus biguttulus euhedicekei* türü batıda Makedonya, kuzeyde Bulgaristan, güneyde Yunanistan ve doğuda ise Anadolu'nun kuzey-batı kısmında yayılmaktadır. Anadolu'da Bolu, Abant Gölü çevresinde 1500 m ve Karabük, Yenice 1400 m civarında yükseltilerden belirlenmiştir (Şekil 3.53). Her iki yükseltide Batı Karadeniz bölgesi içerisinde yer alan Bolu Dağlarına ait lokalitelerdir. Genellikle *Juniperus*'un çalı formlarının azaldığı açıklıklarda kısa boylu otsu vejetasyon üzerinde rastlanılmaktadır. *C. biguttulus* grubunun tüm üyeleri tarafından tercih edilen *Dactylus glomerata* türü alanda sık rastlanılan bir türdür. Ayrıca farklı *Poa* türlerine de rastlanılmıştır. Türün yayılış gösterdiği habitatlarda *Chorthippus macrocerus*, *Chorthippus apricarius* ve *Stenebthrus lineatus* türlerine de rastlanılabilmektedir. Bu türlerde özellikle Anadolu'da Öksinik vejetasyonu tercih eden formlar olarak bilinmektedir. Türün bulunduğu habitat ve coğrafya yapılan arazi çalışmaları ile birlikte değerlendirildiğinde, Haziran ayının ortalarından Ağustos ayının sonuna kadar görülebilmektedirler.

Görüşler: Bu çalışmaya kadar *C. biguttulus euhedicekei* alttürüne ait Anadolu'dan herhangi bir kayıt bulunmamaktadır. Ancak türün diğer bir alttürü olan *C. biguttulus hedicekei*'nin olduğuna yönelik bilgiler mevcuttur. *C. biguttulus hedicekei* alttürünü bulmak amacıyla yaptığımız arazi çalışmalarında bu alttüre ait herhangi bir populasyon

bulunamamıştır. Ancak bu alanlarda ve alanların yakın çevresinde sadece *C. biguttulus euhediceki*'nin populasyonları kaydedilmiştir.

Ayrıca AUZM'de *C. biguttulus hediceki* olarak teşhis edilmiş olan üç populasyon (BURSA:Uludağ, Kirazlı Yayla, 1465 m., 27 Temmuz1998, 4 erkek, 2 dişi; BİLECİK: Bozüyük, Saraycık Yolu, 850 m., 3 erkek, 2 dişi 06 Temmuz 2000 (Leg. A. Mol) (AUZM)) yeniden teşhis edildiklerinde *C. biguttulus euhediceki* alttürünü işaret etmiştir.



Şekil 3.53. *C. biguttulus* alt grubuna ait Anadolu'da yayılış gösteren aksonların dağılışı haritası

Chorthippus (Glyptobothrus) ilkazi Uvarov, 1934

Chorthippus ilkazi Uvarov 1934: 84, 85, 86.

Chorthippus ilkazi Uvarov: Bei-Bienko ve Mistshenko 1951: 183; *Chorthippus ilkazi* Uvarov: Karabağ 1958: 151; *Chorthippus ilkazi* Uvarov: Demirsoy 1977: 211-217; *Chorthippus ilkazi* Uvarov: Mol 2001: 91, 92, 93. *Chorthippus ilkazi* Uvarov: Çıplak vd 2003: 122, 123, 124.

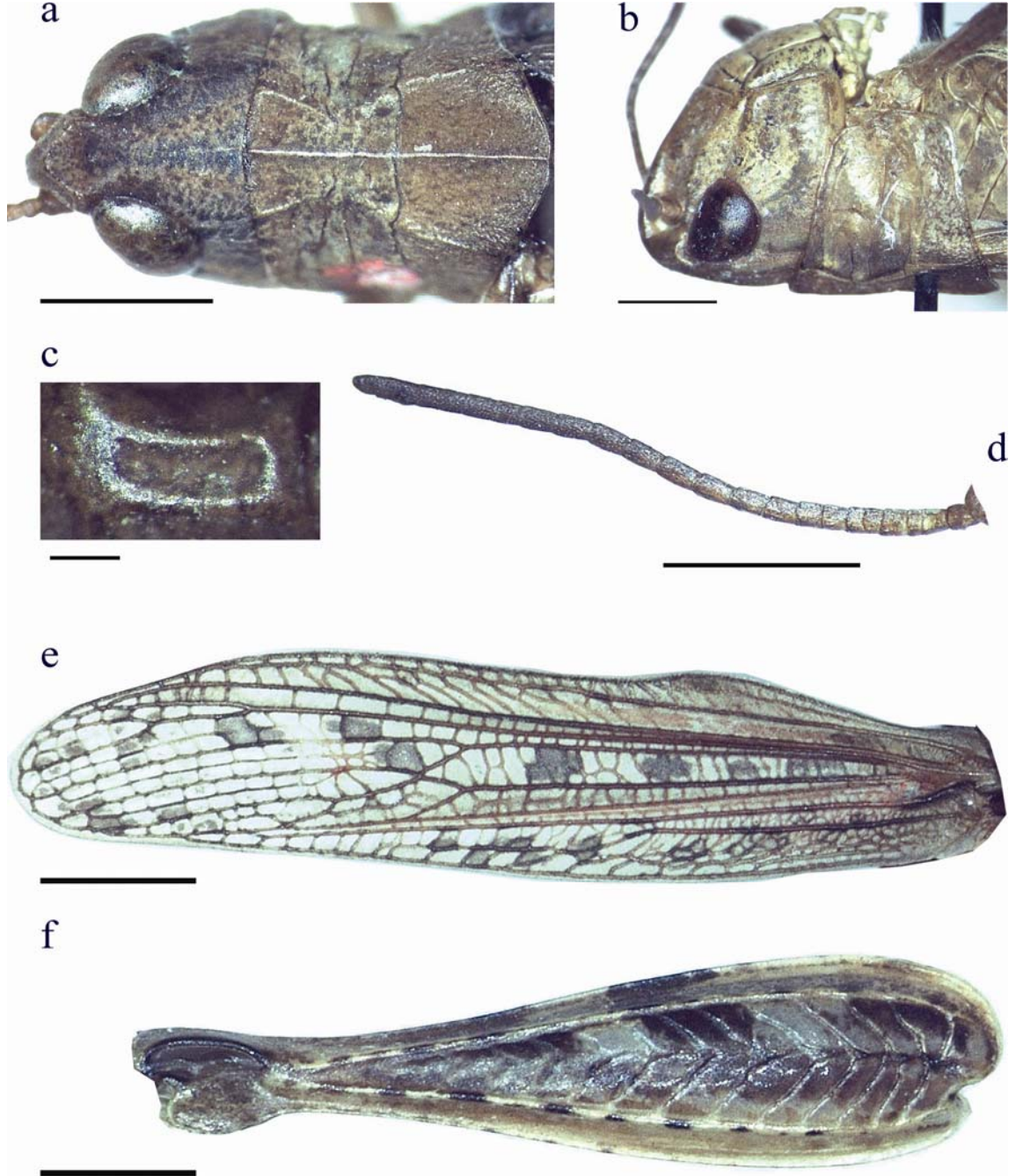
Analizlerde Çalışılan Örnekler – TÜRKİYE: 9 erkek ve 4 Dişi, Kastamonu, Ilgaz, Ilgaz Dağı, TRT vericisi civarı, 41 03 246 N, 033 43 053 E, 2045 m, 13/14.08.2004, (D. Şirin, D.Berger ve M.S. Taylan); 6 erkek ve 6 dişi 07.08.2005 (D. Şirin ve A. Mol); 4 erkek ve 3 dişi 26.07.2006 (D. Şirin).

Baş: Erkeklerde median karina başta herhangi bir şekilde devam etmez, dişide ise kısmen açık renkli bir kısım olarak median karina devam eder ve vertekse bile ulaşmaz; gözün vertikal çapının faveolün boyuna oranı erkeklerde 2.6–3.0, dişide 2.6-3.1; gözler arası en dar mesafenin suboküler oluk uzunluğuna oranı erkeklerde 0.6, dişide 0.6-0.7; anten orta segmentinin uzunluğunun genişliğine oranı erkeklerde 1.6-1.9, dişide 1.6-1.8; suboküler oluğun gözün vertikal çapına olan oranı her iki eşeyde de 0.8-0.9; faveolün boyunun en geniş yerine oranı erkeklerde 2.4-2.7, dişide 2.4-2.6; antenler erkeklerde baş ve pronotum toplamından daha uzun, dişide yaklaşık aynı uzunlukta, erkeklerde 1.3-1.4, dişide 1.0-1.1 katı uzunlukta olabilmekte (Şekil 3.54a-d, Şekil 3.55a-d).

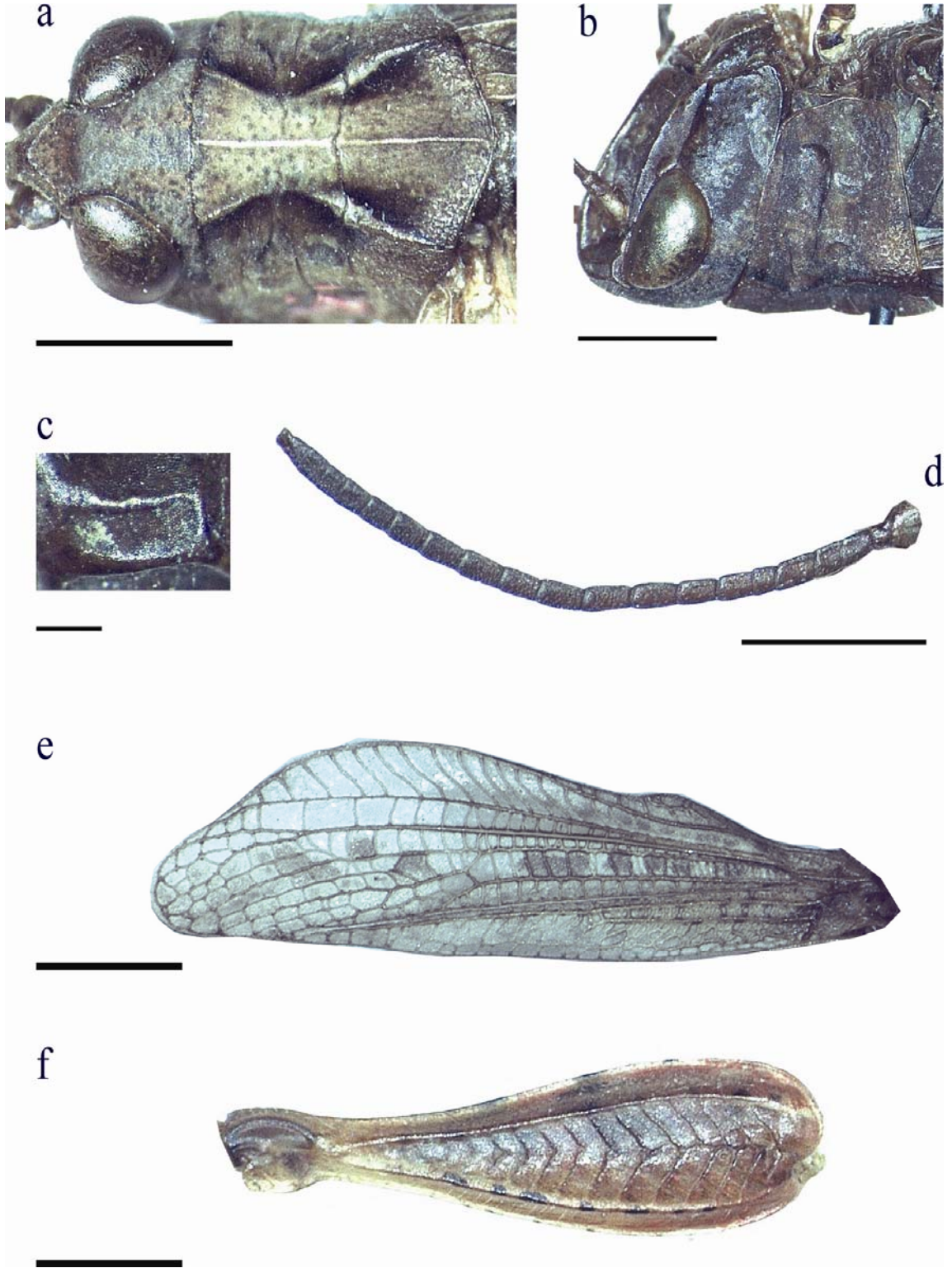
Pronotum: Median karina pronotumda belirgin ve uzunluğu erkeklerde 2.8–3.2, dişide 4.2–4.4 mm; Pronotumu kesen sulkuslardan bir ve iki nolu sulkuslar pronotum üzerinde birleşmişlerdir ve bu noktada lateral karinalar arasındaki en dar mesafe oluşur; pronotumun tipik sulkustan sonraki uzunluğunun tipik sulkustan önceki uzunluğuna oranı erkeklerde 1.0–1.2, dişide 1.0–1.1; lateral karinalar arasındaki en geniş yerin en dar yere olan oranı erkeklerde 2.3–2.7 dişide 2.6–3.2; pronotumun yan karinasının uzunluğunun en dar yerine oranı erkeklerde 1.1–1.2, dişide 1.1–1.3 (Şekil 3.54a,b, Şekil 3.55a,b).

Tegmina: Tegmina her iki eşeyde de abdomenin ucuna varır ancak arka dizi geçmez; C-alanda yalancı damar erkeklerde bulunmaz, dişide bulunur; radial damar apekse ulaşmadan önce erkeklerde sadece ikiye ayrılır, dişide ikiye ayrıldıktan sonra damarlardan birisi bazı bireylerde tekrar ikiye ayrılır; tegminanın uzunluğu en geniş yerinin erkeklerde 3.6–4.4, dişide 4.7–5.0 katı; Pc alan erkeklerde C-alanın en geniş yerinden daha dardır ve C-alanın 0.5–0.6 katı kadardır, dişide ise Pc-alan C alandan dar, eşit ya da 1.2 katı kadar fazladır; Pc-damar erkeklerde M-alanın ortasına yakın bir noktada C-damar ile birleşir, dişide ise M-alanı geçer ve kanadın bazaldan apekse doğru 4/6-5/6'lık kısmında C

damar ile birleşir; C-alanının en geniş yerinin Sc-alanının en geniş yerine oranı erkekte 1.5–1.7, dişide 1.3–1.8; M-alanının genişliğinin Pc-alanının en geniş yerine oranı erkekte 1.0–1.3, dişide 1.0–1.3; stigma kaidesinden kanadın Apeksine doğru erkekte 7/10-8/10'luk alanda, dişide 7/10'luk alanda bulunmaktadır (Şekil 3.54e, Şekil 3.55e).



Şekil 3.54. *C. biguttulus ilkazi* türü erkek bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)



Şekil 3.55. *C. biguttulus ilkazi* türü dişi bireyine ait a) Baş ve Pronotum üstten, b) Baş ve Pronotum yandan, c) Faveol, d) Anten, e) Tegmina ve f) Arka Femur'a ait resimler (ölçekler a,b,d,e,f = 2mm ve c=0.25mm)

Femur: Femurun iç tarafında yer alan ses dişleri erkekte 106–134; dişide 102–124; femurun uzunluğunun genişliğine oranı erkekte 3.8–4.1, dişide 3.9–4.2 katı kadardır (Şekil 3.54f, Şekil 3.55f).

Yayılış ve habitatı: *C. ilkazi* Kuzeybatı Anadolu'nun en çok bilinen dağlarından olan Ilgaz dağlarının Ilgaz dağı Milli parkı sınırları içerisinde, 1900-2100 m yüksekliklerinde yayılış göstermektedir (Şekil 3.53). Tür dağ grubu içerisinde ve çevresindeki dağ gruplarında detaylıca araştırılmasına rağmen tek bir lokaliteden bulunabilmiştir. Türkiye'ye endemik olan tür tipik Öksinik vejetasyonuna sahip olan Ilgaz dağında kısa boylu otsu vejetasyonun olduğu orman açıklıklarında bulunmaktadır. Bu açıklıklarda yer yer vejetasyon kaybolmakta toprak ve taşlı zemin belirlemektedir. Bu alanların her ne kadar çevresi sık vejetasyon yapısı ile çevrili olsa da türe ait bireyler seyrek vejetasyonlu alanlarda daha yoğun olarak bulunmaktadır. Ilgaz dağı *C. ilkazi* türünün yanı sıra Orthoptera içerisinde birçok Anadolu endemiğine ev sahipliği yapmaktadır. Bunlardan *Microhippus turcicus*, *Stenebothrus salmae*, *Isophya ilkazi*, *Isophya obenbergeri*, *Isophya staneki*, *Poecilimon bosporicus* ve *Poecilimon demirsoyi* bilinenleridir. Alandaki en baskın tür, yoğun ve gürültülü ses yapısına sahip olan *Stauroderus scalaris* türüdür. Tür bugüne kadar en erken Temmuz ayının sonlarında görülebilmiş daha öncesinde ergin bireylere rastlanılamamıştır. Bununla birlikte Eylül ayının ortalarına kadar alanda varlığını devam ettirebilmektedir.

Görüşler: *C. ilkazi* türü Anadolu'da endemik bir *Chorthippus* türü olarak bilinmektedir. Türün yayılış gösterdiği alan ve yakın çevresindeki dağ grupları benzer zamanlarda ziyaret edilmiş olmasına rağmen literatürde belirtildiği gibi farklı noktalarda popülasyonlarına rastlanılamamıştır. Dört yıl aralıksız taranan alanda ancak tek bir lokalitede, Ilgaz Dağı zirvesi civarında, varlığı saptanmıştır.

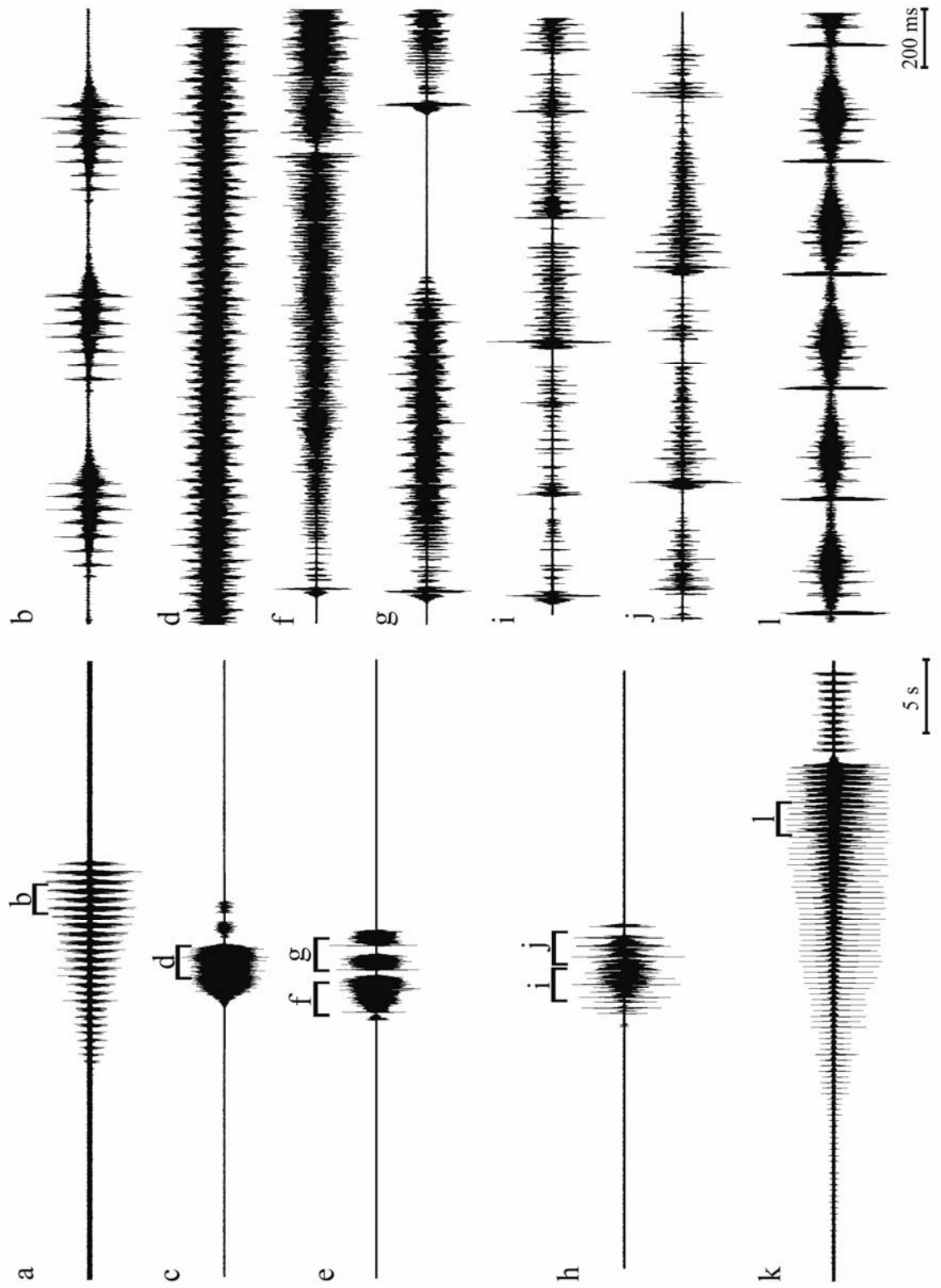
3.4.4. *C. ilkazi* ve *C. mollis mollis* Hibriti

