

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma  
*Biological Diversity and Conservation*

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma Üzerine Yayın Yapan Hakemli Uluslararası Bir Dergidir  
*International Journal on Biological Diversity and Conservation*

**Contents / İçindekiler, 1/2, 2008**

- Pollen morphology of the genus *Verbascum* L. (Group A) in Turkey  
Sevil PEHLİVAN, Birol BASER, Faik A. KARAVELİOĞULLARI  
1
- A Study on Flora of Hacıkadın Valley (Ankara/Turkey)  
Emine Burcu YEŞİLYURT, Latif KURT, Galip AKAYDIN  
25
- The study of salt tolerance of Iranian barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in seedling growth stages  
Farhad TAGHIPOUR, Mohammad SALEHİ  
53
- Assessment to the relationships between vegetation and site properties accordance with similarity values between quadrat pairs  
Kürşad ÖZKAN  
59
- Pollen morphology of the genus *Silene* (*Sileneae-Caryophyllaceae*) from Pakistan  
Sumaira SAHREEN, Mir Ajab KHAN, Akbar Ali MEO, Asma JABEEN  
74
- A new localization for *Teucrium paederotoides* Boiss. et. Hausskn. (*Lamiaceae*)  
Ergün ÖZUSLU, Mehtap ÖZTEKİN  
86
- Effects of different salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations on the germination of some Hesperis species seeds  
Ersin YÜCEL, Ahmet DURAN, Cengiz TÜRE, Harun BÖCÜK, Burcu ÖZAYDIN  
91
- Chemical compounds of volatile oil obtained from fruit of Crimean Juniper (*Juniperus excelsa*) and leaves of Turkish plateau oregano (*Origanum minutiflorum*) and allelopathic effects on germination of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*)  
Serkan GÜLSOY, Kürşad ÖZKAN, Ahmet MERT, Yunus ESER  
105
- Pyrite oxidation by using *Thiobacillus ferrooxidans* and *Thiobacillus thiooxidans* in pure and mixed cultures  
Hassan SALARI, Hossein MOZAFARI, Masoud TORKZADEH, Mohammad MOGHADDER  
115
- The Effects of the lead (PbCl<sub>2</sub>) on mitotic cell division of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*)  
Ersin YÜCEL, Ayşe HATİPOĞLU, Emel BÖZEN, Sükrü Teoman GÜNER  
124



ISSN 1308-5301 Print  
ISSN 1308-8084 Online

Cilt / Volume 1 Sayı / Number 2 2008

# Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma *Biological Diversity and Conservation*

CİLT / VOLUME 1 SAYI / NUMBER 2 2008

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma Üzerine Yayın Yapan Uluslararası Bir Dergidir  
*International Journal on Biological Diversity and Conservation*



Biological Diversity and Conservation / Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma

ISSN 1308-5301 Print  
ISSN 1308-8084 Online

## **BIODICON**

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma  
*Biological Diversity and Conservation*

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma Üzerine Yayın Yapan Hakemli Uluslararası Bir Dergidir  
*International Journal on Biological Diversity and Conservation*

Cilt / *Volume* 1 Sayı / *Number* 2 2008

Editör / *Editor-in-Chief*: Ersin YÜCEL

ISSN 1308-5301 Print  
ISSN 1308-8084 Online

### **Açıklama**

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma/*Biological Diversity and Conservation*, biyolojik çeşitlilik, koruma, biyoteknoloji, çevre düzenleme, tehlike altındaki türler, tehlike altındaki habitatlar, sistematik, vejetasyon, ekoloji, biyocoğrafya, genetik, bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar arasındaki ilişkileri konu alan orijinal makaleleri yayımlar. Tanımlayıcı ve sonuçları net olarak belirlenmiş deneysel çalışmalar kabul edilir. Türkçe veya İngilizce yazılmış makaleler kabul edilir.

### **Description**

*Biological Diversity and Conservation / Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma publishes originale articles on biological diversity, conservation, biotechnology, environmental management, threatened of species, threatened of habitats, systematics, vegetation science, the ecology, biogeography, genetics and interactions between plants and animals or microorganisms. Descriptive and experimental studies which are provided that clear research questions are addressed both acceptable. Manuscripts in English or in Turkish languages are welcome.*

Dergiyi tarayan veri tabanları / *Abstracted-Indexed in*: News-of-Science

**Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma**  
**Biological Diversity and Conservation**

ISSN 1308-5301 Print  
ISSN 1308-8084 Online

© Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma 2008 / *Biological Diversity and Conservation* 2008

**Sahibi / Publisher** : Prof.Dr. Ersin YÜCEL

Dergi yılda iki kez yayınlanır / *This journal is issued in semi-annual volumes*

Bu dergide yayınlanan makalelerin her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir / *All sorts of responsibilities of the articles published in this journal are belonging to the authors*

**Editör / Editor-In-Chief** : Prof.Dr. Ersin YÜCEL

**Yayın Kurulu / Editorial Board**

Ahmet Aksoy, Kayseri (Turkey)  
Abdul Jaleel, Al-Ain (United Arab Emirates)  
Ali Demirsoy, Ankara (Turkey)  
Ali Dönmez, Ankara (Turkey)  
Anne Bülow-Olsen, Virum (Denmark)  
Atilla Ocak, Eskişehir (Turkey)  
Cemil Ata, İstanbul (Turkey)  
Esra Piren, Eskişehir (Turkey)  
Kani Işık, Antalya (Turkey)  
Iqrar Ahmad Khan, Faisalabad (Pakistan)  
Ivan Genov, Burgas (Bulgaria)  
Lyutsiya Aubakirova, Astana (Kazakhstan)  
M.N.V. Prasad, Hyderabad (India)  
Münir Öztürk, İzmir (Turkey)  
Metin Sarıbaş, Bartın (Turkey)  
Shyam Singh Yadav, Lae (Papua New Guinea)  
Yunus Doğan, İzmir (Turkey)

**Hakemler / Reviewers**

Ahmet Duran , Konya (Turkey)  
Ali Çelik, Denizli (Turkey)  
Cahit Doğan, Ankara (Turkey)  
Emel Sözen, Eskişehir (Turkey)  
Ender Makineci, İstanbul (Turkey)  
Engin Kınacı, Eskişehir (Turkey)  
Faik Ahmet Karavelioğlu, Ankara (Turkey)  
Fatih Mehmet Şimşek, Aydın (Turkey)  
Gökalp İşcan, Eskişehir (Turkey)  
Güler Çolak, Eskişehir (Turkey)  
Haider Abbas, Karachi (Pakistan)  
Hulusi Malyer, Bursa (Turkey)  
Hülya Ölçer, Kütahya (Turkey)  
İsmail Kocaçalışkan, Kütahya (Turkey)  
Latif Kurt, Ankara (Turkey)  
Muhammad Yasin Ashraf, Faisalabad (Pakistan)  
Muhittin Arslanyolu, Eskişehir (Turkey)  
Recep Sulhi Özkütük, Eskişehir (Turkey)  
Sevil Pehlivan, Ankara (Turkey)  
Sezgin Çelik, Kırıkkale (Turkey)  
Y. Bülent Köse, Eskişehir (Turkey)  
Yeşim Kara, Denizli (Turkey)

Makale yazım kuralları ve dergi ile ilgili diğer ayrıntılar için "[www.biodicon.com](http://www.biodicon.com)" adresini ziyaret ediniz / *Please visit*  
*"www.biodicon.com" for instructions about articles and all of the details about journal*

Kapak Tasarımı; Beykan KIRIKKOL

**Yazışma Adresi / Correspondance Adres**

Prof. Dr. Ersin YÜCEL, P.K. 86, PTT Merkez, 26010 Eskişehir / Türkiye  
E-posta : [biodicon@gmail.com](mailto:biodicon@gmail.com)  
[www.biodicon.com](http://www.biodicon.com)



BIODICON

www.biodicon.com

ISSN 1308-5301 Print ; ISSN 1308-8084 Online

*Biological Diversity and Conservation*

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma

1 / 2 (2008) 1-24

## **Pollen morphology of the genus *Verbascum* L. (Group A) in Turkey**

Sevil PEHLİVAN<sup>1</sup>, Birol BASER<sup>\*1</sup>, Faik A. KARAVELİOĞULLARI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gazi University Science and Art Faculty Department of Biology Teknikokullar, 06500 Ankara, Turkey

### **Abstract**

Pollen morphology of 30 taxa belonging to *Verbascum* L. of the family Scrophulariaceae from Turkey has been investigated using light microscope and scanning microscope. It is an euryalynous family Erdtman (1952). Pollen grains usually radially symmetrical, isopolar, oblate-spheroidal to spheroidal, tricolpate. Tectum reticulate and coarsely reticulate.

**Keywords:** *Verbascum*, Pollen, Turkey

----- \* -----

### **Özet**

Scrophulariaceae familyasından Türkiye’de yayılış gösteren *Verbascum* L. cinsine ait 30 taksonun polen morfolojisi, ışık ve elektron mikroskobu kullanılarak çalışılmıştır. Scrophulariaceae euryalynous bir familyadır Erdtman (1952). Polen taneleri genellikle radyal simetrik, isopolar, oblate-spheroidal’den spheroidal, tricolpate’a kadar. Tectum reticulate ve kabaca reticulate.

**Anahtar Kelimeler:** *Verbascum*, Polen, Türkiye

### **1. Introduction**

This family is represented by 280 genera and about 3000 species in the world and 30 genera and 466 species in Turkey (Watson & Dallwitz, 1991; Huber-Morath, 1978). *Verbascum* is represented by 360 taxa in the world and 241 taxa in Turkey (Huber--Morath 1978, Davis *et al.* 1988, Vural & Aydoğdu 1993, Karavelioğullari *et al.* 2004, 2006,

\* *Corresponding author* / Haberleşmeden sorumlu yazar: baser@gazi.edu.tr

2008, Sutory 2001, 2004 Özhatay 2006, Kaynak *et al.* 2006, Parolly, G. & Tan, K. 2007, 2008). *Verbascum* group A, is could be separated with having 4 stamens from the others groups. This group members are represented by 45 taxa in Turkey and others neighbouring countries (Ferguson, 1972; Fedchenko, 1955; Huber-Morath, 1981; Feinbrun-Dothan, 1978a, 1978b; Meikle, 1985; Täckholm, 1974).

Pollen morphology of the family Scrophulariaceae has been examined by a number of workers such a Erdtman (1952), Moore & Webb (1978). Inceoglu (1982), Vargehese (1986). Argue (1986) Karim & EL-Oqlah (1989). Minki & Eshbaugh (1989). Karavelioğulları *et al.*, (2005)

## 2. Materials and methods

Material used for study was collected from 30 wild populations in Turkey which belong to 30 taxa in 28 species. Collectors and localities are shown in the Appendix. The list of voucher specimens of the plants are deposited in the herbarium of GAZI. The pollen grains were prepared for light (LM) by the standard methods described by Erdtman (1952). For light microscopy, the pollen grains were mounted in unstained glycerine jelly and observations were made with a Prior microscope under (125, 0.65) and oil immersion (E100, 1.25), using 10x eye piece. For scanning electron microscopy investigations, the polen grains were put on stubs, stutted-coated with gold plate. The S.E.M examination was carried out on a Jeol microscope JSM-6060. The measurements were based on 30 readings from each specimen. Polar axis, equatorial diameter, P/E ratio, exine, colpi long axis, colpi short axis, apocolpium and Amb diameter were also measured. The terminology used is in accordance with Erdtman (1952), Kremp (1965), Faegri & Iversen (1964), Walker & Doyle (1976) and Willis (1973).

## 3. Results

### 3.1. General pollen characters of the genus *Verbascum* (Group A)

*Verbascum natolicum* (Fisch. & C.A.Mey.) Hub.-Mor. Figure. 1. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (22.56–) 23.44±0.90 (– 26.04) µm, and equatorial diameter E (18.22–) 20.35±1.57 (–22.56) µm, P/E ratio: 1.15. Colpi (16.49–) 19.82±2.05 (–23.43) µm long. Amb diameter (21.70–) 23.14±1.27 (–26.04) µm. Apocolpium (1.73–) 2.79±0.65 (–4.34) µm. Exine (0.86–) 1.01±0.17 (–1.73) µm thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum spodiotropicum* (Hub.-Mor) Hub.-Mor. Figure. 2. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (14.75–) 16.23±0.83 (–17.36) µm, and equatorial diameter E (12.15–) 14.20±1.17 (–15.62) µm, P/E ratio: 1.14. Colpi (11.45–) 13.37±1.17 (14.75) µm long. Amb diameter (13.88–) 14.52±0.60 (–15.62) µm. Apocolpium (1.73–) 2.09±0.38 (–2.60) µm. Exine (0.86–) 0.94±0.11 (–1.08) µm thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum orientale* (L.) All. Figure. 3. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (27.77–)  $29.97 \pm 1.56$  (–33.85)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (24.30–)  $27.28 \pm 1.81$  (–32.94)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.10. Colpi (19.96–)  $25.43 \pm 2.22$  (–29.51)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (25.17–)  $27.11 \pm 1.42$  (–29.51)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (3.47–)  $5.09 \pm 0.73$  (–6.07)  $\mu\text{m}$ . Exine (1.30–)  $1.47 \pm 0.21$  (–1.73)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum brachysepalum* (Fisch. & Trautv.) O. Kuntze Figure. 4. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (24.30–)  $25.87 \pm 1.30$  (–28.64)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (21.70–)  $23.63 \pm 1.09$  (–25.17)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.09. Colpi (19.96–)  $22.48 \pm 1.71$  (–26.04)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (23.43–)  $25.84 \pm 1.56$  (–28.64)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $3.64 \pm 0.70$  (–4.34)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.86–)  $0.97 \pm 0.11$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum cilicium* (Boiss. & Heldr.) O. Kuntze Figure. 5. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.96–)  $22.54 \pm 1.13$  (–24.30)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (18.2–)  $20.39 \pm 1.14$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.11. Colpi (15.62–)  $17.70 \pm 1.55$  (–19.96)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (18.22–)  $19.75 \pm 0.96$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.47 \pm 0.30$  (–2.60)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.86–)  $0.94 \pm 0.10$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum flabellifolium* (Hub.-Mor.) Hub.-Mor. Figure. 6. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (20.83–)  $22.85 \pm 1.35$  (–25.17)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (17.36–)  $20.19 \pm 1.04$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.11. Colpi (16.49–)  $19.76 \pm 1.47$  (–22.56)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (19.96–)  $21.35 \pm 0.34$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.34 \pm 0.38$  (–2.60)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.90 \pm 0.14$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum trapifolium* (Stapf.) Hub.-Mor. Figure. 7. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (18.22–)  $22.74 \pm 0.73$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (16.49–)  $20.54 \pm 1.05$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.11. Colpi (15.62–)  $19.44 \pm 1.12$  (–21.70)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (17.4–)  $21.01 \pm 1.06$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $3.73 \pm 0.70$  (–3.90)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.86–)  $0.96 \pm 0.11$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum pyroliforme* (Boiss. & Heldr.) O. Kuntze Figure. 8. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (21.70–)  $23.89 \pm 1.52$  (–26.04)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (18.22–)  $20.62 \pm 1.13$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.16. Colpi (16.49–)  $20.16 \pm 1.47$  (–23.43)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (18.2–)  $21.78 \pm 1.37$  (–23.4)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $1.97 \pm 0.36$  (–2.60)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.81 \pm 0.08$  (–0.86)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum dudleyanum* (Hub.-Mor.) Hub.-Mor. Figure. 9. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (15.6–)  $21.57 \pm 1.30$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E(13.88–)  $20.19 \pm 0.99$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.03. Colpi (12.15–)  $18.14 \pm 1.39$  (–19.96)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (16.49–)  $20.63 \pm 0.75$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.80 \pm 0.22$  (–3.47)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.86 \pm 0.22$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum coronopifolium* (Boiss. & Balansae) O. Kuntze Figure. 10.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.96–)  $24.38 \pm 2.14$  (–26.04)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (17.36–)  $19.21 \pm 1.04$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.27. Colpi (15.62–)  $17.13 \pm 0.85$  (–18.22)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (17.36–)  $19.73 \pm 1.14$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $3.98 \pm 0.60$  (–4.34)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.80 \pm 0.09$  (–0.86)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum serratifolium* (Hub.-Mor.) Hub.-Mor. Figure. 11.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.96–)  $22.07 \pm 1.08$  (–23.40)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E(18.22–)  $20.50 \pm 1.50$  (22.56)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.08. Colpi (16.49–)  $18.19 \pm 1.10$  (19.96)  $\mu\text{m}$  long.. Apocolpium (2.60–)  $3.80 \pm 0.68$  (–5.20)  $\mu\text{m}$ . Amb diameter(16.49–)  $20.02 \pm 1.08$ (–22.56)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.86–)  $0.93 \pm 0.10$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum basivelatum* Hub.-Mor. Figure. 12.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (17.36–)  $19.21 \pm 1.32$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E(15.6–)  $17.73 \pm 1.20$  (–19.09)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.08. Colpi (13.88–)  $15.79 \pm 1.22$  (–18.22)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (16.49–)  $18.93 \pm 1.04$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $2.80 \pm 0.33$  (–3.47)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.86–)  $0.86 \pm 0.24$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum bourgeauanum* Hub.-Mor. Figure. 13.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.09–)  $21.87 \pm 1.30$  (–24.30)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (18.22–)  $20.19 \pm 0.99$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.08. Colpi (16.49–)  $18.14 \pm 1.39$  (–21.70)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (19.96–)  $20.63 \pm 0.75$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $2.80 \pm 0.22$  (–3.03)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.86 \pm 0.22$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum serpenticola* Hub.-Mor. Figure. 14.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (21.70–)  $21.13 \pm 1.14$  (–26.04)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (19.96–)  $21.32 \pm 0.81$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 0.99. Colpi (16.49–)  $18.33 \pm 1.03$  (–20.83)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (21.70–)  $22.91 \pm 0.83$  (–24.30)  $\mu\text{m}$ .

Apocolpium (2.60–)  $2.78 \pm 0.29$  (–3.47)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.86 \pm 0.22$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum sorgerae* (Hub.-Mor.) Hub.-Mor. Figure. 15.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.96–)  $21.67 \pm 0.92$  (–23.43)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (17.36–)  $19.53 \pm 1.16$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.11. Colpi (16.49–)  $18.14 \pm 1.01$  (–19.96)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (18.22–)  $19.84 \pm 1.27$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.14 \pm 0.40$  (–2.60)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.89 \pm 0.15$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum nudicaule* (Wydler) Takht. Figure. 16.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.96–)  $20.97 \pm 0.69$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (18.22–)  $19.18 \pm 0.66$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.09. Colpi (16.49–)  $17.53 \pm 0.95$  (–19.09)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (17.36–)  $19.78 \pm 1.13$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $3.14 \pm 0.26$  (–3.47)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.81 \pm 0.10$  (–0.86)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum suworowianum* (K.Koch) O. Kuntze. var. *suworowianum* Figure. 17.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (18.22–)  $20.69 \pm 0.10$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (19.09–)  $20.86 \pm 1.24$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 0.99. Colpi (14.75–)  $18.17 \pm 1.72$  (–20.83)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (17.36–)  $19.73 \pm 1.42$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.69 \pm 0.67$  (–4.34)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.91 \pm 0.14$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum suworowianum* (K.Koch) O. Kuntze. var. *papillosum* (Murb.) Hub.-Mor. Figure. 18. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.96–)  $21.35 \pm 0.90$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (18.22–)  $19.29 \pm 0.78$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.11. Colpi (15.62–)  $17.16 \pm 0.71$  (–18.22)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (17.36–)  $19.06 \pm 0.93$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $2.67 \pm 0.16$  (–3.03)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.86 \pm 0.22$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum luciliae* (Boiss.) O. Kuntze Figure. 19. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (17.36–)  $18.89 \pm 1.36$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (16.49–)  $17.55 \pm 0.71$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.08. Colpi (13.88–)  $15.68 \pm 1.54$  (–18.22)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (17.36–)  $17.87 \pm 0.81$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $1.99 \pm 0.36$  (–2.60)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.43–)  $0.65 \pm 0.19$  (–0.86)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.



*Verbascum rupicola* (Hayek & Siehe) Hub.-Mor. Figure. 20. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.09–)  $20.37 \pm 1.01$  (–23.43)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E(14.75–)  $16.35 \pm 0.76$  (–17.36)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.25. Colpi (15.62–)  $20.08 \pm 0.80$  (–22.56)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (13.88–)  $16.40 \pm 1.67$  (–19.09)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.30 \pm 0.50$  (–3.03)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.86–)  $1.05 \pm 0.14$  (–1.30)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum agrimoniifolium* (K.Koch) Hub.-Mor. subsp. *agrimoniifolium* Figure. 21. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (17.36–)  $18.74 \pm 0.98$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (15.62–)  $17.36 \pm 0.68$  (–18.22)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.08.. Colpi (14.75–)  $15.74 \pm 0.93$  (–17.36)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (14.75–)  $17.07 \pm 1.08$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.92 \pm 0.78$  (–3.47)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.86 \pm 0.22$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum levanticum* I.K. Ferguson Figure. 22.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.96–)  $21.60 \pm 1.14$  (–23.43)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (16.49–)  $18.45 \pm 1.18$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.17. Colpi (14.75–)  $18.55 \pm 0.83$  (–20.83)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (17.36–)  $18.25 \pm 0.83$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $1.97 \pm 0.33$  (–2.60)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.86 \pm 0.22$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum bugulifolium* Lam. Figure. 23. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (16.49–)  $18.60 \pm 1.02$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E(16.5–)  $16.66 \pm 0.70$  (–18.22)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.12. Colpi (13.88–)  $15.59 \pm 1.06$  (–17.36)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (16.49–)  $17.82 \pm 0.81$  (–19.09)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $3.48 \pm 0.60$  (–5.20)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.83 \pm 0.07$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum ponticum* (Boiss.) O. Kuntze Figure. 24.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (17.36–)  $18.57 \pm 0.98$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (14.75–)  $16.46 \pm 0.83$  (–17.36)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.13. Colpi (13.88–)  $15.06 \pm 0.92$  (–16.49)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (15.62–)  $16.61 \pm 1.34$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.22 \pm 0.48$  (–3.03)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.79 \pm 0.10$  (–0.86)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum bornmuellerianum* Hub.-Mor. Figure. 25.A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (17.36–)  $19.53 \pm 0.99$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (16.49–)  $18.19 \pm 0.87$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.07. Colpi (13.88–)  $16.43 \pm 1.07$  (–18.22)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (16.49–)  $18.34 \pm 1.16$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.42 \pm 0.49$  (–3.03)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.88 \pm 0.10$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum oreophilum* K.Koch. var. *oreophilum* Figure. 26. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.09–)  $20.71 \pm 1.11$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (17.36–)  $18.92 \pm 1.19$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.09. Colpi (15.62–)  $17.36 \pm 0.75$  (–18.22)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (19.96–)  $21.52 \pm 1.10$  (–23.43)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.54 \pm 0.40$  (–3.03)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.86–)  $0.96 \pm 0.11$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum oreophilum* K.Koch. var. *joannis* (Bordz.) Hub.-Mor. Figure. 27. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.96–)  $21.49 \pm 0.90$  (–23.43)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (15.62–)  $17.16 \pm 0.54$  (–18.22)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.25. Colpi (17.36–)  $19.17 \pm 0.97$  (–20.83)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (16.49–)  $17.70 \pm 0.12$  (–19.09)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $3.41 \pm 0.01$  (–4.34)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.79 \pm 0.09$  (–0.86)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum gaillardotii* Boiss. Figure. 28. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (15.62–)  $18.92 \pm 1.43$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (14.75–)  $17.82 \pm 1.11$  (–19.09)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.06. Colpi (13.02–)  $15.01 \pm 1.04$  (–17.36)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (16.49–)  $18.19 \pm 1.01$  (–20.83)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $3.18 \pm 0.50$  (–4.34)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.86–)  $1.19 \pm 0.17$  (–1.73)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is coarsely reticulate.

*Verbascum freynii* (Sint.) Murb. Figure. 29. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (19.09–)  $21.52 \pm 0.92$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (18.22–)  $20.86 \pm 1.52$  (–21.70)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.03. Colpi (16.49–)  $17.79 \pm 0.87$  (–19.96)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (19.96–)  $21.15 \pm 0.98$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (2.60–)  $3.41 \pm 0.34$  (–5.20)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.86–)  $1.01 \pm 0.10$  (–1.08)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

*Verbascum transcaasicum* Wulf. Figure. 30. A, B, Table 1.

Measurements: Polar axis P (17.36–)  $20.36 \pm 1.80$  (–22.56)  $\mu\text{m}$ , and equatorial diameter E (13.88–)  $17.78 \pm 1.77$  (–19.96)  $\mu\text{m}$ , P/E ratio: 1.15. Colpi (15.62–)  $16.95 \pm 0.74$  (–18.22)  $\mu\text{m}$  long. Amb diameter (17.36–)  $18.13 \pm 0.69$  (–19.09)  $\mu\text{m}$ . Apocolpium (1.73–)  $2.31 \pm 0.41$  (–3.03)  $\mu\text{m}$ . Exine (0.65–)  $0.74 \pm 0.11$  (–0.86)  $\mu\text{m}$  thick, ornamentation is reticulate.

## 3.2. Key to the species

- 1- Pollen shape oblate .....*V. suworowianum* var. *suworowianum*
- 1- Pollen shape prolate, subprolate
- 2- Pollen shape subprolate
- 3-Exine diameter 0.79 to 0.86µm
- 4- Polar axis 21µm
- 5- Colpi short axis 2µm.....*V.oreophilum* var. *joannis*
- 5- Colpi short axis 4µm.....*V. levanticum*
- 4- Polar axis 23 to 24µm
- 6- Colpi long axis 17µm.....*V. coronopifolium*
- 6- Colpi long axis 20µm.....*V. pyroliforme*
- 3- Exine diameter 1µm
- 7- Amb diameter 16µm.....*V. rupicola*
- 7- Amb diameter 23µm.....*V. natolicum*
- 2- Pollen shape prolate
- 8- Polar axis 16 to 19µm
- 9- Equatorial diameter 14µm.....*V. spodiotropicum*
- 9- Equatorial diameter 16 to 20 µm
- 10- Colpi short axis 2 µm.....*V. ponticum*
- 10- Colpi short axis 3 to 4.5 µm
- 11- Exine diameter 1 µm.....*V. gaillardotii*
- 11- Exine diameter 0.6 to 0.9 µm
- 12- Amb diameter 17 µm
- 13- Apocolpium 1 to 2 µm
- 14- Colpi short axis 3.66 µm.....*V. luciliae*
- 14- Colpi short axis 3.85 µm
- .....*V. agrimoniifolium* ssp. *agrimoniifolium*
- 13- Apocolpium 3 µm.....*V. bugilifolium*
- 12- Amb diameter 18 µm
- 15- Colpi short axis 3 µm.....*V. basivelatum*
- 15- Colpi short axis 4 µm.....*V. bornmuellerianum*
- 8- Polar axis 20 to 29µm
- 16- Amb diameter 18 to 20 µm
- 17- Colpi short axis 2 to 3 µm
- 18- Colpi long axis 16 µm.....*V. transcausicum*
- 18- Colpi long axis 18 µm.....*V. borgeauanum* and *V. dudleyanum*
- 17- Colpi short axis 4 to 5 µm
- 19- Colpi long axis 17 µm
- 20- Apocolpium 3 µm.....*V. nudicaule*
- 20- Apocolpium 2 µm
- 21- Polar axis 21 µm.....*V. suworowianum* var. *papillosun*
- 21- Polar axis 22 µm.....*V. cilicicum*
- 19- Colpi long axis 18 µm.....*V. sorgerae*
- 16- Amb diameter 21 to 27 µm
- 22- Polar axis 21 µm
- 23- Colpi long axis 17 µm
- 24- Apocolpium 2 µm.....*V. oreophilum* var. *oreophilum*
- 24- Apocolpium 3 µm.....*V. freynii*
- 23- Colpi long axis 18 to 19 µm
- 25- Apocolpium 2 µm
- 26- Exine diameter 0.86 µm.....*V. serpenticola*
- 26- Exine diameter 1 µm.....*V. flabellifolium*
- 25- Apocolpium 3 µm
- 27- Colpi long axis 18 µm.....*V. serratifolium*
- 27- Colpi long axis 19 µm.....*V. trapifolium*
- 22- Polar axis 25 to 29µm
- 28- Exine diameter 0.97 µm.....*V. brachycephalum*
- 28- Exine diameter 1.47 µm.....*V. orientale*

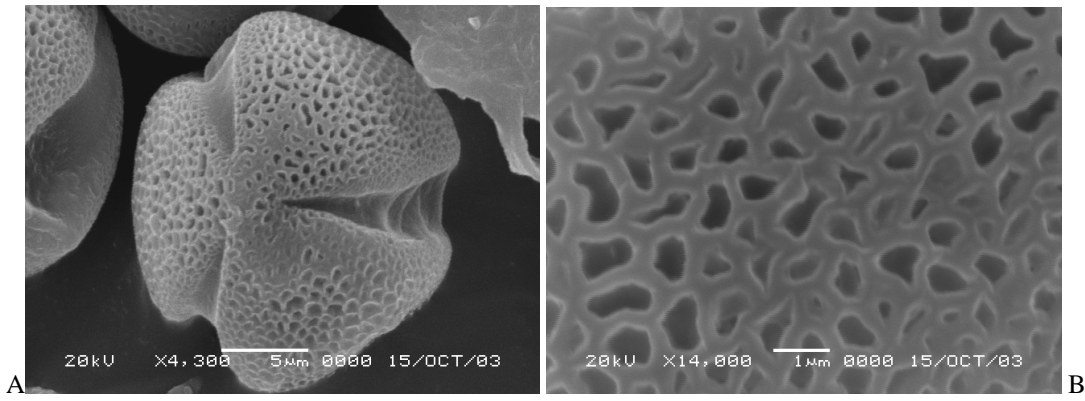


Fig. 1. SEM photos of the pollen grain of *V. natolicum* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4300, (B) x 14000. (FAK 3008)



Fig. 2. SEM photos of the pollen grain of *V. spodiotrichum* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 5000, (B) x 16000. (FAK 3318).

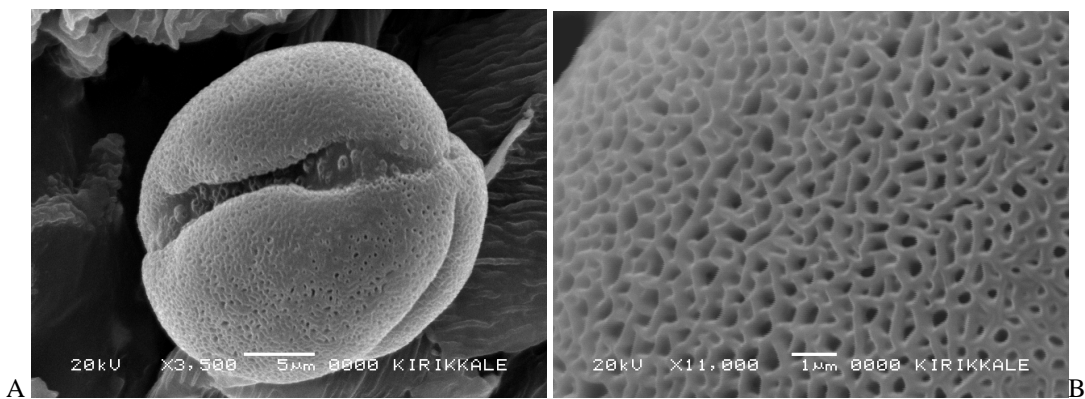


Fig. 3. SEM photos of the pollen grain of *V. orientale* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 3500, (B) x 11000. (FAK 3175)

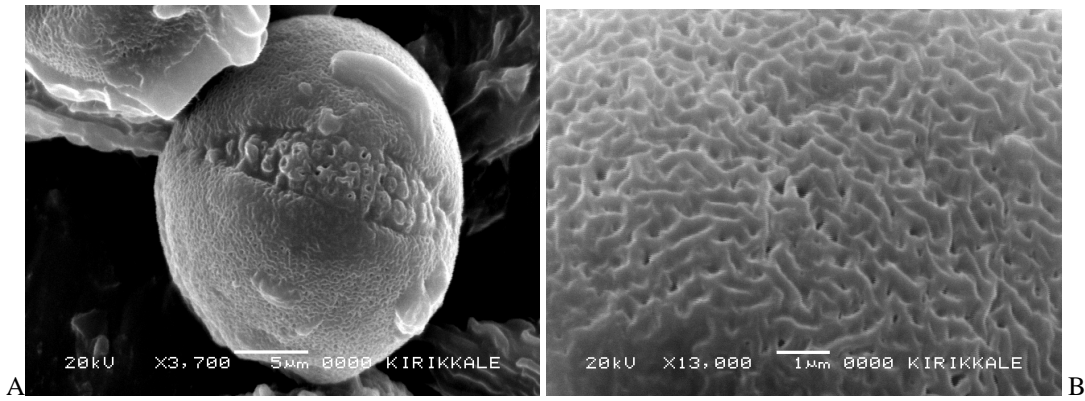


Fig. 4. SEM photos of the pollen grain of *V. brachysepalum* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain.

Magnification: (A) x 3700, (B) x 13000 (FAK 3184).

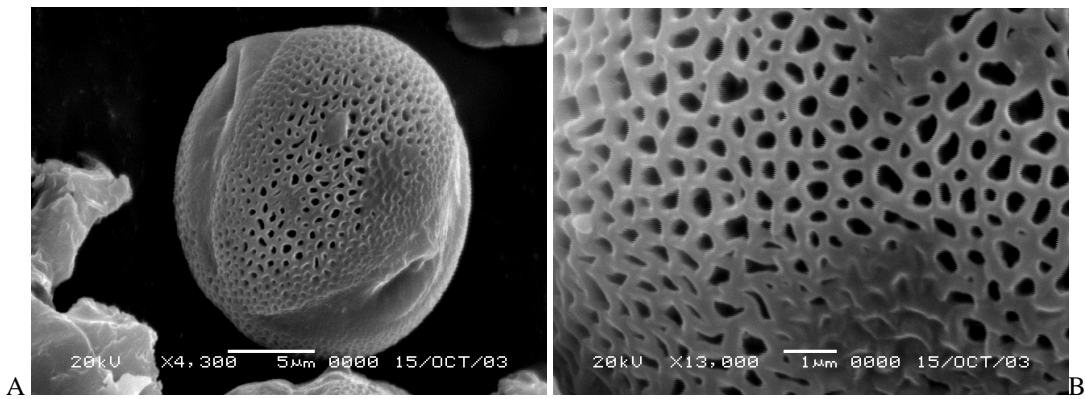


Fig. 5. SEM photos of the pollen grain of *V. cilicium* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification:

(A) x 4300, (B) x 13000 (FAK 3262).

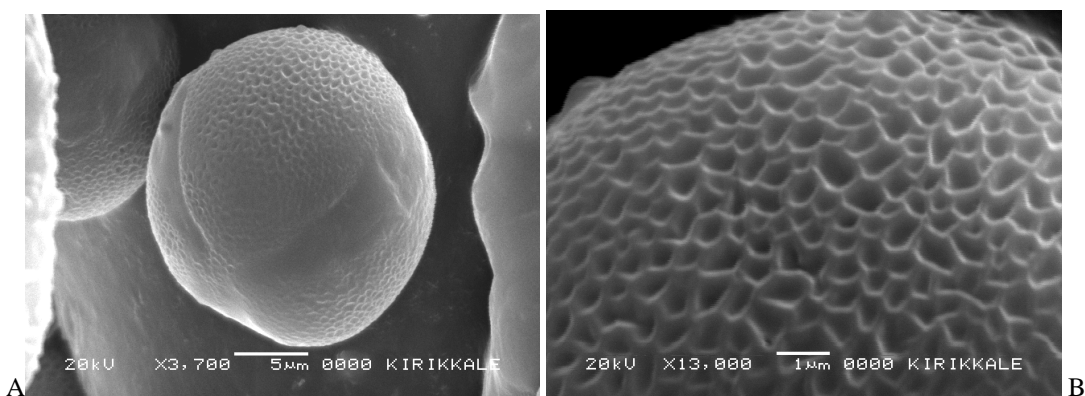


Fig. 6. SEM photos of the pollen grain of *V. flabellifolium* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification:

(A) x 3700, (B) x 13000 (FAK 3238).

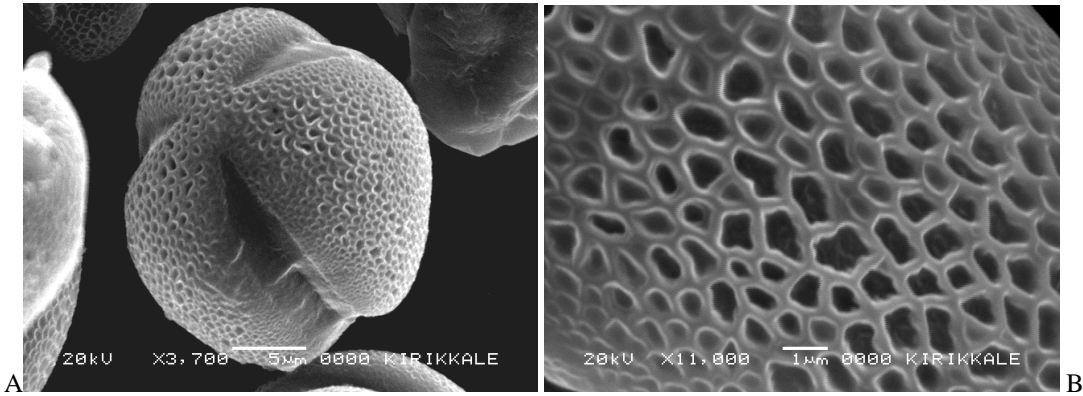


Fig. 7. SEM photos of the pollen grain of *V. trapifolium* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 3700, (B) x 11000 (FAK 3321).

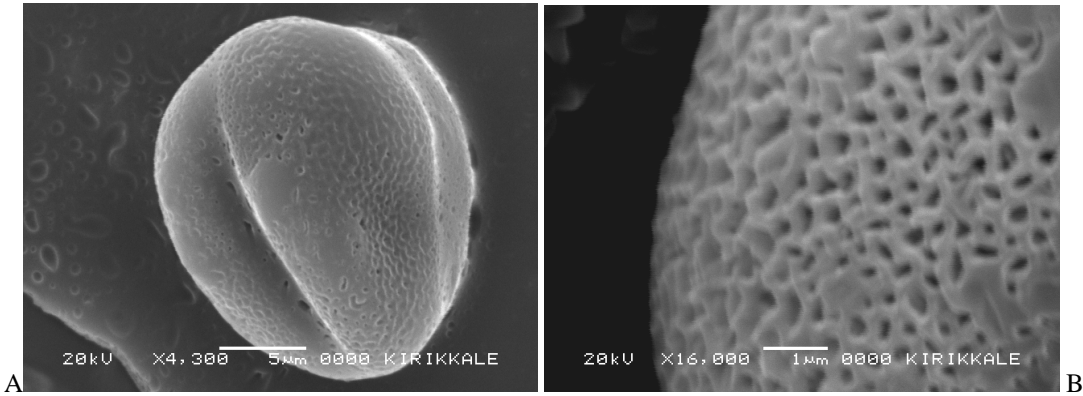


Fig. 8. SEM photos of the pollen grain of *V. pyroliforme* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4300, (B) x 16000 (FAK 3359).

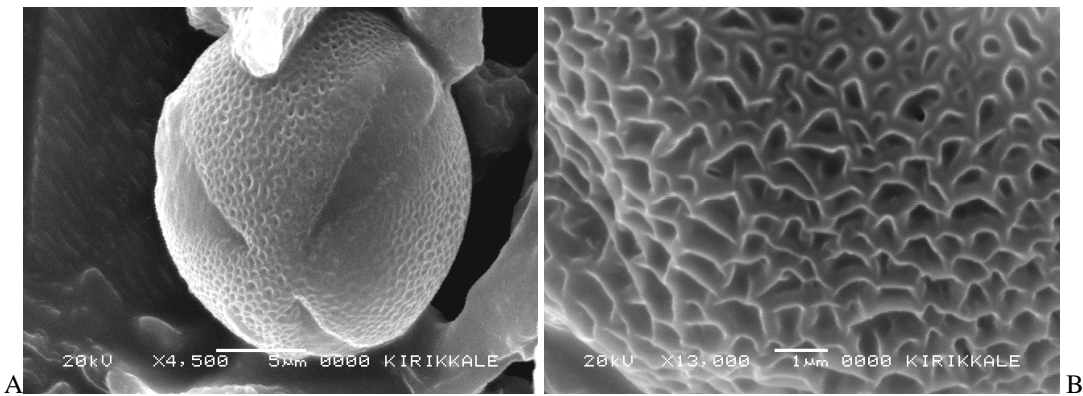


Fig. 9. SEM photos of the pollen grain of *V. dudleyanum* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4500, (B) x 13000 (FAK 3323).

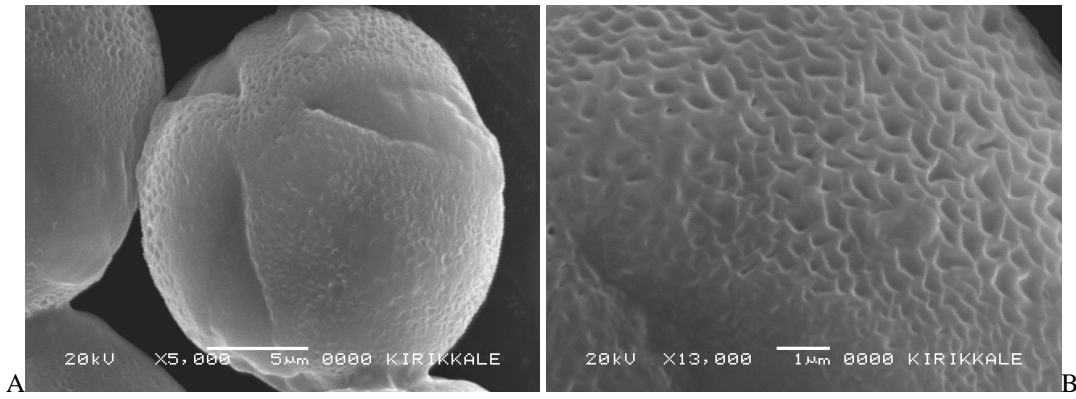


Fig. 10. SEM photos of the pollen grain of *V. coronopifolium* (A) polar view and (B) detail of pollen grain.

Magnification: (A) x 5000, (B) x 13000 (FAK 3388).

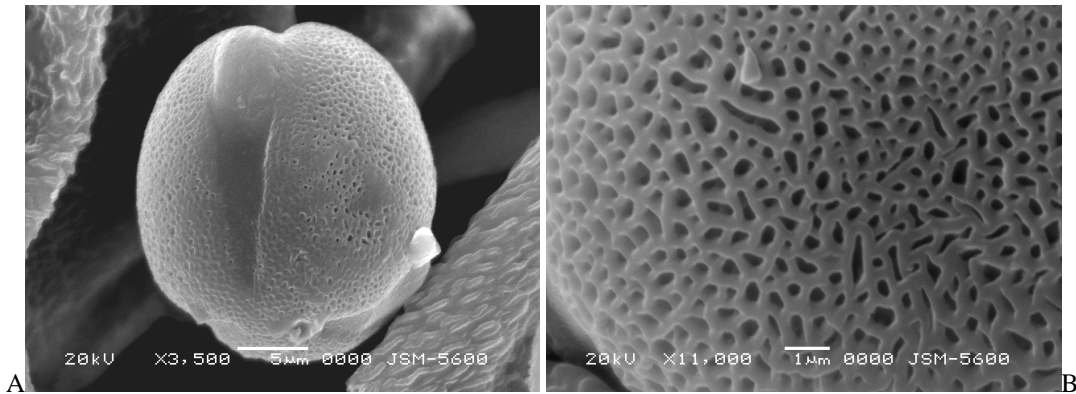


Fig. 11. SEM photos of the pollen grain of *V. serratifolium* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification:

(A) x 3500, (B) x 11000 (FAK 3002).

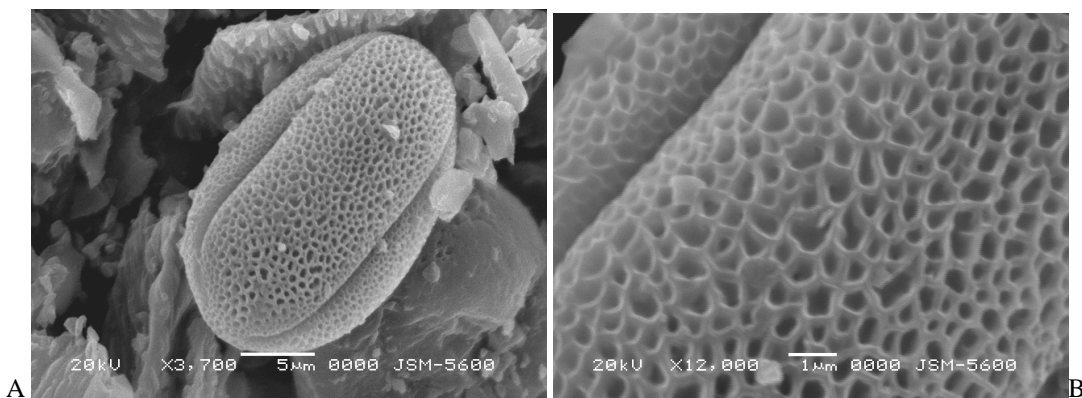


Fig. 12. SEM photos of the pollen grain of *V. basivelatum* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain.

Magnification: (A) x 3700, (B) x 12000 (FAK 3386).

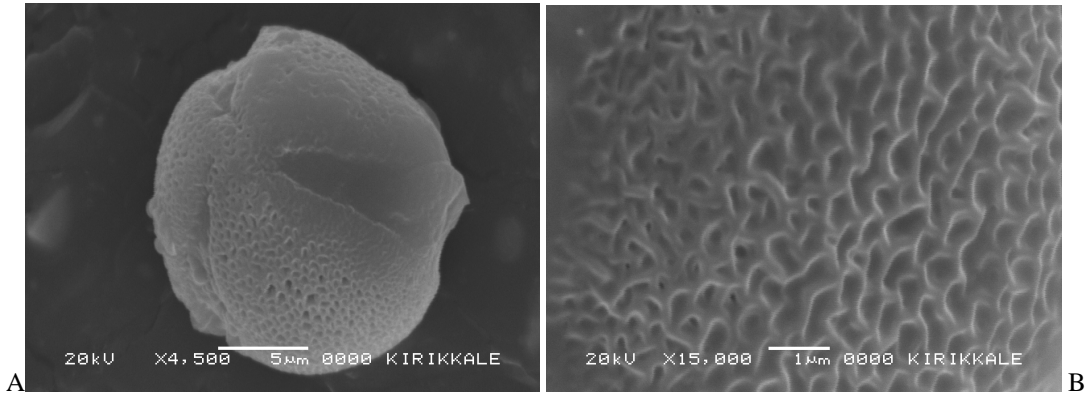


Fig. 13. SEM photos of the pollen grain of *V. bourgeauanum* (A) polar view and (B) detail of pollen grain.

Magnification: (A) x 4500, (B) x 15000 (FAK 3429).



Fig. 14. SEM photos of the pollen grain of *V. serpenticola* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification:

(A) x 4300, (B) x 13000 (FAK 3247).

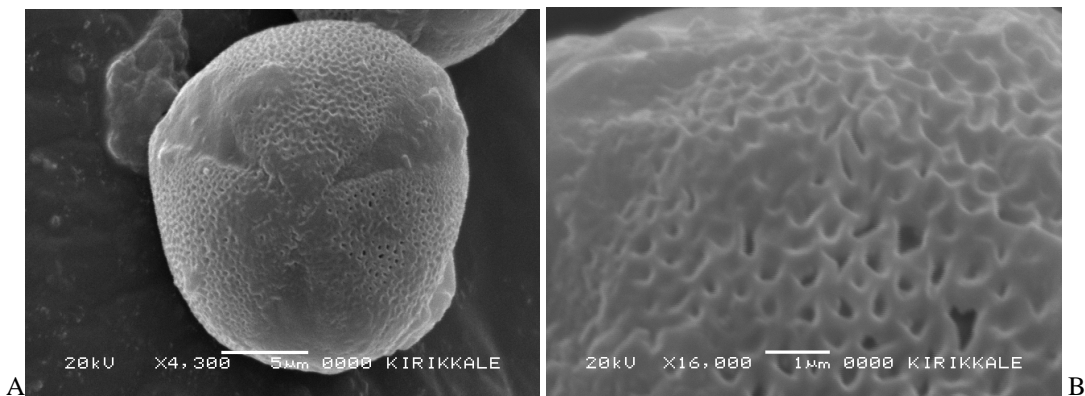


Fig. 15. SEM photos of the pollen grain of *V. sorgerae* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A)

x 4300, (B) x 16000 (FAK 3253).



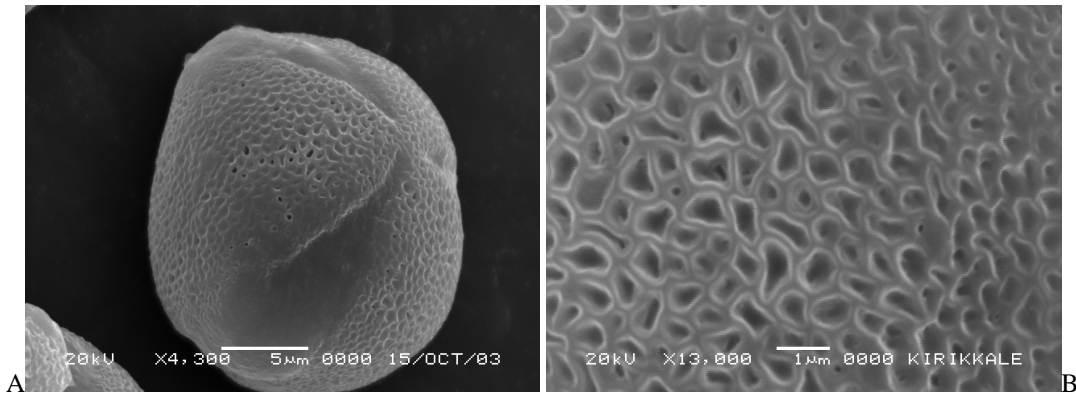


Fig. 16. SEM photos of the pollen grain of *V. nudicaule* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4300, (B) x 13000 (FAK 3046).

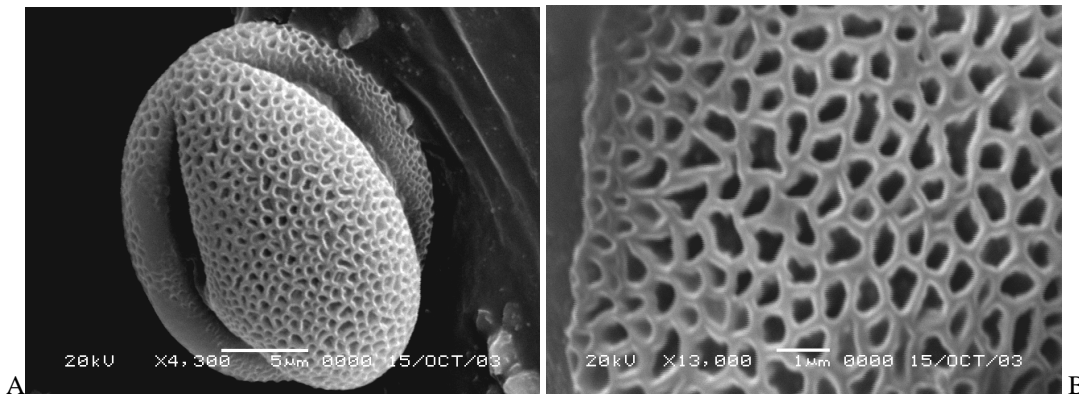


Fig. 17. SEM photos of the pollen grain of *V. suworowianum* var. *suworowianum* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4300, (B) x 13000 (FAK 3362).

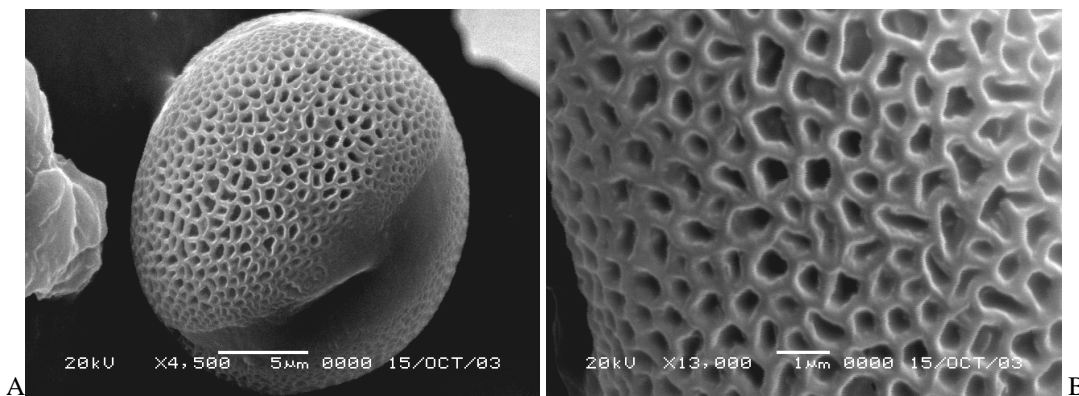


Fig. 18. SEM photos of the pollen grain of *V. suworowianum* var. *papillosum* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4300, (B) x 13000 (FAK 3392).

