

Türkiye'de Yayılış Gösteren *Aethionema armenum* (Brassicaceae) Kompleksinde Karşılaştırmalı Tohum Mikromorfolojisi

Kuddisi ERTUĞRUL, Kağan ÇİÇEK*, Burcu YILMAZ ÇITAK

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu yazar / Correspondence: gkm4246@gmail.com

Geliş/Received: 11.07.2023 • Kabul/Accepted: 21.11.2023 • Yayın/Published Online: 31.12.2023

Öz: *Aethionema* cinsi Dünyada 60-70 tür ile temsil edilmektedir ve bunların çoğu İran-Turan bitkicoğrafyası bölgesinde yayılış göstermektedir. Türkiye'de ise 57 takson ile temsil edilen cins için ülkemiz sadece ana gen merkezi değil, aynı zamanda İran ile birlikte ana çeşitlenme merkezi konumundadır. *Aethionema*, Türkiye'de taksonomik olarak sorunlu cinslerden birisidir. Son zamanlarda dördü bu çalışmanın konusu olan *A. armenum* türüne yakın 12 yeni türün yayınlanmasıyla cins içerisindeki türlerin ayrımı problemlile hale gelmiştir. Bu çalışmada, Türkiye'de yayılış gösteren *Aethionema* cinsinin oldukça varyasyon gösteren *A. armenum* kompleksinde tohum mikromorfolojik yapısı ışık mikroskobu (LM) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenerek tohum karakterlerinin önemi taksonomik açıdan değerlendirilmiştir. *A. armenum* türünün 20 farklı lokaliteden toplanan örneklerine ait tohumları incelenmiştir. Tohumların şekillerinin ovate ve genişçe ovate, açık kahverengi, kahverengi veya kahverengi-gri renkte olduğu, tohum uzunluğunun 1.04-1.61 mm arasında ve tohum genişliğinin ise 0.64-0.96 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Tohum yüzey ornamentasyonunun, ağsı-kabartılı olduğu gözlemlenmiştir. *A. armenum* tür kompleksi içerisinde yer alan popülasyonların morfolojik olarak gösterdiği farklılıkların tohum mikromorfolojisi ile desteklendiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aethionema*, Cruciferae, Kayagülü, Mikromorfoloji, Tohum, Türkiye

The Comparative Seed Micromorphology of *Aethionema armenum* (Brassicaceae) Complex Distributed in Türkiye

Abstract: The genus *Aethionema* is represented by 60-70 species in the world and most of them are distributed in the *Irano-Turanian* phytogeographic region. For the genus, which is represented by 57 taxa in Türkiye, our country is not only the main gene center but also the main diversification center together with Iran. *Aethionema* is one of the taxonomically complex genera in Türkiye. The distinction of species within the *Aethionema* genus has become even more problematic with the recent publication of 12 new species, four of which are close to the *A. armenum* that is the subject of this study. In this study, the seed micromorphological structure of *A. armenum* complex highly variable taxon of the genus *Aethionema* distributed in Türkiye, was examined by light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM) and the importance of seed characters was evaluated from a taxonomic point of view. The seeds of the *A. armenum* species collected from 20 different localities were examined. It was determined that the seeds were ovate and broadly ovate, light brown, brown or brown-grey in color, the seed length varies between 1.04-1.61 mm and the seed width varies between 0.64-0.96 mm. Ornamentation on seed surface was observed as reticulate-verrucate. It was determined that the morphological differences of the populations in the *A. armenum* species complex were supported by seed micromorphology.

Keywords: *Aethionema*, Cruciferae, Stonecress, Micromorphology, Seed, Türkiye

GİRİŞ

Turpgiller familyası [Brassicaceae (Cruciferae)], Antartika hariç, tüm kıtalarda yayılış gösteren monofiletik bir gruptur. Familya son düzenlemelere göre ihtiva ettiği, 49 oymak, 321 cins ve 3660 tür ile Angiospermlerin en geniş familyalarından biridir. Beş yıl öncesinde Brassicaceae familyası için belirlenen 25 oymak, 338 cins ve 3709 türden oluşan sayılar, güncel sayılarla karşılaştırıldığında familyanın filogeni ve sistematigiyle ilgili bilgilerin hızla ilerlediğini ortaya koymaktadır. Bu gelişmeler moleküler filogenetik çalışmalarla birlikte familya içerisindeki çok

sayıda türler üzerine yapılan mukayeseli evolüsyon ve genomik çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır (Koch ve Kiefer, 2006; Al-Shehbaz, 2012; Koch ve Marhold, 2012).

Türkiye, Brassicaceae familyasına ait 97 cins ve 571 türle Dünya’da ikinci sırada yer alırken, ABD, 10 kat daha büyük yüzölçümüne sahip olmasına karşın sadece 653 tür ve 61 cins barındırmaktadır (Al-Shehbaz vd., 2007). Brassicaceae familyası ekonomik önemi olan birçok kültür türünü bulundurmasının yanında moleküler çalışmaların çoğunda model bir bitki olarak kullanılan *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Fenotu) türünü de barındırması nedeniyle Angiospermlerin en önemli familyalarından biridir (Al-Shehbaz, 2012; Koch ve Marhold, 2012). Bu familyaya ait pek çok tür insanlık tarihinden bu yana yetiştirilmekte ve günümüzde dünyanın hemen hemen her tarafında kültürü yapılmaktadır. Familya; önemli süs, endüstriyel, yemeklik yağ bitkileri, hayvan yemi, baharat ve sebze olarak kullanılan bitkiler gibi pek çok ekonomik öneme sahip türleri içermektedir (Al-Shehbaz vd., 2006).

Aethionemeae oymağına ait olan *Aethionema* W.T.Aiton (Kayagülü) cinsi İran-Turan bitki coğrafyası kökenlidir ve dünyada yaklaşık 60-70 türle temsil edilir. Oymak, pliyosen döneminde Anadolu Çaprazı’ndan kökenlenmiş ve daha sonra Güney Batı Asya ve Akdeniz bölgelerinden kuzeybatı Afrika’ya kadar yayılış göstermiştir. *Aethionema* cinsinin en önemli gen ve farklılaşma merkezi Türkiye’dir (Moazzeni vd., 2018).

Aethionema cinsi ilk kez (Aiton 1812) tarafından *A. saxatile* L. (Çatlak kayagülü) ve *A. monospermum* Aiton türlerini kapsayacak şekilde tanımlanmıştır. Sonraki yıllarda De Candolle (1821) tarafından bu cinse ait dokuz tür kabul edilmiştir. Boissier çok sayıda yeni tür tanımladığı Flora Orientalis (Boissier, 1867) adlı eserinde *Aethionema* cinsinin *Aethionema* ve *Iberidella* Boiss. adlı iki seksiyonunda toplam 40 türün, *Moriera* Boiss. cinsinde ise iki türün varlığını bildirmiştir. Bornmüller (1911a; 1911b), İran, Türkiye ve Suriye’den *Aethionema* cinsine ait çok sayıda türü kısa tanımlarıyla listelemiştir. *Aethionema* cinsi Türkiye Florası birinci cildinde 30 türle temsil edilmiştir (Hedge, 1965). Daha sonra yayınlanan 10. ciltte dokuz takson (Davis vd., 1988) ve 11. ciltte ise beş takson (Adıgüzel, 2000) ilavesiyle, Türkiye’de yayılış gösteren *Aethionema* taksonlarının sayısı 44’e ulaşmıştır. Govaerts (1995), *A. sintenisii* Hausskn. & Bornm. türünü, *A. grandiflorum* Boiss. & Hohen. (Kocakaya gülü) türünün varyetesi olarak kabul etmiştir. Khosravi vd. (2009), ülkemizde de yayılış gösteren *A. trinervium* (DC.) Boiss. türü ile ilgili yaptıkları moleküler analizler neticesinde bu türü *Vania* F.K.Mey cinsine aktarmışlardır. Son yıllarda yapılan bu düzenlemelerle Türkiye Bitkileri Listesinde *Aethionema* cinsine ait 43 takson listelenmiştir (Ertuğrul, 2012). Son dönemlerde bilim dünyasına kazandırılan yeni türlerin eklenmesi ve tür üstü ve tür altı kategorilerin yeniden düzenlenmesi ile Türkiye Florası’nda *Aethionema* cinsi, toplam 57 taksonla temsil edilmektedir (Ertuğrul, 2012; Yıldırım ve Kılıç, 2016, 2018; 2019 Ertuğrul vd., 2021; Öztürk, 2022). Bu türlerin 34’ü endemik olup, endemizm oranı ise cinsin % 60’i olarak belirlenmiştir.

