

**ERZURUM İLİ GEOMETRIDAE (LEPIDOPTERA)
TÜRLERİNİN DNA BARKODLAMA
YÖNTEMİYLE KARAKTERİZASYONU**

Murat SERDAR

**Yüksek Lisans Tezi
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı
Yrd. Doç. Dr. Coşkun GÜÇLÜ
2014
Her Hakkı Saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

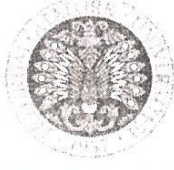
**ERZURUM İLİ GEOMETRIDAE (LEPIDOPTERA) TÜRLERİNİN
DNA BARKODLAMA YÖNTEMİYLE KARAKTERİZASYONU**

Murat SERDAR

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

**ERZURUM
2014**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

ERZURUM İLİ GEOMETRIDAE (*lepidoptera*) TÜRLERİNİN DNA BARKODLAMA
YÖNTEMİYLE KARAKTERİZASYONU

Yrd. Doç. Dr. Coşkun GÜÇLÜ danışmanlığında, Murat SERDAR tarafından hazırlanan bu çalışma 22 /01/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği/ (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr.Erol YILDIRIM.

İmza :

Üye : Prof.Dr.Sezai ERCİŞLİ

İmza :

Üye : Yrd.Doç.Dr.Coşkun GÜÇLÜ.

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirislerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ERZURUM İLİ GEOMETRIDAE (LEPIDOPTERA) TÜRLERİNİN DNA BARKODLAMA YÖNTEMİYLE KARAKTERİZASYONU

Murat SERDAR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Coşkun GÜÇLÜ

Bu çalışmada, Erzurum'un değişik yörelerinden 2012-2013 yıllarında toplanan Ennominae ve Larentiinae (Lepidoptera: Geometridae) örnekleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, Erzurum'dan Geometridae familyasının Ennominae ve Larentiinae altfamilyalarına ait 17 cinse bağlı 24 tür tespit edilmiştir. Bu türlerden, *Aspitates (Napuca) forbesi* (Munroe 1963), *Crocallis boisduvaliaria* (H. Lucas 1849), *Nebula nebulata* (Treitschke 1828), *Aplocera praeformata* (Hübner 1826) ve *Euphyia mesembrina* (Rebel 1927) Türkiye faunası için yeni kayıttır. Saptanan türlerin DNA barkodları ve nükleotit pozisyonları belirlenmiştir. Bunlara ek olarak incelenen türlerin, Türkiye ve dünyadaki dağılışları, konukçuları ve toplanma yerleri ile ilgili etiket bilgileri verilmiştir.

2014, 61 sayfa

Anahtar Kelimeler: Lepidoptera, Geometridae, Ennominae ve Larentiinae, Erzurum, Fauna, Barcoding

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF THE SPECIES OF GEOMETRIDAE (LEPIDOPTERA) IN ERZURUM WITH DNA BARCODING METHOD

Murat SERDAR

Ataturk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Coşkun Güçlü

This study is based upon material of the subfamily Ennominae and Larentiinae collected at a series of localities in Erzurum between 2012 and 2013. A total of 24 species from 17 genera belonging to two subfamilies, Ennominae and Larentiinae of the family Geometridae have been recorded from Erzurum. The species *Aspitates (Napuca) forbesi* (Munroe 1963), *Crocallis boisduvaliaria* (H. Lucas 1849), *Nebula nebulata* (Treitschke 1828), *Aplocera praeformata* (Hübner 1826) and *Euphyia mesembrina* (Rebel 1927) are new record for the Turkish fauna. All taxa are determined to DNA barcoding and nucleotide compositions. In addition, distributions in Turkey and on the world, the host and collection for each species investigated were given.

2014, 61 pages

Keywords: Lepidoptera, Geometridae, Ennominae ve Larentiinae, Erzurum, Fauna, Barcoding

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca beni yönlendiren, tüm kişisel çalışma ve olanaklarından faydalandığım ve her türlü destek ve ilgiyi benden esirgemeyen değerli tez hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Coşkun Güçlü'ye, Geometridae türlerinin klasik teşhislerini yapan Hollandalı bilim adamı Sayın Dr. Robin VAN'e, tezin okunup, düzeltmelerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Erol Yıldırım ve Sayın Prof. Dr. Sezai Ercişli'ye çalışmalarına maddi destek sağlayan Atatürk Üniversitesi Araştırma Fon Saymanlığına Çalışmamın her aşamasında her türlü destek ve yardımı esirgemeyen Türkiye Yol İş Sendikası 2 Nolu Erzurum Şube başkanı Sayın Kıyas Daşkaya, Şube Genel sekreteri Sayın Recai Kaya, Şube Mali Sekreteri Sayın Aydın Öcalan'a, göstermiş olduğu anlayış ve manevi desteğinden dolayı eşim Kadriye Serdar'a teşekkürü bir borç bilirim.

Murat SERDAR

Ocak 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
2.1. Geometridae Familyasının Sistematikteki Yeri ve Genel Morfolojisi.....	11
2.1.1. Geometridae familyasının morfolojik özellikleri.....	11
2.1.1.a. Kanat.....	12
2.1.1.b. Bacak.....	15
2.1.1.c. Abdomen.....	15
2.1.1.d. Yumurta.....	16
2.1.1.e. Larva.....	16
2.1.1.f. Pupa.....	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1. Örneklerin Toplanması.....	18
3.2. Geometridae Familyası Moleküler Tanısı.....	18
3.3. Lysis.....	19
3.4. DNA extraction.....	19
3.5. PCR.....	19
3.6. Gel Image (Jele Yükleme).....	20
3.7. Sekans.....	21
3.8. DNA Gen Dizilimi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	22
4.1. <i>Altfamilya: ENNOMINAE</i>	25
4.1.1. Cins: <i>Aspitates</i>	25
4.1.1.a. <i>Aspitates (Napuca) forbesi</i>	25
4.1.1.b. <i>Aspitates ochrearia</i>	26

4.1.2. Cins: <i>Biston</i>	28
4.1.2.a. <i>Biston strataria</i>	28
4.1.3. Cins: <i>Charissa</i>	29
4.1.3.a. <i>Charissa variegata</i>	29
4.1.4. Cins: <i>Chiasmia</i>	31
4.1.4.a. <i>Chiasmia clathrata</i>).....	31
4.1.4.b. <i>Chiasmia syriacaria</i>	32
4.1.5. Cins: <i>Colotois</i>	33
4.1.5.a. <i>Colotoispennaria</i>	33
4.1.6. Cins: <i>Crocallis</i>	35
4.1.6.a. <i>Crocallis boisduvaliaria</i>	35
4.1.6.b. <i>Crocallis tusciaria</i>	36
4.1.7. Cins: <i>Dasycorsa</i>	37
4.1.7.a. <i>Dasycorsa modesta</i>	37
4.2. Alt Familya: LARENTIINAE	39
4.2.1. Cins: <i>Nebula</i>	39
4.2.1.a. <i>Nebula salicata</i>	39
4.2.1.2. <i>Nebula nebulata</i>	40
4.2.2. Cins: <i>Aplocera</i>	41
4.2.2.a. <i>Aplocera annexata</i>	41
4.2.2.b. <i>Aplocera praeformata</i>	43
4.2.3. Cins: <i>Camptogramma</i>	44
4.2.3.a. <i>Camptogramma bilineata</i>	44
4.2.4. Cins: <i>Cosmorhoe</i>	45
4.2.4.a. <i>Cosmorhoe ocellata</i>	45
4.2.5. Cins: <i>Costaconvexa</i>	46
4.2.5.a. <i>Costaconvexa polygrammata</i>	46
4.2.6. Cins: <i>Epirrita</i>	47
4.2.6.a. <i>Epirrita dilutata</i>	47
4.2.7. Cins: <i>Epirrhoe</i>	48
4.2.7.a. <i>Epirrhoe galiata</i>	48
4.2.8. Cins: <i>Eulithis</i> Hübner 1821	50

4.2.8.a. <i>Eulithis pyraliata</i>	50
4.2.9. Cins: <i>Euphyia</i>	51
4.2.9.a. <i>Euphyia frustata</i>	51
4.2.9.b. <i>Euphyia mesembrina</i>	52
4.2.10. Cins: <i>Eupithecia</i>	53
4.2.10.a. <i>Eupithecia breviculata</i>	53
4.2.10.b. <i>Eupithecia centaureata</i>	54
5. SONUÇ	56
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Geometridae familyasında kanat yapısı.....	13
Şekil 2.2. Geometridae Familyasında erkek ve dişi de frenulum ve retinaculum	13
Şekil 2.3. Geometridae Familyasında Kanatların Duruş Formları	14
Şekil 2.4. <i>Agriopsis bajaran</i> a) Erkek birey b) Dişi birey	15
Şekil 2.5. Geometridae Larva	17
Şekil 3.1. Türlerle ait jel fotoğraf örnekleri	21
Şekil 4.1. Ennominae ve Larentiinae altfamilyalarına mensup elde edilen türlerin soyağacı.....	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Türlerin Nükleotit Pozisyonları	24
Çizelge 4.2. Türlerin 1.,2.,3. Bölgelerdeki A+T oranları	25

1. GİRİŞ

Böcek türlerinin belirlenmesi noktasında taksonomi ve sistematik çalışan bilim adamlarının sayısı her geçen gün azalmakta her hangi bir taksonomik grupta konuya ömürlerini veren bilim insanları yine de grupların tamamını teşhis edebilecek bilgi ve döküman birikimine çoğu zaman sahip olamamaktadırlar. Daha kötüsü bu insanlar bir şekilde görevlerinden ayrıldıklarında uzmanlık alanları ile ilgili bütün birikimleri de kendileri ile birlikte gitmektedir. Aynı zamanda, klasik sınıflandırmada tarih boyunca kişisel yanlgı neticesinde sayısız hatalar yapılmış, bu hatalar zincirleme olarak türler ile ilgili biyolojik ve zirai çalışmaları da olumsuz yönde etkilemiştir. Nitekim bugün pek çok tür hatalı teşhisler yüzünden sinonim haline getirilmiş ve uzun sinonim listeleri oluşmuştur.

Bu çalışma, Geometridae Familyası (Lepidoptera) türlerinin DNA Barcoding metodu ile belirlenmesi amacı ile Erzurum'un Merkez, Aşkale, Horasan, Ilıca, İspir, Oltu, Olur, Uzundere, Pasinler, Şenkaya ve Tortum ilçelerinden toplanan örnekler üzerinde yürütülmüştür. Klasik sistematik yöntemle belirlenen türler aynı zamanda moleküler sistematik metotlarla desteklenmiştir. Önemli tarım ve orman zararlılarını içeren Geometridae familyasına ait türlerin doğru teşhislerinin yapılması önem arz etmektedir. Geometridlerin teşhislerinde tarih boyunca kişisel yanlgı neticesinde sayısız hatalar yapılmış bu hatalar zincirleme olarak türler ile ilgili biyolojik ve zirai çalışmaları da olumsuz yönde etkilemiştir. Nitekim bugün pek çok tür yanlış teşhisler yüzünden sinonim hale gelmiştir. Ayrıca, ikiz türlerin ve cinsel dimorfizm gösteren pek çok türün klasik sistematik metodu ile birbirinden ayrılmasının neredeyse imkânsız olması, son zamanlarda tür teşhisinde moleküler sistematigi ve buna bağlı olarak da genetik materyallerin kullanımını ön plana çıkarmıştır (Bisby *et al.* 2002; Godfray 2002; Besansky *et al.* 2003; Lipscomb *et al.* 2003; Mallet and Willmott 2003; Seberg *et al.* 2003; Tautz *et al.* 2003).

Çalışmanın hedeflediği bir diğer önemli konu da moleküler olarak tanımlanmış türler için bir dijital kütüphane oluşturma ve elde edilen nükleik asitlerin en iyi şekilde

saklanması ve korunmasıdır. Bu çalışma ile elde edilen sonuçlarla, ülkemizde Geometridae familyası ile ilgili olarak önemli veriler hedeflenmektedir. Çalışmada kullanılan DNA barcoding yöntemiyle belirlenen geometrid türlerinin gösterdikleri varyasyonlar kendi aralarındaki akrabalık ilişkilerini ortaya koymuştur. Biyoçeşitlilik bakımından eşsiz bir doğaya sahip olan çalışma alanından elde edilen sonuçlar konu ile ilgili yapılacak çalışmalara literatür olarak da ışık tutabilecektir.

Çalışma ile elde edilen sonuçlar, Erzurum'da tarım alanları ve ormanlarda önemli zararlara sebep olan Geometridae familyası türlerinin belirlenmesi ile ilgili önemli kaynak bilgiler oluşturmuştur. Ayrıca ülkemizde ve dünyada oldukça yeni bir metotla yapılan bu çalışma bilgi birikimi ve genç araştırmacıların yetişmesine ciddi katkı sağlayacağı gibi, elde edilecek sonuçlar önemli bilimsel dergilerde yayımlanarak bilim dünyasında ülkemizin etkinliğinin artırılmasını sağlayacaktır. Dünya için yeni olan bir tekniğin kısa sürede ülke bilimine kazandırılması ve ülkemizde değişik canlı gruplarına ait kütüphanelerin oluşturulması mümkün olacaktır. Ülkemizde çeşitli böcek grupları üzerinde sistematik çalışmalar yapan araştırmacılarla müşterek çalışmalar yapılarak ilk kez bir canlı gen veri tabanı oluşturulacaktır. Ayrıca, konu ile ilgili önemli çalışmalar yapan üniversite ve enstitüler ile moleküler sistematik konusunda bir entegrasyon sağlanmış olacaktır. Moleküler yöntemlerle teşhislerin gerçekleştirilmesi ve gerekli kütüphanelerin oluşturulması durumunda insanlar canlı teşhisleri konusunda kendilerini yetiştirmek için uzun yıllar emek ve zaman harcamak zorunda kalmayacaklar ve teşhis etmek istedikleri canlıların DNA sekansını bir bilgisayara girerek teşhisi kolayca gerçekleştirebileceklerdir.

Lepidoptera takımı tür sayısı bakımından Coleoptera ve Diptera takımlarından sonra 158,570 tür sayısı ile böcekler arasında üçüncü sırada yer almaktadır (Zhang 2013). Türkiye'de Lepidoptera takımına ait ilk çalışma 1845 yılında Zeller ile başlamıştır. Ülkemiz, Lepidoptera faunası için oldukça zengin olup neredeyse Avrupada bulunan türlerin yarısına sahiptir (Koçak ve Kemal 2004). Lepidoptera takımı içerisinde Geometridae familyası tür sayısı bakımından üçüncü büyük familyadır. Geometridae familyasına ait dünyada 12.000, Paleartik bölgede 3000 (Okyar 1995) ve Avrupa da ise

900'den fazla tür bulunmaktadır (Hausmann 2001). Geometridae familyası ile ilgili Türkiyede yapılan çalışmalarda 595 tür tespit edilmiştir (Koçak ve Kemal 2004). Topoğrafik yapısı ve tür çeşitliliği yönünden ülkemiz kelebek faunası açısından zengin çeşitliliğe sahiptir.

Geometridae familyasını Staundinger and Rebel (1901), Brepinae, Hemitheinae, Oenochrominae, Larentiinae ve Acidaliinae şeklinde 5 alt familya ayırarak düzenlemişlerdir. Yakın zamanda Mc Guffin (1981) ise Hemitheinae alt familyasını Sterrhinae şeklinde değiştirmiştir. Günümüzde de geçerliliğini sürdüren familyanın son dizaynı Scoble (1999) tarafından Alsophilinae, Archiearinae, Ennominae, Desmobaethinae, Geometrinae, Larentiinae, Oenochrominae, Orthostixinae ve Sterrhinae olmak üzere 9 alt familyaya ayrılarak yapılmıştır.

Geometridae familyasında kelebekler silindirik vücutlu, narin yapılı ve küçük böceklerdir. Kanatlar geniş ve kanat desenleri renkli dalgalı bantlar halindedir (Doğanlar 2003). Ergin bireylerin tipik davranışı zikzak çizerek uçmalarıdır. Bu şekilde tabiatta kolayca bulunabilirler (Özdemir 2007). Genel olarak gece aktif olmakla birlikte gündüz aktif olan türleri de bulunmaktadır. Erginler, beslenmez veya çiçek nektarıyla beslenirken, larvalar bitki zararlısıdır. Bazı türler tarımsal ürünlerde ekonomik zararlara neden olabilirler. Geometridae familyasının larvaları neredeyse her türlü bitki ile beslenmektedirler. Yapracağını döken ya da dökmeyen orman ağaçları, sert ve yumuşak çekirdekli ve sert kabuklu meyve ağaçları birçok kültür bitkisi ve yabancı otların yanı sıra meşe, gürgen, fındık, söğüt, karaağaç, kızılbaş, akbaş ve çam olmak üzere çok yıllık bitkiler gibi geniş bir konukçu dizisine sahiptir (Healt 1983; Toros 1992; Okyar 1995; Çanakçıoğlu ve Mol 1998; Doğanlar 2003).