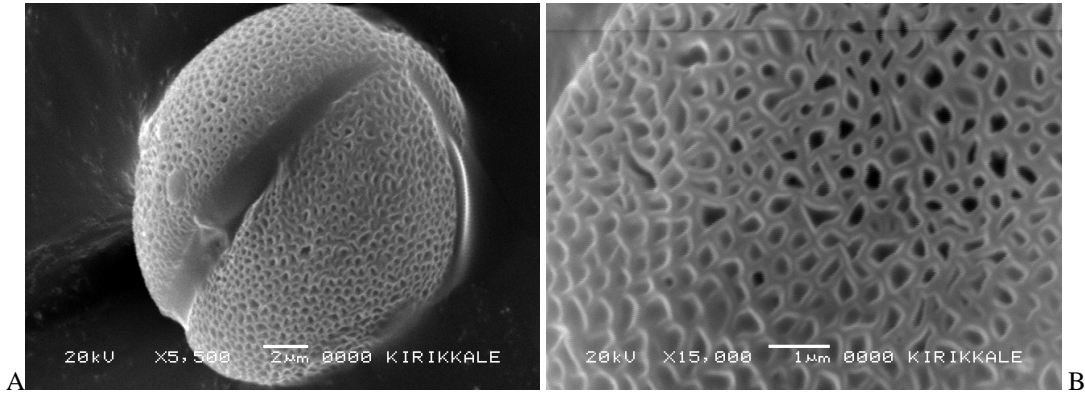


Fig. 19. SEM photos of the pollen grain of *V. luciliae* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 5500, (B) x 15000 (HD 7178).

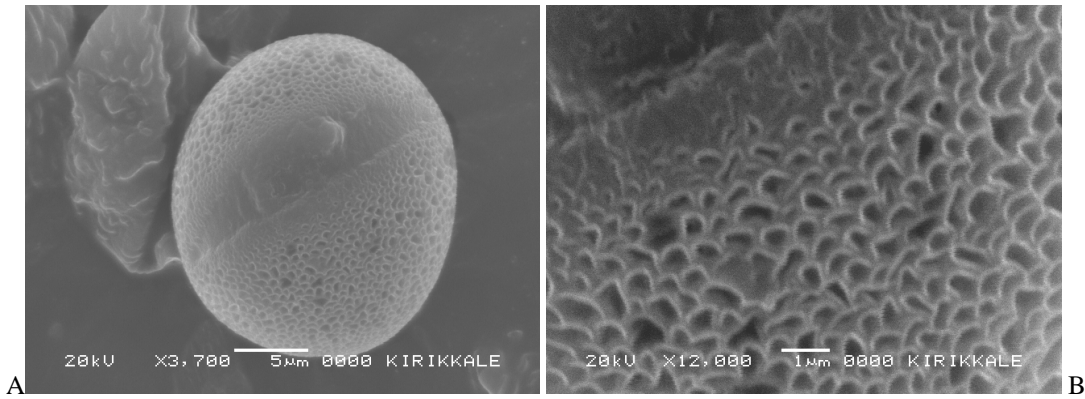


Fig. 20. SEM photos of the pollen grain of *V. rupicola* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 3700, (B) x 12000 (SŞ 3025).

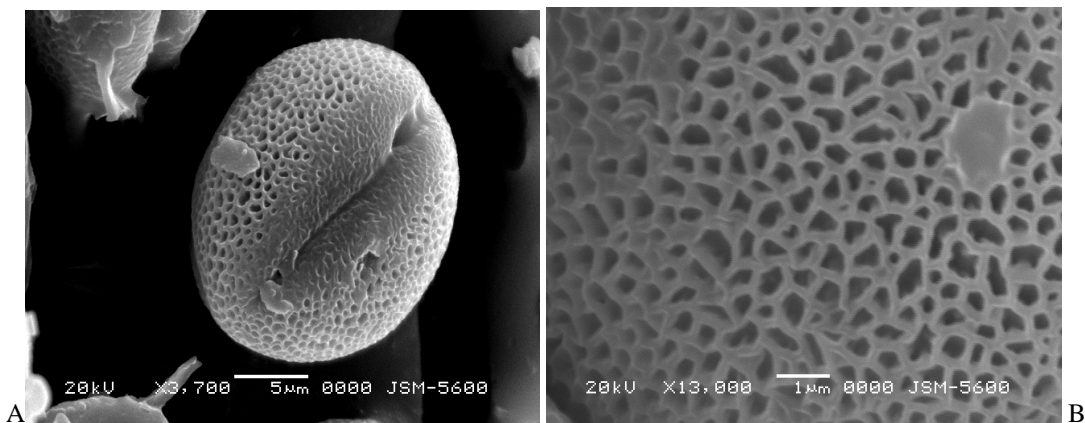


Fig. 21. SEM photos of the pollen grain of *V. agrimoniifolium* subsp. *agrimoniifolium* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 3700, (B) x 13000 (FAK 3031).

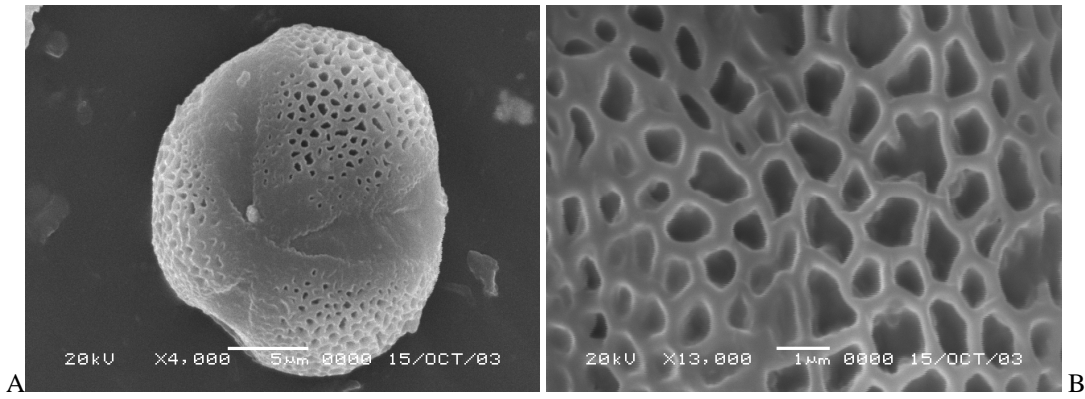


Fig. 22. SEM photos of the pollen grain of *V. levanticum* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4000, (B) x 13000 (FAK 3158).

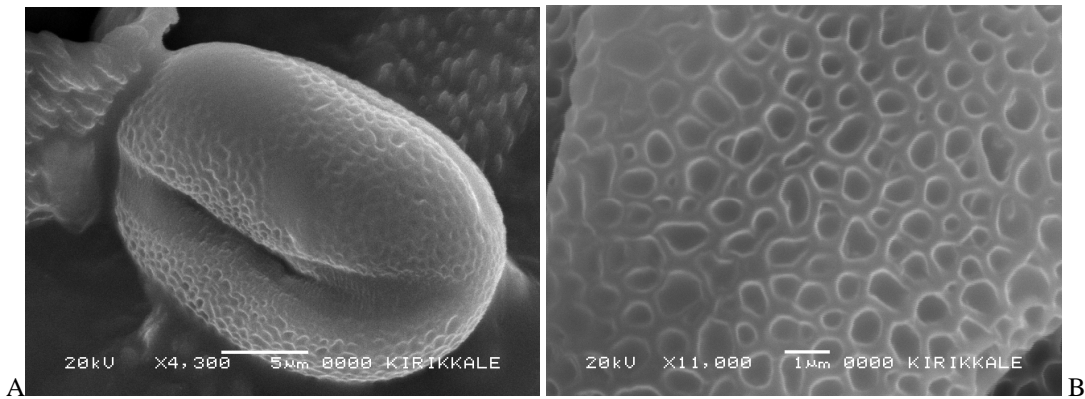


Fig. 23. SEM photos of the pollen grain of *V. bugulifolium* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4300, (B) x 11000 (FAK 3411).

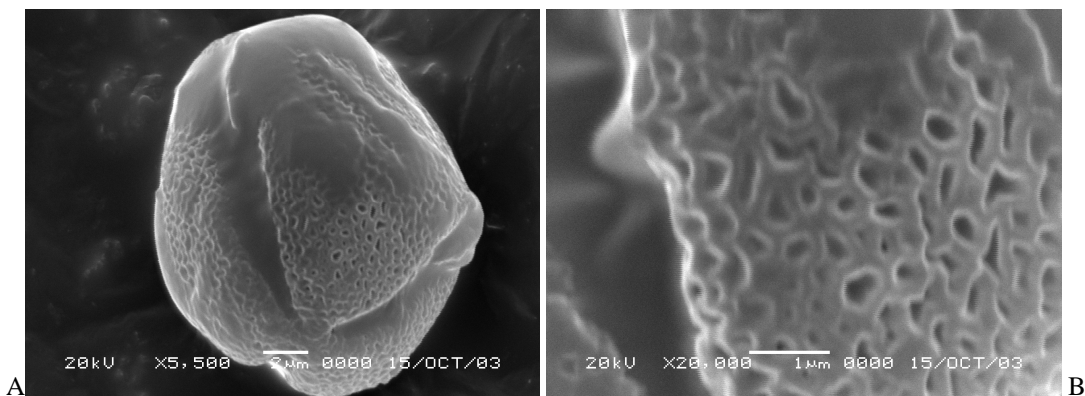


Fig. 24. SEM photos of the pollen grain of *V. ponticum* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 5500, (B) x 20000 (FAK 3110).

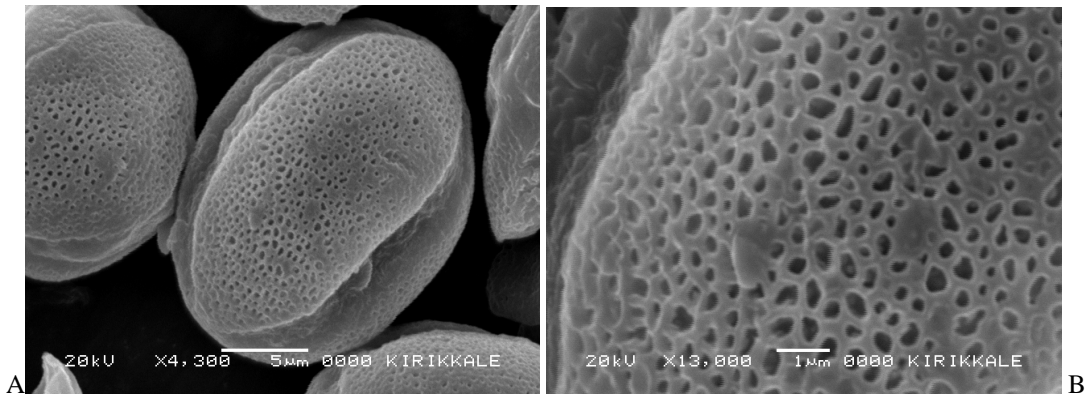


Fig. 25. SEM photos of the pollen grain of *V. bornmuellerianum* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain.

Magnification: (A) x 4300, (B) x 13000 (FAK 3025).

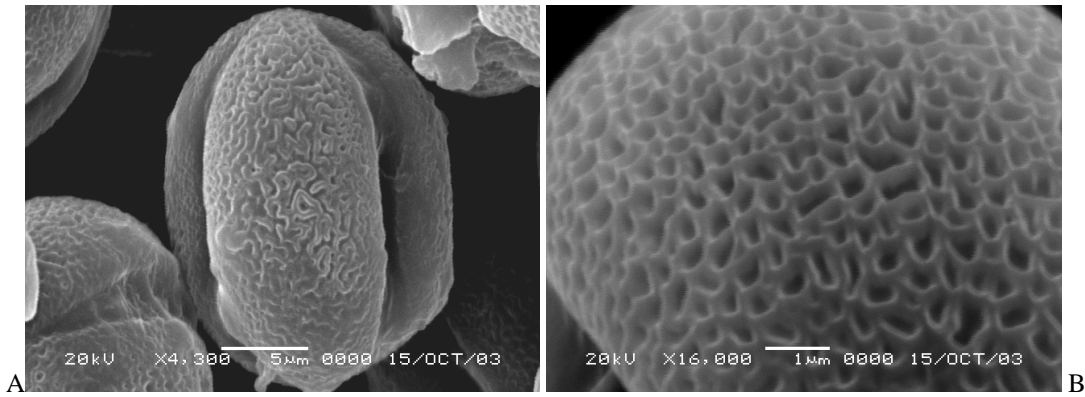


Fig. 26. SEM photos of the pollen grain of *V. oreophyllum* var. *oreophyllum* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4300, (B) x 16000 (FAK 3043).

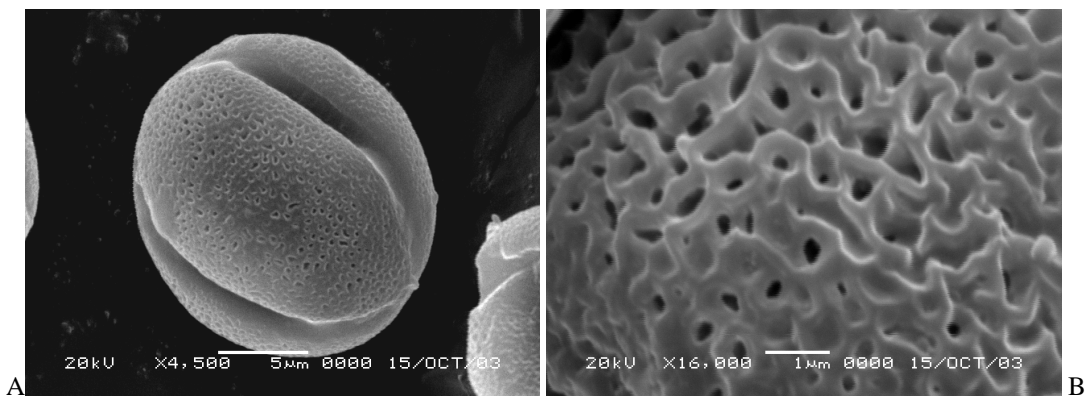


Fig. 27. SEM photos of the pollen grain of *V. oreophyllum* var. *joannis* (A) equatorial view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4500, (B) x 16000 (FAK 3036).

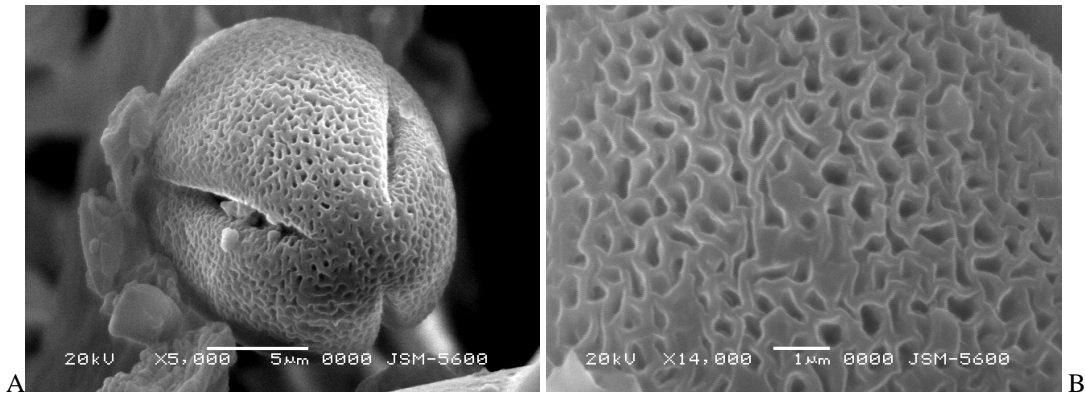


Fig. 28. SEM photos of the pollen grain of *V. gaillardotii* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 5000, (B) x 14000 (FAK 3145).

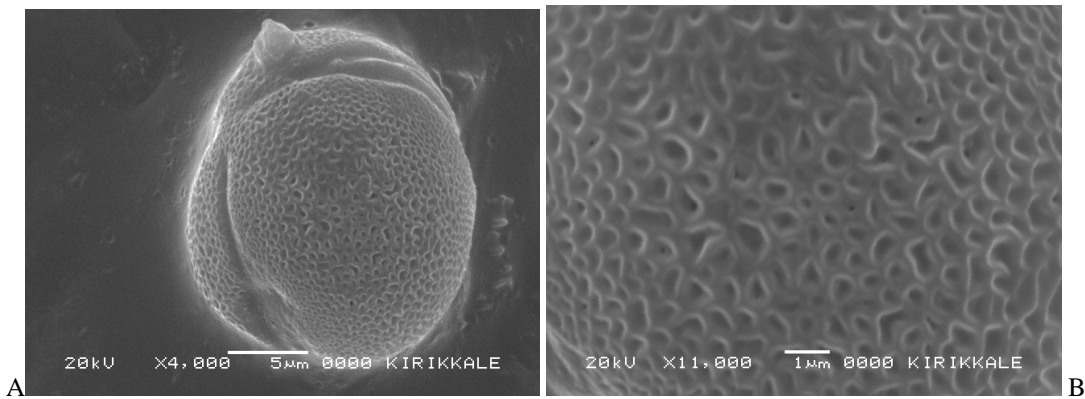


Fig. 29. SEM photos of the pollen grain of *V. freynii* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4000, (B) x 11000 (FAK 3425).

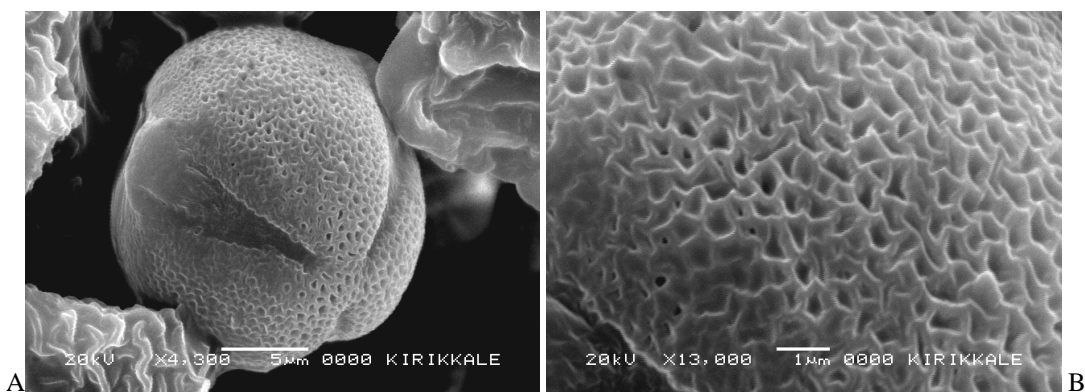


Fig. 30. SEM photos of the pollen grain of *V. trascaucasicum* (A) polar view and (B) detail of pollen grain. Magnification: (A) x 4300, (B) x 13000 (FAK 3137).

## Appendix

- V. natolicum* B5 Kayseri: Talas, 20.06.2001, 1230-1270 m, FAK 3008.  
*V. spodiotrichum* C3 Antalya: Tekirova, 27.08.1993, 1-400 m, FAK 3318.  
*V. orientale* Adana: Kozan-Feke 35. km, Akkaya village, 850 m, 20.05.2002, FAK 3175.  
*V. brachysepalum* C5 Mersin: Tarsus-Namrun (Çamlıyayla) 35. km, 870 m, 21.05.2002, FAK 3184.  
*V. cilicium* C5 Niğde: Ulukışla-Çiftehan, 1050 m, 25.08.2002, FAK 3262.  
*V. flabellifolium* C2 Burdur: Dirmil-Fethiye, 18.06.2002, 1650 m, FAK 3238.  
*V. trapifolium* C2 Burdur: Dirmil-Göhlhisar 3,5. km, 1250 m, 07.06.2002, FAK 3321.  
*V. pyroliforme* B4 Konya: Konya-Kayacık, 06.09.2001, FAK 3359.  
*V. dudleyanum* C2 Burdur: S. shore of Salda, 1150 m, 11.07.2001, FAK 3323 .  
*V. coronopifolium* B2 Kütahya: Murat mountain, above Gediz, Kesik Söğüt, 1700-1900 m, 21.06.2003, FAK 3388.  
*V. serratifolium* B3 Eskişehir: Sarıcakaya, valley of Sakarya, Gökçekaya dam, 450-500 m, 08.05.1994, FAK 3002.  
*V. basivelatum* B3 Eskişehir: Porsuk dam, Türkmen Dağı, 930 m, 23.07.2003, FAK 3385.  
*V. bourgeauanum* C2 Antalya: Elmalı, Akdağ, Kızlarsıvrısı, 2000-2300 m, 02.08.2003, FAK 3429.  
*V. serpenticola* C2 Burdur: Dirmil, Dirmil passage, 1450-1650 m, 12.07.2003, FAK 3247  
*V. sorgerae* C3 Isparta: Çiçekdağı, Gedikli village, Sindeli, 31.05.2002, 1350 m, FAK 3253.  
*V. nudicaule* B9 Van: Erek mountain, Gemiş Gölü, 2200 m, 20.09.2003, FAK 3046.  
*V. suworowianum* var. *suworowianum* A9 Kars: Kağızman-Iğdır, 26 km W. of Tuzluca, 1080 m, 03.07.1992, FAK 3362.  
*V. suworowianum* var. *papillosum* B10 Ağrı: d. Doğubeyazıt, Topçatan village, 1550 m, 09.06.2001, FAK 3392.  
*V. luciliae* B2 Uşak: Eşme, Gümüşkol, Edertepe, 900-1050 m, 20.07.2002, HD 7178.  
*V. rupicola* C1 İzmir: Gümüldür, 100-200 m, 26.06.2003, S. Şenol 3025.  
*V. agrimoniifolium* subsp. *agrimoniifolium* B6 Malatya: Malatya-Pütürge 17. km, 990 m, 03.06.2001, FAK 3031.  
*V. levanticum* C4 Antalya: Alanya, Derince stream, 800 m, 31.08.2002, FAK 3158.  
*V. bugulifolium* A1 (E) Kırklareli: Demirköy-İğneada, Avcılar, 20 m, 13.06.2003, FAK 3411.  
*V. ponticum* A5 Kastamonu: Ilgaz mountain, 1000 m, 19.06.2003, FAK 3110.  
*V. bornmuellerianum* C9 Şırnak: Şırnak, 1450 m, 10.06.2001, FAK 3025.  
*V. oreophyllum* var. *oreophyllum* Kars: Akçay to Cumaçay E. of Kağızman, 2200 m, 17.07.2001, FAK 3043.  
*V. oreophyllum* var. *joannis* A9 Kars: Kağızman, Paşlı-Çilehane, 1600 m, 13.07.2001, FAK 3036.  
*V. gaillardotii* C6 Hatay: Harbiye S.W. of Antakya, 300-400 m, 03.07.2001, FAK 3145.  
*V. freynii* A5 Kastamonu: Tosya, Y. Dikmen, Kilkuyu village, c. 1400-1600 m, 12.06.2003, FAK 3425.  
*V. trascaucasicum* A9 Kars: Akçay-Cumaçay, 14 km, 1950 m, 20.07.2001, FAK 3137.

## 4. Results and discussion

The Scrophulariaceae is a more or less stenopalynous family Erdtman, (1952). When examined under the light microscope (Table 1) the taxa of *Verbascum* show a more or less uniform pattern of the pollen morphology. At first sight it seems that the pollen characters in this family are of little value for taxonomic studies.

The morphological characteristics of the pollen grains of 30 taxa of *Verbascum* (group A) are shown in Table I. The pollen of all species is radially symmetrical, isopolar, tri-colpate, zonoaperturate, prolate or subprolate, oblate spheroidal in shape and in the P/E ratio (polar axis / equatorial axis), ectoaperture – colpus long, narrow, not sunken Erdtman, (1952). The size of the pollen grains ranged from 16.23-29.97 µm min length (polar axis), 14.20-27.28 µm in width (equatorial axis), P/E ratio 0.99-1.27, colpi long axis 13.37-25.43 µm, colpi short axis 2.39-5.81 µm, apocolpium 1.97-5.09 µm, Amb diameter 14.52-27.11 µm. Exine thickness from 0.65-1.47 µm. Examination of the exine surface of all the species under the SEM gave very good diagnostic characters. Two sculptures of exine showed very good diagnostic characters for separating the taxa into groups based on the sculpturing type: reticulate and coarsely reticulate.

In our study, some remarkable dimensional differences were observed between taxa. Polar axis of *V. spodiotrichum* is the smallest (16.23 µm), *V. orientale* is the largest (29.97 µm). Equatorial diameter of *V. spodiotrichum* is the smallest

(14.20 µm), *V. orientale* is the largest (27.28 µm). Exine of *V. luciliae* is the smallest (0.65 µm), *V. orientale* is the largest (1.47 µm). Colpi long axis of *V. spodiotrichum* is the smallest (13.37 µm), *V. orientale* is the largest (25.43 µm). Colpi short axis of *V. transcaucasicum* is the smallest (2.39 µm), *V. natolicum* is the largest (5.81 µm). Apocolpium of *V. levanticum* and *V. pyroliforme* is the smallest (1.97 µm), *V. orientale* is the largest (5.09 µm). Amb diameter of *V. spodiotrichum* is the smallest (14.52 µm), *V. orientale* is the largest (27.11 µm). *V. orientale* and *V. brachcephalum* is only colpal membrane densely granulated.

In Flora of Turkey, these two species were separated from each other as follows;

- 1. Pedicel thickness, equal or shorter than capsule ..... *V. orientale*
- 1. Pedicel weak, 2-3 times longer than capsule.....*V. brachysepalum*

Also, these two taxa have some differences in their description in the Flora of Turkey. These are lower bract pinnatisect, upper bracts linear corolla with brown spots inside in *V. orientale*. Bracts oblong-linear, linear; corolla without spots inside in *V. brachysepalum*.

As a result of the field studies and investigations on herbaria materials it seen that, the using corolla having brown inside, is not a good character. The specimen of *V. orientale* (FAK 3260) collected from Erzurum had no brown spots and the specimen of *V. brachysepalum* collected from Mersin (FAK 3185) had a few obscur brown spots inside the corolla (Karavelioğulları & Aytaç 2008).

Using other charachters, length of pedicels and structure of bracts. In *V. orientale*, pedicels are 1.5-5 mm long, and lower bracts are pinnatisect; pedicels are 8-20 mm and all bracts oblong-linear to linear in *V. brachysepalum*. Only upper bracts are linear in *V. orientale* (Karavelioğulları & Aytaç 2008).

The morphological characteristics of the pollen grains *Verbascum suworowianum* var. *suworowianum* is oblate, *Verbascum suworowianum* var. *papillosum* is prolate.

These two variaties are growing same area, the basal leaves very important for separation. Otherwise stem hairness is not good charachters, to given in Flora of Turkey, because two of them have glandulare and aglandular hairs.

The morphological characteristics of the pollen grains *V.oreophilum* var. *joannis* is subprolate, *V. oreophilum* var. *oreophilum* is prolate.

In Flora of Turkey, these two species were separated from each other as follows;

- 1. Filaments with purplish-violet hairy; inflorescence stellate-short stalked glandular hairy.....var. *oreophilum*
- 1. Filaments with whitish-yellow hairy; inflorescence stellate-eglandular hairy .....var. *joannis*

Shown in key to the species *V. borgeauanum* and *V. dudleyanum* the morphological characteristics of the pollen grains is similar but In Flora of Turkey, these two species is different. *V. borgeauanum* is filament with whitish-yellow hairs up to anthers. *V. dudleyanum* is filament with whitish-yellow wool 2 anterior anthers glabrous near apex

The determination of the taxa pollen morphological structure in the results has led us to think better of the usefulness of pollen studies in distinguishing the characteristics possessed by the taxa.

### Acknowledgements

The authors thank to Curators of Herbaria AEF, ANK, EGE, GAZI, HUB, ISTF, ISTE, KNYA, VANF G, GB, P, K, B and E who allowed us to study their *Verbascum* specimens, to Karel Sutorý for sending of some papers, to Dr. Hakan Güngüneş who is helper to take of electron photographs of pollen and seed surface, Turkish Military Army for their help during our fieldwork and we are grateful to Ahter Yavru for here help.

### References

- Argue, C.L. 1986. Pollen morphology of *Amphianthus*, *Arianema*, *Curanga*, *Glossstigma*, and *Peplidium* (Scrophulariaceae Gratiroleae). *Amer. J. Bol.* 73 (11): 1570-1576.
- Brummitt, R.K. and Powell, C.E. 1992. *Authors of Plant Names.*-- R.B.G. Kew.
- Erdtman, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms.* Chronica Botanica Co., Waltham, Massachusetts.
- Faegri, K. and Iversen, J. 1964. *Textbook of Pollen Analysis.* Munksgaard, Copenhagen.
- Fedchenko, B.A. 1955. *Verbascum* L. In: Schischkin, B.K. Bobrow, E.G. (eds.), *Flora of U.S.S.R.* Izdatel'stvo Akademii Nauk S.S.S.R. Leningrad. Vol 22, pp. 132-197.
- Feinbrun--Dothan, N. 1978a. *Verbascum* L. In: Zohary, M. & Feinbrun-Dothan, N. (eds.), *Flora Palaestina Tex.* Jerusalem Acad. Press.vol 3, pp. 282-302.
- Feinbrun--Dothan, N. 1978b. *Verbascum* L. In: Zohary, M. & Feinbrun-Dothan, N. (eds.), *Flora Palaestina Plates.* Jerusalem Acad. Press. Vol 3, pp. 170-182.
- Heywood, V.H. 1993. *Flowering Plants of the World.* Oxford University Press.
- Huber-Morath, A. 1978. *Verbascum* L. In: Davis, P.H. (ed.), *Flora of Turkey and the Central Aegean Islands.* Edinburgh Univ. Press, Edinburgh. Vol. 6, pp. 461-603.
- Huber-Morath, A. 1981. *Verbascum* L. In: Rechinger, K. H. (ed.), *Flora Iranica.* Akademische Druck-u- Verlagsanstalt Graz. Vol. 147, pp. 1-51.
- Inceoglu, O. 1982. Pollen grains in some Turkish Rhinanthae (Scrophulariaceae). *Grana Palynol.* 21 : 83-96.
- Kaynak, G., R. Daşkın, Ö. Yılmaz, E. Erdoğan, 2006. *Verbascum yurtkurianum* (Scrophulariaceae) a new species from northwest Anatolia, Turkey. *Ann. Bot. Fennici* 43: 456-459.
- Karavelioğulları, F.A., Duran A. & Hamzaoğlu, E. 2004. *Verbascum tuna-ekimii* (Scrophulariaceae) a new species from Turkey. *Ann. Bot. Fennici* 41: 227-231.
- Karavelioğulları, F.A., Çelik, S. and Baser, B. 2005. Morphological and Autecological Study *Verbascum suworowianum* (C.Koch) O. Kuntze. var. *suworowianum* and var. *papillosum* (Murb.) Hub.-Mor. (Scrophulariaceae) in the Northeast Anatolia. *International Journal of Botany* 1 (1):79-84.
- Karavelioğulları, F.A., Vural M., Polat, H., 2006. Two new taxa from Central Anatolia Turkey. *Isr. J. of Botany* 54 (2): 105 – 111.



- Karavelioğulları, F. A., Uzunhisarcıklı M. E. & Çelik S. 2008. *Verbascum ozturkii* (Scrophulariaceae), A New Species From East Anatolia, Turkey, Pak. J. Bot. 40 (4): 1595-1599.
- Karavelioğulları, F. A., Aytaç, Z. 2008. Revision Of The Genus *Verbascum* L. (Group A) In Turkey. Botany Research Journal 1 (1):9-32.
- Karim, F.M. and El-Oqlah, A.A. 1989. Palynological studies in the family Scrophulariaceae from Jordan and Iraq. Polen et Spore, vol XXXI, p. 203-214.
- Kremp, G.O.W. 1965. Encyclopaedia of Pollen Morphology. Univ. Arizona Press, Tuscon, U.S.A.
- Meikle, R.D. 1985. *Verbascum* L. In Flora of Cyprus, 2: 1599-1600. Kew. Royal Botanic Gardens.
- Minki, J.P. and Eshbaugh, W.H. 1989. Pollen morphology of the Orobanchaceae and rhinanthoid Scrophulariaceae. Grana 28 : 1-18.
- Moore, P.D. and Webb, J.A. 1978. An Illustrated Guide to Pollen Analysis. Hodder and Stoughton, London.
- Özhatay, N. 2006. Check-List of Additional Taxa to the supplement Flora of Turkey III. Tr. Jor. Bot. (30) 281-316
- Parolly, G. & Tan, K. 2007. *Verbascum lindae* (Scrophulariaceae), a new species from SW Anatolia. Willdenowia. (37) 277-282.
- Parolly, G. & Eren, Ö. 2008. *Verbascum haraldi-adnani* (Scrophulariaceae), a new chasmophytic species from SW Anatolia, Turkey. Willdenowia 38. 127-134.
- Sutorý, K. 2001. Two new hybrids of *Verbascum* from Turkey and Spain. Bocconea. 13: 457-460.
- Sutorý, K. 2004. New Hybrids of *Verbascum* (Scrophulariaceae) From Turkey. Turkish J. Bot. 28:261-262.
- Täckholm, V. 1974. *Verbascum* L., Flora of Egypt. Beirut. Cario Universty.
- Varghese, T.M. 1986. Studies in the family Scrophulariaceae, II. Pollen morphology. Palynology. 4 (2): 91-97.
- Vural, M. & M. Aydoğdu, 1993. A new species from central Anatolia *Verbascum gypsicola* (Scrophulariaceae). The Karaca Arboretum Magazine. 2(2): 75-78.
- Walker, J.W. and Doyle, J.A. 1976. The basis of Angiosperm phylogeny: Palynology. Ann. Mo. Bot. Gard. 62: 666-723.
- Watson, L. and Dallwitz, M.J. 1991. The families of angiosperms: automated descriptions, with interactive identification and information retrieval. Aust. Syst. Bot. 4: 681-95.
- Willis, J.C. 1973. A Dictionary of the flowering plants and ferns. VII ed. University Press, Cambridge.

Table 1 The morphological characteristics of the pollen grains of *Verbascum* (Group A)

Taxa	P (µm)	E (µm)	P/E	Exine (µm)	Colpi long axis (µm)	Colpi short axis (µm)	Apocolpium (µm)	Amb diameter (µm)	Ornamentation
<i>V. natolicum</i> FAK 3008	23.44±0.90	20.35±1.57	1.15	1.01±0.17	19.82±2.05	5.81±0.65	2.79±0.65	23.14±1.27	Coarsely reticulate
<i>V. spodiotrichum</i> FAK 3318	16.23±0.83	14.20±1.17	1.14	0.94±0.11	13.37±1.17	3.90±0.38	2.09±0.38	14.52±0.60	Reticulate
<i>V. orientale</i> FAK 3155	29.97±1.56	27.28±1.82	1.10	1.47±0.21	25.43±2.22	5.09±0.71	5.09±0.73	27.11±1.42	Reticulate
<i>V. brachysepalum</i> FAK 3185	25.87±1.30	23.63±1.09	1.09	0.97±0.11	22.48±1.71	4.89±0.42	3.64±0.70	25.84±1.56	Reticulate
<i>V. cilicium</i> FAK 3421	22.54±1.13	20.39±1.14	1.11	0.94±0.13	17.70±1.55	4.48±0.60	2.47±0.30	19.75±0.96	Coarsely reticulate
<i>V. flabellifolium</i> FAK 3238	22.85±1.35	20.19±1.04	1.11	0.90±0.14	19.76±1.47	4.28±0.64	2.34±0.38	21.35±0.34	Reticulate
<i>V. trapifolium</i> FAK 3321	22.74±0.73	20.54±1.05	1.11	0.96±0.11	19.44±1.12	4.54±0.63	3.73±0.70	21.01±1.06	Coarsely reticulate
<i>V. pyriforme</i> FAK 3359	23.89±1.52	20.62±1.13	1.16	0.81±0.08	20.16±1.47	4.45±0.49	1.97±0.36	21.78±1.37	Reticulate
<i>V. dudleyanum</i> FAK 3323	21.87±1.30	20.19±0.99	1.03	0.86±0.22	18.14±1.39	3.44±0.46	2.80±0.22	20.63±0.75	Reticulate
<i>V. coronopifolium</i> FAK 3388	24.38±2.14	19.21±1.04	1.27	0.80±0.09	17.13±0.85	3.88±0.60	3.98±0.60	19.73±1.14	Reticulate
<i>V. serratifolium</i> FAK 3001	22.07±1.08	20.50±1.50	1.08	0.93±0.10	18.19±1.10	4.75±0.62	3.80±0.68	20.02±1.77	Coarsely reticulate
<i>V. basivelatum</i> FAK 3386	19.21±1.32	17.73±1.20	1.08	0.86±0.24	15.79±1.22	3.62±0.33	2.80±0.34	18.93±1.04	Reticulate
<i>V. bourgeanum</i> FAK 3429	21.87±1.30	20.19±0.99	1.08	0.86±0.22	18.14±1.39	3.44±0.46	2.80±0.22	20.63±0.75	Reticulate
<i>V. serpanticola</i> FAK 3320	21.13±1.14	21.32±0.81	0.99	0.86±0.22	18.33±1.03	4.28±0.55	2.78±0.29	22.91±0.83	Coarsely reticulate
<i>V. sorgerae</i> FAK 3253	21.67±0.92	19.53±1.16	1.11	0.89±0.15	18.14±1.01	5.20±0.82	2.14±0.40	19.84±1.27	Reticulate

Table 1. The morphological characteristics of the pollen grains of *Verbascum* (Group A) (Continue)

Taxa	P (µm)	E (µm)	P/E	Exine (µm)	Colpi long axis (µm)	Colpi short axis (µm)	Apocolpium (µm)	Amb diameter (µm)	Ornamentation
<i>V. nudicaule</i> FAK 3046	20.97±0.69	19.18±0.66	1.09	0.81±0.10	17.53±0.95	4.37±0.69	3.14±0.26	19.78±1.13	Coarsely reticulate
<i>V. suworowianum</i> var. <i>suworowianum</i> FAK 3075	20.69±0.10	20.86±1.24	0.99	0.91±0.14	18.17±1.72	4.37±0.58	2.69±0.67	19.73±1.42	Coarsely reticulate
<i>V. suworowianum</i> var. <i>papillosum</i> FAK 3328	21.35±0.90	19.29±0.78	1.11	0.86±0.22	17.16±0.71	4.21±0.99	2.67±0.16	19.06±0.93	Coarsely reticulate
<i>V. luciliae</i> HD 8755	18.89±1.36	17.55±0.71	1.08	0.65±0.19	15.68±1.54	3.66±0.52	1.99±0.36	17.87±0.81	Coarsely reticulate
<i>V. rupicola</i> FAK 3030	20.37±1.01	16.35±0.76	1.25	1.05±0.14	20.08±0.80	3.95±0.50	2.30±0.50	16.40±1.67	Retikulat
<i>V. agrimoniifolium</i> ssp. <i>agrimoniifolium</i> FAK 3125	18.74±0.98	17.36±0.68	1.08	0.86±0.22	15.74±0.93	3.85±0.78	2.92±0.78	17.07±1.08	Coarsely reticulate
<i>V. levanticum</i> FAK 3158	21.60±1.14	18.45±1.18	1.17	0.86±0.22	18.45±1.64	4.17±0.67	1.97±0.33	18.25±0.83	Coarsely reticulate
<i>V. bugulifolium</i> FAK 3028	18.60±1.02	16.66±0.70	1.12	0.83±0.07	15.59±1.06	3.79±0.75	3.48±0.60	17.82±0.81	Coarsely reticulate
<i>V. ponticum</i> FAK 3110	18.57±0.98	16.46±0.83	1.13	0.79±0.10	15.06±0.92	2.84±0.35	2.22±0.48	16.61±1.34	Retikulat
<i>V. bormuellerianum</i> FAK 3025	19.53±0.99	18.19±0.87	1.07	0.88±0.10	16.43±1.07	4.48±0.60	2.43±0.49	18.34±1.16	Coarsely reticulate
<i>V. oreophilum</i> var. <i>oreophilum</i> FAK 3044	20.71±1.11	18.92±1.19	1.09	0.96±0.11	17.36±0.75	4.89±0.42	2.54±0.4	21.52±1.10	Retikulat
<i>V. oreophilum</i> var. <i>joannis</i> FAK 3351	21.49±0.90	17.16±0.54	1.25	0.79±0.09	19.17±0.97	2.91±0.34	3.41±0.01	17.70±1.12	Reticulate
<i>V. gaillardotii</i> FAK 3145	18.92±1.43	17.82±1.11	1.06	1.19±0.17	15.01±1.04	4.24±0.63	3.18±0.50	18.19±1.01	Coarsely reticulate
<i>V. freynii</i> FAK 3425	21.52±0.92	20.86±1.52	1.03	1.01±0.10	17.79±0.87	3.96±0.44	3.41±0.34	21.15±0.98	Reticulate
<i>V. transcaucasicum</i> FAK 3137	20.36±1.80	17.78±1.77	1.15	0.74±0.11	16.95±0.74	2.39±0.39	2.31±0.41	18.13±0.69	Reticulate

(Received for publication 24 December 2008)

**A Study on Flora of Hacıkadın Valley (Ankara/Turkey)**Emine Burcu YEŞİLYURT<sup>1</sup>, Latif KURT<sup>\*2</sup>, Galip AKAYDIN<sup>3</sup><sup>1</sup>H.Ü., Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye<sup>2</sup>A.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, 06110, Tandoğan, Ankara, Türkiye<sup>3</sup>H.Ü., Eğitim Fakültesi, OFMA Bölümü, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye**Abstract**

In this study the flora of Hacıkadın valley (Keçiören, Ankara) has been investigated. The study area is in Irano-Turanian phytogeographic region and also in A4 square according the grid system applied for Turkish Flora by Davis. The results of 14 excursions between 2006 and 2008, and herbarium and literature investigations showed that this area covers 63 families including 258 genera, 480 taxa, 5 subspecies and 4 variety. 45 of all taxa are endemic. The distribution rates of taxa into phytogeographic regions: Irano-Turanian elements 89 (18,5%) and Euro-Siberian elements 45 (9,3%) Mediterranean elements 43 (8,9%). 303 (63,1%) taxa, whose phytogeographical pattern are not determined yet, have a wide distribution pattern. One of the determined taxa belong to Pteridophyta division and the other remaining taxa belong to Spermatophyta division.

**Key words:** Hacıkadın valley, Keçiören, Ankara, Flora, Turkey

----- \* -----

**Hacıkadın Vadisi Florası Üzerine Bir Araştırma (Ankara/Türkiye)****Özet**

Bu çalışmada Hacıkadın Vadisi'nin (Keçiören, Ankara) florası araştırılmıştır. Ankara'nın Keçiören İlçesi'ne bağlı Hacıkadın Vadisi, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde ve Davis tarafından Türkiye Florası'nda uygulanan grid kareleme sistemine göre A4 karesinde yer almaktadır. Kasım 2006 ve Mayıs 2008 tarihleri arasında araştırma alanında yapılan 14 arazi çalışması, herbaryum ve literatür taramaları sonucunda, alanda 63 familyaya ait 258 cins, 480 takson, 5 alttür ve 4 varyete tespit edilmiştir. Bu taksonların 45'i endemik olup, endemizm oranı %9.3'tür. Taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımları ve oranları: 89 takson, %18.5 İran-Turan-, 45 takson, %9.3 Avrupa-Sibirya- ve 43 takson, %8.9 Akdeniz fitocoğrafya bölgesinin elementidir. 303 takson, %63.1 ise geniş yayılışlı veya fitocoğrafik

\* *Corresponding author* / Haberleşmeden sorumlu yazar: kurt@science.ankara

bölgesi henüz belirlenemeyenlerdendir. Tespit edilen taksonların 1'i *Pteridophyta*, 479'u ise *Spermatophyta* diviziyosuna aittir.

**Anahtar Kelimeler:** Flora, Hacıkadın Vadisi, Ankara, Türkiye

## 1. Giriş

Türkiye'nin bitki örtüsü, flora kompozisyonu yönünden ele alındığında, üç flora bölgesinin geçiş sahası üzerinde bulunmaktadır. Ülkemizin kuzeyinde Avrupa-Sibirya, doğusu ve Orta Anadolu'da İran-Turan, güneyi ve batısında Akdeniz flora bölgeleri yer almaktadır (Akman, 1993).

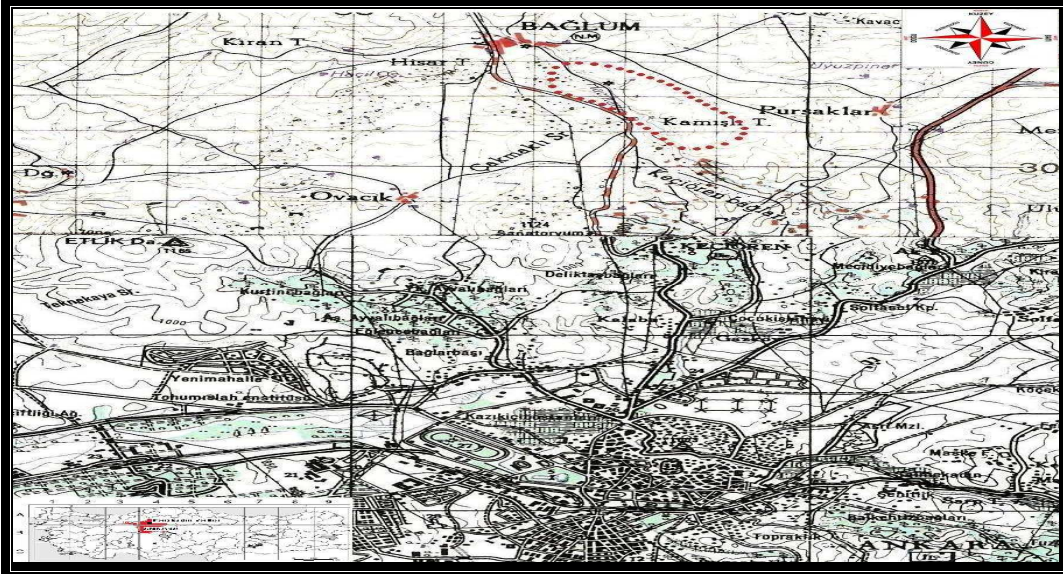
Türkiye'de yetişen tohumlu bitki türü sayısı, yaklaşık olarak 9.500 civarındadır. Takson bazında bu sayı, 11.000'e yaklaşmaktadır. Bu tür zenginliği komşu ülkelerde olmadığı gibi, hiçbir Avrupa ülkesinde de bulunmamaktadır. Bu zengin florada, yaklaşık 3.000 civarında endemik tür bulunması ve ılıman kuşak ülkeleri arasında, endemik tür açısından zengin ülkelerden biri olması, Türkiye'ye ayrı bir önem kazandırmaktadır. Bu zenginliğin başlıca sebepleri şu şekilde belirtilebilir: İklim farklılıkları, topografik çeşitlilikler, jeolojik ve jeomorfolojik çeşitlilikler, deniz, göl, akarsu gibi değişik su ortamı çeşitlilikleri, 0-5.000 m. arasında değişen yükseklik farklılıkları, üç değişik bitki coğrafyası bölgesinin birleştiği bir yerde oluşu, Anadolu diyagonalinin doğusu ve batısı arasında ekolojik farklılıklar bulunması ve bütün bu ekolojik çeşitliliğin floristik çeşitliliğe yansımaları (Ekim, 2005).

1920'li yıllarda, Alman botanikçi Krause tarafından Ankara ve yakın çevrelerinden toplanan bitkilerin yer aldığı "Ankara'nın Florası" adlı eserde, Hacıkadın Vadisi'nde yetişen bitkilerle ilgili kayıtlar bulunmaktadır (Krause, 1937). Hacıkadın Vadisi ile ilgili bazı bitki kayıtlarının yer aldığı diğer bir çalışma da, Akaydın tarafından doktora tezi olarak yapılan "Ankara Şehir Florası" (Akaydın, 1996)'dır. Ancak tüm bu çalışmalar Hacıkadın Vadisi'ne özgü bir floristik araştırma değildir.

İran-Turan fitocoğrafik bölgesi sınırları içerisinde yer alan Hacıkadın Vadisi, Ankara iline ait Keçiören ilçesinin kuzeydoğusunda ve Davis'in Türkiye Florası için kullandığı grid kareleme sistemine göre A4 karesinde bulunmaktadır (Şekil 1). Yıl boyunca su akışının olduğu vadinin yukarı (kuzey) kısmı sarp ve kayalık, aşağıya doğru genişleyen yamaçlarında ise eğim azdır. Topografyada yaklaşık en yüksek rakım güneybatı civarında 1100 m., en düşük rakım ise 900 m. civarındadır. Bölgede genellikle dik ve çok dik eğimli topografik bir yapı hakimdir (Anonim, 1997).

Çalışma alanındaki en önemli akarsu Hacıkadın Deresi'dir. Hacıkadın Deresi'nin başlangıcı 44°322'67'' N 48°79'0'' E ve bitişi 44°331'11'' N 48°82'97'' E'dir. Ulugüney Deresi'nin devamı olan Bağlum Deresi, Hacıkadın Vadisi'ne yaklaştığı zaman Hacıkadın Deresi adını alır ve Çubuk Çayı'yla birleşir.

İncelenen alanın güney-güneydoğusunda uzanan, geniş alanda yeraltı suyu taşıyan formasyon, alüvyonlardır. Hacıkadın Deresi alüvyonlarında 1.50-9.00 m. arasında değişen derinliklerde yeraltı suyu belirlendiği ifade edilmektedir. Yağmur suları ve yer altı sularıyla beslenen Hacıkadın Deresi, kanalizasyon suları nedeniyle kirlenmiş haldedir.



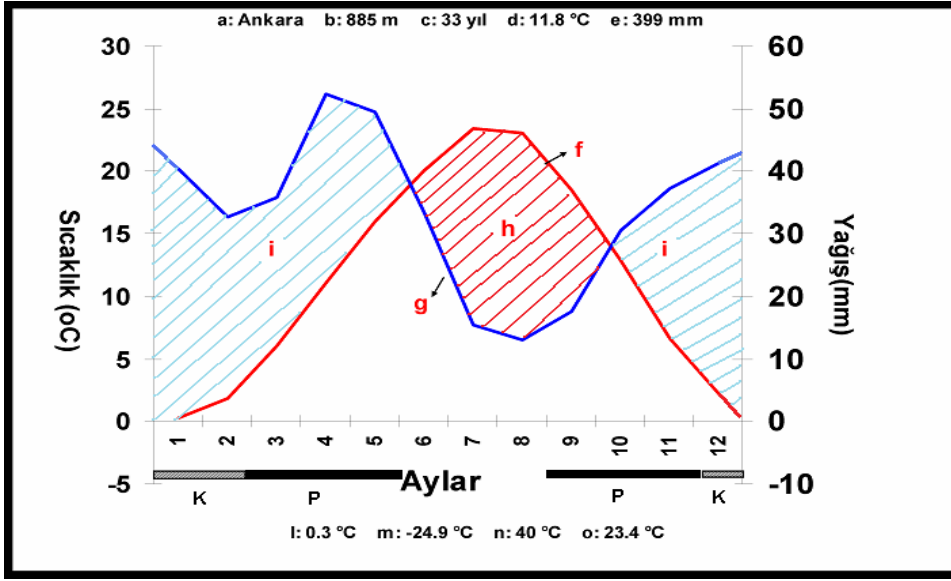
Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi haritası

Araştırma alanının iklimsel elemanlarına ait veriler, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Keçiören Meteoroloji İstasyonu'ndan alınmıştır. Keçiören Meteoroloji İstasyonu'nun 1975-2007 yılları arasındaki ölçümleri değerlendirilerek, çalışma alanının aylara göre, yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri, yıllık ortalama yağış miktarı, yağış rejim tipi, yıllık ortalama nispi nem miktarı ve iklim diyagramı tanımlanmıştır.

Ankara'da ortalama yıllık sıcaklık 11.8 °C'dir. Ortalama maksimum sıcaklık Eylül ayında 34.1 °C'dir. Ortalama minimum sıcaklık değerleri ise Aralık, Ocak ve Şubat aylarında 0 °C'nin altında ve özellikle Ocak ayında -2.9 °C'ye kadar düşmektedir (Anonim, 2008).

Yıllık ortalama yağış miktarının 399 mm olduğu araştırma alanı, yarı-kurak olarak nitelendirilir. Yağışın en fazla olduğu aylar Nisan (52.4 mm) ve Mayıs (49.5 mm)'tir. Yağışın en az olduğu ay ise Ağustos (12.9 mm)'tur. En fazla yağışın 137.6 mm ile ilkbahar mevsiminde, daha sonra sırasıyla kış (114.4 mm), sonbahar (85.3 mm) ve en az yağışın ise yaz (61.7 mm) mevsiminde kaydedildiği görülmektedir (Anonim, 2008). Bu verilerin değerlendirilmesiyle araştırma alanının yağış tipinin **İKSY** olduğu bulunmuştur. Başka bir deyişle, en yağışlı mevsim ilkbahar, en kurak mevsim ise yazdır. Buna göre araştırma alanı, Doğu Akdeniz yağış rejiminin 2. tipi içerisine girmektedir. Bu yağış rejimi tipi, Afyon, Ankara, Çorum, Niğde, Nevşehir ve Kayseri dolaylarında oldukça geniş bir alanda yaygındır (Akman, 1990).

Aylık ortalama sıcaklık değerleri ile aylık ortalama yağış miktarları kullanılarak araştırma alanının ombrotermik (yağış-sıcaklık) diyagramı çizilmiştir (Şekil 2). Bu diyagramda da görüleceği gibi araştırma alanı, Haziran ayının başından Ekim ayının ortalarına kadar yaklaşık 4,5 ayı kurak geçirmektedir. Ekim ayının ortalarından Mayıs ayının sonuna kadar yaklaşık 7,5 ay ise yağışlı geçmektedir. Çalışma alanında Ocak, Şubat ve Aralık ayları mutlak donlu aylardır. Ayrıca çalışma alanında Mart, Nisan, Mayıs, Eylül, Ekim ve Kasım ayları da muhtemel donlu aylardır. 11.4 kuraklık indisine sahip olan Ankara şehri, yarı kurak, az nemli iklim bölgesine girmektedir.