Son araştırmalarla bilim dünyasına kazandırılan 12 tür içerisinde yer alan 4 yeni türün *Aethionema armenum* Boiss. (taş çantası) türüne benzerliği dikkati çekmektedir (Yıldırım ve Kılıç, 2016). *A. armenum* Türkiye’den tanımlanmıştır. *A. armenum* türünün Türkiye Florasındaki (Hedge, 1965) betiminde, gövdenin basitten dallanmışa, tüysüzden sivilceliye kadar, petallerin beyazdan pembeye kadar, meyve sapının dikten geriye kıvrığa kadar, silikulanın yumurtamsıdan ters yumurtamsıya, meyve kanadının dişliden düze kadar değiştiği belirtilmiştir. Tür içerisinde farklı taksonların yer alabileceği varsayıldığı için kompleks olarak değerlendirilmiştir. Oldukça varyasyon gösteren bu türün boylu örnekleri *A. grandiflorum*’a yaklaşıp. Aynı zamanda çiçekli örnekleri *A. grandiflorum* ile sıklıkla karıştırılır. Petit (2017), *A. armenum* türünü *A. grandiflorum* ‘un sinonimi olarak değerlendirmiştir. Brassicaceae familyasında, tohum morfolojisi oymak seviyesinde familyanın sınıflandırılmasında oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Zohary, 1948; Appel ve Al-Shehbaz, 2002; El Naggar, 2005). *Aethionema* cinsi içerisinde tohumda radikulanın pozisyonu akkumbent, inkumbent veya oblik olarak değişmektedir (Hedge, 1965). *A. armenum* türünde incelenen örneklerde radikula pozisyonu akkumbent olarak tespit edilmiştir. Tohum kabuğu yapısının morfolojisi kararlı karakterler olarak kabul edilir ve tohumlar meyvenin içinde gelişip olgunlaşırken dış çevre koşullarından çok az etkilenir (Heywood, 1971). Bu nedenle *Aethionema* cinsi içerisinde değerlendirilen türlerin tohum yüzeyi yapısı farklı çalışmalara konu olmuş ve tohum yüzey ornamentasyonunun türleri ayırma konusunda etkili mikro karakter olduğu tespit edilmiştir (Pınar vd., 2007; Atçeken vd., 2016; Karaismailoğlu, 2019).

Bu araştırma dâhilinde arazi koşullarında varyasyonları tespit edilen *A. armenum* türünün farklı yayılış alanları ve habitat tiplerinden toplanan 20 örneğine ait tohum mikromorfolojisi ışık ve elektron mikroskopları kullanılarak değerlendirilmiş ve bu sonuçlardan elde edilen bulguların türlerin ayırımında etkili olduğu belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Mikromorfolojik çalışmalar için Türkiye’deki farklı yayılış alanlarından ve gövde dallanması, gövdenin pürüzlü olup olmaması, silikula şekli, kanat kenarı gibi özellikler bakımından farklılık gösteren 20 *A. armenum* popülasyonundan tohumlu örnek toplanarak kese kağıtları içerisinde laboratuvar koşullarına getirilmiştir. Örneklerden bazıları herbaryum materyali haline getirilmiş ve teşhis edilmiştir. Her popülasyondan en az 20 tane olgun tohum alınmış, toplanan örneklerin lokalite bilgileri, toplayıcı ve herbaryum numaraları Tablo 1’de verilmiştir.

İncelenecek her bir popülasyon için 20 tane tohumda tohum şekli, büyüklüğü, rengi, yüzey süs şekli, mikropilar kutup şekli, dış sınır şekli, epidermal hücre şekli, antiklinal hücre duvarı, periklinal hücre duvarı, poligonal hücre şekli gibi mikromorfolojik özellikler Leica Z16 APO stereomikroskop üzerine monte edilmiş Leica IC90 E kamera

cihazı ile incelenmiş ve aynı cihazın yazılımı kullanılarak sayısal analizler yapılmıştır. Tohum yüzeyi süslemesinin ayrıntılı incelemeleri için tohumlar yükselen alkol serilerinden geçirilerek etüvde kurutulmuş sonrasında doğrudan alüminyum stablara aktararak altın püskürtücü yardımıyla kaplanmış ve Zeiss Evo LS10 Taramalı Elektron Mikroskobu ile incelenmiştir. Tohum yüzey terminolojisi değerlendirilirken Pınar vd. (2007) kullanılmıştır.

Tablo 1. İncelenen *Aethionema armenum* türüne ait örneklerin lokalite bilgileri ve toplayıcı/Herbaryum numaraları

Toplayıcı / herbaryum numarası	Lokalite	Habitat Tipi	Varyasyonlar
H.Demirelma-3373 KNYA-30132	Ankara: Ayaş, Aysantı geçidi çevresi, 1190-1250 m. 14.06.2019	Marnlı bozkır	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula ters yumurtamsı, kanat kenarı fırırlı veya küt dışı
K.Ertuğrul-6174, H. Demirelma KNYA-30133	Çankırı: Eldivan, Hisarcık köyü yukarısı, yol kenarları, 1204 m. 16.08.2020	Kalkerli yamaçlar	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula dairesel-ters yumurtamsı, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-6177, H. Demirelma KNYA-30134	Çankırı: Eldivan dağı, TRT verici yolu, yol kenarları, Orman açıklıkları, 1713 m. 16.08.2020	Kalkerli yamaçlar	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula dairesel-ters yumurtamsı, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-6178, H. Demirelma KNYA-30135	Çankırı: Çakmaklı tepe çevresi, 1085 m. 16.08.2020	Kalkerli bozkır	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula dairesel-ters yumurtamsı, kanat kenarı belirgin dışı
H. Demirelma-3403, E Şirin KNYA-30136	Kayseri: Yahyalı, Çamlıca köyü üzeri 5.km, 1401 m. 22.07.2020	Kalkerli bozkır	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula dairesel-ters yumurtamsı, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-6728, E Şirin KNYA-30137	Kayseri, Pınarbaşı, Aşağıbey çayırı, Yukarıbey çayırı köyleri arası, 1750 m. 15.07.2021	Serpantin yamaçlar	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula ters yumurtamsı, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-6731, E Şirin KNYA-30138	Kayseri, Pınarbaşı arası, Pınarbaşı'na 9-10 km kala, 1590 m. 15.07.2021	Serpantin yamaçlar	Gövdede dallanma yok, silikula dikdörtgensel-ters yumurtamsı, kanat kenarı dalgalı veya küt dışı
K.Ertuğrul-7115, H. Demirelma KNYA-30139	Kayseri, Pınarbaşı, Sarız yolu, Aşağıbeyçayır köyü çıkışı, 1676 m. 8.08.2022	Serpantin yamaçlar	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula dairesel-ters yumurtamsı, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-7069, H. Demirelma KNYA-30140	Kayseri: Sivas-Kayseri, 15. km taşlı yamaçlar <i>Amygladus</i> içleri, 1335 m. 5.08.2022	Kalkerli bozkır	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula dairesel-ters yumurtamsı, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-5881, H. Demirelma, E. Şirin KNYA-30141	Niğde-Ulukışla, Gümüşköy güneydoğusu, <i>Quercus</i> çalılıkları, taşlı vadi, 1480m. 12.07.2019	Kalkerli bozkır	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula ters yumurtamsı-eliptik, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-7065, H. Demirelma KNYA-30142	Nevşehir Avanos, Kayseri yolu, kumlu volkanik tepeler, 983 m. 5.08.2022	Volkanik bozkır	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula ters yumurtamsı-eliptik, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-6186, H. Demirelma KNYA-30143	Sivas: Malatya yolu, Kangal, Kocakurt yol ayrımı, marnlı tepeler, 1550 m. 17.08.2020	Marnlı Bozkır	Gövdede dallanma nadir, silikula dairesel-ters yumurtamsı, kanat kenarı küt dışı
K.Ertuğrul-5833, KNYA-30144	Malatya-Akçadağ arası Levent Kanyonu sapağı, yol kenarındaki kireç taşlı alanlar, 1360 m. 25.06.2019	Kalkerli yamaçlar	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula dairesel-ters yumurtamsı, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-5800, KNYA-30145	Erzincan: Kemaliye, Sarıkonak-Sarıççek yaylası arası, taşlı yamaçlar, 1379 m. 22.06.2019	Kalkerli yamaçlar	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula ters yumurtamsı, kanat kenarı düzensiz dışı
K.Ertuğrul-6199, H. Demirelma KNYA-30146	Erzincan: Kemaliye, İliç yolu, Savaş tepe geçidi çevresi, kumlu bozkır yamaçlar, 1654 m. 18.08.2020	Kumlu bozkır	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula dairesel-ters yumurtamsı, kanat kenarı belirgin dışı
K.Ertuğrul-6218, H. Demirelma KNYA-30147	Gümüşhane: Şiran, Alucra yolu, Fındıkbeli geçidi çevresi, yol kenarları bozkırlar, 1691 m. 19.08.2020	Kalkerli bozkır	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula ters yumurtamsı, kanat kenarı dışı

