

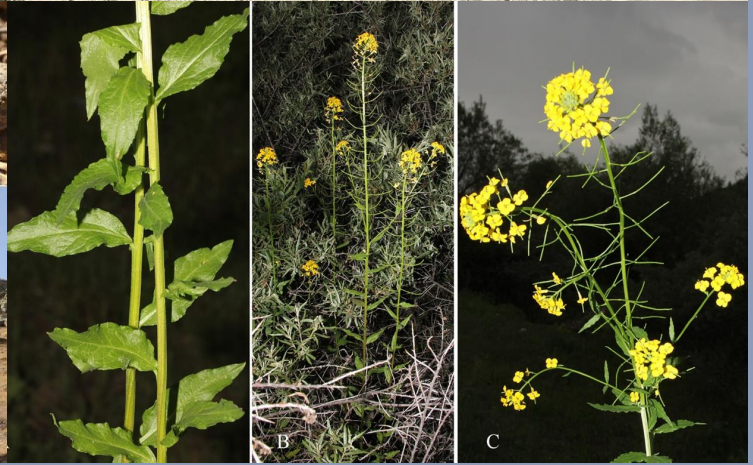
# Türler ve Habitatlarda

e-ISSN: 2717-770X

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/turvehab>



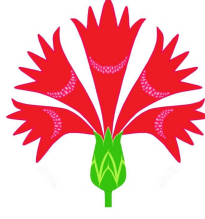
Applications	Localities	Seasons	Mean annual biomass (g dry weight. m <sup>-2</sup> )
1	1	1	1881.89 ± 82.68b
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2170.70 ± 144.71a</b>
1	1	3	1808.06 ± 154.41bcd
1	1	4	1734.06 ± 164.02bcde
1	2	1	1460.97 ± 46.57efghijk
1	2	2	1219.10 ± 89.09ijklmn
1	2	3	1541.96 ± 91.13cdefghi
1	2	4	1554.00 ± 131.44bcdefghi
1	3	1	1374.53 ± 88.80fghijkl
1	3	2	1856.85 ± 137.02bc
1	3	3	1573.75 ± 156.52bcdefgh
1	3	4	1696.52 ± 93.33bcdef
1	4	1	1105.29 ± 61.98lmno
1	4	2	970.57 ± 81.92mno
1	4	3	1246.55 ± 81.61hijklm
1	4	4	1139.41 ± 87.68klmno



yıl  
**2022**

cilt  
**3**

sayı  
**2**



# Türler ve Habitatlar

e-ISSN 2717-770X

Yıl 2022, Cilt 3, Sayı 2

Yılda 2 kez yayınlanır

## Sahibi

Dr. Ergin Hamzaoğlu

## Yazışma Adresi

Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Hersek Binası  
TR-06500, Emniyet Mahallesi, Yenimahalle, Ankara, Türkiye  
Telefon: (+90) 535 404 29 49  
E-posta: erginhamzaoglu@yahoo.com  
Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turvehab>

## Baş Editör

Dr. Ergin Hamzaoğlu

## Editörler

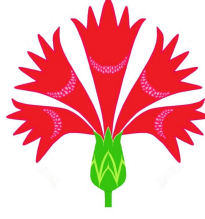
Dr. Hakan Allı - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla  
Dr. Murat Koç - Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara  
Dr. Ömer Faruk Kaya - Harran Üniversitesi, Şanlıurfa  
Dr. Serdar Gökhan Şenol - Ege Üniversitesi, İzmir  
Dr. Tahir Atıcı - Gazi Üniversitesi, Ankara  
Dr. Tuna Uysal - Selçuk Üniversitesi, Konya

## Türkçe Dil Editörü

Dr. Ferudun Hakan Özkan

## İngilizce Dil Editörü

Burcu Arslaner Atalay



# Türler ve Habitatlar

e-ISSN 2717-770X

Yıl 2022, Cilt 3, Sayı 2

## İçindekiler

### Araştırma Makaleleri

- Direkli, Yassıçal ve Abacı Köyleri (Amasya, Türkiye) Arasındaki Bölgenin Sintaksonomik Analizi** ..... 55–74  
Syntaxonomical Analysis of the Area Between Direkli, Yassıçal and Abacı Villages (Amasya, Türkiye)  
Arzu Cansaran, Cengiz Yıldırım
- Below-ground Biomass and Productivity of a Grazed Site and a Neighbouring Ungrazed Enclosure in the Lowland Meadow Vegetation of the Central Black Sea Region of Türkiye** ..... 75–80  
Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesi Ova Çayır Vegetasyonunda Hayvan Otlatılan Bir Alan ve Hayvan Otlatılmayan Korunmuş Bir Komşu Arazinin Yeraltı Biyokütlesi ve Verimliliği  
Erkan Yalçın
- Türkiye'den Yeni Bir Tür, *Centaurea ankarica* (Cardueae, Asteraceae)** ..... 81–93  
A New Species from Türkiye, *Centaurea ankarica* (Cardueae, Asteraceae)  
Tuna Uysal, Meryem Bozkurt, Ergin Hamzaoğlu
- Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Göllerinde Alg Çeşitliliği ve Potansiyel Siyanobakteri Toksisitesi** ..... 94–109  
Algal Diversity and Potential Cyanobacteria Toxicity in Tuz Lake Special Environmental Protection Area Lakes  
Tahir Atıcı
- Astragalus oksutdagensis* (Fabaceae) Tohum Canlılığı, Çimlenme ve Yetiştirme Özellikleri** ..... 110–118  
Seed Viability, Germination and Growth Characteristics of *Astragalus oksutdagensis* (Fabaceae)  
Gökçen Baysal Furtana, Fahriye Öcal Özdamar, Hayri Duman
- Macro- and Micro-morphological Studies on *Campanula lyrata* subsp. *icarica* (Campanulaceae) and *Erysimum aureum* (Brassicaceae), Recently Given as a New Record from Türkiye** ..... 119–136  
Türkiye'den Yakın Zamanda Yeni Kayıt Olarak Verilen *Campanula lyrata* subsp. *icarica* (Campanulaceae) ve *Erysimum aureum* (Brassicaceae) Üzerine Makro- ve Mikro-morfolojik Çalışmalar  
Tuğkan Özdöl, Abdurrahman Sefalı, Hasan Yıldırım



## Araştırma Makalesi

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1116980>

# Direkli, Yassıçal ve Abacı Köyleri (Amasya, Türkiye) Arasındaki Bölgenin Sintaksonomik Analizi

Arzu Cansaran \*, Cengiz Yıldırım 

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Amasya Üniversitesi, TR-05100, Amasya, Türkiye

\*Yazışmadan sorumlu yazar: Arzu Cansaran, [arzu.cansaran@amasya.edu.tr](mailto:arzu.cansaran@amasya.edu.tr)

Geliş: 15.05.2022

Kabul: 11.07.2022

Çevrimiçi Yayın: 31.12.2022

### Özet

Araştırma alanı, Amasya ilinin merkez ilçesi sınırları içinde bulunan Direkli, Yassıçal ve Abacı köyleri arasında kalan alanı kapsamaktadır. Alan Grid Sistemine göre A5 ve A6 kareleri içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanı coğrafik olarak İç Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri, bitki coğrafyası bakımından ise İran-Turan ve Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgeler arasında bir geçiş sahasında bulunmaktadır. Braun-Blanquet floristik metodu ile yapılan vejetasyon analizine göre araştırma alanında orman vejetasyon tipine ait bir bitki birliği (*Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis*) ve bir topluluk (*Quercus cerris*) ve bozkır vejetasyon tipine ait iki bitki birliği (*Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii* ve *Marrubio vulgaris-Astragaletum microcephali*) tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Amasya, bozkır, orman, sintaksonomi, Türkiye

## Syntaxonomical Analysis of the Area Between Direkli, Yassıçal and Abacı Villages (Amasya, Türkiye)

### Abstract

The research area covers the area between Direkli, Yassıçal and Abacı villages within the borders of the central district of Amasya province. The studying area is in A5 and A6 squares in the Grid System. The research area is geographically situated in a transition zone between Central Anatolia and the Black Sea Regions, and between Irano-Turanian and Euro-Siberian phytogeographic regions regarding plant geography. According to the vegetation analysis performed with the Braun-Blanquet floristic method, one plant association (*Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis*) and one community (*Quercus cerris*) belonging to the forest vegetation and two plant associations (*Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii* and *Marrubio vulgaris-Astragaletum microcephali*) belonging to the steppe vegetation type were determined in the research area.

**Keywords:** Amasya, forest, steppe, syntaxonomy, Türkiye

### GİRİŞ

Türkiye coğrafi konumu yanı sıra jeomorfolojik yapısı, edafik ve iklimik özelliklerinin çeşitliliği nedeniyle çok farklı vejetasyon tiplerine ve zengin bir floraya sahiptir. Ayrıca Türkiye, endemizm açısından da dünyanın önemli ülkelerinden biridir (Anonim 1987).

Son yıllarda ülkemizde floristik çalışmalara paralel olarak vejetasyon çalışmaları da hız kazanmıştır. Belirli alanların vejetasyonu bitki sosyolojisi ve bitki ekolojisi yönünden incelenirken yeni bitki birliklerinin tanımlanması yapılmış, Türkiye vejetasyonunu ortaya çıkarmada büyük adımlar

### Önerilen Alıntı:

Cansaran, A. & Yıldırım, C. (2022). Direkli, Yassıçal ve Abacı Köyleri (Amasya, Türkiye) Arasındaki Bölgenin Sintaksonomik Analizi. *Türler ve Habitatlar* 3(2): 55–74.

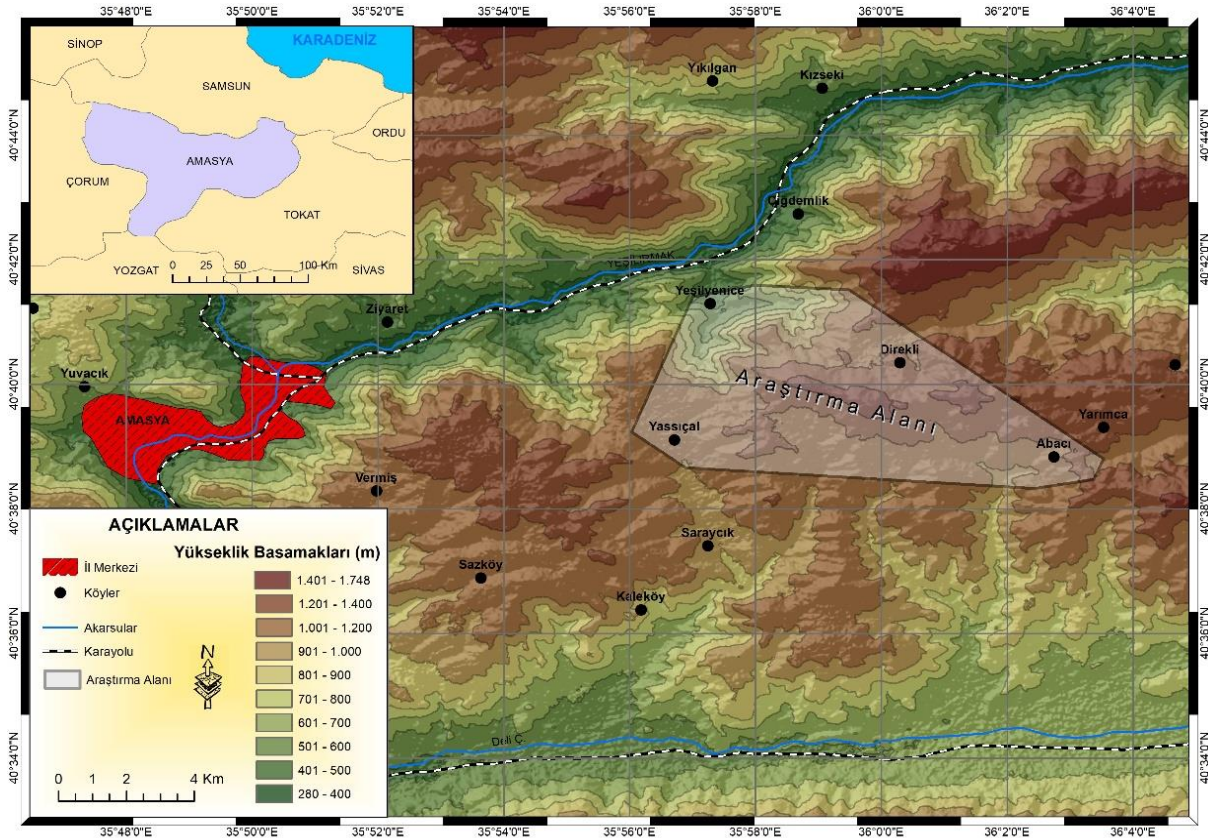


atılmıştır (Çırpıcı 1987; Ketenoğlu vd. 2014; Akman vd. 2014). Ancak ülkemizin vejetasyon haritası henüz tam olarak ortaya çıkmış değildir. Bitki sosyolojisi konusunda yapılan çalışmalar sadece Türkiye vejetasyonuna değil, dolaylı olarak özellikle koroloji bakımından Türkiye florasına da katkı sağlamaktadır.

Araştırma alanının bulunduğu Amasya ili, florası ve vejetasyon tipleri açısından zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Coğrafik olarak İç Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri arasında, bitki coğrafyası bakımından ise İran-Turan ve Avrupa-Sibirya floristik bölgeleri arasında bir geçiş konumunda olması bu çeşitliliğin en önemli sebeplerinden biridir. Bu tip geçiş alanları bir yandan Karadeniz'in nemli, diğer yandan İç Anadolu'nun kurak ikliminin etkisi altında bulunması sebebiyle her iki bölgeye ait bitki türlerini ve vejetasyon tiplerini içerir.

Amasya ili merkez ilçe sınırları içinde bulunan Direkli, Yassıçal ve Abacı köyleri arasında kalan araştırma alanının batısı Amasya merkez ve Sarılar köyü, doğusu Fındıklı köyü, kuzeyi Kuşpınar tepe ve Yeşilirmak nehri, güneyi ise Sivri Tepe ve Saraycık köyü ile sınırlanmıştır (Şekil 1). Amasya ilinin doğu kısmında bulunan araştırma alanı Grid Sistemine göre ise A5 ve A6 karelerine (Yassıçal beldesi: A5, Abacı köyü: A6, Direkli köyü: A5/6) girmektedir (Davis 1965–1985). Bu çalışma ile alanın floristik yapısının sintaksonomik açıdan bir değerlendirilmesi yapılmıştır.

Amasya ilinde vejetasyonun sintaksonomik açıdan değerlendirildiği çalışmalar (Cansaran & Aydoğdu 2001; Cansaran vd. 2010; Kaya vd. 2010; Yıldırım & Kılınç 2011; Yıldırım 2012; Yıldırım vd. 2019) daha çok ilin kuzey, kuzeybatı ve doğu kesimlerini kapsamaktadır. Araştırma alanını da kapsayan floristik çalışmaya göre, alanda 56 familyaya ve 221 cinse ait 379 tür ve tür altı takson tespit edilmiş ve bu taksonların 44 tanesi (% 11,6) endemiktir (Cansaran vd. 2007).



Şekil 1. Araştırma alanının haritası.

## MATERYAL VE METOT

Araştırma materyalini 2018–2019 yılları arasında uygun vejetasyon dönemlerinde yapılan arazi çalışmalarında kaydedilen 30 relevé teşkil etmektedir. Bu relevélerden toplanan bitki örneklerinin teşhisinde temel eserlerden ve bölgede yapılan çalışmalardan yararlanılmıştır (Davis 1965–1985; Davis vd. 1988; Güner vd. 2000; Cansaran vd. 2007). Bitki birliklerini karakterize edebilecek yerlerden alınan toprak örnekleri Amasya Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında analiz edilmiştir. Araştırma alanının vejetasyonu Braun-Blanquet (1932) floristik metoduna göre değerlendirilmiş, sintaksonların adlandırılmasında ise fitososyolojik adlandırma kodu takip edilmiştir (Theurillat vd. 2021). Relevélerin vejetasyonu temsil eden en küçük alan (minimal area) olmasına dikkat edilmiş, bunlara ait yükseklikler ve kordinatlar Tablo 1’de belirtilmiştir (Westhoff & Maarel 1973).

**Tablo 1.** Relevé koordinatları.

Birlik	<i>Sideritido dichotomae- Astragaletum angustifolii</i>		<i>Marrubio vulgaris- Astragaletum microcephali</i>		<i>Cirsio pseudopersonatae- Fagetum orientalis</i>
Relevé	Koordinatlar	Relevé	Koordinatlar	Relevé	Koordinatlar
1	36751510 D - 4522123 K	11	36751373 D - 4506501 K	21	36751922 D - 4506589 K
2	36751510 D - 4522123 K	12	36751373 D - 4506501 K	22	36751922 D - 4506589 K
3	36751510 D - 4522123 K	13	36751373 D - 4506501 K	23	36751922 D - 4506589 K
4	36751510 D - 4522123 K	14	36751373 D - 4506501 K	24	36751922 D - 4506589 K
5	36751510 D - 4522123 K	15	36751373 D - 4506501 K	25	36751922 D - 4506589 K
6	36751510 D - 4522123 K	16	36751373 D - 4506501 K	26	36751922 D - 4506589 K
7	36751510 D - 4522123 K	17	36751373 D - 4506501 K	27	36751922 D - 4506589 K
8	36751510 D - 4522123 K	18	36751373 D - 4506501 K	28	36751922 D - 4506589 K
9	36751510 D - 4522123 K	19	36751373 D - 4506501 K	29	36751922 D - 4506589 K
10	36751510 D - 4522123 K	20	36751373 D - 4506501 K	30	36751922 D - 4506589 K

Orman vejetasyonuna ait sintaksonların sınıflandırılmasında Mucina vd. (2016), Willner vd. (2017) ve Çoban & Willner (2019)’in, bozkır vejetasyonuna ait sintaksonların sınıflandırılmasında ise Quézel (1973) ve Quézel & Pamukçuoğlu (1973)’nin çalışmalarından yararlanılmıştır. Bu çalışmada tanımlanan sintaksonların benzer sintaksonlar ile floristik benzerlik açısından karşılaştırılmasında Sørensen (1948) benzerlik indeksi kullanılmıştır.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Amasya ilinin doğusunda ortalama 1000–1400 metreler arasında bulunan araştırma alanının topografyası engebeli bir yapıya sahiptir. Alan çevresinde ve içinde çok sayıda yerleşim yeri bulunduğu için, vejetasyonun süksesyonel gelişimi antropojenik faktörlerin olumsuz etkisi altındadır. Araştırma alanı jeolojik yapı bakımından; Mezozoik ve Tersiyer (Neozoik)’de son şeklini almıştır. Bölgede bir kısmı sert, bir kısmı da yumuşak olmak üzere kalker (kireçtaşı) ve tebeşirden oluşan Mezozoik zamanın sonlarına ait sahalara rastlanılmaktadır. Araştırma alanında ayrıca alüvyonlar (kum, çakıl, silt, kil), Tersiyere ait tortullar (kalker, marn, kil taşı vb.), Tersiyer öncesi tortullar (özellikle kalkerler) ve kristalin kütleler (granit, serpantin, andezit, bazalt vb.) yer almaktadır (Anonim 1986). İklim açısından araştırma alanının bulunduğu Amasya il merkezinde yarı kurak Akdeniz iklimi (kış çok soğuk) hakimdir (Cansaran vd. 2007). Alanın büyük kısmında kestane renkli topraklar yaygındır. Nadiren kolüviyal ve alüviyal topraklara da rastlanılmaktadır (Anonim 1970).

Araştırma alanında tespit edilen bitki topluluklarına ait toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait analiz sonucu Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Birliklerin yayılış gösterdiği toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Birlik	Relevé no	Saturasyon (%)	İletkenlik (µs/cm)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)	Organik madde (%)	Toprak bünyesi
<i>Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis</i>	22	79,2	680	7,51	2,73	2,41	422	3,32	Kumlu-Tınlı
	24	80,3	665	7,59	2,73	1,56	359	2,86	
	28	79,2	688	7,62	2,34	2,26	277	3,11	
<i>Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii</i>	11	79,2	513	7,60	0,39	3,4	319	4,69	
	16	79,2	531	7,58	0,39	1,33	234	4,79	
	19	78,1	513	7,58	0,39	2,69	291	4,52	
<i>Marrubio vulgaris-Astragaletum microcephali</i>	1	52,8	328	7,53	3,90	1,87	75,5	2,66	
	6	52,8	314	7,80	3,90	2,12	76,8	2,03	
	9	51,7	320	7,80	4,29	2,29	74,5	1,76	

Birliklerin yayılış gösterdiği toprakların bünyesi kumlu-tınlı olmanın yanında hafif alkali ve tuzsuz özellik göstermektedir. Ayrıca birlik topraklarında fosfor miktarları çok azdır. Kireç açısından ise *Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis* ve *Marrubio vulgaris-Astragaletum microcephali* birlikleri az kireçli, *Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii* birliği ise çok az kireçlidir. Potasyum miktarı bakımından ise her üç birlik de farklılık göstermektedir. *Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis* birliği için potasyum miktarı yüksek, *Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii* birliği için yeterli ve de *Astragaletum angustifolii* birliği için ise nokсандır. *Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis* ve *Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii* birliklerinde organik madde oranı yüksek iken *Marrubio vulgaris-Astragaletum microcephali* orta derecedir. Araştırma alanında; iki farklı vejetasyon tipine ait üç farklı bitki birliği ve bir bitki topluluğu tespit edilmiştir. Orman vejetasyonuna ait *Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis* birliği ile bozkır vejetasyonuna ait *Marrubio vulgaris-Astragaletum microcephali* ve *Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii* birlikleri ile *Quercus cerris* L. topluluğunun özellikleri aşağıda verilmiştir.

### 1. Orman vejetasyonu (İlman yaprak döken ormanlar)

Araştırma alanında yaprak döken ağaçların hâkim olduğu orman vejetasyonuna ait bir birlik ve bitki grubu tespit edilmiştir.

### 1.1. *Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis* Cansaran & Yıldırım 2022 **ass. nov. hoc loco**

**Holotypus:** relevé 26, Direkli-Yassıçal arası, 1280 m, kuzeye bakan yamaçlar, Tablo 3.

Birliğin fizyonomisine hakim olan *Fagus orientalis* Lipsky, Karadeniz bölgesinde en fazla yayılış gösteren orman türüdür. Bu tür oseyanik iklim dışında Karadeniz öncesi bölgenin dağ katında, çok izole olmuş durumda bozkırın kenarlarında, Güney Anadolu'da Toroslar'da (Quézel & Pamukçuoğlu 1973) ve Amanos Dağları'nda (Akman 1973) görülür. İç bölgelerde örneğin Amasya-Tokat dolaylarında 900–1500 ve 1600 m yüksekliklerde kuzey, kuzeybatı ve kuzeydoğu yamaçlarda geniş ve karışık topluluklar oluşturur (Akman 1995).

Bu birliğe Direkli ve Yassıçal köyleri arasında, kuzeye bakan %40–60 eğimli yamaçlarda 1285–1335 metreler arasında rastlanılmıştır. Birliğin karakter türleri *Fagus orientalis* ve *Cirsium pseudopersonata* Boiss. & Balansa subsp. *pseudopersonata* olarak belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. *Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis* birliği.

### 1.2. *Quercus cerris* topluluğu

Araştırma alanında Abacı köyü çevresinde, 1100–1350 metreler arasında, güneye bakan %50–60 eğime sahip yamaçlarda, antropojenik faktörlerin etkisi ile tahrip olmuş, nispeten *Quercus cerris*'in fizyonomide öne çıktığı, *Q. pubescens* Willd. subsp. *pubescens* ve *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* taksonlarının karışık olarak bulunduğu bir topluluk tespit edilmiştir. Bu topluluğun süksesyonel gelişiminin devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle sintaksonomik açıdan herhangi bir değerlendirme yapılamamıştır.

Topluluk, kalker ana kayadan oluşan tuzsuz topraklarda yayılış göstermektedir. Bu topluluk, muhtemelen alandaki *Pinus nigra* J.F.Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (karaçam) ormanlarının tahribiyle sekonder vejetasyon olarak gelişmiştir. Topluluğun floristik kompozisyonunda nadiren bu taksona ait bireylerin de yer alması bu görüşü desteklemektedir. *Q.*



*cerris* topluluğunun yayılış gösterdiği toprakların killi ve ağır bünyeli, hafif alkali, tuzsuz ve az kireçli yapıda olduğu belirlenmiştir.

## 2. Bozkır vejetasyonu

Çalışma alanında yastıksı formundaki *Astragalus angustifolius* Lam. subsp. *angustifolius* (keçi geveni) ve *A. microcephalus* subsp. *microcephalus* Willd. (anadolu kitresi) taksonlarının hâkim olduğu bozkırlar da yer almaktadır. Bu bozkırlara ait iki bitki birliği tanımlanmıştır.

### 2.1. *Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii* Cansaran & Yıldırım 2022 ass. nov. hoc loco

**Holotypus:** relevé 17, Direkli ve Yassıçal köyleri arası, 1359 m, kuzeybatıya bakan yamaçlar, Tablo 4.

Birliğin dominant taksonu olan *Astragalus angustifolius* subsp. *angustifolius* Türkiye’de İç, Kuzeybatı, Batı, Güney ve Doğu Anadolu ile Adalar’da dağ bozkırlarında geniş yayılışa sahip yastık formunda kamefit bir bitkidir.

Araştırma alanında Direkli-Yassıçal köyleri arasındaki taşlı yamaçlarda, 1197–1360 metreler arasında, kuzeybatıya bakan, %50–60’lık eğime sahip yamaçlarda, kalker ana kaya üzerinde yayılış göstermektedir. Birliğin karakter türleri *Astragalus angustifolius* subsp. *angustifolius*, *Sideritis dichotoma* Huter ve *Cyanus lanigerus* (DC.) Holub. (Şekil 3).



Şekil 3. *Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii* birliği.

### 2.2. *Marrubio vulgaris-Astragaletum microcephali* Cansaran & Yıldırım 2022 ass. nov. hoc loco

**Holotypus:** relevé 3, Yassıçal köyü, 1137 m, kuzeybatıya bakan yamaçlar, Tablo 5.

Yassıçal köyünün üst kesimlerinde 1122–1210 metreler arasında, kuzeybatıya bakan, %25–30’lık eğime sahip yamaçlarda, kalker ana kaya üzerinde yayılış gösteren birliğin fizyonomisine *Astragalus*

*microcephalus* subsp. *microcephalus* hakimdir. Birliğin yayılış alanı içerisinde yoğun otlatma nedeniyle floristik yapısı zayıflamış alanlar da gözlemlenmiştir.

Birliğin karakter türleri; *Astragalus microcephalus* subsp. *microcephalus* ve *Marrubium vulgare* L. olarak tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. *Marrubio vulgaris*-*Astragaletum microcephali* birliği.

Bu çalışmada tespit edilen üç bitki birliği, diğer çalışmalarda tanımlanmış olan birlikler ile floristik benzerlik bakımından karşılaştırılmış (Sørensen 1948) ve benzerlik oranlarının düşük olması nedeniyle bilim dünyası için yeni olduklarına karar verilmiştir (Tablo 6).

**Tablo 6.** Birliklerin literatüre göre tanımlanmış diğer birliklerle karşılaştırılması

Bu çalışma	Literatürler	Sørensen floristik benzerlik (%)
<i>Cirsio pseudopersonatae</i> - <i>Fagetum orientalis</i>	İnegöl Dağı (2 Birlik) (Yıldırım & Kılınç 2011)	1. birlik: 25,92 2. birlik: 18,18
	Tavşan Dağı (Yıldırım vd. 2019)	13,91
	Karaömer Dağı (Cansaran vd. 2010)	22,58
	Kızılırmak Vadisi (Korkmaz vd. 2011)	20,51
	Nebyan Dağı (Kutbay & Kılınç 1995)	19,25
	Kelkit Vadisi (Karaer vd. 1999)	10,10
	Alaçam-Gerze ve Boyabat-Durağan arası-I (Özen & Kılınç 1995a)	21,89
	Kunduz Ormanları (Özen & Kılınç 2002)	17,47
	Bithynia (Türe vd. 2005)	11,96
<i>Sideritido dichotomae</i> - <i>Astragaletum angustifolii</i>	Tavşan Dağı (Yıldırım vd. 2019)	12,94
	Kızılırmak Vadisi (Korkmaz vd. 2011)	07,47
	İç Anadolu-Batı Karadeniz (Kılınç 1985)	09,70
	Alaçam-Gerze ve Boyabat-Durağan arası-II (Özen & Kılınç 1995b)	17,58

<i>Marrubio vulgaris</i> - <i>Astragaletum</i> <i>microcephali</i>	Eğerli Dağı (Cansaran & Aydoğdu 2001)	20,00
	Karaömer Dağı (Cansaran vd. 2010)	14,54
	İç Anadolu-Batı Karadeniz (Kılınç 1985)	16,94
	Alaçam-Gerze ve Boyabat-Durağan arası (Özen & Kılınç 1995b)	19,35
	Dinek Dağı (Kırıkkale) (Hamzaoğlu 2005)	25,00
	Kızılırmak Vadisi (Korkmaz vd. 2011)	17,07

Araştırma alanında tespit edilen bitki birliklerinin sintaksonomik açıdan sınıflandırılması şu şekildedir:

### Orman vejetasyonu

**Sınıf:** *Carpino–Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968

**Ordo:** *Rhododendro pontici–Fagetalia orientalis* Passarge 1981

**Alyans:** *Fagion orientalis* Soó 1964

**Birlik:** *Cirsio pseudopersonatae–Fagetum orientalis* ass.nov. hoc loco

### Bozkır vejetasyonu

**Sınıf:** *Astragalo microcephali–Brometea tomentelli* Quézel 1973

**Ordo:** *Onobrychido armenae–Thymetalia leucostomi* Akman, Ketenoğlu, Quézel 1985

**Alyans:** *Phlomido armeniacaee–Astragalion microcephali* Akman, Ketenoğlu, Quézel, Demirörs 1984

**Birlik:** *Sideritido dichotomae–Astragaletum angustifolii* ass. nov. hoc loco

**Birlik:** *Marrubio vulgaris–Astragaletum microcephali* ass. nov. hoc loco

### TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesindeki maddi desteğinden nedeniyle Amasya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (FMB-BAP 18-0309) teşekkür ederiz.

### YAZAR KATKI BEYANI

Bu makalede; çalışma fikri ve tasarımı, veri toplama, sonuçların analizi ve yorumlanması, makale taslağının yazımı aşamaları Arzu Cansaran ve Cengiz Yıldırım tarafından yapılmıştır.

### KAYNAKLAR

- Akman, Y. (1973). Aperçu préliminaire sur les conditions phyto-ecologiques de la chaîne de l'Amanus dans la région du Hatay (I). *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology* 17(4): 75–98.
- Akman, Y. (1995). *Türkiye Orman Vejetasyonu*. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Botanik Anabilim Dalı. Ankara.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L. & Vural, M. (2014). *İç Anadolu Step Vejetasyonu*. Palme Yayıncılık, Ankara, 351 p.
- Anonim (1970). *Amasya İli Toprak Kaynağı Envanter Haritası*. Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak Etüt ve Haritalama Tasnif Şubesi, Yayın No: 21, Ankara.
- Anonim (1986). *Amasya Kültür ve Turizm Envanteri*. Amasya.
- Anonim (1987). *Türkiye'nin Biyolojik Zenginlikleri*. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 316 p.



- Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant Sociology*. Tercüme: Fuller & Conard. Mc Graw-Hill, New York & London, 439 p.
- Cansaran, A. & Aydoğdu, M. (2001). Phytosociological research on Eğerli Mountain (Amasya, Turkey). *Israel Journal of Plant Sciences* 49(4): 309–326. DOI: <https://doi.org/10.1560/26C9-UCBC-KGQ7-B3QR>.
- Cansaran, A., Peker, S. & Yıldırım, C. (2007). Floristic Characters of the Area between the Direkli (Göndes) Village, Yassıçal (Ebemi) Town and Abacı Village (A5/6 Amasya, Turkey). *International Journal of Botany* 3(3): 240–250. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijb.2007.240.250>.
- Cansaran, A., Kaya, Ö.F., Ertekin, S. & Ketenoğlu, O. (2010). A phytosociological study on Karaömer Mountain of North Anatolia (Amasya, Turkey). *Acta Botanica Gallica* 157(1): 65–88. DOI: <https://doi.org/10.1080/12538078.2010.10516190>.
- Çırpıcı, A. (1987). Türkiye'nin flora ve vejetasyonu üzerindeki çalışmalar. *Doğa TU Botanik Dergisi* 11(2): 217–232.
- Çoban, S. & Willner, W. (2019). Numerical classification of the forest vegetation in the Western Euxine Region of Turkey. *Phytocoenologia* 49(1): 71–106. DOI: <https://doi.org/10.1127/phyto/2018/0274>.
- Davis, P.H. (1965–1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 1–9. Edinburg University Press, Edinburg.
- Davis, P.H., Mil, R.R. & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 10 (Supplement). Edinburg University Press, Edinburg.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 11. Edinburg University Press, Edinburg.
- Hamzaoğlu, E. (2005). The steppe vegetation of Dinek Mountain (Kırıkkale). *Gazi University Journal of Science* 17(1): 1–13.
- Karaer, F., Kılınç, M. & Kutbay, H.G. (1999). The woody vegetation of Kelkit Valley. *Turk J Bot* 23(5): 319–344.
- Kaya, Ö.F., Cansaran, A. & Yıldırım, C. (2010). A syntaxonomical investigation of forest and pseudomaquis on transitional area in the central Black Sea region (Amasya, Turkey). *Acta Bot Gallica* 157(3): 469–482. DOI: <https://doi.org/10.1080/12538078.2010.10516223>.
- Ketenoğlu, O., Vural, M., Kurt, L. & Körüklü, T. (2014). [Türkiye Vejetasyonu] In: Güner, A. & Ekim, T. (Eds.). *Resimli Türkiye Florası*. Cilt 1. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı, Flora Araştırmaları Derneği ve Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, pp. 163–224.
- Kılınç, M. (1985). İç Anadolu, Batı Karadeniz geçiş bölgesinde Devrez Çayı ile Kızılırmak Nehri arasında kalan bölgenin vejetasyonu. *Doğa Bilim Dergisi Ser. A2* 9(2): 238–314.
- Korkmaz, H., Engin, A., Kutbay, H.G. & Yalçın, E. (2011). A syntaxonomical study on the scrub, forest, and steppe vegetation of the Kızılırmak valley. *Turk J Bot* 35: 121–165. DOI: <https://doi.org/10.3906/bot-0908-152>
- Kutbay, H.G. & Kılınç, M. (1995). Bafra Nebyan Dağı (Samsun) ve Çevresinin Vejetasyonu Üzerinde Fitososyolojik ve Ekolojik Bir Araştırma. *Turk J Bot* 19(1): 41–63.
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theuriat, JP., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., Gavilán García, R., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniěls, F., Bergmeier, E., Santos Guerra, A., Ermakov, N., Valachovič, M.,



- Schaminée, J., Lysenko, T., Didukh, Y., Pignatti, S., Rodwell, J., Capelo, J., Weber, H., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S. & Tichý, L. (2016). Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophytes, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science* 19(1): 3–264. DOI: <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>.
- Özen, F. & Kılınç, M. (1995a). Alaçam-Gerze ve Boyabat-Duragan arasında kalan bölgenin vejetasyonu: I- Maki, frigana, dere ve step vejetasyonları. *Turk J Bot* 19(1): 65–86.
- Özen, F. & Kılınç, M. (1995b). Alaçam-Gerze ve Boyabat-Duragan arasında kalan bölgenin vejetasyonu: II- Orman ve bozuk orman vejetasyonları. *Turk J Bot* 19(1): 87–105.
- Özen F. & Kılınç M. (2002). The Flora and Vegetation of Kunduz Forests (Vezirköprü / Samsun). *Turk J Bot* 26(5): 371-393.
- Quézel, P. (1973). Contribution a l'Etude phytosociologique du Massif du Taurus. *Phytocoenologia* 1(2): 131–122.
- Quézel, P. & Pamukçuoğlu, A. (1973). Contribution a l'étude phytocoenologique et bioclimatique de quelques groupements forestiers du Taurus. *Feddes Repertorium* 84(3): 185–229. DOI: <https://doi.org/10.1002/fedr.19730840303>.
- Sørensen, T. (1948). A Method of Establishing Groups of Equal Amplitudes in Plant Sociology Based on Similarity of Species Content and Its Application to Analyses of the Vegetation on Danish Commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter* 5(4): 1–34.
- Theurillat, J.-P., Willner, W., Fernández-González, F., Bültmann, H., Čarni, A., Gigante, D., Mucina, L. & Weber, H. (2021). International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th edition. *Applied Vegetation Science* 24(1): 1–62. DOI: <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>.
- Türe, C., Tokur, S. & Ketenoğlu, O. (2005). Contributions to the Syntaxonomy and Ecology of the Forest and Shrub Vegetation in Bithynia, Northwestern Anatolia, Turkey. *Phyton* 45(1): 81–115.
- Westhoff, V. & Maarel, E. (1973). [The Braun-Blanquet approach] In: Whittaker, R. (Ed.). *Classification of Plant Communities*. 2nd Ed. pp. 287–399.
- Willner, W., Jiménez-Alfaro, B., Agrillo, E., Biurrun, I., Campos, J.A., Čarni, A., Casella, L., Csiky, J., Čušterevska, R., Didukh, Y.P., Ewald, J., Jandt, U., Jansen, F., Kaçki, Z., Kavgacı, A., Lenoir, J., Marinšek, A., Onyshchenko, V., Rodwell, J.S., Schaminée, J.H., Šibík, J., Škvorc, Ž., Svenning, J.-C., Tsiripidis, I., Turtureanu, P.D., Tzonev, R., Vassilev, K., Venanzoni, R., Wohlgenuth, T. & Chytrý, M. (2017). Classification of European beech forests: a Gordian Knot? *Applied Vegetation Science* 20(3): 494–512.
- Yıldırım, C. & Kılınç, M. (2011). İnegöl Dağı (Amasya - Türkiye) Orman Vejetasyonu Üzerine Fitososyolojik Bir Araştırma. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 11(1): 27–43.
- Yıldırım, C. (2012). İnegöl Dağı (Gümüşhacıköy - Amasya - Türkiye) Bozuk Orman Vejetasyonu Üzerine Fitososyolojik Bir Araştırma. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 12(2): 301–312.
- Yıldırım, C., Cansaran, A., Yalçın, E. & Korkmaz, H. (2019). Syntaxonomic analysis of forests, shrubs, and steppes of Tavşan Mountain (Amasya, Turkey), *Turk J Bot* 43(3): 409–419.

