

Palynology and Seed Micromorphology of Some *Geranium* L. (Geraniaceae) Species from Hatay (Turkey)

Gizem SAVCI, Ahmet İLÇİM, Faruk KARAHAN*

Department of Biology, Faculty of Science and Art, Hatay Mustafa Kemal University, 31060, Hatay, Turkey.

Received: 13.11.2018

Accepted: 26.11.2018

Published online: 03.12.2018

Issue published: 28.12.2018

Abstract: In the present study, pollen and seed micromorphology of some *Geranium* L. species (*G. asphodeloides*, *G. columbinum*, *G. dissectum*, *G. libanoticum*, *G. molle*, *G. purpureum*, *G. pyrenaicum*, *G. robertianum*, and *G. rotundifolium*) distributed in Hatay was investigated using light and scanning electron microscope. Palynological analysis showed that the pollen grains were generally large, spheroidal and spheroidal-subprolate, radially symmetrical, tricolporate, and reticulate-clavate. The seeds ranged from circular-elliptical to ovate-elliptical in shape, with foveate, foveate-striate, reticulate, reticulate-faveolate, and rugose-foveate ornamentation. The results demonstrated that pollen and seed micromorphology was useful for the taxonomy of these species.

Keywords: *Geranium*, Geraniaceae, palynology, seed, Hatay province.

Hatay'da Yayılış Gösteren Bazı *Geranium* L. (Geraniaceae) Türlerinin Palinolojisi ve Tohum Mikromorfolojisi

Öz: Bu çalışmada Hatay'da doğal yayılış gösteren bazı *Geranium* L. türlerinin (*G. asphodeloides*, *G. columbinum*, *G. dissectum*, *G. libanoticum*, *G. molle*, *G. purpureum*, *G. pyrenaicum*, *G. robertianum* ve *G. rotundifolium*) polen ve tohum morfolojileri ışık ve taramalı elektron mikroskopuyla incelenmiştir. Palinolojik analiz sonuçlarına göre incelenen türlerin polenleri genel olarak büyük boyutlarda, prolat-sferoidal şekilde, radial simetrikal, trikolporat tipte ve retikulat-klavat yüzeye sahip olduğu belirlenmiştir. Tohum morfolojisine bakıldığında ise tohumların sirküler-eliptik ile ovat-eliptik arası değişik şekillerde olduğu, tohum yüzeyi bakımından foveat, foveat-striat, retikulat, retikulat-faveolat ve rugoz-foveat tip ornamentasyonlara sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonuçlarına göre polen ve tohum mikromorfolojilerinin *Geranium* türlerinin taksonomileri için oldukça kullanışlı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Geranium*, Geraniaceae, palinoloji, tohum, Hatay.

1. Giriş

Ilıman kuşak içerisinde bulunan Türkiye, coğrafi konumu, İran-Turan, Akdeniz ve Avrupa-Sibirya olmak üzere 3 fitocoğrafik bölgenin kesiştiği yerde bulunması, topoğrafik, jeolojik ve toprak yapısı bakımından farklılıklara sahip olması, değişik iklim tiplerinin etkisi altında kalması sayesinde sahip olduğu bitki çeşitliliği açısından çevresinde yer alan birçok ülkeden daha zengindir. Sahip olduğu bitki zenginliği ve çok sayıda endemik türün varlığı yerli ve yabancı birçok floristik çalışmanın yapılmasını ve yurdumuz için önemli birçok eserin yazılmasını sağlamıştır (Davis & Hedge, 1975; Ekim, Koyuncu, Vural, Duman, Aytaç, & Adıgüzel, 2000; Öztürk, Altay, Gücel, & Aksoy, 2012; Çıldır, Kahraman, Doğan, & Büyükkartal, 2017; Kahraman, Büyükkartal, & Doğan, 2018).

Geranium L. (Geraniaceae) cinsi başta ılıman bölgeler ve tropikal dağlar olmak üzere hemen hemen tüm dünyada geniş yayılış gösteren tek veya çok yıllık yaklaşık 430 bitki türü ile temsil edilmektedir (Aedo, Fiz, Alarcón, Navarro, & Aldasoro, 2005). Cins son taksonomik değerlendirmeye göre subg. *Geranium*, subg. *Erodioidea* (Picard) Yeo ve subg. *Robertium* (Picard) Rouy olmak üzere üç alt cins ayrılmaktadır (Yeo, 1984; Aedo, Garmendia, & Ando, 1998; Aedo, Aldasoro, & Navarro, 2002). *Geranium* (Turnagagası) cinsi Türkiye'de 44 tür, alttür ve varyeteler

dahil toplamda 46 takson ile temsil edilmekte olup bunların 11'i endemiktir, endemizm yüzdesi % 24'tür (Davis, 1967; Davis, Mill, & Tan, 1988; Güner, 2000; İlçim & Behçet, 2006; Özhatay & Kültür, 2006; Öner, Yıldırım, Pirhan, & Gemici, 2010; Savcı, 2015).

Geraniaceae familyasına ait türlerin polen ve tohum özellikleri üzerine birçok çalışma yapılmış ve bu karakterlerin taksonomik açıdan oldukça önemli olduğu belirlenmiştir (Erdtman, 1952; Bortenschlager, 1967; Oltmann, 1967; Hutchinson, 1969; Kuprianova, & Alyoshina, 1972; Moore, & Webb, 1978).