Şekil 2. Araştırma alanına ait ombro-termik diyagram

- |   |  |
|---|--|
| a: İstasyonun bulunduğu il                                | i: Yağış periyodu                            |
| b: Denizden yüksekliği                                    | k: Mutlak donlu aylar                        |
| c: Isı ve yağışın kaç yıllık ölçümlerin ortalaması olduğu | l: En soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı  |
| d: Yıllık ortalama sıcaklık                               | m: Yıllık mutlak maksimum sıcaklık           |
| e: Yıllık ortalama yağış                                  | n: Mutlak maksimum sıcaklık                  |
| f: Aylık ortalama sıcaklık eğrisi                         | o: En sıcak ayın ortalama maksimum sıcaklığı |
| g: Aylık ortalama yağış eğrisi                            | p: Muhtemel donlu aylar                      |
| h: Kurak periyod  |  |

Araştırma alanındaki nispi nem ortalamalarına bakıldığında ise en yüksek ortalama nispi nemin Aralık (%76.1), Ocak (%73.9) ve Şubat (%70.7) aylarına rastlamaktadır.

Ankara civarında temel kaya birimini Triyas'a ait Hisarlıkaya formasyonu oluşturmaktadır. Jura-Kretase serileri, epimetamorfik Triyas kayaçlarını uyumsuz olarak örtmektedir. Miyosen'de aktivite gösteren andezitik volkanizma Ankara'nın kuzey ve doğu bölümlerinde geniş alanlar kaplamaktadır. Çalışma alanında da egemen olan bu volkanizma sonucunda kalın andezitik lavlar, tüfitler ve aglomeralar oluşmuştur. Vadi ve yamaçlarda tüfler yer almakta ve buna bağlı olarak breşleşme gözlenmektedir.

Yörenin en geç oluşumları Kuvarterner'e ait yamaç molozları ve alüvyonlardır. Yamaç molozları, volkanik serilere ait rezidüel toprakların yamaç aşağı sürüklenmesi, belli yerlerde depolanması v.s. ile oluşmuş bloklu, çakıllı-kumlu zeminlerdir.

Ankara civarında Mesozoik serilerinin, Alp orogenizinden büyük ölçüde etkilenecek kuzeydoğu-güneybatı eksenli kıvrımlanmalara uğradığı, Pliyosen'den itibaren epirojenik hareketlerin bölgeye hakim olduğu bilinmektedir (Anonim, 1997).

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışma alanında 2006-2008 yılları arasında toplam 14 gezi yapılarak 691 bitki örneği toplanmıştır. Toplanan örnekler kurallara uygun olarak (Seçmen, 1989) preslenip kurutularak herbaryum materyali haline getirildikten sonra

bitkilerin teşhis edilmesi işlemine geçilmiştir. Bitkilerin teşhisinde başta “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” (Davis, 1965-1985, Davis vd., 1988 ve Güner vd., 2000) olmak üzere, Ankara Şehir Florası (Akaydın, 1996) adlı doktora tezi ve çeşitli sözlüklerden (Altınayar, 1987 ve Baytop, 1998) yararlanılmıştır. Adlandırmalar sırasında Leica marka stereo mikroskoplar kullanılmıştır. Adlandırılan bitkilerin kontrolünde Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi (HEF) ve Ankara Üniversitesi (ANK) herbaryumlarından yararlanılmıştır. Teşhisinde güçlüklerle karşılaşılan bazı örneklerde ise ilgili grubun uzmanına danışılmıştır. Örneklerin asılları Ankara Üniversitesi Herbaryumunda (ANK), dupletleri ise Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Herbaryumunda (HEF) muhafaza edilmektedir.

Floristik liste verilirken Türkiye Florası (Davis, 1965-1985 ve Davis vd., 1988) esas alınmış ve bütün taksonlar bu kaynaktaki evrimsel sıralamaya uygun olarak düzenlenmiştir. Yazar adı kısaltmaları Türkiye Florası’ndaki şekliyle verilmiştir. Örneklerin yazımında familyalar koyu, tür ve tür altı taksonlar ise italik yazılarak belirtilmiştir. Listedeki bitkilerden yetiştirme (kültür formu) olanlar (\*) ile işaretlenmiştir. Araştırma alanı A4 karesi, Ankara ili, Keçiören ilçesi, Hacıkadın Vadisi ile sınırlı olduğundan bulgular verilirken tekrarlardan kaçınmak amacıyla direkt habitat bilgisi verilmiştir. Bitki listesi yazılırken şu sıra izlenmiştir;

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1. Familya                       | 5. Toplayıcının adı soyadı |
| 2. Tür adı ve otörü              | 6. Toplayıcı numarası      |
| 3. Araştırma alanındaki yayılışı | 7. Endemizm                |
| a. Habitat                       | 8. Fitocoğrafik bölgesi    |
| b. Yükseklik                     | 9. Tehlike kategorisi      |
| 4. Tarih                         |                            |

Endemik ve endemik olmayan türlerin IUCN tarafından belirtilen tehlike kategorileri “Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı” (Ekim, 2000) esas alınarak yazılmıştır.

#### Kullanılan Kısaltmalar:

Akd.	Akdeniz elementi	GA	Galip Akaydın
Avr.-Sib.	Avrupa-Sibirya elementi	Hir.-Öks.	Hirkaniyen-Öksin elementi
D.Akd.	Doğu Akdeniz elementi	İr.-Tur.	İran-Turan elementi
EBY	Emine Burcu Yeşilyurt	Öks.	Öksin elementi
End.	Endemik		

### 3. Bulgular

#### Bitki Listesi

#### PTERIDOPHYTA

#### Equisetaceae

*Equisetum arvense* L.

940 m, 02.05.1995, Akaydın 3405.

#### SPERMATOPHYTA

#### GYMNOSPERMAE (CONIFEROPHYTA)

#### Pinaceae

*Cedrus libani* A. Rich

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 07.07.2007, EBY 597, 600. **Akd.**

*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe



Ağaçlandırma alanı, 980 m, 07.07.2007, EBY 594.

### Cupressaceae

*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*

980 m, 03.05.1995, Akaydın 3895.

### ANGIOSPERMAE (MAGNOLIOPHYTA)

### DICOTYLEDONES (MAGNOLIOPSIDA)

#### Ranunculaceae

*Nigella arvensis* L. var. *glauca* Boiss.

Step, 980 m, 19.06.2007, EBY 503.

*Delphinium peregrinum* L.

980 m, 30.05.1995, Akaydın 3783.

*Adonis flammea* Jacq.

Yol kenarı, 930 m, 22.04.2007, EBY 174, 05.05.2007, EBY 292.

*Ranunculus sericeus* Banks et Sol.

Krause 5475. **İr.-Tur.**

*R. neapolitanus* Ten.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 12.04.2008, EBY 688.

*R. repens* L.

Krause 4537.

*R. constantinopolitanus* (DC.) d'Urv.

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 249, 250.

*R. argyreus* Boiss.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 05.05.2007, EBY 237, 271.

*R. cuneatus* Boiss.

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 05.05.2007, EBY 235.

*R. reuterianus* Boiss.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2007, EBY 312, 341, Dere kenarı, 900 m, 19.05.2008, EBY 709. **End. LR(lc).**

*R. ficaria* L. subsp. *ficariiformis* Rouy & Fouc.

Dere kenarı, 900 m, 22.04.2007, EBY 201., 20.05.1945, Kasaplıgil., dere kenarı, 950 m, 27.03.1994, Akaydın 2507.

*Ceratocephalus falcatus* (L.) Pers.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 31.03.2007, EBY 104, 22.04.2007, EBY 161.

#### Berberidaceae

*Berberis crataegina* DC.

Step alanları, 980 m, 30.05.1995, Akaydın 3805.

#### Papaveraceae

*Papaver macrostomum* Boiss. & Huet ex Boiss.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 05.05.2007, EBY 290., step alanları, 980 m, 19.06.1993, Akaydın 1409. **İr.-Tur.**

*P. rhoeas* L.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 05.05.2007, EBY 293., step alanları, 980 m, 19.06.1993, Akaydın 1400.

*Hypocoum procumbens* L.

Dere kenarı, 900 m, 17.03.2007, EBY 87, 31.03.2007, EBY 110. **Akd.**

*Fumaria cilicica* Hausskn.

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 251, 289., 950 m, 29.05.1994, Akaydın 2925.

#### Brassicaceae (Cruciferae)

*Brassica elongata* Ehrh.

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 556, 585, 30.09.2007, EBY 657, 650., 950 m, 19.06.1993, Akaydın 1380.

*Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC.

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 572, 30.09.2007, EBY 647, 674.

*Lepidium perfoliatum* L.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 12.04.2008, EBY 701, 19.05.2008, EBY 755., 970 m, 13.05.1995, Akaydın 3489.

*Cardaria draba* (L.) Desv. subsp. *draba*

Yol kenarı, 930 m, 05.05.2007, EBY 280, 19.05.2007, EBY 413.

*Aethionema arabicum* (L.) Andr. ex DC.

970 m, 27.03.1994, Akaydın 2505.

*Thlaspi perfoliatum* L.

Dere kenarı, 900 m, 17.03.2007, EBY 93, 31.03.2007, EBY 119, 05.05.2007, EBY 205., 970 m, 27.03.1994, Akaydın 2511.

*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 314, 12.04.2008, EBY 683.

*C. rubella* Reuter

Dere kenarı, 900 m, 17.03.2007, EBY 78, 31.03.2007, EBY 111, 113, 22.04.2007, EBY 149, 158. **Akd.**

*Boreava orientalis* Jaub. et Spach

970 m, 25.05.1995, Akaydın 3617.

*Neslia apiculata* Fisch., Mey. & Avé-Lall.

Yol kenarı, 930 m, 22.04.2007, EBY 185, 198, 05.05.2007, EBY 275, 12.04.2008, EBY 680.

*Alyssum linifolium* Steph. & Willd. var. *teheranicum* Bornm.

Step, 980 m, 17.03.2007, EBY 95.

*A. desertorum* Stapf. var. *desertorum*

Meşe açıkları, 967 m, 31.03.2007, EBY 115, 05.05.2007, EBY 224, 12.04.2008, EBY 702.

*A. minutum* Schlecht. ex DC.

Step, 980 m, 12.4.2008, EBY 685.

*A. strictum* Willd.

980 m, 03.06.1995, Akaydın 3878. **İr.-Tur.**

*A. szowitsianum* Fisch. et Mey.

970 m, 01.05.1994, Akaydın 2661.

*A. hirsutum* Bieb. var. *caespitosum* Dudley

Step, 980 m, 22.04.2007, EBY 155, 05.05.2007, EBY 215, 19.05.2008, EBY 740. **End. İr.-Tur. LR(nt).**

*A. sibiricum* Willd.

970 m, 03.06.1995, Akaydın 3861.

*A. filiforme* Nyár.

Step, 980 m, 05.05.2007, EBY 225. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*A. murale* Waldst. & Kit. var. *murale*

Step, 980 m, 04.06.2007, EBY 429, 438., 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1362.

*Clypeola johnthlaspi* L.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 760., 960 m, 27.03.1994, Akaydın 2503.

*Barbarea plantaginea* DC.

D. 18788.

*Cardamine hirsuta* L.

Boş araziler, 960 m, 22.04.1995, Akaydın 3225.

*Matthiola longipetala* (Vent.) DC. subsp. *bicornis* (Sibth. et Smith) P.W.Ball

960 m, 25.05.1995, Akaydın 3622.

*Malcolmia africana* (L.) R. Br.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2008, EBY 748.

*Erysimum hamosum* Blanche ex Post

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2007, EBY 315. **İr.-Tur.**

*E. diffusum* Ehrh.

960 m, 19.06.1993, Akaydın 1359. **Avr.-Sib.**

*E. crassipes* Fisch. & Mey.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 05.05.2007, EBY 222, 04.06.2007, EBY 430.

*E. repandum* L.

980 m, 30.05.1995, Akaydın 3788.

*Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara & Grande

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 257, 284., Çetik 116., 950 m, 17.06.1995, Akaydın 4072.

*Sisymbrium altissimum* L.

Dere kenarı, 900 m, 22.04.2007, EBY 168.

*S. loselii* L.

Yol kenarı, 930 m, 19.05.2007, EBY 302, 19.06.2007, EBY 529.

*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl

Dere kenarı, 900 m, 31.03.2007, EBY 112, 05.05.2007, EBY 282., 950 m, 19.06.1993, Akaydın 1430.

**Resedaceae***Reseda lutea* L. var. *lutea*

Yol kenarı, 930 m, 19.06.2007, EBY 533, 528.

### Cistaceae

*Helianthemum nummularium* (L.) Miller subsp. *lycaonicum* Coode & Cullen

Step, 980 m, 22.04.2007, EBY 162, 187. **End. LR(lc).**

*H. canum* (L.) Baumg.

970 m, 25.05.1995, Akaydın 3623.

*H. ledifolium* (L.) Miller var. *ledifolium*

970 m, 25.05.1995, Akaydın 3625.

*H. salicifolium* (L.) Miller

Step, 980 m, 22.04.2007, EBY 196, 177, 12.04.2008, EBY 687., 970 m, 22.04.1995, Akaydın 3230.

### Violaceae

*Viola odorata* L.

950 m, 02.05.1995, Akaydın 3406.

*V. suavis* Bieb.

Dere kenarı, 900 m, 31.03.2007, EBY 118., 950 m, 27.03.1994, Akaydın 2506.

*V. occulta* Lehm.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 17.03.2007, EBY 80, 31.03.2007, EBY 137, 22.04.2007, EBY 140, 05.05.2007, EBY 278, 12.04.2008, EBY 695.

*V. parvula* Tineo

Kayalık yamaçlar, 970 m, 17.03.2007, EBY 96, 31.03.2007, EBY 105, 138.

*V. kitaibeliana* Roem. & Schult.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 22.04.2007, EBY 202, 05.05.2007, EBY 261., 28.04.1942, Bağda.

### Polygalaceae

*Polygala supina* Schreb.

Step, 980 m, 19.05.2007, EBY 409, Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m. 19.05.2008, EBY 717, 718.

*P. pruinosa* Boiss. subsp. *pruinosa*

960 m, 29.05.1994, Akaydın 2902.

### Caryophyllaceae

*Arenaria serpyllifolia* L.

Dere kenarı, 900 m, 22.04.2007, EBY 141.

*Minuartia hamata* (Hauskn.) Mattf.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 746.

*M. anatolica* (Boiss.) Woron. var. *arachnoidea* McNeill

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 708., 980 m, 30.05.1995, Akaydın 3787. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*Stellaria media* (L.) Vill. subsp. *media*

Dere kenarı, 900 m, 31.03.2007, EBY 129, 05.05.2007, EBY 283., 950 m, 16.05.1995, Akaydın 3568.

*S. media* (L.) Vill. subsp. *neglecta* (Weihe) Murb.

950 m, 21.07.1995, Akaydın 4293.

*Cerastium chlorifolium* Fisch. & Mey.,

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 208.

*C. dichotomum* L. subsp. *dichotomum*

Yol kenarı, 930 m, 12.04.2008, EBY 698., 960 m, 13.05.1995, Akaydın 3488.

*C. glomeratum* Thuill.

Dere kenarı, 900 m, 22.04.2007, EBY 199.

*Holosteum umbellatum* L. var. *umbellatum*

Yol kenarı, 930 m, 17.03.2007, EBY 98, 31.03.2007, EBY 107, 12.04.2008, EBY 696.

*H. umbellatum* L. var. *glutinosum* (Bieb.) Gay

Yol kenarı, 930 m, 12.04.2008, EBY 700.

*Bufoia tenuifolia* L.

1000 m, 21.08.1995, Akaydın 4566.

*Dianthus crinitus* Sm. var. *crinitus*

Kayalık yamaçlar, 970 m, 07.07.2007, EBY 601, 595.

*D. lydus* Boiss.

17.06.1944, Kasaplıgil. **End. LR (lc).**

*Petrorrhagia cretica* (L.) Ball & Heywood

Step, 980 m, 04.06.2007, EBY 454.

*Velezia rigida* L.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2007, EBY 367., 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1364.

*Saponaria officinalis* L.

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 550.

*S. viscosa* C.A.Meyer

Kayalık yamaçlar, 980 m, 17.05.1995, Akaydın 3567. **İr.-Tur.**

*S. prostrata* Willd. subsp. *prostrata*

970 m, 11.07.1993, Akaydın 1978. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*Gypsophila pilosa* Hudson

970 m, 17.06.1995, Akaydın 4091. **İr.-Tur.**

*Silene chlorifolia* Sm.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 04.06.2007, EBY 479, 19.06.2007, EBY 537. **İr.-Tur.**

*S. otites* (L.) Wibel

Step, 980 m, 19.05.2008, EBY 714., D. 18736.

*S. spergulifolia* (Desf.) Bieb.

980 m, 17.06.1995, Akaydın 4101. **İr.-Tur.**

*S. supina* Bieb. subsp. *pruinosa* (Boiss.) Chowdh.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1379.

*S. alba* (Miller) Krause subsp. *divaricata* (Reichb.) Walters

Step, 980 m, 11.08.2007, EBY 625., D. 13167., 19.06.1993, Akaydın 1367.

*S. noctiflora* L.

D. 18785.

*S. dichotoma* Ehrh. subsp. *dichotoma*

950 m, 30.05.1995, Akaydın 3809.

*S. conoidea* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2008, EBY 710.

*Cucubalus baccifer* L.

D. 13168.

*Agrostemma githago* L.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2007, EBY 321.

### **Illecebraceae**

*Herniaria hirsuta* L.

970 m, 21.07.1995, Akaydın 4325.

*H. incana* Lam.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 712.

*Paronychia kurdica* Boiss. subsp. *kurdica* var. *kurdica*

Kayalık yamaçlar, 970 m, 05.05.2007, EBY 243.

*P. angorensis* Chaudhri

980 m, 19.06.1993, Akaydın 1355. Det: S.Erik. **End. İr.-Tur. VU.**

### **Polygonaceae**

*Atraphaxis billardieri* Jaub.&Spach var. *billardieri*

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 738., D. 28737. **İr.-Tur.**

*Polygonum persicaria* L.

Dere kenarı, 900 m, 11.08.2007, EBY 631.

*Rumex acetosella* L.

980 m, 30.05.1995, Akaydın 3806.

*R. crispus* L.

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 586, 30.09.2007, EBY 660., 950 m, 03.06.1995, Akaydın 3868.

*R. conglomeratus* Murray

950 m, 17.06.1995, Akaydın 4090.

### **Chenopodiaceae**

*Beta lomatogona* Fisch. et Mey.

940 m, 03.06.1995, Akaydın 3850.

*Chenopodium botrys* L.

940 m, 21.07.1995, Akaydın 4318.

*C. murale* L.

Yol kenarı, 930 m, 30.09.2007, EBY 652.

*C. album* L. subsp. *album* var. *album*

940 m, 21.07.1995, Akaydın 4319.

*Atriplex laevis* C. A. Meyer

Yol kenarı, 930 m, 30.09.2007, EBY 646.

*Salsola ruthenica* Iljin

950 m, 21.07.1995, Akaydın 4304.

*Noaea mucronata* (Forssk.) Aschers. et Schweinf. subsp. *mucronata*

14.09.1944, Kasaplıgil.

### **Amaranthaceae**

*Amaranthus albus* L.

Yol kenarı, 930 m, 30.09.2007, EBY 677.

### **Hypericaceae (Guttiferae)**

*Hypericum pseudolaeve* Robson

D. 13196., 29.05.1994, Akaydın 2912. **End. İr.-Tur. LR (lc).**

*H. scabrum* L.

Step, 980 m, 11.11.2006, EBY 58, 19.05.2007, EBY 310, 398, 04.06.2007, EBY 471., D. 18838. **İr.-Tur.**

*H. orientale* L.

14.06.1948, Bağda.(ANK)

*H. perforatum* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.06.2007, EBY 525, 07.07.2007, EBY 578, 579.

*H. triquetrifolium* Turra

Step alanları, 960 m, 29.05.1994, Akaydın 2913.

### **Malvaceae**

*Hibiscus trionum* L.

940 m, 21.08.1995, Akaydın 4578.

*Malva neglecta* Wallr.

Yol kenarı, 930 m, 19.05.2007, EBY 304.

*Alcea pallida* Waldst. & Kit.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 04.06.2007, EBY 446.

*A. lavateriflora* (DC.) Boiss.

Yol kenarı, 930 m, 30.09.2007, EBY 648. **VU.**

*Althaea cannabina* L.

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 602, 11.08.2007, EBY 629, 642.

### **Linaceae**

*Linum mucronatum* Bertol.subsp. *armenum* (Bordz.) Davis

17.07.1945, Başaran. **İr.-Tur.**

*L. nodiflorum* L.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.05.2007, EBY 355, 373, 04.06.2007, EBY 421. **Akd.**

*L. hirsutum* L. subsp. *anatolicum* (Boiss.) Hayek var. *anatolicum*

D. 18791., 30.05.1995, Akaydın 3775. **End. İr.-Tur. LR (lc).**

### **Geraniaceae**

*Geranium lucidum* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 303.

*G. rotundifolium* L.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.05.2008, EBY 732.

*G. pusillum* Burm.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.05.2007, EBY 318.

*G. tuberosum* L. subsp. *tuberosum*

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 230, 263, 270, 19.05.2008, EBY 759.

*G. asphodeloides* Burm. subsp. *asphodeloides*

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 256., 940 m, 29.05.1994, Akaydın 2897. **Avr.-Sib.**

*G. pyrenaicum* Burm.

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 281, 299, 19.05.2007, EBY 347.

*Erodium hoefftianum* C. A. Meyer

Yol kenarı, 930 m, 12.04.2008, EBY 689.

*E. ciconium* (L.) L'Hérit.

Step, 980 m, 31.03.2007, EBY 125, 22.04.2007, EBY 175.

*E. cicutarium* (L.) L'Hérit. subsp. *cutarium*

Dere kenarı, 900 m, 31.03.2007, EBY 128, 22.04.2007, EBY 145, 178, 180, 183, 194, 12.04.2008, EBY 679.

*E. acaule* (L.) Becherer & Thell.

Meşe açıkları, 967 m, 22.02.2007, EBY 65, 17.03.2007, EBY 82, 90, 22.04.2007, EBY 184. **Akd.**

### **Zygophyllaceae**

*Tribulus terrestris* L.

Yol kenarı, 930 m, 30.09.2007, EBY 675.

### **Rhamnaceae**

*Rhamnus petiolaris* Boiss.

D. 13160a. **End. LR (lc).**

**Anacardiaceae**

*Pistacia atlantica* Desf.

950 m, 19.06.1993, Akaydın 1414.

**Fabaceae (Leguminosae)**

*Genista sessilifolia* DC.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 04.06.2007, EBY 431.

**İr.-Tur.**

\**Robinia pseudoacacia* L.

Yol kenarı, 930 m, 04.06.2007, EBY 460.

*Colutea cilicica* Boiss. & Bal.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2007, EBY 411, 04.06.2007, EBY 464.

*Astragalus hamosus* L.

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 358.

*A. strictifolius* Boiss. var. *kutepovii* Şirj.

Meşe açıkları, 967 m, 19.06.2007, EBY 513, 07.07.2007, EBY 562, 593, 11.08.2007, EBY 612. **İr.-Tur.**

*A. macrocephalus* Willd. subsp. *macrocephalus*

970 m, 11.07.1993, Akaydın 1979. **End. İr.-Tur. LR(nt).**

*A. lycius* Boiss.

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2008, EBY 745. **End. LR(lc).**

*A. xylobasis* Freyn & Bornm. var. *angustus* (Freyn & Sint.) Freyn & Bornm.

Step, 980 m, 04.06.2007, EBY 434, 466., D. 18738., 980 m, 16.06.1993, Akaydın 1332. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*A. elongatus* Willd. subsp. *elongatus*

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 343, 19.05.2008, EBY 731., D. 18772., 980 m, 01.05.1995, Akaydın 3529.

*A. angustifolius* Lam. var. *angustifolius*

Meşe açıkları, 967 m, 19.06.2007, EBY 519.

*Vicia cracca* L. subsp. *stenophylla* Vel.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.05.2007, EBY 366, 04.06.2007, EBY 462., 800 m, D. 18839., 960 m, 29.05.1994, Akaydın 2907.

*V. ervilia* (L.) Willd.

Meşe açıkları, 970 m, 05.05.2007, EBY 255, 294, 19.05.2008, EBY 729.

*V. peregrina* L.

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 288.

*V. grandiflora* Scop. var. *grandiflora*

Yol kenarı, 930 m, 05.05.2007, EBY 274, 19.05.2007, EBY 306.

*V. lathyroides* L.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 05.05.2007, EBY 231, 260, 300.

*V. galilaea* Plitm. & Zoh.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.05.2007, EBY 368, 401.

*Lathyrus inconspicuus* L. var. *inconspicuus*

970 m, 01.05.1994, Akaydın 2675.

*L. sativus* L.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 22.04.2007, EBY 170, 05.05.2007, EBY 262, 19.05.2007, EBY 386.

*L. aphaca* L. var. *biflorus* Post

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2008, EBY 742.

*Pisum sativum* L. subsp. *elatius* (Bieb.) Aschers.&Graebn. var. *elatius*

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 723. **Akd.**

*P. sativum* L. subsp. *elatius* (Bieb.) Aschers.&Graebn. var. *pumilio* Meikle

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 724.

*Ononis pusilla* L.

D. 18776. **Akd.**

*Trifolium repens* L. var. *repens*

950 m, 22.04.1995, Akaydın 3221.

*T. hybridum* L. var. *anatolicum* (Boiss.) Boiss.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 335.

*T. nigrescens* Viv. subsp. *petrisavii* (Clem.) Holmboe

950 m, 19.06.1993, Akaydın 1329.

*T. speciosum* Willd.

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 268, 273, 19.05.2007, EBY 308, 389., 900 m, D. 18810., 950 m, 19.06.1993, Akaydın 1353.

*T. campestre* Schreb.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 387.

*T. pratense* L. var. *pratense*

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 319, 04.06.2007, EBY 423, 11.08.2007, EBY 618, 636, 30.09.2007, EBY 668, 671.

*T. pallidum* Waldst. & Kit.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 403.

*T. lucanicum* Gasp.

900 m, D. 18825., 950 m, 11.07.1993, Akaydın 1974. **Akd.**

*T. hirtum* All.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.05.2007, EBY 332, 346, 405., 900 m, D. 18729. **Akd.**

*T. arvense* L. var. *arvense*

Meşe açıkları, 967 m, 04.06.2007, EBY 428.

*Melilotus officinalis* (L.) Desr.

900 m, D. 13166.

*M. taurica* (Bieb.) Ser.

900 m, D. 18766.

*Trigonella velutina* Boiss.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.05.2007, EBY 412. **İr.-Tur.**

*T. monantha* C. A. Meyer subsp. *monantha*

Step, 980 m, 19.05.2008, EBY 735., 980 m, 03.06.1995, Akaydın 3872. **İr.-Tur.**

*Medicago radiata* L.

Step, 980 m, 19.05.2008, EBY 761. **İr.-Tur.**

*M. orbicularis* (L.) Bart.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 04.06.2007, EBY 442.

*M. lupulina* L.

980 m, 21.07.1995, Akaydın 4313.

*M. sativa* L. subsp. *sativa*

Dere kenarı, 900 m, 30.09.2007, EBY 672.

*M. x varia* Martyn

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.06.2007, EBY 545, 07.07.2007, EBY 573, 11.08.2007, EBY 622, 635.

*M. minima* (L.) Bart. var. *minima*

Kayalık yamaçlar, 970 m, 05.05.2007, EBY 269, 19.05.2007, EBY 356., 1200 m, D. 19050., 980 m, 01.05.1994, Akaydın 2674.

*Lotus corniculatus* L. var. *tenuifolius* L.

Dere kenarı, 900 m, 30.09.2007, EBY 670.

*Coronilla scorpioides* (L.) Koch

900-950 m, Demiriz 2858.

*C. varia* L. subsp. *varia*

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 04.06.2007, EBY 461, 19.06.2007, EBY 514., D. 18740., 980 m, 19.06.1993, Akaydın 1377.

*Hedysarum cappadocicum* Boiss.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 30.05.1995, Akaydın 3779. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*Onobrychis armena* Boiss. & Huet

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 404. **End. LR(lc).**

*O. oxyodonta* Boiss.

Yol kenarı, 930 m, 19.05.2007, EBY 323, 326, 402, 04.06.2007, EBY 433, 473, 19.06.2007, EBY 507.

*O. hypargyrea* Boiss.

D. 13195.

### **Rosaceae**

*Prunus spinosa* L.

Yol kenarı, 930 m, 12.04.2008, EBY 691. **Avr.-Sib.**

*P. x domestica* L.

Yol kenarı, 930 m, 05.05.2007, EBY 286, 19.06.2007, EBY 521.

*P. divaricata* Ledeb. subsp. *divaricata*

Step, 980 m, 12.04.2008, EBY 684.

*Cerasus mahaleb* (L.) Miller var. *mahaleb*

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 408, 04.06.2007, EBY 501.

\**Armeniaca vulgaris* Lam.

Yol kenarı, 930 m, 31.03.2007, EBY 109, 108.

*Amygdalus communis* L.

Meşe açıkları, 967 m, 22.04.2007, EBY 157, 12.04.2008, EBY 697.

*A. orientalis* Miller

Meşe açıkları, 967 m, 12.04.2008, EBY 682, 690. **İr.-Tur.**

*Rubus caesius* L.

Dere kenarı, 900 m, 11.11.2006, EBY 62, 07.07.2007, EBY 566, 11.08.2007, EBY 638., 800 m, D. 18749., 950 m, 17.06.1995, Akaydın 4073.

*Potentilla inclinata* Vill.

Step, 980 m, 19.05.2007, EBY 360.

*P. recta* L.

Step, 980 m, 19.05.2007, EBY 330, 363, 04.06.2007, EBY 488, 19.06.2007, EBY 510., 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1398.

*Geum urbanum* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 316, 348, 04.06.2007, EBY 422., 950 m, 29.05.1994, Akaydın 2896. **Avr.-Sib.**

*Agrimonia eupatoria* L.

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 587, 11.08.2007, EBY 615., 950 m, 13.07.1945, Kasaplıgil., 21.07.1995, Akaydın 4295.

*Sanguisorba officinalis* L.

D. 18782.

*S. minor* Scop. subsp. *minor*

Yol kenarı, 930 m, 04.06.2007, EBY 487.

*Rosa canina* L.

Dere kenarı, 900 m, 11.11.2006, EBY 57, 04.06.2007, EBY 458, 483, 19.06.2007, EBY 524, 11.08.2007, EBY 614.

*Crataegus curvisepala* Lindman

980 m, 03.06.1995, Akaydın 3867.

*C. monogyna* Jacq. subsp. *azarella* (Gris.) Franco

Aydın.

*C. microphylla* C. Koch

Meşe açıkları, 967 m, 11.11.2006, EBY 59, 19.05.2007, EBY 383, 11.08.2007, EBY 611. **Hir.-Öks.**

*Cydonia oblonga* Miller

Yol kenarı, 930 m, 19.05.2007, EBY 407, 11.08.2007, EBY 634.

### Lythraceae

*Lythrum salicaria* L.

Dere kenarı, 900 m, 11.08.2007, EBY 628, 30.09.2007, EBY 649. **Avr.-Sib.**

### Onagraceae

*Epilobium angustifolium* L.

Frères E.C. 519.

*E. montanum* L.

950 m, 01.08.1995, Akaydın 4446. **Avr.-Sib.**

### Crassulaceae

*Sedum subulatum* (C.A. Meyer) Boiss.

D. 18780.

*S. hispanicum* L. var. *hispanicum*

Step, 980 m, 05.05.2007, EBY 297.

### Apiaceae (Umbelliferae)

*Eryngium bithynicum* Boiss.

Step, 980 m, 07.07.2007, EBY 555. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*E. campestre* L. var. *virens* Link

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 19.06.2007, EBY 518.

*Scandix stellata* Banks & Sol.

Yol kenarı, 930 m, 22.04.2007, EBY 173, 05.05.2007, EBY 216., 980 m, 29.05.1994, Akaydın 2899.

*S. iberica* Bieb.

Step, 980 m, 05.05.2007, EBY 236, 259.

*Coriandrum tordylium* (Fenzl) Bornm.



Step, 980 m, 04.06.2007, EBY 477., 950 m, 17.06.1995, Akaydın 4079. **İr.-Tur.**

*Seseli tortuosum* L.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 30.09.2007, EBY 664.

*Prangos denticulata* Fisch. et Mey.

980 m, 28.07.1994, Akaydın 3080. **End. İr.-Tur. DD.**

*Falcaria vulgaris* Bernh.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 07.07.2007, EBY 577.

*Ferulago pauciradiata* Boiss. et Heldr.

970 m, 28.07.1994, Akaydın 3079. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*Zosima absinthifolia* (Vent.) Link

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 400, 19.06.2007, EBY 534., D. 18779., 960 m, 19.06.1993, Akaydın 1344.

*Laserpitium petrophilum* Boiss. & Heldr.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.06.2007, EBY 505, 07.07.2007, EBY 598. **End. D.Akd. LR(nt).**

*Torilis japonica* (Houtt.) DC.

Dere kenarı, 900 m, 04.06.2007, EBY 494, 452.

*T. ucranica* Sprengel

Step, 980 m, 07.07.2007, EBY 589.

*Caucalis platycarpus* L.

Yol kenarı, 930 m, 19.05.2007, EBY 311.

*Orlaya daucooides* (L.) Greuter

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 19.05.2007, EBY 352, 04.06.2007, EBY 424. **Akd.**

*Daucus carota* L.

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 571, 11.08.2007, EBY 617.

*D. guttatus* Sm.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.06.2007, EBY 517.

*Artemisia squamata* L.

D. 18821b., 980 m, 19.06.1993, Akaydın 1410.

## **Cornaceae**

*Cornus mas* L.

22.03.1936, Krause., 950 m, 17.05.1995, Akaydın 3577. **Avr.-Sib.**

## **Caprifoliaceae**

*Sambucus nigra* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 416, 04.06.2007, EBY 499., 20.05.1945, Kasaplıgil., 950 m, 19.06.1993, Akaydın 1389. **Avr.-Sib.**

*Viburnum opulus* L.

D. 13165., 950 m, 17.05.1995, Akaydın 3576. **Avr.-Sib.**

*Lonicera xylosteum* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.06.2007, EBY 546.

*L. etrusca* Santi var. *etrusca*

Dere kenarı, 900 m, 04.06.2007, EBY 469., 950 m, 19.06.1993, Akaydın 1413. **Akd.**

## **Valerianaceae**

*Valeriana tuberosa* L.

Meşe açıkları, 967 m, 05.05.2007, EBY 295., step alanları, 970 m, 01.05.1994, Akaydın 2671.

*Centranthus longiflorus* Stev. subsp. *longiflorus*

Yol kenarı, 930 m, 04.06.2007, EBY 470. **İr.-Tur.**

*C. calcitrapa* (L.) Dufur.

Kayalık yamaçlar, 980 m, 03.06.1995, Akaydın 3882. **Akd.**

*Valerianella costata* (Stev.) Betcke

Kayalık yamaçlar, 970 m, 22.04.2007, EBY 195, 05.05.2007, EBY 204, 218., H. ve E. Walter., 970 m, 17.05.1995, Akaydın 3566. **Akd.**

*V. carinata* Lois.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 17.03.2007, EBY 97, 31.03.2007, EBY 106.

*V. coronata* (L.) DC.

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 344, 375, 394.

*V. kotschyi* Boiss.

H. ve E. Walter. **İr.-Tur.**

*V. vesicaria* (L.) Moench

Kayalık yamaçlar, 970 m, 19.05.2007, EBY 391.

## **Dipsacaceae**

*Dipsacus laciniatus* L.

Step, 980 m, 11.08.2007, EBY 619.

*Scabiosa argentea* L.

Yol kenarı, 930 m, 07.07.2007, EBY 609.

*S. hispidula* Boiss.

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 320, 399.

*S. rotata* Bieb.

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 327, 364, 04.06.2007, EBY 420. **İr.-Tur.**

**Asteraceae** (Compositae)

\**Helianthus annuus* L.

Dere kenarı, 900 m, 30.09.2007, EBY 653.

*Bidens tripartita* L.,

Dere kenarı, 900 m, 11.08.2007, EBY 630., 950 m, 21.08.1995, Akaydın 4574.

*Bellis perennis* L.

950 m, 14.05.1942, Bağda., 19.06.1993, Akaydın 1330.

*Senecio vernalis* Waldst. & Kit.

Meşe açıkları, 967 m, 22.02.2007, EBY 71, 17.03.2007, EBY 75, 84, 89, 31.03.2007, EBY 116, 22.04.2007, 146, 154, 05.05.2007, 229, 266.

*Tussilago farfara* L.

950 m, 30.05.1995, Akaydın 3812. **Avr.-Sib.**

*Anthemis armeniaca* Freyn et Sint.

970 m, 03.06.1995, Akaydın 3876. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*A. tinctoria* L. var. *tinctoria*

Meşe açıkları, 967 m, 04.06.2007, EBY 432, 485, 427, 07.07.2007, EBY 549., 970 m, 16.06.1993, Akaydın 1421.

*A. austriaca* Jacq.

Step, 980 m, 22.04.2007, EBY 193, 05.05.2007, EBY 221, 239, 265, 19.05.2007, EBY 345, 354, 384, 04.06.2007, EBY 449, 19.06.2007, EBY 539., D. 18806.

*A. wiedemanniana* Fisch. & Mey.

Step, 980 m, 05.05.2007, EBY 301., D. 18803., 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1417. **End. LR (lc).**

*Achillea teretifolia* Willd.

970 m, 30.05.1995, Akaydın 3814. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*A. setacea* Waldst. et Kit.

D. 18832., 970 m, 17.06.1995, Akaydın 4074. **Avr.-Sib.**

*A. filipendulina* Lam.

Dere kenarı, 900 m, 30.09.2007, EBY 661. **İr.-Tur.**

*Tripleurospermum decipiens* (Fisch. et Mey.) Bornm.

D. 13183.

*Artemisia santonicum* L.

-06.1944, Kasaplıgil., 1000 m, 21.08.1995, Akaydın 4558. **Avr.-Sib.**

*Cousinia iconica* Hub.-Mor.

970 m, 08.07.1995, Akaydın 4201. **End. İr.-Tur. LR(cd).**

*Arctium minus* (Hill) Bernh. subsp. *pubens* (Babington) Arènes

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 583, 11.08.2007, EBY 632. **Avr.-Sib.**

*Cirsium canum* (L.) All.

950 m, 01.08.1995, Akaydın 4436. **Avr.-Sib.**

*C. alatum* (Gmelin) Bobrov subsp. *alatum*

970 m, 19.06.1993, Akaydın 1401. **İr.-Tur.**

*Picnomon acarna* (L.) Cass.

Step, 980 m, 30.09.2007, EBY 608. **Akd.**

*Carduus nutans* L. subsp. *nutans*

Step, 980 m, 04.06.2007, EBY 468, 439.

*C. pycnocephalus* L. subsp. *albidus* (Bieb.) Kazmi

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 19.05.2007, EBY 382.

*Jurinea consanguinea* DC.

980 m, 17.06.1995, Akaydın 4099.

*Centaurea virgata* Lam.

Step, 980 m, 07.07.2007, EBY 592, 599.

*C. solstitialis* L. subsp. *solstitialis*

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 359, 04.06.2007, EBY 445, 19.06.2007, EBY 530, 07.07.2007, EBY 603, 11.08.2007, EBY 641.

*C. iberica* Trev. ex Sprengel

Yol kenarı, 930 m, 07.07.2007, EBY 552, 11.08.2007, EBY 633, 19.05.2008, EBY 720.

*C. urvillei* DC. subsp. *urvillei*

Meşe açıkları, 967 m, 04.06.2007, EBY 474.

*C. depressa* Bieb.

Yol kenarı, 930 m, 04.06.2007, EBY 495.

*Crupina crupinastrum* (Moris) Vis.

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 19.05.2007, EBY 331, 334, 376, 04.06.2007, EBY 447, Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, EBY 713.

*Cnicus benedictus* L. var. *kotschyi* Boiss.

Meşe açıkları, 967 m, 05.05.2007, EBY 220, 04.06.2007, EBY 440.

*Xeranthemum longipapposum* Fisch. & Mey.

Step, 980 m, 04.06.2007, EBY 419, 443, Meşe açıkları, 967 m, 19.06.2007, EBY 536. **İr.-Tur.**

*Echinops sphaerocephalus* L. subsp. *sphaerocephalus*

Step, 980 m, 11.11.2006, EBY 61, 19.06.2007, EBY 516, 11.08.2007, EBY 627., D. 13184., 980 m, 22.10.1995, Akaydın 4647. **Avr.-Sib.**

*Cichorium intybus* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.06.2007, EBY 520, 07.07.2007, EBY 559, 30.09.2007 EBY 654, 655.

*Scorzonera cana* (C. A. Meyer) Hoffm. var. *jacquiniana* (W. Koch) Chamberlain

Step, 980 m, 19.05.2007, EBY 361.

*S. cana* (C. A. Meyer) Hoffm. var. *radicosa* (Boiss.) Chamberlain

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2007, EBY 324, 325.

*S. eriophora* DC.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 07.07.2007, EBY 610. **End. LR(lc).**

*Tragopogon longirostris* Bisch. ex Schultz var. *longirostris*

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 750., 960 m, 01.05.1994, Akaydın 2657.

*T. dubius* Scop.

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 19.05.2007, EBY 328, 19.05.2008, EBY 751.

*Picris strigosa* Bieb.

Step, 980 m, 07.07.2007, EBY 596. **İr.-Tur.**

*Hieracium lazicum* Boiss. et Bal.

Azn., 21.04.1964, Çetik 1279 (ANK). **End. Öks. LR(lc).**

*Stectorhamphus tuberosus* (Jacq.) Grossh.

960 m, 19.06.1993, Akaydın 1358.

*Lactuca aculeata* Boiss. & Kotschy ex Boiss.

Dere kenarı, 900 m, 30.09.2007, EBY 656. **İr.-Tur.**

*Scariola viminea* (L.) F.W. Schmidt

13.07.1945, Kasaplıgil (ANK).

*Taraxacum microcephaloides* van Soest

Dere kenarı, 900 m, 30.09.2007, EBY 669.

*T. hybernum* Stev.

Dere kenarı, 900 m, 22.04.2007, EBY 179, 05.05.2007, EBY 258.

*T. scaturiginosum* G. Hagl.

Dere kenarı, 900 m, 22.04.2007, EBY 166.

*T. macrolepium* Schischkin

Dere kenarı, 900 m, 22.04.2007, EBY 164, 169.

*T. buttleri* van Soest

Dere kenarı, 900 m, 11.11.2006, EBY 55, 31.03.2007, EBY 122, 22.04.2007, EBY 191, 05.05.2007, EBY 252.

*Chondrilla juncea* L. var. *juncea*

Dere kenarı, 900 m, 11.08.2007, EBY 621, 30.09.2007, EBY 658, 665, 667.

*C. juncea* L. var. *acantholepis* (Boiss.) Boiss.

950 m, 01.07.1995, Akaydın 4441.

*Crepis macropus* Boiss. & Heldr.

Step, 980 m, 30.09.2007, EBY 659, 663. **End. LR(lc).**

*C. willdenowii* Czer.

Step, 980 m, 31.03.2007, EBY 139. **İr.-Tur.**

*C. alpina* L.

Step, 980 m, 04.06.2007, EBY 459.

*C. foetida* L. subsp. *rhoeadifolia* (Bieb.) Čelak.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.06.2007, EBY 544, 07.07.2007, EBY 553.

*C. sancta* (L.) Babcock

Meşe açıkları, 967 m, 17.03.2007, EBY 91, 92, 31.03.2007, EBY 117, 131, 22.04.2007, EBY 148, 19.05.2007, EBY 357.

*C. setosa* Hall.

Yol kenarı, 930 m, 07.07.2007, EBY 563. **Avr.-Sib.**

### Campanulaceae

*Campanula lyrata* Lam. subsp. *lyrata*

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2007, EBY 362, 04.06.2007, EBY 425., D. 18798., 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1331. **End. LR(lc).**

*Asyneuma limonifolium* (L.) Janchen subsp. *limonifolium*

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.06.2007, EBY 538.

*A. limonifolium* (L.) Janchen subsp. *pestalozzae* (Boiss.) Damboldt

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 04.06.2007, EBY 444, 07.07.2007, EBY 591., kayalık yamaçlar, 980 m, 03.06.1995, Akaydın 3862. **End. LR(lc).**

*Legousia pentagonia* (L.) Thellung

09.05.1964, Çetik ve Yurdakulol 1173 (ANK). **D.Akd.**

### Primulaceae

*Androsace maxima* L.

Meşe açıkları, 967 m, 31.03.2007, EBY 127, 22.04.2007, EBY 144.

*Lysimachia vulgaris* L.

Dere kenarı, 950 m, 08.07.1995, Akaydın 4204.

*Anagallis arvensis* L. var. *coerulea* (L.) Gouan

Dere kenarı, 950 m, 17.06.1995, Akaydın 4062.

### Oleaceae

*Jasminum fruticans* L.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 11.11.2006, EBY 64, 05.05.2007, EBY 279, 19.05.2007, EBY 414. **Akd.**

### Apocynaceae

*Vinca herbacea* Waldst. & Kit.

Step, 980 m, 22.04.2007, EBY 156.

### Convolvulaceae

*Convolvulus cantabrica* L.

970 m, 19.06.1993, Akaydın 1397.

*C. lineatus* L.

Step, 980 m, 19.06.2007, EBY 515.

*C. arvensis* L.

Step, 980 m, 19.06.2007, EBY 542, 07.07.2007, EBY 575, 607.

### Boraginaceae

*Heliotropium lasiocarpum* Fisch. & Mey.

Yol kenarı, 930 m, 30.09.2007, EBY 676., 980 m, 21.08.1995, Akaydın 4568. **İr.-Tur.**

*Lappula barbata* (Bieb.) Gürke

Step, 980 m, 19.05.2007, EBY 371, 19.05.2008, EBY 762. **İr.-Tur.**

*Rochelia disperma* (L. fil.) C. Koch var. *disperma*

Step, 980 m, 05.05.2007, EBY 206.

*Asperugo procumbens* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2008, EBY 711. **Avr.-Sib.**

*Myosotis stricta* Link ex Roemer & Schultes

Kayalık yamaçlar, 970 m, 05.05.2007, EBY 219. **Avr.-Sib.**

*Cynoglossum officinale* L.

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 415, 07.07.2007, EBY 567. **Avr.-Sib.**

*Buglossoides arvensis* (L.) Johnston

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 22.04.2007, EBY 171.

*Neatostema apulum* (L.) Johnston

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 31.03.2007, EBY 126, 22.04.2007, EBY 165. **Akd.**

*Echium italicum* L.

Yol kenarı, 930 m, 04.06.2007, EBY 480, 11.08.2007, EBY 643. **Akd.**

*Moltkia coerulea* (Willd.) Lehm.

Step, 980 m, 19.05.2008, EBY 744. **İr.-Tur.**

*Onosma isauricum* Boiss. et Heldr.

970 m, 19.06.1993, Akaydın 1387. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*O. bracteosum* Hausskn. & Bornm.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 04.06.2007, EBY 437. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*O. briquetii* Czeck.

Step, 980 m, 04.06.2007, EBY 435., 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1395. **End.. İr.-Tur. LR(cd).**

*O. molle* DC.

970 m, 03.06.1995, Akaydın 3894. **İr.-Tur.**

*O. thracicum* Velen.

Meşe açıkları, 967 m, 05.05.2007, EBY 240, 242, 246. **Avr.-Sib.**

*O. hebebulbum* DC.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 739., 970 m, 25.05.1995, Akaydın 3624. **İr.-Tur. VU.**

*Cerintho minor* L. subsp. *auriculata* (Ten.) Domac

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 719.

*Anchusa leptophylla* Roemer & Schultes subsp. *leptophylla*

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 04.06.2007, EBY 441, 463, 491, 19.06.2007, EBY 526, 07.07.2007, EBY 605, 30.09.2007, EBY 666.

*A. officinalis* L.

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 19.05.2007, EBY 369, 19.06.2007, EBY 532. **Avr.-Sib.**

*A. undulata* L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 31.03.2007, EBY 136, 22.04.2007, EBY 186, 197, meşe açıkları, 967 m, 05.05.2007, EBY 227, 234, 253, 19.05.2007, EBY 305, 350, 351, 04.06.2007, EBY 426, 448, 19.05.2008, EBY 721. **Akd.**

*A. pusilla* Guşul.

Yol kenarı, 930 m, 04.06.2007, EBY 478.

## **Solanaceae**

*Solanum nigrum* L. subsp. *schultesii* (Opiz) Wessely

950 m, 21.07.1995, Akaydın 4292.

*S. luteum* Miller

Bağda.

*S. dulcamara* L.

Dere kenarı, 900 m, 11.11.2006, EBY 56, 04.06.2007, EBY 496, 11.08.2007, EBY 639. **Avr.-Sib.**

*Physalis alkekengi* L.

950 m, 01.09.1942, Bağda 296 (ANK).

## **Scrophulariaceae**

*Verbascum orientale* (L.) All.

Yol kenarı, 930 m, 19.06.2007, EBY 506, Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 734. **D.Akd.**

*V. blattaria* L.

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 580.

*V. lasianthum* Boiss. ex Benth

Meşe açıkları, 967 m, 19.06.2007, EBY 547.

*V. cheiranthifolium* Boiss. var. *asperulum* (Boiss.) Murb.

Meşe açıkları, 967 m, 04.06.2007, EBY 465, 472, 475., D. 13198. **End. LR(lc).**

*Scrophularia scopolii* [Hoppe ex] Pers. var. *scopolii*

950 m, 30.05.1995, Akaydın 3815.

*S. lucida* L.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 728. **Akd.**

*Misopates orontium* (L.) Rafin.

950 m, 17.06.1995, Akaydın 4069.

*Linaria corifolia* Desf.

Step, 980 m, 19.05.2008, EBY 725. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*L. simplex* (Willd.) DC.

960 m, 02.05.1995, Akaydın 3404. **Akd.**

*Kickxia commutata* (Bernh. ex Reichb.) Fritsch subsp. *graeca* (Bory et Chaub.) R. Fernandes

950 m, 21.07.1995, Akaydın 4312. **Akd.**

*Veronica campylopoda* Boiss.

Step, 980 m, 12.04.2008, EBY 686., 980 m, 21.07.1995, Akaydın 4328. **İr.-Tur.**

*V. persica* Poiret

Dere kenarı, 900 m, 22.04.2007, EBY 190.

*V. triloba* (Opiz) Kerner

Dere kenarı, 900 m, 31.03.2007, EBY 134, 22.04.2007, EBY 188, 05.05.2007, EBY 285, 12.04.2008, EBY 694.

*V. hederifolia* L.

Dere kenarı, 900 m, 11.11.2006, EBY 63, 22.02.2007, EBY 66, 17.03.2007, EBY 94, 31.03.2007, EBY 102, 121, 130, 22.04.2007, EBY 150, 167, 189, 05.05.2007, EBY 228.

*V. jacquinii* Boumg.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 05.05.2007, EBY 238. **Avr.-Sib.**

*V. multifida* L.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 05.05.2007, EBY,233, 19.05.2007, EBY 374, 19.05.2008, EBY 743, 747. **End. LR(lc).**

*Bungea trifida* (Vahl) C.A. Meyer

D. 18773., 970 m, 17.05.1995, Akaydın 3555. **İr.-Tur.**

### Orobanchaceae

*Orobanche ramosa* L.

Fabaceae üzerinde, 900 m, 07.07.2007, EBY 548.

*O. mutellii* F. Schultz

1000 m, 11.07.1993, Akaydın 1966.

*O. oxyloba* (Reuter) G. Beck

Asteraceae üzerinde, 900 m, 19.05.2007, EBY 322., 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1343.

### Verbenaceae

*Verbena officinalis* L.

950 m, 08.07.1995, Akaydın 4211.

### Lamiaceae (Labiatae)

*Ajuga salicifolia* (L.) Schreber

970 m, 25.05.1995, Akaydın 3628. **İr.-Tur.**

*A. chamaepitys* (L.) Schreber subsp. *chia* (Schreber) Arcangeli var. *chia*

Meşe açıkları, 967 m, 05.05.2007, EBY 272.

*Teucrium orientale* L. var. *orientale*

Meşe açıkları, 967 m, 19.06.2007, EBY 509. **İr.-Tur.**

*T. parviflorum* Schreber

970 m, 11.07.1993, Akaydın 1973. **İr.-Tur.**

*T. scordium* L. subsp. *scordioides* (Schreber) Maire & Petitmengin

Dere kenarı, 900 m, 19.06.2007, EBY 512. **Avr.-Sib.**

*T. polium* L.

Meşe açıkları, 967 m, 04.06.2007, EBY 502, 19.06.2007, EBY 504, 11.08.2007, EBY 637.

*Scutellaria velenovskyi* Rech.

Çalılıklar arasında, 950 m, 13.07.1945, Kasaplıgil (ANK), Det: J.R. Edmondson 1980. **D.Akd.**

*S. rubicunda* Hornem. subsp. *subvelutina* (Rech.) Edmondson

03.07.1948, Bağda. **D.Akd.**

*S. orientalis* L. subsp. *macrostegia* (Hauskn. ex Bornm.) Edmondson

970 m, 19.06.1993, Akaydın 1347. **İr.-Tur.**

*S. orientalis* L. subsp. *pinnatifida* Edmondson

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2007, EBY 309, 372, 04.06.2007, EBY 482.

*Phlomis sieheana* Rech.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 04.06.2007, EBY 451., boş alanlar, 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1392. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*Lamium amplexicaule* L.

