

## Anatomical, micromorphological and ecological studies on the genus *Agrostemma* L. (Caryophyllaceae) growing in Turkey

Selami SELVİ <sup>\*1, \*</sup>, Özal GÜNER <sup>2</sup>, Ekrem AKÇİÇEK <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Balıkesir University, Altınoluk Vocational School, Department of Medical and Aromatical Plants Programme, 10870 Altınoluk, Balıkesir, Turkey

<sup>2</sup> Balıkesir University, Necatibey Education Faculty, Department of Biology Education, 10100 Balıkesir, Turkey

### Abstract

In this study, micromorphological, anatomical, and ecological features of *Agrostemma* L. species (*A. githago* L. ve *A. brachyloba* (Fenzl) K.Hammer) naturally distributed in Turkey were examined. While hair structure and surface of the seed were researched thanks to scanning electron microscopy (SEM) in micromorphological studies, transverse sections of the stem and leaf and stomata types were examined in anatomical studies. Consequently, the characters such as seed surface, presence of druse crystals, undulate or straight epidermal surfaces and presence of sclerenchyma in the leaf mid-vein were determined as important characters for the identification of these species. According to ecological studies, there are some differences among the species with regard to physical and chemical properties of soil.

**Key words:** *Agrostemma*, anatomical, ecological, micromorphological, SEM

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

### Türkiye'de yayılış gösteren *Agrostemma* L. (Caryophyllaceae) cinsi üzerinde mikromorfolojik, anatomik ve ekolojik araştırmalar

### Özet

Bu çalışmada Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren *Agrostemma* (*A. githago* L. ve *A. brachyloba* (Fenzl) K.Hammer) cinsinin iki türü üzerinde karşılaştırılmalı mikromorfolojik, anatomik ve ekolojik araştırmalar yürütülmüştür. Mikromorfolojik çalışmalarda tüy yapısı ve tohum yüzeyi taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Anatomik çalışmalarda, türlerin gövde ve yapraklarından alınan enine kesitler ile yaprak stoma tipleri araştırılmıştır. Sonuç olarak, tohum yüzeyi, druz kristallerinin varlığı, epidermal yüzeyinin dalgalı ya da düz oluşu ve yaprak orta damarının sklerankima içerip içermemesi gibi karakterler türlerin teşhisinde kullanılabilecek önemli karakterler olarak belirlenmiştir. Ekolojik çalışmalara göre toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı türlere göre bir takım farklılıklar göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Agrostemma*, anatomical, ecological, micromorphological, SEM

### 1. Giriş

*Caryophyllaceae* familyasından olan *Agrostemma* L. cinsinin Türkiye'de 2 türü doğal olarak yetişmektedir. Bu türlerden *A. githago* L. ülkemizde kozmopolit bir yayılış gösterirken *A. brachyloba* (Fenzl) K.Hammer ise daha çok Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde yayılış göstermektedir. Bu cinsin üyeleri ülkemizde "Karamuk", "Katrççeği" isimleriyle anılmakta ve özellikle *A. githago* türünün tohumları ve toprak üstü kısımları; idrar arttırıcı, balgam söktürücü ve kurt düşürücü olarak alternatif tıpta infüzyon ve dekoksasyon yöntemiyle tüketilmektedir (Baytop, 1999; Ekim, 2012).

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905302212679; Fax.: +902663961552; E-mail: sselvi2000@yahoo.com

*Agrostemma* türleri üzerinde yapılmış bilimsel çalışmalara az sayıda rastlanmıştır (Firbank, 1986; Jurgens 2006; Goodrich ve ark. 2013). Buna karşın anatomik ve ekolojik çalışmalara hiç rastlanmamış olup sadece tohum morfolojisi üzerine yapılmış birkaç çalışmaya rastlanmıştır (Yıldız 2002; Bojnansky ve Fargasova 2007).

Bu çalışmada Türkiye'de iki tür ile temsil edilen *Agrostemma* cinsinin karşılaştırmalı mikromorfolojik, anatomik ve ekolojik özellikleri ilk defa kapsamlı olarak açığa çıkarılmıştır. Bu çalışmanın *Agrostemma* cinsi haricinde Caryophyllaceae familyasının diğer cinsleri ile de yapılacak anatomik ve ekolojik çalışmalara önemli bir referans olacağını ümit etmekteyiz.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışmada kullanılan bitkisel materyaller, çiçeklenme ve tohumlanma zamanlarında Ulus Dağı florası (Güner ve Akçiçek, 2013) nin arazi çalışmaları esnasında toplanmıştır. Türlerin toplandığı lokaliteler ve toplayıcı numaraları Tablo 1'de sunulmuştur. Toplanan örneklerin bir kısmı herbaryum örneği haline getirilerek morfolojik ve mikromorfolojik çalışmalar için saklanmış; bir kısmı da anatomik çalışmalar için %70 etilalkol içeren koyu renkli cam şişeler içerisinde muhafaza edilmiştir. Gövde ve yapraklardan alınan enine kesitler Floroglusinol-HCL solüsyonu ile boyanmış ve yapraklardaki klorofiller ise kloral hidrat çözeltisi ile giderilmeye çalışılmıştır (Yakar-Tan 1982). Mikromorfolojik çalışmalar için gövde ve yaprakların tüy yapısı ve tohumların genel görünüşü Nikon SMZ475T stereo mikroskop ile incelenmiş ve mikrofotografaları Masaüstü SEM cihazı ile görüntülenmiştir. Anatomik kesitlerin ölçümleri ve fotoğrafları Olympus BX 51 ve Nikon Eclipse E600 binokuler ışık mikroskobu kullanılarak çekilmiştir. Tohum yüzeyinin tanımlanması Murley (1951), Stearn (1992), ve Bojnansky ve Fargasova (2007)' ya göre yapılmıştır.

Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri, Balıkesir Üniversitesi, Temel Bilimler Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'nde (BÜTAM) gerçekleştirilmiştir. Toprak örneklerinde; fiziksel (tekstür, pH, E.C, kireç (CaCO<sub>3</sub>), toplam tuz) ve kimyasal (P, K, Cu, Fe, Zn, Mn, organik madde) analizler yapılmıştır. Toprak örneklerinin analiz sonuçları Kaçar (1972)' dan yararlanılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1. *Agrostemma* türlerinin toplandığı lokaliteler

Table 1. Collecting localities of *Agrostemma* species

Tür	Toplanma lokalitesi
<i>A. githago</i>	B2 Balıkesir: Bigadiç, Ulus Dağı, Namazlar deresi, Dere içi, 063° 59' 94" K / 412° 41' 77" D, 360 m, 14.05.2012, Ö. Güner 1838, E. Akçiçek
<i>A. brachyloba</i>	B2 Balıkesir: Bigadiç, Ulus Dağı, Adalı Köyü Orman deposu, <i>P. brutia</i> açıklığı, 39° 24' 254" K / 028° 16' 872" D, 420 m, 05.07.2011, Ö. Güner 1518, E. Akçiçek

## 3. Bulgular

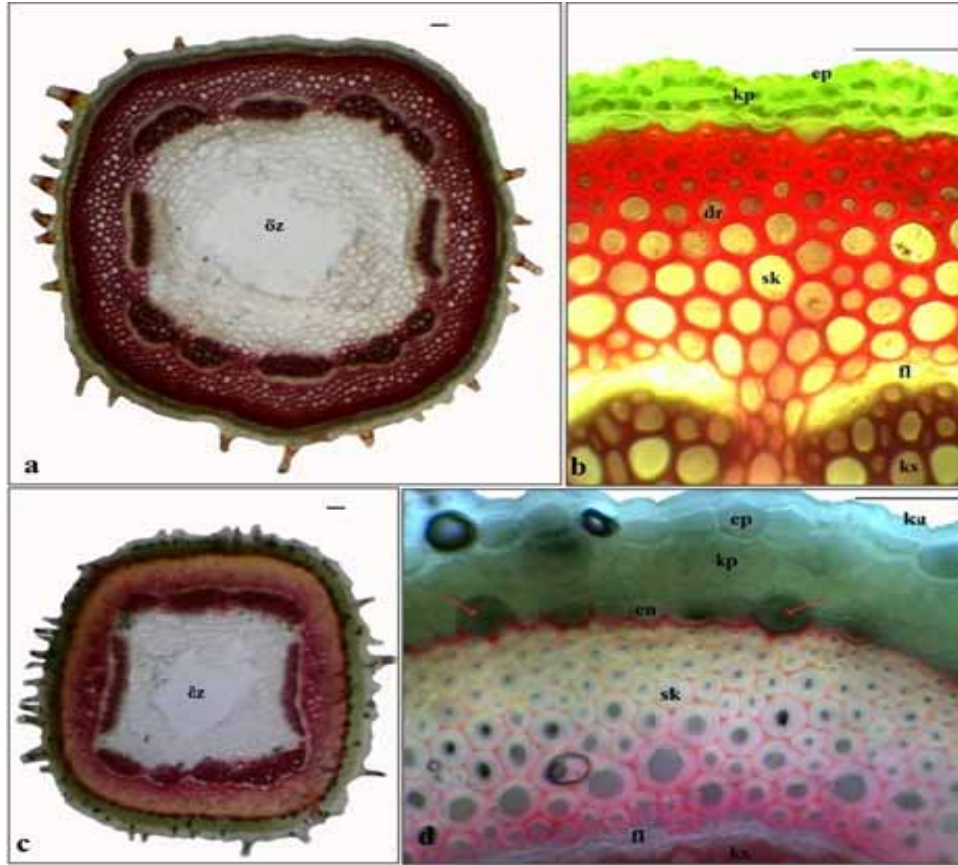
### 3.1 Cinsin gövde anatomisi

Gövdenin en dış kısmı ince bir kütikula ile örtülüdür. Epidermis tek tabakalı oval-dikdörtgen hücrelerden oluşmuş olup, üzeri 1-6 hücreli uzun ince tüyler ile 1-2 hücreli kısa ve tabanı genişlemiş tüyler içermektedir. Tüylerin üzeri kütikular mikropapillidir. Epidermis tabakasında diasitik tipte seyrek olarak stomalara da rastlanmaktadır. Epidermisin hemen altında 3-6 sıralı parankimatik korteks tabakası yer almaktadır.

