



Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden  
Application and Research Center



<http://turkbiod.artvin.edu.tr/>

# TURKISH JOURNAL OF BIODIVERSITY

Volume: 4 Issue: 1 March 2021



International  
Peer-reviewed  
Open access  
Electronic journal

# Turkish Journal of Biodiversity

Journal homepage: <http://turkbiod.artvin.edu.tr>; <http://dergipark.org.tr/biodiversity>

All manuscripts should be submitted via electronic submission

Volume 4 • Issue 1 • March 2021

## Owner

Prof. Dr. Özgür EMİNAĞAOĞLU, Director • On behalf of the Artvin Çoruh University Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden Application and Research Center

## Editor-in-Chief

Prof. Dr. Özgür EMİNAĞAOĞLU • Artvin Çoruh University, Turkey • [turkbiod@artvin.edu.tr](mailto:turkbiod@artvin.edu.tr), [oeminagaoglu@artvin.edu.tr](mailto:oeminagaoglu@artvin.edu.tr)

## Editorial Board

Prof. Dr. Gökhan ABAY, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey  
Dr. Karen AGHABABYAN, American University of Armenia, **Armenia**  
Prof. Dr. Emine AKALIN, İstanbul University, Turkey  
Prof. Dr. Süleyman AKBULUT, İzmir Katip Çelebi University, Turkey\*\*  
Prof. Dr. Halil AKINCI, Artvin Çoruh University, Turkey  
Prof. Dr. Ünal AKKEMİK, İstanbul University, Turkey\*\*  
Prof. Dr. H. Aşkın AKPULAT, Sivas Cumhuriyet University, Turkey\*\*  
Assoc. Prof. Dr. Alla ALEKSANYAN, Institute of Botany of National Academy of Sciences of Armenia, **Armenia**  
Prof. Dr. Şule ARI, İstanbul University, Turkey\*\*  
Prof. Dr. Meral AVCI, İstanbul University, Turkey\*\*  
Prof. Dr. Zeki AYTAÇ, Gazi University, Turkey  
Prof. Dr. Kemal Hüsnü Can BAŞER, Near East University, **Turkish Republic of Northern Cyprus**  
Prof. Dr. Ayşegül BAYRAMOĞLU, Artvin Çoruh University, Turkey  
Prof. Dr. C. Can BİLGİN, Middle East Technical University, Turkey\*\*  
Dr. Sabina BUNYATOVA, Azerbaijan National Academy of Science, **Azerbaijan**  
Assoc. Prof. Dr. Feyza CANDAN, Manisa Celal Bayar University, Turkey  
Prof. Dr. Roberto CANULLO, Università degli studi di Camerino, **Italy**  
Assoc. Prof. Dr. Şule CEYLAN, Artvin Çoruh University, Turkey  
Prof. Dr. António Maria Luis CRESPI, UTAD, **Portugal**\*\*  
Prof. Dr. İffet İrem ÇANKAYA, Hacettepe University, Turkey\*\*  
Assoc. Prof. Dr. Kerim ÇİÇEK, Ege University, Turkey  
Prof. Dr. Günay Tülay ÇOLAKOĞLU, Marmara University, Turkey  
Prof. Dr. İbrahim DEMİRTAŞ, Iğdır University, Turkey  
Prof. Dr. Hayri DUMAN, Gazi University, Turkey  
Assoc. Prof. Dr. Guguli DUMBADZE, Batumi Shota Rustaveli State University, **Georgia**  
Prof. Dr. Mahfuz ELMASTAS, University of Health Sciences, Turkey  
Prof. Dr. Ramazan ERENLER, Tokat Gaziosmanpaşa University, Turkey\*\*  
Prof. Dr. Georgi FAYVUSH, Institute of Botany of National Academy of Sciences of Armenia, **Armenia**

**Managing Editor** • Dr. Hayal AKYILDIRIM BEĞEN\*

**Editorial Staff** • Dr. Funda ERŞEN BAK\*, Dr. Hayal AKYILDIRIM BEĞEN, Dr. Emrah YÜKSEL\*

**Language Editors** (English) • Dr. Hüseyin EFE\*, Dr. Hakan GÜLTEKİN\*, Hakan YENİÇERİ\*

**Statistical Editor** • Assoc. Prof. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ\*

• \* Artvin Çoruh University, Turkey • \*\* Section Editors

Prof. Dr. Temel GÖKTÜRK, Artvin Çoruh University, Turkey  
Prof. Dr. Gazi GÖRÜR, Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey  
Prof. Dr. Selçuk GÜMÜŞ, Karadeniz Technical University, Turkey  
Prof. Dr. Yusuf KALENDER, Gazi University, Turkey\*\*  
Prof. Dr. Zeki KAYA, Middle East Technical University, Turkey  
Prof. Dr. Ali Mohammad KHORSHİDDOUST, University of Tabriz, **Iran**  
Prof. Dr. Rusudan KHUKHUNAİSHVİLİ, Batumi Shota Rustaveli State University, **Georgia**  
Prof. Dr. Orest KIYKO, Ukrainian National Forestry University, **Ukraine**  
Prof. Dr. Latif KURT, Ankara University, Turkey  
Prof. Dr. Figen MERT, Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey\*\*  
Prof. Dr. İlkey ERDOĞAN ORHAN, Gazi University, Turkey  
Prof. Dr. Melahat ÖZCAN, Artvin Çoruh University, Turkey  
Prof. Dr. Engin ÖZHATAY, İstanbul Yeni Yüzyıl University, Turkey  
Prof. Dr. Fatma Neriman ÖZHATAY, Eastern Mediterranean University, **Turkish Republic of Northern Cyprus**  
Dr. Gerald PAROLLY, Free University of Berlin, **Germany**  
Prof. Dr. Franco PEDROTTI, University of Camerino, **Italy**  
Assoc. Prof. Dr. Ia PİPIA, Agricultural University of Georgia, **Georgia**  
Prof. Dr. Dietmar QUANDT, Bonn University, **Germany**\*\*  
Prof. Dr. Mehmet SABAZ, Bartın University, Turkey  
Prof. Dr. Atalay SÖKMEN, Konya Food & Agriculture University, Turkey  
Dr. Ulyana N. SPIRINA, Tver State University, **Russia**  
Prof. Dr. Fahrettin TILKİ, Artvin Çoruh University, Turkey  
Prof. Dr. Göksel TOZLU, Atatürk University, Turkey  
Prof. Dr. Osman TUGAY, Selçuk University, Turkey  
Prof. Dr. Güray UYAR, Ankara Hacı Bayram Veli University, Turkey  
Prof. Dr. Cem VURAL, Erciyes University, Turkey  
Prof. Dr. Erkan YALÇIN, Ondokuz Mayıs University, Turkey  
Prof. Dr. Atilla YILDIZ, Ankara University, Turkey  
Assoc. Prof. Dr. Hatice ÇINAR YILMAZ, İstanbul University – Cerrahpaşa, Turkey

**Refrees List in this issue:** • António Maria Luis CRESPI, UTAD University • Emine AKALIN, İstanbul University • Dilek ORAL, İstanbul University-Cerrahpaşa • Tuğçe DEMİRÖZ AKBULUT, Ege University • Ebru Şebnem YILMAZ, Hatay Mustafa Kemal University • Toqeer Ahmed RAO, Federal Urdu University of Arts, Science and Technology • Moinuddin AHMED, Tabriz University • Hatice YILMAZ, İstanbul University-Cerrahpaşa • Gazi GÖRÜR, Niğde Ömer Halisdemir University • Ersen Aydın YAĞMUR, Manisa Celal Bayar University • Gonca ÖZCAN, Kastamonu University • Ahmet HAKYEMEZ, İstanbul University-Cerrahpaşa.

## Research Articles

### **A preliminary study on the comparison of inhibitory effects induced by PEG 6000 and Euphorbia hirta in two crop plants**

İki tarla bitkisinde Euphorbia hirta ve PEG 6000 ile oluşan engelleyici etkilerin karşılaştırması üzerine bir ön çalışma

**Saira QADIR, Iram Us SALAM, Afsheen KHAN, Ijaz Ahmed QURESHI** ..... 1-6

### **Ulaş-Kangal (Sivas, Türkiye) arası bölgenin florası**

*Flora of the region between Ulaş and Kangal (Sivas, Turkey)*

**Oktay GÖKTAŞ, Hüseyin Aşkın AKPULAT** ..... 7-21

### **Contributions to the Scorpions of the Bolkar Mountains (Turkey)**

Bolkar Dağları (Türkiye) Akreplerine Katkılar

**Özhan ŞENOL, Ayşegül KARATAŞ** ..... 22-30

### **Bazı entomopatojenlerin *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvaları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi**

Determination of the effects of some entomopathogens on *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvae

**Şevval SALİOĞLU, Temel GÖKTÜRK**..... 31-35

## Review Articles

### **A review for the pollinators of Papilionaceous flowers**

Kelebek şeklinde çiçek açan çiçeklerin tozlayıcıları için bir inceleme

**Deniz AYGÖREN ULUER** ..... 36-52

### **Türkiye’de tehlike altındaki türler: IUCN Kırmızı Liste verileri ile tehlike altındaki Fabaceae türlerine yönelik özel bir inceleme**

Endangered species in Turkey: A specific review of endangered Fabaceae species with IUCN Red List data

**Fulya AYDIN-KANDEMİR, Aynur DEMİR** ..... 53-65



## RESEARCH ARTICLE

## Open Access

# A preliminary study on the comparison of inhibitory effects induced by PEG 6000 and *Euphorbia hirta* in two crop plants

İki tarla bitkisinde *Euphorbia hirta* ve PEG 6000 ile oluşan engelleyici etkilerin karşılaştırması üzerine bir ön çalışma

Saira QADIR<sup>a\*</sup>, Iram Us SALAM<sup>a,c</sup>, Afsheen KHAN<sup>a,b</sup>, Ijaz Ahmed QURESHI<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Botany, Federal Urdu University of Arts, Science and Technology, Karachi, 73500 Pakistan

<sup>b</sup> Dr. Moinuddin Ahmed Research Laboratory of Dendrochronology and Plant Ecology, Department of Botany, Federal Urdu University of Arts, Science and Technology, Karachi, 73500 Pakistan

<sup>c</sup> Department of Biotechnology, Federal Urdu University of Arts, Science and Technology, Karachi, 73500 Pakistan

### Article Info

©2021 Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden Application and Research Center of Artvin Coruh University.

\*: Corresponding author

e-mail: [shaikhsaira29@gmail.com](mailto:shaikhsaira29@gmail.com)

ORCID: 0000-0003-3142-0457

### Article history

Received: February 17, 2021

Received in revised form: February 21, 2021

Accepted: February 24, 2021

Available online: March 31, 2021



This is an Open Access article under the CC BY NC ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### Keywords:

Root leachate, allelopathy, *Cicer arietinum*, *Phaseolus vulgaris*, PEG 6000, *Euphorbia hirta*

### Anahtar Kelimeler:

Kök salgısı, alelopati, *Cicer arietinum*, *Phaseolus vulgaris*, PEG 6000, *Euphorbia hirta*

### Citation:

To cite this article: Qadir S, Salam IU, Khan A, Qureshi IA (2021). A preliminary study on the comparison of inhibitory effects induced by PEG 6000 and *Euphorbia hirta* in two crop plants. *Turk J Biod* 4(1): 1-6.

### ABSTRACT

*Euphorbia hirta* is commonly found in all tropical regions of the world, as invasive weed with an adverse effect on other plants. The current study features two important aspects: (i), Effects of *E. hirta* roots exudates (0, 50, 75 and 100% concentrations) (ii), Influence of PEG 6000 "Polyethylene glycol" (8, 16 and 40 g/l concentrations) on germination and growth criterion of *Cicer arietinum* (Chick pea) and *Phaseolus vulgaris* (French bean). In this regard osmotic potential of all the solutions have been balanced. It is observed that the root leachates of spurge weed significantly ( $p < 0.05$ ) affected the germination rate while PEG has no positive or negative effect on growth activity. The growth parameters in both crops have altered by spurge weed and PEG solutions while highest inhibition was recorded in root length root exudates (3.5 cm) of *C. arietinum* which is in contrast to PEG (11.97 cm), this might be due to the presence of allelochemicals. The prescribed treatments also raised their pH values, where highest pH (7.9) obtained from 100% spurge weed induction which is relatively a stronger basic nature rather than neutral control samples. Comparative studies of both test crops shows that *C. arietinum* has appeared to be more influential than *P. vulgaris*. Two-way ANOVA has produced a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the effects of both treatments on germination and growth of test crops while within group (concentrations of each treatment) are weakly significant ( $p < 0.1$ ) to each other. This would rather intimates that the inhibition has strongly emerged as an allelopathic response on *Cicer arietinum* and *Phaseolus vulgaris* plants by the induction of spurge weed (*Euphorbia hirta*) root exudates.

### Öz

*Euphorbia hirta*, diğer bitkiler üzerinde olumsuz etkiye sahip istilacı bir yabancı ot türü olarak dünyanın bütün tropikal bölgelerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Yürütülen çalışmada, *Phaseolus vulgaris* L. (Fasulye) ve *Cicer arietinum* L. (Nohut) çimlenme ve büyüme kriteri üzerine (i) *E. hirta*'nın kök salgılarının etkileri (0, 50, 75 ve %100 konsantrasyon), (ii) PEG 6000'nin (8, 16 ve 40 g/l konsantrasyon) "Polietilen glikol" etkisi olmak üzere iki önemli husus bulunmaktadır. Bu bakımdan bütün solüsyonların osmotik potansiyeli dengelenmiştir. Sütleğen bitkisinin kök salgılarının çimlenme oranını önemli ölçüde ( $p < 0.05$ ) etkilediği, PEG'in ise büyüme aktivitesi üzerinde olumlu veya olumsuz bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. PEG solüsyonları ve sütleğen bitkisi her iki ürünlerdeki büyüme parametrelerini değiştirmiş, *C. arietinum*'un kök uzunluğunda PEG (11.97 cm)'in aksine en yüksek oranda inhibisyon kök salgıları uygulamasında (3.5 cm) kaydedilmiştir. Bu durum alelokimyasalların varlığından kaynaklanmış olabilir. En yüksek pH (7.9) nötr kontrol örneklerine göre daha güçlü bir bazik yapısı olan %100 sütleğen otu indüksiyonundan elde edilmiş, yapılan uygulamalar ayrıca pH değerlerini de yükseltmiştir. Çalışmadaki her iki test bitkisi karşılaştırıldığında *C. arietinum*'un *P. vulgaris*'ten daha fazla etkilendiği görülmüştür. İki yönlü varyans analizine göre (Two-way ANOVA) her iki uygulamanın test bitkilerinin çimlenme ve büyümesi üzerindeki etkileri grup içerisinde (her bir uygulama konsantrasyonları) az oranda önemli olmasına rağmen ( $p < 0.1$ ) her iki uygulama arasında önemli bir fark ( $p < 0.05$ ) oluşturmıştır. Bu inhibisyonun sütleğen bitkisinin (*Euphorbia hirta*) kök salgılarının *Cicer arietinum* ve *Phaseolus vulgaris* bitkileri üzerine alelopatik etkisine karşı güçlü bir yanıt olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.



## 1. INTRODUCTION

Plants are the fundamental bodies in agriculture systems that accelerates world's economy, global food demand and socio-economic spectrum. Pakistan's economy also mainly depends upon agriculture however there are certain plants that can produce harmful effects in agricultural environment (Asad et al., 2020). Weeds are one of them. "Pigweed" is a pantropical weed, scientifically termed as *Euphorbia hirta* and widely used as a medicinal herb for the treatment of respiratory tract infections (Alam, 1991). It produces bronchial relaxation for asthma patient and is commonly known as asthma plant (Dalziel, 1937; Kerharo & Adam, 1974). Despite having all these positive characters, *E. hirta* is known to possess allelopathic effect on crops like pea, tomato, wheat, chickpea, cotton, alfalfa, lettuce, ground nut and soybean (Rice, 1984).

Allelopathy is a process in which one plant species is affected by another and releases chemicals to compete for their survival (Ridenour & Callaway, 2001; Inderjit & Callaway, 2003). These allelochemicals can also retarded the growth of soil microbes which ultimately reduce soil fertility. Root leachates of *Lolium multiflorum* inhibited the soil microbial activity and soil structure (Ferreira et al., 2017). These are secondary metabolites synthesized inside the plant body and may release out either in the form of root exudates or by volatilization etc. They may present in any of the plant organs like roots, leaves, flowers, fruits and buds (Ashrafi et al., 2007). These bio-chemicals can be released in the form of leachates and influence the vegetation as well as soil. Such bio-chemicals are called as allelochemicals, consisted of greater amount of phenolic substances and may cause blockage of chlorophyll pathways and ultimately the process of photosynthesis. (Rice, 1984). These leachates consisting of phenols altered the pH of water and create noxious effects to the plants growing in that medium. A lot of researchers worked on leachates of plants i.e., leaf leachates of *Gmelina arborea* contain many allelochemicals which are responsible for drastic inhibition of seedling growth and moisture content of different pulse crops (Shankar et al., 2014).

Osmotic stress is another influential factor that provides a great loss to the agriculture sector. Polyethylene glycol (PEG) 6000 is basically used to introduce water scarcity in plants artificially. It bears a higher molecular weight and unable to pass through apoplast, moreover, it is a sugary

compound. Radhouane (2007) worked on Osmotic stress by using PEG 6000 and evaluated that the seedlings of pearl millet were affected by osmotic solution. It is typically assumed that allelopathy is not the actual criteria for inhibition as explained by Bell (1974) and Wardle et al., (1992). They suggested that reduction in plants growth cannot always be a factor of allelopathic effect, it might be due to osmotic tension in cell sap. The concept is fairly acceptable, therefore, it is important to distinguish the inhibitory effect and the real cause of inhibition in the crop, that's how the crop conservation strategy could be maintained.

The aim of this study is to examine the causal agent of inhibition in the growth of two crop plants and explored whether osmotic pressure or allelopathy. Therefore, experiment was conducted using PEG 6000 and root leachate of *E. hirta* on germination and seedling emergence of *Cicer arietinum* and *Phaseolus vulgaris* which are economically important crops and fulfil the nutritive requirement of the country.

## 2. MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in the pattern of control randomized block design that has conducted in two phases i.e., germination phase and seedling stage phase. In both phases, there were two sets of petriplates (i) For the analysis of root exudates effects on seed germination and growth (ii) For evaluation of PEG 6000 impacts on seed germination and growth. For this purpose, fresh seeds of *C. arietinum* and *P. vulgaris* were drawn from local market and were surface sterilized. Ten seeds of each test species were placed in petridish containing Whatman filter paper 1 along with five replicates.

For leachates isolation, 30 newly borne seedlings of *E. hirta* were collected, transferred to the pots and kept in the greenhouse located in Department of Botany, Federal Urdu University. The climatic conditions comprised of mild winter having ~26° C of average temperature in the month of February 2017. After two weeks of transplantation, leachates were collected by following method of Wardle et al., (1992) The obtained leachates were then diluted to prepare 50, 75 and 100 % concentrations. Another treatment of non-diluted sample with five replicates was used to analyze the effects, denoted as 0% in the results.

For identification of osmotic effect, PEG 6000(s) was chosen to create osmotic hindrance, different

concentrations (8%, 16% and 40%) were prepared by dissolving PEG 6000 in 200 ml of water. Osmotic potential of exudates and PEG were determined by the help of Osmometer (Knauer Semi-Micro Osmometer K-7400S) that is listed in (Table 1). Osmotic potential of all the solutions were balanced to standardize the effect of osmoticum, this was helpful in the investigation of fundamental inhibitory agent. 3ml of leachates and PEG solution of different concentrations was applied to each petridish.

The seeds were irrigated by their respective treatments at every alternate day. Seed germination was recorded on daily basis while radical and plumule elongation of seedlings were measured at alternate days. pH of all the prepared solutions was recorded by the help of pH- meter Model No. ECPCWP 65000 (Table 2).

**Table 1.** Osmotic pressures of Root leachates of *E. hirta* and polyethylene glycol.

| PEG 6000 g/l | O. Pressure (kpa) | Root exudates ml/ml | O. Potential (kpa) |
|--------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 8%           | 12                | 50%                 | 12                 |
| 16%          | 25                | 75%                 | 25                 |
| 40%          | 55                | 100%                | 55                 |

Where, O. Pressure = Osmotic pressure, Kpa = kilo pascal

**Table 2.** pH level in root leachates of *E. hirta* and PEG 6000

| Spurge weed dilutions (%) | 0    | 50%  | 75% | 100% |
|---------------------------|------|------|-----|------|
| Obtained pH               | 7.00 | 7.1  | 7.5 | 7.9  |
| PEG solutions (%)         | 0    | 8 %  | 16% | 40%  |
| Observed pH               | 7.00 | 7.01 | 7.1 | 7.2  |

## 2.1 Statistical Analysis

Germination % was determined by the following formula.

$$\text{Germination \%} = [n/t] \times 100$$

Where n = No. of seeds germinated, t = Total no of seeds.

Germination index was calculated by following formula. (Khandakar & Bradbeer, 1983)

$$S = [N1/1 + N2/2 + N3/3 + \dots] \times 100$$

Where “S” is the speed of germination N1/1, N2/2.....are the ratio of number of seed germinated per day.

SPSS-2000 version was utilized for the statistical analysis of the above parameters.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Effects on germination

Osmotic pressure and pH of root leachates and PEG 6000 solutions were shown in Table 1 and 2. Emergence of seeds of selected test crops effected by root leachates and PEG 6000 were examined and listed in (Table 3, 4; Figure 1, 2). Present study showed that all concentrations of *E. hirta* root leachates had a significant effect on the germination of chick pea. Highest concentration (55 Kpa) of root exudates have produced 72% germination in *C. arietinum* while in *P. vulgaris*, seed germination rate was 90% while there was 100% germination produced from PEG induced samples, hence the germination (%) maintained a significant ( $p < 0.05$ ) difference between both the species and treatments. It has been reported from various studies that alteration in seed germination may occur due to a number of factors *i.e.*, changes in enzymatic activity, chromosomal sequencing and functioning of secondary metabolites (Khan et al., 2018; 2020). Allelochemicals are usually responsible to induce phytotoxic effects and alter the ability of seed germination (Friedman et al., 1977; Baskin & Baskin, 2001; Asad et al., 2020). Chaves et al., (2001) revealed that the flavonoids present in *Cistus ladanifer* influenced the cotyledons size as well as limiting the germination % and slow down the cotyledon emergence. Germination indexes of both crops were declined by the insertion of root leachates, least velocity of germination was observed in chick pea (47%) while in PEG, 99% seeds were germinated. In contrary to *P. vulgaris*, % germination of *C. arietinum* is found to be more effected by the concentration of root leachates.

**Table 3.** Impact of *E. hirta* root leachates and PEG 6000 on germination phase of *Cicer arietinum*

| Treatments (Kpa) | PEG 6000 |      | Root exudates |      |
|------------------|----------|------|---------------|------|
|                  | G %      | GI % | G %           | GI % |
| 0                | 100±0.0  | 99   | 100 ± 0       | 99%  |
| 12               | 100±0.0  | 99   | 99± 1         | 89%  |
| 25               | 100±0.0  | 99   | 98 ± 2        | 83%  |
| 55               | 100±00   | 96   | 72 ± 8        | 47%  |

where, G % = Germination %, GI = Germination index

**Table 4.** Impact of *E. hirta* root leachates and PEG 6000 on germination phase of *Phaseolus vulgaris*

| PEG 6000         |         |      | Root exudates |      |
|------------------|---------|------|---------------|------|
| Treatments (Kpa) | G%      | GI % | G%            | GI % |
| 0                | 100±0.0 | 99   | 100 ± 0       | 100% |
| 12               | 100±0.0 | 95   | 100± 0        | 96%  |
| 25               | 100±0.0 | 90   | 99 ± 1        | 91%  |
| 55               | 100±0.0 | 89   | 90 ± 10.1     | 89%  |

where, G % = Germination %, GI = Germination index

On the other hand, PEG 6000 with all dilutions did not produce any hindrance in germinating seeds of both test crops, however, it showed some alterations in germination rate of both selected test crops at 55 kpa (89 %) over to control (100%). Our findings were similar to (Radhoune, 2007) where, lower concentration of PEG would not be able to evoke any disturbance but at higher concentration it can cause significant inhibition.

### 3.2 Effect on seedling emergence

Radicle and plumule elongations were measured after completion of seeds germination and presented in Table 5, 6 and Figure 1, 2. It was observed that *E. hirta* root leachates significantly inhibited seedling emergence of both test crops lowering the growth. 100 % concentration of leachates strongly inhibited root elongation in chick pea (3.5 cm) whereas in control samples roots prolonged up to 17.33cm, showing a significant difference ( $p < 0.05$ ) in chick pea seedlings. Similar results were obtained by Rawat et al., (2013) in which leachates of sunflower possessed certain allelochemicals which were responsible for the reduction of seedling growth of different crops. By

comparing both crops, chick pea was found to be greatly influenced by leachates. Our results are in agreement with the findings of Pawar & Rawal (2014), they revealed that, petals of *Delonix regia* contained different polyphenols which altered the germination and seedling growth of chick pea, while Ahmed et al., (2004) observed that *E. camaldulensis* Dehn (aqueous extract) influenced the germination index as well as seedling growth of chick pea.

**Table 5.** Response of *E. hirta* root leachates and PEG 6000 on seedlings of *Cicer arietinum*

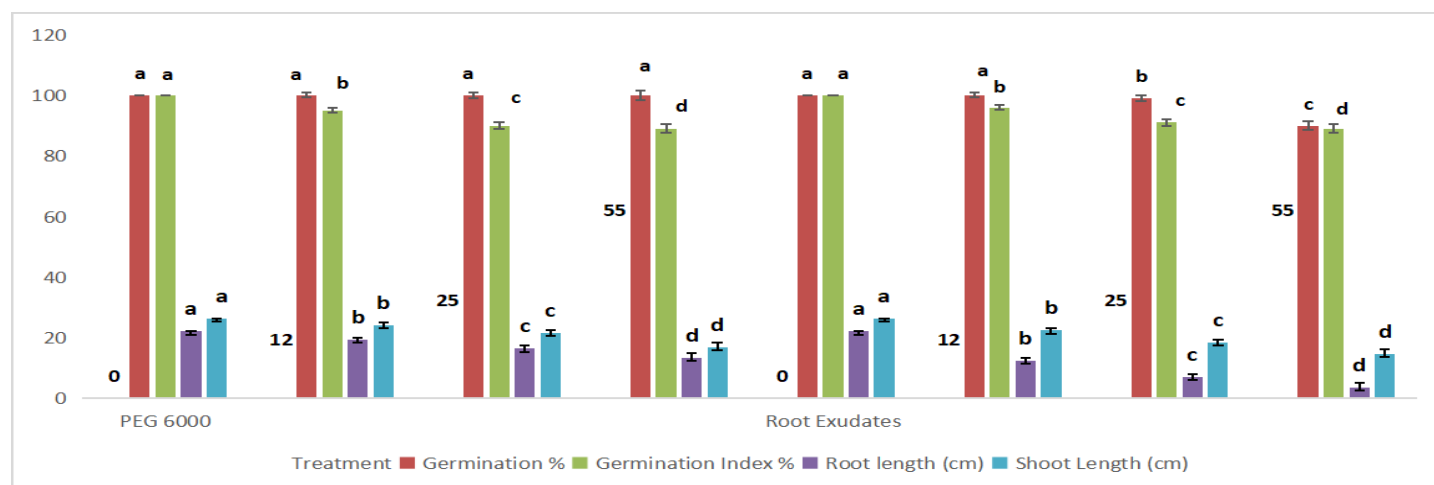
| PEG 6000         |         |         | Root exudates |         |
|------------------|---------|---------|---------------|---------|
| Treatments (Kpa) | RL (cm) | SL (cm) | RL (cm)       | SL (cm) |
| 0                | 17.23 a | 21.23 a | 17.33 a       | 21.11 a |
| 12               | 16.19 b | 19.21 b | 11.2 b        | 15.28 b |
| 25               | 13.44 c | 16.52 c | 8.72 c        | 11.96 c |
| 55               | 11.97d  | 11.48 d | 3.5 d         | 8.89 d  |

where a = 0.1, b = 0.8, c = 1, d = 1.5 (standard error), RL = root length, SL = shoot length

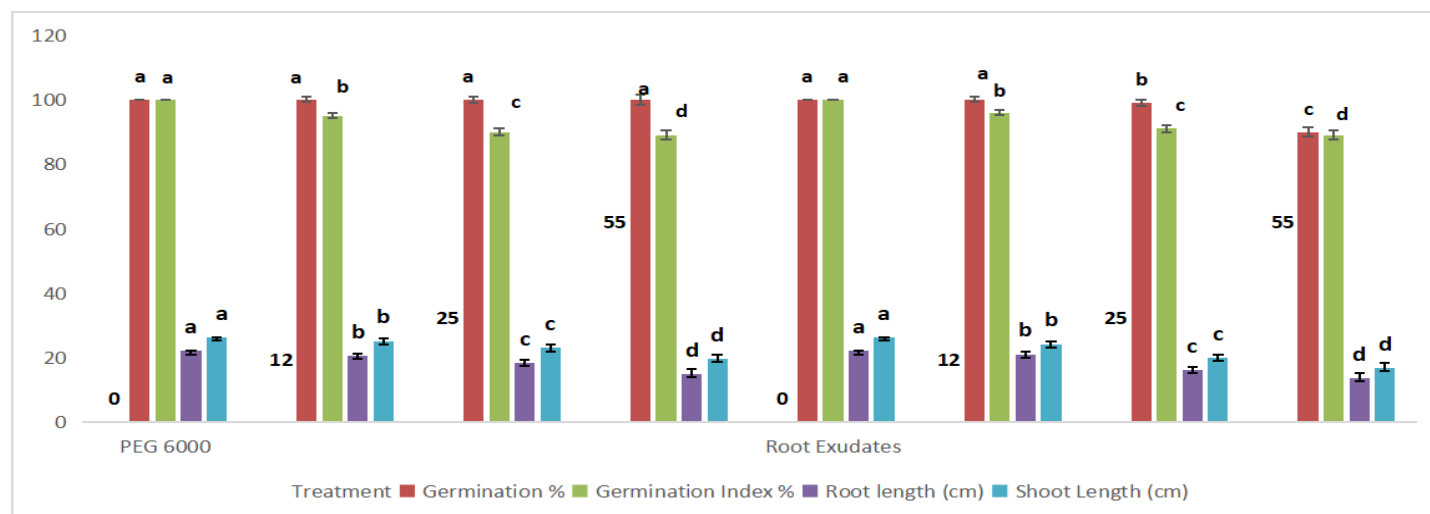
**Table 6.** Response of *E. hirta* root leachates and PEG 6000 on seedlings of *Phaseolus vulgaris*

| PEG 6000         |         |         | Root exudates |         |
|------------------|---------|---------|---------------|---------|
| Treatments (Kpa) | RL (cm) | SL (cm) | RL (cm)       | SL (cm) |
| 0                | 21.99 a | 26.26 a | 21.98 a       | 26.22 a |
| 12               | 20.49 b | 25.11 b | 21.01 b       | 24.18 b |
| 25               | 18.24 c | 22.92 c | 16.02 c       | 19.99 c |
| 55               | 14.92 d | 19.49 d | 13.51 d       | 16.72 d |

where a = 0.1, b = 0.8, c = 1, d = 1.5 (standard error), RL = root length, SL = shoot length

**Figure 1.** Estimates of Germination %, Germination index (%), root and shoot length (cm) in plants growing under influence of PEG and root leachates of *E. hirta* in *Cicer arietinum*

where a = 0.1, b = 0.8, c = 1, d = 1.5 (standard error)



**Figure 2.** Estimates of Germination %, Germination index (%), root and shoot length (cm) in plants growing under influence of PEG and root leachates of *E. hirta* in *Phaseolus vulgaris*. where a = 0.1, b = 0.8, c = 1, d = 1.5 (standard error)

However, PEG 6000 also contributed in lowering the seedling growth of both crops (Table 3, 4). Least growth of root and shoot was seen in chick pea (11.97 cm) when compared to control (17.33 cm) at 55 kpa showing significant ( $p < 0.05$ ) difference among the samples whereas, at 12 and 24 kpa, a considerable inhibition was noticed. Our results agreed with the views of Khalid & Cai (2011), stating that Mannitol could influence the growth, mineral contents and photosynthetic pigments of lemon balm at different levels of concentrations. Moreover, Garg et al., (2019) determined that Mannitol possessed the ability to induce reduction in germination, root and shoot growth and dry matter of chilli at all concentrations.

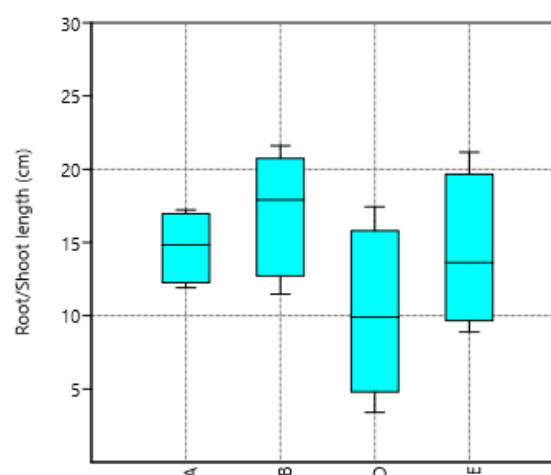
### 3.3 Effect on pH

Since the pH of leachate samples was in range of 7.1-7.9 (greater than that of water i.e. pH = 7), caused inhibition in seed germination and seedling growth at relatively greater extent than those of PEG treated samples (Table 2). However, the pH range of PEG solution was somehow equivalent to the required pH. Our results supported the findings of Gentili et al., (2018) who explained that pH higher than 7 could produce drastic effects on plant height as well as inhibited flower formation.

### 3.4 Comparative analysis of leachates and PEG 6000 effects

Our results revealed that PEG 6000 inhibit seedling growth in both test crops, however, the causatums of root leachate of *E. hirta* was greater than that of PEG 6000. Analysis of variance (ANOVA) in a way 2-way mode

contributed significant difference ( $p < 0.05$ ) between the treatments (PEG and root exudates) in both the crops while variance among concentrations of each treatment showed weakly significant differences ( $p < 0.1$ ) from L.S.D 0.05 (Figure 3). Additionally, PEG 6000 was failed to reduce germination factor while root leachate significantly reduced the % germination. Our results in agreement with the findings of Salam et al., (2018), stated that Mannitol showed inhibition at high concentration while *Chenopodium album* inhibited the growth of wheat and chick pea at all levels and this inhibition was entirely due to allelopathy.



**Figure 3.** Difference in the root/shoot elongation between PEG 6000 and root leachates of *E. hirta* applications on treatments.

Where, A and B = Root and shoot length of PEG 6000 induced plants. D and E = Root and shoot length of *E. hirta* root leachates induced plants respectively



#### 4. CONCLUSION

Current study showed that the inhibition in germination and seedling growth of chick pea and French beans was entirely due to the presence of allelochemicals in the root leachates of *E. hirta*. Although, PEG 6000 governs the capability of growth inhibition in different plants but in the current study there is no such evidence recorded. Nevertheless, it will remain a matter of concern to check the root cause of inhibition in plant growth rather than claiming allelopathy without including osmotic pressure trials.

#### REFERENCES

- Ahmed R, Uddin MB, Hossain MK (2004). Allelopathic effects of leaf extracts of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. on agricultural crops. *Bangladesh journal of Botany* 33: 79–84.
- Alam SM (1991). Weed Science Problem in Pakistan. *Pakistan Journal of Ecology* 3 (9): 25-29.
- Asad M, Khan A, Jahan B (2020). Variation in biomass production of sunflower (*Helianthus annuus*) plants under the influence of Lemongrass (*Cymbopogon erectus*) extract. *Turkish Journal of Biodiversity* 3(2): 54-59.
- Ashrafi ZY, Sadeghi S, Mashhadi HR (2007). Allelopathic effects of barley (*Hordeum vulgare*) on germination and growth of wild barley (*H. spontaneum*). *Pakistan Journal of Weed Science Research* 13(1/2): 99-112.
- Baskin CC, Baskin JM (2001). Seeds – Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination, *Academic Press*, New York, USA,.
- Bell DT (1974). The influence of osmotic pressure in tests for allelopathy. *Trans. 111, State Academy Science* 67: 312-317.
- Chaves N, Sosa T, Escudero JC (2001). Plant growth inhibiting flavonoids in exudates of *Cistus ladanifer* and in associated soils. *Journal of Chemical Ecology* 27: 623 – 631
- Dalziel JM (1937). The useful plants of West Tropical Africa. *Crown Agents for the colonies. London*, 52 - 560.
- Ferreira MI, Reinhardt CF, Rijst MVD, Marais A, Botha A (2017). Allelopathic root leachate effects of *Lolium multiflorum* x *L. perenne* on crops and the concomitant changes in metabolic potential of the soil microbial community as indicated by the biogeocoplate. *International Journal of Plant and Soil Science* 19(5): 1-14.
- Friedman J, Orshan G, Ziger-C fir Y (1977). Suppression of annuals by *Artemisia berba-alba* in the Negev desert of Israel. *Journal of Ecology* 65: 413-426.
- Garg C, Sharma K, Sharma A, Ram K (2019). Effect of mannitol concentration on chilli genotypes. *Global Journal of Bio- Science and Bio-Technology* 8(1): 15- 19
- Gentili R, Ambrosini R, Montagnani C, Caronni S, Citterio S (2018). Effect of Soil pH on the Growth, Reproductive Investment and Pollen Allergenicity of *Ambrosia artemisiifolia* L. *Frontier Plant Sciences* 9: 1335.
- Inderjit K, Callaway RM (2003). Experimental designs for the study of allelopathy. *Plant & Soil* 256: 1-11.
- Kerharo J, Adam JG (1974). La Pharmacopie Senegalese Traditionelle. *Pl. Med. et Tox.* Vigot Freses, Paris.
- Khalid AK, Cai W (2011). The effects of mannitol and salinity stresses on growth and biochemical accumulations in lemon balm. *Acta Ecologica Sinica* 31: 112- 120
- Khandakar AL, Bradbeer JW (1983). Jute seed quality. *Bangladesh Agricultural Research Council*.
- Khan A, Ahmed M, Shaukat SS (2018). Allelopathy: an overview. *FUUAST Journal of Biology* 8(2), 331-350.
- Khan A, Ahmed M, Khan A, Ahmed F (2020). Dynamics of highly disturbed pine species around Murree hills of Pakistan; A preliminary study. *Pakistan Journal of Agricultural Science* 57(6), 1597-1606.
- Pawar B, Rawal K (2014). Influence of petal leachate of *Delonix regia* on germination and seedling growth of chick pea. *International Journal of Current Research* 6: 6983-6988.
- Radhouane L (2007). Response of Tunisian autochthonous pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. *African Journal of Biotechnology* 6: 1102-1105
- Rawat LS, Maikhuri RK, Vikram K, Negi S (2013). Inhibitory effect of leachate from *Helianthus annuus* on germination and growth of Kharif crops and weeds. *Acta Ecologica Sinica Elsevier*. 33: 245– 252.
- Rice EL (1984). *Allelopathy*. 2nd ed. *Acad. Press*, New York, USA.
- Ridenour WM, Callaway RM (2001). The relative importance of allelopathy in interference: the effects of an invasive weed on a native bunchgrass. *Oecologia* 126: 444–450
- Salam IU, Ahmed M, Hussain F (2018). A Study of different parameters of osmotic potential compared with weed (*Chenopodium Album*) on wheat and Chickpea crop. *Pakistan Journal of Botany* 50(3), 963-967.
- Shankar RM, Shanmugham V, Sirajunnisa R, Ramasamy R (2014). Effect of Allelochemicals from Leaf Leachates of *Gmelina arborea* on Inhibition of Some Essential Seed Germination Enzymes in Green Gram, Red Gram, Black Gram, and Chickpea. *International School of Research Notiica*, 1-7.
- Wardle DA, Nicholson KS, Ahmed M (1992). Comparison of osmotic and allelopathic effects of grass leaf extracts on grass seed germination and radicle elongation. *Plant and Soil* 140: 315-319.

## RESEARCH ARTICLE

## Open Access

### Ulaş–Kangal (Sivas, Türkiye) arası bölgenin florası

#### Flora of the region between Ulaş and Kangal (Sivas, Turkey)

Oktay GÖKTAŞ<sup>a\*</sup>, Hüseyin Aşkın AKPULAT<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Sivas Cumhuriyet University, 58140, Sivas, Turkey

<sup>b</sup> Biology Department, Faculty of Science, Sivas Cumhuriyet University, 58140, Sivas, Turkey

#### Article Info

©2021 Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden Application and Research Center of Artvin Coruh University.

\*:Corresponding author

e-mail: [ogoktas@cumhuriyet.edu.tr](mailto:ogoktas@cumhuriyet.edu.tr)

ORCID: 0000-0001-8478-2211

#### Article history

Received: February 25, 2021

Received in revised form: March 18, 2021

Accepted: March 20, 2021

Available online: March 31, 2021



This is an Open Access article under the CC BY NC ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

#### Anahtar Kelimeler:

Flora, Ulaş, Kangal, endemik, Türkiye

#### Keywords:

Flora, Ulaş, Kangal, endemic, Turkey

#### Citation:

To cite this article: Göktaş O, Akpulat HA (2021). Ulaş–Kangal (Sivas, Türkiye) arası florası. *Turk J Biod* 4(1): 7-21.

#### Öz

Bu araştırma, Ulaş–Kangal (Sivas) arası florasını kapsamaktadır. Araştırma materyali, 18 ay süre ile toplanan bitki örneklerinden oluşmaktadır. Bu süre içinde toplanan 420 örnekten, 218 takson tayin edilmiştir. 218 taksonun 57'si (%26,1) Türkiye için endemiktir. Araştırma bölgesinin florasını 36 familya ve 128 cins ve 218 takson oluşturmaktadır. Toplam taksonlardan 2'si Pteridophyta, 216'si Spermatophyta bölümlerine aittir. Angiospermae alt bölümü 216 taksona sahiptir. Sırasıyla, Angiospermae alt bölümüne ait taksonların 197'si Dicotyledonea, 19'u Monocotyledonea sınıfında yer almaktadır. Taksonların bitki coğrafyası bölgelerine dağılım oranları şöyledir: İran-Turan elementleri 90 (%41,3), Avrupa-Sibirya elementleri 8 (%3,7), Akdeniz elementi 19 (%8,7), geniş yayılışlı ve yayılışlı bilinmeyenler 101 (%46,3). En büyük on familya ve takson sayıları şu şekildedir: Asteraceae (46), Lamiaceae (28), Fabaceae (21), Liliaceae (14), Boraginaceae (13), Brassicaceae (12), Caryophyllaceae (11), Papaveraceae (9), Ranunculaceae / Scrophulariaceae (8), Rosaceae (4). En büyük on cins ve takson sayıları şöyledir: *Astragalus* (9), *Salvia* (9), *Centaurea* (7), *Anthemis* (4), *Allium* (5), *Papaver* (4), *Achillea* (4), *Erysimum* (4), *Helichrysum* (4), *Thymus* (3).