Perveen ve Gaiser (1999), Pakistan'da yayılış gösteren Geraniaceae familyasının palinolojik atlasını hazırladığı çalışmada 6 *Geranium* türünün, Shehata (2008) ise Mısır'da yayılış gösteren 3 *Geranium* türünün polen özelliklerini araştırmış ve polen morfolojilerinin türler göre farklılık gösterdiğinin belirtmişlerdir. Cins üzerine gerçekleştirilen en kapsamlı revizyon çalışmalarından biri Aedo, Garcia, Alarcon, Aldasoro ve Navarro (2007) tarafından yapılmış ve Mediterranean alt seksiyonuna ait 10 *Geranium* türünün polen ve tohum mikromorfolojileri detaylı olarak incelenmiştir. Türkiye'nin Trakya bölgesinde yayılış gösteren 13 *Geranium* türünün polen ve tohum morfolojileri Deniz, Çırpıcı ve Yıldız (2013) ve Deniz, Yıldız ve Çırpıcı (2018) tarafından detaylı olarak incelenmiştir. Görüldüğü gibi dünyanın farklı

*Corresponding author: farukkarahan34@gmail.com

bölgelerinde *Geranium* türleri üzerine farklı çalışmalar yapılmış fakat ülkemizde yetişen türlerin polen ve tohum morfolojilerinin karşılaştırmalı olarak birlikte incelendiği çalışma sınırlıdır.

Bu çalışma kapsamında Hatay'da yayılış gösteren *G. asphodeloides* Burm., *G. columbinum* L., *G. dissectum* L., *G. libanoticum* Schenk, *G. molle* L., *G. purpureum* Vill., *G. pyrenaicum* Burm, *G. robertianum* L. ve *G. rotundifolium* L. türlerinin polen ve tohum özellikleri incelenmiş ve literatürdeki eksiklik giderilmeye çalışılmıştır. *G. libanoticum* türünün polen ve tohum morfolojisi ilk kez tarafımızca çalışılmıştır. Ayrıca polen ve tohum örneklerine ait ayrıntılı fotoğraflar verilerek daha sonra yapılacak çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada incelenen *Geranium* türleri 2013-2015 yılları arasında Hatay il sınırları içindeki 24 farklı alandan toplanmıştır. Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunan Hatay ili (35°48'-37°00' K / 35°46'-36°41' D) tipik Akdeniz iklimine sahip olup, yıllık ortalama sıcaklık 18.1 °C ve ortalama yağış 1.078 mm'dir (Altay, Karahan, Öztürk, Hakeem, İlhan, & Erayman, 2016). Doğal habitatlarından toplanan bitki örnekleri Türkiye Florası'na göre (Davis, 1967) teşhis edilmiştir. Özellikle florada tanımlananlardan farklı özelliklere sahip ve populasyondaki varyasyonları yansıtabilecek örnekler toplanmasına özen gösterilmiştir.

Herbaryum materyali halindeki örneklerden alınan çiçeklerden Wodehouse (1935) metoduna göre polen preparatları hazırlanarak Olympus CX21FS1 marka ışık mikroskopunda polenler incelenmiştir. Polen örneklerinin betimlemesinde Erdtman (1952) ve Punt, Hoen, Blackmore, Nilsson, ve Le Thomas (2007)'nin terminolojisi kullanılmıştır. Her bir tür için en az 2 preparattan 25 polen dikkate alınarak ölçülmüş ve sonuçların ortalama ve standart sapmaları Sokal ve Rohlf (1969)'a göre hesaplanmıştır. Mikroskopta yapılan morfolojik incelemeler sonunda polenlerin polar çapı, ekvatorial çapı, ekzin ve intin kalınlığı, kolpus ve porus uzunluğu, kolpus ve porus açıklığı ölçülmüştür.

Polen ve tohum morfolojilerinin daha detaylı incelenmesi ve taksonların ayırımında önem taşıyan karakterlerin belirlenebilmesi için örnekler POLARON SC 7620 kaplama cihazında platin-paladyum ile kaplanarak taramalı elektron mikroskopunda (JEOL JSM-5500 LV) incelenmiş ve detaylı fotoğrafları verilmiştir. Tohum örneklerinin betimlemesi Barthlott (1981; 1984)'a göre yapılmıştır.

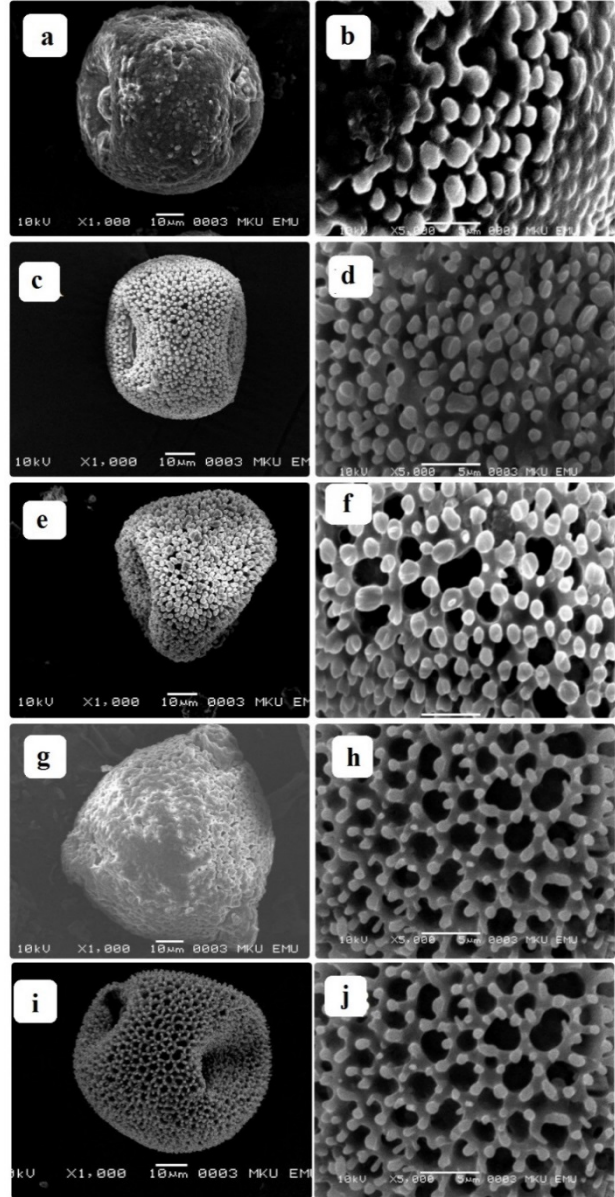
Dr. Faruk Karahan bu projenin arazi çalışmaları ve polen morfolojisi çalışmalarının gerçekleştirilmesinde ve makalenin yazım aşamasına katkı sağlamıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Polen morfolojisi

