



**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



***AETHIONEMA CORIDIFOLIUM* VE *A.*
GRANDIFLORUM (BRASSICACEAE)
TÜRLERİ ÜZERİNE PALİNOLOJİK,
MİKROMORFOLOJİK VE KARYOLOJİK
ÇALIŞMALAR**

Büşra YILMAZOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

**Ocak-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Büşra YILMAZOĞLU tarafından hazırlanan “*Aethionema coridifolium* ve *A. grandiflorum* (Brassicaceae) Türleri Üzerine Palinolojik, Mikromorfolojik ve Karyolojik Çalışmalar” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman

Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Sait GEZGİN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması S.Ü. BAP Koordinatörlüğü tarafından 19201044 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Büşra YILMAZOĞLU

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

***AETHIONEMA CORIDIFOLIUM* VE *A. GRANDIFLORUM* (BRASSICACEAE). TÜRLERİ ÜZERİNE PALİNOLOJİK, MİKROMORFOLOJİK VE KARYOLOJİK ÇALIŞMALAR**

Büşra YILMAZOĞLU

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL

2022, VII+49 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL

Prof. Dr. Muhittin DİNÇ

Doç. Dr. Emrah ŞİRİN

Bu çalışmada, *Aethionema* W. T. Aiton cinsine ait *A. coridifolium* DC., *A. grandiflorum* Boiss. & Hohen. türleriyle, birçok Florada *A. grandiflorum*'un sinonimi olarak değerlendirilen *A. pulchellum* Boiss. & A.Huet türlerine ait çok sayıda popülasyonda mikromorfolojik, palinolojik ve karyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Morfolojik çalışmalar kapsamında çalışılan türlere ait popülasyonlarda meyve ve tohumların farklı büyütmelerde ışık mikroskobunda resimleri alınmıştır. Tohum mikromorfolojisi kapsamında tohumların çeşitli büyütmelerde SEM görüntüleri elde edilmiştir. Polen morfolojisi araştırmaları Işık ve Elektron mikroskobu kullanılarak yapılmıştır. Işık mikroskobu çalışmalarında Wodehouse (1935) yöntemi kullanılmıştır. Ölçümler Kameram 21 ve Image Tool 3.1 programları kullanılarak yapılmıştır. Kromozom sayımları kök uçlarında ezme tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kromozomların resimleri Olympus BX53 mikroskobu-Olympus DP72 dijital kamera ile çekilmiştir. İncelenen taksonlarda karyotip ölçümleri KAMERAM programıyla gerçekleştirilmiş ve çeşitli simetri indeksleri kullanılarak taksonlar karyomorfolojileri bakımından karşılaştırılmıştır. İncelenen türlerde meyve ve tohum boyutlarının, kanat uzunluklarının, kanat kenarlarının ve sinüs açıklıklarının farklı olduğu belirlenmiştir. SEM çalışmaları sonucunda tohum yüzey ornementasyonu verrukat, retikulat-verrukat ya da retikulat olarak tespit edilmiştir. Polen çalışmalarında apertür yapısı, polen şekilleri, kolpus uzunluğu, ekzin ve intin kalınlığı bakımından farklılıklar belirlenmiştir. Kromozom sayıları *A. grandiflorum* türünde $2n=24$, *A. coridifolium*'da $2n=24$, *A. pulchellum*'da ise $2n=36$ ve $2n=48$ olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları önceden *A. grandiflorum* türünün sinonimi olarak kabul edilen *A. pulchellum* taksonunun tür olarak yeniden canlandırılmasını desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: *Cruciferae*, Kayagülü, Karyotip Kromozom sayısı, Mikromorfoloji, Polen

ABSTRACT

MS THESIS

PALYNOLOGICAL, MICROMORPHOLOGICAL AND KARYOLOGICAL STUDIES ON *AETHIONEMA CORIDIFOLIUM* AND *A. GRANDIFLORUM* (BRASSICACEAE)

Büşra YILMAZOĞLU

Selcuk University Institute of Science
Department of Biology

Advisor: Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL

2022, VII+49 Pages

Jury
Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL
Prof. Dr. Muhittin DİNÇ
Doç. Dr. Emrah ŞİRİN