K.Ertuğrul-7090, H. Demirelma, E. Şirin KNYA-30148	Gümüşhane Tekke köyü yukarısı, kalkerli yamaç, 1295 m. 7.08.2022	Kalkerli bozkır	Gövdede uca yakın dallanma var, silikula ters yumurtamsı-dairesel, kanat kenarı kısa dişli
K.Ertuğrul-7118, H. Demirelma KNYA-30149	Kahramanmaraş: Göksun-Çardak yolu, Ahmetçik köyü arası, kumlu yamaçlar, 1331 m. 9.08.2022	Kumlu bozkır	Gövdede dallanma yok, silikula dikdörtgeni-ters yumurtamsı, kanat kenarı dalgalı veya küt dişli
T.Uysal-4160, H. Demirelma KNYA-30150	Kahramanmaraş-Kayseri yolu, Sarız'dan Kayseri'ye doğru 3-4 km, yolun sağındaki kayalıklar, 1690 m. 11.07 2020	Kalkerli yamaçlar	Gövdede dallanma yok, silikula dikdörtgeni-ters yumurtamsı, kanat kenarı dalgalı veya küt dişli
K.Ertuğrul-7121, H. Demirelma KNYA-30151	Adana: Tufanbeyli-Tomarza yolu, Karapınar-Ayvat arası, meşe açıklıkları, yol kenarı, 1455 m. 9.08.2022	Kalkerli yamaçlar	Gövdede tabana yakın dallanma var, silikula ters yumurtamsı-dairesel, kanat kenarı düzensiz dişli

BULGULAR

Aethionema cinsinde yer alan *A. armenum* türüne ait 20 populasyondan elde edilen tohum verilerine göre, tohumların uzunlukları 1.04-1.61 mm, genişlikleri ile 0.64-0.96 mm arasında değişmektedir (Tablo 2). Tohumların 13 tanesi yumurtamsı veya 6 tanesi genişçe yumurtamsı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1-4). Tohumlar parlak olup, renkleri 5 tanesinde açık kahverengi, 12 tanesinde kahverengi ve 3 tanesinde kahverengi-gri olarak gözlemlenmiştir. Tohumların mikropilar kutupları 7 tanesinde sivri veya 13 tanesinde küt olarak, kalazal kutupları ise 3 tanesinde küt ya da 17 tanesinde yuvarlak olarak değişmektedir (Tablo 2).

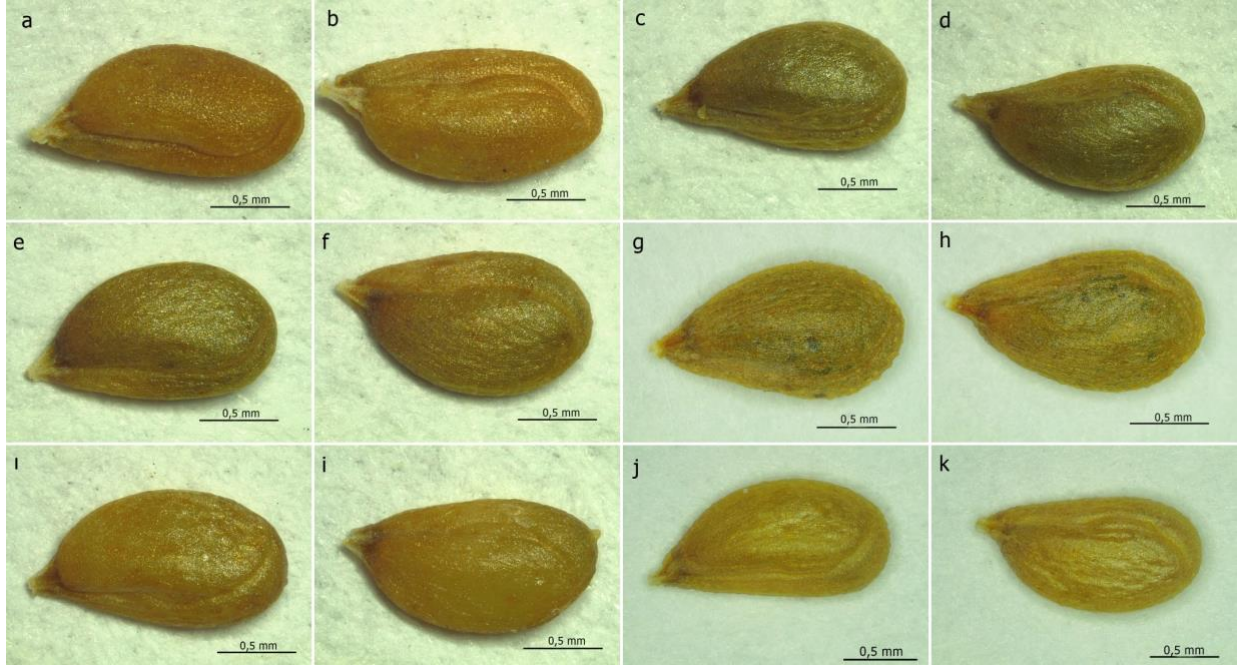
Elektron mikroskobu ile elde edilen mikrofotografılarda tohum yüzeyinin ağsı-kabartılı ornamentasyona sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5-8). Fakat bu ornamentasyon tipini belirleyen epidermis hücrelerinin farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 9). Tohum gömleğinin morfolojisinde yer alan epidermis hücreleri tetragonal, hegzagonal, polygonaldır. Epidermis hücrelerinin yüzeyi çizgili karakterlidir. Epidermis hücre duvarları dalgalı, düz ya da buruşuk olarak belirlenmiştir. Epidermis hücrelerinin boyutları ise birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bazı hücreler büyük bazı hücreler ise oldukça küçüktür.