Yapılan palinolojik incelemeler sonucunda tüm incelenen *Geranium* türlerinin polenlerinin trikolporat, isopolar, radyal simetrik, oblat-sferoidal ve prolat-sferoidal olduğu belirlenmiştir. Büyüklük bakımından polenlerin boyutlarının 50-100 µm arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. En küçük polenler *G. molle* (56.33 × 52.53 µm) türünde, en büyük polenler ise *G. libanoticum* (79.02 × 76.04 µm) türünde tespit edildi. P/E oranına göre incelenen tüm türlerde polenler prolat-sferoidal şekle

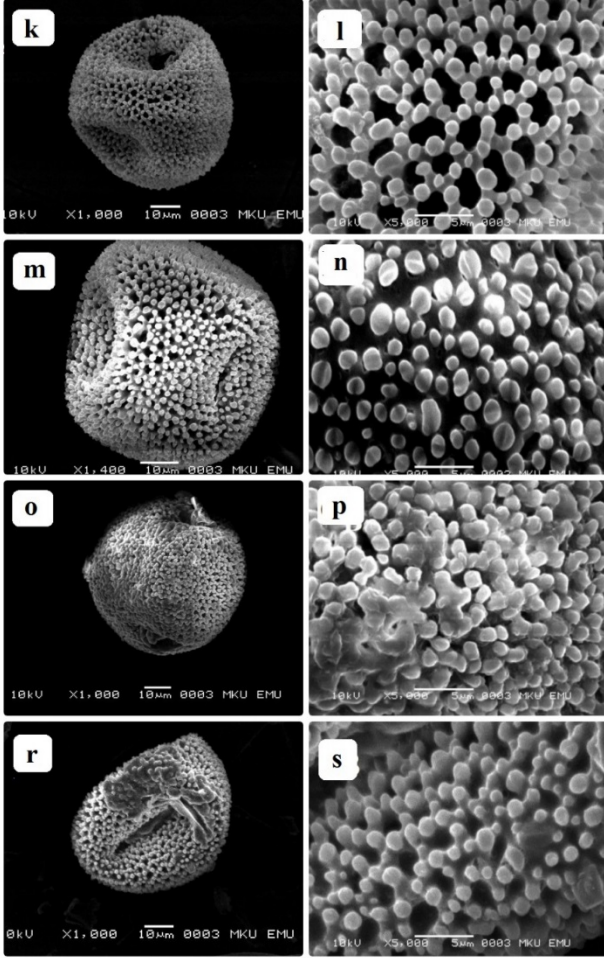
sahiptir. Yüzey şekli bakımından tüm türlerin polenleri retikulat-klavat tip ornamentasyona sahiptir (Şekil 1 ve 2). En küçük polar (P) ve ekvatorial (E) eksen değerleri *G. molle* (56.33 ve 52.53 µm) türünde en büyük değerler ise *G. libanoticum* (79.02 ve 76.04 µm) türünde görüldü. P/E oranı 1.02 (*G. rotundifolium*) ile 1.07 (*G. molle*) arasında değişmektedir. Eksin kalınlıkları 3.44 µm (*G. columbinum*) ile 4.43 µm (*G. molle*) arasında değişirken; intin kalınlıkları 1.29 µm (*G. pyrenaicum*) ile 2.75 µm (*G. libanoticum*) arasında değişiklik göstermektedir. Kolpus boyu (Clg) tüm türlerde birbirine yakın değerlere sahip olup 12.69-25.38 µm aralığındadır. En kısa kolpus boyu *G. columbinum* (12.69 µm) iken, en uzun kolpus boyuna sahip *G. rotundifolium* (25.38 µm) türüdür. Kolpus açıklıkları (Clf) 5.75-9.59 µm şeklindedir. En kısa kolpus açıklığı ise *G. pyrenaicum* (5.75 µm), en uzun kolpus açıklığı ise *G. libanoticum* (9.59 µm) türünde görülmektedir.