Korteks tabakasının en iç kısmında tek sıralı endodermis yer alır. Endodermis hücrelerinde druz kristallerine *A. brachyloba* türünde rastlanırken, *A. githago*'da rastlanmamıştır. Periskl tabakası sklerankimatik olup gövdede geniş yer kaplamaktadır (6-9 tabakalı). Sklerankima tabakası endodermisin hemen altında küçük ve lümeni dar hücrelerden oluşurken; merkezi silindire doğru büyük ve lümeni geniş hücrelerden oluşmaktadır. Periskl tabakasında seyrek olarak druz kristallerine rastlanmaktadır. Merkezi silindir kesintili olup vaskuler demetler halinde görülmektedir. Demetler arasında sklerankimatik hücreler yer alır. Demet tipi açık kollateral olup kambiyum belirgin değildir. Öz bölgesi ince çeperli, izodiyametik şekilli parankimatik hücrelerden oluşmuştur (Şekil 1).

### 3.2 Cinsin yaprak anatomisi

En dışta tek sıralı, oval ya da kübik şekillerde epidermis yer almaktadır. Epidermisin üzeri ince bir kütikula ile kaplıdır. Örtü tüyleri her iki yüzde de görülmekte olup, salgı tüylerine rastlanmamaktadır. Mezofil ekvifasiyal olup üst ve alt yüzeyi palizat parankimasından meydana gelmektedir. Palizat parankimaları arasında 1-2 sıralı sünger parankimasına rastlanmaktadır. Stomalar epistomatik tipte olup hem alt hem üst epidermiste görülmektedir. Stomalar çoğunlukla diasitik (Caryophyllaceae tipi) nadiren anizositik (Cruciferae tipi) tipte diziliş göstermektedir. Yaprak orta damarında geniş bir vaskuler demet yer almaktadır. Ksilem üst epidermise floem ise alt epidermise doğru yönelmiştir. Floemin hemen üzerinde bulunan hücreler *A. githago*'da parankimatik iken; *A. brachyloba*'da sklerankimatik olduğu görülmektedir. Orta damar bölgesinde druz kristallerine rastlanırken mezofil tabakasında kristaller tespit edilmemiştir (Şekil 2).



Şekil 1. *Agrostemma* cinsinin gövde anatomik yapısı. *A. githago* (a,b); *A. brachyloba* (c,d). ep: epidermis, kp: korteks parankiması, sk: sklerankima tabakası, en: endodermis, fl: floem, ks: ksilem, öz: öz parankiması (Endodermis hücrelerinde bulunan kristaller ok ile gösterilmiştir) (Skala: 50  $\mu$ ).

Figure 1. Stem anatomy of *Agrostemma* genus. *A. githago* (a,b); *A. brachyloba* (c,d). ep: epidermis, kp: cortex parenchyma, sk: sclerenchyma layers, en: endodermis, fl: phloem, ks: xylem, öz: pith parenchyma (Crystals of in endodermis cells were shown by arrow) (Scale bar: 50  $\mu$ ).

### 3.3. Cinsin tüy yapısı ve tohum karakteri

Cinsin tüy yapısı incelendiğinde gövde ve yaprakların yoğun olarak örtü tüyleriyle kaplı olduğu görülmektedir. Salgı tüylerine rastlanmamıştır. Örtü tüyleri basit, dallanmamış, tek ya da çok hücreli ve kütikular mikropapillidir. Gövde tüyleri daha çok 3-5 hücreli, tabanı dar ince ve uzun iken; yaprak tüyleri daha çok 1-2 hücreli kısa ve tabanı genişlemiş olduğu görülmektedir (Şekil 4).