Palearktik bölgede yayılış gösteren birçok Geometridae türü nocturnal'dır. Genel olarak uçuşmalar alacakaranlıkta başlar ve gece boyunca devam eder. Bunun yanı sıra bazı türler (*Abraxas grossulariata* Linnaeus, *Crocallis einguaria* Linnaeus ve *Eulithid pyrliata* Denis & Schiffermüller) gece yarısından sonra aktiftirler. Bazı türler ise diurnal'dır. Bu türlerin bulunduğu cinsler *Archiearis*, *Heliothea*, *Ematugra* ve

Bichroma'dır. Bazı türler, *Rheumaptera undulata* Linnaeus, *Odezia atrata* Linnaeus ve *Chiasmia clathrata* Linnaeus ise hem gündüz hem de gece aktiftir. Ayrıca bazı türler *Entephria caesiata* Denis and Schiffermüller ise buldukları Avrupa ülkesine göre nocturnal ya da diurnal olarak aktiflik gösterebilmektedir (Hausmann 2001). Gece aktif olan çoğu Geometridae türü ışığa yönelme davranışı gösterir. Işığa yönelme davranışına gece çevre sıcaklığının da etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bazı türlerde dişiler kanatsızdır ışığa sadece erkek bireyler yönelmektedir.

Geometridae türleri genelde kuvvetli uçucu değildir. Ancak bazı göç eden türler (*Cyclophora pupillaria* Hübner, *R. sacraria* ve *Orthonama obslipala* F.) uzun mesafeler uçabilmektedir. Bu kelebeklerin genel habitatları 0-2000 m arasında olmasına rağmen bazı türler (*C. pupillaria*) 3200 m yükseklikte ki lokalitelerden toplanmıştır (Mazzucco 1966; Hausmann 2001).

Geometridae türleri çeşitli hayat da kalma stratejilerine sahiptirler. Sahip oldukları bu mekanizmalarla ortama kolayca uyum sağlarlar. Larvalar renk ve üzerindeki desenlerle tatsız ve yenilmeyen bir görünüm arz etmekte böylelikle kuşlar tarafından pek tercih edilmezler. Ayrıca bazı türlerin larvaları dal, yaprak gibi bitki parçalarına tamamen benzeyerek doğal düşmanlarından saklanabilmektedir. Erginler ise kanatlarında bulunan renkler ve desenler sayesinde avcı kuşlar tarafından tercih edilmezler.

Erginlerin davranış özelliklerinden kanatların vücut üzerinde tutulması üç farklı şekilde olur. Bunlar; 1.- Paniform: Kanatlar vücut üzerinde düz bir şekildedir. Ön kanatların costal kenarlarının vücut eksenine dik bir vaziyette tutulur familyanın birçok türünde görülen karakteristik dinlenme pozisyonudur. 2- Veliform: Dinlenme pozisyonunda gündüz kelebeklerinde olduğu gibi kanatlar üstte vücuda dikey şekilde tutulur. 3- Tectiform: Kanatlar Noctuidae familyasında olduğu gibi vücudun üzerinde çatı şeklinde tutulur (Özdemir 2007).

Geometridae familyası, Lepidoptera takımının Dtrysia alttakımının Geometroidea üst familyasına mensuptur (Kloet and Hincks 1972). Staudinger ve Rebel (1901),

Geometridae familyasını Brephinae, Oenochrominae, Hemitheinae, Larentiinae, Acidaliinae ve Geometrinae olmak üzere 5 alt familyaya ayırmış, daha sonra McGuffisn (1981) Hemitheinae alt familyasını Sterrhinae olarak değiştirmiştir. Scoble (1999) Geometridae familyasını Alsophilinae, Archiearinae, Ennominae, Desmobathrinae, Geometrinae, Larentiinae, Oenochrominae, Orthostixinae ve Sterrhinae alt familyaları şeklinde vemiştir. Son olarak, Geometridae familyasını Hausman (2004), Sterrhinae, Geometrinae, Archiearinae, Oenochrominae ve Desmobathrinae olmak üzere 5 alt familya olarak dizayn etmiştir.

Bu familyaya ait kelebekler çoğunlukla narin, küçük, silindirik vücutludurlar. Kanatlar genellikle geniş ve üzerinde dalgalı bantlar bulundurlar. Çoğunlukla erkek ve dişi kelebeklerin renkleri birbirinden farklıdır. Bazı türlerde dişiler kanatsızdır. Kelebekler çoğunlukla gece uçarlar ve ışığa yönelirler. Geometridae familyasını diğer familyalardan ayıran en önemli özellik arka kanatta subcostanın oluşturduğu taban bölümündeki büküntü, bu büküntünün hümeral damar ile birleşmesi ve birinci abdomen segmentinin sternumunda typanal organlar içinde ansaların bulunmasıdır. Geometridae larvaları uzun silindir vücutlu ve çıplak tırtıllar olup üç çift thoraks bacaklarından başka abdomenin A7. ve A10- segmentlerinde yalancı bacaklar bulunur. Çoğu rahatsız edildiklerinde abdomende bulunan bacakları üzerine durup hareketsiz kalır ve kendilerini küçük dallara benzetirler.

Geometridae familyası meşe, gürgen, fındık, kayın, söğüt, karaağaç, kızılbaş, akbaş ve çam gibi yaprağın döken ve dökmeyen orman ağaçları, yumuşak ve sert çekirdekli meyve ağaçları birçok kültür bitkisi ve yabancı otlar gibi çok geniş bir konukçu dizisine sahiptir ve bu konukçular üzerinde ekonomik olarak oldukça önemli zararlı türleri içerir (Heath 1983; Toros 1992; Okyar 1995; Çanakçıoğlu ve Mol 1998).

Bir ülkenin doğal biyolojik kaynaklarının dolayısıyla böcek faunasının ortaya çıkarılması, bu konuda yapılacak tarımsal çalışmalarda önemli temel veriler oluşturacaktır. Bu çalışmayla, Erzurum ilinde Geometridae türleri hem klasik hemde moleküler teşhis yöntemleri kullanılarak yayılış alanları ve bu alanların yükseklik ve

koordinatları tesbit edilmiş ve bu bilgiler ile hem sistematik hem de ekonomik açıdan oldukça önemli bir yere sahip olan bu familya hakkında daha sonra yapılacak çalışmalar için bir kaynak oluşturulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Palaerktik bölgede Geometridae familyası ile ilgili bazı önemli sistematik ve faunistik çalışmaların yapıldığı dikkati çekmektedir. Bunlar; Lajos (1907), Macaristan'da 231 geometrid türü tespit etmiştir. Pierce (1914), Lepidoptera takımının erginlerinin teşhisinde ilk olarak genital organ morfolojisini kullanan kişidir. Yaptığı bu çalışmada 115 cinse ait 348 geometrid türünün genital organından yararlanılarak teşhislerini yapmıştır. Seitz (1915) Palearktik bölgede Geometridae familyasını revize ederek 168 cinse bağlı 403 tür vermiştir. Wiltshire (1957), Irak lepidopter faunası üzerinde yaptığı çalışmada Lepidoptera takımına mensup tür sayısının 557 olduğunu ve bunların içerisinde 96'sının Geometridae familyasına ait olduğunu belirlemiştir. Dewey (1972), Güney Doğu Montana'da çam ormanlarında zararlı olan *Phaeoura mexicanaria* (Lepidoptera: Geometridae)'nın biyolojisi hakkında bilgiler vermiştir. Yunanistan'da yapılan bir çalışmada, 39 geometrid türü belirlenerek teşhis anahtarı hazırlanmıştır (Koutsafikis 1973). Agenjo (1974), İspanya'da bulunan Geometridae türlerinden Ennominae, Larentinae ve Sterrhinae alt familyalarına giren 20 türün tanımını yaparak yayılışlarını vermiştir. Borror *et al.* (1976), Lepidoptera takımının familya teşhis anahtarını hazırlayarak Geometridae familyasının genel özelliklerini açıklamışlardır. Andras (1980), Geometridae familyasının alt familya teşhis anahtarını hazırlayarak, Ennominae alt familyasına ait cins teşhis anahtarını vermişlerdir. McGuffin (1981), Geometridae familyasını Ennominae, Oenochrominae, Larentiinae, Brevipalpinae, Geometrinae ve Sterrhinae olmak üzere 6 alt familyaya ayırmış, ergin, larva ve pupalarına göre alt familya teşhis anahtarını vermiş ve Kanada'da 16 cinse giren 41 türün larva, pupa ve ergin özelliklerini açıklamıştır. Salkeld (1983), Kanada'da bulunan bazı geometrid türlerinin yumurtaları üzerinde araştırmalar yaparak yumurta morfolojisini sınıflandırmada kullanmıştır. Marini ve Trentini (1986), Kuzey İtalya'nın Lepidoptera faunası içerisinde 179 geometrid türünü saptamışlar ve bunların yayılış alanlarını belirlemişlerdir. Skou (1986), Kuzey Avrupa ülkelerindeki geometrid türlerinin belirlenmesine ciddi katkılar sağlamıştır. Orta Avrupa'da yapılan çalışmalarda ise Geometridae familyasına mensup 350 tür verilmiştir. Culot (1987), Avrupa'da bulunan geometrid türleri hakkında ayrı ayrı açıklamalar yapmış ve tüm türlerin ergin

resimlerini vermiştir. Bolte (1990), Kanada’da bulunan Geometridae familyasının Larentiinae alt familyasına giren *Eupithecia* cinsini yeniden gözden geçirmiş, 62 türün erkek ve dişi özelliklerine göre ayrı ayrı teşhis anahtarlarını hazırlamış, yayılış alanları, konukçuları ve morfolojilerini açıklamıştır. Leraut (1992), Lepidoptera familyasının yaşam yerleri ve habitatları hakkında genel bilgiler vermiştir, Patocka (1994), Orta Avrupa’daki Cyclophorini tribesine giren türler için pupa karakterlerini açıklamış ve bu karakterleri kullanarak teşhis anahtarı hazırlamıştır. Gaston *et al.* (1995), 1750 yılından günümüze kadar Geometridae familyası üzerinde yapılan tür tanımlarını yeniden gözden geçirmiş, Geometridae familyasının Noctuidae ve Pyralidae familyasından sonra 3. büyük familya olduğunu açıklamışlardır. Hausmann (1995), Kıbrıs’ın geometrid faunasının belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmada, 103 tür tespit etmiş ve 11 türü bu bölge için yeni kayıt olarak belirlemiştir. Kim ve Shin (1996), Kore’de bulunan kış geometridlerinden Alsophilinae alt familyasına giren 2 cinse ait 8 tür, Larentiinae alt familyasına giren 1 cinse ait 2 tür, Ennominae alt familyasına giren 7 cinse ait 10 türün cins ve tür teşhis anahtarlarını hazırlamış, ergin morfolojilerini ve genital organ yapılarını açıklamıştır. Pitkin (1996), Neotropikal Geometrinae alt familyasının revizyonunu yapmış, kelebeklerin dış morfolojik özellikleri ve genital yapılarını esas alarak 38 cinse ait 506 türü ve alt türün tip türlerini vermiştir. Reichholf-Riehm (1996), Avrupa’da bulunan kelebekleri içeren el kitabında 71 geometrid türünün ergin özellikleri, yayılış alanları ve konukçularını açıklamıştır. Choi (1997), Geometridae familyasının Larentiinae alt familyasına giren Holarctic ve Hint-Avustralya bölgelerindeki Cidariini tribesinin cinsleri üzerinde filogenetik çalışmalar yapmıştır. Porter (1997), Geometridae familyasının türlerinin larvaları hakkında genel bilgiler vererek, larvaların genel morfolojisini açıklamıştır. Skinner (1998), gece kelebeklerinin ergin ve larvaları hakkında sistematik bilgiler vermiştir. Choi (1999), Güneydoğu Asya’da Geometridae familyasının Larentiinae alt familyasına giren Cidariini tribesi içinden *Diathera* cinsini tanımlayarak bu cinse ait 3 yeni türün (*fluctuata*, *metacolorata*, *brunneata*) tanımlarını yapmıştır. Buszko (2000), Polonya’da bulunan Thyatiridae, Drepanidae ve Geometridae familyasına giren türlerin ergin karakterleri, yayılışları ve konukçuları hakkında açıklamalar yapmış, erkek ve dişiye ait genel genital organ çizimi ve tüm türlerin ergin fotoğraflarını vermiştir. Hausmann (2001), Geometridae familyası türlerinin sistematigi, ekolojisi, biyolojisi, morfolojisi ve tüm özellikleri hakkında geniş bilgiler

vermiş, Avrupa’da bulunan Geometridae familyasına bağlı Alsophilinae, Archiearinae, Desmobathrinae, Geometrinae ve Orthostixinae alt familyalarına giren türlerin ergin morfolojik karakterlerini vermiştir.

Ülkemizde Geometridae familyası ile ilgili yapılan çalışmalar ise şunlardır. Lederer (1865), Anadolu’da yapmış olduğu çalışmada 40 geometrid türü belirlemiştir. Mathew (1881), 1878 yılında Gelibolu ve çevresinde yaptığı turistik gezide 20 geometrid türü belirlemiştir. Wehrli (1934), Kahramanmaraş ilinde 57 geometrid türü tespit etmiştir. Zukowsky (1941), Sivas ve Akşehir illerinden 37 geometrid türü saptamıştır. Kansu (1963a), Geometridae familyasından 34 tür belirlemiştir. Mol (1973), Marmara ve Ege Bölgesinde Geometridae türleri üzerine yaptığı araştırmada bu bölgelerde 66 geometrid türünün kaydını vermiştir. Seven (1991), Trakya Bölgesi’ndeki yaptığı çalışmada Lepidoptera takımına mensup 40 familyaya bağlı 595 tür tespit etmiştir. Riemis (1994), Türkiye’nin Geometridae familyasının listesini çıkarmış 468 tür listelemiştir. Hausmann (1995), Kıbrıs’ın geometrid faunasını belirlemiş buna göre, 103 tür tespit etmiştir. Okyar (1995), Trakya Bölgesi’nde Geometridae familyasına mensup 115 tür vermiştir. Riemis (1998), Türkiye’den 79 geometrid türünün kaydını vermiştir. Yaprığını döken ve dökmeyen birçok orman ağacı, sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçları ve çok sayıda kültür bitkisini konukçuları olarak saptamıştır. Çanakçıoğlu ve Mol (1998), Orman entomolojisi ders kitabında orman ağaçlarında ekonomik zarara neden olan Geometridae türlerinden, *Amorphagyria mcessaria* Zeil, *Colotois pennaria* L., *Deuteronomas quercaria* Hbn., *Erannis defoliaria* (Cl.), *E. Marginaria* Fabr., *Operophtera brumata* L., *Phigalia pilosaria* Schiff. ’nın tanımını, zarar şeklini ve konukçularını açıklamıştır. Koçak ve Seven (2001), Türkiye’de yaptıkları çalışmada ülkemizde bilinen geometrid türlerinin sayısının 561 olduğunu belirtmişlerdir. Can (2008), Türkiyenin Orta ve Batı Karadeniz bölgelerinde yaptığı çalışmada Geometridae familyasından 59 cinse ait 76 tür tespit etmiştir. Özbek ve Çalmaşur (2010), Türkiye için yeni bir dişbudak zararlısı olan *Abraxas pantaria*(L.) (Geometridae, Lepidoptera)’yı tespit etmişlerdir.

Geometridae familyası ile ilgili olarak yapılan moleküler çalışmalardan bazıları ise şöyledir. Böceklerin sınıflandırılmasında moleküler sistematik kullanımı ilk kez detaylı olarak Berlocher (1984) tarafından ele alınmıştır. Bundan hemen sonra, Polimerase Zincir Reaksiyonu (PCR)'ın keşfedilmesi ile ileri düzeyde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Böcek moleküler sistematigi'nde böceklerin teşhisinde kullanılan temel materyal DNA'dır. Bu anlamda mitokondrial DNA (mtDNA) ve nükleer DNA (rDNA)'nın sequens edilmiş bölgeleri türe spesifik karakterler taşımaktadır. Sınıflandırmada Cytochrome oxidase I (COI), COII, 16S rDNA, 12S rDNA, 18S rDNA ve Elongation factor-1 α (EF-1 α) genleri şu anda belirleyici olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Böcek Moleküler Sistematiginin genel olarak, daha düşük taksonomik seviyelerdeki (tür, alt tür ve tür grupları) ilişkilerin çözülmesinde daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Özellikle tür seviyesinde önemli ölçüde markırların geliştirilmesi, bu başarıyı sağlamıştır. Hausmann *et al.* (2008), Kanarya Adalarında yaptıkları çalışmalarda Geometridae familyasına mensup Sterrhinae alt familyasındaki türlerin yumurta ve larvalarında Mitokondrial DNA kullanarak teşhis yapmışlardır. Waard (2010), Kuzey Amerika'da yaptıkları bir çalışmada *Eupithecia pusillata* (Lepidoptera: Geometridae) erkek ve dişi bireyler arasındaki cinsel farklılıktan kaynaklanan sistematik sorunları DNA Barcoding yöntemiyle çözmüşlerdir. Ounap *et al.* (2008), *Timandra* cinsine ait 43 türün kesin teşhislerini (COI) gen lokasyonunu kullanarak yapmışlardır. Viidalep (2007), *Cleorodes* Warren (1894) cinsinin klasik sistematik problemlerini DNA Barcoding yöntemiyle çözmüşlerdir. Waard *et al.* (2011), Kanada da 400 geometrid türünü Cytochrome oxidase I COI Gen Bölgesini kullanarak sınıflandırmışlardır. Hausmann(2009), Cape Verde Adalarında, *Microloxia* cinsine ait iki yeni türü tanımlayarak bu türleri morfolojik ve moleküler olarak belirlemiştir. Hausmann and Huemer (2011). Bir Kuzey Avrupa türü olan *Acasisappensata* (Eversmann 1842) (Lepidoptera: Geometridae)'yi İtalyada Abruzide tespit ederek bu türün moleküler karakterizasyonunu belirlemiştir. Hausmann *et al.* (2009), DNA Barcoding yöntemini kullanarak *H.tachyhalotariave H.percomptaria* türlerini dünya literatürüne kazandırmışlardır. (Jeremey *et al.*2010),Kuzey Amerika için yeni bir türü, *Eupitheciapusillata* (Lepidoptera: Geometridae), DNA Barcoding yöntemiyle tespit etmişlerdir. De Waart *et al.* (2011),Kanada'da yaptıkları bir çalışmada Columbia eyaletinin Geometridae türlerinin DNA karakterizasyonunu yaparak yeni türler tespit etmişlerdir.