Şekil 1: İncelenen *Geranium* polenlerinin (SEM) görüntüleri: a-b: *G. asphodeloides*, c-d: *G. columbinum*, e-f: *G. dissectum*, g-h: *G. libanoticum*, i-j: *G. molle*

Porus uzunluğu (Plg) bakımından en küçük tür *G. columbinum* (6.8 µm), en büyük tür ise *G. pyrenaicum*'dur (19.2 µm). Porus açıklığı (Plf) ise en küçük *G. columbinum* (3.83 µm), en büyük *G. pyrenaicum* (11.5 µm) türüdür. En

küçük por uzunluğu (plg) ve por genişliği (plt) değerleri *G. columbinum* (6.8 ve 5.75 μm) türünde, en büyük değerler ise *G. pyrenaicum* (25.38 ve 9.59 μm) türünde görüldü. Polen ölçümlerine ilişkin sonuçlar toplu olarak Tablo 1'de sunulmuştur.



Şekil 2: İncelenen *Geranium* polenlerinin (SEM) görüntüleri: k-l: *G. purpureum*, m-n: *G. pyrenaicum*, o-p: *G. robertianum*, r-s: *G. rotundifolium*

Perveen ve Gaiser (1999) yaptıkları çalışmada *G. robertianum* ve *G. rotundifolium* türlerinin polenlerinin oblate-sferoidal olarak belirlenmesine rağmen bizim çalışmamızda bu türlerin prolata-sferoidal şekilde polenlere sahip olduğu bulunmuştur. Shehata (2008) Mısır'daki Geraniaceae familyasına ait türlerin polen morfolojilerini incelediğinde *G. molle* ve *G. dissectum*'ün polen şeklini bizim bulgularımızla benzerlik gösterecek şekilde prolata-sferoidal olarak belirlemiştir. Polar ve ekvatorial eksen değerleri bizim çalışmamızla kıyaslandığında; *G. dissectum* polenlerinin polar ve ekvatorial eksen değerlerini P = 51 (47-55), E = 48 (45-51) μm ve *G. molle*'nin ise P = 53 and E = 50 μm olarak belirlemelerine karşın, bizim çalışmamızda *G. dissectum* polenleri P = 60.67, E = 57.12 μm ; *G. molle* polenleri P = 56.33 ve E = 52.53 μm olarak belirlenmiş ve daha büyük oldukları sonucuna varılmıştır. Ayrıca polen yüzeyi bu iki tür reticulate-gemmate yüzeye sahipken çalışmamızda reticulate-clavate yüzeye sahip oldukları belirlenmiştir.

Deniz et al. (2013), Trakya bölgesinde yaptıkları çalışmada *G. asphodeloides* ve *G. rotundifolium* polenlerini sferoidal; *G. columbinum*, *G. dissectum*, *G. molle*, *G. purpureum* *G. pyrenaicum* ve *G. robertianum* polenlerini ise sferoidal-subprolat olarak belirlemelerine karşın bizim

bulgularımıza göre bu türler prolata-sferoidal şekilde polenlere sahiptir. Ayrıca bizim bulgularımızla benzerlik gösterecek şekilde bu türlerin büyük boy ve retikulate-clavate ornamentasyonlu polenlere sahip olduklarını belirlemiştir.

3.2. Tohum morfolojisi

Geranium türlerinin tohumları üzerine yapılan çalışma sonuçlarına göre; tohum büyüklükleri bakımından en küçük tohuma sahip tür *G. molle* (1.41 \times 0.99 mm) iken en büyük tohuma sahip tür *G. libanoticum* (2.62 \times 1.62 mm) olarak belirlenmiştir. İncelediğimiz tohum örnekleri *Geranium* türleri ile ilgili yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında özellikle şekil, boyut ve yüzey ornamentasyonu gibi özelliklerde farklılıklar görülmüştür (Tablo 2).

Geranium asphodeloides türünün tohum özellikleri Deniz et al. (2018)'in çalışmasında sirküler-ovate şekilli, 2.07 \times 1.83 mm boyutunda ve faveolat yüzeyli olarak belirtilmiştir, bizim çalışmamızda bu türün tohumlarının benzer şekilde ve boyutta ancak retikulate yüzeye sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3. a, b).

Geranium columbinum türünün tohum özellikleri, Moghadam, Mehrvarz, Ahmadian ve Shavvon (2015)'nin çalışmasında oblong şekilli, 2.1 \times 1.6 mm boyutunda, retikulate-rugulat yüzeyli ve poligonal epidermal hücrelere sahip; Keshavarzi ve Esfandani-Bozchaloyi (2018)'nin çalışmasında sirküler şekilli, 1.85 \times 1.4 mm boyutunda, biretikulate yüzeyli ve dörtgenimsi-poligonal epidermal hücrelere sahip; Deniz et al. (2018)'nin çalışmasında ovate şekilli, 2.12 \times 1.77 mm boyutunda ve faveolat yüzeyli olarak belirtilirken bizim bulgularımıza göre türün ovate-eliptik şekilde, daha küçük boyutlarda, reticulate-faveolat yüzeyli ve dörtgenimsi-poligonal epidermal hücreli tohumlara sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3. c, d).

Geranium dissectum türünün tohum özellikleri, Moghadam, Mehrvarz, Ahmadian, & Shavvon (2015)'in çalışmasında subglobose şekilli, 1.8 \times 1.56 mm boyutunda, retikulate-faveolat yüzeyli ve dörtgenimsi epidermal hücrelere sahip; Keshavarzi ve Esfandani-Bozchaloyi (2018)'in çalışmasında sirküler şekilli, 1.6 \times 1.1 mm boyutunda, biretikulate yüzeyli ve dörtgenimsi-poligonal epidermal hücrelere sahip; Deniz et al. (2018)'in çalışmasında ovate şekilli, 1.83 \times 1.27 mm boyutunda ve faveolat yüzeyli olarak belirtilirken bizim bulgularımıza göre türün ovate şekilde, benzer boyutlarda, reticulate-faveolat yüzeyli ve dörtgenimsi-poligonal epidermal hücreli tohumlara sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3. e, f).