#### ABSTRACT

This research contains the flora of between Ulaş and Kangal (Sivas) region. The research material contains plant samples which have been collected over 18 months. 420 samples have been collected in this period and 218 taxa have been identified. 57 (26,1%) of 218 taxa are endemic to Turkey. The flora of research region consists of 36 families and 128 genera and 218 taxa. 2 out of the total taxon belong to Pteridophyta division, the remaining 216 belong to Spermatophyta division. Angiospermae subdivision has 216 taxon. Respectively, 197 of the taxa are in the Dicotyledoneae class, 19 of the taxa are Monocotyledoneae class, which belong Angiospermae subdivision. The scattering ratios of the taxa to the phytogeographic regions are as follows: Irano-Turanian elements 90 (41,3%), Euro-Siberian elements 8 (3,7%), Mediterranean elements 19 (8,7%), cosmopolitans and unknown scatters 101 (46,3%). The largest ten families and taxon numbers are as follows: Asteraceae (46), Lamiaceae (28), Fabaceae (21), Liliaceae (14), Boraginaceae (13), Brassicaceae (12), Caryophyllaceae (11), Papaveraceae (9), Ranunculaceae / Scrophulariaceae (8), Rosaceae (4). The largest ten genera and taxon numbers are as follows: *Astragalus* (9), *Salvia* (9), *Centaurea* (7), *Anthemis* (4), *Allium* (5), *Papaver* (4), *Achillea* (4), *Erysimum* (4), *Helichrysum* (4), *Thymus* (3).

## 1. GİRİŞ

Türkiye Florası üzerindeki çalışmalar çok uzun yıllardan bu yana sürmektedir. Türkiye florası ile ilgili araştırmalar 1700'lü yıllara kadar uzanmaktadır. Bu araştırmalar değişik ülkelerden birçok botanikçi tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu kadar uzun yıllara dayanan çalışmalar olması ve bu çalışmaların çoğunluğunun özellikle yabancılar tarafından yapılmış olması, Türkiye'nin bitki türü çeşitliliği bakımından, dünyanın çok

zengin ülkelerinden birisi olduğunu açıkça göstermektedir. Bir örnek vermek gerekirse; Avrupa kıtasında 11557 bitki türü, Britanya Adaları'nda 2000 bitki türü mevcutken (Heywood & Tutin, 1964-1981), Türkiye yaklaşık olarak 9222 bitki türüne sahiptir (Davis vd., 1988; Davis, 1965-1985). Floristik çalışmalar arttıkça, bu sayı artmaktadır. Türkiye'nin bu kadar zengin bir flora sahip olması; Akdeniz, İran-Turan ve Avrupa-Sibirya gibi üç bitki coğrafyası bölgesinin kesiştiği bir alanda yer alması, birçok cinsin gen merkezi konumunda olması, Asya ile Avrupa'yı

birbirine bağlayan bir konumda bulunması, iklimsel, topoğrafik ve jeolojik farklılıklara sahip olması, deniz, göl, akarsu, bataklık gibi değişik sucul ortamlara sahip olması, 0-5000 metreler arasında değişen yükseklik farklılığına sahip olması gibi nedenlere bağlanabilir (Davis, 1965-1985; Ekim, 1997).

Bugüne kadar yurdumuz florasıyla ilgili birçok floristik araştırma yapılmış olmasına rağmen, ilk araştırmalar daha önce de söylendiği gibi yabancı bilim adamlarınca gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalar 1700'lü yılların başlarına kadar gitmektedir (Davis, 1965-1985). Yurdumuza 1842 yılında gelerek floristik çalışmalar yapan Boissier, o zamana kadar yapılan çalışmaları da değerlendirerek, "Flora Orientalis" adlı yurdumuzu da ilgilendiren beş ciltlik eseri yayınlamıştır (Boissier, 1867-1888). Diğer önemli bir çalışma ise, 1938-1982 yılları arasında yurdumuza birçok kez gelerek bitki toplayan P. H. Davis tarafından gerçekleştirilmiştir. Diğer çalışmaları da dikkate alan Davis, "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" adlı 9 ciltlik bir eser yayınlamıştır. Bu eser 1965-1985 yılları arasında yayınlanmıştır. Daha sonra 1988 ve 2000 yıllarında bu eserin 10 ve 11. ek ciltleri de yayınlanmıştır (Davis vd., 1988; Güner vd., 2000). Yine Davis tarafından 1974'te yapılan bir yayında verilen haritayla, ülkemizin floristik yönden az, orta ve iyi derecede bilinen yörelerine işaret edilmiştir (Davis, 1974). Buna bağlı olarak çalışmaların, az ve orta derecede bilinen yörelere kayması sağlanmıştır. Bu haritaya göre çalışma yapmayı planladığımız alan; florası orta derecede bilinen alanlar içerisine girmektedir. Fakat Türkiye Florası adlı eserde bu alandan toplandığı bildirilen bitkilerin sayısı çok azdır. Yurdumuz florası ile ilgili yerli botanikçilerin çalışmaları ise, ancak geçtiğimiz yüzyılın ikinci yarısından sonra başlamış ve birçok çalışmaya rağmen, yurdumuzun florasını oluşturan bitkiler ve bunların dağılışı tamamen saptanamamıştır (Ekim, 1997).

Araştırma alanı olarak seçilen bölgeye ait önceden herhangi bir floristik çalışma yapılmamış olması, Türkiye florasına yeni taksonlar eklenebileceği, bazı tıbbi, zirai ve ekonomik öneme sahip bitkilerin araştırma alanından saptanabileceği ve bu nedenlerle ülke ekonomisine ve ilerideki bilimsel çalışmalara bir katkı sağlanabileceği düşünülerek, bu bölgede floristik bir çalışma yapılması amaçlanmıştır.

Araştırma alanı olarak seçilen Ulaş-Kangal (Sivas) arası "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" adlı 11 ciltlik eserdeki, Davis' in kareleme sistemine göre B6 karesinde bulunmaktadır (Davis vd., 1988; Davis, 1965-

1985; Ekim, 1997). Araştırma alanı olarak seçilen Ulaş-Kangal (Sivas) arasında daha önce yapılmış bir floristik çalışma bulunmamaktadır ve Davis (1974) tarafından çizilmiş botanik araştırmaların durumunu gösteren haritaya göre, florası orta derecede bilinen bir alan olması nedeniyle, bu alanda yapılacak floristik bir çalışma; alanın florasını iyi bilinir hale getirmiştir. Yapılan çalışmayla araştırma alanında yetişen tüm bitkilerin saptanması yanında, "Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı" adlı eserde yer alan tehlike altındaki bitkilerle ilgili de yeni gözlemler yapılmıştır (Ekim vd., 2000). Bu gözlemler, bitkilerin tehlike kategorileriyle ilgili çalışmalara da katkıda bulunacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Araştırma Alanının Coğrafyası

Araştırma alanımız olan Ulaş – Kangal (Sivas) arası, İç Anadolu bölgesinin doğusunda, Sivas ilinin sınırları içerisinde yer almaktadır. Davis'in Türkiye Florası'nda kullandığı kareleme sistemine göre, B6 karesinde ve Sivas'ın güneyinde bulunmaktadır (Şekil 1). Araştırma alanının denizden yüksekliği 1380 – 2319 m arasında değişmektedir. Hemen hemen Kuzey – Güneydoğu doğrultusunda uzanan araştırma alanı; 36°-37° Doğu boylamları ile 39°-40° Kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır.

Araştırma alanı hemen hemen 40 x 4 km<sup>2</sup> dir. Sivas – Kayseri devlet yolunun (D850) 40. km. 'sinde bulunan Ulaş ilçesi 1380 m. rakım ile araştırma alanının en alçak yeri olup, yine bu ilçeye yaklaşık olarak 7 km uzaklıkta bulunan Tecer Dağı 2319 m rakım ile araştırma alanının en yüksek mevkiisidir. Tecer Dağı'ndan sonra araştırma alanındaki en yüksek rakıma sahip olan yer, Ulaş – Kangal yolunda, Ulaş'a yaklaşık 18 km mesafede bulunan Yağdonduran Geçidi'dir (1750 m).

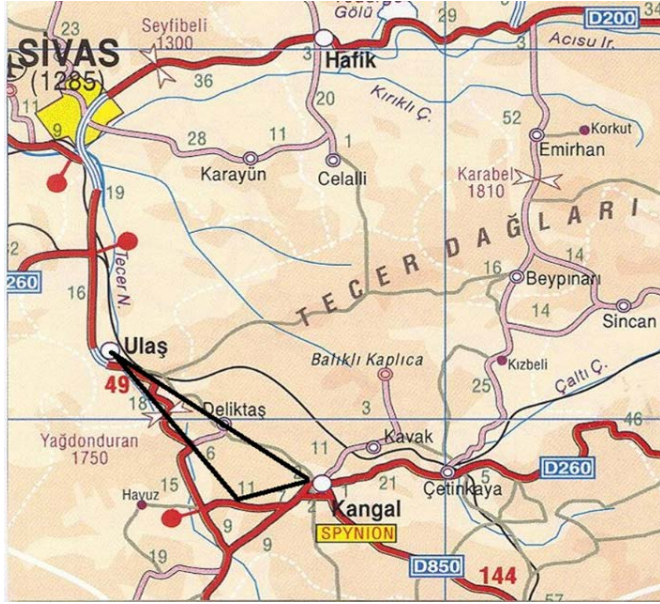
Araştırma alanı yer yer engebeli bir yapıya sahiptir. Özellikle Ulaş – Tecer bölümü oldukça engebeli bir araziye sahiptir. Araştırma alanının Yağdonduran Geçidi'nden sonraki kısmı ise Kangal'a kadar geniş düzlüklere sahiptir ve bu düzlükler yoğun bir şekilde tarım alanı olarak kullanılmaktadır.

### 2.2. Araştırma Alanının İklimi

Türkiye iklimi bugüne kadar birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Emberger'in Akdeniz çevresi için geliştirdiği metotla Türkiye'nin iklimi incelenmiş ve Türkiye'de hüküm süren yağış rejimleri haritası geliştirilmiştir (Şekil 2). Bu haritaya göre, Sivas'ta



Doğu Akdeniz 2. Tip yağış rejimi görülmektedir (Akman, 1990).



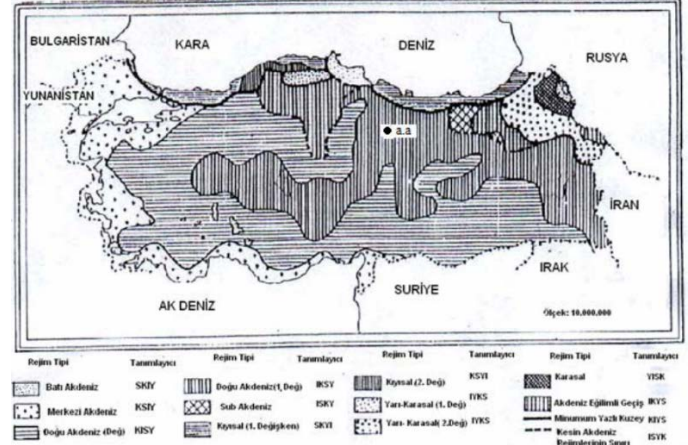
Şekil 1. Araştırma Alanının (a.a) Sivas İl Haritasındaki Konumu

### 2.2.1. Sıcaklık

Araştırmanın yapıldığı 2009- 2010 yıllarının aylık ve yıllık sıcaklık ortalamaları, maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık değerleri ve Sivas ili ile ilgili tüm sıcaklık verileri Devlet Meteoroloji İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nden (2010) sağlanmıştır. Ayrıca 1975- 2009 yılları arası (34 yıllık rasat) aylık ve yıllık sıcaklık ortalamaları ve maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık değerleri gösterilmiştir (Tablo 1, 2, 3).

**Tablo 1.** 1975-2009 Yılları Arası Ortalama Sıcaklık, Ortalama En Düşük Sıcaklık ve Ortalama En Yüksek Sıcaklık Dağılımı.

| Sivas 1975-2009 Arası (34 yıl) |       |       |       |       |       |         |        |         |       |      |       |        |        |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|--------|
| İklim Elemanları               | Ocak  | Şubat | Mart  | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
| Ortalama Sıcaklık              | -3.4  | -2.2  | 2.9   | 9.2   | 13.5  | 17.2    | 20.3   | 20.3    | 16.3  | 10.9 | 4.3   | -0.9   | 9.0    |
| Ortalama En Düşük Sıcaklık     | -17.7 | -17.1 | -10.7 | -2.8  | 1.3   | 5.0     | 7.8    | 7.6     | 3.0   | -1.7 | -7.8  | -15.0  | -2.7   |
| Ortalama En Yüksek Sıcaklık    | 7.6   | 9.8   | 17.5  | 23.6  | 27.2  | 30.8    | 34.4   | 34.3    | 31.5  | 26.4 | 18.2  | 11.0   | 22.6   |



Şekil 2. Çeşitli Yağış Rejimlerini İçeren Harita ve Araştırma Alanının (a.a) Konumu (Akman, 1990).

### 2.2.2. Yağış

1975- 2009 yılları arasında (34 yıllık), Sivas ilinin aylık ve yıllık yağış miktarı ve ayrıca arazi çalışmalarının yapıldığı 2009-2010 yıllarında aylık ve yıllık yağış miktarı ile ilgili veriler Devlet Meteoroloji İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nden (2010) sağlanmıştır (Tablo 4).

### 2.2.3. Ortalama Nisbi Nem (%)

1957- 1990 yılları arasında (33 yıllık), Sivas ilinin aylık ve yıllık ortalama nisbi nem (%) miktarı ve ayrıca arazi çalışmalarının yapıldığı 2009- 2010 yıllarında aylık ve yıllık ortalama nisbi nem (%) miktarı ile ilgili veriler Devlet Meteoroloji İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nden (2010) sağlanmıştır (Tablo 5).



**Tablo 2.** 2009 Yılı Ortalama Sıcaklık, Ortalama En Düşük Sıcaklık ve Ortalama En Yüksek Sıcaklık Dağılımı.

| Sivas 2009                  |       |       |      |       |       |         |        |         |       |      |       |        |        |
|-----------------------------|-------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|--------|
| İklim Elemenları            | Ocak  | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
| Ortalama Sıcaklık           | -3.2  | 1.9   | 3.2  | 8.1   | 13.1  | 18.9    | 19.8   | 18.2    | 14.9  | 14.0 | 4.8   | 3.3    | 9.7    |
| Ortalama En Düşük Sıcaklık  | -19.6 | -11.8 | -6.4 | -2.6  | 2.6   | 7.0     | 8.0    | 6.0     | 2.0   | 4.0  | 5.6   | -6.8   | -1     |
| Ortalama En Yüksek Sıcaklık | 7.0   | 11.2  | 16.2 | 18.9  | 29.0  | 31.6    | 33.2   | 32.1    | 29.0  | 27.6 | 19.6  | 11.6   | 22.2   |

**Tablo 3.** 2010 Yılı Ortalama Sıcaklık, Ortalama En Düşük Sıcaklık ve Ortalama En Yüksek Sıcaklık Dağılımı.

| Sivas 2010                  |       |       |      |       |       |         |        |         |       |      |       |        |        |
|-----------------------------|-------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|--------|
| İklim Elemenları            | Ocak  | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
| Ortalama Sıcaklık           | 0.9   | 3.6   | 6.7  | 9.2   | 14.9  | 19.5    | 22.9   | 23.6    | 19.7  | 10.9 | 8.1   | -      | 12.7   |
| Ortalama En Düşük Sıcaklık  | -16.6 | -11.0 | -8.0 | -2.4  | 2.2   | 10.0    | 11.8   | 10.0    | 8.4   | 0.8  | -3.2  | -      | 0.2    |
| Ortalama En Yüksek Sıcaklık | 14.6  | 14.8  | 20.0 | 23.0  | 29.4  | 35.2    | 38.0   | 37.4    | 34.6  | 27.0 | 20.0  | -      | 26.7   |

**Tablo 4.** Sivas ili yağış miktarı (mm).

| Yıllar / Ay | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim  | Kasım | Aralık | Yıllık |
|-------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 2009        | 59.4 | 62.6  | 52.5 | 71.1  | 45.6  | 52.6    | 47.0   | 0.0     | 25.3  | 16.1  | 88.8  | 55.5   | 576.5  |
| 2010        | 93.3 | 55.4  | 66.8 | 55.7  | 46.9  | 85.5    | 0.0    | 0.1     | 10.3  | 103.0 | 3.6   | -      | 520.6  |

**Tablo 5.** Sivas ili ortalama nisbi nem (%).

| Yıllar / Ay        | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Yıllık |
|--------------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|------|-------|--------|--------|
| 2009               | 75.8 | 72.2  | 63.9 | 60.2  | 57.3  | 57.5    | 60.9   | 53.7    | 63.2  | 56.5 | 73.0  | 73.0   | 63.9   |
| 2010               | 74.7 | 72.0  | 63.2 | 61.0  | 59.8  | 59.4    | 56.7   | 48.9    | 55.1  | 69.4 | 59.6  | -      | 61.8   |
| 1957-1990 (33 yıl) | 72   | 71    | 66   | 62    | 60    | 58      | 56     | 56      | 55    | 62   | 67    | 72     | 63     |

### 3. MATERYAL VE METOT

Araştırma materyalini oluşturan bitki örnekleri, Mart 2009 ile Eylül 2010 tarihleri arasında toplanmış 420 örnekten oluşmaktadır. Arazi çalışmaları her yıl Mart, Ağustos, Eylül, aylarında 2’şer günlük, Nisan ve Temmuz aylarında 3’er günlük, Mayıs, Haziran aylarında 4’er günlük olacak şekilde düzenlenmiştir. İki yıl içinde toplam olarak arazide çalışma süresi 22 gün olmuştur.

Genellikle araştırma alanındaki vejetasyon periyodu Nisan ayının ilk günlerinde başlamakta, Temmuz ayının sonları veya Ağustos ayının başlarına doğru, sulak alanlar hariç hemen hemen her yerde, vejetasyon bozkır halini almaktadır.

Bitki örneklerinin teşhisinde “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” adlı eserden faydalanılmıştır (Davis vd., 1988; Davis, 1965-1985). Ayrıca bitkilerin tehlike durumları da “Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı” adlı eser kullanılarak tayin edilmiştir (Ekim vd., 2000).

Floristik çalışmalarda; taksonların endemikliği, bitki coğrafyası bölgesi elementi sayısı ve bitki coğrafyası bölgesi elementi oranları, saptanan familya, cins ve daha

üst kategorilerin takson sayısı belirtilmiştir. Ayrıca araştırma alanından saptanan endemik taksonlar ve tehlike altında bulunan bitkilerin tehlike kategorileri verilmiştir. Çalışmalarımız sonucunda; araştırma alanından 36 familya, 128 cinse ait 218 tür adlandırılmıştır.

### 4. BULGULAR

#### 4.1. Lokaliteler

Ulaş – Kangal (Sivas) arasında yapılan arazi çalışmalarında bitki toplanan lokaliteler:

1. B6 Sivas: Ulaş, Ulaş’ı geçince yol kenarı, 2. km, 1380 m.
2. B6 Sivas: Ulaş, Tecer köyü girişi, köprü yakını, 1410m.
3. B6 Sivas: Ulaş, Tecer köyü, Tecer Dağı yamaçları, 1500 m.
4. B6 Sivas: Ulaş, Yağdonduran geçidi, TCK çeşme, y. yamaçlar, 1750 m.
5. B6 Sivas: Ulaş, Yağdonduran geçidi, TCK çeşme, a. yamaçlar, 1740 m.

6. B6 Sivas: Kangal, Deliktaş köyü yolu, 3. km, 1750 m.
7. B6 Sivas: Kangal, İmamdamı köyü girişi, yamaçlar, 1740 m.
8. B6 Sivas: Kangal, Hüyüküyurt köyü yolu, 2. km, 1650 m.
9. B6 Sivas: Kangal, Tahtalı – Çatköy köyü yolu, 5. km, 1650 m.
10. B6 Sivas: Kangal, Çatköy – Yaylacık köyü yolu, 3. km, 1600 m.
11. B6 Sivas: Kangal, Kuruayşe köyü yolu, 1. Km, 1525 m.
12. B6 Sivas: Kangal, Kangal’a 8 km kala, yol kenarı, 1540 m.
13. B6 Sivas: Kangal, Kangal’a 4 km kala, yol kenarı, 1540 m.

#### 4.2. Sistemantik Liste

##### Pteridophyta

##### Equisetaceae

*Equisetum palustre* L. 11; 12.5.2010, Göktaş 1092, 5; 02.6.2010, Göktaş 1159.

*Equisetum arvense* L. 4; 12.7.2010, Göktaş 1299.

##### Spermatophyta

##### Angiospermae

##### Dicotyledoneae / Magnoliopsida

##### Ranunculaceae

*Nigella arvensis* L. var. *glauca* Boiss. 3; 12.7.2010, Göktaş 1312.

*Delphinium venulosum* Boiss. 3; 21.6.2010, Göktaş 1251. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Consolida orientalis* (Gay) Schröd. 1; 14.7.2010, Göktaş 1359, 1; 02.6.2010, Göktaş 1121; 04.6.2010, Göktaş 1229, 2; 02.6.2010, Göktaş 1148.

*Adonis eriocalycina* Boiss. 3; 11.5.2010, Göktaş 1060, 1; 11.5.2010, Göktaş 1079, 2; 11.5.2010, Göktaş 1044, 8; 03.6.2010, Göktaş 1214, 2; 02.6.2010, Göktaş 1149, 13; 04.6.2010, Göktaş 1218, 11; 04.6.2010, Göktaş 1232, 10; 03.6.2010, Göktaş 1239. Ir-Tur.

*Ranunculus dissectus* Bieb. subsp. *huetii* (Boiss.) Davis 2; 11.5.2010, Göktaş 1036, 3; 11.5.2010, Göktaş 1054. **Endemik LC**.

*Ranunculus dissectus* Bieb. subsp. *sibthorpii* Davis 3; 13.4.2010, Göktaş 1018.

*Ranunculus marginatus* d’UrV. var. *marginatus* 3; 13.4.2010, Göktaş 1025.

*Ranunculus cornutus* DC. 6; 12.5.2010, Göktaş 1102, 11; 12.5.2010, Göktaş 1091, 3; 02.6.2010, Göktaş 1028, 5; 02.6.2010, Göktaş 1166.

##### Berberidaceae

*Berberis crataegina* DC. 3; 11.5.2010, Göktaş 1058. Ir-Tur.

##### Papaveraceae

*Glaucium grandiflorum* subsp. *refractum* var. *refractum* (Náb.) Mory 3; 05.8.2010, Göktaş 1379. Ir-Tur.

*Glaucium grandiflorum* Boiss. & Huet var. *grandiflorum* 1; 02.6.2010, Göktaş 1105. Ir-Tur.

*Roemeria hybrida* (L.) DC. subsp. *hybrida* 1; 11.5.2010, Göktaş 1088, 3; 11.5.2010, Göktaş 1071, 1; 11.5.2010, Göktaş 1089.

*Papaver orientale* L. 13; 04.6.2010, Göktaş 1226, 1; 14.7.2010, Göktaş 1353. Ir-Tur.

*Papaver rhoeas* L. 2; 11.5.2010, Göktaş 1039, 2; 11.5.2010, Göktaş 1037, 11; 04.6.2010, Göktaş 1230, 2; 21.6.2010, Göktaş 1246.

*Papaver dubium* L. 2; 11.5.2010, Göktaş 1038.

*Papaver argemone* L. 3; 11.5.2010, Göktaş 1069, 1; 11.5.2010, Göktaş 1078.

*Corydalis erdelii* Zucc. 5; 13.4.2010, Göktaş 1017.

*Fumaria asepalae* Boiss. 4; 02.6.2010, Göktaş 1171. Ir-Tur.

##### Brassicaceae

*Rapistrum rugosum* (L.) All. 11; 04.6.2010, Göktaş 1238.

*Lepidium perfoliatum* L. 3; 11.5.2010, Göktaş 1055.

*Cardaria draba* (L.) Desv. subsp. *draba* 13; 04.6.2010, Göktaş 1224, 1; 11.5.2010 Göktaş 1080, 8; 03.6.2010, Göktaş 1215, 2; 11.5.2010, Göktaş 1042, 2; 02.6.2010, Göktaş 1150, 5; 02.6.2010, Göktaş 1154.

*Isatis glauca* Aucher ex Boiss. subsp. *glauca* 2; 12.7.2010, Göktaş 1328. Ir-Tur.

*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. 5; 13.4.2010, Göktaş 1014.

*Pseudosempervivum sempervivum* (Boiss. & Bal.) Podeb. 4; 02.6.2010, Göktaş 1173. **Endemik LC**.

*Ricotia aucheri* (Boiss.) B. L. Burt 11; 04.6.2010, Göktaş 1235. Ir-Tur.

*Erysimum lycaonicum* (Hand.-Mazz.) Hub.-Mor. 1; 11.5.2010, Göktaş 1086. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Erysimum hamosum* Blanche ex Post 1; 11.5.2010, Göktaş 1085. Ir-Tur.

*Erysimum caricum* Boiss. 3; 11.5.2010, Göktaş 1063, 6; 12.5.2010, Göktaş 1099. **Endemik CR**, East Medit.

*Erysimum leptocarpum* Gay. 4; 02.6.2010, Göktaş 1172. **Endemik EN**.

*Chrysochamela noeana* (Boiss.) Boiss. 3; 11.5.2010, Göktaş 1065, 3; 13.4.2010, Göktaş 1024. **Endemik (EN)**, Ir-Tur.

#### **Resedaceae**

*Reseda lutea* L. var. *lutea* 1; 02.6.2010, Göktaş 1117.

#### **Cistaceae**

*Helianthemum nummularium* (L.) Miller subsp. *nummularium* 4; 22.6.2010, Göktaş 1281.

#### **Caryophyllaceae**

*Eremogone ledebouriana* (Fenzl) Ikonn. 6; 03.6.2010, Göktaş 1194. **Endemik LC**.

*Stellaria media* (L.) Vill. subsp. *postii* Holmboe 11; 12.5.2010, Göktaş 1094.

*Dianthus zederbaueri* Vierh. 5; 22.6.2010, Göktaş 1274, 7; 13.7.2010, Göktaş 1343, 4; 05.8.2010, Göktaş 1396, 7; 06.8.2010, Göktaş 1414. **Endemik LC**.

*Dianthus brevicaulis* Fenzl subsp. *brevicaulis* 4; 12.7.2010, Göktaş 1302, 4; 12.7.2010, Göktaş 1298.

*Velezia hispida* Boiss. & Bal. 4; 02.6.2010, Göktaş 1164. **Endemik LC**. East Medit.

*Gypsophila eriocalyx* Boiss. 3; 21.6.2010, Göktaş 1253. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Gypsophila heteropoda* Freyn & Sint. subsp. *minutiflora* Bark. 3; 02.6.2010, Göktaş 1135. **Endemik CR**, Ir-Tur.

*Silene vulgaris* (Moench) Garcke var. *macrocarpa* (Turrill) Coode & Cullen 8; 03.6.2010, Göktaş 1216, 1; 02.6.2010, Göktaş 1113.

*Silene dianthoides* Pers. 6; 03.6.2010, Göktaş 1187, Ir-Tur.

*Silene argentea* Ledeb. 5; 02.6.2010, Göktaş 1158, Ir-Tur.

*Paronychia beauverdii* Czecz. 5; 11.5.2010, Göktaş 1033. **Endemik LC**, Ir-Tur.

#### **Hypericaceae**

*Hypericum scabrum* L. 6; 03.6.2010, Göktaş 1198, 6; 22.6.2010, Göktaş 1294, Ir-Tur.

*Hypericum montbretii* Spach 5; 22.6.2010, Göktaş 1273, 7; 13.7.2010, Göktaş 1347.

*Hypericum perforatum* L. 6; 14.7.2010, Göktaş 1368.

#### **Malvaceae**

*Alcea striata* (DC.) Alef. subsp. *striata* 1; 14.7.2010, Göktaş 1363, Ir-Tur.

*Alcea striata* (DC.) Alef. subsp. *rufescens* (Boiss.) Cullen 1; 14.7.2010, Göktaş 1364, Ir-Tur.

#### **Linaceae**

*Linum obtusatum* (Boiss.) Stapf 1; 11.5.2010, Göktaş 1077, 13; 04.6.2010, Göktaş 1221, Ir-Tur.

#### **Geraniaceae**

*Geranium tuberosum* L. subsp. *tuberosum* 6; 13.4.2010, Göktaş 1096.

*Geranium libanoticum* Schenk 5; 11.5.2010, Göktaş 1027.

*Erodium cicutarium* (L.) L'Hérit. subsp. *cutarium* 1; 11.5.2010, Göktaş 1087, 2; 11.5.2010, Göktaş 1047, 1; 02.6.2010, Göktaş 1112.

#### **Fabaceae**

*Genista albida* Willd. 5; 02.6.2010, Göktaş 1160, 3; 11.5.2010, Göktaş 1072.

*Argyrolobium uniflorum* (Dec.) Jaub. & Spach 5; 12.7.2010, Göktaş 1332.

*Astragalus haussknechtii* Bunge 7; 03.6.2010, Göktaş 1207. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Astragalus nanus* DC. 6; 12.5.2010, Göktaş 1090.

*Astragalus noaeus* Boiss. 6; 12.5.2010, Göktaş 1101. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Astragalus microcephalus* Willd. 5; 11.5.2010, Göktaş 1035. Ir-Tur.

*Astragalus plumosus* Willd. 4; 02.6.2010, Göktaş 1181. Ir-Tur.

*Astragalus acicularis* Bunge 4; 02.6.2010, Göktaş 1179. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Astragalus cymbibracteatus* Hub.-Mor. & Chamb. 6; 14.7.2010, Göktaş 1375. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Astragalus karamasicus* Boiss. & Bal. 1; 11.5.2010, Göktaş 1076, 13; 04.6.2010, Göktaş 1225. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Astragalus xylobasis* Freyn & Bornm 9; 03.6.2010, Göktaş 1243, Ir-Tur.

*Vicia freyniana* Bornm 1; 02.6.2010, Göktaş 1109. **Endemik LC**, Öksin.

*Ononis spinosa* L. subsp. *leiosperma* (Boiss.) Širj. 5; 12.7.2010, Göktaş 1330, 5; 05.8.2010, Göktaş 1401.

*Trifolium caudatum* Boiss. 5; 02.6.2010, Göktaş 1156, 3; 11.5.2010, Göktaş 1053, 3; 02.6.2010, Göktaş 1134. **Endemik LC**.

*Melilotus officinalis* (L.) Desr. 13; 04.6.2010, Göktaş 1228.

*Trigonella coerulescens* (Bieb.) Hal. 4; 05.8.2010, Göktaş 1393. Ir-Tur.

*Tetragonolobus maritimus* (L.) Roth 3; 11.5.2010, Göktaş 1061.

*Hedysarum varium* Willd. 7; 22.6.2010, Göktaş 1276, 4; 22.6.2010, Göktaş 1282, 3; 02.6.2010, Göktaş 1146. Ir-Tur.

*Hedysarum varium* Willd. subsp. *syriacum* (Boiss.) Town. 8; 03.6.2010, Göktaş 1217, 1; 02.6.2010, Göktaş 1114. Ir-Tur.

*Hedysarum nitidum* Willd. 12; 13.7.2010, Göktaş 1342, 1; 14.7.2010, Göktaş 1355, 1; 21.6.2010, Göktaş 1271, 1; 02.6.2010, Göktaş 1107. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Ebenus laguroides* Boiss. var. *laguroides* 6; 03.6.2010, Göktaş 1196. **Endemik LC**, Ir-Tur.

#### **Rosaceae**

*Rubus discolor* Weihe & Nees 3; 21.6.2010, Göktaş 1262.

*Potentilla reptans* L. 5; 12.7.2010, Göktaş 1331.

*Rosa beggeriana* Schrenk 4; 02.6.2010, Göktaş 1178.

*Rosa canina* L. 3; 02.6.2010, Göktaş 1132, 5; 22.6.2010, Göktaş 1272.

#### **Apiaceae**

*Bupleurum croceum* Fenzl 9; 03.6.2010, Göktaş 1241, 13; 04.6.2010, Göktaş 1223, 1; 02.6.2010, Göktaş 1124. Ir-Tur.

*Falcaria vulgaris* Bernh. 4; 05.8.2010, Göktaş 1399, 12; 06.8.2010, Göktaş 1410.

*Peucedanum palimbioides* Boiss. 12; 06.8.2010, Göktaş 1411, 7; 13.7.2010, Göktaş 1345, 6; 14.7.2010, Göktaş 1369. **Endemik LC**, Ir-Tur.

#### **Morinaceae**

*Morina persica* L. var. *persica* 3; 21.6.2010, Göktaş 1266, Ir-Tur.

#### **Dipsacaceae**

*Cephalaria aristata* C. Koch 2; 12.7.2010, Göktaş 1325, Ir-Tur.

*Scabiosa argentea* L. 4; 12.7.2010, Göktaş 1309, 12; 06.8.2010, Göktaş 1408, 6; 14.7.2010, Göktaş 1374, 5; 05.8.2010, Göktaş 1400.

#### **Asteraceae**

*Asteriscus aquaticus* (L.) Less. 4; 12.7.2010, Göktaş 1297. Medit.

*Helichrysum compactum* Boiss. 6; 06.8.2010, Göktaş 1419, 6; 14.7.2010, Göktaş 1376. **Endemik EN**, East Medit.

*Helichrysum noeanum* Boiss. 3; 12.7.2010, Göktaş 1313, 4; 12.7.2010, Göktaş 1300. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Helichrysum chionophilum* Boiss. & Bal. 4; 12.7.2010, Göktaş 1306. **Endemik LC**.

*Helichrysum arenarium* (L.) Moench subsp. *aucheri* (Boiss.) Davis 4; 22.6.2010, Göktaş 1291, 3; 12.7.2010, Göktaş 1320. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Tussilago farfara* L. 3; 22.3.2009, Göktaş 1002. Eur-Sib.

*Anthemis aciphylla* Boiss. var. *aciphylla* 2; 21.6.2010, Göktaş 1247, 1; 14.7.2010, Göktaş 1357, 1; 21.6.2010, Göktaş 1270. **Endemik LC**, East Medit.

*Anthemis rigida* (Sibth. & Sm.) Boiss. ex Heldr. 13; 04.6.2010, Göktaş 1220, 11; 04.6.2010, Göktaş 1233. East Medit.

*Anthemis cotula* L. 1; 02.6.2010, Göktaş 1116.

*Anthemis pseudocotula* Boiss. 12; 13.7.2010, Göktaş 1340.

*Cota tinctoria* L. var. *pallida* (DC.) U. Özbek & Vural 2; 11.5.2010, Göktaş 1046, 1; 11.5.2010, Göktaş 1083.



*Achillea sipikorensis* Hausskn. & Bornm 4; 02.6.2010, Göktaş 1163, 7; 03.6.2010, Göktaş 1211. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Achillea santolinoides* subsp. *wilhelmsii* (C. Koch) Greuter 3; 21.6.2010, Göktaş 1256. Ir-Tur.

*Achillea schischkinii* Sosn. 1; 02.6.2010, Göktaş 1111, 7; 22.6.2010, Göktaş 1278, 3; 02.6.2010, Göktaş 1131, 8; 03.6.2010, Göktaş 1213. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Achillea sintenisii* Hub.-Mor. 3; 02.6.2010, Göktaş 1143. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Tanacetum aucheranum* (DC.) Schultz Bip. 3; 13.4.2010, Göktaş 1021. Ir-Tur.

*Tanacetum armenum* (DC.) Schultz Bip. 4; 22.6.2010, Göktaş 1290.

*Tanacetum heterotomum* (Bornm) Grierson 5; 11.5.2010, Göktaş 1030, 4; 02.6.2010, Göktaş 1162. **Endemik VU**, Ir-Tur.

*Tripleurospermum elongatum* (DC.) Bornm 6; 12.5.2010, Göktaş 1104.

*Tripleurospermum parviflorum* (Willd.) Pobed. 7; 03.6.2010, Göktaş 1208, 3; 11.5.2010, Göktaş 1051.

*Tripleurospermum decipiens* (Fisch. & Mey.) Bornm 3; 02.6.2010, Göktaş 1142, 4; 22.6.2010, Göktaş 1287.

*Gundelia tournefortii* L. var. *tournefortii* 3; 02.6.2010, Göktaş 1147, Ir-Tur.

*Cousinia bicolor* Freyn & Sint. 3; 12.7.2010, Göktaş 1311, 5; 05.8.2010, Göktaş 1406, 6; 06.8.2010, Göktaş 1418. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Onopordum armenum* Grossh. 6; 06.8.2010, Göktaş 1417, 3; 02.6.2010, Göktaş 1127. Ir-Tur.

*Cirsium simplex* C. A. Meyer subsp. *simplex* 3; 05.8.2010, Göktaş 1384. Öksin.

*Cirsium arvense* (L.) Scop. 4; 05.8.2010, Göktaş 1391 (A,B).

*Carduus nutans* L. subsp. *leiophyllus* (Petr.) Stoj. & Stef. 4; 12.7.2010, Göktaş 1297, 3; 21.6.2010, Göktaş 1264, 1; 02.6.2010, Göktaş 1123, 10; 13.7.2010, Göktaş 1334

*Centaurea sivasica* Wagenitz 3; 12.7.2010, Göktaş 1314, 7; 06.8.2010, Göktaş 1412, 5; 05.8.2010, Göktaş 1403, 7; 13.7.2010, Göktaş 1344. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Centaurea armena* Boiss. 7; 22.6.2010, Göktaş 1277. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Centaurea solstitialis* L. subsp. *solstitialis* 2; 12.7.2010, Göktaş 1326.

*Centaurea urvillei* DC. subsp. *urvillei* 12; 13.7.2010, Göktaş 1341. East Medit.

*Centaurea urvillei* DC. subsp. *armata* Wagenitz 5; 22.6.2010, Göktaş 1275. East Medit.

*Centaurea mucronifera* DC. 6; 03.6.2010, Göktaş 1205, 4; 22.6.2010, Göktaş 1286. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Centaurea pichleri* Boiss. subsp. *pichleri* 1; 21.6.2010, Göktaş 1268, 12; 06.8.2010, Göktaş 1407.

*Cyanus depressus* (Bieb.) Soják 1; 02.6.2010, Göktaş 1119, 4; 02.6.2010, Göktaş 1169, 13; 04.6.2010, Göktaş 1219, 11; 04.6.2010, Göktaş 1231, 13; 04.6.2010, Göktaş 1227, 9; 03.6.2010, Göktaş 1242.

*Carlina libanotica* Boiss. 7; 13.7.2010, Göktaş 1352. East Medit.

*Atractylis cancellata* L. 4; 12.7.2010, Göktaş 1301. Medit.

*Xeranthemum annuum* L. 2; 21.6.2010, Göktaş 1248, 1; 14.7.2010, Göktaş 1354, 1; 21.6.2010, Göktaş 1269, 2; 12.7.2010, Göktaş 1321.

*Echinops pungens* Trautv. var. *pungens* 3; 05.8.2010, Göktaş 1387. Ir-Tur.

*Scolymus hispanicus* L. 3; 05.8.2010, Göktaş 1383. Medit.

*Cichorium intybus* L. 10; 13.7.2010, Göktaş 1335, 2; 12.7.2010, Göktaş 1327.

*Scorzonera laciniata* L. subsp. *laciniata* 6; 03.6.2010, Göktaş 1188.

*Scorzonera aucherana* DC. 3; 11.5.2010, Göktaş 1064. **Endemik VU**, Ir-Tur.

*Tragopogon coloratus* C. A. Meyer 3; 11.5.2010, Göktaş 1048. Ir-Tur.

*Lactuca orientalis* (Boiss.) Boiss. 6; 06.8.2010, Göktaş 1416. Ir-Tur.

*Taraxacum scaturiginosum* G. Hagl. 3; 05.8.2010, Göktaş 1385, 4; 05.8.2010, Göktaş 1389.

#### **Convolvulaceae**

*Convolvulus lanatus* Vahl 1; 02.6.2010, Göktaş 1110.

*Convolvulus lineatus* L. 6; 03.6.2010, Göktaş 1191, 7; 03.6.2010, Göktaş 1210, 4; 02.6.2010, Göktaş 1161, 3; 11.5.2010, Göktaş 1067.

*Convolvulus arvensis* L. 1; 14.7.2010, Göktaş 1360, 2; 12.7.2010, Göktaş 1323, 2; 21.6.2010, Göktaş 1250.

#### Cuscutaceae

*Cuscuta kotschyana* Boiss. var. *caudata* Bornm & Schwarz 3; 02.6.2010, Göktaş 1145. Ir-Tur.

#### Boraginaceae

*Lappula barbata* (Bieb.) Gürke 3; 11.5.2010, Göktaş 1062. Ir-Tur.

*Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. 3; 02.6.2010, Göktaş 1136.

*Macrotomia densiflora* (Ledeb.) McBride 4; 02.6.2010, Göktaş 1182. Ir-Tur.

*Moltkia coerulea* (Willd.) Lehm 1; 11.5.2010, Göktaş 1074, 1; 14.7.2010, Göktaş 1358, 11; 04.6.2010, Göktaş 1236, 3; 11.5.2010, Göktaş 1057, 7; 03.6.2010, Göktaş 1209, 1; 11.5.2010, Göktaş 1075. Ir-Tur.

*Onosma frutescens* Lam 6; 03.6.2010, Göktaş 1184. East Medit.

*Onosma stenolobum* Hausskn. ex H. Riedl 3; 02.6.2010, Göktaş 1133. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Onosma sieheanum* Hayek 3; 11.5.2010, Göktaş 1049. **Endemik VU**, Ir-Tur.

*Cerinth minor* L. subsp. *auriculata* (Ten.) Domac 2; 02.6.2010, Göktaş 1152, 6; 03.6.2010, Göktaş 1185.

*Anchusa leptophylla* Roemer & Schultes subsp. *leptophylla* 6; 03.6.2010, Göktaş 1183.

*Anchusa azurea* Miller var. *azurea* 2; 11.5.2010, Göktaş 1043.

*Anchusa azurea* Miller var. *macrocarpa* (Boiss. & Hohen.) Chamb. 4; 12.7.2010, Göktaş 1303.

*Nonea caspica* (Willd.) G. Don 13; 04.6.2010, Göktaş 1222.

*Nonea stenosolen* Boiss. & Bal. 5; 13.4.2010, Göktaş 1016, 4; 22.6.2010, Göktaş 1292, 5; 11.5.2010, Göktaş 1032. **Endemik LC**, Ir-Tur.

#### Scrophulariaceae

*Verbascum stenostachyum* Hub.-Mor. 6; 22.6.2010, Göktaş 1293. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Verbascum inaequale* Freyn & Sint. 5; 12.7.2010, Göktaş 1333. **Endemik VU**.

*Linaria genistifolia* (L.) Miller subsp. *genistifolia* 4; 22.6.2010, Göktaş 1283. Eur-Sib.

*Linaria genistifolia* (L.) Miller subsp. *linifolia* (Boiss.) Davis 4; 05.8.2010, Göktaş 1397.

*Linaria grandiflora* Desf. 1; 02.6.2010, Göktaş 1126, 1; 14.7.2010, Göktaş 1361.

*Veronica filiformis* Sm. 3; 22.3.2009, Göktaş 1001.

*Veronica multifida* L. 5; 11.5.2010, Göktaş 1031, 9; 03.6.2010, Göktaş 1244, 3; 02.6.2010, Göktaş 1140, 3; 11.5.2010, Göktaş 1068, 4; 02.6.2010, Göktaş 1177, 1; 11.5.2010, Göktaş 1081. **Endemik LC**.

*Pedicularis comosa* L. var. *acmodonta* (Boiss.) Boiss. 3; 02.6.2010, Göktaş 1128.

#### Orobanchaceae

*Orobanche nana* Noë ex Reut. 3; 02.6.2010, Göktaş 1130.

*Orobanche purpurea* Jacq. 3; 02.6.2010, Göktaş 1141.

*Orobanche cernua* Loefl. 4; 05.8.2010, Göktaş 1388.

#### Acanthaceae

*Acanthus hirsutus* Boiss. 7; 03.6.2010, Göktaş 1206, 1; 02.6.2010, Göktaş 1122. **Endemik LC**.

#### Globulariaceae

*Globularia trichosantha* Fisch. & Mey. 5; 11.5.2010, Göktaş 1029.

#### Lamiaceae

*Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys* 4; 05.8.2010, Göktaş 1394.