2.1. Geometridae Familyasının Sistematikteki Yeri ve Genel Morfolojisi

2.1.1. Geometridae familyasının morfolojik özellikleri

Geometridae familyasının biyolojik formülü yumurta, larva, pupa ve ergindir. Başkalaşım holometabola'dır. Erginlerin mimetrik aposematik yetenekleri oldukça gelişmiştir. Habitatta dal, yaprak toprak ve kaya gibi yerlerde fark edilmesi oldukça zordur. Erginlerin gün içerisinde aktif oldukları zaman dilimleri türlere göre çeşitlilik göstermektedir. Diurnal türler güneşin batmasına yakın alacakaranlıkta uçuşurken bazı türler için aktif olma zamanı güneş ışığının olmadığı zamanlardır. Nocturnal türler gece aktif olan türlerdir. Bunlarda kendi aralarında erken nocturnal ve geç nocturnal türler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Erken nocturnal türler güneş batımından hemen sonra akşam hava sıcaklığının yüksek olduğu saatlerde ışığa yönelmektedirler. Geç nocturnal türler ise gece hava sıcaklığının hissedilir derecede düşmesi ile birlikte ortaya çıkarlar. Ayrıca gün batımından sonra sabahın ilk ışıklarına kadar bu kelebeklere rastlamak mümkündür. Örneğin *Abraxas grossulariata* Linnaeus, 1758 gece yarısından sonra aktif iken *Odezia atrata* Linnaeus, 1758 ve *Chiasmia clathrata* Linnaeus, 1758 hem gece hemde gündüz aktif olan türlerdir.

Geometridae familyasına giren türler zayıf uçucular olup kendilerine has zikzak çizerek uçmaları ile araştırmacılar tarafından uçarken bile tanınabilir. Geometridae pozitif fotoperiyot gösteren bir familya olduğu için ışık tuzakları ile çok rahatlıkla yakalanabilir. Gece yapılan arazi çalışmalarında daha çok erkek bireylere rastlanmaktadır. Bunun sebebi bazı türlerin dişilerinin kanatsız oluşudur.

Erginler yumurtalarını yumurtadan çıkacak larvaların kolayca beslenebileceği bitkinin dalına sık ve düzgün bir biçimde ya da yaprak altına toplu halde bırakmaktadır. Geometridae larvaları oldukça renkli ve desenlidir. Larvalar thoraksda 3 çift abdomenin 6. ve 9. segmentinde 2 çift olmak üzere toplam 5 çift bacak bulunur. Bu nedenle larva önce thoraks bacakları ile bir yere tutunduktan sonra abdominal bacaklarını thoraks bacaklarının hemen arkasına çekmek suretiyle hareket eder. Bu arşınlayarak yürüme

davranışı yüzünden bu familyaya mensup türlerin larvalarına “mühendis tırtılları” denilmektedir.

Geometridae familyasının türleri için kışlama diyapozu oldukça önemlidir. Kışlamaya genelde pupa döneminde girilmektedir. Ancak bazı türlerde larva döneminde kışlama da görülmektedir. Geometridae familyasının alt familyalarını ayırırken pupaların anal bölgesinde bulunan “Cramaster” yapısı kullanılmaktadır.

Geometridae familyasına ait türler arasında cesamet açısından farklılıklar vardır. Vücut baş, thoraks ve abdomen olmak üzere üç kısımdan oluşur. Başta iyi gelişmiş bir çift göz bulunmaktadır. Bazı türlerde maksillanın galea’sı uzayarak başın alt kısmında saat zembereği gibi kıvrılmış vaziyette bulunmaktadır (Hausmann 2001).

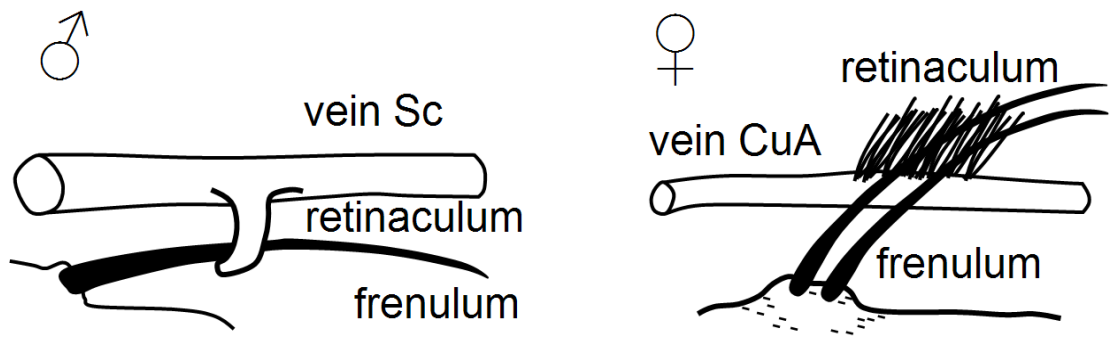
2.1.1.a. Kanat

Geometridae erginlerinin çoğunda kanatlar geniş ve üzeri pullarla kaplıdır (Hausmann 2001). Birçok türde iki çift kanat bulunmasına rağmen bazı türlerin dişi bireylerinde kanatlar körelmiş ya da çok küçük bir şekilde bulunmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Geometridae familyasında kanat yapısı (Anonymous 2013a)

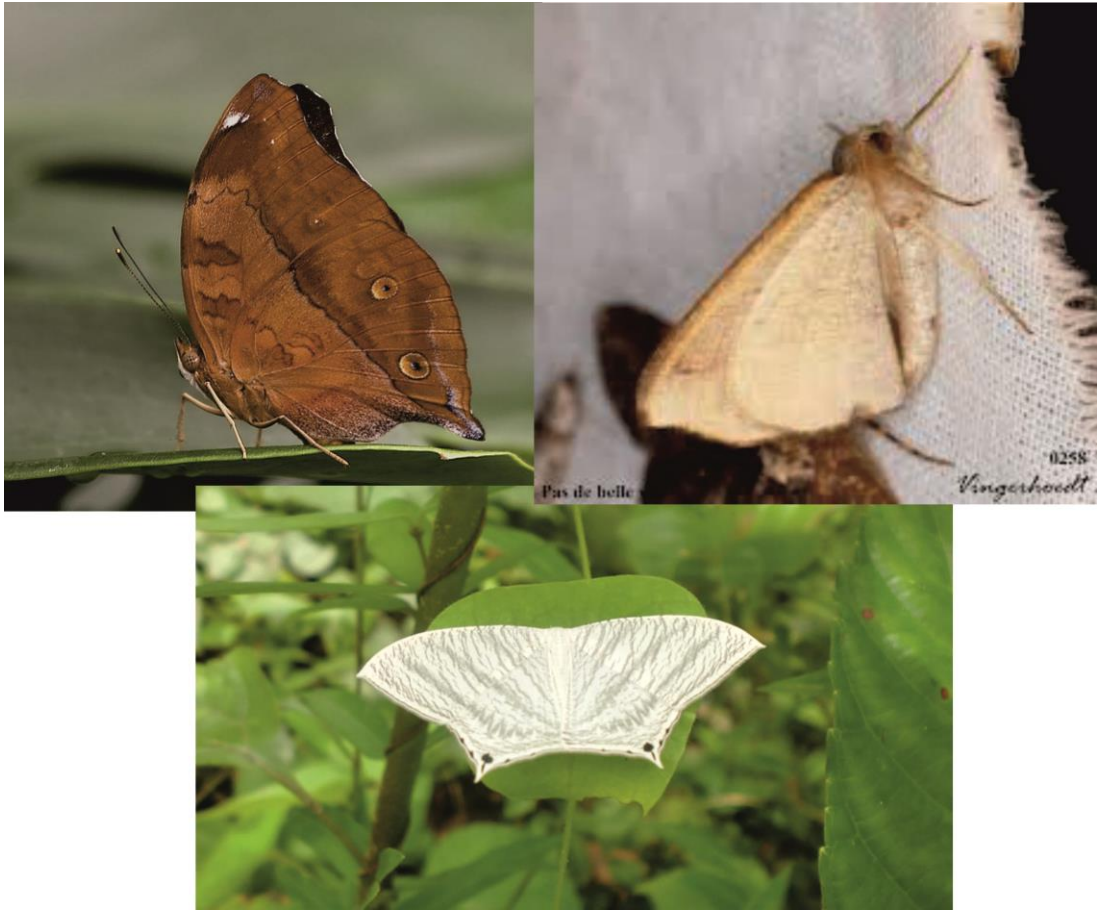
Arka kanatların humeral kısmında frenulum bulunmaktadır. Frenulum ön kanatta subcosta damarında bulunan retinaculum çengeline tutunarak kelebeğin ön ve arka kanadını birbirine bağlar. Erkeklerde frenulum sert bir kıl şeklinde iken dişilerde bu yapı değişken sayıda kıllardan oluşur (Şekil 2.2). Bazı türlerde ise frenulum yapısı bulunmamaktadır (Doğanlar 2003).



Şekil 2.2. Geometridae Familyasında erkek ve dişi de frenulum ve retinaculum

Geometridae familyası erginleri dinlenirken kanatlarını üç değişik formda tutarlar. Bunlar;

- 1- kanatlar vücut üzerinde 180^0 açı ile yere paralel olarak tutulur.
- 2- kanatlar üçgen biçimine getirilerek tutulur.
- 3- vücut üzerinde çatı oluşturacak şekilde tutulur (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Geometridae Familyasında Kanatların Duruş Formları (Anonymous 2013a)

Geometridae familyasına mensup kelebekler cesametleri bakımından orta ve küçük boyda kelebeklerdir. Kanat açıklıkları 0,8 cm'den 6cm'ye kadar çıkabilmektedir. Geometridae familyasına mensup kelebeklerin vücut şekli, türlere ve eşeye göre değişiklik göstermektedir. Bu familyada cinsel dimorfizm çok sık şekilde görülür

Abraxas grossulariata (Linnaeus, 1758) ve *Agriopsis bajaran* (Denis & Schiffermüller, 1775) bunun en tipik örneğidir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. *Agriopsis bajaran* a) Erkek birey b) Dişi birey (Anonymous 2013a)

2.1.1.b. Bacak

Geometridae familyasına mensup böceklerde diğer böceklerden farklı olarak göze çarpan en önemli özellik ön bacaklarda bulunan Epiphysis'dir. Bu spur vasıtasıyla anterler ve proboscis temizlenir (Hausmann 2001).

2.1.1.c. Abdomen

Geometridae familyasında abdomen 10-11 segmentlidir. Erkek bireylerde genital segmentler 8-11'de iken dişilerde 10.-11. segmentlere yerleşmiştir. Abdomenin ventrali iyi sklerize olmuş ve serttir. Bu kısımda pek çok plaka bulunmaktadır. Abdomenin 1-2 segmentinin sternumunda tympanal organ mevcuttur (Hausmann 2001).

2.1.1.d. Yumurta

Geometridae familyası vivipar olarak çoğalır. Biyolojik formülleri yumurta- larva-pupa-ergin (holometabola) şeklindedir. Yumurtalarını toplu halde bıraktıkları gibi tek tek de bırakabilirler Yumurta bırakma yeri olarak genelde yapraklar genç sürgünler nadiren de bitki gövdesi kullanılır. Yumurtanın şekli genelde elips, oval, silindirik ya da disk şeklindedir Yumurtalarda açılmaya yakın şekil ve renk değişimi görülür.

2.1.1.e. Larva

Geometridae familyası larvalarında üç çift thoraks bacağı 2 çift abdomen bacağı olmak üzere toplam 5 çift bacak vardır. Tipik yürüyüşleri ile kolayca tanınırlar. Larvalar arşınlayarak yürüdükleri için Geometridae familyasına mühendis tırtılları denilmektedir. Larvalar 1. dönemden itibaren oburca beslenerek tarımsal açıdan önemli zararlara neden olmaktadır. Larvalar düşmanlarından korunmak için bazen kendilerini dal parçasına benzeterek buralarda hareketsiz bir şekilde uzun süre kalabilmektedirler. Lepidoptera takımının diğer familyalarında A₃ ve A₆ segmentleri üzerinde 4 çift yalancı bacak ve bir çift anal yalancı bacak ise A₁₀ segmentin üzerinde bulunur. Ancak Geometridae familyasında yalancı bacak A₃ ve A₆ segmentlerinde bulunmamaktadır (Hausmann 2011) (Şekil 4.5).



Şekil 2.5. Geometridae Larva (Anonymous 2013a)

2.1.1.f. Pupa

Geometridae familyasının bireylerinde mumya pupa görülür. Pupanın büyüklüğü ve rengi türlere göre farklılık göstermektedir. Pupalara toprakta çatlak ve yarıklarda rastlanır. Pupalar 1-2 hafta içerisinde açılmakta iken bazı pupalar 1 yıl sonra açılır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Örneklerin Toplanması

Çalışmanın materyalini, Erzurum'un Merkez, Aşkale, Horasan, Ilıca, İspir, Oltu, Olur, Uzundere, Pasinler, Şenkaya ve Tortum ilçelerinde doğal alanlardan ışık tuzakları ile toplanan Geometridae familyasına mensup böcek türleri oluşturmaktadır.

Yukarıda belirtilen yerlere, Nisan-Eylül ayları arasında, belirli aralıklarla gidilerek örnek alınmıştır. Erginler, enerjisini bir jeneratörden alan led projektörlerle aydınlatılmış geniş perde yüzeyi (7x3m) ışık tuzakları ile yakalanmıştır. Bunun dışında gündüzleri çiçekli bitkiler üzerinde bulunan kelebekler atrapla toplanmıştır. Toplanan erginler, içerisinde %99 etil alkol bulunan tek kullanımlık tüplere aktarılarak böceklerin toplandığı yerlerin koordinatı, rakımı, habitatu ve diğer bazı özellikleri kaydedilmiştir. Arazide böceklerin habitatları ve kendileri fotoğraflanmıştır.

Laboratuarlarda söz konusu geometrid türleri dışındaki tüm materyaller temizlendikten sonra örnekler DNA izolasyonu için hazır hale getirilmiştir.

3.2. Geometridae Familyası Moleküler Tanısı

Geometridae türlerinin klasik teşhisleri Dr. Robin van Velzen (Biosystematics Group, Wageningen University, Wageningen, Hollanda) tarafından yapılmıştır. Yapılan bu teşhisler "BOLD SYSTEM" tekniğine uygun olarak barkodları çıkarılarak sonuç kısmında her bir türün fotoğrafları üzerinde verilmiştir.

Temel olarak Böceklerin teşhisinde Mitokondrial DNA Cytochrome oxidase I gen lokasyonu kullanılmıştır. Ancak bazı türlerde görülen melezlikten dolayı (COI) ile teşhis yapılamayacağından Internal Transcribed Spacer I (ITS-I) ve Internal Transcribed Spacer II (ITS-II) genom lokasyonlarında kullanılmıştır. Lysis, DNA izolasyonu PCR,

Jele yükleme ve Sekans işlemlerinin tamamında Canadian Centre for DNA Barcoding (CCDB) protokolleri kullanılmıştır (Hajibabaei *et al.* 2005; Ivanova *et al.* 2006)

3.3. Lysis

Lysis işlemi için 5mL Insect Lysis buffer ve 500 µL Proteinase K eklenerek sonra bu karışım içerisinde böcek bacakları (tercihen arka femur, 0,5 mm den küçük böcekler için vücudun tamamı) bulunan platelerin her bir gözüne 50 µL olacak şekilde elektronik ve manuel (monokanal ve multikanal) pipetler yardımı ile aktarılmıştır. Plate etiketlenip materyal kaydı yapılarak 56°C'deki inkubatör içerisinde en az 12-16 saat bekletilmiştir.