Geranium molle türünün tohum özellikleri, Moghadam et al. (2015)'in çalışmasında oblong şekilli, 1.62 \times 0.9 mm boyutunda, retikulate-rugulat yüzeyli ve dörtgenimsi epidermal hücrelere sahip; Keshavarzi ve Esfandani-Bozchaloyi (2018)'in çalışmasında sirküler şekilli, 1.4 \times 0.95 mm boyutunda, mikoretikulate yüzeyli ve poligonal epidermal hücrelere sahip; Deniz et al. (2018)'in çalışmasında eliptik-ovate şekilli, 1.54 \times 1.15 mm boyutunda ve düz yüzeyli olarak belirtilirken bizim bulgularımıza göre türün tohumlarının şekli ve boyutları bu çalışmalarla uyumluken yüzey süslemesi retikulate-faveolat olarak belirlenmiştir (Şekil 3. i, j).

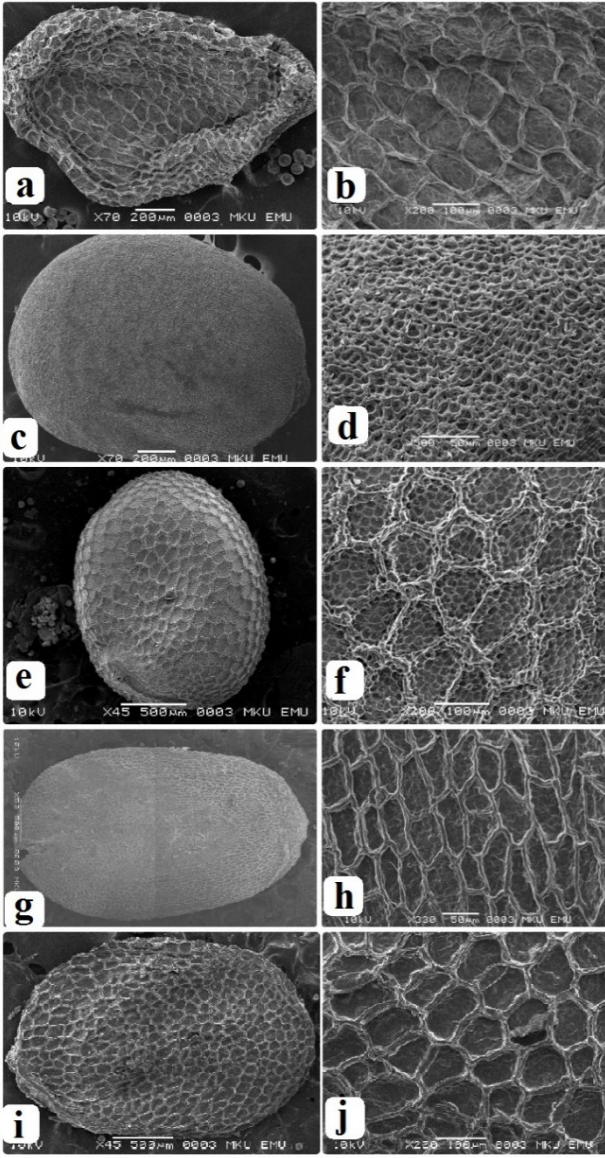
Geranium purpureum türünün tohum özellikleri, Moghadam et al. (2015)'in çalışmasında elongat-oblong

Tablo 1: İncelenen *Geranium* türlerinin polenlerine ait morfolojik ölçümler. (Kısaltmalar: P - polar eksen; E - ekvatorial eksen; Clg - kolpus uzunluğu; Clt - kolpus genişliği; Plg - por uzunluğu; Plt - por genişliği)

Takson	P	E	P/E	Clg	Clt	Plg	Plt	Ekzin	İntin
<i>G. asphodeloides</i>	69.8±4.30	67.27±2.89	1.04	23.02±2.58	8.45±2.06	9.22±2.26	5.12±0.72	4.06±0.96	1.60±0.34
<i>G. columbinum</i>	70.33±5.55	66.67±4.02	1.05	12.96±1.66	6.40±6.92	6.8±3.82	3.83±0.77	3.44±1.02	1.55±0.50
<i>G. dissectum</i>	60.67±7.40	57.12±3.88	1.06	23.8±3.31	9.47±1.56	10.74±3.29	9.97±2.16	3.81±0.74	1.52±0.38
<i>G. libanoticum</i>	79.02±4.08	76.04±6.66	1.04	21.13±1.93	9.59±2.29	16.5±1.15	9.97±2.31	4.23±0.69	2.75±0.72
<i>G. molle</i>	56.33±6.42	52.53±3.72	1.07	24.3±2.62	7.17±1.30	9.22±2.53	5.38±1.88	4.43±0.72	1.57±0.47
<i>G. purpureum</i>	62.67±4.64	59.81±5.71	1.05	19.95±2.47	6.27±2.70	9.23±0.12	4.61±0.4	3.82±0.55	1.50±0.42
<i>G. pyrenaicum</i>	62.06±2.44	58.83±3.76	1.05	17.78±4.83	5.75±2.85	19.2±0.03	11.5±0.05	4.15±1.13	1.29±0.39
<i>G. robertianum</i>	65.87±4.72	64.86±4.15	1.06	21.13±1.93	5.76±1.92	12.45±1.96	7.30±2.70	4.33±0.81	2.1±0.50
<i>G. rotundifolium</i>	62.75±4.08	61.67±6.66	1.02	25.38±0.61	6.15±0.32	14.3±0.34	8.95±2.42	3.68±0.69	1.75±0.72