Yapılan ses kayıt incelemeleri sonrasında taksonomik açıdan karar verilemeyen Ça-El-Ilgaz-Yenice (Ça-El-Ye), Amasya-So-Suluova (As-So), Samsun-Ladik (Sa-Ld), Tokat-Çamlıbel (To-Ça) ve Sivas-Kızıldağ (Si-Kz) popülasyonları ara ses yapısı

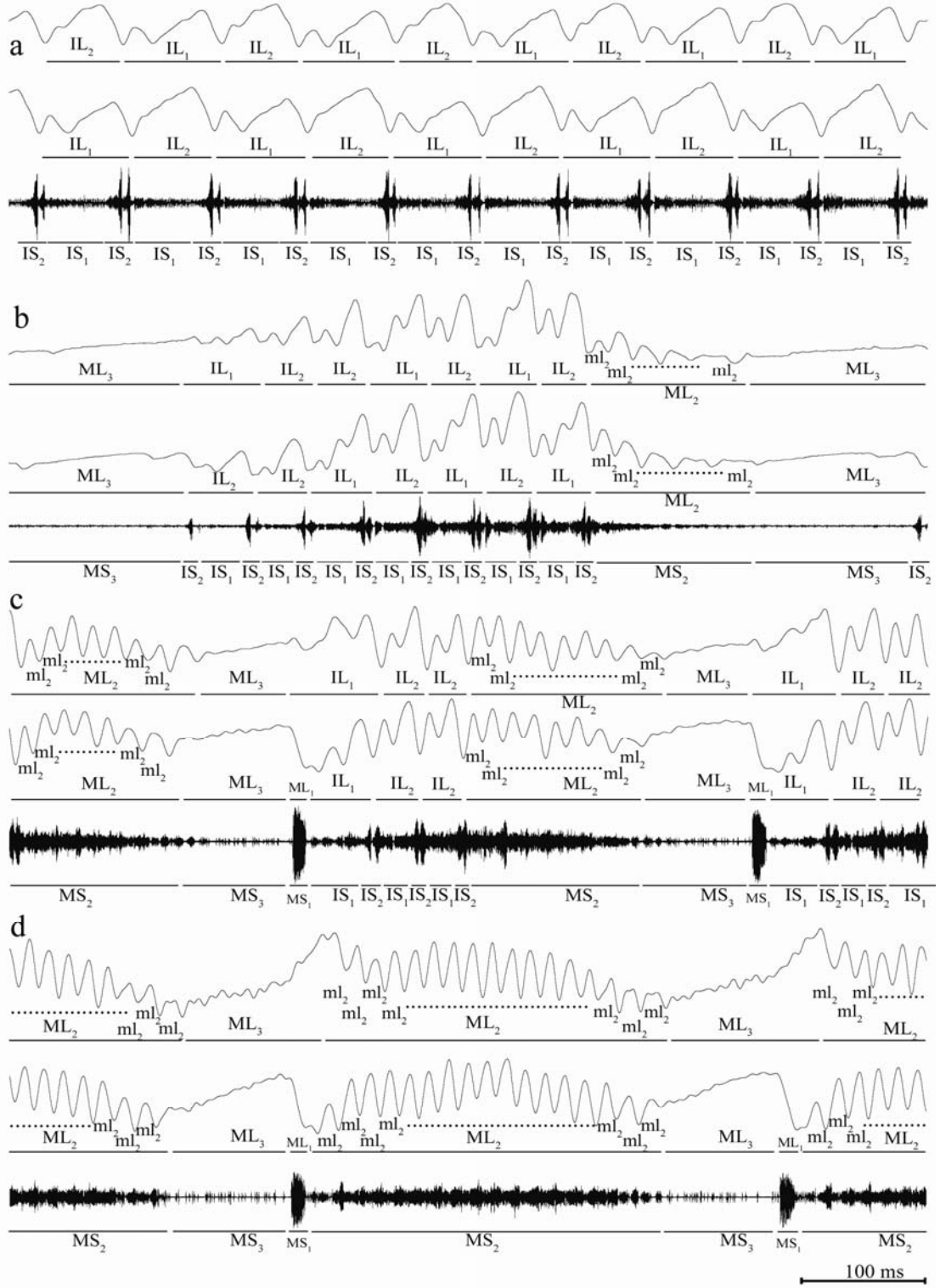
göstermektedirler (Şekil 3.56a-k). Bu ara sesler iki farklı alt grupta yer alan *C. mollis* ve *C. ilkazi* türlerine ait ses özelliklerini bir karışımı niteliğindedir.

Hibritlerin muhtemel atasal formlarından birisi olan *C. mollis mollis* türünde çağrı sesinin oscilografik görüntüsünde yer alan bir tekrarlı birim periyodu, (*C. mollis mollis* ses=MS) üç temel yapıdan oluşur; MS₁ (başlangıç tiki), MS₂ (sesli parça) ve MS₃ (sessiz parça) (Şekil 3.57d, Şekil 3.58d). Bu üç parçalı TBP'yi oluşturan üç farklı da ayak hareketi mevcuttur; ML₁ (MS₁'i oluşturur), ML₂ (MS₂'yi oluşturur) ve ML₃ (MS₃'ü oluşturur) (Şekil 3.57d, Şekil 3.59d). Bu üç ayak hareketi içerisinde en uzun olan parça ML₂'dir ve bu ayak hareketi ayağın bir seri aşağı ve yukarı hareketinden oluşur (ml₂, ml₂, ml₂, ml₂, ...) (Şekil 3.57d, Şekil 3.59d). Hibritlerin benzer ses elemanları içerdiği diğer tür *C. ilkazi* türüdür ve bu türün çağrı sesinin oscilografik görüntüsünde sesin tekrarlı birim periyodu (*C. ilkazi* sesi= IS) iki farklı yapıdan oluşur; IS₁ (gürültülü parça) ve IS₂ (iki keskin atımlı parça)'dir (Şekil 3.57a, Şekil 3.58a). Sesin oscilografik görüntüsünde oluşan bu yapılar iki farklı ayak hareketi olan IL₁ ve IL₂'nin kombinasyonu ile gerçekleşir (Şekil 3.57a, Şekil 3.59a).

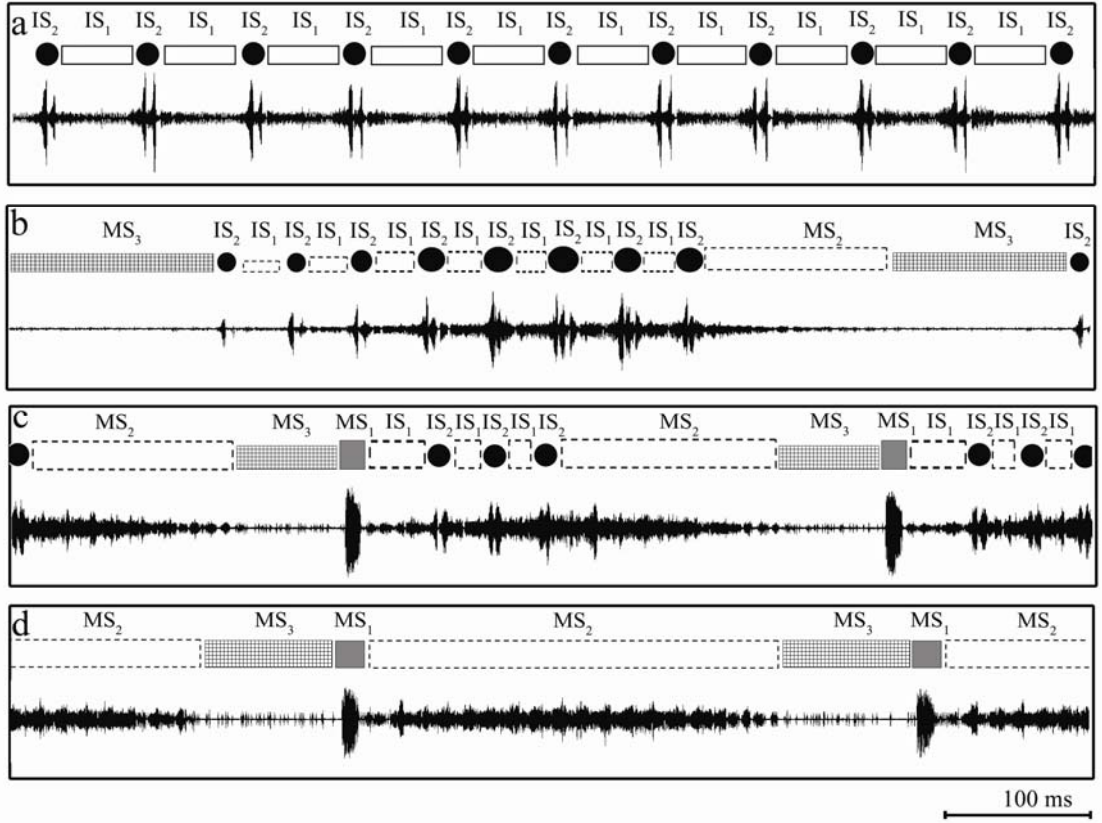
Yukarıda değinilen iki takson içerisinde tek bir çağrı sesi üretilmekte ve sesler her ikisi içerisinde de kararlı bir yapı göstermektedir. Ancak bu iki muhtemel atasal formun tersine hibrit populasyonlarının sesleri her iki atasal formdan gelen elementler ile farklı kombinasyonlar oluşturmaktadır. To-Ça populasyonunun ses kayıtlarının tümünde ve Ça-II-Ye populasyonunun bazı bireylerinde *C. mollis mollis* sesi genel ses karakteristiğini baskın şekilde gösterse de, *C. ilkazi*'ye ait ses karakterlerini de içermektedir. To-Ça populasyonundan elde edilen hibrit seslerinde TBP *C. mollis mollis* ses tipinde olduğu gibi üç ana parçadan (MS₁, MS₂ ve MS₃) oluşmakta (Şekil 3.57c) ve bu parçalardan MS₂ içerisinde farklı sayıda *C. ilkazi*'ye ait IS₂ yapıları ayırt edilebilmektedir (Şekil 3.57c, 3.58c). Bu yapıları oluşturan ayak hareketleri incelendiğinde sesin oscilografik görüntüsündeki örüntüyü desteklemektedir (Şekil 3.59c). TBP'un başlangıç kısmında yer alan tik *C. mollis mollis* türünde olduğu gibi ayağın birisi beklerken diğerinin keskin şekilde aşağı indirilmesiyle (ML₁) oluşturulmaktadır. Sesli parça olarak adlandırılan TBP'nin ikinci parçası olan sesli parçayı oluşturan ayak hareketi genel yapı itibarıyla *C. mollis mollis* tipi ML₂ ile



Şekil 3.56. Hibrit çağrı sesi çeşitliliği a-) Ça-II-Ye sesi, c-e-h-) Si-Kz sesi ve k-) To-Ça sesi



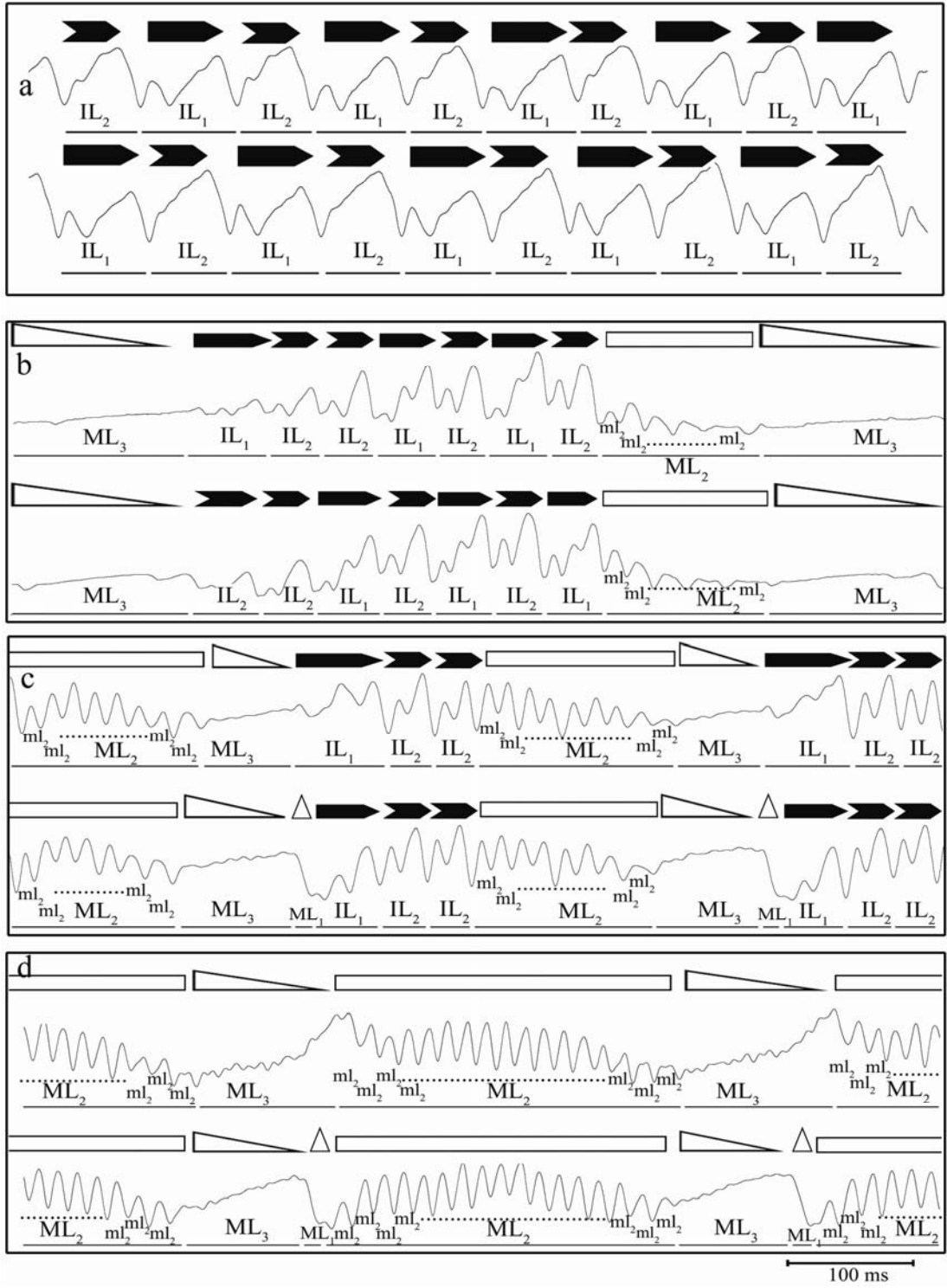
Şekil 3.57. a) *C. ilkazi*, b) *Ça-II-Ye Hibriti*, c) *To-Ça Hibriti* ve d) *C. mollis mollis* erkek çağrı seslerinin oscilografik ve ayak hareketli parçaları (IL1, IL2, ML1, ML2 (ml2 serisi) ve ML3 farklı ayak hareketi yapıları; IS1, IS2, MS1, MS2 ve MS3 sesin farklı oscilografik yapıları)



Şekil 3.58. a) *C. ilkazi*, b) Ça-II-Ye Hibriti, c) To-Ça Hibriti ve d) *C. mollis mollis* erkek çağrı seslerinin oscilografik parçaları; IS1, IS2, MS1, MS2 ve MS3 sesin farklı oscilografik yapıları

oluşturulmaktadır. Ancak ML_2 bir seri IL_1 ve IL_2 yapısı içermekte ve arkasından tekrar ML_2 yapısı ile ($ml_2+ml_2+ml_2+ml_2$) *C. mollis mollis* ML_3 yapısına benzer olan ayak hareketinin başlangıcına kadar devam etmektedir (Şekil 3.57c, Şekil 3.59c). To-Ça kaydedilen bu hibrit populasyonun sesleri *C. mollis mollis* sesine çok benzer olmasından *C. mollis mollis* benzeri hibrit sesi olarak adlandırılmıştır.

Hibrit populasyonları oldukları düşünülen Ça-El-İlgaz-Yenice (Ça-II-Ye), Amasya-So-Suluova (As-So) ve Samsun-Ladik (Sa-Ld) populasyonlarında da tekrarlı birim periyodu *C. mollis mollis* benzeri ses örüntüsüne sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak *C. mollis mollis* sesinin oscilografik görüntüsünde var olan başlangıç tiki bu populasyonlarda ML_1 ayak hareketi olmadığı için üretilmemektedir (Şekil 3.57 b, Şekil 3.59b). TBP'nin ikinci parçası olan sesli parça (MS_2) içerisinde *C. ilkazi* ses yapılarının (IS_1+IS_2) sayısal olarak daha fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.57b, Şekil 3.58b).



Şekil 3.59. a) *C. ilkazi*, b) *Ça-Il-Ye Hibriti*, c) *To-Ça Hibriti* ve d) *C. mollis mollis* erkek çağrı seslerinin ayak hareketli parçaları (IL1, IL2, ML1, ML2 (ml2 serisi) ve ML3 farklı ayak hareketi yapıları

Oscilografik ses görüntüsünde artan *C. ilkazi* baskınlığı dolayısıyla ayak hareketlerinde de gözlenmiştir (Şekil 3.59b). Bu populasyonlardan kaydedilen seslerin *C. ilkazi* ses örüntüsünü daha baskın içerdiklerinden *C. ilkazi* baskın hibrit sesi olarak adlandırmıştır. Kaydedilen hibrit populasyonlarından As-So ve Sa-Ld populasyonları sadece *C. ilkazi* baskın ses içerirken, Ça-Il-Ye ve To-Ça populasyonları *C. ilkazi* ve *C. mollis mollis* baskın ses içermektedirler. As-So ve Sa-Ld populasyonlarında, özellikle *C. ilkazi* sesinin oscilografik görüntüsünde yer alan iki keskin atımlı parçayı oluşturan ayak hareketinin yukarı çıkış basamaklarından birisinin daha belirgin hale gelmesi üçüncü bir keskin atımın oluşmasını sağlamıştır (Şekil 3.59b).

Son hibrit populasyonu Si-Kz populasyonu tüm hibrit populasyonları içerisinde hem bireysel hem de populasyon içi varyasyonu en fazla olanıdır. Tek bir erkek üç farklı çağrı sesi üretebilmektedir. Bu seslerde atasal formlara ait örüntülerden izler görülmektedir. Şekil 3.56 e-f’de *C. mollis mollis*’in sessiz parçasının (MS₃) olmadığı ancak *C. ilkazi* benzeri ses karakterlerinin varlığı görülmektedir. Her ne kadar sesin yapısı *C. ilkazi*’ye benzese de, içerdiği elementlerin yapısı ve ölçümsel karakteristikleri farklıdır. Aynı erkeğin oluşturduğu diğer sesler ise Şekil 3.56c,h dir. Bu seslerin üçü de yeni çağrı sesleri olup atasal formlardan da yapılar içermektedir. Ayrıca bu populasyonun diğer bireylerinden yapılan kayıtlar tipik *C. ilkazi* baskın hibrit seslerinden oluşmaktadır.

4. TARTIŞMA

Anadolu’da yayılış gösteren *Chorthippus biguttulus* grubuna ait taksonları içeren bu çalışmanın verileri, farklı bakış açılarıyla tartışmak olasıdır. Çalışma sonucunda, *C. biguttulus* grubunun kendi içerisinde üç alt grubu farklı veri setleriyle ve istatistiksel olarak belirlenmiştir. Bu alt gruplardan *C. brunneus* alt grubu içerisinde iki yeni tür tanımlanmış ve *C. biguttulus* alt grubu içerisinde Anadolu için bir yeni kayıt verilmiştir. Türlerin birbirlerinden ayrılmasında *C. biguttulus* grubu için daha önce istatistiksel anlamda denenmemiş olan morfometrik veriler, ilk defa bu çalışma kapsamında ileri istatistiksel yöntemler ile uygun paket programlarda analiz edilmiştir. Böylelikle hem türlerin kendi içerisinde hem de oluşan alt grupların türleri arasında birbirlerine olan yakınlıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca *C. biguttulus* grubuna ait literatürde çok az çalışma bulunan moleküler veri setine ilişkin, Anadolu populasyonları temelinde ilk defa veri edinilmiştir. Edinilen bu veriler grubun hem tür hem de alt grupları arasındaki evrimsel ilişkiler tanımlanmaya çalışılmıştır. Anadolu *C. biguttulus* grubu türlerinden bir kaçına ait analog ses kaydı haricinde bir kaynak bulunmamaktadır. Bu çalışmada hem gelişmiş dijital ses kaydı yapılmış hem de ilk defa grubun üyelerine ait sesi oluşturan ayak hareketlerinin kaydı gerçekleştirilmiş, farklı bilgisayara programları ile analiz edilmiş ve taksonomik problemlerin çözümünde kullanılmıştır. Çalışmamız kapsamında elde edilen farklı veri setleri, farklı bakış açıları çerçevesinde, uygun paket programlar kullanılarak değerlendirildiğinden ayrı ayrı verilmesi yararlı olacaktır.