In this study, micromorphological, palynological and karyological analysis were carried out in many populations of *A. coridifolium* DC., *A. grandiflorum* Boiss. et Hohen, and *A. pulchellum*, accepted a synonym of *A. grandiflorum*, species belonging to genus *Aethionema* W.T. Aiton. In morphological studies, photos of the mature fruits and seeds of the populations were taken under light microscope at different magnifications. In study of seed micromorphology, SEM images of seeds were obtained at various magnifications. Pollen morphology studies were done by using Light and Scanning Electron microscopy. Wodehouse (1935) method will be used in light microscope studies. Measurements were made using Kameram and Image Tool 3.1. programs. The karyological studies were carried out by squashing methods on the germinating root-tips of the specimens. The photos of chromosomes were taken by Olympus BX53 microscope and Olympus DP72 digital camera. Karyotype measurements were performed with KAMERAM program, and then taxa were compared in terms of karyomorphologies by using various symmetry indices. It was determined that fruit and seed sizes, wing lengths, wing margins and sinus lengths were different in the studied species. As a result of SEM studies on seeds, surface ornamentation was determined as verrucate, reticulate-verrucate or reticulate. In pollen studies, some differences were determined in terms of aperture structure, pollen shapes, colpus length, exine and intin thickness. Chromosome numbers were determined as $2n=24$ in *A. grandiflorum*, $2n=24$ in *A. coridifolium*, $2n=36$ and $2n=48$ in *A. pulchellum*. The results support the revival of the *A. pulchellum*, previously accepted as a synonym of *A. grandiflorum*, as a species.

Keywords: *Cruciferae*, Rock rose, Karyotype, Chromosome Number, Micromorphology, Pollen

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans sürecim boyunca destek ve yardımlarını benden esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL'a, çalışmalarım sırasında bilgi ve yorumlarıyla bana destek olan Sayın Prof. Dr. Tuna UYSAL'a, tüm çalışma sürecim boyunca her konuda bilgi, beceri ve desteğini esirgemeyen, bana kazandırdığı bilgi ve tecrübelerden dolayı Sayın Doç. Dr. Meryem BOZKURT'a, palinolojik çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübesinden faydalandığım Sayın Doç. Dr. Burcu YILMAZ ÇITAK'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında destek ve yardımlarını benden esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Dr. Ela Nur ŞİMŞEK SEZER'e ve birlikte çalıştığım laboratuvar arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, varlıklarıyla bana güç veren annem Sevgi YILMAZOĞLU'na ve babam Mesut YILMAZOĞLU'na ve her süreçte yanımda olan desteğini ve yardımlarını benden esirgemeyen nişanlım Alperen ERESEN'e teşekkür ederim.

Tez çalışmamı 19201044 nolu proje ile destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

Büşra YILMAZOĞLU
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Materyal.....	8
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Morfolojik yöntem.....	10
3.2.2. Palinolojik yöntemler.....	10
3.2.2.1. Işık mikroskobu çalışmaları.....	10
3.2.2.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) çalışmaları	11
3.2.3. Karyolojik yöntem	11
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	13
4.1. Morfolojik Bulgular.....	13
4.1.1. <i>Aethionema grandiflorum</i> Boiss. & Hohen., Boiss., Diagn. ser. 1 (8): 42 (1849). / Koca kayagülü, Türk. Bitkileri List., s. 247 (2012), Şekil 4.1.....	13
4.1.2. <i>Aethionema coridifolium</i> DC., Syst. 2: 561 (1821). / Çocukdüşenotu, Türk. Bitkileri List., s. 247 (2012), Şekil 4.4.	16
4.1.3. <i>Aethionema pulchellum</i> Boiss. & A. Huet, Diagn. Pl. Orient. II,5: 43(1856), Şekil 4.7.	18
4.2. Mikromorfolojik Bulgular	22
4.2.1. Polen morfolojisi.....	22
4.2.1.1. <i>A. grandiflorum</i>	22
4.2.1.2. <i>A. coridifolium</i>	25
4.2.1.3. <i>A. pulchellum</i>	27
4.2.2. Tohum mikromorfolojisi.....	29
4.2.2.1. <i>A. grandiflorum</i>	30
4.2.2.2. <i>A. coridifolium</i>	32
4.2.2.3. <i>A. pulchellum</i>	33
4.3. Karyolojik Bulgular	34
4.3.1. <i>A. grandiflorum</i>	35
4.3.2. <i>A. coridifolium</i>	36
4.3.3. <i>A. pulchellum</i>	36
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	43
5.1 Sonuçlar	43
5.2 Öneriler	43
KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	49

SİMGELER VE KISALTMALAR

%: Yüzde
°C: Santigrat derece
m: Metre
cm: Santimetre
mm: Milimetre
µm: Mikrometre
n: Haploit Kromozom Sayısı
2n: Diploit Kromozom Sayısı
subsp.: Subspecies
&: Ve
m: Metasentrik
sm: Submetasentrik
st: Subtelosentrik
t: Telosentrik
min: Minimum
max: Maksimum
ort: Ortalama
km: Kilometre
ABD: Amerika Birleşik Devletleri
SEM: Taramalı Elektron Mikroskopisi
HCL: Hidroklorik asit
KE: Kuddisi ERTUĞRUL
TU: Tuna UYSAL