**Tablo 3.** *Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis* ass. nov. hoc loco (\* holotypus relevé).

Relevé numarası	21	22	23	24	25	*26	27	28	29	30	Hayat formu	Bulunuş oranı		
Ana kaya (Kal: Kalker)	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal				
Relevé genişliği (m <sup>2</sup> )	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800				
Yükseklik (m)	1335	1294	1285	1325	1288	1280	1276	1276	1276	1280				
Bakı (K: Kuzey)	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K				
Eğim (%)	50	50	60	40	50	50	40	60	60	50				
Toprak Derinliği (cm)	25	25	30	30	25	35	35	30	25	30				
Ağaç örtüş (%)	80	80	90	90	80	90	85	90	85	80				
Ağaç boyu (m) (ortalama)	7	8	8	9	8	8	9	10	10	8				
Çalı örtüşü (%)	20	30	30	20	20	20	30	20	30	30				
Çalı boyu (m) (ortalama)	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3				
Ot örtüşü (%)	20	30	30	20	20	20	30	30	20	30				
Ot boyu (cm) (ortalama)	20	20	30	30	20	30	30	20	20	30				
<i>Cirsio pseudopersonatae-Fagetum orientalis</i>														
<i>Fagus orientalis</i>	45	44	45	45	45	55	55	45	44	45	Fa	V		
<i>Cirsium pseudopersonata</i> subsp. <i>pseudopersonata</i>	.	11	11	11	.	11	11	11	11	.	He	IV		
<i>Fagion orientalis</i>														
<i>Campanula rapunculoides</i>	.	11	11	11	.	11	11	.	11	11	Te	IV		
<i>Rhododendro pontici-Fagetalia orientalis</i>														
<i>Cyclamen coum</i> subsp. <i>coum</i>	11	.	11	11	11	11	.	11	11	.	Ge	IV		
<i>Carpino-Fagetea sylvaticae</i>														
<i>Doronicum orientale</i>	.	11	11	.	11	11	11	.	11	11	He	IV		
<i>Primula acaulis</i>	.	11	.	11	11	.	11	.	11	11	He	III		
<b>İştirakçiler</b>														
<i>Rubus sanctus</i>	.	11	11	.	11	11	11	.	11	11	Ka	IV		
<i>Acer platanoides</i>	11	.	11	11	11	.	11	11	11	.	Fa	IV		
<i>Cirsium hypoleucum</i>	11	.	11	.	11	11	11	11	11	.	He	IV		
<i>Lapsana communis</i> subsp. <i>intermedia</i>	12	12	12	.	12	12	12	.	12	12	He	IV		
<i>Clinopodium vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i>	.	11	11	11	.	11	11	11	.	11	He	IV		

<i>Lonicera orientalis</i>	.	+1	.	+1	.	+1	.	12	+1	.	Ka	III
<i>Tanacetum parthenium</i>	.	11	.	11	11	11	.	11	.	.	He	III
<i>Securigera varia</i>	+1	.	.	+1	.	+1	.	.	+1	+1	He	III
<i>Rosa canina</i>	22	.	.	12	22	.	.	12	.	12	Fa	III
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>oxycedrus</i>	.	.	11	.	.	11	11	11	11	.	Fa	III
<i>Pilosella piloselloides</i> subsp. <i>piloselloides</i>	+1	.	.	+1	+1	+1	.	+1	+1	.	He	III
<i>Teucrium chamaedrys</i>	22	.	22	12	.	22	22	.	.	12	He	III
<i>Acer campestre</i> subsp. <i>campestre</i>	.	11	.	11	.	11	11	11	.	11	Fa	III
<i>Rubus canescens</i> var. <i>canescens</i>	.	.	22	22	.	22	.	22	.	22	Ka	III
<i>Tulipa armena</i> var. <i>armena</i>	.	+1	+1	.	+1	+1	.	.	+1	.	Ge	III
<i>Crocus ancyrensis</i>	.	+1	+1	+1	.	+1	.	+1	.	+1	Ge	III
<i>Sideritis dichotoma</i>	.	12	.	.	.	12	12	12	.	12	He	III
<i>Trifolium medium</i> var. <i>medium</i>	11	.	11	.	11	11	.	.	+1	11	He	III
<i>Tussilago farfara</i>	.	+1	+1	.	+1	.	+1	.	+1	.	Ge	III
<i>Epipactis helleborine</i> subsp. <i>helleborine</i>	.	11	.	11	11	.	.	11	11	11	Ge	III
<i>Thesium billardieri</i>	.	.	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	.	He	III
<i>Trifolium repens</i> var. <i>repens</i>	.	11	.	11	.	11	11	.	11	11	He	III
<i>Carpinus betulus</i>	.	23	.	33	.	.	22	.	23	23	Fa	III
<i>Eremopoa persica</i>	11	11	11	.	11	.	11	11	.	.	Te	III
<i>Poa bulbosa</i>	.	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	.	+1	He	III
<i>Crataegus orientalis</i> subsp. <i>szovitsii</i>	11	.	.	11	.	11	11	.	11	.	Fa	III
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	12	.	12	12	.	12	12	.	12	He	III
<i>Pyracantha coccinea</i>	+1	.	.	+1	.	+1	.	+1	+1	.	Fa	III
<i>Euonymus verrucosus</i>	.	11	11	.	11	11	.	11	.	.	Fa	III
<i>Prunus divaricata</i> var. <i>divaricata</i>	+1	.	+1	+1	.	.	+1	.	+1	.	Fa	III
<i>Veronica jacquinii</i>	.	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	.	+1	He	III
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>glomerata</i>	11	11	.	+1	.	11	.	+1	11	.	He	III
<i>Crataegus microphylla</i> subsp. <i>microphylla</i>	11	11	.	.	.	11	.	.	11	.	Fa	II
<i>Sorbus umbellata</i>	.	22	.	.	22	23	.	22	.	.	Fa	II
<i>Cotoneaster nummularia</i>	11	.	11	.	.	11	.	.	.	11	Fa	II

<i>Sorbus torminalis</i> var. <i>torminalis</i>	.	12	.	.	.	12	.	22	22	.	Fa	II
<i>Corylus avellana</i> var. <i>avellana</i>	.	.	11	.	.	.	11	.	11	11	Fa	II
<i>Lathyrus aureus</i>	.	+1	.	+1	.	.	+1	.	.	+1	He	II
<i>Quercus petraea</i>	11	.	.	11	.	11	.	.	.	11	Fa	II
<i>Cota tinctoria</i> var. <i>tinctoria</i>	.	.	+1	.	+1	.	+1	.	+1	.	He	II
<i>Pyrus elaeagnifolia</i> subsp. <i>elaegnifolia</i>	.	11	.	.	.	11	.	11	11	.	Fa	II
<i>Pilosella hoppeana</i>	.	.	+1	+1	+1	.	.	+1	.	.	He	II
<i>Cephalanthera rubra</i>	11	.	.	.	11	.	.	.	11	11	Ge	II
<i>Quercus infectoria</i> subsp. <i>veneris</i>	.	11	.	.	.	11	.	.	11	11	Fa	II
<i>Viburnum lantana</i>	.	11	11	.	.	+1	.	11	.	.	Fa	II
<i>Populus tremula</i> subsp. <i>tremula</i>	.	11	.	11	.	.	.	11	11	.	Fa	II
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	11	11	11	11	.	.	He	II
<i>Centaurea urvillei</i> subsp. <i>urvillei</i>	+1	.	+1	.	.	.	+1	+1	.	.	He	II
<i>Achillea millefolium</i> subsp. <i>millefolium</i> var. <i>millefolium</i>	.	.	.	+1	+1	.	.	.	+1	+1	He	II
<i>Galanthus fosteri</i>	11	.	11	.	.	11	.	.	11	.	Ge	II
<i>Crocus speciosus</i> subsp. <i>ilgazensis</i>	+1	.	.	.	+1	+1	.	+1	.	.	Ge	II
<i>Iris histrioides</i>	.	.	.	+1	.	+1	.	.	+1	.	Ge	II
<i>Cardamine hirsuta</i>	.	+1	.	.	.	.	.	+1	.	+1	He	II
<i>Euphorbia szovitsii</i> var. <i>szovitsii</i>	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	He	I
<i>Polygala monspeliaca</i>	+1	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	He	I
<i>Polygala supina</i> subsp. <i>supina</i>	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.	He	I
<b>Açıklamalar:</b> Fa: Fanerofit; Ge: Geofit; He: Hemikriptofit; Hf: Hayat formu; Ka: Kamefit; Te: Terofit.												



**Tablo 4.** *Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii* ass. nov. hoc loco (\* holotypus relevé).

Relevé numarası	11	12	13	14	15	16	*17	18	19	20	Hayat formu	Bulunuş oranı
Ana kaya (Kal: Kalker)	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal		
Relevé genişliği (m <sup>2</sup> )	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
Yükseklik (m)	1351	1351	1335	1334	1348	1353	1359	1360	1197	1246		
Bakı (KB: Kuzeybatı)	KB	KB	KB	KB	KB	KB	KB	KB	KB	KB		
Eğim (%)	50	50	60	60	50	50	50	60	60	50		
Toprak Derinliği (cm)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Çalı örtüsü (%)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75		
Çalı boyu (m) (ortalama)	30	25	30	25	20	25	20	25	25	25		
Ot örtüsü (%)	40	40	40	50	50	40	50	45	40	50		
Ot boyu (cm) (ortalama)	35	35	40	40	35	40	40	35	35	30		
<b><i>Sideritido dichotomae-Astragaletum angustifolii</i></b>												
<i>Astragalus angustifolius</i> subsp. <i>angustifolius</i>	44	34	44	34	44	44	44	44	44	34	Ka	V
<i>Sideritis dichotoma</i>	22	.	11	22	22	11	22	.	22	22	He	IV
<i>Cyanus lanigerus</i>	.	11	.	11	.	.	11	11	.	11	He	III
<b><i>Phlomido armeniaca - Astragalion microcephali</i></b>												
<i>Teucrium chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i>	.	11	11	11	.	11	11	.	.	11	He	III
<i>Potentilla recta</i>	.	+1	.	+1	.	.	+1	.	+1	.	He	II
<b><i>Onobrychido armenae - Thymetalia leucostomi</i></b>												
<i>Galium verum</i> subsp. <i>glabrescens</i>	.	+1	.	+1	+1	.	+1	.	.	+1	He	III
<i>Allium scorodoprasum</i> subsp. <i>rotundum</i>	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	.	.	+1	Ge	III
<i>Lappula barbata</i>	11	.	11	.	.	11	11	.	.	.	He	II
<b><i>Astragalo microcephali - Brometea tomentelli</i></b>												
<i>Bromus tomentellus</i> subsp. <i>tomentellus</i>	11	11	.	11	11	.	11	11	.	11	He	IV
<i>Pilosella piloselloides</i> subsp. <i>piloselloides</i>	.	.	+1	+1	.	+1	+1	+1	+1	+1	He	IV
<i>Polygala supina</i> subsp. <i>supina</i>	.	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	+1	.	He	III
<i>Globularia trichosantha</i> subsp. <i>trichosantha</i>	12	.	12	12	.	12	.	12	12	.	He	III
<i>Scabiosa columbaria</i> subsp. <i>ochroleuca</i> var. <i>ochroleuca</i>	.	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	.	+1	He	III
<i>Festuca valesiaca</i>	+2	+1	.	+1	.	.	+1	.	+1	.	He	III

İştirakçiler												
<i>Centaurea urvillei</i> subsp. <i>urvillei</i>	+1	.	+1	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	He	IV
<i>Tanacetum argenteum</i> subsp. <i>canum</i> var. <i>canum</i>	23	.	23	.	23	23	.	23	.	23	He	IV
<i>Sedum acre</i>	.	+1	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	.	Te	III
<i>Sedum album</i>	.	11	11	.	11	11	.	11	.	11	Te	III
<i>Festuca woronowii</i> subsp. <i>turcica</i>	22	11	.	22	.	11	22	.	.	11	He	III
<i>Onosma taurica</i> var. <i>brevifolia</i>	+1	.	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	.	He	III
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>polium</i>	.	+1	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	+1	He	III
<i>Juniperus communis</i> var. <i>saxatilis</i>	.	22	22	.	.	22	23	.	.	.	Fa	III
<i>Dianthus carmelitarum</i>	+1	.	.	+1	+1	.	+1	.	.	+1	He	III
<i>Pyrus elaeagnifolia</i> subsp. <i>elaeagnifolia</i>	.	12	.	12	12	.	12	.	.	12	Fa	III
<i>Viburnum lantana</i>	.	11	.	11	11	.	.	11	11	.	Fa	III
<i>Cotoneaster nummularia</i>	.	11	11	.	11	11	.	.	.	11	Fa	III
<i>Pilosella piloselloides</i> subsp. <i>magyarica</i>	11	.	.	+1	.	+1	+1	+1	.	+1	He	III
<i>Thymus leucotrichus</i> subsp. <i>leucotrichus</i>	.	11	11		11	.	11	.	11	+1	Ka	III
<i>Centaurea pichleri</i> subsp. <i>pichleri</i>	.	.	+1	+1	.	+1	.	+1	+1	.	He	III
<i>Cerasus microcarpa</i> subsp. <i>tortuosa</i>	.	+1	.	+1	.	+1	.	.	+1	+1	Ka	III
<i>Cruciata taurica</i>	.	+1	.	.	+1	+1	+1	.	+1	.	He	III
<i>Polygala pruinosa</i> subsp. <i>pruinosa</i>	.	.	+1	+1	.	+1	.	+1	.	+1	He	III
<i>Scorzonera laciniata</i> subsp. <i>laciniata</i>	.	+1	+1	.	+1	.	+1	.	+1	.	He	III
<i>Trifolium elongatum</i>	+1	.	.	11	.	11	.	11	.	+1	He	III
<i>Hypericum origanifolium</i> var. <i>origanifolium</i>	.	+1	.	.	.	+1	+1	.	+1	+1	He	III
<i>Hypericum perforatum</i> subsp. <i>perforatum</i>	.	.	11	.	11	.	11		+1	+1	He	III
<i>Convolvulus assyricus</i>	.	22	.	23	.	22	.	23	22	.	Ka	III
<i>Asyneuma rigidum</i> subsp. <i>rigidum</i>	.	.	.	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	He	III
<i>Muscari armeniacum</i>	.	+1	.	+1	.	.	+1	.	.	+1	Ge	III
<i>Centaurea drabifolia</i> subsp. <i>cappadocica</i>	11	.	11	.	.	.	11	.	11	.	He	II
<i>Ornithogalum oligophyllum</i>	.	.	+1	.	.	+1	.	.	+1	+1	Ge	II
<i>Vinca herbacea</i>	+1	.	+1	.	+1	.	.	+1	.	.	He	II
<i>Astragalus densifolius</i> subsp. <i>amasiensis</i>	.	11	11	.	.	11	.	.	.	11	He	II

<i>Stipa bromoides</i>	.	12	.	12	.	.	.	12	12	.	He	II
<i>Sempervivum brevipilum</i>	.	.	+1	.	+1	.	+1	.	+1	.	Ge	II
<i>Salvia candidissima</i> subsp. <i>occidentalis</i>	.	+1	.	+1	.	.	+1	+1	.	.	He	II
<i>Veronica jacquinii</i>	.	+1	.	+1	.	+1	.	.	.	.	He	II
<i>Silene caryophylloides</i> subsp. <i>subulata</i>	11	.	11	.	12	.	.	.	.	.	He	II
<i>Sorbus umbellata</i>	.	+2	.	+2	.	.	+2	.	.	.	Ph	II
<i>Inula oculus-christi</i>	.	11	.	11	.	11	.	.	.	.	He	II
<i>Muscari bourgaei</i>	.	.	+1	.	+1	.	.	.	+1	.	Ge	II
<i>Ornithogalum ortophyllum</i>	+1	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	Ge	II
<i>Silene dichotoma</i> subsp. <i>dichotoma</i>	.	11	.	.	11	.	11	.	.	.	He	II
<i>Sedum pallidum</i>	.	.	.	11	11	.	.	11	.	.	He	II
<i>Crocus reticulatus</i> subsp. <i>reticulatus</i>	.	+1	.	.	+1	.	+1	.	.	.	Ge	II
<i>Marrubium cephalanthum</i>	11	.	.	.	.	.	11	.	11	.	He	II
<i>Cyclamen coum</i> subsp. <i>coum</i>	11	11	.	.	.	11	.	.	11	.	Ge	II
<i>Hyacinthella micrantha</i>	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	He	I
<i>Galanthus fosteri</i>	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	He	I
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>polymorpha</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	He	I
<i>Stachys lavandulifolia</i>	.	11	.	.	.	.	.	11	.	.	He	I
<i>Pedicularis comosa</i> var. <i>acmodonta</i>	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	+1	He	I
<i>Sideritis montana</i> subsp. <i>remota</i>	.	.	.	+1	.	.	.	.	+1	.	Te	I
<i>Genista albida</i>	.	+1	.	.	.	.	.	+1	.	.	He	I
<i>Myosotis lithospermifolia</i>	+1	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	He	I

**Açıklamalar:** Fa: Fanerofit; Ge: Geofit; He: Hemikriptofit; Hf: Hayat formu; Ka: Kamefit; Te: Terofit.

**Tablo 5.** *Marrubio vulgaris-Astragaletum microcephali* ass. nov. hoc loco (\* holotypus relevé).

Relevé numarası	1	2	*3	4	5	6	7	8	9	10	Hayat formu	Bulunuş oranı		
Ana kaya (Kal: Kalker)	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal	Kal				
Örnek parselin genişliği (m <sup>2</sup> )	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				
Yükseklik	1210	1125	1137	1129	1163	1187	1145	1122	1213	1185				
Bakı	KB	KB	KB	KB	KB	KB	KB	KB	KB	KB				
Eğim (%)	25	25	25	30	30	30	25	30	30	30				
Toprak Derinliği (cm)	30	30	35	35	40	40	40	40	35	40				
Çalı örtüsü (%)	70	80	70	80	70	70	80	80	70	70				
Çalı boyu (m) (ortalama)	30	25	30	25	30	25	30	25	25	25				
Ot örtüsü (%)	30	30	40	40	30	30	40	30	40	30				
Ot boyu (cm) (ortalama)	35	35	40	45	35	40	45	35	35	30				
<b><i>Marrubio vulgaris-Astragaletum microcephali</i></b>														
<i>Astragalus microcephalus</i> subsp. <i>microcephalus</i>	34	44	44	44	34	44	34	44	44	34	Ka	V		
<i>Marrubium vulgare</i>	11	.	12	+1	12	.	12	12	.	12	He	IV		
<b><i>Phlomidio armeniaca - Astragalion microcephali</i></b>														
<i>Teucrium chamaedrys</i> subsp. <i>chamaedrys</i>	11	.	11	11	11	.	11	11	11	11	He	IV		
<b><i>Onobrychido armenae - Thymetalia leucostomi</i></b>														
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>polium</i>	+1	+1	.	+1	.	.	+1	+1	+1	+1	He	IV		
<i>Lappula barbata</i>	.	11	11	11	.	11	11	11	11	.	He	IV		
<i>Acantholimon acerosum</i> subsp. <i>acerosum</i> var. <i>acerosum</i>	22	.	23	22	23	.	12	23	12	.	Ka	IV		
<i>Taeniatherum caput-medusae</i> subsp. <i>crinitum</i>	11	.	11	.	11	.	11	.	11	11	Te	III		
<i>Cota tinctoria</i> var. <i>pallida</i>	.	12	12	.	12	12	.	12	12	.	He	III		
<b><i>Astragalo microcephali - Brometea tomentelli</i></b>														
<i>Anthemis cretica</i> subsp. <i>tenuiloba</i>	+1	+1	+1	.	.	+1	+1	.	+1	+1	He	IV		
<i>Crepis micrantha</i>	+1	.	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	+1	Te	IV		
<i>Scutellaria orientalis</i> subsp. <i>pinnatifida</i>	.	+1	+1	+1	+1	.	+1	+1	+1	+1	Ka	IV		
<i>Cruciata taurica</i>	+1	.	+1	.	+1	.	+1	+1	.	+1	He	III		
<i>Festuca jeanpertii</i> subsp. <i>jeanpertii</i>	12	12	.	12	.	12	12	.	.	12	He	III		
<i>Erysimum smyrnaeum</i>	.	.	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	+1	He	III		

<i>Sideritis montana</i> subsp. <i>remota</i>	.		11	11	11	.	11	11	.	11	Te	III
<i>Paronychia kurdica</i> subsp. <i>kurdica</i> var. <i>kurdica</i>	12	12	12	12	.	.	12	.	12	.	He	III
<i>Eryngium campestre</i> var. <i>virens</i>	11	11	11	11	.	.	11	.	.	.	He	III
<i>Veronica multifida</i>	.	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	.	.	He	III
<b>İştirakçiler</b>												
<i>Scrophularia lucida</i>	22	.	22	+1	.	22	.	22	11	11	He	IV
<i>Scabiosa columbaria</i> subsp. <i>ochroleuca</i> var. <i>ochroleuca</i>	+1	11		11	11	.	11	11	.	11	He	IV
<i>Bromus arvensis</i>	11	.	+1	.	+1	11	11	+1	11	+1	Te	IV
<i>Plantago lanceolata</i>	11	11	11	.	.	11	.	11	11	11	He	IV
<i>Reseda lutea</i> var. <i>lutea</i>	11	.	22	22	.	22	11	.	22	11	He	IV
<i>Melica ciliata</i> subsp. <i>ciliata</i>	11	12	.	.	12	12	.	12	12	+1	He	IV
<i>Stipa bromoides</i>	12	.	12	+1	.	12	.	11	+1	+1	He	IV
<i>Poa bulbosa</i>	+1	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	.	.	He	III
<i>Aegilops umbellulata</i> subsp. <i>umbellulata</i>	.	+1	.	+1	.	.	+1	.	11	+1	Te	III
<i>Teucrium orientale</i> var. <i>orientale</i>	.	.	12	12	.	12	12	12	.	12	He	III
<i>Astragalus angustifolius</i> subsp. <i>angustifolius</i>	.	22	22	22	.	.	22	.	22	.	Ka	III
<i>Onosma taurica</i> var. <i>brevifolia</i>	12	.	12	.	12	.	11	.	12	.	He	III
<i>Astragalus karamasicus</i>	+1	.	11	+1	.	11	+1	.	.	.	He	III
<i>Veronica jacquinii</i>	.	12	.	12	12	.	.	12	.	12	He	III
<i>Centaurea carduiiformis</i> subsp. <i>carduiiformis</i> var. <i>carduiiformis</i>	11	.	11	11	.	.	+1	.	+1	11	He	III
<i>Erysimum pulchellum</i> subsp. <i>pulchellum</i>	11	+1	.	+1	.	11	.	+1	.	.	He	III
<i>Verbascum cherianthifolium</i> var. <i>asperulum</i>	11	11	.	.	11	.	11	11	.	.	He	III
<i>Cirsium arvense</i>	11	.	.	11	.	11	.	.	11	11	He	III
<i>Carthamus dentatus</i>	.	.	11	11	.	11	+1	.	.	11	Te	III
<i>Lamium amplexicaule</i> var. <i>amplexicaule</i>	.	11	+1	.	.	.	.	11	11	11	Te	III
<i>Asrtagalus brachypterus</i>	12	12	.	12	.	12	12	.	.	11	Ka	III
<i>Thymus leucotrichus</i> subsp. <i>leucotrichus</i>	12	22	12	.	.	.	22	.	12	.	Ka	III
<i>Stachys annua</i> subsp. <i>annua</i> var. <i>lycaonica</i>	+1	.	11	11	.	.	11	11	.	.	Te	III
<i>Stachys byzantina</i>	.	11	.	11	11	.	11	11	.	.	He	III
<i>Tragopogon aureus</i>	.	.	11	11	11	.	11	.	.	11	He	III

<i>Globularia trichosantha</i> subsp. <i>trichosantha</i>	11	+1	.	11	.	11	.	.	.	11	He	III
<i>Alopecurus myosuroides</i> subsp. <i>tonsus</i>	12	12	11	.	.	12	.	12	12	.	Te	III
<i>Silene dichotoma</i> subsp. <i>dichotoma</i>	.	.	11	+1	.	11	+1	.	11	.	He	III
<i>Onobrychis montana</i> subsp. <i>cadmea</i>	.	11	11	.	.	11	11	.	11	.	He	III
<i>Paronychia kurdica</i> subsp. <i>kurdica</i> var. <i>kurdica</i>	12	.	.	12	11	11	+1	12	.	.	He	III
<i>Asperula lilaciflora</i> subsp. <i>phrygia</i>	11	.	.	11	11	.	11	.	.	11	He	III
<i>Convolvulus assyricus</i>	.	.	12	12	22	.	22	22	12	.	Ka	III
<i>Allium callidictyon</i>	+1	.	+1	+1	.	.	+1	.	+1	.	Ge	III
<i>Ajuga chamaepitys</i> subsp. <i>chia</i>	+1	.	+1	+1	.	+1	.	+1	.	.	He	III
<i>Chondrilla juncea</i>	.	+1	+1	.	.	+1	.	+1	+1	.	He	III
<i>Papaver lacerum</i>	.	+1	.	.	+1	.	+1	.	+1	+1	Te	III
<i>Convolvulus cantabrica</i>	.	11	.	11	.	.	11	.	11	11	He	III
<i>Cichorium intybus</i>	.	.	11	11	.	.	11	11	.	+1	He	III
<i>Centaurea solstitialis</i> subsp. <i>solstitialis</i>	11	.	11	11	.	11	+1	.	11	.	He	III
<i>Achillea arabica</i>	+1	.	+1	+1	.	+1	.	.	.	+1	He	III
<i>Securigera varia</i>	.	.	.	11	11	11	11	.	11	11	He	III
<i>Echinops ritro</i>	.	11	11	.	11	11	11	11	.	.	He	III
<i>Echium italicum</i>	.	+1	.	+1	.	.	+1	.	+1	+1	He	III
<i>Galium verum</i> subsp. <i>glabrescens</i>	+1	.	.	+1	+1	.	+1	+1	.	.	He	III
<i>Scrophularia scopolii</i> var. <i>Scopolii</i>	.	11	11	.	11	11	11	.	.	11	He	III
<i>Lolium rigidum</i> var. <i>rigidum</i>	.	+1	+1	.	+1	+1	.	+1	+1	.	Te	III
<i>Gagea granatelli</i>	+1	+1	.	.	.	+1	+1	.	+1	.	Ge	III
<i>Crocus reticulatus</i> subsp. <i>reticulatus</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	+1	.	.	.	Ge	III
<i>Minuartia anatolica</i> var. <i>polymorpha</i>	.	11	+1	11	.	+1	11	.	.	11	He	III
<i>Scutellaria orientalis</i> subsp. <i>pinnatifida</i>	+1	.	+1	+1	.	+1	+1	+1	.	.	Ka	III
<i>Centaurea phrygia</i> subsp. <i>stenolepis</i>	+1	+1	+1	.	+1	.	.	.	.	+1	He	III
<i>Muscari bourgaei</i>	.	+1	+1	.	+1	+1	.	.	.	+1	Ge	III
<i>Iris galatica</i>	+1	.	.	+1	.	+1	.	+1	.	.	Ge	II
<i>Stipa ehrenbergiana</i>	.	.	+1	+1	.	+1	.	.	.	.	He	II
<i>Fumana procumbens</i>	.	.	+1	+1	.	+1	.	+1	.	.	He	II

<i>Carduus pycnocephalus</i> subsp. <i>albidus</i>	.	.	+1	+1	.	.	+1	.	+1	.	He	II
<i>Alyssum desertorum</i> var. <i>desertorum</i>		+1	.	.	+1	.	.	+1	.	+1	He	II
<i>Euphorbia rigida</i>	+1	.	.	.	+1	.	.	+1	.	+1	He	II
<i>Valerianella vesicaria</i>	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	Te	I
<i>Silene conica</i>	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	.	Te	I
<b>Açıklamalar:</b> Ge: Geofit; He: Hemikriptofit; Hf: Hayat formu; Ka: Kamefit; Te: Terofit.												





Research Article

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1155739>

**Below-ground Biomass and Productivity of a Grazed Site and a Neighbouring Ungrazed Exclosure in the Lowland Meadow Vegetation of the Central Black Sea Region of Türkiye**

Erkan Yalçın 

Department of Biology, Faculty of Science, University of Ondokuz Mayıs, TR-55139, Samsun, Türkiye

Correspondence: Erkan Yalçın, [eryalcin@omu.edu.tr](mailto:eryalcin@omu.edu.tr)

Received: 04.08.2022

Accepted: 29.08.2022

Published Online: 31.12.2022

**Abstract**

The subject of this study is to determine the below-ground plant biomass and annual below-ground net primary production of lowland meadows in the Central Black Sea region. This study calculated the annual average amount of below-ground plant biomass, its seasonal distribution, annual primary production, and turnover values in the ungrazed and grazed meadow stands. Below-ground plant biomass, below-ground net primary production, and turnover of grazed stands were higher than in ungrazed stands. This turnover value shows that root biomass is renewed faster in grazed areas. Grazing, annual rainfall, and soil characteristics may have led to these different results.

**Keywords:** Belowground, biomass, meadow, productivity, Türkiye

**Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesi Ova Çayır Vejetasyonunda Hayvan Otlatılan Bir Alan ve Hayvan Otlatılmayan Korunmuş Bir Komşu Arazinin Yeraltı Biyokütlesi ve Verimliliği**

**Özet**

Bu çalışmanın konusu, Orta Karadeniz bölgesindeki ova çayırlarının yer altı bitki biyokütlesini ve yıllık yer altı net birincil üretimini belirlemektir. Bu çalışmada, hayvan otlatılmayan ve otlatılan çayır topluluklarında yıllık ortalama yer altı bitki biyokütle miktarı ve mevsimsel dağılımı, yıllık birincil üretim ve devir hızı (turnover) değerleri hesaplanmıştır. Hayvan otlatılan meşcerelerin yer altı bitki biyokütlesi, yer altı net birincil üretimi ve devir hızı, hayvan otlatılmamış alanlara göre daha yüksektir. Bu devir hızı değeri hayvan otlatılan alanlarda kök biyokütlesinin daha hızlı yenilendiğini göstermektedir. Otlatma süresi/miktarı, yıllık yağış miktarı ve toprak özellikleri bu farklı sonuçlara yol açmış olabilir.

**Anahtar kelimeler:** Biyokütle, çayır, toprakaltı, Türkiye, verimlilik

**INTRODUCTION**

In meadow vegetation, underground plant stems such as rhizomes, bulbs, corms, and fine and coarse plant roots form below-ground biomass. It is reported that the below-ground biomass of meadows exceeds the above-ground biomass by several times (Gao et al. 2008). Below-ground plant biomass and net primary production are one of the most important functional and structural components of meadow ecosystems. Climate change is an urgent and potentially irreversible threat to human society and the planet (Leng et al. 2020). Root production is a critical below-ground

Suggested Citation:

Yalçın, E. (2022). Below-ground Biomass and Productivity of a Grazed Site and a Neighbouring Ungrazed Enclosure in the Lowland Meadow Vegetation of the Central Black Sea Region of Türkiye. *Türler ve Habitatlar* 3(2): 75–80.

component in mediating terrestrial carbon cycling (Wu et al. 2021). Grazing has stimulating, neutral, and suppressive effects on below-ground biomass production, depending on the density, duration, and vegetation characteristics of grazed meadows (Wang et al. 2022).

The Central Black Sea region of Türkiye has lowland meadows called E2.222-Hygromesophile Medio-European lowland hay meadows EUNIS habitat code and name (EUNIS 2022). On the other hand, there is no data on the below-ground biomass and net primary production amount of lowland meadows in Türkiye.

The aims of this study; are (1) to reveal the below-ground biomass values, annual turnover, and annual net primary production amounts of lowland meadows seasonally, (2) to determine whether the below-ground biomass and annual net primary production amounts are different in grazed and ungrazed conditions.