3.4. DNA extraction

Lysis edilmiş plateler 1500 devirde 15 saniye santrifüj edilerek sonra her bir plate gözüne multikanal pipet ile 100 µL Binding Max eklenip 1000 devirde 20 sn santrifüj edilmiştir. Plate üzerine Glass Fiber Plate (PALL) konulup her bir göze 150 µL Lysate ilave edilmiştir. Lysate ilave edilmiş plateler 5000 devirde 5 dakika santrifüj edilip daha sonra her bir plate gözüne 180 µL Protein wash buffer eklenerek 5000 devirde 2 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen platelere 750 µL (WB) eklenip 5000 devirde 2 dakika santrifüj edildikten sonra plateler 56°C'de 30 dakika bekletildikten sonra her bir göze 30 µL ddH₂O eklenerek ve 5000 devirde 5 dakika santrifüj edilip DNA plateleri üzerindeki Glass Fiber Plateler kaldırılmıştır. Ayrıca DNA izolasyonunda Qigen kitlerde kullanılmıştır. İzole edilmiş DNA +5°C'de kullanılmak üzere soğutucuda saklanmıştır.

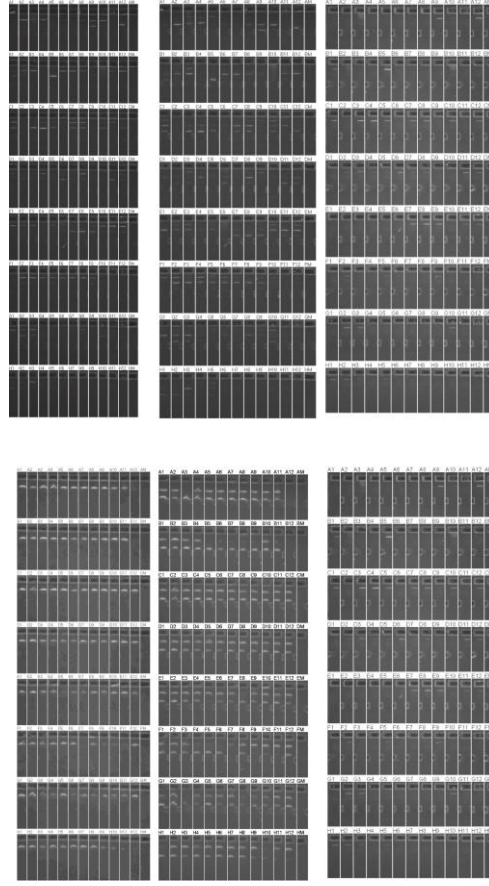
3.5. PCR

(COI) için öncelikli olarak PCR plateleri hazırlanmak için böceklerde genel bir primer olan 10 µm (5'-3') LEPF1 (ATTCAACCAATCATAAAGATATTGG) ve LEPR1 (TAAACTTCTGGATGTCCAAAAAATCA) (Hebert *et al.* 2004a,b) primerları kullanılmıştır. Çalışma esnasında gerek görüldüğünde değişik primerlerde

kullanılmıştır. DNA plate için her iki (LEPF1 ve LEPR1) primer plateleride hazırlanmıştır. Bunun için 10 µm PCR MIX içerisine önce 10 µm LEPF1 den 12,5 µL aktarılıp vortekslenmiştir. Bu karışım bir plate her bir plate gözüne 10,5 µL olacak şekilde multikanal pipet yardımı ile aktarılmıştır. Aynı işlem LEPR1 primeri içinde yapıldıktan sonra hazırlanan plateler 2 µL izole edilmiş DNA materyali konulmuştur. Platelerin ağızları alüminyum tabaka ile kapatılıp ısı makinasında preslenecektir. Bu plateler CO1 Fast Thermocycler (96-13°C) programına uygun olarak bir saat 50 dakika PCR edilecektir. Ayrıca (ITS-I) ve (ITS-II) için Canadian Centre for DNA Barcoding (CCDB) primerleri ve protokolleri kullanılmıştır

3.6. Gel Image (Jele Yükleme)

PCR edilmiş plateler önce 1000 devirde 1 dakika santrifüj edildikten sonra Invitrogen ethidium bromide içerikli agarose jel kasede multikanal pipetle 30 µL ddH₂O yüklendikten sonra amplifiye DNA içeren her bir PCR plate ayrı bir jele 3 µL olarak yüklenerek jeller 4 dakika invitrogen tablada elektroforez edildikten sonra UV görüntüleme sistemine konularak DNA bantları fotoğraflamp kontrol edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Türler için ait jel fotoğraf örnekleri

3.7. Sekans

Seakans işlemleri hizmet alımı yoluyla yapılmıştır.

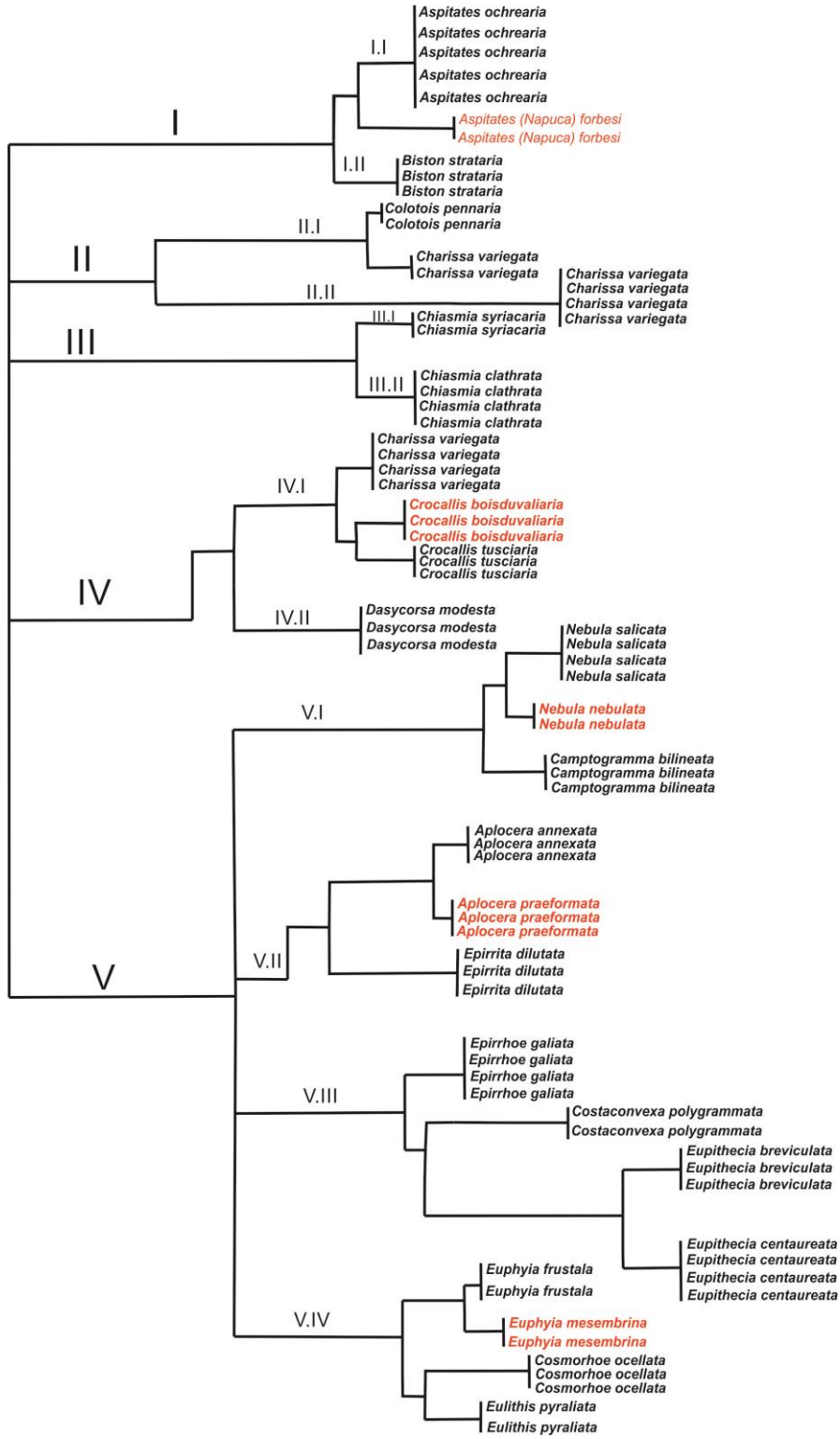
3.8. DNA Gen Dizilimi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Elde edilen Thrace file'ler CodonCode Aligner 3.7.1 programında düzenlendikten sonra Genetik varyasyonlar UPGMA dendogramları "Molecular Evolutionary Genetics Analysis (Mega 5.0)" programı ile görüntülenerek baz dizilimleri fasta file haline getirilip cluster analizler yapılmıştır. Elde edilen dizilimler National Center for Biotechnology Information (NCBI) blast edilip türlerin kontrolü yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, Erzurum ilindeki Geometridae familyasına ait 2 alt familyaya (Ennominae ve Larentiinae) bağlı 17 cinsine ait 24 tür tespit edilmiştir. Bu türlerden *Aspitates (Napuca) forbesi* (Munroe 1963), *Crocallis boisduvaliaria* (H. Lucas 1849), *Nebula nebulata* (Treitschke 1828), *Aplocera praeformata* (Hübner 1826) ve *Euphyia mesembrina* (Rebel 1927) Türkiye faunası için yeni kayıttır.

Çalışma sonucunda 77 bireyin Cytochrome oxidase I gen COI bölgesinde 620-658bp sekansları elde edilerek tanıları yapılmıştır. Ayrıca bu türler için bütün kodon pozisyon oranları belirlenerek tabloda verilmiştir (Tablo 1). Buna göre A+T oranı 1. Bölgede en yüksek olan tür *Costaconvexa polygrammata* (Borkhausen) (%98,8) ve bu bölgede en düşük orana sahip olan tür ise *Biston strataria* (Hufnagel) (%86,2) olarak tespit edilmiştir. 2. Bölgede ise A+T oranı en yüksek olan tür *Nebula salicata* (Hübner) (%69) en düşük tür ise *Epirrita dilutata* (Denis&Schifferrmüller) (%65,9) dir. 3. bölgedeki A+T oranına bakıldığında en yüksek tür *Eulithis pyraliata* (Denis&Schifferrmüller) (%65,2) en düşük olan tür ise *Euphyia mesembrina* (Rebel) (%60,7) dir. Bu üç bölgenin ortalamaları dikkate alındığında en yüksek A+T oranı *Euphyia frustala* (Treitschke) (%76,7), en düşük A+T oranı ise *Euphyia mesembrina* (Rebel) (%72)'dir (Çizelge 4.2). Çalışmada elde edilen sonuçlarda da görüldüğü gibi zayıf hidrojen bağı ile birbirine bağlanan A=T'in yüksek yüzdelerde olması Geometridae familyası türlerinin ayrılmasında Cytochrome oxidase I COI bölgesinin oldukça elverişli olduğunu göstermektedir. Ayrıca sekansı elde edilen türlerin soy ağaçları çıkarılarak tür sınırları belirlenmiştir. Buna göre çalışılan türlerde tür sınırının %1,5-3 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

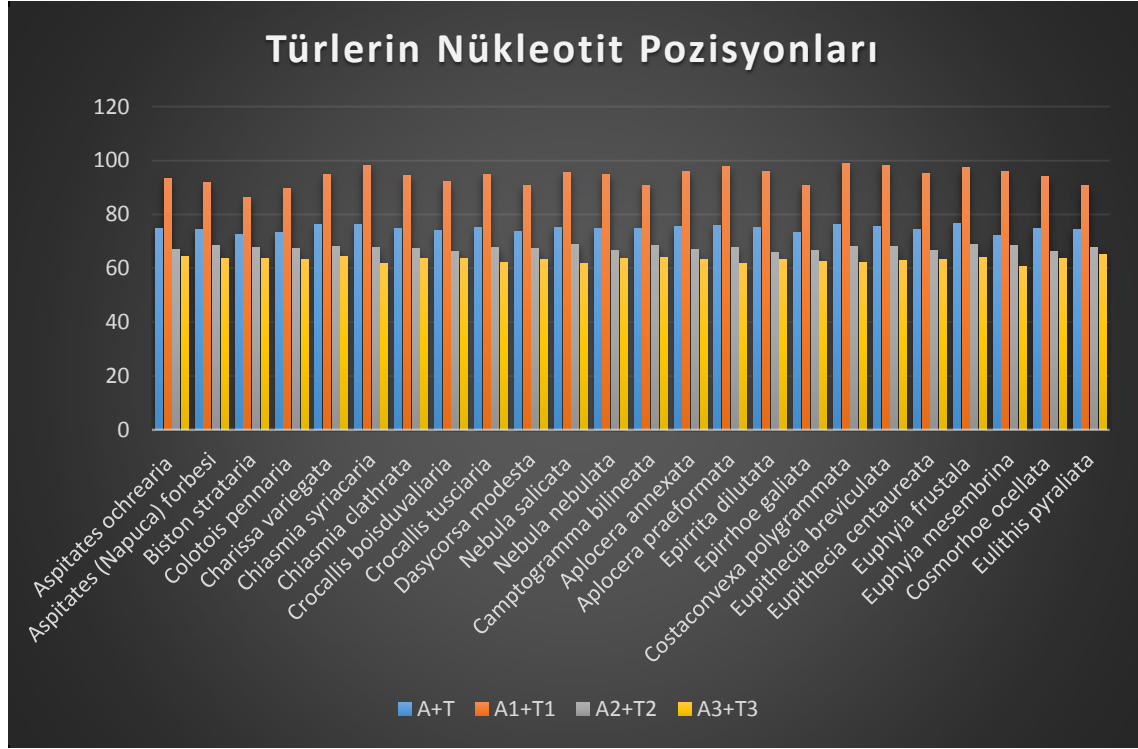


Şekil 4.1. Ennominae ve Larentiinae altfamilyalarına mensup elde edilen türlerin soyağacı

Çizelge 4.1. Türlerin Nükleotit Pozisyonları

Türler	T	C	A	G	Total	T-1	C-1	A-1	G-1	Pos #1	T-2	C-2	A-2	G-2	Pos #2	T-3	C-3	A-3	G-3	Pos #3
<i>Aspitates ochrearia</i>	45,7	10,7	29,1	14,5	647,0	50	1,9	43,5	4,6	216,0	37	10,2	30,1	23,1	216,0	51	20,0	13,5	15,8	215,0
<i>Aspitates (Napuca) forbesi</i>	45,2	11,3	29,2	14,2	653,0	48	3,7	44,0	4,2	216,0	38	9,6	30,3	22,5	218,0	50	20,5	13,7	16,0	219,0
<i>Biston strataria</i>	44,4	9,8	28,2	17,6	655,0	49	,5	37,2	13,3	218,0	34	9,6	33,8	22,4	219,0	50	19,3	13,8	17,0	218,0
<i>Colotois pennaria</i>	44,2	9,9	29,1	16,8	654,0	45	,9	44,3	10,0	219,0	38	9,7	29,5	23,0	217,0	50	19,3	13,3	17,4	218,0
<i>Charissa variegata</i>	45,6	9,5	30,5	14,5	656,0	50	,5	45,0	4,6	218,0	37	8,7	31,1	22,8	219,0	49	19,2	15,5	16,0	219,0
<i>Chiasmia syriacaria</i>	45,3	10,1	30,9	13,7	656,0	53	,0	45,2	1,4	219,0	34	10,0	33,8	21,9	219,0	48	20,2	13,8	17,9	218,0
<i>Chiasmia clathrata</i>	46,0	10,2	28,8	14,9	656,0	51	1,4	43,4	4,6	219,0	38	9,2	29,4	23,9	218,0	50	20,1	13,7	16,4	219,0
<i>Crocallis boisduvaliaria</i>	43,8	12,2	30,3	13,7	656,0	46	5,9	46,1	2,3	219,0	36	10,6	30,3	22,9	218,0	49	20,1	14,6	16,0	219,0
<i>Crocallis tusciaria</i>	45,0	10,1	30,0	14,9	656,0	53	,0	42,0	4,6	219,0	34	10,0	33,8	22,4	219,0	48	20,2	14,2	17,9	218,0
<i>Dasycorsa modesta</i>	44,5	10,8	29,1	15,5	656,0	49	3,7	41,6	5,9	219,0	35	10,0	32,4	22,8	219,0	50	18,8	13,3	17,9	218,0
<i>Nebula salicata</i>	45,1	10,4	30,1	14,5	657,0	51	,9	44,7	3,7	219,0	37	9,6	32,0	21,9	219,0	48	20,5	13,7	17,8	219,0
<i>Nebula nebulata</i>	46,8	10,1	28,0	15,1	656,0	54	,5	40,9	5,0	220,0	37	9,7	29,5	24,0	217,0	50	20,1	13,7	16,4	219,0
<i>Campptogramma bilineata</i>	40,5	12,0	34,1	13,4	657,0	42	5,5	48,9	3,2	219,0	30	11,4	38,4	20,1	219,0	49	19,2	15,1	16,9	219,0
<i>Aplocera annexata</i>	45,7	10,2	29,7	14,5	657,0	49	,5	46,8	3,6	220,0	38	10,0	28,8	23,3	219,0	50	20,2	13,3	16,5	218,0
<i>Aplocera praeformata</i>	46,0	10,2	30,0	13,9	657,0	55	,5	42,7	1,8	220,0	35	10,1	32,6	22,0	218,0	47	20,1	14,6	17,8	219,0
<i>Epirrita dilutata</i>	45,4	10,0	29,7	14,9	657,0	54	1,4	42,0	2,7	219,0	33	9,6	32,9	24,7	219,0	49	19,2	14,2	17,4	219,0
<i>Epirrhoe galiata</i>	44,1	11,7	29,1	15,1	657,0	47	4,1	43,8	5,5	219,0	37	10,5	29,7	23,3	219,0	49	20,5	13,7	16,4	219,0
<i>Costaconvexa polygrammata</i>	46,3	10,0	30,0	13,7	657,0	55	,0	43,8	1,4	219,0	36	10,0	32,0	21,9	219,0	48	20,1	14,2	17,8	219,0
<i>Eupithecia breviculata</i>	45,8	10,0	29,7	14,5	657,0	53	,0	43,2	3,6	220,0	36	10,0	32,0	22,4	219,0	49	20,2	13,8	17,4	218,0
<i>Eupithecia centaureata</i>	44,9	10,8	29,4	14,9	657,0	49	1,8	44,3	5,0	219,0	37	10,0	29,7	23,3	219,0	49	20,5	14,2	16,4	219,0
<i>Euphyia frustala</i>	42,9	9,1	33,8	14,2	657,0	44	,9	53,4	1,4	219,0	36	8,7	32,9	22,8	219,0	49	17,8	15,1	18,3	219,0
<i>Euphyia mesembrina</i>	42,8	9,9	32,4	14,9	657,0	49	,0	47,0	3,7	219,0	32	9,6	36,5	22,4	219,0	47	20,1	13,7	18,7	219,0
<i>Cosmorhoe ocellata</i>	46,3	10,2	28,3	15,2	657,0	52	,9	42,0	5,5	219,0	37	9,6	29,2	23,7	219,0	50	20,1	13,7	16,4	219,0
<i>Eulithis pyraliata</i>	45,2	9,9	29,2	15,7	657,0	50	1,4	40,6	8,2	219,0	35	9,1	32,9	22,8	219,0	51	19,2	14,2	16,0	219,0