4.1. Varılan Taksonomik Sonuçlar

Bugüne kadar *C. biguttulus* grubuna ait çalışmalarda, grup içerisinde ses karakterinin nitel özellikleri haricinde herhangi bir karakter kullanılarak alt grup ya da farklı soy hatlarından bahsedilmemiştir. Ancak *C. biguttulus*, *C. mollis* ve *C. brunneus* türlerinin ses karakterleri ile kolaylıkla ayrılabilirdiği ve özellikle Avrupa’da bu üç klasik türe ses karakterleri bakımından yakın türlerin bulunduğu bildirilmiştir (Ragge 1981, Ragge ve Reynolds 1988, Ingrisich 1995, Sychyov 1996, Ragge ve Reynolds 1998). Diğer taraftan grubun üyeleri morfolojileri bağlamında birbirlerine çok benzer oldukları birçok çalışmada vurgulanmıştır (Perdeck 1957, Ragge ve Reynolds 1988, Helversen

1989, Ingrisch 1995, Ragge ve Reynolds 1998). Bu çalışma kapsamında elde edilen Anadolu taksonlarına ait ayak hareketli ses kayıtları Avrupa'da geniş yayılışa sahip grubun en çok bilinen üç türü ile kıyaslandığında, Anadolu populasyonlarının her birinin hangi alt gruba ait olduğu saptandı. Bu saptamanın morfometrik veri seti ile de istatistiksel anlamda gösterilip gösterilemeyeceğini test etmek amacıyla yapılan kümeleme analizi benzer bir sonuç ortaya koymuştur. Kümeleme analizi sonucu oluşan ağaç her ne kadar bir kladogram olmasa da kısmen grubun filogenetik ilişkisinin anlaşılmasında (Syhcyov 1996), çoğunlukla taksonların benzerlik ve yakınlık ilişkisini ölçmek için kullanılabilir (Kalaycı 2005). Morfometrik verilerin ortalama değerleri kullanılarak oluşturulan kümeleme ağacı tüm populasyonları üç ana kümeye ayırmıştır (Şekil 3.25). Bu kümeler nitel ses karakterleri ile oluşturulan alt gruplamaya benzer bir sonuç vermiştir. Ağaçta *C. mollis* alt grubu *C. biguttulus* ve *C. brunneus* alt grubundan daha uzakta ve bazal kolda yer almıştır (Şekil 3.25). Kümeleme analizine ek olarak tüm bireylerin analizde kullanıldığı ve çok boyutlu ölçümsel analiz olan Kanonikl ayırma fonksiyon (KAF) analizi morfometrik veri setimize uygulandığında da erkek bireylerde Adana populasyonu (*C. antecessor* sp.n.) haricinde her üç alt grup birbirinden net bir şekilde ayrılmıştır (Şekil 3.26). Ancak dişi bireylerde hiçbir grup diğerinden tam olarak ayıramamıştır (Şekil 3.27). Hem kümeleme analizi hem de KAF analizi *C. biguttulus* grubunun bugüne kadar nitel benzerlikleri yüzünden detaylı ve uygun analizlerle değerlendirilmeyen nicel morfolojinin grubun evrimsel ilişkisini açıklayabilecek bir kaynak olduğunu işaret etmiştir.

***C. brunneus* alt grubu**

Alt grubun adını aldığı tür olan *C. brunneus* türünün bugüne kadar Anadolu'daki yayılışı ile ilgili kaynaklarda (Karabağ 1958, Weidner 1969, Demirsoy 1977, Salman 1978, Çıplak ve Demirsoy 1996, Çıplak vd 1999, Mol 2001, Ünal 2001) tüm Anadolu'da yaygın olarak bulunduğu belirtilmiştir. Ancak *C. brunneus* alt grubuna ait elde ettiğimiz veri setleri değerlendirildiğinde, bu türün Anadolu'da mevcut olmadığını göstermiştir. Diğer taraftan, *C. brunneus* türünün Orta Avrupa'da yayılış gösteren formuna (Ragge vd 1990) yakın akraba olduğunu belirlediğimiz *C. relicticus* sp.n. türü Anadolu'dan saptanmıştır. Saptanan bu yeni tür güney Toros dağ hattında yüksek ve izole bir zirveye yakın tek bir noktada bulunmaktadır. *C. brunneus* türünün Anadolu'da

var olduğunu belirten kaynaklardan hiç birisi *C. relicticus* türünün saptandığı lokaliteyi, *C. brunneus* türünün yayılış alanlarından birisi olarak belirtmemiştir. Bu nedenle Anadolu'dan verilen *C. brunneus* türüne ait eski kayıtlar *C. relicticus* türünü işaret etmemektedir. Anadolu'da yayılış gösteren gruba ait türler önceki çalışmalarda nitel morfoloji kullanılarak belirlendiğinden, hata yapılma sıklığı artmaktadır. Bun duruma bu alt grup içerisinde yer alan *C. bornhalmi* türü iyi bir örnek olarak verilebilir. *C. bornhalmi* türü 1971 yılında tanımlanmış olmasına rağmen, Anadolu'dan kaydının verilmesi 2000'li yılların başında Anadolu *Chorthippus* cinsine ait taksonomik çalışmada (Mol 2001) ses karakterinin kullanılmasıyla gerçekleşmiştir. Bu örnek büyük çoğunluğu klasik nitel morfoloji ile ayrılamayan yakın akraba türlerden oluşan bu tür grubunda, türe özgü ses özelliğinin varlığının tür tanımada ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu çalışma kapsamında Anadolu'nun farklı yerlerinden yapılan ses kayıtları, *C. bornhalmi* türünün sadece Antalya-Termessos antik kenti civarında yayılışa (Mol 2001, Yalın ve Çıplak 2002) sahip olmadığı, Ege, özellikle Akdeniz ve Anadolu Diyagonelinin doğu, kuzey-doğu sınırında yayılışa sahip olduğunu göstermiştir (Şekil 3.41). *C. bornhalmi* türü her ne kadar Avrupa'da iyi çalışılmış olsa da, Anadolu ve Anadolu'nun doğusundaki yayılışı hakkında veri ortaya konamamıştır (bakınız detay için; Ragge ve Reynolds 1998). Anadolu ile ilgili önceki literatürlerde belirtilen *C. brunneus* kayıtları, *C. bornhalmi* Avrupa kayıtları ve bizim Anadolu'da belirlediğimiz *C. bornhalmi* lokaiteleri dikkate alındığında *C. bornhalmi* türünün yayılış sınırları hakkında önermede bulunmak mümkün gözükmemektedir. Bu veriler ışığında *C. bornhalmi* türünün yayılış sınırları Avrupa'da Balkanlar ve Yunanistan, Anadolu (Karadenizin büyük kısmı hariç) ve Anadolu'nun doğusu ile bağlantısı bulunan ve Hazar denizinin güneyinde yer alan Elburs ile Zagros dağlarına kadar ulaşan bir yayılış kesin olmamakla birlikte muhtemel gözükmemektedir. Bununla birlikte türün daha doğuda yayılışının olup olmadığına yönelik herhangi bir literatür ve kayıt olmadığından bu alanlar hakkında yorum yapılamamaktadır.

Anadolu'da tanımlanmış olan *C. bornhalmi* türü haricinde, bu çalışma kapsamında *C. antecessor* sp.n. ve *C. relicticus* sp.n. olmak üzere iki yeni tür bulunmuş ve tanımlanmıştır. Bu türlerden *C. relicticus* türü sesin yapısal elemanları bakımından *C. brunneus* türüne benzese de, sesin ölçümsel karakterleri bakımından farklılıklar

içermektedir. Bu farklılıklardan ilki uzun kelime süresidir ve *C. brunneus* türünde 110-330 ms ve *C. relicticus* türünde 380-880 ms arasında gerçekleşir. İkincisi ise yüksek sayıda tekrarlı birim periyot miktarıdır ve *C. brunneus* türünde 4-6 iken *C. relicticus* türünde 15-33 arasında değişmektedir. Bu iki tür arasındaki bir diğer önemli ayırıcı karakter ise ses diş sayısıdır. Bu karakter tüm *C. biguttulus* grubu türleri içerisinde *C. relicticus* türünü en fazla sayıda ses diş (erkek: 190-200, dişi: 220-240) içermesiyle hepsinden ayırmaktadır. Bu durumun aksine *C. brunneus* türü ise *C. biguttulus* grubu içerisinde en az ses diş sayısına (erkek: 56-87, dişi: 54-74) sahip olan türdür. Bu karakterlere sahip olan Karaman popülasyonu yeni bir tür olarak tanımlandı ve *C. relicticus* adı verildi. Alt grup içerisinde tanımlanan ikinci yeni tür olan *C. antecessor* ses karakterleri bakımından *C. bornhalmi* türüne benzerdir. Ancak açılış tekrarlı birim periyodu süresinin kapanış tekrarlı birim periyodu süresinden uzun olması ile *C. bornhalmi* türünden ayrılmaktadır. Ayrıca açılış ve kapanış TBP'nu oluşturan ayak hareketlerinde, hem Avrupa hem de Anadolu popülasyonları içerdikleri küçük basamaklar bakımından *C. antecessor*'den farklı bir durum göstermektedir. *C. antecessor* türünde özellikle ayağın yukarı kaldırılışında oluşturulan basamak sayısı her zaman indirilişinde oluşturulandan fazladır (Şekil 3.4). Bu durum *C. bornhalmi* türüne ait popülasyonlarda ya tam tersidir ya da her ikisinde eşit miktarlarda gerçekleştirilir (Şekil 3.4). Ses karakterleri değerlendirildiğinde *C. antecessor* türün bir varyasyonel popülasyonu olabileceğini işaret etmektedir. Diğer taraftan morfolojik veriler ses verilerinin aksine *C. antecessor* türünü hem *C. brunneus* alt grubundan hem de *C. biguttulus* grubunun tüm türlerinden bariz şekilde ayırmıştır (Şekil 3.25, Şekil 3.26). Anadolu'dan edinilen verilere grubun Avrupa temsilcilerinden popülasyonlar katılarak yapılan KAF analiz ve kümeleme analizi Adana sınırlarından kaydedilen popülasyonun farklılığını bozmamıştır. Bu nedenle popülasyon yeni bir tür olarak tanımlanması uygun görülmüştür. Özellikle tegminanın zorlukla abdomenin sonuna ulaşması karakteri ile tür tüm *C. brunneus* alt grubuna ait taksonlardan ayrılmaktadır. Ayrıca her iki yeni tür için değinilmesi gereken bir diğer durum ise yayılışlarıdır. Türler dar bir zonda yayılışa sahip ve bulundukları alanda herhangi başka bir *C. biguttulus* grubu üyesi ile yayılışı çakışmamaktadır. Sonuç olarak, *C. brunneus* alt grubunun Anadolu'da yayılış gösteren toplam üç türü bulunmaktadır ve bunların yayılışları birbirleri ile çakışmamaktadır.

***C. biguttulus* alt grubu**

Tüm gruba adını veren ve grup içerisinde en geniş yayılışa sahip olan taksonlarından birisi olan *C. biguttulus biguttulus*, grubun Anadolu’da bulunan ve en geniş yayılışa sahip taksonu olarak bildirilmiştir (Karabağ 1958, Weidner 1969, Demirsoy 1977, Salman 1978, Çıplak ve Demirsoy 1996, Çıplak vd 1999, Mol 2001, Ünal 2001). Ancak *C. biguttulus* alt grubuna ait veri setleri değerlendirildiğinde, hem bu taksonun hem de *C. biguttulus hedickei* (Helvesen 1989) alttürünün Anadolu’da yayılışının olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu iki taksonun Anadolu’da var olduğunu belirten çalışmalarda sadece nitel morfoloji kullanarak teşhisleri gerçekleştirmiş, ancak herhangi bir ses karakteri kullanılmamıştır. Dolayısıyla bu durum birbirlerine çok benzer türleri içeren grup içerisinde yanlış teşhisler nedeniyle olmuş olabilir. *C. biguttulus biguttulus* alttürünün Anadolu’ yayılışının olmayacağı yönündeki diğer bir veri ise yakın coğrafyalar da yapılan çalışmalardan gelmektedir. Anadolu’nun Avrupa kıtası ile olan bağlantı noktasına en yakın coğrafik alanlar olan Yunanistan ve Bulgaristan da yapılan çalışmalar, *C. biguttulus biguttulus* taksonun bu alanlarda da yayılışa sahip olmadığını göstermektedir (Willemse ve Willemse 2008, Dragan Chobanov kişisel veri). Anadolu ile ilgili Mol (2001)’un çalışmasında değinilen *C. biguttulus hedickei* taksonuna ait bireylerin, *C. biguttulus euhedickei* taksonuna ait bireylerden ayırt edilebilmeleri ancak ve ancak ses karakterlerindeki farklılıkla gerçekleşebildiği bildirilmiştir (Helvesen 1989). *C. biguttulus hedickei* türü her zaman iki ana kelime ve arkasından bir artık kelime oluştururken, *C. biguttulus euhedickei* bir ana kelime ve arkasından iki artık kelime oluşturarak cümleyi tamamlamaktadırlar (Helvesen 1989). Bu iki alt türden Anadolu’dan kaydı verilen *C. biguttulus hedickei*’yi bulmak amacıyla yapılan arazi çalışmalarında, farklı iki noktadan kaydettiğimiz popülasyonlar nitel morfolojileri ile *C. biguttulus* alttürlerinden herhangi birisi olabileceğini işaret etmiş, ancak detaylı ses analizleri, taksonu karşılaştırmak amacıyla Bulgaristan’dan ses kaydı yapılan *C. biguttulus euhedickei* taksonuna benzer olduğunu göstermiştir. Yunanistan ve Bulgaristan sınırlarında yapılan detaylı çalışmalar *C. biguttulus hedickei*’nin her iki alanda da yayılışa sahip olmadığına ancak *C. biguttulus euhedickei*’nin yayılışa sahip olduğuna işaret etmektedir (Willemse ve Willemse 2008, Dragan Chobanov kişisel veri). Grubun nominant alt türü ile kıyaslandığında Avrupa’da dar bir yayılışa sahip olan *C. biguttulus euhedickei* alt türü, Anadolu sınırları içerisinde de çok geniş bir

yayılışa sahip olmadığı belirlenmiştir. Yayılış alanı Bolu dağları, Akçakoca dağları ve Küre dağlarının batı kısmının yer aldığı alanlarla sınırlı olarak gözükmektedir. Bugüne kadar yayılış sınırları tam olarak çizilemeyen ve her zaman soru işareti olarak kalan bu alt türün, Türkiye faunası için yeni kayıt olduğu ve doğu yönündeki yayılışı bu çalışma ile belirlenmiştir.

C. ilkazi türü Anadolu'ya endemik olan ve hem ses hem de ayak hareketi ile ilgili karakterleri bakımından bu alt grup içerisinde değerlendirilen diğer bir takson olmuştur. Gerçekleştirilen arazi çalışmaları ve bu çalışmalar sonrası elde edilen ses ve ayak hareketlerine ait veriler, türün önceki kaynaklarda belirtildiği gibi Ankara, Çankırı ve Kastamonu lokalitelerinde yayılışa sahip olmadığını göstermiştir. Tüm bu çalışma periyodunda eş zamanlı olarak belirtilen lokalitelerde taranmış ancak bu lokalitelerden sadece Çankırı, Ilgaz dağı, TRT istasyonu çevresinden kaydedilebilmiştir. Çalışmamızda belirlenen lokalite haricinde, önceki kayıtlarda (Karabağ 1958, Weidner 1969, Demirsoy 1977, Salman 1978, Mol 2001) verilen Çankırı ve Kastamonu aslında çalışmamızda hibrit olarak tanımlanan populasyona aittir. Kaynaklarda verilen örnek toplama tarihlerinden birçoğu türün belirlenen fenolojisine uymamaktadır. Türün sahip olduğu ayak hareketi yapısı özellikleri bakımından grubun diğer tüm Anadolu ve Avrupa üyelerinden rahatlıkla ayırt edilebilmektedir. Sonuç olarak, *C. biguttulus* alt grubunun Anadolu'da yayılış gösteren toplam iki taksonu bulunmaktadır ve bunların yayılışları birbirleri ile çakışmamaktadır.

***C. mollis* alt grubu**

C. mollis mollis taksonu Anadolu'da yayılışı olan *C. biguttulus* grubu içerisinde *C. bornhalmi*'den sonra en geniş yayılışa sahip olan takson olarak belirlenmiştir. Taksonun bugüne kadar Anadolu'daki yayılışı ile ilgili kaynaklarda (Karabağ 1958, Weidner 1969, Demirsoy 1977, Salman 1978, Çıplak ve Demirsoy 1996, Çıplak vd 1999, Mol 2001) Anadolu'nun tüm bölgelerinde yaygın olarak bulunduğu belirtilmiştir. Her ne kadar grubun diğer üyelerine oranla daha fazla populasyonu saptanmış olsa da, bu populasyonlar üç ana merkez çevresinde şekillenmektedir. Bunlardan ilki güney-batıda, ikincisi kuzey-batıda ve üçüncüsü kuzey-doğuda yer almaktadır (Şekil 3.48). Bu alanlar bulundukları dağ grupları ile sınırlanmışlardır. Kuzey-batıda yer alan

populasyonlar Sultan dağlarında, Kuzey-batıda yer alan populasyon Köroğlu dağlarının İç Anadolu ile sınırında yer alan bir yükseltisinde ve kuzey-doğu populasyonları ise Yalnızçam ve Allahuekber dağlarında sınırlanmıştır. Bu üç merkez arasında yapılan birçok arazi çalışmasında taksona ait veri elde edilememiştir. Tüm Anadolu populasyonları Avrupa'dan toplanan aynı taksona ait populasyon ile ses karakterlerinin ölçümsel değerleri bakımından kıyaslandığında birbirlerinden ayrılmamışlardır (Şekil 3.18, Şekil 3.19). Diğer taraftan aynı populasyonların erkek bireylerine ait morfometrik veriler ile yapılan KAF analizi, Avrupa ve üç merkezde toplanan Anadolu populasyonlarını tek bir merkez etrafında toplamıştır (Şekil 3.30). Dolayısıyla Anadolu'nun farklı noktalarından toplanan bu populasyonların Avrupa'da geniş yayılışa sahip olan *C. mollis mollis* taksonuna işaret etmektedir. Taksonun özellikle Orta ve Güney Avrupa ile Rusya'nın Avrupa kesimindeki populasyonları ses karakterleri bakımından çok iyi çalışılmış ve yayılış sınırları belirlenmiş olmasına rağmen Anadolu'dan yeterli ses kaydına dayalı teşhis yapılmadığından sorunlu olarak durmaktaydı. Bu çalışma ile Anadolu'da bulunduğu belirtilen taksonun hem taksonomik durumu hem de taksonun yayılış sınırı güney ve doğu ucu itibarıyla netlik kazanmıştır. Bu veriler ışığında *C. mollis mollis*'in Anadolu'da lokal populasyonlar halinde, önceki çalışmalarda (Karabağ 1958, Weidner 1969, Demirsoy 1977, Salman 1978, Çıplak vd 1999, Mol 2001) belirtildiğinin aksine parçalı bir yayılış gösterdiği görülmüştür.

C. mollis mollis alt grubu içerisinde yer alan diğer bir tür aynı zamanda Türkiye'ye endemik olduğu kaynaklarda belirtilen *C. bozdaghi* türüdür. Sesin yapısal ve ölçümsel karakterleri bakımından *C. mollis mollis* alt türüne benzerlik gösterse de, tekrarlı birim periyodu içerisinde yer alan başlangıç tiki ve sesli parçadaki ayak hareketi sayısı ve toplam TBP süresi ile *C. mollis mollis* populasyonlarından ayrılmaktadır. Türün asıl farklılığı morfolojik yapısından kaynaklanmaktadır. *C. biguttulus* grubu içerisinde ölçümsel olarak en küçük değerlere sahip olan taksondur. Hem erkek hem de dişi bireylerin ölçümleri kullanılarak yapılan KAF analizinde alt grup içerisinde yer alan tüm taksonlardan farklı olarak konumlanmışlardır (Şekil 3.30, Şekil 3.31). Türün yayılışı İzmir, Ödemiş, Bozdağ ile sınırlıdır. Türün güney-batı da yer alan *C. mollis mollis* populasyonlarından ayıran diğer bir karakter de fenolojisidir. Tür özellikle

Ağustos sonu ekim başında aktif olarak ergin halde bulunurken, diğerleri Temmuz başından Eylül başına kadar olan bir süreçte ergin halde bulunabilmektedir.

