

**T.C.
HAKKARİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**HAKKARİ İLİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN TETTIGONIIDAE (INSECTA,
ORTHOPTERA) FAMILİYASINA AİT TÜRLERİN MORFOLOJİK TÜR
HİPOTEZLERİNİN DAVRANIŞSAL VERİLERLE SINANMASI**

Cahit AVCİ

**Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Mehmet Sait TAYLAN**

HAKKARİ

2022

T.C.
HAKKARİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
HAKKARİ

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Cahit AVCİ tarafından hazırlanan “**Hakkari İlinde Yayılış Gösteren Tettigoniidae (Insecta, Orthoptera) Familyasına Ait Türlerin Morfolojik Tür Hipotezlerinin Davranışsal Verilerle Sınanması**” başlıklı tez, 29.06.2022 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Prof. Dr. Deniz ŞİRİN	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	
Üye : Prof. Dr. Can YILMAZ	Hakkari Üniversitesi	
Üye : Prof. Dr. Mehmet Sait TAYLAN	Hakkari Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Can YILMAZ
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

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

29/06/2022

İmza

Cahit AVCI

ÖZET

HAKKARI İLİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN TETTIGONIIDAE (INSECTA, ORTHOPTERA) FAMILYASINA AİT TÜRLERİN MORFOLOJİK TÜR HİPOTEZLERİNİN DAVRANIŞSAL VERİLERLE SINANMASI

Cahit AVCİ

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Sait TAYLAN
2022, 53 s

Tez kapsamında 2020-2021 yıllarında Nisan-Ekim ayları arasında yapılan arazi çalışmalarında Hakkari ilinde yayılış gösteren Tettigonidae familyasına ait toplam 16 türün erkek çağrı sesi, arazide veya laboratuvar (oda) koşullarında, yüksek kalite kondansatör mikrofon bağlı Tascam DR100 ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmış ve biyoakustik analizler yapılmıştır. Bu türlerden altısının biyoakustik analizi (*Bradyporus (Callimenes) latipes*, *Isophya hakkarica*, *Kurdia uvarovi*, *Novadrymadusa karabagi*, *Psorodonotus hakkari* ve *Squamiana supericola*) ilk kez bu çalışmayla bilim dünyasına sunulmuş olup, yedi türün biyoakustik analizi (*Conocephalus (Anisoptera) fuscus*, *Pezodrymadusa indivisa*, *Polysarcus zacharovi*, *Tetigonia armenica*, *Tetigonia caudata*, *Tetigonia viridissima*, *Uvarovistia satunini*) ise Hakkari ili populasyonlarından ilk kez verilmiştir. Ayrıca bu çalışmada Hakkari’de yayılış gösteren üç türün (*Apholidoptera kurda*, *Saga hakkarica* ve *Uvarovistia zebra*) biyoakustik analizleri ise yeni bireyler üzerinden bu çalışmada yeniden değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde Tettigoniidae familyasına ait 16 türün seslerinin türe özgü olduğu, basit ses tipine sahip olduğu ve morfolojik tür hipotezleri, davranışsal (ses) olarak da desteklendiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hakkari, Orthoptera, Tettigoniidae, Biyoakustik, Tür hipotezleri

ABSTRACT

TESTING THE MORPHOLOGICAL SPECIES HYPOTHESES OF SPECIES BELONG THE TETTIGONIIDAE FAMILY (INSECTA, ORTHOPTERA) DISTRIBUTED IN HAKKARI PROVINCE WITH BEHAVIORAL DATA

Cahit AVCI

Master Thesis, Biology Department

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Sait TAYLAN

2022, 53 p

In this thesis, the male calling songs of 16 species belonging to the Tettigoniidae family distributed in Hakkari were recorded in the field studies between April and October in 2020-2021, in the field or in the laboratory (room) conditions, with a Tascam DR100 song recorder connected to a high quality condenser microphone and bioacoustics analyses were performed. The bioacoustics analysis of six of these species (*Bradyporus (Callimenus) latipes*, *Isophya hakkarica*, *Kurdia uvaravi*, *Novadrymadusa karabagi*, *Psorodonotus hakkari* and *Squamiana supericola*) was presented to the scientific world for the first time with this study, and the bioacoustics analysis of seven species (*Conocephalus (Anisoptera) fuscus*, *Pezodrymadusa indivisa*, *Polysarcus zacharovi*, *Tettigonia armenica*, *Tettigonia caudata*, *Tettigonia viridissima*, *Uvarovistia satunini*) were given for the first time from Hakkari populations. In addition, in this study, the bioacoustics analyses of three species (*Apholidoptera kurda*, *Saga hakkarica* and *Uvarovistia zebra*) distributed in Hakkari were re-evaluated in this study on new individuals. As a result of the findings, it has been determined that the sounds of 16 species belonging to the Tettigoniidae family are species-specific, have a simple calling song type, and morphological species hypotheses are also supported behaviourally (calling song).

Key Words: Hakkari, Orthoptera, Tettigoniidae, Bioacoustics, Species Hypothesis

ÖNSÖZ

Tür ve türleşme, biyolojinin dinamik ve tartışmalı alanlarından. Son yıllarda bilimsel bilgi düzeyi ve teknolojinin gelişimine paralel olarak, Biyolojik tür kavramına alternatif kavramlar oluşmuştur. Biyokustik çalışmalar etoloji (davranış bilim) içerisinde Orthoptera için oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle Tettigoniidae familyasına ait türlerde türe özgü ses üretimi oldukça yaygın olup, en önemli üreme öncesi izolasyon mekanizmalarının başında gelmektedir. Bu bağlamda klasik taksomi yanında, davranışsal verilerin incelenmesi, Tettigoniidlerin taksonomik durumlarının netleştirilmesi için oldukça kullanışlıdır. Daha önce, Hakkari ili Orthoptera faunasına yönelik yapılan çalışmalarda Hakkari iline ve bölgeye endemik türler tespit edilmiştir. Ancak çoğu endemik olan bu Tettigoniid türlerinin biyoakustik verileri henüz incelenmemiştir. Bu bağlamda alanda yapılan bu tez çalışmasıyla çoğu bölgeye ve Anadolu'ya endemik olan bu türlerin morfo-tür hipotezlerinin davranışsal verilerle test edilmesi ve Orthoptera takımı için biyoakustik veri tabanına katkı sunulması amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının planlanmasından itibaren her aşamasında desteğini sunan tez danışmanım Sn. Prof. Dr. Mehmet Sait TAYLAN'a (Hakkari Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı), osilogramların hazırlanmasındaki katkılarından dolayı Sn. Prof. Dr. Deniz ŞİRİN'e (Namık Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü), *Kurdia uvarovi* türüne ait ses kaydını paylaşan Sn. Prof. Dr. Hasan SEVGİLİ'ye (Ordu Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü) ve tez çalışması boyunca desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Cahit AVCI

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	6
3.1. Çalışma Alanı.....	6
3.2. Materyal	7
3.3. Yöntem.....	7
3.3.1. Örneklerin Toplanması, Teşhisi ve Muhafazası.....	7
3.3.2. Ses Kaydı ve Biyoakustik Analizler	7
3.3.3. Biyoakustik Terminoloji	8
4. BULGULAR	11
4.1. Biyoakustik Bulgular	13
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	40
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	53

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

$^{\circ}\text{C}$	:	derece santigrat
$\pm$	:	artı eksi

Kısaltmalar

dk	:	dakika
E	:	east (doğu)
m	:	metre
ms	:	milisaniye
N	:	north (kuzey)
OSF	:	orthoptera species files
TBP	:	tekrarlı birim periyodu
s	:	saniye
vd	:	ve diğerleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Hakkari İli fiziki haritası ve arazi çalışması yapılan lokaliteler	6
Şekil 3.2. Çalışma kapsamında kullanılan çekirge atrabı (A), GPS cihazı (B), Tascam DR100 ses kayıt cihazı (C-sol tarafta) ve kondansatör mikrofon (C- sağ tarafta).	9
Şekil 3.3. Çalışma kapsamında Tettigoniidae familyası için kullanılan biyoakustik terminolojinin osilogramda gösterilmesi (A : cümle, B : kelime, C : tekrarlı birim periyodu (TBP) ve atımlar)	10
Şekil 4.1. Ses kaydı yapılan türlere ait fotoğraflar I (A : <i>Apholidoptera kurda</i> , B : <i>Pezodrymadusa indivisa</i> (erkek ve dişi), C : <i>Uvarovistia satunini</i> , D : <i>Uvarovistia zebra</i>)	11
Şekil 4.2. Ses kaydı yapılan türlere ait fotoğraflar II (A : <i>Tettigonia caudata</i> , B : <i>Tettigonia armeniaca</i> , C : <i>Tettigonia viridissima</i> , D : <i>Saga hakkarica</i> (dişi), E : <i>Bradyporus (Callimenus) latipes</i> , F : <i>Conocephalus</i> (<i>Anisoptera</i>) <i>fuscus</i> (dişi))	12
Şekil 4.3. Ses kaydı yapılan türlere ait fotoğraflar III (A : <i>Novadrymadusa</i> <i>karabagi</i> , B : <i>Psorodonotus hakkari</i> , C : <i>Isophya hakkarica</i> , D : <i>Polysarcus zacharovi</i> , E : <i>Kurdia uvarovi</i> (Fotoğraf OSF), F : <i>Squamiana supericola</i> (dişi))	13
Şekil 4.4. <i>Apholidoptera kurda</i> (Uvarov, 1916) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A : Cümle dizisi, B : Üç tam cümle, C : Tek tam cümle, kelime ve heceler).....	16
Şekil 4.5. <i>Novadrymadusa karabagi</i> Demirsoy, Salman & Sevgili, 2002 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A : Çoklu kelime dizisi, B : 100 ms'deki kelime sayısı, C : 3 tam kelime (TBP) ve heceler).....	17
Şekil 4.6. <i>Pezodrymadusa indivisa</i> Karabağ, 1961 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A : Cümle dizisi, B : Bir tam cümle, C : İki tam kelime ve heceler).....	18
Şekil 4.7. <i>Psorodonotus hakkari</i> Kaya, Korkmaz & Çiplak, 2013 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A : İzole kelimeler, B : Dört tam cümle, C : Tek tam kelime ve elementler)	22

Şekil 4.8. <i>Squamiana supericola</i> (Ünal, 2018) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Çoklu kelime dizileri (cümleler), B: Tek tam cümle, C: 100 ms'deki kelime sayısı)	23
Şekil 4.9. <i>Tettigonia armeniaca</i> Tarbinsky, 1940 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: İzole kelime serisi, B: Beş tam kelime, C: Tek tam kelime ve elementler)	24
Şekil 4.10. <i>Tettigonia caudata</i> (Charpentier, 1845) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Çoklu kelime dizileri, B: Bir tam çoklu kelime dizisi, C: 100 ms'deki kelime sayısı)	25
Şekil 4.11. <i>Tettigonia viridissima</i> (Linnaeus, 1758) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Çoklu kelime dizileri, B: Üç tam kelime dizisi), C: 7 tam kelime ve elementler)	26
Şekil 4.12. <i>Uvarovistia zebra</i> (Uvarov, 1916) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: İzole kelime grupları, B: Tam kelime grubu, C: Tek tam kelime ve elementler)	29
Şekil 4.13. <i>Uvarovistia satunini</i> (Uvarov, 1916) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: İzole kelime grupları, B: Tam (8'li) kelime grubu, C: İki tam kelime ve elementler)	30
Şekil 4.14. <i>Bradyporus (Callimenus) latipes</i> (Stål, 1875) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Tam çoklu kelime dizisi, B: Bir saniyedeki TBP sayısı, C: Sekiz tam kelime ve heceler)	31
Şekil 4.15. <i>Conocephalus (Anisoptera) fuscus</i> (Fabricius, 1793) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Kelime dizileri, B: 2 tam kelime dizisi, C: Tek tam kelime ve heceler)	35
Şekil 4.16. <i>Isophya hakkarica</i> Karabağ, 1962 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Tam ses, B: Kısa ve yüksek amplitüdlü kelime, C: Uzun ve düşük amplitüdlü kelime ve atımlar)	36
Şekil 4.17. <i>Kurdia uvarovi</i> Karabağ, 1975 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Tam ses (kelime grupları), B: İki adet 3 'lü kelime grubu, C: Tek tam kelime ve atımlar)	37
Şekil 4.18. <i>Polysarcus zacharovi</i> (Stshelkanovtzev, 1910) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Tam ses (izole tekli kelimeler), B: İki tam kelime, C: Tek tam kelime)	38

Şekil 4.19. *Saga hakkarica* Sirin & Taylan, 2019 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (**A:** Tam ses (düzenli aralıklı cümleler), **B:** 3 tam cümle, **C:** Tek tam cümle ve kelimeler)39



1. GİRİŞ

Anadolu biyolojik çeşitliliği yüksek bir kara parçasıdır ve zengin bir faunaya sahip olduğu bilinmektedir. Topoğrafya, iklim ve 3 farklı fitocoğrafik bölgeden gelen vejetasyon çeşitliliği, paleocoğrafik olarak aktif olması ve Anadolu'nun buzul dönemlerde sığınak olarak birçok canlı grubuna ev sahipliği yapması, bu genç kara parçasının biyolojik çeşitliliğinin zengin olmasının temel nedenleri arasındadır (Demirsoy, 1977; Steininger ve Rögl, 1984; Hewitt, 1996). Çalışma alanı olan Hakkari ili, Anadolu içerisinde özel bir yere sahiptir. Yüksek dağları ve vadileri, değişken topoğrafyası ile sahip olduğu yüksek biyolojik çeşitlilik potansiyeline rağmen, Anadolu'nun en az çalışılan alanlarından birisi olmuştur.

Çalışma konusu olan Orthoptera (çekirgeler) takımı, ülkemizde Caelifera alttakımı (kısa antenli çekirgeler) ve Ensifera alttakımına (uzun antenli çekirgeler) ait toplamda 741 tür/alttür ile temsil edilmektedir (Cigliano vd., 2022; Ünal, 2011a). Hakkari ili Orthoptera faunası ise Taylan vd. (2021) tarafından yapılan ve ilk kapsamlı çalışmada ortaya çıkarılmıştır. Literatür kayıtları (Uvarov, 1934; Ramme, 1951; Karabağ, 1956, 1958, 1961, 1962, 1975; Weidner 1969; Karabağ vd., 1971, 1974; Demirsoy, 1973, 1977; Harz, 1988; Demirsoy vd., 2002; Koçak ve Kemal, 2010; Sevgili vd., 2012; Kaya vd., 2013; Ünal, 2005, 2006, 2010, 2011b, 2012, 2016, 2017, 2018) ve arazi çalışmaları ile birlikte, Hakkari ili ve ilçelerinden, Orthoptera takımına ait, 8 familyadan 51 cins ve 69 tür/alttür kaydı olduğu tespit edilmiştir (Taylan vd., 2021). Taylan vd. (2021) Hakkari ili Orthoptera Faunası üzerine yaptıkları çalışmada Tettigoniidae familyasına ait, Hakkari iline ve bölgeye endemik türler tespit edilmiştir. Bu türler: *Isophya hakkarica* Karabağ, 1962; *Kurdia uvarovi* Karabağ, 1975; *Polysarcus zacharovi* (Stshelkanovtzev, 1910); *Phaneroptera (Erdemia) hackeri* Harz, 1988; *Anadrymadusa (Anadrymadusa) modestalis* Koçak & Kemal, 2010; *Novadrymadusa karabagi* Demirsoy, Salman & Sevgili, 2002; *Phytodrymadusa hakkarica* Karabağ, 1956; *Uvarovistia zebra* (Uvarov, 1916); *Uvarovistia satunini* (Uvarov, 1934); *Apholidoptera kurda* (Uvarov, 1916); *Apholidoptera pietschmanni* (Ebner, 1912); *Incertana persica* (Uvarov, 1917); *Platypleis intermedia* (Serville, 1838); *Saga hakkarica* (Şirin ve Taylan, 2019); *Squamiana supericola* (Ünal, 2018); *Psorodonotus hakkari* Kaya, Korkmaz & Çiplak, 2013;

Medecticus assimilis (Fieber, 1858), *Tettigonia armeniaca* Tarbinsky, 1940 ve *Tettigonia caudata* (Charpentier, 1845)'dır.

Türlerin tümü morfolojik türler olup, türlere ilişkin davranışsal veriler oldukça kısıtlıdır (Şirin vd., 2014; Şirin vd., 2019; Taylan vd., 2019). Tür kavramı ve türleşme mekanizmaları biyolojinin dinamik ve tartışmalı alanlarından (Turelli vd., 2001; Lee, 2003). Bilgi birikimi ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak, 1940'lı yıllardan itibaren kabul gören Biyolojik Tür Kavramına alternatif olarak, son 25 yılda farklı tür tanımları/kavramları ortaya atılmış (De Queiroz, 1998; Harrison, 1998; Templeton, 1998; Hey, 2001) ve klasik morfolojik tür tanımlarının yanında genetik, ekolojik ve etolojik (davranışsal) karakterlerin de değerlendirilmesiyle bütünleştirilmiş taksonomi (integrative taxonomy) ortaya çıkmıştır. Bu sayede biyolojik çeşitliliğin ortaya çıkarılması için yapılan çalışmalarda, klasik yaklaşımlara ilave olarak yeni perspektifler gelişmiştir. Biyolojik olarak, türü oluşturan topluluğun benzer diğer gruplardan prezigotik ve/veya postzigotik üreme mekanizmaları ile izole oldukları kabul edilir (Dobzhansky vd., 1977). Dolayısıyla, özellikle yakın akraba türlerin üreme izolasyonlarının arka planındaki mekanizmaların araştırılması, evrimsel biyolojinin öncelikli konularındandır.

Canlılarda iletişim, görsel, işitsel, duyuşsal (koku, tat vb.) ve fiziksel (temas) olabilmektedir ve iletişim şekilleri genel olarak etolojik (davranışsal) karakterler içerisinde gruplandırılmaktadır. Biyoakustik, canlılardaki ses üretimi, ses davranışları ve analizlerini yapan etoloji alanıdır. Anadolu'da biyolojik zenginliğinin önemli parçalarından biri olan Orthoptera (çekirgeler) takımı, ses ile iletişim kuran böcekler arasındadır (Heller, 1988; Ragge ve Reynolds, 1998). Orthoptera içerisinde Tettigoniidae familyası ses ile iletişim kuran familyalardan biridir ve ses, erkek birey tarafından üretilen ve bireylerin birbirini tanımada, yerlerinin saptanmasında ve çiftleşeceği bireyi seçmek için kullanılmaktadır (Walker, 1964; Heller, 1988; Ewing, 1989; Heller, 1990; Robinson ve Hall, 2002; Heller, 2006). Tettigoniidae familyasına ait türlerde sesle iletişim esas mekanizma olduğundan ses karakterleri, eşeysel izolasyonun gerçekleşip gerçekleşmediğinin anlaşılmasında ve bu yolla türlerin net olarak tanımlanmasında oldukça önemlidir (Heller, 1988; Heller, 2006). Tettigoniidae familyasına ait türlerde genel olarak çoğu tür, türe özgü ses çıkarmaktadır (Heller, 2006). Böylelikle morfolojik olarak birbirinden ayırt edilemeyen türler (ikiz ve gizli türler) ses karakterleri incelenerek

ayırt edilmekte ve tanımlanabilmektedir (Ingrisch, 1991; Ragge and Reynolds, 1998; Heller, 2004; Kolics vd., 2012). Anadolu’da son dönemde yapılan biyoakustik çalışmalarda da erkek çağrı sesinin türe özgü olduğu birçok taksonda veya tür grubunda tespit edilmiştir (*Isophya*, Sevgili 2004; *Anterastes*, Taylan 2005; *Ensifera*, Şirin vd., 2014; *Saga*, Şirin vd., 2019; *Ensifera*, Taylan vd., 2019). İl bazında yapılan biyoakustik çalışmalara ise Kaz Dağı Milli Parkı Orthoptera faunası için Sevgili vd., (2011), Tekirdağ ili Tettigoniinae alt familyası için Demir (2015) çalışmaları örnek verilebilir.

Hakkari ili birçok vejetasyon, topografik yapı ve ekosistemi barındıran önemli bir biyoçeşitlilik merkezidir. Cilo-Satlar gibi yüksek dağ silsileleri, derin vadileri, gölleri, akarsuları ve yaylaları ile oldukça farklı habitatları barındıran bir ildir (HÇŞM, 2011). Taylan vd. (2021) tarafından Hakkari ili Orthoptera faunasına yönelik yapılan öncül çalışmada Tettigoniidae familyasına ait gerek Hakkari iline ve gerekse bölgeye endemik türler tespit edilmiştir. Ancak çoğu endemik olan Tettigoniid türlerinin davranışsal (biyoakustik) verileri henüz incelenmemiş olduğu anlaşılmıştır. Bu bağlamda alanda yapılacak çalışma ile bölgeye ve Anadolu’ya endemik olan bu türlere ait literatür eksikliğinin giderilmesi ve türlerin morfo-tür hipotezlerinin davranışsal verilerle test edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında; Hakkari ili Orthoptera takımı Tettigonidae familyasına ait çekirge türlerinin biyoakustik verileri analiz edilerek, familya içindeki cins ve türlerin, ses varyasyon sınırları belirlenerek ve türlerin ses tanımları Hakkari popülasyonları özelinde yapılarak, biyoakustik veri tabanına katkı sunulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hakkari ili ve ilçelerinde, Orthoptera takımına ait hangi tür/alttürlerin olduğu, Uvarov (1934), Ramme (1951), Karabağ (1956, 1958, 1961, 1962), Weidner (1969), Karabağ vd. (1971, 1974, 1995), Demirsoy (1973, 1977) Harz (1988), Demirsoy vd. (2002), Koçak ve Kemal (2010), Sevgili vd. (2012), Kaya vd. (2013), Ünal (2005, 2006, 2010, 2011b, 2012, 2016, 2017, 2018), Taylan vd. (2021) ve Cigliano vd. (2022) literatürlerinden tespit edilmiştir.