1. GİRİŞ

Monofiletik olan Brassicaceae (Cruciferae) familyası son düzenlemelere göre ihtiva ettiği 49 oymak, 345 cins ve 4020 tür ile (Al-Shehbaz'ın yorumu) Angiospermilerin en geniş familyalarından biridir. Familya ihtiva ettiği sebze olarak tüketilen birçok kültür bitkisi, süs bitkisi ve ayrıca bitki biliminde yoğun kullanılan birçok model organizmayla araştırmacıların özel bir ilgisine sahiptir. Brassicaceae familyası, Antarktika hariç tüm kıtalarda yayılış gösterir. Familya, Kuzey Yarım kürenin ılıman bölgelerinde geniş yayılış alanına sahip olmasına rağmen, birçok cins Güney Yarımküre'de de bulunabilir hatta bu cinslerin bazıları bu bölge için endemiktir. Tropikal kuşakta Brassicaceae familyasının dağılımı dağlar ve alpinik bölgelerle sınırlıdır. Brassicaceae familyasının tüm Dünyayı kapsayan dağılımı, çeşitli taksonomik seviyelerde gerçekleştirilecek birçok evrimsel, biyocoğrafik veya filocoğrafik çalışmalar yapmak için mükemmel bir temel oluşturur ([Koch ve ark., 2006](#)). Ancak tür çeşitliliği Dünya üzerinde eşit olarak dağılmamıştır ve en önemli çeşitlendirme merkezleri İran-Turan (yaklaşık 150 cins ve 530'u endemik 900 tür) ve Akdeniz bölgesinde (yaklaşık 113 cins ve 290 endemik 630 tür) bulunmaktadır. Saharo-Sindian (yaklaşık 65cins ve 62'si endemik 180 tür) ve Kuzey Amerika (yaklaşık 99 cins ve 600'ü endemik 778 tür) bölgelerinde familyanın tür çeşitliliğinde azalma görülür ([Hedge, 1976](#); [Al-Shehbaz, 1984](#); [Rollins, 1993](#); [Appel ve Al-Shehbaz, 2002](#)).

Yirmi yıl öncesinde Brassicaceae familyası için tahmin edilen 25 oymak, 338 cins ve 3709 türden oluşan sayılar, güncel sayılarla karşılaştırıldığında Brassicaceae familyasının filogeni ve sistematikiyle ilgili bilgilerin hızla ilerlediğini ortaya koymaktadır. Bu gelişmeler sadece moleküler filogenetik çalışmalarla değil, familya içerisindeki çok sayıda türler üzerine yapılan mukayeseli evolusyon ve genomik çalışmalarla başarılmıştır ([Al-Shehbaz, 2012](#); [Marhold, 2012](#)). Türkiye, Brassicaceae familyasına ait 97 cins ve 571 türle Dünya'da ikinci sırada yer alırken, ABD 10 kat büyük toprağa sahip olmasına karşın daha az sayıda cins ve tür barındırmaktadır ([Al-Shehbaz ve ark., 2007](#)).

Aethionemeae oymağına ait olan *Aethionema* 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 ve ark., 2018](#)). İran,

Yunanistan, Kafkas Cumhuriyetleri gibi komşu ülkelerde çeşitlilik daha azdır fakat bireysel olarak türler doğuda Kazakistan'a, batıda ise İspanya ve Fas'a kadar dağılım göstermiştir ([Hedge, 1965](#); [Moazzeni ve Ghiabaklou, 2016](#)).

Aethionema cinsi Türkiye Florası birinci cildinde 30 türle temsil edilmiştir ([Hedge, 1965](#)). Daha sonra yayınlanan 10. ciltte dokuz takson [Davis ve ark. \(1988\)](#) ve 11. ciltte ise beş takson [Adıgüzel \(2000\)](#) ilavesiyle, Türkiye'de yayılış gösteren *Aethionema* taksonlarının sayısı 44'e ulaşmıştır. Türkiye Bitkileri Listesinde *Aethionema* cinsine ait 43 takson listelenmiştir ([Ertuğrul, 2012](#)). Bu liste sonrasında yayınlanan iki yeni türle [Karabacak ve ark. \(2013\)](#); [Kandemir ve ark. \(2017\)](#) sayı 45'e yükselmiştir. *Aethionema* cinsi üzerine sadece morfolojik gözlemlere dayalı olarak yapılan taksonomik düzenlemelerde, cins içinde 12 yeni tür ve bir yeni alt tür tanımlanmıştır. Birçoğu teyit gerektiren bu yeni türlerin ilavesiyle Türkiye Florasında kayıtlı *Aethionema* takson sayısı 55'e çıkmıştır ([Yıldırım ve Kılıç, 2016](#); [Yıldırım ve Kılıç, 2018](#)). Yapılan son çalışmalar sonucunda [Ertuğrul ve ark. \(2021\)](#), *A. aytachii* taksonunu Anadolu'dan yeni bir tür olarak tanımlamış ve böylece cinse ait takson sayısı 56'ya yükselmiştir.