Meşe açıkları, 967 m, 17.03.2007, EBY 86, 31.03.2007, EBY 124, 132, 22.04.2007, EBY 172,181. **Avr.-Sib.**

*L. macrodon* Boiss. & Huet

Meşe açıkları, 967 m, 31.03.2007, EBY 123, 120. **İr.-Tur.**

*L. purpureum* L. var. *purpureum*

Dere kenarı, 900 m, 17.03.2007, EBY 88, 99, 100, 101., 04.04.1955, Bilger., dere kenarı, 950 m, 22.04.1995, Akaydın 3220. **Avr.-Sib.**

*Ballota nigra* L. subsp. *anatolica* P. H. Davis

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 576, 590, 30.09.2007, EBY 662, 645. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*Sideritis lanata* L.

Meşe açıkları, 967 m, 05.05.2007, EBY 244, 04.06.2007, EBY 497., D. 18741. **D.Akd.**

*S. montana* L. subsp. *remota* (d'Urv.) P. W. Ball ex Heywood

Meşe açıkları, 967 m, 04.06.2007, EBY 492, step, 980 m, 19.06.2007, EBY 508. **D.Akd.**

*Stachys byzantina* C. Koch

Meşe açıkları, 967 m, 04.06.2007, EBY 489, 07.07.2007, EBY 604. **Avr.-Sib.**

*S. annua* (L.) L. subsp. *annua* var. *lycaonica* Bhattacharjee

950 m, 17.06.1995, Akaydın 4067. **İr.-Tur.**

*Melissa officinalis* L. subsp. *officinalis*

Dere kenarı, 900 m, 19.06.2007, EBY 523., 13.07.1945, Kasaplıgil., dere kenarı, 950 m, 21.07.1995, Akaydın 4297.

*Nepeta cataria* L.

D. 13181. **Avr.-Sib.**

*N. nuda* L. subsp. *albiflora* (Boiss.) Gams

Dere kenarı, 900 m, 19.06.2007, EBY 540.

*Lallemantia iberica* (Bieb.) Fisch. & Mey.

Yol kenarı, 930 m, 05.05.2007, EBY 267., D. 18732. **İr.-Tur.**

*Prunella vulgaris* L.

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 581. **Avr.-Sib.**

*Clinopodium vulgare* L. subsp. *vulgare*

Çayır, 950 m, 17.06.1995, Akaydın 4081.

*Acinos rotundifolius* Pers.

Meşe açıkları, 967 m, 22.04.2007, EBY 182, 192, 05.05.2007, EBY 207, 19.05.2007, EBY 396.

*Thymus sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* (Borbás) Jalas

Kayalık yamaçlar, 970 m, 04.06.2007, EBY 436, 467, 19.05.2008, EBY 726, 727., 31.05.1948, Bağda (ANK), Det: Jalas 1979., 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1357.

*Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. *longifolia*

Dere kenarı, 900 m, 30.09.2007, EBY 651. **Öks.**

*M. longifolia* (L.) Hudson subsp. *typhoides* (Briq.) Harley

08.07.1942, Birand.

*Ziziphora capitata* L.

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 385. **İr.-Tur.**

*Z. tenuior* L.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 05.05.2007, EBY 245. **İr.-Tur.**

*Salvia cadmica* Boiss.

Yamaçlar, 960 m, 03.06.1995, Akaydın 3899. **End. LR(lc).**

*S. cryptantha* Montbret & Aucher ex Bentham

Step, 980 m, 19.05.2007, EBY 353, 377, 04.06.2007, EBY 457, 07.07.2007, EBY 606, 19.05.2008, EBY 752. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*S. syriaca* L.

Yamaçlar, 960 m, 14.08.1993, Akaydın 2400. **İr.-Tur.**

*S. viridis* L.

Kayalık yamaçlar, 970 m, 05.05.2007, EBY 276, 277, 19.05.2007, EBY 390. **Akd.**

*S. sclarea* L.

Ağaçlandırma alanı, 980 m, 19.06.2007, EBY 541., yamaçlar, 23.06.1954, Çetik (ANK).

*S. frigida* Boiss.

Dere kenarı, 900 m, 11.08.2007, EBY 626. **İr.-Tur.**

*S. virgata* Jacq.

Step, 980 m, 19.06.2007, EBY 531, 11.08.2007, EBY 616, 644. **İr.-Tur.**

#### **Plumbaginaceae**

*Acantholimon venustum* Boiss. var. *venustum*

-.06.1944, Kasaplıgil. **İr.-Tur.**

*A. acerosum* (Willd.) Boiss. var. *acerosum*

Step, 980 m, 11.11.2006, EBY 60, 07.07.2007, EBY 560, 11.08.2007, EBY 613., 960 m, 11.07.1993, Akaydın 1969. **İr.-Tur.**

### Plantaginaceae

*Plantago holosteum* Scop.

Yol kenarı, 930 m, 07.07.2007, EBY 554. **Akd.**

*P. lanceolata* L.

Yol kenarı, 930 m, 19.06.2007, EBY 527.

### Elaeagnaceae

*Elaeagnus angustifolia* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 342, 04.06.2007, EBY 486.

### Santalaceae

*Thesium arvense* Horvatovszky

940 m, 02.05.1995, Akaydın 3402. **Avr.-Sib.**

### Loranthaceae

*Viscum album* L. subsp. *album*

*Crataegus* üzerinde, 900 m, 22.02.2007, EBY 73.

### Euphorbiaceae

*Mercurialis annua* L.

950 m, 16.06.1995, Akaydın 4063.

*Euphorbia rhabdotosperma* A. Radcliffe - Smith

Step, 980 m, 17.03.2007, EBY 81, 22.04.2007, EBY 200. **İr.-Tur.**

*E. macroclada* Boiss.

Step, 980 m, 04.06.2007, EBY 490, 493, 19.06.2007, EBY 511. **İr.-Tur.**

### Urticaceae

*Urtica dioica* L.

Dere kenarı, 900 m, 31.03.2007, EBY 114, 07.07.2007, EBY 557, 569., 950 m, 19.06.1993, Akaydın 1433. **Avr.-Sib.**

### Ulmaceae

*Ulmus glabra* Hudson

Dere kenarı, 900 m, 11.08.2007, EBY 620. **Avr.-Sib.**

*Celtis tournefortii* Lam.

Dere kenarı, 900 m, 04.06.2007, EBY 500., Çetik 251.

### Juglandaceae

*Juglans regia* L.

Dere kenarı, 900 m, 04.06.2007, EBY 498.

### Fagaceae

*Quercus robur* L. subsp. *robur*

Meşe açıkları, 967 m, 19.06.2007, EBY 522, 11.08.2007, EBY 624. **Avr.-Sib.**

*Q. pubescens* Willd.

Meşe açıkları, 967 m, 05.05.2007, EBY 247, 19.05.2007, EBY 370, 381, 417.

*Q. ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2007, EBY 378, 379, 418, 19.05.2008, EBY 722., D. 13191., 980 m, 19.06.1993, Akaydın 1406. **D.Akd.**

### Corylaceae

*Corylus avellana* L. var. *avellana*

Dere kenarı, 900 m, 04.06.2007, EBY 484., 950 m, 17.06.1995, Akaydın 4087. **Avr.-Sib.**

### Salicaceae

*Salix alba* L.

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 248, 07.07.2007, EBY 570. **Avr.-Sib.**

\**S. babylonica* L.

Dere kenarı, 900 m, 12.04.2008, EBY 681.

*Populus alba* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.06.2007, EBY 535. **Avr.-Sib.**

### Rubiaceae

*Crucianella bithynica* Boiss.

28.06.1948, Bağda., Det: F. Ehrendorfer, 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1351. **D.Akd.**

*Asperula arvensis* L.

Dere kenarı, 900 m, 22.04.2007, EBY 142, 147, 05.05.2007, EBY 203, 19.05.2007, EBY 388., 950 m, 17.05.1995, Akaydın 3569. **Akd.**

*Galium spurium* L. subsp. *spurium*



Dere kenarı, 900 m, 31.03.2007, EBY 103, 05.05.2007, EBY 223, 19.05.2007, EBY 313, 317, 340, 19.05.2008, EBY 730, 753. **Avr.-Sib.**

*G. floribundum* Sm. subsp. *floribundum*

Çetik 1124 (ANK). **İr.-Tur.**

*Cruciata taurica* (Pallas ex Willd.) Ehrend

Kayalık yamaçlar, 970 m, 22.04.2007, EBY 160, 05.05.2007, EBY 232, 241, 19.05.2007, EBY 349. **İr.-Tur.**

## MONOCOTYLEDONES (LILIOPSIDA)

### Liliaceae

*Allium paniculatum* L. subsp. *paniculatum*

Meşe açıkları, 967 m, 11.08.2007, EBY 623. **Akd.**

*A. huber-morathii* Kollmann, N. Özhatay & Koyuncu

Meşe açıkları, 967 m, 04.06.2007, EBY 476., yamaçlar, 19.06.1993, Akaydın 1376. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*A. scorodoprasum* L. subsp. *rotundum* (L.) Stearn

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 365, 410, 04.06.2007, EBY 481, meşe açıkları, 967 m, 19.06.2007, EBY 543. **Akd.**

*A. vineale* L.

Meşe açıkları, 967 m, 07.07.2007, EBY 584.

*Ornithogalum pyrenaicum* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 307.

*O. sphaerocarpum* Kerner

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2007, EBY 329.

*O. wiedemannii* Boiss.

Yol kenarı, 930 m, 22.04.2007, EBY 176., 950 m, Kasaplıgil 350.

*Muscari longipes* Boiss.

Step, 980 m, 19.05.2008, EBY 715. **İr.-Tur.**

*M. neglectum* Guss.

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 287.

*Fritillaria fleischeriana* Steudel et Hochst. ex Schultes et Schultes

Bilger 5376. **End. İr.-Tur. LR(nt).**

*F. pinardii* Boiss.

970 m, 01.05.1994, Akaydın 2658. **İr.-Tur.**

*Gagea foliosa* (J. & C. Presl) Schultes & Schultes

Meşe açıkları, 967 m, 12.12.2008, EBY 699.

*G. granatellii* (Parl.) Parl.

Meşe açıkları, 967 m, 22.02.2007, EBY 74, 17.03.2007, EBY 83, 31.03.2007, EBY 135, 12.04.2008, EBY 692. **Akd.**

*G. villosa* (Bieb.) Duby var. *villosa*

Meşe açıkları, 967 m, 22.02.2007, EBY 72, 17.03.2007, EBY 77, 79, 85., 970 m, 27.03.1994, Akaydın 2512. **Akd.**

*Colchicum triphyllum* G. Kuntze

Meşe açıkları, 967 m, 22.02.2007, EBY 70. **Akd.**

### Iridaceae

*Iris sari* Schott ex Baker

Meşe açıkları, 967 m, 05.05.2007, EBY 296, 298. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*Crocus ancyrensis* (Herbert) Maw

Dere kenarı, 900 m, 22.02.2007, EBY 69. **End. İr.-Tur. LR(lc).**

*C. danfordiae* Maw

Meşe açıkları, 967 m, 22.02.2007, EBY 68. **End. LR(lc).**

*C. olivieri* Gay, subsp. *olivieri*

Meşe açıkları, 967 m, 22.02.2007, EBY 67, 17.03.2007, EBY 76.

*Gladiolus atroviolaceus* Boiss.

Step, 980 m, 19.05.2008, EBY 716. **İr.-Tur.**

### Orchidaceae

*Epipactis condensata* Boiss. ex D.P.

950 m, 17.06.1995, Akaydın 4065. **D.Akd.**

*Orchis coriophora* L.

Yamaçlar, 960 m, 03.06.1995, Akaydın 3855.

### Cyperaceae

*Carex divulsa* Stokes subsp. *leersii* (Kneucker) W. Koch

950 m, 21.07.1995, Akaydın 4294. **Avr.-Sib.**

*C. divisa* Hudson

15.06.1961, Çetik 176 (ANK). **Avr.-Sib.**

*C. riparia* Curtis

15.06.1961, Çetik 179 (ANK). **Avr.-Sib.**

**Poaceae** (Gramineae)

*Trachynia distachya* (L.) Link

970 m, 30.05.1995, Akaydın 3773, Det: M. Doğan.  
**Akd.**

*Elymus repens* (L.) Gould subsp. *elongatiformis*  
(Drobov) Melderis

Dere kenarı, 900 m, 07.07.2007, EBY 564, 30.09.2007,  
EBY 673., Kasaplıgil 424. **İr.-Tur.**

*Aegilops cylindrica* Host

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY 736,  
756. **İr.-Tur.**

*Ae. umbellulata* Zhukovsky

Step, 980 m, 19.05.2007, EBY 393a. **İr.-Tur.**

*Ae. triuncialis* L. subsp. *triuncialis*

Step, 980 m, 19.05.2007, EBY 393b.

*Ae. columnaris* Zhukovsky

Step, 980 m, 07.07.2007, EBY 558. **İr.-Tur.**

*Secale cereale* L. var. *cereale*

Yol kenarı, 930 m, 04.06.2007, EBY 450.

*Hordeum murinum* L. ssp. *glaucum* (Steudel) Tzvelev

Step, 980 m, 05.05.2007, EBY 213, 19.05.2007, EBY  
339, 19.05.2008, EBY 737.

*Hordeum murinum* L. ssp. *leporinum* (Link) Arc. var.  
*leporinum*

Step, 980 m, 19.05.2008, EBY 754.

*H. bulbosum* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 395, 07.07.2007,  
EBY 568., D. 18823., 970 m, 19.06.1993, Akaydın  
1402.

*Bromus squarrosus* L.

D. 18799.

*B. scoparius* L.

Yol kenarı, 930 m, 19.05.2007, EBY 337., D. 18767.

*B. tectorum* L.

Yol kenarı, 930 m, 22.04.2007, EBY 153, 143,  
05.05.2007, EBY 217.

*B. sterilis* L.

Yol kenarı, 930 m, 05.05.2007, EBY 209, 210,  
19.05.2007, EBY 336, 392, 07.07.2007, EBY 565,  
19.05.2008, EBY 757.

*Arrhenatherum palaestinum* Boiss.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 19.05.2008, EBY  
733., 960 m, 29.05.1994, Akaydın 2922, Det: M.  
Doğan. **D.Akd.**

*Alopecurus myosuroides* Hudson var. *myosuroides*

Dere kenarı, 900 m, 05.05.2007, EBY 214. **Avr.-Sib.**

*Phleum bertolonii* DC.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2008, EBY 741.

*Festuca anatolica* Markgr.-Dannenb. subsp. *anatolica*

Yamaçlar, 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1337. **End.  
LR(lc).**

*F. heterophylla* Lam.

Meşe açıkları, 967 m, 19.05.2008, EBY 707. **Avr.-Sib.**

*Vulpia persica* (Boiss. et Buhse) V. Krecz. et Bobrov

950 m, 17.05.1995, Akaydın 3574. **İr.-Tur.**

*Poa trivialis* L.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2007, EBY 406., D. 18843.,  
950 m, 19.06.1993, Akaydın 1322.

*P. timoleontis* Heldr. ex Boiss.

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2008, EBY 758. **D.Akd.**

*P. bulbosa* L.

Hareketli taşlı yamaçlar, 960 m, 22.04.2007 EBY 163,  
05.05.2007, EBY 211, 19.05.2007, EBY 397,  
12.04.2008, EBY 678.

*Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman

D. 18808., yamaçlar 980 m, 19.06.1993, Akaydın  
1349.

*Briza media* L.

14.07.1945, Bağda (ANK).

*B. humilis* Bieb.

D. 18807., yamaçlar, 980 m, 29.05.1994, Akaydın 2904.

*Melica penicillaris* Boiss.&Bal.

Hareketli taşı yamaçlar, 960 m, 07.07.2007, EBY 588, 561. **İr.-Tur.**

*Stipa capillata* L.

Yamaçlar, 970 m, 19.06.1993, Akaydın 1394.

*S. hohenackeriana* Trin. et Rupr. var. *hohenackeriana*

Yamaçlar, 980 m, 19.06.1993, Akaydın 1336. **İr.-Tur.**

*Piptatherum millaceum* (L.) Cosson subsp. *millaceum*

06.06.1939, Krause (ANK). **Akd.**

*Eragrostis minor* Host

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2008, EBY 706.

*Cynodon dactylon* (L.) Pers. var. *villosus* Regel

Dere kenarı, 900 m, 19.05.2008, EBY 705.

*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng

Yol kenarı, 930 m, 11.08.2007, EBY 640.

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Çalışma alanına Kasım 2006 - Mayıs 2008 tarihleri arasında yapılan 14 arazi çalışması ve ayrıca herbaryum ve literatür taramaları sonucunda 63 familyaya ait 258 cins, 480 takson, 5 alttür ve 4 varyete tespit edilmiştir. Bu taksonların 45'i endemik olup, endemizm oranı %9.3'tür. Taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımları ve oranları: 89 takson, %18.5 İran-Turan-, 45 takson, %9.3 Avrupa-Sibirya- ve 43 takson, %8.9 Akdeniz fitocoğrafya bölgesinin elementidir. 303 takson, %63.1 ise geniş yayılışlı veya fitocoğrafik bölgesi bilinmeyenlerdendir. Tespit edilen taksonların 1'i *Pteridophyta*, 479'u ise *Spermatophyta* diviziyosuna aittir. *Spermatophyta* diviziyosuna ait taksonların 3'ü *Gymnospermae* (*Coniferophyta*), 476'sı *Angiospermae* (*Magnoliophyta*) alt diviziyosuna aittir. Angiospermlerin ise 418'i *Dicotyledones* (*Magnoliopsida*), 58'i *Monocotyledones* (*Liliopsida*) sınıfındandır.

Araştırma alanına coğrafi yönden yakınlık gösteren 5 araştırma alanı (Tarıkahya, 2003, Soydemir, 1997, Türk, 1998, Aslan, 2007 ve Yorgun, 1994) seçilmiş ve bu alanların verileri araştırma alanı ile karşılaştırılmıştır (Tablo 1). Ancak yine alana yakın olmasına rağmen "Ankara Şehir Florası" (Akaydın, 1996) adlı çalışma şehir içerisini kapsadığı için floristik kompozisyonunun farklı olacağı düşüncesiyle karşılaştırmaya alınmamıştır.

Karşılaştırma yapılan çalışmaların sahip oldukları toplam takson sayısı arasındaki farklılıkların nedeni olarak, çalışma alanının büyüklüğü, step vejetasyonunun hakim olup olmadığı ve çalışma alanı üzerindeki antropojenik etkiler gösterilebilir.

Çalışma alanında en fazla taksona sahip olan ilk 10 familya ve toplam takson sayılarına oranı Tablo 2'de verilmiştir. **Asteraceae** 55 taksonla alandaki en zengin familyadır. Daha sonra sırası ile **Fabaceae** (49), **Lamiaceae** (38), **Poaceae** (33), **Brassicaceae** (32), **Caryophyllaceae** (29), **Boraginaceae** (21), **Rosaceae** (19), **Apiaceae** (18) ve **Scrophulariaceae** (17) yer almaktadır. Bu çizelgede görüleceği gibi 2 nolu çalışma hariç bütün çalışmalarda **Asteraceae** ve **Fabaceae** familyaları ilk iki sırada yer almaktadır. Bunun nedeni olarak **Asteraceae** familyasının Türkiye Florası'nın en zengin ve **Fabaceae** familyasının da ikinci zengin familyası olması gösterilebilir.

Tablo 1. Araştırma alanı ile floristik özellikleri karşılaştırılan diğer çalışmalar

ÇALIŞMA NO	ÇALIŞMA ADI	TOPLAM TAKSON SAYISI
1	Ankara / Hacıkadın Vadisi Florası Üzerine Bir Araştırma	480
2	Kirmir Çayı (Kocaçay) Vadisi (Güdül, Ankara) Florası Üzerine Bir Araştırma	452
3	Bayındır Barajı Çevresinin Florası (Ankara)	494
4	Tütünlüktepe ve Çevresinin (Çubuk-Ankara) Florası	358
5	Kıbrıs Köyü Vadisi (Mamak-Ankara) Florası	624
6	Bağlum'da (Ankara) Yayılış Gösteren Step Formasyonunun Floristik Yönden Araştırılması	296

Takson sayısı bakımından en zengin ilk 10 cins incelenecek olursa, araştırma alanında ilk sırayı 10 taksonla *Trifolium* almaktadır (Tablo 3). Daha sonra sırasıyla *Alyssum* (9), *Ranunculus* (8), *Silene* (8), *Astragalus* (7), *Salvia* (7), *Medicago* (6), *Onosma* (6), *Veronica* (6) ve *Crepis* (6) yer almaktadır. Çalışma alanında *Trifolium* cinsinin ilk sırayı almasının nedeni olarak, Hacıkadın Vadisi'nde çayır vejetasyonunun geniş alan kaplaması gösterilebilir. Bu cinsin çoğunlukla dere kenarlarında yoğun olarak bulunması, nemli bölgelere adaptasyonunun fazla olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca araştırma alanında *Astragalus* cinsinin ilk sırada olması beklenirken beşinci sırada olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak, alanın içinde yer aldığı step vejetasyonunun bozulmuş olması ve alandaki ağaçlandırma çalışmaları gösterilebilir.

Taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımı tablo 4'de gösterilmiştir. Fitocoğrafik bölgesi bilinen 177 taksondan 89'u (%18,5) İran-Turan, 43'ü (%8,9) Akdeniz ve 45'i (%9,3) Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine dahildir. 303 takson (%63,1) ise çok bölgeli veya fitocoğrafik bölgesi bilinmemektedir. Akdeniz fitocoğrafik bölgesi içinde yer alan taksonların 12'si (%2,5) sadece Doğu Akdeniz elementidir. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine ait olan taksonlardan ise 2 takson (%0,4) Öksin, 1 takson (%0,2)'da Hirkaniyen-Öksin elementidir. Çalışma alanında 89 takson ile birinci sırada yer alan İran-Turan elementlerinin diğer bütün çalışmalarda da ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak Tablo 1'de karşılaştırılan tüm çalışmaların İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde yapılmış olması gösterilebilir.

Tablo 5'de araştırma alanındaki taksonların endemizm oranları verilmiştir. Buna göre Hacıkadın Vadisi'nde saptanan toplam 480 taksondan 45 takson endemik olup, alandaki taksonların endemizm oranları %9,3'tür. Endemizm oranı en yüksek 6 nolu (%16,5) çalışmada görülmektedir. Çalışma alanındaki endemizm oranının düşük olması, alanın karşılaştırma yapılan diğer alanlardan küçük olması, habitat çeşitliliğinin fazla olmaması ve şehirleşme baskısıyla açıklanabilir.

Tablo 2. Araştırma alanındaki takson sayısı bakımından en zengin ilk 10 familya

SIRA	YAPILAN ÇALIŞMALAR	1	2	3	4	5	6
No	Toplam Takson Sayısı	480	452	494	358	624	296
1	Familya Adı Takson Sayısı-%	Asteraceae 55 (%11,4)	Asteraceae 43 (%9,5)	Asteraceae 59 (%12,2)	Asteraceae 59 (%16,3)	Asteraceae 87 (%13,9)	Fabaceae 38 (%13)
2	Familya Adı Takson Sayısı-%	Fabaceae 49 (%10,2)	Brassicaceae 40 (%8,9)	Fabaceae 47 (%9,7)	Fabaceae 40 (%11,0)	Fabaceae 53 (%8,4)	Asteraceae 34 (%11)
3	Familya Adı Takson Sayısı-%	Lamiaceae 38 (%7,9)	Fabaceae 37 (%8,2)	Poaceae 43 (%8,9)	Lamiaceae 27 (%7,4)	Poaceae 46 (%7,3)	Poaceae 26 (%9)
4	Familya Adı Takson Sayısı-%	Poaceae 33 (%6,8)	Lamiaceae 35 (%7,8)	Lamiaceae 36 (%7,4)	Poaceae 25 (%6,9)	Lamiaceae 45 (%7,2)	Lamiaceae 23 (%8)
5	Familya Adı Takson Sayısı-%	Brassicaceae 32 (%6,6)	Poaceae 29 (%6,5)	Brassicaceae 33 (%6,8)	Brassicaceae 20 (%5,5)	Brassicaceae 35 (%5,6)	Brassicaceae 22 (%7)
6	Familya Adı Takson Sayısı-%	Caryophyllaceae 29 (%6,0)	Boraginaceae 24 (%5,3)	Apiaceae 17 (%3,5)	Boraginaceae 20 (%5,5)	Rosaceae 33 (%5,2)	Caryophyllaceae 15 (%5)
7	Familya Adı Takson Sayısı-%	Boraginaceae 21 (%4,3)	Apiaceae 21 (%4,6)	Caryophyllaceae 17 (%3,5)	Caryophyllaceae 18 (%4,8)	Apiaceae 31 (%4,9)	Apiaceae 13 (%4)
8	Familya Adı Takson Sayısı-%	Rosaceae 19 (%3,9)	Rosaceae 19 (%4,2)	Rosaceae 17 (%3,5)	Liliaceae 16 (%4,4)	Boraginaceae 26 (%4,1)	Boraginaceae 12 (%4)
9	Familya Adı Takson Sayısı-%	Apiaceae 18 (%3,7)	Scrophulariaceae 15 (%3,3)	Scrophulariaceae 13 (%2,7)	Rosaceae 15 (%4,1)	Liliaceae 23 (%3,6)	Ranunculaceae 11 (%4)
10	Familya Adı Takson Sayısı-%	Scrophulariaceae 17 (%3,5)	Liliaceae 13 (%2,8)	Boraginaceae 13 (%2,7)	Apiaceae 13 (%3,6)	Caryophyllaceae 20 (%3,2)	Liliaceae 10 (%3)

Tablo 3. Araştırma alanındaki takson sayısı bakımından en zengin ilk 10 cins

SIRA	YAPILAN ÇALIŞMALAR	1	2	3	4	5	6
No	Toplam Takson Sayısı	480	452	494	358	624	296
1	Cins Adı Takson Sayısı-%	Trifolium 10 (%2,2)	Alyssum 10 (%2,2)	Salvia 11 (%2,2)	Centaurea 10 (%2,7)	Salvia 11 (%1,7)	Astragalus 11 (%3,7)
2	Cins Adı Takson Sayısı-%	Alyssum 9 (%1,8)	Veronica 7 (%1,6)	Astragalus 10 (%2,0)	Astragalus 7 (%1,9)	Astragalus 9 (%1,4)	Centaurea 7 (%2,3)

Tablo 3. (Devam ediyor)

3	Cins Adı Takson Sayısı-%	Ranunculus 8 (%1,6)	Salvia 6 (%1,3)	Centaurea 7 (%1,4)	Silene 6 (%1,6)	Silene 8 (%1,2)	Salvia 6 (%2,0)
4	Cins Adı Takson Sayısı-%	Silene 8 (%1,6)	Astragalus 6 (%1,3)	Alyssum 7 (%1,4)	Salvia 6 (%1,6)	Trifolium 8 (%1,2)	Alyssum 5 (%1,6)
5	Cins Adı Takson Sayısı-%	Astragalus 7 (%1,4)	Vicia 6 (%1,3)	Galium 6 (%1,2)	Allium 6 (%1,6)	Centaurea 7 (%1,1)	Silene 5 (%1,6)
6	Cins Adı Takson Sayısı-%	Salvia 7 (%1,4)	Euphorbia 5 (%1,1)	Silene 5 (%1,0)	Trifolium 4 (%1,1)	Veronica 7 (%1,1)	Bromus 5 (%1,6)
7	Cins Adı Takson Sayısı-%	Medicago 6 (%1,2)	Geranium 5 (%1,1)	Veronica 5 (%1,0)	Dianthus 4 (%1,1)	Alyssum 6 (%0,9)	Erysimum 4 (%1,3)
8	Cins Adı Takson Sayısı-%	Onosma 6 (%1,2)	Ranunculus 5 (%1,1)	Trifolium 5 (%1,0)	Sedum 4 (%1,1)	Anthemis 6 (%0,9)	Linum 4 (%1,3)
9	Cins Adı Takson Sayısı-%	Veronica 6 (%1,2)	Trifolium 5 (%1,1)	Medicago 5 (%1,0)	Anthemis 4 (%1,1)	Vicia 6 (%0,9)	Trifolium 4 (%1,3)
10	Cins Adı Takson Sayısı-%	Crepis 6 (%1,2)	Centaurea 5 (%1,1)	Vicia 5 (%1,0)	Anchusa 4 (%1,1)	Euphorbia 6 (%0,9)	Onobrychis 4 (%1,3)

Tablo 4. Araştırma alanındaki taksonların fitocoğrafik bölgelere dağılımı

YAPILAN ÇALIŞMALAR	1		2		3		4		5		6	
Toplam Takson Sayısı	480		452		494		358		624		296	
Element Sayısı-%	El.	%	El.	%	El.	%	El.	%	El.	%	El.	%
İran-Turan F.C.B.	89	18,5	78	17,3	89	18,0	78	21,6	127	20,3	95	32
Akdeniz F.C.B.	43	8,9	46	10,2	25	5,0	39	10,8	50	8,0	18	6
Avrupa-Sibirya F.C.B.	45	9,3	43	9,5	30	6,0	29	8,0	67	10,7	6	2
Çok Bölgeli veya Bilinmeyen	303	63,1	285	63,0	350	70,8	215	59,6	380	60,9	177	60

Tablo 5. Araştırma alanındaki taksonların endemizm oranı

YAPILAN ÇALIŞMALAR	1	2	3	4	5	6
Toplam Takson Sayısı	480	452	494	358	624	296
Endemik Takson Sayısı	45	36	48	49	67	49
Endemizm Oranı	%9,3	%8,0	%9,7	%13,7	%10,7	%16,5

Çalışma alanının içinde yer aldığı Ankara'da, üniversitelerin sayıca fazla olmasına bağlı olarak çok sayıda yüksek lisans ve doktora tezlerinin alana yakın bölgelerde yapılmış olmasından dolayı, ilgili literatürlerin taranması sonucunda (Donner, 1990, Donner, 2007, Erik ve Akaydın, 1996, Gökçüoğlu, 1999) çalışma alanında yeni takson ve yeni kare kayıtlarına rastlanamamıştır.

## **Teşekkür**

Bu çalışmayı, “2228-Son Sınıf Lisans Öğrencileri İçin Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı” ile destekleyen Tübitak-Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı’na teşekkür ederiz.

## **Kaynakça**

- Akaydın, G. 1996. Flora of Ankara City. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 233 s.
- Akaydın, G. and Erik, S. 2002. Flora of Ankara City. Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, Volume 31;35-93.
- Akman, Y. 1990. İklim ve Biyoiklim. Palme Yayınları, Ankara, 319 s.
- Akman, Y. 1993. Biyocoğrafya. Palme Yayınları. Ankara, 379 s.
- Altınayar, G. 1987. Bitkibilimi Terimleri Sözlüğü. DSİ Genel Müdürlüğü. İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı Yayını, Ankara, 306 s.
- Anonim. 1997. Hacıkadın Vadisi Jeolojik Etüdü, Ankara.
- Anonim. 2008. Ankara İli İklim Verileri, Ankara.
- Aslan, S. 2007. Kıbrıs Köyü Vadisi (Mamak-Ankara) Florası. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 256 s.
- Baytop, A. 1998. İngilizce-Türkçe Botanik Klavuzu. İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No:70, İstanbul, 375 s.
- Davis, P.H. 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Volume 1-9, University Press., Edinburgh.
- Davis, P.H., Mill, R.R. and Tan, K. 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement). Volume 10, University Press., Edinburgh.
- Donner, J. 1990. Distribution Maps to P.H. Davis, Flora of Turkey. Volume 1-10, Linzer Biol. Beitr, 22-2381-515, Linz, 135 s.
- Donner, J. 2007. Türkiye Bitkileri Yayılış Haritaları. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı, ISBN: 975-6221-22-4, İstanbul, 180 s.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. ve Adıgüzel, N. 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler). Van Yüzüncüyıl Üniversitesi, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara, 54-61, 246 s.
- Ekim, T. 2005. Türkiye'nin Biyolojik Çeşitliliği. Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, Ankara, 180-185.
- Erik, S. ve Akaydın, G. 1996. A4 Karesi (Ankara) İçin Yeni Floristik Kayıtlar. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12: 211-213.
- Gökcüoğlu, B., Özdemir, F. and Aydoğdu, M. 1999. New Floristic Records For The Grid Squares (A4, B4). Turk Journal of Botany, 23: 411-412.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. and Başer, K.H.C. 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. (Supplement 2), Volume 11, University Press., Edinburgh.
- Krause, K. 1937. Zur Flora von Ankara. (Çeviri: Hikmet Ahmet Birand, Ankara'nın Floru) 217 s.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Leblebici, E., Görk, G. ve Bekat, L. 1989. Tohumlu Bitkiler Sistematigi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No:116, İzmir, 396 s.
- Soydemir, M. 1997. Bayındır Barajı Çevresinin Florası (Ankara). Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 185 s.
- Tarıkahya, B. 2003. Kırmir Çayı (Kocaçay) Vadisi (Güdül, Ankara) Florası Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 183 s.
- Türk, M. 1998. Tütünlük Tepe ve Çevresinin (Çubuk-Ankara) Florası. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 106 s.
- Yorgun, M. 1994. Bağlum'da (Ankara) Yayılış Gösteren Step Formasyonunun Floristik Yönden Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76 s.

(Received for publication 19 December 2008)



## The study of salt tolerance of Iranian barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in seedling growth stages

Farhad TAGHIPOUR<sup>1</sup>, Mohammad SALEHI<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Stress Physiology Lab, Department of Agronomy and Plant Breeding, Azad University, Tehran, Iran

### Abstract

This study was carried out in factorial experiment design on the basis of completely randomized design in 3 replications. Salinity treatments involved in 5 levels: S<sub>0</sub>=control, S<sub>1</sub>=37/5, S<sub>2</sub>=75, S<sub>3</sub>=150, S<sub>4</sub>=225 mmol/l from calcium chloride and sodium chloride with 2:1 ratio (Ca:Na) and other factors were 4 barley genotypes. The effects of salinity treatments were studied by sampling on dry weight of shoot, dry weight of roots, shoot length, leaf area and fresh weight of root and shoot. There were significant differences among genotype×stress interaction for all characters. The results showed that leaf area, dry weight of shoot, dry weight of root, shoot length, fresh weight of stem and fresh weight of root decreased in all barley varieties with increasing in salt level. However SINA and GORGAN 4 varieties in all levels of salinity have the highest tolerance at all salinity levels and ZAR and TORSH were the lowest tolerance.

**Key words:** Barley, Salinity Tolerance, Seedling Growth, *Hordeum vulgare*.

### 1. Introduction

Salinity is a serious problem affecting one third of the irrigation land (Mass and Hoffman, 1977.) and limiting the yield potential of modern cultivars. It has been estimated that salts affected nearly 950 million ha<sup>-1</sup> land in the world (Babu, et al. 2007). The salts accumulating in the soil profile are soils, and seasonal variation in rainfall. Salt concentration mainly chlorides, sulfates, bicarbonates, borates, and the insoils may vary greatly with horizontal or vertical most dominating salt in the soil profile, NaCl (Richards, 1954; Jeschenke, 1984).

---

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: mohsale@gmail.com



Stress salinity affects nutrient uptake (Dua, 1998) and metabolic activities in plant (Singh and Hoque, 2007). However, the magnitude of the effect of salinity varied with the plant, species type and level of salinity (Bishnoi, et al 1987). Even individual lines also differ at different growth and ontogenetic stages in salt tolerance which provide scope for selection of genotypes for salt tolerance (Ashraf and Mcneilly 1992; Kingsburg and Epstein 1984).

Germination and seedling growth under saline environment are the screening criteria which are widely used to select the salt tolerance genotype (Ashraf et al, 1990; Khan and Naqvi 1993). As for better cropping highest plant population is required, which is only possible if seed germination is satisfactory under saline conditions (Naseer et al, 2007).

Ahmad et al, (2003), reported that increase in rate of sodium chloride and sodium sulfate resulted reduction in number of tillers, length of spike, number of spikelets per spike, biomass per plant and grain yield per plant. They also, found that the sodium chloride resulted in greater damage to all cultivars than sodium sulfate. In other study Naseer et al, (2007), reported that in barley varieties, germination percentage, root and shoot length, and fresh and dry weights decreased with increasing in salt level. Babu et al, (2007), reported that the callus growth decreased with increasing NaCl concentration in the medium.

Development of new plant genotypes that are salt tolerant is a high-priority research area (Colmer and et al, 2006). Salt tolerance is, however, a complex trait and affected by large number of mechanisms. Therefore, identification of a single criterion for ranking genotypes for their tolerance to salt stress is very difficult (Ashraf and Haris, 2004). Thus, by manipulating the heritable variation present in the germplasm, we can develop saline tolerant cultivars through breeding technique, but it is a cumbersome and time-consuming process. The present investigation was to determine the salt tolerance potential of barley varieties at germination and early seedling growth stages.

## **2. Materials and methods**

This experiment was conducted factorial experiment design on the basis of completely randomized design with three replications in Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Azad University of Miyaneh, Iran. In this experiment four levels of NaCl salt ( $S_0$  = control,  $S_1$  = 37.5,  $S_2$  = 75,  $S_3$  = 150 and  $S_4$  = 225 m mol<sup>-1</sup> l) and four barley genotypes (ZAR, SINA, GORGAN4 and TORSH) that provided by seed and plant Improvement Institute, Karaj Iran, were used.

The seeds were planted in plastic vases content with agricultural-perlite (< 2 mm diameter) and irrigated with ½ Hoagland (Hoagland and Arnon, 1938.) solutions. The effects for salinity treatments were studied by sampling on leaf area, dry weight of shoot, dry weight of root, shoot length, fresh weight of stem and fresh weight of root.

Data were statistically analyzed using analysis of variance (ANOVA) using the MSTATC program. Probabilities of significance among treatment and interaction and LSDs (P 0.05) were used to compare means within and among treatments and designed diagram by Excel software.

### 3. Results

Analysis of data presented in Table 1. showed that salt stress had adverse effect on seedling growth of barley. There were significant differences between all traits in barley genotypes. Also, there were significant differences amongst the genotype×stress interaction for all characters.

Table 1. Analysis of variance summaries (mean squares) of data for seedling growth of barley under salt stress.

S.O.V	D.F.	Fresh weight of root	Fresh weight of shoot	Dry weight of root	Dry weight of shoot	Shoot length	Leaf area
Varieties	3	1.947**	4.225**	0.033**	0.229**	7.414**	392.659**
Treatments	4	54.624**	298.487**	1.039**	3.423**	580.758**	31835.437**
V × T	12	0.579**	11.414**	0.018**	0.199**	1.946**	194.775**
Error	68	0.065	0.18	0.003	0.021	0.294	21.481
% C.V		13.37	9.05	12.98	16.14	7.73	7.61

\* and \*\* : Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

Leaf area decreased with increasing in salt concentration in all barley varieties (Fig.1). The maximum leaf area was recorded under (non-salinized) control and minimum at highest salinity level. However, maximum leaf area was recorded in SINA and GORGAN 4 at all salinity levels. Also, minimum leaf area was recorded in ZAR and TORSH varieties.

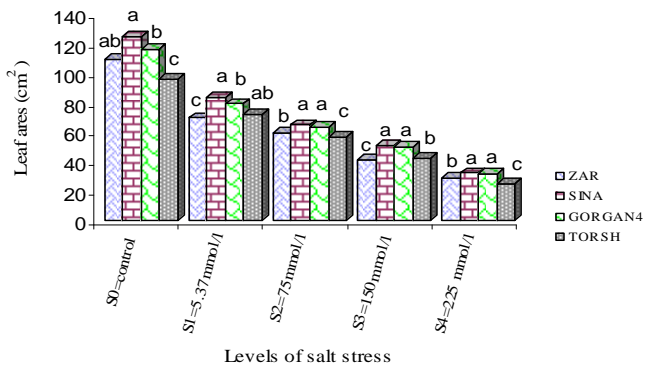


Fig1. Leaf area of 4 barley varieties grown under salt stress

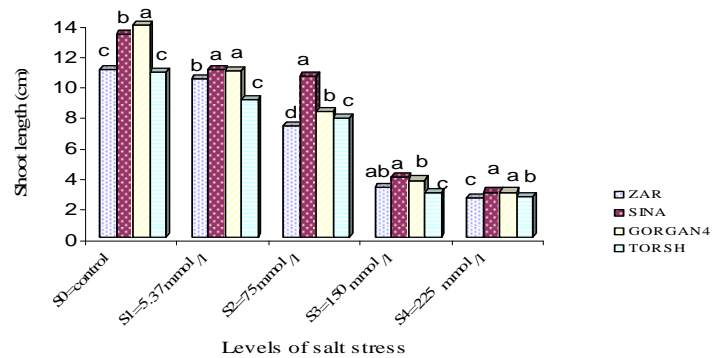


Fig2. Shoot length of 4 barley varieties grown under salt stress

Highest shoot length were observed in control (non-salinized) treatment as compared to salinized treatment (Fig 2). However SINA and GORGAN4 genotypes had significantly greater shoot length under all levels of salt stress. The reduction in shoot length is due to excessive accumulation of salts in the cell wall elasticity. Further, secondary cell appears sooner and wall becomes rigid as a consequence the turgor pressure efficiency in cell enlargement decreases. These processes may cause the shoot to remain small (Aslam et al, 1993). These findings are parallel to those of Larik and AL-Saheal (1986).

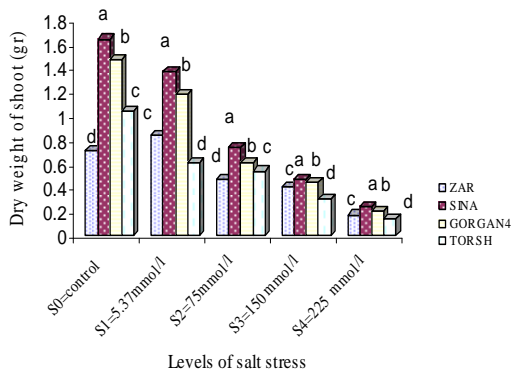


Fig 3. Dry weight of shoot of 4 barley varieties grown under salt stress

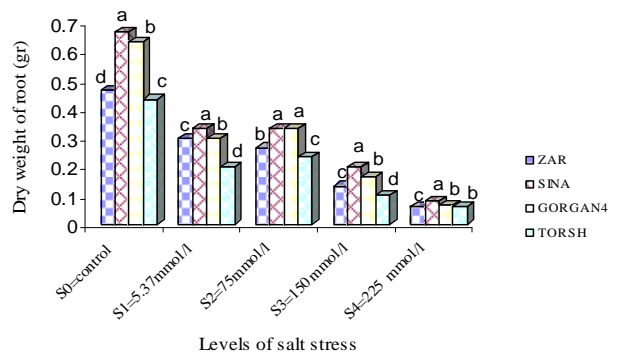


Fig 4. Dry weight of root in 4 barley varieties grown under salt stress

Comparison of dry weight of root and shoot under various stress situations is obviously essential to define their physiological potentiality as well as to study the reasons for their better yield owing to tolerance. Also, selection of genotypes with height dry weight of root and shoot was the important objective among the breeder for the improvement

of yield and other traits in a breeding programs. In the present study dry weight of root and shoot showed almost similar pattern reduction under NaCl levels (Fig 3, Fig 4) and SINA and GORGAN 4 genotypes were screened under different saline stress. In this case, varieties also showed significant difference in shoot dry weight as in root dry weight (Table 1).

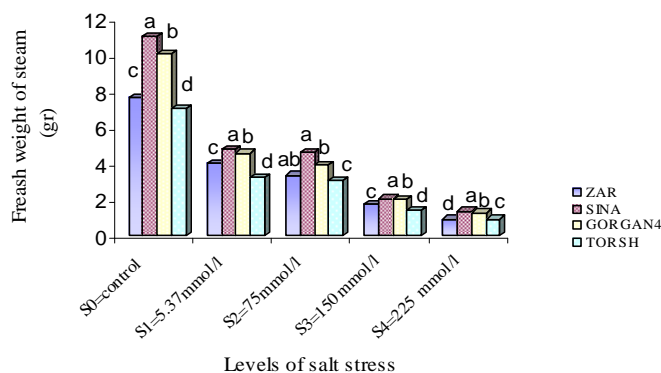


Fig 5. fresh weight of steam in 4 barley varieaties grown under salt stress

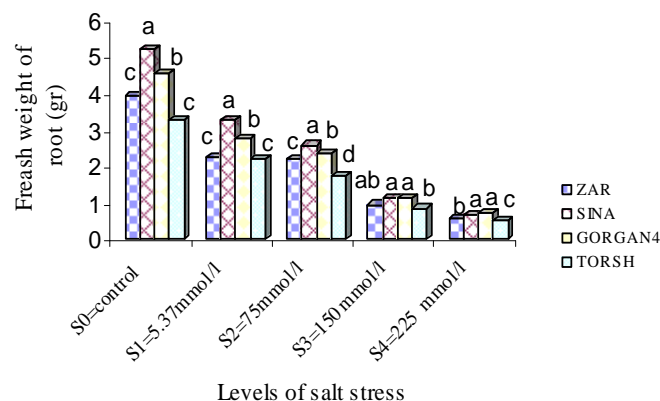


Fig 6. fresh weight of root in 4 barley varieaties grown under salt stress

Fresh weight of root and shoot of four varieties decreased significantly under salt stress (Fig 5 and 6). Varieties differed significantly in case of root and shoot fresh weight. Maximum fresh weights recorded in SINA and GORGAN 4. Our results showed that under salt stress, fresh weights of root and shoot decreased. This reduction in weights with increasing salinity may be due to limited supply of metabolites to young growing tissues, because metabolic production is significantly perturbed at high salt stress, either due to the low water uptake or toxic effect of NaCl (Waisel, 1972). Decreased of fresh weight of root and shoot of barley varieties were increased with in salt level reported by Naseer et al (2007).

Total, results of this study indicate that all treats decreased in response to salinity in all four barley varieties. These results are close conformity with the earlier findings of Ashraf et al. (1990), Kingsburg et al. (1984), and Ahmad et al. (2003). In which they reported that increasing salinity decreased all seedling growth on in sorghum, wheat and barley. Also, we showed that SINA and GORGAN 4 varieties in all levels of salinity have the highest tolerance and ZAR and TORSH were the lowest tolerance in all levels of salinity.

#### 4. Conclusions

Based on the present results, there were significant differences amongst the genotype×stress interaction for all characters. Dry weight of shoot, dry weight of root, shoot length, fresh weight of steam and fresh weight of root decreased in all barley varieties with increase in salt level. Varieties of SINA and GORGAN showed better response at all salinity levels.

**References**

- Ahmad A.N., Intshar U.H.J, Shamshad A et al. 2003. Effects of Na, SO<sub>4</sub> and NaCl salinity levels on different yield parameters of barley genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*. 5: 2, 157-159.
- Ashraf M.Y, Khan M.A, and Ahsan S.A. 1990. Effect of salinity (NaCl) and polyethyleneglycol (PEG) on germination, seedling growth and water uptake of sorghum. *Pak. J. Agric., Agril. Engg., Vet. Sci.* 6: 33-36,
- Ashraf, M and Mcneilly T. 1992. The potential for exploiting variations in salt tolerance in pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke), *Plant Breeding*. 108: 234-240,.
- Ashraf, M. and Haris P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of discrimination in salinity tolerance in plants. *Plant Science*. 166: 3-16.
- Aslam, M.P, Qureshi, R.H, and Ahmed, N. 1993. A rapid screening technique for salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant and soil*. 150 : 99-107.
- Babu, S., Sheeba, A., Yogameenakshi, P. et al. 2007. Effect of salt stress in the selection of salt tolerance hybrids in rice (*Oryza sativa* L.) under in-vitro and in-vivo conditions. *Asian J. of Plant Sciences*: 6 (1): 137-142.
- Bishnoi, N.R., Siddiqui, S., Kumar, S. 1987. Effect of salinity, salinization and desalinization on the various aspects of dry matter production at vegetative stage in pea and gram. *Frontier Botany*, 1: 1-11.
- Colmer, T.D, Flowers, T.J., and Munns, R. 2006. Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. *Journal of Experimental Botany*. 57: 1059-1078.
- Dua, R.P. 1998. Salinity tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) . *Indian. J. Pl. Physiol.* 3:102-106.
- Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. 1938. The water–culture method for growing plants without soil *Colif. Agr. Expt.Sta. Cir.* 347. Berkeley, Calif.
- Jeschenke, W.D. 1984. K<sup>+</sup>-Na<sup>+</sup> exchange at cellular membranes, intracellular compartmentation of cations, and salt tolerance. In: *Salinity Tolerance in Plants, Strategies for Crop Improvement* (Eds: R. C. Staples and G. H. Teonniessen). A. Wiley - Interscience Publication. John Wiley and Sons. Toronto. Singapore. PP: 37-66.
- Khan, M.Y. and Naqvi, S.S.M. 1993. Influence of salinity on protein, RNA and alpha amino nitrogen of wheat seedling. In: *Current development in salinity and drought tolerance of plants*. Naqvi, S. S. M., M. R. Ansari, T. J. Flower and A. R. Azmi: editors, PP: 89-93,
- Kingsburg, R.W. and Epstein, E. 1984. Selection for salt tolerant spring wheat. *Crop Science*. 24: 310-315.
- Larik, A.S. and Al-saheal, Y.A. 1986. Effect of salt stress on germination and seedling growth of wheat , triticale and barley. *J. Collage of Sci.* 17 : 37-44,
- Mass, E.V., Hoffman, GJ. 1977. Crop salt tolerance current assessment. *ASCEJ. Irri. Drainage Div.* 103: 115- 135.
- Naseer, S., Nisar, A. and Ashraf, M. 2007. Effect of salt stress on germination and seedling growth of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 4 (3); 359-360.
- Richards, L.A. 1954. Origin and nature of saline and alkali soils. In: *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Agricultural Handbook No: 60. USDA, Washington, D.C., USA. PP: 1-6..
- Singh, R.A.N.K., Hoque, M.S. 2007. Changes in growth and metabolic activity in seedling of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes during salt stress. *Indian J. Pl. Physiol.*, 6: 406-410.
- Waisel, Y. 1972. *Biology of halophytes*. Academic press Inc., New York. PP:395.

(Received for publication 06 November 2008)



BIODICON

www.biodicon.com

ISSN 1308-5301 Print ; ISSN 1308-8084 Online

*Biological Diversity and Conservation*

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma

1 / 2 (2008) 59-73

## **Assessment to the relationships between vegetation and site properties accordance with similarity values between quadrat pairs**

Kürşad ÖZKAN\*

S.D.Ü. Orman Fakültesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilimdalı, 32260, Çünür/ISPARTA

### **Abstract**

It can not be possible to investigate relationships between vegetation and site species by using statical analysis with datum belonging to only a few of quadrats However, It can be possible to incease datum number and perform statistical analysis by means of similarity values between quadrat pairs.

In this study, It was purposed to evaluate to relationships between vegetation and site properties accordance with similarity values between quatrat pairs. Data was collected from 9 quadrats between Belceğiz and Eşek field and, 8 quatrats between Üçtepeler and Aliefendi plateaus for this study.

It was used correlation analysis to determinate relationships between vegetation and altitude in Belceğiz-Eşek field site. It was also used t-test to determinate relationships between vegetation and aspect in Üçtepeler-Aliefendi plateaus site. It was found that altitude in Belceğiz-Eşek field site and aspect in Üçtepeler-Aliefendi plateaus site are statistically significant. The results was showed that altitude in belceğiz-Eşek field site and aspect in Üçtepeler-Aliefendi plateaus site must be taken into consideration factors for forest site classification and mapping.

**Keywords:** Vegetation-Environmen,t Relationships, Forest site, Altitude, Aspect

----- \* -----

### **Bitki örtüsü ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin örnek alan benzerlik değerlerine göre değerlendirilmesi**

### **Özet**

Bitki örtüsü ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılmasında örnek alan sayısının az olması durumunda istatistiksel yöntemlerin kullanılması mümkün olmayabilir. Ancak, örnek alan çiftleri arasındaki benzerlik değerleri sayesinde veri sayısı arttırılabilir ve istatistiksel analiz yapılabilir.

\* *Corresponding author* / Haberleşmeden sorumlu yazar: kozkan@orman.sdu.edu.tr

Bu çalışmada, bitki örtüsü ile yetişme ortamı arasındaki ilişkilerin örnek alan çiftleri arasındaki benzerlik değerlerine göre istatistiksel olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan veriler Belceğiz-Eşek alanı arasındaki 9 örnek alandan, Üçtepeler-Aliefendi yaylası arasındaki 8 örnek alandan alınmıştır.

Belceğiz-Eşek alanı mevkisinde bitki örtüsü-yükselti ilişkisi korelasyon analizi ile incelenmiştir. Üçtepeler-Aliefendi yaylası mevkisinde ise, bitki örtüsü-baki ilişkisi t testi ile incelenmiştir. Bitki örtüsünün değişiminde istatistiksel olarak Belceğiz-Eşek alanı mevkisinde yükseltinin, Üçtepeler-Aliefendi yaylası mevkisinde bakının önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Belceğiz-Eşek alanı mevkisinde yükseltinin, Üçtepeler-Aliefendi yaylası mevkisinde bakının orman yetişme ortamı sınıflandırılması ve haritalanmasında dikkate alınması gereken yetişme ortamı faktörleri olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Bitki örtüsü, Çevre ilişkileri, Orman yetişme ortamı, Yükselti, Baki

## 1. Giriş

Bitki toplumlarının dağılımı ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde analitik yöntemlerin kullanımı, sonuçların okuyucular açısından daha güvenilir hale getirilmesi ve araştırmacının daha isabetli karar vermesi sebebiyle son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bu araştırmalardan bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz.