## MATERIAL AND METHOD

### Study area

The research area is the lowland meadows located within the borders of Samsun province in Türkiye. For the last hundred years, uncontrolled grazing has been done in these meadow areas. This study was carried out in five selected localities, and their altitudes and aspects are 2 m northeast, 2 m northwest, 3 m north, 2m southwest, and 2 m southeast, respectively. The annual average temperature of the study area is 13.66°–14.30°C, and the annual total precipitation is between 672.41 and 922.10 mm (Yalçın et al. 2016). Soil depth is 1 m on average and, soil structure is vertisol (dark grayish brown). *Paspalum distichum* L., *Ranunculus ophioglossifolius* Vill., *Trifolium repens* L. var. *repens*, *Lolium perenne*, *Cynodon dactylon* var. *dactylon*, *Plantago lanceolata*, *Potentilla reptans* L., *Rumex acetosella* L., *Hordeum geniculatum* All., *Polypogon monspeliensis* (L.) Desf., *Centaurium pulchellum* (Sw.) Druce, *Romulea ramiflora* Ten. subsp. *ramiflora*, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. var. *dactylon*, *Lotus corniculatus* L. var. *tenuifolius* L., *Bellis perennis* L., *Plantago lanceolata* L., *Lolium perenne* L., *Trifolium physodes* M.Bieb. var. *physodes* and *Medicago disciformis* DC. distribution in the floristic composition of meadow vegetation (Yalçın et al. 2014).

### Sampling of above-ground biomass and data processing

Below-ground biomass and net primary productivity measurement were performed at five localities. A 5×5 m plot was fenced per locality, and five exclosures were created in the research area (Table 1). This way, grazing was prevented, and exclosures and enclosures were formed. Four 8×16 cm wide and 20 cm deep monoliths (soil columns) were randomly taken from the ungrazed and grazed parts. Since the alluvial soil is quite clayey and below-ground biomass is hard to detect, the soil columns were kept in 0.08% sodium hypo chloride solution until they were completely softened (Dahlman & Kucera 1965). The softened soil columns were separated from the coarse soil parts by washing with the “rapid root washing” method developed by Lauenroth and Whitman (1971). Roots separated from coarse soil pieces were floated in the water, washed until no soil particles remained in 2 and 0.5 mm sieves, and dried in an oven at 60°C until the weight stabilized. The dried below-ground biomass was weighed with a precision balance, and the biomass values were determined as grams of dry weight per square meter (g dry weight. m<sup>-2</sup>) for each month. Below-ground net primary production values were reported by Singh and Yadava (1974), and calculated by Singh et

al. (1975) by summing the positive increments values in the biomass method. Accordingly, the sum of the positive increases between the two sampling periods in the below-ground yielded the annual below-ground net production. Below-ground turnover was calculated according to Dahlman and Kucera (1965).

The climate data set includes monthly precipitation and temperature in 2001–2002 from the state meteorological and local station in the study area. Descriptive statistical analyses were performed by using SPSS 20.0 version (IBM 2011). Analyzes were made according to the factorial trial design in random plots. Duncan's multiple comparison test was used to compare the means. It was determined that the variances were homogeneous ( $P > 0.05$ ) with Levene's test, and it was determined that the data were in accordance with the normal distribution with the Shapiro-Wilk test. These findings show that the results of the analysis of variance are reliable.

## RESULTS AND DISCUSSION

Dinç et al. (2018) determined an average of 420 g/m<sup>2</sup> below-ground biomass in meadows spreading at an altitude of 550 to 3400 m in the Eastern Black Sea region. Among the grazed stands in this study, the highest annual average below-ground biomass was calculated between 970.57 ± 81.92-2170.70 ± 144.71 g dry weight.m<sup>-2</sup>, while it was found between 873.02 ± 100.23-1630.28 ± 156.46 g dry weight.m<sup>-2</sup> for the ungrazed stands (Table 2).

The global average of root biomass in temperate meadows has been reported as 1400 g/m<sup>2</sup> (Jackson et al. 1996). In this study, while the biomass values measured in the non-grazed stands remained within the limits of the world average, it was observed that they exceeded the average in the grazed stands. Among the grazed stands, the highest annual average below-ground biomass was measured in the first locality in the spring and the lowest in the spring in the fourth locality. Among the ungrazed stands, the highest annual average below-ground biomass was calculated in the fourth locality in winter and the lowest in the first locality in spring. The total below-ground biomass of plants in seminatural meadow studied was characterized by their increase, mostly during the first half of the growing season (Fiala 2010).

The annual below-ground net primary productivity (BNNP) in the study area was calculated between 997.17-2487.13 g dry weight.m<sup>-2</sup>.yr<sup>-1</sup> for the grazed stands and between 902.84-1438.38 g dry weight. m<sup>-2</sup>. yr<sup>-1</sup> for the ungrazed stands (Table 3). Among the grazed stands, the highest annual below-ground net primary productivity occurred in the third locality and the lowest in the fourth locality. Among the ungrazed stands, the highest annual below-ground net primary productivity was calculated in the first locality and the lowest in the fifth locality. Meadows show highly responsive increases in net primary production to precipitation increases (Garcia-Pausas et al. 2011). However, in this study, an inverse relationship is observed between below-ground net primary production and precipitation. This controversial result suggests that the effect of changing the grazing regime on below-ground production and biomass may depend on the plant species (e.g. their tolerance to grazing) or environmental conditions (Piñeiro et al. 2010).

Annual turnover was calculated between 0.672-1.117 for grazed stands and between 0.528-0.796 for ungrazed stands. While the highest annual turnover value was calculated for the stands in the first locality, the lowest was calculated for the stands in the fourth locality. Among the grazed stands, the highest annual turnover was calculated in the third locality and the lowest in the fourth locality. For ungrazed stands, the highest annual turnover occurred in the third locality and the lowest in the fifth locality. Below-ground rate turnover has been considered a critical component of

ecosystem nutrient dynamics and C sequestration (López-Mársico et al. 2015). In this study, below-ground biomass turnover of grazed stands was higher in ungrazed stands. These data obtained in this study indicate that below-ground biomass is replaced faster in grazed areas than in ungrazed areas.

**Table 2.** Descriptive data of below-ground biomass interaction. Applications; 1: grazed, 2: ungrazed. Seasons; 1: winter, 2: spring, 3: summer, 4: fall.  $\pm$ : standard error of mean. A difference in letters indicates significant difference between means according to Duncan's test.  $P < 0.05$ .

Applications	Localities	Seasons	Mean annual biomass (g dry weight. m <sup>-2</sup> )
1	1	1	1881.89 $\pm$ 82.68b
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2170.70 <math>\pm</math> 144.71a</b>
1	1	3	1808.06 $\pm$ 154.41bcd
1	1	4	1734.06 $\pm$ 164.02bcde
1	2	1	1460.97 $\pm$ 46.57efghijk
1	2	2	1219.10 $\pm$ 89.09ijklmn
1	2	3	1541.96 $\pm$ 91.13cdefghi
1	2	4	1554.00 $\pm$ 131.44bcdefghi
1	3	1	1374.53 $\pm$ 88.80fghijkl
1	3	2	1856.85 $\pm$ 137.02bc
1	3	3	1573.75 $\pm$ 156.52bcdefgh
1	3	4	1696.52 $\pm$ 93.33bcdef
1	4	1	1105.29 $\pm$ 61.98lmno
1	4	2	970.57 $\pm$ 81.92mno
1	4	3	1246.55 $\pm$ 81.61hijklm
1	4	4	1139.41 $\pm$ 87.68klmno
1	5	1	1326.76 $\pm$ 93.41ghijkl
1	5	2	1616.48 $\pm$ 53.44bcdefg
1	5	3	1643.54 $\pm$ 65.18bcdefg
1	5	4	1469.99 $\pm$ 114.16defghijk
2	1	1	1477.84 $\pm$ 118.59defghijk
2	1	2	1630.28 $\pm$ 156.46bcdefg
2	1	3	1452.13 $\pm$ 89.92efghijk
2	1	4	1489.32 $\pm$ 92.45defghij
2	2	1	1419.55 $\pm$ 110.69efghijkl
2	2	2	1371.26 $\pm$ 63.15fghijkl
2	2	3	1555.07 $\pm$ 91.03bcdefghi
2	2	4	1500.03 $\pm$ 41.71defghij
2	3	1	1192.60 $\pm$ 61.74jklmno
2	3	2	1145.25 $\pm$ 93.37klmno
2	3	3	1496.81 $\pm$ 101.57defghij
2	3	4	972.97 $\pm$ 68.84mno
<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>873.02 <math>\pm</math> 100.23o</b>
2	4	2	1093.37 $\pm$ 59.76lmno

2	4	3	1305.53 ± 88.27ghijkl
2	4	4	914.77 ± 80.58no
2	5	1	1411.69 ± 73.83efghijkl
2	5	2	1511.62 ± 112.36defghij
2	5	3	1623.21 ± 107.30bcdefg
2	5	4	1428.85 ± 63.44efghijkl

**Table 3.** Grazed and ungrazed below-ground net primary productivity (BNPP), turnover values, annual precipitation and temperature data in different localities of the study area.

	Localities				
	1	2	3	4	5
Grazed BNPP (g dry weight.m <sup>-2</sup> .yr <sup>-1</sup> )	2265.67	1653.04	2487.13	997.17	1151.45
Ungrazed BNPP (g dry weight.m <sup>-2</sup> .yr <sup>-1</sup> )	1438.38	1132.10	1303.61	1091.18	902.84
Grazed Turnover	0.921	0.874	1.117	0.672	0.675
Ungrazed Turnover	0.737	0.639	0.796	0.735	0.528
Precipitation (mm)	672.41	672.43	895.24	895.28	922.10
Temperature (°C)	13.66	13.69	14.30	13.91	13.85

We found that the seasonal dynamics of below-ground biomass as well as BNPP depend on the effects of grazing and climatic conditions of each growing season. In conclusion, it is seen that below-ground biomass dynamics are determined, first by grazing and then by climatic conditions. Above-ground grazing by large herbivores determines vegetation composition and structure and ecosystem functioning.

#### AUTHOR CONTRIBUTION STATEMENT

In this study; the study idea and design, data collection, analysis and interpretation of the results, and drafting of the article were made by Erkan Yalçın.

#### REFERENCES

- Dahlman, R.C. & Kucera, C.L. (1965). Root productivity and turnover in native prairie. *Ecology* 46(1–2): 84–89. DOI: <https://doi.org/10.2307/1935260>.
- Dinç, M., Duman, A., Tüfekçioğlu, M. & Tüfekçioğlu, A. (2018). Biomass allocation in relation to precipitation, temperature and soil properties in the grassland of Çoruh River Basin, Turkey: Using structural equation modelling with Amos. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science* 8(3): 457–470. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijees834>.
- EUNIS (2022). The European Nature Information System. Habitat types search. <https://eunis.eea.europa.eu/index.jsp> [09.05.2022].
- Fiala, K. (2010). Below-ground plant biomass of grassland ecosystems and its variation according to ecological factors. *Ekológia (Bratislava)* 29(2): 182–206. DOI: [https://doi.org/10.4149/ekol\\_2010\\_02\\_182](https://doi.org/10.4149/ekol_2010_02_182).

- Gao, Y.Z., Giese, M., Lin, S., Sattelmacher, B., Zhao, Y. & Brueck, H. (2008). Below-ground net primary productivity and biomass allocation of a grassland in Inner Mongolia is affected by grazing intensity. *Plant Soil* 307(1): 41–50. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9579-3>.
- García-Pausas, J., Casals, P., Romanyà, J., Vallecillo, S. & Sebastià, M.T. (2011). Seasonal patterns of below-ground biomass and productivity in mountain grasslands in the Pyrenees. *Plant Soil* 340(1): 315–326. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0601-1>.
- IBM (2011). IBM SPSS Statistics for Windows. Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. Released.
- Jackson, R.B., Canadell, J., Ehleringer, J.R., Mooney, H.A. & Sala, O.E. (1996). A global analysis of root distributions for terrestrial biomes. *Oecologia* 108(3): 389–411. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00333714>.
- Lauenroth, W.K. & Whitman, W.C. (1971). A rapid method for washing roots. *Journal of Range Management* 24: 308–309.
- Leng, R., Yuan, Q., Wang, Y., Kuang, Q. & Ren, P. (2020). Carbon balance of grasslands on the Qinghai-Tibet plateau under future climate change: A review. *Sustainability* 12(2): 533. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12020533>.
- López-Mársico, L., Altesor, A., Oyarzabal, M., Baldassini, P. & Paruelo, J.M. (2015). Grazing increases below-ground biomass and net primary production in a temperate grassland. *Plant Soil* 392(1): 155–162. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2452-2>.
- Piñeiro, G., Paruelo, J.M., Oesterheld, M. & Jobbágy, E.G. (2010). Pathways of grazing effects on soil organic carbon and nitrogen. *Rangeland Ecology & Management* 63(1): 109–119. DOI: <https://doi.org/10.2111/08-255.1>.
- Singh, J.S. & Yadava, P.S. (1974). Seasonal variation in composition, plant biomass and net primary productivity of a tropical grassland at Kurukshetra, India. *Ecological Monographs* 44(3): 351–376. DOI: <https://doi.org/10.2307/2937034>.
- Singh, J.S., Lauenroth, W.K. & Steinhorst, R.K. (1975). Review and assessment of various techniques for estimating net aerial primary production in grasslands from harvest data. *Bot Rev* 41: 182–232. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02860829>.
- Wang, Y., Pei, W., Cao, G., Guo, X. & Du, Y. (2022). Response characteristics of grassland ecosystem biomass to grazing intensity in China. *Grassland Science* 68(2): 193–201. DOI: <https://doi.org/10.1111/grs.12346>.
- Wu, Y., Zhu, B., Eissenstat, D.M., Wang, S., Tang, Y. & Cui, X. (2021). Warming and grazing interact to affect root dynamics in an alpine meadow. *Plant Soil* 459(1): 109–124. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04681-3>.
- Yalçın, E., Kılınc, M., Kutbay, H.G., Bilgin, A. & Korkmaz, H. (2014). The lowland meadow vegetation of the central Black Sea region of Turkey. *Ekoloji* (23)91: 36–51. DOI: <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2014.916>.
- Yalçın E., Doğan, A. & Akçin, A. (2016). Effects of grazing on soil parameters in meadow ecosystems. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry* 44(2): 161–171. DOI: <https://doi.org/10.15671/HJBC.20164418124>.





## Araştırma Makalesi

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1167966>

### Türkiye’den Yeni Bir Tür, *Centaurea ankarica* (Cardueae, Asteraceae)

Tuna Uysal <sup>1,\*</sup>, Meryem Bozkurt <sup>1</sup>, Ergin Hamzaoğlu <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, TR-42130, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Gazi Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, TR-06500, Ankara, Türkiye

\*Yazışmadan sorumlu yazar: Tuna Uysal, [tuysal@selcuk.edu.tr](mailto:tuysal@selcuk.edu.tr)

Geliş: 28.08.2022

Kabul: 02.10.2022

Çevrimiçi Yayın: 31.12.2022

#### Özet

Ankara çevresinden 2021 ve 2022 yıllarında toplanan ilginç *Centaurea* örnekleri *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* ve komşu ülke floralarından yararlanılarak incelendi. İnceleme sonucunda, morfolojik ve moleküler çalışmalar ışığında Orta Anadolu’dan (Türkiye) yeni bir “peygamberçiçeği” türü, *Centaurea ankarica* (sek. *Centaurea*), tanımlandı. Yeni tür morfolojik olarak *Centaurea olympica* ve *C. polyclada* ile benzer olmasına rağmen, gövde boyu, görünümü ve dallanması, yaprak tipi, involukrum boyu, sil rengi, aken tüylülüğü ve boyu gibi karakterler nedeniyle bu türlerden kolayca ayrılır. *Centaurea ankarica*, Ankara ilinde yaklaşık 1300–1880 metreler arası yükseklikteki bozkırlarda yetişir. Oysaki *Centaurea olympica* ve *C. polyclada* Bursa, Kütahya, Çanakkale, Balıkesir ve İzmir illerinde 0–1200 metre arası yükseklikteki orman ve maki açıklıklarında yetişir. Bu çalışmada yeni türün detaylı betimlemesi, habit ve çiçek resimleri, korolojisi ve bazı ekolojik özellikleri verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ankara, Cardueae, *Centaurea*, endemik, filogeni, Türkiye

### A New Species from Türkiye, *Centaurea ankarica* (Cardueae, Asteraceae)

#### Abstract

Interesting *Centaurea* specimens collected from the vicinity of Ankara in 2021 and 2022 were examined using the *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* and neighbouring countries. As a result of the examinations, a new “knapweed” species, *Centaurea ankarica* (sect. *Centaurea*), was identified from Central Anatolia in light of morphological and molecular studies. Although the new species is morphologically similar to *Centaurea olympica* and *C. polyclada*, it is easily differentiated from these species due to characters such as stem length, habit and branching, leaf type, involucre length, cilia color, achene hairiness and length. *Centaurea ankarica* grows in steppes between 1300–1880 meters in the province of Ankara. Whereas, *Centaurea olympica* and *C. polyclada* grow in forest and maquis clearings between 0–1200 meters in Bursa, Kütahya, Çanakkale, Balıkesir and İzmir provinces. Detailed description of the new species is given with its holotype and flower pictures, chorology and some ecological features.

**Keywords:** Ankara, Cardueae, *Centaurea*, endemic, phylogeny, Türkiye

#### GİRİŞ

*Centaurea* L. (Asteraceae) yüksek endemizm oranı ve Türkiye dâhil çeşitli ülkelerde keşfedilen birçok yeni tür nedeniyle oldukça popüler ve dikkat çekici bir cinstir (Wagenitz 1975; Yıldırım 2012; Bancheva vd. 2014; Bona 2015; Negaresh vd. 2015; Pınar 2016, Uysal & Hamzaoğlu 2017; Behçet vd. 2017; Armağan & Uysal 2018; Negaresh & Rahiminejad 2018; Şirin vd. 2019; Hamzaoğlu

#### Önerilen Alıntı:

Uysal, T., Bozkurt, M. & Hamzaoğlu, E. (2022). Türkiye’den Yeni Bir Tür, *Centaurea ankarica* (Cardueae, Asteraceae). *Türler ve Habitatlar* 3(2): 81–93.



& Koç 2020; Özbek 2021). *Centaurea* cinsi içerisindeki taksonomik problemleri çözmek amacıyla uzun zamandır farklı araştırmacılar tarafından çeşitli yöntem ve yaklaşımlar uygulanmıştır (Romaschenko vd. 2004; Garcia-Jacas vd. 2001; 2006; Uysal vd. 2009; 2010; 2015; Hilpold vd. 2014). Bu çalışmalar sonucunda bazı türler cinsten ayrılarak *Psephellus* Cass. ve *Rhaponticoides* Vaill. gibi farklı cinslere dahil edilmiştir (Wagenitz & Hellwig 2000; Greuter 2003; Greuter & Raus 2009). *Centaurea* s.l. yaklaşık olarak 790 geçerli tür içermektedir (WFO 2022). Cinsine ait türlerin büyük çoğunluğu Akdeniz ve Yakın Doğu'da, az bir kısmı ise Kuzey Avrasya, Kuzey ve Doğu Afrika, Kuzey Amerika ve Avustralya'da yetişmektedir (Bremer 1994, Wagenitz & Hellwig 1996, Hellwig 2004, Susanna & Garcia-Jacas 2009).

Birçok türü farklı cinslere aktarılmasına rağmen, Türkiye *Centaurea* cinsinin hâlâ ana çeşitlilik merkezi durumundadır. Her geçen gün yeni türlerin keşfedilmesi bu durumu destekleyen güçlü bir kanıttır (Yıldırım 2012; 2018; Köse & Alan 2013; Bancheva vd. 2014; Bancheva & Kaya 2015; Bona 2015; 2016; Negaresh vd. 2015; Yüzbaşıoğlu vd. 2015; Kültür vd. 2016; Pınar 2016, Uysal vd. 2016; 2017; Uysal & Hamzaoğlu 2017; Behçet vd. 2017; Armağan & Uysal 2018; Negaresh & Rahiminejad 2018; Şirin vd. 2019; 2020; 2022; Hamzaoğlu & Koç 2020; Duman vd. 2021, Özbek 2021). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)* eserine göre *Centaurea* cinsi Türkiye'de 194 takson ile temsil edilirken, son eklenen yeni tür ve kayıtlarla bu sayı 220'ye ulaşmıştır (Uysal 2012; Hamzaoğlu & Koç 2020, Duman vd. 2021, Özbek 2021; Şirin vd. 2022). Bu taksonlardan 133'ü endemik olup, cinsin Türkiye için endemizm oranı % 60'tır. Bu çalışma ile morfolojik ve moleküler verilere dayanarak *Centaurea* cinsi için bilim dünyasına yeni bir tür tanıtılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Ankara çevresinden 2021 ve 2022 yıllarında toplanan bazı ilginç *Centaurea* örnekleri *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* ve komşu ülke floralarından yararlanılarak incelenmiştir (Wagenitz 1975; 1980; Tutin vd. 1980; Tzvelev 2001). Toplanan örnekler KNYA, B, E, G, K ve P herbaryumlarında bulunan örneklerle kıyaslanmıştır. Aken mikro-morfolojisinin belirlenmesi kapsamında yapılan SEM çekimleri, yeni ve yakın türlere ait akenlerin (en az 10 adet) farklı konsantrasyonlarda alkol (%70, %80, %96 ve %100) kullanılarak yapılan dehidrasyon işleminden sonra gerçekleştirilmiştir (Kashi vd. 2014). Altın ile kaplanmasından sonra, aken yüzeylerine ait farklı büyütmelerdeki görüntüler yüksek vakum altında ZEISS EVO LS-10 marka taramalı elektron mikroskopunda (SEM) çekilmiştir.

Moleküler çalışma için yeni türe ait KNYA herbaryumunda bulunan örnekten DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir (Doyle JJ & Doyle JL 1987; Soltis vd. 1991; Cullings 1992). ITS bölgesinin amplifikasyonu, Garcia-Jacas vd. (2009) metoduna göre yapılmıştır. PCR amplifikasyonları için ITS1-ITS4 primerleri kullanılmıştır (White vd. 1990). Dış gruplar ve yeni türler ilişkili taksonların ITS sekansları gen bankasından indirilmiştir. Elde edilen tüm diziler Bioedit programı (versiyon 7.0.5.3) ile hizalanmıştır (Hall 1999). Parsimony analizi için PAUP programı (sürüm 4.0b10) kullanılmış ve TIMeF+G AIC'deki en uygun model olarak tespit edilmiştir (Swofford 2002). Ayrıca, tutumluluk (RI), tutarlılık (CI) ve homoplasi (HI) indeksleri hesaplanmıştır. Bayesiyen (BS) analizleri için (Felsenstein 1985) MrBayes 3.2 (Ronquist vd. 2012) programı kullanılmıştır.  $1,6 \times 10^6$  nesil sayısı için her biri dört zincirli iki bağımsız yürütme gerçekleştirilmiş ve ağaçlar her 100 döngüde bir örneklenmiştir. Durağan dağılım üzerine konvergans, ayrılma frekanslarının ortalama standart sapması iki bağımsız yürütme arasında 0,01 değerinin altında olup olmadığı kontrol edilerek doğrulanmıştır. Örneklenen ağaç arasından çoğunluk-kuralı uyumluluk ağacı oluşturularak tahmin

edilmiştir. Ağaç, FigTree v1.4.0 (<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>) programı ile grafiksel olarak görüntülenmiştir.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### Taksonomik işlem

Morfolojik ve moleküler verilerin bir arada değerlendirilmesi sonucu, Ankara'dan (Çubuk, Çankaya ve Elmadağ) toplanan örneklerin *Centaurea polyclada* ve *C. olympica* (sek. *Centaurea*) türlerine yakın, ancak bazı farklılıklar nedeniyle bilim dünyası için yeni bir tür olduğuna karar verilmiştir (Wagenitz 1975).

*Centaurea ankarica* Uysal & Hamzaoglu, **sp. nov.** (sek. *Centaurea*)

**Tip.** Türkiye. **Ankara:** Çubuk, Karagöl yolu, Ovacık köyü yol ayrımından sonra c. 2 km, 1300 m, *Hypericum heterophyllum* Vent. topluluğu, bozkır, 22.07.2021, *E.Hamzaoglu* 7927 (**holotip:** KNYA; **izotip:** GAZI, ANK, HUB) (Şekil 1–2).

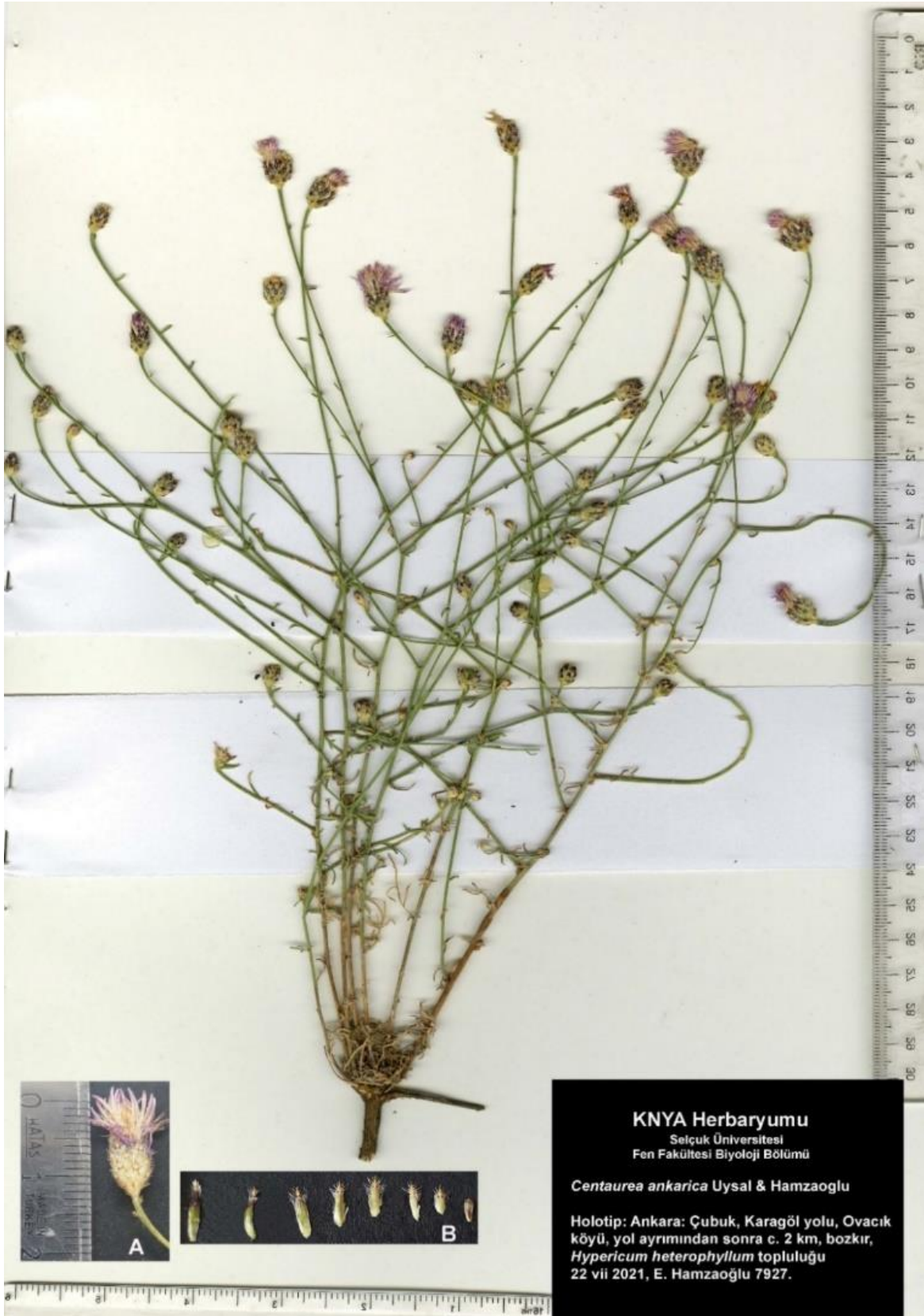
**Paratip.** Türkiye. **Ankara:** Elmadağ, Hasanoğlan kuzey-kuzeybatısı, İdris Dağı, 1880 m, bozkır, 13.08.2022, *E.Hamzaoglu* 8039 (KNYA, GAZI, ANK, HUB); Çankaya, Yakupabdal ve Kömürcü köyleri arası, c. 5. km, 1705 m, bozkır, 07.08.2021, *E.Hamzaoglu* 7948 (KNYA, GAZI, ANK, HUB).

**Diagnosis.** *Centaurea ankarica* is related to *C. polyclada* and *C. olympica*. It differs from these species with its; procumbent or decumbent stems (not erect), long successive branches from the base (not short branch from above), 6–10 mm long involucre (not 8–13 mm long), white appendage cilia (not cream or reddish-brown), 2,0–2,3 mm long and glabrous achenes (not 2,2–2,9 mm and sparsely long hairy).

**Diyagnoz.** *Centaurea ankarica* *C. polyclada* ve *C. olympica* türlerine benzer, fakat gövdesinin yatık-sürünücü veya yatık-yükselici (dik değil), tabandan itibaren uzun ardışık dallı (üstten kısa dallı değil), orta ve üst gövde yapraklarının basit (parçalı değil), involukrumunun 6–10 mm boyunda (8–13 mm boyunda değil), apendaj kirpiklerinin beyaz (krem veya kırmızımsı-kahverengi değil), akenlerinin 2,0–2,3 mm boyunda ve tamamen tüysüz (2,2–2,9 mm boyunda ve seyrek uzun tüylü değil) olması ile onlardan farklıdır.

**Betimleme.** Tabanda odunlaşmış çok yıllık otlar. Gövdeler yatık-sürünücü veya yatık-yükselici, 7–30 cm boyunda, seyrek örümcek ağsı tüylü, tabandan itibaren uzun ardışık dallı, birincil dallar 3–13 cm uzunluğunda, ikincil dallar 0,5–5,5 cm uzunluğunda ve 1–2-kapitulumlu. Taban yaprakları çiçeklenme evresinde genellikle kuruyucu-dökülücü, 1-pinnatisek veya 1-pinnatifit, 1–3,2 × 0,5–1,5 cm, 2–4 çift segmentli, segmentler şeritsi, 1,5–8 × 0,3–0,5 mm, kısa yumuşak veya seyrek örümcek ağsı tüylü; alt gövde yaprakları taban yapraklarına benzer, orta ve üst gövde yaprakları basit. İnvolutrum 6–10 × 4,5–6 mm, dar yumurtamsı-dikdörtgensi, tüysüz veya seyrek kısa yumuşak tüylü; fillariler 5–6-sıralı, dikdörtgensi, boyuna 4–5-omurgalı, yeşilimsi; dış fillariler 2–3 × 0,8–1,0 mm; orta fillariler 3,1–5,2 × 1,1–1,3 mm; iç fillariler 5,3–7,8 × 1,0–1,2 mm, üste doğru morumsu. Apendajlar 0,8–1,4 × 0,7–1,2 mm, üçgensel, saman rengi, tabanda kahverengimsi benekli veya ± tümü siyahımsı-kahverengi, kenarlarda 4–7 çift kirpikli, kirpikler 0,7–1,5 mm boyunda, yükselici, şeffaf, beyaz, zarımsı, uç diken düz ve kısa, 0,3–0,6 mm. Çiçekler tüpsü, 10–12 mm boyunda, pembe, leylak veya beyazımsı, kenardakiler hafifçe ışınal, filamentler çiçek renginde; tüp 6–7 mm boyunda; loblar 5–6 mm boyunda, şeritsi-mızraklı; anterler 4.5–5.5 mm, uçta sivri-küt, pembemsi. Akenler 2,0–2,3 × 0,9–1,3 mm, dar ters yumurtamsı, tüysüz, parlak, siyahımsı; pappus yok.

**Etimoloji.** Yeni türün epiteti, yayılışı göz önüne alınarak Türkiye'nin başkenti Ankara'ya ithaf edilmiştir.



Şekil 1. *Centaurea ankarica* holotip örneği. A: Kapitulum, B: Filariler (içten dışa) ve aken.

**Türkçe isim.** *Centaurea ankarica*'ya, yetiştiği ilden esinlenerek Türkçe “ankara peygamber çiçeği” ismi verilmiştir.

**Habitat ve ekoloji.** *Centaurea ankarica* Ankara il sınırları içinde (Çubuk, Çankaya, Elmadağ) 1300–1880 metreler arasındaki bozkırları tercih eder. Türün çiçeklenme dönemi temmuz-ağustos ayları arasındadır. *Hypericum heterophyllum* Vent., *Thymus sipyleus* Boiss., *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Inula montbretiana* DC., *Koeleria pyramidata* (Lam.) P.Beauv., *Bromus tomentellus* Boiss., *Paronychia kurdica* Boiss., *Acantholimon acerosum* (Willd.) Boiss., *Ziziphora tenuior* L. ve *Erysimum crassipes* Fisch. & C.A.Mey. türün yetişme ortamında sıklıkla gözlenen türlerdir.

**Moleküler analizler.** Filogenetik karşılaştırma için *Centaurea* cinsinin sekiz seksiyonuna ait 50 takson ve 2 dış grup kullanılmıştır. Çalışılan DNA sekansının toplam uzunluğu 611 baz çiftidir ve bu sekansın 74'ü parsimoni-informatik karakterdir. Parsimoni ve Bayesiyen analizlerinden elde edilen topolojiler aynıdır.

### Taksonomik notlar

*Centaurea* seksiyonu küçük kapitulumlara sahip olması nedeniyle *Centaurea* cinsi içerisinde en az dikkat çeken gruplardan birisidir (Wagenitz 1975). Saha çalışmaları sırasında gözlemlenen türlerin çoğunluğu *Centaurea virgata* Lam. olarak düşünülmekte ve herbaryum incelemelerine yansıyan bu ön yargılı bakış çok sayıda hatalı teşhise neden olmaktadır. Bazı benzerlikleri olmasına karşın, *Centaurea ankarica* habit olarak *C. polyclada* ve *C. olympica* türlerinden oldukça farklıdır. *Centaurea polyclada* ve *C. olympica* bireylerinde gövdeler dik iken, *C. ankarica* bireylerinde gövdeler yatık-sürünücü veya yatık-yükselcidir. Gövde dallanması bakımından, *Centaurea polyclada* bireylerinde üstten sık kısa çatallı ve *C. olympica* bireylerinde üstten seyrek uzun dallanma görülürken, *C. ankarica* bireylerinde tabandan başlayarak üste kadar gövdenin toprağa değen kısmının aksi yönünde uzun ardışık dallanma görülür (Şekil 1, Tablo 1).

*Centaurea* seksiyonu içinde, *C. yozgatensis* Wagenitz, *C. sakariyaensis* Uysal & Dural ve *C. tuzgoluensis* Aytaç & H.Duman gibi sürünücü gövdeye sahip başka türler olmasına rağmen, *C. ankarica* bu türlerden bozkır habitatlarda yetişmesi (kayalık veya tuzlu bataklık değil), apendaj uç dikeninin 0,3–0,6 mm olması (dikensiz veya 2–2,5 mm değil) ve gövdenin seyrek örümcek ağsı tüylü olması (yoğun kaba tüylü değil) ile kolayca ayrılır (Wagenitz 1975, Vural vd. 2006, Uysal vd. 2017).