Tür kavramı sürekli olarak biyolojinin tartışmalı ve dinamik alanları arasında yerini almıştır. Biyolojik Tür Kavramına alternatif olarak, son 25 yılda farklı tür tanımları/kavramları ortaya çıkmış özellikle filogenetik, ekolojik ve etolojik araştırmalar, yeni tür tanımlarının ortaya çıkmasında önemli katkı sağlamıştır. Son yıllarda ortaya çıkan bu tür tanımları için, De Queiroz (1998), Harrison (1998), Templeton (1998) ve Hey (2001) literatürleri kullanılmıştır.

Biyoakustik, canlılardaki ses üretimi, ses davranışları ve analizlerini yapan davranış bilim alanıdır. Orthoptera (çekirgeler) takımı, ses ile iletişim kuran böcekler arasında olup, bu takıma ait biyoakustik çalışmaların öncüsü olarak Heller (1988) ve Ragge & Reynolds (1998) çalışmalarından yararlanılmıştır.

Orthoptera içerisinde Tettigoniidae familyası ile ilgili davranışsal ve biyoakustik gözlemlerin ve incelemelerin yapıldığı Walker (1964), Heller (1988), Ewing (1989), Heller (1990), Robinson ve Hall (2002) ve Heller (2006) literatürleri, sesin erkek bireyler tarafından üretildiğini ve bireylerin birbirini tanımasında, yerlerinin saptanmasında ve çiftleşeceği bireyin seçilmesinde kullanıldığını göstermektedir.

Diğer taraftan, Tettigoniidae familyasına ait türlerde esas mekanizmanın sesle iletişim olduğu, ses karakterlerinin, eşeyssel izolasyonun gerçekleşip gerçekleşmediğinin anlaşılmasında kullanıldığı ve bu yolla türlerin net olarak tanımlanmasında oldukça önemli karakterler olduğu; Heller (1988) ve Heller (2006) literatürleriyle, Tettigoniidae familyasına ait türlerin genel olarak türe özgü ses çıkardığı ve böylelikle morfolojik olarak birbirinden ayırt edilemeyen türlerin (sibling ve kriptik türler) ses karakterleri incelenerek ayırt edilip ve tanımlanabildiği, Ingrisch (1991), Ragge ve Reynolds (1998), Heller (2004), Heller (2006) ve Kolics vd. (2012) literatürleri yardımıyla anlaşılmıştır. Ayrıca Anadolu'da son dönemde yapılmış olan biyoakustik çalışmalarda da erkek çağrı

sesinin türe özgü olduğu birçok takson tespit edilmiştir ve bu tespitlerde Taylan (2005), Şirin vd. (2014), Şirin vd. (2019) ve Taylan vd. (2019) literatürleri kullanılmıştır.

Orthoptera türlerinin ses tanımlarında kullanılan terminolojiler için Heller (1988), Ragge ve Reynolds (1998), Kolics vd. (2008) ve Şirin vd. (2014) literatürlerinde yer alan ses terminolojilerinden yararlanılmıştır. Ancak grubun üyelerine ait seslerin tanımlanmasında standartlaşmış bir terminoloji bulunmaması, bazen tanımlamalarda güçlük yaratmaktadır ve bu güçlüklerle Robinson ve Hall (2002) literatürü değinmiştir. Bu nedenle seslerin tam olarak anlaşılması ve detaylı karşılaştırılabilmesi için Heller (1988), Ragge ve Reynolds (1998) temel kaynaklarına ek olarak Taylan (2005), Heller (2006), Sevgili vd. (2011), Şirin vd. (2014), Şirin vd. (2019) ve Taylan vd. (2019) kaynaklarında yer alan terminolojiler dikkate alınmış ve bu literatürler kullanılarak sentez bir terminoloji ortaya çıkarılmıştır.

3.2. Materyal

Çalışma materyali, Hakkari ilinde yayılış gösteren ve 2020-2021 yıllarında yapılan arazi çalışmaları (Şekil 3.1) ile Hakkari ili Tettigoniidae (Insecta, Orthoptera) familyasına ait çekirge türleridir.

3.3. Yöntem

3.3.1. Örneklerin Toplanması, Teşhisi ve Muhafazası

Tettigonidlerin biyolojik özellikleri dikkate alınarak gündüz vakitlerinde standart çekirge atrabı (Şekil 3.2A) ile bireyler yakalanmış ve toplanma noktaları koordinatları Garmin Etrex marka GPS (Şekil 3.2B) yardımıyla alınmıştır. Türlerin bulunduğu alanlarda, farklı noktalarından biyoakustik çalışmalar için erkek bireyler (en az 3 birey) atrap yardımıyla yakalanmış ve özel kafeslere alınarak, canlı olarak odaya/laboratuvara getirilmiştir. Toplanan çekirge örneklerinin ses kayıtlarının alınmasının ardından, tür teşhisleri yapılmıştır. Tür teşhisleri için dijital kamera bağlantılı görüntüleme özelliğine sahip LEICA S8 APO model stereo mikroskop yardımıyla, ilgili literatürler (Uvarov, 1934; Ramme, 1951; Karabağ, 1956, 1958, 1961, 1962, 1975; Weidner, 1969; Karabağ, vd., 1971, 1974; Demirsoy, 1973, 1977; Harz, 1988; Demirsoy vd., 2002; Koçak ve Kemal, 2010; Sevgili vd., 2012; Kaya vd., 2013; Ünal, 2005, 2006, 2010, 2011b, 2012, 2016, 2017, 2018; Şirin vd., 2019; Taylan vd., 2019; Taylan vd., 2021) kullanılmıştır. Biyoakustik ve morfolojik incelemelerin ardından, Tettigoniid örnekleri %96'lık etil alkol içeren tüplerde Hakkari Üniversitesi Biyolojik Çeşitlilik Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesindeki Zooloji Müzesinde (Hakkari), -20 °C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.3.2. Ses Kaydı ve Biyoakustik Analizler

Tettigonidlerde, erkek bireyler çağrı sesi üretmektedir. Bu ses, sol kanatın sırt kısmında bulunan ses dişlerinin diğer kanadın iç kenarına sürtülmesiyle üretilmektedir (Heller, 1988). Erkek bireyin ürettiği sesler hem arazide hem de kontrollü koşulların olduğu odalarda ve/veya laboratuvarında oda koşullarında kaydedilmiştir.

Ses kayıtları; dijital ses kaydı yapabilen bir adet yüksek kalite kondansatör mikrofon (Şekil 3.2C - sağda) ile dışarıdan da XLR bağlantısı ile farklı özelliklerde mikrofonlar takılabilen ve 44.1 kHz ile 48 kHz'e kadar kayıt yapabilen profesyonel kullanım için dizayn edilmiş olan TASCAM-DR 100 cihazı

(Şekil 3.2C - solda) ile yapılmıştır. Bu sistemde, kayıtları yapılan türlere ait sesler, hafıza kartına kayıt edilerek veya direk USB bağlantı kablosu ile bilgisayara bağlanarak verilerin aktarımı gerçekleştirilmiştir. Bilgisayara aktarılan biyoakustik veriler Labview 7 programının yanı sıra GoldWave ve Cool Edit 96 programları ile analiz edilmiştir. Diğer taraftan, ses diyagramlarının hazırlanması ve çıktıların alınması için Turbolab 4.0 (Stemmer AG) programı kullanılmıştır. Biyoakustik karakterlere ait ortalamaların tümü standart sapma ($\pm$) ile verilmiştir.

3.3.3. Biyoakustik Terminoloji

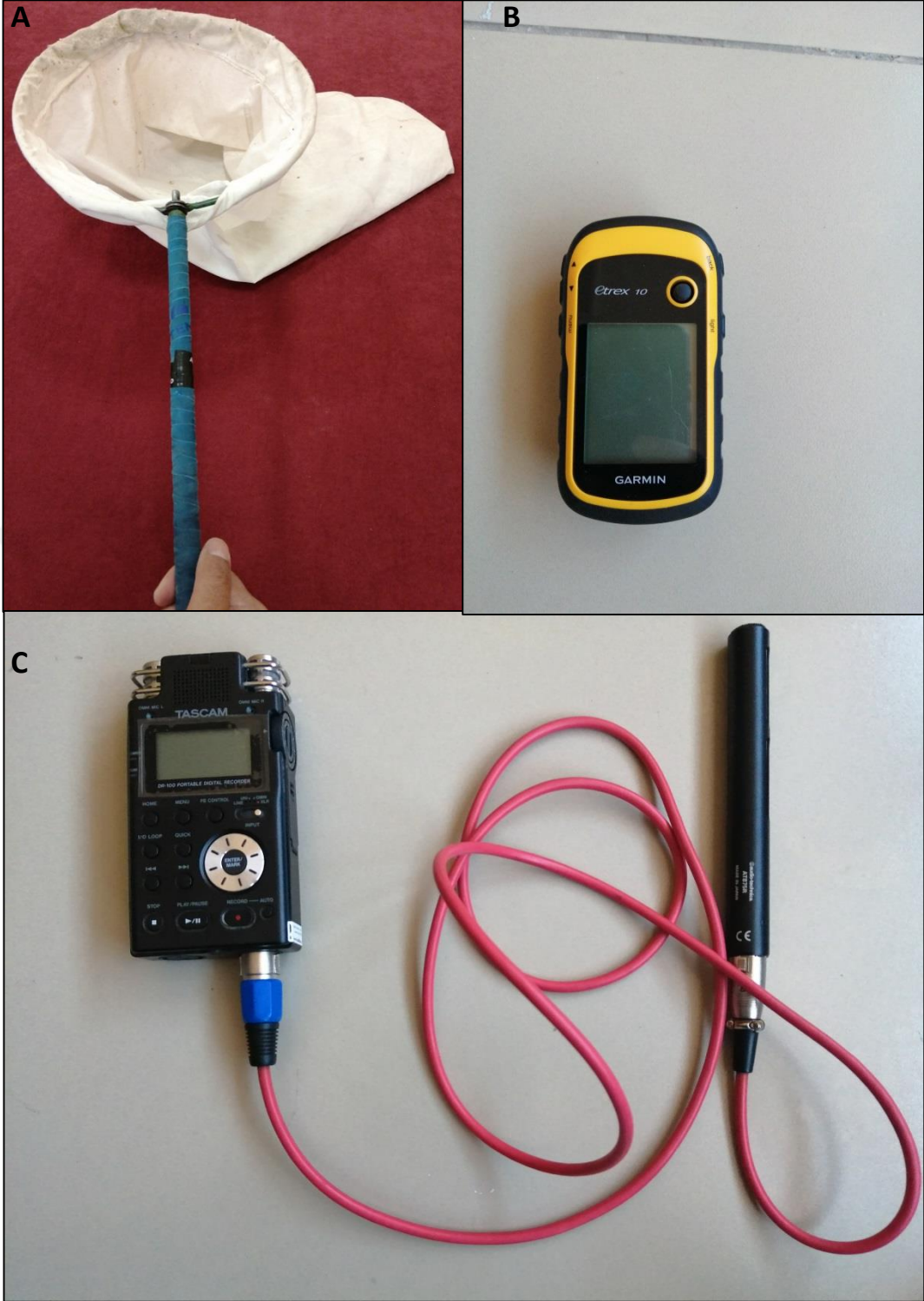
Orthoptera türlerinin ses tanımlamasında kullanılan biyoakustik terminoloji çalışılan taksonlara ve araştırmacılara göre farklılıklar içermektedir (Heller, 1988; Ragge ve Reynolds, 1998; Kolics vd., 2008; Şirin vd., 2014). Orthoptera takımına ait taksonların ses tanımlanmasında standartlaşmış bir terminoloji bulunmaması, tanımlamalarda bazı güçlükler neden olmaktadır (Robinson ve Hall, 2002). Bu durum, takım içerisinde bulunan temel ses tipini oluşturan, kanat hareketlerinin yapısal özelliklerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle seslerin biyoakustik olarak analiz edilebilmesi ve detaylı karşılaştırılabilmesi için Heller (1988), Ragge ve Reynolds (1998), Taylan (2005), Heller (2006), Sevgili vd., (2011), Şirin vd., (2014), Şirin vd., (2019) ve Taylan vd., (2019) kaynaklarında yer alan terminolojiler dikkate alınmıştır. Dolayısıyla çalışmada sentez bir biyoakustik terminoloji kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak biyoakustik terminoloji aşağıda sunulmuştur.

Cümle: Bir veya birden çok kelime tarafından oluşturulan ana sestir (Şekil 3.3A).

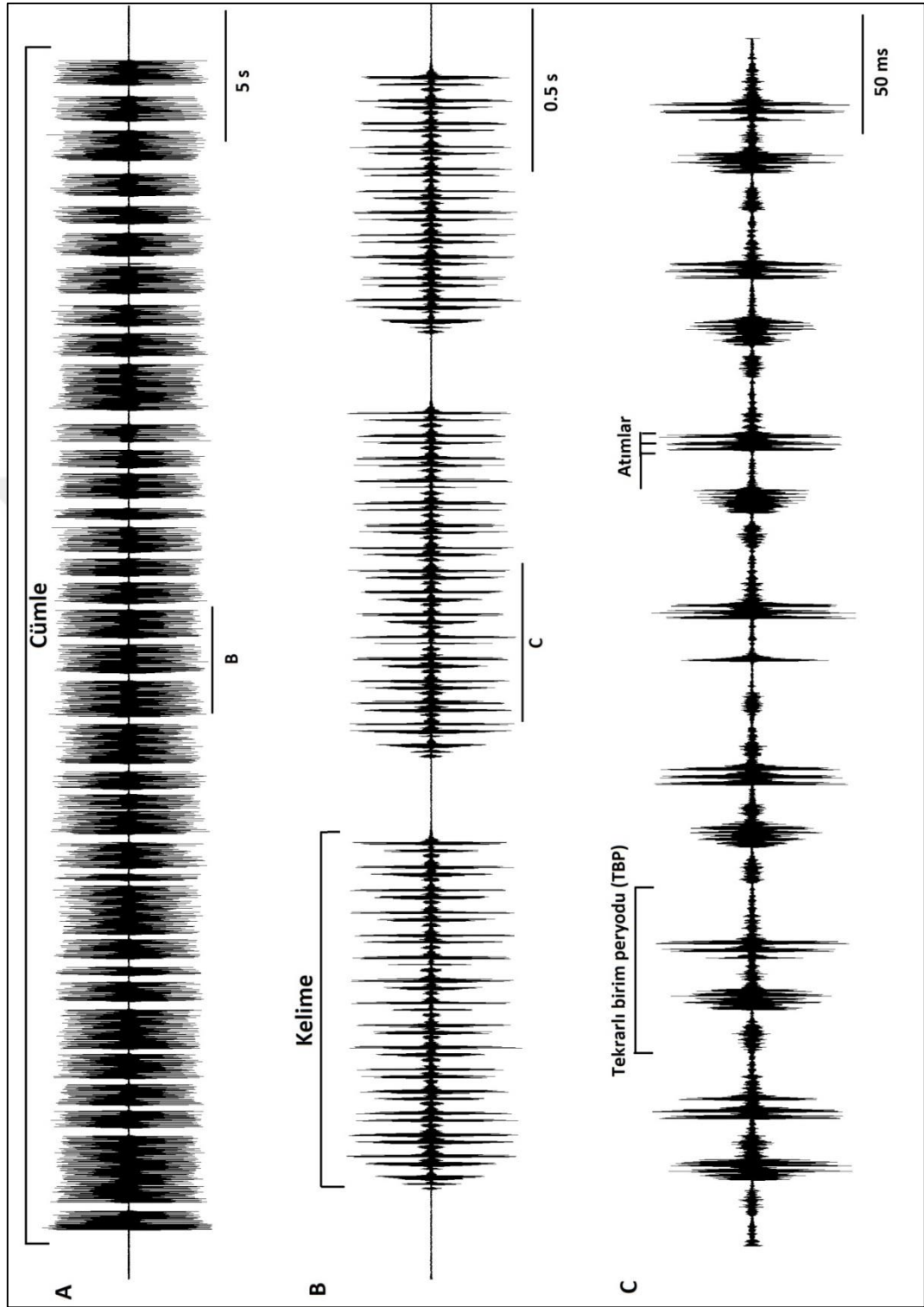
Kelime: Tekrarlı birim periyotlarından (TBP) oluşan cümle bileşenidir (Şekil 3.3B).

Tekrarlı Birim Periyodu (TBP): Cümle içerisinde ardı ardına tekrar eden ve birbirinin aynı olan ses parçalarından oluşur. Sesin oluşumunu sağlayan kanat hareketleri, tek bir yapıdan oluştuğu gibi iki ya da üç farklı yapıdan oluşabilmektedir (Şekil 3.3C).

Atım: Kanadın açma veya kapama hareketi sırasında oluşan her bir kesintisiz ses dalgasından oluşur (Şekil 3.3C).



Şekil 3.2. Çalışma kapsamında kullanılan çekirge atrabı (A), GPS cihazı (B), Tascam DR100 ses kayıt cihazı (C-sol tarafta) ve kondansatör mikrofön (C- sağ tarafta)



Şekil 3.3. Çalışma kapsamında Tettigoniidae familyası için kullanılan biyoakustik terminolojinin osilogramda gösterilmesi (**A:** cümle, **B:** kelime, **C:** tekrarlı birim periyodu (TBP) ve atımlar)

4. BULGULAR

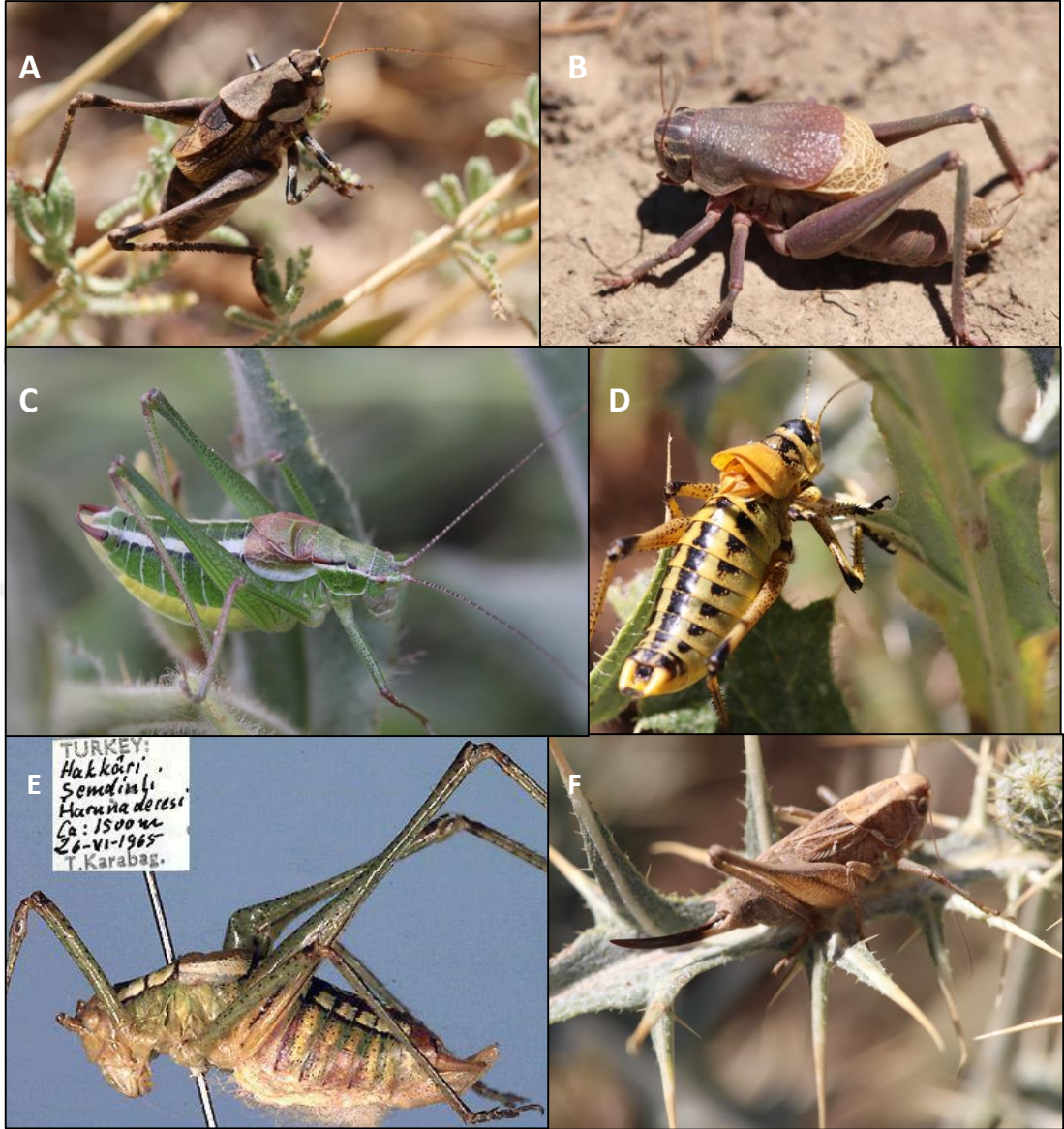
Tez kapsamında 2020-2021 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarında toplam 16 Tettigonid türüne ait örnek toplanmış ve erkek çağrı sesleri kayıt edilmiştir. Bu türlerden altısının biyoakustik analizi (*Bradyporus latipes*, *Isophya hakkarica*, *Kurdia uvarovi*, *Novadrymadusa karabagi*, *Psorodonotus hakkari* ve *Squamiana supericola*) ilk kez bu çalışmayla bilim dünyasına sunulmuş olup, yedi türün biyoakustik analizi (*Conocephalus fuscus*, *Pezodrymadusa indivisa*, *Polysarcus zacharovi*, *Tetigonia armenica*, *Tetigonia caudata*, *Tetigonia viridissima*, *Uvarovistia satunini*) ise Hakkari ili populasyonlarından ilk kez verilmiştir. Ayrıca bu çalışmada Hakkari’de yayılış gösteren üç türün (*Apholidoptera kurda*, *Saga hakkarica* ve *Uvarovistia zebra*) biyoakustik analizleri ise yeni bireyler üzerinden bu çalışmada yeniden değerlendirilmiştir.