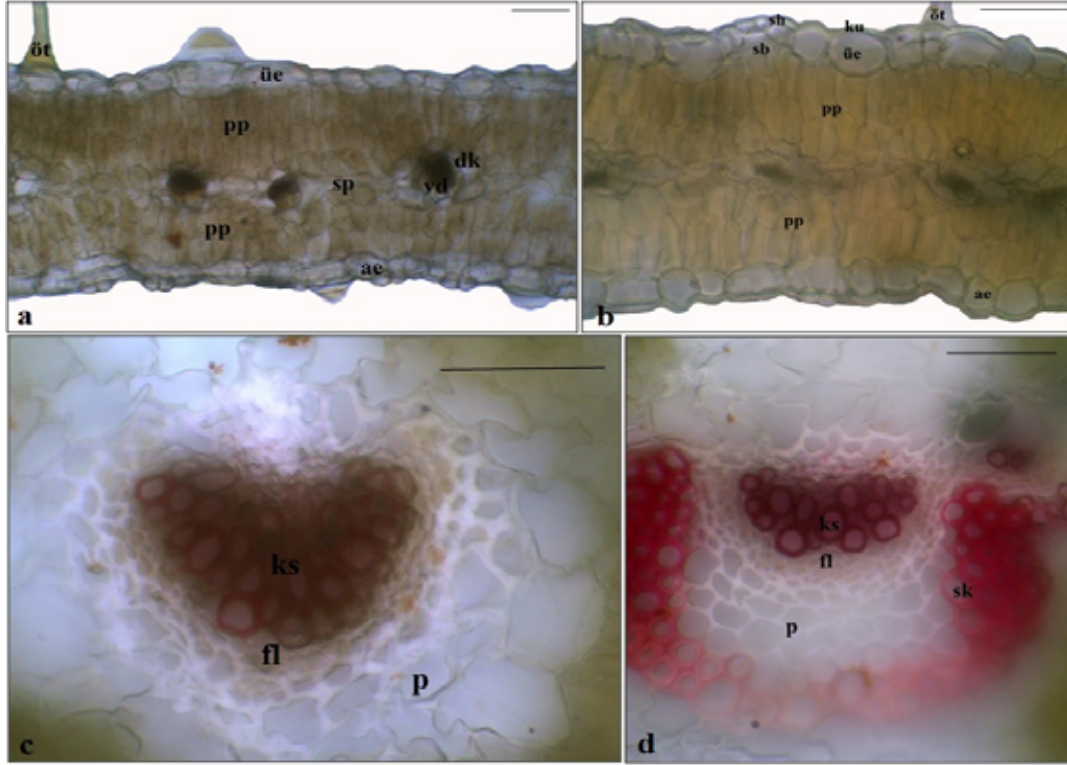
Cinsin tohum yapısı incelendiğinde; tohumlar kuneat ile böbreksi şekillerde, 2.5-2.9 - 2.6-3.4 mm boyutlarında, koyu kahverengi-siyah renklindedir. Epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri dalgalı, periklinal çeperleri ise parmaklı (digitat) tüberküldür. Tohumların kenarlarındaki tüberküller tohumların diğer yüzeylerindeki tüberküllere göre daha yoğun ve büyüktür. Tohum yüzey epidermis hücreleri *A. githago*'da 36-66 x 123-276  $\mu$  ve düzenli iken *A. brachyloba*'da 29-45 x 113-171  $\mu$  boyutlarında düzensiz şekillindedir (Şekil 5).

## 4. Sonuçlar ve tartışma

Bu çalışmada, Türkiye'de yayılış gösteren *Agrostemma* türleri mikromorfolojik, anatomik ve ekolojik özellikleri yönünden karşılaştırmalı olarak ele alınmış ve incelenmiştir. Mikromorfolojik çalışmalarda türlerin tüy yapısı ve tohum karakterleri araştırılmış ve birbirine benzer yapıda olduğu görülmüştür. Tüy yapısı basit, tek ya da çok hücreli, dallanmamış örtü tüylerinden oluştuğu görülmüştür (Şekil 4). *Agrostemma* türlerini birbirinden ayırt edecek önemli karakterlere tüy morfolojisinde rastlanmamıştır.

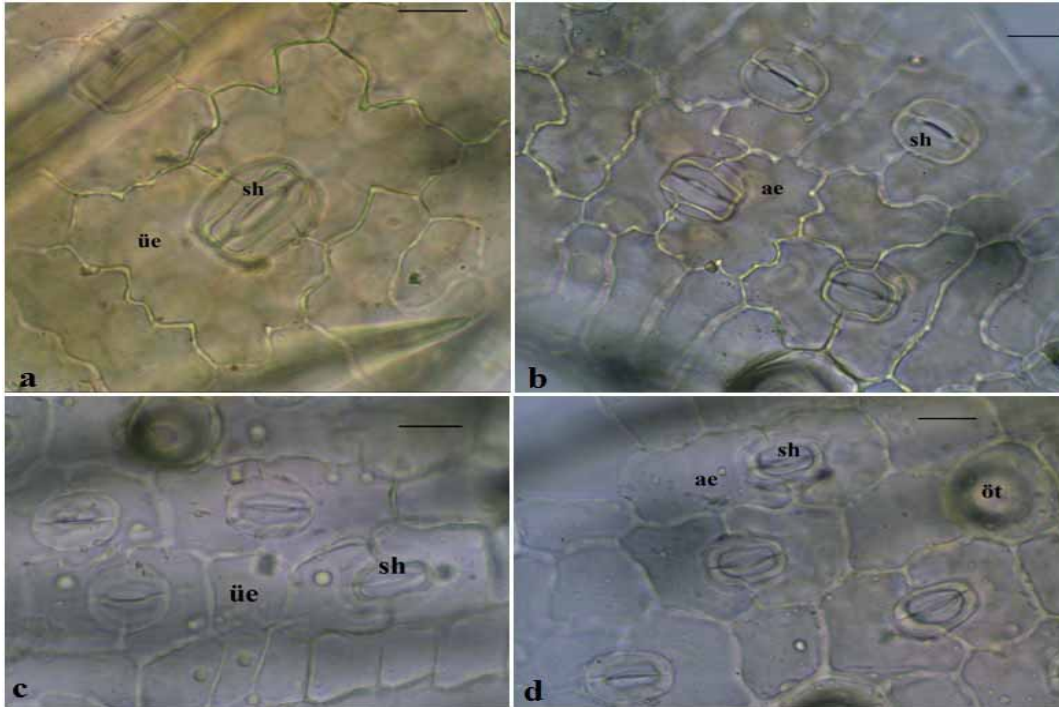
Tohum morfolojisinde tohumların şekilleri değişkenlik göstermektedir. *A. githago* türünde tohumlar kuneat iken; *A. brachyloba*'da reniform (böbreksi) tiptedir. Ayrıca Tablo 2 ' de gösterildiği gibi tohumların epidermis hücre boyutlarında da önemli farklılıklar olduğu görülmektedir.