4.2. *C. biguttulus* Grubunun Biyocoğrafyası ve Evrimi

C. biguttulus grubu içerisindeki üç alt gruptan *C. brunneus* alt grubu içerisindeki tür sayısı, yeni tanımlanan iki tür (*C. antecessor* ve *C. relicticus*) ile birlikte altıya (*C. brunneus*, *C. bornhalmi*, *C. jacobsi* ve *C. miramae*) yükselmiştir. Diğer taraftan *C. mollis* ve *C. biguttulus* alt grupları içerisindeki takson sayısında bir değişim olmamıştır. Her bir alt grubun tanımlanmasında en önemli karakter sesin oluşumunu sağlayan arka ayak hareketlerinin hem zamansal uyumu hem de içeriğidir. Arka ayaklar eş zamanlı olarak hareket edebildikleri gibi (*C. brunneus* alt grubu), kısmi zamansal farkla hareket edebilirler (*C. mollis*) veya her iki ayakta eşzamanlı olmayan hareketler ile TBP'leri oluşturabilirler. Zamansal anlamdaki farklılığın yanı sıra ayak hareketinin oluşturduğu içerik bakımından da, tek yapı TBP (*C. brunneus* alt-grubu), iki yapı TBP (*C. biguttulus* alt grubu) ve üç yapı TBP (*C. mollis* alt grubu) olabilmektedir (Perdeck 1957, Helversen ve Helversen 1975a,b, Ragge ve Reynolds 1988, Ragge vd 1990, Schmidt 1990, Bukhvalova ve Zanthiyev 1994, Bukhvalova 1995, Ingrisch 1995, Sychyov 1996, Gottsberger ve Mayer 2007). Bu üç alt grup içerisinde ses karakteristiği bakımından kendi içerisinde iki ayrı kümeye ayrılan tek alt grup *C. brunneus* alt grubudur. Bu kümelerden ilki *C. brunneus*, *C. jacobsi* ve *C. relicticus* türlerini ikincisi ise *C. bornhalmi*, *C. miramae* ve *C. antecessor* türlerini içermektedir. İlk küme kısa kelime süresi ve az sayıda TBP ile karakterize iken, ikinci küme uzun kelime süresi ve çok sayıda TBP ile karakterizdir (*C. jacobsi* verileri Ragge ve Reynolds 1988, *C. miramae* verileri ise Bukhvalova 1995 ve Sychyov 1996 çalışmalarından).

Alt gruplardan bir diğeri olan *C. mollis* içerisinde yer alan *C. mollis mollis*, *C. mollis ignifer*, *C. crassiceps* ve *C. bozdaghi* taksonları genel kelime yapısı bakımından benzer olmakla birlikte, başlangıç tiki TBP'lerde büyük oranda indirgendiği ve kelimenin sert bitişiyle *C. mollis ignifer* (Ragge vd 1990, Helversen basılmamış veri), kısa kelime süresi ve başlangıç tiki ortadan ilerde indirgenmesi *C. crassiceps* (Ragge vd 1990, Helversen basılmamış veri) ve her zaman belirgin başlangıç tiki ve en

uzun TBP yapısı ile *C. bozdaghi* türleri alt grubun nominant alt türünden farklıdır. Ayrıca bu üç taksondan *C. mollis ignifer* Alplerde, *C. crassiceps* Yunanistan'ın Panon adasında (Ana kara yayılışları şüphelidir Willemse 1985) ve *C. bozdaghi* sadece Türkiye, İzmir, Bozdağ zirvesine yakın olarak bulunan dar yayılışlı taksonlarıdır. Diğer taraftan *C. mollis mollis* tüm grup içerisinde en geniş yayılışa sahip birkaç türden birisidir (Willemse 1985, Bukhvalova 1995, Ingrisch 1995, Ragge ve Reynolds 1998). Alt grup içerisinde bulunan bu taksonların var olan yayılışları yani allopatrik olarak bulunmaları iki nokta açısından önem arz etmektedir. Bunlardan ilki taksonomik seviyelerinin doğruluğuna işaret etmesidir. Diğer nokta ise, *C. mollis ignifer* in Alp sığınağında *C. crassiceps* türünün ise Balkan sığınağının bir kolunda bulunması ve *C. bozdaghi* türünün ise Anadolu'nun Ege sığınağında bulunması, her üç taksonunda kalıntı türler olduğuna işaret etmektedir.

C. biguttulus alt grubunun ses karakteri bakımından diğer iki alt gruptan özellikle her iki ayağın eşzamanlı olmayan farklı örüntüler oluşturması ve bu hareketlerin oluşturduğu iki yapı TBP ile ayrılmaktadır. Tüm grup içerisinde en fazla takson sayısına sahip olan alt gruptur. Bunlardan *C. b. hedickei* iki ana kelime ve tek artık kelime yapısı ile (Helvesen 1989, Ragge vd 1990), *C. b. euhedickei* tek ana kelime iki artık kelime yapısı ile, *C. eisentrauti* kısa fakat çok sayıda ana kelime yapısı ile (Ingrisch 1995), *C. rubratibialis* daha kısa ana kelime artık iki kelime yapısı ile, *C. marocanus* 2-3 adet kısa ana kelime yapısı ile, *C. yersini* tek ana kelime ve düzensiz artık kelime yapıları ile ve *C. ilkazi* tek ve farklı ana kelime yapısı ile taksonlar *C. b. biguttulus* taksonundan ve birbirlerinden ayrılabilirler. Yukarıda verilen ve alt grup içerisinde yer alan taksonlardan *C. marocanus* Kuzey Afrika'nın İberya yarım adasına yakın kısmından, *C. yersini* İberya yarım adasından, *C. rubratibialis* Alplerin güneyinde tüm İtalya'dan, *C. eisentrauti* Alplerden ve *C. ilkazi* Anadolu, Ilgaz dağlarında dar yayılışa sahip olarak bulunmaktadır (Willemse 1985, Ragge ve Reynolds 1988, Ragge vd 1990, Schmidt 1990, Ingrisch 1995, Ragge ve Reynolds 1998). Diğer taraftan *C. b. hedickei* Makedonya, Romanya ve Macaristan'dan, *C. b. euhedickei* ise Balkanlar, Yunanistan ve Türkiye'den bildirilmiş olan *C. biguttulus* grubunun yaygın iki alt türüdür. Ancak alt grup içerisinde yer alan en yaygın takson kuzey ve orta Avrupa, Rusya'nın tüm Avrupa parçasından ses karakterleri ile belirlenmiş olan ve

muhtemelen Çine kadar bir koridorda yayılışa sahip olduğu düşünülen *C. biguttulus* taksonudur. Hem Avrupa'da hem Anadolu'da hem de kuzey Afrika'da birçok sığınak alanda çeşitlenen alt gruba ait taksonlardan *C. ilkazi* her ne kadar ayak hareketleri ile alt gruba ait özelliklere sahip olsa da, bu karakterlerin farklı düzeni ve ortaya çıkardıkları oscilografik görüntü taksonu diğer tüm üyelerden ayrı bir noktaya koymaktadır. Bu niteliği itibarıyla *C. ilkazi*'nin alt grubun atasal formunun bir kalıntısı olduğu ve alt grubun Anadolu kökenli bir formdan çeşitlendiği söylenebilir.

Grubun evrimsel ilişkisini anlamak amacıyla çalışmanın bir diğer basamağı olan mitokondriyal COI (sitokrom oksidaz I) genine ait DNA dizi analizleri gerçekleştirildi. *C. biguttulus* grubu hakkında Mason vd (1995) yapılan moleküler anlamdaki ilk çalışmada hem populasyon içi hem de taksonların farklı populasyonları arasındaki varyasyon miktarı filogenetik bir ağaç üretmeye uygun bulunmamıştır. Ancak çalışmamız kapsamında değerlendirilen COI genine ait dizi sonuçları alt grupları ve taksonları ayırabilmesi ve birbirlerine olan akrabalık ilişkilerini tam olarak çözememiş olsa da, bazı önemli bilgiler sağlamıştır. Bunlardan ilki Anadolu *C. mollis*'leri hakkındadır. Elde edilen DNA dizilerinin distance, likelihood ve parsimony algoritmaları altında yapılan analizlerin tümünde Anadolu *C. mollis* populasyonlarının kendilerine özgü haplotipleri (Hap3, 4 ve 5) her zaman en bazal kolda yer almıştır. Ayrıca bu populasyonların her biri diğer alt gruplarında sahip olduğu Hap-2 haplotipine sahiptir (Çizelge 3.13). Bu durum Anadolu *C. mollis* populasyonlarının grubun atasal formuna en yakın populasyonlar olabileceğini işaret etmektedir. Ağaçlardan çıkarılabilecek ikinci önemli sonuç alt gruplar düzeyindedir. Distance ve likelihood algoritması temellinde oluşturulan NJ ağacı ve sadece distance ile oluşturulan seç bağla ağacı bazal kolda ayrılan Anadolu *C. mollis* haplotiplerinin yanı sıra *C. brunneus* alt grubunu diğer alt gruplara ait haplotiplerden (tüm gruplarda yaygın bulunan bir haplotip olan Hap-2 haricinde) ayırmıştır (Şekil 3.35, Şekil 3.36). Ayrıca tüm ağaçlarda görülen ilginç bir sonuçta Bolu, Abant'tan kaydedilen *C. biguttulus euhedicki* populasyonuna ait olan Hap-6 haplotipinin parsimony tabanlı ağacında tüm alt grupların köken populasyonuna, diğer üç ağaçta ise özellikle *C. brunneus* ve *C. biguttulus* alt gruplarının köken populasyonuna en yakın populasyon olarak yerleştirmiştir. Bolu, Abant'tan kaydedilen bu *C. biguttulus euhedicki* populasyonu kendisine özgü haplotipinin yanı

sıra, grup içerisinde en yaygın haplotip olan Hap-2'ye de sahiptir (Çizelge 3.13). Diğer taraftan Ustinova ve Mayer (2006) tarafından yapılan çalışmada çekirdek DNA'sından kullanılan fruitless genine ait sonuçlar *C. biguttulus* türünü *C. mollis* ve *C. brunneus* türlerine ait popülasyonlardan tam olarak ayırabilmiştir. Ancak *C. mollis* ve *C. brunneus* türlerine ait popülasyonlar tam olarak birbirinden ayıramamıştır. Dolayısıyla bu konuda son yıllarda yapılan en kapsamlı çalışmada da moleküler düzeyde net bir sonuç elde edilememiştir.

Hem ses hem de moleküler verileri kullanılarak *C. biguttulus* grubu hakkında yapılan değerlendirmeler grup içi ilişkileri anlamak açısından bir noktaya getirmiş olsa da grubun türleşme süreci hakkında net cevaplar tam olarak üretilmemektedir. Ancak grubun alt grup ayrımında başarılı bir sonuç veren morfolojisi bu bağlamda yararlı ve kullanışlı bir veri seti olarak gözükmemektedir. Grubun morfometrik ölçümlerinin kümeleme analizinde kullanılması sonucu elde edilen dendrogram grubun türleri arasındaki ilişki hakkında ipuçları vermektedir. Grup içi filogenetik ilişkiyi anlamak amacıyla ilk defa Sychyov (1996) tarafından kullanılmış ama tam bir çözüm üretilmemiştir. Analizde kullanılan karakter sayısının (yedi) analiz edilen takson sayısı (16 takson, 21 popülasyon) ile kıyaslandığında yetersiz kaldığı görülmektedir. Yeni tür olarak tanımlanan *C. antecessor* morfometrik analiz ile *C. brunneus* alt grubunun (Küme-III) en sıra dışı türü olarak gözükmemektedir (Şekil 3.25). Yeni tür analizde en bazal kolda yer almaktadır ve diğerlerinden yüksek derecede farklılık göstermektedir. *C. brunneus* alt grubunun geriye kalan tüm üyeleri ise birbirlerine daha yakın bir ana klad içerisinde yer almaktadır. Bu ana klad içerisinde de birbirinden farklı iki alt küme oluşmuştur. Bunlardan bir nolu alt kümede *C. bornhalmi* türüne ait tüm Anadolu popülasyonları bulunmaktadır. İki nolu alt kümede ise *C. brunneus* popülasyonu olan Erlangen01, *C. relicticus* popülasyonu olan Kr-Fs ve Avrupa *C. bornhalmi* popülasyonu olan Blagoevgrad popülasyonu bulunmaktadır. Ancak iki nolu alt küme içerisinde *C. relicticus* ve *C. brunneus* türleri birbirine daha yakın konumdadır, bu durum aynı zamanda ses bulguları ile uyumaktadır. Morfometrik verilerin kullanıldığı diğer bir analiz olan KAF analizinde de hem erkek hem de dişi bireyler için yapılan analiz sonrası elde edilen sonuçlar buradakilerle uyumlu gözükmemektedir. *C. brunneus* alt grubunun Anadolu'da bulunmayan üyeleri hakkında ölçüm alıp analize katmak

mümkün olmadı. Ancak önceki çalışmalarda (Ragge ve Reynolds 1988, Bailey vd 2004, Saldamando vd 2005a) elde edilen bulgular değerlendirildiğinde ses verilerinin de gösterdiği gibi *C. jacobsi* türü *C. brunneus* ve *C. relicticus* kladının bir üyesi ve *C. miramae* türünün ise *C. bornhalmi* kladının bir üyesi olabileceğini varsayabiliriz.

C. mollis alt grubu dendrogramın en bazal koluna yerleşmiştir. Hem *C. brunneus* hem de *C. biguttulus* alt gruplarından oldukça farklı konumlanmıştır (Şekil 3.25). Alt grupların ilişkileri *C. mollis* + (*C. brunneus* + *C. biguttulus*) şeklinde gerçekleşmiştir. Alt grup içerisinde *C. mollis mollis* türlerinin hem kuzey-batı hem de güney-batı popülasyonlarına ait veriler bir alt klad halinde gözükmemektedir. Bunlara en yakın klad Avrupa'dan Erlangen02 ve Anadolu'dan kuzey-doğu popülasyonları ((Erlangen02+Ks-Sr) + At-Yç) olarak gözükmemektedir. Ses karakterleri bakımından *C. mollis mollis* popülasyonları bir grup halinde kümelenmiş olması ses verileri ve moleküler verilerle de kısmen destek vermiştir. *C. mollis mollis* taksonuna ait bu iki alt klad üçüncü bir alt klad ile birleşmektedir ve üçünün toplamı alt grubun toplamını ifade etmektedir. Üçüncü, alk klad tüm hibrit popülasyonları ve en bazalda *C. bozdaghi* türünü içermektedir. Alt grubun içerisinde yer alan *C. crassiceps* ve *C. mollis ignifer* türlerine ait literatür bilgilerini kullanarak önermede bulunursak, *C. crassiceps* türü morfolojik olarak (Willemse 1985, Helversen kişisel görüşme) ve sesin yapısal özellikleri bakımından en fazla *C. bozdaghi* türüne benzemesi nedeniyle üçüncü klad içerisinde bazal kola yakın olması önerilebilmektedir. Diğer taraftan *C. mollis ignifer* alt türünün çeşitli kaynaklardan (Ingrisch 1995, Ragge ve Reynolds 1998) genel morfometrik değerleri *C. mollis mollis* taksonuna ait benzerlik göstermektedir. Ayrıca ses karakterlerinin de benzerliği bu taksonun bir ve iki nolu alt kladlar içerisine yerleşebileceğini işaret etmektedir.

C. biguttulus alt grubu içerisinde değerlendirilen üç taksona ait popülasyonlar *C. brunneus* alt grubuna yakın kolda yer almışlardır (Şekil 3.25). Alt grup içerisinde değerlendirilen *C. biguttulus euhedicki* taksonuna ait iki popülasyon birbirlerine en yakın iki popülasyon olarak çıkmıştır. Alt grup içerisinde olan ve analizde kullanılan diğer iki taksondan Avrupa'dan toplanan *C. biguttulus biguttulus* bu iki *C. biguttulus euhedicki* popülasyonlarına bir derece daha yakın iken, alt grubun en bazal kolunda *C.*

ilkazi türüne ait populasyon yer almıştır. Ortaya çıkan sonuç ses verileri ile de kıyaslandığında oldukça açıklayıcı olmuştur. Alt grubun en farklı taksonu olan *C. ilkazi* türü morfometrik analizde de en farklı noktada yer almıştır. Analizde kullanılan üç takson haricinde alt grup içerisinde yer alan *C. maroccanus*, *C. yersini*, *C. rubratibialis* ve *C. eisentrauti* taksonlarına ait kaynaklardan (Ragge ve Reynolds 1988, Ragge vd 1990, Schmidt 1990, Ingrisch 1995, Ragge ve Reynolds 1998) elde edilen kısmi morfometrik bilgiler kullanılarak bir öngöründe bulunulabilir. Bu öngöründe *C. ilkazi* yine en uzak ve bazal kolda yer alır. *C. ilkazi* nin karşı dalı ikiye ayrılır ve bunlardan birinde *C. maroccanus* bulunur diğer dal ise yine ikiye ayrılır. Ayrılan dallardan birisinde *C. rubratibialis* ve *C. yersini* yer alırken diğer dal ikiye ayrılır. Bunlardan birinde *C. eisentrauti* diğerinde ise *C. biguttulus* alt türleri yer alması olasıdır.

Yukarıda tartışılan verilerin ışığında her bir alt grubun çeşitlenmesine ilişkin farklı senaryolar üretmek mümkündür. Bunlardan ilki *C. brunneus* alt grubuna ilişkin olanıdır. Tüm veriler ışığında beş basamaklı bir senaryo üretmek olasıdır. Başlangıç basamağında *C. bornhalmi* ve *C. antecessor* türlerinin Anadolu'da ayrılmalarını içermektedir. *C. antecessor* türü ile *C. brunneus* alt grubunun diğer üyeleri arasındaki derin farklılık uzun süre önce gerçekleşen bir ayrılmayı desteklemektedir. Bu iki takson arasında sesin oscilografik içeriği bakımından fark bulunmamaktadır. Kesin olmamakla birlikte yeni veriler özellikle allopatrik durumlarda sesin değişim hızının simpatrik durumlara göre daha yavaş olduğu yönündedir (Heler 2006, Çıplak vd 2009). Günümüzde iki türün allopatrik olmaları, geçmişteki bir sebepten kaynaklı olabilir ve bu durum ses karakterlerindeki zayıf farklılığı açıklayabilmektedir. Bir sonraki basamak, *C. bornhalmi* türünün Anadolu'nun dışına (özellikle güney-doğu Avrupa'ya) dağılımını içermektedir. Üçüncü basamak muhtemel atasal formdan türeme sürecidir ve *C. bornhalmi* benzeri olan bu atasal formdan ilerde *C. brunneus* + *C. jacobsi* + *C. relicticus* taksonları oluşacaktır. Bu atasal form muhtemelen zamanla yayılış sınırlarını genişletmiş ve şu an bu üç türün yayılışının bulunduğu alanlara ulaşmıştır. Günümüzde *C. jacobsi* sadece İberya da yayılışa sahiptir (Ragge ve Reynolds 1988, Ragge ve Reynolds 1998), *C. relicticus* Anadolu'nun Akdeniz parçasında bir yükseltide yayılışa sahiptir (hem *C. brunneus* hem de *C. jacobsi* taksonundan coğrafik olarak çok uzakta bulunmaktadır). *C. brunneus* türü kuzey, orta ve doğu Avrupa'da (tipik *C. brunneus*

Ragge ve Reynolds 1988) geniş bir yayılışa sahiptir, ancak daha doğudaki yayılışı kesin değildir. Fakat bu türün üç farklı formu daha bulunmaktadır; bunlardan ikisi İtalya’da (Sicilya ve Tcino- *brunneus*) bir diğeri ise Finlandiya’da (*C. brunneus brevis*) (Ragge vd 1990, Ingrisch 1995). Bu üç farklı formun hepsi tipik *C. brunneus* sesini örüntülerini içermektedir. Fakat, kelime süresi uzun ve kelime içerisindeki TBP sayısı tüm çevresel türler (*C. jacobsi* ve *C. relicticus*) ve formlarda (Sicilya, Tcino ve Finlandiya- *brunneus*) fazladır (Ragge vd 1990, Ingrisch 1995). Sesteki bu değişimlere ek olarak tüm çevresel takson ve formlarda ses dış sayıları klasik *C. brunneus* türünden fazladır (klasik *C. brunneus* erkeklerinde 60-80, *C. jacobsi* ve diğer *C. brunneus* Avrupa formunda 100-120 ve *C. relicticus* türünde 190-200 arasındadır). İleri sürdüğümüz bu genel senaryodaki yaygın atasal formun geniş alana yayılımı sonrasındaki parçalanma, *C. brunneus* s.str türünün tüm üyelerinin vikaryant ayrılmalarını tetiklemiş olabilir. Bu parçalanmayı takiben her bir populasyon bağımsız olarak çeşitlenmiş ve günümüzdeki *C. relicticus*, *C. jacobsi* ve *C. brunneus* türlerinin oluşumu ile sonuçlanmış olması muhtemeldir. Diğer periferik formların taksonomik durumları ise hala tartışmalıdır (Ragge vd 1990, Ingrisch 1995), ancak bu formlarında Anadolu ve İberya populasyonu ile aynı zamanda izole kaldıkları söylenilebilir. Hem çok sayıdaki ses dış sayısı hem de çok sayıdaki TBP’li uzun kelime süresi tüm periferik form ve taksonlar için korunmuş atasal karakter olarak değerlendirilebilir. Az miktarda ses dış sayısı ve kısa periyotlu kelimeye sahip klasik *C. brunneus* taksonunun günümüzdeki geniş yayılışı muhtemelen bu basamağın son sonucudur.