Şekil 4.1. Ses kaydı yapılan türlere ait fotoğraflar I (A: *Apholidoptera kurda*, B: *Pezodrymadusa indivisa* (erkek ve dişi), C: *Uvarovistia satunini*, D: *Uvarovistia zebra*)



Şekil 4.2. Ses kaydı yapılan türlere ait fotoğraflar II (**A:** *Tettigonia caudata*, **B:** *Tettigonia armeniaca*, **C:** *Tettigonia viridissima*, **D:** *Saga hakkarica* (dişi), **E:** *Bradypterus (Callimenes) latipes*, **F:** *Conocephalus (Anisoptera) fuscus* (dişi))



Şekil 4.3. Ses kaydı yapılan türlere ait fotoğraflar III (**A:** *Novadrymadusa karabagi*, **B:** *Psorodonotus hakkari*, **C:** *Isophya hakkarica*, **D:** *Polysarcus zacharovi*, **E:** *Kurdia uvarovi* (Fotoğraf OSF), **F:** *Squamiana supericola* (dişi))

4.1. Biyoakustik Bulgular

Hakkari ilinde yapılan arazi çalışmalarında toplanan türlerin altfamilya, cins ve tür bilgileri, yayılışı, lokalite bilgileri, biyoakustik verileri, erkek çağrı sesi osilogramları ve ses tanımları aşağıda sunulmuştur.

Takım: Orthoptera

Alttakım: Ensifera

Familya: Tettigoniidae Krauss, 1902

Alt familya: Tettigoniinae Krauss, 1902

Cins: *Apholidoptera* Maran, 1953

Apholidoptera kurda (Uvarov, 1916)

Yayılış: *A. kurda* (Uvarov, 1916) türü Türkiye, İran ve Irak'a endemik olup (Ramme, 1951; Taylan vd., 2019; Taylan vd., 2021), ülkemizden yalnızca Hakkari'den bilinmektedir (Karabağ, 1958; Ünal, 2006; Taylan vd., 2019; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Çukurca, Çukurca-Narlı yolu 2. Km, 37°16.612' N, 043°33.813' E, 1245 m, 08.VI.2020 (legs. M.S. Taylan & C. Avci) tarihinde toplanmış olup, iki erkek bireyden oda koşullarında (27 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avci).

Ses tanımı: Toplam iki bireye ait beş ses kaydı gerçekleştirildi. Erkek çağrı sesi bir dizi düzenli cümleden oluşmaktadır (Şekil 4.4A) ve cümleler arasında 2.12–2.98 s (2.421 ± 0.22) süresinde düzenli aralık bulunmaktadır. Cümlelerin her biri 233–256 ms (247.2 ± 6.89) olup, 5'er kelime (TBP) içermektedir (Şekil 4.4B).

Yapılan biyoakustik incelemeler 100 ms'deki kelime sayısının 2 olduğunu göstermiştir. Kelimelerin (TBP) iki düzensiz kısımdan meydana geldiği görülmüştür. Cümlelerin başındaki 1. ve 2. kelimelerin, geri kalan kelimelere göre daha düşük amplitüde sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4B ve 4.4C). TBP'nun 40–57 ms (30.19 ± 3.88) olduğu ve kelimeler arasında 7–22 ms (17.18 ± 3.55) boşluk olduğu tespit edilmiştir.

Cins: *Novadrymadusa* Demirsoy, Salman & Sevgili, 2002

Novadrymadusa karabagi Demirsoy, Salman & Sevgili, 2002

Yayılış: *N. karabagi* Demirsoy, Salman & Sevgili, 2002 türü Anadolu endemiği olup, Hakkari ve Şırnak'ta yayılış göstermektedir (Demirsoy vd., 2002; Ünal, 2018; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Cilo-Sat Dağları Milli Parkı, Kırıkdağ, Cennet-Cehennem vadisi, Sipilhane mevki, 37°31'538''N, 43°58'877''E, 2570 m, 07.VIII.2021, (legs. M.S. Taylan & C. Avci) tarihinde toplanmış olup, üç erkek bireyden oda koşullarında (26.5 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avci).

Ses tanımı: Toplam üç bireye ait altı ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi, çoklu kelime dizisinden oluşan cümlelerden meydana gelmektedir (Şekil 4.5A). Çoklu

kelime serisi süresi 8-78 s (28 ± 11.25) arasında değişmektedir ve 100 ms'de 10-11 TBP içermektedir (Şekil 4.5B). Yapılan biyoakustik incelemeler kelimelerin (TBP) iki heceden meydana geldiğini göstermiştir (Şekil 4.5C). Açılış yarı hecesi, kısa ve düşük amplitüdlü bir atım benzeri yapıyla başlamaktadır ($6-9$ ms (8.15 ± 0.85)) ve daha uzun ve yüksek ($21-25$ ms (22.25 ± 2.11)) amplitüdlü bir kısım ile devam etmektedir. Kapanış yarı hecesi ise, açılış yarı hecesinin ikinci kısmına benzemektedir ve süresi $22-27$ ms (24.62 ± 2.48) arasında değişmektedir (Şekil 4.5C). TBP süresi $78-138$ ms (102.15 ± 7.22) iken ve TBP arasında $22-78$ ms (35.41 ± 7.25) aralık olduğu tespit edilmiştir.

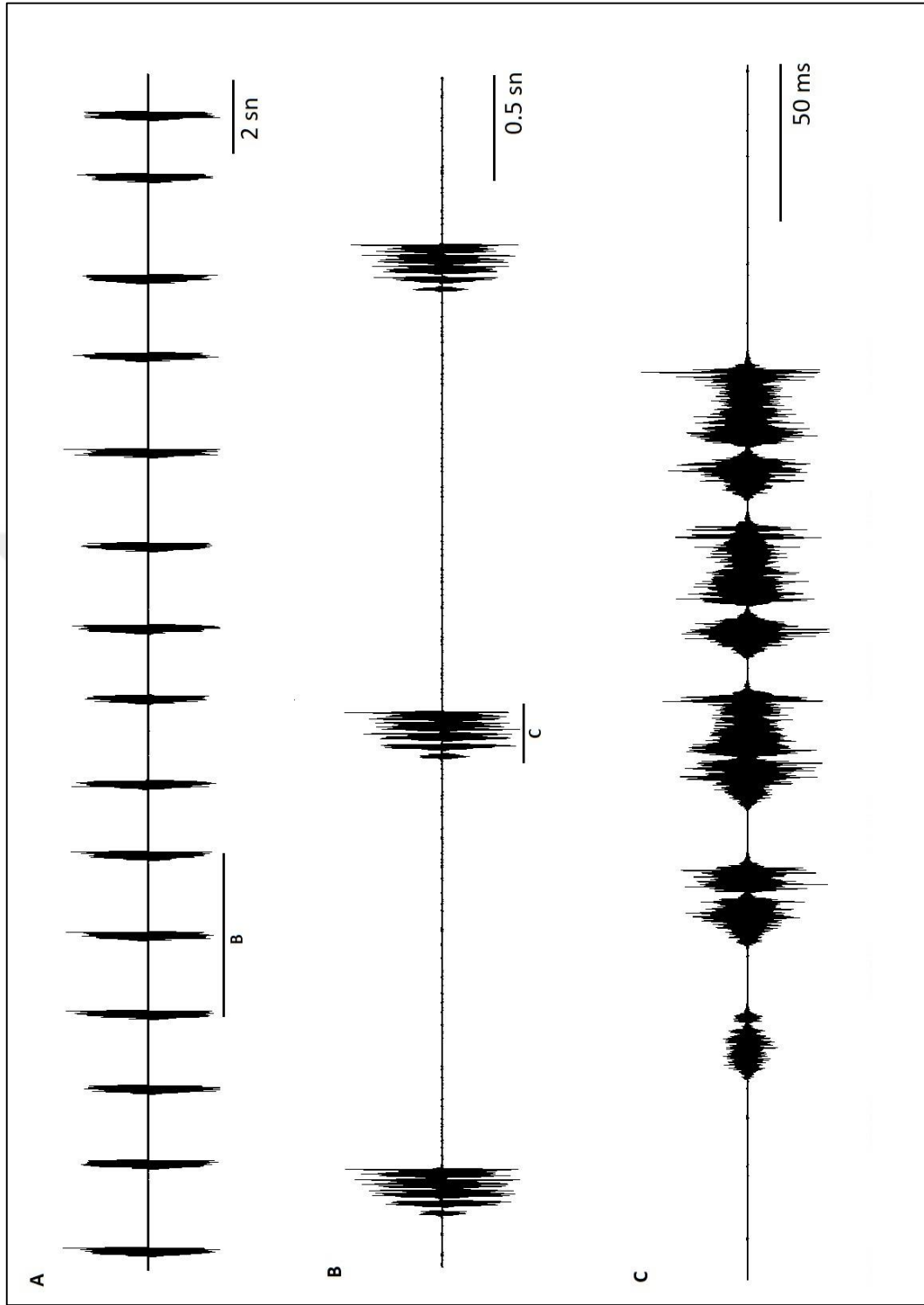
Cins: *Pezodrymadusa* Karabağ, 1961

Pezodrymadusa indivisa **Karabağ, 1961**

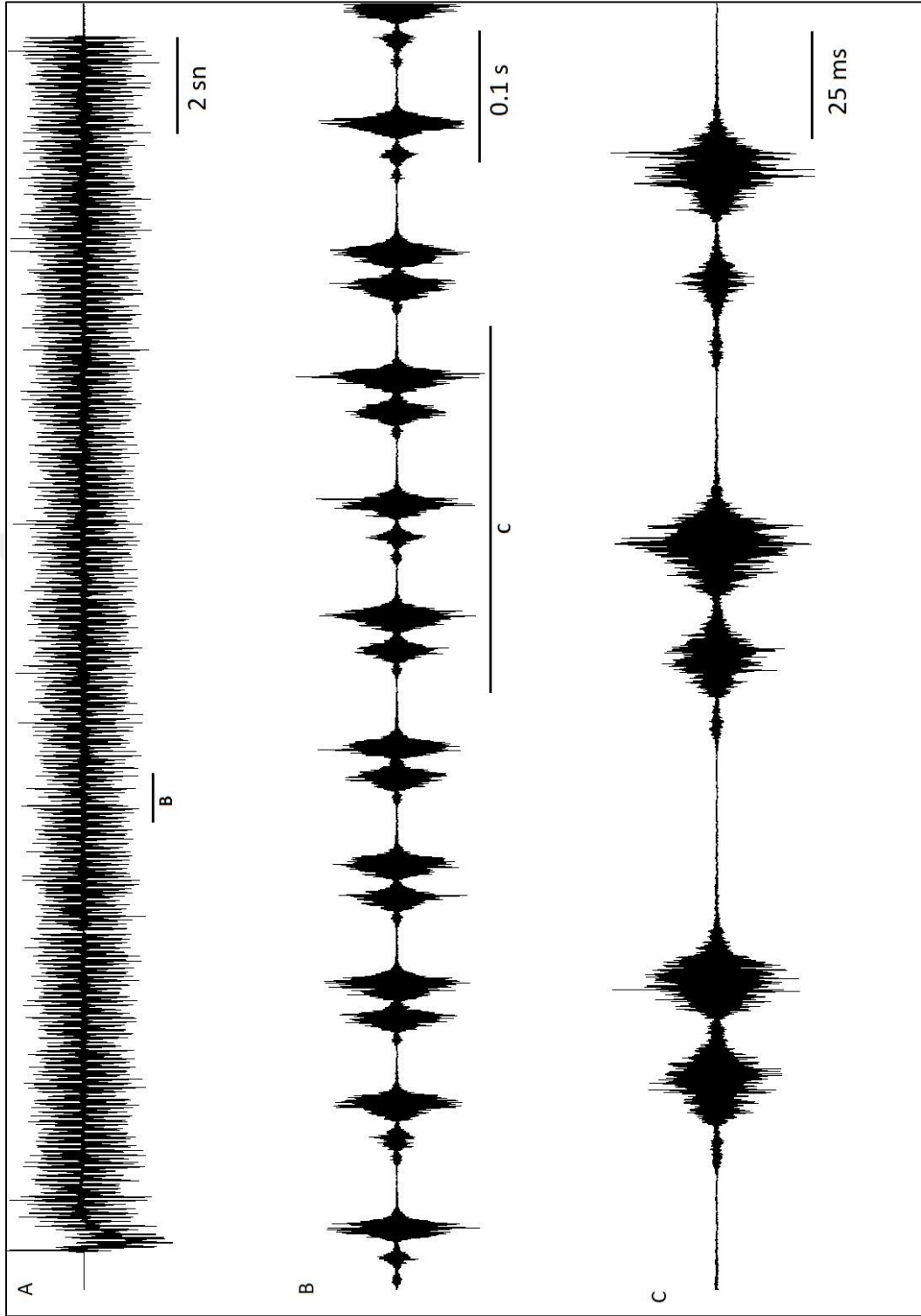
Yayılış: *P. indivisa* Karabağ, 1961 türü Anadolu endemiği olup Kahramanmaraş, Malatya, Bitlis, Van ve Hakkari'de yayılış göstermektedir (Karabağ, 1961; Sevgili vd., 2012; Ünal, 2018; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Konak köyü, $37^{\circ}38'102''N$, $43^{\circ}45'354''E$, 2680 m, 01.VIII.2021 (legs. M.S. Taylan & C. Avcı) tarihinde toplanmış olup, üç erkek bireyden oda koşullarında ($26.5^{\circ}C$) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avcı).

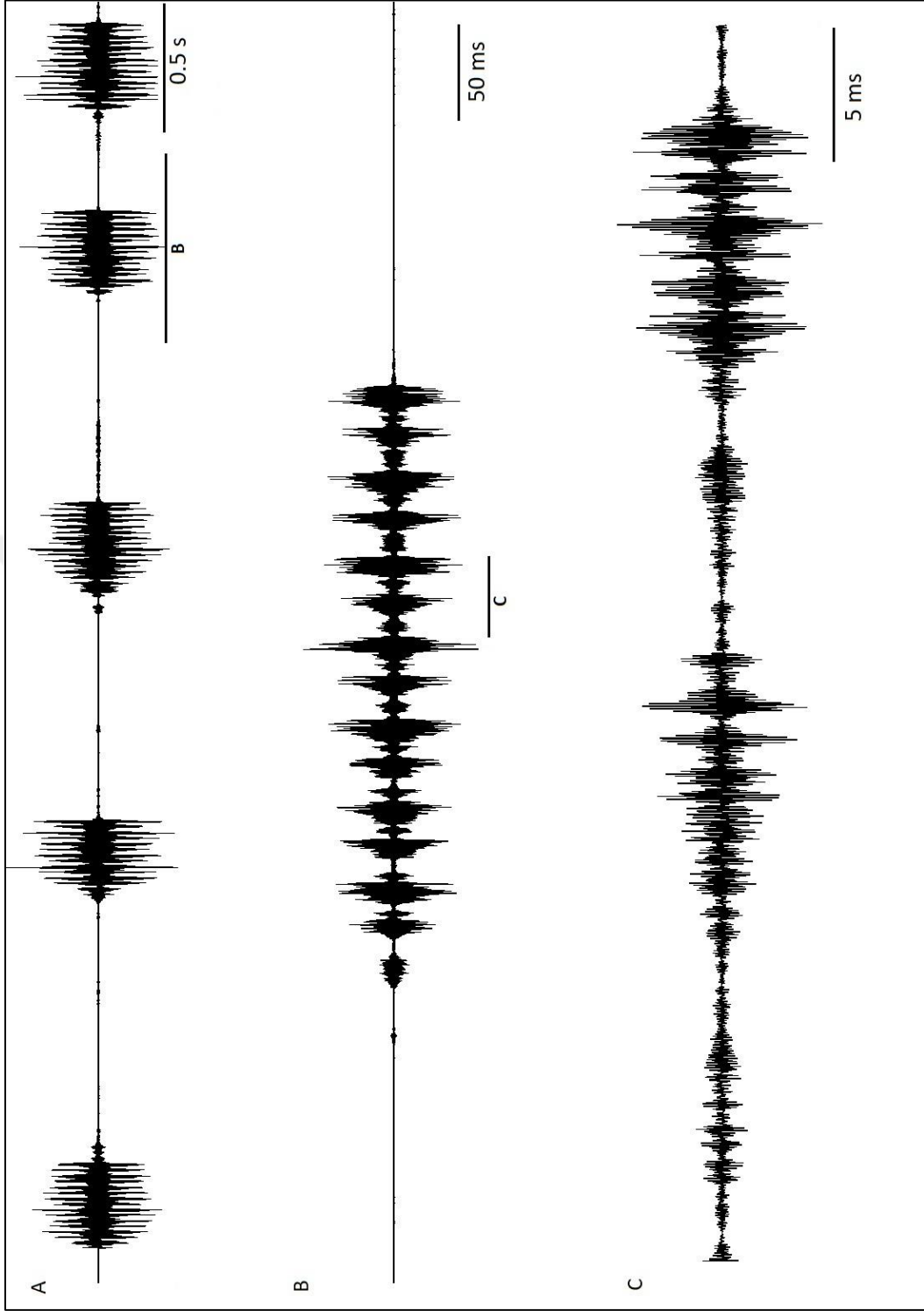
Ses tanımı: Toplamda üç erkek bireyden yedi ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi, düzenli seri cümlelerden oluşmaktadır (Şekil 4.6A). Cümleler arasında $251-680$ ms (398.44 ± 41.18) boşluk bulunmaktadır. Cümle süresi $235-332$ ms (265.42 ± 23.41) arasında değişmekte olup $8-15$ (12.40 ± 2.52) kelime içermektedir. Cümle yapısı en yüksek şiddetine cümlenin $1/4-1/5$ arasında ulaşmaktadır (Şekil 4.6B). TBP süresi $21-31$ ms (27.48 ± 1.89) arasında değişmekte olup, 100 ms'de 4 TBP bulunmaktadır (Şekil 4.6C). Kelimeler açılış ve kapanış yarı hecesinden oluşmakta olup, açılış yarı hecesi atım benzeri kısa ve düşük amplitüdlü ($6-10$ ms (7.29 ± 1.95)) iken, kapanış yarı hecesi ise nispeten daha uzun ve yüksek amplitüdlüdür ($9-14$ ms (12.30 ± 12.45)).



Şekil 4.4. *Apholidoptera kurda* (Uvarov, 1916) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (**A**: Cümle dizisi, **B**: Üç tam cümle, **C**: Tek tam cümle, kelime ve heceler)



Şekil 4.5. *Novadrymadusa karabagi* Demirsoy, Salman & Sevgili, 2002 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Çoklu kelime dizisi, B: 100 ms'deki kelime sayısı, C: 3 tam kelime (TBP) ve heceler)



Şekil 4.6. *Pezodymadusa indivisa* Karabağ, 1961 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Cümle dizisi, B: Bir tam cümle, C: İki tam kelime ve heceler)

Cins: *Psorodonotus* Brunner von Wattenwyl, 1861

Psorodonotus hakkari Kaya, Korkmaz & Çiplak, 2013

Yayılış: *P. hakkari* Kaya, Korkmaz & Çiplak, 2013 türü Hakkari iline endemik bir türdür (Kaya vd., 2013; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Berçelan Yaylası, 37°42'30.10''N, 43°43'54.45''E, 2930 m, 04.VII.2021 (legs. M.S. Taylan & C. Avci) tarihinde toplanmış olup, üç erkek bireyden oda koşullarında (27°C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan).