Şekil 1. *Aethionema armenum* tohumlarının ışık mikroskobu mikrofotografılari. a-b: H.Demirelma-3373, c-d: K.Ertuğrul-6174, e-f: K.Ertuğrul-6177, g-h: K.Ertuğrul-6178, i-i: H.Demirelma-3403), j-k: K.Ertuğrul-6728.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

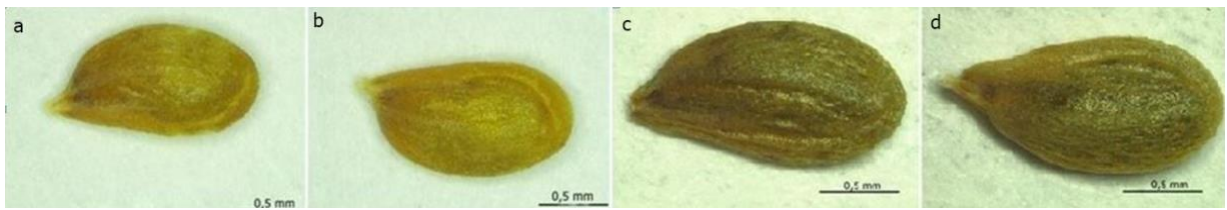
A. armenum türü Türkiye'den tanımlanan ve morfolojik olarak oldukça varyasyon gösteren bir taksondur. Mevcut çalışmamızda, *A. armenum* türünün farklı lokalitelerden toplanan örneklerindeki tohum mikromorfolojik özellikleri belirlenmiştir.



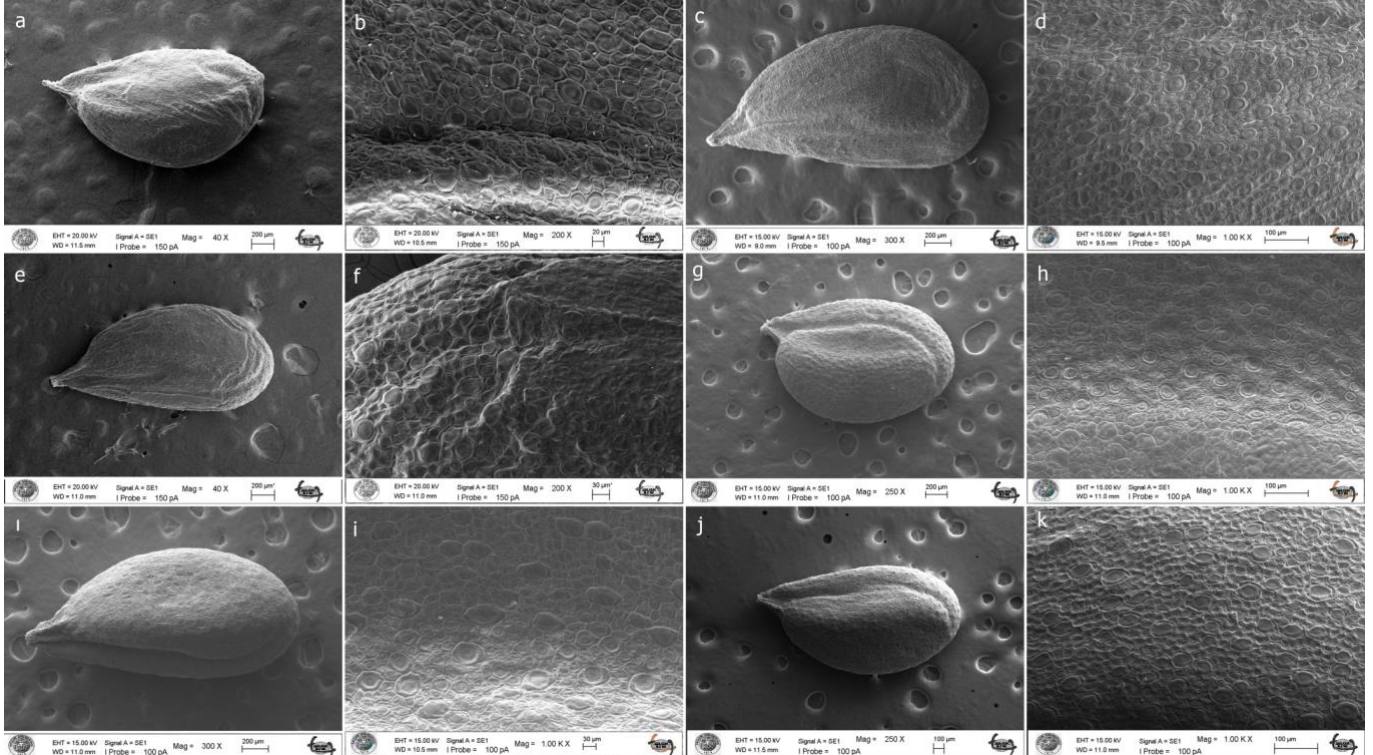
Şekil 2. *Aethionema armenum* tohumlarının ışık mikroskobu mikrofotografaları. a-b: K.Ertuğrul-6731, c-d: K.Ertuğrul-7115, e-f: K.Ertuğrul-7069, g-h: K.Ertuğrul-5881, i-i: K.Ertuğrul-7065, j-k: K.Ertuğrul-6186



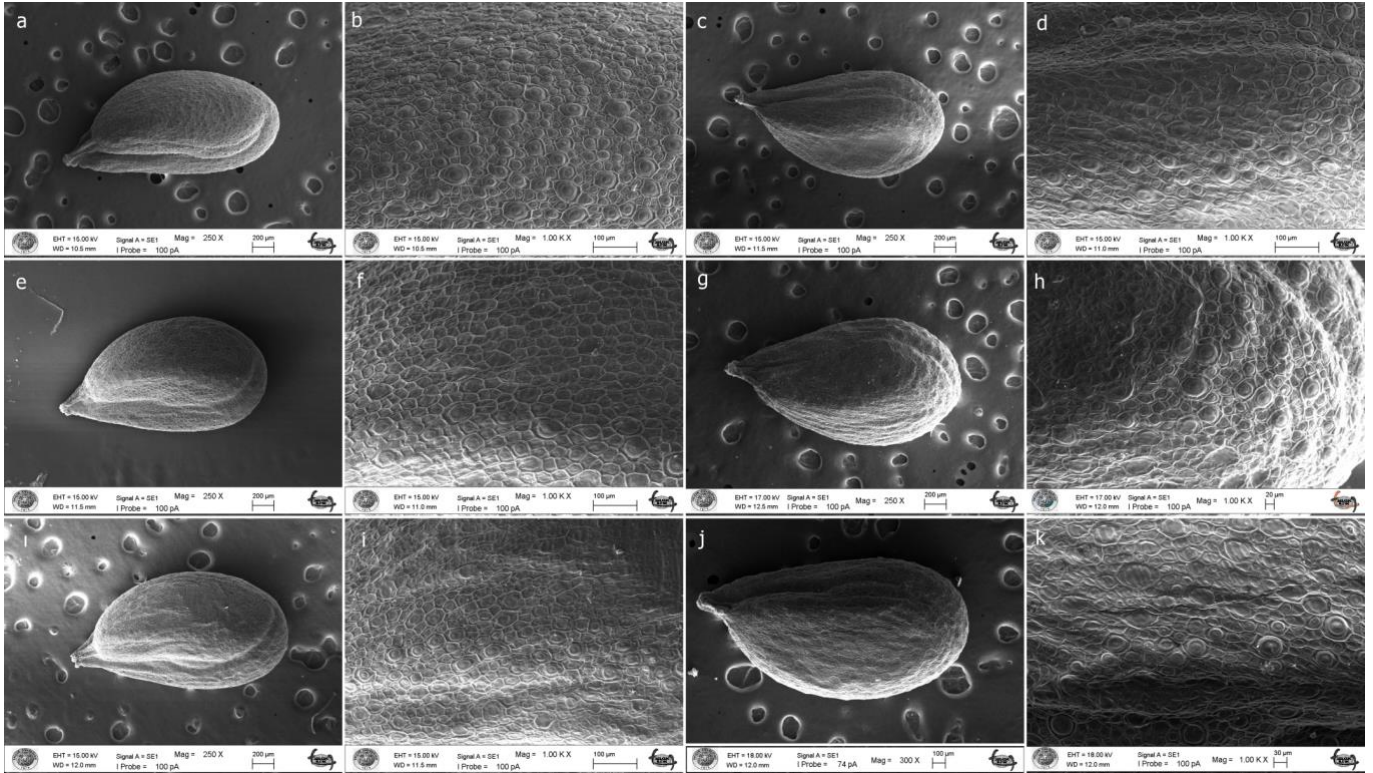
Şekil 3. *Aethionema armenum* tohumlarının ışık mikroskobu mikrofotografaları. a-b: K.Ertuğrul-5833, c-d: K.Ertuğrul-5800), e-f: K.Ertuğrul-6199, g-h: K.Ertuğrul-6218, i-i: K.Ertuğrul-7090, j-k: K.Ertuğrul-7118.