*Scutellaria salviifolia* Benth. 3; 21.6.2010, Göktaş 1258, 3; 02.6.2010, Göktaş 1144. **Endemik LC**.

*Phlomis oppositiflora* Boiss. & Hausskn. 3; 12.7.2010, Göktaş 1318. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Phlomis armeniaca* Willd. 3; 21.6.2010, Göktaş 1261. Ir-Tur.

*Lamium amplexicaule* L. 3; 13.4.2010, Göktaş 1020, 2; 12.4.2010, Göktaş 1006, 1; 11.5.2010, Göktaş 1084, 2; 11.5.2010, Göktaş 1040. Eur-Sib.

*Lamium orientale* (Fisch. & Mey.) E.H.L. Krause 6; 03.6.2010, Göktaş 1186, 3; 11.5.2010, Göktaş 1056. Ir-Tur.

*Marrubium cordatum* Náb. 2; 02.6.2010, Göktaş 1151. Ir-Tur.

*Sideritis montana* L. subsp. *montana* 3; 21.6.2010, Göktaş 1254. East Medit.

*Sideritis montana* L. subsp. *remota* (d'UrV.) P.W. Ball ex Heywood 3; 02.6.2010, Göktaş 1137. East Medit.

*Stachys lavandulifolia* Vahl 3; 11.5.2010, Göktaş 1052, 3; 02.6.2010, Göktaş 1129.

*Lallemantia iberica* (Bieb.) Fisch. & Mey. 6; 03.6.2010, Göktaş 1193. Ir-Tur.

*Hyssopus officinalis* L. 7; 13.7.2010, Göktaş 1350.

*Prunella vulgaris* L. 3; 21.6.2010, Göktaş 1260. Eur-Sib.

*Clinopodium cilicicum* (Hausskn. ex P. H. Davis) Brauchler & Heubl. 4; 02.6.2010, Göktaş 1170. **Endemik EN**, East Medit.

*Thymus cappadocicus* Boiss. var. *pruinus* (Boiss.) Boiss. 6; 03.6.2010, Göktaş 1192. **Endemik VU**.

*Thymus pectinatus* Fisch. & Mey. var. *pectinatus* 3; 05.8.2010, Göktaş 1382. **Endemik NT**, Ir-Tur.

*Thymus spathulifolius* Hausskn. & Velen. 6; 12.5.2010, Göktaş 1097, 6; 03.6.2010, Göktaş 1195. **Endemik EN**, Ir-Tur.

*Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *typhoides* (Briq.) Harley var. *typhoides* 3; 05.8.2010, Göktaş 1381.

*Ziziphora clinopodioides* Lam 7; 13.7.2010, Göktaş 1349, 4; 05.8.2010, Göktaş 1395, 7; 06.8.2010, Göktaş 1413, 4; 05.8.2010, Göktaş 1390. Ir-Tur.

*Salvia caespitosa* Montbret & Aucher ex Benth. 7; 13.7.2010, Göktaş 1346. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Salvia suffruticosa* Montbret & Aucher ex Benth. 4; 02.6.2010, Göktaş 1168. Ir-Tur.

*Salvia syriaca* L. 6; 22.6.2010, Göktaş 1296, 6; 14.7.2010, Göktaş 1367. Ir-Tur.

*Salvia viridis* L. 12; 06.8.2010, Göktaş 1409. Medit.

*Salvia spinosa* L. 6; 14.7.2010, Göktaş 1366. Ir-Tur.

*Salvia brachyantha* (Bordz.) Pobed. 2; 12.7.2010, Göktaş 1324.

*Salvia aethiopis* L. 1; 02.6.2010, Göktaş 1125.

*Salvia candidissima* Vahl subsp. *candidissima* 3; 21.6.2010, Göktaş 1265. Ir-Tur.

*Salvia dicroantha* Stapf 12; 13.7.2010, Göktaş 1337. **Endemik LC**, Ir-Tur.

## Plumbaginaceae

*Acantholimon armenum* Boiss. & Huet. var. *balansae* Boiss. & Huet. 12; 13.7.2010, Göktaş 1338. Ir-Tur.

*Acantholimon caesareum* Boiss. & Bal. 6; 14.7.2010, Göktaş 1377, 6; 14.7.2010, Göktaş 1378, 5; 05.8.2010, Göktaş 1405. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Acantholimon puberulum* Boiss. & Bal. subsp. *puberulum* 3; 12.7.2010, Göktaş 1317, 5; 05.8.2010, Göktaş 1404. Ir-Tur.

## Plantaginaceae

*Plantago major* L. subsp. *major* 1; 02.6.2010, Göktaş 1118.

## Thymelaeaceae

*Daphne oleoides* Schreb. subsp. *oleoides* 4; 02.6.2010, Göktaş 1180.

## Euphorbiaceae

*Euphorbia platyphyllos* L. 3; 21.6.2010, Göktaş 1255, 3; 12.7.2010, Göktaş 1310, 2; 11.5.2010, Göktaş 1045.

*Euphorbia macroclada* Boiss. 1; 02.6.2010, Göktaş 1115. Ir-Tur.

*Euphorbia esula* subsp. *tommasiniana* (Bertol.) Kuzmanov 7; 22.6.2010, Göktaş 1280.

## Rubiaceae

*Galium rotundifolium* L. 5; 11.5.2010, Göktaş 1034, 3; 13.4.2010, Göktaş 1023, 3; 02.6.2010, Göktaş 1245, 6; 12.5.2010, Göktaş 1100, 1; 11.5.2010, Göktaş 1082. Eur-Sib.

*Galium verum* L. subsp. *glabrescens* Ehrend. 11; 04.6.2010, Göktaş 1237. Ir-Tur.

## Monocotyledoneae

### Liliaceae

*Asphodeline tenuior* (Fischer) Ledeb. var. *tenuiflora* 11; 02.6.2010, Göktaş 1165, 5; 11.5.2010, Göktaş 1026, 3; 21.6.2010, Göktaş 1252. Ir-Tur.

*Allium tauricola* Boiss. 6; 03.6.2010, Göktaş 1202. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Allium cappadocicum* Boiss. 6; 14.7.2010, Göktaş 1373, 4; 12.7.2010, Göktaş 1305. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Allium pustulosum* Boiss. & Hausskn. 4; 02.6.2010, Göktaş 1174. Ir-Tur.

*Allium scorodoprasum* L. subsp. *scorodoprasum* 9; 03.6.2010, Göktaş 1240. Eur-Sib.

*Allium scorodoprasum* L. subsp. *rotundum* (L.) Stearn 6; 14.7.2010, Göktaş 1372, 3; 21.6.2010, Göktaş 1259, 3; 12.7.2010, Göktaş 1316.

*Ornithogalum narbonense* L. 4; 02.6.2010, Göktaş 1176. Medit.

*Ornithogalum oligophyllum* E.D. Clarke 3; 11.5.2010, Göktaş 1059.

*Muscari tenuiflorum* Tausch 1; 02.6.2010, Göktaş 1106, 6; 03.6.2010, Göktaş 1189.

*Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker 6; 12.5.2010, Göktaş 1095.

*Hyacinthella acutiloba* K. Persson & Wendelbo 6; 13.4.2010, Göktaş 1011. **Endemik LC**, Ir-Tur.

*Gagea taurica* Steven 6; 13.4.2010, Göktaş 1013, 5; 13.4.2010, Göktaş 1015. Ir-Tur.

*Gagea villosa* (Bieb.) Duby var. *villosa* 2; 12.4.2010, Göktaş 1004. Medit

*Colchicum triphyllum* G. Kunze 3; 22.3.2009, Göktaş 1003. Medit.

#### Iridaceae

*Crocus danfordiae* Maw 4; 22.3.2009, Göktaş 1000. **Endemik LC**.

*Gladiolus atroviolaceus* Boiss. 8; 03.6.2010, Göktaş 1212. Ir-Tur.

#### Orchidaceae

*Orchis lactea* Poiret 3; 12.7.2010, Göktaş 1315, 3; 11.5.2010, Göktaş 1050. Medit.

#### Typhaceae

*Typha latifolia* L. 3; 21.6.2010, Göktaş 1257.

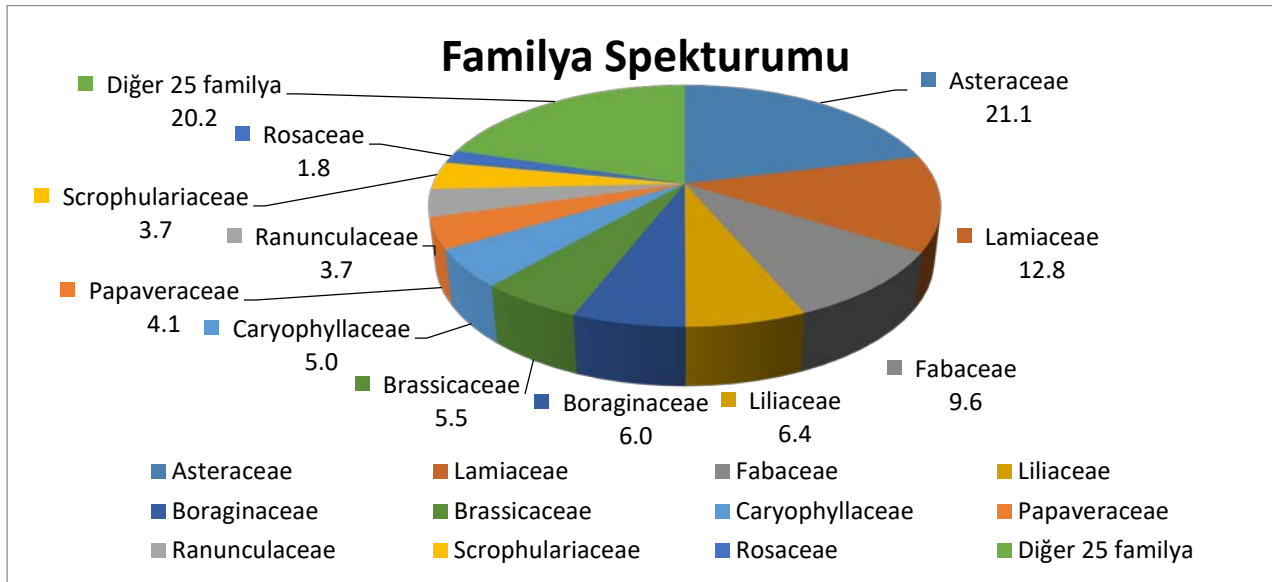
#### Poaceae

*Hordeum bulbosum* L. 2; 12.7.2010, Göktaş 1322.

### 5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma; araştırma alanından iki yıllık süre içerisinde toplanan 420 bitki örneğine dayanmaktadır. Taksonomik değerlendirmeler sonucu; araştırma alanından 36 familya, 128 cinse ait 212 tür ve tür altı birimleri ele aldığımızda 218 takson saptanmıştır.

Araştırma alanından saptanan 218 taksonun 2'si Pteridophyta, 216'si Spermatophyta bölümlerine aittir. Spermatophyta'ya ait 216 takson Angiospermae alt bölümlerine dahildir. Angiospermae alt bölümündeki 216 taksonun 197'si Dicotyledoneae, 19'u Monocotyledoneae sınıflarında yer almaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırma alanından saptanan ilk on familyaya ait spektrum.



Araştırma alanımızdan saptanan ilk üç familya sıralaması Asteraceae –Lamiaceae – Fabaceae şeklindedir. İlk üç familya sırası bakımından, alanımıza yakın bazı araştırma alanlarının sonuçları ile karşılaştıracak olursak (Tablo 6);

**Tablo 6.** Yakın yerlerde yapılan çalışmalardaki ilk üç familya sıralamasının araştırma alanımızla karşılaştırılması.

| ARAŞTIRMA ALANI                                                  | İLK ÜÇ FAMILYA SIRALAMASI         |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Ulaş-Kangal (Sivas) Arası                                        | Asteraceae-Lamiaceae-Fabaceae     |
| 1 Kovalı-Hanlı Arası (Sivas) (Aktaş S, Çelik N, 2008)            | Asteraceae-Fabaceae-Lamiaceae     |
| 2 Berit Dağı (Kahramanmaraş) (Yıldız B, 2001)                    | Asteraceae-Fabaceae-Brassicaceae  |
| 3 Deveci Dağları (Yozgat-Tokat) (İlarslan R, 1994)               | Asteraceae-Fabaceae-Lamiaceae     |
| 4 Hınzır Dağı (Kayseri) (Çelik N, 1985)                          | Asteraceae-Brassicaceae-Lamiaceae |
| 5 İncebel Dağları (Kayseri-Sivas) (Ekim T, 1982)                 | Asteraceae-Fabaceae-Lamiaceae     |
| 6 Kızılıniş-Geyraz (Tokat) (Bayram Ş, 1988)                      | Asteraceae-Fabaceae-Lamiaceae     |
| 7 Taşlıdere (Sivas) (Civelek Ş, Çelik N, 1988)                   | Asteraceae-Brassicaceae-Lamiaceae |
| 8 Çamlıbel-Yıldız Dağı (Sivas-Tokat) (Civelek Ş, 1992)           | Asteraceae-Fabaceae-Brassicaceae  |
| 9 Tecer Dağları (Sivas) (Çelik N, Yıldız B, 1991)                | Asteraceae-Lamiaceae-Brassicaceae |
| 10 Köse Dağı (Sivas) (Yıldız B, 1996)                            | Asteraceae-Fabaceae-Brassicaceae  |
| 11 Gövdeli Dağı (Kayseri-Sivas) (Dönmez E, 2006)                 | Asteraceae-Fabaceae-Lamiaceae     |
| 12 Sivas-Hafik Arası (Sivas) (Dönmez E, Çelik N, 2002)           | Asteraceae-Fabaceae-Brassicaceae  |
| 13 Sivas-Sıcak Çermik Arası (Sivas) (Akpulat HA, Çelik N, 2002)  | Asteraceae-Fabaceae-Brassicaceae  |
| 14 Sivas İli Jipsli Alanları (Akpulat HA, Çelik N, 2005)         | Asteraceae-Fabaceae-Lamiaceae     |
| 15 Flora of Gürün district (Sivas) (Bozkurt SG, Akkemik Ü, 2018) | Asteraceae-Fabaceae-Brassicaceae  |
| 16 Lota Gölleri florası (Akpulat, 2018)                          | Asteraceae-Fabaceae-Lamiaceae     |

Araştırma alanından saptanan taksonların bitki coğrafyası bölgelerine dağılımı bir tablo halinde aşağıda verilmiştir (Tablo 7).

**Tablo 7.** Araştırma alanımızdan saptanan taksonların bitki coğrafyası bölgelerine dağılımı.

| BİTKİ COĞRAFYASI BÖLGESİ | TAKSON SAYISI | TAKSONLARIN ORANI (%) |
|--------------------------|---------------|-----------------------|
| İran-Turan               | 90            | 41,3                  |
| Avrupa-Sibirya           | 8             | 3,7                   |
| Akdeniz                  | 19            | 8,7                   |
| Yayılış Bilinmeyenler    | 101           | 46,3                  |
| TOPLAM                   | 218           | 100                   |

Tablo 7’de görüldüğü üzere, İran-Turan bitki coğrafyası elementleri 90 (%41,3), Avrupa-Sibirya bitki coğrafyası elementleri 8 (%3,7), Akdeniz bitki coğrafyası elementleri ise 19 taksona (%8,7) sahiptir. Bitki coğrafyası bölgesi bilinmeyenler 101 (%46,3)’tür.

Avrupa-Sibirya elementlerinin 2’si Öksin elementidir. Akdeniz elementlerinin 12’si Doğu Akdeniz elementidir. Araştırma alanımız İran-Turan bitki coğrafyası bölgesinde yer aldığından İran-Turan bitki coğrafyası bölgesi elementlerin çoğunlukta olması doğaldır.

Araştırma alanından saptanan 58 endemik taksonun bitki coğrafyası bölgelerine dağılımı bir tablo halinde (Tablo 8) aşağıda verilmiştir.

**Tablo 8.** Araştırma alanından saptanan endemik taksonların bitki coğrafyası bölgelerine dağılımı.

| BİTKİ COĞRAFYASI BÖLGESİ                    | TAKSON SAYISI | ENDEMİK TAKSON SAYISI | ENDEMİZM ORANI (%) |
|---------------------------------------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| İran-Turan                                  | 90            | 38                    | 42,2               |
| Avrupa-Sibirya                              | 8             | 1                     | 11,1               |
| Akdeniz                                     | 19            | 5                     | 26,3               |
| Geniş Yayılışlılar ve Yayılış Bilinmeyenler | 101           | 13                    | 12,9               |
| TOPLAM                                      | 218           | 57                    |                    |

Tablo 8’de görüldüğü üzere, araştırma alanından toplanan 218 taksonun 57’si (%26,1) endemiktir. Bu 57 endemik taksonun 38’i İran-Turan, 5’i Akdeniz, 1’i Avrupa-Sibirya bitki coğrafyası bölgesi elementidir. Araştırma alanı İran-Turan bitki coğrafyası bölgesinde bulunmasından dolayı, İran-Turan bitki coğrafyası bölgesinin, endemik bitkiler yönünden ilk sırayı alması da doğaldır. Zaten Türkiye Florası’nda, bitki coğrafyası bölgeleri arasında en fazla endemik bitki içeren bölge, İran-Turan bitki coğrafyası bölgesidir (1181 takson). Bunu Akdeniz bitki coğrafyası bölgesi (946 takson) ve Avrupa-Sibirya bitki coğrafyası bölgesi (256 takson) izler (Davis, 1965- 1985).

Çalışma alanında saptanan 57 endemik bitkinin 2’si CR, 5’i EN, 5’i VU, 1’i NT, 44’ü LC sınıfına girmektedir (Tablo 9).

**Tablo 9.** Endemik bitkilerin tehlike sınıfları, takson sayıları ve oranları.

| Tehlike Sınıfları (Kategori)          | Takson sayısı | Oranı (%) |
|---------------------------------------|---------------|-----------|
| EX (Tükenmiş)                         | -             | -         |
| EW (Doğada Tükenmiş)                  | -             | -         |
| CR (Kritik)                           | 2             | 3,5       |
| EN (Tehlikede)                        | 5             | 8,8       |
| VU (Zarar Görebilir)                  | 5             | 8,8       |
| LC (Nadir ve Tehlike Altında Olmayan) | 44            | 77,2      |
| NT (Tehlike Altına Girebilir)         | 1             | 1,7       |
| DD (Yetersiz Bilinen)                 | -             | -         |
| NE (Değerlendirilmeyen)               | -             | -         |
| TOPLAM ENDEMİK SAYISI                 | 57            | 100       |

Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile florası orta derecede bilinen bir yer olan araştırma alanımızın (Davis, 1974), daha iyi bilinir hale gelmesi sağlanarak Türkiye Florası'na bir katkı sağlanmıştır. Bazı taksonların yayılış alanları genişletilmiş, ait olduğu bitki coğrafyası bölgesi bilinmeyen bazı taksonların yayılışları gözden geçirilmiştir. Çalışma alanı Tablo 8 de de görüldüğü gibi İran-Turan bitki coğrafyasına ait bitkiler bakımından zengindir. Bu nedenle endemizm oranı da yüksektir. Bununla birlikte tehlike kategorisi bakımından korunması gereken bitki sayısı da önemli seviyededir. Bu alanların korunmasını öneriyoruz.

**Şekil 4.** *Delphinium venulosum* Boiss. (Foto: O. Göktaş)**Şekil 5.** *Ebenus laguroides* Boiss. var. *laguroides* (Foto: O. Göktaş)**Şekil 6.** *Acanthus hirsutus* Boiss. (Foto: O. Göktaş)





Şekil 7. *Astragalus haussknechtii* Bunge (Foto: O. Göktaş)



Şekil 10. *Nonea stenosolen* Boiss. & Bal. (Foto: O. Göktaş)



Şekil 8. *Centaurea sivasica* Wagenitz (Foto: O. Göktaş)



Şekil 11. *Cousinia bicolor* Freyn & Sint. (Foto: O. Göktaş)



Şekil 9. *Onosma sieheanum* Hayek (Foto: O. Göktaş)

#### KAYNAKLAR

- Akman Y (1990). İklim ve Biyoiklim, 1. Baskı, Palme Yayın Dağıtım, Ankara.
- Akpulat HA (2018). Lota gölleri (Sivas, Türkiye) ve çevresinin florası. *Turkish Journal of Biodiversity*, 1(1): 24-33.
- Akpulat HA, Çelik N (2002). Sivas-Sıcak Çermik Arası Florası, *C. Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 1: 1-15.
- Akpulat HA, Çelik N (2005). Flora of gypsum areas in Sivas in the eastern part of Cappadocia in Central Anatolia, *Journal of Arid Environments* 61: 27- 46.
- Aktaş S, Çelik N (2008). Kovalı-Hanlı Arası Florası, Yüksek Lisans Tezi, C.Ü. Fen Bil. Ens., Sivas
- Bayram Ş (1988). Kızılıniş-Geyraz Florası, Yüksek Lisans Tezi, C.Ü. Fen Bil. Ens., Sivas.
- Boissier E (1867-1888). *Flora Orientalis*, Vol. 1-5, Genova.
- Bozkurt SG, Akkemik Ü (2018). Flora of Gürün district (Sivas) and its immediate surroundings *Eurasian Journal of Forest Science*, 2018 6(3): 35-68.
- Civelek Ş, Çelik N (1988). Taşlıdere (Sivas) Florası, IX. Ulusal Biy. Kong. Bild. Kitapçığı, Genel ve Sist. Bot. Sek. 3: 571-578, Sivas.
- Civelek Ş (1992). Çamlıbel-Yıldız Dağları (Sivas-Tokat) Florası, *Turkish Journal of Botany*, 16(1) 21-53.

- Çelik N (1985). Hınzır Dağları (Kayseri) Bitkileri Üzerinde Sistematik ve Fitokimyasal Araştırmalar, Doçentlik Tezi, C. Ü. Fen-Ede. Fak., Sivas.
- Çelik N, Yıldız B (1991). Tecer Dağları (Sivas) Florası, C. Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 14:3-16, Sivas.
- Davis PH (ed.) (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 1 (1965); 2 (1967); 3 (1970); 4 (1972); 5 (1975); 6 (1978); 7 (1982); 8 (1984); 9 (1985), Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- Davis PH (1974). Turkey: Present State of Floristic Knowledge: in La Flore du Bassin Méditerranéen Essai de Systematique Synthetique, 235, 93-113.
- Davis PH, Mill, RR, Tan K (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 10, (Supplement 1), Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (2010). Meteoroloji İstasyonuna ait, Sıcaklık, Yağış ve Nisbi Nemle İlgili Veriler, Sivas.
- Dönmez E, Çelik N (2002). Sivas-Hafik Arası Florası, C.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 1:16-33.
- Dönmez E (2006). Gövdeli Dağı Florası, XVIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Poster Seksiyonu.
- Ekim T (1982). İncebel Dağları (Kayseri-Sivas) Florası, TBAG-415 No'lu Proje, Ankara.
- Ekim T (1997). Ülkemizdeki Floristik Çalışmaların Kronolojisi ve Son Gelişmeler, Taksonomi Yaz Okulu Ders Notları, 51-72, Antalya.
- Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adıgüzel N (2000). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı, Türkiye Tabiatı Koruma Derneği, Ankara.
- Güner A, Özhatay N, Ekim T, Başer KHC (eds) (2000). Flora of Turkey and East Aegean Islands, Vol: 11 (Suplement 2), Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.
- Heywood VH, Tutin GT (1964-1981). Flora Europaea, Cambridge Univ. Press, I-V, Cambridge, UK.
- İlarslan R (1994). Deveci Dağları'nın (Yozgat-Tokat) Florasına Katkı, Turkish Journal of Botany, 18(4): 337-366.
- Yıldız B (1996). Floristic Characteristics of Köse Dağı (Sivas), Turkish Journal of Botany, 20(5): 417-456.
- Yıldız B (2001). Floristic Characteristics of Berit Dağı (Kahramanmaraş), Turkish Journal of Botany, 25(2): 63-102.



## RESEARCH ARTICLE

## Open Access

# Contributions to the Scorpions of the Bolkar Mountains (Turkey)

## Bolkar Dağları (Türkiye) Akreplerine Katkılar

Özhan ŞENOL<sup>a\*</sup>, Ayşegül KARATAŞ<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Biotechnology, Science and Art Faculty, Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Turkey

<sup>b</sup> Department of Biology, Science and Art Faculty, Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Turkey

### Article Info

©2021 Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden Application and Research Center of Artvin Coruh University.

\*Corresponding author:

e-mail: [shenol\\_euzhan@hotmail.com](mailto:shenol_euzhan@hotmail.com)

ORCID: 0000-0002-7747-0866

### Article history

Received: February 28, 2021

Received in revised form: March 15, 2021

Accepted: March 17, 2021

Available online: March 31, 2021



This is an Open Access article under the CC BY NC ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### Keywords:

Scorpiones, Bolkar mountain, Escorpiidae, Luridae, Scorpionidae, Buthidae

### Anahtar Kelimeler:

Scorpiones, Bolkar dağları, Escorpiidae, Luridae, Scorpionidae, Buthidae

### ABSTRACT

Bolkar Mountains that is mountain group located between Inner Anatolia and Mediterranean region in the city borders of Niğde, Adana, Karaman, Konya and Mersin Provinces. 151 scorpion samples collected from 31 different localities from July to September in 2010. As a result of the evaluation of samples of terrain, 18 *Euscorpius koci* samples from Euscorpiidae; 113 *Aegaeobuthus gibbosus* samples from Buthidae (88 adult); 13 *Protoiurus asiaticus* samples from Luridae and 7 *Scorpio fuscus* samples from Scorpionidae were determined. Finally, this study gave information about systematics, morphological characteristics and bioecological observation of scorpions distributed in Bolkar Mountains.

### Öz

Bolkar Dağları, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgeleri arasında ve Niğde, Adana, Karaman, Konya ve Mersin il sınırları içinde yer alan Orta Toroslar'ın oluşturduğu dağ grubudur. 2010 yılı Temmuz-Eylül ayları arasında 31 farklı lokaliteden 151 akrep örneği toplanmıştır. Araziden elde edilen örneklerin değerlendirilmesi sonucu Euscorpiidae'ye ait 18 örneğin *Euscorpius koci*; Buthidae'den 88'i ergin olmak üzere 113 örneğin *Aegaeobuthus gibbosus*; Luridae'den 13 örneğin *Protoiurus asiaticus* ve Scorpionidae'den 7 örneğin *Scorpio fuscus* olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, Bolkar Dağları'nda dağılım gösteren akrep türlerinin sistematikleri, morfolojik ve morfometrik özellikleri ile her türe ait biyo-ekolojik gözlemler hakkında bilgi verilmesi hedeflenmektedir.

### Citation:

To cite this article: Şenol Ö, Karataş A (2021). Contributions to the Scorpions of the Bolkar Mountains (Turkey). *Turk J Biod* 4(1): 22-30.

## 1. INTRODUCTION

The distribution of scorpions in rural area of Anatolia isn't homogenous due to natural barriers, climatic conditions, deforestations and human impacts on ecosystems (Crucitti, 1999). Anatolian diagonal is an important natural barrier that divides Anatolia into two different faunal and climatic regions. Anatolian diagonal across from the Bolkar Mountains to south of Gümüşhane and Bayburt. Anatolian diagonal effects species distribution (Vachon, 1951; Çiplak, 2004; Mutun, 2010). However, the distributions of scorpion existed due to genetic isolation and geographic separation throughout the post glacial periods in arid, semi-arid and rural areas The current

distributions of scorpion are considered in four group as Aegean-Mediterranean region, Central Asia region, Sahoro-Sindian region and European-Mediterranean region. The scorpion taxon of Aegean-Mediterranean region could be explaining by the distribution of *Iurus* Thorell, 1876 and *Calchas* Birula, 1899. The scorpion taxon of Central Asian region could be explaining by the distribution of *Mesobuthus* Vachon, 1950. The scorpion taxon of Sahoro-Sindian region could be explaining by the distribution of *Androctonus* Ehrenberg, 1828, *Compsobuthus* Vachon, 1929, *Scorpio* Linnaeus, 1758 and *Leiurus* Ehrenberg, 1828. Finally, the scorpion taxon of European-Mediterranean region could be explained by

the distribution of *Euscorpium* Thorell, 1876 (Crucitti, 1999).

The altitude variations in short distance in Bolkar Mountains leads to be formation microhabitats, so species diversity is expected to be high. There is no detailed study in Bolkar Mountains except Kovarik et al. (2010). Therefore, the Bolkar Mountain was chosen as study area and it is aimed to give information about morphological features of scorpions and scorpiofauna of Bolkar mountain.

## 2. MATERIALS AND METHODS

151 scorpion samples collected from 31 different localities in Niğde (Ulukışla), Konya (Halkapınar), Mersin (Silifke, Erdemli, Tarsus, Çamlıyayla), Karaman (Merkez,

Ayrancı) district, from July to September, 2010 (Table 1). Samples collected by ultraviolet light source throughout the night, but sometimes samples collected from undersides of stones. Samples were collected with forceps and taken into glass containers containing 70% alcohol. GPS coordinated of samples recorded via Garmin Etrex Vista HXC (Table 1). The voucher specimens deposited in Zoology Museum of Biology Department of Niğde Ömer Halisdemir University. Morphometric measurements (Figure 1) performed according to Stahnke (1970) and Sissom et al. (1990) and evaluation of trichobotria features were determined according to Polis (1990). The photographs of samples were taken with Olympus C5060. Statistical data obtained in Microsoft Office Excel, 2010.

**Table 1.** The localities, coordinates, altitude information of scorpion samples.

| No | Species                      | Localities                                  | Coordinates                      | Altitude | Number of Sampling |
|----|------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|----------|--------------------|
| 1  | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Niğde/Ulukışla-Emirler district             | N: 37° 28.801'<br>E: 34° 33.574' | 1538 m   | 2                  |
| 2  | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Niğde/Ulukışla-Darboğaz district            | N: 37° 26.143'<br>E: 34° 26.698' | 1517 m   | 3                  |
| 3  | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Niğde/Ulukışla-Klan district                | N: 36° 26.660'<br>E: 34° 26.724' | 2034 m   | 1                  |
| 4  | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Niğde/Ulukışla-Klan, Yazıbil district       | N: 37° 26.129'<br>E: 34° 26.698' | 2034 m   | 5                  |
| 5  | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Konya/Halkapınar-Çakıllar district          | N: 37° 24.344'<br>E: 34° 18.388' | 1383 m   | 12                 |
| 6  | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Konya/Halkapınar-Kayasaray district         | N: 37° 22.344'<br>E: 34° 16.110' | 1500 m   | 3                  |
| 7  | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Konya/Halkapınar-Yayıklı district           | N: 37° 25.647'<br>E: 34° 13.510' | 1450 m   | 1                  |
| 8  | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Karaman/Ayrancı-Berendi district            | N: 37° 16.388'<br>E: 34° 03.150' | 1682 m   | 3                  |
| 9  | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Karaman/Ayrancı-Berendi, Yağlıdere district | N: 37° 17.289'<br>E: 34° 01.956' | 1730 m   | 1                  |
| 10 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Karaman/Ayrancı-Kıraman village             | N: 37° 15.484'<br>E: 33° 55.458' | 1406 m   | 1                  |
| 11 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Karaman/Göldere-Gödet district              | N: 37° 03.387'<br>E: 33° 29.260' | 1323 m   | 1                  |
| 12 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Karaman/Ayrancı-Büyükoraş district          | N: 37° 07.415'<br>E: 33° 42.979' | 1536 m   | 2                  |
| 13 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Silifke-Kırobası district            | N: 36° 42' 491<br>E: 33° 52' 798 | 1421 m   | 3                  |
| 14 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Silifke-Kavak district               | N: 36° 42.596'<br>E: 33° 43.381' | 1310 m   | 1                  |
| 15 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Silifke-Sarıaydın district           | N: 36° 45.737'<br>E: 33° 54.954' | 1370 m   | 10                 |
| 16 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Silifke-Seydili district             | N: 36° 38.106'<br>E: 35° 58.808' | 1245 m   | 10                 |
| 17 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Erdemli-Kayacı district              | N: 36° 45.475'<br>E: 34° 10.291' | 1663 m   | 3                  |
| 18 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Erdemli-Cercili district             | N: 36° 41.143'<br>E: 34° 26.998' | 1210 m   | 4                  |

|    |                              |                                   |                                  |        |    |
|----|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------|----|
| 19 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Erdemli-Toros district     | N: 36° 50.551'<br>E: 34° 07.089' | 1761 m | 12 |
| 20 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Erdemli-Hacıalan district  | N: 36° 50.373'<br>E: 34° 11.013' | 1381 m | 3  |
| 21 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Erdemli-Cacık district     | N: 36° 54.647'<br>E: 34° 12.510' | 1800 m | 2  |
| 22 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Erdemli-Deliali district   | N: 36° 45.010'<br>E: 34° 15.146' | 1030 m | 5  |
| 23 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Güzelyayla district        | N: 37° 00.091'<br>E: 34° 29.556' | 1157 m | 4  |
| 24 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Kızılkaya district         | N: 37° 05.045'<br>E: 34° 31.956' | 1153 m | 9  |
| 25 | <i>Aegaeobuthus gibbosus</i> | Mersin/Uzuncaburç district        | N: 36° 33.116'<br>E: 33° 56.430' | 1101 m | 12 |
| 26 | <i>Protoiurus asiaticus</i>  | Mersin/Erdemli-Cercilli district  | N: 36° 41.143'<br>E: 34° 26.698' | 1210 m | 3  |
| 27 | <i>Protoiurus asiaticus</i>  | Mersin/Erdemli-Toros district     | N: 36° 50.551'<br>E: 34° 07.089' | 1761 m | 1  |
| 28 | <i>Protoiurus asiaticus</i>  | Mersin/Gülek district             | N: 37° 03.387'<br>E: 33° 29.260' | 1323 m | 3  |
| 29 | <i>Protoiurus asiaticus</i>  | Mersin/Gözne district             | N: 36° 59.917'<br>E: 34° 34.260' | 1073 m | 1  |
| 30 | <i>Protoiurus asiaticus</i>  | Mersin/Çamlıyayla district        | N: 37° 11.552'<br>E: 33° 52.798' | 1088 m | 1  |
| 31 | <i>Protoiurus asiaticus</i>  | Mersin/Tarsus-Taşobası district   | N: 37° 05.486'<br>E: 34° 55.836' | 254 m  | 1  |
| 32 | <i>Protoiurus asiaticus</i>  | Niğde/Horoz district              | N: 37° 28.689'<br>E: 34° 46.930' | 1310 m | 3  |
| 33 | <i>Euscorpius koci</i>       | Mersin/Silifke-Sarıaydın district | N: 36° 45.737'<br>E: 33° 54.954' | 1370 m | 2  |
| 34 | <i>Euscorpius koci</i>       | Mersin/Erdemli-Cercilli district  | N: 36° 41.143'<br>E: 34° 26.698' | 1210 m | 8  |
| 35 | <i>Euscorpius koci</i>       | Mersin/Erdemli-Toros district     | N: 36° 50.551'<br>E: 34° 07.089' | 1761 m | 8  |
| 36 | <i>Scorpio fuscus</i>        | Mersin/Güzelyayla district        | N: 37° 00.091'<br>E: 34° 29.556' | 1157 m | 2  |
| 37 | <i>Scorpio fuscus</i>        | Mersin/Kızılkaya district         | N: 37° 05.045'<br>E: 34° 31.956' | 1153 m | 3  |
| 38 | <i>Scorpio fuscus</i>        | Mersin/Arsılköy district          | N: 37° 01.134'<br>E: 33° 16.876' | 1500 m | 2  |

### 3. RESULTS

**Familia 1: Buthidae** C.L.Koch, 1837

**Genus: Aegaeobuthus** Kovarik, 2019

1950. Vachon, *Mesobuthus* Vachon, Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie, 28 (2): 152-216.

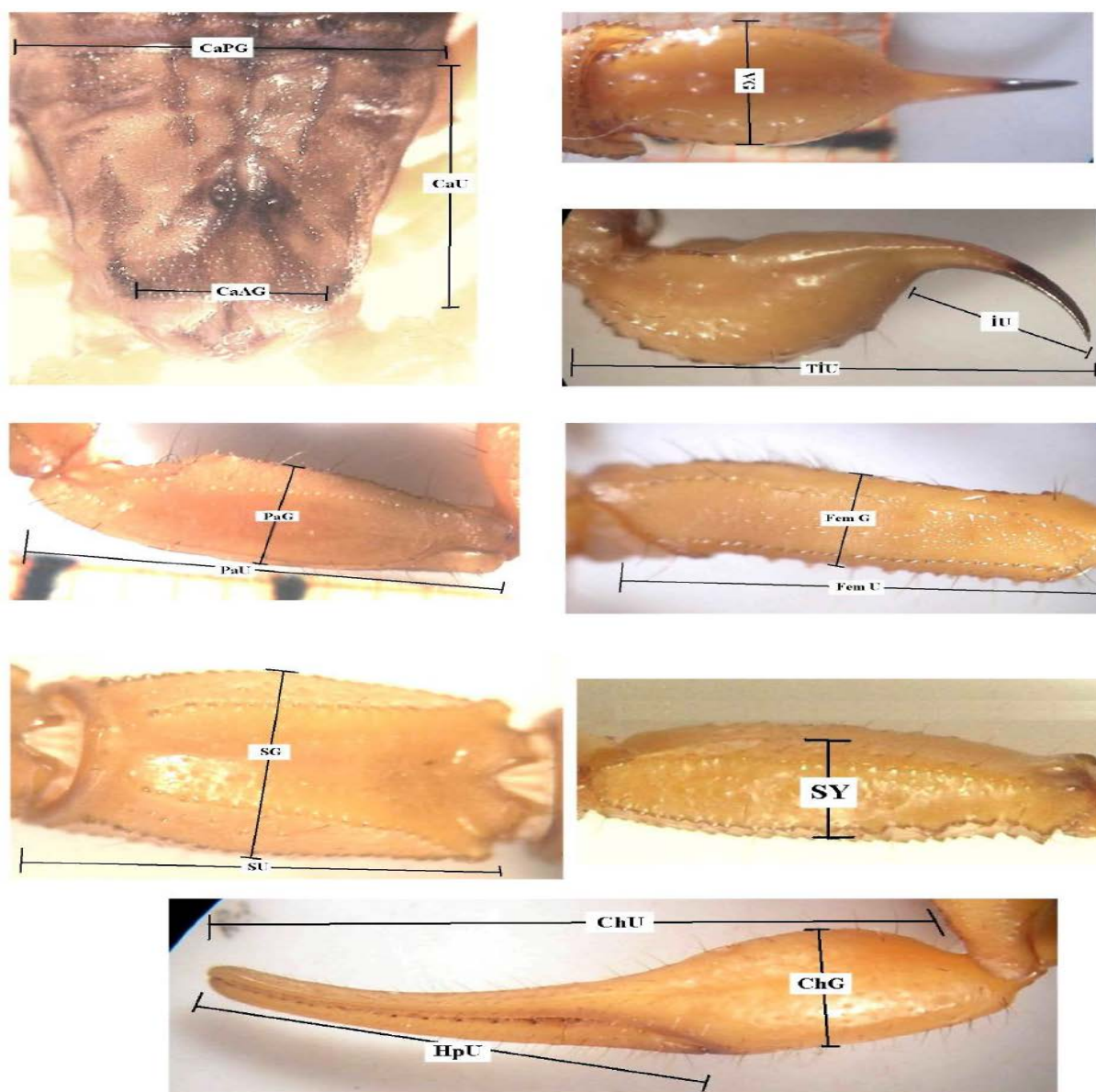
Type species: *Androctonus eupeus* C.L.Koch, 1838  
[=*Mesobuthus eupeus* (C.L.Koch, 1838)].

**Aegaeobuthus gibbosus** (Brullé, 1832)

1832. *Buthus gibbosus* Brullé, Section des sciences physiques, Zoologie, Paris, 3 (1): 57-60.

Terra-typica: Mora, Greece

1950. *Mesobuthus gibbosus* Vachon, Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie, 28 (2): 152-216.



**Figure 1.** Morphometric characters that used in this study (CaPG: Carapace posterior weight; CaAG: Carapace anterior weight; CaU: Carapace length; VG: Vesicul length; TIU: Telson length; IU: Sting length; PaG: Patella weight; PaU: Patella length; FemG: Femur weight; FeU: Femur length; SG: Metasomal segment weight; SU: Metasomal segment length; SY: Metasomal segment height; ChG: Chela weight; ChU: Chela length; HpU: Chela movement finger length)

**Distinguishing features:** Yellowish brown. As, chela fixed finger carries distinct granules that divided into 11 rows, chela movable finger carries distinct granules that divided into 12 rows. Pectinate teeth, (left-right) 19-26 for female. Pectinate teeth, (left-right) 27-34 for male. Sexual dimorphism determined based on morphometric measurements (Table 2; Table 3).

**Worldwide Distribution:** Albania, Bulgaria, Greece, Macedonia, Serbia and Montenegro, Turkey (Francke, 1981; Froufe et al., 2008; Karataş & Çolak, 2005)

**Turkey distribution:** Western part of Anatolian Diagonal, Black sea region and most part of the Turkey except coastal region of Marmara Sea (Ubisch, 1922).

**In this study:** Niğde, Ulukışla district (Emirler, Darboğaz, Klan and Horoz part); Halkapınar district (Çakıllar, Kayasaray and Yayıklı part); Karaman, Ayrancı district (Berendi, Kırman, Gödet and Büyükkoraş part); Mersin, Silifke district (Kırobası, Kavak, Sarıaydın and Seydili part); Mersin, Erdemli district (Kayacı, Cercili, Toros, Hacıalan,



Cacık part and Deliali plateau); Mersin district (Kızılkaya and Güzelyayla part).

**Bio-ecological notes:** *Aegaobuthus gibbosus* was the most common species in field area. This species was observed in three different habitats as steppe, forest and stony area. They were hide themselves under the stones. Although scorpions are nocturnal (active during night time) organism, the female one was active day time Halkapınar district. Some samples (male and female) were collected from trunks of trees and shrubs. The morphometric evaluation indicated that the scorpion body length was over 70 mm in above 1100 m and also the highest body lengths were 80 mm, 81 mm, 83 mm, 84 mm in 1153m (Mersin/Kızılkaya district).