Ses tanımı: Toplamda üç erkek bireyden altı ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi düzenli aralıklı (izole) kelimelerden oluşmakta olup (Şekil 4.7A) kelimeler arasında 320–495 ms (404 ± 28.25) aralık mevcuttur. Kelime süresi 78-102 ms (90.23 ± 7.65) arasında değişmektedir. Osilografik analizler sonucunda her bir kelimenin 5 elementten oluştuğu görülmüştür (Şekil 4.7B ve Şekil 4.7C). İlk iki element atım şeklinde kısa ve düşük amplitüdlüdür. Bunları takip eden 3. element daha uzun ve yüksek amplitüdlüdür ($16-22$ ms (19.14 ± 3.11)) ve 9-12 ayırt edilebilir atım içermektedir. 4 element yine kısa ve düşük amplitüdlü olup, ilk iki elemente benzemektedir. Son element (5.) en uzun ve yüksek amplitüdlü kısım olup, 13-17 görünümlü atım içermektedir ve süresi 24-31 ms (28 ± 3.72) arasında değişmektedir (Şekil 4.7C).

Cins: *Squamiana* Zeuner, 1941

Squamiana supericola (Ünal, 2018)

Yayılış: *S. supericola* (Ünal, 2018) türü Şırnak ve Hakkari illerine endemik bir türdür (Ünal, 2018; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Berçelan Yaylası, 37°40'380''N, 43°43'622''E, 2840 m, 08.VII.2021 (legs. M.S. Taylan & C. Avci) tarihinde toplanmış olup, iki erkek bireyden oda koşullarında (27 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avci).

Ses tanımı: Toplamda iki erkek bireyden dört ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi çoklu kelime dizilerinden oluşan cümlelerden meydana gelmektedir (Şekil 4.8A). Cümle neredeyse kreşendo yapısında olup (Şekil 4.8B), cümle başlangıcındaki kelimeler düşük amplitüddedir ve cümlenin 1/2-1/3 kısmına kadar devam etmektedir. Daha sonra cümle yüksek amplitüdlü kelimelerle devam edip sonlanmaktadır. Çoklu kelime dizi süresi 2.40 – 6.27 s (3.26 ± 1.23) arasında değişmekte olup, aralarında 0.25-1.78 s (0.51 ± 0.22) boşluk vardır. Cümlenin

ikinci yarısındaki TBP'ları (kelime) ayırt edilebilmekte olup, süreleri 14-18 ms (16.4 ± 1.48) arasında değişmektedir. Kelimelerdeki heceler ayırt edilememektedir ve 8-11 (9.15 ± 0.81) atım içermektedir. 100 ms deki kelime sayısı 6-8 (7.14 ± 0.65) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.8C).

Cins: *Tettigonia* Linnaeus, 1758

Tettigonia armeniaca **Tarbinsky, 1940**

Yayılış: *T. armeniaca* Tarbinsky, 1940 türü yarı endemik olup, Kafkasya, Doğu Anadolu ve Kuzey Doğu Anadolu'da yayılış göstermektedir (Salman, 1978; Ünal, 2012; Grzywacz vd., 2017; Ünal, 2018; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Otluca, $37^{\circ}36'41''N$, $43^{\circ}41'78''E$, 2085 m, 19.VII.2020, (legs. M.S. Taylan & C. Avci) tarihinde toplanmış olup, üç erkek bireyden oda koşullarında ($26.5^{\circ}C$) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avci).

Ses tanımı: Toplamda üç erkek bireyden yedi ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi düzenli aralıklı izole kelime dizilerinden oluşmaktadır (Şekil 4.9A). Kelimeler (TBP) arasında 145-355 ms (206.86 ± 85.259) boşluk vardır. Kelime süresi 29-37 ms (33 ± 3.56) arasında değişmekte olup 100 ms'de tek kelime mevcuttur (Şekil 4.9B). Kelimeler genellikle izole atım benzeri bir elementle başlamakta olup, bu element sesin diğer kısmıyla 7-10 ms (8 ± 0.79) aralığa sahiptir. Sesin kalan kısmı (ana kısım) ise 8-10 (9 ± 0.75) ayırt edilebilir atım içermektedir (Şekil 4.9C).

Tettigonia caudata **(Charpentier, 1845)**

Yayılış: *T. caudata* (Charpentier, 1845) türü Anadolu'nun genelinde yayılış (Karabağ, 1958; Sevgili vd., 2012; Ünal, 2018; Taylan vd., 2021) göstermektedir.

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Cilo-Sat Dağları Milli Parkı, Bala yaylası, $37^{\circ}32'325''N$, $43^{\circ}57'106''E$, 3095 m, 27.IX.2020, (legs. M.S. Taylan & C. Avci) tarihinde toplanmış olup, tek erkek bireyden arazi koşullarında ($20.5^{\circ}C$) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avci).

Ses tanımı: Tek erkek bireyden üç ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi düzenli aralıklı çoklu kelime dizilerinden oluşmaktadır (Şekil 4.10A). Kelime dizileri (cümle) arasında 2.170-2.970 s (2.363 ± 0.32) boşluk vardır. Çoklu kelime dizisi süresi 2.016-2.812 s (2.589 ± 0.74) arasında değişmektedir. Çoklu kelime dizisi, 12-18 (14.5 ± 2.01) düşük amlitüdlü kelime ile başlamakta (cümlelerin 1/8-1/9'u) ve sonra yüksek amlitüdlü kelimeler ile devam etmektedir (Şekil 4.10B). 100

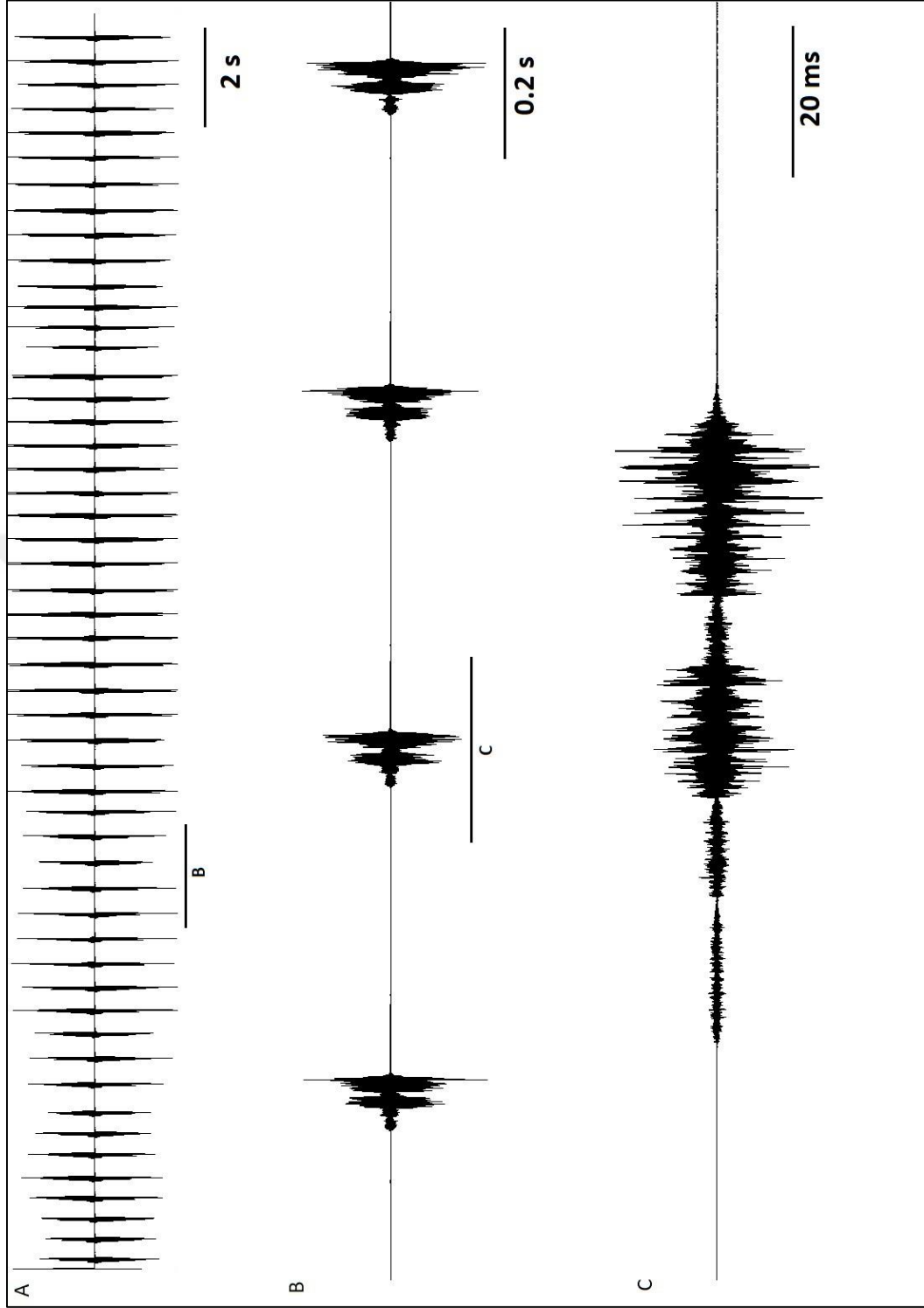
ms'de 5-6 (5.12 ± 0.25) kelime mevcuttur (Şekil 4.10C). Kelime (TBP) süresi 14-17 ms (15.62 ± 1.05) olup kelimeler arasında 1-3 ms (1.24 ± 0.36) aralık bulunmaktadır. Osilografik incelemeler kelimelerin iki element (hece)den oluştuğunu ve atım benzeri olan ve 2-4 ms (3 ± 0.24) süren kısa düşük amplitüdlü izole bir element ile başladığını göstermektedir. Kelimeyi oluşturan diğer kısmın (element) ise daha uzun süreli (9-13 ms (11 ± 0.89)) ve yüksek amplitüdlü olduğu ve 6-9 ms (8 ± 0.72) atım içerdiği görülmektedir (Şekil 4.10C).

Tettigonia viridissima (Linnaeus, 1758)

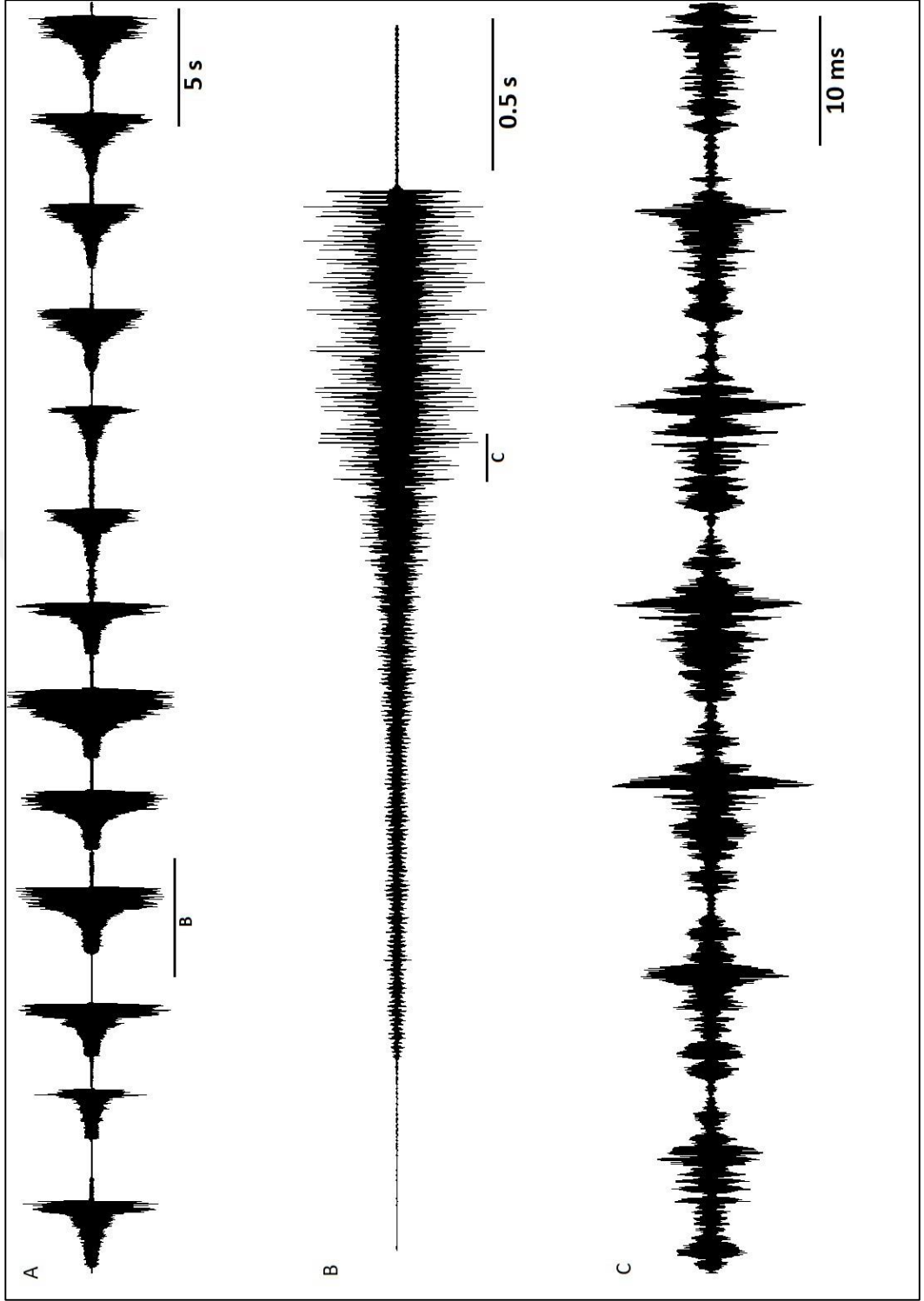
Yayılış: *T. viridissima* (Linnaeus, 1758) türü Anadolu'nun genelinde yayılış (Karabağ, 1958; Karabağ vd., 1971, 1980; Demirsoy, 1975; Salman, 1978; Güneş, 1984; Erman & Salman, 1990; Sevgili & Çıplak, 2000; Ünal, 2006; Sevgili vd., 2012; Taylan vd., 2021) göstermektedir.

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Bayköy, 37°32'875''N, 43°42'692''E, 2014 m, 12.VII.2020, (legs. M.S. Taylan & C. Avci) tarihinde toplanmış olup, tek erkek bireyden arazi koşullarında (22 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avci).

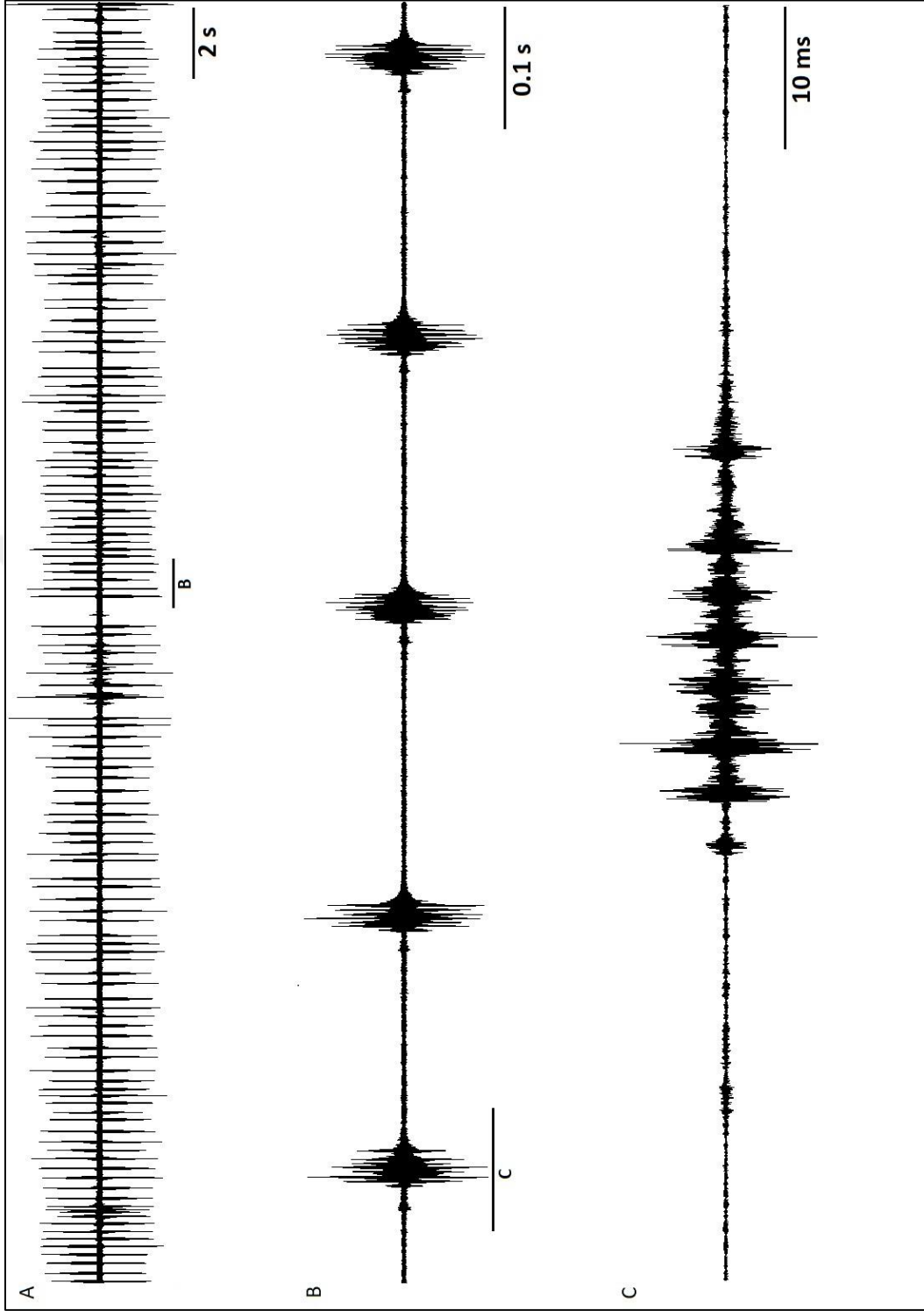
Ses tanımı: Tek erkek bireyden üç ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi düzensiz aralıklı kelime dizilerinden oluşan cümlelerden meydana gelmektedir (Şekil 4.11A). Kelime dizileri (cümle) arasında 128-387 ms (286.15 ± 45.318) boşluk vardır. Cümle uzunluğu 0.431-2.772 s (1.19 ± 0.65) arasında değişmektedir. Cümle içerisindeki kelimeler (TBP) 2'li gruplar halinde bulunmakta ve süresi 49-84 ms (69.85 ± 11.21) arasında değişmektedir (Şekil 4.11B). Kelime yapısı kısa düşük amplitüdlü (7-11 ms) + uzun yüksek amplitüdlü (14-18 ms) + kısa düşük amplitüdlü (7-11 ms) + uzun yüksek amplitüdlü (13-18 ms) olmak üzere dört elementten oluşmaktadır (Şekil 4.11C).