Oluşturulan filogenetik ağaç, yeni türün *Centaurea* seksiyonu içerisinde yer aldığını doğrulamaktadır (Şekil 3). *Centaurea ankarica*'nın morfolojik açıdan yakın ilişkili olduğu *C. polyclada*, ITS sekansı olmadığından filogenetik ağaçta yer almamıştır. Bununla birlikte, morfolojik olarak *Centaurea polyclada*, *C. olympica* ve *C. ankarica* yakın türlerdir ve üçü de *Centaurea* seksiyonunda yer alır. *Centaurea ankarica*, aynı seksiyonda yer alan ve morfolojik açıdan yakın ilişki içinde olduğu *C. olympica* ile değil, apendajları neredeyse yuvarlak, daha sert, kenarı düz veya düzensiz dişli türler içeren *Phalolepis* (Cass.) DC. seksiyonuna ait *C. aphrodisea* Boiss. ve bu karakter açısından geçiş teşkil eden *C. mengeniensis* Uysal & Şirin ile aynı dalda yer almıştır (Şirin vd. 2022; Wagenitz 1975). Bu durum *Centaurea polyclada*'nın filogetik ağaçta yer almamasından doğan eksikliği önemli ölçüde gidermektedir. Ortaya çıkan bu ilginç durum, yeni tür ile yakın ilişkili olduğu türler arasında filogenetik açıdan çıkarım yapmayı zorlaştırmaktadır. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* adlı eserde *Phalolepis* ve *Acrolophus* (Cass.) DC. seksiyonları içerisinde değerlendirilen türlerin filogenetik ağaçta iç içe yer alması ve tartışılan karaktere uygun bir gruplanmanın oluşmaması, apendaj doku ve morfolojisine dayalı olarak yapılan seksiyonal ayrımın yapay olduğunu göstermektedir (Wagenitz 1975). Bu moleküler veriye dayanarak genel bir çıkarım

yapılacak olursa, küçük kapitulumlu *Centaurea* taksonlarının apendajlarında görülen dokusal ve morfolojik farklılıkların geniş bir varyasyon gösterdiği ve seksiyon gibi cins altı taksonların belirlenmesinde taksonomik değerinin düşük olduğu söylenebilir.

**Tablo 1.** *Centaurea ankarica* ve benzer türlerin morfolojik olarak karşılaştırılması.

Karakterler	<i>C. ankarica</i>	<i>C. polyclada</i>	<i>C. olympica</i>
Gövde boyu	7–30 cm	25–60 cm	30–50 cm
Gövde duruşu	yatık-sürünücü veya yatık-yükselici	dik	dik
Dallanma	tabandan itibaren uzun ardışık dallı	üstten sık çatallı kısa dallı	üstten seyrek uzun dallı
Taban ve alt gövde yaprakları	1-pinnatifit	1–2-pinnatifit	1–2-pinnatifit
Orta ve üst gövde yaprakları	basit	parçalı	parçalı
İnvolukrum	6–10 mm boyunda, yumurtamsı-dikdörtgensel, tepeye doğru daralma yok	8–10 mm boyunda, yumurtamsı-konik, tepeye doğru daralmış	10–13 mm boyunda, yumurtamsı, tepeye doğru daralmış
Filariler	yeşilimsi, boyuna 4–5-omurgalı, iç filariler üste doğru morumsu	Fildişi renkli, boyuna 3–5-omurgalı, tamamen aynı renkte	Fildişi renkli, boyuna 4–6-omurgalı, tamamen aynı renkte
Apendajlar	saman rengi, tabanda kahvemsî benekli veya ± tamamen siyahımsı-kahverengi, 4–7 çift yükselici kirpikli, kirpikler beyaz ve 0,7–1,5 mm boyunda	saman rengi veya kremsî, kirpiksiz veya 3–5-çift yatay kirpikli, kirpikler krem ve 0,3–1 mm boyunda	kahverengi, 4–6 çift yükselici kirpikli, kirpikler krem veya kırmızımsı-kahverengi ve (1–)1,5–2 mm boyunda
Akenler	2,0–2,3 mm boyunda, tüysüz	2,2–2,9 mm boyunda, yüzeyde seyrek uzun tüylü	2,4–2,6 mm boyunda, yüzeyde seyrek uzun, hilumda sakalsı tüylü
Habitat	bozkır, 1300–1880 m	orman, maki, kuru çayır, 0–500 m	orman, 500–1200 m

### *Centaurea ankarica* ve yakın ilişkili türler için teşhis anahtarı

- Gövdeler yatık-sürünücü veya yatık-yükselici, 7–30 cm boyunda, tabandan itibaren uzun ardışık dallı; orta ve üst gövde yaprakları basit; involukrum tepeye doğru daralmamış; iç fillariler üste doğru morumsu; akenler tüysüz ..... **ankarica**
- Gövdeler dik, 25–60 cm boyunda, üstten seyrek kısa dallı; orta ve üst gövde yaprakları parçalı; involukrum tepeye doğru daralmış; tüm fillariler aynı renkte; akenler tüylü ..... **2**

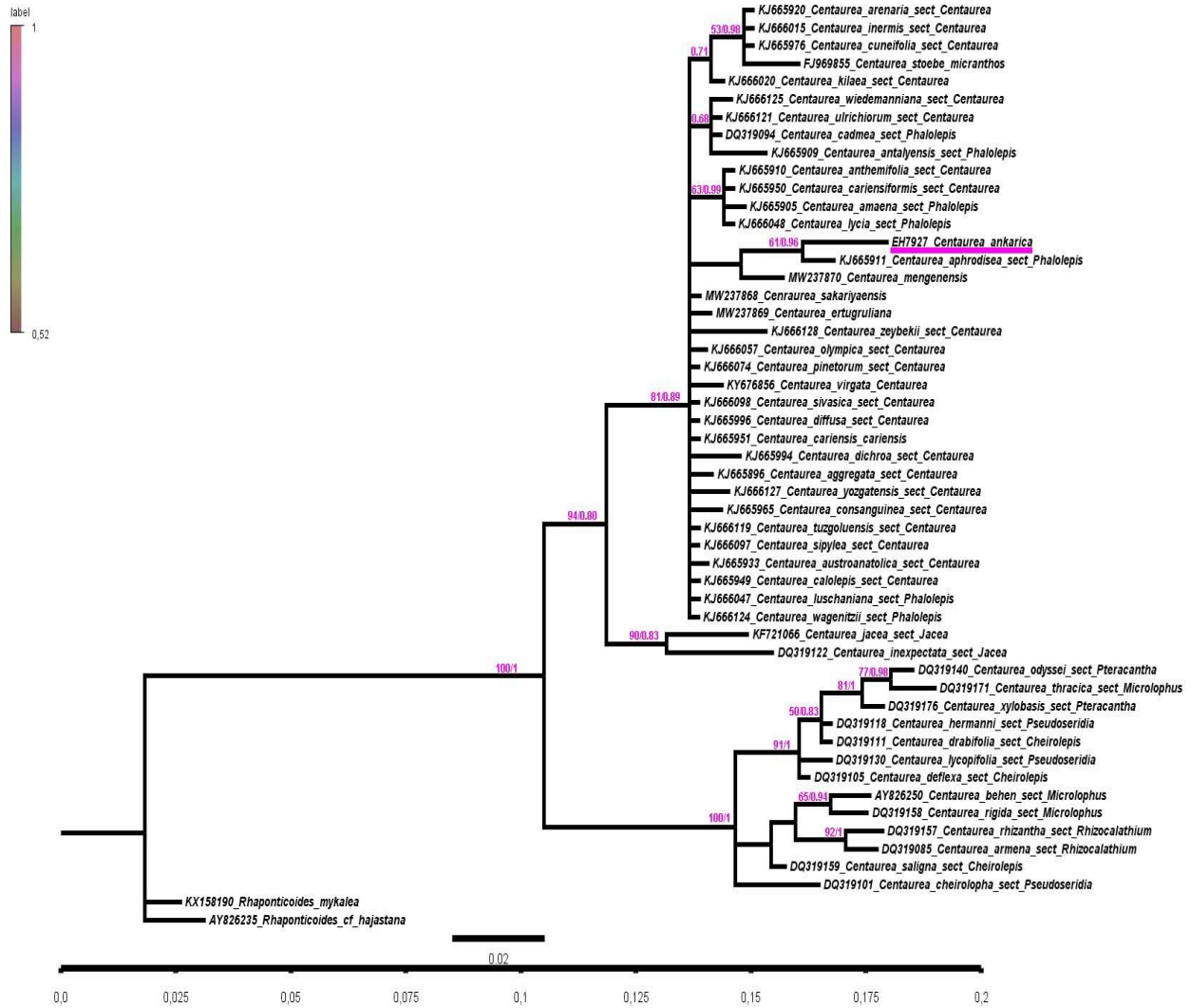


2. Bazı ikincil veya üçüncül dallar çok kısa; involukrum 8–10 mm boyunda; apendaj kirpikleri krem ve 0.3–1 mm boyunda; orman, maki veya kuru çayırlarda yetişir, 0–500 metre aralığındaki yükselteleri tercih eder ..... *polyclada*
- Kısa yan dal yok; involukrum 10–13 mm boyunda; apendaj kirpikleri krem veya kırmızımsı-kahverengi ve (1–)1.5–2 mm boyunda; ormanlarda yetişir, 500–1200 metre aralığındaki yükselteleri tercih eder ..... *olympica*



Şekil 2. *Centaurea ankarica* (1A–1B), *C. polyclada* (2A–2B) ve *C. olympica* (3A–3B) türlerinin kapitulum ve aken görünümleri.

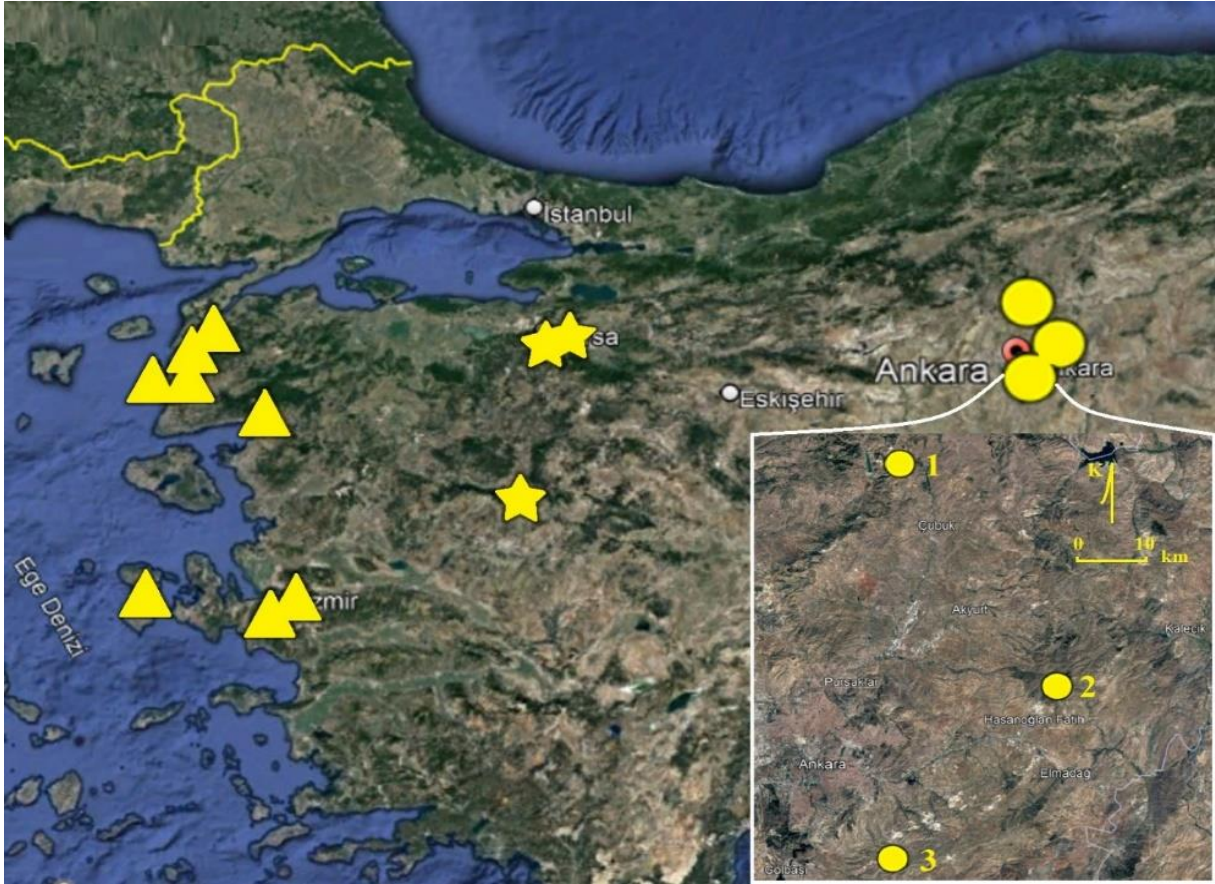




Şekil 3. ITS verilerine dayalı Parsimony ve Bayesian analizlerinden elde edilen kombine ağaç (CI: 0.685, RI: 0.874, HI: 0.315).

### Yayılış ve koruma durumu

*Centaurea ankarica* türü şimdilik Ankara il sınırları içinde tespit edilen üç popülasyondan bilinmektedir (Şekil 4). Bu üç popülasyonun yaşam alanı yaklaşık 12 km<sup>2</sup>, muhtemel yayılış alanı ise yaklaşık 1000 km<sup>2</sup>'dir. Türün tespit edildiği Çubuk popülasyonunda yaklaşık 800, Elmadağ popülasyonunda yaklaşık 250 ve Çankaya popülasyonunda yaklaşık 500 birey sayılmıştır. Tür bozkır habitatının tercih eder. Bu üç popülasyona yakın alanlarda ve Ankara il sınırları içerisinde çok miktarda benzer habitat mevcuttur. Ayrıca apendaj uçlarının dikensi olması, türü çiftlik ve yaban hayvanlarının tamamen yemesine karşı koruyan önemli bir özelliktir. Türün tohumların olgunlaştığı dönemde (ağustos-ekim ayları arası) kısmen yenmesi, dağılışa olumlu etki (endozookori) yapmaktadır. Öte yandan Ankara gerek doğumlar ve gerekse başkent olması nedeniyle içe göç yoluyla her geçen gün nüfusu artan bir ildir. Bu durum il genelinde yapılaşmanın artmasına neden olmaktadır. Şehirleşmenin tür için uzak gelecekte bir tehdit oluşturabileceği söylenebilir. Mevcut veriler ve varsayımlar birlikte değerlendirildiğinde *Centaurea ankarica* için Tehdite Yakın (Near Threatened, NT) tehdit kategorisinin önerilmesi uygun bulunmuştur (IUCN Standards and Petitions Committee 2019).



Şekil 4. *Centaurea ankarica* (●), *C. polyclada* (▲) ve *C. olympica* (★) türlerinin dağılışı (*Centaurea ankarica* popülasyonları; 1: Çubuk, Karagöl, 2: Elmadağ, Hasanoğlan, 3: Çankaya, Yakupabdal ve Kömürcü köyleri arası (“Google Earth Pro” dan uyarlandı, 26.08.2022).

### İncelenen örnekler

***Centaurea polyclada*.** TÜRKİYE. **Balıkesir:** Zeytinli, Akçay, 11 m, 31.07.2006, *O.Tugay 4330 & T.Uysal* (KNYA!); [Edremit], Seitinly [Zeytinli], in campis ad Ak-Tschai, 04.08.1883, *Sintenis 1152* (E! [E00493250]); [**Çanakkale**]: Tenedos [Bozcaada], 07.1820, *d'Urville 192* (G! [G00473207] holotip); Ezine, Intepe-Ezine, wald 8 km nördlich Ezine, 24.06.1964, *Huber-Morath 17004* (E! [E00493249]); **İzmir:** Nif Dağı, 06.07.1933, *O.Schwarz 798* (B! [B100264880]); In agris Smyrnae [İzmir], 15.04.1827, *Fleischer s.n.* (E! [E00493253] foto; E! [E00493251]); Abandoned field about five kilometers from Kemalpaşa on the main road to İzmir, 03.06.1966, *R.Alava 4986 & G.Bocquet* (E! [E00493390] foto).

***Centaurea olympica*.** TÜRKİYE. **Bursa:** Uludağ, 970 m, 03.07.2006, *O.Tugay 4356 & T.Uysal* (KNYA!); Olympe Bithynie [Uludağ], *Aucher-Eloy 3162* (K! [K000794112] foto; P! [P00703820] foto; P! [P00730244] foto); In der Nähe von Brussa [Bursa], *Thirke s.n.* (B! [B100088278] foto, holotip); Olympus, 07.1842, *Bunge s.n.* (P! [P02505971]); **Balıkesir:** M. Ida, in sylvis circa font. Scamandri, 29.07.1883, *Sintenis 1153* (P! [P02505973] foto).

### YAZAR KATKI BEYANI

Bu makalede; çalışma fikri ve tasarımı, veri toplama, sonuçların analizi ve yorumlanması, makale taslağının yazımı aşamaları tüm yazarlar tarafından ortak olarak yapılmıştır.

**TEŞEKKÜR**

Finansal desteği için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz (Proje numarası: TBAG-117Z222).

**KAYNAKLAR**

- Armağan M. & Uysal T. (2018). *Centaurea kirmacii* (Asteraceae), a new species from southwestern Anatolia, Turkey. *Phytotaxa* 362: 233–238. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.362.2.10>.
- Bancheva, S., Kaya, Z. & Binzet, R. (2014). *Centaurea aytugiana* (Asteraceae), a new species from north Anatolia, Turkey. *Novon* 23(2): 133–138. DOI: <https://doi.org/10.3417/2011026>.
- Bancheva, S. & Kaya, Z. (2015). *Centaurea raimondoi*, a new species from Asteraceae. *Flora Mediterranea* 25: 305–310. DOI: <https://doi.org/10.7320/FIMedit25.305>.
- Behçet, L., İlçim, A. & Yapar, Y. (2017). *Centaurea bingoelensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. *Turk J Bot* 41: 180–188. DOI: <https://doi.org/10.3906/bot-1512-14>.
- Bona, M. (2015). *Centaurea goksivriensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. *Phytotaxa* 203: 63–68. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.203.1.6>.
- Bona, M. (2016). *Centaurea amanosensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. *Plant Biosystems* 150: 1083–1086. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263504.2014.1001465>.
- Bremer, K. (1994). *Asteraceae cladistics and classification*. 1st Edn. Timber Press, Portland, p. 752.
- Cullings, K.W. (1992). Design and testing of a plant-specific PCR primer for ecological and evolutionary studies. *Molecular Ecology* 1: 233–240.
- Doyle, J.J. & Doyle, J.L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19: 11–15.
- Duman, H., Uzunhisarcıklı, M.E. & Noyan Bahadır, Y. (2021). A new species of *Centaurea* (Asteraceae) from northern Turkey. *Nord J Bot* 39(10): 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1111/njb.03244>.
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783–791.
- Garcia-Jacas, N., Susanna, A., Garnatje, T. & Vilatersana, R. (2001). Generic delimitation and phylogeny of the subtribe Centaureinae (Asteraceae): a combined nuclear and chloroplast DNA analysis. *Ann Bot* 87: 503–515. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1364>.
- Garcia-Jacas, N., Uysal, T., Romaschenko, K., Suárez-Santiago, V.N., Ertuğrul, K. & Susanna, A. (2006). *Centaurea* revisited: A molecular survey of the Jacea group. *Ann Bot* 98: 741–753. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcl157>.
- Garcia-Jacas, N., Soltis, P.S., Font, M., Soltis D.E., Vilatersana R. & Susanna, A. (2009). The polyploid series of *Centaurea toletana*: Glacial migrations and introgression revealed by nrDNA and cpDNA sequence analyzes. *Mol Phylogenet Evol* 52: 377–394. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.03.010>.
- Greuter, W. (2003). The Euro+Med treatment of Cardueae (Compositae)–Generic concepts and required new names. *Willdenowia* 33: 49–61. DOI: <https://doi.org/10.3372/wi.33.33104>.
- Greuter, W. & Raus, T. (2009). Med-Checklist Notulae, 28. *Willdenowia* 39(2): 335–345. DOI: <https://doi.org/10.3372/wi.39.39211>.
- Hall, T.A. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis. Program for Windows 95/98/NT. *Nucl Acid S* 41: 95–98.
- Hamzaoğlu, E. & Koç, M. (2020). A new record for the flora of Turkey, *Centaurea gulissashwili* (sect. *Centaurea*, Asteraceae). *Türler ve Habitatlar* 1(2): 106–113.

- Hellwig, F.H. (2004). Centaureinae (Asteraceae) in the Mediterranean history of ecogeographical radiation. *Plant Syst Evol* 246: 137–162. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00606-004-0150-2>.
- Hilpold, A., Vilatersana, R., Susanna, A., Meseguer Andrea, S., Boršić, I., Constantinidis, T., Filigheddu, R., Romaschenko, K., Suárez-Santiago, V.N., Tugay, O., Uysal, T., Pfeil Bernard, E. & Garcia-Jacas, N. (2014). Phylogeny of the *Centaurea* group (*Centaurea*, Compositae): geography is a better predictor than morphology. *Mol Phylogenet Evol* 77: 195–215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.04.022>.
- Kashi, A.M., Tahermanesh, K., Chaichian, S., Joghataei, M.T., Moradi, F., Tavangar, S.M., Najafabadi, A.S.M., Lotfibakhshaesh, N., Beyranvand, S.P., Anvari-Yazdi, A.F. & Abed, S.M. (2014). How to Prepare Biological Samples and Live Tissues for Scanning Electron Microscopy (SEM). *Galen Medical Journal* 3(2): 63–80.
- Köse, Y.B. & Alan, S. (2013). *Centaurea baseri* (Compositae), a new species from Turkey. *Phytotaxa* 117: 23–29. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.117.1.3>.
- Koul, K.K., Nagpal, R. & Raina S.N. (2000). Seed coat microsculpturing in *Brassica* and allied genera (subtribes Brassicinae, Raphaninae, Moricandiinae). *Ann Bot* 86: 385–397. DOI: <https://doi.org/10.1006/ANBO.2000.1197>.
- Kültür, Ş., Bona, M. & Nath, E.Ö. (2016). A new species of *Centaurea* (Asteraceae) from East Anatolia, Turkey. *Phytotaxa*. 247: 1–17. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.247.1.6>.
- Negaresh, K., Kaya, Z. & Rahiminejad, M.R. (2015). *Centaurea sennikoviana* (Asteraceae, Cardueae) a new species from central Anatolia, Turkey. *Ann Bot Fenn* 52(5/6): 321–327. DOI: <https://doi.org/10.5735/085.052.0507>.
- Negaresh, K. & Rahiminejad, M.R. (2018). A revision of *Centaurea* sect. *Cynaroides* (Asteraceae, Cardueae–Centaureinae). *Phytotaxa* 363: 1–131. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.363.1.1>.
- Özbek, U.M. (2021). *Centaurea kirikkalensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. *Nord J Bot* 39(7): 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1111/njb.03235>.
- Pınar, S.M. (2016). *Centaurea sintenisiana* Gand. A new record for the family Asteraceae (Compositae) from Turkey. *Yüzüncü Yıl University Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences* 21(2): 75–82.
- Romaschenko, K., Ertugrul, K. & Susanna, A. (2004). New chromosome counts in the *Centaurea jacea* group (Asteraceae, Cardueae) and some related taxa. *Bot J Linn Soc* 145: 345–352. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2004.00292.x>.
- Ronquist, F., Teslenko, M., van der Mark, P., Ayres, D.L., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M.A. & Huelsenbeck, J.P. (2012). MrBayes 3.2: Efficient Bayesian phylogenetic inference and model selection across a large model space. *Syst Biol* 61: 539–542. DOI: <https://doi.org/10.1093/sysbio/sys029>.
- Şirin, E., Çeçen, Ö., Bozkurt, M. & Ertuğrul, K. (2019). *Centaurea uysalii* (Cyanus/Asteraceae), a new species from Turkey. *Turk J Bot* 43: 809–816. DOI: <https://doi.org/10.3906/bot-1901-12>.
- Şirin, E., Uysal, T., Bozkurt, M. & Ertuğrul, K. (2020). *Centaurea akcadaghensis* and *C. ermenekensis* (Asteraceae), two new species from Turkey. *Mediterr Bot* 41: 173–79. DOI: <https://doi.org/10.5209/mbot.68628>.
- Şirin, E., Uysal, T., Bozkurt, M. & Ertuğrul, K. (2022). Karyomorphological, molecular and morphological evidence for a new species, *Centaurea mengenensis* (Asteraceae), from Turkey. *Nord J Bot* 2022(4): 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1111/njb.03389>.

- Soltis, D.E., Soltis, P.S., Collier, T.G. & Edgerton, M.L. (1991). Chloroplast DNA Variation Within and Among Genera of the Heuchera group (Saxifragaceae): evidence for chloroplast transfer and paraphyly. *Am J Bot* 78(8): 1091–1112. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1991.tb14517.x>.
- Susanna, A. & Garcia-Jacas, N. (2009). Cardueae (Carduoideae) In: Funk, V.A., Susanna, A., Stuessy, T. Bayer, R. (Eds.). *Systematics, evolution and biogeography of Compositae*. International Association for Plant Taxonomy, Vienna, pp. 293–313.
- Swofford, D.L. (2002). PAUP: Phylogenetic Analysis Using Parsimony (and Other Methods), Version 4.0 Beta 10. Sinauer Associates, Sunderland.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (1980). *Flora Europaea*. Vol. 4, Cambridge University Press, Cambridge, p. 254–301.
- Tzvelev, N.N. (2001). [*Centaurea* L.] In: Bobrov, E.G. & Czerepanov, S.K. (Eds.). *Flora of USSR*. Vol. 28 (Translated from Russian: Smithsonian Institution Libraries). Amerind Publishing, Washington, D.C., pp. 529–530.
- Uysal, T., Ertugrul, K., Susanna, A. & Garcia-Jacas, N. (2009). New chromosome counts in the genus *Centaurea* (Asteraceae) from Turkey. *Bot J Linn Soc* 159: 280–286. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2008.00939.x>.
- Uysal, T., Arslan, E., Tugay, O. & Ertugrul, K. (2010). Determination of the relationship between some *Centaurea* species based on SDS-PAGE. *Turk J Biol* 34: 125–131. DOI: <https://doi.org/10.3906/biy-0809-15>.
- Uysal, T. (2012). [*Centaurea* L.]. In: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (edlr.). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, pp. 127–140.
- Uysal, T., Bozkurt, M., Şimşek Sezer, E.N., Ertuğrul, K. & Tugay, O. (2015). Karyological studies of four endemic *Centaurea* L. species. *Caryologia* 68: 339–346. DOI: <https://doi.org/10.1080/00087114.2015.1109922>.
- Uysal T., Hamzaoğlu, E., Ertuğrul, K. & Bozkurt M. (2016). A new species of *Centaurea* (Asteraceae) from Turkey. *Phytotaxa* 275: 149–158. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.275.2.6>.
- Uysal, T. & Hamzaoğlu, E. (2017). A new *Centaurea* L. (Asteraceae) species from Turkey. *Plant Biosystems* 151: 813–821. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263504.2016.1211196>.
- Uysal, T., Dural, H. & Tugay, O. (2017). *Centaurea sakariyaensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. *Plant Biosystems* 151: 126–130. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263504.2015.1108940>.
- Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. & Adıgüzel, N. (2006). *Saponaria karapinarensis*, *Senecio salsuginea* and *Centaurea tuzgoluensis*, three new species from Central Anatolia, Turkey. *Belg J Bot* 139: 252–260.
- Wagenitz, G. (1975). [*Centaurea* L.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 5. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 465–585.
- Wagenitz, G. (1980). [*Centaurea* L.] In: Rechinger, K.H. (Ed.). *Flora Iranica*. Vol. 139b. Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz, pp. 356–362.
- Wagenitz, G. & Hellwig F.H. (1996). Evolution of characters and phylogeny of the Centaureinae. In: Hind, D.J.N. & Beentje, H. (Eds.). *Compositae. Systematics*. Proceedings of the international Compositae conference Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 491–510.



- Wagenitz, G. & Hellwig, F.H. (2000). The genus *Psephellus* Cass. (Compositae, Cardueae) revisited with a broadened concept. *Willdenowia* 30: 29–44.
- WFO (2022). World Flora Online (WFO). *Centaurea*. <http://www.worldfloraonline.org/>. [19.08.2022].
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J. (1990). Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics. In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J. & White, T.J. (Eds.). *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Academic Press, New York, pp. 315–322. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>
- Yıldırım, Ş. (2012). The heaven of gypsophilous phytodiversity of Turkey: Kopen, Sivrihisar, Eskişehir, Turkey, 13 taxa as new. *Ot Sistemik Botanik Dergisi* 19: 1–51.
- Yıldırım, Ş. (2018). Five new species, a new subspecies and a new combination and status from gypsaceum areas of Ankara province, Turkey. *Ot Sistemik Botanik Dergisi* 25: 1– 22.
- Yüzbaşıoğlu, İ.S., Bona, M. & Genç, M. (2015). A new species of *Centaurea* sect. *Pseudoseridia* (Asteraceae) from north-eastern Turkey. *PhytoKeys* 53: 27–38. DOI: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.53.5250>.





## Araştırma Makalesi

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1171691>

# Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Göllerinde Alg Çeşitliliği ve Potansiyel Siyanobakteri Toksisitesi

Tahir Atıcı 

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Gazi Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, TR-06500, Ankara, Türkiye

Yazışmadan sorumlu yazar: Tahir Atıcı, [tatici@gmail.com](mailto:tatici@gmail.com)

Geliş: 06.09.2022

Kabul: 13.10.2022

Çevrimiçi Yayın: 31.12.2022

### Özet

Jeolojik bakımdan tektonik bir yapıya sahip olan Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi, Ramsar ölçütlerine göre biyolojik çeşitliliğin korunması açısından büyük önem taşıyan "A Sınıfı" bir sulak alandır ve uluslararası ölçütlere göre korunmaktadır. Büyük bir sahayı kaplamasına karşın Türkiye'nin en sığ göllerine sahip olan Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi, yıllık ortalama 324 mm/m<sup>2</sup> yağış miktarı ile ülkenin en kurak coğrafyasında yer almaktadır. Çalışmada bu göllerde yaşayan Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta ve Euglenophyta gruplarına ait türler teşhis edilmiştir. *Porphyrosiphon versicolor* 1,08 mg/L ile siyanotoksin üreten türler arasında en yoğun tür olarak belirlenmiştir. Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde çeşitli kuş türlerinin besinini teşkil eden *Artemia salina* ve mikroskopik alglerden özellikle *Dunaliella salina* ile bazı diyatome ve siyanobakteri türleri bol miktarda bulunur. Fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından aylara göre farklılık gösteren aşırı tuzlu bu ortamda halofilik türler bulunmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Beslenme ilişkileri, algler, Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi, siyanotoksin

## Algal Diversity and Potential Cyanobacteria Toxicity in Tuz Lake Special Environmental Protection Area Lakes

### Abstract

Tuz Lake Special Environmental Protection Area, which has a tectonic structure in terms of geology, is a "Class A" wetland, which is of great importance for the protection of biological according to Ramsar criteria, and is protected according to international criteria. Although Tuz Lake Special Environmental Protection Area covers a large area, which has the shallowest lakes in Türkiye, is located in the driest geography of the country with an average annual precipitation of 324 mm/m<sup>2</sup>. In the study, species belonging to the Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta, and Euglenophyta groups living in these lakes have been identified. *Porphyrosiphon versicolor* was determined as the most concentrated species among the cyanotoxin producing species with 1.08 mg/L. In Tuz Lake Special Environmental Protection Area, *Artemia salina*, which is the food of various bird species, and especially *Dunaliella salina*, which is one of the microscopic algae, and some diatom and cyanobacteria species are abundantly distributed. There are halophilic species in this extremely salty area, which differs according to the months in terms of physical and chemical properties.

**Keywords:** Nutritional relationships, algae, Tuz Lake Special Environmental Protection Area, cyanotoxin

### GİRİŞ

Tuz Gölü Özel Çevre Koruma (TGÖÇK) Bölgesi yüzölçümü 5,3 milyon hektar (53.850 km<sup>2</sup>) olan Konya kapalı havzasında yer alır. TGÖÇK Bölgesi 1.600 km<sup>2</sup> olmasına karşın, çoğunlukla 1.300

Önerilen Alıntı:

Atıcı, T. (2022). Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Göllerinde Alg Çeşitliliği ve Potansiyel Siyanobakteri Toksisitesi. *Türler ve Habitatlar* 3(2): 94–109.

km<sup>2</sup>'lik alanda tuzlu su birikmektedir ve bölge yazın 1000 km<sup>2</sup>'lik yüzeye gerilemektedir. Genel olarak tuzlalarda mikrobiyal ekosistemlerin varlığı (<% 6'dan % 16'ya kadar) tuz yoğunluğu ile yakından ilişkilidir (Javor 1989; Des Marais 1995). Siyanobakterilerin varlığına bağlı olarak gelişen toksik siyanobakteriyel çoğalmalar, özellikle güneşli günlerde, sıcak ve ılık sularında, organik ve inorganik maddeler bakımından zengin ortamlardaki elverişli koşullar sonucunda oluşur. Bu aşırı çoğalmalar genellikle yaz sonu ve sonbahar başında görülür. Uygun koşullar altında toksik siyanobakteri tür sayısı hızla çoğalır ve bir günde veya daha kısa sürede bir iki katına çıkabilir. Bu tür ortamlarda genellikle *Microcystis* spp., *Anabaena* spp., *Aphanizomenon* spp. ve *Oscillatoria* spp. cinslerine ait zehirli siyanobakteri türlerinin meydana geldiği bilinmektedir (Katırcıoğlu vd. 2004). Siyanobakteriyel toksinler; sığırlar, atlar, koyunlar, domuzlar, tavuklar, ördekler, güvercinler, kazlar, balıkçıklar, ötücü kuşlar, köpekler, tavşanlar, küçük yabani ve evcil hayvanlar ve hatta kurbağalar, balıklar ve yılanlar için en bilinen nörotoksik (sinir sistemi ile ilgili) ve hepatotoksiktirler (karaciğer ile ilgili) (Cessford & Muhar 2003). Ayrıca bu toksinlerden bazıları insanlar için de zehirlidir.

Tuz Gölü, Küçük Düden Gölü, Büyük Düden Gölü, Tersakan Gölü ve Bolluk Gölü için herhangi bir derinlik kaydı bulunmamaktadır. Yapılan gözlemlerde bu göllerin derinliklerinin bahar dönemlerinde ortalama 40–60 cm arasında olduğu, yaz dönemlerinde ise 10 cm'ye kadar düştüğü, hatta bazen kurduğu ve suların göl alanının orta kısımlarında toplandığı tespit edilmiştir (Tablo 1). TGÖÇK Bölgesi'nin kışın su ile dolu olduğu andaki derinliği 50 cm ile 80 cm arasında değişmektedir ve doğu sınırındaki en derin yeri 100 cm civarına ulaşmaktadır.

Fitoplanktonlar su ortamında besin molekülü (organik madde) sentezleyebilen temel üreticilerdir. Bunlar karasal bitkilere göre daha karmaşık karbonlu moleküller oluşturabilirler. Çeşitli kaynaklardan gelen besleyici elementleri bünyelerine alır, ışık yardımıyla gerçekleştirdikleri fotosentez tepkimeleri sonucu bunları yaşamsal aktiviteleri için gerekli olan besin molekülleri halinde birleştirirler. Fitoplanktonlar son derece zengin özellikle karbonhidrat ve yağ asidi içeriğine sahiptir. Besin değeri yüksek olan bu canlılar, su ortamında yaşayan diğer birçok canlı için en önemli besin kaynağıdır. Bunlar aynı zamanda birçok balık ve omurgasız canlının renklenmesinde önemli rol oynar. Bu özelliklerinden nedeniyle 100 yılı aşkın bir zamandır fitoplanktonların üretimi ve su canlılarının yetiştiriciliğinde kullanılması için yoğun çalışmalar sürdürülmektedir (Atıcı 2020).