Tablo 2: İncelenen *Geranium* türlerinin tohumlarına ait morfolojik ölçümler

Takson	Tohum şekli	Boy (mm)	Eni (mm)	Boy-En Oranı	Tohum yüzeyi	Yüzey epidermal hücreleri
<i>G. asphodeloides</i>	Sirküler-ovata	2.07±0.18	1.04±0.17	1.99	Retikulat	Poligonal
<i>G. columbinum</i>	Eliptik-ovata	1.91±0.19	0.95±0.27	2.01	Retikulat-Faveolat	Dörtgen-Poligonal
<i>G. dissectum</i>	Ovata	1.76 ±0.22	1.26±0.26	1.39	Retikulat-Faveolat	Dörtgen-Poligonal
<i>G. libanoticum</i>	Eliptik-ovata	2.62±0.27	1.62±0.27	1.61	Retikulat-Faveolat	Dikdörtgen
<i>G. molle</i>	Eliptik-ovata	1.41±0.11	0.99±0.09	1.42	Retikulat-Faveolat	Poligonal
<i>G. purpureum</i>	Eliptik-ovata	1.93±0.12	1.01±0.07	1.91	Foveat	Dikdörtgen
<i>G. pyrenaicum</i>	Eliptik-ovata	1.85±0.22	0.86±0.12	2.15	Rugose-Foveat	Poligonal
<i>G. robertianum</i>	Eliptik-ovata	1.95±0.10	0.95±0.18	2.05	Foveat-Striat	Dikdörtgen
<i>G. rotundifolium</i>	Sirküler-eliptik	1.75±0.22	1.40±0.26	1.25	Retikulat	Dörtgen-Poligonal



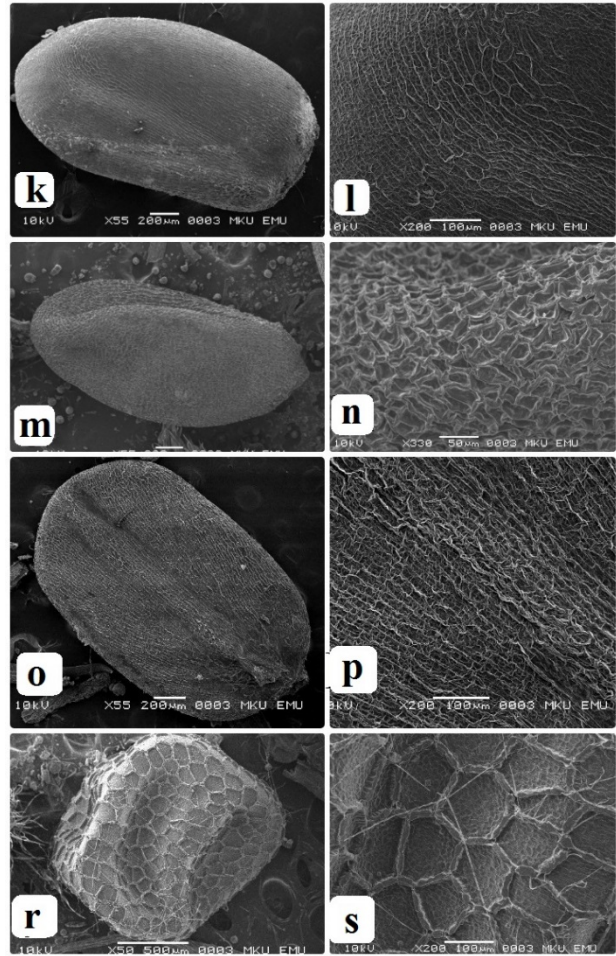
Şekil 3: İncelenen *Geranium* tohumlarının (SEM) görüntüleri: a-b: *G. asphodeloides*, c-d: *G. columbinum*, e-f: *G. dissectum*, g-h: *G. libanoticum*, i-j: *G. molle*.

şekilli, 2.08×0.98 mm boyutunda, retikulat-rugulat yüzeyli ve dikdörtgenimsi epidermal hücrelere sahip; Keshavarzi ve Esfandani-Bozchaloyi (2018)'in çalışmasında dar-eliptik şekilli, 1.85×0.9 mm boyutunda, retikulat yüzeyli ve dikdörtgenimsi epidermal hücrelere sahip; Deniz et al. (2018)'in çalışmasında eliptik-ovate şekilli, 1.9×1.12 mm boyutunda ve düz yüzeyli olarak belirtilirken bizim bulgularımıza göre türün tohumlarının şekli ve boyutları bu çalışmalarla uyumluysen yüzey süslemesi ve epidermal hücre şekilleri bakımından farklı olduğu belirlenmiştir (Şekil 4. k, l).