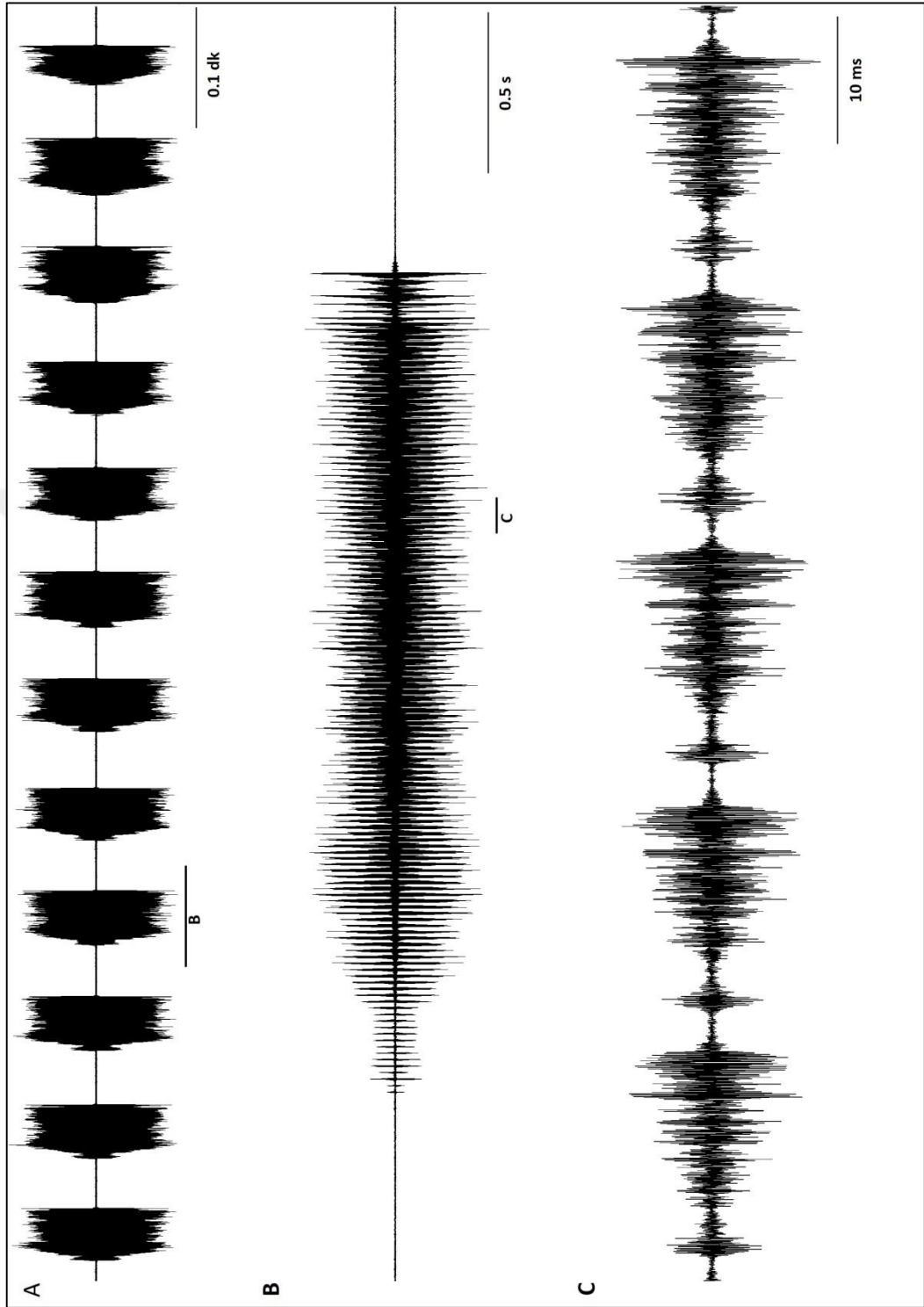
Şekil 4.7. *Psorodonotus hakkari* Kaya, Korkmaz & Çiplak, 2013 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: İzole kelimeler, B: Dört tam cümle, C: Tek tam kelime ve elementler)



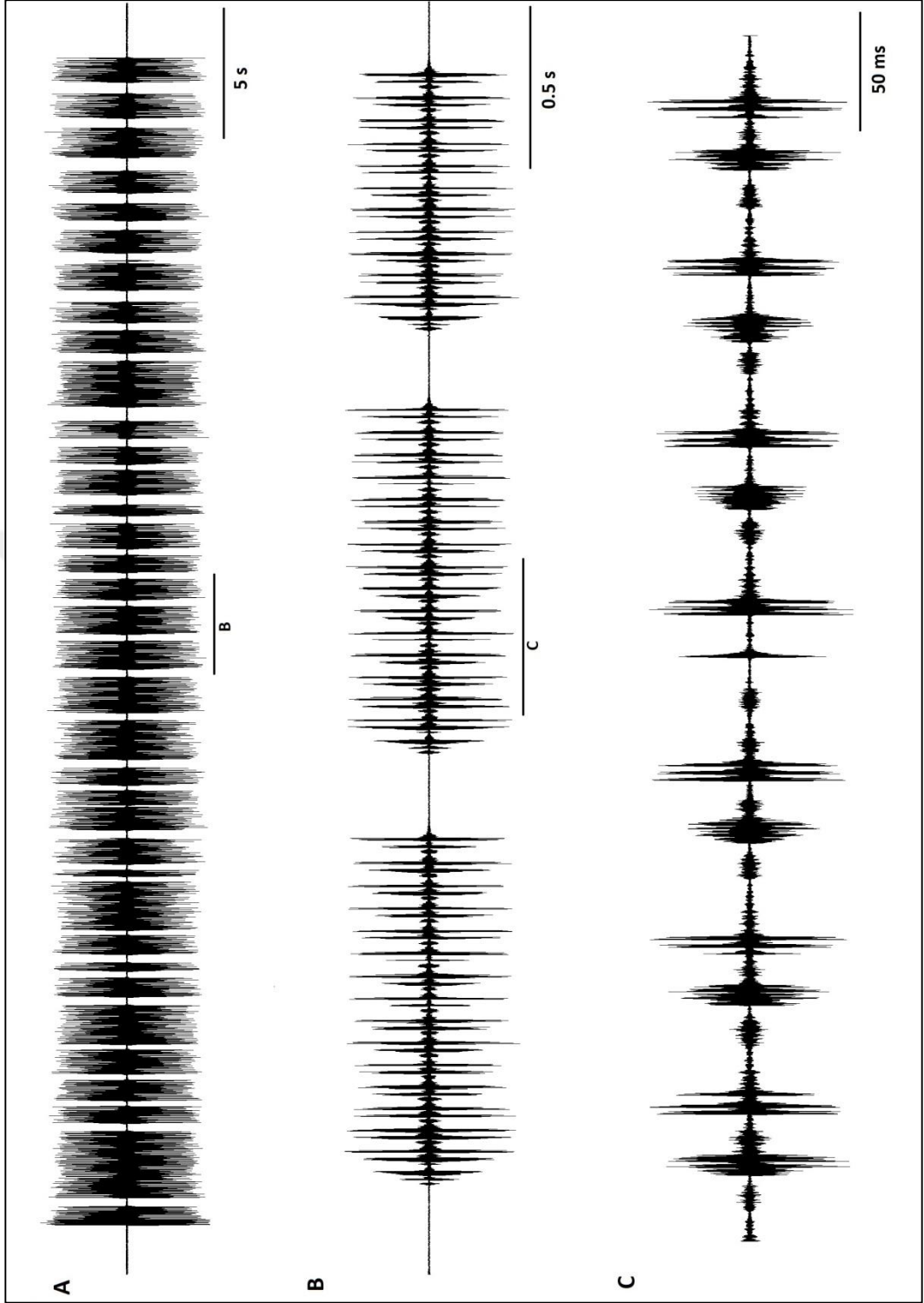
Şekil 4.8. *Squamiana supericola* (Ünal, 2018) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (**A:** Çoklu kelime dizileri (cümleler), **B:** Tek tam cümle, **C:** 100 ms'deki kelime sayısı)



Şekil 4.9. *Tettigonia armeniaca* Tarbinsky, 1940 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (**A**: İzole kelime serisi, **B**: Beş tam kelime, **C**: Tek tam kelime ve elementler)



Şekil 4.10. *Tettigonia caudata* (Charpentier, 1845) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (**A:** Çoklu kelime dizileri, **B:** Bir tam çoklu kelime dizisi, **C:** 100 ms'deki kelime sayısı)



Şekil 4.11. *Tettigonia viridissima* (Linnaeus, 1758) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (**A:** Çoklu kelime dizileri, **B:** Üç tam kelime dizisi), **C:** 7 tam kelime ve elementler)

Cins: *Uvarovistia* Maran, 1953

***Uvarovistia zebra* (Uvarov, 1916)**

Yayılış: *U. zebra* (Uvarov, 1916) türü Doğu Anadolu (Van, Hakkari), Lübnan, Irak, İran ve Suriye’de (Ramme, 1951; Karabağ, 1958; Garai, 2010; Ünal, 2012; Gholami vd., 2015; Ünal, 2018; Taylan vd., 2021) yayılış göstermektedir.

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Çukurca-Narlı köyü yolu, Narlı Köyüne 2 km kala, 37°16.595’ N, 043°33.812’ E, 1265 m, 30.V.2020 (legs. M.S. Taylan) tarihinde toplanmış olup, üç erkek bireyden oda/laboratuvar koşullarında (27 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avcı).

Ses tanımı: Üç erkek bireyden beş ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi bir dizi kısa cümleden (veya izole 3’lü veya 4’lü kelime grubu) oluşmaktadır ve cümleler arasında 1.38–6.48 s (4.19 ± 1.73) (Şekil 4.12A). Cümle süresi 171–295 ms (206.75 ± 12.48) arasında değişmektedir ve her bir cümle 3–4 kelimeden oluşmaktadır (Şekil 4.12B). Cümle genellikle atım benzeri bir kısa bir yapı ile başlamakta ve daha uzun ve yüksek amplitüdlü kelimeler ile devam etmektedir. Kelime süresi 39-50 ms (44.52 ± 1.86) arasında değişmektedir ve kelimeler arasında 25–44 ms (30.14 ± 3.18) boşluk bulunmaktadır. Osilografik analizler kelimelerin 2 elementten (kısım) oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.12C). Birinci element, ikinci elemente göre daha kısa ve düşük amplitüdlüdür (cümlelerin başındaki kelime hariç). Kelimelerdeki birinci kısım 10–16 ms (14.08 ± 1.93) uzunluğundadır ve ikinci kısım ile arasında boşluk yoktur. İkinci kısım (element) daha uzun ve yüksek amplitüdlüdür ve süresi 20–35 ms (30.18 ± 4.47) arasında değişmektedir (Şekil 4.12C).

***Uvarovistia satunini* (Uvarov, 1916)**

Yayılış: *U. satunini* (Uvarov, 1916) türü Anadolu’ya yarı endemik bir tür olup, Doğu Anadolu’da yayılış göstermektedir ve bu türe ait Ağrı, Bitlis, Erzurum, Elazığ, Hakkari, Kars, Muş, Tunceli ve Van ilinden kayıt verilmiştir (Uvarov, 1934; Karabağ, 1958; Taylan vd., 2021)

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Şemdinli, Seyid Taha Türbesi yanı, 37°17’572’’N, 44°31’163’’E, 1354 m, 05.IX.2021, (leg. M.S. Taylan & C. Avcı) tarihinde toplanmış olup, iki erkek bireyden oda/laboratuvar koşullarında (27 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avcı).

Ses tanımı: İki erkek bireyden altı ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi bir dizi kısa cümleden (veya izole 7-9’lu kelime grubu) oluşmaktadır ve cümleler arasında

3.57–5.65 s (4.949 ± 0.73) (Şekil 4.13A). Cümle süresi 319–354 ms (331.18 ± 10.08) arasında değişmektedir ve her bir cümle 7–9 kelimeden oluşmaktadır. Cümle genellikle atım benzeri bir kısa bir yapı ile başlamakta ve daha uzun ve yüksek amplitüdlü kelimeler ile devam etmektedir (Şekil 4.13B). Kelime süresi 32–52 ms (41.18 ± 7.12) arasında değişmektedir ve kelimeler arasında 5–11 ms (9.02 ± 2.76) boşluk bulunmaktadır. Osilografik analizler kelimelerin 2 elementten (kısım) oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.13C). Birinci element, ikinci elemente göre daha kısa ve düşük amplitüdlüdür (cümle başındaki kelime hariç). Kelimelerdeki birinci kısım 5–14 ms (11.12 ± 2.22) uzunluğundadır ve ikinci kısım ile arasında boşluk yoktur. İkinci kısım (element) daha uzun ve yüksek amplitüdlü olup, süresi 10–28 ms (20.75 ± 6.07) arasında değişmektedir ve 14–21 (18.82 ± 4.28) arasında ayırt edilebilir atım içermektedir.

Alt familya: Bradyporinae Burmeister, 1838

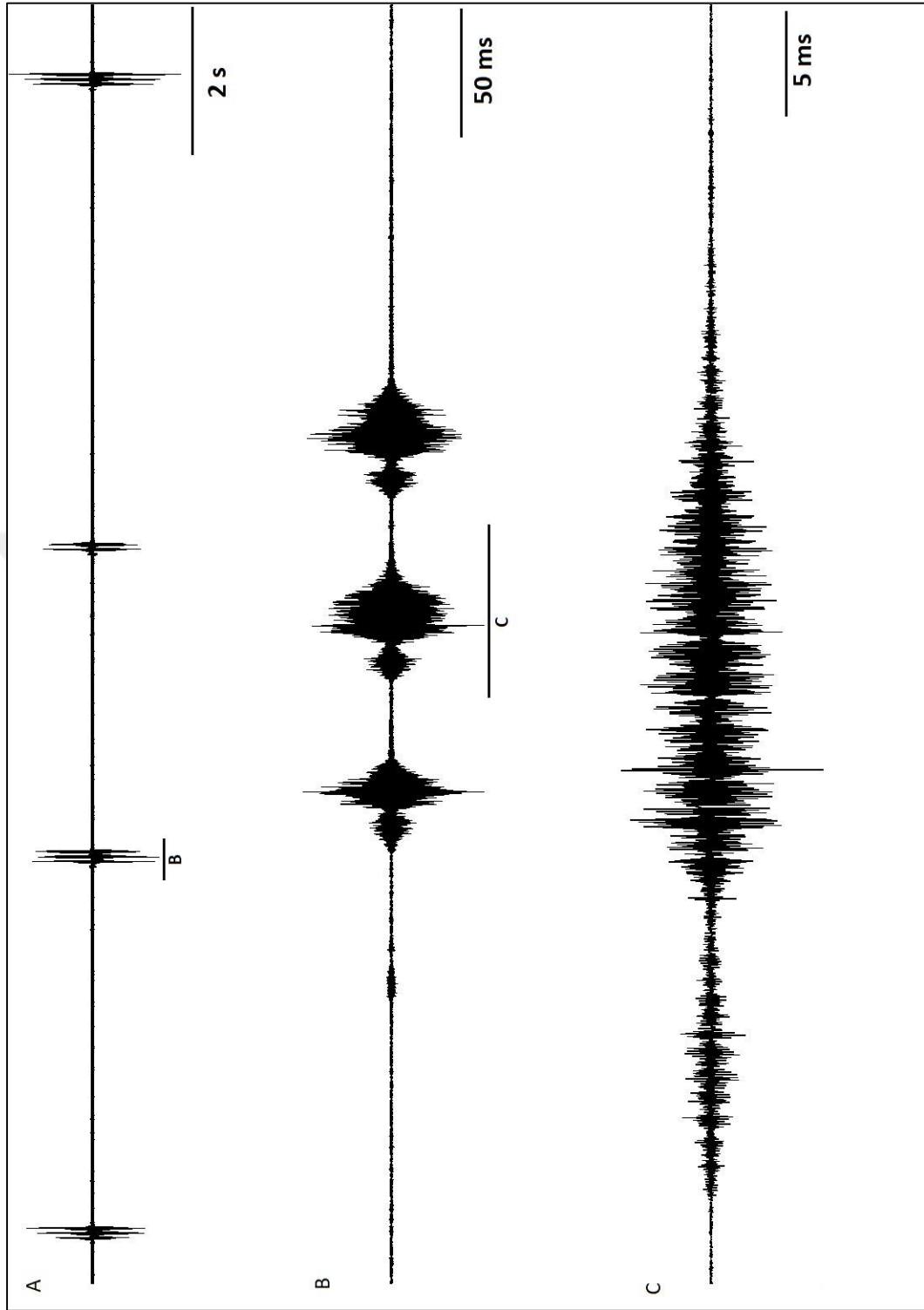
Cins: *Bradyporus* Charpentier, 1825

Bradyporus (Callimenus) latipes (Stål, 1875)

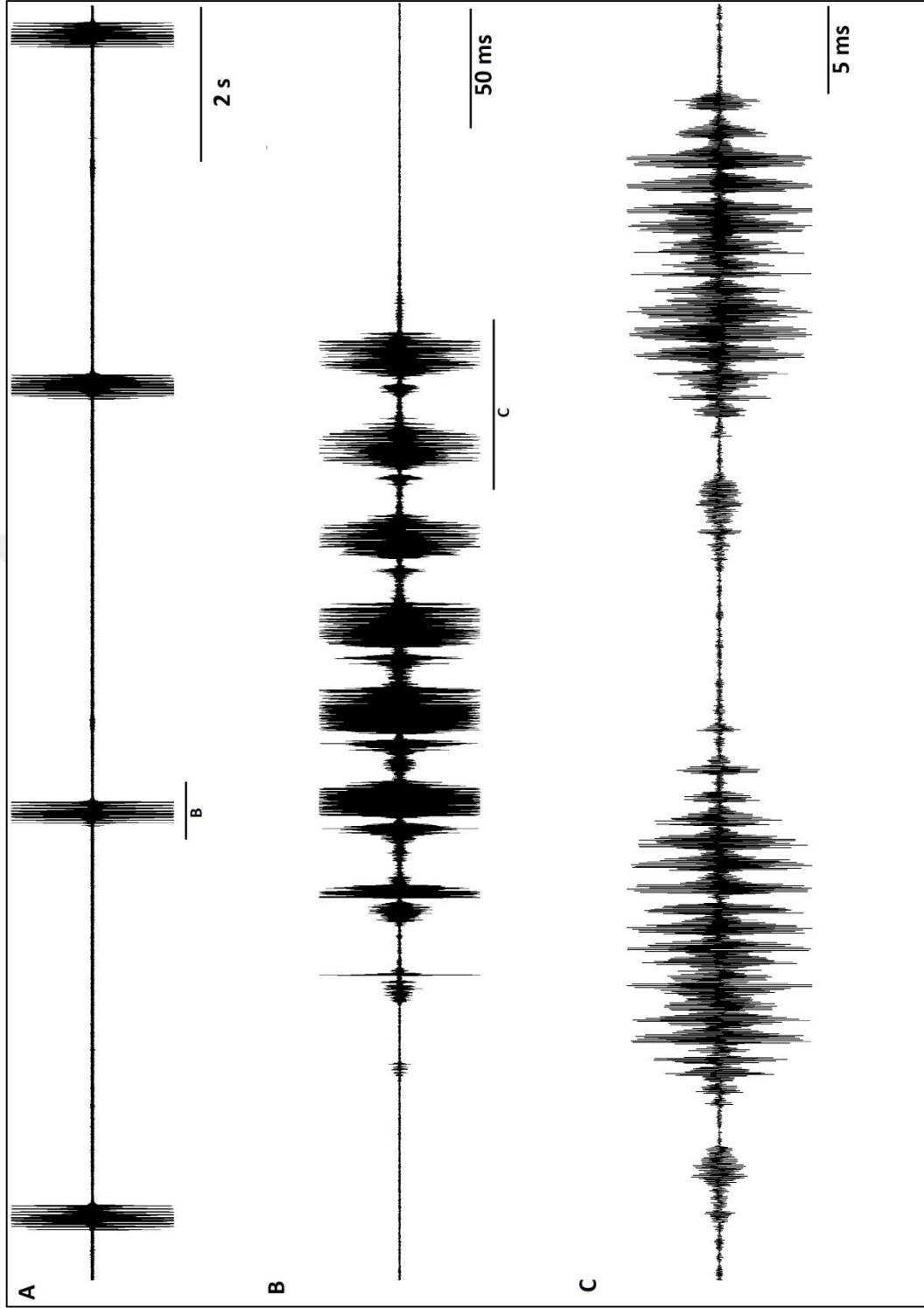
Yayılış: *B. latipes* (Stål, 1875) türü Anadolu'ya yarı endemik bir tür olup, Doğu Anadolu'da yayılış (Malatya, Bitlis, Kars, Elazığ, Şırnak ve Hakkari) göstermektedir (Ramme, 1951; Karabağ vd. 1971; Erman ve Salman, 1990; Çıplak vd., 1996; Ünal, 2011b; Ünal, 2017; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Mergabütan Kayak Merkezi, $37^{\circ}34'877''N$, $43^{\circ}40'795''E$, 2480 m, 06.VIII.2021, (legs. M.S. Taylan & C. Avcı) tarihinde toplanmış olup, üç erkek bireyden oda koşullarında ($27^{\circ}C$) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avcı).