Çizelge 4.2. Türlerin 1.,2.,3. Bölgelerdeki A+T oranları



4.1. *Altfamilya*: ENNOMINAE (Duponchel 1845)

4.1.1. Cins: *Aspitates* (Treitschke 1825)

4.1.1.a. *Aspitates (Napuca) forbesi* (Munroe 1963)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 29.V. 2013, 1♀, 21.VI.2013; Aziziye, Atlıkonak, 1850 m, 13.VI.2013, 1♀; Oltu, Ayvalı, 1100m, 20.IX.2012, 1♀, 1♀; Horasan, Aras Vadisi, 1450 m, 04.VIII.2013, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Rusya (Skou 1986)

Bu tür, Türkiye faunası için yeni kayıttır.

Konukçuları: Bilinmiyor

Barkod:



4.1.1.b. *Aspites ochrearia* (Rossi 1794)

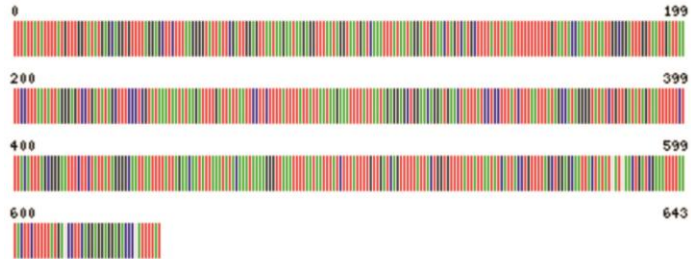
İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 26.V.2012, 1♀, 1♂, 29.V. 2013, 1♀, 2100 m, 21.VI.2012, 2♀♀, 21.VI.2013, 1♂, 13.VII.2013, 1♀, 1♂; Aziziye Atlıkonak, 2250 m, 10.VI.2013, 1♀, 1850 m, 13.VI.2013, 1♂, 2250 m, 13.VI.2013, 1♀, 14.VI.2012, 1♀, 26.VI.2012, 3♂♂, 2250 m, 10.VII.2013, 1♂; Horasan, 1550 m, 13.VI.2012, 2♀♀, Aras Vadisi, 1450 m, 19.VI.2013 1♀, 1550 m, 25.VI.2013, 1♀, 04.VIII.2013, 5♀♀; İspir, 1750 m, 16.VI.2012, 1♀, 1♂; Oltu, Ayvalı, 1100m, 20.IX.2012, 1♀, Başaklı, 2050 m, 02.VII.2012, 2♀♀, 24.VII.2013, 1♀, 1♂, Sarısaz, 1300 m, 14.VI.2012, 1♀, 1♂, Taşlıköy, 900 m, 21.V.2013, 1♀; Olur, 1300 m, 21.VI.2013, 1♂; Şenkaya, 1900 m, 11.VI.2013, 1♀, Soğanlı Dağı, 2450 m,

23.VII.2013, 2♀♀; Tortum, Bağbaşı, 1550 m, 11.IX.2013, 1♀, Esendurak, 1450 m, 11.VI.2013, 1♀, 18.VII.2012, 1♀, Kaleboğazı, 1600 m, 18.VIII.2012, 1♀; Uzundere, 1100 m, 28.VI.2012, 1♀, Yayla Geçidi, 2100 m, 14.VII.2012, 1♀; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 07.VI.2012, 1♂, 1♀, 09.VI.2013, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Gelibolu (Mathew 1881); Kahramanmaraş (Wehrli 1934); Burgas, Manyas Gölü (De Lattin 1951); Belgrad Ormanı (Kurtkemerli) ve Uşak (Akse) (Mol 1973).

Konukçuları: Larvaların konukçusu olarak Fabaceae: *Ononis*, Scrophulariaceae: *Linaria*, Polygonaceae: *Polygonum aviculare* (Porter 1997); Apiaceae: *Daucus carota* (Porter 1997; Skinner 1998; Scoble 1999)

Barkod:



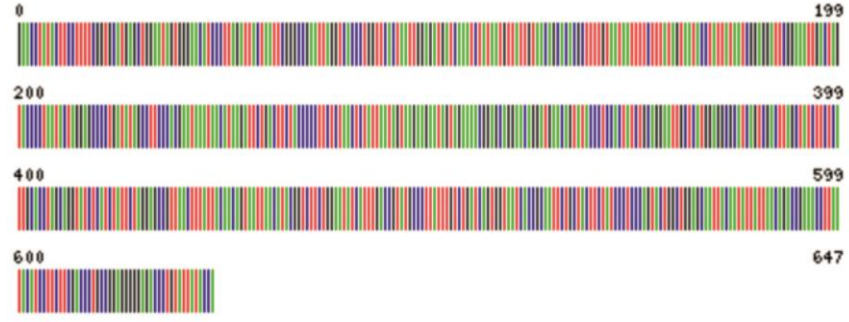
4.1.2. Cins: *Biston* (Leach 1815)

4.1.2.a. *Biston strataria* (Hufnagel 1767)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 26.V.2012, 1♀, 1♂, 29.V.2013, 1♂, 2250 m, 21.VI.2013, 1♀, 1♂; Aziziye, Atlıkonak, 2250 m, 10.VI.2013, 3♀♀, 1950 m, 10.VI.2013, 2♂♂, 13.VI.2013, 1♀, 26.VI.2012, 1♂, 14.V.II.2013, 2♀♀; Horasan, 1550 m, 13.VI.2012, 1♀, 1600 m, 18.IV.2013, 1♀, Aras Vadisi, 1550 m, 25.VI.2013, 1♀, 1450 m, 04.VIII.2013, 4♀♀; İspir, 1750 m, 16.VI.2012, 1♀, 1♂; Oltu, Ayvalı, 1100 m, 20.IX.2012, 1♂, Başaklı 1800 m, 02.VII.2012, 1♀, 2050 m, 24.VII.2013, 1♀, 1♂, Sarısaz, 1300 m, 14.VI.2012, 1♀, 1♂, Taşlıköy, 900 m, 21.V.2013, 1♀; Olur, 1300 m, 21.VI.2013, 1♂, Şenkaya, 1900 m, 11.VI.2013, 1♀, Soğanlı Dağı, 2450 m, 23.VII.2013, 2♀♀; Tortum, Esendurak, 1450 m, 18.VII.2012, 1♀, Kaleboğazı, 1600 m, 18.VIII.2012, 1♀; Uzundere, 1100 m, 16.V.2013, 1♀, 28.VI.2012, 1♀, Yaylageçidi, 2070 m, 13.VII.2012, 1♂; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 07.VI.2012, 1♂, 1♀, 09.VII.2013, 1♀, Umudum Yaylası, 1900 m, 26.VI.2012, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Avrupa, Asya (Skou 1986; Culot 1987; Buszko 2000); Kuzey Afrika, Kafkasya, Rusya, İskandinavya (Skou 1986); İngiltere (Skou 1986; Porter 1997; Skinner 1998); İrlanda (Porter 1997; Skinner 1998); İskoçya (Skinner 1998); Polonya ve Çekoslovakya'da (Buszko 2000) ve Türkiye (De lattan 1951).

Konukçuları: *Quercus, fagus* (Skou 1986; Porter 1997; Skinner 1998); *Corylus* (Porter 1997; Skinner 1998).

Barkod:**4.1.3. Cins: *Charissa* (Curtis 1826)****4.1.3.a. *Charissa variegata* (Duponchel 1830)**

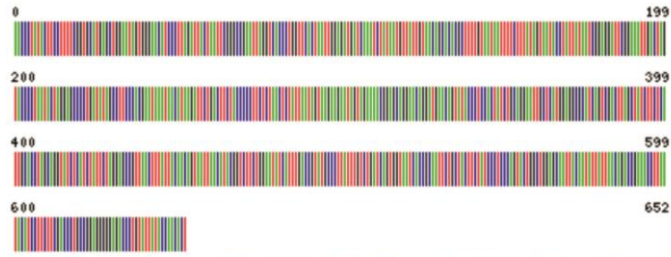
İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 26.V.2012, 1♀, 1♂ 29.V. 2013, 1♀; Aziziye, Atlıkonak, 2250 m, 10.VI.2013, 1♀, 1950 m, 14.VI.2012, 1♀, 1760 m, 14.VII.2013, 1♀, Serçeme Deresi, 1650 m, 06.VII. 2013, 1♂; Horasan, 1600 m, 18.IV.2013, 1♀, Horosan Aras Vadisi, 1450 m, 04.VIII.2013, 1♀; İspir, 1750 m, 16.VI.2012, 1♀, 1♂; Oltu, Ayvalı, 1100m, 20.IX.2012, 1♀, Başaklı 2050 m, 24.VII.2013, 1♀, 1♂, Sarısaz, 1300 m, 14.VI.2012, 1♀, 1♂, Taşlıköy, 900 m, 21.V.2013, 1♀; Olur, 1300 m, 21.VI.2013, 1♂; Şenkaya, Soğanlı Dağı, 2450 m,

23.VII.2013, 2♀♀; Tortum, Bağbaşı, 1550 m, 11.IX.2013, 1♀, Esendurak, 1450 m, 11.VI.2013, 1♀;Uzundere, 1100 m, 16.V.2013, 1♀, 28.VI.2012, 1♀, Yayla Geçidi, 2100 m, 14.VII.2012, 1♀; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 07.VI.2012, 1♂, 1♀, 21.VI.2013, 1♀, 1♂.

Dünyadaki yayılışı: Orta Avrupa ve Anadolu'da (Culot 1987)

Konukçuları: Bilinmiyor

Barkod:



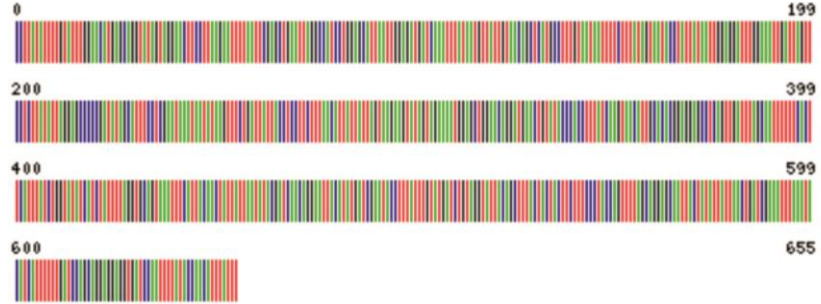
4.1.4. Cins: *Chiasmia* (Hübner 1823)

4.1.4.a. *Chiasmia clathrata* (Linnaeus 1758)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 29.V. 2013, 1♀; Horasan, 1600 m, 18.IV.2013, 1♀; Horasan, Aras Vadisi, 1450 m, 04.VIII.2013, 4♀♀; Aziziye, Atlıkonak, 1760 m, 14.VII.2013, 1♀; İspir, 1750 m, 16.VI.2012, 1♀,1♂; Oltu, Başaklı, 02.VII.2012, 2♀♀, Oltu, Sarısaz, 1300 m, 14.VI.2012, 1♀, 1♂, Taşlıköy, 900 m, 21.V.2013, 1♀; Olur, 1300 m, 21.VI.2013, 1♂; Şenkaya, Soğanlı Dağı, 2450 m, 23.VII.2013, 2♀♀; Tortum, Esendurak, 1450 m, 11.VI.2013, 2♀♀; Uzundere, Yaylageçidi, 2070 m, 13.VII.2012, 1♂; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 07.VI.2012, 1♂, 1♀, 09.VII.2013, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Avrupa, (Seitz 1915; Culot 1987); Batı ve Orta Asya, Sibirya, Japonya (Seitz 1915; Skou 1986); Kuzey Afrika, Kore, Mançurya, Çin, Kafkasya, İran, Rusya, İskandinavya (Skou 1986); İtalya (Marini ve Trentini 1986); Fransa (Leraut 1992); Kuzey İskoçya, İrlanda (Porter 1997) ve Polonya'da (Buszko 2000) ve Türkiye (Okyar 1995).

Konukçuları: *Medicago sativa* (Skou 1986; Culot 1987; Scoble 1999); *Trifolium* (Skou 1986; Porter 1997; Skinner 1998; Scoble 1999; Funet 2002); *Lathyrus pratensis* ve *Galium mollugo*, *G. verum* (Funet 2002)

Barkod:**4.1.4.b. *Chiasmia syriacaria* (Staudinger 1871)**

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 21.VI.2013, 1♀; Horasan, 1600 m, 18.IV.2013, 1♀; Aziziye, Atlıkonak, 1850 m, 13.VI.2013, 1♀, 14.VII.2013, 1♀; İspir, 1750 m, 16.VI.2012, 1♀,1♂; Oltu, Başaklı 2050 m, 24.VII.2013, 1♀, 1♂; Olur, 1300 m, 10.VII.2013, 1♀; Şenkaya, 1900 m, 11.VI.2013, 1♀; Tortum, Esendurak, 1450 m, 11.VI.2013, 2♀♀; Uzundere, 1100 m, 28.VI.2012, 1♀; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 09.VII.2013, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Azarbaycan, Ermenistan, Gürcistan, Irak, İran, İsrail, Kıbrıs, Lübnan, Rusya, Suriye, Ürdün ve Türkiye (Anontmous 2013b).

Konukçuları: Bilinmiyor

Barkod:



4.1.5. Cins: *Colotois* (Hübner 1823)

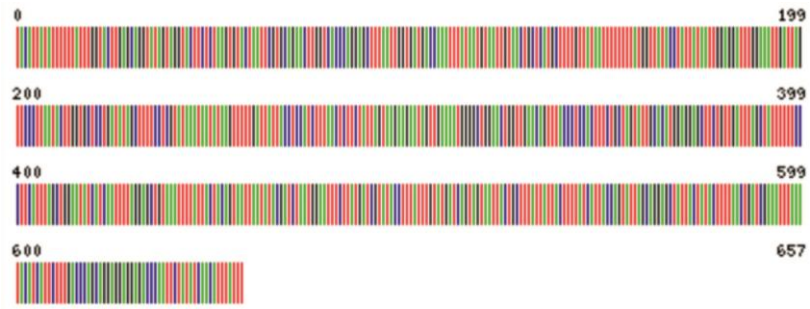
4.1.5.a. Colotoispennaria (Linnaeus 1761)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 29.V.2013, 1♂, 2250 m, 21.VI.2013, 1♀, 1♂; Horasan, Aras Vadisi, 1450 m, 19.VI.2013 1♀; İspir, 1750 m, 16.VI.2012, 1♀,1♂; Oltu, Başaklı, Karadağ Dağı, 1950 m, 02.VII.2012; 1♀, 1♂; Olur, 1300 m, 10.VII.2013, 1♀; Tortum, 1400 m 18.V.2013, 1♀; Uzundere, 1100 m, 28.VI.2012, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Avrupa, (Seitz 1915; Culot 1987; Buszko 2000); Transkafkasya (Seitz 1915); İngiltere, İrlanda, İskandinavya, Polonya, Rusya, Kafkasya, Batı ve Orta Asya, Japonya, Kuzey Afrika (Skou 1986) ve Türkiye (De Lattin 1951).

Konukçuları: *Castanea vesca*, *Quercus pedunculiflora*, *Q. cecciliflora*, *Q. dschorochensis* (Mol 1973); *Quercus*, Rosaceae: *Prunus spinosa*, *Crataegus*; Betulaceae: *Betula* (Porter 1997); *Carpinus betulus* (Mol 1973; Buszko 2000); Salicaceae: *Salix* (Porter 1997); *Salix caprea*; Malvaceae: *Tilia* (Buszko 2000).