Yıldız (2002), *A. githago*'nun tohum morfolojisini incelemiş ve tohum şeklinin ovoid-reniform, tohum sırtının yuvarlağımsı (rounded), tüberkül şekillerinin digitat ve tohum yüzey tipini düz-konveks olarak tespit etmiştir. Bizim çalışmalarımızda da tohum şekli kuneat, tüberküller digitat ve tohum yüzeyi konveks olarak belirlenmiştir.



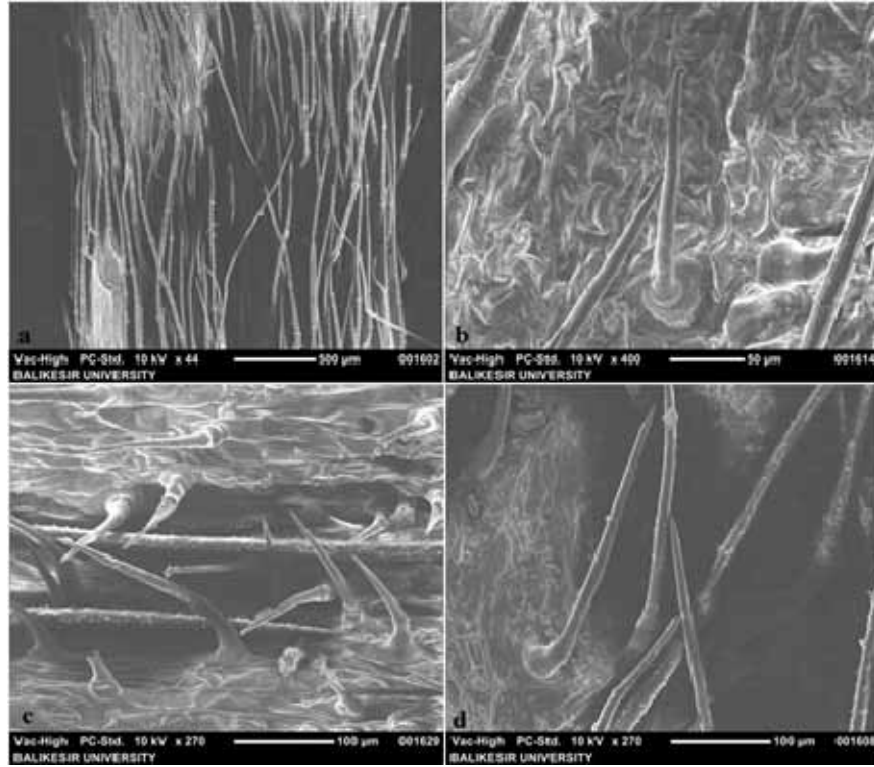
Şekil 2. *Agrostemma* cinsinin yaprak mezofil tabakası (a,b) ve orta damarın (c,d) anatomik yapısı. *A. githago* (a,c); *A. brachyloba* (b,d). öt: örtü tüyü, üe: üst epidermis, pp: palizat parankiması, sp: sünger parankiması, dk: demet kını, vd: vaskuler demet, p: parankima hücresi, ks: sklerankima hücresi, ae: alt epidermis (Skala: 50  $\mu$ ).

Figure 2. Leaf mesophyll layer of *Agrostemma* genus (a,b) and anatomical structure of middle vascular of leaf (c,d) *A. githago* (a,c); *A. brachyloba* (b,d). öt: glandular trichome, üe: upper epidermis, pp: palisade parenchyma, sp: spongy parenchyma, dk: bundle sheath, vd: vascular bundle, p: parenchyma cells, sk: sclerenchyma cells ae: lower epidermis (Scale bar: 50  $\mu$ ).