Şekil 4. *Aethionema armenum* tohumlarının ışık mikroskobu mikrofotografaları. a-b: T.Uysal-4160, c-d: K.Ertuğrul-7121.



Şekil 5. *Aethionema armenum* tohumlarının elektron mikroskobu mikrofotografaları. a-b: H.Demirelma-3373, c-d: K.Ertuğrul-6174, e-f: K.Ertuğrul-6177, g-h: K.Ertuğrul-6178, i-i: H.Demirelma-3403, j-k: K.Ertuğrul-6728.

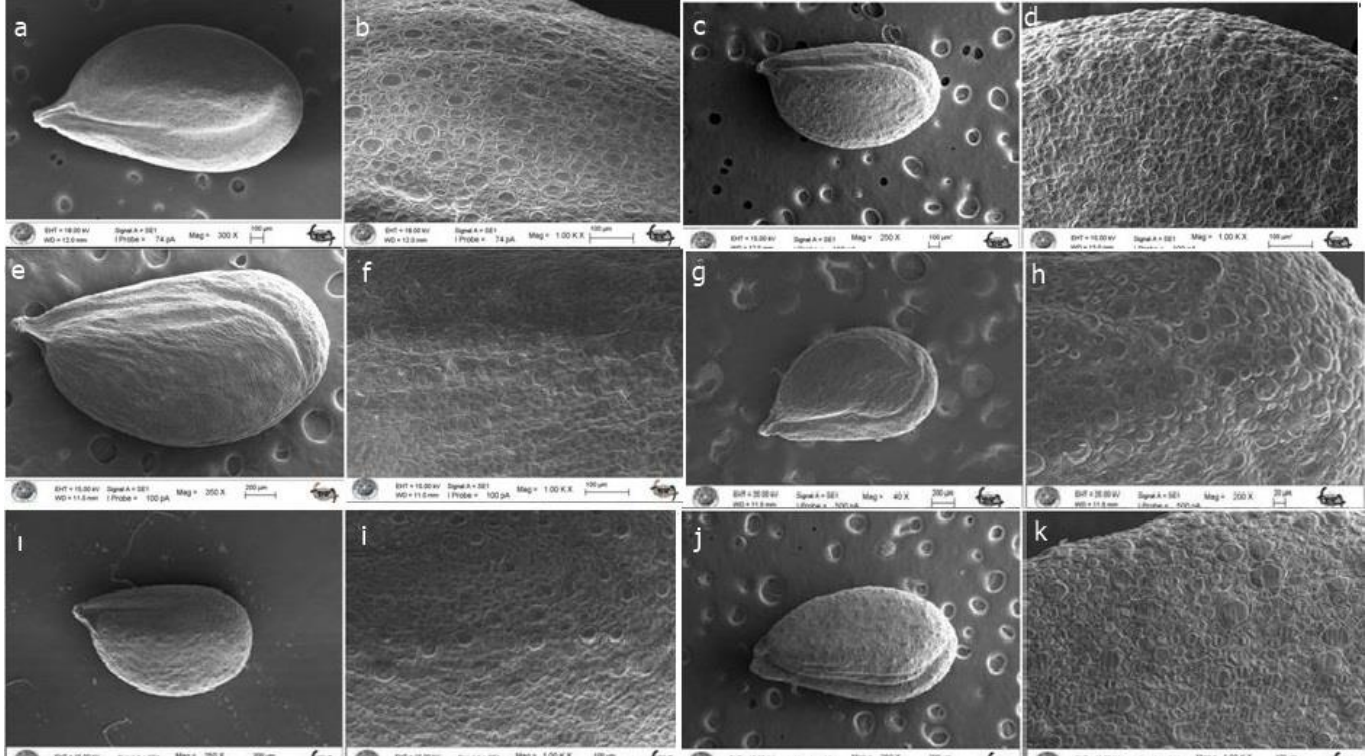


Şekil 6. *Aethionema armenum* tohumlarının elektron mikroskobu mikrofotografaları. a-b: K.Ertuğrul-6731, c-d: K.Ertuğrul-7115, e-f: K.Ertuğrul-7069, g-h: K. Ertuğrul-5881, i-i: K.Ertuğrul-7065, j-k: K.Ertuğrul-6186.

Brassicaceae familyası içerisinde yer alan farklı cinsler için yapılan tohum mikromorfolojik incelemeleri; tohum rengi, tohum boyutları ve ornamentasyonları açısından türleri ayırmada destekleyici taksonomik bir karakter olarak kullanılabileceğini belirtilmiştir (Barthlott, 1984; Khalik ve van der Maesen, 2002; Pinar vd., 2007; 2009;

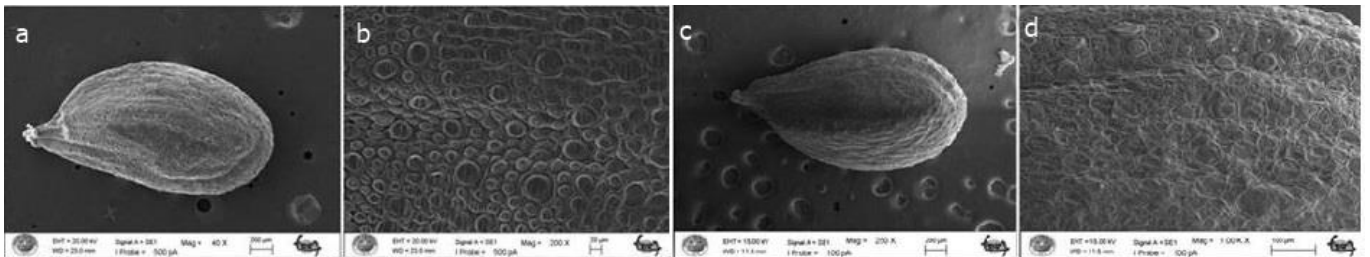
Ghaempanah vd., 2013; Atçeken vd., 2016; Karaismailoğlu ve Erol, 2018; Karaismailoğlu, 2019; Gönen vd., 2019; Şirin, 2019; Dural ve Çıtak, 2020; Şirin ve Ertuğrul, 2021).