Barkod:



4.1.6. Cins: *Crocallis* (Treitschke 1825)**4.1.6.a. *Crocallis boisduvaliaria* (H. Lucas 1849)**

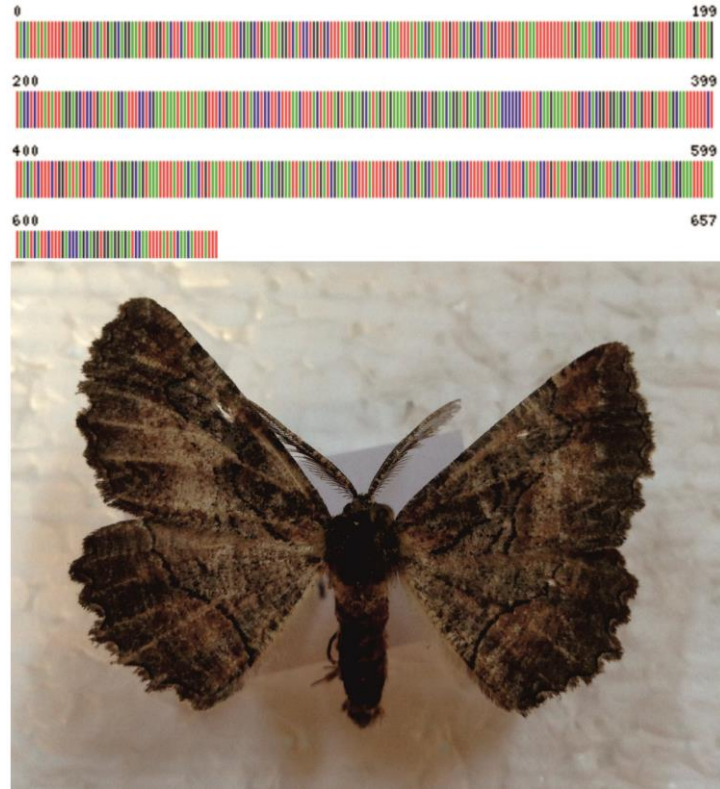
İncelenen Materyal: Aziziye, Atlıkonak, 1760 m, 14.VII.2013, 1♀; Oltu, Ayvalı, 1100m, 20.IX.2012, 1♀; Olur, 1300 m, 10.VII.2013, 1♀; Tortum, 1400 m 18.V.2013, 1♀, Bağbaşı, 1550 m, 11.IX.2013, 1♀; Uzundere, 1100 m, 16.V.2013, 1♀, Uzundere, 1100 m, 28.VI.2012, 1♀; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 09.VII.2013, 1♀.

Bu tür, Türkiye faunası için yeni kayıttır.

Dünyadaki yayılışı: İtalya (Anonymous, 2013b).

Konukçuları: Bilinmiyor

Barkod:



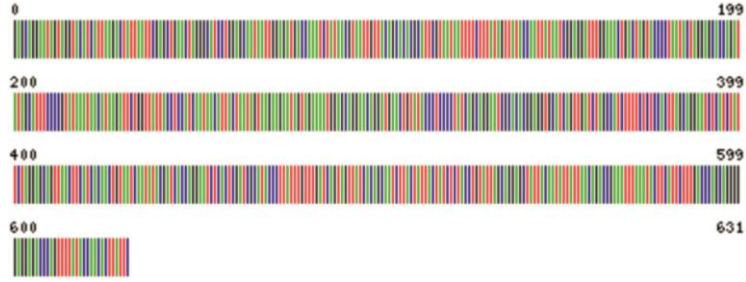
4.1.6.b. *Crocallis tusciaria* (Borkhausen 1793)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 29.V.2013, 4♂♂, 2♀♀, 12.VI.2013, 1♀; Aziziye, Atlıkonak, 1850 m, 13.VI.2013, 1♀, 14.VII.2013 1♀; Horasan, 1600 m, 18.IV.2013, 1♀; İspir, 1750 m, 16.VI.2012, 1♀, 1♂; Oltu, Ayvalı, 1100m, 20.IX.2012, 1♀, Başaklı, Karadağ Dağ, 1900 m, 02.VII.2012, 1♀, Taşlıköy, 900 m, 21.V.2013, 1♀; Olur, 1300 m, 10.VII.2013, 1♀; Şenkaya, 1900 m, 11.VI.2013, 1♀; Tortum, Bağbaşı, 1550 m, 11.IX.2013, 1♀; Uzundere, 1100 m, 16.V.2013, 1♀, Yayla Geçidi, 2100 m, 14.VII.2012, 1♀; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 09.VI.2013, 1♀, 07.VI.2012, 1♂, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Almanya (Warnecke 1940); Orta Avrupa, Güney Avrupa, Anadolu (Culot 1987; Funet 2002); Fransa (Leraut 1992) ve Polonya'da (Buszko 2000) ve Türkiye (Wagner 1931).

Konukçuları: *Prunus spinosa*, *Cralaegus* sp., Ranunculaceae: *Clematis vitalba*, Rhamnaceae: *Rhamrus frangula*, Berberidaceae: *Berberis* sp. (Buszko 2000).

Barkod:



4.1.7. Cins: *Dasycorsa* (Prout 1915)

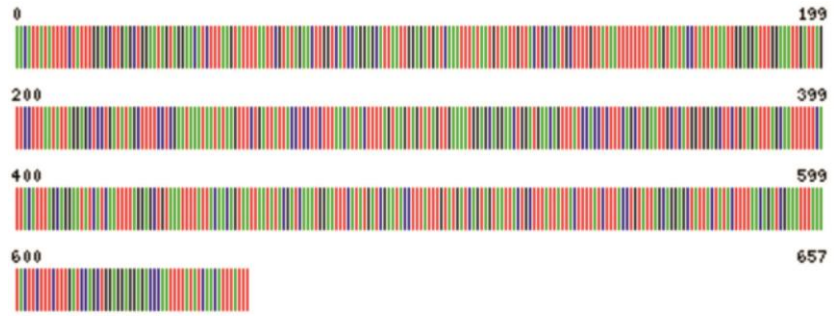
4.1.7.a. *Dasycorsa modesta* (Staudinger 1879)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 26.V.2012, 1♀, 1♂, 12.VI.2013, 1♀; Aziziye, Atlıkonak, 1850 m, 13.VI.2013, 1♀; Horosan, 1650 m, 15.V.2013, 1♀; Oltu, Ayvalı, 1100m, 20.IX.2012, 1♀, Taşlıköy, 900 m, 21.V.2013, 1♀; Tortum, 1400 m 18.V.2013, 1♀; Uzundere, 1100 m, 28.VI.2012, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Dalmaçya (Seitz 1915; Culot 1987); Suriye (Seitz 1915; Wehrli, 1934); Lübnan (Wehrli, 1934) Türkiye (Scoble 1999; Funet 2002); Azerbeycan ve Ermenistan'da (Funet 2002)

Konukçuları: Bilinmiyor

Barkod:



4.2. Alt Familya: LARENTIINAE

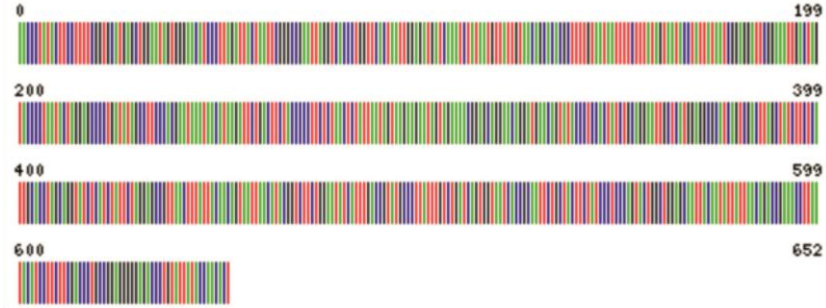
4.2.1. Cins: *Nebula* (Bruand 1846)

4.2.1.a. *Nebula salicata* (Hübner 1799)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 26.V.2012, 1♀, 1♂, 29.V. 2013, 1♀, Horasan, Aras Vadisi, 1450 m, 04.VIII.2013, 1♀;Aziziye, Atlıkonak, 1850 m, 13.VI.2013, 1♀,14.VI.2012, 1♀; 1850 m, 26.VI.2012, 2♂♂, 2250 m, 10.VII.2013, 1♂; Oltu, Başaklı Dağı, 2100 m, 02.VII.2012, 1♀, 1♂; Olur, 1300 m, 10.VII.2013, 1♀; Şenkaya, 1900 m, 11.VI.2013, 1♀, Soğanlı Dağı, 2450 m, 23.VII.2013, 2♀♀; Tortum, Esendurak, 1450 m, 11.VI.2013, 2♀♀, 18.VII.2012, 1♀; Uzundere, 1100 m, 16.V.2013, 1♀, 28.VI.2012, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Macaristan (Lajos 1907); Yunanistan (Kautsaftikis 1973); İtalya (Marini and Trentini 1986) ve Polonya (Buszko 2000) ve Türkiye (Seven 1991).

Konukçuları: Rubiaceae: *Galium* spp. (Seitz 1915; Culot 1987; Porter 1992; Skinner 1998; Scoble 1999; Buszko 2000)

Barkod:**4.2.1.2. *Nebula nebulata* (Treitschke 1828)**

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 26.V.2012, 1♀, 1♂; Aziziye, Atlıkonak, 2250 m, 10.VI.2013, 1♀; 14.VI.2012, 1♀, 14. VII. 2013, 1♀, 1♂; Uzundere, Yaylageçidi, 2070 m, 13.VII.2012, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Arnavutluk, Andora, Avusturya Hırvatistan, Fransa, Almanya, Yunanistan, İtalya, Lüksemburg, Makedonya, Polanya, Portekiz, Romanya, Rusya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsviçre, Ukrayna, Yugoslavya (Anonymous 2013b).

Bu tür, Türkiye faunası için yeni kayıttır.

Konukçuları: Bilinmiyor.

Barkod:



4.2.2. Cins: *Aplocera* (Stephens 1827)

4.2.2.a. *Aplocera annexata* (Freyer 1830)

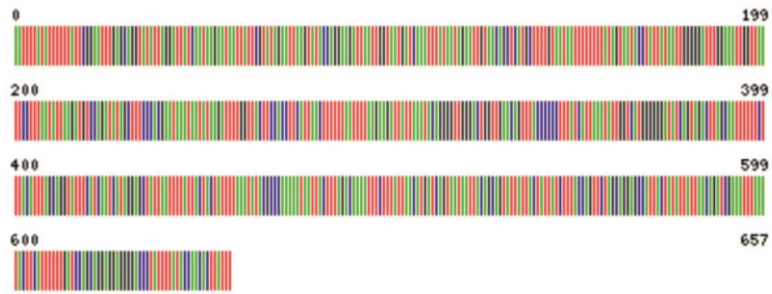
İncelenen Materyal: Aziziye, Atlıkonak, 2250 m, 10.VI.2013, 1♀, 13.VI.2013, 1♂, 1950 m, 14.VI.2012, 1♀, 10.VII.2013, 1♂; İspir, 1750 m, 16.VI.2012, 1♀, 1♂; Oltu, Sarısaz, 1300 m, 14.VI.2012, 1♀, 1♂, Taşlıköy, 900 m, 21.V.2013, 1♀; Şenkaya, 1900 m, 11.VI.2013, 1♀, Soğanlı Dağı, 2450 m, 11.VI.2013, 1♀, 23.VII.2013, 2♀♀; Tortum,

Bağbaşı, 1550 m, 11.IX.2013, 1♀; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 07.VI.2012, 1♂, 1♀, 09.VII.2013, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Azerbaycan, Kafkasya, Ermenistan (Seitz 1915; Funet 2002); Ukrayna ve Türkiye (Scoble 1999; Funet 2002).

Konukçuları: Bilinmiyor.

Barkod:



4.2.2.b. *Aplocera praeformata* (Hübner 1826)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1950 m, 12.VI.2013, 1♀, 2100 m, 21.VI.2013, 3♀♀, 2650 m, 13.VII.2013, 2♀♀,

Bu tür, Türkiye faunası için yeni kayıttır.

Dünyadaki yayılışı: Arnavutluk, Andora, Belçika, Bosna Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İtalya, Litvanya, Letonya, Lüksemburg, Makedonya, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Slovakya, İspanya, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre, Ukrayna (Anonymous 2013b).

Konukçuları: Bilinmiyor.

Barkod:



4.2.3. Cins: *Camptogramma* (Stephens 1831)

4.2.3.a. *Camptogramma bilineata* (Linnaeus 1758)

İncelenen Materyal: Horasan, 1550 m, 13.VI.2012, 1♀, 1600 m, 18.IV.2013, 1♀, Aras Vadisi, 1450 m, 19.VI.2013 1♀, 1550 m, 25.VI.2013, 1♀, 04.VIII.2013, 4♀♀.

Dünyadaki yayılışı: Avrupa, Asya, Kuzey Afrika ve Sibiry ve Türkiye (Buszko 2000; Funet 2002).

Konukçuları: *Rumex* spp., *Viola canina*, Rubiaceae: *Galium verum*, Rosaceae, *Prunus padus*, *Galium* spp. (Buszko 2000).

Barkod:



4.2.4. Cins: *Cosmorhoe* (Hübner 1825)

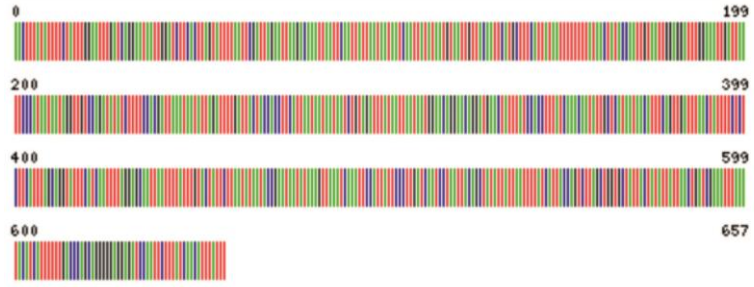
4.2.4.a. *Cosmorhoe ocellata* (Linnaeus 1758)

İncelenen Materyal: Aziziye, Atlıkonak, 1850 m, 14.VI.2012, 1♀, 1850 m, 26.VI.2012, 2♂♂, 1850 m, 13.VI.2013, 1♀, 1760 m, 14.VII.2013, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Macaristan, İtalya, Fransa, Polonya ve Türkiye (Buszko 2000).

Konukçuları: *Galium verum*, *Galium* spp. (Culot 1987; Scoble 1999; Buszko 2000; Funet 2002).

Barkod:



4.2.5. Cins: *Costaconvexa* (Agenjo 1949)

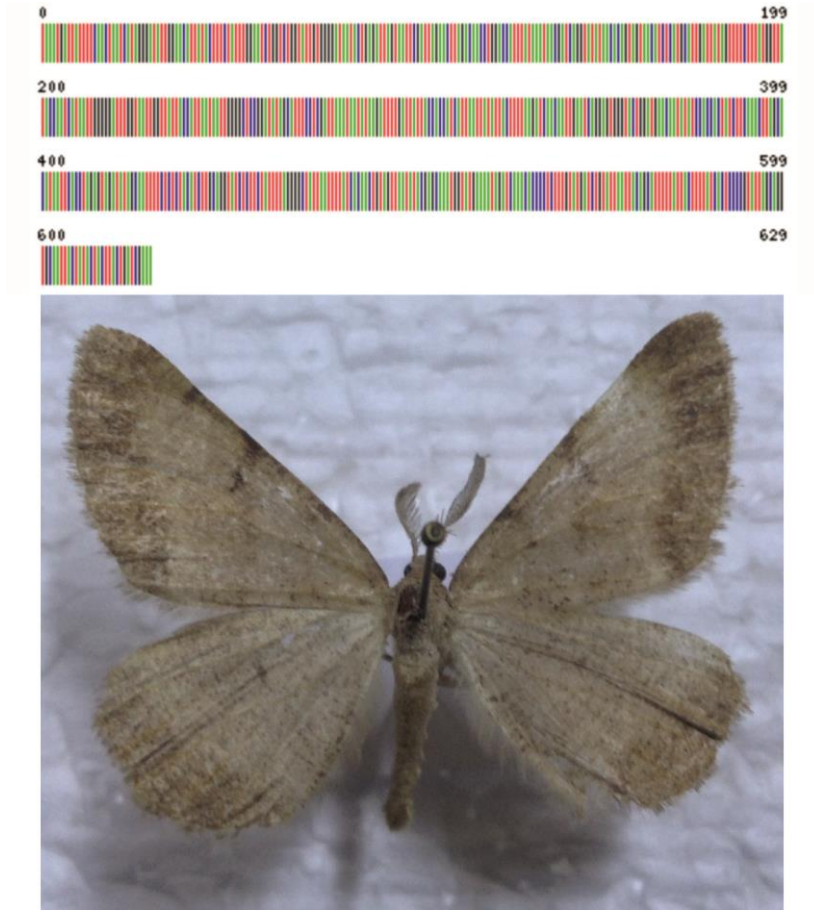
4.2.5.a. *Costaconvexa polygrammata* (Borkhausen 1794)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 26.V.2012, 1♀, 1♂ 2050 m, 21.VI.2012, 1♀, 2100 m, 21.VI.2013, 2♂♂, 2650 m, 13.VII.2013, 2♀♀.