**Table 2.** The morphometric data of adult female individuals of *Aegaobuthus gibbosus* (n: number of individuals; std: Standard deviation value).

|                 | n     | mean  | Std    |
|-----------------|-------|-------|--------|
| Body length     | 39 ♀♀ | 65,00 | ± 1,64 |
| Ca U/G          | 39 ♀♀ | 0,90  | ± 0,01 |
| Seg I U/G       | 39 ♀♀ | 1,05  | ± 0,01 |
| Seg II U/G      | 39 ♀♀ | 1,25  | ± 0,01 |
| Seg III U/G     | 39 ♀♀ | 1,39  | ± 0,02 |
| Seg IV U/G      | 39 ♀♀ | 1,68  | ± 0,02 |
| Seg V U/G       | 39 ♀♀ | 2,15  | ± 0,02 |
| Ch U            | 39 ♀♀ | 11,97 | ± 0,29 |
| Ch G            | 39 ♀♀ | 2,60  | ± 0,07 |
| Ch D            | 39 ♀♀ | 2,51  | ± 0,08 |
| HpU             | 39 ♀♀ | 7,42  | ± 0,15 |
| Fem U/G         | 39 ♀♀ | 3,20  | ± 0,04 |
| Pat. U/G        | 39 ♀♀ | 2,756 | ± 0,04 |
| TiU             | 39 ♀♀ | 6,44  | ± 0,24 |
| VG              | 39 ♀♀ | 2,80  | ± 0,09 |
| VD              | 39 ♀♀ | 2,68  | ± 0,08 |
| iU              | 39 ♀♀ | 3,05  | ± 0,07 |
| Pectinate teeth | 39 ♀♀ | 19-26 | --     |

**Table 3.** The morphometric data of adult male individuals of *Aegaobuthus gibbosus* (n: number of individuals; Std: Standard deviation value).

|                 | n     | mean  | Std.    |
|-----------------|-------|-------|---------|
| Body length     | 49 ♂♂ | 65,26 | ± 1,29  |
| Ca U/G          | 49 ♂♂ | 0,93  | ± 0,004 |
| Seg I U/G       | 49 ♂♂ | 1,18  | ± 0,01  |
| Seg II U/G      | 49 ♂♂ | 1,44  | ± 0,01  |
| Seg III U/G     | 49 ♂♂ | 1,58  | ± 0,02  |
| Seg IV U/G      | 49 ♂♂ | 1,90  | ± 0,03  |
| Seg V U/G       | 49 ♂♂ | 2,42  | ± 0,02  |
| Ch U            | 49 ♂♂ | 12,31 | ± 0,28  |
| Ch G            | 49 ♂♂ | 2,69  | ± 0,06  |
| Ch D            | 49 ♂♂ | 2,59  | ± 0,06  |
| HpU             | 49 ♂♂ | 7,33  | ± 0,13  |
| Fem U/G         | 49 ♂♂ | 3,50  | ± 0,09  |
| Pat. U/G        | 49 ♂♂ | 3,00  | ± 0,04  |
| TiU             | 49 ♂♂ | 6,58  | ± 0,13  |
| VG              | 49 ♂♂ | 2,56  | ± 0,56  |
| VD              | 49 ♂♂ | 2,49  | ± 0,05  |
| iU              | 49 ♂♂ | 2,87  | ± 0,06  |
| Pectinate teeth | 49 ♂♂ | 27-34 | --      |

## Familia 2: Scorpionidae Latreille, 1802

### Genus: *Scorpio* Linnaeus, 1758

1758. *Scorpio* Linnaeus, Holmiae (Stockholm): Laurentii Salvi, 1, p. 624.

Type species: *Scorpio maurus* Linnaeus, 1758

### *Scorpio fuscus* (Ehrenberg, 1829)

1758. *Scorpio maurus* Linnaeus, Holmiae (Stockholm): Laurentii Salvi, 1, p. 624.

Terra typica: Africa

**Distinguishing features:** Dark brown. Chela movable and fixed fingers are blunt and chela manus is globular. Sternum pentagonal, femur carries 3-4 trichobotria and one of the trichobotria located dorsally. Pectinate teeth, (left-right) 9-11 for female. Pectinate teeth, (left-right) 10-10 and 13-13 for male. Sexual dimorphism determined based on morphometric measurements (Table 4; Table 5).

**Worldwide Distribution:** Algeria, Egypt, Iran, Iraq, Israel, Jordan, Kuwait, Libya, Morocco, Saudi Arabia, Senegal, Syria, Tunisia, Turkey, Yemen (Birula, 1898; Kovarik et al., 2010)

**Turkey distribution:** The region from Elazığ to Mersin and Amonos mountain and the region from Adıyaman/Sincik district to Hatay/İskenderun district (Birula, 1898; Crucitti, 1999; Karataş & Çolak, 2005).

**In this study:** Mersin/Kızılkaya, Güzelyayla and Arslanköy district.

**Bio-ecological notes:** *Scorpio fuscus* just observed during night time on stones as active. Although, *Aegaeobuthus gibbosus*, *Euscropius koci* and *Protoiurus asiaticus* members didn't harm each other when they brought together, *Scorpio maurus* members showed aggressive behavior and killed each other short after brought together.

**Table 4.** The morphometric data of adult female individuals of *Scorpio fuscus* (n: number of individuals; Std: Standard deviation value).

|                 | n    | mean                    | Std    |
|-----------------|------|-------------------------|--------|
| Body length     | 5 ♀♀ | 65,40                   | ± 3,35 |
| Ca U/G          | 5 ♀♀ | 0,93                    | ± 0,01 |
| Seg I U/G       | 5 ♀♀ | 0,70                    | ± 0,02 |
| Seg II U/G      | 5 ♀♀ | 0,90                    | ± 0,01 |
| Seg III U/G     | 5 ♀♀ | 1,08                    | ± 0,01 |
| Seg IV U/G      | 5 ♀♀ | 1,45                    | ± 0,04 |
| Seg V U/G       | 5 ♀♀ | 2,15                    | ± 0,03 |
| Ch U            | 5 ♀♀ | 16                      | ± 0,63 |
| Ch G            | 5 ♀♀ | 7,78                    | ± 0,24 |
| Ch D            | 5 ♀♀ | 7,62                    | ± 0,24 |
| HpU             | 5 ♀♀ | 8,76                    | ± 0,18 |
| Fem U/G         | 5 ♀♀ | 2,01                    | ± 0,07 |
| Pat. U/G        | 5 ♀♀ | 2,00                    | ± 0,07 |
| TiU             | 5 ♀♀ | 6,36                    | ± 0,23 |
| VG              | 5 ♀♀ | 3,16                    | ± 0,12 |
| VD              | 5 ♀♀ | 3,06                    | ± 0,12 |
| iU              | 5 ♀♀ | 2,50                    | ± 0,05 |
| Pectinate teeth | 4 ♀♀ | 9-9, 11-9, 11-10, 11-11 | --     |

**Table 5.** The morphometric data of two adult male individuals of *Scorpio fuscus* (n: number of individuals; Std: Standard deviation value).

|                 | n    | Sample I | Sample II |
|-----------------|------|----------|-----------|
| Body length     | 2 ♂♂ | 62       | 61        |
| Ca U/G          | 2 ♂♂ | 0,91     | 0,96      |
| Seg I U/G       | 2 ♂♂ | 0,82     | 0,83      |
| Seg II U/G      | 2 ♂♂ | 1,02     | 1,00      |
| Seg III U/G     | 2 ♂♂ | 1,13     | 1,67      |
| Seg IV U/G      | 2 ♂♂ | 1,47     | 1,48      |
| Seg V U/G       | 2 ♂♂ | 1,70     | 2,11      |
| Ch U            | 2 ♂♂ | 14,00    | 16,00     |
| Ch G            | 2 ♂♂ | 8,20     | 8,20      |
| Ch D            | 2 ♂♂ | 8,00     | 8,00      |
| HpU             | 2 ♂♂ | 7,50     | 8,00      |
| Fem U/G         | 2 ♂♂ | 2,11     | 1,93      |
| Pat. U/G        | 2 ♂♂ | 2,03     | 1,81      |
| TiU             | 2 ♂♂ | 6,50     | -         |
| VG              | 2 ♂♂ | 2,50     | -         |
| VD              | 2 ♂♂ | 3,30     | 3,10      |
| iU              | 2 ♂♂ | 3,20     | 3,00      |
| Pectinate teeth | 2 ♂♂ | 10-10    | 13-13     |

### Familia 3: Iuridae Thorell, 1876

**Genus: *Protoiurus*** Soleglad, Fet, Kovařík & Yağmur, 2012

1876. *Iurus* Thorell, Annals and Magazine of Natural History, 4 (17): 1-15.

Type species: *Iurus granulatus* (C.L.Koch, 1837) [= *Iurus dufourei* (Brullé, 1832)].

***Protoiurus asiaticus*** Birula, 1903

1832. *Iurus dufourei asiaticus* Brullé, Section des sciences physiques, zoologie, Paris, 3(1): 57-60.

1981. *Iurus asiaticus* Francke, Journal of Arachnology, 9: 233-258.

Terra typica: Gülek, Turkey.

**Distinguishing features:** Blackish brown. Pectine teeth, left 10 and right 14 for female. Pectinate teeth, left 10 and right 16 for male. There are three lateral eyes on both side of carapace. Chela depth/length (Ch D/U) ratio is 0.32-0.35 for male and 0.32-0.34 for female. Pectinate teeth, (left-right) 10-19, 10-11 and 12-12 for male. Pectinate teeth, (left-right) 11-11, 12-11, 12-12 and 13-13 for female. Sexual dimorphism determined based on morphometric measurements (Table 6; Table 7).

**Worldwide Distribution:** The Northwest part of Mediterranean, South part of Greece, Southwest part of Turkey, the islands in Aegean Sea (Levy & Amitai, 1980; Birula, 1903; Kovarik et al., 2010)

**Turkey distribution:** Adana, Adıyaman, Kahramanmaraş, Mersin and Niğde district (Kovarik et al., 2010, Soleglad et al., 2012)

**In this study:** Mersin/Tarsus, Taşobası, Gülek, Çamlıyayla, Erdemli, Cercili, and Toros district and Niğde/Horoz district.

**Bio-ecological notes:** *Protoiurus asiaticus* was active during the night time, and they were observed generally on the rocky place.

**Table 6.** The morphometric data of adult female individuals of *Protoiurus asiaticus* (n: number of individuals; Std: Standard deviation value).

|                 | n    | mean                                  | Std    |
|-----------------|------|---------------------------------------|--------|
| Body length     | 7 ♀♀ | 71,57                                 | ± 5,17 |
| Ca U/G          | 7 ♀♀ | 0,95                                  | ± 0,03 |
| Seg I U/G       | 7 ♀♀ | 0,78                                  | ± 0,02 |
| Seg II U/G      | 7 ♀♀ | 0,96                                  | ± 0,03 |
| Seg III U/G     | 7 ♀♀ | 1,16                                  | ± 0,03 |
| Seg IV U/G      | 7 ♀♀ | 1,50                                  | ± 0,06 |
| Seg V U/G       | 7 ♀♀ | 2,74                                  | ± 0,11 |
| Ch U            | 7 ♀♀ | 19,71                                 | ± 1,23 |
| Ch G            | 7 ♀♀ | 5,61                                  | ± 0,46 |
| Ch D            | 7 ♀♀ | 5,44                                  | ± 0,44 |
| HpU             | 7 ♀♀ | 11,51                                 | ± 0,86 |
| Fem U/G         | 7 ♀♀ | 2,95                                  | ± 0,11 |
| Pat. U/G        | 7 ♀♀ | 2,64                                  | ± 0,08 |
| TiU             | 7 ♀♀ | 9,41                                  | ± 0,68 |
| VG              | 7 ♀♀ | 2,88                                  | ± 0,86 |
| VD              | 7 ♀♀ | 2,64                                  | ± 0,14 |
| iU              | 7 ♀♀ | 2,54                                  | ± 0,14 |
| Pectinate teeth | 6 ♀♀ | 10-9 (2),<br>10-11 (3),<br>12-12 (1), | -      |

**Table 7.** The morphometric data of adult male individuals of *Protoiurus asiaticus* (n: number of individuals; Std: Standard deviation value).

|                 | n    | mean                                                | Std    |
|-----------------|------|-----------------------------------------------------|--------|
| Body length     | 6 ♂♂ | 73,16                                               | ± 1,79 |
| Ca U/G          | 6 ♂♂ | 0,97                                                | ± 0,03 |
| Seg I U/G       | 6 ♂♂ | 0,82                                                | ± 0,04 |
| Seg II U/G      | 6 ♂♂ | 1,04                                                | ± 0,04 |
| Seg III U/G     | 6 ♂♂ | 1,25                                                | ± 0,04 |
| Seg IV U/G      | 6 ♂♂ | 1,60                                                | ± 0,07 |
| Seg V U/G       | 6 ♂♂ | 2,94                                                | ± 0,07 |
| Ch U            | 6 ♂♂ | 23,50                                               | ± 0,67 |
| Ch G            | 6 ♂♂ | 7,50                                                | ± 0,24 |
| Ch D            | 6 ♂♂ | 7,33                                                | ± 0,25 |
| HpU             | 6 ♂♂ | 11,51                                               | ± 0,86 |
| Fem U/G         | 6 ♂♂ | 3,11                                                | ± 0,17 |
| Pat. U/G        | 6 ♂♂ | 2,56                                                | ± 0,06 |
| TiU             | 4 ♂♂ | 11,72                                               | ± 0,97 |
| VG              | 6 ♂♂ | 3,35                                                | ± 0,06 |
| VD              | 6 ♂♂ | 3,56                                                | ± 0,12 |
| iU              | 4 ♂♂ | 3,46                                                | ± 0,12 |
| Pectinate teeth | 6 ♂♂ | 11-11 (1),<br>12-11 (2),<br>12-12 (2),<br>13-13 (1) | -      |

**Familia 4: Euscorpiidae** Laurie, 1893

**Genus: Euscorpius** Thorell, 1876

1876. *Euscorpius* Thorell, Annals and Magazine of Natural History, 4 (17): 1-15.

Type species: *Scorpio carpathicus* Linneus, 1767 [*Euscorpius carpathicus* (Linneus, 1767)].

***Euscorpius koci*** Tropea et Yağmur, 2015

Terra typica: Turkey

**Distinguishing features:** Yellowish brown. Trichobotria on ventral side of pedipalp patella (TV) is 7-9 (8). Trichobotria on the external surface of pedipalp patella; external median (em) is 4. Pectinate teeth, (left-right) 8-

10, 9-9, 9-10 and 10-10 for male. Pectinate teeth, (left-right) 7-7, 6-6, 8-8 and 8-9 for female. Sexual dimorphism determined based on morphometric measurements (Table 8; Table 9).

**Worldwide Distribution:** Southern Turkey (Tropea & Yağmur, 2015)

**Turkey distribution:** Mersin district (Tropea & Yağmur, 2015)

**In this study:** Mersin/Silifke and Erdemli district

**Bio-ecological notes:** *Euscorpium koci* observed undersides of stones during day time and they were active on the surface of rocky part of mountain during night time.

**Table 8.** The morphometric data of adult female individuals of *Euscorpium koci* (n: number of individuals; Std: Standard deviation value).

|                 | n     | mean                              | Std    |
|-----------------|-------|-----------------------------------|--------|
| Body length     | 10 ♀♀ | 35,00                             | ± 1,30 |
| Ca U/G          | 10 ♀♀ | 0,91                              | ± 0,02 |
| Seg I U/G       | 10 ♀♀ | 0,98                              | ± 0,03 |
| Seg II U/G      | 10 ♀♀ | 1,25                              | ± 0,03 |
| Seg III U/G     | 10 ♀♀ | 1,71                              | ± 0,11 |
| Seg IV U/G      | 10 ♀♀ | 2,12                              | ± 0,06 |
| Seg V U/G       | 10 ♀♀ | 3,54                              | ± 0,11 |
| Ch U            | 10 ♀♀ | 6,03                              | ± 0,19 |
| Ch G            | 10 ♀♀ | 2,31                              | ± 0,07 |
| Ch D            | 10 ♀♀ | 2,10                              | ± 0,07 |
| HpU             | 10 ♀♀ | 3,19                              | ± 0,15 |
| Fem U/G         | 10 ♀♀ | 2,82                              | ± 0,08 |
| Pat. U/G        | 10 ♀♀ | 2,58                              | ± 0,06 |
| TiU             | 10 ♀♀ | 2,68                              | ± 0,11 |
| VG              | 10 ♀♀ | 0,91                              | ± 0,05 |
| VD              | 10 ♀♀ | 0,85                              | ± 0,07 |
| iU              | 10 ♀♀ | 0,90                              | ± 0,04 |
| Pectinate teeth | 10 ♀♀ | 7-7 (8), 6-6 (1), 8-8 (1) 8-9 (1) | --     |

**Table 9.** The morphometric data of adult male individuals of *Euscorpium koci* (n: number of individuals; Std: Standard deviation value).

|                 | n    | mean                                  | Std    |
|-----------------|------|---------------------------------------|--------|
| Body length     | 8 ♂♂ | 32,5                                  | ± 1,63 |
| Ca U/G          | 8 ♂♂ | 0,94                                  | ± 0,01 |
| Seg I U/G       | 8 ♂♂ | 0,99                                  | ± 0,02 |
| Seg II U/G      | 8 ♂♂ | 1,35                                  | ± 0,03 |
| Seg III U/G     | 8 ♂♂ | 1,53                                  | ± 0,06 |
| Seg IV U/G      | 8 ♂♂ | 2,34                                  | ± 0,09 |
| Seg V U/G       | 8 ♂♂ | 3,81                                  | ± 0,12 |
| Ch U            | 8 ♂♂ | 5,97                                  | ± 0,20 |
| Ch G            | 8 ♂♂ | 2,37                                  | ± 0,07 |
| Ch D            | 8 ♂♂ | 2,11                                  | ± 0,08 |
| HpU             | 8 ♂♂ | 3,15                                  | ± 0,13 |
| Fem U/G         | 8 ♂♂ | 2,86                                  | ± 0,07 |
| Pat. U/G        | 8 ♂♂ | 2,63                                  | ± 0,05 |
| TiU             | 8 ♂♂ | 3,32                                  | ± 0,07 |
| VG              | 8 ♂♂ | 1,21                                  | ± 0,06 |
| VD              | 8 ♂♂ | 1,20                                  | ± 0,04 |
| iU              | 8 ♂♂ | 0,90                                  | ± 0,04 |
| Pectinate teeth | 8 ♂♂ | 8-10 (1), 9-9 (3), 9-10 (2) 10-10 (1) | --     |

#### 4. DISCUSSIONS

This study conducted in Bolkar mountains from July to September, 2010 and four species determined from Buthidae, Euscorpidae, Iuridae and Scorpioniidae. The postero-median and centro-median carina continues both side of carapace as characteristic features of *Mesobuthus gibbosus* (Karataş, 2007) but in this study some individuals' postero and centro-median carina continued on one side and didn't continue other side of carapace like *Mesobuthus nigrocinus*. *Scorpio maurus* divided into two subspecies as *Scorpio maurus fuscus* (Ehrenberg, 1829) and *Scorpio maurus palmatus* (Ehrenberg, 1829). *Scorpio maurus palmatus* has light coloured than *Scorpio maurus fuscus*. Although, pectinate teeth of *Scorpio maurus fuscus* is 9-11 for male and 6-10 for female, pectinate teeth of *Scorpio maurus palmatus* is 9-13 for male and 7-13 for female (Levy & Amitai, 1980). The samples collected from study area was dark colored and pectinate teeth was 13-13 and 10-10 for male individuals and 9-9, 11-9, 11-10 and 11-11 for female individuals. The *Scorpio* samples that collected from Bolkar mountain determined as *Scorpio maurus fuscus* as mentioned in Crucitti & Vignoli (2002), Fet & Braunwalder



(2000) and Karataş & Çolak (2005) studies. However, Talal et al. (2015) promoted *Scorpio maurus fuscus* to species level as *Scorpio fuscus*. I. metasomal segment of *Protoiurus asiaticus* is longer than its weight. Pectinate teeth is 10-13 for male and 9-12 for female. As, ChD/ChG (Chela depth/chela weight) ratio is 0.32-0.35 for male and 0.32-0.34, HpU/TG (movement length/telson weight) ratio is 3.77-4.02 for male and 3.99-4.08 for female (Kovarík et al., 2010). The characteristic features of *Protoiurus* samples that collected from study area as followed: I. metasomal segment was longer than its weight; pectinate teeth was 10-9, 10-11, 12-12 for female and 11-11, 12-12, 13-13 for male; ChD/ChG ratio was 0.31 for male and 0.27; HpU/TG ratio was 3.78 for male and 4.34 for female. These results indicated that the samples that collected during the study was *Protoiurus asiaticus*. Our findings were similar to the findings of *E. ciliciensis* and *E. koci* in the studies of Fet et al. (2016) and Tropea & Yağmur (2015). However, the study samples were similar with *E. koci* by em (external median trichobotria) with 4 trichobotria, et with 6 trichobotria and Pv: 8-9. However, *E. ciliciensis* distinguishing features are as follow: em: 3, et: 5 and Pv:7. Therefore, these samples were evaluated as *E. koci* (Fet et al., 2016; Tropea & Yağmur, 2015).

The findings indicated that the distribution of *Scorpio fuscus* and *Euscorpius koci* were limited. It is thought that the ecological tolerance of these species is narrow and therefore these two species should be protected and to understand their biology the more study should be perform.

## REFERENCES

- Birula A (1898). Ein Beitrag zur Kenntnis der Skorpionenfauna Kleinasien. *Horae Societatis Entomologicae Rossicae* 33:132-140.
- Birula A (1903). Miscellanea scorpologica V. Ein Beitrag zur Kenntnis der Skorpionenfauna der Insel Kreta. *Annuaire du Musée zoologique de l'Académie impériale des sciences de St.-Petersbourg* 8: 295-299.
- Crucitti P (1999). The scorpions of Anatolia: biogeographical patterns Società Rornana di Scienza. Naturali-Ente di ricerca pura, Via Fratelli Maristi, 43-I-00137 Roma.
- Crucitti P, Vignoli V (2002). Gli scorpioni (Scorpiones) dell'Anatolia sudorientale (Turchia). *Bollettino del Museo Regionale di Scienze naturali* 19(2): 433-480.
- Çiplak B (2004). Biogeography of Anatolia: the marker group Orthoptera. *Memorie della Società Entomologica Italiana* 82: 357-372.
- Fet V, Braunwalder ME (2000). The Scorpions (Arachnida: Scorpiones) of The Aegean Area: Current Problems in Taxonomy and Biogeography. *Belgian Journal of Zoology* 130(1): 15-20.
- Fet V, Graham MR, Blagoev G, Karataş A, Karataş A (2016). DNA barcoding indicates hidden diversity of Euscorpius (Scorpiones: Euscorpiidae) in Turkey. *Euscorpius*, 216:1-12.
- Francke OF (1981). Taxonomic and zoogeographic observations on *Iurus Thorell* (Scorpiones, Iuridae). *Bulletin of the British Arachnological Society* 5: 221-224.
- Froufe E, Sousa P, Alves PC, Harris DJ (2008). Genetic diversity within *Scorpio maurus* (Scorpiones: Scorpionidae) from Morocco: Preliminary evidence based on CO1 mitochondrial DNA sequences. *Biologia* 63(6): 1157-1160.
- Karataş A, Çolak M (2005). "Scorpions of Gaziantep Province (Turkey) (Arachnida: Scorpiones). *Euscorpius*, 30:1-7.
- Karataş A (2007). *Mesobuthus nigrocinctus* (Ehrenberg, 1828) (Scorpiones: Buthidae) in Turkey: Distribution and morphological variation. *Euscorpius Occasional Publications in Scorpiology* 56: 1-10.
- Kovařík F, Fet V, Söleglad ME, Yağmur EA (2010). Etudes on iurids, III. Revision of the genus *Iurus Thorell*, 1876 (Scorpiones: Iuridae), with a description of two new species from Turkey. *Euscorpius* 95: 1-212.
- Levy G, Amitai P (1980). Scorpiones, In: Fauna Palaestina, Arachnida I. Israel Academy of Sciences and Humanity 130p.
- Mutun S (2010). Intraspecific genetic variation and phylogeography of the oak gallwasp *Andricus caputmedusae* (Hymenoptera: Cynipidae): effects of the Anatolian Diagonal. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 56(2), 153-172.
- Polis GA (1990). The Biology of Scorpions. Stanford University Press, 587p.
- Sissom WD, Polis GA, Watt DD (1990). Field and laboratory methods. In: The Biology of Scorpions (Ed. G.A. Polis). Stanford University Press, Stanford, pp, 445-461.
- Stahnke HL (1970). Scorpion nomenclature and mensuration. *Entomological News* 81: 297-316.
- Söleglad ME, Fet V, Kovařík F, Yağmur EA (2012). Etudes on iurids, V. Further revision of *Iurus Thorell*, 1876 (Scorpiones: Iuridae), with a description of a new genus and two new species. *Euscorpius* 143: 1-70.
- Talal S, Tesler I, Sivan J, Ben-Shlomo R, Tahir HM, Prendini L, Snir S, Gefen E. (2015). Scorpion speciation in the Holy Land: multilocus phylogeography corroborates diagnostic differences in morphology and burrowing behavior among *Scorpio* subspecies and justifies recognition as phylogenetic, ecological and biological species. *Molecular phylogenetics and evolution*, 91: 226-237.
- Tropea G, Yağmur EA (2015). Two new *Euscorpius Thorell*, 1876 from Turkey (Scorpiones: Euscorpiidae). *Arachnida*, 6: 13-32.
- Übisch M (1922). Über eine neue *Iurus*-Art aus Kleinasien nebst einigen Bemerkungen über die Funktion der Kamme der Skorpione. *Zoologische Jahrbücher, Abtheilung für Systematik* 44(6): 503-516.
- Vachon M (1951). Prof. Kosszig tarafından Türkiye'de toplanan akrepler hakkında. À propos de quelques Scorpions de Turquie collectés par M. le Professeur Dr. Curt Kosszig. *Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul, ser. B* 16(4): 341-344.

## RESEARCH ARTICLE

## Open Access

### Bazı entomopatojenlerin *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvaları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi

Determination of the effects of some entomopathogens on *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvae

Şevval SALİOĞLU<sup>a\*</sup>, Temel GÖKTÜRK<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Artvin Coruh University, 08000 Artvin, Turkey

#### Article Info

©2021 Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden Application and Research Center of Artvin Coruh University.

\*: Corresponding author

e-mail: [sevvalsalioglu@artvin.edu.tr](mailto:sevvalsalioglu@artvin.edu.tr)

ORCID: 0000-0002-7601-5140

#### Article history

Received: March 1, 2021

Received in revised form: March 19, 2021

Accepted: March 20, 2021

Available online: March 31, 2021



This is an Open Access article under the CC BY NC ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

#### Anahtar Kelimeler:

*Cydalima perspectalis*, *Buxus*, entomopatojen, Bentar®, mücadele

#### Keywords:

*Cydalima perspectalis*, *Buxus*, entomopathogen, Bentar®, control methods

#### ÖZ

Türkiye için yabancı istilacı bir tür olan *Cydalima perspectalis*, Şimşir bitkisinin en önemli zararlılarından biridir. *C. perspectalis* ile mücadele olanaklarını araştırma amacıyla yapılan bu çalışmada *Brevibacillus brevis*, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae*, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii*, Bentar® ve *Bacillus subtilis* olmak üzere beş farklı bakteri örneği ve pozitif kontrol olarak organik insektisit Neemazal® kullanılmıştır. Uygulamalar sonucunda en etkili entomopatojenin %82.5 ile *Bacillus subtilis* olduğu görülmüştür. Etkisi en düşük entomopatojen ise %65 ile *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae* bulunmuştur. *C. perspectalis*'in tespit edildiği bölgede yayılmasını ve zararını önlemek amacıyla uygulanacak entegre mücadele kapsamında *Bacillus subtilis* entomopatojeninin de kullanılabileceği kanaati uyanmıştır.

#### ABSTRACT

*Cydalima perspectalis*, which is a kind of alien invader, is one of the most important pests of the boxwood plant for Turkey. This study was carried out to investigate the control methods of *C. perspectalis*. Five bacteria samples were studied which are *Brevibacillus brevis*, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae*, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii*, Bentar®, *Bacillus subtilis* and Neemazal® organic insecticide were used as positive control. As a result of the treatments, the most effective entomopathogen was determined as *Bacillus subtilis* with a rate of 82.5% and the least effective entomopathogen as *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae* with 65%. It is concluded that *Bacillus subtilis* entomopathogen can also be used within the scope of the integrated management to prevent the spread and damage of *C. perspectalis* in the region where it is detected.

#### Citation:

To cite this article: Salioglu Ş, Göktürk T (2021). Bazı entomopatojenlerin *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvaları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi. *Turk J Biod* 4(1): 31-35.

## 1. GİRİŞ

Türkiye’de en geniş yayılışa sahip olan Şimşir türü Anadolu Şimşiri (*Buxus sempervirens* L.) (Buxaceae) Türkiye’de Avrupa-Sibiryâ flora alanında optimum yayılış göstermekte ve Bolu, Denizli, Zonguldak, Kahramanmaraş, Kocaeli, Kastamonu, Trabzon, Rize ve Artvin illerinde bulunmaktadır (Davis, 1982; Eminağaoğlu, 1996; Eminağaoğlu & Anşin 2003; Eminağaoğlu, 2012, 2015; Lehtijärvi vd., 2014). *B. sempervirens* Artvin’de yaklaşık 15 bin hektarlık bir alanda yayılış göstermektedir ve bu alanlarda şimşir fungal hastalıkları (*Cylindrocladium pseudonaviculatum*) ve Şimşir güvesi (*Cydalima*

*perspectalis*) ciddi derecede kurumalara neden olmuştur (Burjanadze vd., 2019; Özkaya, 2020). Şimşir bitkisinde zarar yapan *Monarthropalpus flavus* (Schrank), *Eurytetranychus buxi* (Garman), *Psylla buxi* (Linné) ve *Cydalima perspectalis* (Walker) türleri de öne çıkmaktadır.

Türkiye için yabancı istilacı bir tür olan *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae) son yıllarda Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan bütün Şimşirleri tehdit etmektedir. Bu zararlı böceğin tırtıl evresi Şimşirlerin yapraklarını yiyerek fotosentez yapmasını önlemekte, sürgünlerin kabuklarını kemirip kambiyum tabakasına

zarar vererek, Şimşir sürgünlerini ve dallarını kurutarak ölüme terk etmektedirler (Kaygın Toper & Taşdeler, 2019).

*Cydalima perspectalis*'in Avrupa'da ilk tespiti 2007 yılında Almanya'da yapılmıştır (Billen, 2007). Hollanda, Avusturya, Fransa, İngiltere, İsviçre, İspanya, Romanya, Macaristan, Hırvatistan, İtalya, Slovenya, Bosna Hersek, Sırbistan, Yunanistan, Bulgaristan, Güney Rusya ve Gürcistan'a kadar yayılmıştır (Van der Straten & Muus, 2010; Mally & Nuss, 2010; Székely vd., 2011; Sáfíán & Horváth, 2011; Koren & Črne, 2012; Seljak, 2012; Pérez-Otero vd., 2014; Wan vd., 2014; Santi vd., 2015; Farina & Rizzo, 2015; Ostojić vd., 2015; Stojanović vd., 2015; Strachinis vd., 2015; Matsiakh vd., 2016; Arnaudov & Raikov, 2017).

Türkiye'de ilk kez 2011 yılında İstanbul'da Sarıyer'deki park ve bahçelerde tespit edilmiştir (Hızal, 2012). Günümüzde Ankara, İstanbul, Denizli, Niğde, Kırşehir, Bartın, Düzce, Samsun, Rize ve Artvin illerinde varlığını devam ettirmektedir (Hızal vd., 2012; Öztürk vd., 2016; Göktürk, 2018; Kaygın Toper & Taşdeler, 2019).

*Cydalima perspectalis* bölgeye göre farklılık göstererek yılda 2-3 generasyon verebilmektedir (Kaygın Toper & Taşdeler, 2019). Uçuşunu Mayıs ayının sonlarında ve Ağustos ayında gerçekleştirmektedir. 5 larva dönemine sahip olan *C. perspectalis* kışı larva olarak geçirmektedir. *C. perspectalis*'in yumurtaları başlangıçta sarımsı bir renge sahip olduğu, fakat sonradan bu rengin saydamlaşmaya başladığı ve yumurtadan çıkmaya yakın böceğin parlak siyah kafalarının belirginleşmeye başladığı görülmüştür. Yumurtalar ortalama 10-20 adet arasında değişen kümeler halinde yaprağın alt kısımlarında bulunurlar. *C. perspectalis* larvaları sarımsı yeşil rengin üzerine, boydan siyah ve beyaz çizgilere ve parlak siyah bir başa sahiptir. *C. perspectalis* erginlerinde iki form bulunmaktadır. Birincisi beyaz kanatları çevreleyen kahverengi çizgilerden oluşmaktadır, ikincisi kanatların tamamı kahverengiden oluşmaktadır (Salioglu, 2020).

Bu zararlı türe karşı biyoteknik, mekanik ve kimyasal mücadele yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Dünyada *Cydalima perspectalis*'in yayılış gösterdiği alanlarda Cydawit® feromonunun (Burjanadze vd., 2019) kullanılmasının yanı sıra, entomopatojenler (*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*) (Burjanadze vd., 2019) ve organik insektisitler (Neemazal®) (Götting & Herz, 2018) de sıklıkla kullanılmaktadır. Türkiye'de birçok Orman Genel Müdürlüğünde PH-223-1RR feromonu, çeşitli

entomopatojenler ve organik insektisitlerle mücadele çalışmaları devam etmektedir.

Artvin Şimşir alanlarında da mücadele çalışmaları yürütülmesine rağmen *Cydalima perspectalis* zararı devam etmektedir. Bu çalışmada bazı entomopatojenlerin ve organik insektisit Neemazal®'in *Cydalima perspectalis*'in 2. ve 5. dönem larvaları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

*Cydalima perspectalis*'in mücadele olanaklarını araştırma amacıyla *Brevibacillus brevis*, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae*, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstakii*, Bentar® ve *Bacillus subtilis* olmak üzere beş farklı bakteri örneği ve pozitif kontrolde kullanılmak üzere organik insektisit Neemazal®, spreyleme aleti, şeffaf kutular, şeffaf büyütme kafesi ve fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

Araziden taze yapraklı Şimşir sürgünleriyle birlikte toplanan *Cydalima perspectalis* larvaları Artvin Çoruh Üniversitesi Entomoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Bu larvalar Şimşir sürgünleriyle birlikte 20'li gruplar halinde saydam kutulara konulmuştur. Spreyleme kutusu içerisinde 25/100 ml entomopatojen solüsyonu hazırlanarak *Cydalima perspectalis*'in 2. ve 5. dönem larvaları üzerine püskürtülmüş, 2 gün arayla kontrol edilmiştir. Ölen larvalar sayılarak not edilmiştir.

Denemelerde pozitif kontrol amacıyla kullanılan Neemazal® içinde aynı uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmada negatif kontrol olarak saf steril su kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan preparatlar.

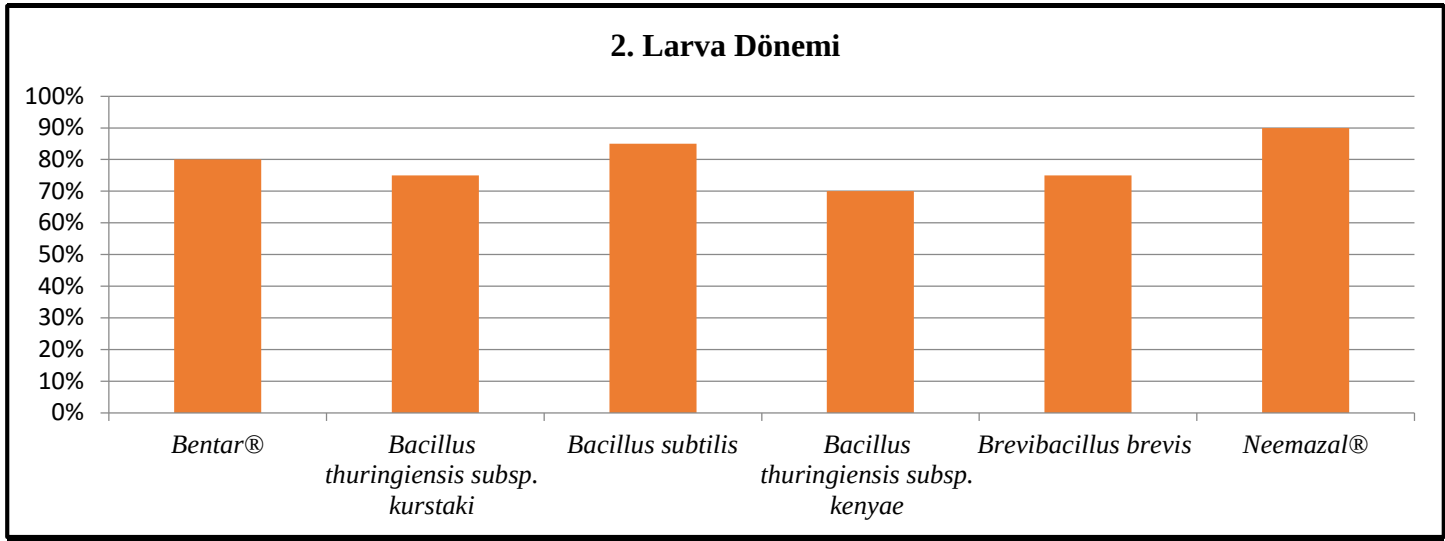
| Preparat Adı                                                                                                                   | Referans               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <i>Brevibacillus brevis</i>                                                                                                    | Göktürk vd., (2017)    |
| <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Kenya</i>                                                                              | Göktürk vd., (2017)    |
| <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Kurstaki</i>                                                                           | Göktürk & Mihli (2016) |
| <i>Bacillus subtilis</i>                                                                                                       | Göktürk vd., (2017)    |
| <i>Thiobacillus hiooxidans</i> , <i>Thiobacillus ferrooxidans</i> , <i>Acetobacter</i> spp. <i>Lactobacillus</i> spp.(BENTAR®) | Göktürk vd., (2018)    |
| NEEMAZAL®                                                                                                                      | Göktürk vd., (2018)    |

### 3. BULGULAR

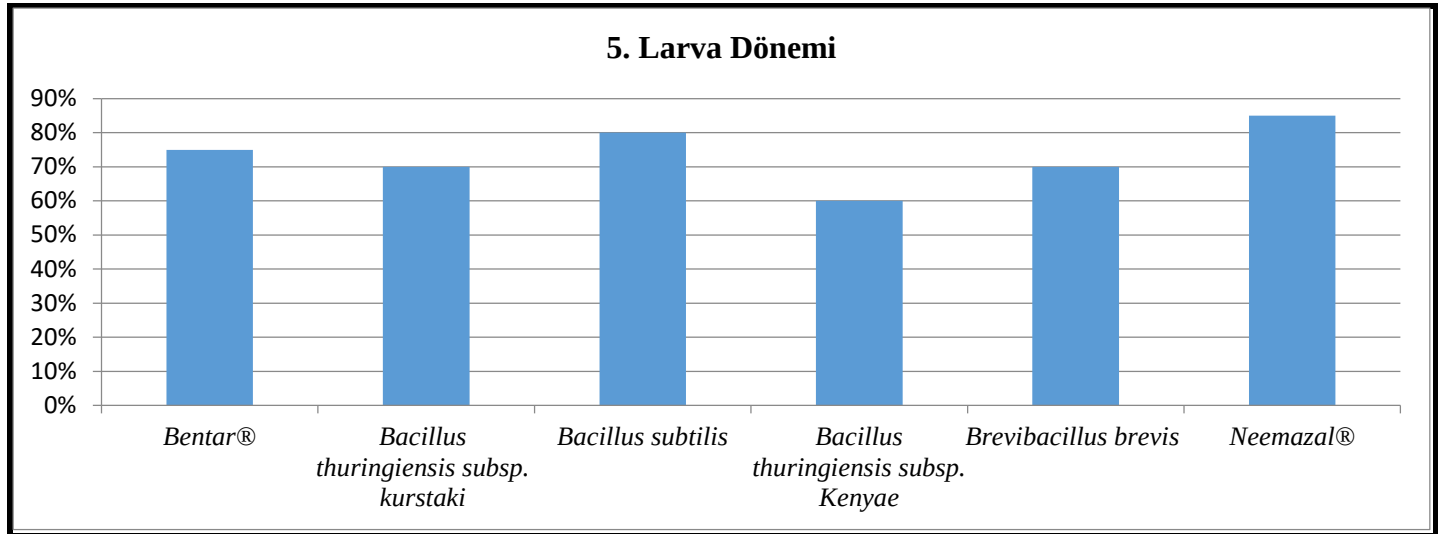
Laboratuvarda uygulanan entomopatojenlerin belirli oranlarda etkili olduğu görülmüştür. 2. larva dönemi için 20 adet larva üzerine yapılan entomopatojen uygulamasında; Bentar® entomopatojeni %80, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* entomopatojeni %75, *Bacillus subtilis* entomopatojeni %85, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae* entomopatojeni %70, *Brevibacillus brevis* entomopatojeni %75, Neemazal® organik insektisiti %90 oranında başarılı olmuştur. 5. larva

dönemi için 20 adet larva üzerine yapılan entomopatojen uygulamasında ise; Bentar® entomopatojeni %75, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* entomopatojeni %70, *Bacillus subtilis* entomopatojeni %80, *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae* entomopatojeni %60, *Brevibacillus brevis* entomopatojeni %70, Neemazal® organik insektisiti %85 oranında başarılı olmuştur.

Entomopatojenlerden alınan sonuçların yüzdesel dağılımına bakıldığında %60 ile %90 arasında değişen etki oranı görülmektedir.



Şekil 1. İkinci larva dönemi için ölüm oranı yüzdeleri.



Şekil 2. Beşinci larva dönemi için ölüm oranı yüzdeleri.

### 4. TARTIŞMA

Burjanadze vd. (2019) yaptıkları çalışmada Gürcistan'daki Şimşir bitkilerine arız olan *Cydalima perspectalis* için mücadele olanaklarını ortaya koymuşlardır. Yaptıkları

entomopatojen çalışmasında *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* ve DiPel® kullanmışlardır ve sırasıyla %60,6-%88,6 başarı oranı tespit edilmiştir. Götting ve Herz (2018) yaptıkları çalışmada Neemazal® organik insektisiti



kullanarak biyolojik kontrol başarısını test etmişlerdir. Neemazal® uygulamasından 6 gün sonra %60-80 arasında larvanın etkilendiği gözlenmiş birkaç larvanın da öldüğü gözlemlenmiştir. Uygulamadan 14 gün sonra ise etkilenme oranı %90'a kadar çıkmış ve ölüm oranı %62 bulunmuş. Artvin'de yapılan bu çalışmada ise Neemazal® organik insektisitinin %87,5 etki oranı ortaya konulmuştur. İki çalışma arasındaki bu farklılığın nedeni zararlıya karşı kullanılan entomopatojen sölüsyonun yoğunluğundan kaynaklandığı söylenebilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

*Cydalima perspectalis* Artvin'in önemli zararlılarından bir tanesidir. Bu zararlının Şimşir alanlarına verdiği tahribat her geçen gün artmaktadır. Tahribat arttıkça Şimşir bitkisi zararı atlatamamakta ve kurumaktadır. Yapılan bu çalışmada *C. perspectalis*'e karşı mücadele olanakları araştırılmış ve başarı oranları tespit edilmiştir.

Yapılan entomopatojen uygulamaları belirli oranlarda başarılı olmuştur. 2. larva dönemi için ve 5. larva dönemi için sırasıyla; Bentar® %80, %75; *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* %75, %70; *Bacillus subtilis* %85, %80; *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae* %70, %60; *Brevibacillus brevis* %75, %70; pozitif kontrol amacıyla kullanılan Neemazal® organik insektisiti ise %90, %85 oranında etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Pozitif kontrol amacıyla kullanılan Neemazal® organik insektisinden sonra en etkili entomopatojenin *Bacillus subtilis* olduğu görülmüştür. Etkisi en düşük entomopatojenin ise *Bacillus thuringiensis* subsp. *kenyae* entomopatojeni olduğu görülmüştür.