Chang ve Gauch (1986), Tibet, Ngari'de yaptıkları bir çalışmada, 163 örnek alandan elde edilen veriler ile uyum ve derecelendirme analizleri kullanarak, bitki toplumlarının dağılımında yükselti ve toprak özelliklerinin önemli olduğunu belirlemişlerdir. Williams ve Lambert (1956), Matley bölgesinde, 396 örnek alanın hiyerarşik gruplandırılmasında normal birliktelik analizini kullanmış, grupları karşılaştırdığında yanmamış alanlar ve farklı yıllarda yanan alanların bitki toplumlarının dağılımında kararlaştırıcı rol oynadığını belirlemiştir. Yine Williams ve Lambert (1961), Shatterford bölgesinde bitki toplumları ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmak için 56 örnek alanda normal birliktelik analizi ve inverse birliktelik analizi kullanmıştır. Sonuçta, bataklık, kurak açık arazi ve kumulların bitki toplumların yayılışını etkilediklerini belirlemişlerdir. Ivimey-Cook ve Proctor (1965) İrlanda'nın kuzey sahil bölgesinde 150 örnek alanda yaptıkları araştırma sonucunda da, bitki toplumlarını normal birliktelik analizi ile gruplandırıp, bitki türlerinin dağılımda taban suyu seviyesi, anakaya ve toprak türünün önemini ortaya koymuştur. Carleton ve Maycock (1980) ise, 197 örnek alanda çalışmış, meşçere üstü ağaç türlerini dağılımında temel bileşenler analizi kullanarak; yükseltinin; meşçere altı bitki türlerinin dağılımında ise, ordinasyon analizi kullanarak, toprak neminin ve bitki besin

maddesi konsantrasyon derecelerinin etkili olduğunu belirlemiştir. Wishart ve Crawford (1966) Tentsmuir sahil kumullarında 263 örnek alanda çalışmışlar, bitki örtüsü tiplerinin belirlenmesi ve yetişme ortamı ile ilişkilerinin test edilmesi için birliktelik analizi ve Ordinasyon metodunu kullanmışlardır. Sonuçta farklı bitki örtüsü tiplerinin oluşumunda taban suyu seviyesi ve taşkın frekansının önemli rol oynadığını belirlemişlerdir.

Kullanılan bu yöntemler için örnek alan sayısının fazla olması, bitki türlerine göre belirlenmiş grupların yetişme ortamı özellikleri itibarıyla karşılaştırılması açısından önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu yöntemlerle değerlendirmeler yapılacağı düşünülerek başlayan çalışmalar zaman emek ve kaynak gerektirmektedir. Bundan daha önemlisi, küçük

alanlarda çalışıldığında, toplumu temsil edecek sayıda örnek alan bulunmama riski, bu yöntemlerle toplumsal değişimin açıklanmasını yetersiz kılabilir. Daha doğrusu örnekleme sayısı az olduğunda, bu yöntemlerden faydalanmak mümkün değildir.

Bu makale, daha az örnekleme yapılarak, dolayısıyla daha az zaman, emek ve kaynak kullanılarak toplum ayırımı yapmadan fakat toplumun bütün bireylerinin iştirak ettiği, böylece toplumsal değişimde etkili olan faktörlerinin sebeplerini açıklamaktadır. Ayrıca toplumu temsil edecek yeterli örnek alan alınmadığı yerlerde örnek çiftleri arasındaki benzerlik değerleri sayesinde veri sayısının artırılarak analitik değerlendirme yapılabileceği düşüncesiyle gerçekleştirilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

Benzerliğe dayalı korelasyon analizi örneği için Beyşehir gölü'nün kuzeybatısında bulunan, Belceğiz-Kuruca alan (Eşek Alanı) arasında alınan 9 örnek alana ait veriler, benzerliğe dayalı toplum (bağımsız örnekleme t testi) analizi için Aliefendi Radyolink ist.- Üçtepeliler mevkilerindeki 8 örnek alana ait değerler kullanılmıştır. Amaç, yöntemi açıklamak olduğundan, korelasyon analizi için yetiştirme ortamı özelliklerinden yükseltti, t testi için bakı verilmiştir (Özkan ve Kantarcı 2008). Korelasyon analizi için örnek alanlardaki bitki türlerinden %1 den düşük değere sahip bitki türlerinin hepsinde kaplama alan değerleri olarak 0,5 değeri kullanılmıştır. t testi için kullanılan veriler ise var-yok şeklinde girilmiştir (Tablo 1, Tablo 2).

Benzerliğe dayalı korelasyon analizi için kullanılacak matriste örnek alanlardaki bitki türlerinin parametrik verileri bulunmaktadır. Parametrik verilerle örnek alan çiftlerinin birbirlerine benzerlik değerlerinin hesabı için ordınasyon metodunun çift yönlü standartlaştırılmış matrisinin kullanılması tavsiye edilmektedir (Poole, 1974). Şöyle ki, Tablo1 de verilen örnek alanlarda bitki türlerinin kaplama alan değerleri sağdan sola doğru (her bitki türü kendi içerisinde) 0 ile 1 arasında (türün örnek alanlardaki en yüksek kaplama alanı değerine bölünür) standartlaştırılır. Daha sonra standartlaştırılmış olan bu değerler, yukarıdan aşağı doğru (her örnek alanın kendi içerisinde standartlaştırılır) yüzde değerler olarak atanır. Böylece örnek alan çiftleri arasındaki benzerlik değerlerini bulmak için veriler hazır hale getirilmiş olur (Poole, 1974). İlk standartlaştırma, türlerin biyolojik özelliklerindeki farklılıktan kaynaklanan kaplama alan değerlerindeki farklılığı elimine etmek için yapılır. İkinci standartlaştırma ise, eğer varsa kaplama alanı değerlerinin toplamından arda kalan boş alanları veya % 100 ü geçen tür kaplama alan değerlerini elimine etmek için ve böylece, örnek alanların benzerlik değerlerinin sadece türler ve onların standartlaştırılmış kaplama alanı değerlerini bulmak için yapılır. Zira eğer boş alan değerleri veya % 100 ü geçen tür kaplama alan değerleri bertaraf edilmez ise, bunlar örnek alan değerlerinin birbirlerine benzerlik değerlerine katılacağı için hatalı benzerlik değerleri elde edilecektir. Eğer parametrik olmayan verilerle çalışılacaksa (var- yok değerleri ile) o zaman JACCARD veya SØRENSEN'in formülleri kullanılabilir (Elleberg ve Dombois, 1974). Ve bu formüle göre örnek çiftleri için elde edilen benzerlik değerleri doğrudan ilişki analizi için kullanılabilir. Bu makalede t testi için verilen veriler non parametrikdir. Bu sebepten, örnek alan çiftlerinin benzerlik değerlerini bulmak için SØRENSEN benzerlik indisi kullanılmıştır.



Tablo 1. Belceğiz-Kurucualan arası alınan örnek alanlarda Bitki Türleri Kaplama alan Değerleri

Mevki	Kurucualan	Kurucualan	Kızılloluk	Kızılloluk	Kızılloluk	Balıhtaşı	Balıhtaşı	Balıhtaşı	Belceğiz
<b>Yükselti (m)</b>	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200
<b>Türler</b>									
<i>Pinus nigra</i>					35	65	60	4	3
<i>Juniperus excelsa</i>	15	30	25	10	8	3	2		
<i>Ulmus glabra</i>			0,5					2	
<i>Juniperus foetidissima</i>			2	5	13	20	5		
<i>Juniperus oxycedrus</i>		5	1	3	3	4	4		
<i>Rosa canina</i>									2
<i>Daphne oleoides</i>	1	2	1		1				
<i>Berberis crataegina</i>	0,5		3	1		0,5	3	15	10
<i>Cotaneaster nummularia</i>		4	3	1		4	10		
<i>Astragalus spp.</i>		1		2					
<i>Crataegus orientalis</i>								0,5	1
<i>Crataegus monogyna</i>									1
<i>Acantalimon spp.</i>	3		2		4				
<i>Amgydalus graeca</i>								2	

## 2.1. Benzerliğe dayalı korelasyon analizi işlem sırası

$$1. \text{ İlk standartlaştırma: } X'i = \frac{X_i}{X \text{ max}}$$

$X_i$  = A türünün i örnek alandaki kaplama alan değeri

$X \text{ max}$  = A türünün en yüksek kaplama alan değeri

$X'i$  = A türünün i örnek alandaki standartlaştırılmış değeri

$$2. \text{ İkinci standartlaştırma: } X''i = \frac{X'i * 100}{\sum x}$$

$X'i$  = A türünün i örnek alandaki standartlaştırılmış değeri

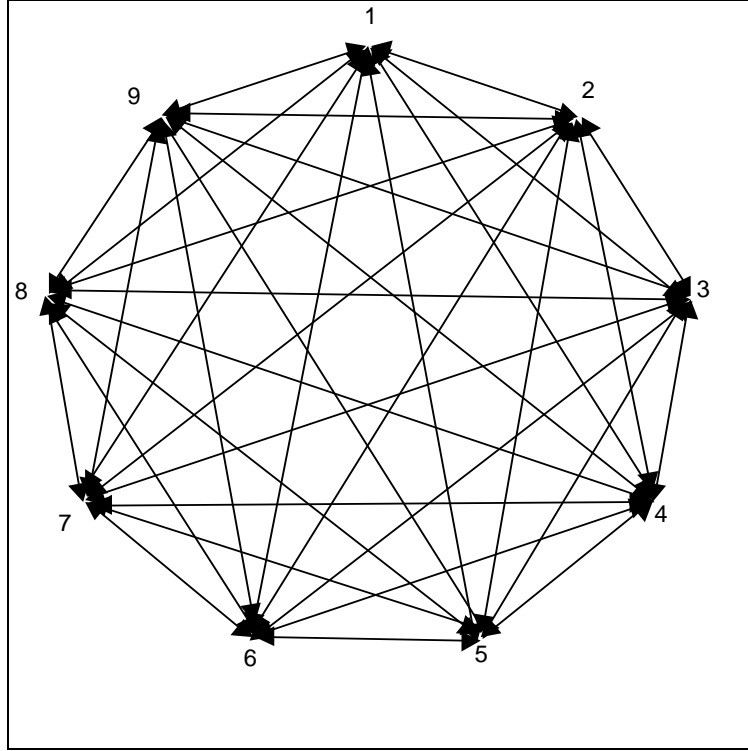
$\sum x$  = i örnek alanındaki türlerin standart değerleri toplamı

$X''i$  = A türünün çifte standartlaştırılmış değeri

3. Örnek alanların eşlenmesi ile  $(n^2-n)/2$  adet veri oluşturma (Şekil 1)

Tablo 2: Aliefendi Radyolink İst. ve Üçtepeler Mevkilerinden alınan örnek alanlardaki bitki türlerinin bulunma durumları (Özkan ve Kantarcı 2008).

Türler	Mevki	Aliefendi Radyolink ist. Doğu yamaçlar				Üçtepeler Batı yamaçlar			
	Örnek alanlar	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Pinus nigra</i>									
<i>Cedrus libani</i>									
<i>Abies cilicica</i>									
<i>Juniperus excelsa</i>									
<i>Juniperus foetidissima</i>									
<i>Juniperus oxycedrus</i>									
<i>Quercus trojana</i>									
<i>Ulmus glabra</i>									
<i>Acer monspessulanum</i>									
<i>Fraxinus ornus</i>									
<i>Populus tremula</i>									
<i>Pyrus elaeagnifolia</i>									
<i>Crataegus orientalis</i>									
<i>Crataegus monogyna</i>									
<i>Quercus cerris</i>									
<i>Daphne oleoides</i>									
<i>Berberis crataegina</i>									
<i>Rosa canina</i>									
<i>Juniperus communis</i>									
<i>Rhus coriaria</i>									
<i>Sambucus ebulus</i>									
<i>Acantalimon</i> spp.									
<i>Astragalus</i> spp.									
<i>Jasminum fruticans</i>									
<i>Euphorbia</i> spp.									
<i>Digitalis lanata</i>									
<i>Origanum munitiflorum</i>									
<i>Verbascum</i> spp.									
<i>Alcea pallida</i>									
<i>Polygonatum</i> spp.									
<i>Dryopteris flix-mas</i>									
<i>Paeonia mascula</i>									
<i>Sideritis germanicopotolina</i>									
<i>Artemisia absinthium</i>									
<i>Achillea millefolium</i>									
<i>Xanthium spinosum</i>									
<i>Colchicum autumnale</i>									
<i>Euonymus latifolius</i>									
<i>Sedum</i> spp.									



Şekil 1. Örnek alan eşlenmesi

## 4. Örnek alan çiftleri arasında bitki örtüsü benzerlik değerleri:

İki farklı örnek alanda bulunan aynı türlerin çift yönlü standartlaştırma yapılmış değerlerinden en düşük olan değerlerinin toplamı alınmaktadır

## 5. Örnek alan çiftleri arasında yükselti değişkeninin benzerlik değerleri:

$$BD_{a \& b} = 100 - \frac{|Xa - Xb|}{X \max - X \min} \times 100$$

$BD_{a \& b}$  = a ve b örnek alanları arasındaki benzerlik değeri

$Xa$  = a örnek alanının yükselti değeri

$Xb$  = b örnek alanının yükselti değeri

$X \max$  = En yüksek yükselti değeri

$X \min$  = En düşük yükselti değeri

## 6. Örnek alan benzerlik değerleri ile yükselti benzerlik değerlerinin basit korelasyon analizi ile ilişkiye getirilmesi:

Korelasyon katsayısı r;

K. Özkan, Assessment to the relationships between vegetation and site properties accordance with similarity values between quadrat pairs

$$r = \frac{\sum \sum XY - (\sum X \sum Y) / n}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / n)(\sum Y^2 - (\sum Y)^2 / n)}} \quad \text{şeklinde hesaplanır.}$$

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad \text{sd=n-2}$$

t değeri tablodaki  $t_{0,05,(n-2)}$  değeri ile karşılaştırılarak ilişkinin önemli olup, olmadığı belirlenir (Özdamar, 1999).

## 2.2. Benzerliğe dayalı verilerinden oluşan toplumların t testi işlem sırası

Eğer bitki örtüsü benzerliği değerleri parametrik olmayan verilerle ilişkiye getirilecekse (anakaya-bakı gibi) o zaman her bakı veya anakaya türü ayrı bir değişken olarak alınmalıdır. Bu durumda, örnek çiftleri arasındaki anakaya veya bakı değişkenleri arası benzerlik 0 veya 100 olacaktır. Bu sebepten bitki türleri ile parametrik olmayan yetiştirme ortamı değişkenleri için korelasyon analizi yerine t testi tercih edilebilir. Ancak toplumların karşılaştırılmasında bütün örnek çiftleri arasında bitki örtüsü benzerlik değerleri belirlendikten sonra korelasyon analizinden farklı bir yol izlenmelidir. Şöyle ki, değişkenler itibarıyla sınırlandırılan toplumların kendi içlerindeki benzerlik değerleri belirlenmeli, kendi içlerindeki benzerlik değerleri için önce varyanslarının eşitliğine bakılmalı\*, sonra t testi yapılmalıdır. Eğer sonuçta toplumların varyansları eşit çıkarsa ve toplumlar arası fark çıkmaz ise, toplumların kendi içerisindeki benzerlik değerleri birbirleri arasındaki benzerlik değerleri ile test edilmelidir. t testi ile sağlıklı sonuç almak için, örnek çiftleri arasındaki benzerlik değerleri hesaplandıktan sonra, Şekil 3'deki işlem sırası takip edilmelidir.

1. Örnek alan çiftleri arasında bitki örtüsü benzerlik değerlerinin SÖRENSEN benzerlik formülüne göre,

$$Is = \frac{2c}{A+B} \times 100, \text{ belirlenmesi:}$$

A: A örnek alanındaki tür sayısı,

B: B örnek alanındaki tür sayısı,

c: A ve B örnek alandaki ortak bulunan türlerinin sayısı

\*t testi ile varyansları eşit olmayan toplumların karşılaştırılması mümkündür. Ancak, yetiştirme ortamı sınıflandırması açısından her iki toplumun içsel benzerlik değerleri itibarıyla varyansları eşit olmalıdır. Zira, toplumlar arası varyanslarının eşit olmaması, yetiştirme ortamı sınıflandırması açısından varyansı küçük olan toplumun kendi içerisinde ayrılmasını gerektiren başka bir değişkenin varlığına işaret etmektedir. Bu durumda, varyansları eşit olmayan içsel benzerliklere sahip toplumlardan, varyansı küçük olan toplumun varyansını, varyansı büyük olan diğer toplumun varyansına eşitlemek gerekmektedir. Böylece, yetiştirme ortamı sınıflandırmasında öncelikli değişkenler belirlenebilir ve ekolojik sistemlerin hiyerarşik ayrımı gerçekleştirilebilir.

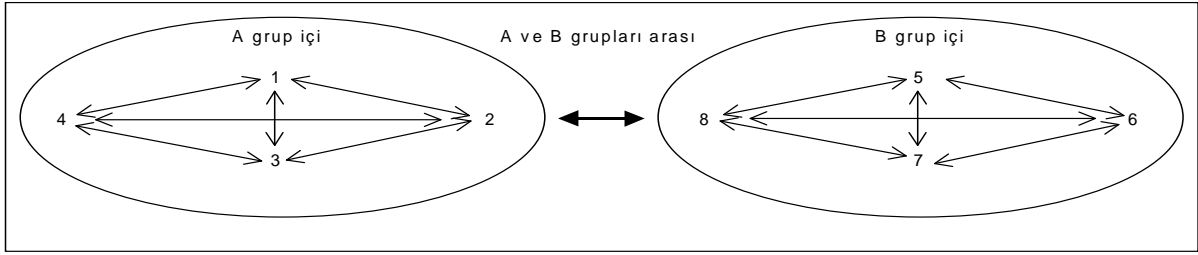
2. Örnek alan çiftlerinin grup içi ve gruplar arası eşlenmesi

A toplumu birey sayısı =  $n_1$ , A toplum içi eşleme ile birey sayısı =  $(n_1^2 - n_1) / 2$

B toplumu birey sayısı =  $n_2$ , B toplum içi eşleme ile birey sayısı =  $(n_2^2 - n_1) / 2$

A ve B toplumu birey sayısı =  $n_1 + n_2 - n$ ,

A ve B gruplar arası eşleme ile birey sayısı =  $(n^2 / 4)$



Şekil 2. Örnek alanların kendi içlerinde ve birbirleri ile eşlenmesi

3. Topluların benzerlik değerlerinin t testi uygulaması:

t testi için kullanılan formüller topluların örnek sayılarının ve varyanslarının eşitliğine ve farklılığına göre değişik olmaktadır (Eler, 2002).

$$F = \frac{S^2_{büyük}}{S^2_{küçük}}, F > F_{tablo}: \text{Varyansları farklı}, F < F_{tablo}: \text{Varyansları eşit}$$

$$\text{Örnek sayıları ve varyansları aynı olan toplumlarda: } t = \frac{\bar{x}_{max} - \bar{x}_{min}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

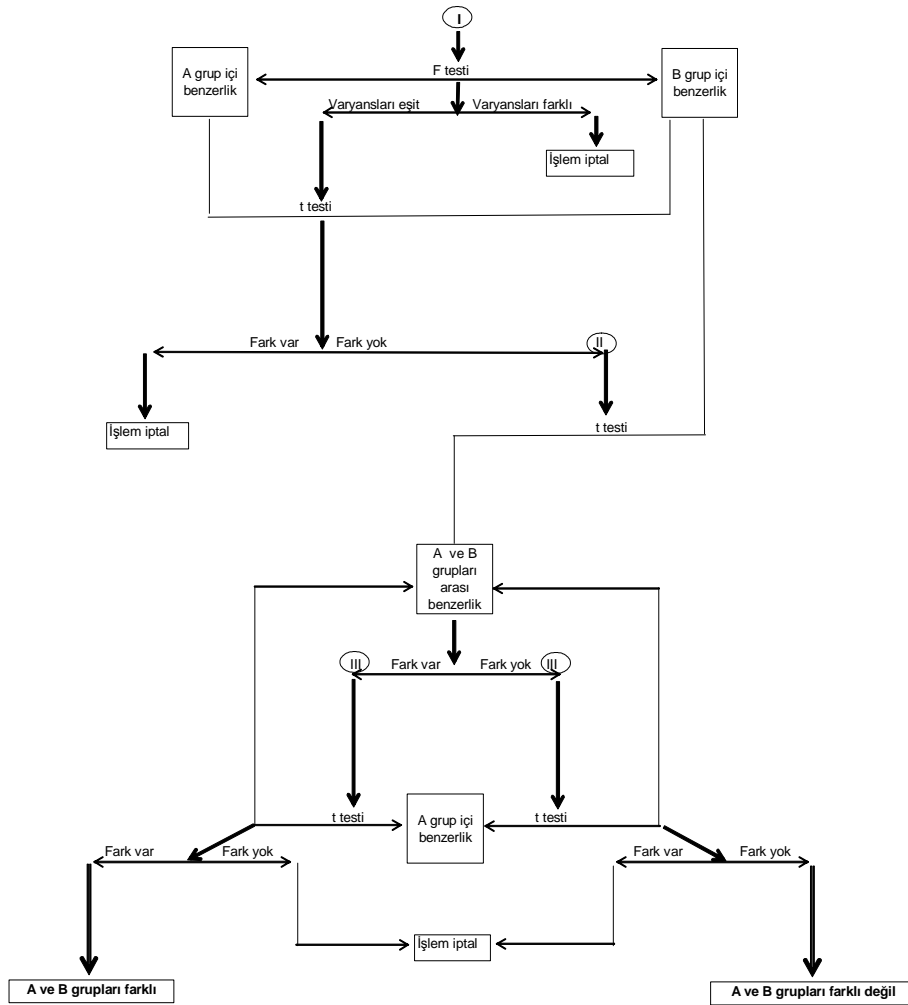
$$\text{Örnek sayıları eşit, varyansları farklı olan toplumlarda: } t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{Örnek sayıları ve varyansları farklı olan toplumlarda: } t = \frac{x_{max} - x_{min}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Örnek sayıları farklı, varyansları aynı olan toplumlarda:

Tüm varyans =  $\sum (x - \bar{x})^2 = \sum x^2 - (\sum x)^2 / n$ , SS1 ve SS2 için hesaplanır.

Düzeltilmiş varyans =  $\frac{SS1 + SS2}{(n_1 + n_2) - 2}$ ,  $S_{x_1 - x_2} = \sqrt{Dv \left( \frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2} \right)}$ ,  $t = \frac{\bar{x}_{\max} - \bar{x}_{\min}}{S_{x_1 - x_2}}$



Şekil 3: Benzerlik değerlerine göre oluşturulan grupların karşılaştırılma işleyişi

### 3. Örnek çözümler

#### 3.1. Benzerliğe dayalı korelasyon analizi için örnek çözüm

Tablo 1'deki verilerin türlere göre yapılan ilk standartlaştırma sonuçları Tablo 3'de, Tablo 3'deki verilerin örnek alanlara göre yapılan ikinci standartlaştırma sonuçları Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 3 de örneğin Belceğiz mevkii *Berberis crataegina* türü için standart değer,  $10/15 = 0,67$  dir.

Tablo 4 de örneğin 1200 m Belceğiz mevki için,  $\sum x=0,05+1+0,67+1+1=3,72$

*Pinus nigra* türünün çift yönlü standart değeri=  $0,05*100/3,72= 1,34$  (Tablo 3).

Örnek alan çiftleri arasındaki benzerlik değerinin nasıl bulunduğu 2.1. bölümün 3. maddesinde açıklanmıştır. Bütün örnek alan çiftlerinin birbiri ile olan benzerlik değerleri 9 veriyi 36 veriye çıkartmaktadır (Şekil 1). Örnek olarak, 1800 ve 1900 m deki örnek alanlar arasındaki bitki örtüsü benzerlik değeri, örnek alanlarda ortak bulunan türlerden en düşük kaplama alan değerlerinin toplamından (25,64+6,94+17,36+10,26) 63,78 olarak bulunmuştur. Sonuçlar, Tablo 5 de verilmiştir.

Örnek alanların yükselti benzerlik değerleri ise, Tablo 6’de verilmiştir.

Örneğin 1500 m ve 1800 m yükselti değerlerine sahip iki örnek alanın % benzerlik değeri

$$BD_{1500 \& 1800} = 100 - \frac{|1500 - 1800|}{2000 - 1200} \times 100 = 62,5 \text{ dir (Tablo 6).}$$

Nihayet, örnek alan çiftlerinin bitki örtüsü benzerlik değerleri ile yükselti benzerlik değerleri karşı karşıya getirilmiştir (Tablo 7). Bunların aralarında korelasyon analizi sonucu, % 1 önem seviyesinde pozitif bir ilişki bulunmuştur ( $r=0,636$ ).

Tablo 3. Türlerin Standartlaştırılmış Değerleri

Mevki	Kurucualan	Kurucualan	Kızıloluk	Kızıloluk	Kızıloluk	Ballıtaşı	Ballıtaşı	Ballıtaşı	Belceğiz
	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200
Yükselti (m)									
Türler									
<i>Pinus nigra</i>	0	0	0	0	0,54	1,00	0,92	0,06	0,05
<i>Juniperus excelsa</i>	0,50	1,00	0,83	0,33	0,27	0,10	0,07	0	0
<i>Ulmus glabra</i>	0	0	0,25	0	0	0	0	1,00	0
<i>Juniperus foetidissima</i>	0	0	0,10	0,25	0,65	1,00	0,25	0	0
<i>Juniperus oxycedrus</i>	0	1,00	0,20	0,60	0,60	0,80	0,80	0	0
<i>Rosa canina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00
<i>Daphne oleoides</i>	0,50	1,00	0,50	0	0,50	0	0	0	0
<i>Berberis crataegina</i>	0,03	0	0,20	0,07	0	0,03	0,20	1,00	0,67
<i>Cotaneaster nummularia</i>	0	0,40	0,30	0,10	0,20	0	0,40	1,00	0
<i>Astragalus spp.</i>	0	0,50	0	1,00	0	0	0	0	0
<i>Crataegus orientalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,50	1,00
<i>Crataegus monogyna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00
<i>Acantalimon spp.</i>	0,75	0	0,50	0	1,00	0	0	0	0
<i>Amgdyalus graeca</i>	0	0	0	0	0	0	0	1,00	0

Tablo 4. Çift yönlü standartlaştırılmış değerler

Mevki	Kurucuala	Kurucuala	Kızıloluk	Kızıloluk	Kızıloluk	Ballıtaşı	Ballıtaşı	Ballıtaşı	Belceğiz
	n	n							
Yükselti (m)	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200
Türler									
<i>Pinus nigra</i>	0	0	0	0	14,36	34,13	34,85	1,32	1,34
<i>Juniperus excelsa</i>	28,04	25,64	28,82	14,04	7,18	3,41	2,65	0	0
<i>Ulmus glabra</i>	0	0	8,68	0	0	0	0	21,93	0
<i>Juniperus foetidissima</i>	0	0	3,47	10,64	17,29	34,13	9,47	0	0
<i>Juniperus oxycedrus</i>	0	25,64	6,94	25,54	15,96	27,3	30,3	0	0
<i>Rosa canina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	26,88
<i>Daphne oleoides</i>	28,06	25,64	17,36	0	13,3	0	0	0	0
<i>Berberis crataegina</i>	0,98	0	6,94	2,98	0	1,02	7,58	21,93	18,02
<i>Cotoneaster nummularia</i>	0	10,26	10,43	4,25	5,32	0	15,15	21,93	0
<i>Astragalus spp.</i>	0	12,82	0	42,55	0	0	0	0	0
<i>Crataegus orientalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	10,96	26,88
<i>Crataegus monogyna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	26,88
<i>Acantalimon spp.</i>	42,86	0	17,36	0	26,59	0	0	0	0
<i>Amygdalus graeca</i>	0	0	0	0	0	0	0	21,93	0
<b>Toplam (%)</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tablo 5. Örnek alan çiftlerinin benzerlik değerleri

Örnek alanlar	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200
2000		51,28	63,78	15,02	47,07	4,39	3,63	0,98	0,98
1900	51,28		60,02	56,65	41,76	29,05	41,20	10,26	0,00
1800	63,78	60,20		31,68	53,57	14,84	30,23	26,05	6,94
1700	15,02	56,65	31,68		38,03	40,61	44,89	7,23	2,98
1600	47,07	41,76	53,57	38,03		51,02	47,76	6,64	1,34
1500	4,39	29,05	14,84	40,61	51,02		74,57	2,34	2,36
1400	3,63	41,20	30,23	44,89	47,76	74,57		24,05	8,92
1300	0,98	10,26	26,05	7,23	6,64	2,34	24,05		30,30
1200	0,98	0,00	6,94	2,98	1,34	2,36	8,92	30,30	



Tablo 6. Örnek alan çiftlerinin yükselti benzerlik değerleri (%)

	Benzerlik değerleri (%)							
	87,5	75	62,5	50	37,5	25	12,5	0,00
Örnek alanlar	2000-1900	2000-1800	2000-1700	2000-1600	2000-1500	2000-1400	2000-1300	2000-1200
	1900-1800	1900-1700	1900-1600	1900-1500	1900-1400	1900-1300	1900-1200	
	1800-1700	1800-1600	1800-1500	1800-1400	1800-1300	1800-1200		
	1700-1600	1700-1500	1700-1400	1700-1300	1700-1200			
	1600-1500	1600-1400	1600-1300	1600-1200				
	1500-1400	1500-1300	1500-1200					
	1400-1300	1400-1200						
	1300-1200							

Tablo 7. Korelasyon analizi için örnek alanlar arası yükselti ve bitki örtüsü benzerlik değerlerine ait giriş verileri

Örnek alanlar arası	Yükselti benzerliği	Bitki örtüsü benzerliği	Örnek alanlar arası	Yükselti benzerliği	Bitki örtüsü benzerliği
2000-1900	87,5	51,28	1800-1400	50	30,23
2000-1800	75	63,78	1800-1300	37,5	26,05
2000-1700	62,5	15,02	1800-1200	25	6,94
2000-1600	50	47,07	1700-1600	87,5	38,03
2000-1500	37,5	4,39	1700-1500	75	40,61
2000-1400	25	3,63	1700-1400	62,5	44,89
2000-1300	12,5	0,98	1700-1300	50	7,23
2000-1200	0,00	0,98	1700-1200	37,5	2,98
1900-1800	87,5	60,20	1600-1500	87,5	51,02
1900-1700	75	56,65	1600-1400	75	47,76
1900-1600	62,5	41,76	1600-1300	62,5	6,64
1900-1500	50	29,05	1600-1200	50	1,34
1900-1400	37,5	41,20	1500-1400	87,5	74,57
1900-1300	25	10,26	1500-1300	75	2,34
1900-1200	12,5	0,00	1500-1200	62,5	2,36
1800-1700	87,5	31,68	1400-1300	87,5	24,05
1800-1600	75	53,57	1400-1200	75	8,92
1800-1500	62,5	14,84	1300-1200	87,5	30,30

### 3.2. Benzerliğe dayalı verilerinden oluşan toplumların t testi için örnek çözüm

Tablo 2 deki örnek alan çiftleri arasındaki benzerlik değerleri SÖRENSEN formülü kullanılarak belirlenmiş ve Tablo 8 de verilmiştir.

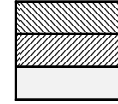
Bu aşamadan sonra, Şekil 2'deki işlem sırası takip edilmiştir. İlk olarak doğu yamaçların ve batı yamaçların kendi iç benzerlik değerleri itibariyle iki toplumun varyanslarının ( $F=196,60/170,15=1,155 < F_{\text{tablo}}(5,05)$ ) eşit olduğu belirlenmiş, sonra t testi yapılmış ve bakıların kendi içsel benzerlik değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 9). Bu sebepten işleme devam edilmiş, önce doğu yamaçlar içsel benzerlik değerleri ile doğu ve batı yamaçlar arası benzerlik değerlerinin t testi yapılmış ve bu gruplar arasında önemli fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 9). Ancak bu farklılığın varlığı doğu ve batı yamaçlar arasında bitki toplumlarının farklı olduğunu henüz göstermez. Doğü ve batı yamaçlar arasında fark olması için batı yamaçların içsel benzerlik değerlerinin de doğu ve batı yamaçlar arasındaki

benzerlik değerlerinde farklı olması gerekir. Bu sebepten işleme devam edilmiş, batı yamaçların içsel benzerlik değerleri ile doğu ve batı yamaçlar arası benzerlik değerleri test edilmiş, sonuçta bu analizde de istatistiksel olarak önemli fark bulunmuş, ve farklı bakılı yamaçlarının farklı bitki topluluklarını ortaya koyduğuna kanaat getirilmiştir (Tablo 9).

Tablo 8. SÖRENSEN benzerlik formülüne göre örnek alan çiftleri arasındaki benzerlik değerleri ve A;B;c değerleri

Örnek alanlar	1	2	3	4	5	6	7	8
1		64,29	54,54	31,57	0	0	0	7,69
2	13;15;9		66,67	38,1	14,81	18,18	8	7,14
3	13;9;6	15;9;8		53,33	19,05	12,5	10,53	0
4	13;6;3	15;6;4	9;6;4		11,11	15,38	12,5	0
5	13;12;0	15;12;2	9;12;2	6;12;1		63,16	54,55	48
6	13;7;0	15;7;2	9;7;1	6;7;1	12;7;6		35,29	30
7	13;10;0	15;10;1	9;10;1	6;10;1	12;10;6	7;10;3		34,78
8	13;13;1	15;13;1	9;13;0	6;13;0	12;13;6	7;13;3	10;13;5	

Aliefendi içsel benzerlik  
 Üçtepeler içsel benzerlik  
 Aliefendi-Üçtepeler arası benzerlik



Tablo 9: Grupların Benzerlik değerleri arasında yapılan t testi sonuçları

GRUPLAR	Serbestlik Derecesi	t değeri	Önem seviyesi
Aliefendi içi örnek alan çiftleri ile Üçtepeler içi örnek alan çiftleri arasında	10	0,975	0,975
Aliefendi içi örnek alan çiftleri ile Aliefendi-Üçtepeler arası örnek alan çiftleri arasında	20	9,763	0,025
Üçtepeler içi örnek alan çiftleri ile Aliefendi-Üçtepeler arası örnek alan çiftleri arasında	20	8,481	0,012

### 3.Sonuçlar ve tartışma

Örnek alanların bitki türleri benzerlik değerleri ile yükselti benzerlik değerleri arasında yapılan korelasyon analizi sonucu ilişkinin önemli ve pozitif çıkması örnek alanlar arasındaki yükselti farklılığı belirginleştikçe veya yükselti benzerlik değerleri azaldıkça örnek alanlardaki bitki türleri ve onların kaplama alan değerlerindeki benzerliğin de azaldığı anlamına gelmektedir. Sonuçta, bitki türlerinin dağılımında yükselti önemli bir faktör olmaktadır. Diğer yetiştirme ortamı özellikleri için de aynı işlem sırası uygulanarak benzerliğe dayalı ilişki analizi yapmak mümkündür.

Örnek alan bitki türlerinin benzerlik değerlerinin parametrik olmayan verilerle yapılacak ilişki analizi 0 ve 1 verileri ile sayısallaştırılacaktır ve dolayısıyla sadece 0 ve 100 benzerlik değerleri ile yapılacaktır. Böyle bir durumda, örneğin “bakı veya anakaya” bir değişken olarak alınmamalıdır. Bunun yerine her farklı bakı veya anakaya türü ayrı bir değişken olarak tanımlanmalıdır. Bu durumda t testi yapılması daha uygundur.

Ancak, benzerliğe dayalı değerlerden oluşan toplumların t testi uygulaması için, toplumlara ait varyanslarının eşit olması ve t testi sonucunda toplumların farklı çıkmaması önemlidir. Zira böyle bir durum, toplumlardan birinin grup içi benzerlik değerlerinin diğerinden farklı olması (varyansların eşit olmaması ve t testi sonucu önemli çıkması), grup içi düşük benzerlik değerleri gösteren bir B toplumunun, kendi içerisinde karşılaştırılan bir A toplumuna göre kararlı bir benzerlik değeri göstermemesi anlamına gelir. Bu durumda B toplum içi benzerliğin A toplum içi benzerlik kadar yüksek olamamasında etkili olan diğer değişkenlerin varlığı söz konusu olabilir ki, öyleyse B toplumunun A toplumuna göre kendi içinde ayırımını gerektiren bir işlem söz konusudur. Bu problem ortadan kaldırılırsa, yani B içsel benzerliğin az olmasında etkili değişken veya değişkenler sorgulanıp, bazı örnek alanlar B toplumundan çıkartılırsa, veya varyansı A toplumuna eşit olan yeni bir B toplumu elde edilip yine A toplumu ile test edilip, B' yeni toplumunun içsel benzerliği A toplumu içsel benzerliğine göre testi önemsiz hale getirilirse işleme devam edilebilir. Böylece B toplumu içinde de ayırım gerçekleştirilmiş olacak ve B toplumunun kendi içerisindeki ayırım kıstası yetişme ortamı sınıflandırmasında değerlendirilebilecektir. Dolayısıyla bu ayırım şekli hiyerarşiye yönelik denetleyici bir yaklaşımdır da sunacaktır.

Örnek çözümde doğu bakılı yamaçlar (Aliefendi yaylası) ve batı bakılı yamaçlar (Üçtepeler mevki) bitki türleri bakımından t testi ile sorgulanmış, baki grupları içerisindeki örnek alan benzerlikleri için yapılan F testi sonucu varyanslar eşit çıkmış ve içsel benzerlikler arası farksız bulunmuştur. Doğru bakılı yamaçların toplum içi örnek alan çiftleri benzerlik değerleri ile doğu ve batı bakılı yamaçların toplumlar arası örnek alan çiftleri ve batı bakılı yamaçların toplum içi örnek alan çiftleri benzerlik değerleri ile yine doğu ve batı bakılı yamaçların toplumlar arası örnek alan çiftleri t testi sonuçlarının önemli çıkması, doğu ve batı yamaçların yetişme ortamı sınıflandırılmasında ayırım kriteri olarak kullanılmasına kanaat getirmektedir. Zira, hangi yetişme ortamı faktör veya faktörleri dikkate alınarak yetişme ortamının sınıflandırılmasının ve haritalamasının yapılacağı canlı toplumların dağılımı ile önemli ilişkiye sahip yetişme ortamı faktörlerinin bilinmesi ile mümkündür.

Sonuç olarak, Benzerliğe dayalı ilişki analizi, ve benzerliğe dayalı verilerinden oluşan toplumların t testi uygulaması özellikle küçük alanlarda yetişme ortamı birimleri ölçeğinde çalışıldığında, diğer kullanılan toplumsal istatistik yöntemlerden çok daha az örnekleme yaparak canlı toplumlarının değişimde etkili olan yetişme ortamı faktörlerinin belirlemesi için uygun olabilir. Uyarılmak gerekir ki, özellikle bölge bazında yapılan çalışmalarda, az örnek alanla çalışılmış ise ve bu örnek alanlarda ortak türler bulunmuyorsa, örnek alan çiftleri arası benzerlik "0" olacaktır. Bu durumda benzerliğe dayalı istatistiksel analizlerin kullanılmasının da bir anlamı olmayacaktır.

## **Kaynakça**

- Carleton, T.J., Maycock, P. F. 1980. Vegetation of the boreal forests south of James Bay: non-centered component analysis of the vascular flora. *Ecology*, 61/5: 1199–1212.
- Chang, D.H.S., Gauch, H.G. 1986. Multivariate analysis of plant communities and environmental factors in Ngari, Tibet, *Ecology* 67/6: 1568-1575.
- Crawford, R.M.M., Wishart, D. 1966. A multivariate analysis of the development of dune slack vegetation in relation to coastal accretion at Tentmuir, Fife, *The Journal of Ecology*, 54/3: 729-743.
- Eler, Ü. 2002. Ormancılık Biyometrisi, S.D.Ü. Yayın no: 21, SDÜ Basımevi, Isparta.

- Ellenberg, H., Dombois, M. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Library of Congress Catalog in Publication Data, Bibliograph: p, QK 901.MB 581.5, USA, 74–5492.
- Ivimey-Cook R.B., Proctor, M.C.F. 1965. The Application of association-analysis to phytosociology. *The Journal of Ecology*, 4/1: 179–192.
- Özdamar, K. 1999. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 1. Yayın No:1, Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Özkan, K., Kantarcı, M. D. 2008. Beyşehir gölü havzası'nın orman yetişme ortamı alt bölgeleri ve yöreleri grupları, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 2: 1-13.
- Poole, R.W. 1974. An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Williams, W.T., Lambert, J.M. 1959. Multivariate methods in Plant Ecology – I. Association-Analysis in Plant Communities, *The Journal of Ecology*, 47/1: 83-101.
- Williams, W.T. Lambert, J. M. 1961. Multivariate methods in Plant Ecology - III. Inverse Associated Analysis, *The Journal of Ecology*, 49/3: 717-729.

*(Received for publication 25 November 2008)*



### Pollen morphology of the genus *Silene* (Sileneae-Caryophyllaceae) from Pakistan

Sumaira SAHREEN<sup>\*1</sup>, Mir Ajab KHAN<sup>2</sup>, Akbar Ali MEO<sup>3</sup>, Asma JABEEN<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Botanical Science Division, Pakistan Museum of Natural History Islamabad/Pakistan

<sup>2</sup> Department of Plant Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad / Pakistan

<sup>3</sup> Book Bank/ Book Shop & Publication cell, Quaid-i-Azam University, Islamabad / Pakistan

<sup>4</sup> Lecturer, Fatima Jinnah Women University, Rawalpindi / Pakistan

#### Abstract

Pollen morphological studies of 16 species of the genus *Silene* have been carried out from Pakistan. Pollen grains are polyaperturate or periporate at polar view. There is a great variation in pollen morphology in the species of *Silene*. In *Silene conoidea* 22 – 24 number of pores is a species specific character. *Silene brahuica*, *S. conoidea*, *S. moorcroftiana*, *S. ovalifolia*, *S. villosa*, and *S. vulgaris* have thin exine with 20 and more than 20 number of pori. In *S. apetala*, *S. citrina*, *S. longisepala* and *S. kunawerensis* exine thickness is 5-7.25µm, then number will be 4-10. The palynological features of exine thickness, size of pollen and pori, distance between two pores and pori surface are found useful criteria for species delimitation while sculpturing at LM turned out to be a poor criterion. A dichotomous key is constructed for the species identification using the characters that has been studied.

**Key words:** Pollen, *Silene*, Caryophyllaceae, Pori, Exine

#### 1. Introduction

Palynology is the science of pollen and spore morphology. It can be used as an instrument of multiple research for systematic botany, paleobotany, paleoecology, pollen analysis, aeropalynology, criminology, allergy stratigraphic correlation of oil bearing rocks and coal fields, and improvement of honey.

Caryophyllaceae is a large and extremely variable family of dicotyledones with 80 genera and 2100 species, which are of wide geographic distribution mostly, includes the ornamental plants and weeds. Arora and Panday (1996) and Bakshi (1984) reported that the family Caryophyllaceae is important due to medicinal as well as ornamental properties. In Pakistan Caryophyllaceae family is represented by 26 genera and about 110 species. (Nasir and Ali, 1986). Eighteen species of Caryophyllaceae are endemic in Pakistan (Chaudhary & Qureshi, 1991). Although palynological evidence has played an important role in discerning natural groups and understanding phylogenetic

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: sumairasahreen@gmail.com

relationships (Erdtman, 1969; Walker and Doyle, 1975), however there is a great need for knowledge of pollen morphology in many plant families including Caryophyllaceae especially from Pakistan. Palynological aspects in Pakistan is deficient and the earlier reference dates back to sixties. Few workers Bhutta (1968), Malik (1964), Zahur *et al.*, (1978), Meo *et al.*, (1999) Nasreen and Khan (1998) , Perveen and Qaiser (2003), Dawar *et al.*, (2002) and Ozdemire *et al.*, (2004) have provided commendable quantity of basic and applied information on palynology by providing different pollen data.

Fægri and Iversen (1975) reported that pollens of Caryophyllaceae are periporate. Number of pores is a diagnostic character for delimitation of genera. Yıldız (2001) studied pollen morphology of 45 species belonging to 15 genera of Caryophyllaceae by (LM) and (SEM). On the basis of exine structure, ornamentation and morphological data, 10 distinct types viz., 1. Arenaria type, 2. Stellaria holoste type 3. Cerastium type, 4. Dianthus type, 5. Gypsophila repens type, 6. Lychnis viscaria type, 7. Silene vulgaris type, 8. Silene caryophylloides type 9. Silene conica type and 10. Agrostemma githago type were recognized.

Skvarla (1975), Skvarla and Nowicke (1976), Nowicke and Skvarla (1977), Ghazanfar (1984), Fægri and Iversen (1975), Arkan and Inceoglu (1992), Moore *et al.*, (1997) and Yildiz (1996a, 1996b, 2001a, 2001b, 2005) studied the pollen morphology of different genera of Caryophyllaceae at worldwide level. In this paper for the first time pollen morphology of the genus *Silene* from Pakistan has been presented.

## 2. Materials and methods

The palynological investigations are based on the herbarium specimen obtained from Quaid-i-Azam University, Islamabad (ISL) by the acetolysis method of Erdtman (1969). A list of specimens investigated is given in the Appendix 1. The pollen grains were first kept in acetic acid for softening and then were used to prepare slides by using glycerine-jelly mixed with 1% Safranin. The prepared slides were studied under the light microscope.

Permanent slides for pollen reference collection has been deposited in the Plant Taxonomy Lab, Department of Plant Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad. Terminology used is after Erdtman (1969), Fægri and Iversen (1975) and Punt *et al.*, (1994).

## 3. Results

Table 1 summarizes the measurements of pollen grains from the taxa examined. Light micrographs of *Silene* species are presented in Figure.1.

**Size:** The size of pollen grains of the species of *Silene* ranges from 25-30µm to 50-55µm. There is great variation in size of the pollen grains. Five species viz. *S. apetala*, *S. brahuica*, *S. citrina*, *S. longisepala*, *S. viscosa* have same pollen diameter (30-35 µm). Similarly three species viz. *S. indica*, *S. moorcroftiana*, *S. tenuis* appear to be same in pollen diameter (40-45µm). Pollen diameter appears to be the largest (50-55 µm) in *S. vulgaris* and the smallest in *S. kunawerensis*.

**Symmetry and Shape:** The pollen grains are radially symmetrical, isopolar, periporate in all species. Pollen surface is granulate in most of the species while granulate and spinulate in *S. apetala*, *S. indica*, *S. longisepala*, *S. moorcroftiana*, *S. tenuis* and spinulate in *S. arenosa*.

**Pore diameter:** Pore diameter ranges from 2.5-3.75 $\mu$ m to 8-10 $\mu$ m. Pore diameter is similar (4-5 $\mu$ m) in eight species viz. *S. apetala*, *S. arenosa*, *S. citrina*, *S. falconariana*, *S. indica*, *S. longisepala*, *S. pseudoverticillata* and *S. tenuis*. The distance between pores ranges from 3-4 $\mu$ m to 10-12  $\mu$ m. *S. brahuica*, *S. moorcroftiana*, *S. ovalifolia* appear the same distance to have between pores (3-4 $\mu$ m). Similarly, *S. arenosa*, *S. villosa* have same distance between pores (5-6 $\mu$ m) while *S. apetala*, *S. pseudoverticillata*, shows same distance between pores (7-8 $\mu$ m). Number of pores varies 4-5 to 22-24 among the taxa. Species viz. *S. arenosa*, *S. pseudoverticillata* and *S. tenuis* appear to have same number of pores (10-12) and *S. indica*, *S. viscosa* show same pore number (13-14). Similarly, *S. brahuica*, *S. ovalifolia* represents same pore number (19-20).

**Exine:** Exine thickness varies between 1.25-2.0 $\mu$ m to 5.0-7.5 $\mu$ m among the species (Table 1). Exine thickness emerged to be the highest (5.0-7.5 $\mu$ m) in *S. apetala* and the lowest (1.25-2.0 $\mu$ m) in *S. brahuica*. Same type of exine thickness (2.5-3.75 $\mu$ m) is recorded in *S. arenosa*, *S. ovalifolia*, *S. villosa*, *S. viscosa* and *S. vulgaris*.

#### Key to *Silene* species

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. Diameter of pores less than 4 $\mu$ m                                   | <i>S. kunawerensis</i>       |
| Diameter of pores more than 4 $\mu$ m                                      | 2                            |
| 2. Number of pores 22-24   | <i>S. conoidea</i>           |
| Number of pores less than 22   | 3                            |
| 3. Thin exine with large number of pores                                   | <i>S. brahuica</i>           |
| Thick exine with small number of pores                                     | 4                            |
| 4. Exine thickness 5-7.5 $\mu$ m   | <i>S. apetala</i>            |
| Exine thickness 1.25-2.5 $\mu$ m   | 5                            |
| 5. Diameter of pores 8-10 $\mu$ m  | <i>S. vulgaris</i>           |
| Diameter of pores less than 8 $\mu$ m                                      | 6                            |
| 6. Distance between pores 9-11 $\mu$ m                                     | <i>S. citrina</i>            |
| Distance between pores less than 9 $\mu$ m                                 | 7                            |
| 7. Pollen size 30-35 $\mu$ m   | <i>S. viscosa</i>            |
| Pollen size more than 35 $\mu$ m   | 8                            |
| 8. Pollen size 40-45 $\mu$ m   | <i>S. indica</i>             |
| Pollen size more than 45 $\mu$   | 9                            |
| 9. Distance between pores 3-4 $\mu$ m with more number of pores 19-20      | <i>S. ovalifolia</i>         |
| Distance between pores more than 5 $\mu$ m with less number of pores 10-11 | 10                           |
| 10. Pollen size 45-50 $\mu$ m  | <i>S. arenosa</i>            |
| Pollen size less than 45 $\mu$ m   | 11                           |
| 11. Distance between pores 5-6 $\mu$ m with 16-20 number of pores          | <i>S. villosa</i>            |
| Distance between pores 7-8 $\mu$ m with less number of pores               | 12                           |
| 12. 10-12 number of pores with thin exine i.e 1.25-2.5 $\mu$ m             | <i>S. tenuis</i>             |
| 12-14 number of pores with exine thickness of 3.75-4.5 $\mu$ m             | 13                           |
| 13. Thick exine 5-6.25 $\mu$ m with 5-7 $\mu$ m distance between pores     | <i>S. longisepala</i>        |
| Thin exine 2.5-3 $\mu$ m with less distance between pores                  | 14                           |
| 14. 3-4 $\mu$ m distance between pores, 5-6 $\mu$ m diameter of pores      | <i>S. moorcroftiana</i>      |
| More than 4 $\mu$ m distance between pores, 4-5 $\mu$ m diameter of pores  | 15                           |
| 15. 7-8 $\mu$ m distance between pores, 10-12 number of pores              | <i>S. pseudoverticillata</i> |
| 8-9 $\mu$ m distance between pores, 12-14 number of pores                  | <i>S. falconariana</i>       |

Table 1. Summary of pollen measurements, shape and sculpturing features in *Silene* (*Sileneae*–*Caryophyllaceae*)  
(Measurements are in  $\mu\text{m}$ ,  $\pm$ = more or less)

Taxon	Diameter Of pollen	Diameter Of pores	Distance between pores	Number Of pores	Exine thickness	Pore surface	Pollen surface	Pollen type
<i>Silene apetala</i>	30- 35 $\mu\text{m}$	4- 5 $\mu\text{m}$	7- 8 $\mu\text{m}$	4- 5	5- 7.5 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate, Spinulate	Periporate
<i>S. arenosa</i>	45- 50 $\mu\text{m}$	4- 5 $\mu\text{m}$	5- 6 $\mu\text{m}$	10- 12	2.5-3.75 $\mu\text{m}$	$\pm$ Crustate	Spinulate	Periporate
<i>S. brahuica</i>	30- 35 $\mu\text{m}$	5- 6 $\mu\text{m}$	3- 4 $\mu\text{m}$	19- 20	1.25- 2 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate	Periporate
<i>S. citrina</i>	30- 35 $\mu\text{m}$	4- 5 $\mu\text{m}$	9- 11 $\mu\text{m}$	6- 10	5- 6.25 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate	Periporate
<i>S. conoidea</i>	45- 55 $\mu\text{m}$	6.5- 7.5 $\mu\text{m}$	8- 10 $\mu\text{m}$	22- 24	2- 3 $\mu\text{m}$	$\pm$ Crustate	Granulate	Periporate
<i>S. falconariana</i>	35- 40 $\mu\text{m}$	4- 5 $\mu\text{m}$	8- 9 $\mu\text{m}$	12- 14	3.75- 4.5 $\mu\text{m}$	$\pm$ Crustate	Granulate	Periporate
<i>S. indica</i>	40- 45 $\mu\text{m}$	4- 5 $\mu\text{m}$	6- 9 $\mu\text{m}$	13-14	4.5- 5 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate, Spinulate	Periporate
<i>S. kunawerensis</i>	25- 30 $\mu\text{m}$	2.5- 3.75 $\mu\text{m}$	10- 12 $\mu\text{m}$	4- 6	5- 7.5 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate	Periporate
<i>S. longisepala</i>	30- 50 $\mu\text{m}$	4- 5 $\mu\text{m}$	5- 7 $\mu\text{m}$	10-11	5- 6.25 $\mu\text{m}$	$\pm$ Crustate	Granulate, Spinulate	Periporate
<i>S. moorcroftiana</i>	40- 45 $\mu\text{m}$	5- 6 $\mu\text{m}$	3- 4 $\mu\text{m}$	17- 20	2.5- 3 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate, Spinulate	Periporate
<i>S. Ovalifolia</i>	35- 40 $\mu\text{m}$	3.75- 5 $\mu\text{m}$	3- 4 $\mu\text{m}$	19- 20	2.5- 3.75 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate	Periporate
<i>S. pseudoverticellata</i>	35- 40 $\mu\text{m}$	4- 5 $\mu\text{m}$	7- 8 $\mu\text{m}$	10- 12	3.75- 4.5 $\mu\text{m}$	$\pm$ Crustate	Granulate	Periporate
<i>S. tenuis</i>	40- 45 $\mu\text{m}$	4- 5 $\mu\text{m}$	6- 7 $\mu\text{m}$	10- 12	1.25- 2.5 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate, Spinulate	Periporate
<i>S. villosa</i>	35- 40 $\mu\text{m}$	7- 7.5 $\mu\text{m}$	5- 6 $\mu\text{m}$	16- 22	2.5- 3.75 $\mu\text{m}$	$\pm$ Crustate	Granulate	Periporate
<i>S. viscosa</i>	30- 35 $\mu\text{m}$	6- 6.5 $\mu\text{m}$	6- 8 $\mu\text{m}$	13- 14	2.5- 3.75 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate	Periporate
<i>S. vulgaris</i>	50- 55 $\mu\text{m}$	8- 10 $\mu\text{m}$	10- 11 $\mu\text{m}$	18- 20	2.5- 3.75 $\mu\text{m}$	Crustate	Granulate	Periporate



**Figures:**

Figure 1 Showing polar view of selected species of *Silene*



Figure 1a: showing pores and exine in polar view (at 100X) of *Siene apetala*



Figure 1c: showing pores in polar view ( at 100X) of *Silene citrine*

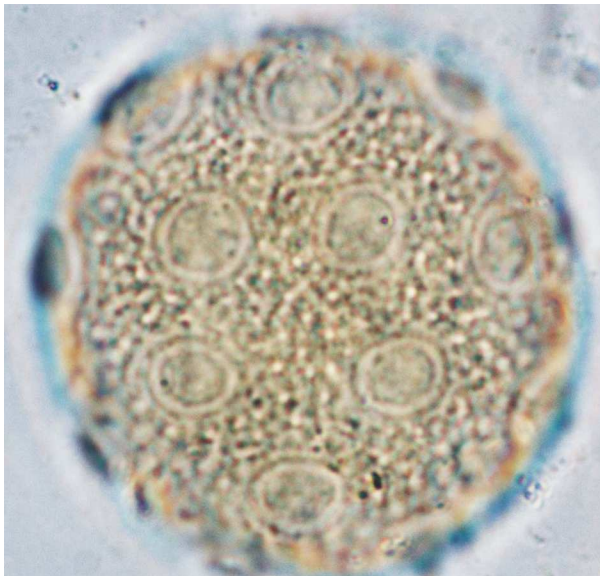


Figure 1b: showing pores in polar view (at 100X) of *Siene arenosa*



Figure 1d: showing pores in polar view (at 100X) of *Siene conoidea*



Figure 1e: showing pores in polar view (at 100X) of *Silene kunawerensis*



Figure 1g: showing pores in polar view (at 100X) of *Silene tenuis*



Figure 1f: showing pores in polar view (at 100 X) of *Silene longisepala*



Figure 1h: showing pores and exine in polar view (at 100X) of *Silene vulgaris*



Figure 1i : showing pores in polar view (at 100X) of *Silene villosa*

#### 4. Discussion

Pollen morphology can be useful in supporting taxonomic suggestions (Clark et al., 1980). It provides useful taxonomic characters for the identification and classification of taxa of the family Caryophyllaceae. Pollen morphological characters are of significance in species delimitation. These are considered supplementary to the general plant morphology and play a critical role in taxonomic and evolutionary debate. Tomsovie (1997) utilized pollen characters as an additional information for systematic studies. Huang (1972) also used pollen characters for systematic purposes.