**Tablo 1.** Tuz Gölü ve yakın çevresindeki göllerde mevsimsel su seviyeleri.

İstasyonlar	Koordinat	Kış dönemi derinlik	Yaz dönemi derinlik
Tuz Gölü	38°47'09"K – 33°12'39"D	50–80 cm	0–40 cm (etrafi kuru)
Tersakan Gölü	38°36'59"K – 33°02'17"D	40–70 cm	0–10 cm (geneli kuru)
Küçük Düden Gölü	39°03'45"K – 33°08'09"D	20–40 cm	Kuru
Büyük Düden Gölü	39°06'06"K – 33°07'49"D	40–60 cm	0–10 cm (geneli kuru)
Bolluk Gölü	38°32'49"K – 32°56'23"D	40–60 cm	0–10 cm (geneli kuru)

TGÖÇK Bölgesi'ndeki göllerde kuşlara yönelik çok çeşitli çalışmalar yapılmış ve son beş yılda özellikle flamingo sayısı yıllara göre değişiklik göstermiştir. Bu kuşlar her yıl belli zaman aralıklarında yaşamak için TGÖÇK Bölgesi'ni tercih etmekte ve besinini buradaki sucul habitatlardan sağlamaktadırlar. Bu kuşların besinini büyük oranda zooplanktonik organizmalar ve algler oluşturmaktadır (Newsome 2002; Thomas & Middleton 2003; Mason 2005). Bu tip alanlarda besin ilişkisinin tespiti için su ortamının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile besin olarak tüketilen

mikroskobik alglerin varlığının bilinmesi gerekmektedir. TGÖÇK Bölgesi turizm faaliyetleri açısından da son yıllarda giderek artan bir öneme sahiptir (Şekil 1). Dünyadaki benzer alanlarda, doğal ortamın korunarak sürdürülebilir turizm faaliyetlerinin yapılabilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Giongo vd. 1993; Hall & McArthur 1996; Eagles vd. 2002; Farrell & Marion 2002).



**Şekil 1.** Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde beslenen flamingolar.

Alglerin, genel olarak sucul ortamlarda yaşamalarına rağmen, çok tuzlu alanlarda, karlı veya buzlu alanlarda ve hatta denizin yaklaşık 1000 metre altında yaşayabildiği bilinmektedir. Gövde işlevi yapan tallusları ile sedimente, toprak partiküllerine veya kayalara tutunan algler olduğu gibi, serbest yaşayanlar da vardır. Bu çalışmada, TGÖÇK Bölgesi'nde fitoplanktonik alglerin (özellikle siyanobakteriler, yeşil algler ve diatomların) varlığı, ekolojisi, çeşitliliği ve aşırı tuzlu ortamlarda bulunma durumlarının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla bölgedeki mevcut alg çeşitliliğini belirlemek için örneklemeler yapılmıştır.

## **MATERYAL VE METOT**

TGÖÇK Bölgesi sınırları dâhilinde; Tuz Gölü, Küçük Düden Gölü, Büyük Düden Gölü, Tersakan Gölü ve Bolluk Gölü'nden (Şekil 2) 2022 yılı; nisan, haziran, temmuz ve eylül aylarında su örnekleri alınmıştır. Bazı fiziksel ve kimyasal parametreler için Tuz Gölü Konya Kanalı girişinden su numuneleri alınmış ve laboratuvarında ölçümler yapılmıştır (Tablo 2). Eş zamanlı olarak alınan biyolojik örneklemeler Gazi Üniversitesi Gazi-MACC laboratuvarına getirilerek gerekli teşhisler ve sayımlar yapılmış ve diğer biyolojik parametrelere bakılmıştır. Fiziksel ve kimyasal analizler akredite laboratuvarında ISP-MS 17294 ek 1 ve 2 metodu kullanılarak yaptırılmıştır.

Ağır metal varlığını belirlemek için; kadmiyum, krom, bakır, kurşun ve cıva, tuzluluk değerlerini belirlemek için; klorür, sodyum, kalsiyum, magnezyum ve diğer bazı genel parametreler



için ise; pH, amonyum, toplam fosfor ve toplam organik karbon, demir ve sülfat parametreleri ölçülmüştür.

Çalışma kapsamında ekolojik değerlendirmeler yapılmış olup faaliyet alanındaki habitat yapıları dikkate alınarak farklı sucul örnekleme istasyonları seçilmiştir. Fitoplanktonik organizmaları tespit etmek amacıyla 55 µm por açıklığında, 30 cm çapında ve 60 cm uzunluğunda plankton kepçesi kullanılmıştır. Plankton kepçesi horizontal olarak su yüzeyinden 1-2 dakika çekilmiş ve örnekler, 250 cc'lik plastik kavanozlara alınmıştır. Bentik habitatlarda beslenen organizmalardan olan ve Tuz Gölünde yaşadığı bilinen *Artemia salina* L. (1758) türü için de su tabanı karıştırılıp zooplankton kepçesi ile numuneler alınmıştır.



**Şekil 2.** Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi ve çevresindeki göller.

Planktonik numunelerin bir kısmı % 4'lük formaldehit ile fikse edilerek, diğer bir kısmı ise özellikle siyanobakteri varlığını tespit etmek için ekim yapılmak üzere fikse edilmeden aynı gün laboratuvara getirilmiştir. Su örneklerinde tespit edilen diyatome dışındaki alglerin geçici preparatları hazırlanmış ve Olympus marka mikroskop altında teşhisleri yapılarak fotoğrafları çekilmiştir.

Fitoplanktonik alglerinin teşhisi ve sınıflandırması Round (1984; 1993)'a ve Anagnostidis & Komárek (1988)'e göre yapılmıştır. Sınıflandırmada konu ile ilgili kaynaklardan faydalanılmıştır (Prescott 1975; Korshikov 1987; Cleve-Euler 1953; 1955; Gerrath & Denny 1980; Huber-Pestalozzi 1982; Bourelly 1966; 1968; Patrick & Reimer 1975; Cox 2015; Krammer & Lange-Bertalot 2000; Guiry MD & Guiry GM 2022; Kociolek vd. 2022; WoRMS Editorial Board 2022).

## BULGULAR

### Kimyasal Parametreler

Analiz için Tuz Gölü'ne dökülen "Konya Kanalı" olarak adlandırılan atık suları göle taşıyan ana tahliye kanalının göle karıştığı noktadan alınmıştır. Alınan su numunelerinden elde edilen veriler Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ve standartları ile Tablo 2' de karşılaştırılmıştır (Resmi Gazete 2015). Bu noktanın seçilme sebebi kanalın geçtiği tuzlu toprakların Tuz Gölü'nün taban yapısı ile aynı olmasıdır. Bu durum suda çözünen maddeler bakımından önemlidir.

**Tablo 2.** Tuz Gölü bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Parametre	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Su Kalite Sınıfları)				Nisan	Haziran	Temmuz	Eylül
	I	II	III	IV				
Kadmiyum (mg/L)	<0,002	0,005	0,007	>0,007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Krom (mg/L)	-	0,002	0,005	>0,005	<0,005	<0,002	0,0035	<0,002
Bakır (mg/L)	<0,002	0,005	0,02	>0,02	<0,002	0,2	<0,002	0,2
Kurşun (mg/L)	<0,001	0,002	0,005	>0,005	0,012	<0,005	0,012	<0,005
Cıva (mg/L)	≤0,001	0,005	0,02	≤0,02	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,005
Toplam azot (mg N/L)	<0,5	1,5	5	>5	7,72	3,6	36,7	4,7
Serbest klor (mg Cl <sub>2</sub> /L)	≤10	≤10	50	>50	790	5000	90000	9200
pH	6,5–*8,5	6,5–8,5	6,0–9,0	<6–>9	7,7	8	7,5	8
Demir (mg/L)	≤0,003	≤0,01	0,05	>0,05	<0,03	<0,01	0,197	0,25
Sülfür (mg/L)	<0,002	0,005	>0,005		0,002	0,347	0,532	0,018
Sodyum (mg/L)	-	-	-	-	1723	3256	49200	4138
Kalsiyum (mg/L)	-	-	-	-	114,5	158,6	1140	65,16
Magnezyum (mg/L)	-	-	-	-	248	451,3	5890	1337
Toplam fosfor (mg P/L)	<0,03	0,16	>0,65	>0,65	1,13	5,18	2,78	0,32
Toplam organik karbon (TOC)	Anormal değişim yok				14,32	13,5	402	15,41

TGÖÇK Bölgesi'nden alınan numunelerde yapılan kimyasal analizlere bakıldığında; ilk göze çarpan koyu kahve ve yeşil renktir, yine bölgedeki kokunun da fazla olduğu öne çıkan bir unsurdur. Diğer parametrelerden ağır metaller açısından bakıldığında ise; nisan, haziran, temmuz ve eylül ayları için Cd, Cr ve Hg parametrelerine ait değerlerin normal standart değerlerin çok altında olduğu görülmektedir. Cu değeri ise temmuz ayında yükselmiş, ancak diğer aylarda yarıya düşmüştür. Cu değerleri ise aylara göre farklılıklar göstermektedir, haziran ve eylül aylarında bakır değerleri çok yükselmiş ve on kat artmıştır.

Toplam fosfor değerleri haziran ayında evsel ve endüstriyel atıklarla desteklenerek 5,18 mg/L gibi yüksek değerlere ulaşmıştır. Temmuz ayında fosfor değerleri haziran ayına göre yarı yarıya inmiştir. Eylül ayında fosfor değerinin düşmesi, sıcaklıkla oluşan çeşitli kimyasal reaksiyonların meydana gelmesi sonucudur. Amonyum için de benzer bir durumdan bahsedilebilir. Amonyum nisan ve temmuz ayında da artarak yükselmiş, hatta temmuz ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Haziran ve eylül aylarında ise biyolojik aktiviteler sonucu düşüş gözlenmiştir.






Ca ve Mg iyonları suda sertliğe neden olur. Bu iyonların içme suyu içerisinde olması suyun sert su olarak tanımlanmasına, olmaması ise yumuşak su olarak bilinmesine neden olur. Dünyanın sayılı tuzlu göllerinden biri olan Tuz Gölü sahip olduğu yüksek tuzluluk oranlarına Ca ve Mg sayesinde

ulaşmaktadır. Bölgedeki yüksek sıcaklıklar nedeniyle Ca ve Mg değerleri haziran ayına göre temmuz ayında çok aşırı seviyelere yükselmiş, eylül ayında ise bu değerler tekrar azalma eğilimine geçmiştir. Tuz Gölü'ne su taşıyan ve Göl'ü besleyen Konya Kanalı'nda zaman zaman koku da oluşmakta ve suyun rengi dönemsel olarak koyu kahverengi, koyu sarı, yeşil ve bazen de açık gri renklere olabilmektedir. Bunun temel nedeni civardaki yerleşim yerlerinin günlük atıklarının kanala boşaltılması ve yine atmosferik olaylardır. Toplam organik karbon miktarı temmuz ayında maksimum seviyeye (402 mg/L) ulaşmış daha sonra aniden düşüş göstererek dengeli seviyelere inmiştir.




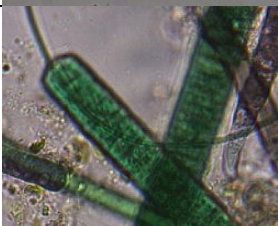


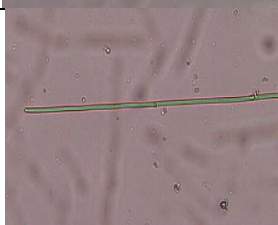
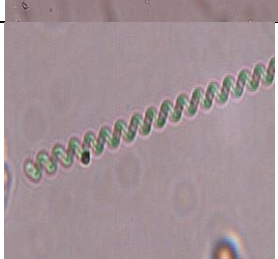
### Planktonik organizmalar

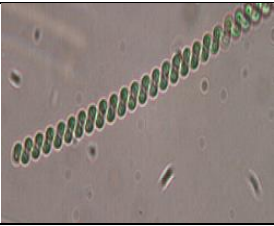



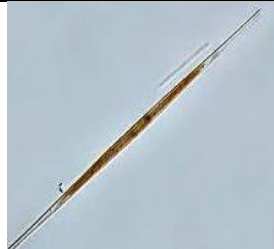


Çalışma alanında belirlenen türler Tablo 3'te verilmiştir.




**Tablo 3.** TGÖÇK Bölgesi gölleri fitoplanktonik algleri.

Türler	Tuz Gölü	Küçük Düden Gölü	Büyük Düden Gölü	Tersakan Gölü	Bolluk Gölü	
<b>Cyanophyta</b>						
<i>Anabaena aequalis</i> Borge		+	-	-	+	-
<i>Anthrospira gomontiana</i> Setchell		+	+	-	-	+
<i>Anthrospira jeneri</i> Stizenberger ex Gomont		+	-	+	-	+
<i>Choroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli		+	+	+	-	+
<i>Jaaginema minimum</i> (Gicklhorn) Anagnostidis & Komárek		-	+	-	-	-



<i>Microcoleus autumnalis</i> (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen		+	+	-	-	+
<i>Porphyrosiphon versicolor</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek		-	-	+	-	-
<i>Tenebriella curviceps</i> (C.Agardh ex Gomont) Hauerová, Hauer & Kaštovský		+	+	-	-	+
<i>Tychonema bornetti</i> (Zukal) Anagn. & Komárek		+	-	-	-	+
<i>Oscillatoria chalybca</i> Mertens ex Gomont		-	-	+	-	-
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont		+	+	+	+	-
<i>Phormidium</i> sp.		-	+	-	-	-
<i>Spirulina major</i> Kuetzing ex Gomont		-	-	-	+	+

<i>Spirulina princeps</i> West & West		-	-	-	+	+
<b>Bacillariophyta</b>						
<i>Achnantheidium atomus</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot & Ector		+	+	+	+	+
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve		+	-	-	-	+
<i>Hantschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow		-	-	-	+	+
<i>Nitzschia acularis</i> (Kützing) W.Smith		-	+	+	-	+
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith		+	-	+	+	+
<i>Pseudofallacia tenera</i> (Hustedt) Y.Liu, Kociolek & Q.Wang		-	-	-	+	+


<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli		-	-	+	+	+
<b>Chlorophyta</b>						
<i>Dunaliella salina</i> (Dunal) Teodoresco		+	+	+	+	+
<b>Euglenophyta</b>						
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg		+	+	+	+	+

Fitoplanktonik canlılarla beraber TGÖÇK Bölgesi göllerinde yayılış gösteren önemli bir canlı türü ise bir tür eklem bacaklı olan ve “Küçük Tatlı Su Karidesi” olarak bilinen *Artemia salina*'dır. *A. salina* nın kurumaya, donmaya ve diğer olumsuz çevre koşullarına karşı son derece dayanıklı olan bir yapısı vardır. Bununla birlikte gölcüklerde, küçük su birikintilerinde, acısu ortamlarında ve tuzlu sularda rahatça yaşarlar (Amarouayache & Kara 2017).

TGÖÇK Bölgesi göllerinde *A. salina* doğal stok halinde bulunmaktadır. *A. salina* fotosentetik yeşil alglerle beslenir. TGÖÇK Bölgesi göllerinde tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak fitoplankton yoğunluğu azalmaktadır. *A. salina*'nın beslenme davranışı da bu azalmayı tetikler. Besin olarak tüketilenler içerisindeki en önemli tür *Dunaliella salina*'dır. *D. salina* çalışma yapılan tüm göllerde gözlenmiştir. TGÖÇK Bölgesi içerisindeki göllerde tespit edilen *A. salina* tür sayısı ve bolluk bakımından habitat yapılarına göre göllerde değişiklik göstermektedir. TGÖÇK Bölgesi göllerindeki örnekleme alanlarından toplanan *A. salina*'nın popülasyon dağılımı Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** *Artemia salina*'nın Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi göllerindeki yayılışı.

Örnekleme alanı	Tuz Gölü Büyük Düden Gölü Küçük Düden Gölü Tersakan Gölü Bolluk Gölü	EUNIS Habitat tipi BE: Bentik P: Planktonik	Populasayon durumu A: Çok bol B: Orta bollukta C: Az bol D: Çok az
<b>Şube:</b> ARTHROPODA			
<b>Sınıf:</b> Crustacea			
<b>Takım:</b> Branchipoda			
<b>Familiya:</b> Anostraca			
<b>Cins:</b> <i>Artemia</i> Leach (1819)			

	BE, P	Tuz Gölü: D B. Düden Gölü: C K. Düden Gölü: C Tersakan Gölü: B Bolluk Gölü: A
<b>Tür:</b> <i>Artemia salina</i> L. (1758)		

TGÖÇK Bölgesi göllerinde yoğun tuz konsantrasyonunda yaşayabilen bazı halofilik siyanobakteri türleri siyanotoksin üretebilirler. Çalışma alanında tespit edilen bazı siyanobakteri türlerine ait siyanotoksin miktarları Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** TGÖÇK Bölgesi göllerinde Mayıs 2022 siyanotoksin miktarları.

Örnek Miktarı: 250 mL			
Tür	Sayı (Birey/mL)	Biyokütle (µg/L)	Risk potansiyeli
<i>Anabaena aequalis</i> Borge	6	0,08	Mikrosistin ve Silindrospermopsin üreticisidir.
<i>Anthrospira gomontiana</i> Setchell	3	0,06	Dactilokokopsistin üreticisidir.
<i>Anthrospira jenneri</i> (Kuetz.) Stizenberger	5	0,06	Mikrosistin üreticisidir.
<i>Choroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	8	0,42	Lipopolisakkarit üreticisidir.
<i>Jaaginema minimum</i> (Gicklhorn) Anagnostidis & Komárek	7	0,053	Anatoksin-a ve Mikrosistin üreticisidir.
<i>Microcoleus autumnalis</i> (Gomont) Struncky, Komárek & J.R.Johansen	4	0,032	Mikrosistin üreticisidir.
<i>Oscillatoria chalybca</i> Mertens	4	0,07	Mikrosistin üreticisidir.
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont	5	0,04	Lipopolisakkarit üreticisidir.
<i>Porphyrosiphon versicolor</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	10	1,08	Potansiyel Aplisiyatoksin ve Lingibiyatoksin-a üreticisidir.
<i>Spirulina major</i> Kuetzing ex Gomont	8	0,066	Lipopolisakkarit üreticisidir.
<i>Spirulina princeps</i> West & West	6	0,040	Lipopolisakkarit üreticisidir.
<i>Tenebriella curviceps</i> (C.Agardh ex Gomont) Hauerová, Hauer & Kaštovský	6	0,07	Mikrosistin üreticisidir.
<i>Tychonema bornetti</i> (Zukal) Anagn. & Komárek	3	0,11	Anatoksin-a üreticisidir.

## TARTIŞMA

**TGÖÇK Bölgesi'nde yaşayan flamingoların (*Phoenicopterus roseus* L., 1758) ekolojik özellikleri ve beslenme ilişkileri**

TGÖÇK Bölgesi'nde yaşayan sucul canlıların popülasyon yoğunluğu ve bu sucul canlıların popülasyon yoğunluğunun geçmiş yıllardakine göre giderek azalması Göl'ün taşıma kapasitesinin azaldığını da göstermektedir. Popülasyon yoğunluğu belli bir alanda belli bir zamanda bulunan birey sayısı olarak ifade edilmektedir. Elde edilen verilerin ışığı altında genel bir değerlendirme yapıldığında Tuz Gölü'ndeki *Artemia salina* popülasyon yoğunluğunun, TGÖÇK Bölgesi'nde bulunan diğer göllerde yaşayan *A. salina* popülasyonlarının yoğunluğundan düşük olduğu görülmektedir. Bunun temel nedeni göllere giriş yapan tatlı su kaynaklarının farklılığıdır. Buna göre TGÖÇK Bölgesi'nde mikroskobik alglerden flamingolara uzanan bir besin ilişkisi görülmektedir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Flamingoların sucul ortamlardaki temel beslenme ilişkileri.

	<p>Tuz Gölü'nde yaşayan fitoplanktonik türlerin varlığı besin zincirinin ilk halkasını oluşturmaları nedeniyle önemlidir. Tuz Gölü'nde yayılış gösteren <i>Dunaliella salina</i> türü ve diğer bazı mikroalgler <i>A. salina</i>'nın besinini teşkil ederler. <i>D. salina</i> yapısında taşıdığı beta karoten nedeniyle pembe-kırmızı renktedir. Göllerde aşırı çoğalması ortamın pembe renkte görülmesine neden olmaktadır.</p>
	<p><i>Artemia salina</i> yemiş olduğu besinlerin (<i>Dunaliella salina</i>) renginden dolayı kırmızı renk alan ve yüksek tuz oranı olan sucul ortamlarda yaşayan bir türdür. Bu tür bulunduğu bölgelerde diğer canlıların besinini teşkil eder. <i>A. salina</i>'nın ölmesi durumunda da taşıdığı pigmentler nedeniyle ortam koşulları, plankton türleri ve bakteri faaliyeti sonucu göl rengi tamamen kırmızı renkli görülebilir.</p>
	<p>Tuz Gölü, flamingoların göç yolu üzerinde bulunmaktadır. Flamingolar ve diğer bazı kuş türleri burada uzun süre kalmakta, yuvalanmakta ve kuluçka dönemlerini geçirmektedir. Beslenmek için göl suyunda yaşayan fitoplankton (<i>Dunaliella salina</i>), zooplankton (<i>Artemia salina</i>) ve bentik canlılardan yararlanmaktadırlar. Mevcut yaşam ortamlarının devam etmesi için besin zincirinin zarar görmemesi ve sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir.</p>
<p><i>Phoenicopterus roseus</i> L. (1758)</p>	



Göllerde alglerin ve özellikle siyanobakteri türlerinin çoğalmasına neden olan N ve toplam P değerlerinin aşırı yüksek oluşu en dikkat çeken olgudur. Toplam fosfor değerlerinin göllerde ve bataklıklarda normal değerlerden çok fazla olması Tuz Gölü'ne giren suda aşırı alg çoğalmasına neden olmaktadır. Nisan, haziran, temmuz ve eylül aylarındaki toplam fosfor yoğunluğunun fazla olması, uygun şartlar oluştuğunda Göl'e ulaşabilen suda her zaman aşırı alg çoğalması olabileceğini göstermektedir (Shelknanloymilan vd. 2012).

Bu durum ilkbaharda meydana geldiğinde özellikle siyanobakteri türlerinin de çoğalması söz konusudur ve buna bağlı olarak siyanotoksin oluşabilmektedir. Siyanotoksinler uçucu bileşenler olduğu için ilkbaharda ancak anlık ölçümlerle belirlenme imkânları vardır. Temmuz ayından sonra oluşan aşırı sıcaklar hızlı buharlaşmaya neden olmakta ve örnek alınan noktalar yaklaşık 200–300 metre geriye çekilmektedir. Temmuz ve eylül aylarına ait değerlerin bu kuraklıktan etkilendiği görülmüştür. Yine buharlaşma sebebiyle temmuz ve eylül aylarında  $NH_4$  değerleri haziran ayına göre artmıştır, bu durum özellikle uygun şartlar oluştuğunda siyanobakteri için aşırı artışa sebebiyet verecektir.

Bakır, özellikle siyanobakterilerdeki pigment yapısına katılır ve fikosiyanin bu organizmaların mavi-yeşil renkli görünmesine sebep olur. Sucul ortamlarda nisan ve temmuz aylarındaki siyanobakteri çoğalmaları sonrası haziran ve eylül aylarındaki siyanobakteri ölümlerinin Cu değerlerinin yüksek çıkmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kanal içerisinde aşırı sucul makrofit gelişiminin sebebi olarak fosfor değerlerinin artışı olduğu düşünülmektedir. Genellikle fosfor'un topraktaki miktarı 0,005 mg/L'dir. Fosfor değerlerinin yüksek oluşu tarımsal gübrelerin yüzey suları ile taşınması ve toprak kayaç yapısının özelliklerinden de kaynaklanabilir.

Bazı dönemlerde siyanobakteri türlerinin aşırı çoğalması nedeniyle oluşan siyanobakteriyel toksinler, bölgede yaşayan bazı canlıların ölümüne sebep olacağı bilinmektedir. Bu nedenle özellikle siyanobakterileri ve diğer mikroalglerin çoğalmasına sebep olan N ve P yoğunluğunun kontrol altına alınması gerekmektedir. Temmuz ayında gözlenen aşırı buharlaşma, sodyum değerlerinde de artışa neden olmaktadır. Sodyum değerleri içme suyu standartlarına göre yüksek seviyededir, ancak bu durum Tuz Gölü için normal bir durumdur. Tuz Gölü'nde deniz suyuna oranla yaklaşık 9–10 kat fazla sodyum bulunur. Toplam organik karbon miktarının temmuz ayındaki ani yükselişinin nedeni olarak, Konya Kanalı hattı üzerinde bulunan Gökçeyazı beldesinin ve diğer küçük yerleşimlerin organik atıklarının göle karışması gösterilebilir.

TGÖÇK Bölgesi'nde siyanobakteri ve alg çeşitliliğine bakılmış ve hemen her ortamda ortak olan türlere rastlanılmıştır. Bu türler genellikle kozmopolit türler olup birçoğu halofilik özelliklere sahiptir (Atıcı vd. 2001). Özellikle siyanobakteri türleri ortamın fiziksel ve kimyasal değerlerine adapte olmuş ve ortamda dominant durumda yaygın olarak görülmektedir. Siyanobakteri türleri içerisinde özellikle ipliksi karakterde olan *Oscillatoria* cinsi türleri seçilen hemen her istasyonda bol miktarda gözlenmiştir. Türlerin bulunurlukları mevsimler arası sıcaklık farkı nedeniyle değişkenlik göstermektedir. Haziran ayında bazı türler (*Anabaena aequalis*, *Choroococcus turgidus*, *Dunaliella salina* gibi) diğer aylara göre sayıca daha fazla görülmüştür.

Temmuz ayında haziran ayına göre siyanobakteri miktarı hem tür çeşitliliği hem de birey sayısı olarak daha az seviyelerde olmuştur. Benzer durum ağustos ve eylül aylarında da görülmüştür. Eylül ayı içerisinde ise siyanobakteriler sayısal olarak artış göstermiştir. Fotokimyasal reaksiyonları yürüten kromatoforlara sahip olması, siyanobakterileri diğerlerinden ayıran en önemli özelliklerdendir. Bunların sahip olduğu fikosiyanin, çoğu kez klorofil pigmentini örtecek kadar yoğundur. Ayrıca bazıları kırmızı pigment içerdiğinden, kırmızımtrak veya erguvani olarak ta



görülebilmektedir. Hücrede depo edilen fotosentetik ürün ise hayvanlardakine benzer bir polisakkarit olan glikojendir (Çakmakçı & Karahan, 1995). Siyanobakterilerin diğer önemli özelliği ise oksijen üretimiyle sonuçlanan fotosentez işlemini yürütebilen tek prokaryot fototrof organizma olmasıdır (Stanier vd. 1976).

*Artemia salina* günümüzde kültür balıkçılığı yapılan işletmelerde canlı balık yemi olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Laboratuvar koşullarında yumurtalarından basit yöntemlerle larva elde edilmesi nedeniyle bu tip işletmelerde diğer canlı yemlere göre daha fazla tercih edilmektedir. Bu avantajı nedeniyle *A. salina*'nın ticari değeri giderek artmaktadır.

Bir ekosistem bütünlüğü arz eden Tuz Gölü ve yakın ilişkide olan çevresindeki göller (Tersakan Gölü, Büyük Düden Gölü, Küçük Düden Gölü, Bolluk Gölü) sayısız kuş türü ve özellikle Avrupa'da nesli tükenmekte olan flamingolar (*Phoenicopterus roseus*) için habitat niteliğindedir. Göl'de oluşabilecek çevresel ve antropojenik kirliliğin gölde konaklayan bazı kuş türlerinin başlıca yiyeceği olan *Dunaliella salina* ve *Artemia salina*'nın geleceğini olumsuz yönde etkilemesi kaçınılmazdır.

TGÖÇK Bölgesi ve civarında yapılması planlanan endüstriyel faaliyetler; gürültü kirliliği, hava kirliliği, doğal yaşam ve su seviyesindeki olumsuz değişimlere neden olabilir. Yeni tuz üretim sahalarının açılmasının habitat varlığını tehdit edeceği ve kuşların beslenme alanlarını sınırlandıracağı öngörülmektedir. Bu durum hidrobiyolojik açıdan ciddi bir sorun olan besin zincirinin halkalarının kopması ve suya bağlı canlı yaşamının tehlike altına girebileceğini ifade etmektedir.

Çalışma bölgesindeki göller binlerce kuşa ev sahipliği yapmaktadır. Bu göller ülkemizde flamingoların düzenli olarak ürettiği üç bölgeden birinde bulunmaktadır. Flamingoların bu gölleri tercih etmesine neden olan en önemli etkenler suyunun çok tuzlu olması ve bazı tuzcul mikroorganizmaların bu göllerde yaşamasıdır. Bu tuzcul fotosentetik mikroorganizmaları yiyerek beslenen bazı küçük omurgasız canlılar da üretici mikroskobik canlılarla beraber flamingoların besinini teşkil etmektedirler. Son yıllarda yapılan gözlemlere göre; buradaki göllerde özellikle ilkbahar mevsimindeki su seviyesi canlı yaşamı için oldukça uygundur. Hızlı buharlaşma ve kuraklığa bağlı olarak su kütlesinin miktarı yaz aylarında giderek azalmakta ve bölgedeki göl sularının %60–85'i kurumaktadır. Bu kuraklık sonucu sucul canlılar ve özellikle sucul kuşlar su kütlelerinin olduğu bölgelerde toplanmakta ve yaşamlarını bu kısıtlı alanlarda sürdürmektedirler.

Son yıllarda küresel ısınma sonucu özellikle sulak alanların ve yaşam alanlarının giderek azalması, flamingolar açısından ortaya çıkabilecek en önemli sorundur. Özellikle son yıllarda görülen hızlı sıcaklık artışının küresel tehdit boyutuna ulaştığı görülmektedir (Sağlam vd. 2008). Küresel iklim değişikliğinin yansıması olan küresel ısınma, hidrolojik çevrim sistemlerini ve süreçler arasındaki mevcut dengeyi olumsuz etkilemektedir (Karaman & Gökalp 2010). Özellikle yaz aylarında Siyanobakterilerde sayısal artışlar gözlenmesi bu durumun sonucudur. Siyanobakterilerin ürettiği toksik maddeler de yine ilkbahar ve yaz aylarında ortaya çıkmaktadır. Su sıcaklığının artması, tarımsal kirlilik ve atık suların neden olduğu ötrofikasyon, iç su ve sulak alanlarımızın korunamaması ile birlikte su bitkilerinin artmasına, karasallaşma problemine ve suda oksijen yetersizliğine yol açmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma 218B144 numaralı proje tarafından desteklenmiştir. Maddi katkısı nedeniyle TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

**YAZAR KATKI BEYANI**

Bu makalede; çalışma fikri ve tasarımı yazara ait olup, veri toplama, sonuçların analizi ve yorumlanması, makale taslağının yazımı aşamaları yazar tarafından yapılmıştır.

**KAYNAKLAR**

- Amarouayache, M. & Kara, M.H. (2017). Aspects of life history of *Artemia salina* (Crustacea, Branchiopoda) from Algeria reared in different conditions of salinity. *Vie et Milieu* 67(1): 15–20.
- Anagnostidis, K. & Komárek, J. (1988). Modern approach to the classification system of Cyanophytes Oscillatoriales. *Algological Studies* (Suppl. Vol.) 50-53: 327–472.
- Atıcı, T. (2020). Production and collection of microalgae isolated from freshwater reserves in Central Anatolia, Turkey. *Türler ve Habitatlar* 1(1): 37–44.
- Atıcı, T., Obalı, O., Akköz, C. & Elmacı, A. (2001). Isolation and Identification of Halophytic Algae from Salty Soil around Salt Lake of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4(3): 298–300.
- Bourelly, P. (1966). *Les Algues d'eau douce. Tome I: Les Algues vertes*. Editions N. Boubée & Cie., Paris.
- Bourelly, P. (1968). *Les Algues d'eau douce. Tome II: Les Algues jaunes et brunes*. Editions N. Boubée & Cie, Paris.
- Çakmakçı, M.L. & Karahan, A.G. (1995). *Mikrobiyolojiye Giriş*. Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Cessford, G. & Muhar, A. (2003). Monitoring Options for Visitor Numbers in National Parks and Natural Areas. *Journal for Nature Conservation* 11(4): 240–250. DOI: <https://doi.org/10.1078/1617-1381-00055>.
- Cleve-Euler, A. (1953). *Die Diatomeen von Schweden und Finnland*. Teil II-III. Almqvist & Wiksells Boktryckeri AB, Stockholm.
- Cleve-Euler, A. (1955). *Die Diatomeen von Schweden und Finnland*. Teil IV-V. Almqvist & Wiksells Boktryckeri AB, Stockholm.
- Cox, E.J. (2015). [Coscinodiscophyceae, Mediophyceae, Fragilariophyceae, Bacillariophyceae (Diatoms)] In: Frey, W. (Ed.). *Syllabus of Plant Families. Adolf Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien. Photoautotrophic eukaryotic algae Glaucocystophyta, Cryptophyta, Dinophyta / Dinzoa, Heterokontophyta / Ochrophyta, Chlorarachniophyta / Cercozoa, Euglenophyta / Euglenozoa, Chlorophyta, Streptophyta*. 13<sup>th</sup> Ed., Borntraeger Science Publishers, Berlin, pp. 64–103.
- Des Marais, D.J. (1995). [The Biogeochemistry of Hypersaline Microbial Mats] In: Jones, J.G. (Ed.) *Advances in Microbial Ecology*. Vol. 14. Springer, Boston.
- Eagles, P., McCool, S. & Haynes, C. (2002). *Sustainable Tourism in Protected Areas: Guidelines for Planning and Management*. IUCN, Gland.
- Farrell, T.A. & Marion, J.L. (2002). The Protected Area Visitor Impact Management (PAVIM) Framework: A Simplified Process for Making Management Decisions. *Journal of Sustainable Tourism* 10(1): 31–51.
- Gerrath, J.F. & Denny, P. (1980). *Freshwater algae of Sierra Leone III. Cyanophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Chloromonadophyta, Cryptophyta, Dinophyta*. *Nova Hedwigia* 33: 445–463.
- Giongo, F., Bosco–Nizeye, J. & Wallace, N. (1993). *A Study of Visitor Management in the World's National Parks and Protected Areas*. Colorado State University: Ecotourism Society, Colorado.

- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2022). AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org> [29.09.2022].
- Hall, C.M. & McArthur, S. (1996). [Visitor Management: Principles and Practice] In: Hall, C.M. & McArthur, S. (Eds.). *Heritage Management in Australia and New Zealand*. Oxford University Press, Melbourne, pp. 37–54.
- Huber-Pestalozzi, G. (1982). *Das Phytoplankton des Süßwassers, 8. Teil, 1. Hälfte, Conjugatophyceae, Zygnematales and Desmidiaceae*. E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Javor, B. (1989). *Hypersaline Environments*. Springer-Verlag, Berlin.
- Karaman, S. & Gökalp, Z. (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3(1): 59–66.
- Katircioğlu, H., Akın, B. & Atıcı, T. (2004). Microalgal Toxin(s): Characteristics and Importance. *African Journal of Biotechnology* 3(12): 667–674.
- Kociolek, J.P., Blanco, S., Coste, M., Ector, L., Liu, Y., Karthick, B., Kulikovskiy, M., Lundholm, N., Ludwig, T., Potapova, M., Rimet, F., Sabbe, K., Sala, S., Sar, E., Taylor, J., Van de Vijver, B., Wetzel, C.E., Williams, D.M., Witkowski, A. & Witkowski, J. (2022). DiatomBase. <https://www.diatombase.org> [29.09.2022].
- Korshikov, O.A. (1987). *The Freshwater Algae of the Ukrainian S.S.R.* Vol. V. Bishen Singh Mahendra Pal Singh & Koeltz Scientific Books, Dehra Dun & Köenigstein.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (2000). *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg, Berlin.
- Mason, P. (2005). Visitor management in protected areas of the periphery: Polar perspectives. *Tourism and Hospitality Planning & Development* 2(3): 171–190.
- Newsome, D. (2002). *Aspects of Tourism 4: Natural Area Tourism: Ecology, Impacts and Management*. Channel View Publications, Clevedon, 340 p.
- Patrick, R. & Reimer, C.W. (1975). *The Diatoms of the United States*. Vol. II. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Philadelphia.
- Prescott, G.W. (1975). *Algae of the Western Great Lakes Area*. Michigan State University, Michigan.
- Resmi Gazete (2015). Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm> [26.09.2022].
- Round, F.E. (1984). *The Ecology of Algae*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Round, F.E. (1993). *A Review and Methods for the Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality (Methods for the Examination of Waters and Associated Materials)*. The Stationery Office Books, London.
- Sağlam, N.E., Düzgüneş, E. & Balık, İ. (2008). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 25(1): 89–94.
- Shelknanloymilan, L., Atıcı, T. & Obalı, O. (2012). Removal of nitrogen and phosphate by using *Chloralla vulgaris* on synthetic and organic materials waste water. *Biological Diversity and Conservation* 5(2): 89–94.
- Stanier, R.Y., Adelberg, E.A. & Ingraham, J. (1976). *The Microbial World. The Blue Green Bacteria*. 13<sup>th</sup> Ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Thomas, L. & Middleton, J. (2003). *Guidelines for Management Planning of Protected Areas, World Commission on Protected Areas (WCPA), best Practice Protected Area Guidelines*. Series No: 10. IUCN, Gland.




WoRMS Editorial Board (2022). World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org> [29.09.2022].



## Araştırma Makalesi

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1175370>

# *Astragalus oksutdagensis* (Fabaceae) Tohum Canlılığı, Çimlenme ve Yetiştirme Özellikleri

Gökçen Baysal Furtana , Fahriye Öcal Özdamar \*, Hayri Duman 

Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Gazi Üniversitesi, TR-06500, Ankara, Türkiye

\*Yazışmadan sorumlu yazar: Fahriye Öcal Özdamar, [fahriyeocal@gazi.edu.tr](mailto:fahriyeocal@gazi.edu.tr)

Geliş: 14.09.2022

Kabul: 17.10.2022

Çevrimiçi Yayın: 31.12.2022

### Özet

Tohum canlılığı ve çimlenme başarısı, hem nadir bulunan hem de nesli tehlike altında olan türlerin korunmasında oldukça önemlidir. Bu çalışmada, bilim dünyasına 2022 yılının ilk aylarında tanıtılan ve yapılan çalışmalar ile neslinin kritik tehlike altında olduğu bildirilen *Astragalus oksutdagensis* (Fabaceae) türünün tohum canlılığı, çimlenmesi ve dış ortama alışma problemlerini çözmek amaçlanmıştır. Tohum canlılığını belirlemek amacıyla yapılan tetrazolium testinin sonucuna göre tohumların %95 oranında canlı olduğu belirlenmiştir. Yüksek tohum canlılığına sahip türün çimlenme oranını belirlemek için kurutma kâğıdı ve agarlı MS besiyeri kullanılmış ancak çimlenme gözlenmemiştir. Bu nedenle tohumlar farklı ön uygulamalara maruz bırakılmıştır. En yüksek çimlenme oranı (%89±1) “testanın tamamen çıkarıldığı” uygulama grubunda olmuştur. Dış koşullara adaptasyonda *in vitro* koşullarda büyüme süresinin etkisinin de araştırıldığı çalışmanın son aşamasında, 3 farklı gruba ayrılarak 10, 20 ve 30 gün boyunca büyütülen fideler, uygulama sürelerinin sonunda torf ile doldurulan viyollere aktarılmıştır. Kontrollü koşullarda büyümesi sağlanan fidelerin sağlıklı şekilde vejetasyon sürecini tamamlama başarıları tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, 10 gün boyunca MS ortamında büyümesi sağlanan fidelerin dış ortam koşullarına daha iyi uyum sağlayabildiğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Astragalus oksutdagensis*, çimlenme, endemik, tohum canlılığı

## Seed Viability, Germination and Growth Characteristics of *Astragalus oksutdagensis* (Fabaceae)

### Abstract

Seed viability and germination success are very important in protecting both rare and endangered species. In this study, it was aimed to solve the problems of seed viability, germination, and adaptation to the acclimatization of *Astragalus oksutdagensis* (Fabaceae), which was introduced to the scientific world in the first months of 2022 and reported to be critically endangered by studies. According to the results of the Tetrazolium test performed to determine seed viability, it was determined that the seeds were 95% viable. Filter paper and MS nutrient medium with agar were used to determine the germination rate of the species with high seed viability, but no germination was observed. Therefore, the seeds were exposed to different pre-treatments. The highest germination rate (89±1%) was in the treatment group where the testa was completely removed. In the last stage of our study, in which the effect of growth time under *in vitro* conditions on adaptation to external conditions was investigated, the seedlings that were divided into three different groups and grown for 10, 20, and 30 days were transferred to vials filled with peat at the end of the application period. It has been determined that the seedlings, which are grown under controlled conditions, have successfully completed the vegetation process. The obtained data showed that the seedlings grown in MS medium for 10 days were able to adapt better to the external conditions.

**Keywords:** *Astragalus oksutdagensis*, endemic, germination, seed viability

### Önerilen Alıntı:

Baysal Furtana, G., Öcal Özdamar, F. & Duman, H. (2022). *Astragalus oksutdagensis* (Fabaceae) Tohum Canlılığı, Çimlenme ve Yetiştirme Özellikleri. *Türler ve Habitatlar* 3(2): 110–118.

## GİRİŞ

Türkiye'de 483 takson ile temsil edilen *Astragalus* L., Fabaceae familyasının dünyada özellikle yarı kurak bozkır bölgelerde yayılış gösteren en büyük cinslerinden biridir (Davis vd. 1988; Aytaç vd. 2021; Karaman Erkul vd. 2022). Yaklaşık %47'lik (210 takson) endemizm oranına sahip bu cinsin iki büyük çeşitlilik merkezinden biri Türkiye'dir (Erişen vd. 2011; Erbil & Sağlam 2021).

Geleneksel tıpta ve tekstil endüstrisinde kullanılan *Astragalus* türleri, köklerinin, tıbbi değeri yüksek sekonder metabolitler (polisakkaritler, saponinler, izoflavonoidler) bakımından zengin olması ve kırktan fazla element, çeşitli amino asitler, biyoflavonoidler, kolin, Astragalin B, çeşitli polisakkaritler ve folik asit içermesi nedeniyle antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir (Erişen vd. 2011; Atalay vd. 2017; Zayed vd. 2022). Bazı türlerinden elde edilen kitre zamkı sanayide geniş bir kullanım alanına sahipken, bazı türleri de meralar için önemli bir yem bitkisidir. Soğuğa, kuraklığa, tuza ve hastalıklara dayanıklı, ekolojik toleransı yüksek türlere de sahip olan *Astragalus* cinsinin birçok türü çok yıllık, yastık şeklinde ve uzun güçlü kök sistemine sahip olduğu için erozyonu önlemede de etkilidir (Erişen vd. 2010a; Erişen vd. 2011; Hasançebi vd. 2011; Atalay vd. 2017).

İlk örnekleri 2015 yılında Prof. Dr. Hayri Duman tarafından “Öksüt Dağı”ndan toplanan ve ileriki yıllarda da takip edilen tür 2022 yılında *Astragalus oksutdagensis* H.Duman & Karaman olarak adlandırılmış ve endemik bir yeni tür olarak bilim dünyasına tanıtılmıştır (Karaman Erkul vd. 2022). *Astragalus oksutdagensis*, yapılan saha çalışmaları ile IUCN Kırmızı Liste Kategorileri ve Kriterlerine göre değerlendirilmiş ve tehdit kategorisi “Kritik Tehlikede (CR)” olarak önerilmiştir. Haziran ve temmuz aylarında çiçek açan, temmuz ve ağustos aylarında ise meyve veren bu türün yaşam alanı 1650–1800 m yükseklik aralığındaki bozkır ve meşe ormanı açıklıklarıdır (Karaman Erkul vd. 2022).

Türkiye endemiği ve/veya tehdit altındaki türlerine ait *in vitro* kültür çalışmalarının derlendiği çalışmada (Bürün 2021), tohumlara ait bazı özelliklerin (optimum olgunlaşma dönemi, kalitesi, yetiştirme koşulları, çimlenme ekofizyolojisi ve dormansi derecesi) bilinmesinin gerekli olduğu, bu bilgilerin tohum canlılığının korunmasında son derece önemli rol oynadığı vurgulanmıştır. Genel olarak *Astragalus* türlerinin çimlenmeyi çok zorlaştıran sert tohum kabuğuna sahip olduğu ve bu nedenle de tohum çimlenme kapasitesinin zayıf olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmektedir (Erişen vd. 2010a; Erişen vd. 2011; Atalay vd. 2017; Dilaver vd. 2017). Bu nedenle klasik çimlendirme ve çoğaltım çalışmalarında başarı ve verim elde etmek neredeyse imkânsızdır. Çimlenme ve çoğaltımı zor olan nesli tükenme tehlikesi altındaki endemik türlerin korunması ve yaşatılması için doku kültürü tekniklerinin kullanılması oldukça önemlidir. Bu teknikler kullanılarak birçok endemik bitkinin çoğaltılması için çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Erişen vd. 2010b; Hill vd. 2015; Türker & Türkyılmaz Ünal 2022; Zayed vd. 2022). Tıbbi ve ticari önemi olan *Astragalus* cinsinin birçok endemik türü olmasına rağmen doku kültürü teknikleri kullanılarak yapılan çoğaltım çalışmaları oldukça sınırlıdır. Yapılan literatür çalışmaları sonucunda cinse ait *Astragalus polemoniicus* (Mirici 2004), *A. maximus* Willd. (Turgut Kara & Arı 2006), *A. cariensis* Boiss. (Erişen vd. 2010a; Erişen vd. 2011), *A. nezaketae* A.Duran & Aytaç (Erişen vd. 2010b), *A. chrysochlorus* Boiss. & Kotschy. (Hasançebi vd. 2011), *A. holmgreniorum* Barneby (Hill vd. 2015), *A. adscendens* Boiss. & Hausskn. (Esmaili vd. 2016), *A. trojanus* Stev. (Atalay vd. 2017), *A. vulnerariae* DC. (Erbil & Sağlam 2021) ve *A. fruticosus* Forssk. (Zayed vd. 2022) türlerinde doku kültürü ile çoğaltım yapıldığı belirlenmiştir. Türkiye'nin endemik bitkiler açısından çok zengin olmasına rağmen, günümüzde bu zenginliği oluşturan bazı türlerin yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olduğu bilinen bir gerçektir. Bu nedenle



yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olan türlerin *in situ* ya da *ex situ* koruma stratejileri kapsamında çoğaltılmaları ve popülasyonlarının korunabilmesi bakımından mikroçoğaltım çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

Endemik ve dar yayılışa sahip *Astragalus oksutdagensis* türünde tohum canlılığının, klasik koşullarda çimlenme başarısının, farklı ön uygulamaların çimlenme oranına etkisinin ve *in vitro* koşullarda yetiştirme süresinin bitkinin dış koşullara adaptasyonuna etkisinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışma, tür ile yapılan ilk *in vitro* çoğaltım çalışması olması nedeniyle önemlidir.

## MATERYAL VE METOT

*Astragalus oksutdagensis* türüne ait meyveli örnekler, yazarlardan Prof. Dr. Hayri Duman tarafından doğal yaşam alanından (Kayseri, Develi, Öksüt Dağı, bozkır, 1780 m, 28.7.2020, H.Duman 10664, GAZI) (Şekil 1) toplanarak Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Araştırma Laboratuvarına getirilmiştir. Meyve örneklerinden olgun ve zarar görmemiş tohumlar ayıklanarak uygun koşullarda (nemsiz ve oda sıcaklığında) muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. *Astragalus oksutdagensis* türünde çiçekli (a), meyveli (b) örnekler ve doğal habitat (c).

Çalışmada ilk olarak türün tohum canlılığı Tetrazolium testi (ISTA 1966) ile analiz edilmiştir. Bu test için, rastgele seçilen 50 adet tohumun testaları çizilip 24 saat 25–30°C'de distile su içinde

tutularak şişmeleri sağlanmıştır. Testaları çıkarılan tohumlar 30-35 °C'de 24 saat boyunca %1'lik 2,3,5-Triphenyl Tetrazolium Chloride (TTC) solüsyonunda tutulmuştur. Süre sonunda distile su ile fazla boyasından arındırılan tohumlar embriyolarının boyanma oranlarına göre Copeland & McDonald (2001) tarafından hazırlanan sınıflandırılma kriterlerine uygun olacak şekilde değerlendirilmiştir. Çalışma 3 tekrarlı olarak yapılmış, elde edilen sonuçlar “% tohum canlılığı” olarak ifade edilmiştir.

Çimlendirme testleri için seçilen olgun tohumlar, yüzey sterilizasyonu için önce birkaç damla Tween-20 ve %15 sodyum hipoklorit (NaOCl) ile hazırlanan solüsyonda 25 dakika bekletilmiş, daha sonra steril distile su ile 3 kez 5'er dakika durulanmıştır. Çimlendirme çalışmaları kurutma kâğıdında ve agarlı besin ortamında olacak şekilde 2 gruba ayrılarak gerçekleştirilmiştir. “Klasik çimlendirme” olarak da adlandırılan çalışmada petri kaplarına yerleştirilen kurutma kâğıtları arasına koyulan tohumlar 21 gün boyunca düzenli olarak sulanmış ve kökte çıkış olup olmadığı kontrol edilmiştir. Kök (radikul) bölgesinde en az 2 mm'lik çıkışın olması “çimlenme” olarak kabul edilmiş ve varsa sayım yapılmıştır. Benzer şekilde steril edilen tohumlar MS (Murashige & Skoog 1962) büyüme ortamına aktarılarak çimlenmeye bırakılmış ve 21 gün boyunca kök çıkışının olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Bu süre (21 gün) boyunca gözetim altında tutulan tohumlarda süre sonunda herhangi bir çıkış olmadığı için çimlenme çalışmasının ikinci kısmı olan ön uygulama aşamasına geçilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki kısmında rastgele seçilen olgun tohumlar aynı şekilde sterilize edildikten sonra çimlenme oranını arttırdığı bilinen 7 farklı ön uygulama işlemine (Tablo 1) tabi tutularak MS ortamına aktarılmıştır. Ön uygulama işlemine tabi tutularak MS büyüme ortamına aktarılan tohumların çimlenip çimlenmediği 21 gün boyunca düzenli şekilde takip edilmiş ve çimlenme sayıları kayıt altına alınmıştır.

**Tablo 1.** Çimlenme oranını arttırmak için yapılan ön uygulamalar.

Uygulamalar	Uygulama şekli
Kontrol	-
Testanın çizilmesi	Testa steril bir bisturi yardımı ile çizilir.
Testanın tamamen çıkarılması	Steril bir bisturi yardımı ile testası çizilen tohum 6-8 saat steril distile suda bekletilerek şişirildikten sonra testa tamamen çıkarılır.
Sıcak uygulaması	Tohum 30°C'de 4 hafta boyunca bekletilir.
Soğuk uygulaması	Tohum 0-4°C'de 4 hafta boyunca bekletilir.
Sülfirik asit (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 98%)	Tohum asit içinde 5 dakika bekletilir.
Hidrojen peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 27%)	Tohum H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> içinde 1 saat bekletilir.
Giberellik asit (GA <sub>3</sub> )	Tohum 1g/l GA <sub>3</sub> içinde 4 saat bekletilir.

Çalışmanın son aşamasında, yapılan ön uygulamalar arasında en yüksek çimlenme oranının elde edildiği "testası tamamen çıkarılmış tohumlar" kullanılmıştır. Bu aşamada öncelikle kullanılacak tüm malzemeler (büyütme kapları, pens, bisturi, besin ortamı vs.) otoklavda uygun şekilde steril edilmiştir. *In vitro* çalışmada kullanılan MS besin ortamı reçetesine uygun olacak şekilde hazırlanmış ve steril kabin içerisinde büyüme kaplarına dökülmüştür. Yüzey sterilizasyonu yapılarak testası tamamen çıkarılan tohumlar yine steril kabin içerisinde her bir magentada 20 tohum olacak şekilde MS besin ortamlarına aktarılmıştır. Tohumlar yaklaşık 3–4 gün içinde çimlenip hem radikula hem de

kotiledon oluşturmuştur. Dış koşullara adaptasyonda *in vitro* koşullarda büyüme süresinin etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, kotiledonları oluştuktan sonra 3 farklı gruba ayrılan ve 10, 20 ve 30 gün büyütülen fideler, uygulama sürelerinin sonunda torf ile doldurulan viyollere aktarılmıştır. Kontrollü koşullarda büyümesi sağlanan fidelerin sağlıklı şekilde vejetasyon sürecini tamamlama başarıları tespit edilmiştir.

Çalışmamızda oluşturulan tüm uygulama grupları 3 tekrarlı olacak şekilde tasarlanmıştır. Elde edilen tüm verilerin istatistiki analizlerinde Graphped Prism 8.4.2 istatistik programı kullanılmıştır. Elde edilen verilere varyans analizi (ANOVA) uygulanarak, sonuçlar DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Nesli tükenme tehlikesi altında olan endemik bitkilerin *in vitro* tekniklerle çoğaltımı, yüksek çoğalma oranı, küçük alan talebi ve çalışma için az sayıda kaynak bitkiye ihtiyaç duyulması gibi nedenlerle büyük bir avantaja sahiptir. Bu çalışmaların yapılabilmesi için tohumun canlı olması ve ayrıca çalışma sonunda elde edilen bitkilerin doğal ortam koşullarına adaptasyon başarısının yüksek olması oldukça önemlidir. Yaptığımız çalışmada öncelikle Kayseri, Öksüt Dağı'ndan toplanan *Astragalus oksutdagensis* türüne ait tohumların canlılık yüzdeleri tespit edilmiştir. TTC solüsyonunda bekletilen tohum embriyolarının canlılık sınıflandırması Copeland & McDonald (2001) tarafından önerilen ayırım skalasına göre değerlendirilmiş ve tohumların boyanma özellikleri dikkate alınarak sonuçlar oran (%) olarak sunulmuştur. Buna göre canlı tohumlar bordo-kırmızı renk ile boyanırken, cansız tohumlar ya açık pembe renge boyanmış ya da hiç boyanmamıştır (Şekil 2). Tetrazolium testi sonrası boyanma derecelerine göre tohumların canlılık oranının %95.0 olduğu gözlenmiştir.



Şekil 2. *Astragalus oksutdagensis* türüne ait tohumların tetrazolium testi uygulaması sonunda boyanma görüntüsü. Canlı (a) ve cansız (b ve c) tohumlar.

Yüksek oranda canlılığa sahip olduğu belirlenen *Astragalus oksutdagensis* tohumlarının çimlenme oranının belirlenmesi için kurutma kâğıdı ve agarlı besin ortamında çimlenme testleri yapılmıştır. Kök (radikul) bölgesinde en az 2 mm'lik çıkışın olması "çimlenme" olarak kabul edilmiş ancak 21 günlük süre sonunda tohumlarda herhangi bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Bu nedenle steril edilen tohumlar, çimlenme oranını arttırdığı bilinen 7 farklı ön uygulama işlemine (Tablo 1) tabi tutulmuş ve yine 21 gün boyunca çimlenme olup olmadığına göre düzenli takip edilmiştir. Bu süre sonunda elde edilen veriler Tablo 2'de yer almaktadır.

**Tablo 2.** Ön uygulama grupları ve çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.

Uygulamalar	Ortalamlar
Kontrol	0
Testanın çizilmesi	68,67±0,9*
Testanın tamamen çıkarılması	89,05±1*
Sıcak uygulaması	0**
Soğuk uygulaması	0**
Sülfirik asit (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 98%)	1±0,6**
Hidrojen peroksit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 27%)	1,33±0,8**
Giberellik asit (GA <sub>3</sub> )	0**

(\*: Fark P<0,05 düzeyinde önemlidir, \*\*: Fark P<0,01 düzeyinde önemlidir)

Sonuçlar incelendiğinde, "testanın çizilmesi" ile "testanın tamamen çıkarılması" uygulamaları arasındaki farklılığın p<0,05 düzeyinde; bu iki ön uygulama ile diğer ön uygulamalar arasındaki farklılığın da p<0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Tohum çimlenmesi ile ilgili fizyolojik olaylar bitki yaşamının ilk adımıdır (Javaid vd. 2018; Tursun 2019). Çalışmamızda en yüksek çimlenme yüzdesinin (% 89,05±1) "testanın tamamen çıkarıldığı" uygulama grubunda olduğu belirlenmiştir. Hiç çimlenme gözlenmeyen sıcak, soğuk ve GA<sub>3</sub> uygulaması ile çimlenme oranının yaklaşık %1 olarak bulunduğu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> uygulamalarının ise herhangi bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Ayrıca çimlenmenin görüldüğü tüm uygulamalarda çimlenen tüm tohumların sağlıklı gelişim göstermediği de gözlemlenmiştir (Tablo 3).

*Astragalus polemoniicus* (Mirici 2004), *A. maximus* (Turgut Kara & Arı 2006), *A. nezaketae* (Erişen vd. 2010b), *A. chrysochlorus* (Hasançebi vd. 2011), *A. holmgreniorum* (Hill vd. 2015), *A. adscendens* (Esmaili vd. 2016), *A. trojanus* (Atalay vd. 2017), *A. vulnerariae* (Erbil & Sağlam 2021) ve *A. fruticosus* (El-Sayed vd. 2022)'da doku kültürü ile yapılan çoğaltım denemelerinde cinsin kalın bir tohum kabuğuna sahip olmasının çimlenmeyi etkileyen önemli bir dezavantaj olduğu vurgulanmaktadır. *Astragalus cariensis* türünde yapılan çalışmada (Erişen vd. 2010a) ise, bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde bitkinin herhangi bir ön uygulama yapılmamış tohumlarında 30 günlük çimlenme oranının %10 seviyesinde kaldığı, ancak tohum kabuğunun çıkarılması ile bu oranın %100'e yükseldiğini bildirilmiştir. Farklı çalışmalarda da tohumları sülfirik asitte bekletmenin (Başalma vd. 2008; Esmaili vd. 2016), GA<sub>3</sub> (Ertem & Adak 2022) ya da sıcaklık uygulamasının (Çınar vd. 2021) benzer şekilde çimlenme başarısını arttırdığı görülmüştür. Bu çalışmada da *Astragalus oksutdagensis* türünde çimlenmeyi olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörün sert tohum kabuğu olduğu, tohum kabuğunun ortadan kalkması durumunda çimlenmede önemli bir başarı elde edildiği görülmüştür. Tüm bu sonuçlar, *Astragalus* cinsinde verimli bir

çimlenme elde edebilmek için sert tohum kabuğu engelinin ortadan kaldırılmasının gerektiğini göstermektedir.

**Tablo 3.** Uygulama süreleri, çimlenme, gelişim ve dış koşullara aktarılan fidelerin canlı kalma oranları

Uygulamalar	Uygulama Süresi (Gün)	Çimlenme Oranı (%)	Gelişim Oranı (%)	Dış koşullara aktarılan fidelerin canlı kalma oranı (%)
U1	10	90±1	49,7±0,05 <sup>öd</sup>	71,04±0,5*
U2	20	88±1	48,4±0,01 <sup>öd</sup>	42,3±0,2*
U3	30	89±1	49,1±0,03 <sup>öd</sup>	34,7±0,3*

(<sup>öd</sup>: Fark P<0,05 düzeyinde önemli değildir, \*: Fark P<0,05 düzeyinde önemlidir)

Yaman vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada da *Alkanna orientalis* (L.) Boiss. ve endemik *A. sieheana* Rech.fil. türlerinin canlılığı ve çimlenme becerileri test edilmiş, çalışma sonucunda canlılık oranlarının yüksek olmasına rağmen çimlenme için tohum kabuğunun çıkarılmasının gerekliliği, bu şekilde kültüre alınan bitkilerde büyüme başarısının sağlandığı vurgulanmıştır. Ayrıca bu çalışmaya benzer şekilde (Tablo 3) yüksek tohum canlılığına sahip türlerin çimlenme ve gelişim oranının yeterince yüksek olmadığı da bildirilmiştir.

Tablo 3'te verilen sonuçlara göre, uygulamalar arasında önemli farklılık olduğu (p<0,01) ve en iyi adaptasyonun 10 gün boyunca MS ortamında büyütülen fidelerden sağlandığı görülmektedir. Dış ortama adaptasyonu sağlamada *in vitro* koşullarda büyütme süresinin etkili olup olmadığının belirlenmesinin hedeflendiği bu çalışmanın sonucuna göre MS ortamında bulunma süresinin dış koşullara aktarıldıktan sonra canlı kalma oranını etkilediğini söylemek mümkündür.

Tohum çimlendirme çalışmaları, nadir ve nesli tükenmekte olan pek çok endemik türün *in situ* ve *ex situ* koruma stratejilerinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle tohumların çimlenme yeteneklerinin araştırılması gelecek nesillerin korunması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışma ile bilim dünyasına yakın zamanda tanıtılan *Astragalus oksutdagensis* türünün tohum canlılığı, çimlenmesi ve dış ortama alışma problemlerinin tespit edilerek çözüme ulaştırılması hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlar türün tohum canlılığının yüksek olduğunu, çimlenmenin gerçekleşebilmesi için de testanın tamamen çıkarılmasının başarıyı arttırdığını göstermiştir. Dış ortama adaptasyonu sağlamada *in vitro* koşullarda büyütme süresinin etkili olduğu, bu koşullarda daha az büyüyen fidelerin dış koşullara adaptasyonunun daha kolay olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, nesli tehlike altında olan bu endemik türün *in vitro* koşullarda eksplant kaynağı olabilme potansiyeline sahip olduğunu söylemek mümkündür. *In vitro* koşullarda çoğalabilmesi ve sonunda dış koşullara kolay adaptasyon sağlayabilmesi; özellikle nadir veya dar endemik olan nesli tehlike altındaki türlerin korunabilmesi için istenecek önemli özelliklerdendir. Bu çalışmalar, biyolojik çeşitliliğimizin *ex-situ* olarak korunabilmesine yardımcı olacaktır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, devam niteliğinde yapılacak çeşitli çalışmalara kaynak olabileceği düşünülmektedir.

## YAZAR KATKI BEYANI

Yazarlar makaleye katkılarını şu şekilde onaylarlar; arazi çalışmaları ve tohum toplanması: Hayri Duman; laboratuvar çalışmaları: Fahriye Öcal Özdamar ve Gökçen Baysal Furtana; sonuçların analizi ve yorumlanması: Gökçen Baysal Furtana ve Fahriye Öcal Özdamar.



**KAYNAKLAR**

- Atalay, E., Tanur Erkoyuncu, M., Erişen, S. & Yorgancılar, M. (2017). Micropropagation of Endemic *Astragalus trojanus* Stev. with Nodal Culture. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences* 27(2): 268–275. DOI: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.268674>.
- Aytaç, Z., Hamzaoğlu, E. & Ertuğrul, K. (2021). *Astragalus* (Fabaceae) cinsi taksonomisine katkılar. *Bağbahçe Bilim Dergisi* 8(1): 173–180. DOI: <https://dergipark.org.tr/en/pub/bagbahce/issue/62104/726681>.
- Başalma, D., Uranbey, S., Gürlek, D. & Özcan, S. (2008). TDZ-induced plant regeneration in *Astragalus cicer* L. *Afr J Biotechnol* 7(8): 955–959.
- Bürün, B. (2021). Bitki biyoçeşitliliğinin korunmasında biyoteknolojinin kullanımı ve Türkiye'deki çalışmalar. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C–Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji* 10(1): 1–16.
- Copeland, L.O. & McDonald, M.B. (2001). *Principles of Seed Science and Technology*. 4<sup>th</sup> Ed., Springer, New York.
- Çınar, İ.B., Ayyıldız, G., Yaprak, A.E. & Tuğ, G.N. (2021). Effects of Temperature, Light and Salinity on Germination of *Salsola crassa* (Amaranthaceae) Seeds from Different Years. *Türler ve Habitatlar* 2(2): 98–112. DOI: <https://doi.org/10.53803/turvehab.990370>.
- Davis, P.H., Mill, R.R. & Kit, T. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 10 (Suppl. I). Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 166–169.
- Dilaver, Z., Mirzapour, M. & Kendir, H. (2017). Breaking seed dormancy and micropropagation of perennial vulneraria milkvetch (*Astragalus vulnerariae* DC.). *Acta Sci Pol-Hortoru* 16(4): 79–88. DOI: <https://doi.org/10.24326/asphc.2017.4.9>.
- El-Sayed, A.S.A., Zayed, R.A., El-Baz A.F. & Ismaeil, W.M. (2022). Bioprocesses optimization and anticancer activity of camptothecin from *Aspergillus flavus*, an endophyte of *in vitro* cultured *Astragalus fruticosus*. *Mol Biol Rep* 49(6): 4349–4364. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-022-07271-x>.
- Erbil, F.B. & Sağlam, C. (2021). The propagation of endemic *Astragalus vulnerariae* DC. by cutting and possibility of use in landscape in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 9(1): 35–41. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i1.35-41.3637>.
- Erişen, S., Yorgancılar, M., Atalay, E. & Babaoğlu, M. (2010a). Prolific shoot regeneration of *Astragalus cariensis* Boiss. *Plant Cell Tiss Org* 100(2): 229–233.
- Erişen, S., Yorgancılar, M., Atalay, E., Babaoğlu, M. & Duran, A. (2010b). Callus induction and plant regeneration of the endemic *Astragalus nezaketae* in Turkey. *Electron J Biotechno* 13(6): 1–7.
- Erişen, S., Atalay, E. & Yorgancılar, M. (2011). The effect of thidiazuron on the *in vitro* shoot development of endemic *Astragalus cariensis* in Turkey. *Turk J Bot* 35(5): 521–526. DOI: <https://doi.org/10.3906/bot-1009-74>.
- Ertem, M. & Adak, M.S. (2021). Endemik *Verbascum linearilobum* türünde gibberellik asit ve potasyum nitratın çimlenme ve canlılık üzerine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 36(1): 173–195. DOI: <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.987529>.
- Esmaili, Gh., Azizi, M., Aroei, H. & Samiei, L. (2016). Micropropagation of *Astragalus adscendens*: A source of Gaz-angabin manna in Iran (Persian manna). *J Agr Sci Tech-Iran* 18(3): 741–750.



- Hasançebi, S., Kara, N.T., Çakır, Ö. & Arı, Ş. (2011). Micropropagation and root culture of Turkish endemic *Astragalus chrysochlorus* (Leguminosae). *Turk J Bot* 35(2): 203–210. DOI: <https://doi.org/10.3906/bot-1007-48>.
- Hill, P., Gutierrez, B., Carmack, L. & Kopp, O.R. (2015). Micropropagation of *Astragalus holmgreniorum* (Holmgren milkvetch), an endemic and endangered species. *Plant Cell Tiss Org* 121(2): 381–387. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11240-015-0708-4>.
- ISTA (1966). International Rules for Seed Testing. *International Seed Testing Association* 31(1): 1–152.
- Javaid, M.M., Florentine, S., Ali, H.H. & Welle, S. (2018). Effect of environmental factors on the germination and emergence of *Salvia verbenaca* L. cultivars (verbenaca and vernalis): An invasive species in semi-arid and arid rangeland regions. *Plos One* 13(3): 1–20. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194319>.
- Karaman Erkul, S., Duman, H. & Ateş, M.A. (2022). *Astragalus oksutdagensis* (Fabaceae), a new species from Turkey. *Nord J Bot* 2022(3): 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1111/njb.03237>.
- Mirici, S. (2004) High frequency of adventitious shoot regeneration from leaf and leaf petiole of endemic *Astragalus polemoniicus* Bunge. *Selçuk University Journal of Agricultural Faculty* 18(34): 31–34.
- Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiol Plantarum* 15: 473–497.
- Turgut Kara, N. & Arı, S. (2006). Micropropagation of *Astragalus maximus* Willd. *Biotechnol Biotec Eq* 20(1): 20–22. DOI: <https://doi.org/10.1080/13102818.2006.10817298>.
- Tursun, A.Ö. (2019). *Salvia verticillata* L. (Dadırağ)'nın Tohum Dormansisinin Kırılmasında Farklı Uygulamaların Etkileri. *KSU Tarım ve Doğa Dergisi* 22(Ek Sayı 1): 30–37. DOI: <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.560605>.
- Türker, H. & Türkyılmaz Ünal, B. (2022). Development of a micropropagation protocol for endangered *Hypericum bilgehan-bilgili* Başköse & Savran (Hypericaceae) species, local endemic to Turkey. *Pak J Bot* 54(3): 1089–1095. DOI: [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-3\(44\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-3(44)).
- Yaman, C., Uranbey, S., Abdullah, H., Ahmed, A. & Başalma, D. (2021). Bazı *Alkanna* türlerinin tohum canlılık testi, çimlenme oranı ve *in vitro* rejenerasyonu. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 8(2): 220–227. DOI: <https://doi.org/10.19159/tutad.892928>.
- Zayed, R.A., El-Sayed, A.S. & Ismaeil, W.M. (2022). *In vitro* micropropagation, biological activities and phenolic profile of *Astragalus fruticosus* Forssk. *Asian Journal of Plant Sciences* 21(2): 192–202. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajps.2022.192.202>.



Research Article

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1189144>

**Macro- and Micro-morphological Studies on *Campanula lyrata* subsp. *icarica* (Campanulaceae) and *Erysimum aureum* (Brassicaceae), Recently Given as a New Record from Türkiye**

Tuğkan Özdöl <sup>1,\*</sup>, Abdurrahman Sefalı <sup>2</sup>, Hasan Yıldırım <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Ege University, TR-35040, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Department of Science Education, Faculty of Education, Bayburt University, TR-69000, Bayburt, Türkiye

\*Correspondence: Tuğkan Özdöl, [ozdoltugkan@gmail.com](mailto:ozdoltugkan@gmail.com)

Received: 14.10.2022

Accepted: 12.11.2022

Published Online: 31.12.2022

**Abstract**

This study is based on micro- and macro-morphological features of *Campanula lyrata* subsp. *icarica* and *Erysimum aureum* taxa that have recently been reported in the flora of Türkiye. *Campanula lyrata* subsp. *icarica* is distributed mainly in the Eastern Aegean Islands, as well as in İzmir and Muğla provinces. *Erysimum aureum* is native to Central European Russia, Iran, North Caucasus, Northwest European Russia, South European Russia, Transcaucasus, and Ukraine, and is also distributed in Türkiye. Diagnostic characteristics, detailed descriptions, micro-morphological features (seeds and pollen grains) as well as differences between closely related species, diagnostic keys, locality information, and distribution maps of these taxa are provided in the present study.