C. biguttulus alt grubu içerisinde yer alan taksonların çeşitlenme sürecinin, elde edilen veriler ışığında en az üç basamaklı olması gerektiği düşünülmektedir. Alt grup içerisindeki tüm taksonların genel oscilografik ses karakterleri incelendiğinde *C. ilkazi* türü hariç tümü bazı küçük farklılıklarla birbirine ana cümle ve artık cümle yapısı ile benzemektedirler. Diğer taraftan *C. ilkazi* türünün ayak hareket deseni özellikleri ile tipik *C. biguttulus* alt grubu özellikleri gösterdiği ve grubun en farklı üyesi olduğu kesindir. Alt grubun çeşitlenmesinde ilk basamak *C. ilkazi* benzeri atasal bir formun geniş bir dağılımı ile gerçekleşmiş ve Anadolu’dan orta ve kuzey Avrupa’nın geniş düzlüklerine geçiş sağlanmıştır. Bu geçişi takiben ikinci basamak başlamış ve güneye çekilmeler hız kazanmıştır. Güneye çekilen populasyonlar bu ilerleyişte bazı engellerle

karşılaşmışlardır (Pireneler, Alpler, Balkan dağları gibi). Bu çekilmeler sonucunda ana populasyonun bir kısmı engelleri aşmış ve güneyde Kuzey Afrika'nın Atlas dağlarına kadar ilerlemiştir. Kuzey Afrika'da bulunan *C. maroccanus* türünün yayılışı (Ragge ve Reynolds 1988) bu durumu desteklemektedir. Geniş bir coğrafyaya yayılışın gerçekleştiği bu basamağı, güneye inişteki engelleri geçenler ve bu engellere yakın kalabilenlerin farklılaşma süreci olan son basamaktır. Alt grup içerisinde yer alan taksonların günümüzdeki yayılışlarına baktığımızda *C. maroccanus* Kuzey Afrika'da, *C. ilkazi* Anadolu'da, *C. rubratibialis* İtalya'da, *C. yersini* İspanya'da ve *C. eisentrauti* İtalyan Alplerinde dar yayılışa sahiplerdir. Bu *C. ilkazi* türünün oscilografik ses yapısına en bezer ses *C. maroccanus* türünün çağrı sesidir. Dolayısıyla alt grubun iki farklı ucundaki taksonların sesin yapısal anlamında daha benzer olmaları bu yapıların en son ortak atadan kalan karakterler olabileceğine işaret etmektedir. Dolayısıyla güneye yayılışta engellerin kuzeyinde kalıp uyum sağlayabilen populasyonlar (muhtemelen *C. eisentrauti* benzeri bir populasyon) günümüzde en yaygın takson olan *C. biguttulus* s.str.'nin oluşumunu son basamak olarak gerçekleştirmiştir.

C. biguttulus grubunun son alt grubu olan *C. mollis* alt grubunun çeşitlenmesi yukarıda değinilen iki alt gruptan *C. biguttulus* alt grubunun çeşitlenmesi ve evrimleşmesine benzemektedir. Ancak grubun tam olarak kökeni hakkında net bir spekülasyon yapmak pek mümkün gözükmemektedir. Ancak birinci basamak olarak adlandıracağımız geniş dağılımın başlama noktası Anadolu'dan *C. bozdaghi* ve Yunanistan'dan *C. crassiceps* benzeri bir atasal formdan Avrupa'ya yayılış ile başlamış olabilir. Her iki taksonun kısmi farklılıklar haricinde *C. mollis* taksonlarına oranla daha benzer olmaları bu duruma bir destek sağlamaktadır. Kuzeye olan bu yayılışı takip eden güneye çekilişte ana popülasyona ait hiçbir parça Pireneler ve Alpleri geçememiştir, ancak ana popülasyondan bir parça Alplerde hayatta kalabilmiştir. Günümüzde bu alt gruba ait hiçbir takson bu alanların güneyinde bulunmamaktadır (Ragge ve Reynolds 1988, Ragge vd 1990, Sichmidt 1990, Ingrisch 1995). Güneye çekiliş Yunanistan'ın Peleponnes ve Anadolu'nun Sultan ve Dedegöl dağlarına kadar gerçekleşmiş olması muhtemeldir. Yunanistan'a çekilişin sadece Balkanlar üzerinden gerçekleşmesi olasıdır, ancak Anadolu'ya gerçekleşen çekiliş Balkanlar ve bunu takiben boğaz üzerinden (boğazın açılışı yaklaşık 5000 yıl öncesine dayanmaktadır) ve/veya Kafkaslardan

gerçekleşebilir. Bu süreç ve sonrası özellikle Anadolu popülasyonları için ilginç gelişmelerle devam etmiştir. Anadolu'nun kuzeyine gelmiş olan popülasyon burada *C. biguttulus* alt grubuna ait *C. ilkazi* taksonuna ait popülasyon veya popülasyonlar ile karşılaşmıştır. Bu durumu hibritlerin her iki atasal form olan *C. ilkazi* ve *C. mollis* taksonlarına ait ses karakterlerini bir arada bulundurmalarından anlıyoruz. Anadolu'nun kuzeyindeki durum bu şekilde ilerlerken *C. mollis*'in atasal popülasyonu İç Anadolu'nun güneyinde yer alan ovalara kadar yayılışını genişletmişti. Son basamak olan tekrar yayılmada ise Anadolu'nun güneyinde yer alan popülasyon yakın alanda bulunan yüksek dağlara yayılışını genişletmiş ve günümüzde Isparta ve Afyonda bulunan popülasyonları oluşturmuşlardır. Diğer taraftan kuzeye ilerleyen bir kısım popülasyonun en azından bir parçası da Çankırı Eldivan Dağı (İç Anadolu'nun kuzeyinde Karadeniz dağlarından önceki ilk önemli yükseltilerden)'na yayılmıştır. Son basamak özellikle *C. mollis* taksonunun tekrar Avrupa'ya yayılışı ve güneyde kalanların ise farklılaşmaları ile sürmektedir.

Yukarıda her üç alt grup için önerilen senaryolar morfometrik tabanlı analizlere, ses diş sayısı, ses desenlerine ve kısmi moleküler çalışmalardan elde edilen sonuçlar bağlamında gerçekleştirilmiştir. Bu senaryoları değerlendirebileceğimiz bir diğer kaynak ise türlerin yayılışlarını genişletmelerine veya daraltmalarına neden olan Tarihsel biyocoğrafik olaylardır. Çalışma konusu olan bu çekirgeler, genel olarak kuzey bölgesini ve güneydeki sığınak alanlarda ise soğuk iklimsel koşulları olan yüksek rakımları tercih etmektedirler (Weidner 1969, Harz 1975, Demirsoy 1977) Özellikle grubun taksonlarından güneyde ve/veya sığınaklarda bulunanlar her zaman yüksek alanlarda bulunmaktadır. Anadolu'da bulunan *C. bozdaghi*, *C. ilkazi*, *C. bornhalmi*, *C. antecessor*, *C. relicticus*, *C. biguttulus euhediceki* ve *C. mollis mollis* taksonları örnek verilebilir. Bu durum Avrupa'da İberya, İtalya, Yunanistan ve Balkanlar'da bulunan grubun üyeleri içinde geçerlidir (Harz 1975, Willemse 1984, 1985, Ragge ve Reynolds 1988, Ragge vd 1990, Willemse ve Willemse 2008). Bu durumla Kuvaterner buzul dönemlerindeki (özellikle Pleistocene döneminde) iklimsel değişimler arasında korelasyon kurulabilir ve dolayısıyla önerilen yayılımın genişletilmesi veya daralması durumları mantıklı ve kabul edilebilir olmaktadır. Benzer yayılış örüntüsü farklı bir çok form için tüm Batı Palearktik sığınakları için (detay için bakınız; Hewitt 1996,

1999, 200, Taberlet vd 1998) ve hem de Anadolu için (Tarkhnisvili vd 1998, Çıplak 2003, 2004a, 2004b, Challis vd 2007, Gündüz vd 2007) önerilmiştir. Örnek olarak *Anterastes* cinsi için hazırlanan dört basamaklı filogenetik ağacın işaret ettiği türleşmelerin, Plesitosen'in dört buzul dönemi ile korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (Çıplak 2004b). *C. biguttulus* grubu için bu durumu değerlendirdiğimizde her bir alt grup içinde gerçekleşen yayılış değişimleri buzul dönemlerinde gerçekleşen iklimsel değişimler ile paralellik göstermektedir. Grubun kuzeye yayılışını genişlettiği dönem, uygun habitatın geliştirebildiği buzullar arası dönemde olurken, güneye yayılış ise buzul dönemlerinde güneydeki habitat koşullarının uygun hale geçmesi ile gerçekleşmiştir. Günümüzden geçmişe doğru basamakları tek tek geriye doğru inerek, klasik *C. brunneus*, *C. biguttulus* s.sp. ve *C. mollis* taksonlarının kuzeye yayılışının Holosende gerçekleşmiş olmasını bekleriz. Bu durumda bir basamak geride, *C. brunneus* alt grubunda yer alan *C. brunneus*, *C. jacobsi*, ve *C. relicticus* türlerinin atasal formunun güneye olan yayılışı Würm buzul döneminde gerçekleşir. Bu yayılıştan bir önceki basamakta ise atasal *C. bornhalmi* türünün, Würm'den önceki buzullar arası dönemde Anadolu'dan Avrupa'ya yayılmış olması muhtemeldir. Aynı basamakları *C. mollis* alt grubu için geriye doğru gittiğimizde *C. mollis ignifer*, *C. crassiceps* ve *C. bozdaghi* türlerinin muhtemel atasal formları olan popülasyonun güneye çekilmesi Würm buzul döneminde gerçekleşebilir. Bu dönemden hemen önceki buzullar arası dönemde ise Ege'nin iki kenarından ya da tek parçasından *C. crassiceps* veya *C. bozdaghi* benzeri atasal formun kuzeye yayılmış olması muhtemeldir. *C. biguttulus* grubunun değerlendirileceği son alt grup için basamakları geriye doğru indiğimizde, Holosen'den önceki buzul dönemi olan Würm'de *C. maroccanus*, *C. yersini*, *C. rubratibialis*, *C. eisentrauti* ve *C. biguttulus* taksonlarının atasal formu olan popülasyonunun kuzeyden güneye yayılmış olabileceği düşünülür. Bu yayılımın öncesindeki buzullar arası dönemde ise *C. ilkazi* benzeri atasal popülasyonunun Anadolu'dan Avrupa'ya geçişi gerçekleşmiştir. Elimizdeki veriler ışığında, her üç alt grup içinde günümüzden geçmişe doğru gittiğimizde çeşitlenmelerinin başlayabilmesi için en azından iki buzul döneminin yaşanmış olması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Elde edilen sonuçlar dikkat çekici olmuştur. *C. biguttulus* grubu hakkında yapılan çalışmalar dikkate alındığında, grubun çeşitlenmesinin yakın zamanda

gerçekleştğini, bununla son buzullar arası dönemde olabileceğini (yaklaşık 20000 yıl) önermişlerdir (Ingrisch 1995, Mason 1995). Ancak çalışmamızdan çıkan sonuçlar bu görüşü destekler nitelikte değildir ve üç alt grubun türleşmesinin Pleistosen'in daha önceki dönemlerinde gerçekleşebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla *C. biguttulus* grubunun çeşitlenmesindeki başlangıç noktasının alt gruplardan çok daha önce olması gerekmektedir.

Grubun evrimine ve biyocoğrafyasına farklı bir açıdan baktığımızda, *C. relicticus* atasal formun bir kalıntısı olarak gözükmektedir. Ayrıca yapılan tüm arazi çalışmalarına rağmen tek bir yükselti etrafında bulunmuştur ve diğer yakın iki türü olan *C. brunneus* ve *C. jacobsi* türleri ile doğal bir coğrafik bağlantısı yoktur. Bu tür geçmişte geniş bir yayılışa sahipken şu an Anadolu'da en yaygın halde bulunan *C. bornhalmi* türü, *C. relicticus* türünü ya asimile etti (hibritleşme ile) ya da yerini aldı. *C. relicticus* türünün ses karakterleri bakımından herhangi bir şekilde *C. bornhalmi* türüne özel bir karakter içermemesi ya da ara bir formunun olmaması, *C. bornhalmi* türünün *C. relicticus* türünün yerini almış olasılığını güçlü kılmaktadır. Benzer şekilde *C. antecessor* türü *C. brunneus* alt grubunun atasal kalıntısı durumundadır ve Orta Toroslar'dan tek bir lokaliteden kaydedilmiştir. Arazi çalışmalarında, tür sadece orman açıklığı olan bir lokaliteden kaydedilmiş ve çevresinde başka hiçbir noktadan saptanamamıştır. Diğer taraftan *C. mollis* alt grubu içerisinde yer alan *C. bozdaghi* türü Ege bölgesinde yer alan Bozdağlar'dan ve *C. biguttulus* alt grubu içerisinde yer alan *C. ilkazi* de Karadeniz, Ilgaz dağından tek bir lokaliteden saptanmışlardır. Bu dört tür yayılış genişlikleri itibarıyla Anadolu'nun buzul dönemlerinin kalıntı taksonlarının genel kaderi olan yok olma tehlikesi (Çıplak 2008) bunlar tarafından da paylaşılmaktadır.

4.3. Genel Değerlendirme

Son yıllarda yapılan Batı-Paleartik soy hatlarına ait çalışmalar, hem sığınaklar da hem de sığınak dışındaki alanlardaki çeşitliliğe ait genel bir örüntüyü desteklemektedir. Bu örüntü sığınak dışındaki alanların sığınaklarda bulunan taksonlar tarafından şekillendirildiğini desteklemektedir ve sığınak alanlarının diğer alanlara

oranla hem taksonomik hem de genetik düzeyde daha fazla çeşitliliğe sahip olduğunu işaret etmektedir (Cooper vd 1995, Tarkhnisvili vd 2000, Çıplak 2003, 2004a, 2004b, Çıplak vd 2005, Challis vd 2007, Gündüz vd 2007). Bu örüntünün genel hatları itibariyle çalışma grubumuz olan *C. biguttulus* grubu ve alt grupları içinde geçerli olduğu gözükmemektedir. Grup içerisinde yer alan alt gruplardan *C. brunneus* alt grubu içerisinde yer alan altı türden beşi (*C. jacobsi*, *C. relicticus*, *C. bornhalmi* ve *C. antecessor*) sadece güneydeki sığınaklarda ancak *C. brunneus* ve *C. miramae* ise kuzey hattında yayılışa sahiptir. *C. mollis* alt grubunda yer alan dört türden (*C. bozdaghi*, *C. crassiceps* ve *C. mollis ignifer*) üçü sadece güney sığınaklarında ancak *C. mollis mollis* ise hem sığınak hemde kuzey hattında yayılışa sahiptir. Grup içerisindeki son alt grup olan *C. biguttulus* alt grubu içerisinde ise sahip olduğu sekiz taksondan yedisi (*C. maroccanus*, *C. yersini*, *C. eisentrauti*, *C. ilkazi*, *C. rubratibialis*, *C. biguttulus hedicki* ve *C. biguttulus euhedicki* taksonlarının yayılışları güney sığınak alanları ile sınırlı iken gruba ismini veren *C. biguttulus biguttulus* taksonu ise en geniş yayılışa sahip olanıdır.

Verilerimizin Anadolu'nun güneyinde yer alan Toros hattındaki biyolojik çeşitlilik ile ilgili ortaya koyduğu desen yakın zamanda yapılan çalışmalarda ortaya çıkan örüntü ile uyuşmaktadır. Bu çalışmalar kurbağalar (Voith vd 2003) yer sincabı (Gündüz vd 2007), mazi arısı (Challis vd 2007), *Chorthippus demokidovi* grubu (Çıplak vd 2005) ve tettigonidler (Çıplak 2003, 2004a, 2004b) gibi çeşitli hayvan taksonları üzerine gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, Toros dağlarındaki birbirinden izole dağlarda yayılış gösteren tür ve populasyonların buzul kalıntısı olduğunu işaret etmektedir. Farklı hayvan gruplarınca desteklenen bu örüntü çiçekli bitkiler açısından da benzer bir durum sergilemektedir (Medail ve Quezel 1998). Çalışmamızda *C. brunneus* alt grubu içerisinde ortaya konan yeni iki tür (*C. antecessor* ve *C. relicticus*) özellikle bu desenin doğruluğunu işaret etmektedir. Ayrıca yine aynı alt grup içerisinde yer alan *C. bornhalmi* taksonunun Anadolu yayılışı bağlamında, Toros hattında yaygın bulunması bu örüntünün destekleyicisi olmaktadır. Diğer alt gruplardan *C. mollis* alt grubu içerisinde yer alan güney-batı *C. mollis mollis* populasyonları Toros hattına fiks olmuş ve diğerleriyle bağlantısı bulunmamaktadır. Anadolu'ya endemik olmayan *C. bornhalmi* ve *C. mollis mollis* taksonlarına ait güney populasyonları da bu

genel örüntüyü desteklemektedir. Tüm bu veriler güney Anadolu’da yer alan yükseltilerin buzul kalıntıları için yaşama alanları olduğunu göstermektedir. Toroslar 1000-1999 m arası 70, 2000 – 2999 m arası 54 ve 3000 – 3999 m arası 12 farklı yükseltiye sahip olması ile Akdeniz bölgesinde biyolojik çeşitliliğin en önemli alanlarından birini oluşturmaktadır. Diğer taraftan küresel ısınmanın etkisi ile yüksek alanlarda yaşayan buzul kalıntılarının, yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalacakları bildirilmiştir (Çıplak 2008).

Bu çalışmada, *C. biguttulus* grubunun genel ses karakteristiği detaylı şekilde incelenmiş ve birbirinden farklı özellikleri olan üç alt grubun varlığı istatistiksel olarak ilk defa bu çalışmada verilmiştir. Morfolojik açıdan nitel karakterlerin büyük oranda varyasyonel olması ile teşhislerinde sıkıntı çekilen çalışma grubu, geniş morfometrik veri seti istatistiksel yöntemlerle ilk defa bu çalışma da analiz edilmiştir. Bu analizlerin ses verileri ile uyum göstermiş olması, özellikle grubun iyi korunmuş müze materyalleri ile ses kaydı yapılmamış olan örneklerin teşhislerinin, doğruya yakın bir çizgide yapılabilmesine olanak verecek olması bakımından ayrıca önem taşımaktadır. Mitokondri DNA’sı tabanlı moleküler çalışmalarında grubun filogenetik ilişkisi bakımından net bir resmi ortaya konamamış olan çalışma grubumuz, yaptığımız çalışmada da grubun üyeleri arasındaki ilişki tam olarak aydınlatılamamıştır. Ancak Anadolu *C. mollis mollis* batı populasyonlarının tüm grubun köken populasyonuna en yakın populasyon olarak çıkış olması yukarıda değinilen genel örüntüyü destekler nitelikte olması ile önemlidir.

Tüm bu sonuçların yanı sıra Anadolu’nun güneyinde yer alan Toros hattının her bir yükseltisinin biyolojik çeşitliliğin evrimini anlamada anahtar role sahip olduğunu göstermiştir.

5. KAYNAKLAR

- AKAIKE, H. 1974. New look at statistical-model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* 19: 716–723.
- AKMAN, Y. 1993. Biyocoğrafya. Palme Yayınları, Ankara, 379 ss.
- ARNOLD, M.L. 1992. Natural hybridization as an evolutionary process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23: 237-261.
- ARNOLD, M.L. 1997. Natural Hybridization and Evolution. Oxford University press, Oxford.
- ARNQUVIST, G. 1997. The evolution of animal genitalia.: distinguishing beetwen hypothesis by single species studies. *Biological Journal of the Linnean Society*, 60:365-379.
- ATALAY, I. 2005. Kuvaterner'deki İklim değişimlerinin Türkiye Doğal Ortamı Üzerindeki Etkileri. Türkiye Quaterner Sempozyumu (TURQUO-V), ITÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü 121-128.
- BAILEY, R.I. THOMAS, C.D. and BUTLIN, R.K. 2004. Premating barriers to gene Exchange and their implications for the structure of a mosaic hybrid zone between *Chorthippus brunneus* and *C. jacobsi* (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Evolutionary Biology*, 17: 108–119.
- BANDELT, H. J., FORSTER P. and ROHL A. 1999. Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. *Molecular Biology and Evolution* 16: 37-48.
- BEI-BIENKO, G.J. and MISTSHENKO, L.L. 1951. The grasshopper of the fauna of the USSR and adjacent countries.. Academy Nauk., Moskova-Leningrad. Volume II. 667 pp.
- BERLOCHER, S.H. 1998. Origins: A brief history of research on speciation. In: D.J. Howard and S.H. Berlocher (Editors), Endless Forms: Species and species and speciation, Oxford University press, pp. 3-15, Oxford.
- BRIDLE, J.R., SALDAMANDO, C.I., KONING, W. and BUTLIN, R.K. 2006. Assortative preferences and discrimination by females against hybrid male song in the grasshoppers *Chorthippus brunneus* and *Chorthippus jacobsi* (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Evolutionary Biology*, 19: 1248–1256.
- BUGROV, A., NOVIKOVA, O., MAYOROV, V. ADKISON, L. and BLINOV, A. 2005. Molecular phylogeny of Palaearctic genera of Gomphocerinae grasshoppers (Orthoptera, Acrididae). *Sytematic Entomology* 32(2): 362-368.
- BUKHVALOVA, M.A. 1995. Acoustic signals and morphological features of some grasshoppers of the *Chorthippus biguttulus* group (Orthoptera, Acrididae) of Russia and adjacent territories. *Entomological Review*, 74: 56-67.
- BUKHVALOVA, M.A and ZHANTIYEV R.D. 1994. Acoustic signals in Grasshopper communities (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae). *Entomological Review*, 73(2): 121-136.
- BUTLIN, R.K. and HEWITT, G.M. 1985. A hybrid zone between *Chorthippus paralellus paralellus* and *Chorthippus paralellus erythropus* (Orthoptera: Acrididae): morphological characters. *Biological Journal of Linnean Society*, 26: 269-285.
- BUTLIN, R.K. and HEWITT, G.M. 1987. Genetic divergence in the *Chorthippus parallelus* species group (Orthoptera: Acrididae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 31: 301-310.
- CHALLIS, R.J. MUTUN, S. NIEVES-ALDREY, J.L. PREUSS, S. ROKAS, A. AEBI, A. SADEGHI, E. TAVAKOLI, M. and STONE, G.N. 2007. Longitudinal range expansion and cryptic eastern species in the western Palaearctic oak gallwasp, *Andricus coriarius*. *Molecular Ecology*, 16(10): 2103-2114.