Dünyadaki yayılışı: Macaristan, Fransa, Polonya ve Türkiye (Buszko 2000).

Konukçuları: *Galium* spp. (Buszko 2000; Funet 2002)

Barkod:



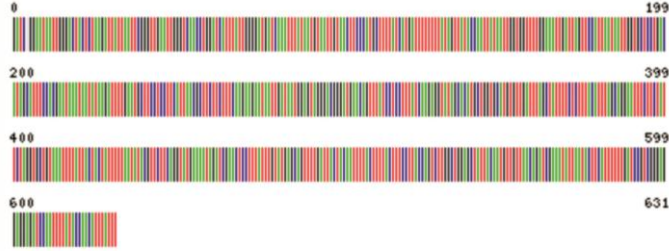
4.2.6. Cins: *Epirrita* (Hübner 1822)

4.2.6.a. *Epirrita dilutata* (Denis and Schiffermüller 1775)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 29.V.2013, 4♂♂, 2♀♀, 21.VI.2013, 1♀; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 09.VII.2013, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Rusya, İtalya, Fransa, İngiltere, Polonya (Buszko 2000) ve Türkiye (Mol 1973)

Konukçuları: *Quercus* spp., *Betulaspp*, *Alnusspp*, *Crataegus*, *Prunus spinosa*, *Malusspp*, *Ulmus* spp., *Fagus silvatica* (Buszko 2000).

Barkod:**4.2.7. Cins: *Epirrhoe* (Hübner 1825)****4.2.7.a. *Epirrhoe galiata* (Denis and Schiffermüller 1775)**

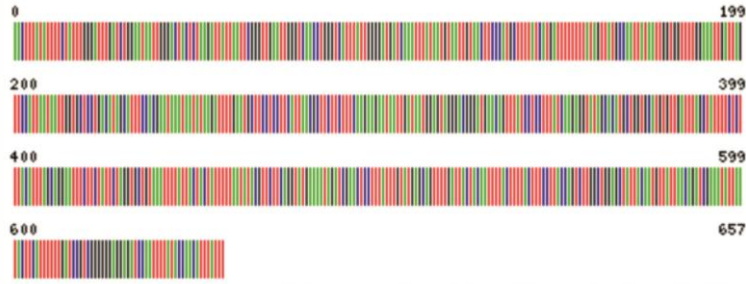
İncelenen Materyal: Aziziye, Atlıkonak, 1760 m, 14.VII.2013, 1♀, 1950 m, 10.VI.2013, 2♂♂, 26.VI.2012, 1♂, 14.V.II.2013, 1♀; Konaklı, 2200 m, 02.VII.2012, 5♀♀, 3♂♂; Umudum Yaylası, 1900 m, 26.VI.2012, 3♀♀; Horasan, Aras Vadisi, 1450 m, 04.VIII.2013, 1♀; İspir, 1750 m, 16.VI.2012, 1♀, 1♂; Oltu, Ayvalı, 1100 m, 20.IX.2012, 1♀, 1♂, Başaklı 2050 m, 24.VII.2013, 1♀, 1♂, Sarısaz, 1300 m, 14.VI.2012, 1♀, 1♂; Taşlıköy, 900 m, 21.V.2013, 1♀; Olur, 1300 m, 10.VII.2013, 1♀; Tortum, Esendurak, 1450 m, 11.VI.2013, 3♀♀, 18.VII.2012, 1♀, Kaleboğazı, 1600 m,

18.VIII.2012, 1♀; Uzundere, 1100 m, 16.V.2013, 1♀, 28.VI.2012, 2♀♀; Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 21.VI.2012, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Palearktik Asya, Avrupa, Kuzey Afrika, Sibirya, Kafkasya, İskandinavya (Seitz 1915; Skou 1986; Culot 1987) ve Türkiye (Mol 1973)

Konukçuları: *Galium boreale*, *G. verum*, *Galium* spp. (Skou 1986; Culot 1987; Scoble 1999; Buszko 2000)

Barkod:



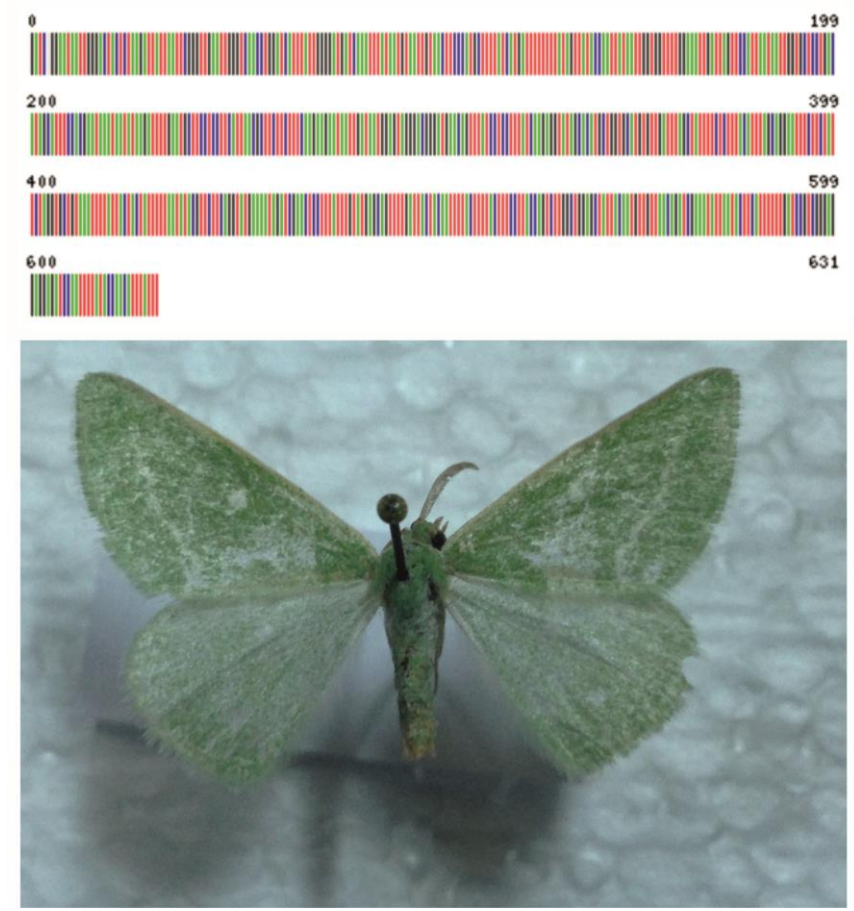
4.2.8. Cins: *Eulithis* Hübner 1821**4.2.8.a. *Eulithis pyraliata* (Denis and Schiffermüllerj, 1775)**

İncelenen Materyal: Tortum, Esendurak, 1450 m, 11.VI.2013, 2♀♀, 18.VII.2012, 1♀, Kaleboğazı, 1600 m, 18.VIII.2012, 1♀; Uzundere, 1100 m, 16.V.2013, 1♀, 28.VI.2012, 2♀♀; Yakutiye, Umudum Yaylası, 1900 m, 26.VI.2012, 3♀♀.

Dünyadaki yayılışı: Avrupa, Orta Asya, Sibirya (Seitz 1915; Skou 1986); Rusya, Kafkasya, Kuzey Akdeniz (Skou 1986) ve Türkiye (Mol 1973).

Konukçuları: *Galium* spp, *Galium aparine*, *G. mollugo*, *Galium boreale*, *G. verum*, *G. Odoratum* (Buszko 2000)

Barkod:



4.2.9. Cins: *Euphyia* (Hübner 1825)

4.2.9.a. *Euphyia frustata* (Treitschke 1828)

İncelenen Materyal: Uzundere, 1100 m, 16.V.2013, 1♀, 28.VI.2012, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Avrupa ve Asya (Seitz 1915; Funet 2002) ve Türkiye (Wehrli 1934).

Konukçuları: *Cerastium* sp., *Stellaria* sp., *Minuarliasp.*, *Saxifraga* sp. ve *Galium* sp. (Buszko 2000).

Barkod:



4.2.9.b. *Euphyia mesembrina* (Rebel 1927)

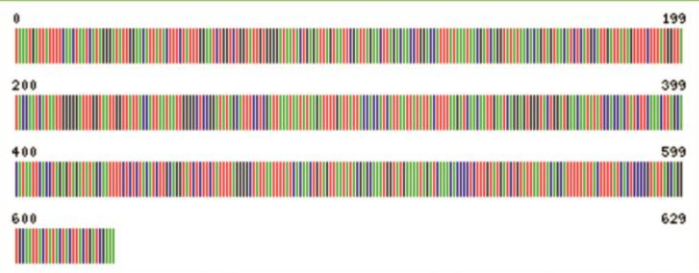
İncelenen Materyal: Yakutiye, Atatürk Üniversitesi Arazisi, 1850 m, 12.VI.2013, 2♂♂, 17.VI.2012, 1♂, 21.VI.2012, 1♀, 21.VI.2013, 1♀, 1♂.

Bu tür, Türkiye faunası için yeni kayıttır.

Dünyadaki yayılışı: Avusturya, Bosna Hersek, Hırvatistan, İtalya, Makedonya, Slovenya (Buszko 2000).

Konukçuları: Bilinmiyor.

Barkod:



4.2.10. Cins: *Eupithecia* (Curtis 1825)

4.2.10.a. *Eupitheciabreviculata* (Donzel 1837)

İncelenen Materyal: Aşkale, Kop Dağı, 1900 m, 26.V.2012, 1♀, 1♂, 29.V.2013, 6♂♂, 4♀♀, 21.VI.2013, 1♀, 2250 m, 21.VI.2013, 1♀, 1♂.

Dünyadaki yayılışı: Palearktik Bölge (Funet 2002) ve Türkiye (Rebel 1913).

Konukçuları: *Phychotis heterophylla* (Culot 1987).

Barkod:



4.2.10.b. *Eupithecia centaureata* (Denis and Schiffermüller 1775)

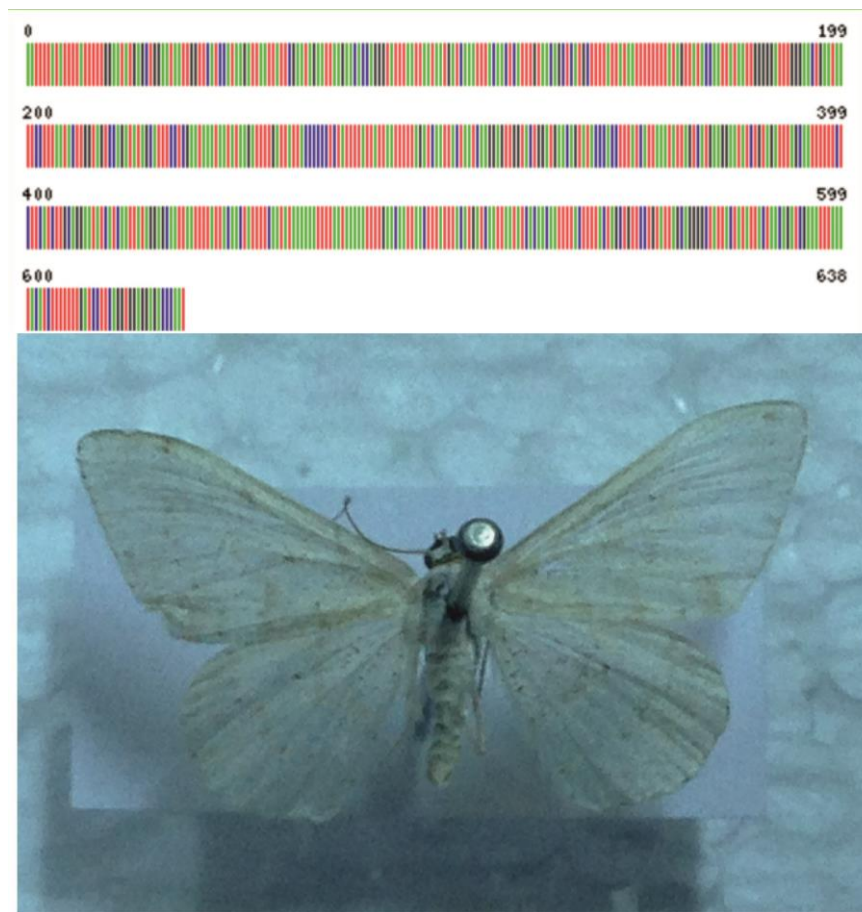
İncelenen Materyal: Tortum, Esendurak, 1450 m, 11.VI.2013, 1♀, 11.VI.2013, 2♀♀, 18.VII.2012, 1♀, Kaleboğazı, 1600 m, 18.VIII.2012, 1♀.

Dünyadaki yayılışı: Palearktik Bölge (Buszko 2000) ve Türkiye (Wehrli 1934).

Konukçuları: *Rumex acetosa*, *R. acetosella*, *Silene cucubalus*, *Filipendula ulmaria*, *Vicia cracca*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Pimpinella saxifraga*, *Selimim carvifolia*, *Angelica silveslris*, *Lysimachia vulgaris*, *Calluna vulgaris*, *Galium mollugo*, *G. verum*, *Campanula glomerata*, *C. rotundifolia*, *Solidago virgaurea*, *Achillea millefolium*, *Tripleurospermum maritimum* v. *inodorum*, *Chrysanthemum vulgare*,

Artemisia campestris, *Arclium* spp., *Cirsium* spp., *Centaurea* spp., *Hieracium umbellatum* (Funet 2002).

Barkod:



5. TARTIŞMA

Geometridae familyası meşe, gürgen, fındık, kayın, söğüt, karaağaç, kızılağaç, akçaağaç ve çam gibi yaprağını döken ve dökmeyen orman ağaçları, yumuşak ve sert çekirdekli meyve ağaçları birçok kültür bitkisi ve yabancı otlar gibi çok geniş bir konukçu dizisine sahiptir ve bu konukçular üzerinde ekonomik olarak oldukça önemli zararlı türleri içerir (Heath,1983;Toros,1992; Okyar1995; Çanakçıoğlu ve Mol1998). Bir ülkenin doğal biyolojik kaynaklarının dolayısıyla böcek faunasının ortaya çıkarılması, bu konuda yapılacak tarımsal çalışmalarda önemli temel datalar oluşturacaktır. Böcek moleküler sistematigi'nde böceklerin teşhisinde kullanılan temel materyal DNA'dır. Bu anlamda mitokondrial DNA (mtDNA) ve nüklear DNA (rDNA)'nın sequens edilmiş bölgeleri türe spesifik karakterler taşımaktadır. Sınıflandırmada Cytochrome oxidase I (COI), başta olmak üzere COII, 16S rDNA, 12S rDNA, 18S rDNA ve Elongation factor-1 α (EF-1 α) genleri şu anda belirleyici olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Böcek Moleküler Sistematiginin genel olarak, daha düşük taksonomik seviyelerdeki (tür, alt tür ve tür grupları) ilişkilerin çözülmesinde daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Özellikle tür seviyesinde önemli ölçüde markırların geliştirilmesi, bu başarıyı sağlamıştır. Hausmann *et al.* (2008), Kanarya Adalarında yaptıkları çalışmalarda Geometridae familyasına mensup Sterrhinae alt familyasındaki türlerin yumurta ve larvalarında Mitokondrial DNA kullanarak teşhis yapmışlardır. Ayrıca çeşitli araştırmacılar cinsel dimorfizimden kaynaklanan yanlış teşhisleri DNA Barcoding yöntemiyle çözmüşlerdir. (Ounap *et al.* 2008; Waard 2010).

Erzurum ilinden toplanan Geometridae familyası türleri teşhis edilirken klasik sistematik yöntemlere ek olarak kullanılan DNA barcoding yöntemiyle teşhisler yapılmıştır. Türkiye'de ilk kez böceklerin sistematigi ile ilgili bir tez bu yöntemle desteklenmiştir. Bu yönüyle çalışma içerisinde verilerin moleküler verilerin pek çoğu ilk kez tespit edilmiş ve özgün durumdadır. Ayrıca Klasik metotla yapılabilecek hatalar moleküler metotlarla oldukça minimal seviyelere düşürülmüştür. Bu çalışmanın temel

amaçları arasında öngörülen türlerin daha güvenli teşhislerinin yapılmasına ek olarak bu familyaya ait 2 alt familya (Ennominae, Larentiinae), 17 cins ve bu cinslere mensup 24 türle ilgili Cytochrome oxidase I gen COI bölgesinden 620-658bp DNA kütüphanesi oluşturulmuştur. Ayrıca ekonomik ve ekolojik öneme sahip olan bu familya ile ilgili elde edilen türlerden *Aspitates (Napuca) forbesi* (Munroe 1963) *Crocallis boisduvaliaria* (H. Lucas 1849) *Nebula nebulata* (Treitschke 1828) *Aplocera praeformata* (Hübner 1826) ve *Euphyia mesembrina* (Rebel 1927) Türkiye faunası için yeni kayıt durumundadırlar.