Aethionema cinsi içerisinde yer alan türlerin tohum renkleri değişkenlik göstermektedir. Sarımsı-kahverengi, açık kahverengi, kahverengi, kahverengi-gri, kahverengi-siyah, siyah olarak farklı çalışmalarda tohum renkleri geniş bir aralıkta farklılık göstermektedir (Pınar vd., 2007; Atçeken vd., 2016; Karaismailoğlu, 2019; Ertuğrul vd., 2021; Tekin, 2022; Demirpolat, 2022). *A. armenum* türü ile ilgili olarak yapılan önceki araştırmalarda tohum rengi kahverengi, açık kahverengi, koyu kahverengi ya da sarımsı-kahverengi olduğu belirlenmiştir Pınar vd., 2007; Atçeken vd., 2016; Karaismailoğlu, 2019; Ertuğrul vd., 2021)



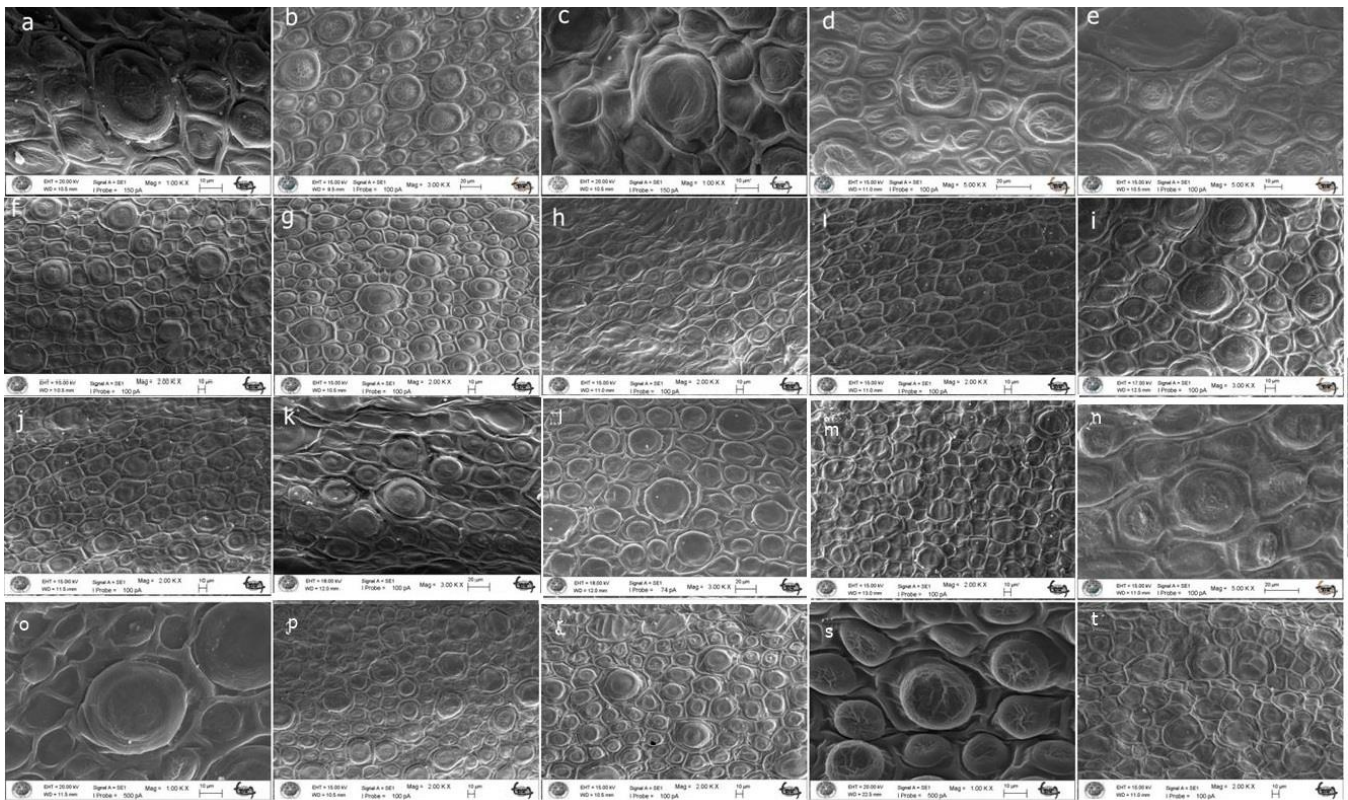
Şekil 7. *Aethionema armenum* tohumlarının elektron mikroskobu mikrofotografaları. a-b: K.Ertuğrul-5833, c-d: K.Ertuğrul-5800, e-f: K.Ertuğrul-6199, g-h: K.Ertuğrul-6218, i-i: K.Ertuğrul-7090, j-k: K.Ertuğrul-7118.

Bu çalışmada incelenen tohumlarda ise açık kahverengi, kahverengi ve kahverengi-gri renkli tohumlara rastlanmıştır (Şekil 1-4, Tablo 2). K.Ertuğrul-6728, K.Ertuğrul-7115, K.Ertuğrul-7121 herbarium numarasına sahip *A. armenum* taksonlarında kahverengi-gri renkli tohumlara rastlanmıştır. İncelediğimiz *A. armenum* türlerinin tohum boyutları $1.04-1.61 \times 0.64-0.96$ mm arasında değişmektedir. *Aethionema*'nın diğer türlerinde ise bu aralığın $0.75-3.00 \times 0.25-1.50$ mm olduğu bildirilmiştir (Pınar vd., 2007; Atçeken vd., 2016; Karaismailoğlu, 2019; Ertuğrul vd., 2021; Tekin, 2022; Demirpolat, 2022). İncelenen tohumların mikropilar kutupları sivri veya küt; kalazal kutupları ise küt veya yuvarlak olarak belirlenmiştir. K.Ertuğrul-6731, K.Ertuğrul-7069 ve HDEM-3373 numaralı örneklerin sadece küt şekilli kalazal kutupları dikkati çekmektedir. İncelenen diğer örneklerde ise kalazal kutbun yuvarlak olduğu belirlenmiştir. Mikropilar kutupta ise taksonların genellikle küt uçlu olduğu fakat HDEM-3373, K.Ertuğrul-6174, K.Ertuğrul-6177, HDEM-3403, K.Ertuğrul-7115, K.Ertuğrul-5881 ve K.Ertuğrul-6186 numaralı örneklerden alınan tohumların mikropilar kutuplarının sivri uçlu olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 8. *Aethionema armenum* tohumlarının elektron mikroskobu mikrofotografaları. a-b: T.Uysal-4160, c-d: K.Ertuğrul-7121.

Brassicaceae familyasında yer alan cinslerin tohum morfolojisinde tohum kabuğunun özelliklerinden yüzey skulptürü, antiklinal ve periklinal hücre duvarları ya da epidermis hücrelerinin şekli türlerin taksonomik ayrımı noktasında bazı cinsler içerisinde önemli bir yer tuttuğu rapor edilmiştir (Moazzeni ve Zarrevd, 2007; Pınar vd., 2007; Atçeken, Dural vd., 2016; Gabr, 2018; Karaismailoğlu ve Erol, 2018; Karaismailoğlu, 2019; Gönen, Dural vd., 2019; Dural ve Çıtak, 2020). Ağsı, ağsı-kabartılı, kabartılı, peteksi, ağsı-gözenekli, çignenmiş olmak üzere yedi farklı ornamentasyon tipi *Aethionema* cinsi için daha önce yapılan araştırmalarda rapor edilmiştir (Pınar vd., 2007; Atçeken vd., 2016; Karaismailoğlu, 2019; Ertuğrul vd., 2021; Tekin, 2022). Bu çalışmada incelenen *A. armenum* tohumlarının tohum ornamentasyonu ağsı-kabartılı olarak belirlenmiş fakat epidermis hücrelerinin yüzeyindeki kabartıların incelenen örneklerde iç bükey ya da dış bükey olduğu gözlemlenmiştir. Epidermis hücrelerinin antiklinal ve periklinal hücre duvarları T.Uysal-4160 örneğinde belirgin değildir. Diğer örneklerde hücre duvarları belirgin ve dört köşeli, beş köşeli ya da altı köşeli şekilde ve yüzeyleri ise çizgilidir. Karaismailoğlu (2019) tarafından yapılan *Aethionema* cinsi içerisinde yer alan bazı örnekleri içeren tohum mikromorfolojisi araştırmasında, tohumların epidermis hücre duvarları şekillerinin dikdörtgensel ve beş köşeli olduğu bildirilmiştir. İncelediğimiz *A. armenum* örneklerinin tohum yüzeyindeki epidermis hücrelerinin farklı boyutlarda olduğu gözlemlenmiş ve epidermis hücrelerinin bazı tohum örneklerinde aynı boyutta olduğu bazılarında ise hem küçük hem de büyük boyutlarda olduğu belirlenmiştir (Şekil 9-a,c,o,s). Bu durum daha önceki araştırmalarda vurgulanmayıp, çalışmamızda ilk kez tespit edilmiştir.