- ÇIPLAK, B. 1988. Arguvan (Malatya) ve Çevresi Orthoptera (Insecta) Faunasının Sistematik Yönden Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 128 ss.
- ÇIPLAK, B. 1992. Malatya ve çevresi Orthoptera (Insecta) faunası. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 134 ss.
- ÇIPLAK, B. 2003. Distribution of Tettigoniinae (Orthoptera, Tettigoniidae) bush-crickets in Turkey: the importance of the Anatolian Taurus Mountains in biodiversity and implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 12: 47-64.
- ÇIPLAK, B. 2004a. Biogeography of Anatolia: the marker group Orthoptera. *Memorie della Societa Entomologica Italian*, 82: 357-372.
- ÇIPLAK, B. 2004b. Systematics, phylogeny and biogeography of *Anterastes* (Orthoptera, Tettigoniidae, Tettigoniinae): evolution within a refugium. *Zoologica Scripta*, 33: 19-44.
- ÇIPLAK, B. 2008. The analogy between glacial cycles and global warming for the glacial relicts in a refugium: a biogeographic perspective for conservation of Anatolian Orthoptera. In: S. Fattorini (Editor), *Insect Ecology and Conservation* (Chapter 6). Research Signpost. pp 135-163.
- ÇIPLAK, B. ve DEMİRİSOY, A. 1991. Arguvan (Malatya) ve çevresinde Orthoptera (Insecta) faunasının incelenmesi. *Turkish Journal of Zoology*, 15: 98-114.
- ÇIPLAK, B., DEMİRİSOY, A. ve BOZCUK, A.N. 1996. Malatya ve civarı Caelifera (Orthoptera, Insecta) faunası. *Turkish Journal of Zoology*, 20: 17-31.
- ÇIPLAK, B., YALIM, B. ve DEMİRİSOY, A. 1999. Türkiye Orthoptera (= Düzkanatlılar = Çekirge) Faunası. In: A. Demirsoy (Editör) Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Zoocoğrafyası, İkinci baskı, Meteksan Yayınları: ss.748-772, Ankara.
- ÇIPLAK, B., MOL, A., ŞİRİN, D., ZEYBEKOĞLU, U. and TAYLAN, M.S. 2005. The *demokidovi*-like short winged *Glyptobothrus* (Orthoptera, Gomphocerinae, *Chorthippus*) of Anatolia with description of two new species: from Balkans to Caucasus through southern Anatolia. *Transactions of American Entomological Society*, 131(3+4): 463-489.
- COOPER, S.J.B. İBRAHİM, K.M. and HEWITT, G.M. 1995. Postglacial expansion and genome subdivision in the European grasshopper *Chorthippus parallelus*. *Molecular Ecology*, 4: 49-60.
- COYNE, J.A and ORR, H.A. 2004. Speciation. Sinauer, Sunderland, MA 545 ss.
- COX CB and MOORE DP. 2005. Biogeography: An ecological and evolutionary approach, 7th eds. Blackwell Publishing, 428 pp.
- CRACRAFT, J. and HELM-BYCHOWSKI K. 1991. Parsimony and Phylogenetic Inference Using DNA Sequences: Some Methodological Strategies. In: MIYAMOTO, M. M. and CRACRAFT, J. (Editors), *Phylogenetic Analysis of DNA Sequences*, Oxford University Press pp.183-220, New York.
- DE LATTIN G. 1967. Grundriss der Zoogeographie. Jena, Gustav Fischer Verlag.
- DEMİRİSOY, A. 1975. Erzurum bölgesi Orthoptera (Insecta) faunasının tespiti ve taksonomik incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum, 122 ss.
- DEMİRİSOY, A. 1977. Türkiye Faunası: Mantodea. Atatürk Üniversitesi yayınları, Erzurum, 53 ss.
- DEMİRİSOY, A. 1999 - Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası: Hayvan Coğrafyası, 2. Baskı. Meteksan A.Ş, Ankara, Türkiye
- DROSOPOULOS S. and M.F. CLARIDGE. 2006. Insect sound and communication. Taylor and Francis, Boca Raton, US. 522ss.

- ELSNER, N. 1974. Neuroethology of sound production in gomphocerine grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) I. Song patterns and stridulatory movements. *Journal of Comparative Physiology*, 88:67–102.
- ELSNER, N. 1975. Neuroethology of sound production in gomphocerine grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) II. Neuromuscular activity underlying stridulation. *Journal of Comparative Physiology*, 97:291–322.
- ELSNER N. and POPOV A. V. 1978. Neuroethology of acoustic communication. *Advances in Insect Physiology* 13: 229-355.
- FABER, A. 1929. Die Lautäußerungen der Orthopteren (Lauterzeugung, Lautabwandlung und deren biologische Bedeutung sowie Tonapparat der Gearadflügler). Vergleichende Untersuchungen I. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere A* 13 (3-4):745-803
- FELSENSTEIN, J. 1985. Confidence limits on phylogenies an approach using the bootstrap. *Evolution*, 39: 783-791.
- FOLMER, O., BLACK, M., HOEH, W., LUTZ, R. and VRIJENHOEK, R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome oxidase subunit I from metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3:294–299.
- FORDYCE, J. A, NICE, C. C., FORISTER, M.L. and SHAPIRO A. M. 2002. The significance of wing pattern diversity in the Lycaenidae: mate discrimination by two recently diverged species. *Journal of the Evolutionary Biology*, 15:871-879.
- FREEMAN, S. and HERRON J. C., 2002. Türleşme Mekanizmaları. In: Çıplak, B., Başbüyük, H. H., Karaytuğ, S., Gündüz, I., (Editors), Evrimsel Analiz, Palme yayıncılık, Bölüm 12, pp. 403-433, Ankara.
- GOTTSBERGER, B. and MAYER, F. 2007. Behavioral sterility of hybrid males in acoustically communicating grasshoppers (Acrididae, Gomphocerinae). *Journal of Comparative Physiology*, 193: 703-714.
- GUNDUZ, I. JAAROLA, M. TEZ, C. YENIYURT, C. POLLY, P.D. and SEARLE, J.B. 2007. Multigenic and morphometric differentiation of ground squirrels (Spermophilus, Scuridae, Rodentia) in Turkey. *Molecular Genetics and Evolution*, 43: 916-935.
- GÜNEŞ, H.V. 1984. Doğu Akdeniz Bölgesi Orthoptera (Insecta) faunası üzerine taksonomik çalışmalar. Yayınlanmamış Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Ankara, 202 ss.
- HARZ, K. 1975. The Orthoptera of Europe, Vol. II. Dr. W. Junk N. V., The Hague, 749 ss.
- HELVENSEN, O.v. 1986. Courtship song and taxonomy of Grasshoppers in the *Chorthippus albomarginatus*-group (Orthoptera: Acrididae). *Zool. Jb. Syst.*, 113, 319-342.
- HELVENSEN, O. 1989. Bemerkungen zu *Chorthippus biguttulus hedicki* (RAMME 1942) und Beschreibung von *Chorthippus biguttulus euhedicki* n. ssp. *Articulata* 4: 26-34.
- HELVENSEN, D. VON and HELVERSEN, O. VON. 1975a. Verhaltensgenetische Untersuchungen am akustischen Kommunikationssystem der Feldheuschrecken (Orthoptera, Acrididae) I. Der Gesang von Artbastarden zwischen *Chorthippus biguttulus* und *Ch. mollis*. *Journal of Comparative Physiology*, 104: 273–299.
- HELVENSEN, D. VON and HELVERSEN, O. VON. 1975b. Verhaltensgenetische Untersuchungen am akustischen Kommunikationssystem der Feldheuschrecken (Orthoptera, Acrididae) II. Das Lautschema von Artbastarden zwischen *Chorthippus biguttulus* und *Ch. mollis*. *Journal of Comparative Physiology*, 104: 301–323.
- HELVENSEN, D. VON and HELVERSEN, O. VON. 1981. Korrespondenz zwischen Gesang und auslösendem Schema bei Feldheuschrecken. *Nova acta Leopoldina* 54: 449-462.
- HELVENSEN, D. VON and HELVERSEN, O. VON 1983. Species recognition and acoustic localization in acridid grasshoppers: a behavioral approach. In *Neuroethology and*

- Behavioral Physiology* (eds. F. Huber & H. Markl), pp. 95-107. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- HELVERSEN O. VON and HELVERSEN D. VON 1994. Forces driving coevolution of song and song recognition in grasshoppers. *Fortschritte der Zoologie* 39: 253-284.
- HELVERSEN, D. VON and HELVERSEN, O. VON 1997. Recognition of sex in the acoustic communication of the grasshopper *Chorthippus biguttulus* (Orthoptera, Acrididae). *Journal of Comparative Physiology A* 180: 375-386.
- HELVERSEN, O. VON and ELSNER, N. 1977. The stridulatory movements of acridid grasshoppers recorded with an opto-electronic device. *Journal of Comparative Physiology*, 122: 53-64.
- HEWITT, G.M. 1996. Some genetic consequence of ice ages, and their role in diverging and speciation. *Biological Journal of Linnean Society*, 58: 247-276.
- HEWITT, G.M. 1999. Post-glacial re-colonisation of European biota. *Biological Journal of Linnean Society*, 68: 87-112.
- HELLER, K.G. 2006. Song evolution and speciation in bushcrickets. In: S. Drosopoulos and M.F. Claridge (Editors), *Insect sound and communication*. Taylor and Francis, pp. 137-153, Boca Raton, US.
- HUO G., JIANG, G., SUN, Z., LIU, D., ZHANG, Y. and LU, L. 2007. Phylogenetic Reconstruction of the Family Acrypteridae (Orthoptera: Acridoidea) Based on Mitochondrial Cytochrome *b* Gene. *Journal of Genetics and Genomics*, 34:294-306.
- INGRISCH, S. 1995. Evolution of the *Chorthippus biguttulus* group (Orthoptera, Acrididae) in the Alps, based on morphology and stridulation. *Revue Suisse de Zoologie*, 102: 475-535.
- IŞIK, K. 1999. Çevre Sorunları, Biyolojik Çeşitlilik ve Orman Gen Kaynaklarımız. TEMA Vakfı yayını No 25, İstanbul, 196 ss.
- IŞIK, K. 2000. Biyoçeşitlilik. *Yeri: Erozyonla Mücadele-TEMA Eğitim Seminerleri Notları*. TEMA Vakfı Yayınları No:26, İstanbul, ss: 177-201
- IŞIK, K. 2006. Biyoçeşitlilik. *Yeri: Necmettin Çepel (Editör)*. TEMA Vakfı Yayınları No:51, İstanbul, ss: 357-384.
- JACOBS W. 1963. Über das Singen der Feldheuschrecke *Chorthippus biguttulus* (L.) in verschiedenen Bereichen Mittel- und Westeuropas. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 20: 446-460.
- JAGO, D.N. 1971. A review of the Gomphocerinae of the world with a key to the genera (Orthoptera, Acrididae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 123:205-343.
- JOHANNESSON, K. 2001. Parallel speciation: a key to sympatric divergence. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 148-153.
- KALAYCI, Ş. 2005. Faktör Analizi ve Ayırma (Discriminant) Analizi, In: Ş. Kalaycı (Editör), *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, Asil Yayın Dağıtım Limited Şirketi, ss. 321-344, Ankara.
- KARABAĞ, T. 1949. Ankara vilayeti dahilinde mevcut çekirgelerin ekolojik, coğrafi ve sistematik durumları üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi yayınları, No: 4, Ankara, 121 ss.
- KARABAĞ, T. 1958. A synonymic and distributional catalogue of Turkish Orthoptera (Türkiye'nin Orthoptera faunası). Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları Umumi: 81, Zooloji 4, Ankara. (in Turkish and English). 198 pp.
- KARABAĞ, T. 1963. Some interesting Acridoidea (Orthoptera) from Turkey. *Annals and Magazine of Natural History*, 6(13): 680-682.

- KARABAĞ, T., GÜMÜŞSUYU, İ., BALAMİR, S. ve TUTKUN, E. 1971. Türkiye Orthoptera Faunasının Tespiti üzerine Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 11(2): 73-100.
- KARABAĞ, T., GÜMÜŞSUYU, İ. ve TUTKUN, E. 1981. Türkiye Orthoptera faunasının tespiti üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 1-4 (20): 1-25.
- KLEUKERS, R. ODÉ, B. and WILLEMSE, F. 2004. Hybridization of *Glyptobothrus brunneus* and *Glyptobothrus bornhalmi* in northeastern Italy. *Memorie della Societa Entomologica Italian*, 82: 547–556.
- KOSSWIG, C. 1955. Zoogeography of the Near East. *Systematic Zoology*, 4:50-74.
- LEE, M.S.Y. 2003. Species concepts and species reality: salvaging a Linnaen rank. *Journal of Evolutionary Biology*, 16:179-188.
- MAAN, M. E., SEEHAUSEN, O, SODERBERG, L., JOHNSON, L., RIPMEESTER, E. A. P., MROSSO, H., TAYLOR, M. I., DOOREN, T.M., and ALPHEN, J. J. M. 2004. Intraspecific sexual selection on a speciation trait, male coloration, in the Lake Victoria cichlid *Pundamilia nyererei*. *Proceedings of the Royal Society of London B*. 271:2445-2452
- MALLET, J. 2005. Hybridization as an invasion of the genome. *Trends in Ecology & Evolution*, 20: 229-237.
- MALLET, J. 2007. Hybrid speciation. *Nature*, 446: 279-283.
- MARSHALL, J.L., ARNOLD, M.L. and HOWARD, D.J. 2002. Reinforcement: the road not taken. *Trends in Ecology & Evolution*, 17: 558-563.
- MASON, D.J. BUTLIN, R.K. and GACESA, P. 1995. An unusual mitochondrial DNA polymorphism in the *Chorthippus biguttulus* species group (Orthoptera: Acrididae). *Molecular Ecology*, 4: 121-126.
- MAYR E. 1942. Systematics and the Origin of species. Columbia University Press, New York
- MAYR, E. 1982. The Polytypic Species, In Nature and in Systematics. In: MAYR, E. (Editor), Systematic and The Origin of Species, Columbia University Press, pp.102-122, New York.
- MAYR, E. 2000. A Critique from the Biological Species Concept Perspective: What Is a Species, and What Is Not? In: Quentin D. Wheeler and Rudolf Meier, Editors (Editors) Species Concepts and Phylogenetic Theory: A Debate, Columbia University Press, pp. 91-100, New York.
- MÉDAIL, F. and QUÉZEL, P. 1997. Hot-spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin. *Annals of Missouri Botanical Garden* 84: 112-127.
- MOL, A. 2001. Türkiyede Yayılış Gösteren *Chorthippus* Fieber, 1852 (Acridoidae, Gomphocerinae) Cinsine Ait Türler Üzerine Sistematiik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış veri), Akdeniz Üniversitesi, 134 ss.
- MOL, A. ÇIPLAK, B. and ŞİRİN, D. 2003. Song and morphology of the three related Anatolian endemic species of genus *Chorthippus* (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae): *C. ilkazi*, *C. bozdaghi* and *C. helverseni* sp. n.. *Annales de la Société Entomologique de France*, 39: 121-128.
- OTTE, D. 1974. Effects and functions in the evolution of the signaling systems. *Annual Review of Entomology*, 5:385-417.
- ODEN, A. and FLORIN A. B., 2002 Sexual selection and peripatric speciation: the Kaneshiro model revisited. *Journal of Evolutionary Biology* 15:301-306.
- PAROLLY G. 2003. Towards common standards in phytosociological papers submitted to the Turkish Journal of Botany: A letter from the editor. *Turkish Journal of Botany*. 27: 163-165.

- PANHUIS, T.M., BUTLIN, R., ZUK, M. and TREGENZA, T. 2001. Sexual selection and speciation. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 364-321.
- PERDECK, A.C. 1957. The isolating value of specific song patterns in two sibling species of grasshoppers (*Chorthippus brunneus* Thunb. and *C. biguttulus* L.). E.J. Brill, Leiden. 75 pp.
- POSADA, D. and KRANDAL, K. A. 1998. MODELTEST: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatic* 14:817-818.
- RAGGE, D.R. 1976. A putative hybrid in nature between *Chorthippus brunneus* and *C. biguttulus* (Orthoptera: Acrididae). *Systematic Entomology*, 1: 71-74.
- RAGGE, D.R. 1981. An unusual song-pattern in the *Chorthippus mollis* group (Orthoptera: Acrididae): local variant or hybrid population? *Journal of Natural History*, 15: 995-1002.
- RAGGE, D.R. 1984. The Le Broc grasshopper population: further evidence of its hybrid status (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Natural History*, 18: 921-925.
- RAGGE, D. R. 1987. Speciation and biogeography of some southern European Orthoptera, as revealed by their songs. In *Evolutionary biology of orthopteroid insects* (ed. B. Baccetti), pp. 418-426. Ellis Horwood, Chichester.
- RAGGE, D.R. and REYNOLDS, W.J. 1988. The songs and taxonomy of the grasshoppers of the *Chorthippus biguttulus* group in the Iberian Peninsula (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Natural History*, 22: 897-929
- RAGGE, D.R. and REYNOLDS, W.J. 1998. The songs of the grasshoppers and crickets of western Europe. Harley Books: London. 221 pp.
- RAGGE, D.R. REYNOLDS, W.J. and WILLEMSE, F. 1990. The songs of the European grasshoppers of the *Chorthippus biguttulus* group in relation to their taxonomy, speciation and biogeography. *Bolletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 20: 239-245.
- RAMME, W. 1921. Orthopterologische Beiträge. *Archiv für Naturgeschichte*. 86(12): 81-166.
- RAMME, W. 1923. Orthopterologische Ergebnisse meiner Reise nach Oberitalien und Südtirol 1921. *Arch. Naturgesch.* 89A: 145-169.
- RAMME, W. 1951. Zur Systematic, faunistik und Biologie der Orthoptera von Südost-Europa und Vorderasien. *Mitteilungen aus dem Zoology Museum Berlin*, 27: 1-421.
- REINHOLD, K. REINHOLD K. and JACOBY K. J. 2002. Dissecting the repeatability of female choice in the grasshopper *Chorthippus biguttulus*. *Animal Behaviour*, 64: 245-250.
- ROBINSON, D.J., and HALL, M. 2002. Sound signalling in Orthoptera. *Advances in Insect Physiology* 29:151-278.
- SALDAMANDO, C.I. MIYAGUCHI, S. TATSUTA, H. KISHINO, H. BRIDLE, J.R. and BUTLIN, R.K. 2005a. Inheritance of song and stridulatory peg number divergence between *Chorthippus brunneus* and *C. jacobsi*, two naturally hybridizing grasshopper species (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Evolutionary Biology*, 18: 703-712.
- SALDAMANDO, C.I. TATSUTA, H. and BUTLIN, R.K. 2005b. Hybrids between *Chorthippus brunneus* and *C. jacobsi* (Orthoptera: Acrididae) do not show endogenous postzygotic isolation. *Biological Journal of Linnean Society*, 84: 195-203.
- SALMAN, S. 1978. Ağrı, Kars ve Artvin illerinin Orthoptera (Insecta) faunası üzerine taksonomik araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları: 82, Erzurum, Türkiye, 184 ss.
- SATAR, A. 1997. Dicle Havzası ve Karacadağ (Diyarbakır) Orthoptera (Insecta) Faunasının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, 71 ss.
- SEEHAUSEN, O. 2004. Hybridization and adaptive radiation. *Trends in Ecology & Evolution*, 19: 198-207.