Bu cinse ait türlerin ayırımında çiçekli ve meyveli örnekler ihtiyacı vardır. Nitekim meyve özellikleri bilinmeyen örneklerin teşhisinde yanlışlar ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz herbaryumlarındaki bu cinse ait örnekler incelendiğinde özellikle eksik meyveli birçok örneğin tayin edilemediği veya yanlış teşhis edildiği kolaylıkla gözlemlenebilir.

Ülkemizde yaklaşık 56 türle temsil edilen *Aethionema* cinsi içerisinde *A. coridifolium* DC. kümesi ve bu kümeye yakın türlerin teşhisinde kullanılan karakterlerin, türlerin coğrafi yayılışına göre değişkenlik göstermesi, türlerin kesin sınırlarının belirlenememesine ve dolayısıyla teşhiste birçok probleme yol açmaktadır.

Çalışmanın amacı, taksonomik olarak *Aethionema* cinsi içerisinde *A. coridifolium* tür kümesi içerisinde değerlendirilen, özellikle meyveli olmayan örneklerde tür teşhisinde güçlük çekilen *A. coridifolium* ve *A. grandiflorum* Boiss. & Hohen. türleri ile önceki değerlendirmelerde *A. grandiflorum* türünün sinonimi olarak kabul edilen *A. pulchellum* taksonları arasındaki akrabalık ilişkilerini mikromorfolojik, palinolojik ve karyolojik yöntemlerle ortaya koyarak türlerin sistematik problemlerine çözüm getirmektir. Ayrıca, bu çalışmayla çalışılacak türlerin Türkiye Florası'nda verilen tanımlarındaki eksiklikler giderilmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Brassicaceae familyasında 338 cinsten 232 (%68,6)'sinin ve 3709 türden 1558 (%42)'sinin kromozom sayısı bilinmektedir. Familyada temel kromozom sayısı genellikle 4 ile 13 arasında değişmekle birlikte bu sayı nadiren 17'ye kadar çıkmaktadır, fakat yaygın olan temel kromozom sayısı (türlerin %37'sinde) $x = 8$ ' dir. Haploid kromozom sayısı cinsler içerisinde sıklıkla değişkenlik göstermektedir, örneğin *Brassica* cinsinden = 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 19 kromozom sayıları görülmektedir. Brassicaceae familyasında şimdiye kadar yayınlanan en küçük kromozom sayısı $n = 4$ ' olmasına rağmen en yüksek kromozom sayısı $n = 128$ olarak rapor edilmiştir. *Aethionema* cinsi üzerinde yapılan karyolojik çalışmalar cinse ait kromozom sayılarının $2n = 14, 16, 22, 24, 28, 36, 48, 60$ ve temel kromozom sayısının $x = 7$ ve 8 olduğunu göstermiştir ([Warwick ve Al-Shehbaz, 2006](#)).

[Jaretzky \(1932\)](#), *A. grandiflorum* türünün $n = 24$, *A. carneum* (Banks & Sol.) B. Fedtsch. türünün $n = 12$, *A. saxatile* (L.) R.Br. subsp. *saxatile* ve *A. saxatile* (DC.) subsp. *ovalifolium* Nyman taksonlarının $n = 24$ kromozoma sahip olduğunu bildirmiştir. [Manton \(1932\)](#), *A. arabicum* (L.) Andr. ex DC. ve *A. carneum* türlerinin $2n = 22-24$, *A. armenum* Boiss., *A. grandiflorum*, *A. saxatile* (L.) R.Br. ve *A. diastrophis* Bunge türlerinin $2n = 48$, *A. cordatum* (Desf.) Boiss. türünün $2n = 60$, *A. coridifolium* ve *A. schistosum* Boiss. & Kotschy türleriyle *A. saxatile* (Boiss. & Spruner) Hayek subsp. *graecum* alttürünün $2n = 24$, *A. iberideum* (Boiss.) Boiss. türünün $2n = 28$, *A. thomasianum* J.Gay türünün $2n = 36$ kromozoma sahip olduğunu bildirmiştir.