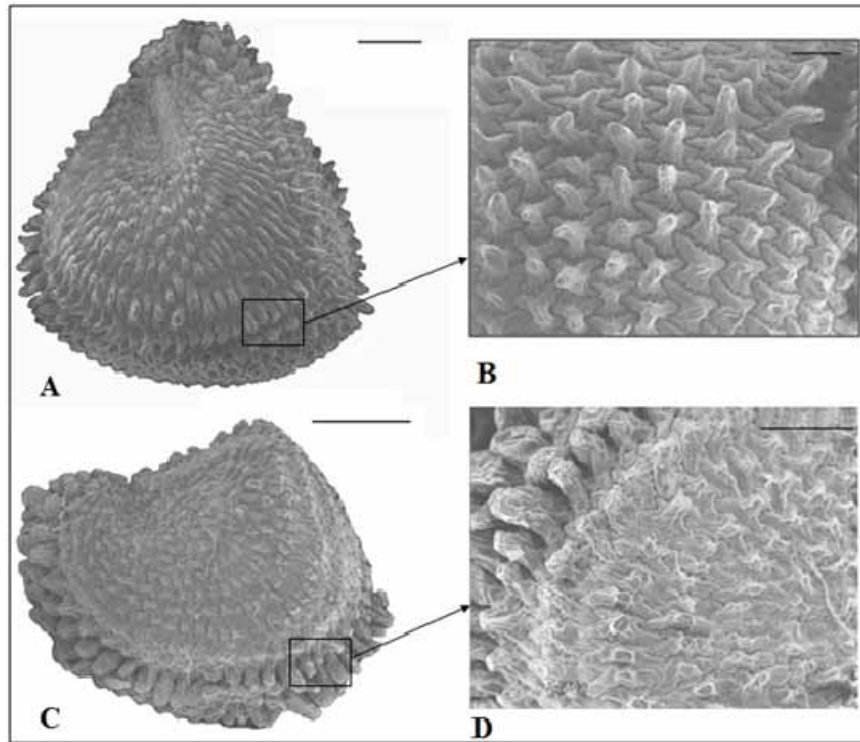
Şekil 3. *Agrostemma* cinsinin yaprak yüzeyel kesiti. Üst yüzey (a,c); Alt yüzey (b,d). *A. githago* (a,b); *A. brachyloba* (c,d). öt: örtü tüyü, üe: üst epidermis, st: stoma hücresi, ae: alt epidermis (Skala: 20  $\mu$ ).

Figure 3. Leaf surface section of *Agrostemma* genus. Adaxial surface (a,c); Abaxial surface (b,d). *A. githago* (a,b); *A. brachyloba* (c,d). öt: glandular trichome, üe: adaxial epidermis, st: stomata cell, ae: abaxial epidermis (Scale bar: 20  $\mu$ ).



Şekil 4. *Agrostemma* cinsinin tüy yapısı. a. *A. githago* gövde tüyü. b. *A. githago* yaprak alt yüzey, c. *A. brachyloba* yaprak alt yüzey. d. *A. githago* yaprak üst yüzey.

Figure 4. Trichome structure of *Agrostemma* genus. a. Stem trichome of *A. githago*, b. Abaxial surface of *A. githago*, c. Abaxial surface of *A. brachyloba*. d. Adaxial surface of *A. githago*.



Şekil 5. *Agrostemma* cinsinin tohum şekli (A,C) ve yüzeyi (B,D). *A. githago* (A,B), *A. brachyloba* (C,D) (Skala: A,C: 500  $\mu$  ; B,D: 200  $\mu$ ).

Figure 5. Seed shape of *Agrostemma* genus (A,C) and seed surface (B,D). *A. githago* (A,B), *A. brachyloba* (C,D) (Scale bar: A,C: 500  $\mu$  ; B,D: 200  $\mu$ ).

Tablo 2. *Agrostemma* türlerinin karşılaştırmalı tohum morfolojisi.  
Table 2. Comparative seed morphology of *Agrostemma* species.

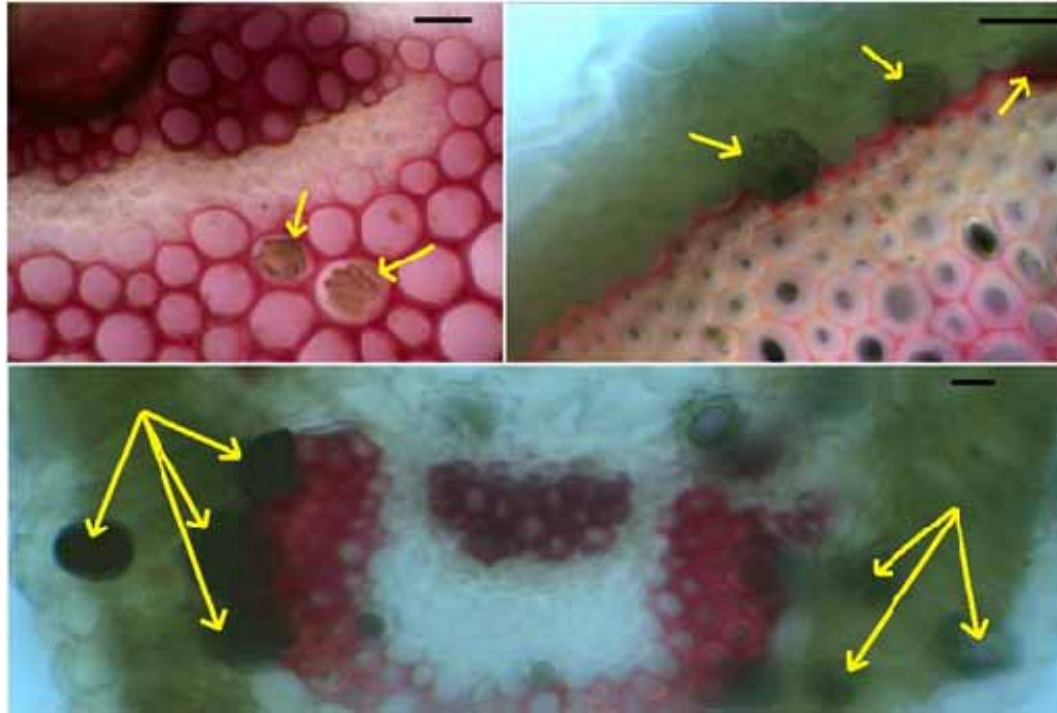
Türler	Boyutlar (mm)	Tohum şekli	Tohum rengi	Tohum sırtı	Epidermis hücre boyutu( $\mu$ )	Epidermis hücre çeperleri	
						Periklinal çeper	Antiklinal çeper
<i>A. githago</i>	2.5-2.9 - 2.6-3.2	Kuneat	Koyu k.rengi'den siyaha doğru	Yuvarlağımsı	36-66 x 123-276	Konveks	Dalgalı
<i>A. brachyloba</i>	2.6-3.0 x 2.7-3.4	Reniform	Koyu k.rengi'den siyaha doğru	Yuvarlağımsı	29-45 x 113-171	Konveks	Dalgalı