- SEEHAUSEN, O., TAKIMOTO, G., ROY, D. and JOKELA, J. 2008. Chance, historical contingency and ecological determinism jointly determine the rate of adaptive radiation. *Heredity*, 99: 361-363.
- SEVGILI, H. and CIPLAK, B. 2000. The Orthoptera of Şanlıurfa province from the Mesopotomian part of the Turkey. *Italian Journal of Zoology*, 67: 229-240.
- SCHMIDT, G.H. 1990. Notes on the *Chorthippus* (*Glyptobothrus*) species (Orthoptera: Acrididae) in Greece and the calling songs of their males. *Bolletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 20: 247-253.
- STEININGER FF and ROGL F. 1984. Paleogeography and palinspastic reconstruction of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys. In: Dixon JE, Robertson AHF. eds. *The Geological Evolution of Eastern Mediterranean*. Oxford, The Geological Society, Blackwell Scientific, 659-668.
- STUMPNER, A. and HELVERSEN, O.v. 1994. Song production recognition in a group of sibling grasshopper species (*Chorthippus dorsatus*, *Ch. dichrous*, *Ch. loratus*: (Orthoptera, Acrididae). *Biocustics*, 6: 1-23.
- SWOFFORD, D. L. 2002. *PAUP** Pylogenetic Analysis Using Parsimony (* and other methods). v. 4.0 beta. Sunderland, M. A: Sinauer Associates.
- SYCHYOV, M.M. 1996. Taxonomic structure of the *biguttulus*-group of the genus *Chorthippus* (Orthoptera Acrididae Gomphocerinae) and phylogenetic interrelations within the group. *Russian Entomological Journal*, 5: 3-11.
- TARKNISVILI, D.N. TORPHE, R.S. and ARNTZEN, J.W. 2000. Pre-Pleistocene refugia and differentiation between populations of the Caucasian salamander (*Mertensiella caucasica*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 14: 414-422.
- TATSUTA, H. and BUTLIN, R.K. 2001. Amplified fragment length polymorphism for the analysis of genetic structure in grasshopper populations. *Journal of Orthoptera Research*, 10: 203-207.
- TURELLI, M., BARTON, N.H. and COYNE, J.A. 2001. Theory and speciation. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 330-343.
- USTINOVA, J. and MAYER, F. 2006. Alternative starts of transcription, several paralogues, and almost-fixed interspecific differences of the gene fruitless in a hemimetabolous insect. *Journal of Molecular Evolution*, 63(6): 788-800.
- UVAROV, B.P. 1921. The geographical distribution of Orthopterous insects in the Caucasus and in Western Asia. *Proceeding of Zoological Society of London*, 31: 447-472.
- ÜNAL, M. 2001. Contributions to the Orthoptera fauna of the Middle Taurus Mountains (South Turkey). *Miscellaneous Papers* 76:1-8.
- VEDENINA, V.Y. and HELVERSEN, O. VON. 2003. Complex courtship in a bimodal grasshopper hybrid zone. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54: 44-54.
- VEDENINA, V.Y., PANYUTIN, A.K. and HELVERSEN, O. VON. 2007. The unusual inheritance pattern of the courtship songs in closely related grasshopper species of the *Chorthippus albomarginatus*-group (Orthoptera: Gomphocerinae). *Journal of Evolutionary Biology*, 20:260-277.
- WEBB, T. and BARTLEIN, P. J. 1992.. Global changes during the last 3 million years: climatic controls and biotic responses. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23:141-173.
- WEIDNER, H. 1969. Beiträge zur Kenntnis der Feldheuschrecken (Caelifera) Anatoliens. *Mitteilungen Hamburger Zoologisches Museum und Institut* 66: 145-226.
- WILLEMSE, F. 1984. Catalogue of the Orthoptera of Greece: Fauna Graeciae I. Hellenic Zoological Society, Athens, Greece. 275 pp.
- WILLEMSE, F. 1985. A key to the Orthoptera species of Greece: Fauna Graeciae II. Hellenic Zoological Society, Athens, Greece. 288 pp.

- WILLEMSE, F. and WILLEMSE L. 2008. An annotated checklist of the Orthoptera-Saltatoria from Greece including an updated bibliography. *Articulata Beiheft*, 13: 1-90
- WILSON, E.O. 1993. The Diversity of Life.. Harward University Pres, USA, 397 ss.

Ek-1. *C. brunneus* alt-grubu erkek bireylerine ait morfometrik değerlere ait veriler

Karakterler ($\bar{x} \pm ss$)	Populasyonlar						
	<i>C. brunneus</i> (Erlangen01) (N=20)	Kr-Fe (N=19)	Ad-Ha (N=14)	<i>C. bornialis</i> (Blagoevgrad) (N=14)	Iz-Bo (N=17)	Af-Cl (N=10)	An-Ak (N=14)
LT	14.6 ± 0.35	13.2 ± 0.25	10.1 ± 0.19	15.2 ± 0.48	12.9 ± 0.83	13.3 ± 0.91	12.8 ± 0.85
MWT	3.1 ± 0.69	2.7 ± 0.12	2.2 ± 0.04	3.2 ± 0.09	2.7 ± 0.12	2.7 ± 0.12	2.7 ± 0.10
LTMSA	5.9 ± 0.13	5.1 ± 0.09	3.1 ± 0.11	6.8 ± 0.21	4.8 ± 0.27	4.8 ± 0.22	4.8 ± 0.31
TLHP	5.1 ± 0.13	5.1 ± 0.12	4.8 ± 0.12	5.4 ± 0.14	4.8 ± 0.18	4.7 ± 0.21	4.7 ± 0.15
LMK	3.0 ± 0.12	2.8 ± 0.07	2.7 ± 0.11	3.2 ± 0.09	2.8 ± 0.16	2.8 ± 0.14	2.8 ± 0.14
LPBTS	1.3 ± 0.08	1.2 ± 0.05	1.3 ± 0.07	1.4 ± 0.07	1.2 ± 0.03	1.3 ± 0.04	1.3 ± 0.03
LPATS	1.7 ± 0.63	1.6 ± 0.05	1.4 ± 0.07	1.8 ± 0.06	1.6 ± 0.16	1.5 ± 0.12	1.5 ± 0.14
MADLC	2.1 ± 0.04	1.9 ± 0.09	1.7 ± 0.09	2.2 ± 0.04	1.9 ± 0.11	1.9 ± 0.05	1.9 ± 0.06
MIDLC	0.9 ± 0.06	0.8 ± 0.04	0.8 ± 0.06	0.9 ± 0.02	0.8 ± 0.05	0.8 ± 0.05	0.8 ± 0.04
MWPLP	1.6 ± 0.02	1.7 ± 0.05	1.5 ± 0.05	1.8 ± 0.06	1.6 ± 0.08	1.5 ± 0.02	1.7 ± 0.07
MLPLP	1.9 ± 0.03	1.9 ± 0.06	1.8 ± 0.04	2.3 ± 0.05	1.9 ± 0.06	1.9 ± 0.06	1.9 ± 0.06
VDE	1.7 ± 0.04	1.6 ± 0.03	1.6 ± 0.06	1.7 ± 0.05	1.7 ± 0.07	1.6 ± 0.04	1.7 ± 0.07
IOD	0.7 ± 0.03	0.7 ± 0.05	0.7 ± 0.02	0.8 ± 0.01	0.7 ± 0.02	0.7 ± 0.02	0.7 ± 0.02
LSG	1.0 ± 0.05	1.2 ± 0.06	1.0 ± 0.04	1.1 ± 0.03	1.0 ± 0.03	1.0 ± 0.03	1.1 ± 0.04
LA	8.4 ± 0.18	7.8 ± 0.25	7.4 ± 0.19	8.4 ± 0.19	7.0 ± 0.27	6.9 ± 0.20	7.1 ± 0.33
LHF	9.6 ± 0.31	8.8 ± 0.27	8.5 ± 0.14	9.5 ± 0.24	8.3 ± 0.15	8.2 ± 0.12	8.3 ± 0.15
MWHF	2.1 ± 0.07	2.2 ± 0.06	2.2 ± 0.03	2.2 ± 0.09	2.2 ± 0.08	2.2 ± 0.04	2.2 ± 0.08
MWCF	0.6 ± 0.04	0.6 ± 0.04	0.5 ± 0.02	0.7 ± 0.02	0.6 ± 0.04	0.6 ± 0.04	0.7 ± 0.04
B	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.2 ± 0.02	0.3 ± 0.01	0.3 ± 0.03	0.3 ± 0.03	0.3 ± 0.03
MWSF	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.03	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.01	0.4 ± 0.04	0.4 ± 0.04	0.4 ± 0.03
MWPF	0.4 ± 0.01	0.4 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.3 ± 0.03	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.03
MWMF	0.5 ± 0.04	0.4 ± 0.01	0.4 ± 0.01	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.04
MWF	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01
MLF	0.6 ± 0.01	0.6 ± 0.02	0.4 ± 0.01	0.6 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.6 ± 0.01	0.6 ± 0.02
WMAS	0.3 ± 0.01	0.3 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.3 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01
LMAS	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.01	0.6 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.03

q - Ortalama, ss - Standart sapma

q - Ortalama; ss - Standart sapma

Ek-1'in Devamı

Karakterler (o ± ss)	An-Te (N=13)	Ni-Bo (N=20)	Kr-Er (N=12)	Ko-Tk (N=13)	Ga-Nz (N=13)	Ma-Yy (N=15)	Si-Ko (N=15)
TB	12,8 ± 0,91	12,3 ± 0,6	13,1 ± 1,00	13,2 ± 0,43	12,8 ± 0,78	12,4 ± 0,63	12,4 ± 0,62
TEG	2,7 ± 0,13	2,7 ± 0,07	2,8 ± 0,11	2,7 ± 0,12	2,7 ± 0,12	2,7 ± 0,08	2,7 ± 0,09
SOTU	4,9 ± 0,21	4,5 ± 0,08	5,0 ± 0,21	5,1 ± 0,13	4,8 ± 0,16	4,5 ± 0,08	4,5 ± 0,09
BP	4,9 ± 0,10	4,8 ± 0,07	4,9 ± 0,05	5,1 ± 0,18	4,9 ± 0,10	5,1 ± 0,30	5,1 ± 0,30
MKB	2,9 ± 0,13	2,7 ± 0,08	3,0 ± 0,09	2,7 ± 0,08	2,9 ± 0,07	2,7 ± 0,06	2,7 ± 0,06
TSOPU	1,3 ± 0,02	1,2 ± 0,02	1,3 ± 0,02	1,2 ± 0,04	1,3 ± 0,03	1,2 ± 0,03	1,2 ± 0,03
TSSPU	1,6 ± 0,13	1,5 ± 0,09	1,7 ± 0,08	1,5 ± 0,05	1,7 ± 0,08	1,5 ± 0,06	1,5 ± 0,06
LKEGY	2,0 ± 0,13	1,9 ± 0,10	2,1 ± 0,11	1,8 ± 0,04	2,0 ± 0,11	1,9 ± 0,08	1,9 ± 0,08
LKEDY	0,3 ± 0,05	0,3 ± 0,04	0,3 ± 0,04	0,3 ± 0,04	0,3 ± 0,03	0,3 ± 0,05	0,3 ± 0,05
PYPEDY	1,6 ± 0,05	1,6 ± 0,06	1,7 ± 0,02	1,6 ± 0,04	1,6 ± 0,07	1,6 ± 0,05	1,6 ± 0,05
PYPU	1,9 ± 0,06	1,9 ± 0,06	1,9 ± 0,05	2,0 ± 0,05	1,9 ± 0,05	1,9 ± 0,04	1,9 ± 0,04
GVC	1,7 ± 0,07	1,7 ± 0,06	1,7 ± 0,05	1,6 ± 0,05	1,7 ± 0,07	1,7 ± 0,05	1,7 ± 0,05
GEDM	0,7 ± 0,02	0,7 ± 0,02	0,7 ± 0,02	0,7 ± 0,03	0,7 ± 0,02	0,7 ± 0,04	0,7 ± 0,04
SOOU	1,1 ± 0,03	1,1 ± 0,03	1,1 ± 0,03	1,1 ± 0,04	1,1 ± 0,03	1,1 ± 0,03	1,1 ± 0,03
AU	7,0 ± 0,23	7,0 ± 0,30	7,2 ± 0,30	7,2 ± 0,20	7,0 ± 0,25	7,1 ± 0,12	7,1 ± 0,12
FEMB	8,8 ± 0,50	8,4 ± 0,11	9,2 ± 0,19	8,7 ± 0,17	8,8 ± 0,52	8,5 ± 0,06	8,5 ± 0,06
FEMEĞY	2,2 ± 0,09	2,2 ± 0,07	2,2 ± 0,08	2,4 ± 0,07	2,2 ± 0,07	2,1 ± 0,06	2,1 ± 0,06
CAEY	0,6 ± 0,05	0,7 ± 0,03	0,7 ± 0,03	0,7 ± 0,04	0,6 ± 0,05	0,6 ± 0,02	0,6 ± 0,02
B	0,3 ± 0,03	0,3 ± 0,03	0,3 ± 0,02	0,3 ± 0,02	0,3 ± 0,02	0,3 ± 0,02	0,3 ± 0,02
SAEY	0,4 ± 0,04	0,4 ± 0,04	0,4 ± 0,04	0,4 ± 0,03	0,4 ± 0,04	0,4 ± 0,03	0,4 ± 0,03
PCAEY	0,3 ± 0,03	0,3 ± 0,03	0,4 ± 0,03	0,3 ± 0,03	0,3 ± 0,04	0,3 ± 0,02	0,3 ± 0,02
MAY	0,5 ± 0,04	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,03	0,4 ± 0,02	0,4 ± 0,02
FAVEGY	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,02	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,02	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01
FAVB	0,6 ± 0,02	0,5 ± 0,03	0,6 ± 0,03	0,5 ± 0,02	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,03
ACSG	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01
ACSU	0,5 ± 0,02	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,02	0,5 ± 0,02	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,03

q - Ortalama; ss - Standart sapma

Ek-2. *C. brunneus* alt-grubu dışı bireylerine ait morfometrik değerlere ait veriler

Karakterler (o ± ss)	Populasyonlar									
	C. brunneus (Erlangen01) (N=20)	Kr-Fe (N=16)	Ad-Ha (N=14)	C. bornhalmi (Blagoevgrad) (N=14)	Iz-Ke (N=10)	An-Te (N=10)	Ni-Bo (N=7)	Kv-Er (N=5)	Qa-Nz (N=8)	Si-Ke (N=5)
TB	18,1 ± 0,11	16,5 ± 0,4	11,8 ± 0,29	19,8 ± 0,74	18,9 ± 0,22	19,0 ± 0,51	18,4 ± 0,36	19,1 ± 0,61	19,3 ± 0,57	19,7 ± 0,49
TEG	3,6 ± 0,11	3,0 ± 0,05	2,4 ± 0,12	3,4 ± 0,15	3,1 ± 0,14	3,2 ± 0,13	3,0 ± 0,11	3,3 ± 0,13	3,0 ± 0,08	3,1 ± 0,10
SOTU	7,0 ± 0,15	6,8 ± 0,21	3,7 ± 0,12	8,4 ± 0,14	8,3 ± 0,15	8,4 ± 0,31	8,1 ± 0,26	8,6 ± 0,19	8,7 ± 0,13	8,4 ± 0,13
BP	6,7 ± 0,07	6,6 ± 0,16	6,1 ± 0,11	7,1 ± 0,15	6,7 ± 0,10	7,0 ± 0,12	6,8 ± 0,14	6,8 ± 0,11	6,8 ± 0,09	6,8 ± 0,15
MKB	3,9 ± 0,08	3,8 ± 0,12	3,6 ± 0,06	4,1 ± 0,16	2,9 ± 0,07	3,9 ± 0,07	3,9 ± 0,06	3,9 ± 0,07	3,9 ± 0,11	3,8 ± 0,10
TSOPU	1,7 ± 0,03	1,6 ± 0,07	1,7 ± 0,05	1,7 ± 0,10	1,7 ± 0,04	1,6 ± 0,05	1,7 ± 0,05	1,6 ± 0,03	1,7 ± 0,04	1,6 ± 0,02
TSSPU	2,2 ± 0,08	2,2 ± 0,10	1,9 ± 0,08	2,4 ± 0,09	2,2 ± 0,05	2,3 ± 0,06	2,2 ± 0,08	2,2 ± 0,09	2,3 ± 0,09	2,2 ± 0,09
LKEGY	2,8 ± 0,06	2,6 ± 0,07	2,5 ± 0,07	2,9 ± 0,13	2,8 ± 0,07	2,9 ± 0,09	2,8 ± 0,10	2,8 ± 0,06	2,8 ± 0,05	2,8 ± 0,05
LKEDY	1,0 ± 0,05	1,0 ± 0,05	1,0 ± 0,05	1,2 ± 0,02	1,0 ± 0,06	1,0 ± 0,07	0,9 ± 0,05	1,0 ± 0,02	1,0 ± 0,02	1,0 ± 0,05
PYPEDY	2,2 ± 0,06	2,1 ± 0,09	2,1 ± 0,05	2,5 ± 0,06	2,1 ± 0,08	2,1 ± 0,07	2,1 ± 0,08	2,1 ± 0,03	2,1 ± 0,04	2,0 ± 0,06
PYPU	3,0 ± 0,07	2,9 ± 0,06	2,5 ± 0,05	3,2 ± 0,08	3,3 ± 0,04	3,3 ± 0,05	3,2 ± 0,03	3,1 ± 0,03	3,1 ± 0,03	3,1 ± 0,10
GVC	1,9 ± 0,07	2,0 ± 0,06	1,8 ± 0,05	1,9 ± 0,06	1,9 ± 0,07	1,9 ± 0,03	1,9 ± 0,02	1,9 ± 0,05	1,8 ± 0,03	1,8 ± 0,06
GEDM	0,9 ± 0,02	1,0 ± 0,08	0,9 ± 0,03	1,1 ± 0,05	1,0 ± 0,04	1,0 ± 0,03	1,0 ± 0,03	0,9 ± 0,04	0,8 ± 0,06	0,9 ± 0,03
SOOU	1,2 ± 0,04	1,6 ± 0,05	1,4 ± 0,03	1,4 ± 0,03	1,3 ± 0,03	1,4 ± 0,04	1,3 ± 0,03	1,4 ± 0,02	1,4 ± 0,05	1,4 ± 0,05
AU	7,5 ± 0,12	7,1 ± 0,12	7,5 ± 0,13	6,8 ± 0,13	7,5 ± 0,10	7,6 ± 0,15	7,6 ± 0,19	7,0 ± 0,15	6,9 ± 0,04	7,0 ± 0,13
FEMB	12,1 ± 0,16	12,2 ± 0,33	11,3 ± 0,15	12,7 ± 0,21	12,2 ± 0,17	12,3 ± 0,20	12,3 ± 0,22	12,4 ± 0,23	12,1 ± 0,12	12,4 ± 0,22
FEMEGY	2,7 ± 0,10	2,7 ± 0,08	2,6 ± 0,06	2,8 ± 0,03	2,8 ± 0,11	2,9 ± 0,09	2,8 ± 0,12	2,8 ± 0,05	2,8 ± 0,14	2,8 ± 0,04
CAEY	0,6 ± 0,02	0,5 ± 0,02	0,4 ± 0,02	0,6 ± 0,02	0,6 ± 0,01	0,6 ± 0,02	0,6 ± 0,02	0,6 ± 0,02	0,5 ± 0,01	0,6 ± 0,04
B	0,2 ± 0,00	0,2 ± 0,01	0,1 ± 0,02	0,3 ± 0,02	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,02	0,1 ± 0,01	0,3 ± 0,02	0,2 ± 0,01
SAEY	0,4 ± 0,21	0,3 ± 0,02	0,3 ± 0,02	0,4 ± 0,02	0,4 ± 0,01	0,4 ± 0,02	0,4 ± 0,00	0,3 ± 0,02	0,4 ± 0,02	0,4 ± 0,01
PCAEY	0,5 ± 0,02	0,6 ± 0,03	0,5 ± 0,02	0,5 ± 0,00	0,6 ± 0,02	0,6 ± 0,02	0,5 ± 0,03	0,6 ± 0,02	0,6 ± 0,02	0,6 ± 0,01
MAY	0,7 ± 0,02	0,5 ± 0,01	0,5 ± 0,02	0,7 ± 0,02	0,6 ± 0,02	0,6 ± 0,02	0,6 ± 0,03	0,6 ± 0,01	0,6 ± 0,03	0,6 ± 0,02
FAVEGY	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01
FAVB	0,6 ± 0,04	0,7 ± 0,03	0,6 ± 0,01	0,7 ± 0,01	0,6 ± 0,03	0,6 ± 0,03	0,6 ± 0,03	0,7 ± 0,01	0,7 ± 0,01	0,7 ± 0,02
AOSG	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,00	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,3 ± 0,00	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,01
AOSU	0,5 ± 0,01	0,4 ± 0,01	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,01	0,5 ± 0,01	0,5 ± 0,01	0,5 ± 0,01	0,4 ± 0,01	0,4 ± 0,00	0,4 ± 0,02

q - Ortalama; ss - Standart sapma;

Ek-3. *C. mollis* alt-grubu erkek bireylerine ait morfometrik değerlere ait veriler