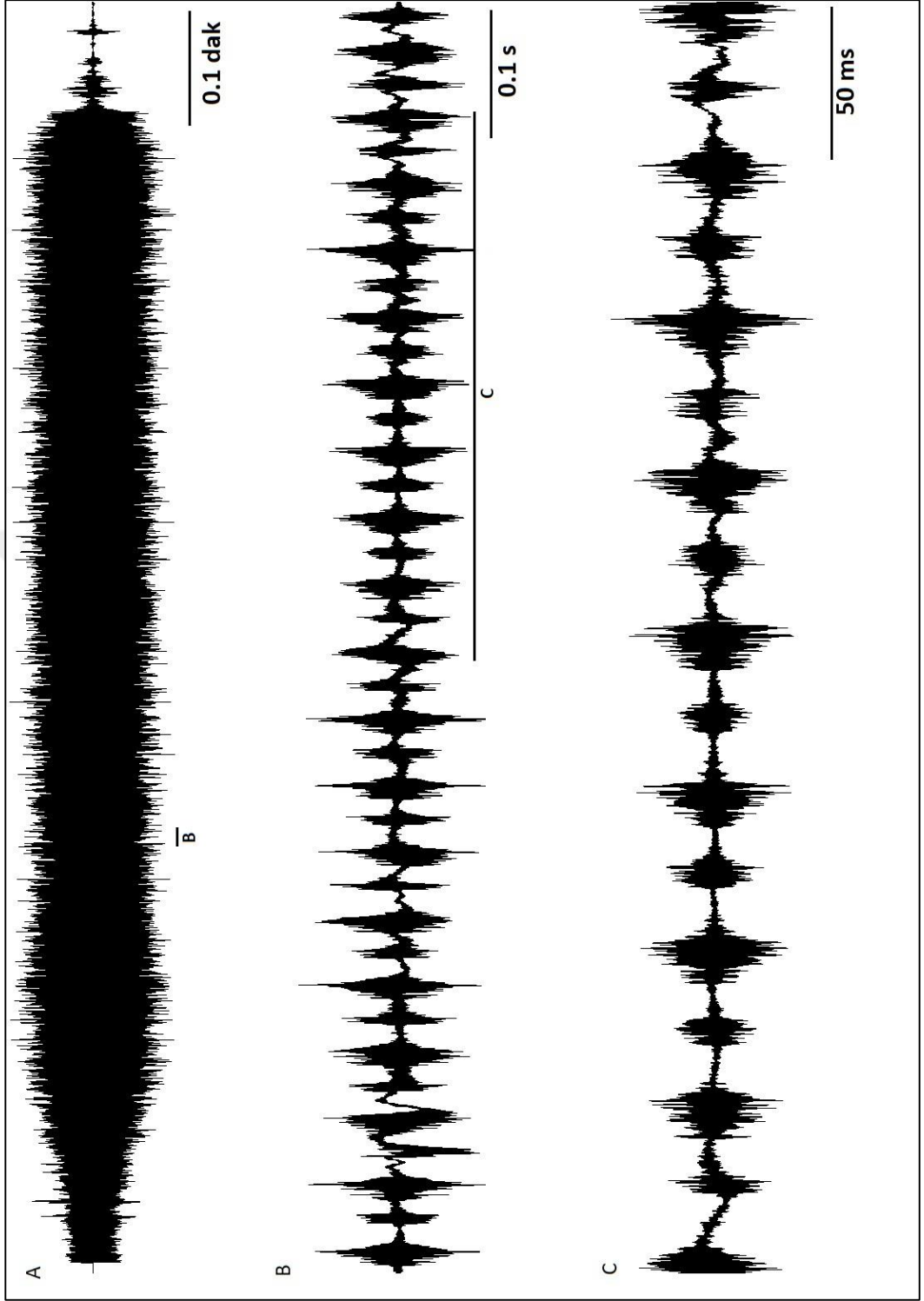
Ses tanımı: Toplam üç bireye ait sekiz ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi çoklu kelime dizisinden oluşmaktadır (Şekil 4.14A) ve çoklu kelime dizisi süresi 6.120–78.540 s (65.320 ± 12.05) arasında değişmektedir. Kelime (TBP) süresi 58–119 ms (62.15 ± 14.25) arasında değişmekte olup, 100 ms'deki kelime sayısı 2'dir (Şekil 4.14B). Osilografik analizler kelimelerin (TBP) biri şiddetli (42–51 ms $\pm$ 2.14), diğeri daha zayıf (19–30 ms $\pm$ 3.01), iki elementten meydana geldiğini göstermektedir (Şekil 4.14C). Kelimeler arasında 7–14 ms (10.08 ± 2.45) boşluk olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.12. *Uvarovistia zebra* (Uvarov, 1916) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (**A:** İzole kelime grupları, **B:** Tam kelime grubu, **C:** Tek tam kelime ve elementler)



Şekil 4.13. *Uvarovistia satunini* (Uvarov, 1916) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (**A:** İzole kelime grupları, **B:** Tam (8’li) kelime grubu, **C:** İki tam kelime ve elementler)



Şekil 4.14. *Bradyporus (Callimenus) latipes* (Stål, 1875) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Tam çoklu kelime dizisi, B: Bir saniyedeki TBP sayısı, C: Sekiz tam kelime ve heceler)

Alt familya: Conocephalinae Kirby & Spence, 1826

Cins: *Conocephalus* Thunberg, 1815

Conocephalus (Anisoptera) fuscus (Fabricius, 1793)

Yayılış: *C. fuscus* (Fabricius, 1793) türü Anadolu'nun genelinde yayılış göstermektedir (Karabağ, 1958; Ünal, 2006; Ünal, 2012; Mol vd., 2016; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Yüksekova, Örnekköy civarı, 37°27'22''N, 44°23'41''E, 1825 m, 05.IX.2021, (legs. M.S. Taylan & C. Avci) tarihinde toplanmış olup, iki erkek bireyden arazi koşullarında (21 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avci).

Ses tanımı: Toplam iki bireye ait altı ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi düzensiz cümle gruplarından (dizilerinden) oluşmaktadır (Şekil 4.15A). Cümle grupları 2-9'lu olabilmektedir. Cümle grupları arasında 3-24 s boşluk bulunmaktayken, grup içindeki cümleler daha düzenli olup aralarında 320-670 ms (472.15 ± 112.45) boşluk mevcuttur. Cümle süresi 251-445 ms (381.25 ± 82.22) arasında değişmektedir (Şekil 4.15B). Osilografik analizler cümlelerin 12-18 (14.75 ± 2.18) arasında kelime içerdiğinin göstermektedir (Şekil 4.15C). Çoğunlukla cümle başındaki kelime atım benzeri kısa ve düşük amplitüdlü bir element ile başlamaktadır. Bu element bazı seslerde son 3-4 kelimede de görülmektedir. TBP (kelime) süresi 9- 14 ms (12 ± 1.78) arasında değişmekte olup kelimeler arasında 1-3 ms boşluk mevcuttur (Şekil 4.15C).

Alt familya: Phaneropterinae Burmeister, 1838

Cins: *Isophya* Brunner von Wattenwyl, 1878

Isophya hakkarica Karabağ, 1962

Yayılış: *I. hakkarica* Karabağ, 1962 türünün yayılışı Hakkari ve Irak'tan bilinmektedir (Karabağ, 1962; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Berçelan Yaylası, 37°40'387''N, 43°43'636''E, 2835 m, 08.VIII.2021 (legs. M.S. Taylan & C. Avci) tarihinde toplanmış olup, üç erkek bireyden oda koşullarında (27 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan & C. Avci).

Ses tanımı: Toplam üç bireye ait altı ses kaydı yapıldı. Erkek çağrı sesi düzensiz süreli 2 veya 3 kelimeden oluşan düzensiz cümlelerden meydana gelmektedir ve süresi 6-12 s (11.15 ± 3.4) arasında değişmektedir (Şekil 4.16A). Cümle genellikle bir (veya nadiren iki) kısa-şiddetli ve bir uzun-düşük amplitüdlü düzensiz iki ayrı

kelimeden oluşmaktadır (Şekil 4.16A). Kısa ve şiddetli kelime 242-302 ms (297.38 ± 29.15) süreye sahip olup ters crescendo özeliğindedir (Şekil 4.16B) ve heceler ayırt edilememektedir. Uzun ve düşük şiddetli (amplitüdlü) kelime süresi ise 1.224-1.255 s (1.238 ± 0.18) arasında değişmekte olup ilk 5-7 hece ayırt edilebilmektedir (Şekil 4.16C).

Cins: *Kurdia* Uvarov, 1916

Kurdia uvarovi **Karabağ, 1975**

Yayılış: *K. uvarovi* Karabağ, 1975 türü Hakkari ilinde yayılış gösteren endemik bir türdür (Karabağ, 1975; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Yüksekova-Şemdinli yolu, Haruna vadisi, 37°21'685''N, 44°32'264''E, 1690 m, 17.VI.2002 (leg. H. Sevgili) tarihinde toplanmış olup, iki erkek bireyden arazi koşullarında (22 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: H. Sevgili).

Ses tanımı: Toplam iki bireye ait dört ses kaydı yapılmıştır. Erkek çağrı sesi düzenli aralıklı 2'li veya 3'lü (nadiren tekli) izole kelime gruplarından oluşmaktadır (Şekil 4.17A). Kelime grupları arasında 2.240-4.760 s (3.214 ± 0.742) boşluk bulunurken, kelimeler arasında 412-495 ms (460.25 ± 42.40) boşluk mevcuttur (Şekil 4.17B). Osilografik analizler kelimelerin 2'li veya 3'lü yüksek amplitüdlü kısa atımlardan oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.17C). Kelime süresi 3-6 ms (4.72 ± 1.06) arasında değişmektedir.

Cins: *Polysarcus* Fieber, 1853

Polysarcus zacharovi (Stshelkanovtzev, 1910)

Yayılış: *P. zacharovi* (Stshelkanovtzev, 1910) türü ülkemizde Doğu Anadolu'da yayılış göstermektedir (Karabağ, 1958; Ünal, 2010; Sevgili vd., 2012; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Berçelan Yaylası, 37°40'392''N, 43°43'642''E, 2840 m, 14.VIII.2021 (legs. M.S. Taylan & C. Avcı) tarihinde toplanmış olup, iki erkek bireyden oda/laboratuvar koşullarında (27 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan).

Ses tanımı: Toplam iki bireye ait üç ses kaydı yapılmıştır. Erkek çağrı sesi izole tekli kelimelerden oluşmaktadır (Şekil 4.18A). Kelimeler arasında 0.802-7.75 s (3.915 ± 2.35) boşluk mevcuttur (Şekil 4.18B). Osilografik analizler kelimelerin genellikle tek heceden (elementten) oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.18C). Kelime süresi 64-73 (70.12 ± 2.42) arasında değişmektedir. Nadiren kelime

başında 4-6 ms (5.25 ± 0.85) süren, kısa ve düşük amplitüdlü bir atım bulunmaktadır. Bu element ana ses ile 5-7 ms boşluk içermektedir.

Alt familya: Saginae Brunner von Wattenwyl, 1878

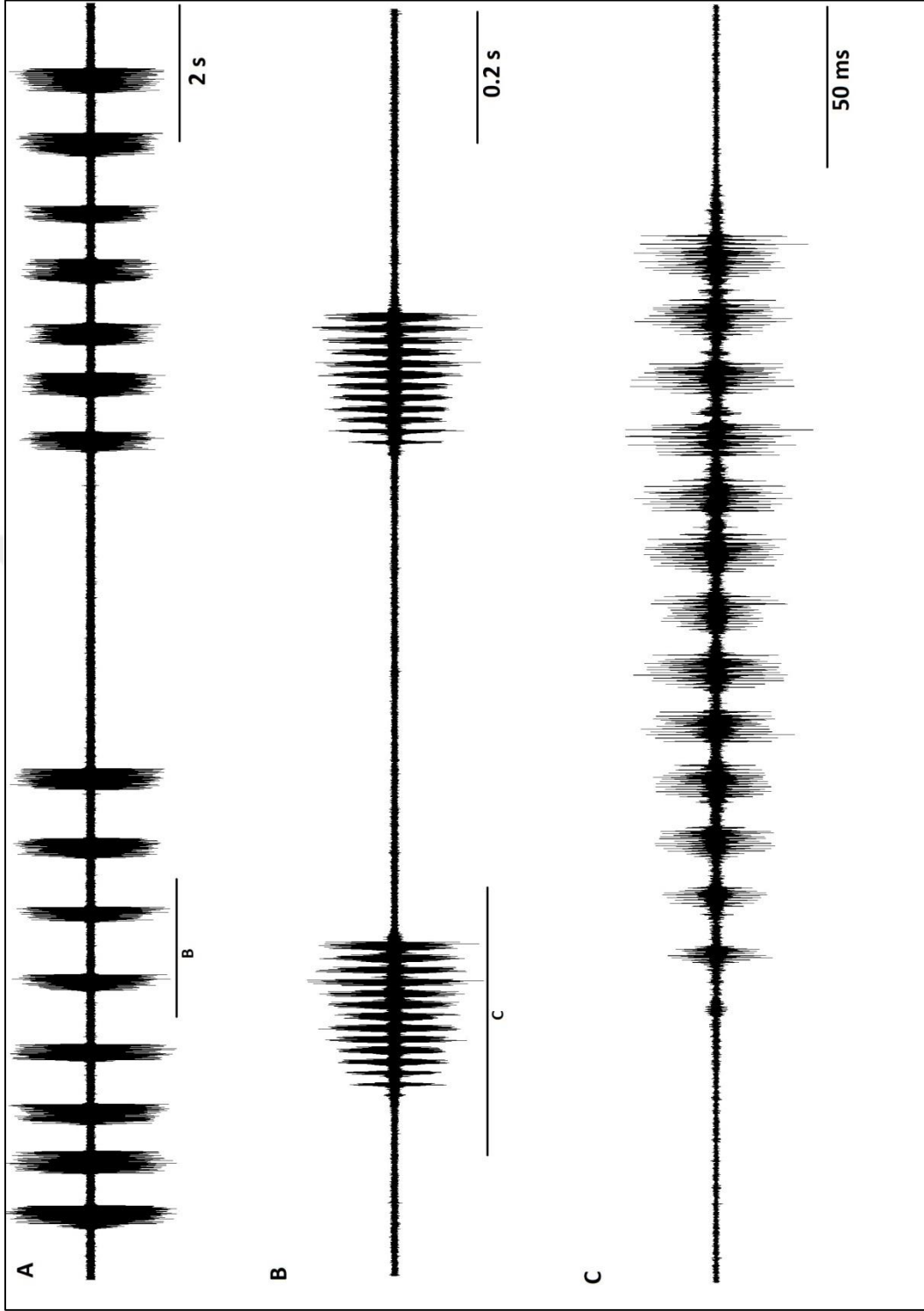
Cins: *Saga* Charpentier, 1825

Saga hakkarica Sirin & Taylan, 2019

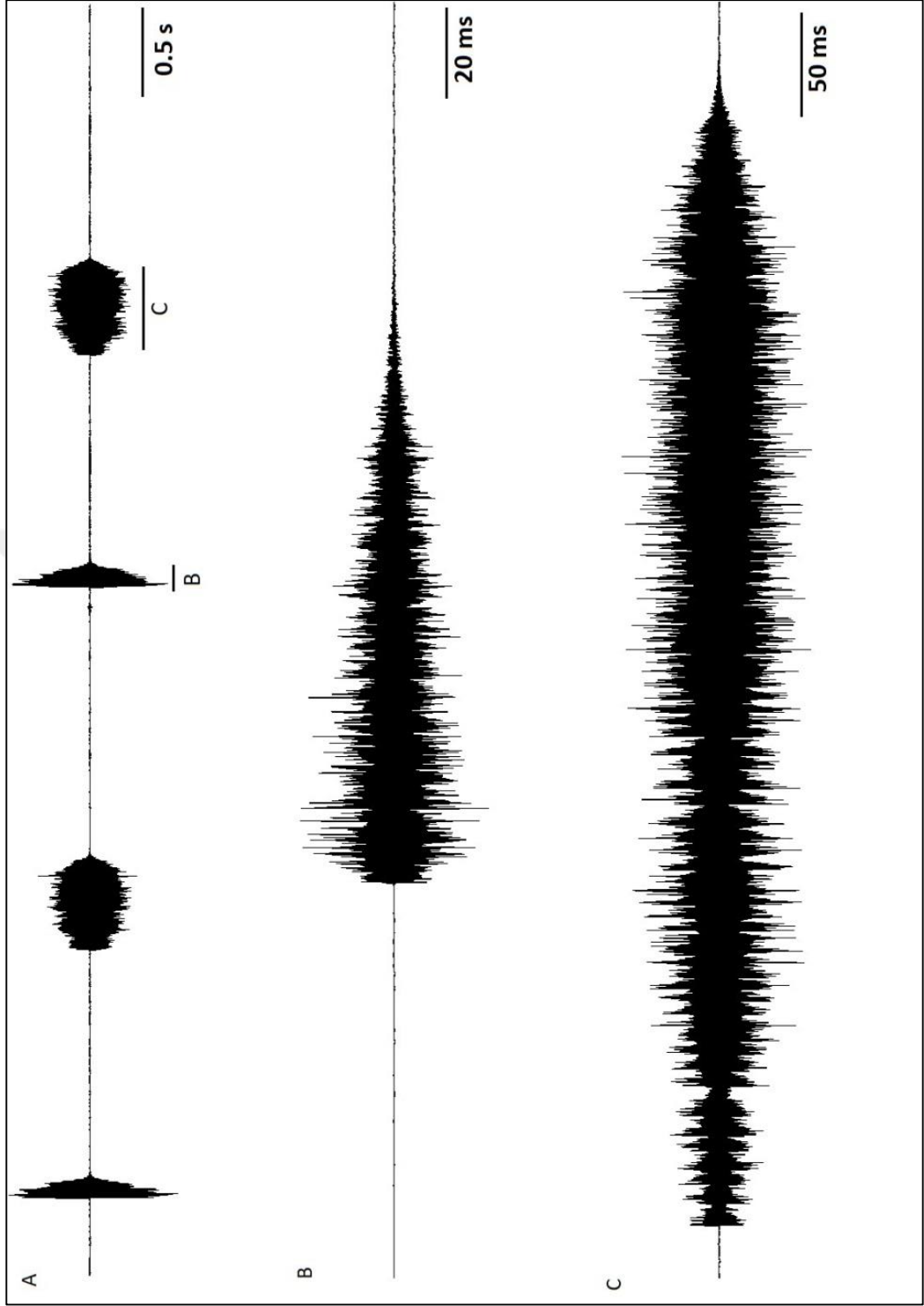
Yayılış: *S. hakkarica* Sirin & Taylan, 2019 Hakkari ilinde yayılış göstermektedir (Şirin vd. 2019; Taylan vd., 2021).

Ses kaydı: Türe ait erkek bireyler, Hakkari, Bayköy, N: 37°32.91', E: 43°42.74', 2022 m. 11.VII.2021, (legs. M.S. Taylan & C. Avcı) tarihinde toplanmış olup, iki erkek bireyden oda/laboratuvar koşullarında (28 °C) ses kaydı alınmıştır (ses kaydı: M.S. Taylan).

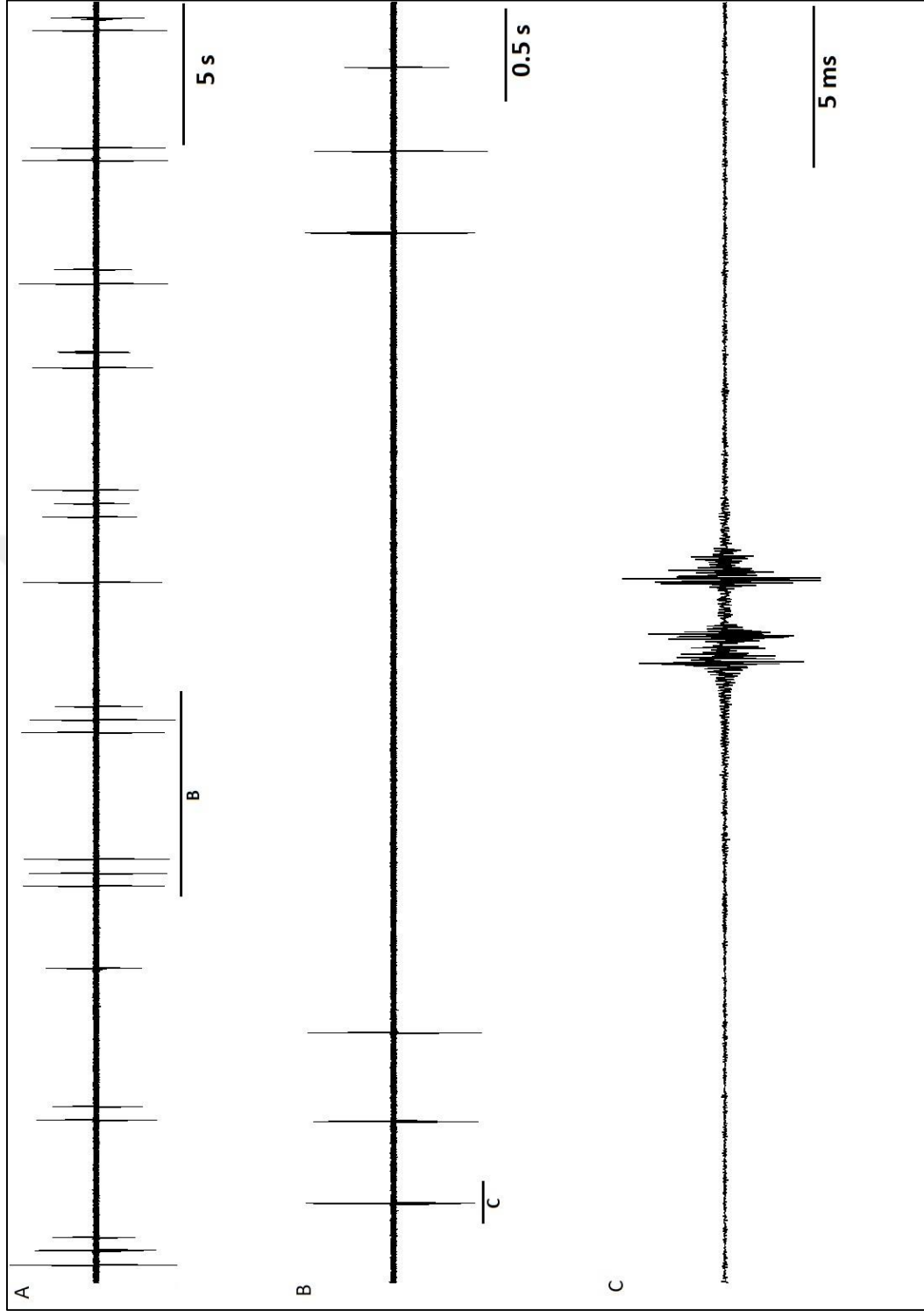
Ses tanımı: Toplam iki bireye ait üç ses kaydı yapılmıştır. Erkek çağrı sesi düzenli aralıklı cümlelerden meydana gelmektedir (Şekil 4.19A). Cümleler arasında 1.312-1.587 s (1.414 ± 0.18) boşluk bulunmaktadır (Şekil 4.19B). Cümle süresi 253-410 ms (303.26 ± 52.15) arasında değişmektedir ve her cümle 13–17 kelime (14.76 ± 1.72). Cümle genellikle kısa ve düşük amplitüdlü izole bir ilk kelime ile başlamaktadır. Bu ilk izole kelimenin uzunluğu 17.14–27.88 ms (20.19 ± 2.98) arasında değişmektedir (Şekil 4.19C). Diğer kelimeler kreşendo yapısında olup cümlelerin başından sona doğru amplitüdü yükselmektedir. Buradaki kelimelerin periyot süresi (TBP) 14.28-58.12 ms (25.16 ± 10.18) arasında değişmekte olup, kelimelerdeki heceler ayırt edilememektedir (Şekil 4.19C).