*Silene* can be distinguished on the bases of number of pori. In *Silene* number of pori is more than and less than 12. Faegri and Iversen (1975) reported that *Dianthus* and *Silene* have less than 20 number of pori. More than 20 pori is also the character of *Silene*. So there is collaboration between the two studies and both studies are compatible to each other. It indicates that pori is a diagnostic taxonomic character of *Silene*.

All the pollens are polyaperturate or periporate. Thin exine with reduced columellae is a characteristic of primitive Angiosperms. In *Silene* the number of pori and exine thickness is related in such a way that if the exine is thin the number of pori will be greater. The range of exine thickness in *Silene brahuica*, *S. conoidea*, *S. moorcroftiana*, *S. ovalifolia*, *S. villosa*, and *S. vulgaris* is 1.25- 2.5 -3.75 $\mu$ m and number of pori is 20 and more than 20. If there is thick exine, then number of pori will be less. In *S. apetala*, *S. citrine*, *S. longisepala* and *S. kunawerensis* exine thickness is 5- 7.25 $\mu$ m, then number will be 4-10.

In *S. arenosa*, *S. tenuis* and *S. viscosa* 12 and more pori are found with thin exine i.e. 1.25- 2.5 $\mu$ m. In *S. indica*, *S. falconariana* and *S. pseudoverticellata* exine thickness is of medium size i.e. 3.75 – 4.5 $\mu$ m with 12 – 20 number of Pori. In *S. arenosa*, *S. conoidea* and *S. vulgaris* pollen size is greater i.e. 50 – 55 $\mu$ m.

In studies on the pollen morphology of Caryophyllaceae, Skvarla (1975), Skvarla and Nowicke (1976), Nowicke and Skvarla (1977), Ghazanfar (1984), Arkan and Inceoglu (1992) and Yildiz (1996a, 1996b, 2001a, 2001b, 2005) demonstrated that the pollen are of usually of medium size ranging from 25 – 50µm. The present studies are also in agreement with their contention.

Moore et. al., (1997) and Yildiz (2001a, 2001b) examined exine by SEM of different genera including *S. vulgaris*. Their findings are in accordance with the present studies. Moore et. al., (1997) included Caryophyllaceae in polyantoporate group. In this group some of the species have maximum number of Pori i.e. up to 40. In present studies maximum number of pori is found in *S. conoidea*, *S. vulgaris* and *S. villosa* i.e. 22 – 24.

Yildiz (2001b) also reported maximum number of pori in *S. conoidea* and *S. vulgaris* i.e. 30 – 40. In *S. arenosa*, *S. viscosa* and *S. citrina* exine morphology is quite similar to *Dianthus* with the exception that the tectum is discontinuous and reticulate. These results are in conformity with that of Heslop-Harrison (1968) and Yildiz (2001b).

*Silene* species are characterized by thick tectum and sharp spines (Skvarla and Nowicke, 1976). Pori number 7-50 has been reported in many studies like Skvarla and Nowicke (1976), Nowicke and Skvarla (1977), Ghazanfar (1984), Arkan and Inceoglu (1992) and Yildiz (1996a, 1996b; 2001a). The variation in number of pori in *Silene* is helpful at specific level.

Yildiz (2001b) reported that number of pori is from 9 – 42 and many of the species have 10 – 20 pori while present studies shows 4 – 24 pori in *Silene* species.

Parent and Richard (1993) and Yildiz (2001b) in their studies on 12 genera and 38 species of Caryophyllaceae distributed in Canada indicated that *Silene* species are polyantoporate that is similar to the present report.

The presence of semi reticulate and reticulate sexine in *S. conoidea* suggests it phylogenetically-advanced species. Taxonomically on the basis of inflorescence *S. conoidea* is higher than other species.

Imperforate exine (Walker, 1974a,b) and fewer number of pori (Van Campo, 1966) are generally accepted as primitive. Pori number is low in genera *Cerastium* and *Stellaria* of the family Caryophyllaceae that is accepted primitive phylogenetically in the Flora of Turkey (Davis, 1967). But the pori number of *Silene* is more than other species. So it is most advanced genus. The phylogeny of Flora of Turkey (Davis, 1967) seems true according to this result.

## References

- Arkan, O. and Inceoglu, O. 1992. Turkiye bazi Saponaria L. taksonlarinin polen morfolojisi. Tr. J. Bot., 16: 253-272.
- Arora, R. K. and Pandey, A. 1996. Wild Edible Plants of India. Ind. Council of Agri. Research. 77.
- Bakshi, D. N. 1984. "Flora of Murshadabad District and West Bangal", India scientific publisher, India. 58.
- Bhutta, A. A. 1968. Palynological Studies of Pollen and Spores. Horion. 10: 47-49.
- Chaudhari, M. N. and Qureshi, R.A. 1991. Pakistan'Endagered flora-11. Pak. Systematics, 5(1-2):1-84.
- Clark, W. D., Brown, G. K., Mayes, R. A. 1980. Pollen Morophology of Haplopappus and related Genera. (Compositae). Amer. J. Bot., 67: 1391- 1393

- Davis, P. H. 1967. Flora of Turkey and the East Aegen Island. Edinburgh University Press. 2: 99-143.
- Dawar, R., Qaiser, M., Perveen, A. 2002. Pollen morphology of *Inula* L.( s.str.) and its allied genera ( Inulae-Compositae) from Pakistan and Kashmir.Pak. J. Bot., 34 (1): 9-22
- Erdtman, G. 1969. Handbook of Palynology. Hafner Publishing Co., New York. 21-77.
- Faegri, K. and Iversen, J. 1975. Text book of Pollen Analysis. 4<sup>th</sup> Edition. John Wiley and Sons, New York. 283- 284.
- Ghazanfar, S. A. 1984. Morphology of the Genus *Silene* L. (Caryophyllaceae), section *Siphonomorpha* Otth. and *Auriculatae* (Boiss.) Schischk. *New phythol.*, 98: 683-690.
- Haung, T. C. 1972. Pollen flora of Taiwan. National Taiwan Uni. Botany Dept. Press.
- Heslop, H. J. 1968. Pollen Wall Development. Science. 230-237.
- Malik, N. A., Rehman, S. A., Rahmat. A. J. 1964. Pollen morphology of some Pakistani Medicinal Plants. Pak. J. Sci. IND. Res., 7:130-136.
- Meo, A. A. 1999. Impact of Pollen and Intergenetic Crosses between Gramineous (Poaceae) Plants.Pak. J. Biological Sci., 2(3): 809- 812.
- Moore, P. D., Webb, J. A., Collinson M. E. 1997. An Illustrated Guide to Pollen Analysis. Blackwell. Scientific Publications. London.
- Nasir, E. and Ali, S. I. 1986. Flora of West Pakistan. PARC, Islamabad. No. 175: 66-119.
- Nasreen, U. and Khan, M.A. 1998. Palynological studies of *Matricaria chamomilla* L.(Babuna) and its related genera Hamdard. 4: 94-97
- Nowicke, J. W. and Skvarla, J. J. 1977. Pollen Morphology and the Relationship of the Plumbaginaceae, Polygonaceae and Primulaceae to the order Centrospermae. Smithsonian Contrib. Bot., 37: 1264.
- Ozdemir, C., Akyol, Y., Alcitepe, E.. 2004. Morphological and Anatomical Studies on two Endemic *Crocus* species of Turkey area. Pak. J. Bot., 36(1): 103-113.
- Parent, J. and Richard, P.J. 1993. Morphologie pollinique des (Caryophyllaceae) du Que' bec nordique, der territories adjacents et de 1 archipel Arctique canadien, Canadien Journal of Botany, 7: 71, 887-905.
- Perveen, A and Qaiser, M. 2003. Pollen morphology of the family Labiatae from Pakistan. Pak. J. Bot., 35(5): 671-693.
- Punt, W., Blackmove, S., Nilson, S., Thomas, A. LE. 1994. Glossary of Pollen and Spore Terminology.-LPP foundation, Utrecht, LPP contribution series No. 1.
- Skvarla, J. J. 1975. Pollen Morphology in the Order Centrospermae. Grana, 15: 51-77.
- Skvarla, J. J. and Nowicke, J. W. 1976. The Structure of Exine in order Centrospermae. Pl. Syst. Evol., 126: 55 -78.
- Tomosvie, P.1997. Some palynological observations of the genus *Echinops*(Asteraceae) and their taxonomic implications. Perslia Praha, 69:31-33
- Van, C. M. 1966. Pollen et Phylogenie. Les Breviaxes. Pollen Spores. 8: 57-73.
- Walker, J. W. 1974a. Evolution of Exine Structure in the Pollen of Primitive Angiosperms. Am. J. Bot., 61: 891- 902.
- Walker, J. W. 1974b. Aperture Evolution in the Pollen of Primitive Angiosperms. Am. J. Bot., 61: 1112-1137.
- Walker, J. W. and Doyle, J. A. 1975. The basis of Angiosperms phylogeny:Palynology. Ann. Mo. Bot. Gard. 62: 666-723
- Yildiz, K. 1996a. Kuzeybati Anadolu'da yayilis gosteren bazi *Silene* L. (Caryophyllaceae) taksonlarnin polen morofolojisi. Tr. J. Bot., 20: 231- 240.

- Yildiz, K. 1996b. Bazi Endemik *Silene* L. (*S. olympica* Boiss., *S. paphlagonica* Bornm., *S. sangaria* Coode and Cullen ) Turlerinin Polen Morfolojisi, XIII. Ulsal Biyoloji Kongresi, sh. 637 – 646.
- Yildiz, K. 2001a. Pollen Morphology of some *Silene* L. (Caryophyllaceae) from Turkey. Pak. J. Botany, 33: 13- 25.
- Yildiz, K. 2001b. Pollen Morphology of Caryophyllaceae species from Turkey. Pak. J. Botany, 33(4): 329- 355.
- Yildiz, K. 2005. A Palynological investigation on *Silene* L. (Caryophyllaceae) Species distributed in North Cyprus & West Anatolia. CBU Fen Bilimleri, Dergisi, 1(2):61-72.
- Zahur, M. S., Bhutta, A. A., Ashraf, M. 1978. Palynological studies of the Plants growing in Punjab, b. Seasonal variation in the frequencies of Air-Borne Pollen and Spores which cause Allergies and Asthma with special reference to “Central Punjab”. Pak. Sci. Final Res. Report.

Appendix 1. Specimens of *Silene* investigated from various areas of Pakistan

Sr. No.	Taxon	Locality	Collector's Name	Vocher No.
1	<i>Silene apetala</i> Willd.	Quetta	Muqarrab Shah & Wali-ur-Rehman	119323
2	<i>Silene arenosa</i> C. Koch	Waziristan	M. Zubair & Saeed	113483
		Peshawar	Dilawar & Tanveer	107999
		Khyber Agency	Dilawar & Tanveer	109785
		Hazara	M. N. Chaudary & M. A. Siddiqui	14036
		Chitral	Wali-ur-Rehman & Subhan	115102
		Chitral	Wali-ur-Rehman & Subhan	115130
		Bannu	Dilawar & Shahzad	47455
		Bannu	Dilawar & Shahzad	50354
		Dir	Ghulam Farooq	23690
3	<i>Silene brahuica</i> Boiss.	Quetta	Iqbal Dar & M. Arif	23673
		Quetta	Manzoor & Maqsood	50475
		Quetta	Manzoor & Maqsood	52634
		Quetta	Muqarrab Shah & Wali-ur-Rehman	117036
		Quetta	Muqarrab Shah & Wali-ur-Rehman	110032
		Quetta	Muqarrab Shah & Wali-ur-Rehman	111863
		Sibi	Manzoor & Maqsood	88581
		Kalat	Muqarrab Shah & Wali-ur-Rehman	114542
4	<i>Silene citrina</i> Boiss.	Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	60060
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	60035
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	60038
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	59754
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	56827
5	<i>Silene conoidea</i> L.	Attock	M. N. Chaudhry & Muqarrab Shah	17215
		Bannu	Shahzad & Dilawar	45301
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	60097
		Hazara	Muqarrab Shah, Dilawar	79250
		Hazara	Muqarrab Shah & Dilawar	78244
		Mianwali	Mir Ajab Khan & Maqsood	81535
		Mirpur	Shahzad & Arif	47457
		Muzaffarabad	Shahzad & Wali-ur-Rehman	84407
		Malakand Agency	Mir Ajab Khan & Zawar	107035
		Pishin	Manzoor & Arif	84391
		Quetta	Manzoor & Maqsood	52615
		Quetta	Manzoor & Maqsood	52605

## Appendix 1. (Continue)

		Quetta	Manzoor, Maqsood	52613
		Rawalpindi	Manzoor & Javed	1003
		Skardu	Mir Ajab Khan & Nisar	97420
		Swat	Muqarrab Shah & Dilawar	19537
		Kurram Agency	Hafizullah & Ayaz	52645
6	<i>Silene falconariana</i> Benth.	Swat	Muqarrab Shah & Manzoor	14133
		Swat	Muqarrab Shah & Manzoor	14075
7	<i>Silene indica</i> var. <i>indica</i> (Roxb. ex Otth) Benth.	Chitral	M. N. Chaudhry & Mir Ajab Khan	123694
		Chitral	M. N. Chaudhry & Mir Ajab Khan,	123695
8	<i>Silene kunawerensis</i> Benth.	Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	39291
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	39292
9	<i>Silene longisepala</i> ** E.	Chitral	Wali-ur-Rehman & Subhan	121185
		Chitral	Wali-ur-Rehman & Subhan	115109
		Chitral	Wali-ur-Rehman & Subhan	115079
		Chitral	Wali-ur-Rehman & Subhan	117017
10	<i>Silene moorcraftiana</i> Wall.	Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	30612
		Skardu	Mir Ajab Khan & Nisar	95318
		Skardu	Mir Ajab Khan & Nisar	100225
		Skardu	Mir Ajab Khan & Nisar	97485
		Skardu	Mir Ajab Khan & Afzal	65018
		Gilgit	Mir Ajab Khan & Afzal	56799
		Ganche	Mir Ajab Khan & Afzal	66559
11	<i>Silene ovalifolia</i> * (Regel & Schmalh) Melzh.	Peshawar	Muqarrab Shah & Ayaz	49329
		Peshawar	Muqarrab Shah & Ayaz	49330
12	<i>Silene pseudo-verticellata</i> E.	Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	30590
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	30592
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	116714
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	117034
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	116895
13	<i>Silene tenuis</i> Willd.	Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	64988
		Chitral	Muqarrab Shah, Dilawar	64996
		Gilgit	Mir Ajab Khan & Afzal	62466
		Gilgit	Mir Ajab Khan & Afzal	62465
		Skardu	Mir Ajab Khan & Naeem	100234
		Muzaffarabad	Jan Muhammad	30659
14	<i>Silene villosa</i> Forssk.	Bannu	Hafizullah & Dilawar	50357
		Bannu	Hafizullah, Dilawar	50361
	<i>S. villosa</i>	Bannu	Shahzad & Dilawar	45311
		Bannu	Shahzad, Dilawar	45312
		Mianwali	Mir Ajab Khan & Maqsood	81534
		Mianwali	Mir Ajab Khan & Maqsood	81532
		Mianwali	Mir Ajab Khan & Maqsood	81533
		Mianwali	Mir Ajab Khan & Maqsood	83855

## Appendix 1. (Continue)

15	<i>Silene viscosa</i> (L.) Pers.	Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	59733
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	56810
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	60071
		Chitral	Muqarrab Shah, Dilawar	59732
		Dir	Mir Ajab Khan & Zawar	108724
		Swat	Muqarrab Shah & Dilawar	18820
		Swat	Muqarrab Shah & Dilawar	18546
16	<i>Silene vulgaris</i> (Moench)Garcke	Baltistan	Mir Ajab Khan & Zawar	122318
		Chitral	Muqarrab Shah & Dilawar	62456
		Dir	G. Farooq & Ayaz	23382
		Diamer	M. Zubair & Khalid	117257
		Gilgit	M. N. Chaudhry & Muqarrab Shah	117396
		Hazara	Mir Ajab Khan & Nisar	121184
		Kurram Agency	Hafizullah & Nisar	66834
		Muzaffarabad	Shahzad & Ejaz	101038
		Poonch	Jan Muhammad	16301
		Skardu	Mir Ajab Khan & Nisar	161836
		Swat	Muqarrab Shah & Dilawar	23358

(\*= Endangered, \*\*= Vulnerable)

(Received for publication 27 November 2008)





**A new localization for *Teucrium paederotoides* Boiss. et. Hausskn. (Lamiaceae)**

Ergün ÖZUSLU<sup>\*1</sup>, Mehtap ÖZTEKİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Valilik Binası Kat:4, 27090, Şehitkamil-Gaziantep/Turkey

<sup>2</sup>İç Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, P.K.24, 06501, Bahçelievler -Ankara/Turkey

**Abstract**

The *Teucrium paederotoides* is a single locality known local endemic species in Turkey. The record of this species is only present on limestone rocks which is 100 m Northern side of Çörten fountain in Nafak Region of Şahinbey district in Gaziantep. According to this study, distribution of the species in C6 Gaziantep: Şehitkamil, Dülük village, Southwest of Dülük village, hill of Çimşir. This locality is a new record for *Teucrium paedorotoides* Boiss. et. Hausskn.

**Key words:** Gaziantep, *Teucrium*, New Localization.

----- \* -----

***Teucrium paederotoides* Boiss. et. Hausskn. (Lamiaceae) için yeni bir lokalite**

**Özet**

*Teucrium paederotoides* Boiss. et Hausskn. Türkiyede tek lokaliteden bilinen lokal endemik bir bitkidir. Bu tür sadece Gaziantep, Şahinbey İlçesi, Nafak bölgesinde Çörten Pınarı'nın 100 m. kuzeyinden Kireç taşlı kayalar üzeri kaydından bilinmektedir. Bu çalışmada türün C6 Gaziantep: Şehitkamil, Dülük Köyü, Dülük Köyü Güneybatısı, Çimşir Tepe'de yayılış gösterdiği belirlenmiştir. Bu lokalite *Teucrium paederotoides* Boiss. et Hausskn. için yeni bir kayıttır.

**Anahtar kelimeler:** Gaziantep, *Teucrium*, Yeni Lokalite.

**1. Giriş**

*Teucrium paederotoides* Boiss. et Hausskn. Türkiyede tek lokaliteden bilinen lokal endemik bir bitkidir. *Teucrium* L. cinsi Türkiye Florasında 27 tür (Ekim, 1982), Suriye Florasında 22 tür (Post, 1932) ve İran Florasında 15

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: ergunozuslu@gmail.com;

(Rechinger, 1982) tür ile temsil edilmektedir. Bu cinse Türkiye Florasının ek ikinci cildinde (Güner vd., 2000), Duman (2000) tarafından iki yeni tür daha eklenmiş ve Dönmez (2006) tarafından da yeni bir tür kaydı verilmiştir. Türkiye’de yetişen bazı *Teucrium* L. taksonlarının polenleri Dönmez vd., (1999) tarafından incelenmiştir. Bu çalışmaya göre *Teucrium paederotoides* Boiss. et Hausskn.’in polenlerinin ekzin süslünmesinin retikulat olduğu belirlenmiştir.

*T. paederotoides* Boiss. et Hausskn. ilk olarak Heinrich Carl Haussknecht tarafından 1865 yılında toplanmıştır (Ekim, 1982). Daha sonra George Edward POST tarafından 1879 tarihinde toplanmış ve “near Aintap, Hn. In Bo.” kaydıyla Suriye Florasında (Post, 1932) verilmiştir. Bu lokaliteden başka yerden bilinmeyen bu tür daha sonra 1983 yılında Ekim ve Arslanyürek tarafından Gaziantep, Şahinbey İlçesi, Nafak bölgesinde Çörten Pınarı’nın 100 m. kuzeyinden Kireç taşlı kayalar üzerinden yeniden toplanılmıştır. Bu örnek 95031 Herbaryum numarası ile Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumunda bulunmaktadır (Arslanyürek, 1999).

Bu lokalite dışında başka yerden kaydı bulunmayan *T. paederotoides* Boiss. et Hausskn., türünün 1999 ve 2005 yıllarında yaptığımız arazi çalışmaları esnasında yeni bir lokalitede daha yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmanın materyalini 1999 yılında Gaziantep Dülük köyü’nden toplanan *T. paederotoides* Boiss. et Hausskn. örnekleri oluşturmaktadır. Araziden toplanan bitki örnekleri preslenerek kurutulmuş ve toplayıcı numarası verilerek ANKO Herbaryumu’na (İç Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Herbaryumu – Ankara) konulmuş ve isimlendirilmiştir. Gaziantep Üniversitesi Herbaryumu’ndaki *T. paederotoides* Boiss. et Hausskn. örnekleri de incelenmiştir. Bitki örneklerinin teşhisinde Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 7 (Davis, 1982) ve Vol. 11, Supp. II. (Güner vd., 2000) ve Flora of Syria, Palestine and Sinai (Post, 1932) eserlerinden yararlanılmıştır.

## 3. Bulgular

*T. paederotoides* Boiss. et Hausskn.’in Türkiye Florasındaki betimi; “*T. paederotoides* Boiss. & Hausskn. in Boiss., Fl. Or. 4:814 (as ‘*T. paederotoides*’, sphalm.) & 1268 (1879). Syn: *T. andrusi* Post in Bull. Herb. Boiss. 5: 758 (1897)! Map 4.

Çok yıllık, 7-10 cm. Gövdeleri dik, gövdenin çapının yarısı gri renkte yayılmış yapışkan tüy örtüsüne sahip. Yapraklar hemen hemen veya kısa saplı (yaprak sapı 0.5- 2(-3) mm.) yaprak ayası yumurtamsı, 16 x 10 mm, yaprak ucuna doğru belirsiz oymalı, üst yapraklar sivri, tümü yumuşak kılsı tüylü ve sapsız guddeli. Salkımlar yoğun, yumurtamsı – dikdörtgenimsi, 3-4 cm. Brakteler mızraksı, tepede birden daralmış ve uzamış, çanak yaprakları geçer. Çiçek sapları çanak yapraklardan çok kısadır. Çanak yapraklar 4 mm, yumuşak kılsı, yarısına kadar iki dudaklı; dişler seksiyonun diğer türlerinden uzun ve çok sivri. Taç yapraklar pembe, taç yaprakların 1.5 katı kadar. Fl. 6, Kalker kaya yüzeyleri, c. 600 m.

Type: [Turkey C6 Hatay/Gaziantep] in fissures rupium Syriae borealis supra Assy non procul ab Aintab (Gaziantep), [610 m, 1865], Haussknecht (holo. G, iso. BM! K!). S. & E. (southern) Anatolia. C8 Mardin, vıı 1894, G. Post (type of *T. andrusi*)! Endemic.” olarak verilmektedir.

*T. paederotoides* Boiss. et Hausskn.'in Suriye Florasındaki kayıdında kayaların yüzeyinde, endemik ve Antep yakınları olarak kayıt verilmekte, İran Florasındaki kayıta ise Suriyenin kuzeyi Türkiye sınırları olarak kayıt verilmektedir.

Günümüzde sadece bu lokaliteden bilinen *T. paederotoides* Boiss. & Hausskn.'in başka yerde yetişmediği ve lokal endemik bir bitki olduğu bilinmektedir. Ancak, 1999 ve 2005 yıllarında yazarlar tarafından yapılan arazi çalışmaları esnasında türün bu kayıtlardan farklı olarak yeni bir lokalitede daha yetiştiği tespit edilmiş, örnekler toplanmış, kayıtlar alınmış ve fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 1-2).



Şekil 1: *T. paederotoides* Boiss. & Hausskn.



Şekil 2: *T. paederotoides* Boiss. & Hausskn.

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

*T. paederotoides* Boiss. & Hausskn. Türkiye Florasında; Type: [Turkey C6 Hatay/Gaziantep] in fissures rupium Syriae borealis supra Assy non procul ab Aintab (Gaziantep), [610 m, 1865], Haussknecht (holo. G, iso. BM! K!). S. & E. (southern) Anatolia. C8 Mardin, vıı 1894, G. Post (type of *T. andrusi*)! kaydı ile verilmektedir.

Türkiye Florasında verilen kayıda göre *T. paederotoides* Boiss. & Hausskn. Gaziantep yakınlarında Suriye borealinde kaya yüzeylerinde yayılış gösterdiği ve 1894 yılında, G.Post tarafından Mardin'den toplanan örnekler *T. paederotoides* Boiss. & Hausskn. olarak teşhis edildiği ancak daha sonra bu bitkinin *T. paederotoides* olmadığı ve *T. andrusi* olduğu belirlenmiştir. Bu durumda *T. paederotoides* Boiss. & Hausskn. sadece Türkiye Florasında verilen kayıtlarından bilinmektedir. Bu çok kısıtlı lokalite bilgileriyle bilinmekte olan tür, 1983 yılında Ekim ve Aslanyürek tarafından Gaziantep, Nafak, Çörtten Pınarı mevkiinden toplanmıştır.

*T. paederotoides* Boiss. et Hausskn.'in yeni yayılış alanı;



- Ekim, T. 1982. *Teucrium* L. (ed.) Davis P.H., Flora of Turkey and East Aegean Islands, Vol. 7, Edinburgh University Press, Edinburgh, 53-75.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C. (eds) 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol 11, Suppl. II, Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- IUCN Species Survival Commission, 2001. IUCN Red List Categories and Criteria, Approved by the 51st Meeting of the IUCN Council, Version 3.1, Switzerland, Gland.
- Post, G.E. 1932. Flora of Syria, Palestine and Sinai (2<sup>nd</sup> ed. revised by J. E. Dinsmore). American Press, Beirut.
- Rechinger, K.H. 1982. *Teucrium* L. (ed.) Rechinger K.H. Flora Iranica, Lieferung 150, Graz Akademische Druck und Verlagsanstalt, 23- 44.

*(Received for publication 13 November 2008)*



**Effects of different salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations  
on the germination of some *Hesperis* species seeds**

Ersin YÜCEL<sup>1</sup>, Ahmet DURAN<sup>2\*</sup>, Cengiz TÜRE<sup>1</sup>, Harun BÖCÜK<sup>1</sup>, Burcu ÖZAYDIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Anadolu University, Faculty of Science, Department of Biology, Eskişehir, Turkey

<sup>2</sup> Selçuk University, Faculty of Education, Department of Biology, 42090 Meram, Konya, Turkey

**Abstract**

Germination responses of 14 *Hesperis* species (*Hesperis aspera*, *H. bicuspidata*, *H. campicarpa*, *H. cappadocica*, *H. hedgei*, *H. laciniata*, *H. matronalis*, *H. pendula*, *H. persica*, *H. podocarpa*, *H. schischkinii*, *H. stellata*, *H. theophrasti* subsp. *sintensisii*, *H. transcaucasica*) distributing naturally in Turkey were tested in this study at different salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations (Control, 0.5, 1, 2, 3%). Low salt concentration blocked seed germination of eight taxa (*Hesperis aspera*, *H. campicarpa*, *H. cappadocica*, *H. laciniata*, *H. pendula*, *H. persica*, *H. stellata*, *H. transcaucasica*) and also declined seed germination ratio and speed of the others. Although low potassium nitrate concentrations increased germination of all species except *H. hedgei*, its increasing concentrations decreased it. Hydrochloric acid (HCl) blocked germination percentage and speed completely of eight taxa (*Hesperis aspera*, *H. bicuspidata*, *H. campicarpa*, *H. cappadocica*, *H. hedgei*, *H. pendula*, *H. persica*, *H. theophrasti* subsp. *sintensisii*), while the other six species germinated in its low concentrations. Similarly, sulphuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) obstructed germination of all except two species, *H. podocarpa* and *H. transcaucasica* germinated in low H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentration. Significant differences in sensitivity to salt, nitrate and acid were determined among the 14 *Hesperis* species (p<0.05).

**Keywords:** Conservation, Ecology, *Hesperis*, Germination, Turkey

**1. Introduction**

Physiological responses to various environmental stresses at different stages of their life cycle are an important aspect of explaining adaptation of plants to their habitats. Within this framework, germination is one of the most critical stages in the life cycle of plants and competition in their natural or secondary habitats transported by any vectors (Ungar, 1995; Escudero et al., 1997). In the same way, germination responses have a direct impact on a species' distribution and abundance, since it is a key element affecting population dynamics (Godínez-Alvarez et al., 1999; Valverde et al., 2004; Ramirez-Padilla and Valverde, 2005).

\* Corresponding author/Haberleşmeden sorumlu yazar: aduran22@hotmail.com

Genus *Hesperis* L. (*Brassicaceae*) distributing on a wide area from Morocco to the Middle East is dense in especially Mediterranean and Irano-Turanian phytogeographic region and has nearly 60 species all over the World (Fournier, 1866; Tzvelev, 1959; Ball, 1993). In Turkey, 31 species and 4 subspecies belonging to the genus were recorded. Moreover, 18 *Hesperis* taxa are endemic and mostly distributes in the regions belonging to semi-arid and low-precipitation Mediterranean bioclimate layers (Cullen, 1965; 1988; Akman 1990). Considering the fact that Turkey has 35 natural *Hesperis* taxa of total 60 in the world, it can be thought that Turkey may be genetic differentiation center of the genus.

Some taxa belonging to genus *Hesperis* can cause economic lost in agricultural areas as weed and damage the natural ecosystem structure in their habitats which they were secondarily transported into by any vector because of their invasive characteristics (Hartman and Nelson, 2000). However, some of them have using potential in medical (as diaphoretic and diuretic) and parfumery sector (Baytop, 1999). Besides, some *Hesperis* taxa are in a risk category according to IUCN (2001) and considered in conservation programmes.

With the complexity and extensiveness of acid rains, a severe environmental problem in recent years, increased salinity and alkalinity are particularly threatening to Turkey's soils. So, identifying species resistance to acidity has gained a great amount of importance. Due to increased salinity problem, 0.6% of Turkey's land is no longer used for cultivation. Therefore, the risk of further salinification and consequent barrenness in currently fertile areas requires serious and urgent consideration. Salt-tolerance in plants may have a direct regulation to growth and it is well known that high salt concentrations inhibit seed germination (Yücel, 2000a).  $KNO_3$ , a growth-regulating and germination-stimulating substance, can both stimulate and inhibit seed germination in some species (Öztürk et al., 1984; Öztürk et al., 1993; Puppala and Fowler, 2002).

Some brief information about *Hesperis* species tested in terms of germination responses to different salt (NaCl), nitrate ( $KNO_3$ ) and acid (HCl and  $H_2SO_4$ ) concentrations is given below.

*Hesperis aspera* Fourn.; stems are erect up to 20 cm in length, with very small and lilac flowers, an endemic plant for Turkey, *Hesperis bicuspidata* (Willd.) Poiret; stems are (15) 20–35 cm in length, erect, flowers are whitish lilac to deep violet, siliquae slender and torulose; the plant grows over 1300–2800 m, on rocky slopes, a perennial herb. A widespread taxa in Turkey, *Hesperis campicarpa* Boiss.; stems are branched, flowers are greens to brownish pink, a perennial herb. It grows over 850–1900 m, on rocks and cliffs. An endemic plant for Turkey in CD risk category, *Hesperis cappadocica* Fourn.; stems are branched from the base, flowers are pinkish-mauve, it grows over 1200-1600 m, on screes, sandy slopes. A biennial herb, an endemic plant for Turkey in LC risk category, *Hesperis hedgei* P.H. Davis & Kit Tan; stems are approximately 50 cm in length, herbaceous, erect, flowers are lavender. It grows over 1050 m and in basaltic clay fallow fields. It is probably biennial, an Irano-Turanian element, an also endemic plant for Turkey in the EN risk category, *Hesperis laciniata* All.; it is with yellow or rarely pinkish yellow flowers, siliquae subcompressed, grown on slopes, a biennial herb, *Hesperis matronalis* L.; stems are up to 100 cm in length, tall, erect siliquae asperous. It grows over 1000–2100 m, on slopes and in meadows, a biennial or rarely a perennial herb. This species has also urinativg, sweating effects and causes to tear down mucus (Baytop, 1999), *Hesperis pendula* DC.; stems are branched, with greenish-yellow flowers, siliquae terete. The plant grows on fields, gulleys, rocks, usually on limestone, and over 850-2400 m, and it is a perennial plant, *Hesperis persica* Boiss.; stems are erect, flowers are purple to brownish, and it is a biennial or perennial herb, *Hesperis podocarpa* Boiss.; stems are up to 40 cm in length, little

branched, flowers are deep violet, siliquae erect. It is a perennial and an endemic plant, *Hesperis schischkinii* Tzvelev.; stems are erect, up to 30 cm in length, with reddish violet flowers, siliquae terete, obscurely torulose. The plant grows over 1600–2000 m, on igneous slopes and fields. It is a biennial herb and an endemic plant for Turkey in NT risk category, *Hesperis stellata* Dvořák; stems are 30–50 cm in length, flowers are deep rose purple or violet. It grows over 2440 m and on rocky slopes. It is perennial plant. This species is an Irano-Turanian element and also endemic plant for Turkey in EN risk category, *Hesperis theophrasti* Borbàs subsp. *sintensisii* Dvořák; stems are 40–48 cm in length, erect, and siliquae torulose, perennial. It grows on marble rocks. It is an East Mediterranean element and an endemic subspecies for Turkey in DD risk category, *Hesperis transcaucasica* Tzvelev.; stems are tall, erect, the upper stem leaves sessile and amplexicaule, with lilac flowers. It grows over 1700–2250 m, and on rocky slopes, in fields and gullies (Cullen, 1965; 1988; IUCN, 2001), (Figure 1).

It is obvious that determination of the ecophysiological characteristics of the plant taxa, especially endemic and/or in any risk categories is very important for conservation of the biological diversity. No information is available about the ecophysiological characteristics of the genus *Hesperis*. The aim of this study is, therefore, to determine the effects of different concentrations of salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) on the germination of 14 *Hesperis* taxa distributing naturally in Turkey.

## 2. Materials and methods

After determined natural distribution areas of 14 *Hesperis* species in Turkey, seed samples were collected from their natural habitats (Table 1, Figure 1). Plant samples were also taken as herbarium materials, identified and vouchers were kept in the Herbarium of Kırıkkale University (ANADOLU), Faculty of Science and Arts, Department of Biology (Cullen, 1965; 1988).

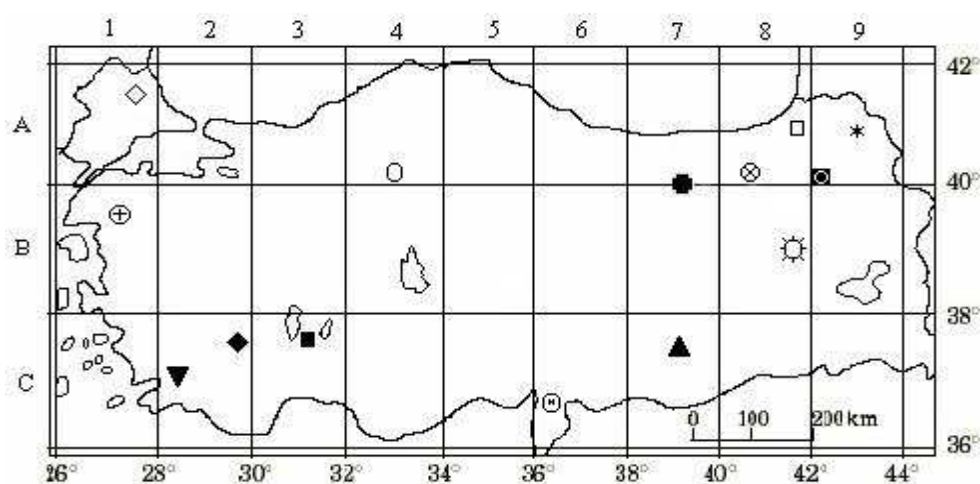


Figure 1. Seed collection localities (in Turkey)

(□ *Hesperis aspera*; ■ *H. bicuspidata*; ○ *H. campicarpa*; ● *H. cappadocica*; ▲ *H. hedgei*; ▼ *H. laciniata*; ◇ *H. matronalis*; ◆ *H. pendula*; ☼ *H. persica*; ⊕ *H. podocarpa*; ⊕ *H. schischkinii*; ⊗ *H. stellata*; ⊕ *H. theophrasti* subsp. *sintensisii*; \* *H. transcaucasica*)



Weight of 1000 dry seeds was determined after the seeds gathered (Table 2). The germination experiments were carried out in plant growth chambers (MLR-350 Model Sony, Japan). During the experiments, a constant temperature ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ ) and a white light source (daily photo-period of 8 hours light, 16 hours darkness) were used.

Experiments were carried out in petri dishes (9 cm diameter lined with discs of filter paper) containing filter paper. A hundred seeds were used in each petri, with four replicates for each series and concentrations (4x100) (Willan, 1985). During the germination period, treatments were applied to each experiment series in the same way at the same time. Six main series (NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, HCl, Dark Medium and Control groups) were prepared for each taxon. During these experiments, 0.5%, 1%, 2% and 3% solutions of NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub> and HCl were used. For the control group, pure distilled water was used. Seeds were considered as germinated when the radicle touched the seed bed.

Germination speed is as much important as seed germination percentage. So, germination speed was calculated for each series of experiments according to Yücel (2000a). For the statistical evaluation of all data acquired at the end of the germination experiments, SPSS 10.0 (*Statistics Package for the Social Science*) package program was used and ANOVA Scheffe-F test was applied.

Threatened categories are proposed for endemic and rare *Hesperis* taxa according to IUCN risk categories (IUCN, 2001). The following abbreviations were used: EN, Endangered, CD, Conservation dependent, NT, Near threatened, LC, Least concern, DD, Data Deficient.

### 3. Results

#### 3.1. Effects of Different Dark-light Periods on the Germination Percentage and Speed

Light encouraged the germination percentage of *Hesperis bicuspidata*, whereas it inhibited the germination of *H. campicarpa*, *H. laciniata*, *H. matronalis*, *H. pendula*, *H. podocarpa* and *H. theophrasti*. Results showed that these species germinated higher in dark than in light. It was found that relationship between light and germination ratio of

Table 1. Seed collection localities of *Hesperis* species (in Turkey)

Species name	Locality name	Altitude (m)	Herbarium No
<i>Hesperis aspera</i> (E)	Artvin, Ardanuç, Karlı Village	860	5537
<i>Hesperis bicuspidata</i>	Isparta, Şarkikaraağaç, Çiçek Mountain	1750	5025
<i>Hesperis campicarpa</i> (E)	Ankara, Kızılcahamam-Gerede 15 km	1090	5814
<i>Hesperis cappadocica</i> (E)	Gümüşhane, Kelkit-Erzincan 14-27 km	1680	5549
<i>Hesperis hedgei</i> (E)	Urfa, Siverek, Karacadağ Village	1100	5511
<i>Hesperis laciniata</i>	Muğla, Gökova-Marmaris 5 km	500	4641
<i>Hesperis matronalis</i>	Kırklareli, Pınarhisar, Ataköy	160	5485
<i>Hesperis pendula</i>	Burdur, Dirmil-Korkuteli, Karaçulla	1850	5497
<i>Hesperis persica</i>	Muş, Muş-Bulanık 18 km	1400	5512
<i>Hesperis podocarpa</i> (E)	Hatay, Hassa, Dedemli Village, Köremez	1300	5747
<i>Hesperis schischkinii</i> (E)	Erzurum, Horasan-Erzurum 4 km	1580	5535
<i>Hesperis stellata</i> (E)	Bayburt, Bayburt-Aşkale, Kop Mountain	2400	5013
<i>Hesperis theophrasti</i> subsp. <i>sintensisii</i> (E)	Balıkesir, Edremit-Kalkım 27 km	360	5827
<i>Hesperis transcaucasica</i>	Ardahan, Göle, Sürügüden-Karlıyazı	2000	5004

(E): Endemic

Table 2. Weight of 1000 dry seeds of each *Hesperis* species (E: Endemic)

Species	Weight of 1000 dry seed grain (gr)
<i>Hesperis aspera</i> (E)	1,36
<i>Hesperis bicuspidate</i>	1,95
<i>Hesperis campicarpa</i> (E)	2,85
<i>Hesperis cappadocica</i> (E)	2,65
<i>Hesperis hedgei</i> (E)	3,86
<i>Hesperis laciniata</i>	5,43
<i>Hesperis matronalis</i>	1,13
<i>Hesperis pendula</i>	2,13
<i>Hesperis persica</i>	3,25
<i>Hesperis podocarpa</i> (E)	2,60
<i>Hesperis schischkinii</i> (E)	2,66
<i>Hesperis stellata</i> (E)	2,12
<i>Hesperis theophrasti</i> subsp. <i>sintenisii</i> (E)	1,15
<i>Hesperis transcaucasica</i>	1,97

*H. aspera*, *H. cappadocica*, *H. hedgei*, *H. persica*, *H. schischkinii*, *H. stellata* and *H. transcaucasica* was statistically insignificant ( $p < 0.05$ ), (Table 3). Light inhibited the germination speed of *H. campicarpa*, *H. cappadocica*, *H. matronalis*, *H. pendula*, *H. podocarpa*, *H. theophrasti* subsp. *sintenisii* and *H. transcaucasica*. Effect of light on the germination speed was not significant statistically for *H. aspera*, *H. bicuspidata*, *H. hedgei*, *H. laciniata*, *H. persica*, *H. schischkinii*, *H. stellata* ( $p < 0.05$ ).

### 3.2. Effects of Different Salt (NaCl) Concentrations on the Germination Percentage and Germination Speed

Salt inhibited the germination of eight species completely at low concentrations, whereas it decreased the germination ratio of six species. All salt concentrations blocked the germination of eight species completely (*Hesperis aspera*, *H. campicarpa*, *H. cappadocica*, *H. laciniata*, *H. pendula*, *H. persica*, *H. stellata* and *H. transcaucasica*) and decreased the germination percentage and speed of six species (*H. bicuspidata*, *H. hedgei*, *H. matronalis*, *H. podocarpa*, *H. schischkinii* and *H. theophrasti*), (Table 4).

Low salt concentration (0.5%) decreased the germination percentage of *H. bicuspidata*, *H. hedgei*, *H. podocarpa*, *H. theophrasti* whereas its effect on germination percentage of *H. matronalis* and *H. schischkinii* was found statistically insignificant ( $p < 0.05$ ), (Figure 2). However, this concentration increased the germination speed of *H. matronalis*, *H. podocarpa* and decreased the germination speed of *H. theophrasti* while its effect on germination speed of *H. bicuspidata*, *H. hedgei* and *H. schischkinii* was found statistically insignificant ( $p < 0.05$ ), (Figure 3).

1% salt solution increased the germination speed of *H. bicuspidata*, *H. podocarpa* and *H. theophrasti*. Its effect on the germination percentage of *H. matronalis* was significant statistically; even though it caused the germination of the others to be inhibited completely. This concentration increased the germination speed of *H. podocarpa*, decreased of *H. matronalis* and *H. theophrasti*, and its effect on *H. bicuspidata* was insignificant.

All salt concentrations tested during the study (0.5–3%) decreased germination of *H. podocarpa* and these results were found significant ( $p < 0.05$ ). *H. podocarpa* was also the only species which could germinate at all salt concentrations.

### 3.3. Effects of Different Potassium Nitrate ( $KNO_3$ ) Concentrations on the Germination Percentage and Germination Speed

Low  $KNO_3$  concentration (0.5%) encouraged the germination of *H. aspera*, *H. bicuspidata*, *H. matronalis*, *H. pendula* and *H. podocarpa*, but decreased the germination of *H. campicarpa*, *H. laciniata*, *H. persica*, *H. stellata*, *H. theophrasti* subsp. *sintensisii*, *H. transcaucasica*. Effects of this concentration on *H. cappadocica* and *H. schischkinii* were insignificant ( $p < 0.05$ ), (Figure 4, 5).

1%  $KNO_3$  concentration encouraged the germination percentage of *H. matronalis*, *H. pendula*, *H. podocarpa*; decreased the germination of *H. bicuspidata*, *H. campicarpa*, *H. persica*, *H. stellata*, *H. theophrasti*, *H. transcaucasica* and inhibited the germination of *H. aspera*, *H. cappadocica*, *H. laciniata*, *H. schischkinii* completely. This concentration decreased the germination speed of *H. pendula*, *H. persica*, *H. stellata*, *H. theophrasti*, *H. transcaucasica*, and encouraged germination speed of *H. matronalis*, *H. podocarpa*. The effect on *H. bicuspidata* and *H. campicarpa* was found insignificant ( $p < 0.05$ ).

Table 3. Effect of dark versus light on germination percentage (%) and germination speed

Species	Dark/Light **	Germination percentage (%)	Germination speed
<i>Hesperis aspera</i>	Dark	4 a*	9 a
	Light	9 a	11 a
<i>Hesperis bicuspidata</i>	Dark	19 c	12 a
	Light	44 g	9 a
<i>Hesperis campicarpa</i>	Dark	22 e	18 c
	Light	18 b	9 a
<i>Hesperis cappadocica</i>	Dark	5 a	17 b
	Light	7 a	9 a
<i>Hesperis hedgeri</i>	Dark	7 a	7 a*
	Light	15 a	9 a
<i>Hesperis laciniata</i>	Dark	41 g	8 a
	Light	26 f	8 a
<i>Hesperis matronalis</i>	Dark	19 c	24 h
	Light	6 a	15 a
<i>Hesperis pendula</i>	Dark	41 g	20 d
	Light	4 a	17 b
<i>Hesperis persica</i>	Dark	91 i	10 a
	Light	84 i	13 a
<i>Hesperis podocarpa</i>	Dark	49 g	21 e
	Light	24 f	16 a
<i>Hesperis schischkinii</i>	Dark	11 a	13 a
	Light	9 a	10 a
<i>Hesperis stellata</i>	Dark	67 h	16 a
	Light	65 h	14 a
<i>Hesperis theophrasti</i> subsp. <i>sintensisii</i>	Dark	21 d	22 f
	Light	16 a	20 d
<i>Hesperis transcaucasica</i>	Dark	47 g	25 i
	Light	44 g	23 g

\* Within each column, means with the same letter are not significantly different ( $p = 0.05$ ); ANOVA Scheffe-F test.

\*\* 8 hour light-16 hour darkness photo period.

Table 4. Effect of NaCl concentration on germination percentage (%) and germination speed

Species	Concentration (NaCl-%)	Germination percentage (%)	Germination speed
<i>Hesperis bicuspidata</i>	0,5	11 b	9 a
	1	3 a	7 a*
	Control	44 e	9 a
<i>Hesperis hedgei</i>	0,5	8 a	8 a
	Control	15 c	9 a
<i>Hesperis matronalis</i>	0,5	2 a	17 e
	1	1 a*	14 b
	Control	6 a	15 c
<i>Hesperis podocarpa</i>	0,5	10 b	17 e
	1	8 a	16 d
	2	5 a	11 a
	3	4 a	10 a
	Control	24 d	18 g
<i>Hesperis schischkinii</i>	0,5	1 a	11 a
	Control	9 a	10 a
<i>Hesperis theophrasti</i> subsp. <i>sintenisii</i>	0,5	10 b	18 g
	1	6 a	11 a
	Control	16 c	20 h

\* Within each column, means with the same letter are not significantly different (p=0,05); ANOVA Scheffe-F test.

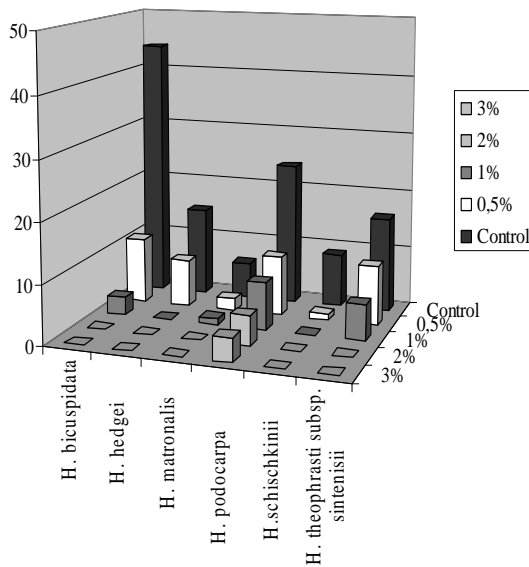


Figure 2. Effects of NaCl on the germination percentage

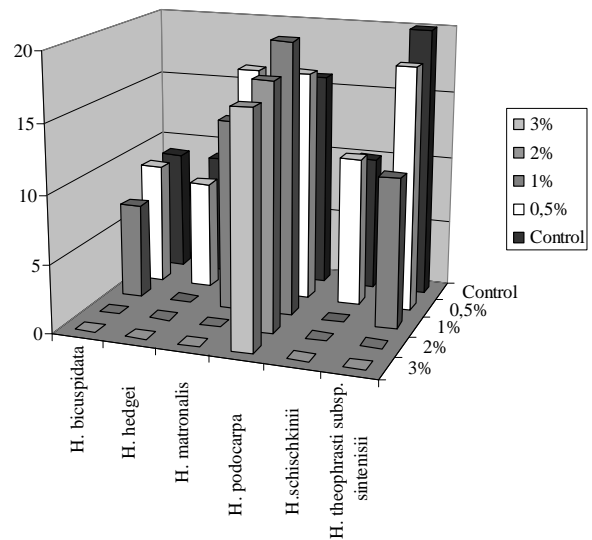


Figure 3. Effects of NaCl on the germination speed

2% KNO<sub>3</sub> encouraged the germination percentage of *H. matronalis*, decreased the germination of *H. persica*, *H. podocarpa*, *H. stellata*, *H. transcaucasica*; but, the effect on *H. pendula* was not significant statistically (p<0.05). This solution increased the germination speed of *H. podocarpa*, and decreased the germination of *H. matronalis*, *H. pendula*, *H. persica*, *H. stellata* and *H. transcaucasica*.