*Cydalima perspectalis* Artvin Şimşir ormanlarının ve Artvin'in park ve bahçelerinde bulunan Şimşir bitkilerinin en önemli zararlılarından biridir. Tespit edildiği bölgede yayılmaması için ve zararının asgari düzeye inmesi için ivedi önlemler alınmalıdır. Aksi takdirde Şimşir alanlarında yoğun kurumalar meydana gelerek tamamen yok olacaktır. Zararlıya karşı yapılacak olan mücadelelerde sadece tek bir yöntemin ele alınarak uygulanması etkili bir başarı sağlamayacaktır. Zararlıya karşı entegre mücadelenin yapılması ve uygun arazi şartlarında mekanik mücadele (el ile toplama)'nin uygulanması etkili bir yöntem olacaktır. Ayrıca bu zararlının karantina listesine de alınması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Arnaudov V, Raikov S (2017). Box tree moth—*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)(Lepidoptera: Crambidae), a new invasive pest for the bulgarian fauna, XXII Savetovanje o biotehnologiji, Zbornik radova, 1: 453-460.
- Billen W (2007). *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae)-a new moth in Europe. *Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel*, 57 (2/4): 135- 137.
- Burjanadze M, Supatashvili A, Göktürk T (2019). Control strategies against invasive pest Box Tree Moth-*Cydalima perspectalis* in Georgia, *SETSCI Conference Indexing System*, 4 (1): 1-4.
- Davis PH (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol 7, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Eminağaoğlu Ö (1996). Artvin-Atila (Hatilla) Vadisi Florası, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Eminağaoğlu Ö (2012). Artvin'de Doğa Mirası Camili'nin Doğal Bitkileri. İstanbul: Promat, 376 p. (in Turkish).
- Eminağaoğlu Ö (Ed.) (2015). Artvin' in Doğal Bitkileri, İstanbul: Promat, 456p. (in Turkish).
- Eminağaoğlu Ö, Anşin R (2003). The Flora of Hatilla Valley National Park and its close Environs (Artvin). *Turkish Journal of Botany* 27(1): 1-27.
- Farina P, Rizzo D (2015). Regione Toscana, La Piralide del Bosso *Cydalima perspectalis*, Walker, 1959 ordine Lepidoptera, famiglia Crambidae. Servizio Fitosanitario-Difesa delle colture e delle foreste Vigilanza e controllo, Servizio Fitosanitario Regionale Via Pietrapiana, 30 - 50121 Firenze. 12.
- Göktürk T, Kordalip S, Usanmaz Bozhuyuk A (2017). Insecticidal Effects of Essential Oils against Nymphal and Adult Stage of *Ricania simulans* (Hemiptera: Ricanidae), *Natural Product Communications*, 12(6): 973-976.
- Göktürk T (2018). "The Effect of BENTAR (Silicone Sprayer Sticker) on *Ricania japonica*" 2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies. Samsun / Turkey November 30 - December 2, 2018, 264-267.
- Göktürk T, Mihli A (2016). The effect of *Pyrethrum* and *Bacillus thuringiensis* against *Ricania simulans* (Walker, 1851) (Hemiptera: ricanidae) in Turkey. *Annals of Agrarian Science*, 4(14): 311-314.
- Göktürk T, Tozlu E, Kotan R (2018). Prospects of Entomopathogenic Bacteria and Fungi for Biological Control of *Ricania simulans* (Walker 1851)(Hemiptera: Ricaniidae). *Pakistan Journal of Zoology*, 50 (1): 75-82.
- Göettig S, Herz A (2018). Susceptibility of the Box tree pyralid *Cydalima perspectalis* Walker (Lepidoptera: Crambidae) to potential biological control agents Neem(NeemAzal®-T/S) and entomopathogenic nematodes (Nemastar) assessed in laboratory bioassays and field trials, *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125, 365– 375.
- Hizal E (2012). "Two Invasive Alien Insect Species, *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) and *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), and their Distribution and Host Plants in Istanbul Province, Turkey," *Florida Entomologist*, 95(2), 344-349.
- Hizal E, Kose M, Yesil C, Kaynar D (2012). The new pest *Cydalima perspectalis* (Walker,1859) (Lepidoptera: Crambidae) in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(3): 400-403.
- Kaygın Toper A, Taşdeler C (2019). "*Cydalima perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae, Spilomelinae)'in Türkiye'de coğrafi

- yayıllığı, yaşam döngüsü ve zararı". *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(3): 1-14.
- Koren T, Črne M (2012). The first record of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)(Lepidoptera, Crambidae) in Croatia. *Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici*, 21(2): 507-510.
- Lehtijärvi A, Doğmuş-Lehtijärvi HT, Oskay F (2014). *Cylindrocladium buxicola* is Threatening The Native *Buxus sempervirens* Populations in Turkey. *Plant Protection Science*, 50 (4): 227–229.
- Mally R, Nuss M (2010). Phylogeny and nomenclature of the box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) comb. n., which was recently introduced into Europe (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae: Spilomelinae). *European Journal of Entomology*, 107: 393–400. 10.14411/eje.2010.048.
- Matsiakh I, Kramarets V, Kavtarishvili M, Mamadashvili G (2016). Distribution of invasive species and their threat to natural populations of boxwood (*Buxus colchica* Pojark) in Georgia. PPT Presentation. *National Forestry Agency of Georgia*, ([https://www.observatree.org.uk/wp-content/uploads/2016/03/Matsiakh%20I.\\_Threats%20to%20boxwood%20in%20Georgia.pdf](https://www.observatree.org.uk/wp-content/uploads/2016/03/Matsiakh%20I._Threats%20to%20boxwood%20in%20Georgia.pdf).)
- Ostojić I, Zovko M, Petrović D, Elez D (2015). New records of box tree moth *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) in Bosnia and Herzegovina. *Radovi Poljoprivrednog Fakulteta Univerziteta u Sarajevu, Works of the Faculty of Agriculture University of Sarajevo*, 60 (65 (1)): 139-143.
- Otero RP, Vázquez JPM, Vidal M (2014). *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Crambidae): una nueva amenaza para *Buxus* spp. en la Península Ibérica. *Archivos Entomológicos*, 10: 225-228.
- Özkaya MS (2020). Şimşir ormanlarında bazı toprak ve iklim özelliklerinin *Cylindrocladium pseudonaviculatum*'in epidemi oluşturması üzerine etkilerin araştırılması: Taşlıca ve Tütüncüler örnekleri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2): s. 310-317.
- Öztürk N, Akbulut S, Yüksel B (2016). Düzce için yeni bir zararlı *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae). *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 12 (1): 112-121.
- Sáfián S, Horváth B (2011). Box Tree Moth – *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), new member in the Lepidoptera fauna of Hungary (Lepidoptera: Crambidae). *Kaposvár, Natura Somogyiensis*, 19, 245-246.
- Salioğlu Ş (2020). Artvin ili şimşir alanlarında zarar yapan *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Şimşir Kelebeği)'in morfolojisi, biyolojisi, zararı ve mücadele olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye
- Santi F, Radeghier P, Sigurtà GI, Maini S (2015). Sex pheromone traps for detection of the invasive box tree moth in Italy. *Bulletin of Insectology*, 68 (1):158-160. ISSN 1721-8861.
- Seljak G (2012). Six new alien phytophagous insect species recorded in Slovenia in 2011. *Acta Entomologica Slovenica*, 20: 31-44.
- Stojanović DV, Konjević A, Marković M, Kereši T (2015). Nalazi šimširovog moljca *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)(Lepidoptera, Crambidae) u Vojvodini/Appearance of the box tree moth *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)(Lepidoptera, Crambidae) in Vojvodina. *Biljni lekar/Plant Doctor*, 43(4): 387-395.
- Strachinis I, Kazilas C, Karamaouna F, Papanikolaou NE, Partsinevelos GK, Milonas PG (2015). First record of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)(Lepidoptera: Crambidae) in Greece. *Hellenic Plant Protection Journal*, 8 (2): 66-72.
- Straten MJVD, Muus TST (2010). The box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), an invasive alien moth ruining box trees, *Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting*, 21: 107-111.
- Székely L, Dinc V, Mihai C (2011). *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), a new species for the Romanian fauna (Lepidoptera: Crambidae: Spilomelinae). *Buletin de informare Entomologica*, 22 (3-4):73-78.
- Wan H, Haye T, Kenis M, Nacambo S, Xu H, Zhang F, Li H (2014). Biology and natural enemies of *Cydalima perspectalis* in Asia: Is there biological control?, *Journal of Applied Entomology*, 715-722.

## REVIEW ARTICLE

## Open Access

### A review for the pollinators of Papilionaceous flowers

#### Kelebek şeklinde çiçek açan çiçeklerin tozlayıcıları için bir inceleme

Deniz AYGÖREN ULUER 

Ahi Evran University, Çiçekdağı Vocational College, Department of Plant and Animal Production, 40700, Çiçekdağı, Kırşehir, Turkey

#### Article Info

©2021 Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden Application and Research Center of Artvin Coruh University.

#### Corresponding author

e-mail: [d.aygoren@ahievran.edu.tr](mailto:d.aygoren@ahievran.edu.tr)

ORCID: 0000-0002-2095-3816

#### Article history

Received: October 22, 2020

Received in revised form: March 29, 2021

Accepted: March 30, 2021

Available online: March 31, 2021



This is an Open Access article under the CC BY NC ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

#### Keywords:

Bee pollination, flower type, Fabaceae, pollinator size, Polygalaceae

#### Anahtar Kelimeler:

Arı tozlaşması, çiçek tipi, Fabaceae, tozlayıcı boyutu, Polygalaceae

#### Citation:

To cite this article: Aygören Uluer D (2021). A review for the pollinators of Papilionaceous flowers. *Turk J Biod* 4(1): 36-52.

#### ABSTRACT

The evolution of keel flowers within Fabaceae, Polygalaceae and some other clades of angiosperms is attributed to skilled and strong bees. However, whether this is true or not, is still an open question. Therefore, the literature is surveyed for the Hymenopteran pollinators of keel flowers, for 119 sources and for 112 species, six genera and two tribes for five characters which are the size of the flowers, Hymenopteran flower visitors/pollinators, size of the Hymenopteran pollinators, pollen and nectar robbers/thieves and size of the Hymenopteran thieves/robbers. The results suggest that Fabales keel flowers are mainly pollinated by long-tongued bees, from Apidae and Megachilidae families; and the most common pollinators of the keel flowers are small *Megachile* and *Osmia*; medium-sized *Apis*, *Anthophora* and *Eucera*; and large *Xylocopa*, *Bombus* and *Centris*. While the literature suggests that keel flowers are pollinated by skilled and strong bees, the results of the current review have shown that this is not the whole case in terms of flower size and bee size. There is no difference between pollinator diversity and flower size. While floral robbers/thieves are mostly up to 2 cm, among them honey-bees (*Apis mellifera*) both pollinate and rob the keel flowers. Keel flowers of Polygalaceae and other angiosperm lineages are somehow similar to the keel flowers of Papilionoideae.

#### Öz

Baklagil çiçek tipinin Fabaceae, Polygalaceae ve diğer angiosperm gruplarındaki evriminin becerikli ve güçlü arılar sayesinde olduğu fikri ortaya atılmıştır. Ancak, bunun doğruluğu tartışmalıdır. Bu nedenle, bu derlemede toplam 119 kaynak (112 tür, altı cins ve iki tribe) beş karakter (çiçek büyüklüğü, Hymenopteran polinatörleri, Hymenopteran polinatörlerinin büyüklüğü, polen ve nektar hırsızları, Hymenopteran polen ve nektar hırsızlarının büyüklüğü) açısından değerlendirilmiştir. Derlemenin sonuçları göstermiştir ki, Fabales baklagil çiçekleri temelde Apidae and Megachilidae familyalarından uzun dilli arılar ile döllenmekte, ve en yaygın polinatörler ise küçük *Megachile* ve *Osmia*; orta boyulu *Apis*, *Anthophora* ve *Eucera*; ve büyük *Xylocopa*, *Bombus* ve *Centris*'dir. Literatür, baklagil çiçeklerinin becerikli ve büyük arılarla döllenildiğini önerirken, bu derlemenin sonuçları çiçek ve polinatör büyüklüğü açısından bunun tam anlamıyla doğru olmadığını göstermiştir. Ayrıca, çiçek büyüklüğü ve polinatör çeşitliliği arasında da bir bağlantı görülmemiştir. Çiçek hırsızları genelde 2 cm'ye kadar olurken, bunların arasında bal arılarının (*Apis mellifera*) hem hırsız hem de polinatör olarak işlev gördüğü anlaşılmıştır. Diğer taraftan, Polygalaceae ve diğer angiosperm baklagil benzeri çiçeklerin gerçek baklagil çiçeklerine polinatör açısından benzer olduğu görülmüştür.

## 1. INTRODUCTION

Keel flowers (Westerkamp, 1997) or papilionaceous flowers are bilaterally symmetrical (in most cases), pentamerous flowers with the reproductive organs enclosed by keel petals (Polhill & Raven, 1981; Endress, 1994; Westerkamp, 1997; Pennington et al., 2000; Persson, 2001; Tucker, 2002; Tucker, 2003; McMahon & Hufford, 2005; Westerkamp & Claßen-Bockhoff, 2007;

Bello et al., 2010). Keel flowers are dominant in two species-rich lineages within Fabales Bromhead, tribe Polygalaeae Chodat of Polygalaceae family and subfamily Papilionoideae of Leguminosae family (Bello et al., 2007; Bello et al., 2010). While subfamily Papilionoideae with ca. 14,000 species in 504 genera constitutes almost 72% of species richness of family Leguminosae (Tucker, 2003; Lewis, 2005; LPWG, 2017), similarly tribe Polygalaeae with ca. 800 spp. holds 80% of the species richness of the

Polygalaceae family (Persson, 2001; Bello et al., 2010; Bello et al., 2012).

Keel flowers are also found outside of Papilionoideae, in Cercidoideae, Dialioideae and Caesalpinioideae: *Cercis* L., *Poëppigia procera* C.Presl and *Peltophorum* (Vogel) Benth. (Arroyo, 1981; Polhill et al., 1981); and in many unrelated families, such as Ranunculaceae (e.g., *Aconitum* L.), Hippocastanaceae (now a polyphyletic group), Geraniaceae (e.g., *Pelargonium rapaceum* (L.) L'Hér.), Solanaceae (e.g., *Schizanthus* Ruiz & Pav.), Campanulaceae (e.g., *Monopsis lutea* (L.) Urb.), Fumariaceae (now subfamily Fumarioideae) (e.g., *Corydalis cava* (L.) Schweigg & Körte), Plantaginaceae (e.g., *Collinsia* Nutt.), Calceolariaceae (e.g., *Calceolaria* L.), Strelitziaceae (e.g., *Strelitzia reginae* Banks), Onagraceae, Trigoniaceae, Tropaeolaceae, Acanthaceae and Commelinaceae (Westerkamp, 1997). Indeed, it was suggested that keel flowers evolved at least 16 times within 10 different angiosperm orders, both in monocots and eudicots (Westerkamp, 1997). However, excepting Trigoniaceae and Fumarioideae, existence of keel flowers in other angiosperm families is not as extensive (i.e., as number of species) as in Fabales (Westerkamp, 1997; Westerkamp & Weber, 1997). Particularly, *Cercis* is well known by its "pseudo-papilionoid" flowers with a bilaterally symmetrical corolla, and three different petal types: standard, wings and keels (Polhill et al., 1981). However, *Cercis* lacks some floral characteristics, such as connected stamens, and the tripping mechanism seen in most Papilionoideae flowers (Tucker, 2002).

Until now, many possible causes have been reported for the evolution of keel flowers such as a bigger display area (mainly the standard) and protection of ovary and stamens from environmental factors such as rain, strong wind, high temperatures and evaporation (Breteler & Smissaert-Houwing, 1977; Polhill & Raven, 1981; Westerkamp & Claßen-Bockhoff, 2007; Shi et al., 2010; Etcheverry & Vogel, 2018). However, the most widely accepted view for the evolution of complex flowers such as keel and bilabiate flowers is an "adaptive response" to bees; keel flowers may have evolved to attract bees and/or to protect the flower from pollen robbery (i.e., nectar/pollen stealers, pollen eaters and occasional visitors) (Leppik, 1966; Faegri & van der Pijl, 1979; Arroyo, 1981; Polhill et al., 1981; Brantjes, 1982; Schrire, 1989; Westerkamp, 1989; Howell et al., 1993; Proctor et al., 1996; Westerkamp, 1996; Westerkamp, 1997; Westerkamp & Weber, 1999; Fenster et al., 2004;

Westerkamp & Claßen-Bockhoff, 2007; Etcheverry & Vogel, 2018). Pollen is hidden in the deepest part of the flower by the keel petals to secure pollination and promote cross-pollination, where pollen cannot be easily removed during grooming (Brantjes, 1982; Lloyd & Schoen, 1992; Westerkamp, 1996; Westerkamp, 1997; Zhang et al., 2011). Therefore, this particular adaptation has driven the evolution of keel flowers across several angiosperm groups, and keel flowers are not unique to Fabales, similar to other melittophilous (i.e., bee pollinated) complex flowers; they are widely distributed in many more angiosperm orders (Faegri & van der Pijl, 1979; Westerkamp, 1997; Hingston & McQuillan, 2000; Etcheverry & Vogel, 2018).

While there are many pollination biology studies on the keel flowers (mainly Papilionoideae), an explicit study on the pollinators of keel flowers has never been performed until now. Such a study would be useful in clarifying the main bee pollinators of the keel flowers. The literature suggests that keel flowers are pollinated by skilled and strong bees, but which skilled/strong bees? Is large *Bombus* pollination more common than large *Centris* or *Xylocopa* Latreille pollination? Is there a difference among Papilionoideae keel flowers, Polygalaceae keel flowers, and Scrophulariaceae (i.e., *Collinsia*) keel flowers in terms of their pollinators? Therefore, the first aim of the current study is to synthesize information on the pollinators of keel flowers.

On the other hand, flower size is frequently reported to be an important part of floral constancy related to searching time and pollinator attraction (Conner & Rush, 1996; Chittka et al., 1999; Goulson, 1999; Stout, 2000; Spaethe et al., 2001; Gegear, 2005; Gegear & Lavery, 2005; Skorupski et al., 2006; Benitez-Vieyra et al., 2007; Galloni et al., 2008; Lihoreau et al., 2016). Pollinator size also reported to be correlated to flower size (Gottsberger & Gottsberger, 1988; Galloni et al., 2008), pollen placement (Elle & Carney, 2003) and pollination success (Cristofolini et al., 2012). The literature on the effect of pollinator/flower size is case-dependent: while one study reports that large flowers are worked by only large bees and small flowers are pollinated by all sizes of bees (e.g., Herrera, 2001), another study suggests that flower size and pollinator size are mostly correlated in which large flowers are pollinated by large bees, and small flowers are pollinated by small bees (e.g., Gottsberger & Gottsberger, 1988). Thus, whether floral size and pollinator size are important criteria for the pollinators of keel flowers has



never been explicitly addressed until now. While, employing field observations on this issue is possible, an easier way to gather this information would be through reviewing existing literature, published articles which is particularly prevalent for Papilionoideae (Leguminosae). Therefore, the second aim of the current review is to investigate pollinators of keel flowers within angiosperms in detail, to answer the questions below represent a subset of the questions were introduced above: Is there an overall size difference among pollinators of small and large keel flowers? Are small keel flowers pollinated by large bees too? Are medium-sized honeybees really robbers/thieves of keel flowers? To answer these questions and provide an overview of the pollinators of angiosperm keel flowers, a comprehensive literature review is performed.

## 2. MATERIALS AND METHODS

Between 2018 and 2019, the literature for information on the Hymenopteran pollinators of keel flowers was surveyed, for 119 sources and for 112 species, six genera (*Chamaecrista* (L.) Moench, *Cassia* L., *Senna* Mill. Leguminosae; *Monnina* Ruiz&Pav., Polygalaceae; *Collinsia*, *Penstemon* Schmidel, Plantaginaceae) and two tribes: *Crotalariaeae* (Benth. Hutch) and *Genisteae* (Bronn) Dumort, Leguminosae; for five characters which are the size of the flowers, Hymenopteran flower visitors/pollinators, size of the Hymenopteran pollinators, pollen and nectar robbers/thieves and size of the Hymenopteran thieves/robbers (please see detailed information below on how characters were defined and included in the analysis). Other type of animal pollination studies (e.g., bird pollination, wasp pollination) are excluded.

Most of the studies reviewed here do not report the size of the bee visitors and studied flowers. Therefore, in these cases the flower and bee size data were obtained from alternative sources, such as, other published studies or suitable internet sources. In some cases, instead of the flower size, petal (corolla), standard (banner, flag) or keel size is given, and in these cases these sizes were accepted as the minimum flower size for simplicity. If the body size of a bee species/subspecies/variations could not be found, the body size of the species or genus was accepted to make approximate estimations. Non-bee visitors were not included in the visitor/pollinator column, because in some cases, instead of giving the species name of the wasps (Vespidae Latreille), hoverflies (Syrphidae

Latreille), butterflies (Lepidoptera Linnaeus), flies (Diptera Linnaeus), beetles (Coleoptera Linnaeus), ants (Formicidae Latreille) among others, only the common name (e.g., flies) or the name of the order (e.g., Diptera) or the family name (e.g., Vespidae) is given. For brevity, where multiple sources present the same information, this information was not repeated while all appropriate citations are made.

Data is compiled in Supplementary Table 1. This table includes 106 entries from 119 studies which reported floral visitors, in some cases possible pollinators and nectar/pollen thieves of the keel flowers of Papilionoideae and Polygalaceae in Fabales, keel flowers outside of Polygalaceae and Papilionoideae, but still in Fabales (i.e., Cercidoideae), keel-flowers outside of Fabales (Ranunculales Juss. ex Bercht. & J.Pres and Lamiales), and some taxa which have non-keeled flowers from Papilionoideae (Fabales), Caesalpinioideae (Fabales) and Detarioideae (Fabales). These non-keeled flowered taxa and their pollinators/ robbers were included to the study just for comparison (to detect whether these flowers are pollinated with similar suits of pollinators of the keel flowers). Rows were numbered and listed according to flower type (1 to 95 keel flowers and 95 to 106 non-keeled flowers) and phylogeny (1 to 89 keel flowers of Fabales and 89 to 95 keel flowers outside of Fabales). The Hymenopteran pollinators were approached at the genus level.

In many studies, the most common visitors are accepted as the most effective pollinators; however, visitation frequency can be misleading and least common visitors can be more effective pollinators (Fenster et al., 2004). For instance, large flowers of *Collaea cipoensis* Fortunato visited by nectar-robbers (83%), nectar-thieves (9%), florivores (flower-eaters) (1%) and possible pollinators (only 3%) (Gelvez-Zuniga et al., 2018). Similarly, among 24 different species of visitors, only four of them were reported to be the effective pollinators of *Polygala vayredae* Costa (Castro et al., 2013). Therefore, a second table (Table 1) was constructed which includes only the studies in which possible nectar/pollen stealers as well as flower visitors and pollinators were distinguished. Flower visitors include all the categories: nectar/pollen stealers, nectar/pollen thieves, and pollinators.

In Table 1, 40 entries from 50 studies which reported floral visitors, possible pollinators and nectar/pollen stealers of the keel flowers of Polygalaceae (Fabales), Papilionoideae (Fabales), keel-flowers out of Fabales

(Ranunculales and Lamiales), and some of exemplar taxa which have non-keeled flowers (Papilionoideae and Caesalpinioideae) were included. In contrast to Supplementary Table 1, the species was numbered in this table to make following the results and discussion parts easier. However, similar to Supplementary Table 1, studies were listed according to their flower type (1 to 37 keel flowers and 37 to 40 non-keeled flowers), phylogeny

(keel flowers of Fabales from 1 to 33 and keel flowers out of Fabales from 33 to 37) and flower size (1 to 7 flower sizes up to 1.2 cm, 7 to 37 flower sizes larger than 1.2 cm. From now on, both the results and the discussion will be based on this table which includes only the studies that reported not only all Hymenopteran visitors but also the legitimate pollinators and pollen/nectar stealers of the studied species.

**Table 1.** Fifty studies which reported floral visitors, possible pollinators and nectar/pollen robbers/thieves of the keel flowers of angiosperms. Name of the plant, size of the flowers, bee visitors and range of their sizes, nectar/pollen stealers (if given), size range of the Hymenopteran thieves, and the source(s) were indicated in separate columns. The sizes of both flowers and bees were given as centimetres (cm), and this information was found from proper sources, if it was not stated in the original study. The bee size range includes females, queens, males and workers in some cases. For the Hymenopteran visitors, if the percentage of visits or number of visits were given in the source, they were indicated within brackets. If the flower size could not be found, petal (corolla), standard (banner, flag) or keel size is given, and in these cases these sizes were accepted as the minimum flower size. Study areas were not indicated. Keeled flowers from Lamiales and Ranunculales families, and representative flowers of non-keeled Fabales are indicated. Same information from various sources is not repeated. "/" and ";" represent different sources or information about different species. Question marks (?) indicate the information is not certain. Decimals are rounded to the nearest whole number to avoid fractional points. Empty cells represent unavailable information.

| Name of the plant                                                            | Size of the flowers | Hymenopteran flower visitors /pollinators                                                                                                                             | Size range of Hymenopteran pollinators (cm) | Hymenopteran pollen and nectar robbers /thieves                                                    | Size range of robber /thieves (cm) | Source                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1- <i>Apios americana</i>                                                    | 0.1 cm              | Flies are possible pollinators (but not confirmed), <i>Megachile</i> spp.                                                                                             | 0.7-1.2 cm                                  | <i>Apis mellifera</i> , <i>Lasioglossum</i> sp., Halictidae (?)                                    | 0.3-1.2 cm                         | Bruneau & Anderson, 1988; Westerkamp & Paul, 1993; Bruneau & Anderson, 1994 |
| 2- <i>Aeschynomene amorphoides</i>                                           | 0.43 cm             | <i>Tetraloniella jaliscoensis</i>                                                                                                                                     | About 1 cm                                  | <i>Apis mellifera</i> , <i>Trigona fulviventris</i> , wasps, ants, some Lepidoptera and Coleoptera | 0.5-1.2 cm                         | Carleial et al., 2015                                                       |
| 3- <i>Polygala monticola</i> (Syn. <i>Polygala violacea</i> ) (Polygalaceae) | About 0.5 cm        | <i>Apis africana</i> hybrid (the most frequent visitor), <i>Megachile</i> sp., <i>Coelioxys</i> sp., <i>Exomalopsis</i> sp. (all activated the pollination mechanism) | 0.7-1.2 cm                                  | <i>Ceratina</i> sp.                                                                                | Up to 0.8 cm                       | Brantjes, 1982                                                              |
| 4- <i>Pultenaea villosa</i>                                                  | Corolla 0.6 cm      | <i>Apis mellifera</i> (54%), <i>Lipotriches</i> spp., <i>Lasioglossum convexum</i> , <i>Trigona carbonaria</i> , unknown solitary bees, <i>Hyleoides</i> sp.          | 0.3-1.7 cm                                  | Vespidae, Formicidae, Buprestidae, Chrysomelidae, Bombyliidae, Muscidae, Syrphidae, Heteroptera    |                                    | Ogilvie et al., 2009                                                        |
| 5- <i>Polygala vauthieri</i> (Polygalaceae)                                  | About 0.7 cm        | <i>Apis africana</i> hybrid (the most frequent visitor), <i>Megachile</i> sp., <i>Hypanthidium</i> sp. (all activated the pollination mechanism)                      | 0.7-1.2 cm or larger                        | <i>Ceratina</i> sp., <i>Melissodes</i> sp.                                                         | 0.8-1.8 cm                         | Brantjes, 1982                                                              |

| Name of the plant                                                                   | Size of the flowers                              | Hymenopteran flower visitors /pollinators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Size range of Hymenopteran pollinators (cm) | Hymenopteran pollen and nectar robbers /thieves                                                                      | Size range of robber /thieves (cm) | Source                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 6-Anthyllis vulneraria subsp. vulgaris (Syn. Anthyllis vulneraria subsp. carpatica) | 0.7-1.2 cm                                       | <i>Anthophora acervorum</i> (=A. plumipes) (45%), <i>A. robusta</i> (2%), <i>Andrena fulva</i> (3%), <i>Eucera longicornis</i> (2.4%), <i>Melecta luctuosa</i> (1%), <i>Megachile</i> sp. (1%),                                                                                                                                                                        | 0.7-1.7 cm                                  | <i>Bombus terrestris</i> and <i>B. jonellus</i> (45%) (nectar robbers)                                               | 1.1-2.2 cm?                        | Navarro, 2000                                                   |
| 7/8-Vigna longifolia, V. luteola                                                    | Standard 1.4-2.2 cm and 1.3-2.5 cm, respectively | <i>Bombus morio</i> , <i>Megachile susurrans</i> , <i>M. tenuitarsis</i> , <i>Xylocopa brasiliatorum</i> (these four are the most important pollinators), <i>Apis mellifera</i> , <i>Centris decolorata</i> , <i>C. tarsata</i> , <i>Coelioxys</i> sp., <i>Eufriesea mussitans</i> , <i>Pseudaugochlora</i> sp., <i>Xylocopa frontalis</i> , <i>Exomalopsis analis</i> | 0.7-3 cm                                    | Lepidoptera, Diptera, Coleoptera                                                                                     |                                    | de Souza et al., 2017                                           |
| 9-Crotalaria juncea                                                                 | Keel 1.5 cm                                      | Large <i>Megachilid</i> bees, <i>Megachile sculpturalis</i> , <i>Xylocopa</i> , <i>Xylocopa virginica</i> and <i>X. micans</i>                                                                                                                                                                                                                                         | 1.2-2.7 cm                                  | <i>Apis mellifera</i>                                                                                                | About 1.2 cm                       | Hall & Avila, 2016                                              |
| 10-Lupinus perennis                                                                 | About 1.5 cm                                     | <i>Bombus</i> spp., solitary bees (mostly <i>Osmia</i> , <i>Andrena vieina</i> , <i>Megachile melanophaea</i> ), <i>A. mellifera</i> , <i>Xylocopa virginica</i>                                                                                                                                                                                                       | 0.5-2.3 cm                                  | Small bees, wasps, butterflies and hummingbirds                                                                      |                                    | Bernhardt et al., 2008                                          |
| 11-Pongamia pinnata                                                                 | 1.5-1.8 cm                                       | <i>Apis dorsata</i> , <i>A. cerana indica</i> , <i>A. florea</i> (in total ~70%) <i>Amegilla</i> sp. (~10%), <i>Megachile</i> sp. (~5%), <i>Xylocopa latipes</i> and <i>X. pubescens</i> (~10%)                                                                                                                                                                        | 0.7-3.5 cm                                  | <i>Trigona iridipennis</i> , <i>Ceratina simillima</i> , <i>Pithitis binghami</i> (pollen thieves)                   | 0.4-1.8 cm                         | Raju & Rao, 2016                                                |
| 12-Polygala vayredae (Polygalaceae)                                                 | About 1.6 cm                                     | <i>Bombus pascuorum</i> (17%), <i>Anthophora</i> sp (5%) (both main pollinators), <i>Eucera longicornis</i> , <i>Halictus</i> sp.                                                                                                                                                                                                                                      | 0.8-1.7 cm                                  | <i>Bombus terrestris</i> (64%), <i>B. pratorum</i> (both are nectar robbers); <i>Apis mellifera</i> (nectar thieves) | 1.1-1.7 cm                         | Castro et al., 2008a, Castro et al., 2008b; Castro et al., 2013 |
| 13-Bowdichia virgilioides                                                           | 1.75 cm                                          | <i>Centris aenea</i> (main visitor), <i>C. fuscata</i> (main visitor) <i>Xylocopa</i> sp., <i>Apis mellifera</i> , <i>Trigona</i> spp., <i>Partamona</i> sp., <i>Geotrigona</i> sp. (all occasional visitors)                                                                                                                                                          | 0.3-3 cm                                    | Vespidae, Braconidae, Lepidoptera, Hesperidae,                                                                       |                                    | Gomes da Silva et al., 2011                                     |
| 14-Lathyrus japonicus                                                               | Standard 1.8-2.3 cm                              | <i>Bombus pascuorum</i> , <i>B. lapidarius</i> , <i>B. hortorum</i> , <i>B. terrestris</i> , <i>Osmia</i> sp.                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.6-2.2 cm                                  | <i>B. terrestris</i> workers (nectar robber/thief), <i>Apis mellifera</i> , <i>Coelioxys</i> (nectar thief)          | 0.7-1.7 cm                         | Asmussen, 1993                                                  |

| Name of the plant                                             | Size of the flowers                 | Hymenopteran flower visitors /pollinators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Size range of Hymenopteran pollinators (cm) | Hymenopteran pollen and nectar robbers /thieves                                                                                                                                                                           | Size range of robber /thieves (cm) | Source                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15- <i>Coronilla emerus</i> (Syn. <i>Hippocrepis emerus</i> ) | About 2 cm                          | <i>Eucera</i> is the most important pollinator, other than <i>Habropoda</i> <i>Osmia</i> , <i>Xylocopa</i> , <i>Bombus</i> , <i>Anthophora</i> sp., <i>Megachile</i> sp.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0.6-2.6 cm                                  | <i>Apis mellifera</i> , <i>Bombus</i> sp., Halictae                                                                                                                                                                       | 0.4-2.3 cm                         | Galloni et al., 2008; Aronne et al., 2012                                                              |
| 16- <i>Crotalaria retusa</i>                                  | Flag 2 cm                           | <i>Xylocopa frontalis</i> (49%) <i>X. grisescens</i> (44%), <i>Centris leprieuri</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2.9-3 cm                                    | <i>Trigona spinipes</i> (nectar robber)                                                                                                                                                                                   | 0.5-0.7 cm                         | Jacobi et al., 2005                                                                                    |
| 17- <i>Crotalaria micans</i>                                  | 2-2.5 cm                            | <i>Pseudocentron</i> ( <i>Megachile</i> ) sp. (the most effective pollinator), <i>Xylocopa macrops</i> , <i>X. ordinaria</i> , <i>X. eximia</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.7-2.6 cm                                  | <i>Apis mellifera</i> and <i>Bombus morio</i> (nectar thieves)                                                                                                                                                            | 1.2-2.5 cm                         | Etcheverry et al., 2003                                                                                |
| 18- <i>Lupinus pilosus</i>                                    | 2-2.5 cm                            | <i>Apis mellifera</i> , <i>Anthophora</i> sp. (both activated the tripping mechanism)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.8-1.6 cm                                  | Small solitary bees                                                                                                                                                                                                       | 0.5-1.7 cm                         | Ne'eman & Neshet, 1995                                                                                 |
| 19/20- <i>Cratylia hypargyrea</i> , <i>C. mollis</i>          | About 2.5 cm                        | Five <i>Xylocopa</i> and four <i>Centris</i> species                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.2-3 cm                                    | Some bees are too small to pollinate the flowers                                                                                                                                                                          |                                    | Queiroz, 1996                                                                                          |
| 21- <i>Robinia pseudoacacia</i>                               | About 2.5 cm                        | <i>Apis mellifera</i> (63%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | About 1.2 cm                                | <i>Apis mellifera</i>                                                                                                                                                                                                     | About 1.2 cm                       | Giovanetti & Aronne, 2012                                                                              |
| 22- <i>Cytisus scoparius</i>                                  | 2-3 cm                              | <i>Apis mellifera</i> , <i>Andrena</i> , <i>Anthophora</i> , <i>Bombus</i> , one solitary bee, <i>Osmia</i> , <i>Tetralonia nipponensis</i> , <i>Xylocopa appendiculata circumvolans</i> , <i>Campsomeriella annulata annualata</i> , <i>Lasioglossum</i> spp., <i>Halictus acerarius</i> , <i>Bombus melanopygus</i> (10), <i>Lasioglossum pacificum</i> (4), and <i>Lasioglossum olympiae</i> (4), <i>Bombus mixtus</i> , <i>Andrena salicifloris</i> , <i>B. flavifrons</i> , <i>B. vosnesenskii</i> , <i>Evylaeus</i> sp. | 0.3-2.3 cm                                  | Small bees, <i>A. mellifera</i>                                                                                                                                                                                           | About 1.2 cm                       | Parker, 1997; Suzuki, 2000; Malo & Baonza, 2002; Parker et al., 2002; Galloni et al., 2008; Muir, 2013 |
| 23- <i>Collaea cipoensis</i>                                  | Corolla 2-3 cm                      | <i>Apis mellifera</i> , <i>Xylocopa muscaria</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.2-2.6 cm                                  | <i>Trigona spinipes</i> , <i>Toxomerus musicus</i> (nectar robber bees), <i>Apis mellifera</i> , <i>Exomalopsis</i> sp., <i>Megachile</i> sp., <i>Melipona marginata</i> , <i>Augochloropsis</i> sp., <i>Ceratina</i> sp. | 0.3-1.3 cm                         | Gélvez-Zúniga et al., 2018                                                                             |
| 24- <i>Periandra mediterranea</i>                             | Petals about 2.3 cm/standard 3.3 cm | <i>Xylocopa frontalis</i> , <i>Acanthopus excellens</i> and <i>Epicharis</i> sp. (both occasional visitors)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.5-3 cm                                    | <i>Apis mellifera</i> , <i>Acanthopus excellens</i> , <i>Epicharis</i> sp., <i>Polybia</i> spp (wasp), butterflies, hummingbirds                                                                                          | 1.2-2.5 cm                         | Meireles et al., 2015                                                                                  |



|              | Name of the plant                                                   | Size of the flowers                 | Hymenopteran flower visitors /pollinators                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Size range of Hymenopteran pollinators (cm) | Hymenopteran pollen and nectar robbers /thieves                                                                                                           | Size range of robber /thieves (cm) | Source                                            |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|
| RANUNCULALES | 25- <i>Canavalia virosa</i> (Syn. <i>Canavalia cathartica</i> )     | Standard 2.7-3 cm                   | <i>Xylocopa flavorufa</i> , <i>Megachile combusta</i> , <i>Apis mellifera</i> (occasional visitor)                                                                                                                                                                                                                                           | 1.2-2 cm                                    | Bees smaller than <i>Megachile combusta</i> , <i>Apis mellifera</i> / Small ants as nectar robbers                                                        | Less than 1.2 cm                   | Stirton, 1977; Sahai, 2009                        |
|              | 26- <i>Canavalia gladiata</i>                                       | Standard 3.5 cm                     | <i>Apis mellifera</i> (occasional visitor)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | About 1.2 cm                                | Small ants as nectar robbers                                                                                                                              |                                    | Sahai, 2009                                       |
|              | 27- <i>Lathyrus latifolius</i>                                      | Flag 3.3 cm                         | <i>Megachile ericetorum</i> , <i>Xylocopa violacea</i> and other megachilids as the main visitors                                                                                                                                                                                                                                            | 0.7-2.8 cm                                  | <i>Apis mellifera</i>                                                                                                                                     | About 1.2 cm                       | Westerkamp, 1993                                  |
|              | 28- <i>Centrosema virginianum</i>                                   | 2.5-4 cm (petals 2.1-3.5 cm)        | Mostly large bees. <i>Bombus pennsylvanicus</i> , <i>Xylocopa micans</i> , <i>Melissodes communis</i> , <i>Megachile campanulae wilmingtongi</i> , <i>Megachile polcaris</i> , <i>Colletes distinctus</i>                                                                                                                                    | 0.8-2.7 cm                                  | Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Othoptera are florivores or folivores                                                                                   |                                    | Cardel, 2004                                      |
|              | 29/30- <i>Centrosema pubescens</i> , <i>C. brasilianum</i>          | Banner 3.4 and 3.6 cm, respectively | <i>Euglossa</i> , <i>Eufriesea</i> , <i>Eulaema</i> , <i>Bombus brevivillus</i> , <i>Centris</i> , <i>Epischaris</i> , <i>Xylocopa</i> , <i>Acanthopus</i> , however <i>Euglossa cordata</i> , three <i>Eulaema</i> species, <i>Bombus brevivillus</i> , <i>Epicharis flava</i> , <i>Xylocopa frontalis</i> were the most common pollinators | up to 2 cm                                  | <i>Oxaea</i> , <i>Ceratina</i> , <i>Augochloropsis</i> , <i>Ceratina</i> , <i>Pseudaugochlora</i> , <i>Exomalopsis</i> , <i>Centis</i> , <i>Epicharis</i> | up to 1.5 cm                       | Ramvalho et al., 2014                             |
|              | 31- <i>Vicia faba</i>                                               | 3-4 cm                              | <i>Eucera pulveracea</i> (50%), <i>Apis mellifera</i> (42%)                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.2-1.6 cm                                  | <i>Apis mellifera</i> (42%) (both pollinator and nectar robber), <i>Xylocopa violacea</i> (1.6%) (nectar robber)                                          | 1.2-3 cm                           | Aouar-Sadli et al., 2008                          |
|              | 32- <i>Vigna caracalla</i> (Syn. <i>Cochliasanthus caracalla</i> )  | 4.8 cm and 4-7 cm, respectively     | <i>Bombus morio</i> , <i>Xylocopa eximia</i> , <i>Centris bicolor</i> , <i>Eufriesea mariana</i>                                                                                                                                                                                                                                             | 1.3-2.5 cm                                  | <i>Apis mellifera</i> , <i>Meliponini</i> sp. (both small pollen robbers)                                                                                 | 0.3-1.2 cm                         | Etcheverry et al., 2008; Etcheverry & Vogel, 2018 |
|              | 33- <i>Aconitum napellus</i> ssp. <i>lusitanicum</i> (Ranunculales) | About 2 cm                          | Pollinated by long-tongued bumblebees, <i>Bombus pascuorum</i> , <i>B. terrestris</i>                                                                                                                                                                                                                                                        | About 1.7 cm                                | Honeybees (nectar robbers)                                                                                                                                | About 1.2 cm                       | Mayer et al., 2014                                |

|                               | Name of the plant                                                       | Size of the flowers | Hymenopteran flower visitors /pollinators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Size range of Hymenopteran pollinators (cm) | Hymenopteran pollen and nectar robbers /thieves                                                                              | Size range of robber /thieves (cm) | Source                                                  |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| LAMIALES                      | 34- <i>Corydalis cava</i> (Ranunculales)                                | 2.35 cm             | <i>Bombus terrestris</i> queens (the most important pollinator), <i>Anthophora acervorum</i> , <i>B. pratorum</i> and <i>B. hortorum</i> (both are rare)/Queens of <i>Bombus lucorum</i> and <i>B. cryptarum</i> (34%), <i>B. terrestris</i> (38%), <i>B. hortorum</i> (24%), <i>B. pratorum</i> (0.2%), <i>B. lapidarius</i> (0.5%), <i>Apis mellifera</i> (2%) (1.4%), <i>Anthophora plumipes</i> (1.4%) | 1-2.2 cm                                    | All <i>Bombus</i> species are also nectar robbers/ <i>Apis mellifera</i> , <i>Andrena</i> , <i>Nomada</i> , <i>Sphecodes</i> | 0.4-2.3 cm                         | Olesen, 1996; Myczko et al., 2015                       |
|                               | 35- <i>Collinsia sparsiflora</i> (Lamiales)                             | 0.9-1.6 cm          | <i>Apis mellifera</i> , <i>Bombus edwardsii</i> , <i>B. vosnesenskii</i> , <i>B. caliginosus</i> , <i>B. californicus</i> , <i>Synhalonia hurdi</i> , <i>S. lunata</i> , <i>S. edwardsii</i> , <i>Osmia lignaria</i> , <i>O. glauca</i> , <i>O. bruneri</i> , <i>O. bakeri</i> , <i>O. nemoris</i> , <i>Chelostomopsis ribifloris</i> , <i>Hoplitis fulgida</i> , <i>Lasioglossum</i> sp.                  | 0.3-2.3 cm                                  | Flies, moths, butterflies                                                                                                    |                                    | Rust & Clement, 1977                                    |
|                               | 36- <i>Collinsia</i> spp. (Lamiales)                                    | 0.4-1.7 cm          | <i>Bombus</i> , <i>Osmia</i> , <i>Anthophora</i> , <i>Emphoropsis</i> , <i>Synhalonia</i> , long-tongued bees/ <i>Apis mellifera</i> , short-tongued bees                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.9-1.9 cm                                  | Flies, moths, butterflies, short-tongued bees                                                                                |                                    | Armbruster, 1980; Kampny, 1995; Armbruster et al., 2002 |
|                               | 37- <i>Amorpha canescens</i> (non-keeled, Papilionoideae)               | Banner 0.5-0.6 cm   | Solitary bees, <i>Lasioglossum</i> ( <i>Dialictus</i> and <i>Evylaeus</i> ), Honeybees, <i>Andrena quintilis</i> , <i>Calliopsis andreniformis</i> , <i>Colletes robertsonii</i>                                                                                                                                                                                                                           | 0.3-1.7 cm                                  | Syrphid flies                                                                                                                | 1-1.2 cm                           | Slagle & Hendrix, 2009                                  |
|                               | 38- <i>Caesalpinia echinata</i> (non-keeled, Caesalpinioideae)          | About 2.5 cm        | The most effective pollinators are medium-sized to large bees (larger than 1.2 cm). <i>Apis mellifera</i> , <i>Centris aenea</i> , <i>C. analis</i> , <i>Xylocopa frontalis</i> , <i>X. grisescens</i> , and <i>X. suspecta</i>                                                                                                                                                                            | 1.2-3 cm                                    | <i>Trigona spinipes</i> , <i>Trigona</i> sp., <i>Augochlora</i> sp., <i>Pseudaugochlora</i> sp.                              | 0.3-1.3 cm                         | Borges et al., 2009                                     |
|                               | 39- <i>Chamaecrista chamaecristoides</i> (non-keeled, Caesalpinioideae) | 3 cm?               | Only large insects such as <i>Xylocopa</i> , <i>Eufriesea</i> , <i>Eulaema</i> , <i>Euglossa</i> and <i>Ptiloglossa</i> contact and vibrate sexual organs                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.1-2.7 cm                                  | <i>Apis mellifera</i> , <i>Florilegus</i> sp., <i>Protoxaea</i> sp., <i>Exomalopsis</i> sp.                                  | 0.8-1.2 cm                         | Arceo-Gómez et al., 2012                                |
| NON-KEELED FLOWERS OF FABALES |                                                                         |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             |                                                                                                                              |                                    |                                                         |

| Name of the plant                                                                                     | Size of the flowers                                                       | Hymenopteran flower visitors /pollinators                                                                                                                                                                                                                                                        | Size range of Hymenopteran pollinators (cm) | Hymenopteran pollen and nectar robbers /thieves                       | Size range of robber /thieves (cm) | Source                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 40-Cassia, Chamaecrista, Senna (non-keeled and with a keel like petal Chamaecrista; Caesalpinioideae) | Chamaecrista petals to 1-2 cm or more/Cassia up to 6 cm, Senna up to 5 cm | Mainly large bees, <i>Xylocopa</i> , <i>Centris</i> , <i>Epicharis</i> , <i>Exomolopsis</i> , <i>Bombus</i> , <i>Euglossa</i> , <i>Augochloropsis</i> , <i>Pseudaugochloropsis</i> , <i>Ptiloglossa</i> , <i>Florilegus</i> , dependent on the flower size some small bees; large <i>Oxaea</i> , | 0.8-3 cm                                    | <i>Oxaea flavescens</i> , <i>Pseudaugochloropsis</i> , <i>Trigona</i> | up to 1.5 cm                       | Gottsberger & Gottsberger, 1988; Dulberger et al., 1994 |

### 3. RESULTS

Both Table 1 and Supplementary Table 1 show that Fabales keel flowers are mostly pollinated by long-tongued bees, Apidae L. and Megachilidae families, but rarely by Andrenidae (*Andrena* Fabricius), Halictidae Thomson (*Lasioglossum* Curtis, *Halictus* Latreille, *Pseudaugochlora* Michener, *Lipotriches* Gerstaecker), Colletidae Lepeletier (*Colletes* Latreille), flies, wasps, birds and other animals, such as rodents. These last animals (not Hymenopteran) are not included in any of the two tables.