	Populasyonlar												
Karakterler (o ± se)	(Erlangen02) (N=17)	Ca-II-Ye (N=21)	As-Sö (N=14)	Sa-Ld (N=15)	Te-Ca (N=22)	İs-Da (N=16)	İs-De (N=21)	Af-Çi (N=15)	Ça-El (N=17)	At-Yç (N=16)	Ks-Sr (N=15)	İz-Bo (N=17)	
TB	11.9 ± 0.32	11.4 ± 0.20	11.6 ± 0.48	11.4 ± 0.18	11.6 ± 0.38	11.9 ± 0.19	11.9 ± 0.18	11.8 ± 0.16	11.9 ± 0.13	11.9 ± 0.28	11.9 ± 0.26	9.4 ± 0.48	
TEG	2.5 ± 0.08	2.4 ± 0.19	2.4 ± 0.17	2.4 ± 0.15	2.5 ± 0.08	2.5 ± 0.07	2.5 ± 0.07	2.5 ± 0.08	2.5 ± 0.08	2.9 ± 0.08	2.9 ± 0.09	2.7 ± 0.11	
SOTU	4.2 ± 0.17	3.7 ± 0.21	3.8 ± 0.22	3.9 ± 0.27	4.1 ± 0.25	4.0 ± 0.15	4.1 ± 0.14	4.0 ± 0.12	4.0 ± 0.19	3.9 ± 0.17	3.9 ± 0.15	2.6 ± 0.33	
BP	4.5 ± 0.17	4.9 ± 0.15	5.4 ± 0.13	5.0 ± 0.15	5.0 ± 0.13	4.7 ± 0.16	4.8 ± 0.15	4.7 ± 0.19	4.7 ± 0.17	5.0 ± 0.07	5.0 ± 0.06	5.2 ± 0.20	
MKB	2.7 ± 0.12	2.8 ± 0.13	2.8 ± 0.08	2.6 ± 0.11	2.8 ± 0.08	2.6 ± 0.07	2.6 ± 0.06	2.7 ± 0.06	2.6 ± 0.05	2.9 ± 0.07	2.9 ± 0.05	3.1 ± 0.11	
TSOPU	1.3 ± 0.04	1.4 ± 0.08	1.4 ± 0.06	1.4 ± 0.08	1.3 ± 0.05	1.3 ± 0.03	1.3 ± 0.03	1.3 ± 0.05	1.3 ± 0.03	1.3 ± 0.03	1.3 ± 0.03	1.5 ± 0.05	
TSSPU	1.5 ± 0.10	1.4 ± 0.09	1.3 ± 0.10	1.2 ± 0.11	1.4 ± 0.06	1.3 ± 0.05	1.3 ± 0.04	1.3 ± 0.05	1.3 ± 0.04	1.5 ± 0.05	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.08	
LKEGY	1.7 ± 0.05	1.7 ± 0.06	1.9 ± 0.06	1.7 ± 0.03	1.8 ± 0.06	1.7 ± 0.09	1.7 ± 0.08	1.7 ± 0.09	1.7 ± 0.10	1.8 ± 0.03	1.8 ± 0.02	2.0 ± 0.07	
LKEDY	0.8 ± 0.03	0.8 ± 0.09	0.8 ± 0.02	0.7 ± 0.03	0.7 ± 0.05	0.8 ± 0.05	0.8 ± 0.06	0.8 ± 0.04	0.8 ± 0.07	0.7 ± 0.02	0.7 ± 0.01	0.8 ± 0.05	
PYPEDY	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.07	1.7 ± 0.07	1.6 ± 0.03	1.6 ± 0.06	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.05	1.6 ± 0.02	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.02	1.6 ± 0.02	1.7 ± 0.05	
PYPU	1.7 ± 0.01	2.0 ± 0.08	2.0 ± 0.07	1.8 ± 0.05	1.9 ± 0.05	1.8 ± 0.08	1.8 ± 0.07	1.7 ± 0.05	1.8 ± 0.08	1.9 ± 0.05	1.9 ± 0.05	2.0 ± 0.08	
GVC	1.5 ± 0.04	1.7 ± 0.11	1.6 ± 0.07	1.7 ± 0.08	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.04	1.5 ± 0.04	1.6 ± 0.03	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.03	1.6 ± 0.03	1.5 ± 0.06	
GEDM	0.6 ± 0.03	0.7 ± 0.05	0.7 ± 0.04	0.7 ± 0.02	0.7 ± 0.04	0.7 ± 0.03	0.7 ± 0.04	0.7 ± 0.02	0.7 ± 0.04	0.6 ± 0.03	0.7 ± 0.03	0.8 ± 0.02	
SOOU	1.0 ± 0.04	1.0 ± 0.02	1.1 ± 0.04	1.0 ± 0.02	1.0 ± 0.04	1.1 ± 0.04	1.1 ± 0.05	1.1 ± 0.05	1.1 ± 0.05	0.9 ± 0.06	0.9 ± 0.07	1.3 ± 0.03	
AU	7.5 ± 0.47	7.3 ± 0.30	7.2 ± 0.21	7.3 ± 0.28	7.1 ± 0.20	6.5 ± 0.30	6.4 ± 0.26	6.5 ± 0.19	6.5 ± 0.29	7.2 ± 0.12	7.1 ± 0.18	7.2 ± 0.08	
FEMB	8.7 ± 0.21	8.7 ± 0.24	9.3 ± 0.12	9.1 ± 0.11	9.0 ± 0.52	8.6 ± 0.26	8.6 ± 0.23	8.7 ± 0.10	8.6 ± 0.25	8.6 ± 0.13	8.6 ± 0.19	8.4 ± 0.13	
FEMEY	1.8 ± 0.08	2.1 ± 0.05	2.3 ± 0.08	2.0 ± 0.08	2.0 ± 0.13	2.0 ± 0.07	2.0 ± 0.08	2.0 ± 0.04	2.0 ± 0.07	2.0 ± 0.02	2.0 ± 0.05	2.1 ± 0.04	
CAEY	0.6 ± 0.02	0.6 ± 0.02	0.6 ± 0.03	0.6 ± 0.03	0.6 ± 0.03	0.6 ± 0.02	0.6 ± 0.01	0.6 ± 0.02	0.7 ± 0.02	0.6 ± 0.02	0.6 ± 0.03	0.7 ± 0.02	
B	0.3 ± 0.04	0.3 ± 0.01	0.3 ± 0.03	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.03	0.4 ± 0.02	
SAEY	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.03	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.03	
PCAEY	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.03	0.3 ± 0.03	0.4 ± 0.02	0.3 ± 0.03	0.3 ± 0.04	0.4 ± 0.00	
MAY	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.03	0.5 ± 0.03	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.04	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.04	0.5 ± 0.03	
FAVEGY	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.03	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	
FAVB	0.5 ± 0.01	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.01	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.02	0.6 ± 0.01	
AOSG	0.3 ± 0.01	0.2 ± 0.03	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.3 ± 0.01	0.3 ± 0.01	0.3 ± 0.01	
AOSU	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.01	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.5 ± 0.01	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.00	

q - Ortalama; ss - Standart sapma

Ek-4. *C. mollis* alt-grubu dışı bireylerine ait morfometrik değerlere ait veriler

Karakterler (o ± ss)	Populasyonlar							
	Ca-İl-Ye (N=21)	As-So (N=14)	Sa-Ld (N=15)	To-Ça (N=22)	İs-Da (N=52)	Af-Çt (N=17)	Ks-St (N=31)	İz-Bo (N=17)
TB	11.4 ± 0.20	11.6 ± 0.48	11.4 ± 0.18	11.6 ± 0.38	11.9 ± 0.18	11.8 ± 0.13	12.2 ± 0.27	9.9 ± 0.32
TEG	2.4 ± 0.19	2.4 ± 0.17	2.4 ± 0.15	2.5 ± 0.08	2.5 ± 0.08	2.5 ± 0.08	2.9 ± 0.08	2.5 ± 0.08
SOTU	3.7 ± 0.21	3.8 ± 0.22	3.9 ± 0.27	4.1 ± 0.25	4.0 ± 0.14	3.9 ± 0.19	3.9 ± 0.16	4.2 ± 0.17
BP	4.9 ± 0.15	5.4 ± 0.13	5.0 ± 0.15	5.0 ± 0.13	4.7 ± 0.17	4.6 ± 0.17	5.0 ± 0.07	4.5 ± 0.17
MKB	2.8 ± 0.13	2.8 ± 0.08	2.6 ± 0.11	2.8 ± 0.08	2.6 ± 0.06	2.6 ± 0.05	2.9 ± 0.06	2.7 ± 0.12
TSOPU	1.4 ± 0.08	1.4 ± 0.06	1.4 ± 0.08	1.3 ± 0.05	1.3 ± 0.04	1.3 ± 0.03	1.3 ± 0.03	1.3 ± 0.04
TSSPU	1.4 ± 0.09	1.3 ± 0.10	1.2 ± 0.11	1.4 ± 0.06	1.3 ± 0.05	1.3 ± 0.04	1.5 ± 0.05	1.5 ± 0.10
LKEGY	1.7 ± 0.06	1.9 ± 0.06	1.7 ± 0.03	1.8 ± 0.06	1.7 ± 0.09	1.7 ± 0.10	1.8 ± 0.02	1.7 ± 0.05
LKEDY	0.8 ± 0.09	0.8 ± 0.02	0.7 ± 0.03	0.7 ± 0.05	0.8 ± 0.05	0.7 ± 0.07	0.7 ± 0.02	0.8 ± 0.03
PYPEDY	1.6 ± 0.07	1.7 ± 0.07	1.6 ± 0.03	1.6 ± 0.06	1.6 ± 0.03	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.02	1.6 ± 0.04
PYPU	2.0 ± 0.08	2.0 ± 0.07	1.8 ± 0.05	1.9 ± 0.05	1.8 ± 0.07	1.8 ± 0.08	1.9 ± 0.05	1.7 ± 0.01
GVC	1.7 ± 0.11	1.6 ± 0.07	1.7 ± 0.08	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.04	1.6 ± 0.04	1.5 ± 0.04
GEDM	0.7 ± 0.05	0.7 ± 0.04	0.7 ± 0.02	0.7 ± 0.04	0.7 ± 0.03	0.7 ± 0.04	0.6 ± 0.03	0.6 ± 0.03
SOOU	1.0 ± 0.02	1.1 ± 0.04	1.0 ± 0.02	1.0 ± 0.04	1.1 ± 0.05	1.0 ± 0.05	0.9 ± 0.06	1.0 ± 0.04
AU	7.3 ± 0.30	7.2 ± 0.21	7.3 ± 0.28	7.1 ± 0.20	6.5 ± 0.25	6.7 ± 0.29	7.1 ± 0.16	7.5 ± 0.47
FEMB	8.7 ± 0.24	9.3 ± 0.12	9.1 ± 0.11	9.0 ± 0.52	8.6 ± 0.22	8.6 ± 0.25	8.6 ± 0.16	8.7 ± 0.21
FMEGY	2.1 ± 0.05	2.3 ± 0.08	2.0 ± 0.08	2.0 ± 0.13	2.0 ± 0.07	1.9 ± 0.07	2.0 ± 0.04	1.8 ± 0.08
CAEY	0.6 ± 0.02	0.6 ± 0.03	0.6 ± 0.03	0.6 ± 0.03	0.6 ± 0.02	0.7 ± 0.02	0.6 ± 0.02	0.6 ± 0.02
B	0.3 ± 0.01	0.3 ± 0.03	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.3 ± 0.04
SAEY	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.03	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.03
PCAEY	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.3 ± 0.02	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.02	0.3 ± 0.03	0.3 ± 0.02
MAY	0.4 ± 0.03	0.5 ± 0.03	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.04	0.4 ± 0.03	0.4 ± 0.02
FAVEGY	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.03	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01
FAVB	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.01
AOSG	0.2 ± 0.03	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.3 ± 0.01	0.3 ± 0.01
AOSU	0.5 ± 0.03	0.5 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.5 ± 0.03	0.4 ± 0.02	0.4 ± 0.02	0.5 ± 0.01	0.5 ± 0.03

q - Ortalama; ss - Standart sapma

Ek-5. *C. biguttulus* alt-grubu erkek bireylerine ait morfometrik değerlere ait veriler

Karakterler (o $\pm$ ss)	Populasyonlar			
	(Erlangen03) (N=16)	Bo-Ab (N=13)	Kb-Yn (N=19)	a-II-TRT (N=19)
TB	11.9 $\pm$ 0,32	11.4 $\pm$ 0,20	11.6 $\pm$ 0,48	11.4 $\pm$ 0,18
TEG	2.5 $\pm$ 0,08	2.4 $\pm$ 0,19	2.4 $\pm$ 0,17	2.4 $\pm$ 0,15
SOTU	4.2 $\pm$ 0,17	3.7 $\pm$ 0,21	3.8 $\pm$ 0,22	3.9 $\pm$ 0,27
BP	4.5 $\pm$ 0,17	4.9 $\pm$ 0,15	5.4 $\pm$ 0,13	5.0 $\pm$ 0,15
MKB	2.7 $\pm$ 0,12	2.8 $\pm$ 0,13	2.8 $\pm$ 0,08	2.6 $\pm$ 0,11
TSOPU	1.3 $\pm$ 0,04	1.4 $\pm$ 0,08	1.4 $\pm$ 0,06	1.4 $\pm$ 0,08
TSSPU	1.5 $\pm$ 0,10	1.4 $\pm$ 0,09	1.3 $\pm$ 0,10	1.2 $\pm$ 0,11
LKEGY	1.7 $\pm$ 0,05	1.7 $\pm$ 0,06	1.9 $\pm$ 0,06	1.7 $\pm$ 0,03
LKEDY	0.8 $\pm$ 0,03	0.8 $\pm$ 0,09	0.8 $\pm$ 0,02	0.7 $\pm$ 0,03
PYPEDY	1.6 $\pm$ 0,04	1.6 $\pm$ 0,07	1.7 $\pm$ 0,07	1.6 $\pm$ 0,03
PYPU	1.7 $\pm$ 0,01	2.0 $\pm$ 0,08	2.0 $\pm$ 0,07	1.8 $\pm$ 0,05
GVC	1.5 $\pm$ 0,04	1.7 $\pm$ 0,11	1.6 $\pm$ 0,07	1.7 $\pm$ 0,08
GEDM	0.6 $\pm$ 0,03	0.7 $\pm$ 0,05	0.7 $\pm$ 0,04	0.7 $\pm$ 0,02
SOOU	1.0 $\pm$ 0,04	1.0 $\pm$ 0,02	1.1 $\pm$ 0,04	1.0 $\pm$ 0,02
AU	7.5 $\pm$ 0,47	7.3 $\pm$ 0,30	7.2 $\pm$ 0,21	7.3 $\pm$ 0,28
FEMB	8.7 $\pm$ 0,21	8.7 $\pm$ 0,24	9.3 $\pm$ 0,12	9.1 $\pm$ 0,11
FEMEGY	1.8 $\pm$ 0,08	2.1 $\pm$ 0,05	2.3 $\pm$ 0,08	2.0 $\pm$ 0,08
CAEY	0.6 $\pm$ 0,02	0.6 $\pm$ 0,02	0.6 $\pm$ 0,03	0.6 $\pm$ 0,03
B	0.3 $\pm$ 0,04	0.3 $\pm$ 0,01	0.3 $\pm$ 0,03	0.3 $\pm$ 0,02
SAEY	0.4 $\pm$ 0,03	0.4 $\pm$ 0,03	0.4 $\pm$ 0,02	0.4 $\pm$ 0,02
PCAEY	0.3 $\pm$ 0,02	0.3 $\pm$ 0,02	0.4 $\pm$ 0,02	0.4 $\pm$ 0,02
MAY	0.4 $\pm$ 0,02	0.4 $\pm$ 0,03	0.5 $\pm$ 0,03	0.4 $\pm$ 0,02
FAVEGY	0.2 $\pm$ 0,01	0.2 $\pm$ 0,01	0.2 $\pm$ 0,01	0.2 $\pm$ 0,01
FAVB	0.5 $\pm$ 0,01	0.5 $\pm$ 0,02	0.5 $\pm$ 0,02	0.5 $\pm$ 0,03
AOSG	0.3 $\pm$ 0,01	0.2 $\pm$ 0,03	0.2 $\pm$ 0,01	0.2 $\pm$ 0,02
AOSU	0.5 $\pm$ 0,03	0.5 $\pm$ 0,03	0.5 $\pm$ 0,02	0.4 $\pm$ 0,02

o - Ortalama; ss – Standart sapma

Ek-6. *C. biguttulus* alt-grubu dişi bireylerine ait morfometrik değerlere ait veriler

Karakterler (o $\pm$ ss)	Populasyonlar			
	(Erlangen03)	Bo-Ab	Kb-Yn	a-II-TRT
TB	12.9 $\pm$ 0,32	12.4 $\pm$ 0,20	12.6 $\pm$ 0,48	10.7 $\pm$ 0,48
TEG	2.5 $\pm$ 0,08	2.4 $\pm$ 0,19	2.4 $\pm$ 0,17	2.7 $\pm$ 0,11
SOTU	4.2 $\pm$ 0,17	3.7 $\pm$ 0,21	3.8 $\pm$ 0,22	2.6 $\pm$ 0,33
BP	4.5 $\pm$ 0,17	4.9 $\pm$ 0,15	5.4 $\pm$ 0,13	5.2 $\pm$ 0,20
MKB	2.7 $\pm$ 0,12	2.8 $\pm$ 0,13	2.8 $\pm$ 0,08	3.1 $\pm$ 0,11
TSOPU	1.3 $\pm$ 0,04	1.4 $\pm$ 0,08	1.4 $\pm$ 0,06	1.5 $\pm$ 0,05
TSSPU	1.5 $\pm$ 0,10	1.4 $\pm$ 0,09	1.3 $\pm$ 0,10	1.6 $\pm$ 0,08
LKEGY	1.7 $\pm$ 0,05	1.7 $\pm$ 0,06	1.9 $\pm$ 0,06	2.0 $\pm$ 0,07
LKEDY	0.8 $\pm$ 0,03	0.8 $\pm$ 0,09	0.8 $\pm$ 0,02	0.8 $\pm$ 0,05
PYPEDY	1.6 $\pm$ 0,04	1.6 $\pm$ 0,07	1.7 $\pm$ 0,07	1.7 $\pm$ 0,05
PYPU	1.7 $\pm$ 0,01	2.0 $\pm$ 0,08	2.0 $\pm$ 0,07	2.0 $\pm$ 0,08
GVC	1.5 $\pm$ 0,04	1.7 $\pm$ 0,11	1.6 $\pm$ 0,07	1.5 $\pm$ 0,06
GEDM	0.6 $\pm$ 0,03	0.7 $\pm$ 0,05	0.7 $\pm$ 0,04	0.8 $\pm$ 0,02
SOOU	1.0 $\pm$ 0,04	1.0 $\pm$ 0,02	1.1 $\pm$ 0,04	1.3 $\pm$ 0,03
AU	7.5 $\pm$ 0,47	7.3 $\pm$ 0,30	7.2 $\pm$ 0,21	7.2 $\pm$ 0,08
FEMB	8.7 $\pm$ 0,21	8.7 $\pm$ 0,24	9.3 $\pm$ 0,12	8.4 $\pm$ 0,13
FEMEGY	1.8 $\pm$ 0,08	2.1 $\pm$ 0,05	2.3 $\pm$ 0,08	2.1 $\pm$ 0,04
CAEY	0.6 $\pm$ 0,02	0.6 $\pm$ 0,02	0.6 $\pm$ 0,03	0.7 $\pm$ 0,02
B	0.3 $\pm$ 0,04	0.3 $\pm$ 0,01	0.3 $\pm$ 0,03	0.4 $\pm$ 0,02
SAEY	0.4 $\pm$ 0,03	0.4 $\pm$ 0,03	0.4 $\pm$ 0,02	0.4 $\pm$ 0,03
PCAEY	0.3 $\pm$ 0,02	0.3 $\pm$ 0,02	0.4 $\pm$ 0,02	0.4 $\pm$ 0,00
MAY	0.4 $\pm$ 0,02	0.4 $\pm$ 0,03	0.5 $\pm$ 0,03	0.5 $\pm$ 0,03
FAVEGY	0.2 $\pm$ 0,01	0.2 $\pm$ 0,01	0.2 $\pm$ 0,01	0.2 $\pm$ 0,01
FAVB	0.5 $\pm$ 0,01	0.5 $\pm$ 0,02	0.5 $\pm$ 0,02	0.6 $\pm$ 0,01
AOSG	0.3 $\pm$ 0,01	0.2 $\pm$ 0,03	0.2 $\pm$ 0,01	0.3 $\pm$ 0,01
AOSU	0.5 $\pm$ 0,03	0.5 $\pm$ 0,03	0.5 $\pm$ 0,02	0.5 $\pm$ 0,00

o - Ortalama; ss – Standart sapma

ÖZGEÇMİŞ

Arş. Gör. Deniz ŞİRİN, 13.05.1977 tarihinde Çorum İli, Alaca İlçesinde doğmuştur. İlköğrenimini Alaca’da, orta ve lise öğrenimini Ankara’da tamamlamıştır. 1995 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden 1999 yılında Biyolog unvanıyla mezun olmuştur. 2000 yılında aynı bölümde yüksek lisansına başlamış ve “Akdağlar Kompleksi Caelifera (Orthoptera) Faunasının Tespiti ve Vejetasyonla ilişkisi” isimli yüksek lisans teziyle 2003 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl başladığı doktora programına devam etmekte ve “Biyolojik Çeşitliliğin Evrimi: *Chorthippus biguttulus* tür grubunun Anadolu’da türleşmesi ve hızlı çeşitlenmesi” isimli doktora tezini hazırlamaktadır. 2001 yılından bu yana, Akdeniz Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde Araştırma Görevlisi unvanıyla çalışmaktadır.