**Keywords:** *Campanula*, Campanulaceae, *Erysimum*, Brassicaceae, micro-morphology, macro-morphology

**Türkiye'den Yakın Zamanda Yeni Kayıt Olarak Verilen *Campanula lyrata* subsp. *icarica* (Campanulaceae) ve *Erysimum aureum* (Brassicaceae) Üzerine Makro- ve Mikro-morfolojik Çalışmalar**

**Özet**

Bu çalışma, Türkiye'deki varlığı yakın zamanda belirlenen *Campanula lyrata* subsp. *icarica* ve *Erysimum aureum* taksonlarının mikro- ve makro-morfolojik özelliklerine dayanmaktadır. *Campanula lyrata* subsp. *icarica*, başlıca Doğu Ege adalarında, ayrıca İzmir ve Muğla illerinde yayılış göstermektedir. *Erysimum aureum*, Orta Avrupa Rusya, İran, Kuzey Kafkasya, Kuzeybatı Avrupa Rusya, Güney Avrupa Rusya, Transkafkasya ile Ukrayna'ya özgüdür ve ayrıca Türkiye'de de yayılış göstermektedir. Bu çalışmada taksonların ayırt edici özellikleri, detaylı betimlemeleri, mikro-morfolojik özellikleri (tohum ve polen) yanı sıra yakın akraba türler arasındaki farkları, teşhis anahtarları, lokalite bilgileri ve yayılış haritaları verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Campanula*, Campanulaceae, *Erysimum*, Brassicaceae, mikro-morfoloji, makro-morfoloji

**INTRODUCTION**

*Campanula* L., the largest genus in the family Campanulaceae Juss., contains about 420 species worldwide. The distribution of *Campanula* covers primarily temperate and subtropical areas of the Northern Hemisphere and also South Asia and Northern Mexico (Lammers 2007a; 2007b; Alçitepe 2011; Yıldırım 2018). One of the temperate zone countries of the Mediterranean basin including Türkiye has the richest diversity of *Campanula*. The genus is represented in Türkiye by

Suggested Citation:

Özdöl, T., Sefalı, A. & Yıldırım, H. (2022). Macro- and Micro-morphological Studies on *Campanula lyrata* subsp. *icarica* (Campanulaceae) and *Erysimum aureum* (Brassicaceae), Recently Given as a New Record from Türkiye. *Türler ve Habitatlar* 3(2): 119–136.

approximately 140 taxa, about 53% of which are endemic (Damboldt 1978; Davis et al. 1988a; Güner 2000; Akçiçek et al. 2005; İkinci 2012; Yıldırım 2013; 2018; Mutlu & Karakuş 2015; Yıldırım et al. 2019; Yıldırım & Özdöl 2019; Özdöl et al. 2022a; 2022b; 2022c). *Campanula lyrata* subsp. *icarica* Runemark ex Phitos is one of the taxa of *Campanula* subgen. *Campanula* sect. *Quinqueloculares* (Boiss.) Phitos. This taxon was first described by Phitos from the Icaria Island of the Aegean Sea (Damboldt 1976). *Campanula lyrata* subsp. *icarica* is distributed mainly in the East Aegean Islands (Figure 1) (GBIF 2022; POWO 2022). According to Özdöl et al. (2022c), *Campanula lyrata* subsp. *icarica* is distributed in İzmir and Muğla provinces in Türkiye (Figure 2). Several specimens of *C. lyrata* subsp. *icarica* were collected during fieldwork from İzmir provinces in 2019.

The genus *Erysimum* L. (Brassicaceae) contains about 180 species worldwide (Al-Shehbaz 1988; 2010; 2012; Polatschek & Snogerup 2002). The distribution area of the genus *Erysimum* is all over the Northern hemisphere and it is concentrated in Eastern Europe and the Middle East (Polatschek 1986; Warwick et al. 2006; Koch & Al-Shehbaz 2002). It has a major center of diversity stretching from the Mediterranean Basin to Central Asia (Moazzeni et al. 2014). *Erysimum* is represented by 66 taxa in Türkiye, 34 of which are endemic, giving it an endemism ratio of 51.5%. Marschall Bieberstein first described *Erysimum aureum* M.Bieb. from the forests along the Terek River in Russia, between Mozdok and Kizlyar in 1808 (Bieberstein 1808). *Erysimum aureum* is distributed mainly in Central European Russia, Iran, North Caucasus, Northwest European Russia, South European Russia, Transcaucasia and Ukraine (Figure 1) (GBIF 2022; POWO 2022). According to Özdöl et al. (2022c), *Erysimum aureum* is distributed in Bayburt province in Türkiye (Figure 2).

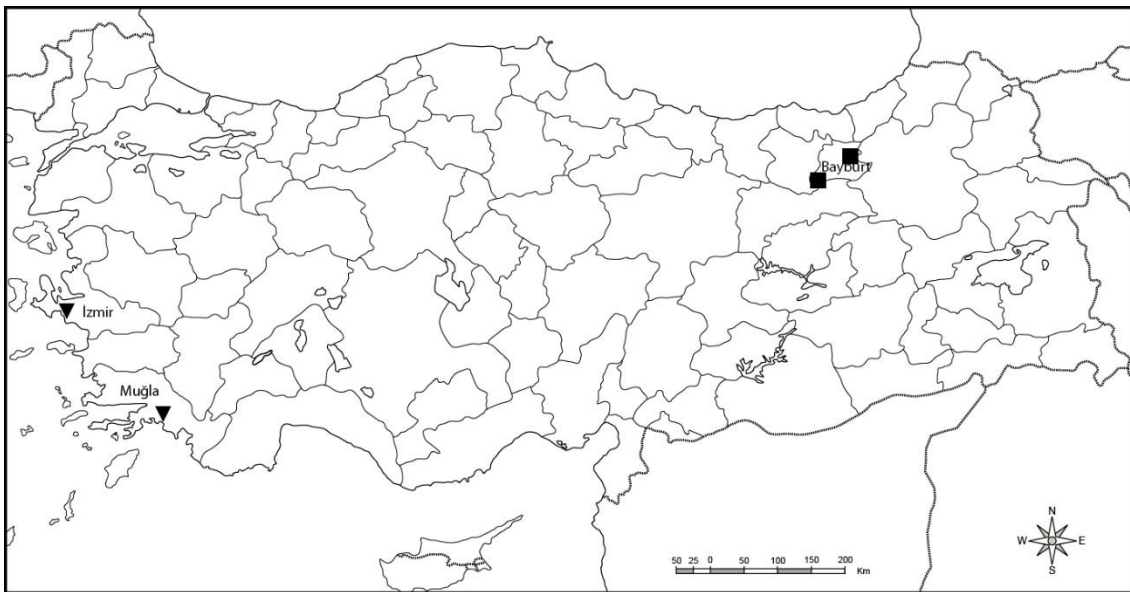


**Figure 1.** Worldwide distribution map of *Campanula lyrata* subsp. *icarica* (triangle) and *Erysimum aureum* (square) (map is obtained from GBIF 2022, data is obtained from GBIF 2022 and POWO 2022).

There are some macro-morphological (Damboldt 1976; 1978; Alçitepe 2011) and micro-morphological studies on *Campanula lyrata* subsp. *icarica* (Liveri et al. 2020), but this study is the first macro- and micro-morphological study on Türkiye populations of *C. lyrata* subsp. *icarica*. Also, there are some macro-morphological studies on *Erysimum aureum* (Vasilchenko 1939; Ball 1964; Polatschek 2010) and there are some micro-morphological studies of species related to *E. aureum* (Maciejewska-Rutkowska et al. 2007; Halbritter 2016; Song et al. 2018), but there are no detailed micro-morphological studies on *Erysimum aureum*. As a result, this study is the first detailed micro-morphological study on *Erysimum aureum*.

## MATERIAL AND METHOD

The materials used in this study are herbarium specimens of *Campanula lyrata* subsp. *icarica* and *Erysimum aureum* collected from natural populations during field studies in 2018-2020. Specimens of *C. lyrata* subsp. *icarica* were collected in 2019 from Karacadağ, İzmir during field studies for the MSc “Flora of the region between Menderes, Seferihisar and Özdere in İzmir province” (Özdöl 2020) (Figure 2). Specimens of *Erysimum aureum* were collected in different areas in Bayburt between 2018 and 2020 (Figure 2). According to the latest research, both taxa are mentioned as a new record for the flora of Türkiye (Özdöl et al. 2022c).



**Figure 2.** Distribution map of *Campanula lyrata* subsp. *icarica* (triangle) and *Erysimum aureum* (square) in Türkiye (Map is obtained from “CoğrafyaHarita 2022”, location data of species just added to the map according to herbarium specimens examined).

## Macro-morphological Methods

Morphological characters were measured by a millimetric ruler under stereo binocular microscope. Photographs of plant specimens and their parts were taken at herbaria and in their natural habitats (Appendix 1). During the field studies, photographs of living material of the species and its related taxa were taken with a Nikon D300 digital camera. Photographs of plant parts were taken from herbarium specimens with Samsung NX Mini digital camera. In addition, relevant literature (Boissier 1879; Polatschek & Rechinger 1968; Vasilchenko 1939; Fedorov 1957; Phitos 1963a; 1963b; 1964a; 1964b; 2016; Ball 1964; Rechinger & Schiman-Czeika 1965; Papatsou & Phitos

1975; Fedorov & Kovanda 1976; Damboldt 1976; 1978; Davis et al. 1988a; 1988b; Runemark & Phitos 1996; Güner 2000; Lammers 2007b; Yıldırım 2008; Mutlu 2010; 2012; 2018; Polatschek 2010; Güner et al. 2012; İkinci 2012; Güner & Ekim 2014; Güner et al. 2018, IPNI 2022) was evaluated. Plant materials for this study were compared with specimens stored in national (EGE and GAZI) and international (AMD, B, MW, L, LD, U and UPA) herbaria (acronyms according to Thiers 2022).

### Micro-morphological Methods

At least 50 pollen grains and 30 mature seeds were measured per taxa using a light microscope and a scanning electron microscope (SEM). For SEM observations, seed and pollen grains were placed on aluminium stubs with double-sided adhesive tape, sputter coated with gold using a Emiteck K550 and then examined using an FEI Quanta 250 FEG SEM. In addition, relevant literature (Maciejewska-Rutkowska et al. 2007; Alçitepe 2011; Halbritter 2016; Song et al. 2018; Liveri et al. 2020) was evaluated.

## RESULTS

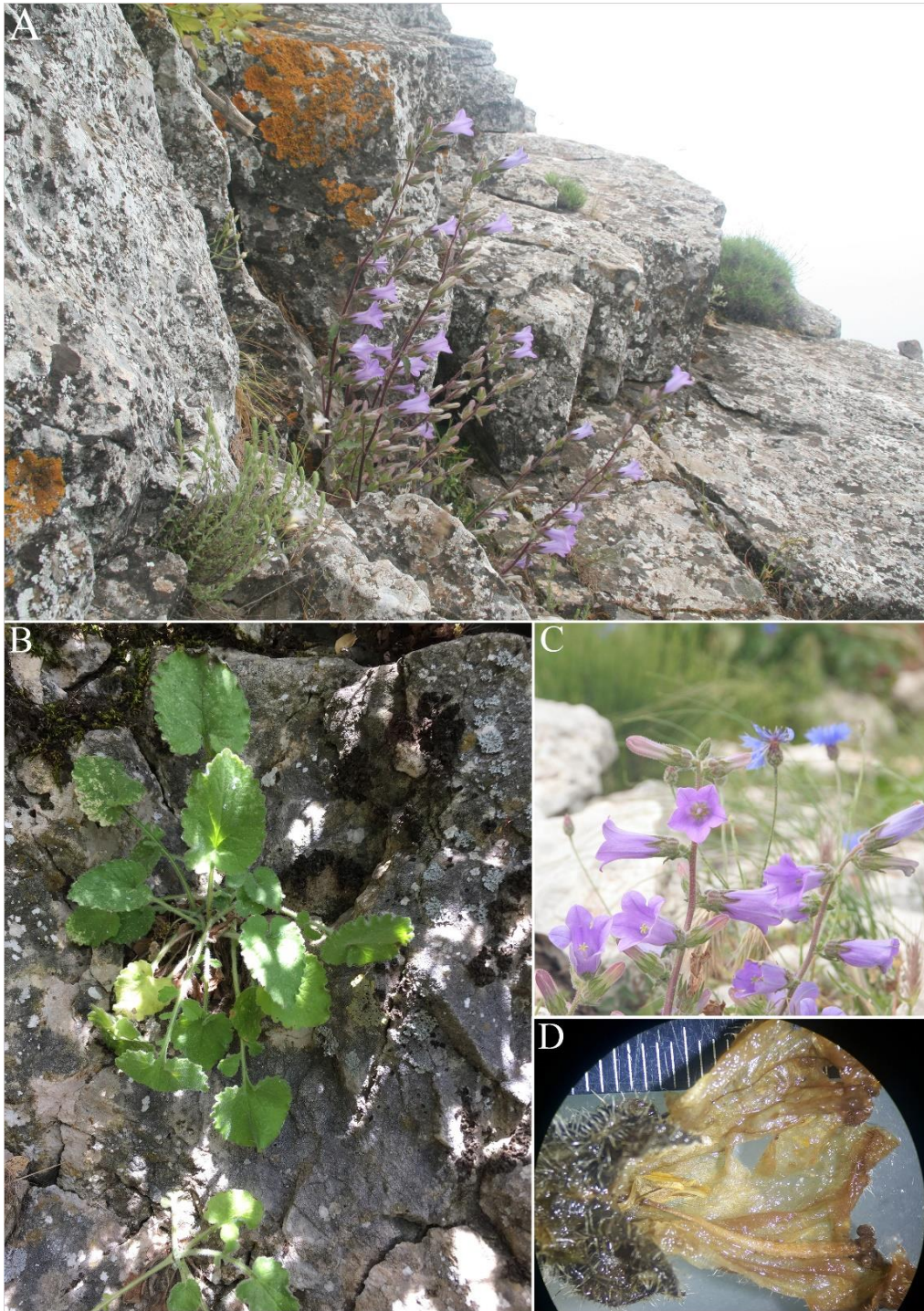
### Macro-morphological Results

*Campanula lyrata* subsp. *icarica* Runemark ex Phitos in Notes R.B.G. Edinb. 35: 44 (1976) / *ikaryamemeği* (Özdöl et al. 2022c) (Figures 3 and 4).

**Type:** GREECE. Ikaria: 1–1.5 km W. of Petropoulis cliffs, c. 250 m, Runemark & Snogerup 7049 (holo. LD, LD1213441!). **For this record see also:** <http://herbarium.emg.umu.se/record.php?Genus=Campanula&Species=lyrata&SspVarForm=subsp.+icarica&Page=33&AaccNr=1213441&Ainst=LD&Acoll=&Aid=94087311&nrRecords=33>.

**Description:** Perennial herbs. Stem 25–45 cm long, erect or ascending, branched from above, pubescent to tomentose. Leaves pubescent-tomentose on both side. Rosette leaves 4–11 (including petiole) × 0.8–2.5 cm, lyrate, terminal lobe cordate, acute at apex, midvein winged, lateral segments 2–4 mostly absent. Cauline leaves 1–4.5 × 0.3–1.5 cm, sessile to 2.5 cm long petiolate, pubescent-tomentose on both surface; lower cauline leaves similar to rosette leaves, lyrate, terminal lobe ovate, dentate acute at apex; upper cauline leaves ovate, linear-lanceolate, lanceolate, acute, dentate to serrate. Inflorescence spike, panicle, sometimes raceme, rarely compound heads on axils, sometimes dense fascicles, 5–40 flowered per each stem. Pedicel to 1.7 cm long mostly sessile. Bract 4–15 × 1.5–5 mm pubescent-tomentose. Calyx 3–13 × 1–5 mm, as long as or shorter than 1/2 corolla length, triangular, triangular-ovate, ovate-lanceolate, acuminate, acute, subhispid on margins and midvein. Appendage 1–7 × 1–4 mm, ovate to elliptical, obtuse at apex, sparsely subhispid, enclosing capsule. Corolla cylindrical to narrowly infundibular, 1.3–3 × 5–2.5 cm, violet-blue to pinkish-mauve, pubescent outside, glabrous inside; lobes 1–8 × 2.5–10 mm, triangular, pubescent on margins; tube 0.3–1 cm on diam. Ovary ca. 5 × 3 mm, cylindrical, completely hidden by enlarged calyx appendages, densely pubescent-tomentose. Style 1–2 cm long, light yellow to brownish yellow. Stigma distinctly 5 lobed, curved. Stamen 5.5–10 mm long; filament 1.5–3 mm long, with triangular to lanceolate at base; base of filament 1.5–2 × 1–2.5 cm and ciliate to pubescent on margins, creamy white; anthers 4–7 mm long, creamy to bright yellow. Capsule ca. 2 × 1.5 cm, semi-spherical, conical, densely pubescent-tomentose, opening by 5 basal pores; usually hidden by enlarged calyx appendages.





**Figure 3.** *Campanula lyrata* subsp. *icarica* from İzmir province [T.Özdöl 1923 (EGE); T.Özdöl 2104 & H.Yıldırım (EGE), T.Özdöl 2199 & H.Yıldırım (EGE)]. Habitat and habitus (A), rosette leaves (B), flower and stem (C), and flower (D, microscope view).

**Additional Specimens Examined:** TÜRKİYE. **İzmir:** Menderes, Karacadağ, peak, E, 828 m, 10.05.2019, T.Özdöl 1923 (EGE!); ibid., E, 805 m, 24.05.2019, T.Özdöl 2104, H.Yıldırım (EGE!); ibid. around the fire watchtower, 840 m, 17.07.2019, T.Özdöl 2199, H.Yıldırım (EGE!). **Muğla:** Köyceğiz, Kaunos ruins, on the walls and rocks, 25 m, 06.04.2019, Ö.Güner 3100 (GAZI!). **GREECE. Ikarria:** in ditione pagi Hagios Kirykos, 23.05.1975, D.Tzanoudak 1608 (UPA 2860!);



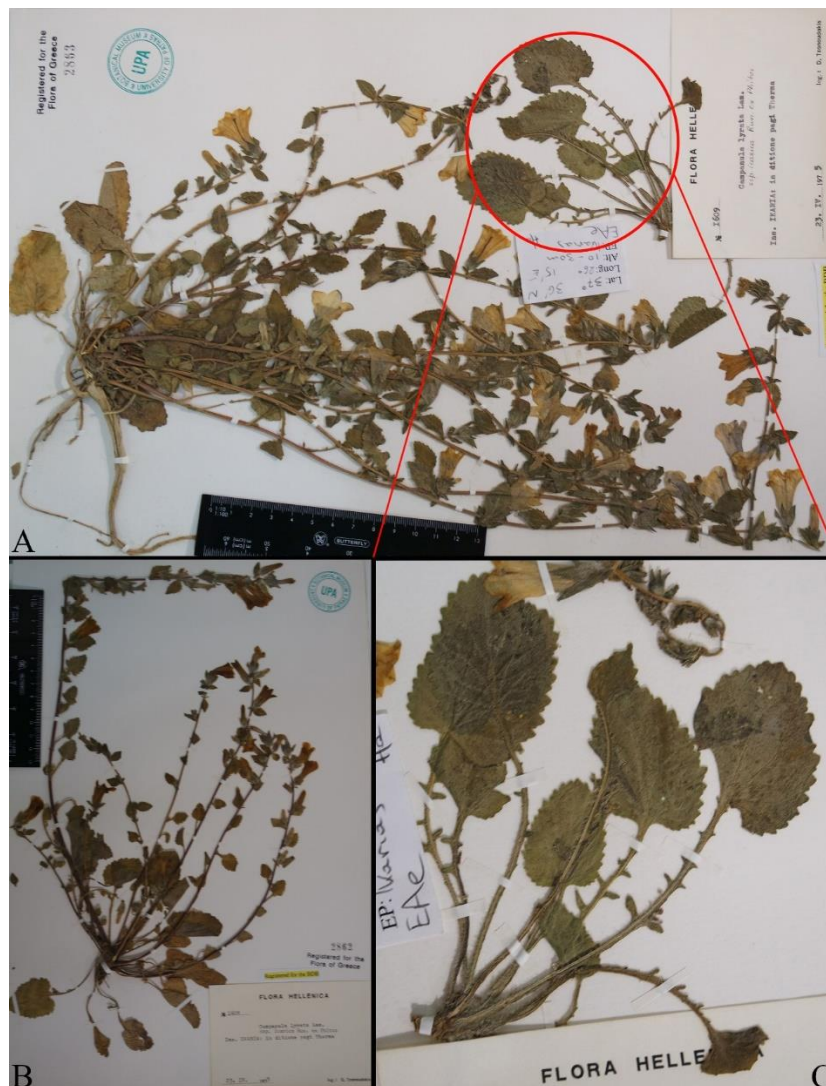
ibid. Therma, 23.04.1975, D.Tzanoudak 1609 (UPA 2861!, UPA 2862!); in ditione pagi Hagios Kirykos, 23.04.1975, D.Tzanoudak (UPA 2865!, UPA 2866!, UPA 2867!); mons Atheras, ca. 600 m, in saxosis, 23.04.1975, D.Tzanoudak 1610 (UPA 2864!).

**Phenology:** Flowering and fruiting from April to July.

**Ecology and Distribution (in Türkiye):** *Campanula lyrata* subsp. *icarica* is distributed in Köyceğiz / Muğla and Menderes / İzmir. These two localities are close to the islands of Icara and Samos in the Eastern Aegean, the main distribution area of *C. lyrata* subsp. *icarica*. It grows mostly on limestone cliffs and rock crevices, and it belongs to the east Mediterranean element.

**Identification key for infraspecific taxa of the species *Campanula lyrata***

1. Plant subhispid, scabrid; terminal lobes of basal leaves oblong-ovate ..... subsp. *lyrata*
- . Plant pubescent to pubescent-tomentose; terminal lobes of basal leaves cordate .... subsp. *icarica*

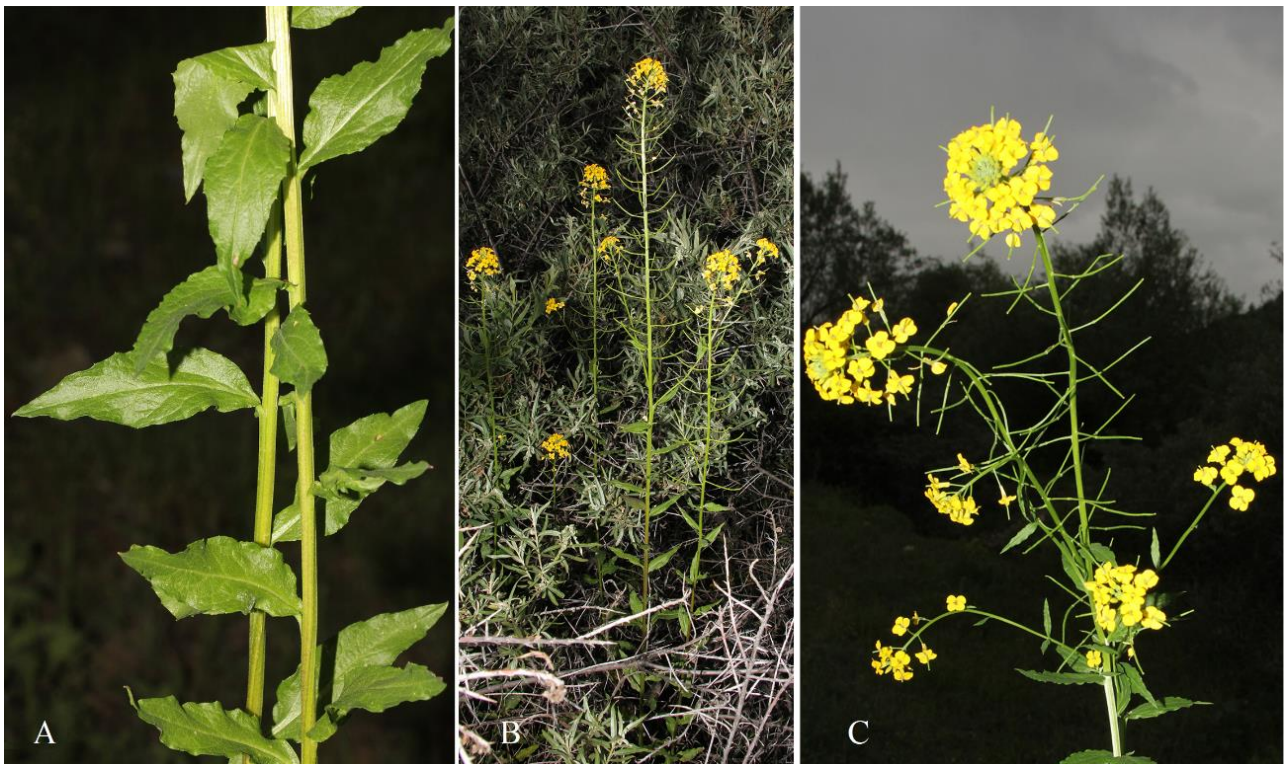


**Figure 4.** Herbarium specimens of *Campanula lyrata* subsp. *icarica*) from UPA Herbarium [D.Tzanoudak 1609 (UPA 2861!, UPA 2862!)]. Herbarium samples (A and B, general review) and rosette leaves (C, close review).

*Erysimum aureum* M.Bieb. in Fl. Taur.-Caucas. 2: 117 (1808) / *bayburtzarifesi* (Özdöl et al. 2022c) (Figures 5 and 6).

**Type:** Lectotype (designated by V.L.Dorofeyev in Dorofeyev (1986)): RUSSIA. habitat in dumentis promontorii caucafici, inter Mofdok et Kifljar, ad fluuium Terek; etiam ad Kumam rium minime rarum, Ex Caucaso rutheno, Herb. M.Bieberstein (LE; Isolectotype W19287).

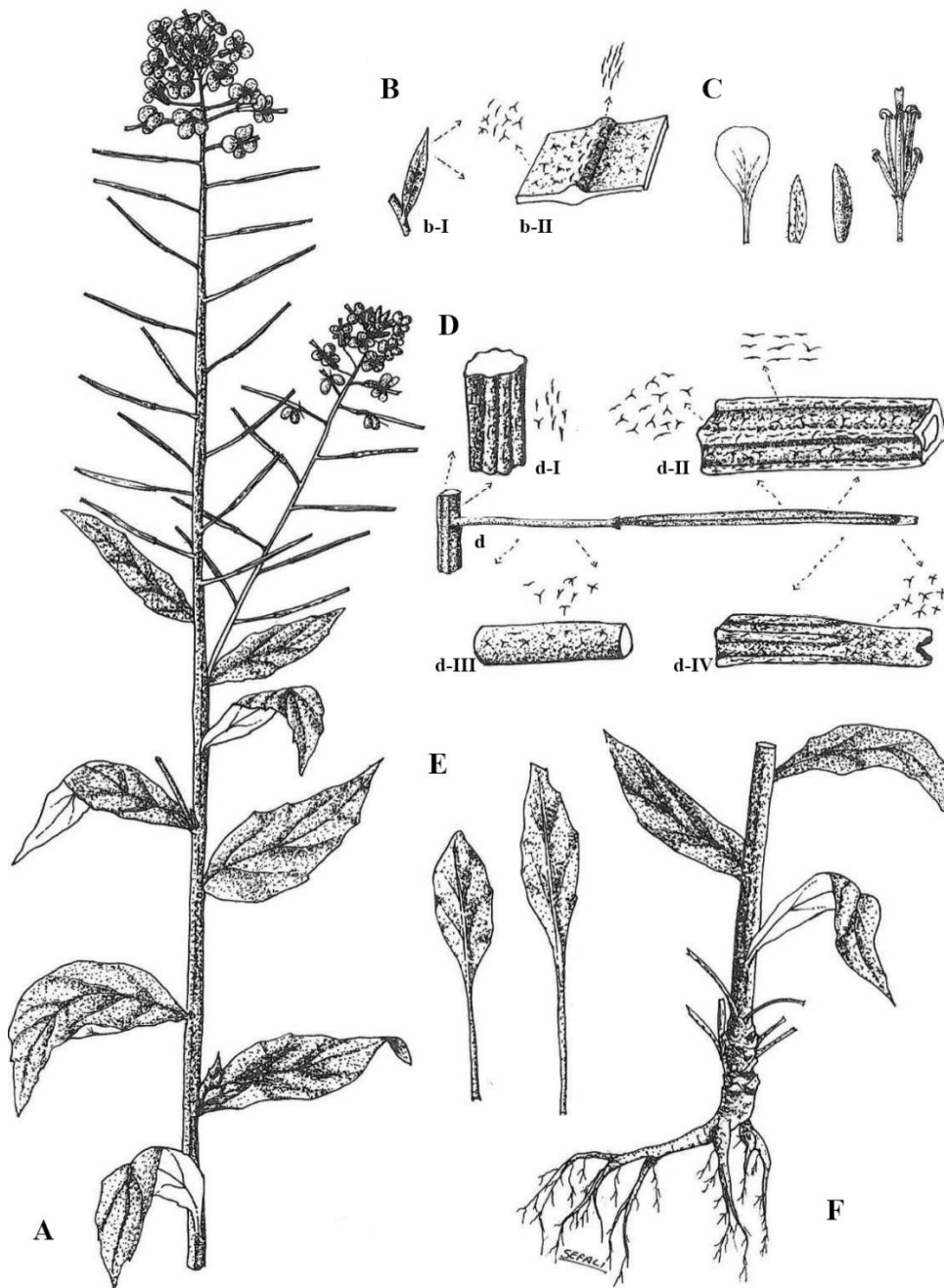
**Description:** Biennial herbs. Stems erect, often branched, 60–170 cm long; trichomes 2–3 rayed. Rosette leaves of sterile individuals elliptic to oblong, 5–3 × 0.8–2 cm, petiolate; petiole 1–4 cm long; trichomes dense, 2–4 rayed. Cauline leaves oblong-lanceolate, 1.5–12 × 0.4–3.5 cm, base cuneate, margins usually subentire or small denticulate, rarely sinuate-dentate, apex acute, shortly petiolate or sessile; trichomes 2–4 rayed. Racemes considerably elongated in fruit. Fruiting pedicels divaricate or ascending, 1–2 cm long, slender, much narrower than fruit. Sepals oblong-lanceolate to oblong, 4–5 × 1.5–2 mm, hairy on outer surface; lateral pair not saccate basally. Petals yellow, widely spathulate, 8–11 mm long, with linear base, slightly hairy on outside; claw 3–5 × 3–4 mm, apex rounded. Filaments 6–7 × 0.8–1 mm; anthers oblong, 1–2 mm; anther and pollen bright yellow. Fruits suberect or divaricate-ascending, linear, straight, 3–4 cm × 1.5–2 mm, 4-angled; valves with prominent midvein, 2–3-fid hairy outside, densely 3–4-rayed stellate hairy inside; trichomes 2–4 rayed, densely pubescent inside; ovules 18–40 per ovary; style cylindrical, slender, 1.5–2 mm long; stigma entire or slightly 2-lobed, lobes as long as wide.



**Figure 5.** *Erysimum aureum* from Bayburt province [A.Sefalı 421, 619 (EGE)]. Cauline leaves (A), habitat and habitus (B), and inflorescence (C).

**Additional Specimens Examined:** TÜRKİYE. **Bayburt:** provincial border Gümüşhane, between Sadak Lake and Çamur village, under the *Elaeagnus rhamnoides*, streamside, 18.06.2018, 390 E, 1700 m, A.Sefalı 421 (EGE!); Kopus Bridge, under the *Elaeagnus rhamnoides*, streamside, 20.07.2020, 1588 m, A.Sefalı 619 (EGE!). RUSSIA. Habitat in dumentis promontorii caucafici,

inter Mofdok et Kifljar, ad fluium Terek; etiam ad Kumam riuum minime rarum; F.A.M.Bieberstein 1808 (MW, MW0592630!); Kaukasus, Teberda, Grober Chatipara, Mischwald bis subalpine, 1700 m, 09.07.1974, Ch.Beck (B, B100068571!); Steiermark: eingebürgert am Schloberg in Graz, Belverde-Wien, 02.06.1997, H.Melzer (B, B100068577!).



**Figure 6.** Illustration of *Erysimum aureum*. Stem, cauline leaves and inflorescence (A), cauline leaf (B, b-I: cauline leaf, b-II: section view of cauline leaf and indumentum), perianth segments (C), stem, pedicel and siliqua (D, d-I: stem section and indumentum, d-II and d-IV: siliqua section and indumentum, d-III: pedicel section and indumentum), rosette leaves (E), and root, stem and lower cauline leaves (F).



**Phenology:** Flowering and fruiting from May to June.

**Ecology and Distribution (in Türkiye):** *Erysimum aureum* is distributed in two localities in Bayburt provinces in Türkiye. The species grows in forest openings, shady areas near rivers, shrubs, undergrowths, shady forest margins, streamsides in Northern Anatolia. It is an element belonging to the European-Siberian floristic region.