Geranium pyrenaicum türünün tohum özellikleri, Moghadam et al. (2015)'in çalışmasında oblong şekilli, 1.7×0.9 mm boyutunda, retikulat-faveolat yüzeyli ve poligonal epidermal hücreli; Keshavarzi ve Esfandani-Bozchaloyi (2018)'in çalışmasında dar-eliptik şekilli, 2.1×0.9 mm boyutunda, mikroretikulat yüzeyli ve poligonal epidermal hücreli; Deniz et al. (2018)'in çalışmasında eliptik-ovate şekilli, 2.15×1.14 mm boyutunda ve düz yüzeyli olarak belirtilirken bizim bulgularımıza göre türün tohumlarının şekli ve boyutları önceki çalışmalarla

uyumluysen yüzey süslemesi bakımından farklı olduğu belirlenmiştir (Şekil 4. m, n).

Geranium robertianum türünün tohum özellikleri, Raina (1985)'in çalışmasında eliptik-oblong şekilli, retikulat-faveolat yüzeyli ve dikdörtgenimsi epidermal hücreli; Moghadam et al. (2015)'in çalışmasında elongat-oblong şekilli, 2×0.95 mm boyutunda, retikulat yüzeyli ve dörtgenimsi epidermal hücreli; Keshavarzi ve Esfandani-Bozchaloyi (2018)'in çalışmasında dar-eliptik şekilli, 1.95×0.9 mm boyutunda, retikulat yüzeyli ve dikdörtgenimsi epidermal hücreli; Deniz et al. (2018)'in çalışmasında eliptik-ovate şekilli, 2.2×1.14 mm boyutunda ve düz yüzeyli olarak belirtilirken bizim bulgularımıza göre türün tohumlarının şekli ve boyutları önceki çalışmalarla uyumluysen yüzey süslemesi bakımından foveat-striat olarak belirlenmiştir (Şekil 4. o, p).



Şekil 4: İncelenen *Geranium* tohumlarının (SEM) görüntüleri: k-l: *G. purpureum*, m-n: *G. pyrenaicum*, o-p: *G. robertianum*, r-s: *G. rotundifolium*

Geranium rotundifolium türünün tohum özellikleri, Raina (1985)'in çalışmasında subglobos şekilli, retikulat-faveolat yüzeyli ve isodiametrik epidermal hücreli; Ather, Abid ve Qaiser (2012)'nin çalışmasında oblong şekilli, 1.6×0.95 mm boyutunda ve rugoz-foveat yüzeyli; Moghadam et al. (2015)'in çalışmasında oblong şekilli, 1.7×1.17 mm boyutunda, retikulat-rugulat yüzeyli ve poligonal epidermal hücreli; Keshavarzi ve Esfandani-Bozchaloyi (2018)'in çalışmasında sirküler şekilli, 1.5×1.35 mm boyutunda, biretikulat yüzeyli ve dörtgenimsi-poligonal epidermal hücreli; Deniz et al. (2018)'in çalışmasında sirküler-eliptik şekilli, 1.69×1.34 mm

boyutunda ve faveolat yüzeyli olarak belirtilirken bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir (Şekil 4. r, s).

Yaptığımız çalışma doğrultusunda tohum büyüklüklerinin farklı, tohum şekillerinin genel olarak birbiri ile benzerlik gösterdiği, fakat yüzey şekillerinin ise daha belirleyici özelliklere sahip olduğu anlaşılmıştır.

Hem daha önce yapılan çalışmalar hem de bizim bulgularımız *Geranium* cinsinin taksonomisinde polen ve tohum morfolojilerinin önemli olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada polen ve tohum morfolojilerinde önemli bulduğumuz karakterler önceki çalışmalarda da türler arasındaki ayrımı göstermektedir.