Çalışma sonucunda türler için bütün kodon pozisyon oranları belirlenmiştir. Buna göre A+T oranı 1. Bölgede en yüksek olan tür *Costaconvexa polygrammata* (%98,8) ve bu bölgede en düşük orana sahip olan tür ise *Biston strataria* (%86,2) olarak tespit edilmiştir. 2. Bölgede ise A+T oranı en yüksek olan tür *Nebula salicata* (%69) en düşük tür ise *Epirrita dilutata* (%65,9) dır. 3. bölgedeki A+T oranına bakıldığında en yüksek tür *Eulithis pyraliata* (%65,2) en düşük olan tür ise *Euphyia mesembrina* (%60,7)'dir. Bu üç bölgenin ortalamaları dikkate alındığında En yüksek A+T oranı *Euphyia frustala* (%76,7). En düşük A+T oranı ise *Euphyia mesembrina* (%72)'dir. Yukardaki sonuçlardan anlaşılacağı üzere zayıf hidrojen bağı ile birbirine bağlanan A=T'in yüksek yüzdelerde olması Geometridae familyası türlerinin ayrılmasında Cytochrome oxidase I COI bölgesinin oldukça elverişli olduğunu göstermektedir. Çalışmada ilk kez bu familya ile ilgili türlerin soy ağaçları çıkarılarak tür sınırları belirlenmiştir. Buna göre çalışılan türlerde tür sınırının %1,5-3 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Agenjo, R., 1974. Localización en Santander del aclimatado arbusto brasileño *Araujoia sericifera* Brot., asclepiadácea en cuyas fisuras fenestriiformes florales quedan apresados los lepidópteros por la espiritrompa cuando acuden a libar. *Graellsia*, 28, 3-13.
- Andras, V., 1980. *Araszololapkek I. Geometridae I.* Akademia Kidao, Budapest, 157 s.
- Anonymous 2013a. www.zoology.ubc.ca
- Anonymous 2013b. <http://www.faunaeur.org/>
- Berlocher, S.H., 1984. A new North American species of *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae), with records of host plants of *Cornus*-infesting *Rhagoletis*. *J. Kans. Entomol. Soc.* 57: 237–242.
- Besansky N. J., Krzywinski J., Lehmann T., Simard F., Kern M., Mukabayire O., Fontenille D., Toure Y., Sagnon N., 2003. Semipermeable species boundaries between *Anopheles gambiae* and *Anopheles arabiensis*: evidence from multilocus DNA sequence variation. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 100, 818-823.
- Bisby, F.A., Zarucchi, J.L., Schrire, B.L., Roskov, Y.R., Heald, J. and White, R.J., 2002. *ILDIS World Database of Legumes ver.* (eds). 605 s.
- Bolte, K.B., 1990. Guide to the Geometridae of Canada (Lepidoptera). VI. Subfamily Larentinae. I. Revision of the genus *Eupithecia*. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 151, 1–253.
- Borror, J.D., (1976). *An Introduction to the Study of Insects*, Saunders College Publishing, 852s.
- Buszko J., 2000. *Atlas Motyli Polski ill: Thyatiridae-Drepanidae-Geometridae.* Group Image, Warszawa, 518 s.
- Can, F., 2008. The Geometrid Moths (Lepidoptera) from the Middle and Eastern Black Sea Regions of Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 32, 351-358.
- Choi, S.W., 1997. A phylogenetic study on genera of Cidariini from the Holarctic and the Indo-Australian areas (Lepidoptera: Geometridae: Larentiinae). *Systematic Entomology*, 22, 287-312.
- Choi, S.W., 1999. Taxonomic review of new genus, *Diathera* gen.n., from Southeast Asia (Lepidoptera, Geometridae: Larentiinae). *Journal of Natural History* 33, 1039-1048.
- Culot, J. 1987. *Noctuelles et Geometres D' Europe. Deuxime partie Geometres. Vol. III-IV.* Apollo Books, Svendborg (Denmark) 324s.
- Çanakçıoğlu, H. ve Mol, T., 1998. *Orman Entomolojisi Zararlı ve Yararlı Böcekler. i. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 4063, Orman Fak. Yay. No: 451, Dilek Ofset Matbaacılık, İstanbul, 541 s.*
- De Lattin G., 1951. *Türkische Lepidopteren-II.* 1st. Univ. Fen Fak. Mec. (Seri B), 16 (1), 45-73.
- De Waard, J.R., Landry J.-F., Schmidt B.C., Derhouseoff J., McLean J.A. and Humble L.M., 2010. In the dark in a large urban park: DNA barcodes illuminate cryptic and introduced moth species. *Biodiversity and Conservation* 18, 3825–3839.

- Dewey, E.J., 1972. A pine looper, *Phaeoura mexicanaria* (Lepidoptera: Geometridae), in Southeastern Montana with notes on its biology. *Annals of the Entomological Society of America* 65 (2), 306-309.
- Doğanlar, F. 2003. Doğu Akdeniz Bölgesi Geometridae (Lepidoptera) Familyası Üzerinde Faunistik ve Sistemik Araştırmalar (Systematic and Faunistic studies of Geometridae (Lepidoptera) in the east Mediterranean region of Turkey). Cukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 274 s.
- Eversmann, E., 1842. Quaedam Lepidopterorum species novae in Rossia orientali observatae, nunc descriptae et depictae. *Bulletin Sociét Impériale Nat. Moscou* 15, 543–565.
- Funet, A., 2002. (Geometridae), in Southeastern Montana with notes on its biology. *Annals of the Entomological Society of America* 65 (2), 306-309.
- Gaston, K. J., Scoble M. J. and Cook, A., 1995. Patterns in species description: a case study using the Geometridae (Lepidoptera). *Biological Journal of the Linnean Society*, 55, 225-237.
- Godfray, H.C.J Lewis, O.T., Memmott, J., LaSalle, J., Lyal, C.H.C., Whiteford, C. 2002. Structure of a diverse tropical forest insect-parasitoid community. *Journal of Animal Ecology*, 71, 855–73.
- Hajibabaei M, deWaard JR, Ivanova NV., 2005. Critical factors for assembling a high volume of DNA barcodes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*, 360, 1959–1967.
- Hausmann, A., 1995. Neue Geometriden-Funde aus Zypern und Gesamtübersicht über die Fauna. *Mitt.Münch.Ent. Ges.* 85, 79-111.
- Hausmann, A., 2001. The Geometrid Moths of Europe. Volume 1. Apollo Books, Stenstrup (Denmark), 282 s.
- Hausmann, A., 2004. The Geometrid Moths of Europe. Volume 2. Apollo Books, Stenstrup (Denmark), 600 s.
- Hausmann, A., Ricardo, M., and Bailey K., 2008. “Growth diagnostic: Mexico”. *Inter-American Development Bank*, mimeo, 332s.
- Hausmann A, Hebert PDN, Mitchell A, Rougerie R., Sommerer M., 2009. Revision of the Australian *Oenochroma vinaria* Guene´e, 1858 pp.
- Hausmann, A., Hebert, P., Mitchell, A., Rougerie, R., Sommerer, M., & Young, C. J., 2009. submitted.– Revision of the Australian *Oenochroma vinaria* Guenée, 1858 species-complex group (Lepidoptera, Geometridae, Oenochrominae): DNA barcoding reveals cryptic diversity and assesses status of type specimen without dissection. *Zootaxa*, 13,28-33.
- Hausmann A., 2009. New and interesting geometrid moths from the Cape Verde islands (Lepidoptera: Geometridae). *ShilapRevta.lepid.*, 37(146), 241-247.
- Hausmann, A., and Huemer P., 2011. Taxonomic decisionasa compromise: *Acasisappensata* (Eversmann,1832) in Central Italya case of conflict ingevidence between DNA barcode and morphology (Lepidoptera:Geometridae). *Zootaxa* 3070, 60–68.
- Healt, J., 1983. The Moths and Butterflies of Great Britain and Ireland. Vol. 9. Curween Books. 288 s.
- Hebert, P.D.N., Penton, E.H., Burns, J.M., Janzen, D.H. and Hallwachs, W. 2004. Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper

- butterfly *Astrartes ulgerator*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 101, 14812–14817.
- Ivanova, N. V., de Waard, J. R. and Hebert, P. D. N., 2006. An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA. *Molecular Ecology Notes*, 6, 998-1002.
- Jeremey, R.D., Humble, L.M., and Schmidt, B. C., 2010. DNA barcoding identifies the first North American records of the Eurasianmoth, *Eupitheciapusillata* (Lepidoptera: Geometridae) *J.Entomol.Soc.Brit.Columbia*, 107, 26-32
- Kansu, A., 1963. Türkiye Lepidoptera faunası için ilkel liste: V. Bitki Koruma Bülteni. 3 (3), 208-223.
- Kim, S.S., and Shin, Y. H., 1996. Review of the winter Geometrid moths in Korea (Lepidoptera: Geometridae). *Korean Journal of Entomology* 26 (4), 313- 333.
- Kloeth, G.S., and W.D. Hincks, 1972. A check list British insects. Part 2: Lepidoptera. Royal Entomol. Soc. London, 153 s.
- Kemal, M. and Koçak, A.Ö., 2004, Corrections and additions to the work entitled "Geometrid Moths of the world", edited by M.J.Scoble (Lepidoptera) -III. *Cent. ent. Stud., Misc. Pap.* 90, 1-5.
- Koçak, A., and Seven, S. 2001. Tentative Checklist of the Turkish Lepidoptera. www.members.tripod.com/entlep/Checklist3.htm
- Koutsaftikis, A., 1973. Vergleichendzoogeographische Untersuchung einiger Heteroceren familien der nordagaischen Inseln Thasos, Samothraki und Limnos. *Attn. Mus. Goulandris* 1, 185-238.
- Lajos, A.A., 1907. Magyarorszag lepkei. *Kiadja A. K. M. termesztudomanyi tarsulat.* 258s.
- Lederer, J., 1865. Exursion Lepidopterologie en Anatolie. *Ann. Soe. Ent. Belg.*, 9, 49-81.
- Leraut P., 1992. *Lespapillons dans leurmilieu*. Bordas, France, 1992, 256s.
- Lipscomb D., Platnick N., and Wheeler, Q. 2003. The intellectual content of taxonomy:a comment on DNA taxonomy. *Trends in Ecology and Evolution* 18(2), 65-67.
- Mallet, J., and Willmott, K., 2003. Taxonomy: Renaissance or Tower of Babel *Trends Ecol. Evol.* 18, 57–59.
- Marini, M. and Trentini, M., 1986. I. Macrolepidotteri dell'appeninno lucchese. Bologna *Arti Grafiche Tamari.* 136 s.
- Mathew, G.F., 1881. List of Lepidoptera observed in the neighbourhood of Gallipoli Turkey, in 1878. *Entomologist's mon. Mag.* 18, 10-13, 29-32, 92-100.
- Mazucco, K., 1966. *Cosymbia pupillaria* Hbn. Bei 3200 m. -*Z. Wien Ent. Ges.* 51, 154 s.
- Mcguffin, W.C., 1981. Guide to the Geometridae of Canada (Lepidoptera) II. Subfamily Ennominae. 3. *Memoirs of the entomological society of Canada.* No: 117, 153s.
- Mol T., 1973. Marmara ve Ege Bolgeleri ormanlarında yaflayan Geometridae turleri uzerine araştırmalar. *Ist. Univ. Orman Fak. Derg.(A)* 23, 128-173.
- Okyar Z., 1995. Trakya Bölgesi Geometridae türlerinin taksonomik ve faunistik yönden araştırılması. Doktora tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 177s
- Okyar Z., 2010. A Study on Geometrid Moths (Lepidoptera) of the Eastern Black Sea 83, 193–200.

- Özbek, H., Calmaşur, Ö., 2010. Spotted ash looper, *Abraxas pantaria* (L.) (Lepidoptera: Geometridae), a new ash pest in Turkey Turk J Zool., 30, 351-358.
- Özdemir, M. 2007. Bolu ve Duzce illerinin (Kuzeybatı Anadolu) Geometridae (Lepidoptera) faunası uzerinde arafltırmalar. Priamus supplement 7, 155pp.
- Patočka, J., 1994. Die puppen der Tribus Cyclophorini Mitteleuropas (Lepidoptera: Geometridae). Nota Lepid. 17(112), 73-86.
- Pierce, F.N., 1914. The genitalia of the group Geometridae of the Lepidoptera of the British Island. Liverpool, 88 s.
- Pitkin, M. L., 1996. Neotropical Emerald moths: a rewiev of the genera (Lepidoptera: Geometridae: Geometrinae). Zoological Journal of the Linnean Society 118, 440s.
- Porter A.H., 1997. Caterpillars of the British Isles. Penguin books Ltd. London, England, 275s. Priamus 6 (1/2), 1-95.
- Qunap E., Viidalepp J., Saarma U., 2008. Systematic position of Lythriini revised: transferred from Larentiinae to Sterrhinae (Lepidoptera, Geometridae). Zool. Scr. 37, 405–413.
- Rebel, H., 1901. Studien über the Lepidopterenfauna der balkanlander II. Annln. naturh. Mus. Wien, 27, 281-334.
- Rebel, H., 1901. Studien Über die Lepidopteren fauna der Balkanlander-III. Annl. naturh. Mus. Wien., 27: 281-334.
- Reichholf-Riehm, H., 1996. Lepkek.Mosaic Verlag GmbH, München-543 Hungarian translation. 287s.
- Riemis, A., 1994. Geometridae of Turkey 3. A provisional list of the Geometridae of Turkey (Lepidoptera). Phega 20, 131-135.
- Riemis, A., 1998. Geometridae of Turkey 7. Additions and connections to the provisional list of Geometridae of Turkey (Lepidoptera: Geometridae). Phega 26, 76-80.
- Salkeld, E.H., 1983. A catalogue of the eggs of some Canadian Geometridae (Lepidoptera), with comments. Mem. Entomol. Soc. Can. 126, 3-271.
- Scoble, M.J., 1999. Geometrid Moths of the World, a Catalogue.Csiro Pupliching, Apollo Books, Colling-wood (Australia) Stenstrup (Denmark), 1400 s.
- Seberg, O., 2003. Shortcuts in systematics A commentary on DNA-based taxonomy. Trends Ecol. Evol. 18 DOI: 10.1016/S0169- 5347(02)00059-9
- Seitz A., 1915. Die Gross-Schmetterlinge des palaarktischen funen gebietes.Verlag des Seitz'schen Werkes, Stuttgart. 429 s.
- Seven, S., 1991. Trakya Lepidoptera faunast uzerine bibliyografik araştırmalar.Trakya Üniversitesi yayınları No:3 112s.
- Skinner B., 1998. Moths of the British Isles. (Macrolepidoptera).Puplished Penguin Group W8 5TZ, London, England. 276 s.
- Skou, P. 1986. The Geometroid Moths of North Europe. Scandinavian Science Press. 348 p.
- Staudinger, O., and Rebel, H., 1901. Catalog der Lepidopteren des Palaearctischen Faunengebietes. R. Friedlander&Sohn, Berlin, 368s.
- Tautz, D., Arctander, P., Minelli, A., Thomas, R.H. and Vogler, A.P. 2003. A plea for DNA taxonomy. Trends in Ecology and Evolution, 18, 70–74. (doi:10.1016/S0169–5347(02)00041–1.)

- Toros, S., 1992. Park ve süs bitkileri zararları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1266-363.165s.
- Viidalepp, J., Tammaru, T., Snäll, N., Ruohomäki, K and Wahlberg, N., 2007. *Cleorodes* Warren, 1894 does not belong in the tribe Boarmiini (Lepidoptera: Geometridae). *Eur. J. Entomol.* 104, 303–309
- Waard, J.Y R., Leland M. Humble B. Christian S. 2010. DNA barcoding identifies the first North American records of the Eurasian moth, *Eupithecia pusillata* (Lepidoptera: Geometridae). *J. Entomol. Soc. Brit.* 6, 25-32.
- Waard J.R., Hebert P.D.N, Humble L.M., 2011. A Comprehensive DNA Barcode Library for the Looper Moths (Lepidoptera: Geometridae) of British Columbia, Canada. *Plosone* 6(3), 1-6.
- Wagner H. 1931. Die in die Unterfamilie Parmacellinae gehörenden Formen des Naturhistorischen Museums in Wien. (Mit einem Nachtrag.). - *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 46, 57-76.
- Warnecke, G., 1940-1941: Zur Kenntris der Gattung *Dyscia* Hb. (Lep. Geom): *Mitt. Münch. Entomol. Ges.*, 30:1047-1051; 1941:31, 1-4.
- Wehrli, E. 1934. Lepidopteren–Fauna von Marasch in Türkisch Nordsyrien. *Mitteilungen d.Munchn. Ent. Ges.* 24, 1-57.
- Wiltshire, E.P., 1957. Government of Iraq ministry of agriculture the Lepidoptera of Iraq. *F.R.E.S.* 99s.
- Zhang, Z.-Q., 2013. Phylum Arthropoda. *In*: Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703, 17–26.
- Zukowsky, B., 1941. Sivas and Akşehir in 1937. *Entomologische Zeitschrift Frankfurt*, 54, 266-272.

ÖZGEÇMİŞ

01.02.1976 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta, lise ve Meslek Yüksek Okulu öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2005 yılında Türkiye Yol-İş Sendikasında işe başladı. 2006 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Anabilim Dalından 2009'da mezun oldu. 2010 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. 2005 yılında başlamış olduğu mesleğini halen devam ettirmektedir.