The most common pollinators of the keel flowers at the genus level are *Xylocopa* (19 spp. of keel flowers), *Apis* Linnaeus (16 spp.), *Megachile* Latreille (14 spp.), *Bombus* (13 spp.), *Centris* (8 spp.), *Osmia* Panzer (5 spp.), *Anthophora* Latreille (4 spp.), *Eucera* Scopoli (4 spp.). Other pollinators were recorded for less than three plant species. In terms of bee body sizes, large bees such as *Bombus*, *Centris*, *Eufriesea* and *Xylocopa* visit almost always only large flowers measuring at least 1.3 cm length (however, note *Bombus* visits of smaller *Collinsia* flowers), the remaining bees (e.g., *Apis*, *Megachile*, *Anthophora*) visit all sizes of flowers (Table 1). Here, it is possible to interpret these results as the relative abundancy of large bee visits (up to 3 cm, *Xylocopa*, *Centris* and *Bombus*). The small (up to 1.2 cm, *Osmia* and *Megachile*) and medium-sized (up to 2 cm, *Apis*, *Anthophora* and *Eucera*) bee visits are also not rare (*Apis* and *Megachile* visits for 16 species and 14 species of keel flowers, respectively).

In terms of flower sizes, seven studies (studies 1 to 6 and, 37, including two Polygalaceae and one non-keeled-Papilionoideae studies) suggested that flowers with a size up to 1.2 cm are pollinated by bees with a size of 0.3-1.7 cm, but not larger than 1.7 cm. On the other hand, if the flower size is larger than 1.3 cm (including one Polygalaceae study, four keel flowers out of Fabales and three non-keeled flower studies), the pollinator size varies (0.3-3.5 cm). However, it should be noted that the pollinator size of large flowers (0.3-3.5 cm) includes the pollinator size of small flowers (0.3-1.7 cm). There was no correlation between pollinator species diversity and flower size, other than these size differences.

Nectar/pollen thieves and robbers are from different insect groups such as (mostly) Hymenoptera, Lepidoptera and Heteroptera. The Hymenopteran robbers/thieves are generally up to 2 cm. *Bombus* and *Xylocopa* are reported to be robber/thief by only a few studies. Among the studies in which the thief/robber size are known (excepting taxa 4, 7, 8, 10, 13, 19, 20, 26, 28, 35, 36), for nine taxa (including one keel flowers out of Fabales and two non-keeled flower studies) the robber size is clearly smaller than the pollinator size (taxa 9, 16, 23, 24, 25, 32, 33, 38, 39). In the other studies, robber/thief size is within the pollinator size range. In six studies, the robber size is larger than the pollinator size, or almost equal (taxa 5, 6, 12, 17, 21, 31), while in the remaining 13 studies the robber size is somehow smaller than the pollinator size, but still within the range of pollinator size.

Out of 36 keel-flowered taxa (Table 1), for six taxa *Apis mellifera* Linnaeus is suggested as both pollinator and nectar-pollen thief/robber, for eight taxa honeybees are

suggested as only pollinators, and for 11 taxa honeybees are reported to be only nectar/pollen thieves or robbers. According to these results, it is possible to conclude that if the flower size is larger than 2 cm, *A. mellifera* tends to be both pollinator and robber/thief (taxa 21, 22, 23, 25, 31 and 34), rarely only a pollinator (taxa 18 and 26). However, there were no keel flowers smaller than 2 cm to show this pattern. On the other hand, if the flower size is smaller than 2 cm, honeybees are able to pollinate the keel flowers (taxa 4, 7, 8, 10, 13, 35, 36).

Except *Hypanthidium* (Megachilinae), the Polygalaceae pollinators are not different from Papilionoideae pollinators. The pollinators/visitors of non-keeled flowers of Fabales and other keel flowered lineages are somehow different (Table 1). Other than some common pollinators such as *Apis*, *Anthophora*, *Bombus*, *Xylocopa*, *Centris*, *Eufriesia* Cockerell, *Eulaema* Lepeletier and *Euglossa* Latreille; these different pollinators/visitors are *Calliopsis* Smith (*Amorpha canescens* Pursh), *Ptiloglossa* Smith (*Chamaecrista*), *Augochloropsis* Cockerell (*Senna*, *Chamaecrista*), *Pseudaugochloropsis* Cockerell (*Senna*), *Chelostomopsis* Cockerell (*Collinsia sparsiflora* Fisch. & C. A. Mey.), *Emphoropsis* Ashmead (*Collinsia*), *Synhalonia* Patton (*Collinsia*, *Cercis canadensis* L.). However, in terms of size, the pollinators of non-Fabales keel flowers and non-keeled flowers compared to floral size, were not different from Papilionoideae pollinators.

## 4. DISCUSSION

### 4.1. Pollinators of keel flowers

Convergent floral traits among unrelated taxa driven by shared pollinators are referred as pollination syndromes *sensu* Faegri & van der Pijl (1979) (Armbruster, 1993; Ollerton & Watts, 2000; Johnson et al., 2003; Fenster et al., 2004; Johnson & Jürgens, 2010; Schiestl & Johnson, 2013). Many studies have attributed the evolution of keel flowers within Leguminosae, Polygalaceae and other clades of angiosperms to bees (Leppik, 1966; Westerkamp, 1989; Endress, 1994; Westerkamp, 1997; Westerkamp & Weber, 1999), but particularly to skilled and strong bees (Leppik, 1966; Faegri & van der Pijl, 1979; Westerkamp, 1997). Similar to the results of Hingston & McQuillan (2000), the current review supports that keel flowers are bee flowers (*i.e.*, bee pollination syndrome), but particularly long-tongued bee (Apidae and Megachilidae) flowers. The dominance of long-tongued bee visitors was also significant in Robertson's (1928) classification. The most common genera of pollinators

among these long-tongued bees are large *Xylocopa*, *Bombus*, *Centris*; small to medium *Apis*, *Megachile*, *Osmia*, *Anthophora* and *Eucera*, in which *Xylocopa*, *Bombus*, *Centris*, *Apis* and *Megachile* are by far the most common ones (Table 1).

While van der Pijl (1961) grouped large flowers as “*Xylocopa* pollinated large flowers”, similarly Arroyo (1981) suggested that some papilionoid flowers are specialized to large bees such as *Centris* and *Xylocopa*. At first, it may seem appropriate that large bees are strong enough to trip the keel flowers and their hairy bodies match perfectly to the large-keel flowers' pollination (Heering, 1995; Shambhu, 2013), in addition to the occurrence of morphological obstacles such as thick petals, floral connections, wing sculptures on the large flowers to exclude small visitors to reach the pollen (Queiroz, 1996; Etcheverry et al., 2008; Etcheverry & Vogel, 2018). However, the current study suggests that while large bees prefer large flowers, small and medium-sized bees also visit and pollinate these large flowers, as well as they visit medium and small flowers. It should be noted that, these results contradict to Herrera (2001), who indicates that large flowers are worked by only large bees and small flowers are pollinated by all sizes of bees. Yet, in the correct review, in terms of bee body sizes, there was also evidence that large bees such as *Bombus*, *Centris*, *Xylocopa* and *Eufriesia* visit only large flowers which are larger than 1.3 cm, small-medium bees such as *Apis*, *Anthophora*, *Osmia*, *Eucera* and *Megachile* do not have a preference, they visit and pollinate both small, medium and large flowers. Moreover, in terms of flower sizes, this study has shown that while flowers up to 1.2 cm are pollinated by bees with a size of 0.3-1.7 cm, larger flowers are pollinated by all sizes of bees (0.3-3.5). Indeed, these results correspond to general trends which are large flowered species (>15 mm length) are pollinated by large bees, but also medium-sized *Osmia* (Megachilidae); medium-sized flowers (8-15 mm) are pollinated mostly by small-medium sized *Osmia* and small flowered species (<8mm) are pollinated by small *Osmia* and other very small bees (Scott Armbruster, personal observation). Therefore, in contrast to common belief, this review partly supports that keel flowers are pollinated particularly by skilled and strong bees (Leppik, 1966; Faegri & van der Pijl, 1979; Westerkamp, 1997); because, the results have clearly showed that keel flowers are not pollinated by only large and strong bees, only that large bees prefer large flowers.



The current literature review on the pollination biology of keel flowers showed that many bee species move freely between small and large flowers. In this case, it is possible that rather than only the bee size, other characteristics of the pollinators such as optimum size of the bees (Stout, 2000; Stanley et al., 2016; de Souza et al. 2017), strength (Córdoba & Cocucci, 2011), handling type (Stanley et al., 2016), constancy (Gumbert & Kunze, 1999; Gegear & Lavery, 2005), flower colour (Raine & Chittka, 2007; Peter & Johnson, 2008), bee fauna (Gross, 2001; Bernhardt et al., 2008), environmental conditions such as temperature (Parker et al., 2002) and pollination mechanisms of Papilionoideae (valve, pump, explosive and brush, e.g., Westerkamp, 1997) may be also important or bee preferences. For example, it was observed that the legume-loving megachilids commonly move between both small and large *Collinsia* flowers at least if the flowers have somewhat similar colour and plants themselves can support their weight (Scott Armbruster, personal observation). Megachilids have a behaviour that allows them to depress the keel even when they are too small for their weight to do it. They brace their head/mandibles against the base of the flag and push with their legs. They pop the keel down very effectively despite their light weight. This allows a much broader range of bee sizes for any given flower size and vice versa (Scott Armbruster, personal observation). Similarly, Megachilids visit three sympatric coflorescent species of the *Crotalaria* genus, with a yellow corolla. *Bombus attratus* and *B. morio* visit *Cologania broussoneti*, *Desmodium uncinatum*, two legumes with magenta flowers, while visiting *Hyptis mutabilis* (Lamiaceae) and *Mimosa* sp. (Mimosoideae) in a Northwestern community of Argentina (Trinidad Figueroa & Angela Etcheverry, unpublished results).

On the other hand, while some studies reported that small-keel flowers are generally pollinated by different bee species and large flowers show the highest pollinator specificity with few large bee groups such as *Bombus* and *Xylocopa* (e.g., Brantjes, 1982; Queiroz, 1996; Herrera, 2001; Galloni & Cristofolini, 2003; Jacobi et al., 2005; Cane, 2006; Hargreaves et al., 2009), there was no correlation between pollinator diversity and flower size, other than size differences of the bees. Aronne et al. (2012) reported similar results that bee species diversity and flower sizes were not related; however, they showed that an increase in flower sizes were certainly correlated to an increase in the pollination by large *Bombus*. It was not encountered that *Bombus* have pollinated flowers

which are less than 1.3 cm (Table 1). However, this also does not seem like a universal pattern (e.g., Spaethe et al., 2001).

#### 4.2. The situation of *Apis mellifera*

The efficiency of honey bees (*Apis mellifera*) is an interesting issue for the keel flowers. As nectar or pollen thieves/robbers, *A. mellifera* do not show a preference between different floral sizes. These results suggest that due to their medium size (about 1.2 cm), honeybees can pollinate small flowers (whatever their purpose is); however, they probably accidentally pollinate larger flowers during stealing (i.e., beneficial effect of a robber, Maloof & Inouye, 2000). In this case, it is possible to relate this issue to the size of pollinators compared to the flower size which is very important for the fitness of a plant species in terms of the place of pollen deposition, tripping the mechanism and foraging behaviours (i.e., handling time, flying distances, visitation frequency) (Herrera, 2001; Vivarelli et al., 2011), because a mismatch between the flower and the pollinator may be result in nectar/pollen robbing or thieving (Hargreaves et al., 2009). Thus, I agree with Westerkamp (1991 and 1993), in which *A. mellifera* referred as “clumsy-poor pollinators; they learn by trial, they are active in all seasons including when there is little choice, and in these periods, they learn how to avoid from the blows that accompany explosive pollination, by collecting nectar without pollinating the flowers”. Actually, many studies have presented similar results which indicate honeybees as poor pollinators compared to their size (e.g., Henning et al., 1992; Eynard & Galetto, 2002; Córdoba & Cocucci, 2011; Aronne et al., 2012), however, they still are able to work on flowers of many different plant species (Córdoba & Cocucci, 2011).

#### 4.3. The situation of Polygalaceae, other keel flowered lineages, and non-keeled Fabales flowers

The pollinators of Polygalaceae keel flowers are also similar to pollinators of the Papilionoideae keel flowers. On the other hand, some of exemplar non-keeled flowers of Leguminosae which are included to this review are visited by different Hymenopteran genera, in which some of them have never been reported for the keel flowers before. However, other factors such as the bee fauna of the area and the limited number of studies available may be the key factors on this issue. Therefore, further studies are needed to confirm whether all keel flowers are pollinated by similar suites of pollinators or not.

Gottsberger & Gottsberger (1988) stated that, in contrast to small-flowered and non-keeled *Chamaecrista* which is pollinated by mostly small bees; non-keeled but large *Cassia*, *Chamaecrista* and *Senna* are pollinated by large bees such as *Xylocopa*, *Centris*, *Epicharis* Klug and *Bombus*; small bees are too small to pollinate these flowers (*i.e.*, occasional pollinators or robbers). Interestingly, some small flowers of *Chamaecrista* which show corolla modifications are mostly visited by large bees. Similarly, Borges et al. (2009) stated that the non-keeled flowers of *Caesalpinia echinata* Lam. are pollinated by medium to large bees such as *Xylocopa*, *Centris* and *Apis mellifera*. Therefore, in general, while keel and non-keeled flowers of Leguminosae share some similar suit of floral visitors, still there are differences. Indeed, both *Senna*, *Chamaecrista* and *Cassia* show some characteristics of keel flowers (*i.e.*, a bilateral symmetry, partly enclosed reproductive organs by a tubular petal, petal differentiation), and this may explain these similar pollinators with the keel flowers. However, in this case, again, the bee fauna of the study area, floral size, odour, inflorescence size, colour among others may be the principal factors which effects pollinators' choice. Still, compared to generalist *Gentiana lutea* L. with more than 30 insect visitors (Rossi et al., 2014), not only keel flowers but also keel-like flowers of Leguminosae are clearly far from being generalist. Therefore, in contrast to Arroyo (1981), the pollinator specialization does not have to be with only one type of pollinator, having more than one pollinator with similar characteristics can also be an indicator of specialization (Fenster et al., 2004; Galloni et al. 2008; Cristofolini et al. 2012).

Similar to the Fabales keel flowers, *Collinsia heterophylla* Buist ex Graham (Lamiales), *Aconitum napellus ssp. lusitanicum* Rouy (Ranunculales) and *Corydalis cava* (Ranunculales) keel flowers were also reported to be specialized onto long-tongued bees (Rust & Clement, 1977; Armbruster, 1980; Kampny, 1995; Olesen, 1996; Armbruster et al., 2002; Fenster et al., 2004; Mayer et al., 2014; Myczko et al., 2015). Among them, similar to the Papilionoideae keel flowers, *Collinsia heterophylla* seems generalist at first; however, a close look revealed that this species is pollinated by only long-tongued bees of 14 different species (Armbruster, 1980; Fenster et al., 2004). For *Collinsia*, except a few long-tongued bees (*Chelostomopsis*, *Emphoropsis* and *Synhalonia*), most of the pollinators were common in Fabales keel flowers (*i.e.*, *Apis*, *Anthophora*, *Bombus*, *Xylocopa*, *Centris*, *Eufriesia*, *Eulaema* and *Euglossa*). Similarly, other than *Synhalonia*

(which is a long-tongued bee and a common visitor of *Collinsia*), the visitors of *Cercis* were not different from the Papilionoideae keel flowers. Thus, in the light of these findings, it may be more appropriate to refer the keel flowers of not only Papilionoideae, but also all angiosperm keel flowers as "long-tongued bee specialized". Since Harder (1983) concluded that long-tongued bees are more efficient pollinators compared to the short-tongued bees with a similar size, keel flowers might be evolved to host these efficient pollinators, not only large and strong bees to take guaranteed the pollination success (Galloni et al., 2008; Cristofolini et al., 2012).

#### 4.4. Limitations of the current study and literature

There are some important caveats to this review. This study does not include all studies on the pollination biology of the keel flowers, instead a subset selection of studies approach was maintained. Similarly, since non-Hymenopteran pollination is not very common among keel flowers (Hingston & McQuillan, 2000), these studies (*e.g.*, bird pollination, wasp pollination) are excluded. Second, flowering phenology (Hingston, 1999), population density (Bernhardt et al., 2008; Hattori et al., 2015), floral size of the populations (Elle & Carney, 2003), inflorescence size (Parker et al., 2002; Bauer et al., 2017), pollination mechanisms (Galloni et al., 2008; Cristofolini et al., 2012), reward (nectar or pollen) (Galloni et al., 2008; Cristofolini et al., 2012), floral colour (Streinzer et al., 2009), floral height (Waddington, 1979; Dafni et al., 1997; Gumbert & Kunze, 1999; Spaethe et al., 2001; Valido et al., 2002; Rafferty & Ives, 2013), floral chamber (Amaral-Neto et al., 2015) among others are not included here, even though these characters are reported to be very important for pollinator attraction. Third, the Hymenopteran fauna where the studies were done and pollinator abundance/absence/behaviour are other important factors (Gross, 2001; Stout et al., 2002; Elle & Carney, 2003; Bernhardt et al., 2008; Pando et al., 2011; Rossi et al., 2014; Myczko et al., 2015) for any pollination study, and these were not included in the current review. For example, Kožuharova & Firmage (2009) and Castro et al. (2013) showed that number of visits of different pollinators, robbers and thieves changes from year to year and population to population, even between close plant populations. Similarly, *Apis mellifera* was the most important pollinator of *Collinsia sparsiflora* in one region, while the numbers were very low in other regions (Rust & Clement, 1977). Indeed, these differences could be

related to plant community differences and co-occurring plant species, microclimates, geographic region, season, weather conditions, humidity, altitude, low temperatures, wind and habitat degradation (Armbruster, 1980; Asmussen, 1993; Primack & Inouye, 1993; Hingston & McQuillan, 2000; Malo & Baonza, 2002; Parker et al., 2002; Galloni & Cristofolini, 2003; Rodríguez-Riaño et al., 2004; Vivarelli et al., 2011; Castro et al., 2013). Fourth, pollinator efficiency and successful seed set may be a more reliable signifier of the pollination biology of species than visitation. For example, while it was observed that bees with similar sizes *Anthophora*, *Megachile*, *Eucera* and *Bombus* visit *Coronilla emerus* L. flowers, no pollen grains were found on *Bombus* and *Anthophora*, which indicates *Megachile* and *Eucera* were more efficient pollinators of *C. emerus* (Aronne et al., 2012). Similarly, Vivarelli et al. (2011) showed that even though *Ononis masquillierii* Bertol. flowers are mostly visited by small bees (83%), flowers visited by large bees yielded increased seed sets compared to the flowers which were visited by smaller bees, because probably small bees increase selfing by activating the pollination mechanism many times and larger bees can carry the pollen grains for longer distances. Even for the small flowers of *Desmodium incanum* DC., the pollen release was lower if the small bees activated the explosive pollination mechanism, compared to larger bees (Alemán et al., 2014). However, this information (i.e., pollinator efficiency and successful seed set) was found rarely in the literature review. Fifth, strength (Westerkamp, 1993; Córdoba & Cocucci, 2011), tongue size (Ramalho et al., 2014) and pollinator fidelity (Cristofolini et al., 2012) are as important as the bee size in terms of keel flower pollination. For instance, *Megachile ericetorum* Lepeletier males were able to trigger the pollination mechanism of *Lathyrus latifolius* L. flowers, while similar sized *A. mellifera* cannot (Westerkamp, 1993). Lower fidelity of small-medium bees (*Megachilidae*) compared to the other sizes of bees were also reported (Cristofolini et al., 2012).

In most of the studies reviewed here only the visitors of the keel flowers are indicated; however, these visitors may easily include occasional visitors, nectar/pollen stealers, pollen/flower eaters among others (Shivanna, 2014). Similarly, it seems necessary to include both pollinator and floral sizes in any pollination study, because both flower and pollinators sizes may show differences from one area to another. This information

(especially the size of the visitors) was not indicated in most of the studies.

Although they are not as extensive as in Fabales (Westerkamp, 1997; Westerkamp & Weber, 1997), the information on the keel flowers of non-Fabales angiosperm orders is very limited. For instance, while tripping mechanisms are reported for the keel flowers of Papilionoideae and Polygalaceae (Westerkamp & Weber, 1997), for other keel-flowered lineages among angiosperms the situation is unknown. Therefore, a broader study which covers all these lineages would provide a clearer answer for the evolution of keel flowers within angiosperms. Pollination studies on other angiosperm families with keel flowers may shed light on the results of the current survey. Similarly, choice tests of keel flower pollinators may reveal whether these pollinators actually move freely between different angiosperm keel flowers or not.

As a general conclusion, in contrast to literature which suggests that keel flowers are pollinated particularly by skilled and strong bees, this review shows that keel flowers are mainly pollinated by small to large long-tongued bees, from Apidae and Megachilidae families. In terms of size, keel flowers of Polygalaceae and other angiosperm lineages, and exemplar non-keeled Fabales flowers were not very different from Papilionoideae pollinators. However, the current study also highlights the lack of information in many pollination studies such as most effective pollinators and pollinator/floral sizes.

### Acknowledgments

I am grateful to Professor Julie A. Hawkins and Professor Scott Armbruster for their constructive suggestions.

### REFERENCES

- Alemán M, Figueroa-Fleming T, Etcheverry Á, Sühring S, Ortega-Baes P (2014). The explosive pollination mechanism in Papilionoideae (Leguminosae): An analysis with three *Desmodium* species. *Plant Systematics and Evolution*, 300(1): 177–186. <https://doi.org/10.1007/s00606-013-0869-8>
- Amaral-Neto LP, Westerkamp C, Melo GA (2015). From keel to inverted keel flowers: functional morphology of “upside down” papilionoid flowers and the behavior of their bee visitors. *Plant Systematics and Evolution*, 301(9): 2161–2178.
- Aouar-Sadli M, Louadi K, Doum SE (2008). Pollination of the broad bean (*Vicia faba* L. var. *major*) (Fabaceae) by wild bees and honey bees (Hymenoptera: Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). *African Journal of Agricultural Research*, 3(4): 266–272.
- Arceo-Gómez G, Martínez ML, Parra-Tabla V, García-Franco JG (2012). Floral and reproductive biology of the Mexican endemic



- Chamaecrista chamaecristoides* (Fabaceae). *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 260-269.
- Armbruster WS (1980). Pollination relationships between four sympatric species of *Collinsia* (Scrophulariaceae). *Botanical Society of America Miscellaneous Series*, 158(8).
- Armbruster WS (1993). Evolution of plant pollination systems: hypotheses and tests with the neotropical vine *Dalechampia*. *Evolution*, 47(5): 1480-1505.
- Armbruster WS, Mulder CPH, Baldwin BG, Kalisz S, Wessa B, Nute H (2002). Comparative analysis of late floral development and mating-system evolution in tribe Collinsieae (Scrophulariaceae s.l.). *American Journal of Botany*, 89(1): 37-49.
- Aronne G, Giovanetti M, De Micco V (2012). Morphofunctional traits and pollination mechanisms of *Coronilla emerus* L. flowers (Fabaceae). *The Scientific World Journal*, 1-8. <https://doi.org/10.1100/2012/381575>
- Arroyo K (1981). Breeding systems and pollination biology in Leguminosae. In: Polhill RM and Raven PH, eds. *Advances in Legume Systematics. Part 2*, Royal Botanic Gardens, Kew, 723-769.
- Asmussen CB (1993). Pollination biology of the sea pea, *Lathyrus japonicus*: floral characters and activity and flight patterns of bumblebees. *Flora (Jena)*, 188(2): 227-237. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)32270-3](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)32270-3)
- Bauer AA, Clayton MK, Brunet J (2017). Floral traits influencing plant attractiveness to three bee species: Consequences for plant reproductive success. *American Journal of Botany*, 104(5): 772-781. <https://doi.org/10.3732/ajb.1600405>
- Bello MA, Hawkins JA, Rudall PJ (2007). Floral morphology and development in Quillajaceae and Surianaceae (Fabales), the species-poor relatives of Leguminosae and Polygalaceae. *Annals of Botany*, 100(7): 1491-1505. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm228>
- Bello MA, Hawkins JA, Rudall PJ (2010). Floral ontogeny in Polygalaceae and its bearing on the homologies of keeled flowers in Fabales. *International Journal of Plant Sciences*, 171(5): 482-498. <https://doi.org/10.1086/651945>
- Bello MA, Rudall PJ, Hawkins JA (2012). Combined phylogenetic analyses reveal interfamilial relationships and patterns of floral evolution in the eudicot order Fabales. *Cladistics*, 28(4): 393-421.
- Benitez-Vieyra S, De Ibarra NH, Wertlen AM, Cocucci AA (2007). How to look like a mallow: Evidence of floral mimicry between Turneraceae and Malvaceae. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1623): 2239-2248. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0588>
- Bernhardt CE, Mitchell RJ, Michaels HJ (2008). Effects of population size and density on pollinator visitation, pollinator behavior, and pollen tube abundance in *Lupinus perennis*. *International Journal of Plant Sciences*, 169(7): 944-953. <https://doi.org/10.1086/589698>
- Breteler FJ, Smissaert Houwing AAS (1977). Revision of *Atrixima* Stapf and *Carpolobia* G. Don (Polygalaceae). Meded. *Landbouwhogeschool Wageningen*, 77: 1-45.
- Borges LA, Sobrinho MS, Lopes AV (2009). Phenology, pollination, and breeding system of the threatened tree *Caesalpinia echinata* Lam. (Fabaceae), and a review of studies on the reproductive biology in the genus. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 204(2): 111-130. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2008.01.003>
- Brantjes NBM (1982). Pollen placement and reproductive isolation between two Brazilian *Polygala* species (Polygalaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 141(1): 41-52. <https://doi.org/10.1007/BF01006478>
- Bruneau A, Anderson GJ (1988). Reproductive biology of diploid and triploid *Apios americana* (Leguminosae). *American Journal of Botany*, 75(12): 1876-1883.
- Bruneau A, Anderson GJ (1994). To bee or not to bee?: The pollination biology of *Apios americana* (Leguminosae). *Plant Systematics and Evolution*, 192(1-2): 147-149. <https://doi.org/10.1007/BF00985913>
- Cane JH (2006). An Evaluation of Pollination Mechanisms for Purple Prairie-clover, *Dalea purpurea* (Fabaceae: Amorpheae). *The American Midland Naturalist*, 156(1): 193-197. [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(2006\)156\[193:aeopmf\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2006)156[193:aeopmf]2.0.co;2)
- Cardel Y (2004). Linking herbivory and pollination: costs and selection implications in *Centrosema virginianum* Benth (Fabaceae: Papilionoideae). <https://doi.org/10.25148/etd.FI14052571>
- Carleial S, Delgado-Salinas A, Domínguez CA, Terrazas T (2015). Reflexed flowers in *Aeschynomene amorphoides* (Fabaceae: Faboideae): A mechanism promoting pollination specialization? *Botanical Journal of the Linnean Society*, 177(4): 657-666. <https://doi.org/10.1111/boj.12264>
- Castro S, Loureiro J, Ferrero V, Silveira P, Navarro L (2013). So many visitors and so few pollinators: Variation in insect frequency and effectiveness governs the reproductive success of an endemic milkwort. *Plant Ecology*, 214(10): 1233-1245. <https://doi.org/10.1007/s11258-013-0247-1>
- Castro S, Silveira P, Navarro L (2008a). Effect of pollination on floral longevity and costs of delaying fertilization in the out-crossing *Polygala vayredae* Costa (Polygalaceae). *Annals of Botany*, 102(6): 1043-1048. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn184>
- Castro S, Silveira P, Navarro L (2008b). How flower biology and breeding system affect the reproductive success of the narrow endemic *Polygala vayredae* Costa (Polygalaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 157(1): 67-81.
- Cercis orbiculata*. Retrieved April, 2016 from <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/shrub/cerorb/all.html>
- Chittka L, Thomson JD, Waser NM (1999). Flower constancy, insect psychology, and plant evolution. *Naturwissenschaften*, 86: 361-377.
- Conner JK, Rush S (1996). Effects of flower size and number on pollinator visitation to wild radish, *Raphanus raphanistrum*. *Oecologia*, 105(4): 509-516. <https://doi.org/10.1007/BF00330014>
- Córdoba SA, Cocucci AA (2011). Flower power: Its association with bee power and floral functional morphology in papilionate legumes. *Annals of Botany*, 108(5): 919-931. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr196>
- Cristofolini G, Galloni M, Podda L, Vivarelli D (2012). Pollination ecology provides some new insight into evolution and systematics of Mediterranean Legumes. *Bocconea*, 24: 22-26.
- Dafni A, Lehrer M, Keyan PG (1997). Spatial flower parameters and insect spatial vision. *Biological Reviews*, 72(2): 239-282. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1997.tb00014.x>
- de Souza JMT, Snak C, Varassin IG (2017). Floral divergence and temporal pollinator partitioning in two synchronopatric species of *Vigna* (Leguminosae-Papilionoideae). *Arthropod-Plant Interactions*, 11(3): 285-297. <https://doi.org/10.1007/s11829-017-9498-4>



- Dulberger R, Smith MB, Bawa KS (1994). The stigmatic orifice in *Cassia*, *Senna*, and *Chamaecrista* (Caesalpinaceae): morphological variation, function during pollination, and possible adaptive significance. *American Journal of Botany*, 81(11): 1390-1396.
- Elle E, Carney R (2003). Reproductive assurance varies with flower size in *Collinsia parviflora* (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany*, 90(6): 888-896.
- Endress PK (1994). Floral structure and evolution of primitive angiosperms: Recent advances. *Plant Systematics and Evolution*, 192(1-2): 79-97. <https://doi.org/10.1007/BF00985910>
- Etcheverry AV, Protomastro JJ, Westerkamp C (2003). Delayed autonomous self-pollination in the colonizer *Crotalaria micans* (Fabaceae: Papilionoideae): Structural and functional aspects. *Plant Systematics and Evolution*, 239(1-2): 15-28. <https://doi.org/10.1007/s00606-002-0244-7>
- Etcheverry AV, Alemán MM, Fleming TF (2008). Flower morphology, pollination biology and mating system of the complex flower of *Vigna caracalla* (Fabaceae: Papilionoideae). *Annals of Botany*, 102(3): 305-316. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn106>
- Etcheverry AV, Vogel S (2018). Interactions between the asymmetrical flower of *Cochliasanthus caracalla* (Fabaceae: Papilionoideae) with its visitors. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 239: 141-150. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.10.006>
- Eynard C, Galetto L (2002). Pollination ecology of *Geoffroea decorticans* (Fabaceae) in central Argentine dry forest. *Journal of Arid Environments*, 51(1): 79-88. <https://doi.org/10.1006/jare.2001.0923>
- Faegri K, van Der Pijl L (1979). The Principles of Pollination Ecology. Pergamon Press, Oxford.
- Fenster CB, Armbruster WS, Wilson P, Dudash MR, Thomson JD (2004). Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 375-403.
- Galloni M, Cristofolini G (2003). Floral rewards and pollination in Cytiseae (Fabaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 238(1-4): 127-137. <https://doi.org/10.1007/s00606-002-0270-5>
- Galloni M, Podda L, Vivarelli D, Quaranta M, Cristofolini G (2008). Visitor diversity and pollinator specialization in Mediterranean legumes. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 203(1): 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.12.006>
- Gegeer RJ (2005). Multicomponent floral signals elicit selective foraging in bumblebees. *Naturwissenschaften*, 92(6): 269-271.
- Gegeer RJ, Lavery TM (2005). Flower constancy in bumblebees: A test of the trait variability hypothesis. *Animal Behaviour*, 69(4): 939-949. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2004.06.029>
- Gélvez-Zúñiga I, Neves AC, Teixido AL, Fernandes GW (2018). Reproductive biology and floral visitors of *Collaea cipoensis* (Fabaceae), an endemic shrub of the rupestrian grasslands. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 238: 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.03.012>
- Giovanetti M, Aronne G (2012). Honey bee handling behaviour on the papilionate flower of *Robinia pseudoacacia* L. *Arthropod-Plant Interactions*, 7(1): 119-124. <https://doi.org/10.1007/s11829-012-9227-y>
- Gomes da Silva AL, Chaves SR, Brito JM (2011). Reproductive biology of *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 33(4): 463-470. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsoci.v33i4.9003>
- Gottsberger G, Silberbauer-Gottsberger I (1988). Evolution of flower structures and pollination in neotropical Cassiinae (Caesalpinaceae) species. *Phyton*, 28:293-320.
- Goulson D (1999). Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2(2): 185-209.
- Gross CL (2001). The effect of introduced honeybees on native bee visitation and fruit-set in *Dillwynia juniperina* (Fabaceae) in a fragmented ecosystem. *Biological Conservation*, 102(1): 89-95. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00088-X](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00088-X)
- Gumbert A, Kunze J (1999). Inflorescence height affects visitation behavior of bees - A case study of an aquatic plant community in Bolivia. *Biotropica*, 31(3): 466-477. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00389.x>
- Hall HG, Avila L (2016). *Megachile sculpturalis*, the giant resin bee, overcomes the blossom structure of sunn hemp (*Crotalaria juncea*) that impedes pollination. *Journal of Melittology*, (65): 1-11.
- Harder LD (1983). Functional differences of the proboscides of short- and long-tongued bees (Hymenoptera, Apoidea). *Canadian Journal of Zoology*, 61(7): 1580-1586.
- Hargreaves AL, Harder LD, Johnson SD (2009). Consumptive emasculation: The ecological and evolutionary consequences of pollen theft. *Biological Reviews*, 84(2): 259-276. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2008.00074.x>
- Hattori M, Nagano Y, Itino T (2015). Geographic variation in flower size and flower-visitor composition of two bumblebee-pollinated, spring-flowering herbs, *Lamium album* L. var. *barbatum* (Lamiaceae) and *Meehanian urticifolia* (Lamiaceae). *American Journal of Plant Sciences*, 6(05): 737.
- Heering JH (1995). *Botanical and Agronomic Evaluation of a Collection of Sesbania sesban and Related Perennial Species*. Landbouw Universiteit Wageningen, Netherlands.
- Henning JA, Peng YS, Montague MA, Teuber LR (1992). Honey bee (Hymenoptera: Apidae) behavioral response to primary alfalfa (Rosales: Fabaceae) floral volatiles. *Journal of Economic Entomology*, 85(1): 233-239.
- Herrera J (2001). The variability of organs differentially involved in pollination, and correlations of traits in Genisteae (Leguminosae: Papilionoideae). *Annals of Botany*, 88(6): 1027-1037. <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1541>
- Hingston AB (1999). Affinities between southern Tasmanian plants in native bee visitor profiles. *Australian Journal of Zoology*, 47(4): 361-384.
- Hingston AB, McQuillan PB (2000). Are pollination syndromes useful predictors of floral visitors in Tasmania? *Austral Ecology*, 25(6): 600-609.
- Howell GJ, Slater AT, Knox RB (1993). Secondary pollen presentation in angiosperms and its biological significance. *Australian Journal of Botany*, 41(5): 417-438.
- Jacobi CM, Ramalho M, Silva M (2005). Pollination biology of the exotic rattleweed *Crotalaria retusa* L. (Fabaceae) in NE Brazil. *Biotropica*, 37(3): 357-363. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00047.x>
- Johnson SD, Alexandersson R, Linder HP (2003). Experimental and phylogenetic evidence for floral mimicry in a guild of fly-pollinated plants. *Biological Journal of the Linnean Society*, 80(2): 289-304. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8312.2003.00236.x>

- Johnson SD, Jürgens A (2010). Convergent evolution of carrion and faecal scent mimicry in fly-pollinated angiosperm flowers and a stinkhorn fungus. *South African Journal of Botany*, 76(4): 796–807. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.07.012>
- Kampny CM (1995). Pollination and flower diversity in Scrophulariaceae. *The Botanical Review*, 61(4): 350–366.
- Kožuharova E, Firmage D (2009). Notes on the reproductive biology of *Astragalus dasyanthus* Pall. (Fabaceae) a rare plant for Bulgaria. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 62(9): 1079–1088.
- Leppik EE (1966). Floral evolution and pollination in the Leguminosae. *Annales Botanici Fennici* 3: 299–308.
- Lewis G (2005). Caesalpinieae. In Legumes of the world, G Lewis, B Schrire, B Mackinder and M Lock (eds.). Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, U.K. p. 127–161
- Lihoreau M, Ings TC, Chittka L, Reynolds AM (2016). Signatures of a globally optimal searching strategy in the three-dimensional foraging flights of bumblebees. *Scientific Reports*, 6(1):1–13.
- Lloyd DG, Schoen DJ (1992). Self-and cross-fertilization in plants. I. Functional Dimensions. *International Journal of Plant Sciences*, 153(3, Part 1), 358–369.
- LPWG (2017). A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*, 66 (1): 44–77.
- Malo JE, Baonza J (2002). Are there predictable clines in plant–pollinator interactions along altitudinal gradients? The example of *Cytisus scoparius* (L.) Link in the Sierra de Guadarrama (Central Spain). *Diversity and Distributions*, 8(6): 365–371.
- Maloot JE, Inouye DW (2000). Are nectar robbers cheaters or mutualists? *Ecology*, 81(10): 2651–2661.
- Mayer C, Dehon C, Gauthier AL, Naveau O, Rigo C, Jacquemart AL (2014). Nectar robbing improves male reproductive success of the endangered *Aconitum napellus* ssp. *lusitanicum*. *Evolutionary Ecology*, 28(4): 669–685. <https://doi.org/10.1007/s10682-014-9696-9>
- McMahon M, Hufford L (2005). Evolution and development in the amorphoid clade (Amorpheae: Papilionoideae: Leguminosae): petal loss and dedifferentiation. *International Journal of Plant Sciences*, 166: 383–396.
- Meireles AC, Queiroz JA, Quirino ZGM (2015). Mecanismo explosivo de polinização em *Periandra mediterranea* (Vell.) Taub. (Fabaceae) na Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. *Biotemas*, 28(4): 71–81.
- Muir J (2013). *Scotch Broom (Cytisus scoparius, Fabaceae) and the Pollination and Reproductive Success of Three Garry Oak-Associated Plant Species*. University of Calgary, Canada.
- Myczko Ł, Banaszak-Cibicka W, Sparks TH, Tryjanowski P (2015). Do queens of bumblebee species differ in their choice of flower colour morphs of *Corydalis cava* (Fumariaceae)? *Apidologie*, 46(3): 337–345. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0326-x>
- Navarro L (2000). Pollination ecology of *Anthyllis vulneraria* subsp. *vulgaris* (Fabaceae): nectar robbers as pollinators. *American Journal of Botany*, 87(7): 980–985.
- Ne'eman G, Neshet R (1995). Pollination ecology and the significance of floral color change in *Lupinus pilosus* L. (Fabaceae). *Israel Journal of Plant Sciences*, 43(2): 135–145.
- Ogilvie JE, Zalucki JM, Boulter SL (2009). Pollination biology of the sclerophyllous shrub *Pultenaea villosa* Willd. (Fabaceae) in southeast Queensland, Australia. *Plant Species Biology*, 24(1): 11–19. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2009.00235.x>
- Olesen JM (1996). From naivete to experience: bumblebee queens (*Bombus terrestris*) foraging on *Corydalis cava* (Fumariaceae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 274–286.
- Ollerton J, Watts S (2000). Phenotype space and floral typology: towards an objective assessment of pollination syndromes. Det Norske Videnskaps-Akademi. I. Matematisk-Naturvidenskapelige Klasse, Skrifter, Ny Serie, 39: 149–159.
- Pando JB, Fohouo FNT, Tamesse JL (2011). Foraging and pollination behaviour of *Xylocopa calens* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) on *Phaseolus coccineus* L. (Fabaceae) flowers at Yaounde (Cameroon). *Entomological Research*, 41(5): 185–193. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2011.00334.x>
- Parker IM (1997). Pollinator limitation of *Cytisus scoparius* (Scotch broom), an invasive exotic shrub. *Ecology*, 78(5): 1457–1470.
- Parker IM, Engel A, Haubensak KA, Goodell K (2002). Pollination of *Cytisus scoparius* (Fabaceae) and *Genista monspessulana* (Fabaceae), two invasive shrubs in California. *Madroño*, 25–32.
- Pennington RT, Klitgaard BB, Ireland H, Lavin M (2000). New insights into floral evolution and basal Papilionoideae from molecular phylogenies. In: Herendeen PS and Bruneau A. eds. *Advances in Legume Systematics: Part, 9*, Royal Botanic Gardens, Kew, 233–248.
- Persson C (2001). Phylogenetic relationships in Polygalaceae based on plastid DNA sequences from the *trnL-F* region. *Taxon*, 763–779.
- Peter CI, Johnson SD (2008). Mimics and magnets: The importance of color and ecological facilitation in floral deception. *Ecology*, 89(6): 1583–1595. <https://doi.org/10.1890/07-1098.1>
- Polhill RM, Raven PH (1981). *Advances in Legume Systematics. Parts 1 and 2*, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Polhill RM, Raven PH, Stirton C (1981). Evolution and systematics of the Leguminosae. In: Polhill RM and Raven PH. eds. *Advances in Legume Systematics, Part 1*, Royal Botanical Gardens, Kew, 1–26.
- Primack RB, Inouye DW (1993). Factors affecting pollinator visitation rates: a biogeographic comparison. *Current Science*, (65): 257–262.
- Proctor M, Yeo P, Lack A (1996). *The Natural History of Pollination*. Harper Collins Publishers, London, UK.
- Queiroz LDE (1996). Pollination ecology studies in *Cratylia* Mart. ex Benth. (Leguminosae: Papilionoideae) and its taxonomic and evolutionary implications. *Sitientibus (UEFS)*, (15): 119–131.
- Rafferty NE, Ives AR (2013). Phylogenetic trait-based analyses of ecological networks. *Ecology*, 94(10): 2321–2333. <https://doi.org/10.1890/12-1948.1>
- Raine NE, Chittka L (2007). The adaptive significance of sensory bias in a foraging context: floral colour preferences in the bumblebee *Bombus terrestris*. *PLoS ONE*, 2(6): 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000556>
- Raju AJS, Rao CP (2016). Pollination mechanism and pollinators of the endemic plant *Rhynchosia beddomei* Baker. *International Journal of Botany Studies*, 1(7): 1–3.
- Ramvalho M, Silva M, Carvalho G (2014). Pollinator sharing in specialized bee pollination systems: A test with the synchronopatric lip flowers of *Centrosema* Benth. (Fabaceae). *Sociobiology*, 61(2): 189–197. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i2.189-197>
- Redbud (*Cercis canadensis*). Retrieved April, 2016 from <http://www.illinoiswildflowers.info/trees/plants/redbud.htm>.
- Robertson C (1928). Flowers and insects. Lists of visitors of 453 flowers. *The Science Press Printing Company, Lancaster, PA*.
- Rodríguez-Riáño T (2004). Reproductive biology in *Cytisus multiflorus* (Fabaceae). *Annales Botanici Fennici*, 41: 179–188.