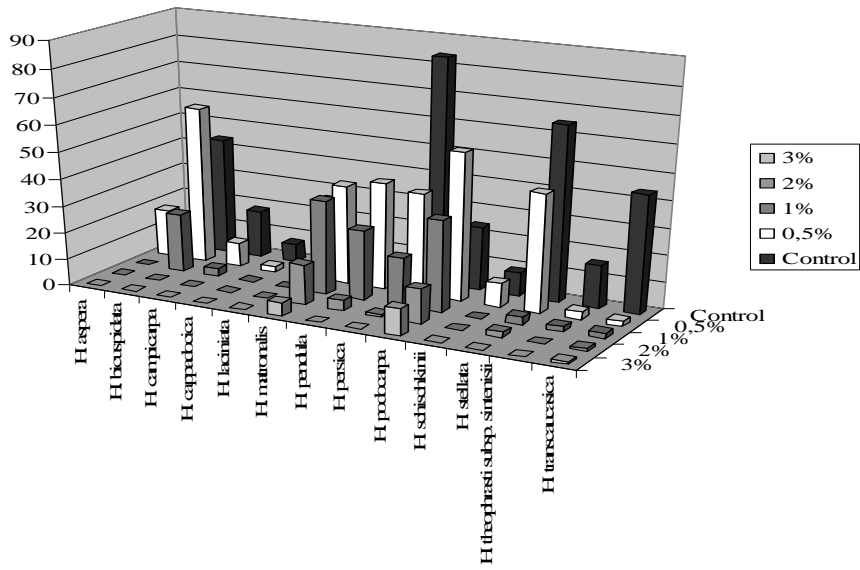


Figure 4. Effects of KNO<sub>3</sub> on the germination percentage

3% KNO<sub>3</sub> was effective on the germination speed and percentage of all species except *H. matronalis*. This concentration decreased the germination speed and percentage of *H. podocarpa*, *H. transcaucasica*, and it also inhibited the germination completely of the rest (*H. aspera*, *H. bicuspidata*, *H. campicarpa*, *H. cappadocica*, *H. hedgeri*, *H. laciniata*, *H. pendula*, *H. persica*, *H. schischkinii*, *H. stellata*, *H. theophrasti*). *H. transcaucasica* attracts attention as the most resistant species to the KNO<sub>3</sub> among the 14 species. All KNO<sub>3</sub> concentrations inhibited the germination of *Hesperis hedgeri* completely (Table 5).

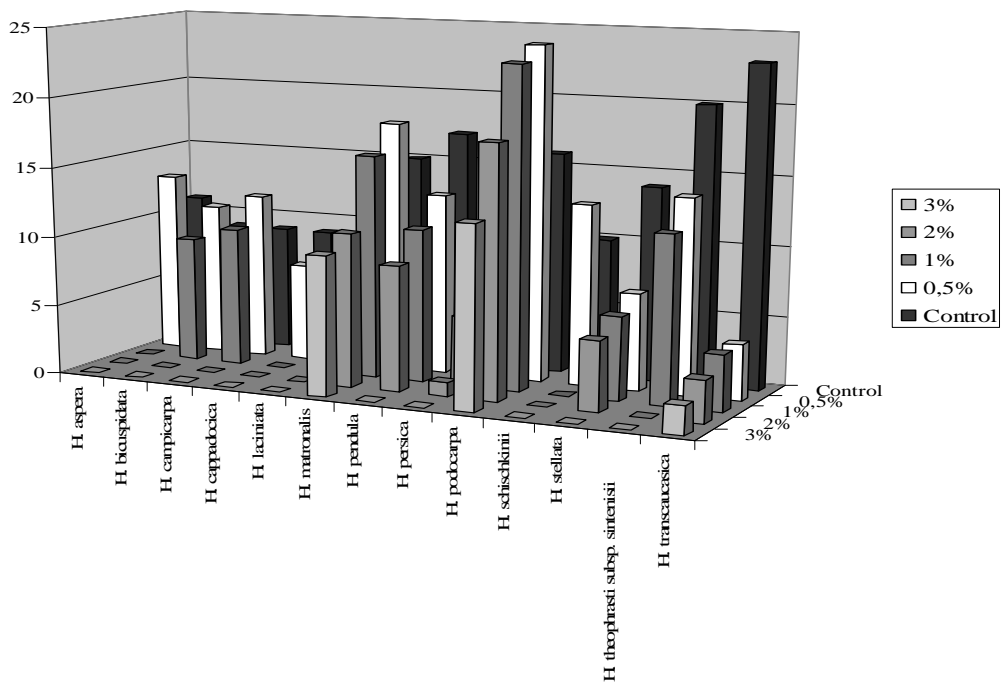


Figure 5. Effects of KNO<sub>3</sub> on the germination speed

### 3.4. Effects of Different Hydrochloride Acid (HCl) Concentrations on the Germination Percentage and Germination Speed

HCl concentrations (0.5-3%) applied during the study inhibited the germination of *Hesperis aspera*, *H. bicuspidata*, *H. cappadocica*, *H. campicarpa*, *H. hedgei*, *H. pendula*, *H. persica* and *H. theophrasti* completely. However, it decreased the germination percentage of *H. laciniata*, *H. podocarpa*, *H. stellata*, *H. transcaucasica*. Effect of 0.5% hydrochloride acid on the germination percentage was insignificant for *H. matronalis* and *H. schischkinii* ( $p < 0.05$ ), (Figure 6).

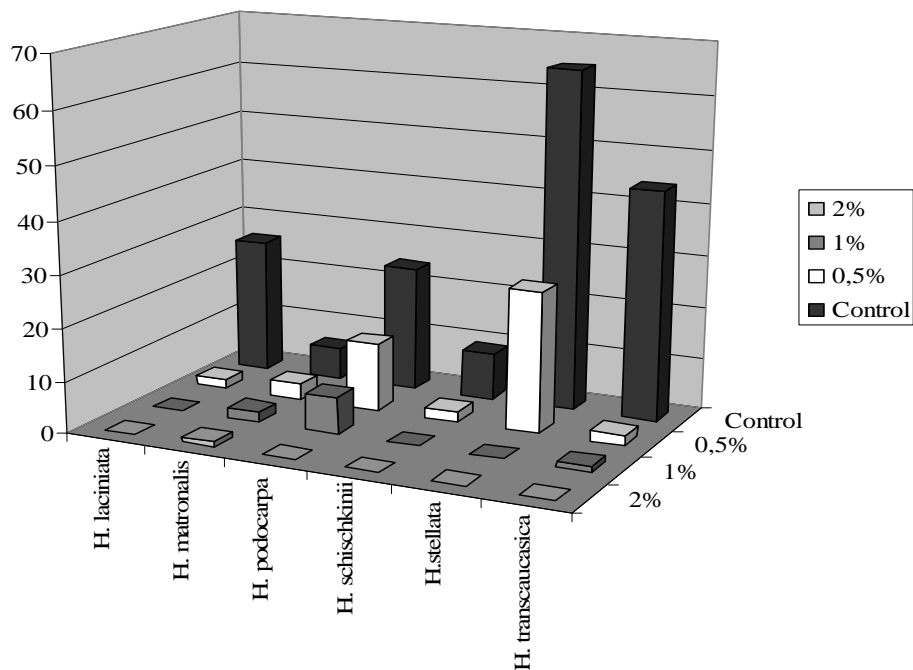


Figure 6. Effects of HCl on the germination percentage

0.5% HCl decreased the germination speed of *H. podocarpa*, *H. stellata* and *H. transcaucasica*. Its effect on the germination speed was insignificant for *H. laciniata*, *H. matronalis* and *H. schischkinii* (Figure 7). All species tested in this study did not germinate in the solution of 2-3 % concentrations of hydrochloride acid (Table 6). Only *H. matronalis*, *H. podocarpa* and *H. transcaucasica* germinated in 1% HCl concentration.

### 3.5. Effects of Different Sulphuric Acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) Concentrations on Germination Percentage and Germination Speed

It is known that even low H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrations inhibit the germination of the plants (Yücel, 2000a; b; c). In this study, it was determined that germination of 12 species of total 14 (*Hesperis aspera*, *H. bicuspidata*, *H. campicarpa*, *H. cappadocica*, *H. hedgei*, *H. laciniata*, *H. matronalis*, *H. pendula*, *H. persica*, *H. schischkinii*, *H. stellata* and *H. theophrasti*) was completely blocked. Other two species (*H. podocarpa* and *H. transcaucasica*) germinated in only 0.5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Table 7). In this concentration, germination percentage and speed of these species decreased. The result was found statistically significant ( $p < 0.05$ ), (Figure 8, 9).

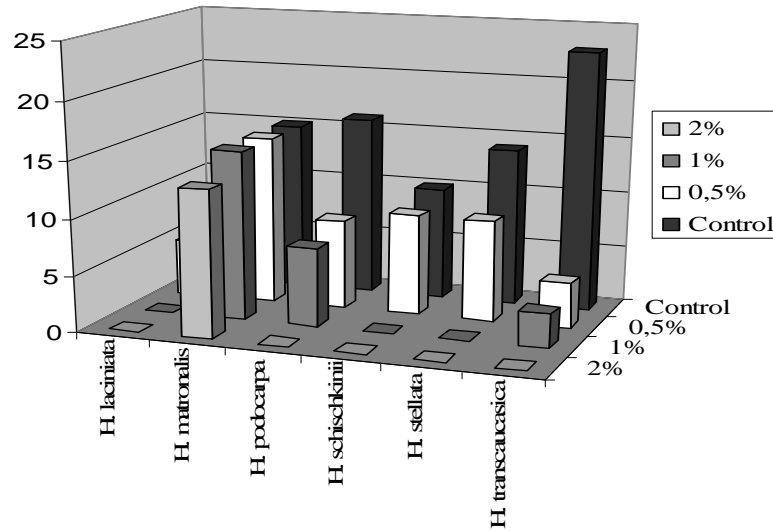


Figure 7. Effects of HCl on the germination speed

#### 4. Conclusions and discussion

Seeds are the most important reproductive part responsible from distribution, aggregation and abundance of plant populations (Barrera and Nobel, 2003). Several factors like light, salinity, acidity that regulate seed germination interact in the soil interface (Ungar, 1995; Khan et al., 2000). Most seeds are located near the soil surface where salt and acid concentration changes because of rain and continuous evaporation of soil water (Ungar, 1991), especially in semi-arid environments (Godí'nez-Alvarez et al., 1999; Valverde et al., 2004).

The fact that light and illumination period has a great effect on germination is well known (Smith, 1986). They encourage (Yücel, 1996a) or inhibit (Probert et al., 1986; Yücel, 1996b) the germination of some species. Light period is also effective on the germination of some *Hesperis* taxa. However, it is seen that *Hesperis* taxa could tolerate the light effects more than the chemicals applied during the experiments.

Tolerance to salinity during germination period is critical for establishment of plants growing in saline soil of arid regions (Ungar, 1995; El-Keblawy and Al-Rawai, 2005). It has reported that low salt concentration is not effective on the germination of most species (Öztürk et al., 1993; Yücel, 2000a) whereas it inhibits the germination of certain species completely when it is in high concentration (Yücel, 2000b; Khan and Gulzar, 2003). Considering the results, it can be seen that increasing salinity due to natural and/or antropogenic reasons and environmental changes related to salinity can have limited effects on distribution of the populations.

$KNO_3$ , a growth-regulating and germination-stimulating substance, can both stimulate seed germination in some species (Öztürk et al., 1984; Öztürk et al., 1994; Puppala and Fowler, 2002) and also inhibit (Yücel, 1996b).

$KNO_3$  concentration series among the parameters applied during the experiments have the less negative effect on the seed germination. However, increasing concentrations could block or decrease the germination of some *Hesperis* taxa.

Table 5. Effects of KNO<sub>3</sub> concentrations on germination percentage (%) and germination speed

Species	Concentration (KNO <sub>3</sub> -%)	Germination percentage (%)	Germination speed
<i>Hesperis aspera</i>	0,5	18 e	13 d
	Control	9 a	11 b
<i>Hesperis bicuspidata</i>	0,5	59 l	11 b
	1	22 f	9 a
	Control	44 k	9 a
<i>Hesperis campicarpa</i>	0,5	9 a	12 c
	1	3 a	10 a
	Control	18 e	9 a
<i>Hesperis cappadocica</i>	0,5	2 a	7 a
	Control	7 a	9 a
<i>Hesperis laciniata</i>	0,5	4 a	5 a
	Control	26 h	8 a
<i>Hesperis matronalis</i>	0,5	37 k	18 j
	1	35 j	16 g
	2	15 c	11 c
	3	5 a	10 a
	Control	6 a	15 f
<i>Hesperis pendula</i>	0,5	40 k	13 d
	1	26 h	11 b
	2	4 a	9 a
	Control	4 a	17 h
<i>Hesperis persica</i>	0,5	38 k	7 a
	1	18 e	5 a
	2	1 a*	1 a*
	Control	84 m	13 d
<i>Hesperis podocarpa</i>	0,5	55 l	24 l
	1	34 i	23 k
	2	13 b	18 i
	3	10 a	13 d
	Control	24 g	16 g
<i>Hesperis schischkinii</i>	0,5	9 a	13 c
	Control	9 a	10 a
<i>Table 5 continued...</i>			
<i>Hesperis stellata</i>	0,5	44 k	7 a
	1	3 a	6 a
	2	2 a	5 a
	Control	65 l	14 e
<i>Hesperis theophrasti</i> subsp. <i>sintenisii</i>	0,5	3 a	14 f
	1	2 a	12 c
	Control	16 d	20 k
<i>Hesperis transcaucasica</i>	0,5	2 a	4 a
	1	2 a	4 a
	2	1 a	3 a
	3	1 a	2 a
	Control	44 k	23 k

\* Within each column, means with the same letter are not significantly different (p=0,05); ANOVA Scheffe-F test.

As a result of urbanization and industrialization, acid rains have become an important environmental problem in recent years (Evans, 1982). Because of these factors, a large number of species face with the danger of extinction. So, identifying species resistance to acidity has gained a great amount of important. In this study, it is obvious that increasing acidity inhibits or decreases the seed germination of *Hesperis* taxa.



Table 6. Effect of HCl concentration on germination percentage (%) and germination speed

Species	Concentration (HCl-%)	Germination percentage (%)	Germination speed
<i>Hesperis laciniata</i>	0,5	2 a	5 a
	Control	26 d	8 a
<i>Hesperis matronalis</i>	0,5	3 a	15 c
	1	2 a	15 c
	2	1 a*	13 b
	Control	6 a	15 c
<i>Hesperis podocarpa</i>	0,5	13 b	8 a
	1	7 a	7 a
	Control	24 c	16 d
<i>Hesperis schischkinii</i>	0,5	2 a	9 a
	Control	9 a	10 a
<i>Hesperis stellata</i>	0,5	27 d	9 a
	Control	65 f	14 b
<i>Hesperis transcaucasica</i>	0,5	2 a	4 a
	1	1 a	3 a*
	Control	44 e	23 f

\* Within each column, means with the same letter are not significantly different (p=0,05); ANOVA Scheffe-F test.

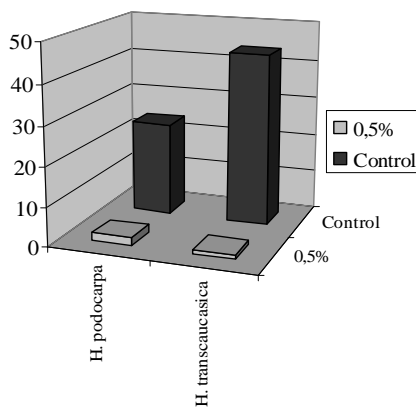


Figure 8. Effects of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on the germination percentage

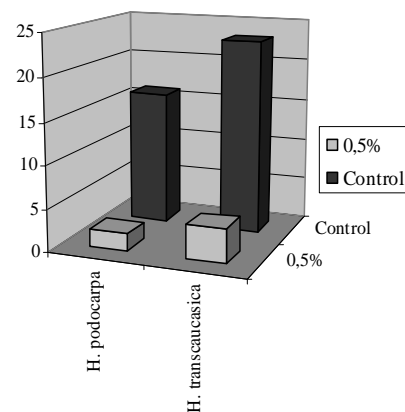


Figure 9. Effects of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> on the germination speed

Table 7. Effect of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentration on germination percentage (%) and germination speed

Species	Concentration (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -%)	Germination percentage (%)	Germination speed
<i>Hesperis podocarpa</i>	0,5	2 a	2 a*
	Control	24 b	16 b
<i>Hesperis transcaucasica</i>	0,5	1 a*	4 a
	Control	44 c	23 c

\* Within each column, means with the same letter are not significantly different (p=0,05); ANOVA Scheffe-F test.

In all 14 *Hesperis* taxa, *H. matronalis* showed a wider tolerance spectrum to light and chemicals applied during the experiments. This is probably the reason of invasive characteristic of the plant. This species has also using potential

medically because of having urinating, sweating effects and causing to tear down mucus (Baytop, 1999). As a result, *Hesperis* species are sensitive to NaCl, KNO<sub>3</sub>, HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. It is thought that the information about the ecophysiological characteristics of *Hesperis* taxa will serve as a database to improve effective conservation strategies related to the species in a risk category, to control the populations of invasive ones and to cultivate the economically important species.

## References

- Akman, Y. 1990. İklim ve Biyoiklim. Palme Yayınları, Ankara, Türkiye.
- Ball, P.W. 1993. Cruciferae, pp. 336-337 in Tutin, T.G., Burges, N.A., Chater, A.O., Edmondson, J.R., Heywood, V.H., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A., Flora Europaea, Vol:1, Cambridge University Press.
- Barrera, E.D., Nobel, P.S. 2003. Physiological ecology of seed germination for the columnar cactus *Stenocereus queretaroensis*. Journal of Arid Environments. 53: 297–306.
- Baytop, T. 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi: Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, Türkiye.
- Cullen, J. 1965. Cruciferae, pp. 452–460 in Davis P. H. (Ed.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 1. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Cullen, J. 1988. Cruciferae, pp. 50–54 in Davis P. H. (Eds) Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Vol. 10. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- El-Keblawy, A., Al-Rawai, A. 2005. Effects of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. Journal of Arid Environments. 61: 555–565.
- Escudero, A., Carnes, L.F., Repez-Garcia, F. 1997. Seed germination of gypsophytes and gypsosvags in semi-arid central Spain. Journal of Arid Environments. 36: 487–497.
- Evans, K.S., 1982. Biological effects of acidity in precipitation on vegetation a review. Experimental Botany. 22: 155-169.
- Fournier, M. E. 1866. Monographie du genre *Hesperis*. Bulletin de la Société Botanique de France 13: 326-362.
- Godi’nez-Alvarez, H., Valiente-Banuet, A., Valiente-Banuet, L. 1999. Biotic interactions and the population dynamics of the long-lived columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo* in the Tehuacan Valley, Mexico. Canadian Journal of Botany. 77: 203–208.
- Hartman, R. L., Nelson, B.E. 2000. Working List of Invasive Vascular Plants of Wyoming with Vernacular Names from Major Works, *University of Wyoming: Rocky Mountain Herbarium*. <http://www.rmh.uwyo.edu/wyinvases/wyweeds.pdf>.
- IUCN Species Survival Commission, 2001. IUCN Red List Categories, approved by the 51st meeting of the IUCN Council. Gland, Switzerland.
- Khan, M.A., Gul, B., Weber, D.J. 2000. Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity. Journal of Arid Environments. 45: 207–214.
- Khan, M.A., Gulzar, S. 2003. Germination responses of *Sporobolus ioclados*: a saline desert grass. Journal of Arid Environments. 53: 387–394.
- Öztürk, M., Oflas, S., Mert, H. 1984. Studies on the germination of *Inula graveolens* (L.) Desf. seeds. Ege Üniversitesi, Faculty of Science Journal B VII: 39–46.

- Öztürk, M., Gemici, M., Yılmaz, Ç., Özdemir, F. 1993. Alleviation of salinity stress by GA<sub>3</sub>, Kin and IAA on seed germination of *Brassica campestris* L. Doga, Turkish Journal of Botany. 17: 47–52.
- Puppala, N., Fowler, J.L. 2003. *Lesquerella* seed pretreatment to improve germination. Industrial Crops and Products. 17 (1): 61-69.
- Probert, R.J., Smith, R.D., Birch, P. 1986. Germination responses to light and alternating temperatures in European populations of *Dactylis glomerata* L.V., The principle components of the alternating temperature requirement. New Phytologist. 102: 123-142.
- Ramirez-Padilla, C.A., Valverde, T. 2005. Germination responses of three congeneric cactus species (*Neobuxbaumia*) with differing degrees of rarity. Journal of Arid Environments. 61: 333–343.
- Smith, H. 1986. The perception of light quality, In: Photomorphogenesis in plants, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Boston and Lancaster.
- Tzvelev, N. 1959. The Genus *Hesperis* in U.S.S.R. Not. Syst. Leningrad. 19: 114-155.
- Ungar, I.A. 1991. Ecophysiology of vascular halophytes. CRC Press, Boca Raton, U.S.A.
- Ungar, I.A. 1995. Seed germination and seed-bank ecology in halophytes. In Seed development and germination. Edited by J.Kigel and G. Galili. Marcel Dekker, New York.
- Valverde, T., Quijas, S., Lo'pez-Villavicencio, M., Castillo, S. 2004. Population dynamics of *Mammillaria magnimamma* Haworth (Cactaceae) in a lava-field in Central Mexico. Plant Ecology. 170: 167–184.
- Willan, R.L. 1985. A guide to forest seed handling, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Yücel, E., 1996a. Türkiye'nin Ekonomik Değere Sahip Bazı Bitkilerinin Tohum Çimlenme Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, A.Ü. Fen Fakültesi Dergisi. 2: 35–47.
- Yücel, E., 1996b. *Sideritis germanicopolitana* subsp. *germanicopolitana* ve *Sideritis germanicopolitana* subsp. *viridis*'in Tohum Çimlenme Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. A.Ü. Fen Fakültesi Dergisi. 2: 61-73.
- Yücel, E., 2000a. Effects of different salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations on the germination of some *Salvia* species seeds. Seed Science & Technology. 28: 853–860.
- Yücel, E., 2000b. Ecological properties of *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* var. *şeneriana*, Silvae Genetica. 49/6: 264-277.
- Yücel, E., 2000c. Effects of different salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations on the germination of *Pinus sylvestris* ssp. *hamata* seeds, pp. 129-136 In (Ed.) Gözükırmızı, N., Proceedings of the 2nd Balkan Botanical Congress, Plant of The Balkan Peninsula: Into the Next Millennium Volume II, Istanbul, Turkey.

(Received for publication 12 November 2008)



BIODICON

www.biodicon.com

ISSN 1308-5301 Print ; ISSN 1308-8084 Online

*Biological Diversity and Conservation*

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma

1 / 2 (2008) 105-114

**Chemical compounds of volatile oil obtained from fruit of Crimean Juniper (*Juniperus excelsa*) and leaves of Turkish plateau oregano (*Origanum minutiflorum*) and allelopathic effects on germination of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*)**

Serkan GÜLSOY<sup>\*1</sup>, Kürşad ÖZKAN<sup>1</sup>, Ahmet MERT<sup>1</sup>, Yunus ESER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>S.D.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Çünür, Isparta, Turkey

**Abstract**

Allelopathy is the effect of chemicals released by one plant species on growth and establishment of nearby plant species. Studies on allelopathy aren't satisfactory in Turkey. There are few studies about allelopathy in the forestry although there have been some studies on agriculture. In this study, chemical compounds of volatile oil achieved from fruit of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) and leaves of Turkish plateau oregano an endemic species for sütcüler district (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P.H. Davis) with water distillation determined by GC/MS. Chemical effects of this volatile oil on the germination of Anatolian Black pine were determined by flowerpot tests in the laboratory. As GS/MS analysis, it was fixed that main compounds of thyme oil were  $\alpha$ -Pinene (1,9%),  $\alpha$ -Terpinene (0,1%),  $\gamma$ - Terpinene (6,2%), Thymol (4,0%), p-cymene (2,1%), Carvacrol (83,9%), and also main compounds of juniper oil were  $\alpha$ -Pinene (89,73%),  $\beta$ -Pinene (2,01%), Myrcene (2,98%), Limonene (0,98%), Terpinene (0,72%), Terpeneolene (0,91%), Germacrene-D (0,61%), Cedrol (1,43%). Also, It occurs that in parallel concentration of volatile oil both juniper and thyme reduce germination of Anatolian Black pine.

**Keywords:** Allelopathy, Turkish plateau oregano, Juniper, Anatolian Black pine, Volatile oil

----- \* -----

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: sgulsoy@sdu.edu.tr

**Ardıç (*Juniperus excelsa*) meyvesinden ve Yayla Kekiği (*Origanum minutiflorum*) yapraklarından elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimleri ve Karaçam (*Pinus nigra subsp. pallasiana*) tohumunun çimlenmesi üzerine allelopatik etkileri**

**Özet**

Allelopati, bir bitki türü tarafından salgılanan kimyasalların komşu bitkinin gelişmesi ve yerleşmesine olan etkisidir. Ülkemizde allepoti ile ilgili yürütülen çalışmalar yeterli düzeyde değildir. Azda olsa tarım alanında çalışmalar olmasına rağmen, ormancılık alanında allelopati ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) meyvelerinden ve sütçüler yöresi için endemik bir tür olan Yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P.H. Davis) yapraklarından su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağların, GC/MS ile kimyasal bileşimleri belirlenmiştir. Bu uçucu yağların laboratuvar koşullarında saksı deneyleri ile karaçam tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri saptanmıştır. GC/MS analizlerine göre; kekik uçucu yağının ana bileşenleri;  $\alpha$ -pinen (%1,9),  $\alpha$ -terpinen (%0,1),  $\gamma$ -terpinen (%6,2), timol (%4,0), p-simen (%2,1), karvakrol (%83,9), ardıç uçucu yağının ana bileşenleri ise,  $\alpha$ -pinen (%89,73),  $\beta$ -pinen (%2,01), mirsen (%2,98), limonen (%0,98), terpinen (%0,72), terpinolen (%0,91), germakren-D (%0,61), sedrol (%1,43) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, hem ardıç hemde kekik uçucu yağ konsantrasyon artışlarına paralel olarak, karaçam tohumlarının çimlenme oranının düştüğü tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Allelopati, Yayla kekiği, Ardıç, Karaçam, Uçucu yağ

**1. Giriş**

Bitkiler komşu çevrelerindeki diğer bitkileri zehirlemek için toksin bırakarak bir kimyasal savaşa girerler mi? Eğer böyle bir etkileşim varsa, bu durum bitkilerin yaşamlarını sürdürmeleri için potansiyel bir mekanizma olmaktadır.

Yüksek bitkilerdeki ikincil bileşikler biyolojik aktivite açısından büyük bir çeşitliliğe sahiptir. Bunların pek çoğu bitkiler tarafından savunma amaçlı kullanılmalarına rağmen, bitkinin kendi içinde yüksek oranda fitotoksik olduklarından dolayı bitki bünyesinden uzaklaştırılmaları gerekmektedir (Duke, 1991). Bitkiler bu kimyasalları yaşadıkları ortama salmak suretiyle zararlı etkilere kurtulur. İşte çevreye salınan ve allelokimyasallar olarak adlandırılan bu maddeler çevredeki bitkileri direk veya dolaylı, olumlu yada olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bitkiler arasında biyokimyasalların etkisiyle meydana gelen bu etkileşimler allelopati olarak tanımlanmaktadır (Rice, 1984).

Allelopati ile ilgili gözlemler binlerce yıllar öncesine dayanmasına rağmen, tanımı ilk kez Avusturyalı fizyolojist Molisch (1937) tarafından ortaya atılmıştır. Bu tanıma göre; allelopati, bir bitki tarafından oluşturulan ve ortama değişik yollarla bırakılan kimyasalların diğer bitkiyi olumlu veya olumsuz yönde etkilemesidir.

Doğada bazı bitkilerin çeşitli bitkilere olduğu kadar, fungus, bakteri ve omurgalılara karşıda zararlı yönde etkileri olduğu bilinmektedir. Bu nedenle günümüzde allelopati kavramı daha geniş bir kapsamda ele alınmakta, bitkinin bitkiyi etkilemesinin yanında, bitkilerin patojen morfogenezisi ve omurgalılar üzerine etkileri gibi konularını da içerdiği savunulmaktadır (Bell, 1977; Türküsay ve Onoğur, 1996).

Bu çalışmaların temelini teşkil eden allelopatik potansiyel tespit çalışmaları genellikle laboratuvar ve sera koşullarında yürütülmektedir. Normal olarak kültür bitkileri ve yabancı bitkilerde mevcut olan allelopatik maddeler, suda çözünebilen fototoksik maddeler olarak, bitkilerin kök, gövde, yaprak, rizom, çiçek, meyve, tohum, bez ve trichomes gibi aksamlarından toprağa sızmaktadır (Alam, 1990; Alam vd. 1990). Ayrıca yabancı bitkiler, kültür bitkileri ile tarla şartlarında gerek besin maddesi, gerekse çevresel ortamı kullanmak suretiyle yarışmakta ve bitki büyümesi üzerine etki etmektedir. Bu nedenle hem laboratuvar, hem de tarla ve sera şartlarında allelopatik potansiyelin bitkiye etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır (Bhowmik ve Doll, 1984; Azmi ve Alam, 1989; Alam, 1990; Alam vd., 1990).

Bu konu üzerinde yapılan araştırmalar, çok sayıda farklı yöntemlerle tatbik edilmiş, genelde tarım alanında gerçekleşmiş ve çalışmaların büyük bir çoğunluğu yonca, buğday gibi bazı kültür bitkileri ile pelin gibi yabancı otlarlar üzerine yoğunlaşmıştır (Erciş vd., 2006). Ayrıca çalışılan bitkiler, büyük ölçüde aromatik özelliğe sahip olmakla beraber, bir takım kimyasalları da çevreye yaymaktadırlar.

Ormancılık gibi açık alan koşullarına sahip ortamlarda ise allelopatik etkilerin tespit edilebilmesi daha da zor olmaktadır. Burada en önemli sorunlardan birisi, kimyasallardan kaynaklanan sorunun, rekabet, yem olmaktan kurtulma çabası gibi diğer komşu etkileşimlerden ayırt edilmesindeki güçlüktür. Diğer bir zorluk ise, alandaki toksin bileşimlerini taramak ve bunların doğal olarak salgılanıp salgılanmadıklarını anlamaktır. Daha da detaya girersek, bırakılan bileşimler (yeterli miktarda) kendi içlerinde zararlı mıdır? Zararsız mıdır? bu anlaşılmalıdır. Hiç şüphe yoktur ki, toksin bileşimler içeren bitkilerin çoğu, ekstrakte edildiklerinde ve diğer bitkilere uygulandıklarında, doğal herbisit, anti bakteriyel ve antifungal olarak çok daha etkili olabilmektedirler (Gurevitch vd., 2002). Ayrıca, ormanlık alanlarda yapılan büyük çaplı çalışmaların, ekosistemlerde bozulmalara neden olabildiği ve bu olumsuz etkinin ekonomik bir maliyete sahip olduğu yine pek çok çalışmada belirtilmiştir (Van Wilgen vd., 2001; Eiswerth vd., 2005; Vasilakoglou vd., 2005; Sharma vd., 2005; Colautti vd., 2006).

Her ne kadar durum böyle olsa da, ormanlık ve arazi koşullarında yapılmış bazı çalışmalarda mevcuttur. 1960'lı yılların başlarında Müller, ekibi ve öğrencileri, California'da özellikle çalılık sahalar içerisinde allelopatik etkiye dair bulgular tespit ettiklerini iddia etmişlerdir (Müller, 1969). Bu aromatik odunsu bitkilerin alt tabakasında yer alan otsu tür zenginliğinin, çalılıkların hemen kenarında ve üst kısımlarda ışık alan açık alanlara nazaran daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu konuda yapılan başka bir araştırma ise, bir alandaki baskın otsu türlerinin topraktaki mikroorganizmalarla olan allelopatik etkileşimleri sayesinde, bu alandaki pek çok odunsu türlerin gelişimini dizginleyebildiği teoridir (Rice, 1974).

Bu çalışmaların ardından, Bartholomew (1970), Muller'in iddialarını ustaca test eden bir çalışmada, küçük otçul memeli hayvanları uzak tutmak amacıyla, çalılıkların altında otsu türlerle oldukça etkileşimi olan bir bölgeye, küçük bir dikenli tel hattı yerleştirmiştir. Bu telleri kaplayan bölgenin içinde kalan kısımda, otsu bitkilerin artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Görünüşe göre, hayvanlar yiyecek aramak ve yırtıcılarından (özellikle kuşlar) korunmaya çalışmak amacıyla zamanlarının çoğunu çalılıkların altında harcamışlardır. Sonuç olarak da Bartholomew, bu çalılık alanlar altındaki çevirili alanlarda, asıl etkili olan faktörün allelopatik etki değil, otçul türlerin sebep olduğu kanaatine varmıştır. Yani bu konu ile ilgili olarak aksi fikirler sürekli öne sürülmüştür.

Konu ile ilgili başka bir görüş de Lawrance Stowe 'den (Stowe ve Wade, 1979) gelmiş olup, yazar allelopatik kimyasal etkileşimin toprakla doldurulan saksı deneylerinden oluşturulan doğal ortamlardan ziyade, çok daha yapay

koşullara sahip olan petri deneylerinde daha etkili olduğunu iddia etmiştir. Bu da laboratuvar, sera ve arazideki sonuçların tam olarak birbirini temsil edip edemeyeceği sorununun doğurduğu sorunu doğurmaktadır.

Ayrıca, konuya ilişkin diğer bir problem, bitkilerin oto toksin ihtiyaçları içerisinde allelopatinin nasıl bir etkiye sahip olduğu konusunun anlaşılmasıdır (Harper, 1977; Newman, 1978). Ekolojistler allelopati konusundaki literatür bilgilerine büyük ölçüde şüpheli yaklaşmaktadırlar. Fakat, bu yaklaşım bitkiler arasında kimyasal etkileşimin olmamasından değil; sadece doğal koşullara uygunluğunun henüz net bir biçimde aydınlatılmadığından kaynaklanmaktadır.

Allelopati olarak ortaya çıkan şey, rekabet mekanizmalarını bazen daha sıradan bir biçimde yansıtabilir. *Centaurea diffusa* (Asteraceae familyasına ait, tepesi mor çiçekli yaygın bir tür) özellikle Amerikanın Kuzey Batısında çok yaygın olan, kurak otlakların önemli yabancı otu bir bitkisidir. Şu anda Amerika'da yaklaşık olarak 1.2 milyon hektarlık bir alanı kaplamaktadır. Ragan Callaway ve Eric Aschehoug (2000) *C. diffusa*'yü türün doğal yayılış sahası olan Avrasya ve Kuzey Amerika'dan çok sayıda tür ile kombine ederek yetiştirmişlerdir. Araştırmacılar bu çalışma ile, *C. diffusa*'nın Kuzey Amerika bitkileri üzerinde daha negatif bir etkiye sahip olduğu, ayrıca Avrasya bitkilerinin saksı deneylerinde yoğun biçimde yetiştirildiğinde *C.diffusa* gelişimini azalttığı sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada asıl araştırma konusu *C.diffusa* ve diğer türler arasındaki fosfat rekabeti olmasına rağmen, allelopati konusu da yer almıştır. Araştırmacılar yine bir deneyleri esnasında söz konusu olan allelopatik kimyasalları absorbe etmek için toprağa aktif karbon ilave etmişlerdir. Bu muamele sonucunda Kuzey Amerika bitkilerinin rekabet yetenekleri arasında bir artış, ama fosfattan faydalanmada ise bir azalış gözlemlenmiştir. Yine araştırmada, aktif karbonun kimyasalları absorbe etmesinin yanı sıra, toprakta ve toprak mikropları üzerinde de bir takım etkilere sahip olduğu ifade edilmiştir. Buna rağmen, Katherine Lejeune ve Timothy Seastedt (2001) *C. diffusa* ve onunla birlikte Kuzey Amerika'da yer alan 4 farklı istilacı türün allelopatik etkileşimlerinden ziyade, toprak besinlerinin dengesini değiştirmek suretiyle buldukları ortamda rekabeti kazanabildiklerini ifade etmişlerdir.

Ormancılık çalışmaları içerisinde yine Malik (1986), Kalm (*Kalmia angustifolia*) bitkisinin yaprak, kök, bunların artıkları ve toprağından alınan ekstraktların, Newfoundland'daki (A.B.D.) orman toprakları ve Kara ladin (*Picea mariana*) ağaç fidelerinin birincil kök ve gövde gelişimi üzerine önemli etkisi olup olmadığını araştırmıştır. Örneğin ülkemizde ise, Aksoy (2003), *Allium cepa*, *Allium sativum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Melia azederach*, *Nerium oleander* ve *Thybra spicata* gibi türlerin canavar otu mücadelesine yönelik olarak araştırmalar yürütülmüştür.

Türkiye dünya arazi varlığının % 0,58'ine sahiptir (FAO, 2006). Ekili dikili alanlar itibariyle ise %1,69'la Türkiye'nin dünya genelinde yeri daha da önemlidir (Uludağ, 2006). Çayır ve meralarla beraber yaklaşık olarak toplam 39 milyon hektar tarım alanımıza 21 milyon hektar alanı kaplayan orman alanını da ilave edersek, tarım ve orman alanları itibariyle Türkiye'nin dünya ölçeğindeki önemli yeri daha iyi anlaşılabilir. Fakat bu duruma karşın, dünyada geçen yüzyılın son çeyreğinde artan allelopati çalışmaları tam olarak ülkemize yansımamıştır. Ülkemizde allelopati ile ilgili çalışmalar, 1980'li yılların sonlarında görülmeye başlamıştır (Uludağ vd., 2006). Ancak o günden bu güne kadar söz konusu olan bu çalışmalara baktığımızda, çalışmalar genelde belli türler üzerine yoğunlaşmış, araştırmaya değer pek çok tür halen tam olarak çalışılmamıştır.

Ülkemizde allelopati ile ilgili tarımsal alanda azda olsa çalışmaların olmasına rağmen, ormancılıkta allelopati çalışmalarının yok denecek düzeyde azdır. Bu çalışmada, ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) meyvelerinden ve yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P.H. Davis) yapraklarından elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimleri

tespit edilmiştir. Ayrıca bu kimyasalların, karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) çimlenmesi üzerine allelopatik etkileri araştırılarak bu alanda bundan sonra yapılacak olan çalışmalara bir ön çalışma teşkil etmek amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmada, ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) meyvelerinden ve yayla kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P.H. Davis) yapraklarından elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimleri ve karaçam çimlenmesi üzerine allelopatik etkileri araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) tohumları Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğünden temin edilmiş olup, tohumlar Sütçüler yöresine ait tohum meşcerelerinden 2008 yılında toplanmıştır. Ardıç meyveleri ve kekik yaprağı ise yine 2008 yılının ilkbahar döneminde, özellikle üç türün bir arada bulunabildiği ve iyi yayılış gösterdiği Sütçüler ilçesinin 1400-1500 rakımları arasında, Devebeli mevkiinden toplanmıştır. Toplanan ardıç meyveleri ve kekik yaprakları SDÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Laboratuvarına getirilmiş ve saplarından ayıklanmıştır. 35 °C'de kurutma dolabında 72 saat tutulduktan sonra tartılmışlardır. Ardıç meyveleri küçük parçalar halinde kıyılarak, presten geçirilmiş kekik yaprakları ise olabildiğince küçük parçalara ufalanmıştır. Daha sonra, uçucu yağ distilasyon aparatlarında Clevenger hidro-distilasyon metodu ile yaklaşık 3 saat süreyle damıtılarak % uçucu yağ içerikleri (v/w) belirlenmiştir (Baydar, 2005).

Ayrıca, Sütçüler Devebeli Mevkii'nden alınan orman toprağı laboratuvara getirilerek saksı denemeleri kurulmuştur. Bu aşamada ilk olarak topraktan taş ve benzeri artıklar ayıklanmıştır. Daha sonra bu topraklarla hem ardıç meyvesinden hem de kekik yaprağından elde edilen uçucu yağlar %1, %2, %3'lük konsantrasyonlarda ve % 1 yağ oranına tekabül edecek biçimde 80 gr preslenmiş ardıç meyvesi ve 42 gr ufalanmış kekik yaprakları saksı denemelerinde kullanılmak üzere 1 kg toprak ile karıştırılarak deneme örnekleri hazırlanmıştır. Her bir denemede kontrol dahil 5 farklı muamele uygulanmıştır. Daha sonra, her bir saksıya 20 adet dolu karaçam tohumu seçilerek 28.09.2008 tarihinden itibaren hem ardıç hem de kekik için saksı denemeleri oluşturulmuştur. Saksı denemelerinde tohumların çimlenmeye başladığı ilk günden itibaren çimlenme oranları % değer olarak kayıt edilmiştir.

## 3. Bulgular

Hem ardıç meyveleri hem de kekik yapraklarından elde edilen uçucu yağlardan alınan 100 µL numune hekzan içerisinde uygun seyreltmeden geçtikten sonra kimyasal bileşenleri belirlenmek üzere SDÜ Deneysel ve Gözlemsel Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan Peklin Elmer Autosystem Gaz Kromatografisi (QP 5050 GC/MS) cihazı ile sisteme verilmiştir. GC/MS'in çalışma şartları Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışmaya konu olan ardıç meyvelerine ait kimyasal bileşenler Tablo 2'de, kekik yapraklarına ait kimyasal bileşenler ise Tablo 3'de verilmiştir.

Karaçam tohumları 28.09.2008 tarihinde saksı denemelerine alınmıştır. 12.10.2008 tarihinde bazı saksılarda çimlenme görülmesine rağmen bazılarında gecikmeler olmuştur. İlk çimlenme bu tarihte gerçekleştiği için bu tarihten başlayarak aradaki farklılığın giderek azaldığı 02.11.2008 tarihine kadar 22 gün süre ile her bir saksıda çimlenen fidan



adetleri sayılmıştır. Daha sonra bu fidan adetleri 3 tekerrür için ortalama olarak hesaplanmış, % oranları şeklinde Tablo 4 ve Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan GC/MS’in çalışma şartları.

<b>Enjeksiyon Buloğu</b>	240 °C
<b>Dedektör</b>	250 °C
<b>Akış Hızı (psi)</b>	10
<b>Dedektör</b>	70 eV
<b>İyonlaştırma Türü</b>	EL
<b>Kullanılan Gaz</b>	Helyum
<b>Kullanılan Kolon</b>	Cp WAX 52 CB 50 m * 0,32 mm, 1,2 µm
<b>Sıcaklık Programı</b>	60 °C’den 220 °C’ye dakikada 2 °C’lik artışla ulaşıyor. 220 °C’de 20 dakika bekliyor.
<b>Kullanılan Kütüphaneler</b>	Wiley, Nist, Tutor

Tablo 2. GC/MS ile ardıç meyvesi uçucu yağına ait kimyasal bileşenler ve % oranları

No	Bileşen	% Oran
1	α-Pinen	89,73
2	β-Pinen	2,01
3	Mirsen	2,98
4	Limonen	0,98
5	Terpinen	0,72
6	Terpinolen	0,91
7	Germakren-D	0,66
8	Sedrol	1,43

Tablo 3. GC/MS ile kekik yaprağı uçucu yağına ait kimyasal bileşenler ve % oranları

No	Bileşen	% Oran
1	α-Pinen	1,9
2	α -Terpinen	0,1
3	γ- Terpinen	6,2
4	Timol	4,0
5	p-simen	2,1
6	Karvakrol	83,9

Tablo 4. 12.10.2008-02.11.2008 tarihleri arasında ardıç meyvesi ve uçucu yağları ile kurulan saksı denemelerinde günlere göre karaçam tohumlarının çimlenme oranları (%)

Uygulanan Muamele ve Gözlemler	%1	%2	%3	Meyve	Kontrol
12. 10.2008	-	5	-	-	5
13. 10.2008	5	10	5	-	10
14. 10.2008	5	10	20	-	10
15. 10.2008	5	20	20	-	15
16. 10.2008	10	20	25	-	15
17. 10.2008	10	20	30	-	25
18. 10.2008	20	25	30	-	25
19. 10.2008	20	30	35	5	35
20. 10.2008	20	35	35	15	40
21. 10.2008	30	40	35	15	40
22. 10.2008	35	40	35	15	40
23. 10.2008	35	40	35	15	40
24. 10.2008	35	45	35	15	45
25. 10.2008	35	45	35	15	50
26. 10.2008	35	50	35	25	50
27. 10.2008	40	55	35	30	55
28. 10.2008	50	60	45	30	55
29. 10.2008	55	60	45	35	55
30. 10.2008	60	65	50	35	55
31. 10.2008	60	65	50	35	55
01. 11.2008	60	65	55	35	60
02. 11.2008	70	70	65	35	60

Tablo 5. 12.10.2008-02.11.2008 tarihleri arasında kekik yaprakları ve uçucu yağları ile kurulan saksı denemelerinde günlere göre yeşeren fidanların % oranları

Uygulanan Muamele ve Gözlemler	%1	%2	%3	Yaprak	Kontrol
12. 10.2008	-	-	-	-	-
13. 10.2008	-	-	-	-	5
14. 10.2008	5	-	-	-	5
15. 10.2008	10	-	-	-	20
16. 10.2008	15	-	-	-	25
17. 10.2008	20	-	-	-	30

Tablo 5. (Devam ediyor)

18. 10.2008	25	-	-	25	30
19. 10.2008	30	-	-	35	35
20. 10.2008	30	5	-	35	35
21. 10.2008	30	5	-	40	35
22. 10.2008	35	10	5	40	35
23. 10.2008	35	25	5	40	40
24. 10.2008	35	30	10	40	40
25. 10.2008	35	30	10	40	40
26. 10.2008	40	40	15	55	50
27. 10.2008	40	40	15	60	50
28. 10.2008	40	40	20	60	55
29. 10.2008	40	40	20	60	55
30. 10.2008	40	40	20	60	55
31. 10.2008	40	40	20	60	55
01. 11.2008	40	40	20	60	55
02. 11.2008	40	40	20	65	55

#### 4. Sonuçlar ve tartışma

Bu çalışmada, yayla kekiği yapraklarından ve ardıç meyvelerinden uçucu yağlar elde edilerek, bu uçucu yağların kimyasal bileşimleri ve karaçam tohumunun çimlenmesi üzerine allelopatik etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Kekik uçucu yağının ana bileşenleri;  $\alpha$ -Pinen (%1,9),  $\alpha$ -Terpinen (%0,1),  $\gamma$ - Terpinen (%6,2), Timol (%4,0), p-simen (%2,1), kavrakrol (%83,9), ardıç uçucu yağının ana bileşenleri ise,  $\alpha$ -Pinen (%89,73),  $\beta$ -Pinen (%2,01), Mirsen (%2,98), Limonen (%0,98), Terpinen (%0,72), Terpinolen (%0,91), Germakren-D (%0,61), Sedrol (%1,43) olarak tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere, kekik uçucu yağının ana bileşenleri arasında en yüksek olanı %83,9 ile kavrakrol, ardıç uçucu yağının ana bileşenleri arasında en yüksek olanı ise %89,73 ile  $\alpha$ -Pinen'dir.

Laboratuarda, uçucu yağ distilasyon aparatları hazırlanıp Clevenger hidro-distilasyon metodu ile yaklaşık 3 saat süreyle damıtılan ardıç meyvesinde %1,24, kekik yapraklarında ise % 2.4 oranında uçucu yağ tespit edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlardan kurulmuş saksı denemelerine ait çimlenme oranları ardıç ve kekik örnekleri için ayrı ayrı ortalama % değer olarak Tablo 4 ve 5'te verilmiştir.

Ardıç meyvesi ile kurulan saksı denemelerinden elde edilen sonuçlara göre; kontrol, %1, %2, %3'lük muameleler arasında önemli farklılığın olmadığı, fakat meyve ile kurulmuş olan saksı denemesinde ise gözle görülebilir bir gecikmenin ve çimlenme oranlarında bir azalmanın olduğu gözlemlenmiştir. Böyle bir durumda, ardıç uçucu yağının toprakta serbest olarak çok uzun süre kalamadığı fakat meyveler üzerinde olduğu zaman, toprakta bulunma süresinin

uzadığı yorumuna varılabilir. Bu sayede bir kimyasal etki oluşturarak, hem çimlenmede bir gecikmeye hem de çimlenme oranında bir azalmaya sebep olduğu söylenebilir.

Kekik yaprakları ile kurulan saksı denemelerinden elde edilen sonuçlara göre ise; %2 ve %3'lük çözeltiler ile hazırlanan muamelelerde çimlenmede yine önemli bir gecikmenin olduğu tespit edilmiştir. Çimlenme oranlarında ise özellikle %3'lük çözelti muamelesinde önemli bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca ardıç ve kekik yağının, karaçam tohumu çimlenmesi üzerine olan etkilerini karşılıklı olarak kıyaslırsak; çimlenmenin hemen hemen durduğu 02.11.2008 tarihinde elde edilen sonuçlara göre, her iki deneme için kontrol hariç elde ettiğimiz 4 farklı muamele sonuçlarının ortalamasına bakılmıştır. Buna göre; ardıç muamelelerinden elde edilen çimlenme oranlarının ortalaması %60, kekik muamelelerinden elde edilen çimlenme oranlarının ortalama ise %41 olarak tespit edilmiştir. Öyleyse, aynı şartlarda kurulan bu denemede kekik uçucu yağının karaçam tohumlarına olan kimyasal etkisi, ardıç uçucu yağına göre daha fazla olmuştur denilebilir.

Sonuç olarak, bitkilerin çeşitli kısımlarında bulunan kimyasalların, diğer bitkiler ile etkileşimleri esnasında o bitkilere olumlu yada olumsuz etkilerinin olduğu açıktır. Fakat laboratuvar koşullarına göre, ormancılık gibi açık hava koşulları ve büyük alanlarda bu etkiyi tespit etmek çok daha zordur. Fakat fidanlık çalışmaları, silvikültürel uygulamalar gibi bir takım çalışmalar esnasında tüm bitkiler olmasa bile belli başlı bazı bitkilerin birbirleri ile olan kimyasal etkileşimleri araştırılıp buna göre müdahaleler yapılırsa daha iyi sonuçlar alınabilir. Yapılan bu araştırma ise, bir ön çalışma niteliğinde olup bundan sonraki yapılacak olan detaylı çalışmalara basamak teşkil etmesi amaçlanmıştır. Örneğin bundan sonraki çalışmalarda; sadece fidanların çimlenme oranlarını ve sürelerini değil, aynı zamanda boyları, kök boğaz çapları gibi kıstasları da dâhil edip daha kaliteli sonuçlar elde edilebilir.

## Kaynakça

- Aksoy, E.O. 2003. Canavarotu türlerinin (*Orobanchae* spp.) Çukurova Bölgesi'ndeki önemi ve mücadele olanakları üzerine araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 158 s., Adana.
- Alam S.M. 1990. Effect of wild plant extract on the germination and aeedling growth of wheat. *Rachis* 9(2): 12-35.
- Alam, S.M., Azmi, A.R., Ali, S.A. 1990. Effect of Purble nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) leaf extracts on germinationand seedling growth of wheat. *Pakistan Journal of Science and Industrial Research*, 33(5/6): 835.
- Azmi, A.R., Alam, S.M. 1989. Effect of some wild plant residues on germination and growth of wheat cultivars. *Cereal Research Communications* 17/1:25-27.
- Baydar, H. 2005. Yayla Kekiği (*Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P.H. Davis)'nde farklı toplama zamanlarının uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2): 175-178.
- Bartholemew, B. 1970. Bare zones between California shrub and grassland communities: the role of animals. *Science*, 170: 1210-1212.
- Bell, A.A. 1977. Plant pathology as influenced by allelopathy. In Report of Resarch Planning Conference on the Role of Secondary Compounds in Plant Interactions (Allelopathy). pp 64-99.
- Bhowmik, P.C. Doll, J.D. 1982. Allelopathic effect of annual weed residues on growth and nutrient uptake of corn and soybeans. *Agronomy Journal*, 74: 601-610.

- Callaway, R.M., Aschehoug, E.T. 2000. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science* 290: 521-523.
- Colautti, R.I., Bailey, S.A., Van Overdijk, C.D.A., Amundsen, K. 2006. Characterised and projected costs of nonindigenous species in Canada. *Biological Invasions*, 8:45-59.
- Duke, S.O. 1991. Plant terpenoids as pesticides (in handbook of natural toxins. volume 6, toxicology of plant and fungal compounds, Edited by Keler, R.F., TU, A.T.) Marcel Dekker, Inc. New York.
- Eiswerth, M., Singletary, E., Zimmerman L., Johnson, J.R., Wayne, S. 2005. Dynamic benefit-cost analysis for controlling perennial Peperweed (*Lepidium latifolium*): a case study. *Weed Technology*, 192:237-243.
- Erciş, A., Yıldırım, A., Tuncer, G. 2006. Türkiye Herbiyoloji Bibliyografyası. <http://ziraat.cu.edu.tr/tukiyeherbilyoloji/BİB-TÜRK.doc>
- FAO 2006. Information, Data and Statistics Unit: FAO Yearbook, Statistics, Capture Production.
- Gurevitch, J., Scheiner, S. M., Fox, G.A. 2002. The ecology of plants. Includes bibliographical references p. 199 ISBN 0-87893-291-7., (hardcover), Sunderland, USA.
- Harper, J. L. 1977. Population biology of plants. Academic Press. London.
- Lejeune, K.D., Seastedt, T.R. 2001. Centaure species: the forb that won the west. *Cons. Biol.*, 15: 1568-1574.
- Malik, A.U. 1986. Allelopathic effect of *Kalmia angustifolia* on forest soil in Newfoundland. *Transactions XII. Congress of The International Society of Soil Extended Informative Summaries*. 3: 13-20.
- Molisch, H. 1937. Der einfluss einer pflanze auf die andere-allelopathie. Fischer, Jena.
- Muller, C.H. 1969. Allelopathy as a factor in ecological process. *Vegetatio*, 18: 348-357.
- Newman, E.I. 1978. Allelopathy: adaptation or accident? In *Biochemical Aspects of Plant and Animal Coevolution*, J. B. Harborne (ed.), Academic Press, London, pp. 327-342..
- Rice, E.L. 1974. Allelopathy. Academic Press, New York.
- Rice, E.L. 1984. Allelopathy. Academy Press Inc. Ltd., London
- Sharma, G.P., Singh and J.S., Raghubanshi, A.S. 2005. Plant invasions: Emerging Trends and Future Implications. *Current Science*, 88/5:726-734.
- Stowe, L.G., Wade, M.J. 1979. The detection of small-scale patterns in vegetation. *J. Ecol.* 67: 1047-1064.
- Türküsay, H., Onoğur, E. 1996. Bazı bitki ekstratlarının in vitro antifungal etkileri üzerine araştırmalar. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 22: 267-271.
- Uludağ, A., Uremis, I., Arslan, M., Gozcu, D. 2006. Allelopathy studies in weed science in turkey a review. *Journal of Plant Diseases and Protection, Sonderheft XX*, 419-426.
- Uludağ, A. 2006. Türkiye’de allelopati araştırmaları ve uygulamalarına genel bir bakış. *Allelopati Çalıştayı Bildiri Kitabı*, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Van Wilgen, B. W., D. M. Richardson, D. C., Le Maitre, C., Magadlela, D. 2001. The economic consequences of alien plant invasions: Examples of Impacts and Approaches to Sustainable Management in South Africa. *Environment, Development and Sustainability*, 3:145-168.
- Vasilakoglou, I., Dhima, K., Eleftherohorinos, I. 2005. Allelopathic potential of Bermudagrass and Johnsongrass and their interference with Cotton and Corn. *Argon. J.*, 97:303-313

(Received for publication 27 December 2008)



## Pyrite oxidation by using *Thiobacillus ferrooxidans* and *Thiobacillus thiooxidans* in pure and mixed cultures

Hassan SALARI<sup>\*1</sup>, Hossein MOZAFARI<sup>1</sup>, Masoud TORKZADEH<sup>1</sup>, Mohammad MOGHTADER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Ecology, International Center for Science, High Technology & Environmental Sciences,

P. O. Box 76315-117 Kerman, I, R, Iran

### Abstract

Pyrite oxidation reaction was carried out using acidophilic microorganisms, *Thiobacillus ferrooxidans* and *Thiobacillus thiooxidans* in pure and mixed cultures of these bacteria. Bioleaching experiments in this study were carried out at 30°C and different parameters such as pH, Fe (II) and Fe (III) concentration were studied. The results showed that mixed cultures of *T. ferrooxidans* and *T. thiooxidans* enhanced the dissolution of Fe from pyrite, whereas *T. thiooxidans* alone did not oxidize pyrite. Amount of sulphuric acid produced in mixed cultures of bacteria was higher than pure cultures of each bacterium. Enhancement of Fe (III) ions was also observed with mixed cultures of *T. thiooxidans* and *T. ferrooxidans*, while this did not occur in pure cultures of *T. ferrooxidans*. The presence of iron (III) showed a negative effect on the bacterial iron oxidation rate. In the case of pure cultures of *T. ferrooxidans*, pyrite was nearly completely oxidized to sulphate because of the capacity of this culture to oxidize both iron (II) ions and sulphuric compounds. Ferric ions competitively inhibited ferrous ion oxidation by the bacteria. Also it was observed that volatilization of Fe (II) from pyrite is highly pH-dependent.