Gövde ve yapraklardan alınan enine kesitler incelendiğinde, türleri ayırmak için önemli karakterlerin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1-3). Özellikle druz kristallerinin gövde ve yapraklarda bulunduğu yerler ile bu kristallerin gövde ve yapraklarda bulunma sıklığı türleri birbirinden ayırmada kullanılabilir önemli bir karakter olduğu görülmüştür. Metcalfe ve Chalk (1950, 1979) kristallerin sistematik ve filogenetik çalışmalarda türler arası karışıklığı gidermek için önemli ve değişmeyen karakterler olduğunu vurgulamışlardır.

*Agrostemma* türlerinin karşılaştırmalı gövde anatomik karakterleri Tablo 3' te verilmiştir. Tablo incelendiğinde iki türün de birbirine benzer karakterlere sahip olduğu görülmekle birlikte endodermis tabakasında druz kristallerinin varlığı bu iki türü birbirinden ayırmaktadır. Druz kristallerine *A. brachyloba*'da yoğun olarak rastlanırken *A. githago*'da rastlanmamıştır (Şekil 6).

Tablo 3. *Agrostemma* cinsinin karşılaştırmalı gövde anatomik karakterleri.  
Table 3. Comparative stem anatomical characters of *Agrostemma* genus.

Türler	Türler	Korteks tabaka sayısı	Endodermis hücrelerinde druz kristalleri	Sklerankima tabaka sayısı	Vasküler demet sayısı	Floem tabaka sayısı
<i>A. githago</i>	<i>A. githago</i>	3-5	yok	7-10	10-12	3-5
<i>A. brachylob</i>	<i>A. brachyloba</i>	3-6	var	6-9	6-9	3-5



Şekil 6. *Agrostemma* türlerinde druz kristalleri. Üst sol resim: Sklerankima hücrelerinde druz kristalleri (*A. githago* /gövde enine kesiti); Üst sağ resim: Endodermis tabakasında druz kristalleri (*A. brachyloba* /gövde enine kesiti) ; Alt resim: Yaprak orta damarında druz kristalleri (*A. brachyloba* /yaprak enine kesiti) (Druz kristalleri oklar ile gösterilmiştir) (Skala: 20  $\mu$ ).

Figure 6. Druses crystals of *Agrostemma* species. Top-left figure: Druses crystals in sclerenchyma cells (*A. githago* /Stem cross-section); Top-left figure: Druses crystals in endodermis layer (*A. brachyloba* /Stem cross section) ; Below figure: Druses crystals in leaf middle vascular (*A. brachyloba* /Leaf cross-section) (Druses crystals were shown by arrow) (Scale bar: 20  $\mu$ ).

Tablo 5. *Agrostemma* cinsinin toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.  
Table 5. Evaluation of the results of soil analyses of *Agrostemma* genus.

Parametreler	Türler			
	<i>A. githago</i>		<i>A. brachyloba</i>	
	Analiz sonucu	Yorumu	Analiz sonucu	Yorumu
Bünye (Tekstür)	% 69	Killi-Tınlı	% 44	Tın
pH	% 6.49	Hafif Asit	% 6.41	Hafif Asit
E.C.	97 µS/cm	Tuzsuz	34 µS/cm	Tuzsuz
Kireç	% 0.63	Az Kireçli	% 0.47	Az Kireçli
Organik madde	% 2.86	Orta	% 2.55	Orta
P (Fosfor)	39.1 (±3.8) mg/kg	Fazla	< 1.0 mg/kg	Az
K (Potasyum)	374 mg/kg	Fazla	186 mg/kg	Yeterli
Cu (Bakır)	0.3 (±0.1)	Yeterli	0.2 (±0.1)	Yeterli
Fe (Demir)	24.5 (±2.2)	Yeterli	51.3 (±4.7)	Fazla
Zn (Çinko)	0.7 (±0.1)	Yeterli	0.3 (±0.1)	Az
Mn (Mangan)	15.6 (±1.4)	Yeterli	16.7 (±1.5)	Yeterli

Tablo 4. *Agrostemma* cinsinin karşılaştırmalı yaprak anatomik karakterleri.  
Table 4. Comparative leaf anatomical characters of *Agrostemma* genus.