Şekil 9. *Aethionema armenum* tohumlarının elektron mikroskobu detaylı mikrofotografaları. a: K. Ertuğrul-6174, b: K. Ertuğrul-6174, c: K. Ertuğrul-6177, d: K. Ertuğrul-6178, e: H.Demirelma-3403, f: K. Ertuğrul-6728, g: K. Ertuğrul-6731, h: K. Ertuğrul-7115, i: K. Ertuğrul-7069, j: K.Ertuğrul-5881, k: K.Ertuğrul-7065, l: K. Ertuğrul-6186, m: K. Ertuğrul-5833, n: K. Ertuğrul-5800, o: K. Ertuğrul-6218, p: K.Ertuğrul-7090, r: K.Ertuğrul-7118, s: T.Uysal-4160, t: K.Ertuğrul-7121.

A. armenum tür kompleksi morfolojik olarak incelendiği zaman geniş varyasyon gösteren bir gruptur. Gövdesi uca yakın dallanan ve kanat kenarı belirgin dişli olan popülasyonlara ait, tohum ornamentasyonlarında epidermis hücrelerinin yaklaşık olarak aynı boyutta olduğu, diğer popülasyonlarda ise boyutlarının farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca gövdede dallanma olmayan ve düz kanat kenarına sahip popülasyonlara ait örneklerde tohum renginin açık kahve, diğer örneklerde ise farklı renklerde olduğu gözlemlenmiştir. Farklı habitat tiplerinin tohum morfolojisine yansımadağı gözlemlenmiştir. *A. armenum* türünün 20 farklı lokaliteden toplanan örneklerinde yaptığımız tohum mikromorfolojik incelemeleri neticesinde morfolojik olarak oldukça farklılık gösteren bu türün tohumlarının da tohum rengi, tohum şekli, mikropilar ve kalazal kutup açısından önemli ayırt edici karakterler gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 2. İncelenen taksonların tohumlarına ait nitel ve nicel analizler.

(U/G: uzunluk/genişlik oranı, TŞ: tohum şekli, TR: tohum rengi, MK: mikropilar kutup, KK: kalazal kutup, Y: yumurtamsı, GY: genişçe yumurtamsı, K: kahverengi, AK: açık kahverengi, KG: kahverengi-gri, S: sivri, Kt: küt, Yv: yuvarlak)

Toplayıcı Numarası	Uzunluk		Genişlik		U/G	TŞ	TR	MK	KK
	Min-Max	Ort±SD	Min-Max	Ort±SD					
H.Demirelma-3373	1.17-1.31	1.24±0.04	0.64-0.91	0.75±0.06	1.66	GY	K	S	Yv
K.Ertuğrul-6174	1.23-1.52	1.37±0.07	0.70-0.96	0.84±0.05	1.64	GY	K	S	Yv
K.Ertuğrul-6177	1.37-1.53	1.47±0.04	0.77-0.89	0.82±0.03	1.79	GY	K	S	Yv
K.Ertuğrul-6178	1.27-1.46	1.34±0.05	0.75-0.92	0.83±0.04	1.60	GY	K	Kt	Yv
H.Demirelma-3403	1.31-1.48	1.40±0.05	0.71-0.90	0.78±0.06	1.79	Y	K	S	Yv
K.Ertuğrul-6728	1.35-1.46	1.38±0.03	0.69-0.89	0.80±0.07	1.74	GY	KG	Kt	Yv
K.Ertuğrul-6731	1.42-1.58	1.50±0.06	0.73-0.90	0.82±0.05	1.83	Y	AK	Kt	Yv
K.Ertuğrul-7115, H. Demirelma	1.28-1.36	1.33±0.03	0.72-0.83	0.79±0.03	1.69	Y	KG	S	Yv
K.Ertuğrul-7069	1.30-1.42	1.38±0.04	0.75-0.95	0.87±0.06	1.60	GY	K	S	Yv
K.Ertuğrul-5881	1.32-1.52	1.41±0.06	0.69-0.90	0.80±0.06	1.76	GY	K	S	Yv
K.Ertuğrul-7065	1.40-1.55	1.48±0.04	0.80-0.91	0.84±0.04	1.76	GY	K	S	Yv
K.Ertuğrul-6186	1.31-1.55	1.44±0.06	0.71-0.90	0.80±0.05	1.77	Y	AK	S	Yv
K.Ertuğrul-5833	1.20-1.44	1.35±0.06	0.65-0.84	0.77±0.05	1.75	GY	K	Kt	Yv
K.Ertuğrul-5800	1.26-1.50	1.38±0.08	0.69-0.90	0.79±0.08	1.72	GY	K	Kt	Yv
K.Ertuğrul-6199	1.45-1.61	1.51±0.04	0.81-0.90	0.87±0.03	1.75	GY	K	Kt	Yv
K.Ertuğrul.6218	1.04-1.28	1.14±0.05	0.61-0.79	0.70±0.04	1.63	GY	K	Kt	Yv
K.Ertuğrul-7090	1.19-1.33	1.25±0.05	0.71-0.83	0.77±0.04	1.64	GY	K	Kt	Yv
K.Ertuğrul-7118	1.34-1.55	1.48±0.06	0.76-0.88	0.81±0.03	1.82	GY	K	Kt	Yv
T.Uysal-4160	1.40-1.55	1.46±0.05	0.72-0.90	0.81±0.05	1.79	Y	AK	Kt	Yv
K.Ertuğrul-7121	1.41-1.61	1.52±0.07	0.77-0.94	0.83±0.06	1.82	Y	KG	Kt	Yv

TEŞEKKÜR

Bu çalışma ikinci yazarın “Türkiye’de yayılış gösteren *Aethionema* (Brassicaceae) taksonlarının tohumları üzerine mikromorfolojik ve anatomik araştırmalar” isimli doktora tezinin bir parçasıdır. Çalışmayı 118z995 proje numarası ile destekleyen TÜBİTAK ve 20211029 proje numarası ile destekleyen S.Ü. Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Koordinatörlüğü’ne teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAK LİSTESİ