- Rossi M, Fisogni A, Nepi M, Quaranta M, Galloni M (2014). Bouncy versus idles: On the different role of pollinators in the generalist *Gentiana lutea* L. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 209(3–4): 164–171. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2014.02.002>
- Rust RW, Clement SL (1977). Entomophilous pollination of the self-compatible species *Collinsia sparsiflora* Fisher and Meyer. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 37–48.
- Sahai K (2009). Reproductive biology of two species of *Canavalia* DC. (Fabaceae)-A non-conventional wild legume. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 204(10): 762–768. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2008.11.005>
- Schiestl FP, Johnson SD (2013). Pollinator-mediated evolution of floral signals. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(5): 307–315. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.01.019>
- Schrire BD (1989). A multidisciplinary approach to pollination biology in the Leguminosae. *Advances in Legume Biology. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 29, 183–242.
- Shambhu B (2013). *Studies on flower visitors of field bean Lablab purpureus* (L.) Sweet and their role in pollination and pod set. University of Agricultural Sciences, GKVK, India.
- Shi X, Wang JC, Zhang DY, Gaskin JF, Pan BR (2010). Pollination ecology of the rare desert species *Eremosparton songoricum* (Fabaceae). *Australian Journal of Botany*, 58(1): 35–41. <https://doi.org/10.1071/BT09172>
- Shivanna KR (2014). Biotic pollination: how plants achieve conflicting demands of attraction and restriction of potential pollinators. *Reproductive Biology of Plants*, 218–267.
- Skorupski P, Spaethe J, Chittka L (2006). Visual search and decision making in bees: time, speed, and accuracy. *International Journal of Comparative Psychology*, 19: 342–347.
- Slagle MW, Hendrix SD (2009). Reproduction of *Amorpha canescens* (Fabaceae) and diversity of its bee community in a fragmented landscape. *Oecologia*, 161(4): 813–823. <https://doi.org/10.1007/s00442-009-1429-3>
- Spaethe J, Tautz J, Chittka L (2001). Visual constraints in foraging bumblebees: flower size and color affect search time and flight behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(7): 3898–3903.
- Stanley D, Otieno M, Syeijven K, Berlin ES, Piironen T, Willmer P, Nuttman C (2016). Pollination ecology of *Desmodium setigerum* (Fabaceae) in Uganda; do big bees do it better? *Journal of Pollination Ecology*, 19 (7): 43–49.
- Stirton CH (1977). The pollination of *Canavalia virosa* by Xylocopid and Magachilid bees. *Bothalia*, 12(2): 225–227.
- Stout JC (2000). Does size matter? Bumblebee behaviour and the pollination of *Cytisus scoparius* L. (Fabaceae). *Apidologie*, 31(1): 129–139.
- Stout JC, Kells AR, Goulson D (2002). Pollination of the invasive exotic shrub *Lupinus arboreus* (Fabaceae) by introduced bees in Tasmania. *Biological Conservation*, 106(3): 425–434. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00046-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00046-0)
- Streinzer M, Paulus HF, Spaethe (2009). Floral colour signal increases short-range detectability of a sexually deceptive orchid to its bee pollinator. *Journal of Experimental Biology*, 212(9): 1365–1370. <https://doi.org/10.1242/jeb.027482>
- Suzuki N (2000). Pollinator limitation and resource limitation of seed production in the Scotch broom *Cytisus scoparius* (Leguminosae). *Plant Species Biology*, 187–193.
- Tucker SC (2002). Floral ontogeny of *Cercis* (Leguminosae: Caesalpinioideae: Cercideae): does it show convergence with papilionoids? *International Journal of Plant Sciences*, 163(1): 75–87.
- Tucker SC (2003). Update on floral development floral development in legumes. *Plant Physiology*, 131: 911–926. <https://doi.org/10.1104/102.017459.center>
- Valido A, Dupont YL, Hansen DM (2002). Native birds and insects, and introduced honey bees visiting *Echium wildpretii* (Boraginaceae) in the Canary Islands. *Acta Oecologica*, 23(6): 413–419. [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(02\)01167-0](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(02)01167-0)
- van der Pijl L (1961). Ecological aspects of flower evolution. II. Zoophilous flower classes. *Evolution*, 15(1): 44–59.
- Vivarelli D, Petanidou T, Nielsen A, Cristofolini G (2011). Small-size bees reduce male fitness of the flowers of *Ononis masquillierii* (Fabaceae), a rare endemic plant in the northern Apennines. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 165(3): 267–277. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2010.01105.x>
- Waddington KD (1979). Divergence in inflorescence height: an evolutionary response to pollinator fidelity. *Oecologia*, 40(1): 43–50.
- Westerkamp C (1989). Von Pollenhausen, Nudelspritzen und Pseudostaubblättern. Blütenstaub aus zweiter Hand. *Palmengarten*, (53) 146–149.
- Westerkamp C (1991). Honeybees are poor pollinators—why? *Plant Systematics and Evolution*, 177(1): 71–75.
- Westerkamp C (1993). The co-operation between the asymmetric flower of *Lathyrus latifolius* (Fabaceae-Vicieae) and its flowers. *Phyton*, 33(1): 121–137.
- Westerkamp C, Paul H (1993). *Apios americana*, a fly-pollinated papilionaceous flower? *Plant Systematics and Evolution*, 187(1–4): 135–144.
- Westerkamp C (1996). Pollen in bee-flower relations some considerations on melittophily. *Botanica Acta*, 109: 325–332.
- Westerkamp C (1997). Keel blossoms: bee flowers with adaptations against bees. *Flora: Morphologie, Geobotanik, Oekophysiologie*, 192:125–32.
- Westerkamp C, Weber A (1997). Secondary and tertiary pollen presentation in *Polygala myrtifolia* and allies (Polygalaceae, South Africa). *South African Journal of Botany*, 63(5): 254–258. [https://doi.org/10.1016/S0254-6299\(15\)30762-6](https://doi.org/10.1016/S0254-6299(15)30762-6)
- Westerkamp C, Weber A (1999). Keel flowers of the Polygalaceae and Fabaceae: a functional comparison. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 129: 207–221.
- Westerkamp C, Claßen-Bockhoff R (2007). Bilabiate flowers: The ultimate response to bees? *Annals of Botany*, 100(2): 361–374. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm123>
- Zhang D, Xiang SHI, JianCheng Wang, Gaskin HJF (2011). Breeding system and its consequence on fruit set of a rare sand dune shrub *Eremosparton songoricum* (Fabaceae: Papilionoideae). *Implications for Conservation*. 3(4): 231–239.



## REVIEW ARTICLE

## Open Access

# Türkiye’de tehlike altındaki türler: IUCN Kırmızı Liste verileri ile tehlike altındaki Fabaceae türlerine yönelik özel bir inceleme

Endangered species in Turkey: A specific review of endangered Fabaceae species with IUCN Red List data

Fulya AYDIN-KANDEMİR <sup>a\*</sup>, Aynur DEMİR <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Ege University Solar Energy Institute, 35100, İzmir, Turkey

<sup>b</sup> Aksaray University, Department of Urbanization and Environmental Pollution, 68100 Aksaray, Turkey

### Article Info

©2021 Ali Nihat Gökyiğit Botanical Garden Application and Research Center of Artvin Coruh University.

\*: Corresponding author  
e-mail: [fulya.aydin.edu@gmail.com](mailto:fulya.aydin.edu@gmail.com)  
ORCID: 0000-0001-5101-6406

### Article history

Received: November 30, 2020  
Received in revised form: March 30, 2021  
Accepted: March 30, 2021  
Available online: March 31, 2021



This is an Open Access article under the CC BY NC ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### Anahtar Kelimeler:

*Fabaceae*, *Lathyrus*, *Astragalus*, *Vicia*, *Lotus*, *Thermopsis*, IUCN

### Keywords:

*Fabaceae*, *Lathyrus*, *Astragalus*, *Vicia*, *Lotus*, *Thermopsis*, IUCN

### Citation:

To cite this article: Aydın-Kandemir F, Demir A (2021). Türkiye’de tehlike altındaki türler: IUCN Kırmızı Liste verileri ile tehlike altındaki Fabaceae türlerine yönelik özel bir inceleme. *Turk J Biod* 4(1): 53-65.

### Öz

Habitatlar üzerinde devam eden baskı ile artan nüfus, endüstriyel ve kentsel gelişim, artan tarım uygulamaları, istilacı türlerin artan tehditleri ve iklim değişikliğinin etkileri ile birlikte bugün tehlike altında olmayan birçok tür, gelecekte büyük olasılıkla tehdit altına girecektir. Bu nedenle tehdit altında olan ya da olmayan tüm türler için yaşayabilir popülasyonların sürdürülmesini sağlamak amacı ile ortaya koyulan eylemler, türlerin yerinde korunmasını esas almalı ve bu eylem planları gerekli müdahale derecesine bağlı olarak tür yönetimi, eylem, koruma veya kurtarma planları olarak sınıflandırılmalıdır. Bu çalışmada, gelecekte gerçekleştirilmesi önerilen tür yönetimi planlarındaki ilk adım olması amacı ile Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN) Kırmızı Listesi’nde yer alan ve ülkemizde soyu tükenme tehlikesi altında bulunan Fabaceae familyasına ait türlerin (*Lathyrus*, *Astragalus*, *Vicia*, *Lotus*, *Thermopsis*) detaylı bir araştırması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, (1) Fabaceae familyasına ait türlerin yayılış gösterdiği biyocoğrafik bölgelere, (2) yetiştiği habitatlara, (3) ekolojik özelliklerine, (5) karşı karşıya oldukları tehditlere, (6) ekonomik önemlerine, (7) etnobotanik özelliklerine ve halk arasındaki kullanım olanaklarına ilişkin detaylara yer verilmiştir. Ayrıca bu çalışma ile, türlerin lokasyonlarına ait güncel kayıtlar da değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda familyaya ait türlerin doğal yaşam alanlarına yönelik en önemli tehdit unsurlarının iklim değişikliği, aşırı otlatma, arazi ıslahı, saman yapma ve erozyon, baraj yapımı ve kentleşmenin neden olduğu bozulmalar olduğu görülmüştür. Tarımsal faaliyetler ve insan kaynaklı habitat kaybı ve bozulmaları da önemli tehdit unsurlarındandır. Bu çalışmaya göre ülkemizin önemli genetik zenginliklerinden olan ve IUCN Kırmızı Liste’sindeki Fabaceae familyasına ait türlerin nesillerini devam ettirebilmeleri amacı ile gerekli koruma önlemlerinin alınması ve koruma bilincinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bu türlerin kullanım alanlarının belirlenmesi, ekolojik ve ekonomik önemlerinin saptanması son derece önemlidir. Türlerin korunmasına yönelik eylem planlarının hazırlanması ve genetik çeşitliliğin de içinde yer aldığı sürdürülebilir koruma ve kullanım stratejilerinin geliştirilmesi ise bu türlerin tüm yönleriyle araştırılmasına bağlıdır.

### ABSTRACT

Many species that are not endangered today will likely be threatened in the future because of the growing population, the rising need for industrial and urban development and agricultural practices, the increasing threats of invasive species, and the effects of climate change. Therefore, actions aiming to maintain viable populations for all threatened or non-threatened species should be based on in-situ conservation of the species. These action plans should be classified as species management, action, conservation, or rescue plans depending on the degree of intervention required. For the future species management plans, in this study, the species belonging to the Fabaceae family (*Lathyrus*, *Astragalus*, *Vicia*, *Lotus*, *Thermopsis*), which are in the International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List and under threat of extinction in Turkey, has been reviewed based on the details about (1) their biogeographic regions, (2) habitats, (3) ecological characteristics, (4) potential threats, (5) economic importance, (6) ethnobotanical features and (7) usage opportunities among the people. Additionally, this study evaluates up-to-date records of the species' locations. As a result of the evaluations, the most critical threats to the natural habitats of the species belonging to the Fabaceae family are climate change, overgrazing, land reclamation, haymaking and erosion, deterioration caused by dam construction, and urbanization. Agriculture and anthropogenic habitat loss and degradation are also important threats. According to this study, it is vital to take the necessary conservation measures and develop conservation awareness for the future. Additionally, it is essential to determine these species' usage areas and determine their ecological and economic importance. The preparation of action plans for the conservation of species and the development of sustainable conservation and usage strategies, including genetic diversity, depend on the investigation of these species in all aspects.



## 1. GİRİŞ

Baklagil, bezelye veya fasulye ailesi olarak bilinen Fabaceae (=Leguminosae), Asteraceae (daisies) ve Orchidaceae (orchids) familyalarından sonra çiçekli bitkiler familyasında yer alan üçüncü büyük familya olup, 700'den fazla cins ve 20,856 tür içermektedir (RBG-Kew, 2017). Familya, adını en yaygın meyve türü olan bir baklagilden almış olup, 2017 yılı başlarında, Fabaceae familyasına ait altı alt familya sınıflandırması yapılmıştır (RBG-Kew, 2017).

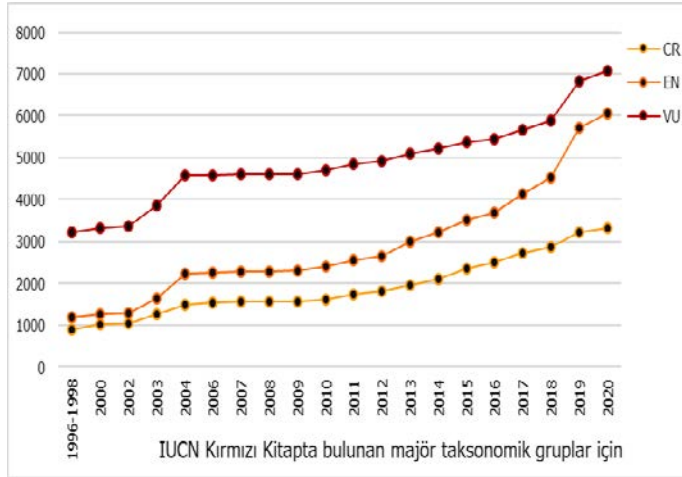
Familya, Antarktika hariç dünyanın her yerinde geniş bir yayılım göstermektedir. Familya, kurak tropikal bölgeden yağışlı tropikal bölgeye kadar, otlak ve kıyı biyomlarında çeşitlenmiştir. Ancak tatlı su biyomlarında oldukça sınırlı olup, bu familyaya deniz biyomlarında rastlanmamaktadır. Yaygın olarak bezelye ve fasulye ailesi olarak bilinmesine rağmen, baklagiller, bitkiler ve çalılardan büyük odunsu lianalara ve devasa ağaçlara kadar çeşitlilik gösterebilmektedir. Bazıları yüzen su sporları formunda bulunmaktadır (Heywood vd., 2007).

Fabaceae familyasının çoğu üyesi köklerinde azot bağlayan Rhizobium bakterileri ile simbiyotik olarak yaşar ve toprağın azot bakımından zenginleşmesinde önemli rol oynar. Alfalfa (*Medicago sativa*) ve yonca (*Trifolium incarnatum* ve *T. pratense*) dahil olmak üzere azot bağlayıcı baklagiller, "yeşil gübre" olarak da kullanılabilir. Fabaceae tohumları, diğer ürünler ile dönüşümlü ekildiği zaman, bazı çevresel şartlar altında zararlı ot ve hastalıkların oluş derecesini azaltabilmekte ve toprak verimliliğini arttırabilmektedir (Heywood vd., 2007; RBG-Kew, 2017). Ekonomik açıdan önemli olan Fabaceae familyasının tohumları, yüksek oranda protein (%20-%50) içermeleri nedeniyle insanlar için önemli besin kaynağıdır (RBG-Kew, 2017). Kuru baklagiller, dünyanın birçok yerinde günlük besinin önemli bir kısmını oluşturur (Bressani & Elias, 1979). Baklagillerin bir alt kümesi bakliyat olarak bilinir; bunlara kuru bezelye ve fasulye, mercimek ve nohut dâhildir ve besin kaynağı olarak son derece önemlidir. Yer fıstığı (*Arachis hypogaea*) ve soya (*Glycine max*) da ekonomik açıdan önemli baklagillerdir (RBG-Kew, 2017). Bunun dışında kuru bakliyatlardan, kuru saman ve hayvan yemi olarak, boya sanayinde, böcek ilacı olarak, sakız ve tıbbi ürünlerin üretiminde, bahçe, park ve sokak süslemesinde de yararlanılabilmektedir (RBG-Kew, 2017). Bazı cinsleri ise balık yemi ve yumuşakça zehri üretiminde kullanılabilmektedir (Gözen, 2012).

Yaklaşık 9,300 çiçekli bitki türü ile Avrupa'nın en zengin çeşitliliğine sahip olan ülkemizde Fabaceae familyasının 69 cinsi vardır. Bunlara ait takson sayısı TÜBİVES'e göre 1,145 olup (Babac, 2004; Bakis vd., 2011), endemik tür sayısı 393 (Güner vd., 2012), endemizm oranı ise % 39.1'dir (Açıkdars, 2018). Türkiye florasında Poaceae'den sonra gerek ekonomik açıdan gerek tür sayısı bakımından ikinci en büyük familyadır (Güner vd., 2012; Açıkdars, 2018). Genel olarak, Fabaceae familyası, Papilionoideae, Caesalpinioideae ve Mimosoideae olmak üzere üç altfamilyaya ayrılır. Mimosoideae ve Caesalpinioideae yaygın olarak tropikal kuşakta ve kurak bölgelerde yayılış gösterirken, Papilionoideae sıcak bölgelerde geniş yayılış alanına sahiptir. Bu üç altfamilya genel özellikleri yönüyle çiçeklerinden tanınmaktadır. Fabaceae ailesindeki çiçek türleri, Mimosoideae'deki normalden (yani aktinomorfik, radyal olarak simetrik) Papilionoideae'deki oldukça düzensize (yani zigomorfik, iki taraflı simetrik) kadar farklılaşan çiçeklerle oldukça değişkendir. Caesalpinioideae altfamilyasının çiçekleri, simetri açısından bu aşırılikler arasında bir şekilde orta düzeydedir (Britannica, 2021).

Legümen olarak isimlendiren meyve tipi familyanın genel özelliğidir. Legümen, tek karpelden oluşmuş, karpelin uzunluğu boyunca hem birleşme hattı hem de sırttan ikiye ayrılarak açılan meyvelerdir (Polhill & Raven, 1981; Küçüker, 2011; Gözen, 2012; Kahraman vd., 2017). Fabaceae familyası, çok sert ve su geçirime özelliği olmayan tohumlara sahiptir. Familya üyelerinin tohumlarındaki su, sadece testanın dış kısmında bulunan parçalanmış kutikül veya hilumdan tohumların içine girebilir. Yapraklar, çoğunlukla tüysü, trifoliat (üçgül), nadiren de basittir. Sürgünleri almaçlı veya sarmal dizilmiştir. Stipul (kulakçık) mevcut olup, çiçekler zigomorf veya aktinomorf, erselik özellik gösterir (Erçetin, 2007).

Küresel çevre sorunlarının artması, küresel biyolojik çeşitliliği de olumsuz etkilemekte ve birçok bitki türünü tehdit etmektedir. IUCN Kırmızı Kitabı/Listesi'nde yer alan ve küresel ölçekte, tehdit artışına göre azdan çoğa doğru, hassas (vulnerable – VU), tehlikede (endangered – EN) ve kritik tehlikede (critically endangered – CR) şeklinde belirtilen bitki türlerinin sayısı 16,420'dir (IUCN, 2020). Belirtilen tehlike kategorilerinde yer alan ve küresel olarak dağılım gösteren majör taksonomik grupların, 1996-2020 yılları arasındaki değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre 2020 yılında dünya genelinde CR sınıfında 3,325, EN sınıfında 6,063 ve VU sınıfında 7,072 bitki türü bulunmaktadır.



**Şekil 1.** Dünya genelinde CR, EN ve VU sınıfındaki bitki sayısının 1996-2020 yılları arasındaki değişimi.

Türkiye, jeomorfolojik yapısı, coğrafi konumu ve iklim çeşitliliği, gen merkezlerinin kesişim noktası olması nedeniyle son derece zengin bir floraya sahiptir. Türkiye'nin zengin floristik yapısı ve türlerin doğal yaşam alanları, özellikle son 30-40 yılda büyük bir tehdit altında olup, hızla azalmaktadır. Nüfus artışı, hızlı ve çarpık kentleşme, ormansızlaşma gibi çevresel baskılardaki artış, türleri ve yayılış alanlarını tehdit etmekte ve birçok türün yok olmasına veya neslinin tehlike altına girmesine neden olmaktadır (Dın vd., 2016). Bu durum IUCN tarafından yayınlanan ve türlerin tehlike kategorilerinin yer aldığı IUCN Kırmızı Listesi'nde de açıkça belirtilmiştir. Ülkemizde, güncellenen IUCN Kırmızı Listesi'ne göre yaklaşık 165 tür, "soyu tamamen tehlike altında" türler olarak sınıflandırılmıştır (IUCN, 2020). Fabaceae familyasına ait türlerin bir kısmı IUCN'nin Kırmızı Listesi'nde yer almaktadır ve tehlike kategorilerine göre sınıflandırılmıştır. Fabaceae türlerinden bazılarının yok olma tehdidi veya risk altında olması ülkemizin floristik zenginliği açısından da önemli kayıpları beraberinde getirecektir. Bu nedenle tehdit altındaki familya ve türlere ait daha çok araştırmanın yapılması ve bu konulara daha fazla dikkat çekilmesi gereklidir. Bu tür çalışmalar, söz konusu familya ve türlere yönelik koruma stratejilerinin belirlenmesinde, koruma önlemlerinin alınmasında ve önceliklerin saptanmasında son derece önemli rol oynamaktadır.

Bu çalışmanın amacı IUCN Kırmızı Listesi'nde yer alan ve ülkemizde soyu tükenme tehlikesi altında bulunan Fabaceae familyasına ait türlerin detaylı bir araştırmasını gerçekleştirmektir. Bu bağlamda, çalışmada, IUCN Kırmızı Listesi'nde yer alan Fabaceae familyasına ait türlere yönelik detaylara yer verilmiş ve ayrıca türlerin

lokasyonlarına ait güncel kayıtlar incelenmiştir. Yapılan çalışma, materyal ve yöntemin tanıtılması ile başlamakta olup daha sonraki aşamalarda hem veritabanlarından alınan bilgiler ile hem de güncel literatür ile değerlendirmeler yapılmıştır. Bulunan bulgular ve yapılan değerlendirmeler, her tür için detaylı bir şekilde aktarılmış ve bu türleri tehdit eden faktörler ortaya çıkartılmıştır. Türlerin ekonomik önemli ise ayrıca ele alınmıştır. Çalışmanın bahsedilen tüm yönleri ile literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Veriler IUCN veritabanının Kırmızı Listesi'nde yer alan ve hassas (vulnerable – VU), tehlikede (endangered – EN) ve kritik tehlikede (critically endangered – CR) kategorilerinde bulunan Türkiye'deki Fabaceae familyasına ait türler (*Lathyrus* L., *Astragalus* L., *Vicia* L., *Lotus* L., *Thermopsis* L.) taranarak elde edilmiş ve türlere ilişkin veriler, güncel literatür taramasıyla desteklenmiştir. Çalışmada,

- (1) Fabaceae familyasına ait türlerin yayılış gösterdiği biyocoğrafik bölgelere,
- (2) yetiştiği habitatlara,
- (3) ekolojik özelliklerine,
- (5) karşı karşıya oldukları tehditlere,
- (6) ekonomik önemlerine,
- (7) etnobotanik özelliklerine ve halk arasındaki kullanım olanaklarına ilişkin detaylara yer verilmiştir.

Çalışma kapsamında, ayrıca, IUCN Kırmızı Liste veritabanından elde edilen konumsal tür dağılım verileri, Türkiye'nin grid sistemine göre görselleştirilmiştir. Grid sistemi, 11 ciltlik Türkiye Florası'ndaki türlerin yayılışlarının belirlenmesinde enlem ve boylamların geçtiği çizgiler temel alınmak üzere, Türkiye haritası üzerinde, ikişer derecelik karelerin oluşturulduğu bir sistemdir (Açıkdere, 2018). IUCN veritabanı ise türlere ait lokasyon (konum) verilerini nokta veri şeklinde-konumsal olarak paylaşmaktadır (IUCN, 2014). Elde edilen konumsal veriler, ArcGIS pro 2.5 yazılımında, grid sistemi içinde görselleştirilmiş ve türlerin dağılımları bu şekilde haritalanmıştır (Şekil 2). IUCN tarafından paylaşıma açık konumsal veritabanında, çalışmada yer alan bazı türlerin konumsal verilerine ulaşılamadığı durumda ise farklı kaynaklardan grid sistemine göre dağılım bilgileri bulunmuş ve tüm sonuçlar tablo ile gösterilmiştir (Tablo

1). Böylece, Fabaceae familyasına ait türlerin lokasyonları değerlendirilmiştir.

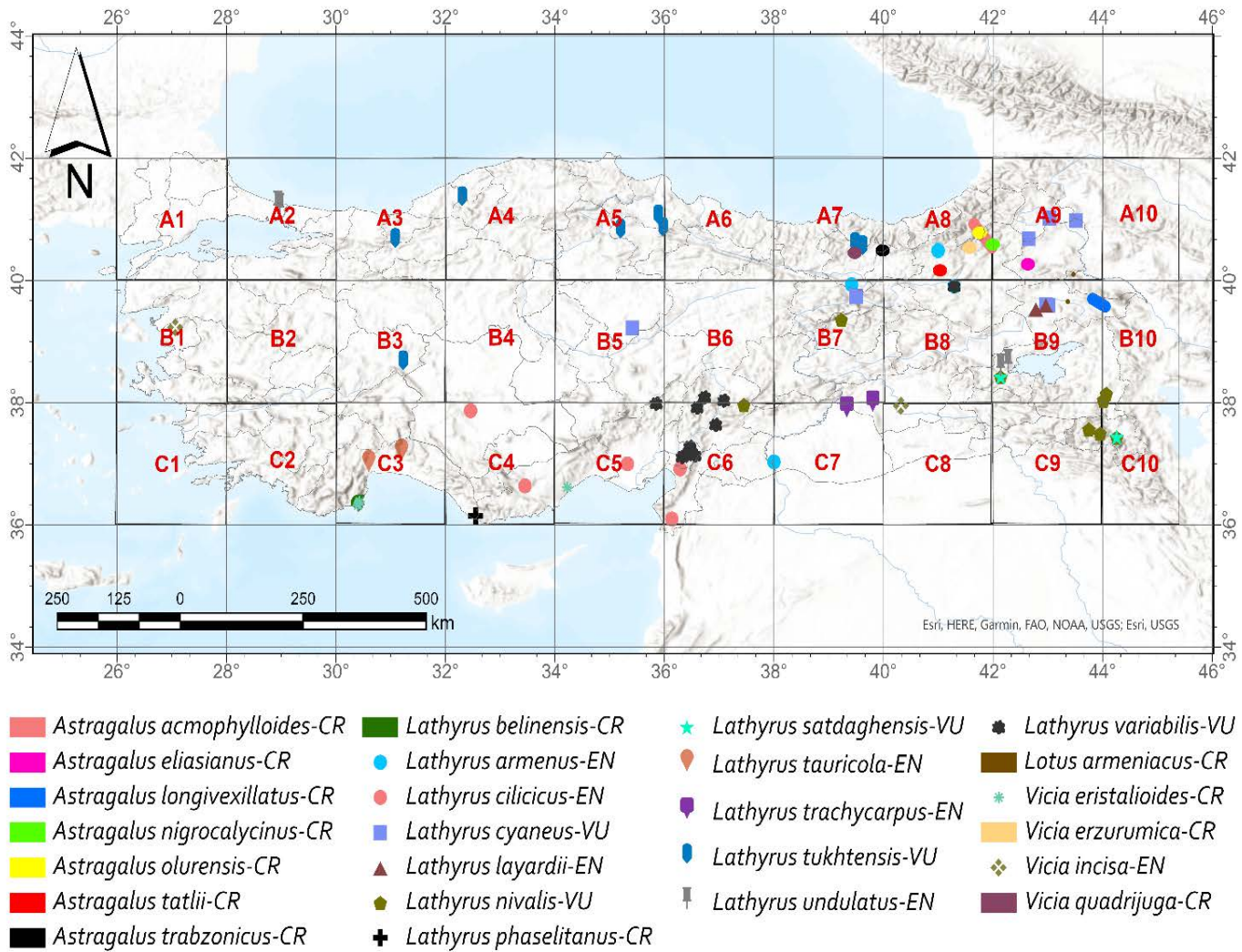
### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Tehlike altında bulunan Fabaceae türleri

Ülkemizde yetişen Fabaceae familyasına ait IUCN güncel veritabanında CR, EN ve VU kategorilerinde yer alan 29 tür belirlenmiştir. Bu türler; *Astragalus* L., *Cicer* L., *Lathyrus* L., *Thermopsis* L., *Vicia* L. cinslerine ait türlerdir. IUCN Kırmızı Liste veritabanından elde edilen türlere ait konumsal veriler ile oluşturulan tür dağılımı Şekil 2’de görüldüğü üzere Türkiye’nin grid sistemine göre oluşturulmuş ve haritalanmıştır. Bu haritaya göre *Astragalus* cinsine ait türler genel olarak Kuzeydoğu Anadolu’da yoğunlaşmıştır. *Lathyrus* L. ise Türkiye’nin

hemen her bölgesinde doğal olarak yetişmekle birlikte çoğunlukla Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yayılış gösterdiği bilinmektedir. *Vicia* L. ise genel olarak Batı, Güney, Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yayılış göstermektedir (Şekil 2)

Şekil 2’de görülen türlerin IUCN veritabanındaki (2014) konumsal verilerine (nokta veri) erişilmiş ve bu veriler coğrafi bilgi sistemi (CBS) platformunda (ArcGIS pro 2.5) görselleştirilmiştir. Konumsal verilerine doğrudan ulaşılamayan türler içinse (*Cicer bijugum*, *Lathyrus libani* ve *Thermopsis turcica*) literatür ve dizin taraması yapılmış ve bilgilere TÜBİVES’ten ulaşılmıştır (Babac, 2004; Bakis vd., 2011). Şekil 2’nin yanı sıra lokasyon bilgileri tüm türler için (IUCN, TÜBİVES) Tablo 1’de verilmektedir.



Şekil 2. IUCN Kırmızı Listesinde CR, EN ve VU kategorisinde yer alan Fabaceae familyasına ait türlerin Türkiye grid sistemine göre lokasyonları.

#### 3.1.1. *Astragalus*



IUCN Kırmızı Listesi’nde CR grubunda yer alan *Astragalus* cinsine ait türler genel olarak ülkemizde Kuzeydoğu Anadolu’ya özgüdür. BizimBitkiler (Güner vd., 2012) veritabanında Türkiye’de, 218’i endemik olmak üzere *Astragalus* cinsine ait toplam 515 tür bulunmaktadır. Bu cinse ait türlerin grid sistemine göre lokasyonları ise A7, A8, A9, B8 ve B9 şeklindedir (Tablo 1). *Astragalus acmophylloides* Grossh. (bayır geveni), Erzurum ve Artvin’den bildirilmiştir (A8-A9) ve çam ormanı kenarlarında yaklaşık olarak 1,700 m rakıma kadar yetiştiği bilinmektedir (Maassoumi, 1998; Ekim vd., 2000; IUCN, 2014). *Astragalus trabzonicus* Ekici, Aytaç & Akan (Trabzon geveni), Trabzon ilinden bildirilen (A7-A8), dağlık meralarda yaklaşık 2,300 m rakımda yayılış gösteren bir türdür (IUCN, 2014; Aytaç & Ekici, 2014a). *Astragalus longivexillatus* Podlech (uzun kulak), Ağrı yöresinde yetişen endemik bir türdür (B9-B10). Tür, 1,580-1,800 m yükseklikteki bozkırlarda yayılış gösterir (Aytaç & Ekici, 2014b). *Astragalus nigrocalycinus* Podlech (kara çanak), Erzurum bölgesinde (A8-A9) çayırılık alanlarda, 1,450 m rakımda yetişen nadir ve endemik bir türdür (Aytaç & Ekici, 2014c). *Astragalus olurensis* Podlech (olur geveni), Artvin’de yetişen endemik bir türdür (A8). Nadir bir tür olan *A. olurensis*’in popülasyonu azalma eğilimindedir (Aytaç & Ekici, 2014d). Tür, yaklaşık 870 m rakımda dağ eteklerindeki taşıt yollarında ve yol kenarlarında bulunur (Aytaç & Ekici, 2014d). *Astragalus tatlii* Peşmen (Erzurum geveni), Erzurum yöresine özgü (A8) endemik bir tür olup İran-Turan floristik bölgesinin bir elementidir (Davis, 1965-1985; Aytaç & Ekici, 2014b). Tür, kireçli topraklar üzerindeki bozkırlarda yaklaşık 2,200 m yükseltilerde yetişir (Aytaç & Ekici, 2014e). *Astragalus eliasianus* Kit Tan & Sorger (Sarıkamış geveni), Kars yöresinde yetişen endemik-nadir bir türdür (A9) ve İran-Turan floristik bölgesi elementidir. Popülasyon azalma eğilimindedir ve *Pinus sylvestris* ormanlarında ve yol kenarlarında yaklaşık 2,200 m yüksekliklerde yetişir (Aytaç & Ekici, 2014f). *Astragalus* türleri için ülkemizde in-situ veya ex-situ korumaya yönelik önlemler bulunmamaktadır.

### 3.1.2. *Lathyrus*

Fabaceae familyasında yer alan diğer önemli bir grup, *Lathyrus* cinsine ait türlerdir. Genç & Şahin (2011) tarafından eklenen kayıtlarla Türkiye florasında 61 *Lathyrus* türü ve bu türlere ait 71 taksonun bulunduğunu bildirilmiştir. USDA PLANTS (2019) ve BizimBitkiler (Güner vd., 2012) veritabanından alınan bilgilere göre ise toplam 84 tür ve toplam 74 takson bulunmaktadır (Gezenadam, 2021). Bu grupta yer alan türlerden *L.*

*armenus*, *L. cilicicus*, *L. ayardii*, *L. libani*, *L. tauricola*, *L. trachycarpus*, *L. undulatus*’un IUCN tehlike kategorisi EN, *L. belinensis*, *L. phaselitanus*’un CR, *L. cyaneus*, *L. nivalis*, *L. tukhtensis* ve *L. variabilis*’in ise VU kategorisinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

*Lathyrus armenus* Boiss. & A.Huet Çelak (Çüşne), Kuzey Afrika ile birlikte Lübnan, Libya ve Türkiye’den bildirilmiş olup, genel olarak bataklık çayırlarında, su kanallarında ve ekili alanlarda (Shehadeh, 2011). Türün ülkemizdeki lokasyonu A8- B8- C6 – C7’dir (Tablo 1). Tür, ekili bezelye, fiğ, tatlı bezelye, kıbrıs fiği ve geniş yapraklı bezelye de dâhil olmak üzere bir dizi diğer ekili *Lathyrus* türünün yabancı formu olup (Taxon Grup 4’te), potansiyel bir gen donorüdür. *Lathyrus* cinsi, otsu bezelye gen havuzunun bir parçası olarak Uluslararası Gıda ve Tarım için Bitki Genetik Kaynakları Antlaşması’nın Ek I listesinde yer almaktadır (FAO, 2009) ve Genesys (Genesys Küresel Bitki Genetik Kaynakları 2017 Portalı) ve botanik bahçelerinde canlı koleksiyonları bulunmaktadır (BGCI, 2017; IUCN, 2019). *Lathyrus belinensis* N.Maxted & Goyder (Faselis burçağı), 1987 yılında Antalya ili, Çavuş yakınlarında (C3) keşfedilen endemik bir türdür (Maxted & Goyder, 1988; Rowe & Maxted, 2019). Bu tür, *L. odoratus* ile yakın ilişkilidir (Rowe & Maxted, 2019). Tek bir alt popülasyonu olan türün popülasyonu azalma eğilimindedir (Rowe & Maxted, 2019). Tür, çalılık ve otlaklarda kayalık kireçtaşı yamaçlarında yetişir ve ekili arazi ve yol kenarlarında olduğu için bazı olumsuzluklara da tolerans gösterir (Maxted & Goyder, 1988). *L. belinensis*, tatlı bezelyenin ikincil genetik ve bilinen en yakın yabancı akrabasıdır ve çiçek rengi nedeniyle gen donörü olarak önemli bir potansiyele sahiptir (Sarker vd., 2001; Maxted vd., 2012). Tatlı bezelye mor, mavi, pembe veya krem renge sahipken, *L. belinensis*’in kırmızı damarları ve sarı rengi bulunmaktadır (Rowe & Maxted, 2019). Bu nedenle *L. belinensis*, bahçecilik için büyük öneme sahiptir (Rowe & Maxted, 2019). Bu tür, ayrıca, tatlı bezelye için küllemeye karşı direnç kazandırmak amacı ile uzun zamandır kullanılmaktadır (Poulter vd., 2003; Vincent vd., 2013). *Lathyrus cilicicus* Hayek & Siehe (şah mürdümük)’un ise Türkiye için endemik olduğu düşünülmektedir. Türün lokasyonu C4- C5- C6 olup, Akdeniz ormanlarında ve çalılıklarda, ekili tarlalarda ve uçurumlarda bulunmaktadır (Maxted vd., 2006). *Lathyrus cyaneus* (Stev.) Koch (kurt mürdümügü) türünün, Ermenistan, Azerbaycan, Gürcistan, İran, Rusya (Çeçenistan, Dağıstan, Avrupa Rusya’sı, İnguşetya, Kabardino-Balkarya, Karayay-Çerkesya, Severo-Osetiya, Stavropol), Suriye ve Türkiye’de yetiştiği bilinmektedir (Rowe vd., 2019a).