Bu çalışmayla başta Resimli Türkiye Florası olmak üzere daha sonra yapılacak çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Teşekkür: Bu çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (Proje no: 11160) tarafından desteklenmiş olan ilk yazarın Yüksek Lisans Tez projesinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Aedo, C., Aldasoro, F., & Navarro, C. (2002). Revision of *Geranium* Sections *Azorelloida*, *Neoandina*, and *Paramensia* (Geraniaceae). *Blumea*, 47, 205-297.
- Aedo, C., Fiz, O., Alarcón, M.L., Navarro, C., & Aldasoro, J.J. (2005). Taxonomic Revision of *Geranium* Sect. *Dissecta* (Geraniaceae). *Systematic Botany*, 30(3), 533-558.
- Aedo, C., Garcia, M.A., Alarcon, M.L., Aldasoro, J.J., & Navarro, C. (2007). Taxonomic Revision of *Geranium* Subsect. *Mediterranean* (Geraniaceae). *Systematic Botany*, 31, 93-128.
- Aedo, C., Garmendia, F.M., & Ando, F.P. (1998). World Check List of *Geranium* L. (Geraniaceae). *Annales Jardin Botanique Madrid*, 56(2), 1-42.
- Altay, V., Karahan, F., Öztürk, M., Hakeem, K.R., İlhan, E., & Erayman, M. (2016). Molecular and Ecological investigations on the Wild Populations of *Glycyrrhiza* L. Taxa Distributed in the East Mediterranean Area of Turkey. *Journal of Plant Research*, 129(6), 1021-1032.
- Ather, A., Abid, R., & Qaiser, M. (2012). The Seed Atlas of Pakistan-VII. Geraniaceae. *Pakistan Journal of Botany*, 44(3), 1059-1064.
- Barthlott, W. (1981). Epidermal and Seed Surface Characters of Plant: Systematic Applicability and Some Evolutionary Aspects. *Nordic Journal of Botany*, 1, 345-355.
- Barthlott, W. (1984). Microstructural Features of Seed Surfaces. In: V.H. Heywood & D.M. Moore (Eds.), *Current Concepts in Plant Taxonomy* (pp. 95-105). London, England, Academic Press., 432 pp.
- Bortenschlager, S. (1967). Vorläufige Mitteilungen zur Pollenmorphologie in der Familie der Geraniaceen und ihre Systematische Bedeutung. *Grana*, 7(2-3), 400-468.
- Çıldır, H., Kahraman, A., Doğan, M., & Büyükkartal, H. (2017). Comparative Anatomical and Micromorphological Studies on Some Species of *Lathyrus* L. Section *Lathyrus* (Papilionoideae, Fabaceae). *Commagene Journal of Biology*, 1(1), 42-50.
- Davis, P.H. (1967). *Geranium* L. In: P.H. Davis (Eds.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 2.* (pp. 451-474). Edinburgh, Edinburgh University Press., 581 pp.
- Davis, P.H. & Hedge, I.C. (1975). *Flora of Turkey: Past, Present and the Future.* Condollea, 3, 331-335.
- Davis, P.H., Mill, R.R., & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol.10 (Suppl. I).* Edinburgh, Edinburgh University Press., 590 pp.
- Deniz, İ., Çırpıcı, A., & Yıldız, K. (2013). Palynological Study of the *Geranium* (Geraniaceae) Species from the Thrace Region (Turkey-in-Europe). *Phytologia Balcanica*, 19(3), 347-355.
- Deniz, İ., Yıldız, K., & Çırpıcı, A. (2018). Taxonomical Study of Seeds and Fruit Micromorphology of the *Geranium* (Geraniaceae) Species in the Thrace Region of Turkey (Europe). *Phytologia Balcanica*, 24(1), 35-43.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., & Adıgüzel, N. (2000). *Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler)*. Ankara, Türkiye Tabiatı Koruma Derneği Yayınları (TTKD), No: 18, 152 pp.
- Erdtman, G. (1952). *Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms.* Chronica Botanica Co., Waltham, Massachusetts, 539 pp.
- Güner, A. (2000). *Geranium* L. In: A. Güner, N. Özhatay, T. Ekim & K.H.C. Başer (Eds.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 11 (Suppl. II)*. (pp. 73-74). Edinburgh, Edinburgh University Press., 656 pp.
- Hutchinson, J. (1969). *Evolution and Phylogeny of Flowering Plants.* London, England, Academic Press, 717 pp.

- İlçim, A. & Behçet, L. (2006). *Geranium kalenderianum* (Geraniaceae), A New Species from Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 43, 451-455.
- Kahraman, A., Büyükkartal, H., & Doğan, M. (2018). Pericarp Ultrastructure of *Salvia* Section *Hemispheae* (Menthaeae; Nepetoideae; Lamiaceae). *Commagene Journal of Biology*, 2(1), 1-7.
- Keshavarzi, M., & Esfandani-Bozchaloyi, S. (2018). Macro-and Micro-Morphological Study of Fruits and Seeds in the Genus *Geranium* (Geraniaceae). *Phytotaxa*, 371(3), 185-204.
- Kuprianova, L.A., & Alyshina, L.A. (1972). Pollen and Spores of Plants from the Flora of European Part of the USSR: I. Academy of Sciences of the USSR, Russia, The Komarov Botanical Institute Press., 171 pp.
- Moghadam, S.N., Mehrvarz, S.S, Ahmadian, N.A., & Shavvon, R.S. (2015). Micromorphology of Fruits and Seeds of Iranian *Geranium* (Geraniaceae), and its Systematic Significance. *Nordic Journal of Botany*, 33(6), 673-683.
- Moore, P.D. & Webb, J.A. (1978). *An Illustrated Guide to Pollen Analysis.* London, England, Hodder and Stoughton., 133 pp.
- Oltmann, O. (1967). Pollen Morphologisch-Systematische Untersuchungen Innerhalb der Geraniales. *Dissert Botany*, 11, 163.
- Öner, H.H., Yıldırım, H., Pirhan, A.F., & Gemicci, Y. (2010). A New Record for the Flora of Turkey: *Geranium macrorrhizum* L. (Geraniaceae). *Biological Diversity and Conservation*, 3(2), 151-154.
- Özhatay, N. & Kültür, Ş. (2006). Checklist of Additional Taxa to the Supplement Flora of Turkey III. *Turkish Journal of Botany*, 30, 281-316.
- Öztürk, M., Altay, V., Gücel, S., & Aksoy, A. (2012). Aegean Grasslands as Endangered Ecosystems in Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 44(2), 7-17.
- Perveen, A., & Gaiser, M. (1999). Pollen Flora of Pakistan -XV Geraniaceae. *Turkish Journal of Botany*, 23, 263-269.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. (2007). Glossary of Pollen and Spore Terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143, 1-81.
- Raina, S.K. (1985). *Monographic Studies on Geraniaceae of Kashmir* (PhD Thesis). The University of Kashmir, Afghanistan.
- Savcı, G. (2015). *Hatay'da Yayılış Gösteren Bazı Geranium L. (Geraniaceae) Türlerinin Anatomik, Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Shehata, A.A. (2008). Pollen Morphology of Egyptian Geraniaceae: An Assessment of Taxonomic Value. *International Journal of Botany*, 4, 67-76.
- Wodehouse, R. P. (1935). *Pollen Grains.* New York, Mc Graw-Hill Co. Press., 574 pp.
- Yeo, P.F. (1984). Fruit-discharge-type in *Geranium* (Geraniaceae): Its Use in Classification and its Evolutionary Implications. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 89, 1-36.