- Adıgüzel, N. (2000). *Aethionema* R. Br. Şu eserde: Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. ve Başer, K. H. C. (edlr.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 11: 31-34. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Aiton, W.T. (1812). *Hortus Kewensis or a Catalogue of the Plants Cultivated in the Royal Botanic Garden at Kew*. 2. baskı, 4: 522. Longman, Hurts, Rees, Orme and Brown London.
- Al-Shehbaz, I.A., Beilstein, M.A. ve Kellogg, E.A. (2006). Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. *Plant. Syst. Evol.* 259: 89-120.
- Al-Shehbaz, I.A., Mutlu, B. ve Dönmez A.A. (2007). The Brassicaceae (Cruciferae) of Turkey, updated. *Turk J. Bot.* 31: 327-336.
- Al-Shehbaz, I.A. (2012). A generic and tribal synopsis of the Brassicaceae (Cruciferae). *Taxon* 61: 931-954. doi: <https://doi.org/10.1002/tax.615002>
- Appel, O. ve Al-Shehbaz, I.A. (2002). Curiferae. Şu eserde: Kubitzki, K. ve Bayer, C. (edlr.). *The Families and Genera of Vascular Plants* 5: 75-174. Berlin: Springer-Verlag.
- Atçeken, M. M., Dural, H. ve Çıtak, B. (2016). The morphological, anatomical and palynological investigations on some taxa of genus *Aethionema* A. T. Waiton (Brassicaceae). *Biodicon* 9/1: 55-68.
- Barthlott, W. (1984). Microstructural features of seed surface. Şu eserde: Heywood, V.H. and D.C. Moore (edlr.). *Current Concepts in Plant Taxonomy* s. 95-105. Academic Press, London, England.
- Boissier, E.P. (1867). *Flora Orientalis Sive Enumeratio Plantarum In Oriente A Graecia Et Aegypto And Indiae Fines Hucusque Observatarum*, Thalamiflorae 1: xxxxx s.s. 1017. Genevae et Basileae.
- Bornmüller, J. (1911a). Über einige unbeschriebene *Aethionema*-Arten der orientalischen Flora. *Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis* 10: 174-176.
- Bornmüller, J. (1911b). Iter persico-turcicum 1892-1893. *Beihefte zum botanischen Centralblatt* 28(2): 89-171.
- Davis, P.H., Mill, R.R. ve Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 10. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- De Candolle, A. P. (1821). Cruciferae. *Systema Naturale* 2: 139-700.
- Demirpolat, A. (2022). Anatomical, palynological and seed surface characteristics of *Aethionema sancakense* Yild. & Kılıc (Brassicaceae). *EJOSAT* 37: 1-7. doi: 10.31590/ejosat.1124432

- Dural, H. ve Çıtak B.Y. (2020). The anatomical characteristics of endemic *Aethionema dumanii* Vural & Adıgüzel (Brassicaceae). *KSU J. Agric Nat* 23: 435–440.
- El Naggar, S.M. (2005). "Seed coat micro-sculpturing and the systematic of the Egyptian Brassicaceae (*Magnoliopsida*)."
Flora Mediteranea 15: 581-598.
- Ertuğrul, K. (2012). *Aethionema*. Şu eserde: *Türkiye Bitkiler Listesi* (Damarlı Bitkiler), s. 246-248. Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (edlr.). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Ertuğrul, K., Hamzaoğlu, E., Demirelma, H., Uysal, T., Bozkurt, M., Şirin, E., Çıtak, B. Y. ve Al-Shehbaz, I.A. (2021). *Aethionema aytachii* (Brassicaceae): A new species from central Anatolia, Turkey. *Turk J. Bot.* 45 (6): 563-572.
- Gabr, D.G. (2018). Significance of fruit and seed coat morphology in taxonomy and identification for some species of Brassicaceae. *Am. J. Plant.* 09(03): 380-402.
- Ghaempanah S., Ejtehadı H., Vaezi J. ve Farsi M. (2013). Seed-coat anatomy and microsculpturing of the genus *Erysimum* (Brassicaceae) in Northeast of Iran. *Phytotaxa* 150: 41-53.
- Govaerts, R. (1995). *Word Checklist of Seed Plants*. 1(1):6, p.483. MIM.
- Gönen, B., Dural, H. ve Çıtak, B.Y. (2019). A Survey of the morphology, anatomy, and palynology of endemic *Bornmuellera kiyakii* and *B. glabrescens* (Brassicaceae) from Turkey. *Gazi Univ. J. Sci.* 32, 776-790. <https://doi.org/10.35378/gujs.455316>
- Hedge, I.C. (1965). *Aethionema* R. Br. Şu eserde: Davis, P.H. (ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 1: 314-330. Edinburg University Press, Edinburg.
- Heywood, V.H. (1971). The characteristics of the scanning electron microscopes and their importance in biological studies. Şu eserde: Heywood, V.H. (ed.). *Scanning Electron Microscopy Systematic and Evolutionary Applications* 4: 1-16. Academic Press, London.
- Karaismailoğlu, M.C. ve Erol, O. (2018). Seed structure and its taxonomic implications for genus *Thlaspi* sensu lato sections *Nomisma*, *Thlaspi*, and *Pterotropis* (Brassicaceae). *Turk J. Bot.* 42: 591–609.
- Karaismailoglu, M.C. (2019). Comparative Morphology and anatomy of seeds of some *Aethionema* W.T. Aiton (Brassicaceae) Taxa from Turkey. *Bangladesh J. Bot* 26(1): 1-12.
- Khalik, A. ve Van Der Maesen L.J.G. (2002). Seed morphology of some tribes of Brassicaceae (Implication for taxonomy and species identification for the flora of Empty). *Blumea* 47: 363-383.
- Khosravi, A R., Mohsenzadeh, S., Jacquemoud, F., Menke, M. ve Mummenhoff, K. (2009). Phylogenetic position and taxonomic classification of *Aethionema trinervium* (Brassicaceae): A morphologically variable subshrub from Southwestern Asia. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96(4): 564-574.
- Koch, M.A. ve Kiefer, C. (2006). "Molecules and Migration: Biogeographical studies in Cruciferous plants. *Plant. Syst. Evol.* 259: 121-142.
- Koch, M. A. ve Marhold, K. (2012). Phylogeny and systematics of Brassicaceae Introduction. *Taxon* 61 (5): 929-930.
- Moazzeni, H., Zarre, S., Al-Shehbaz, I.A. ve Mummenhoff, K. (2007). Seed-coat microsculpturing and its systematic application in *Isatis* (Brassicaceae) and allied genera in Iran. *Flora* 202(6): 447-454.
- Moazzeni, H., Al-Shehbaz, A.I., German, D.A., Assadi, M., Müller, J., Joharchi, M.R. ve Memariani, F. (2018). A taxonomic revision of the genus *Aethionema* s.l. (Brassicaceae) in Iran. *Phytotaxa* 356: 241–266.
- Öztürk, D. (2022). *Aethionema gypsicola*, a new crucifer species from inner Anatolia, Turkey. *Phytotaxa* 539 (2):175-185.
- Petit, S. (2017). 856. *Aethionema grandiflorum*. *Curtis's Botanical Magazine* 34(1): 21-28.
- Pınar, N.M., Adıgüzel, N. ve Geven, F. (2007). Seed coat macrosculpturing in some Turkish *Aethionema* R.Br. (Brassicaceae). *Pak. J. Bot.* 39(4): 1025-1036.
- Pınar, N.M., Duran, A., Ceter T. ve Tug, G. N. (2009). Pollen and seed morphology of the genus *Hesperis* L. (Brassicaceae) in Turkey. *Turk J. Bot.* 33: 83-96.
- Şirin E. (2019). Anadolu'dan bazı *Alyssum* (Brassicaceae) taksonlarının meyve ve tohum morfolojisi. *BioDiCon* 12: 89-94.
- Şirin, E. ve Ertuğrul, K. (2021). Seed-coat microsculpturing of some *Cardamine* (Brassicaceae) taxa and its systematic importance. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma* 14 (1): 24-27 . doi: 10.46309/biodicon.2021.807455
- Tekin, M. (2022). A morphological, anatomical and palynological study on *Aethionema lepidioides* (Brassicaceae) - an endangered and endemic species to Turkey. *Acta Botanica Croatica*, 81(1): 70-79.
- Yıldırım, Ş. ve Kılıç, O. (2016). New infrageneric taxa and species of *Aethionema* and their current key from Turkey. *Ot Sistemik Botanik Dergisi* 23 (1-2): 1-66.
- Yıldırım, Ş. ve Kılıç, Ö. (2018). A new species of *Aethionema* (Brassicaceae), *A. adiyamanense* from Turkey. *Ot Sistemik Botanik Dergisi* 25 (1): 25–30.
- Yıldırım, Ş. ve Kılıç, Ö. (2019). A new *Aethionema* (Brassicaceae) *A. sancakense* p. p. and a new description of *A. adiyamanense* from Turkey. *The Herb Journal of Systematic Botany* 26 (2) 49–58.
- Zohary, M. (1948). Carpological studies in Cruciferae. *Palestine J. Bot.* 4: 158-165.