Türler	Stoma tipi	Mezofil tipi	Mezofil tabakasında druz kristalleri	Orta damarda druz kristalleri	Orta damarda sklerankimann durumu	Epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri	
						Üst epidermis	Alt epidermis
<i>A. githago</i>	Diasitik, Anizositik	Ekvifasiyal	yok	seyrek	yok	Dalgalı	Dalgalı
<i>A. brachyloba</i>	Diasitik, Anizositik	Ekvifasiyal	yok	yoğun	2-4 sıralı	Düz	Düz

Türlerin yaprak anatomisi incelendiğinde; mezofil tabakasında önemli farklılıklar görülmemekle birlikte orta damarın türler arasında önemli farklılıklar gösterdiği görülmüştür (Tablo 4). Özellikle vasküler demetlerin üzerinde sklerankima tabakasının olup olmaması ve druz kristallerinin yoğun ya da seyrek bulunması iki türü kolaylıkla birbirinden ayırdığı görülmektedir (Şekil 2, Tablo 4). Yine yüzeyel kesitlerde üst ve alt epidermis hücrelerinin antiklinal çeperleri *A. githago*'da dalgalı iken; *A. brachyloba*'da düz olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3; Tablo 4).

*Agrostemma* türlerinin toprak analiz sonuçları Tablo 5' te gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde iki türün de yetiştiği ortamların toprak yapısının hemen hemen benzer olduğu görülmektedir. Ancak *A. githago*'nun yetiştiği ortamlarda fosfor ve çinko miktarları yeterli ya da fazla iken *A. brachyloba*'nın yetiştiği ortamlarda bu elementlerin az olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak druz kristallerinin bulunduğu dokular ve bulunma sıklığı, gövde endodermisinde druz kristallerinin bulunup bulunmaması, yaprak orta damarının sklerankimatik tabaka içerip içermemesi, yaprak epidermis yüzeyinin antiklinal çeperlerinin dalgalı ya da düz oluşu ile tohumların şekli ve tohum epidermis hücrelerinin boyutları *Agrostemma* cinsi için önemli anatomik karakterler olarak tespit edilmiştir.

### Teşekkür

SEM çalışmalarının yürütüldüğü Balıkesir Üniversitesi, Temel Bilimler Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne (BÜTAM) teşekkür ederiz. Ayrıca bu çalışma Balıkesir Üniversitesi, BAP Birimi tarafından 2012/19' nolu proje ile desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Baytop, T. 1999. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi, Nobel Tıp kitap evi.
- Bojnansky, V., Fargasova, A. (2007): Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora. The Carpathian Mountains Region. Springer, Dordrecht, S: 67.
- Ekim, T. 2012. *Agrostemma* L.: 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
- Firbank, L.G. 1986. *Agrostemma githago* L. (*Lychis githago* (L.) Scop.), Journal of Ecology, 76:1232-1246.
- Goodrich, S.H., Beans, C.M., Roach, D.A. 2013. Environmental conditions during early life determine the consequences of inbreeding in *Agrostemma githago* (Caryophyllaceae), J. Evol. Biol. 26, 499-508.
- Güner, Ö., Akççek, E. 2013. Flora of Ulus Mountain (Balıkesir/Turkey). Biological Diversity and Conservation (BioDiCon), Volume 6/1, 101-113
- Jurgens, A. 2006. Comparative floral morphometrics in dayflowering, night-flowering and self-pollinated Caryophylloideae (*Agrostemma*, *Dianthus*, *Saponaria*, *Silene*, and *Vaccaria*). Plant Syst. Evol. 257: 233–250.
- Kaçar B 1972. Bitki Besleme Uygulama Klavuzu. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları: 647, Ankara.
- Metcalf CR. and Chalk L 1950. Anatomy of The Dicotyledons (Leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses), Vol. 1, pp. 147-153. Oxford University Press, Amen House, London.
- Metcalf CR. and Chalk L 1979. Anatomy of The Dicotyledons (Systematic anatomy of leaf and stem with a brief history of the subject), Vol. 1, pp. 147-153. Oxford University Clarendon Press, London.
- Murley MR 1951. Seeds of the Cruciferae on North Eastern America. Am Midl Nat 46: 1-81.
- Stearn WT 1992. Botanical Latin. London: David & Charles Pub.
- Yakar-Tan N 1982. Bitki Mikroskopisi Klavuz Kitabı. İstanbul University, Faculty of Science Publishing, pp. 166. İstanbul, Turkey.
- Yıldız K 2002. Seed morphology of Caryophyllaceae species from Turkey (North Anatolia), Pak. J. Bot 34(2): 161-171.

(Received for publication 16 September 2013; The date of publication 15 August 2013)