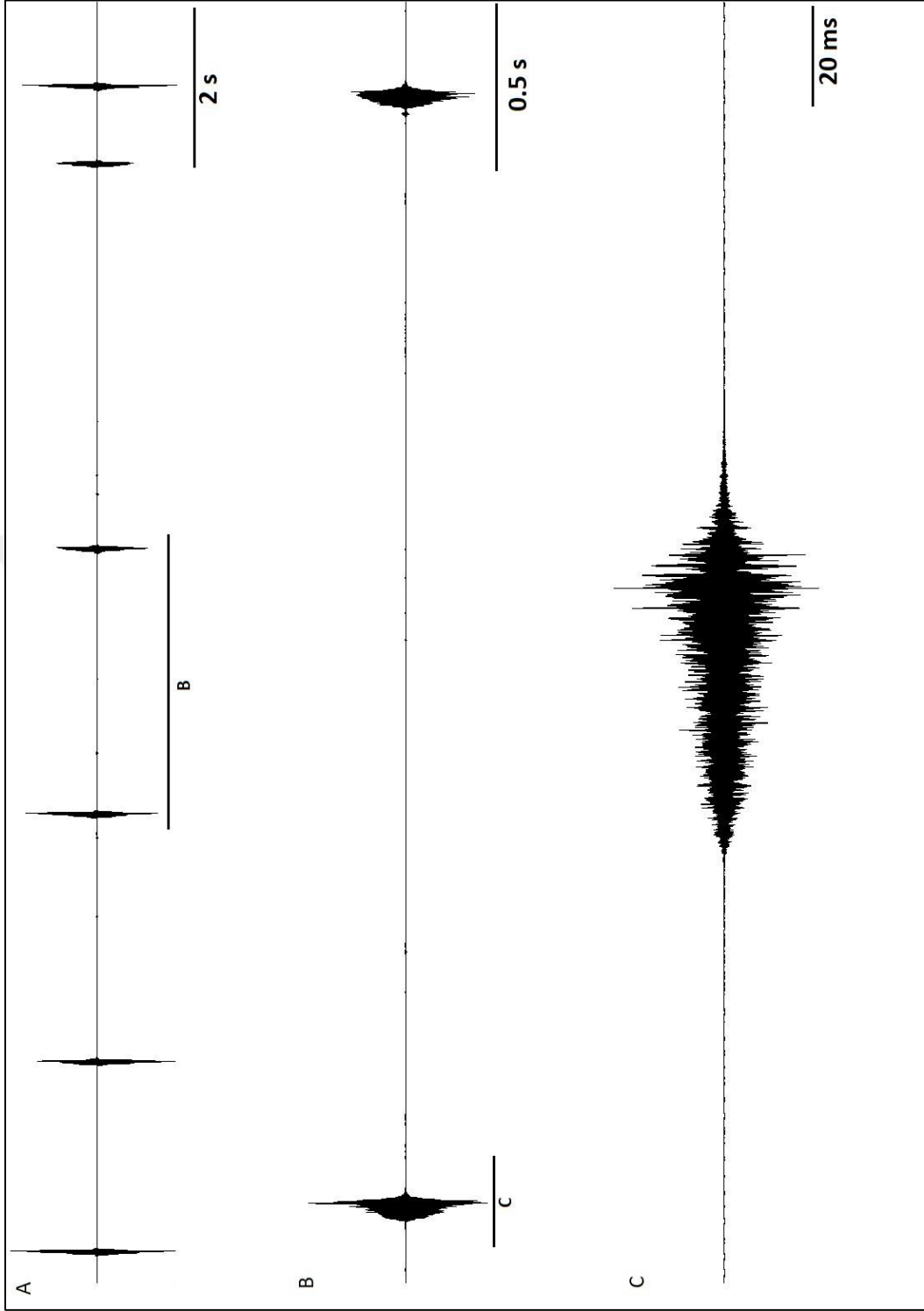
Şekil 4.15. *Conocephalus (Anisoptera) fuscus* (Fabricius, 1793) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Kelime dizileri, B: 2 tam kelime dizisi, C: Tek tam kelime ve heceler)



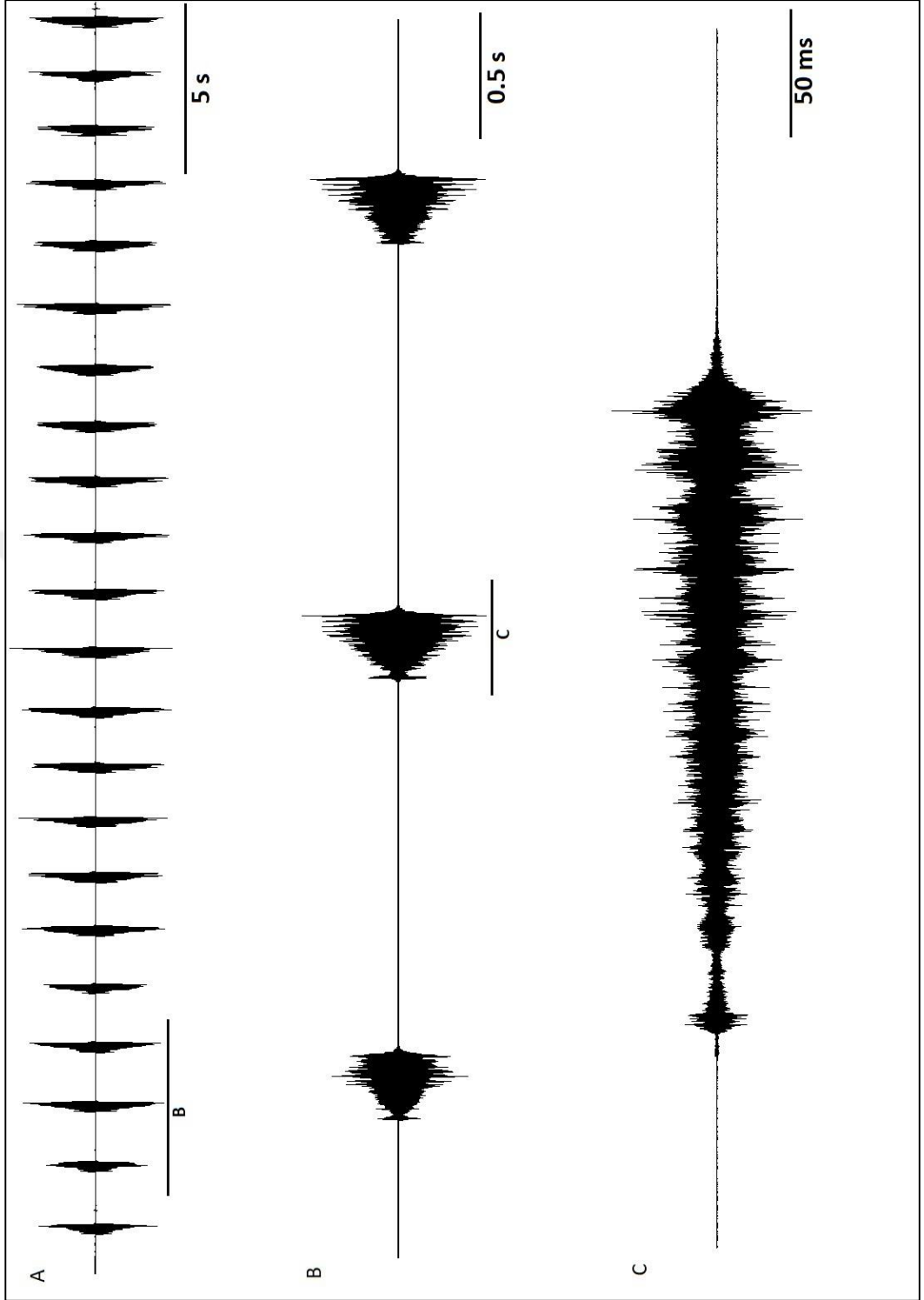
Şekil 4.16. *Isophya hakkarica* Karabağ, 1962 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Tam ses, B: Kısa ve yüksek amplitüdlü kelime, C: Uzun ve düşük amplitüdlü kelime ve atımlar)



Şekil 4.17. *Kurdia uvarovi* Karabağ, 1975 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Tam ses (kelime grupları), B: İki adet 3 'lü kelime grubu, C: Tek tam kelime ve atımlar)



Şekil 4.18. *Polysarcus zacharovi* (Stshelkanovtzev, 1910) türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Tam ses (izole tekli kelimeler), B: İki tam kelime, C: Tek tam kelime)



Şekil 4.19. *Saga hakkarica* Sirin & Taylan, 2019 türüne ait erkek çağrı sesinin osilografik gösterimi (A: Tam ses (düzenli aralıklı cümleler), B: 3 tam cümle, C: Tek tam cümle ve kelimeler)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışmasında Hakkari İli'nde yayılış gösteren ve Tettigoniidae familyasından, 10'u Tettigoniinae, üçü Phaneropterinae ve birer tür Bradyporinae, Conocephalinae ve Saginae altfamilyalarından olmak üzere toplam 16 türün erkek çağrı sesinin biyoakustik değerlendirmesi yapılmıştır. Hakkari ilinde yayılış gösteren 16 Tettigoniid türünden, altısının Anadolu endemiği (*Saga hakkarica*, *Psorodonotus hakkari*, *Novadrymadusa karabagi*, *Pezodrymadusa indivisa*, *Squamiana supericola* ve *Kurdia uvarovi*), yedisinin Anadolu'ya bölge endemiği/yarı endemik (*Apholidoptera kurda*, *Bradyporus (Callimenus) latipes*, *Isophya hakkarica*, *Polysarcus zacharovi*, *Tettigonia armeniaca*, *Uvarovistia zebra* ve *Uvarovistia satunini*) ve üçünün nispeten yaygın yayılışı olan (*Conocephalus (Anisoptera) fuscus*, *Tettigonia caudata* ve *Tettigonia viridissima*) türler olduğu belirlenmiştir.

Tez kapsamında çalışılan 16 türün, altısının (*Bradyporus (Callimenus) latipes*, *Isophya hakkarica*, *Kurdia uvarovi*, *Novadrymadusa karabagi*, *Psorodonotus hakkari* ve *Squamiana supericola*) biyoakustik verileri ilk kez bu çalışmayla sunulmuş, yedi türün (*Conocephalus (Anisoptera) fuscus*, *Pezodrymadusa indivisa*, *Polysarcus zacharovi*, *Tetigonia armenica*, *Tettigonia caudata*, *Tettigonia viridissima* ve *Uvarovistia satunini*) biyoakustik analizi ise Hakkari ili populasyonlarından ilk kez verilmiştir. Diğer taraftan, Hakkari'de yayılış gösteren diğer üç Tettigoniid türünün (*Apholidoptera kurda*, *Saga hakkarica* ve *Uvarovistia zebra*) erkek çağrı sesi analizleri ise bu çalışmayla yeniden değerlendirilmiştir.

Taylan vd. (2021) yaptıkları çalışmada Hakkari ilinden, literatür ve yeni verilerle toplam 25 Tettigoniid türü kaydı vermişlerdir. Bu tez çalışmasında bu türlerden 16'sının ses kaydı yapılabilmiştir. Ses kaydı yapılamayan dokuz tür içerisinde, biyoakustik analizi henüz çalışılmamış (yayımlanmamış) yalnızca üç tür mevcut olup (*Anadrymadusa (Anadrymadusa) modestalis* Koçak & Kemal, 2010; *Phytodrymadusa hakkarica* Karabağ, 1956; *Phaneroptera (Erdemia) hackeri* Harz 1988), diğer altı türün sesleri ise Hakkari dışındaki lokalitelerden önceki çalışmalarda sunulmuştur.

Bradyporus Charpentier, 1825, cinsi ülkemizde 11 tür ile temsil edilmektedir (Ünal, 2011a; Cigliano vd., 2022). Bu türlerden *B. (Callimenus)*

avamos, *B. (Callimenus) dilalatus*, *B. (Bradyporus) dasypus*, *B. (Callimenus) toros* ve *B. (Callimenus) conophallus* türlerinin ses tanımları daha önceki çalışmalarla verilmiştir (Heller, 1988; Şirin vd., 2014; Taylan vd., 2019) ancak türler arası biyoakustik karşılaştırmayı yalnızca Taylan vd. (2019) yapmışlardır. Taylan vd. (2019) çalışmalarında *B. (Callimenus) avamos*, *B. (Callimenus) toros* ve *B. (Callimenus) conophallus* türlerinin kendilerine özgü ses karakterleri olduğunu belirlemiş ve kelime periyodunda farklılıklar tespit etmişlerdir. *B. (Callimenus) latipes* türünün biyoakustik analizi sonucunda, türün basit yapıda çağrı sesi ürettiği, genel ses yapısı olarak *Bradyporus* cinsine ait diğer türlere benzer ses ürettiği, ancak kelime süresi ve 100 ms'deki kelime sayısı bakımından, cinsin diğer türlerden ayrıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.14). *B. (Callimenus) latipes* türü kelime süresi olarak diğer türlerden daha uzun ses yapısına sahiptir. *B. (Callimenus) latipes* türünde kelime süresi 58-119 ms arasında değişirken, 100 ms'deki kelime sayısı 2'dir. Bu değerler *B. (Callimenus) avamos* türü (kelime süresi: 21-28, 100 ms'deki kelime sayısı: 4), *B. (Callimenus) toros* türü (kelime süresi: 16-19, 100 ms'deki kelime sayısı: 6-7) ve *B. (Callimenus) conophallus* türü (kelime süresi: 11-16, 100 ms'deki kelime sayısı: 7-8) ile karşılaştırıldığında, *B. (Callimenus) latipes*'in türe özgü ses ürettiği görülmektedir.

Isophya Brunner von Wattenwyl, 1878, cinsi ülkemizde 45 tür/alttür ile temsil edilmektedir (Sevgili, 2004; Ünal, 2011a; Cigliano vd., 2022). Sevgili (2004) *Isophya* cinsinin Anadolu'daki üyelerine yönelik yapılan morfolojik ve biyoakustik temelli kapsamlı çalışmasında *Isophya* cinsini altı tür grubuna ayırmıştır. Bu tez çalışması kapsamında biyoakustik analizi yapılan *I. hakkarica* türü, *rectipennis*-tür grubunun, *schneideri*- alt grubu içerisinde *I. schneideri*, *I. acrita* ve *I. acuminata* türleri ile birlikte yer almıştır. Ünal (2010) ise yaptığı morfolojik temelli çalışmada *I. hakkarica*'yı *schneideri*-tür grubunun içerisinde *I. schneideri*, *I. sikorai*, *I. karabaghi*, *I. cania* ve *I. thracica* türü ile birlikte vermiştir. Diğer taraftan *I. hakkarica* türüne coğrafik olarak en yakın olan *I. iraca* türü, Taylan vd. (2021) tarafından *I. hakkarica* türüne sinonim yapılmıştır. Zhantiev vd. (2017) yılında yaptıkları biyoakustik temelli çalışmada Doğu Avrupa, Kafkasya ve çevresindeki ülkelerdeki bazı *Isophya* türlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada Sevgili (2004) ve Ünal (2010)'ın *I. hakkarica*'yı dâhil ettikleri *schneideri*-tür grubundan, *I. schneideri*'nin ses tanımı verilmiştir. Çalışmamızda yer alan *I. hakkarica* türü ve *I. schneideri* türü ile biyoakustik

olarak karşılaştırıldığında, her iki türün de benzer ses yapısına sahip olduğu görülmektedir. Her iki türün ses yapısının da farklı sürede ve yapıdaki iki kelimedenden oluştuğu ve basit yapıda ses ürettikleri görülmektedir. Ancak *I. hakkarica* türünde kısa-yüksek amplitüdlü olan ilk kelime süresi 242-302 (297.38 ± 29.15) ms arasında değişirken, bu süre *I. schneideri* türünde 239.3 olarak belirtilmiştir. Uzun ve düşük amplitüdde olan ikinci kelime ise *I. hakkarica* türünde 1.224-1.255 s (1.238 ± 0.18) süreye sahipken bu değer, *I. schneideri* türünde 600–1100 ms arasında verilmiştir. Dolayısıyla aynı tür grubunda olan bu iki türün ses yapısı benzer olsa da, kelimelerin süresi bakımından farklılık tespit edilmiştir.

Kurdia Uvarov, 1916, cinsi, Phaneropterinae alt familyası ve Barbitistini tribusuna dâhil bir cins olup, dünyada iki tür ile temsil edilmektedir. Bu türlerden *Kurdia nesterovi* Uvarov, 1916, Irak'ta yayılış gösterirken, *Kurdia uvarovi* Karabağ, 1975, ülkemizde Hakkari iline endemiktir (Karabağ, 1975; Taylan vd., 2021). Cinse ait diğer türün ses kaydı olmadığı için, *Kurdia uvarovi* türünün erkek çağrı sesi cins içinde karşılaştırılamamıştır. Ancak *Kurdia uvarovi*'nin erkek çağrı sesi düzenli aralıklı ikili veya üçlü (nadiren tekli) izole kelime gruplarından oluşmaktadır (Şekil 4.17). Basit ses yapısına sahip olan bu tür, tribus içerisindeki *Leptophyes* (özellikle *L. sicula*) ve *Isophya* (özellikle *I. brunneri*) ses yapısına benzemektedir (Kleukers vd., 2010; Zhantiev vd., 2017).

Novadrymadusa Demirsoy, Salman & Sevgili, 2002, cinsi Tettigoniinae alt familyası ve Drymadusini tribusuna dâhil bir cins olup dünyada yalnızca İran ve Anadolu'da yayılış göstermektedir (Ramme, 1939; Demirsoy vd., 2002). Cinse ait iki türden biri olan *Novadrymadusa kurda* (Uvarov, 1930)'nın biyoakustik verisi mevcut değildir. *Novadrymadusa karabagi* Demirsoy, Salman & Sevgili, 2002, türü ise Anadolu'da Hakkari iline endemiktir. Cinse ait diğer türün ses kaydı olmadığı için, cins içi değerlendirme yapılamamıştır. Biyoakustik analizler *Novadrymadusa karabagi* türünün basit ses yapısına sahip olduğunu ve erkek çağrı sesinin, çoklu kelime dizisinden oluşan cümlelerden meydana geldiğini göstermiştir. Bu türde çoklu kelime serisi süresinin 8-78 s (28 ± 11.25) arasında değiştiği ve 100 ms'de 10-11 TBP üretildiği tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Diğer taraftan aynı tribus içerisinde ses yapısı ve tanımı verilen *Lithodusa helverseni* (Heller ve Korsunovskaya, 2009) ile yapısal olarak benzerlik göstermektedir.

Psorodonotus Brunner von Wattenwyl, 1861, cinsi Anadolu'dan 13 tür ile bilinmektedir ve bu türlerin 10'u Anadolu'ya endemik veya yarı endemiktir (bölge endemiğidir) (Ünal 2011a; Cigliano vd., 2022; Taylan vd., 2019). Daha önce yapılan çalışmalarda cins içerisindeki türlerde (*P. caucasicus*, *P. suphani*, *P. davisii*, *P. ebneri* ve *P. rugulosus*) türe özgü ses üretimi olduğu kaydedilmiştir (Şirin vd., 2014, Taylan vd., 2019). Tez kapsamında ses kaydı ilk kez yapılan *P. hakkari* türünün erkek çağrı sesi düzenli aralıklı (izole) kelimelerden oluşmakta olup (Şekil 4.7) kelimeler arasında 320–495 ms (404 ± 28.25) aralık mevcuttur. Kelime süresi 78-102 ms (90.23 ± 7.65) arasında değişmektedir. Osilografik analizler sonucunda her bir kelimenin beş elementten (kısa + kısa + yüksek + kısa + yüksek) oluştuğu görülmüştür. Bu yapıyla *P. davisii* türüne benzerlik göstermektedir. Ancak süre bakımından bu türden ve cins içerisindeki diğer türlerden de ayırt edilmektedir (Şirin vd., 2014; Taylan vd., 2019).