**Key words:** Pyrite oxidation, *Thiobacillus ferrooxidans*, *Thiobacillus thiooxidans*

### 1. Introduction

The volatilization of metals due to the action of microbes and the subsequent recovery of the metals from solution has deep historical roots that have been extensively reviewed (Olson et al., 2003, Rawlings, 2002). Similarly, an indication of the number and sizes of the operations that employ microbes for the recovery of mainly copper

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: h\_salari57@yahoo.com

(Fernando, 2002), gold (Petre, 2001), cobalt (Hugues et al., 1997) and uranium (Mouns et al., 1995) has also been evaluated. In general, bioleaching is a process described as being the dissolution of metals from their mineral source by certain naturally occurring microorganisms or the use of microorganisms to transform elements so that the elements can be extracted from a material when water is filtered through it (Olson et al., 2003, Chen, and Lin, 2001). Usually, bioleaching is referring to the conversion of solid metal values into their water soluble forms using microorganisms. New resources for metals must be developed with the aid of novel technologies. In addition, improvement of already existing mining techniques can result in metal recovery from sources that have not been of economical interest until today. Metal-winning processes based on the activity of microorganisms offer a possibility to obtain metals from mineral resources not accessible by conventional mining (Bosecker, 1997). In general, the types of microorganisms found in bioleaching and biodesulphurization processes, are the iron- and sulfur-oxidizing *Acidithiobacillus ferrooxidans* (previously *Thiobacillus ferrooxidans*), the sulfur-oxidizing *Acidithiobacillus thiooxidans* (previously *Thiobacillus thiooxidans*) and *Acidithiobacillus caldus* (previously *Thiobacillus Caldus*), and the iron-oxidizing leptospirilli, *Leptospirillum ferrooxidans* and *Leptospirillum ferriphilum* (Coram, and Rawlings, 2002, Foucher et al., 2003, Goebel, and Stackebrandt, 1994, Hallberg, and Lindström, 1994, Vásquez, and Espejo, 1997). In Iran bioleaching experiments carried out by using *T. ferrooxidans*, *T. thiooxidans* and *Leptospirillum ferrooxidans* in copper extraction (Ziloue et al., 2003) and biodesulphurization has not been evaluated. It also evaluates the desulphurization by chemical methods (Ehsani, and Eghbali, 2007). In view of the fact that abundances low grade sulphuric mine in Iran and not economically extraction by chemical methods, bioleaching processes is the most important technique for element extraction from low grade sulphuric ores and decreasing of air pollutant due of chemical methods. Thus in this paper we evaluated the role of *T. ferrooxidans* and *T. thiooxidans* on pyrite biooxidation in pure and mixed cultures of them.

## 2. Materials and methods

Pyrite was obtained from Ghanat Marvan Mine Kerman, Iran. The mineral composition of ore by XRD method consisted of: 7.46% pyrite, 1.82% sphalerite, 0.1% chalcocite, 0.07% chalcocopyrite and 0.02% covellite. According to elemental analysis by XRF method, the ore contained 0.25% Cu and 4.38% Fe. The ore was finely ground to particles of lower than 75  $\mu$ m in size for shake flask studies.

Microorganisms: a pure culture of *T. ferrooxidans* and *T. thiooxidans* were obtained of Sarcheshmeh copper mine. *T. ferrooxidans* was grown in 9K medium (Silverman, and Lundgren, 1959) and *T. thiooxidans* was grown in 317 medium (Chen, and Lin, 2001), was composed of (in g/l)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0.3,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  3.5,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.5,  $\text{CaCl}_2$  0.25 and tyndallized sulphuric powder 5.0. Mixed culture of *T. ferrooxidans* and *T. thiooxidans* carried out in 317 medium.

All bioleaching experiments were carried out in 250 ml flasks containing 100 ml specific medium and 5g ore. In all experiments where inoculation was required, a 5% (v/v) inoculum's of an active culture was used and flasks were incubated at 30°C on rotary shaker at 180 rpm. Control samples had no bacterial treatment. Deionized water was added daily to compensate evaporation and during cultivation, the pH was always kept below 2.5.

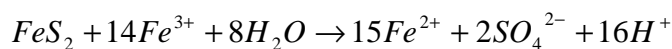
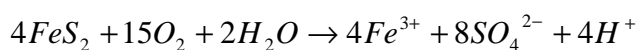
Ferrous iron content in solutions was measured by atomic absorption (Varian 220 AA). Ferric ion concentration determined with potassium thiocyanate spectrophotometrically method (Oser, 1965). pH of media and leachate solutions was measured by pH-meter (Metrohm 691) and number of bacteria, determined by MPN method (Oblinger, 1975) and produced sulphuric acid content was calculated by titration with a 0.01 N NaOH solution at the initial and final stages of each experiment. All of the data were analyzed statically using Microsoft Excel 2003 for calculating mean and standard error.

### 3. Results

The results of pyrite bioleaching experiments showed in figures 2, 3 and 4. The results showed that mixed cultures of *T. ferrooxidans* and *T. thiooxidans* enhanced the dissolution of  $Fe^{2+}$  from pyrite (Figure 3), whereas *T. thiooxidans* alone did not oxidize pyrite (Figure 4). These figures shown that *T. ferrooxidans* is more than efficient *T. thiooxidans* in pyrite oxidation (Figure 2) and it can be released high content of  $Fe^{2+}$  from pyrite and *T. thiooxidans* cannot release  $Fe^{2+}$  from pyrite. Amount of  $Fe^{2+}$  in mixed cultures of bacteria is more than pure culture of *T. thiooxidans* and less than *T. ferrooxidans*. It is clearly that in mixed cultures the presence of *T. ferrooxidans* causes pyrite oxidation. *T. thiooxidans* occupies the active surface of ores thus it decreases the active surface that occupy by *T. ferrooxidans*. Thus efficiency of mixed cultures is less than pure cultures of *T. ferrooxidans*. Content of sulphuric acid produced in mixed cultures of bacteria was higher than pure cultures of each bacterium (Table 1).

Table 1: Sulphuric acid produced in pure and mixed cultures of bacteria (mmol)

<i>T. ferrooxidans</i> + <i>T. thiooxidans</i>	0.92
<i>T. thiooxidans</i>	0.36
<i>T.ferrooxidans</i>	0.19



Production of sulphuric acid carried out by both bacteria, thus amount of this acid is higher than in pure cultures of each bacterium. *T. ferrooxidans* oxide the pyrite to ferrous ion and elementary sulphure and *T. thiooxidans* able to oxide the elementary sulphure produced by *T. ferrooxidans*. Mixed cultures of bacteria and *T. ferrooxidans* oxide ferrous ion to the ferric ion (Figure 1). Thus ferric precipitation on the surface of pyrite can decrease oxidation of pyrite and the amount of ferrous ion decreases. Also thin layers of sulphure decrease the active surface of pyrite oxidation. Production of sulphuric acid causes decreasing pH and activity of bacteria on lower pH decreasing (Figure 5). It was observed that volatilization of Fe (II) from pyrite is highly pH-dependent.



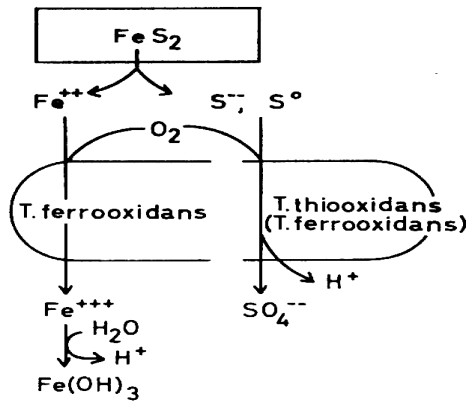


Figure 1: Schematic diagram of activity of *T.ferrooxidans* and *T.thiooxidans*

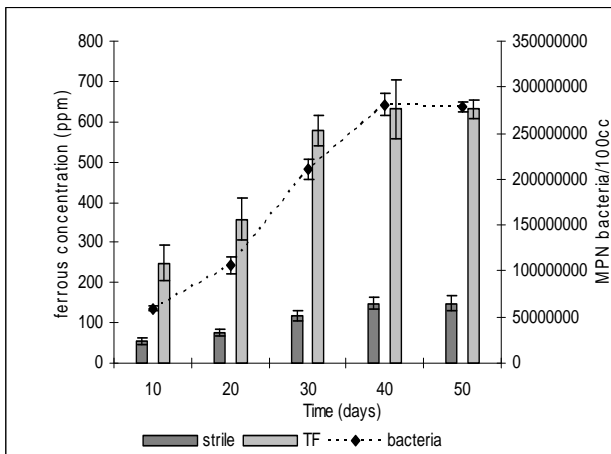


Fig. 2. Ferrous ion concentration and number bacteria in pure culture of *T.ferrooxidans*.

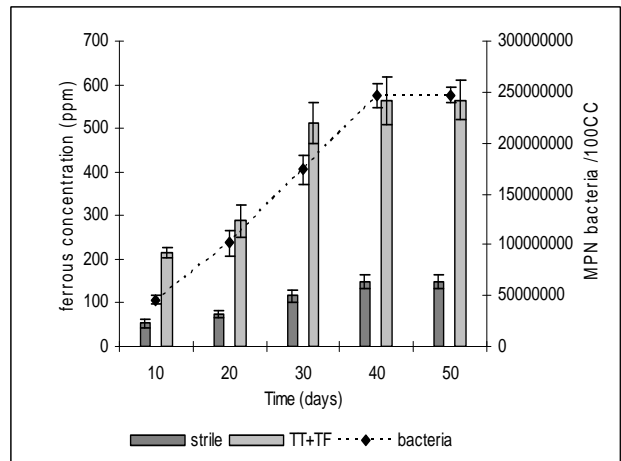


Fig. 3. Ferrous ion concentration and number of bacteria in mixed cultures of *T. ferrooxidans* and *T. thiooxidans*.

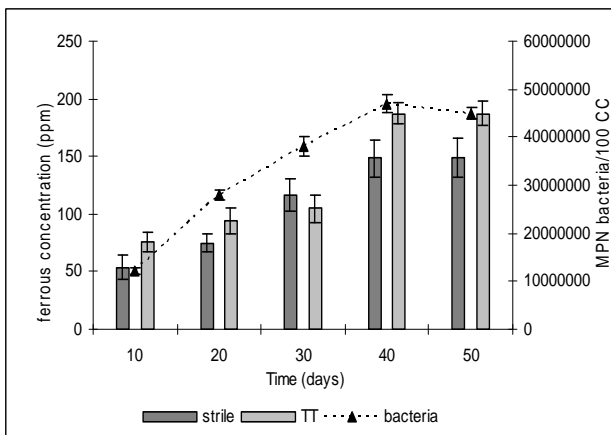


Fig. 4. Ferrous ion concentration and number of bacteria in pure culture of *T. thiooxidans*.

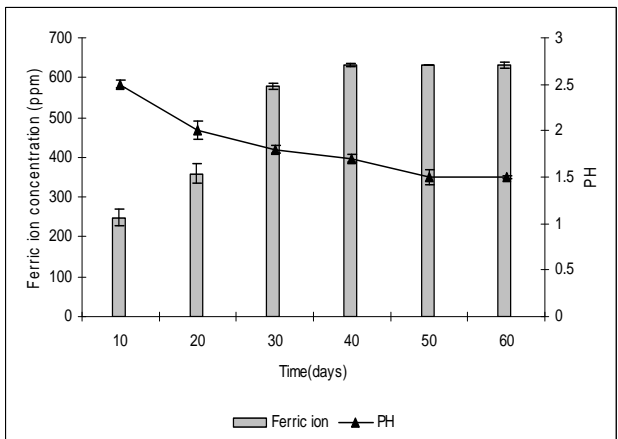
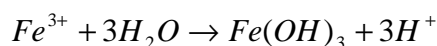
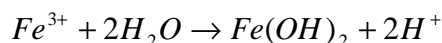
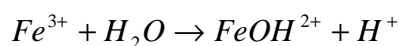
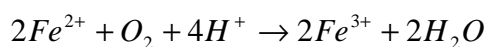
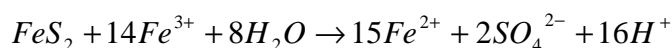
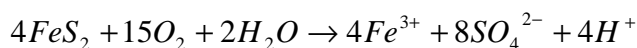
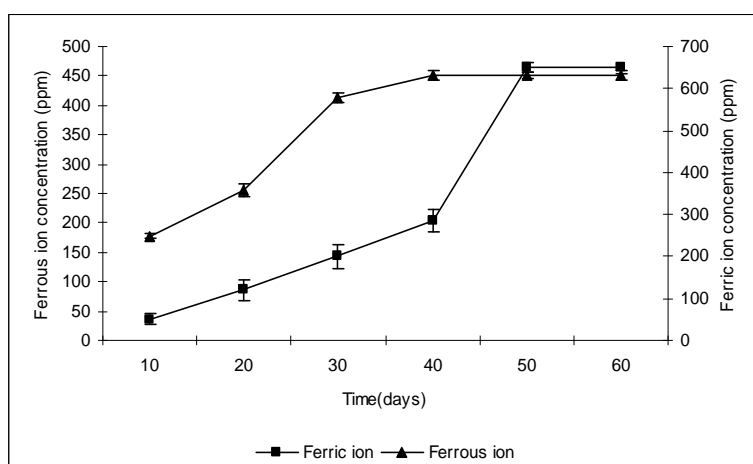


Fig. 5. pH changes and ferric ion concentration in pure culture of *T. ferrooxidans*



Enhancement of Fe (III) ions content were also observed with mixed cultures of *T. thiooxidans* and *T. ferrooxidans*, while this did not occur in pure cultures of *T. ferrooxidans*. The presence of iron (III) showed a negative effect on the bacterial iron oxidation rate. In the case of pure cultures of *T. ferrooxidans*, pyrite was oxidized to sulphate because of the capacity of this culture to oxidize both iron (II) ions and sulphure compounds. Ferric ions competitively inhibited ferrous ion oxidation by the bacteria (Figure 6).



**Fig. 6.** Ferric and ferrous ion concentration in pure culture of *T. ferrooxidans*

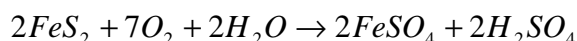
#### 4. Discussion

In spite of the large variety of potential organisms that can be used, the microbes that play the most important roles tend to have certain properties in common. The results showed that *T. ferrooxidans* is the most important microorganism for pyrite oxidizing. This organism belongs to the group of chemolithotrophic bacteria. The organism is rod-shaped, non-spore forming, gram-negative, motile, and single-pole flagellated. Carbon dioxide and ammonium is used as carbon and nitrogen sources (Johnson, 1998, Rawlings, 2005). Although *T. ferrooxidans* has been characterized as being a strictly aerobic organism, it can also grow on elemental sulphure or metal sulfides under anoxic conditions

using ferric iron as electron acceptor (Pronk et al., 1992, Ohmura et al. 2002). This bacterium has been more extensively studied than any other biomining organism and was also the first to have its genome sequenced (Barreto et al., 2003). This organism obtains their energy by the oxidation of either iron or reduced inorganic sulfur compounds and volatilization of metals from minerals or their concentrates is believed to be largely a chemical process that is due to the action of ferric iron and protons depending on the mineral being treated. Although some microorganisms are capable of using both energy sources, a combination of iron-oxidizing and sulfur-oxidizing microbes such as *T. thiooxidans* often works best in sulphuric acid production. The production of sulfuric acid in solution means that the organisms are acid tolerant.

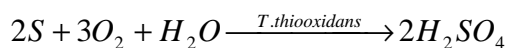
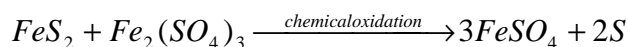
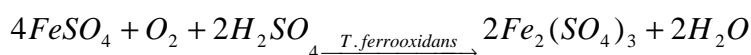
Sulphure and iron oxidizing bacteria oxidize the sulphuric ores with two types of mechanisms which are involved in the microbial mobilization of metals has been proposed (Tributsch, 2001, Schippers, and Sand, 1999). Microorganisms can oxidize metal sulphides by direct mechanism obtaining electrons directly from the reduced minerals. Cells have to be attached to the mineral surface and a close contact is needed. The adsorption of cells to suspended mineral particles takes place within minutes or hours. The following equations describe direct mechanism for the oxidation of pyrite.

Direct:



The oxidation of reduced metals through indirect mechanism is mediated by ferric iron ( $Fe^{3+}$ ) originating from the microbial oxidation of ferrous iron ( $Fe^{2+}$ ) compounds present in the minerals. Ferric iron is an oxidizing agent and can oxidize metal sulphides and is (chemically) reduced to ferrous iron which, in turn, can be microbial oxidized again. In this case, iron has a role as electron carrier. It was proposed that no direct physical contact is needed for the oxidation of iron. The following equations describe indirect mechanism for the oxidation of pyrite.

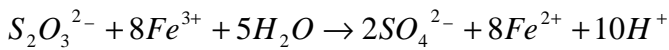
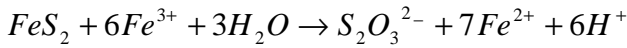
Indirect:



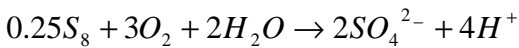
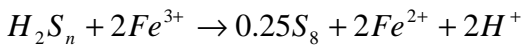
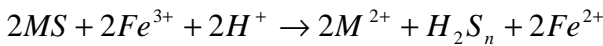
However, the model of direct and indirect metal leaching is still under discussion. Recently, this model has been revised and replaced by another one which is not dependent on the differentiation between direct and indirect leaching mechanisms (Rawlings, 2005). Cells have to be attached to the minerals and in physical contact with the surface, cells form and excrete exopolymers, these exopolymeric cell envelopes contain ferric iron compounds which are complexed to glucuronic acid residues. These are part of the primary attack mechanism, thiosulfate is formed as intermediate during the oxidation of sulfur compounds, sulfur or polythionate granules are formed in the periplasmic space or in the cell envelope. Thiosulfate and traces of sulphite have been found as intermediates during the oxidation of sulfur. Sulfur granules have been identified as energy reserves in the exopolymeric capsule *T. thiooxidans* chemical

oxidation *T. ferrooxidans*, *L. ferrooxidans thiobacilli* around cells of *T. ferrooxidans* during growth on synthetic pyrite films.

The following equations summarize the oxidation mechanisms thiosulfate mechanism (Figure 7). (Found for FeS<sub>2</sub>, MoS<sub>2</sub>, and WS<sub>2</sub>):

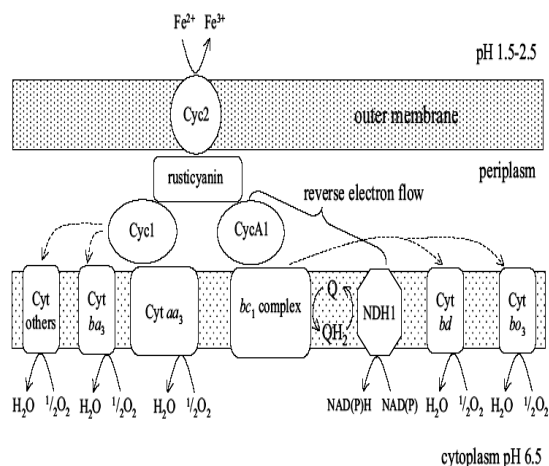


Polysulfide mechanism (Figure 8) (found for PbS, CuFeS<sub>2</sub>, ZnS, MnS<sub>2</sub>, As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, and As<sub>3</sub>S<sub>4</sub>):

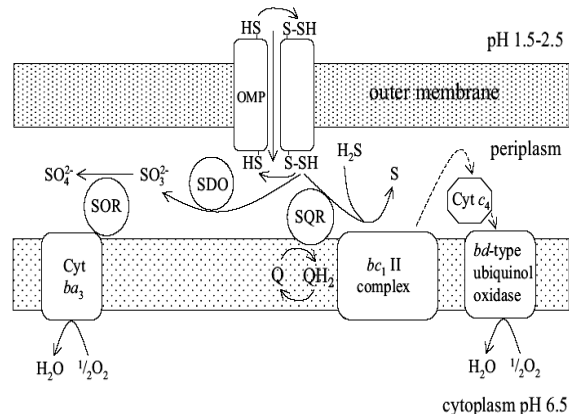


In the case of the polysulfide mechanism, volatilization of the acid-soluble metal sulfide is through a combined attack by ferric iron and protons, with elemental sulfur as the main intermediate. This elemental sulfur is relatively stable but may be oxidized to sulfate by sulfur-oxidizing microbes such as *Acidithiobacillus thiooxidans* or *Acidithiobacillus caldus*. The ferrous iron produced may be reoxidized to ferric iron by iron-oxidizing microorganisms such as *T. ferrooxidans* or bacteria of the genera *Leptospirillum* or *Sulfobacillus*. The role of the microorganisms in the volatilization of metal sulfides is, therefore, to provide sulfuric acid for a proton attack and to keep the iron in the oxidized ferric state for an oxidative attack on the mineral. In thiosulfate mechanism electrons are transferred from the membrane-located cytochrome c 2 (Yarzabal et al., 2002) to rusticyanin and then along one of two paths. The downhill path is via cytochrome c4 (Cyt1) to cytochrome aa3 (Appia-Ayme et al., 1999) or the uphill, reverse electron transport path via cytochrome c4 (CytA1) to a bc1 I complex and a NADH-Q oxidoreductase (Elbehti et al., 2000). *T. ferrooxidans* has up to twelve cytochrome c (Yarzabal et al., 2002) and a variety of cytochrome oxidases some of which appear to play different roles depending on whether iron or sulphure is being oxidized (Brassuer et al., 2004). The NADH is responsible for mercury reduction using a MerA mercuric reductase and the cytochrome aa3 is required to reduce mercury via the unique iron dependent mechanism discovered in *T. ferrooxidans* (Sugio et al., 2003) (Figure 7).

In polysulfide mechanism Thiol groups of outer membrane proteins are believed to transport the sulfur to the periplasm where it is oxidized by a periplasmic sulfur dioxygenase (SDO) to sulfite and a sulfite acceptor oxidoreductase (SOR) to sulfate (Rohwerder et al., 2003). Although other cytochrome oxidases are present, a *ba3* cytochrome oxidase and a *bc1* II complex together with a *bd*-type ubiquinol oxidase are believed to play the major roles during sulfur oxidation (Brassuer et al., 2004, Wakai et al., 2004) (Figure 8).



**Fig. 7.** Model of the iron electron transport pathway of *T. ferrooxidans* (Pronk, et al, 1992; Sugio, et al, 2003; Wakai, et al, 2004)



**Fig.8.** Model of sulphure oxidation electron transport pathway of *T. Ferrooxidans* (Pronk, et al, 1992; Sugio, et al, 2003; Wakai, et al, 2004)

## References

- Appia-Ayme, C., Guiliani, N., Ratouchniak, J. and Bonnefoy, V. 1999. Characterization of an operon encoding two *c*-type cytochromes an *aa3*-type cytochrome oxidase, and rusticyanin in *Acidithiobacillus ferrooxidans* ATCC33020. *Appl Environ Microbiol*, 65:4781-4787.
- Barreto, M., Quatrini, R., Bueno, S., Arriagada, C., Valdes, J., Silver, S., Jedlicki, E. and Holmes D. S. 2003. Aspects of the predicted physiology of *Acidithiobacillus ferrooxidans* deduced from an analysis of its partial genome sequence. *Hydrometallurgy*, 71:97-105.
- Bosecker, K. 1997. Bioleaching, metal volatilization by microorganisms. *FMES Microbiology Reviews*, 20: 591- 604.
- Brassuer, G., Levican, G., Bonnefoy, V., Holmes, D., Jedlicki, E. and Lemesle- Meunier D. 2004. Apparent redundancy of electron transfer pathways via *bc1* complexes and terminal oxidases in the extremely acidophilic chemoautotrophic *Acidithiobacillus ferrooxidans*. *Biochim Biophys Acta.*, 1656:114-126.
- Chen, Y. and Lin, J. 2001. Bioleaching of heavy metals from sediment: significance of pH. *Chemosphere*, 44: 1093 – 1102.
- Coram, N., J. and Rawlings, D.E. 2002. Molecular relationship between two groups of *Leptospirillum* and the finding that *Leptospirillum ferriphilum* sp. nov. Dominates South African commercial biooxidation tanks which operate at 40°C. *Appl Environ Microbiol*, 68: 838-845.
- Ehsani, M, R. Eghbali, F. 2007. Reduction of sulfur and Ash from Tabas Coal by Froth Flotation. *Iran. J. Chem.Chem. Eng.* 26: 35-40.
- Elbehti, A., Brasseur, G. and Lemesle-Meunier, D. 2000. First evidence for existence of an uphill electron transfer through the *bc1* and NADH-Q oxidoreductase complexes of the acidophilic obligate chemolithotrophic ferrous ion-oxidizing bacterium *Thiobacillus ferrooxidans*. *J Bacteriol*, 182: 3602-3606.
- Fernando, A. 2002. Present and future of bioleaching in developing countries. *Electronic journal of biotechnology*, 5: 196 – 199.
- Foucher, S., Battaglia-Brunet, F., Hugues, P., Clarens, M., Godon, J, J. and Morin, D. 2003 Evolution of the bacterial population during the batch bioleaching of a cobaltiferous pyrite in a suspended-solids bubble column, and comparison with a mechanically-agitated reactor. *Hydrometallurgy*, 71: 5-12.
- Goebel, B., M. and Stackebrandt, E. 1994. Cultural and phylogenetic analysis of mixed microbial populations found in natural and commercial bioleaching environments. *Appl Environ Microbiol*, 60:1614-1621.

- Hallberg, K., B. and Lindström, E., B. 1994. Characterization of *Thiobacillus caldus* sp. nov., a moderately thermophilic acidophile. *Microbiology*, 140: 3451-3456.
- Hugues, P., Cezac, P., Cabral, T., Batagelia, F. and Truony, X. M. 1997. Bioleaching of a cobaltiferous pyrite: a continuous laboratory – scale study of high solids concentration. *Minerals Engineering*, 10: 507 – 527.
- Johnson, D., B. 1998. Biodiversity and ecology of acidophilic microorganisms. *FEMS Microbiol Ecol.*, 27: 307-317.
- Mouns, A., J., Gonzalez, F., and Ballester, A. 1995. A study of the bioleaching of a Spanish uranium ore. *Hydrometallurgy*, 38: 39 – 57.
- Oblinger, J., L. 1975. Understanding and teaching the most probable number technique. *Journal milk food technol.*, 38: 540- 545.
- Ohmura, N., Sasaki, K., Matsumoto, N. and Saiki, H. 2002. Anaerobic respiration using  $Fe^{3+}$ ,  $S^0$  and  $H_2$  in the chemolithoautotrophic bacterium *Acidithiobacillus ferrooxidans*. *Journal of Bacteriology*, 184: 2081- 2087.
- Olson, G., J., Brierley, J., A. and Brierley, C., L. 2003. Bioleaching review partB: Progress in bioleaching: applications of the microbial processes by the mineral industries. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 63: 249-257.
- Oser, B., L. 1965. Hawk's Physiological chemistry, 14th ed. New York: McGraw Hill.1094-1096.
- Petre, A., S. 2001. Influence of bacterial culture selection on the operation of a plant treating refractory gold ore. *Miner Process*, 62: 217 – 229.
- Pronk, J., T., Meulenber, R., Hazeu, W., Bos, P. and Kuenen, J., G. 1992. Oxidation of reduced inorganic sulfur compounds by acidophilic thiobacilli. *FEMS Microbiol Rev.*, 75: 293-306.
- Rawlings, D., E. 2002. Heavy metal mining using microbes. *Annu Rev Microbiol.*, 56:65-91.
- Rawlings, D., E. 2005. Characteristics and adaptability of iron- and sulfur- oxidizing microorganisms used for the recovery of metals from minerals and their concentrates. *Microbial Cell Factories*, 4:1-13.
- Rohwerder, T., Gehrke, T., Kinzler, K. and Sand, W. 2003. Bioleaching review part A: Progress in bioleaching: fundamentals and mechanisms of bacterial metal sulfide oxidation. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 63: 239-248.
- Schippers, A. and Sand, W. 1999. Bacterial leaching of metal sulfides proceeds by two indirect mechanisms via thiosulfate or via polysulfides and sulfur. *Appl Environ Microbiol*, 65: 319-321.
- Silverman, M., P. and Lundgren, D., G. 1959. Studies on the chemo-autotrophic iron bacterium ferrobacillus ferrooxidans. In: An improved medium and a harvesting procedure for securing high cell yields. *Journal of Bacteriology*, 77: 642 – 647.
- Sugio, T., Fujii, M., Takeuchi, F., Negishi, A., Maeda, T. and Kamimura, K. 2003. Volatilization by an iron oxidation enzyme system in a highly mercury resistant *Acidithiobacillus ferrooxidans* strain MON-1. *Biosci Biotechnol Biochem.*, 67:1537-1544.
- Tributsch, H. 2001. Direct vs indirect bioleaching. *Hydrometallurgy*, 59:177-185.
- Vásquez, M. and Espejo, R., T. 1997. Chemolithotrophic bacteria in copper ores leached at high sulfuric acid concentration. *Appl Environ Microbiol*, 63:332-334.
- Wakai, S., Kikumoto, M., Kanao, T. and Kamimura, K. 2004. Involvement of sulfide quinone oxidoreductase in sulfur oxidation of an acidophilic iron-oxidizing bacterium, *Acidithiobacillus ferrooxidans* NASF-1. *Biosci Biotechnol Biochem.*, 68: 2519-2528.
- Yarzabal, A., Basseur, G., Appia-Ayme, C., Ratchouchniak, J., Lund, K., Lemesle-Meunier, D., Demoss, J., A. and Bonnefoy, V. 2002. The high molecular weight cytochrome *c* Cyc2 of *Acidithiobacillus ferrooxidans* is an outer membrane protein. *J Bacteriol*, 184: 313-317.
- Ziloue, H., Shojaosadati, A., S., Khalilzadeh, R. and Nasernejad, B. 2003. Bioleaching of copper from low-grade ore using isolated bacteria and defined mixed cultures. *Iranian journal of biotechnology*, 3: 162- 168.

(Received for publication 6 November 2008)

**The effects of the lead (PbCl<sub>2</sub>) on mitotic cell division of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra ssp. pallasiana*)**Ersin YÜCEL<sup>1</sup>, Ayşe HATİPOĞLU\*<sup>1</sup>, Emel SÖZEN<sup>1</sup>, Şükrü Teoman GÜNER<sup>2</sup><sup>1</sup> Anadolu University, Faculty of Science, Depart. of Biology, 26450, Eskişehir, Turkey<sup>2</sup> Forest Land and Ecology Research Institute, Eskişehir, Turkey**Abstract**

In this study, the effects of lead (PbCl<sub>2</sub>) one of the significant environmental pollutant, on mitotic divisions of Anatolian Black pine was investigated. Different concentrations (300µM, 500µM and 700µM Pb<sup>+2</sup>) of lead were applied. Due to the increase of the lead concentrations, cell division was decreased, several mitotic anomalies such as c-mitosis, lagging chromosomes, multipolar anaphases and chromosome bridges were increased.

**Key words:** Toxic, Lead, Mitotic cell division, Pinus, Pine**1. Introduction**

Woody species can be very sensitive to moderate concentrations of heavy metals. These elements may reduce biomass accumulation in tree seedlings. Inhibit root growth, decrease the availability of essential elements and modify root morphology and architecture, compromising root capacity to explore soils. The excess or deficiency of essential metals may also inhibit protein and enzyme function, and thus impair photosynthetic electron transport at the reaction centers. Heavy metals may indirectly affect seedling performance by reducing plant ability to access and transport soil resources, particularly water (Fuentes et al., 2007).

Among non-nutrient heavy metals, Cd and Pb are the most widespread. Most of Pb and Cd contamination results from four human economic activities: burning liquid and solid fuels, smelting and foundry works, sewage high in Pd and Cd, and soil-applied chemicals, including fertilizers. Pb enter food chains mostly from plants, which often accumulate heavy metals to concentrations exceeding their levels in the soil by many times. Plant capacities to accumulate heavy metals and tolerate their abundance are species-specific traits. Based on these plant capacities, plant-derived technologies were worked out to decontaminate the environment of the heavy metals. In addition, the plants are used as indicators sensitive of soil pollution with heavy metals (Seregin at al., 2001).

---

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: bitkilerim@gmail.com

Uptake of this metal can cause destructive changes in plants, in particular, inhibition of root growth, which is considered to be one of the earliest morphological effects of metal toxicity (Samardakiewicz et al., 2005).

Pb produces mitotic disarrays, such as C-mitoses, resulting in a higher metaphase percentage. The result resembles the weak effect of colchicine. Pb causes disarray in the pattern of the mitotic cycle and produces chromosome aberrations, such as the development of micronuclei, chromosome bridges, chromosome stickiness, etc.. Other metal ions, such as  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ , and  $Hg^{2+}$  produce similar effects (Seregin et al., 2001).

The air and soil contaminations cause direct damage of the vegetative and generative organs of plants as well as influence physiological processes. Gaseous air pollutants, by acidification of soil, induce changes in its chemical and mechanical properties and release harmful metal ions, which in turn damage the soil microflora and mycorrhizal fungi. These adverse changes affect the vitality and fertility of trees. This is manifested in the case of *Pinus sylvestris* in decreased biomass increments, linked to a significant economical loss, decrease in seed production, and their diminished germination. When stress caused by the pollution exceeds a certain level, then individual trees and whole tree stands start to decline (Prus-Gowacki et al., 2006).

## 2. Materials and methods

The Black Pine (*P. nigra* ssp. *pallasiana*) seeds used in this study were collected from Anadolu University campus. The experiments were carried out in plant growth chambers (MLR-350 Model Sanyo, Japan). For the duration of the experiments a constant temperature (+25°C) and photo-period of 8 hours light, 16 hours darkness were maintained.

300µM, 500µM and 700µM concentration of lead chloride ( $PbCl_2$ ) were prepared with distilled water. Planted petri dishes were filled with 9 ml of lead solution containing different lead concentrations. Control groups were filled with only distilled water. They were covered and kept into plant growth cabinet for 5 day.

The root tips of germinated seeds were cut and were fixed in acetic acid-alcohol (1:3) for 24h and were transferred in 70 % alcohol and stored in the fridge. For mitotic preparation, root tips were removed from alcohol and washed with tap water and hydrolised with 5 N HCl, at 60 °C for 15 min. Then it was dyed with Feulgen reactive for 1h. After that the root tips were kept in tap water for 15 min. Finally the last parts of root tips which dyed very densely were cut and their crushing preparates in 45 % acetic acid were made. Specimens were observed with a light microscope and photographs taken.

The results are expressed as means  $\pm$  standard error. The data were compared with ANOVA test using a significant level of  $p < 0.01$ .



### 3. Results

Mitotic index was decreased with increase of lead concentration. Abnormalities in root tips exposed to lead and control group were observed. Mitotic division number was decreased in treatment groups according to control group in Table 1 and 2 ( $p < 0.05$ ). When compared with control group, mitotic index was significantly decreased by depending on concentration of lead in mitotic index results of treatment groups ( $p < 0.05$ ) (Table 3 and 4). In different lead concentration, a relationship was found second grade in groups (Figure 1). In different lead concentration, a relationship was found first grade in groups (Figure 2).

Table 1. ANOVA results of mitotic division

	Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig
Between Groups	37978,267	3	12659,422	19,233	,000
Within Groups	36860,133	56	658,217		
Total	74838,400	59			

Table 2. Mitotic division of treatment groups according to control group

Dunnett t testi (2-sided) <sup>a</sup>	2	1	-33,5*	9,37	,002
	3	1	-52,00*	9,37	,000
	4	1	-67,53*	9,37	,000

Table 3. ANOVA results of mitotic index

	Sum of Squares	df	Mean square	F	Sig
Between Groups	6029,950	3	2009,983	26,986	,000
Within Groups	4170,991	56	74,482		
Total	10200,940	59			

Table 4. Istatistical results of mitotic index in treatment groups compared with control group

Dunnett t testi (2-sided) <sup>a</sup>	2	1	-7,88473*	3,15134	,041
	3	1	-18,16540*	3,15134	,000
	4	1	-26,42407*	3,15134	,000

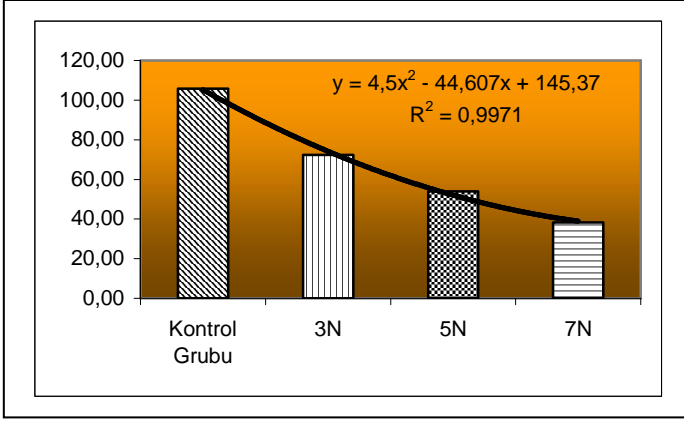


Figure 1. Results of regression analyse of normal dividing cells in each group

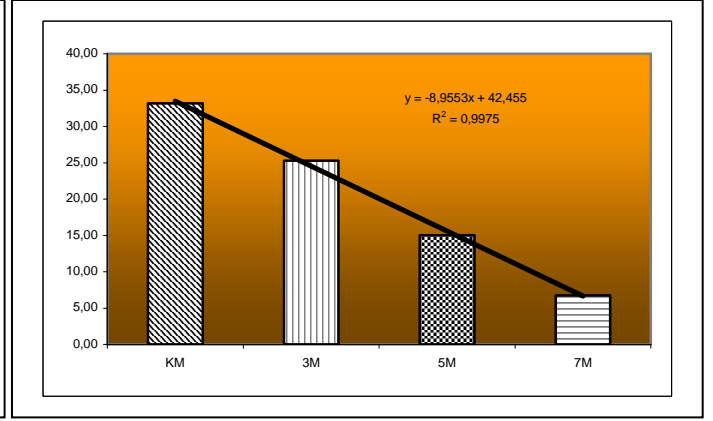


Figure 2. Mitotic index of groups

#### 4. Discussion

In this study, it was investigated cytogenetic effects of lead chloride on root tip cells of *Pinus nigra ssp. pallasiana* seed.

It was found that cell division was inhibited by lead chloride. It caused chromosomal changes and normal cell division was affected. Mitotic index decreased by increasing of lead concentration.

In parallel with our findings, cytological analyses demonstrated numerous aberrations of chromosomes in meristematic root tissue of seedlings developed from seeds collected from trees in the polluted area. The aberrations included chromosome bridges and stickiness, laggards, retarded and forward chromosomes, and their fragments (Prus-Gowacki et al., 2006). There are many study about lead which affects plants. In these studies, lead causes decreases of seedgermination and root elongation, inhibits biosynthesis of chlorophlly and photosynthesis and affects cell structure and chromosome (Munzuroglu et al., 2000 and Kiran et al., 2005).

There are reports on the inhibitory effect of lead concentrations on the germination of seeds of *Phaseolis vulgaris*, *Pisum sativum* and *Brassica napus* var. zerowy. Inhibiting effects of lead for seed germination were observed pollen germination and also pollen tube elongation. For example; this effect was observed on pollens of *Quercus cerris*, *Picea abies*, *Pinus nigra* and *Malus sylvestris* (Kiran et al., 2005).

In conclusion, the result of this study showed that lead concentrations significantly increase mitotic cell division so that decrease mitotic index and also cause various mitotic abnormalities. Our findings about lead are parallel with other investigations in many plant species. These data show that lead damages development of plants and so that leads loss of crop.

Observed chromosomal abnormalities were shown in Figure 3.

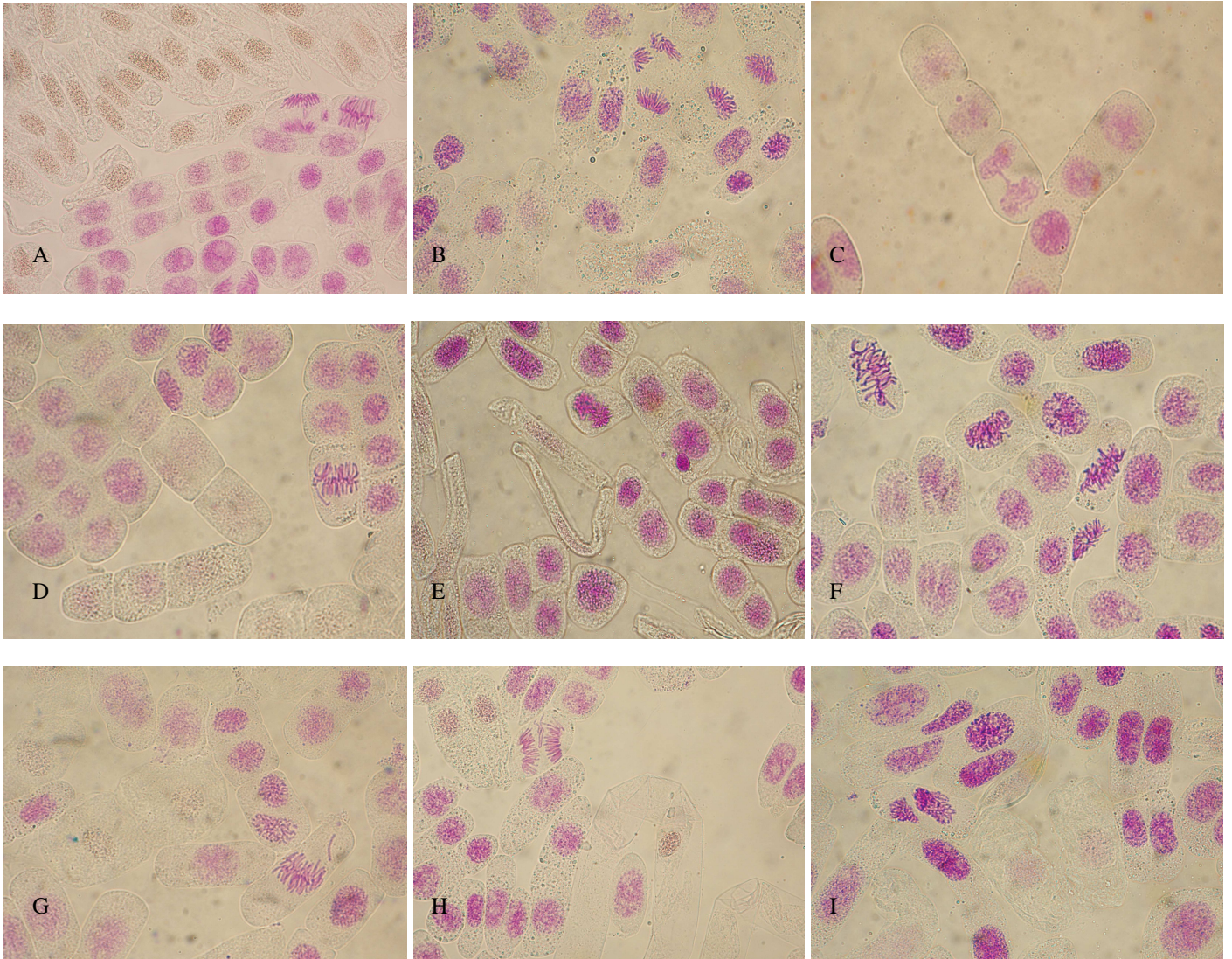


Figure 3. Mitotic cell abnormalities by lead . A-C ) chromosome bridges B) multiple polar anaphase D-G-H) breaking chromosomes E) micronuclei F) c-mitosis I) fragmented nucleus

**References**

- Fuentes D., Disante K.B., Valdecantos A., Cortina J., Vallejo V.R., 2007. Response of *Pinus halepensis* Mill. seedlings to biosolids enriched with Cu, Ni and Zn in three Mediterranean forest soils, *Environmental Pollution* 145, 316-323.
- Kıran Y., Şahin A., 2005. The Effects Of The Lead On The Seed Germination, Root Growth, And Root Tip Cell Mitotic Divisions Of *Lens Culmaris* Medik G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi 18(1): 17 -25.
- Munzuroglu, Ö., Gür, N.,2000. Ağır Metallerin Elma (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden)'da Polen Çimlenmesi ve Polen Tüpü Gelişimi Üzerine Etkileri, *Türk J Biology* 24, 677-684.
- Prus-Gowacki W., Chudzińska E., Wojnicka-Pótorak A., Kozacki L., Fagiewicz K.,2006. Effects of heavy metal pollution on genetic variation and cytological disturbances in the *Pinus sylvestris* L. Population, *J Appl Genet* 47(2), 99–108.
- Samardakiewicz S., Wozny A.,2005. Cell division in *Lemna minor* roots treated with lead, *Aquatic Botany* 83, 289–295.
- Seregin I. V., Ivanov V. B., 2001. Physiological Aspects of Cadmium and Lead Toxic Effects on Higher Plants, *Russian Journal of Plant Physiology*, Vol. 48, No. 4, 523–544.

(Received for publication 22 December 2008)

EHRAMI KARAÇAMIN  
DOĞAL YAYILIŞI VE  
EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

ERSİN YÜCEL

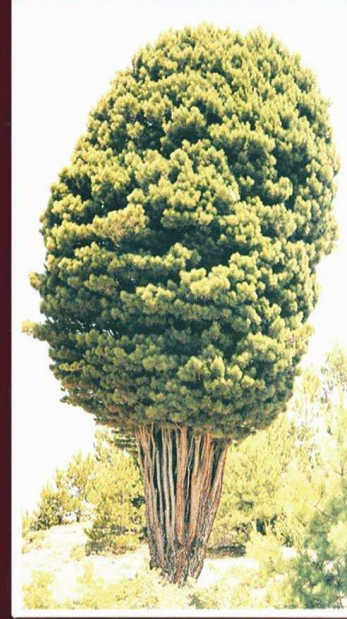


ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

SÜS BİTKİLERİ

(Ağaçlar ve Çalılar)

Ornamental Plants  
(Trees and Shrubs)



İKİNCİ BASKI  
SECOND EDITION

ERSİN YÜCEL  
FAİK YALTIRIK  
MÜNİR ÖZTÜRK



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

EBE KARAÇAMIN

(*Pinus nigra ssp. pallasiana var. şeneriana*)

BİYOLOJİK VE EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

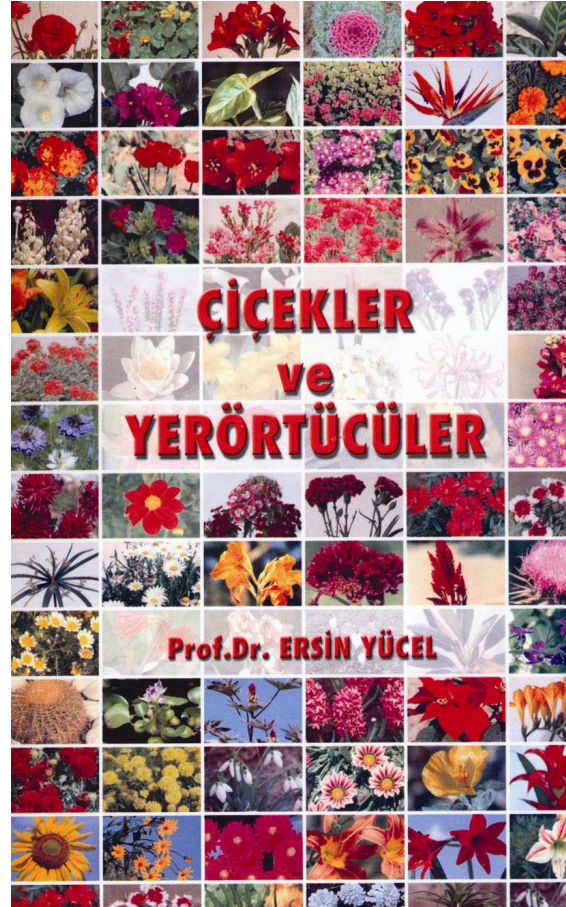
ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES  
OF EBE BLACK PINE

(*Pinus nigra ssp. pallasiana var. şeneriana*)

Ersin YÜCEL



Ağustos 2000  
Eskişehir/TÜRKİYE



# AĞAÇLAR ve ÇALILAR

1

*Prof. Dr. Ersin YÜCEL*

540'in üzerinde ağaç ve çalı, biyolojik ve ekolojik özellikleri, peyzaj planlamada kullanım ilkeleri, üretim yöntemleri, ekonomik önemi, vatanı, her biri renkli ve özgün fotoğraflı



# MİHALIÇCIK İLÇESİNİN TIBBİ BİTKİLERİ

1 [A - L]

**Prof. Dr. Ersin YÜCEL**



# TIBBİ BİTKİLER

1 (A-L)

**Prof. Dr. Ersin YÜCEL**



## ÇİFTELER İLÇESİNDE GIDA OLARAK TÜKETİLEN YABANI BİTKİLERİN TÜKETİM BİÇİMLERİ VE BESİN ÖĞESİ DEĞERLERİ

ERSİN YÜCEL

NAZAN UNAY



İletişim Adresi: ebitki@gmail.com

;

<http://www.bitkilerim.com>

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma  
***Biological Diversity and Conservation***

Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma Üzerine Yayın Yapan Hakemli Uluslararası Bir Dergidir  
*International Journal on Biological Diversity and Conservation*

**Contents / İçindekiler, 1/2, 2008**

**Pollen morphology of the genus *Verbascum* L. (Group A) in Turkey**

Sevil PEHLİVAN, Birol BASER, Faik A. KARAVELİOĞULLARI

1

**A Study on Flora of Hacıbadın Valley (Ankara/Turkey)**

Emine Burcu YEŞİLYURT, Latif KURT, Galip AKAYDIN

25

**The study of salt tolerance of Iranian barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in seedling growth stages**

Farhad TAGHİPOUR, Mohammad SALEHİ

53

**Assessment to the relationships between vegetation and site properties accordance with similarity values between quadrat pairs**

Kürşad ÖZKAN

59

**Pollen morphology of the genus *Silene* (Sileneae-Caryophyllaceae) from Pakistan**

Sumaira SAHREEN, Mir Ajab KHAN, Akbar Ali MEO, Asma JABEEN

74

**A new localization for *Teucrium paederotooides* Boiss. et. Hausskn. (Lamiaceae)**

Ergün ÖZUSLU, Mehtap ÖZTEKİN

86

**Effects of different salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations on the germination of some *Hesperis* species seeds**

Ersin YÜCEL, Ahmet DURAN, Cengiz TÜRE, Harun BÖCÜK, Burcu ÖZAYDIN

91

**Chemical compounds of volatile oil obtained from fruit of Crimean Juniper (*Juniperus excelsa*) and leaves of Turkish plateau oregano (*Origanum minutiflorum*) and allelopathic effects on germination of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*)**

Serkan GÜLSOY, Kürşad ÖZKAN, Ahmet MERT, Yunus ESER

105

**Pyrite oxidation by using *Thiobacillus ferrooxidans* and *Thiobacillus thiooxidans* in pure and mixed cultures**

Hassan SALARİ, Hossein MOZAFARİ, Masoud TORKZADEH, Mohammad MOGHTADER

115

**The Effects of the lead (PbCl<sub>2</sub>) on mitotic cell division of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*)**

Ersin YÜCEL, Ayşe HATİPOĞLU, Emel SÖZEN, Şükrü Teoman GÜNER

124

ISSN 1308-5301



9 771308 530001

**ISSN 1308-5301 Print**  
**ISSN 1308-8084 Online**