Türün ülkemizdeki lokasyonu A9 – B5 – B9’dur. Nadir bulunan bir tür olan *L. cyaneus* ile ilgili olarak Azerbaycan’da bir yerde 20 birey olduğu, ancak diğer tüm bölgelerde en fazla beş birey olduğu bilinmektedir. Coğrafi verilere göre, bu tür 82 bölgede bulunmaktadır, bu da yaklaşık 407 olgun bireyden oluşan maksimum populasyon büyüklüğüne sahip olduğu anlamına gelmektedir (Rowe vd., 2019a). Tür, nemli çayırlarda ve nadiren kaya yüzlerinde yetişir ve türün habitat alanında sürekli daralma söz konusudur. Tür, özellikle dağ meralarındaki sığırlar için yem bitkisi olarak kullanılmaktadır (Rowe vd., 2019a). *Lathyrus layardii* Ball ex Boiss (er mürdümük), İran ve Türkiye için endemiktir (Shehadeh, 2011) ve sadece üç bölgede bilinmektedir. Ülkemiz grid sistemine göre türün lokasyonunun B9 olduğu belirlenmiştir. Tür, su çayırları ve çalılıkarda oldukça iyi yetiştirme koşullarına sahiptir; ancak türün yaşam alanı, kapsamı ve kalitesinde sürekli bir düşüş bulunmaktadır (Shehadeh, 2011). Er mürdümük, çayır mürdümüğünün yabani bir akrabası (Takson Grup 2’de) ve potansiyel bir gen donörüdür. *Lathyrus libani* Fritsch (katran burçağı) ise batı Asya’da, yani İsrail, Lübnan, Filistin, Suriye ve Türkiye’de yetişmektedir (Rowe vd., 2019b). Suriye ve Türkiye’de populasyonun nadir olduğu bilinmektedir ve olgun birey sayısında devam eden bir düşüş bulunmaktadır (Rowe vd., 2019b). Türün ülkemizdeki lokasyonunun C5-C6 olduğu belirlenmiştir (TÜBİVES, 2020a). Tür, orman ve mera alanlarında, ideal olarak kayalık kireçtaşı topraklarda bulunur (Rowe vd., 2019b). *Lathyrus nivalis* Hand.-Mazz (Munzur burçağı), İran, Irak ve Türkiye’ye özgü, 32 km<sup>2</sup>’lik sınırlı bir doluluk alanında (AOO) meydana gelen ve sekiz konumda bulunan nadir bir türdür (FAO, 2009; IUCN, 2019). Türün ülkemizdeki lokasyonu B9 – B10 – C9 – C10 gridleri içindedir. Munzur burçağı genellikle kireçtaşı üzerinde kayalık, engebeli alanlarda yetişmektedir. *Lathyrus phaselitanus* Hub.-Mor. & Davis (Kemer burçağı) ise Türkiye için endemiktir (Shehadeh, 2011). Grid sisteminde türün lokasyonu C4 ve IUCN tehlike kategorisi CR’dır (Tablo 1). Tür, sadece Akdeniz bölgesinde çalılık alanlarda yayılış göstermektedir (Shehadeh, 2011). 1950’li yıllarda İsviçreli ünlü botanikçi Huber Morath tarafından Antalya’nın Kemer ilçesine bağlı Tekirova beldesindeki Phaselis Antik Kenti’nden toplanan “*Lathyrus phaselitanus*” adlı bu bitki, dünyada sadece bu antik kent içinde yetişmektedir (Phaselis Araştırmaları, 2013). Boyu bir metreye kadar uzayabilen bir baklagil türü olan *Lathyrus phaselitanus*’un meyveleri hayvanlar ve insanlar için zehirli olup, bitki nisan ve mayıs aylarında meyve

vermektedir. Bitki Phaselis Antik Kenti dışında görülmemek ile birlikte yerleşimi dar olduğu için tür yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır (Phaselis Araştırmaları, 2013). Kemer burçağının günümüzde Akdeniz Üniversitesi tarafından yürütülen “Apollo’dan Athena’ya Antik Kentler Endemik Çiçekler” projesi ile koruma altına alınması amaçlanmıştır. Bu bitki 2700 yıllık Phaselis Antik Kenti’ndeki Phaselislilerin gemi yapımında meyvelerinden esinlendiği bir türdür. Bitki “antik fasulye” olarak adlandırılmaktadır. Fasulyenin Latince adının Phaselos olduğu vurgulandığında, Phaselis antik kentinin simgesi olan gemilere Phaselos denmesi ve kemer burçağı meyvesinin bu gemilere ilham vermesi, bitkinin 2700 yıllık kent için ne kadar önemli olduğunu bir kez daha göstermektedir (ANTOK, 2018). *Lathyrus satdagensis* P.H. Davis (şah burçak) Türkiye için endemiktir ve sadece iki bölgede bilinmektedir (Rowe vd., 2019c). Tür, yüksek rakımlı taşlık yamaçlarda bulunur ve nadir yayılış özelliğindedir (Rowe vd., 2019c). Grid sisteminde türün lokasyonu B9–C9’dır. Türkiye için endemik diğer bir tür ise *Lathyrus tauricola* PH. Davis (yer burçağı)’dır (Rowe vd., 2019d). Grid sistemine göre türün lokasyonu C3 ve IUCN Kırmızı Listesine göre tehlike kategorisi EN’dır. Tür, açık çam ormanlarında bulunur (Rowe vd., 2019d). *Lathyrus trachycarpus* (Boiss.) Boiss. (gelin burçağı) ise Türkiye için nadir görülen bir endemik tür olup, türün grid sistemindeki lokasyonu C7’dir. Türkiye için endemik olan ve geniş bir coğrafi alanda yayılış gösteren *Lathyrus tukhtensis* Czeaczott (kuş baklası) türünün lokasyonu ise A3–A4–A5–A6–A7–B3’tür. Bu tür, çam ormanlarında ve diğer yaprak döken ağaçlıklarda olduğu gibi Akdeniz tipi çalılıkarda da bulunur. *Lathyrus undulatus* Boiss (İstanbul nazendesi) türü de Türkiye için endemiktir (Rowe vd., 2019e) ve türün lokasyonu Şekil 1’de verilen grid sistemine göre A2 – B9’dur. Tür, yaprak döken ormanlarda, taşlık yamaçlarda, çitlerde bulunur ve ayrıca yol kenarlarında da yetişir (Rowe vd., 2019e). Lübnan ve Türkiye için endemik olan *Lathyrus variabilis* Boiss. Et Ky Maly. (bayır burçağı) ise ülkemizde B5 – B6 – B8 – C5 – C6 lokasyonlarında yetişmektedir. Populasyon dağılımı nadirdir (Rowe vd., 2019f). Tür, ormanlarda, kayalık yamaçlarda ve Akdeniz tipi çalılıkarda bulunmaktadır (Rowe vd., 2019f). *Lathyrus* türleri içinde *L. belinensis*, *L. cilicicus*, *L. cyaneus*, *L. libani*, *L. nivalis*, *L. satdagensis* türleri, yem bezelyesi, Chickling fiğ, tatlı bezelye, Kıbrıs fiğı ve geniş yapraklı tatlı bezelye de dahil olmak üzere bir dizi diğer ekili *Lathyrus* türünün yabani akrabası olup, potansiyel gen donörleridir (Maxted vd., 2006; Vincent

vd., 2013; Rowe & Maxted, 2019; Rowe vd., 2019a; Rowe vd., 2019b).

### 3.1.3. *Vicia*

Fabaceae familyasında yer alan diğer önemli bir grup ise *Vicia* cinsine ait türlerdir. Dünya üzerinde *Vicia* cinsine ait yaklaşık 140-150 tür bulunurken, ülkemizde 8’i endemik olmak üzere toplam 59 tür bulunmaktadır (Davis & Plitmann, 1970). Bizim Bitkiler (Güner vd., 2012) veritabanında ise Türkiye’de, 11’i endemik olmak üzere *Vicia* cinsine ait toplam 103 tür bulunmaktadır. Bu türlerden *Vicia eristalioides*, *Vicia erzurumica* ve *Vicia quadrijuga* türleri IUCN Kırmızı Listesi’nde CR kategorisinde, *Vicia esdraelonensis* türü VU kategorisinde ve *Vicia incisa* türü EN kategorisinde yer almaktadır (Tablo 1).

Tür çeşitliliği yönüyle oldukça zengin olan bu grupta yer alan türlerden biri *Vicia eristalioides* N. Maxted (beyaz bakla)’dır. Bu tür, Türkiye ve Suriye için endemiktir ve ülkemizdeki lokasyonları C3-C5’tir (Şekil 1). Bitkinin, çiçek rengi ve baklagil şekli *V. bithynica* (öküz baklası)’nın benzerlik göstermektedir. Tür, kireçtaşı ve kırmızı Akdeniz topraklarında olduğu gibi, bozuk arazilerde yamaçlarda ve tarımsal sınırlarda da yayılış göstermektedir (Maxted, 1995). *Vicia eristalioides*, *V. narbonensis* (koca fiğ)’nin ikincil (USDA-ARS-NGRP, 2018), *V. faba* (bakla)’nın üçüncül bir yabancı akrabası ve potansiyel bir gen donörüdür (Ramsay & Pickersgill, 1986; Vincent vd., 2013). *Vicia* cinsi, Gıda ve Tarım için Bitki Genetik Kaynakları Uluslararası Antlaşması Ek 1’de Faba Bean gen havuzunun bir parçası olarak listelenmiştir (IUCN, 2014). İsrail’de Celile, Suriye’de Djebel Druze ve Türkiye’de Urfa şehrinde kısıtlı alanlarda yetişen nadir bir tür olan *Vicia esdraelonensis* Warb. & Eig (Ova fiği) ise ülkemizde C7 gridi içine bulunan bölgede yetişmektedir (TÜBİVES, 2020b) ve IUCN Kırmızı Liste’sine göre tehlike kategorisi VU’dur (Davis & Plitmann, 1970). *Vicia incisa* M. Bieb. (Ekin fiği) türü ise, Batı Asya ve Doğu ve Güneydoğu Avrupa’ya, özellikle Bulgaristan, Yunanistan, İtalya, Türkiye ve Ukrayna’ya (Kırım) özgüdür (USDA-ARS-NGRP, 2018). Bitki 50 ila 950 m arasındaki yükseklikte yetişir (Petrova & Vladimirov, 2009). Türün ülkemizdeki lokasyonları B1–B8–C7–C8 olarak belirlenmiştir (Şekil 2; Tablo 1). Bu tür, ormanlık açıklıklarda ve yol kenarlarında, kuru otlaklarda ve kayalarda bulunan tek yıllık bir bitkidir (Petrova & Vladimirov, 2009; ILDIS, 2010; Iberite vd., 2017). Bitki, fiğin birincil genetik akrabası ve potansiyel bir gen donörüdür (Vincent vd., 2013). Tür genellikle yem bitkisi olarak kullanılmaktadır (Iberite vd., 2017). *Vicia*

*quadrijuga* P. H. Davis (Gümüş fiğ), Gümüşhane ilinde tespit edilmiş olup Türkiye’de Kuzeydoğu Anadolu’ya özgüdür (IUCN, 2014). Türün ülkemizdeki lokasyonu A7 olup tehlike kategorisi CR’dır (Şekil 2; Tablo 1). *Vicia erzurumica* Demirkuş Et Erik. (Erzurum fiği) ise Türkiye’de Kuzeydoğu Anadolu’da, Erzurum bölgesine özgü endemik-nadir bir türdür. İran-Turan coğrafi floristik bölgesinin bir elementidir (Ekim vd., 2014a). Bu tür, 1,900-1,950 m yüksekliğindeki *Pinus sylvestris* ormanında ve diğer taşlık yerlerde, taşlık yamaçlarda yetişir (Ekim vd., 2014a). Bitkinin ülkemizdeki lokasyonu A8’dir. Genel olarak, Türkiye’de yayılış gösteren *Vicia* taksonları; kıyı kesimlerde, nemli yerlerde, kumlu topraklarda, 2,000-3,000 m aralıklarındaki yüksekliklerde, nadas tarlalarında, *Pinus brutia* (Kızılçam) ormanlarında, maki, çalılık, yaprak döken çalılıklarda, nemli çayırıklarda nadiren kayalık yerler ve sulak alanlarda yayılış göstermektedir (TÜBİVES, 2020c).

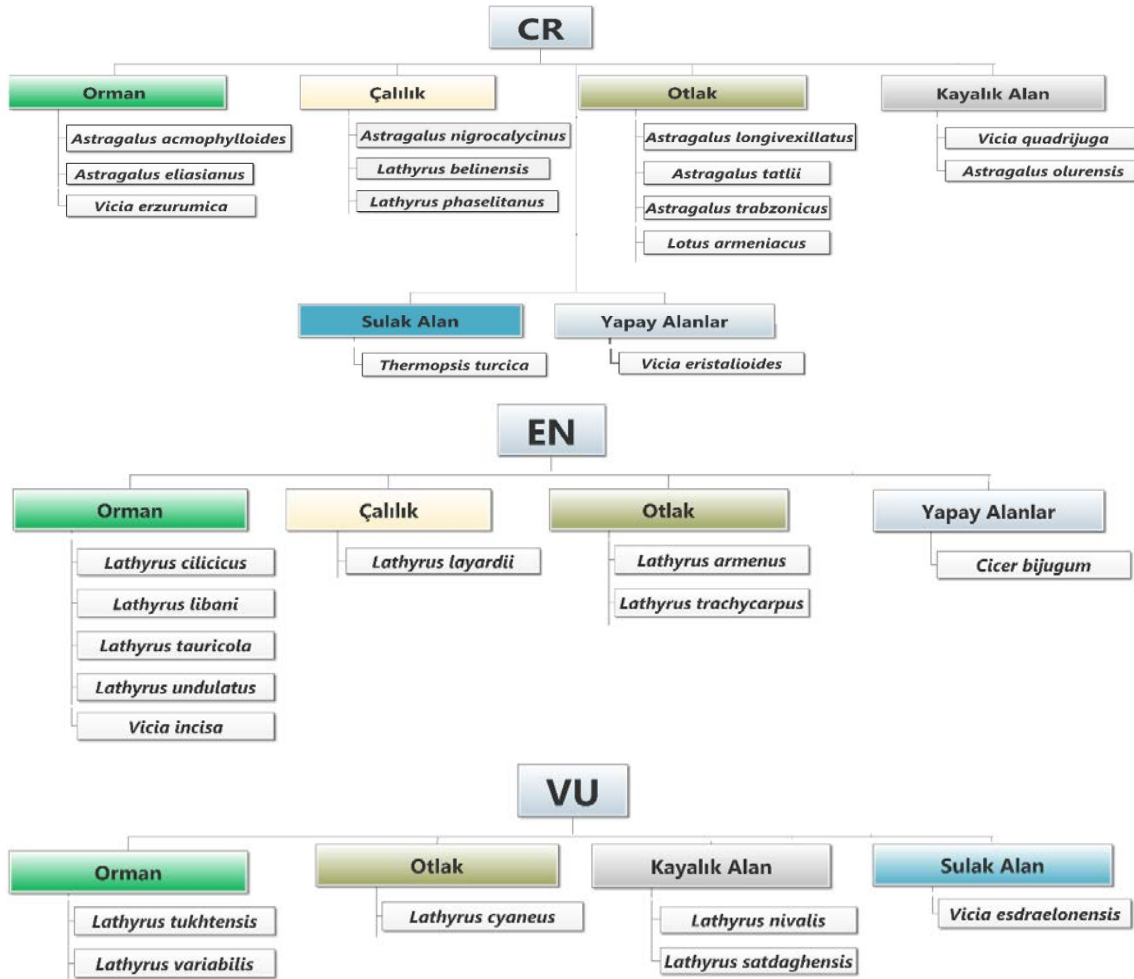
### 3.1.4. *Cicer*, *Lotus* ve *Thermopsis*

*Cicer bijugum* Rech. f. (pıtrak nohut), İran, Irak, Suriye ve Türkiye’ye özgüdür (USDA, ARS, GRIN, 2018). Tür, Türkiye’nin güneydoğusunda, Urfa’dan Diyarbakır’a ve Diyarbakır’dan Ergani’ye kadar yol kenarlarındaki bazalt topraklarında ve 600 m yükseklikte yetişmektedir. Mardin ilinde ise Savur’dan Senkoy’a kadar tarla kenarlarında yer alan kireçli topraklarda yetiştiği bilinmektedir. *C. bijugum*’un kabukları, olgun *C. echinospermum*’un kabuklarında olduğu gibi, bozulmadan yere düşmekte ve tohumlarını serbest bırakmaktadır. Bu bitki tek yıllık yabancı bir türdür (Van der Maesen, 1972). Türün grid sistemine göre lokasyonu B7-C7-C8 olup, IUCN Kırmızı Listesi’ndeki tehlike kategorisi EN’dir (Tablo 1). *Cicer bijugum*, nohut’un (*C. arietinum*) üçüncül bir genetik akrabasıdır ve bu nedenle mahsulün iyileştirilmesi için bir gen donörü olarak kullanım potansiyeline sahiptir (Ahmad vd., 2005; USDA-ARS-NGRP, 2018). Ayrıca türün *Botrytis cinerea* Pers’in neden olduğu Botrytis gri küfüne (BGM) direnç gösterdiği de bilinmektedir (Stevenson & Haware, 1999). *Cicer* cinsi, Uluslararası Gıda ve Tarım için Bitki Genetik Kaynakları Antlaşması (ITPGRFA) Ek 1’de listelenmiştir (FAO, 2009) Küresel Biyoçeşitlilik Bilgi Aracı 98 yayılış alanı rapor ederken (GBIF, 2013); EURISCO Kataloğu (2013) bu türün Avrupa gen bankalarında dört üyeliğini bildirmiştir. Her biri yabancı kaynaklı Ulusal Bitki Germplazm Sisteminde ise toplam 19 germplazm yer almaktadır (USDA-ARS-NGRP, 2018).

*Lotus armeniacus* Kit Tan Et Sorger (dörtörtlük) türü Türkiye’de Kuzeydoğu Anadolu’ya (Ağrı ve Kars yöresine)

özgü olup, İran-Turan coğrafi floristik bölgesine ait endemik ve nadir olarak bulunan bir türdür (Ekim vd., 2014b). Türün ülkemizdeki lokasyonu A9-B9 ve IUCN Kırmızı Listesi’ndeki tehlike kategorisi CR’dır (Tablo 1). Tuzlu bozkırda ve 1,000-1,500 m arasındaki nemli çayırda yetişen tür, 2 alt populasyondan oluşmakta ve türün popülasyonu azalma eğilimi göstermektedir (Ekim vd., 2014b). *Thermopsis turcica* Kit Tan, Vural & Küçük (piyan), Batı ve Orta Anadolu’da, Eber Gölü’nün (Afyon İli) güney sahilinden ve Akşehir Gölü’nün (Afyonkarahisar ve Konya illeri) güney ve güneybatı kıyılarından bilinmektedir (Cenkci vd., 2007). TÜBİVES (2020d)’ten alınan bilgilere göre ve Tablo 1’de belirtildiği üzere türün ülkemizdeki lokasyonu B3 ve IUCN Kırmızı Listesi’ndeki tehlike kategorisi ise CR’dır. Tanımlanamayan tohum yırtıcıları (muhtemelen *Coleoptera*) larva gelişimi için *T. turcica*

tohumlarını kullandığından, tarım arazilerinde yetişen bitkilerinden canlı tohum elde etmek zordur (IUCN, 2014). Tür, Bern Sözleşmesi Ek I’de listelenmiştir ve küresel ölçekte Nesli Tehlike Altında olarak değerlendirilmiştir (Özhatay vd., 2005). Tür, Ekim vd., (2000) tarafından CR şeklinde sınıflandırılmıştır. Tür, TTKD (Türkiye Tabiatı Koruma Derneği) tarafından yürütülen koruma çabalarının odağı olmuştur (Tan vd., 2003). Şekil 3’te tehlike altında bulunan Fabaceae türlerinin habitatlarına ait IUCN sınıflandırması (IUCN, 2014) ortaya çıkartılmıştır. Bu çalışmada incelenen türler içinde CR sınıfında olan türlerin habitatları ormanlardan yapay alanlara kadar uzanabilen geniş bir yelpazededir. EN sınıfındaki türler içinde kayalık ve sulak alanlarda yaşayan bitki bulunmazken; VU sınıfına bakıldığında ise çalılık ve yapay alanlarda tür yaşamadığı görülmektedir.



**Şekil 3.** IUCN veritabanına (IUCN, 2014) göre tehlike altında bulunan ve Türkiye’deki Fabaceae türlerinin habitatlarına ait oluşturulmuş diyagramlar.

**Tablo 1.** IUCN Kırmızı Listesi’nde CR, EN ve VU kategorilerinde bulunan Türkiye’deki Fabaceae (= Leguminosae) familyasındaki türler ve lokasyonları. Tablodaki lokasyonlar IUCN veritabanından konumsal verilerin (IUCN, 2014) alınması ile oluşturulan Şekil 2’den ve konumsal verileri bulunmayan türler için TÜBİVES’ten\* (yükseklik bilgisi dahil) elde edilmiştir (Babac, 2004; Bakis vd., 2011). Endemizm bilgileri ise BizimBitkiler veritabanından (Güner vd., 2012) alınmıştır.

| Tür Adı                           | Endemizm      | Lokasyon (Grid sistemi)    | Yükseklik (m) | Aralığı | IUCN Kırmızı Liste Kategorisi |
|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------|-------------------------------|
| <i>Astragalus acmophylloides</i>  | Endemik       | A8-A9                      | 1,700         |         | CR                            |
| <i>Astragalus eliasianus</i>      | Endemik       | A9                         | 2,200         |         | CR                            |
| <i>Astragalus longivexillatus</i> | Endemik       | B9-B10                     | 1,580-1,800   |         | CR                            |
| <i>Astragalus nigrocalycinus</i>  | Endemik       | A8-A9                      | 1,450         |         | CR                            |
| <i>Astragalus olurensis</i>       | Endemik       | A8                         | 870           |         | CR                            |
| <i>Astragalus tatlii</i>          | Endemik       | A8                         | 2,200         |         | CR                            |
| <i>Astragalus trabzoncus</i>      | Endemik       | A7-A8                      | 2,300         |         | CR                            |
| <i>Cicer bijugum</i> *            | Endemik değil | B7-C7-C8                   | 600           |         | EN                            |
| <i>Lathyrus armenus</i>           | Endemik       | A8- B8- C6 – C7            | 1,270-2,800   |         | EN                            |
| <i>Lathyrus belinensis</i>        | Endemik       | C3                         | 330-560       |         | CR                            |
| <i>Lathyrus cilicicus</i>         | Endemik       | C4- C5- C6                 | 600-1,300     |         | EN                            |
| <i>Lathyrus cyaneus</i>           | Endemik       | A9 – B5 – B9               | 1,670-2,800   |         | VU                            |
| <i>Lathyrus layardii</i>          | Endemik       | B9                         | 1,575-1,800   |         | EN                            |
| <i>Lathyrus libani</i> *          | Endemik değil | C6                         | 750-1,650     |         | EN                            |
| <i>Lathyrus nivalis</i>           | Endemik       | B9 – B10 – C9 – C10        | 2,400-3,200   |         | VU                            |
| <i>Lathyrus phaselitanus</i>      | Endemik       | C4                         | 70            |         | CR                            |
| <i>Lathyrus satdagghensis</i>     | Endemik       | B9 – C9                    | 1,900-2,150   |         | VU                            |
| <i>Lathyrus tauricola</i>         | Endemik       | C3                         | 800-1,300     |         | EN                            |
| <i>Lathyrus trachycarpus</i>      | Endemik       | C7                         | 700           |         | EN                            |
| <i>Lathyrus tukhtensis</i>        | Endemik       | A3 – A4 – A5 – A6- A7 – B3 | 700-2,000     |         | VU                            |
| <i>Lathyrus undulatus</i>         | Endemik       | A2 – B9                    | 0-600         |         | EN                            |
| <i>Lathyrus variabilis</i>        | Endemik değil | B5 – B6 – B8 – C5 – C6     | 1,000-1,700   |         | VU                            |
| <i>Lotus armeniacus</i>           | Endemik       | A9-B9                      | 1,000-1,500   |         | CR                            |
| <i>Thermopsis turcica</i> *       | Endemik değil | B3                         | 950-1,050     |         | CR                            |
| <i>Vicia eristalioides</i>        | Endemik       | C3 – C5                    | 450-600       |         | CR                            |
| <i>Vicia erzurumica</i>           | Endemik       | A8                         | 1,900-1,950   |         | CR                            |
| <i>Vicia esdraelonensis</i>       | Endemik değil | C7                         | 1             |         | VU                            |
| <i>Vicia incisa</i>               | Endemik değil | B1 – B8 – C7 – C8          | 50-950        |         | EN                            |
| <i>Vicia quadrijuga</i>           | Endemik       | A7                         | 1,500         |         | CR                            |

### 3.2. Fabaceae türlerine ve habitatlarına yönelik tehditler

Familyaya ait türlerin doğal yaşam alanlarına yönelik en önemli tehdit unsurları; iklim değişikliği, aşırı otlatma, arazi ıslahı, saman yapma ve erozyon, baraj yapımı ve kentleşmenin neden olduğu bozulmalardır. Tarımsal faaliyetler ve insan kaynaklı habitat kaybı, bozulmaları da türlerin doğal yaşam alanları üzerindeki önemli tehdit unsurlarıdır (IUCN, 2014; Aytaç & Ekici, 2014b; 2014d; 2014e; 2014f; Rowe vd., 2019b; 2019f; Ekim vd., 2014a).

Mesela, *Cicer bijugum* türü, genel olarak aktif tarım yapılan arazilerde yayılış gösterdiğinden dolayı geleneksel ve mekanik tarım uygulamaları, baraj ve yol yapım çalışmaları, tarım alanlarının dönüştürülmesi, herbisit kullanımı gibi faaliyetler türün doğal yayılış alanını tehdit eder niteliktedir (Abbo et al., 2003; 2008). Bir başka örnek olarak *Thermopsis turcica* türünün habitatı, özellikle Eber ve Akşehir Gölleri'nden su çekilmesi, otlatma ve tarım için



toprağın dönüştürülmesi nedeniyle tehdit altındadır (IUCN, 2014).

### 3.3. Fabaceae türlerinin ekonomik açıdan önemi ve kullanım alanları

Fabaceae familyasına ait türler oldukça geniş kullanım alanına sahip olmaları nedeniyle ekonomik açıdan da son derece önemli türlerdir. Familyanın en yaygın kullanım şekli, hayvan yemi ve insanlar için temel besin maddesi üretilmesidir. *Astragalus* L., *Lathyrus* L., ve *Vicia* L. familyaları yaygın olarak gıda kaynağı ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. *Lathyrus* cinsinin üyeleri arasında yiyecek ve yem bitkileri, genetik ve ekolojik araştırmalar için süs bitkileri, toprak nitratlayıcılar, kumul stabilizatörleri, önemli tarımsal yabancı otlar ve model organizmalar bulunmaktadır (Kenicer vd., 2005). Bununla birlikte *Astragalus* türleri hem ekolojik açıdan hem de ekonomik yönüyle önemli türler arasındadır. Çayır-mera ve doğal vejetasyonlarda kendiliğinden yetişen bu türler, eğimli alanlarda toprağın korunması ve oluşumu, biyolojik çeşitliliğin sürekliliğinin sağlanması, yabancı hayvanların barınma alanlarının oluşturulması gibi ekolojik öneminin yanı sıra arıcılıkta aroma kaynağı oluşturmaları, eczacılık, boya, dokuma ve kâğıt endüstrisinde hammadde olarak kullanımı gibi ekonomik öneme de sahiptirler. Ancak ülkemizde bu türlerin ekonomik önemi tam olarak bilinmediğinden bu türler bilinçsizce ya yakılmakta ya da ıslatılarak hayvanlara yem olarak verilmektedir (Kadioğlu vd., 2008; Sayar vd., 2015; Başbağ vd., 2017; Başbağ vd., 2018). Türkiye’de doğal olarak yetişen *Astragalus* türlerinin bir kısmı nektar taşıırken bir kısmında nektar yoktur. Nektarlı olan *Astragalus* türlerinin çiçekleri nektarsız olanlara göre daha gösterişlidir. Çok yıllık bitkiler olan *Astragalus* türleri arıcılıkta da yaygın olarak kullanılmaktadır (Kadioğlu vd., 2008). Bazı *Vicia* taksonlarının ise ekonomik değere sahip oldukları bilinmektedir. Kültürü yapılan taksonlar, taze ya da kuru ot şeklinde yem ve mera bitkisi olarak yetiştirilirler. Mesela *Vicia faba* (bakla), taze yaprakları salata olarak çiğ ve kavrularak yenilebildiği gibi taze kabuklu bakla ve iç bakla yemeği olarak da tüketilir. Baklanın en yaygın kullanımlarından biri de iç kabukları çıkarıldıktan sonra kurutulmuş tanelerin haşlanıp, ezilmesiyle oluşturulan, Ege ve Akdeniz bölgesinde fava adıyla tanınan, zeytinyağı ve dereotu eklenerek yenen ezme şeklindedir (Wikipedia, 2021). *Vicia* taksonları, ayrıca, organik madde bakımından fakir toprakların zenginleştirilmesi amacıyla yeşil gübre bitkisi olarak da kullanılırlar (Altın, 1991).

Tür çeşitliliği yönüyle önemli bir konumda olan ülkemizde geleneksel olarak birçok hastalığın tedavisinde bitkilerin kullanımı oldukça yaygındır. Tür yönüyle oldukça zengin olan Fabaceae familyası da bu açıdan önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Halk arasında *Astragalus* türlerinin bağışıklık sistemini güçlendirerek, gribe karşı antikor üretimini artırdığı, antioksidan, immünostimülan ve antiviral özellikleri olduğu ve karaciğerin korunmasında rol oynadığı bilinmektedir. Bu farmakolojik aktivitenin poliholozitler, saponinler, flavonoidler ve fenolikler olarak bilinen molekül gruplarından kaynaklandığı saptanmıştır (Kadioğlu vd., 2008).

### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Anadolu, endemizm bakımından Kuzey yarımkürenin en önemli alanlarından biridir. Günümüzde bilindiği üzere Türkiye florası yaklaşık 11,000 taksondan oluşmakta olup bilim dünyası için yeni tanımlanan taksonlarla birlikte bu sayı giderek artmaktadır. Tüm bunlara rağmen, demografik büyümenin neden olduğu ve habitatlar üzerinde devam eden baskı ile birlikte artan nüfus, endüstriyel ve kentsel gelişim ve tarım uygulamalarına karşı artan ihtiyaç, istilacı türlerin artan tehditleri ve iklim değişikliğinin etkileri ile birlikte bugün tehlike altında olmayan ve bulunduğu habitatta güvenli sayılan birçok tür ve hatta endemik tür, gelecekte büyük olasılıkla tehdit altına girecektir.

Bir bitkinin tehdit altında olup olmadığının anlaşılabilmesi için alanında çalışan bilim insanlarının floristik çalışmalardan edindikleri veriler ve halkın gözlemleri oldukça değerlidir. Yetiştirdiği ortamda sayıca azalmaya başlayan ya da yaşam alanı yok olma tehdidi ile karşı karşıya bulunan bitki türleri yaşamlarının sürekliliği açısından tehlike altında kalırlar. Dağılımı ve bolluğu mevcut verilerle karşılaştırıldığında, geçmiş döneme göre azalan bitkiler ise gelecekteki mevcudiyetleri açısından tehdit altında olurlar. Dünyada yetişen bitki türlerinin, özellikle de endemiklerin, korunmaları konusunda son yıllarda oldukça önemli çalışmalar yapılmakta, öncelikle uluslararası tehlike sınıflarından hangisine ait olduklarının saptanması ile alınacak önlemler konusunda önceliklerin nasıl verileceği tartışılmaktadır. Burada, halen şiddetli baskı altında olup nesli kaybolma tehdidi altında olan türler birincil önceliğe sahip olmalıdır.

Tüm bu bahsedilenlerin sonucu olarak, tehdit altında olan ya da olmayan tüm türler için yaşayabilir popülasyonların sürdürülmesini sağlamak amacı ile ortaya koyulan eylemler, türlerin yerinde korunmasını esas almalı ve bu

eylem planları gerekli müdahale derecesine bağlı olarak tür yönetimi, eylem, koruma veya kurtarma planları olarak sınıflandırılmalıdır. Burada tehdit altına giren tür sayısının artmasının genetik rezerv çeşitliliğinin de azalması anlamına geldiği unutulmamalıdır. Genetik rezerv çeşitliliğinin korunması ise demografik ve çevresel değişimlerin ve çevre felaketlerinin azaltılması, insan tehditlerinin minimize edilmesi, hedef popülasyonlarda genetik çeşitliliğin desteklenmesi, bitki ıslahı ile ilgili popülasyon araştırmalarının artırılması ile başarılabilir. Bugün dünya genelinde kabul edilmektedir.

Gelecekte gerçekleştirilmesi önerilen tür yönetimi planlamalarındaki ilk adım olması amacı ile gerçekleştirilmiş bu çalışmada bahsedildiği üzere ülkemizin önemli bir genetik zenginliği olan ve IUCN Kırmızı Liste’inde yer alan Fabaceae familyasına ait türlerin nesillerini devam ettirebilmeleri amacı ile gerekli koruma önlemlerinin alınması ve koruma bilincinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bu türler üzerinde kapsamlı araştırmalar yapılarak kullanım alanlarının belirlenmesi, ekolojik ve ekonomik önemlerinin saptanması son derece önemlidir. Kırmızı Liste’de yer alan bu türlerin korunmasına yönelik eylem planlarının hazırlanması ve genetik çeşitliliğin de içinde yer aldığı sürdürülebilir koruma ve kullanım stratejilerinin geliştirilmesi ise türlerin tüm yönleriyle araştırılmasına bağlıdır.

#### KAYNAKLAR

- Abbo S, Berger J, Turner NC (2003). Evolution of cultivated chickpea: Four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Functional Plant Biology* 30(10): 1081–1087. DOI: 10.1071/FP03084.
- Abbo S, Can C, Lev-Yadun S, Ozaslan M (2008). Traditional farming systems in south-eastern Turkey: The imperative of in situ conservation of endangered wild annual *Cicer* species. In: Maxted N, Ford-Lloyd BV, Kell SP, Iriondo JM, Dulloo E, Turok J (eds). Crop wild relative conservation and use, CAB International, Cambridge, USA and Wallingford, UK.
- Ahmad F, Gaur PM, Croser JS (2005). Chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: Singh RJ, Jauhar PP (eds). Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement, Vol 1. Taylor & Francis Group, pp. 229–267.
- Açıkdere (2018). Türkiye’nin Floristik Yapısı. Ankara Üniversitesi.
- Altın M (1991). Yem bitkileri yetiştirme tekniği. *Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 114.
- ANTOK (2018). Apollo’dan Athena’ya Antik Kentler&Endemik Çiçekler-Arazi Çalışmaları. Published on the internet. <https://www.antok.org.tr/tr/etkinlik/apollodan-athenaya-antik-kentlerendemik-cicekler-arazi-calismalari-20.html>. Downloaded on 25 October 2020.
- Aytaç Z, Ekici M (2014a). *Astragalus acmophylloides*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Published on the internet. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T199931A2620630.en>. Downloaded on 20 August 2020.
- Aytaç Z, Ekici M (2014b). *Astragalus longivexillatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Published on the internet. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T199936A2620942.en>. Downloaded on 15 August 2020.
- Aytaç Z, Ekici M (2014c). *Astragalus nigrocalycinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20141.RLTS.T199948A2621768.en>. Downloaded on 25 August 2020.
- Aytaç Z, Ekici M (2014d). *Astragalus olurensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T200625A2673926.en>. Downloaded on 01 September 2020.
- Aytaç Z, Ekici M (2014e). *Astragalus tatlii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T200624A2673850.en>. Downloaded on 05 September 2020.
- Aytaç Z, Ekici M (2014f). *Astragalus eliasianus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T199949A2621844.en>. Downloaded 10 September 2020.
- Babac MT (2004). Possibility of an information system on plants of South-West Asia with particular reference to the Turkish Plants Data Service (TÜBİVES). *Turkish Journal of Botany*, 28: 119-127.
- Bakis Y, Babac MT, Uslu E (2011). Updates and improvements of Turkish Plants Data Service (TÜBİVES). In Health Informatics and Bioinformatics (HIBIT), 6th International Symposium, IEEE.
- Başbağ M, Çağan E, Sayar MS, Karan H (2017). Some shrub and tree taxa in the grassland-pasture and natural vegetation of Turkey. *Middle East Journal of Science*, 3(2): 115-128, DOI: 10.23884/mejs.2017.3.2.06.
- Başbağ M, Kavak B, Fırat M, Çağan E, Sayar MS (2018). Türkiye florasında yer alan endemik *Astragalus* taksonları. International Congress on Agriculture on Animal Sciences, November, Alanya, Turkey.
- BGCI (2017). PlantSearch. Botanic Gardens Conservation International, London. Published on the internet. [https://www.bgci.org/plant\\_search.php](https://www.bgci.org/plant_search.php). Downloaded on 16 May 2020.
- Britannica (2021). Classification of Fabaceae. Published on the internet. <https://www.britannica.com/plant/Fabales/Classification-of-Fabaceae>. Downloaded on 29 March 2021.
- Bressani R, Elias LG (1979). The world protein and nutrition situation. In: Seed Proteins Improvement in Cereals and Grain Legumes (1th ed. pp. 3-23). International Atomic Energy Agency, Vienna.
- Cenkci S, Kargioğlu M, Dayan S, Konuk M (2007). Endangered status and propagation of an endemic plant species, *Thermopsis turcica* (Fabaceae). *Asian Journal of Plant Sciences* 6(2): 288-293. DOI: 10.3923/ajps.2007.288.293.
- Davis PH (eds) (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. University Press, Edinburgh.
- Davis PH, Plitmann U (1970). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press.
- Dın SU, Alam M, Ahmad H, Ali H, Ullah H (2016). Conservation status of threatened endemic flora of Western Himalayas. *Biological Diversity and Conservation* 9(3):91-99.

- Ekim T, Koyuncu M, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adigüzel N (2000). Red Data Book of Turkish Plants (Pteridophyta and Spermatophyta) (in Turkish). Turkish Association for the Conservation of Nature and Van Centennial University, Ankara.
- Ekim T, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adigüzel N (2014a). *Vicia erzurumica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T200597A2672210.en>. Downloaded on 15 July 2020.
- Ekim T, Vural M, Duman H, Aytaç Z, Adigüzel N (2014b). *Lotus armeniacus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20141.RLTS.T200280A2646740.en>. Downloaded on 20 July 2020.
- Erçetin T (2007). Tetraploid *Trifolium pratense* L. (Çayır üçgülü) kalluslarında bazı izoflavonların (fitoöstrojen) analizi. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi. Ankara.
- EURISCO Catalogue (2013). Published on the internet. <http://eurisco.ecpgr.org>. Downloaded on 22 July 2020.
- FAO (2009). International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA) [Online]. Rome: Food and Agriculture Organisation. Published on the internet. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0510e/i0510e.pdf>. Downloaded on 12 May 2020.
- GBIF (2013). Global Biodiversity Information Facility (GBIF) data portal. Collection of online herbarium specimens. Published on the internet. <http://data.gbif.org>. Downloaded on 30 July 2020.
- Genç H, Şahin A (2011). A new species of *Lathyrus* L. (Fabaceae) from Turkey. *Journal of Systematics and Evolution*, 505-508. DOI: 10.1111/j.1759-6831.2011.00159\_1.x.
- Gezenadam (2021). Fabaceae. Published on the internet. <https://www.gezenadam.com>. Downloaded on 29 March 2021.
- Gözen BG (2012). Seksiyonlar: Ervum ve Cracca Taksonları Üzerinde Karpolojik ve Mikromorfolojik Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Heywood VH, Brummitt RK, Culham A, Seberg O (2007). Flowering Plant Families of The World, Royal Botanic Gardens (RGB), Kew.
- ILDIS (2010). International Legume Database & Information Service. University of Reading, UK. Published on the internet. <http://www.ildis.org/LegumeWeb>. Downloaded on 25 July 2020.
- IUCN (2014). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. Published on the internet. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Downloaded on 10 May 2020.
- IUCN (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. Published on the internet. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Downloaded on 28 March 2020.
- IUCN (2020). RedList. Published on the internet. <https://www.iucnredlist.org/>. Downloaded on 11 May 2020.
- Iberite M, Abbate G, Iamónico D (2017). *Vicia incisa* (Fabaceae): Taxonomical and chorological notes. *Annali di Botanica*, 7: 57-65.
- Kadioğlu B, Kadioğlu S, Turan Y (2008). Gevenlerin (*Astragalus* sp.) farklı kullanım alanları ve önemi. *Alinteri*, 14(B): 1307-3311.
- Kahraman A, Cildir H, Dogan M, Buyukkartal HN (2017). Multivariate analysis of some species of the genus *Lathyrus* L. (Papilionoideae, Fabaceae) based on anatomical, micromorphological and macromorphological data. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 65-84.
- Kenicer GJ, Kajita T, Pennington RT, Murata J (2005). Systematics and biogeography of *Lathyrus* (Leguminosae) based on internal transcribed spacer and cpDNA sequence data. *American Journal of Botany*, 92: 1199–1209. DOI: 10.3732/ajb.92.7.1199.
- Küçüker O (2011) Bitki Morfolojisi (Kapalı Tohumlu Bitkiler) Ders Notları, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, İstanbul.
- Maassoumi AA (1998). *Astragalus* in the Old World, check list.
- Maxted N, Goyder DJ (1988). A new species of *Lathyrus* sect. *Lathyrus* (Leguminosae Papilionoideae) from Turkey. *Kew Bulletin*, 43(4): 711-714. DOI:10.2307/4129970.
- Maxted N (1995). An ecogeographical study of *Vicia* subgenus *Vicia* systematic and ecogeographic studies. Crop Genepools 8. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Maxted N, Ford-Lloyd BV, Jury S, Kell S, Scholten M (2006). Towards a definition of a crop wild relative. *Biodiversity and Conservation*, 15: 2673-2685.
- Maxted N, Kell S, Ford-Lloyd B, Dulloo E, Toledo Á (2012). Toward the systematic conservation of global crop wild relative diversity. *Crop Science*, 52: 1-12. DOI:10.2135/cropsci2011.08.0415.
- Özhatay N, Byfield A, Atay S (2005). Türkiye’nin 122 Önemli Bitki Alanı. WWF Türkiye, İstanbul.
- Petrova A, Vladimirov V (eds) (2009). Red list of Bulgarian vascular plants. *Phytologia Balcanica* 15(1): 63-94.
- Phaselis Araştırmaları (2013). Phaselis’te Yetişen Bir Bitki: “*Lathyrus phaselitanus*”. Published on the internet. <http://www.phaselis.org/news/phaseliste-yetisen-bir-bitki-lathyrus-phaselitanus>. Downloaded on 25 October 2020.
- Polhill R M, Raven PH (1981). Advances in Legume Systematics. Royal Botanic Gardens (RGB), Kew.
- Poulter R, Harvey L, Burritt DJ (2003). Qualitative resistance to powdery mildew in hybrid sweet peas. *Euphytica*, 133(3): 349-358. DOI:10.1023/A:1025734428660.
- Ramsay GR, Pickersgill B (1986). Interspecific hybridisation between *Vicia faba* and other species of *Vicia*: approaches delaying embryo abortion. *Biologisches Zentralblatt*, 105: 171-179.
- Rowe J, Maxted N (2019). *Lathyrus belinensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T176094A120103864.en>. Downloaded on 20 September 2020.
- Rowe J, Shehadeh A, Maxted N (2019a). *Lathyrus cyaneus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20192.RLTS.T120073522A122201906.en>. Downloaded on 25 September 2020.
- Rowe J, Shehadeh A, Maxted N (2019b). *Lathyrus libani*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20192.RLTS.T120074505A122201951.en>. Downloaded on 27 September 2020.
- Rowe J, Shehadeh A, Maxted N (2019c). *Lathyrus satdaghiensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20192.RLTS.T120075286A122202001.en>. Downloaded on 20 November 2020.
- Rowe J, Shehadeh A, Maxted N (2019d). *Lathyrus tauricola*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20192.RLTS.T120075579A122202021.en>. Downloaded on 22 November 2020.
- Rowe J, Shehadeh A, Maxted N (2019e). *Lathyrus undulatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. Published on the internet.

- <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T176595A19405199.en>. Downloaded on 15 October 2020.
- Rowe J, Shehadeh A, Maxted N (2019f). *Lathyrus variabilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. Published on the internet. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20192.RLTS.T120075639A122202036.en>. Downloaded on 20 October 2020.
- Royal Botanic Gardens (RBG), Kew (2017). State of the World’s Plants Royal Botanic Garden. Published on the internet. <https://stateoftheworldsplants.org/>. Downloaded on 10 October 2020.
- Sarker A, Moneim AAE, Maxted N. (2001). Grasspea and Chicklings (*Lathyrus* L.). In: Maxted N, Bennett SJ (eds). Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean. Kluwer Academic Publishers, pp. 159–180.
- Sayar MS, Han Y, Başbağ M, Gül İ, Polat T (2015). Rangeland improvement and management studies in Southeastern Anatolia region of Turkey. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(1): 9-18.
- Shehadeh AA (2011). Ecogeographic, genetic and taxonomic studies of the genus *Lathyrus* L. School of Biosciences, University of Birmingham.
- Stevenson PC, Haware MP (1999). Maackiain in *Cicer bijugum* Rech. f. associated with resistance to Botrytis grey mould. *Biochemical Systematics and Ecology*, 27(8): 761–767. DOI:10.1016/S0305-1978(99)00023-X.
- Tan A, Duman H, Niksarlı İF, İnal A, Karagöz A (2003). Ecosystem Conservation and Management For Threatened Species Projects: Description of Target Species and Their Habitats. TACN (Turkish Association for the Conservation of Nature). Ankara.
- TÜBİVES (2020a). *Lathyrus libani*. Published on the internet. [http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=3042](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=3042). Downloaded on 13 September 2020.
- TÜBİVES (2020b). *Vicia esdraelonensis*. Published on the internet. [http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=2999](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=2999). Downloaded on 10 October 2020.
- TUBİVES (2020c). Published on the internet. <http://www.tubives.com/index.php>. Downloaded on 5 October 2020.
- TÜBİVES (2020d). *Thermopsis turcica*. Published on the internet. [http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=2400](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=2400). Downloaded on 1 October 2020.
- United States Department of Agriculture (USDA)-Agricultural Resource Service (ARS)-National Genetic Resources Program (NGRP) (2018). Germplasm Resources Information Network – (GRIN) [Online Database]. Published on the internet. [www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/tax\\_search.pl](http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/tax_search.pl). Downloaded on 9 September 2020.
- van der Maesen LJG (1972). *Cicer* L.: A Monograph of the Genus, with Special Reference to the Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Its Ecology and Cultivation. Wageningen.
- Vincent H, Wiersema J, Dobbie S, Kell SP, Fielder H, Castañeda Alvarez NP, Guarino L, Eastwood R, León B, Maxted N (2013). A prioritised crop wild relative inventory as a first step to help underpin global food security. *Biological Conservation*, 167:265–275
- Wikipedia (2021). Bakla. Published on the internet. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Bakla>. Downloaded on 29 March 2021.