Squamiana Zeuner, 1941, cinsine ait dokuz tür bulunmaktadır. Bu türlerden *S. kurmana* (Ramme, 1951) türüne ait ses tanımı Taylan vd. (2019) tarafından verilmiştir. Tez çalışması kapsamında incelenen *S. supericola* (Ünal, 2018) türüne ait ses tanımı ilk bu çalışmayla verilmiş olup, yapısal ve süre bakımından, *S. kurmana* türüne (Taylan vd., 2019) göre farklılıklar tespit edilmiştir. *S. supericola* türünde erkek çağrı sesi kreşendo yapısında, çoklu kelime dizilerinden oluşmuş ve TBP'lerinde kelimelerdeki heceler ayırt edilememektedir ve 100 ms deki kelime sayısı 6-8 (7.14 ± 0.65) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.8). *S. kurmana* türünde ise erkek çağrı sesi düzenli cümlelerden oluşmuştur. Kelime yapısı ayırt edilebilir iki kısımdan meydana gelmiştir ve çağrı sesi 100 ms'de 1 kelime içermektedir (Taylan vd., 2019). Bu bağlamda erkek çağrı sesi bakımından, cins içerisinde basit ses tipi ve türe özgü durum gözlenmiştir.

Diğer taraftan daha önce ses tanımları verilen ancak Hakkari ili popülasyonlarından ilk kez ses kayıtları yapılan *Conocephalus* (*Anisoptera*) *fuscus*, *Pezodrymadusa indivisa*, *Polysarcus zacharovi*, *Tetigonia armeniaca*, *Tetigonia caudata*, *Tetigonia viridissima* ve *Uvarovistia satunini* türleri osilografik olarak incelendiğinde, Hakkari popülasyonlarının (*Polysarcus zacharovi* türü hariç) diğer illerden verilen popülasyonlara, erkek çağrı seslerinin ses yapısı ve karakterleri bakımından benzer olduğu görülmüştür.

Polysarcus cinsinin genelde kompleks ses ürettiği bilinmektedir. Kompleks ses daha önce, *P. zigana* türünde ve *P. zacharovi* türünün Erzurum popülasyonundan verilmiştir (Heller, 1988; Korsunovskaya, 2008; Taylan vd., 2019). Ancak çalışmamızda, *P. zacharovi* türünün Hakkari popülasyonu ile diğer popülasyonlar arasında biyoakustik olarak ciddi farklılıklar tespit edilmiştir. *P. zacharovi* türünün Hakkari popülasyonu kompleks ses üretmeyip, basit yapıda erkek çağrı sesi üretmektedir. Bu popülasyondaki erkek çağrı sesi izole tekli kelimelerden oluşmaktadır ve osilografik analizler kelimelerin genellikle tek heceden (elementten) oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.18). Diğer taraftan, Jafari vd. (2015) tarafından *P. denticauda* türüne ait İran'dan verilen ses kaydı incelendiğinde, bu sesin de kompleks ses olmayıp, erkek çağrı sesinin çoklu kelime dizisinden oluştuğu görülmektedir. Bu nedenle türün İran popülasyonun erkek çağrı sesi *P. zacharovi* türünün Hakkari popülasyonunun ses yapısına daha çok benzemektedir. Hakkari popülasyonun taksonomik durumunun netleştirilmesi için bu popülasyonla birlikte, *P. zacharovi* türünün Erzurum popülasyonu, *P. denticauda* türünün İran popülasyonu ve *P. zigana* türünün Giresun popülasyonunun birlikte ele alınacağı filogenetik bir değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte *P. zacharovi* türünün Hakkari popülasyonunun erkek çağrı sesindeki farklılığın, tam sesin kayıt edilememesinden de kaynaklanabileceği göz ardı edilmemelidir. Ancak farklı zamanlarda alınan 3 ses kaydında da basit ses yapısı gözlenmiştir (Şekil 4. 18).

Tez çalışması kapsamında erkek çağrı sesleri Hakkari ili popülasyonları bakımından yeniden değerlendirilen *Apholidoptera kurda*, *Saga hakkarica* ve *Uvarovistia zebra* türlerinin güncel biyoakustik verileri incelendiğinde, daha önce literatürde verilen (Şirin vd., 2019; Taylan vd., 2019) ses tanımlarına benzer olduğu ancak *Saga hakkarica* türünün güncel popülasyonuna ait cümle süresinde, daha kısa süreli cümle süresi (253 ms) tespit edilmiştir.

Hakkari ili Tettigoniidlerinin biyoakustik değerlendirmesini konu alan bu çalışmada, bu alandaki türlerin endemizm/yarı endemizm oranlarının yüksek olduğu, türlerin basit ses yapısına sahip olduğu ve çoğu türde türe özgü erkek çağrı sesi üretildiği sonucuna ulaşılmıştır. Alanda yapılacak uzun süreli araştırmalarla, gerek Tettigoniid türü sayısında gerekse biyoakustik tanım sayısında artış olacağı öngörülmektedir. Diğer taraftan *Polysarcus* cinsinin Anadolu popülasyonlarının bütün olarak moleküler filogenetik açıdan

alışılmasıyla, cinse dahil türlerin taksonomik durumlarının netleŖeceęi dŖnlmektedir.



KAYNAKLAR

- Atalay, İ. 1983. Türkiye vejetasyon coğrafyasına giriş. Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayınları, No:19, İzmir.
- Cigliano, M.M., Braun, H., Eades, D.C., Otte, D. 2020. Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. [http://Orthoptera.SpeciesFile.org], Erişim Tarihi: 01.05.2022.
- Çıplak, B., Demirsoy, A., Bozcuk, A.N. 1996. Malatya ve civarı Caelifera (Orthoptera, Insecta) faunası. **Turkish Journal of Zoology**, 20: 17–31.
- Demir, E. 2015. Tekirdağ'ın Tettigoniinae (Orthoptera: Tettigonidae) faunasının morfolojik ve davranışsal yönden değerlendirilmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76s., Tekirdağ.
- Demirsoy, A. 1973. Revision der anatolischen Pamphaginae (Saltatoria, Caelifera, Pamphagidae). **Entomologische Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Hamburg**, 4 (83): 403-428.
- Demirsoy, A. 1977. Türkiye Caelifera (Insecta, Orthoptera) faunasının tespiti ve taksonomik olarak incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Basımevi, 252 s., Erzurum.
- Demirsoy, A., Salman, S., Sevgili, H. 2002. *Novadrymadusa*, a new genus of bushcricket with a new species and notes on related genera (Orthoptera: Tettigoniidae). **Journal of Orthoptera Research**, 11 (2):175-183.
- De Queiroz, K. 1998. The general lineage concept of species, species criteria and the processes of speciation: a conceptual unification and terminological recommendation. In: Howard DJ, Berlocher SH (eds) *Endless forms: species and speciation*. Oxford University Press, Oxford, pp 57-79.
- Dobzhansky, T.H., Ayala, F.J., Stebbins, G.L., Valentine, D.J.W. 1977. *Evolution*. Freeman, p. 572., San Francisco, CA.
- Erman, O., Salman, S. 1990. Elazığ İli Orthoptera (Insecta) Faunası. **X. Ulusal Biyoloji Kongresi**, (18-20 Temmuz 1990), 109–119, Erzurum.
- Ewing, A.W. 1989. *Arthropod bioacoustics: Neurobiology and behaviour*. Comstock Publishing Associates, Ithaca, p. 260, New York.
- Garai, G.A. 2010. Contribution to the knowledge of the Iranian orthopteroid insects I. **Esperiana**, 15, 393–417.

- Gholami, N., Fekrat, L., Awal, M.M., Hoseini, C., Ünal, M. 2015. To the knowledge of the Ensifera (Insecta: Orthoptera) fauna in Mashhad and vicinity, NE Iran. **Entomofauna Zeitschrift für Entomologie**, Band 36, 18, 229–236.
- Gökmen, H. 1962. Türkiye'de Orman Ağaç ve Ağaççıklarının Yayılışı Haritası (Ölçek: 1/2500000), Orman Genel Md. Yayını, Ankara.
- Grzywacz, B., Heller, K.G., Warchałowska-Śliwa, E. Karamysheva, T.V., Chobanov, D.P. 2017. Evolution and systematics of Green Bush-crickets (Orthoptera: Tettigoniidae: Tettigonia) in the Western Palaearctic: testing concordance between molecular, acoustic, and morphological data. **Organisms Diversity & Evolution**, 17, 213–228.
- Güneş, H.V. 1984. Doğu Akdeniz Bölgesi Orthoptera (Insecta) faunası üzerine taksonomik çalışmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Doktora tezi, 202 s., Ankara.
- Harrison, R.G. 1998. Linking evolutionary pattern and process: the relevance of species concepts for the study of speciation. In: Howard DJ, Berlocher SH (eds) *Endless forms: species and speciation*. Oxford University Press, Oxford, pp 19-31.
- Harz, K. 1988. Eine neue Sichelschrecke (Phaneroptera) aus der Türkei (Saltatoptera, Ensifera, Tettigonidae, Phateropterinae). **Articulata**, 3(4):137-138.
- HÇŞM. 2011. Hakkari ili Çevre Şehircilik Müdürlüğü, Hakkari ili çevre durum raporu. TC. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, p. 219, Hakkari, Türkiye.
- Heller, K.G. 1988. Bioakustik der Europa " ischen Laubheuschrecken. Ö" kologie in Forschung und Anwendung, Verlag Josef Margraf, p. 358, Weikersheim.
- Heller, K.G. 1990. Evolution of song pattern in east Mediterranean Phaneropterinae: constraints by the communication system. In: Bailey WJ, Rentz DC (eds) *The Tettigoniidae: biology systematics, and evolution*. Springer, Berlin, pp 130–151.
- Heller, K.G. 2004. *Poecilimon martinae* sp. n and *P. inflatus* Brunner von Wattenwyl, 1891 (Orthoptera, Tettigonioidea, Phaneropteridae), two bush-cricket species endemic to southwest Anatolia: morphology, bioacoustics and systematics. **Articulata**, 19 (1), 1–17.

- Heller, K.G. 2006. Song evolution and speciation in bush-crickets, In: Drosopoulos S, Claridge MF (eds) *Inst sounds and communication: physiology, behavior, ecology and evolution*, pp 151-165.
- Heller, K.G., Korsunovskaya, O.S. 2009. Systematics and bioacoustics of the genus *Lithodusa* (Orthoptera: Tettigoniidae) including the description of a new species from Turkey and comments on the classification of the Drymadusini. **Journal of Orthoptera Research**, 18 (1), 5–13.
- 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.
- Hey, J. 2001. The mind of the species problem. **Trends in Ecology and Evolution**, 16: 326-329.
- Ingrisch, S. 1991. Taxonomie der *Isophya*-Arten der Ostalpen (Grylloptera: Phaneropteridae). **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft**, 64, 269–279.
- Jafari, S., Kazemi, M., Hossein, M., Shojai, M., Lotfalizadeh, H., Mofidi-Neyestanak, M. 2015. First report of *Polysarcus denticauda* (Orth.: Tettigoniidae: Phaneropterinae) from Iran and its bioacoustic characteristics. **Journal of Entomological Society of Iran**, 35: 1-4.
- Karabağ. T. 1956. Some new and less known Tettigoniidae (Orthoptera) from Turkey. **Communications de la Faculté des Sciences de l'Université d'Ankara, Série C: Sciences Naturelles**, 5: 1-19.
- Karabağ, T. 1958. Türkiye'nin Orthoptera Faunası (The Orthoptera Fauna of Turkey). **Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları**, 81: 1-198.
- Karabağ. T. 1961. Revision of *Drymadusa* Stein and related genera (Orthoptera: Tettigoniidae). **Bulletin of the British Museum (Natural History), Entomology, London**, 11: 1-41.
- Karabağ. T. 1962. Some new and little known Phaneropterinae (Orthoptera: Tettigoniidae) from Turkey. **Proceedings of the Royal Entomological Society of London (B)**, 31: 4-10.
- Karabağ, T. 1975. Studies in the Turkish Orthoptera (Insecta), I. New Species and less known Tettigoniidae. **Journal of Natural History**. 9 (3): 337-350.

- Karabağ T., Gümüşsuyu İ., Balamir S., Tutkun E. 1971. Türkiye Orthoptera Faunasının Tesbiti Üzerinde Araştırmalar. **Bitki Koruma Bülteni**, 11: 73-98.
- Karabağ T., Gümüşsuyu İ., Balamir S., Tutkun E. 1974. Türkiye Orthoptera Faunasının Tesbiti Üzerinde Araştırmalar. **Bitki Koruma Bülteni**, 14: 2-18.
- Karabağ, T., Gümüşsuyu, Ş., Tutkun, E. 1980. Türkiye Orthoptera Faunasının Tesbiti Üzerinde Araştırmalar (III). **Bitki Koruma Bülteni**, 20 (1-4): 1-25.
- Kaya, S., Korkmaz, E.M., Çiplak B. 2013. *Psorodonotus venosus* group (Orthoptera, Tettigoniidae; Tettigoniinae): geometric morphometry revealed two new species in the group. **Zootaxa**. 3750 (1): 37-56.
- Kleukers, R.M.J.C., Odé, B., Fontana, P. 2010. Two new cryptic Leptophyes species from southern Italy (Orthoptera: Tettigoniidae). **Zootaxa**, 2506: 26–42.
- Koçak, A.Ö., Kemal, M. 2010. Descriptions of three new species of the genus *Anadrymadusa* Karabag from Middle East (Tettigoniidae, Orthoptera). **Centre for Entomological Studies, Miscellaneous Papers**. 154: 1-6.
- Kolics, B., Orci, K.M., Chobanov, D., Baska, F., Kondorosy, E., Müller, T. 2008. Description of the song of the bush-cricket *Saga rammei* Kaltenbach, 1965 (Orthoptera: Tettigoniidae). **Biologia (Section Zoology)**, 63 (2): 254-260.
- Kolics, B., Ács, Z., Chobanov, D.P., Orci, K.M., Qiang, L.S., Kovács, B., Kondorosy, E., Decsi, K., Taller, J., Specziár, A., Orbán, L., Müller, T. 2012. Re-visiting phylogenetic and taxonomic relationships in the genus *Saga* (Insecta: Orthoptera), **Plos One**, 7 (8) Article number e42229.
- Lee, M.SY. 2003. Species concepts and species reality: salvaging a Linnaean rank. **Journal of Evolutionary Biology**, 16: 179-188.
- Mol, A., Taylan, M.S., Demir, E., Şirin, D. 2016. Contribution to the knowledge of Ensifera (Insecta: Orthoptera) fauna of Turkey. **Journal of Entomological Research Society**, 18 (1): 75–98.
- Ragge, D., Reynolds, W.J. 1998. The songs of the grasshoppers and crickets of western Europa. Harley books, Colchester, Essex, London, 591 pp.
- Ramme, W. 1939. Beitrage zur Kenntnis der palaearktischen Orthopteren fauna (Tettig. u. Acrid.). **Mitteilungen aus dem Zoology Museum in Berlin**, 24 (3), 41–150.

- Ramme, W. 1951. Zur Systematik, Faunistik und Biologie der Orthopteren von Südost-Europa und Vorderasien. **Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Berlin**, 27: 1–431.
- Robinson, D.J., Hall, M. 2002. Sound signalling in Orthoptera. **Advances in Insect Physiology**, 29: 151–178.
- Salman, S. 1978. Ağrı, Kars ve Artvin illerinin Orthoptera (Insecta) Faunası Üzerine Taksonomik Araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Yayın 490, 82, 184 s., Erzurum.
- Sevgili, H. 2004. Türkiye Isophya Brunner von Wattenwyl (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae) türlerinin revizyonu. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 387 s., Ankara.
- Sevgili H., Çıplak, B. 2000. The Orthoptera of Şanlıurfa province from the Mesopotomian part of the Turkey. **Italian Journal of Zoology**, 67: 229-240.
- Sevgili, H., Demirsoy, A., Durmuş, Y. 2011. Orthoptera and Mantodea fauna of Kazdağı (İda) National Park with data on the calling songs of some bush-cricket. **Turkish Journal of Zoology**, 35 (5), 631–652.
- Sevgili, H., Demirsoy, A., Durmuş, Y. 2012. Orthoptera fauna of Kemaliye (Erzincan). **Hacettepe Journal of Biology & Chemistry**, Special Issue, 317-335.
- Steininger, F.F., Rögl, F. 1984. Paleogeography and palinspastic reconstruction of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys, In: Dixon JE, Robertson A.H.F (eds) The Geological Evolution of Eastern Mediterranean, The Geological Society, Blackwell Scientific, Oxford, pp 659-668.
- Şirin, D., Taylan, M.S., Mol, A. 2014. First song descriptions of some Anatolian species of Tettigoniidae Krauss, 1902 (Orthoptera, Ensifera). **ZooKeys**, 369:1–24.
- Şirin, D., Taylan, M.S., Sevgili, H., Mol, A. 2019. Bioacoustics review of Anatolian species of the predatory bush-cricket genus *Saga* (Orthoptera: Tettigoniidae: Saginae) with the description of a new species. **Zootaxa**, 4664 (1), 83-102.
- Taylan, M.S. 2005. *Anterastes* (Orthoptera, Tettigoniidae) cinsi *Babadaghi* tür grubunun 16s rDNA filogenisi, filocoğrafyası ve tür hipotezlerinin

moleküler ve davranışsal verilerle sınanması, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, 45s., Antalya.

- Taylan, M.S., Mol, A., Sevgili, H., Şirin, D. 2019. Bioacoustics characterization of some anatolian endemic and sub-endemic Katydid (Orthoptera Tettigoniidae Bradyporinae, Phaneropterinae and Tettigoniinae). **Zootaxa**, 4603 (2), 289-310.
- Taylan, M.S., Şirin, D., Sevgili, H., Yeşilyurt, F. 2021. A preliminary research and notes on Orthoptera (Insecta) Fauna of Hakkari Province. **Zootaxa**, 5060 (1): 045–070.
- Templeton, A. R. 1998. Species and speciation: geography, population structure, ecology and gene trees. In: Howard DJ, Berlocher SH (eds) Endless forms: species and speciation. Oxford University Press, Oxford, pp 32-43.
- Turelli, M., Barton, N.H., Coyne, J.A. 2001. Theory and Speciation. **Trends in Ecology and Evolution**, 16: 330-343.
- Uvarov, B.P. 1934. Studies in the Orthoptera of Turkey, Iraq and Syria. **Enstituto Espanol de Entomologia**, 10: 21-119.
- Ünal, M. 2005. Phaneropterinae (Orthoptera: Tettigoniidae) from Turkey and Middle East I. **Transactions of the American Entomological Society**, 131 (3/4): 425-448.
- Ünal, M. 2006. Tettigoniidae (Orthoptera) from Turkey and Middle East. **Transactions of the American Entomological Society**, 131 (1/2): 157-203.
- Ünal, M. 2010. Phaneropterinae (Orthoptera: Tettigoniidae) from Turkey and the Middle East II. **Transactions of the American Entomological Society**, 136 (1/2): 125-183.
- Ünal, M. 2011a. Check list of the Turkish Orthoptera. [<http://www.orthoptera-tr.org/>]. Erişim tarihi: 01.05.2022.
- Ünal, M. 2011b. Taxonomic review of the subfamily Bradyporinae (Orthoptera: Tettigoniidae; Bradyporini; Ehippigerini) of Turkey, with description of new species and the relationship of the taxa. **Zootaxa**, 2899, 1–42.
- Ünal, M. 2012. Tettigoniidae (Orthoptera) from Turkey and the Middle East II. **Transactions of the American Entomological Society**, 138 (1/2): 21-54.

- Ünal, M. 2016. Pamphagidae (Orthoptera: Acridoidea) from the Palaearctic Region: taxonomy, classification, keys to genera and a review of the tribe Nocarodeini I. Bolívar. **Zootaxa**, 4206 (1):1–223.
- Ünal, M. 2017. Revision of the genus *Bradyporus* Charpentier, 1825 (Orthoptera: Tettigoniidae: Bradyporinae). **Zootaxa**, 4272 (4):491–528.
- Ünal, M. 2018. Tettigoniinae (Orthoptera: Tettigoniidae) from Turkey with key to genera and descriptions of six new species. **Zootaxa**, 4432 (1): 001–066.
- Walker, T.J. 1964. Cryptic species among sound-producing Ensiferan Orthoptera (Gryllidae and Tettigoniidae). **Quarterly Review of Biology**, 39: 345–355.
- Weidner, H. 1969. Beiträge zur Kenntnis der Feldheuschrecken (Caelifera) Anatoliens. **Mitteilungen aus dem Zoology Museum of Berlin**, 66: 145–226.
- Zhantiev, R., Korsunovskaya, O., Benediktov, A. 2017. Acoustic signals of the bush-crickets *Isophya* (Orthoptera: Phaneropteridae) from Eastern Europe, Caucasus and adjacent territories. **European Journal of Entomology**, 114: 301–311.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Cahit AVCI

Doğum Yeri ve Tarihi :

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Akdeniz Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi,
Biyoloji Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Hakkari Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,
Biyoloji Anabilim Dalı

Yabancı Diller : İngilizce

İLETİŞİM

E-Posta Adresi :