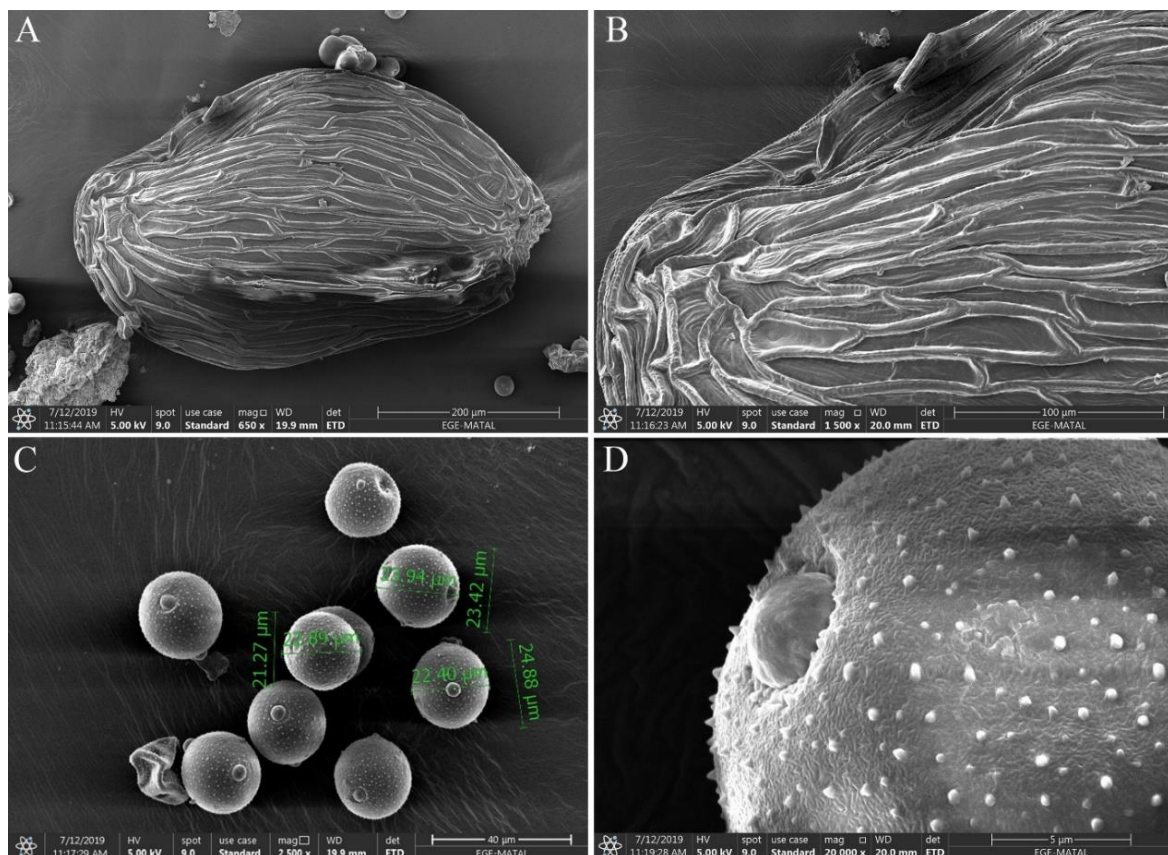
**Identification key for *Erysimum aureum* within the *Erysimum* genus**

1. Plant annual; petals up to 5 mm long; outer surface hairs of siliqua 3–4 fid ..... *cheiranthoides*
1. Plant biennial; petals longer than 5 mm; outer surface hairs of siliqua 2–3 fid ..... 2
2. Petal 8–11 mm long; inner surface hairs of siliqua 3–4 fid ..... *aureum*
2. Petal 13–16 mm long; inner surface hairs of siliqua mostly 2 fid ..... *odoratum*

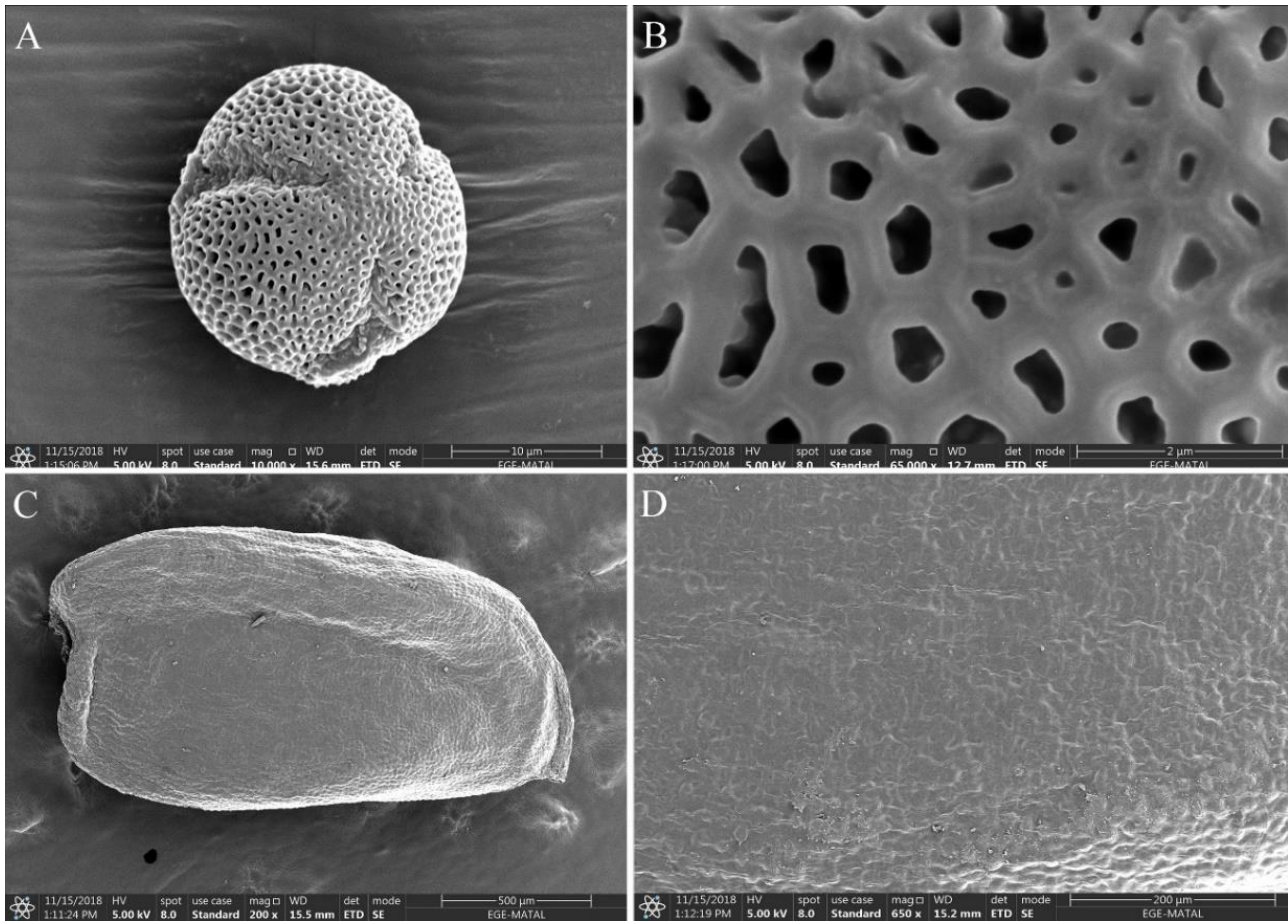
**Micro-morphological Results**

***Campanula lyrata* subsp. *icarica*:** Pollen creamy white to bright yellow; pollen grain triporate, spheroidal, diameter  $22.3 \pm 1.76 \mu\text{m}$ , spinulate, spinule length  $0.1\text{--}0.4 \mu\text{m}$ . Seeds ca.  $0.5 \times 0.2 \text{ mm}$ , oblong-oval to oblong-elliptic, shiny brown to light brown, strongly striate (Figures 7 and 9).

***Erysimum aureum*:** Pollen creamy to yellow, pollen grain tri-zonocolpate, spheroidal to prolate spheroidal, polar axis  $19.3\text{--}23.1$ , equatorial axis  $17.2\text{--}20.1$ , reticulate. Seeds golden yellow, oblong,  $1.5\text{--}2 \times 0.8\text{--}1 \text{ mm}$ ; unwinged; glabrous, micropitted (Figure 8).



**Figure 7.** Seed and pollen micromorphology of *Campanula lyrata* subsp. *icarica*. Seed micromorphology (A: general review, B: close review) and pollen micromorphology (C: general review with measurements, D: close review].



**Figure 8.** Pollen and seed micromorphology of *Erysimum aureum*. Pollen micromorphology (A: general review, B: close review) and seed micromorphology (C: general review, D: close review).

## DISCUSSION

### Taxonomical Notes

Specimens of *Campanula lyrata* subsp. *icarica*, which grows on calcareous rock cliffs, were collected during flowering and fruiting phases at Karacadağ in the Menderes district of İzmir province and in the Köyceğiz district of Muğla province in Türkiye. *Campanula lyrata* subsp. *icarica* is treated under subgen. *Campanula* sect. *Quinqueloculares*. According to Dambolt, *C. lyrata* is a very variable species with a wide range of distribution and is closely related to *C. hagielia* Boiss. Some forms of *Campanula lyrata* Lam. may be considered intermediates between *C. lyrata* and *C. hagielia* (Damboldt 1978). The two subspecies of *Campanula lyrata* are not clearly separated geographically, but *C. lyrata* subsp. *icarica* can easily be distinguished from *C. lyrata* subsp. *lyrata* by its cordate rosette leaves and pubescent and pubescent-tomentose indumentum (Table 1). It can be distinguished from *Campanula hagielia* by its more cylindrical flowers and more robust stem (Table 1). In 2022, *Campanula lyrata* subsp. *icarica* was mentioned as a new record for the flora of Türkiye (Özdöl et al. 2022c). In addition, there are some morphological studies (Alçitepe 2011) about *C. lyrata* subsp. *icarica* but there is no detailed study since it was first published. However, in this study, especially information about flower features characteristics was expanded.

The genus *Erysimum* shows considerable morphological variability. Most *Erysimum* species are biennial or perennial herbs with yellow flowers. Rarely, they have a shrubby habit and white,

pink, purple or orange flowers. The fruits are dehiscent siliques with many uniseriate or biseriate (rarely) seeds which generally become mucilaginous when wet. The fruit indumentum consists of medifixed bifid and/or three- to five-rayed, sessile stellate trichomes. *Erysimum aureum* grows in shady habitats in forests and forest margins, near rivers, shrubs and undergrowths. It is primarily distributed in Russia, as well as in the west of the Caspian Sea, in the northeast of the Black Sea and in Western Europe. The specimens of *Erysimum aureum* collected in Türkiye were obtained from natural populations discovered in Bayburt province during flowering and fruiting periods. *Erysimum aureum* is closely related to *E. cheiranthoides* L. and *E. odoratum* Baumg. worldwide. *Erysimum cheiranthoides* is distributed in mostly temperate regions of Northern hemisphere. *E. odoratum*'s native range is from Central Europe to Ukraine (POWO 2022). It can be easily distinguished from *Erysimum cheiranthoides* with its biennial life cycle, longer style and bigger petals (Table 2) and from *E. odoratum* by its much shorter elliptic or oblong leaves and mostly 3- to 4-fid inner siliqua hairs. In 2022, *Erysimum aureum* was mentioned as a new record for the flora of Türkiye (Özdöl et al. 2022c). Additionally, in this study, especially information on siliqua indumentum and flower characteristics was expanded compared to other studies (Vasilchenko 1939; Ball 1964; Polatschek 2010), and the stem length was upgraded 130 cm to 170 cm.

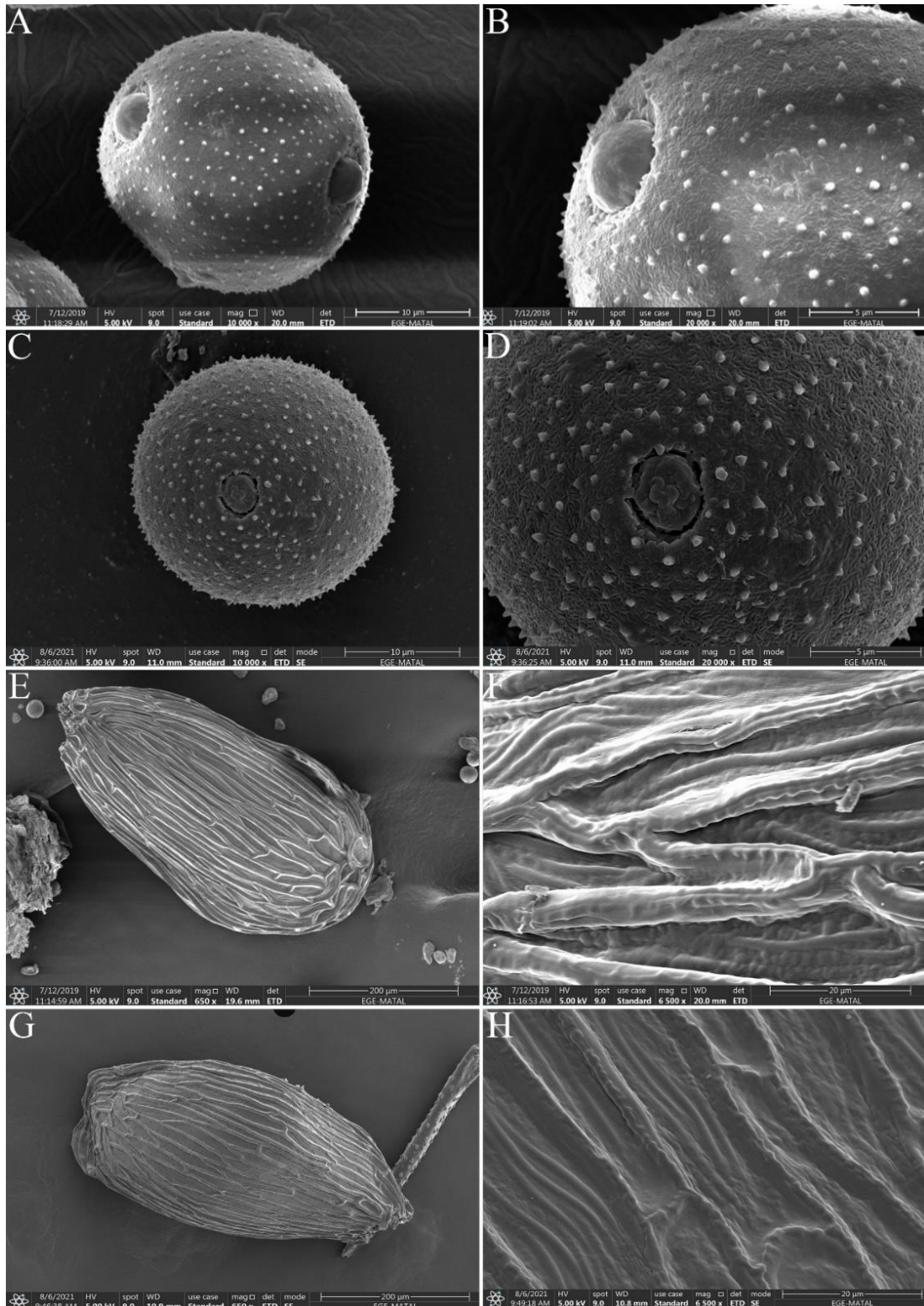
**Table 1.** Morphological comparison of *Campanula lyrata* subsp. *icarica*, *C. lyrata* subsp. *lyrata* and *C. hagielia*.

	<i>C. lyrata</i> subsp. <i>icarica</i>	<i>C. lyrata</i> subsp. <i>lyrata</i>	<i>C. hagielia</i>
<b>Stem</b>	erect or slightly ascending, robust	erect	erect or flexuous
<b>Rosette leaves</b>	terminal lobe cordate	terminal lobe oblong-ovate	terminal lobe cordate or ovate-cordate
<b>Indumentum</b>	pubescent to pubescent-tomentose	subhispid, scabrid	softly hirsute or pubescent
<b>Inflorescence</b>	spike, panicle, sometimes raceme, rarely compound heads on axil, sometimes dense facile	pedicellate or subsessile, in racemes or panicles.	terminal and axillary, pedicellate
<b>Corolla</b>	cylindrical to narrowly infundibular	cylindrical to narrowly infundibular	large, broadly cylindrical to infundibular

**Table 2.** Morphological comparison of *Erysimum aureum*, *E. odoratum* and *E. cheiranthoides*.

	<i>E. aureum</i>	<i>E. odoratum</i>	<i>E. cheiranthoides</i>
<b>Life form</b>	biennial (rarely annual)	biennial	annual
<b>Rosette leaves</b>	elliptic to oblong	elliptical to obovate	leaves oblong-lanceolate or lanceolate
<b>Petal</b>	8–11 mm long	13–16 mm long	up to 5 mm
<b>Style</b>	1–2 mm long	1–2 mm long	0.8–1 mm
<b>Siliqua hairs (outer)</b>	2–3 fid	mostly 2 fid	3–4 fid
<b>Siliqua hairs (inner)</b>	3–4 fid	mostly 2 fid	3–5 fid





**Figure 9.** Pollen and seed micromorphology comparison between *Campanula lyrata* subsp. *icarica* and *C. lyrata* subsp. *lyrata*. Pollen micro morphology of *C. lyrata* subsp. *icarica* (A: general review, B: close review), pollen micromorphology of *C. lyrata* subsp. *lyrata* (C: general review, D: close review), seed micromorphology of *C. lyrata* subsp. *icarica* (E: general review, F: close review), and seed micromorphology of *C. lyrata* subsp. *lyrata* (G: general review, H: close review).

### Micro-morphological Notes

Between the seed surfaces of *Campanula lyrata* subsp. *icarica* and *C. lyrata* subsp. *lyrata* have no considerable differences but pollen surfaces show some differences. Spinules of *Campanula lyrata* subsp. *lyrata* pollens surfaces are more dens and longer than *C. lyrata* subsp. *icarica* (Figures 7 and 9). When this study was compared with the previous study on seed micromorphology of *Campanula lyrata* subsp. *icarica*, there were differences. According to Liveri et al. (2020), the seed size is about “0.65 × 0.3”, but in this study, seeds were measured as “0.5 × 0.2”. As a result of this study, it was observed that the seed sizes could be smaller. Additionally, this is the first study on pollen micromorphology of *Campanula lyrata* subsp. *icarica*.

There are some morphological differences between pollen grains of *Erysimum aureum* and *E. odoratum*. Although *Erysimum aureum* pollen grain shape is spheroidal to prolate-spheroidal and polar axis length is 19.3-23.1 µm, *E. odoratum* shape is prolate and polar axis length is 26-50 µm (Halbritter 2016). On the other hand, the seed surface of *Erysimum aureum* is micropitted but *E. cheiranthoides* seed surface is reticulate-tuberculate (Song et al. 2018). Also, this study is the first detailed micro-morphological study on *Erysimum aureum*.

### ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful to Prof. Dr. Dimitrios Phitos and Prof. Dr. Georgia Kamari (experts in the genus *Campanula*) for taxonomical comments on *Campanula lyrata* subsp. *icarica*; Dr. Özal Güner for the information on the Muğla location of *C. lyrata* subsp. *icarica*; Prof. Dr. Birol Mutlu, Assoc. Prof. Dr. Barış Özüdoğru and Dr. Dimitry A. German (experts in the family Brassicaceae) for their useful taxonomical comments on *Erysimum aureum*. We appreciate the approval and help provided by the curators of AMD, B, EGE, GAZI, MW, L, LD, U and UPA. In addition, we would like to thank Ege University Scientific Research Projects Coordination Unit, which provided financial support to the FYL-2018-20184 MSc Thesis project named “Flora of the region between Menderes, Özdere and Seferihisar”.

### AUTHOR CONTRIBUTION STATEMENT

In this study; study idea and design, data collection, analysis and interpretation of results, writing the article draft were done jointly by the authors.

### REFERENCES

- Akçiçek, E., Vural, M., Açıık, L. & Çelebi, A. (2005). Notes on *Campanula argaea* group (Campanulaceae) in Turkey and related species. *Ann Bot Fennici* 42(6): 405–410.
- Alçitepe, E. (2011). New Combinations in *Campanula* sect. *Quinqueloculares* from Turkey. *Pakistan J Bot* 43(5): 2243–2254.
- Al-Shehbaz, I.A. (1988). The genera of Anchonieae (Hesperideae) (Cruciferae; Brassicaceae) in the southeastern United States. *J Arnold Arboretum* 69(3): 193–212.
- Al-Shehbaz, I.A. (2010). [*Erysimum* L.] In: Flora of North America Editorial Committee (Eds.). *Flora of North America North of Mexico*. Vol. 7. Oxford University Press, New York, pp. 534–545.
- Al-Shehbaz, I.A. (2012). A generic and tribal synopsis of the Brassicaceae (Cruciferae). *Taxon* 61(5): 931–954. DOI: <https://doi.org/10.1002/tax.615002>.

- Ball, P.W. (1964). [*Erysimum* L.] In: Tutin, G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (Eds.). *Flora Europaea*. Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 24–42.
- Bieberstein, M. (1808). *Flora Taurico-Caucasica Exhibens Stirpes Phaenogamas*. Vol 1. Chersoneso Taurica et regionibus caucasicis sponte crescents, pp. 115–118.
- Boissier, P.E. (1879). *Flora Orientalis*. Vol. 4. H. Georg, Geneva & Basel, 1276 pp.
- CoğrafyaHarita (2022). Coğrafya Harita. Türkiye Dilsiz Haritası. <http://cografyaharita.com/turkiye-dilsiz-haritalari.html>. [15.10.2022].
- Damboldt, J. (1976). Materials for a flora of Turkey 32: Campanulaceae. *Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh* 35: 39–52.
- Damboldt, J. (1978). [*Campanula* L.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 6. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 2–64.
- Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (1988a). [*Campanula* L.] In: Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (Eds.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 10 (Suppl. 1). Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 177–180.
- Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (1988b). [*Erysimum* L.] In: Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (Eds.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 10 (Suppl. 1). Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 54–58.
- Dorofeyev, V.L. (1986). Conspectus generis *Erysimum* L. (Brassicaceae) in Europaeae URSS. *Novitates Systematicae Plantarum Vascularium* 23: 61–67.
- Fedorov, A. (1957). [*Campanula* L.] In: Komarov, V.L. (Ed.) *Flora of the USSR*. Vol. 24. Académie des Sciences de l'URSS, Moscow & Leningrad, pp. 126–501.
- Fedorov, A.A. & Kovanda, M. (1976). [*Campanula* L.] In: Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A. & Valentine, D.H. (Eds.). *Flora Europaea*. Vol. 4. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 74–93.
- GBIF (2022). Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org/>. [01.10.2022].
- Güner, A. (2000). [*Campanula* L.] In: Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (Eds.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 11 (Suppl. 2). Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 171–175.
- Güner, A. & Ekim, T. (Eds.). (2014). *Resimli Türkiye Florası*. Vol. 1. İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 794 s.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (Eds.). (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi & Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, 1290 s.
- Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, I. & Çimen, A.Ö. (Eds.). (2018). *Resimli Türkiye Florası*. Vol. 2. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul, 1048 s.
- Halbritter, H. (2016). [*Erysimum odoratum*] In: PalDat - A palynological database. [https://www.paldat.org/pub/Erysimum\\_odoratum/301041](https://www.paldat.org/pub/Erysimum_odoratum/301041). [01.10.2022].
- İkinci, N. (2012). [*Campanula* L.] In: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (Eds.). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi & Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, pp. 303–311.
- IPNI (2022). International Plant Names Index. <http://www.ipni.org/>. [01.10.2022].

- Koch, M. & Al-Shehbaz, I.A. (2002). Molecular data indicate complex intra- and intercontinental differentiation of American *Draba* (Brassicaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89(1): 88–109. DOI: <https://doi.org/10.2307/3298659>.
- Lammers, T.G. (2007a). [Campanulaceae Jussieu] In: Kadereit, J.W. & Jeffrey, C. (Eds.). *The Families and Genera of Vascular Plants*. Vol. 8. Springer, Berlin & Heidelberg, pp. 26–57.
- Lammers, T.G. (2007b). *World checklist and bibliography of Campanulaceae*. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, 675 pp.
- Liveri, E., Kalachanis, D., Bareka, P., Grammatikopoulos, G. & Kamari, G. (2020). Contribution to the seed morphology of some Greek *Campanula* species of sect. *Quinqueloculares* (Campanulaceae). *Flora Mediterranea* 30: 347–363. DOI: <https://doi.org/10.7320/FlMedit30.347>.
- Maciejewska-Rutkowska, I., Bednorz, L. & Fujiki, T. (2007). SEM observations of pollen grains, fruits and seeds of the Pieniny Mountains (South Poland) endemic species *Erysimum pienicum* (Zapal.) Pawl. (Brassicaceae). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 76(2): 127–132.
- Moazzeni, H., Zarre, S., Pfiel, B.E., Bertrand, Y.J.K., German, D.A., Al-Shehbaz, I.A., Mummenhoff, K. & Oxelman, B. (2014). Phylogenetic perspectives on diversification and character evolution in the species-rich genus *Erysimum* (Erysimeae, Brassicaceae) based on a densely sampled ITS approach. *Bot J Linn* 175: 497–522. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12184>
- Mutlu, B. (2010). New Morphological Characters for some *Erysimum* (Brassicaceae) species. *Turk J Bot* 34(2): 115–121. DOI: <https://doi.org/10.3906/bot-0906-6>
- Mutlu, B. (2012). [*Erysimum* L.] In: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (Eds.). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi & Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, pp.273–277.
- Mutlu, B. (2018). A new perennial *Erysimum* species from Turkey, *E. nemrutdaghense* (Brassicaceae). *Phytotaxa* 336(3): 239–251. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.336.3.2>.
- Mutlu, B. & Karakuş, Ş. (2015). A new species of *Campanula* (Campanulaceae) from Turkey. *Phytotaxa* 234(3): 287–293. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.234.3.10>.
- Özdöl, T. (2020). İzmir İli, Menderes, Seferihisar ve Özdere Arasında Kalan Bölgenin Florası (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özdöl, T., Altıoğlu, Y. & Yıldırım, H. (2022a). Türkiye’den *Campanula* (Campanulaceae) İçin Yeni Bir Varyete. *Türler ve Habitatlar* 3(1): 7–16. DOI: <https://doi.org/10.53803/turvehab.1102036>.
- Özdöl, T., Altıoğlu, Y., Deniz, I.G. & Yıldırım, H. (2022b). A new variety of *Campanula myrtifolia* (Campanulaceae) from South Anatolia, Türkiye. *Herbarium Turcicum* 1(1): 37–43. DOI: <https://doi.org/10.26650/HT.2022.1204>.
- Özdöl, T., Güner, Ö., Sefalı, A., Akçiçek, E., Dirmenci, T. & Yıldırım, H. (2022c). Three new records for the flora of Turkey: *Campanula lyrata* subsp. *icarica* (Campanulaceae), *Erysimum aureum* (Brassicaceae) and *Stachys benthamiana* (Lamiaceae). *Phytotaxa* 531(2): 147–150. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.531.2.8>
- Papatsou, S. & Phitos, D. (1975). Two new taxa from eastern Aegean. *Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh* 34: 203–204.

- Phitos, D. (1963a). Beiträge zur Kenntnis der *Campanula rupestris*-Gruppe. *Phyton (Horn)* 10: 124–127.
- Phitos, D. (1963b). Eine neue Art der Gattung *Campanula* aus der Ägäis. *Mitteilungen aus der Botanischen Staatssammlung München* 5: 121–124.
- Phitos, D. (1964a). Trilokuläre *Campanula*-Arten der Ägäis. *Oesterreichische Botanische Zeitschrift* 111: 208–230. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01373765>.
- Phitos, D. (1964b). Beiträge zur Kenntnis der südägäischen *Campanula*-Arten. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 77: 49–54.
- Phitos, D. (2016). The section *Quinqueloculares* of the genus *Campanula* (Campanulaceae) and its polymorphism. Taxonomic review of the last decades. *Botanika Chronika* 21: 91–102.
- Polatschek, A. & Rechinger, K.H. (1968). [*Erysimum* L.] In: Hedge, J. & Rechinger, K.H. (Eds.). *Flora Iranica*. Vol. 57. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz-Austria, pp. 285–306.
- Polatschek, A. & Snogerup, S. (2002). [*Erysimum* L.] In: Strid, A. & Tan, K. (Eds.). *Flora Hellenica*. Vol. 2. Ganter Verlag, Lichtenstein, pp. 130–152.
- Polatschek, A. (1986). [*Erysimum* L.] In: Greuter, W., Burdeth, H. & Long, G. (Eds.). *Med-Checklist 3. Willdenowia* 16: 107–116.
- Polatschek, A. (2010). Revision der Gattung *Erysimum* (Cruciferae): Teil 1: Russland, die Nachfolgestaaten der USSR (excl. Georgien, Armenien, Azerbaidzan), China, Indien, Pakistan, Japan und Korea. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien – Serie B* 111: 181–275.
- POWO (2022). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.plantsoftheworldonline.org/>. [01.10.2022].
- Rechinger, K.H. & Schiman-Czeika, H. (1965). [*Campanula* L.] In: Rechinger, K.H. & Schiman Czeika, H. (Eds.). *Flora Iranica*. Vol. 13. Akademische Druck- u. Verlagsanstalt, Graz-Austria, pp. 7–38.
- Runemark, H. & Phitos, D. (1996). A contribution to the distribution of the genus *Campanula* section *Quinqueloculares* in Greece. *Botanika Chronika* 12: 5–8.
- Thiers, B. (2022). Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/>. [01.10.2022].
- Vasilchenko, I.T. (1939). [Cruciferae Juss.] In: Komarov, V.I. & Bush, N.A. (Eds.). *Flora of the USSR*. Vol. 8. Capparidaceae, Cruciferae and Resedaceae. Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR, Moskova & Leningrad, pp. 13–453.
- Warwick, S.I., Francis, A. & Al-Shehbaz, I.A. (2006). Brassicaceae: species checklist and database on CD-Rom. *Plant Systematics and Evolution* 259(2): 249–258. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00606-006-0422-0>.
- Yıldırım, H. & Özdöl, T. (2019). A new suggestion IUCN threat category for *Campanula peshmenii* Güner (Campanulaceae). *Acta Biologica Turcica* 32(3): 168–173.
- Yıldırım, H. (2013). *Campanula mugeana* sp. nov. (Campanulaceae) from western Anatolia, Turkey. *Nord J Bot* 31(4): 419–425. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2012.01566.x>.
- Yıldırım, H. (2018). *Campanula leblebicii* (Campanulaceae), a new chasmophyte species from western Turkey. *Phytotaxa* 376(2): 114–122. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.376.2.5>.

- Yıldırım, H., Şentürk, O., Özdöl, T. & Pirhan, A.F. (2019). A new bellflower, *Campanula phitosiana* sp. nov. (Campanulaceae) from Western Anatolia, Turkey. *Phytotaxa* 399(1): 25–36. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.399.1.3>.
- Yıldırım, Ş. (2008). The genus *Erysimum* L. (Brassicaceae) in Turkey, some new taxa, records a synopsis and a key. *Ot Sistematik Botanik Dergisi* 15(2): 1–80.

### Appendix 1. Informations of comprised specimens of related taxa.

***Campanula hagielia***. TÜRKİYE. **Aydın**: Kuşadası, Samsundağı, Tekçam, c. 600 m, 29.05.1969, N.Başaran & M.Çetindağ (EGE 16855!); **İzmir**: Kemalpaşa, 04.05.1962, C.Regel 37 (EGE 16854!); Kemalpaşa, Nifdağı, on Ovacık peak road, c. 610 m, 08.05.1972, Ö.Seçmen, Tekeşoğlu & E. Leblebici (EGE 9966!); **Muğla**: Fethiye, Hisarönü, Belceğiz, c. 1450 m, 11.05.1967, H.Peşmen, G.Oğuz & E.Leblebici (EGE 4903!); Marmaris, Datça road, 23.04.1969, K.Walther (EGE 16853!); Çine road, rocky place, Ö.Seçmen 1804, E.Leblebici & L.Bekat (EGE 17463!). GREECE. Rhodos: Lindos, Acropolis, tegen de rotsen aankleve; Nomos Dodekanisou, Eparchia, Rodou, Embonas-Siana, verkrautete, gedüngte Weinkultur auf N-exp, mittel saurer, Schiefer-Ranker-Braunerde, 361253 N, 274934 E, 380 m, 08.05.1999, N.Böhling 9879e (B, B100151116!).

***Campanula lyrata* subsp. *lyrata***. TÜRKİYE. **Bursa**: Along the road Uludağ, c. 8 km S. of Bursa, waste, calcareous roadside, 800 m, 21.06.1989, W.J.M.Vader & W.J.J.O.De Wilde (L, L102760!); **Denizli**: Babadağ, Babadağ villige, Roadside, c. 1400 m, 08.05.1996, Ö.Seçmen, Y.Gemici & S.Oluk (EGE 35374!); Babadağ, Süzek, c. 1250 m, 02.07.1985, Y.Gemici (EGE 32365!); Sarayköy, Babadağ, Hisarköy to Tekçam, c. 950 m, 22.05.1972, Ö.Seçmen, G.Oğuz, E.Leblebici & S.Oflas (EGE 16862!); **Eskişehir**: Gökçekaya dam, rocky places, 330 m, 27.04.1989, A.Ocak (EGE 33809!); **İzmir**: Menderes, Değirmendere, Karacadağ road, 38 06.313 N, 027 06.105 E, 250 m, 30.05.2018, T.Özdöl 1138 (EGE!); Bergama, between Kozak and Kıranlı villige, roadside, 22.05.1986, Ö.Seçmen 3337 (EGE 19745!); Bornova, calcerous places, 100–600 m, ??05.1932, O.Schwarz (EGE!); Bergama, between Kozak-Nebiler-Kaplan, c. 400 m, 03.06.1987, Ç.Yılmaz 482 (EGE 19744!); Karagöl, c. 800 m, 04.05.1996, Ö.Seçmen 4634 (EGE 18771!); Ödemiş, Bozdağ, 23.05.2001, S.Kırmızıgöl & S.G.Şenol (EGE 35859!); Ödemiş, Bozdağ, Bozdağ-Herseroluk, c. 1350 m, 16.06.1972, Ö.Seçmen, Ahmet & E.Leblebici (EGE 10059!); Kozak, Kıranlı villigei Mardan watercourse, 15.05.1966, H.Peşmen 537 (EGE 2881!); Gümüldür, Kaplan, 22.03.1979, Ö.Seçmen & E.Leblebici (EGE 21227!); Dikili-Çağlayan villige, 24.06.1965, H.Peşmen 39 (EGE 8653!); Selçuk-Belevi, 23.04.1970, S.Oflas 12 (EGE 5516!); Kemalpaşa, Nifdağı, c. 1300 m, 16.07.1975, Ö.Seçmen 382a (EGE 23942!); N. of Bornova, 16.04.1969, K.Pitz (EGE 7875!); Kemalpaşa, Nifdağı, c. 900 m, 06.06.1973, Ö.Seçmen 454 (EGE 23506!); Selçuk, Ayasuluk hill, c. 40 m, A.Nasuhoglu (EGE 41736!); **Kütahya**: Emet, between Gültepe and Tahtalı hill, 1350 m, 09.06.1981, Y.Gemici & G.Görk (EGE 37852!); Emet, Yenice villige, 700 m, 20.06.1980, Ö.Seçmen, G.Görk & E.Leblebici (EGE 18452!); Yağcık villige to Eğrigöz villige, 840 m, 17.05.1978, Ö.Seçmen, A.Yayıntaş & G.Görk (EGE 18168!); Emet, Asarlık, Samrık stream, 1240 m, 10.10.1978, G.Görk 220 (EGE 18260!); between Simav and Sındır, Pinmurt, c. 400 m, 05.06.1972, Ö.Seçmen, G.Oğuz, S.Oflas & E.Leblebici (EGE 16885!); Gediz, Murat Dağı, 21 km to Karaağaç villige, c. 800 m, 03.06.1972, S.Oflas, G.Oğuz, Ö.Seçmen & E.Leblebici (EGE 10205!); **Isparta**: Garip villige, *Cedrus* forest, c. 1250 m, 09.06.1983, L.Bekat (EGE 35992!); Eğirdir vil., c. 940 m, 20.05.1966, C.Regel & H.Peşmen (EGE 177!); Gelendost vil., 22.05.1966,



C.Regel, H.Peşmen & G.Oğuz (EGE 185!); Manisa, Spil Dağ, StraBenrand, offener, P.Hein (B, B100089290!); **Manisa**: Ilca, 27.04.1975, Ö.Seçmen 158 (EGE 23940!); Soma, coal business, 2 km to Daniş village, c. 460 m, 13.05.1977, Ö.Seçmen 1057 (EGE 23638!); Soma, roadside, c. 600 m, 12.05.1977, Ö.Seçmen, E.Leblebici & G.Görk (EGE 17151!); Salihli, Bozdağ road, c. 900 m, 10.05.1975, Ö.Seçmen, M.Öztürk & T.Kesercioğlu (EGE 23941!); 90 km from Manisa to Demirci, roadside, 16.05.1978, Ö.Seçmen, E.Leblebici & G.Görk (EGE 17148!); Salihli, Çamurbayan, *Pinus*, *Quercus* forest, 17.06.1965, H.Peşmen 38 (EGE 8651!); Akhisar-Gölmarmara, 29.04.1966, H.Peşmen 691 (EGE 5422!); Yeniköy-Demirci, *Pinus nigra* forest, 18.06.1965, H.Peşmen 37 (EGE 8656!); **Muğla**: Sandras Dağı, above Ağla, eastern slope of Altınsivrisi, *Pinus brutia*, *P. nigra* subsp. *pallasiana* forests, 1900 m, 20.06.1999, M.Döring, G.Parolly & D.Tolimir (B, B100274522!).

***Erysimum cheiranthoides***. Polona septentrionalis, Torun-Bielany, in graminoso prope Institutum Boilogiae, 30.07.1974, W.Gugnacka (AMD 38402!); Amersfoort, de Uithof braafliggend terrain, 27.07.1971, (L, L3246764!).

***Erysimum odoratum***. C. Europa tot N. Italie, N. Griekenland en W. Rusland, 28.06.1972, (U, U1159212!).