Cinsin kromozom sayısı yönünden en fazla çalışılan grubu olan *A. saxatile* kompleksi içerisinde yer alan taksonlardan *A. thomasianum* için $n = 12$ [Favarger \(1965\)](#), $2n = 24$ [Favarger ve Huynh \(1964\)](#) ve $2n = 36$ [Manton \(1932\)](#) kromozom sayıları verilmiştir. *A. saxatile* türünün geneli için $2n = 24$ [Ančev \(1976\)](#), [Murín \(1983\)](#); [Van Loon ve Kieft \(1980\)](#); [Strid \(1985\)](#); [Galland \(1988\)](#); [Kupfer \(1974\)](#), $2n = 48$ [Baltisberger \(1995\)](#); [Kupfer \(1974\)](#); [Humphries \(1978\)](#); [Luque ve Lifante \(1991\)](#), $n=12$ [De Montmollin ve Leplat \(1984\)](#), $n = 16$ [Humphries \(1978\)](#), $n = 24$ [Larsen \(1955\)](#) kromozom sayıları rapor edilmiştir. *A. saxatile* alt türlerinden subsp. *saxatile* için $2n = 24$ [Favarger \(1969\)](#) ve $2n = 48$ [Puech \(1963\)](#); [Puech \(1968\)](#); [Lovka ve ark. \(1971\)](#), [Larsen \(1955\)](#); subsp. *creticum* (Boiss. & Heldr.) I.A.Andersson & al. $2n = 24$ [Andersson ve ark. \(1983\)](#), [Phitos ve Kamari \(1973\)](#), [Franzén \(1986\)](#); subsp. *ovalifolium* $n = 24$ [Jaretzky \(1932\)](#); subsp. *graecum* $2n = 24$ [Manton \(1932\)](#), [Phitos ve Kamari](#)

(1973); subsp. *oreophilum* I.A.Andersson & al. $2n = 24$ [Franzen ve Gustavsson \(1983\)](#), [Phitos ve Kamari \(1973\)](#) ve $2n = 36$ [Strid ve Franzén \(1981\)](#) sayıları verilmiştir. [Phitos ve ark. \(1973\)](#), Yunanistan'daki Skiros Adalarına özgü endemik bir tür olan *A. retsina*'yı Phitos & Snogerup tanımlayarak $2n = 24$ kromozoma sahip olduğunu bildirmişlerdir. [Kupfer \(1980\)](#), *A. arabicum* türünün $n = 22(21)$, *A. carneum* türünün $n = 11$, *A. umbellatum* (Boiss.) Bornm. türünün $n = 12$ kromozoma sahip olduğunu tespit etmiştir. [Maassoumi \(1980\)](#), *A. arabicum*'da $n = 18$, *A. grandiflorum*'da $n = 12$ kromozom sayısını bildirmiştir. [Al-Shehbaz ve Al-Omar \(1982\)](#), *A. arabicum* türünde $n = 11$, *A. carneum* türünde $n = 8$, *A. grandiflorum* türünde $n = 14$ ve *A. syriacum* (Boiss.) Bornm. türünde $n = 7$ kromozom sayısını tespit etmişlerdir. [Polatschek \(1983\)](#), [Franzén, 1986](#), *A. orbiculatum* (Boiss.) Hayek türünün $2n = 24$ kromozoma sahip olduğunu tespit etmişlerdir. [Ghaffari \(1986\)](#); [Ghaffari \(1987\)](#), *A. arabicum* türünün $n = 22$ kromozoma sahip olduğunu tespit etmiştir. *Vania trinervia* (DC.) [Khosravi ve Maassoumi \(1998\)](#) (Sin=*A. trinervium* (DC.) Boiss.)'da $2n = 14$, $2n = 42$ [Kupfer \(1980\)](#) ve $n = 21$ [Ghaffari \(1988\)](#) sayıları listelenmiştir. [Hoda A. ve ark. \(2005\)](#) ve [Lysak ve ark. \(2009\)](#), *A. schistosum* türünün $2n = 48$ kromozoma sahip olduğunu bildirmişlerdir.

[Pavlova \(2007\)](#), Doğu Rhodope dağlarından yeni ve Bulgaristan Florasına özgü endemik bir tür olan *A. rhodopaeum* D.K. Pavlova türünü tanımlamış ve türün $2n = 24$ kromozoma sahip olduğunu bildirmiştir.

Türkiye'de yayılış gösteren *Aethionema* taksonlarından *A. arabicum* için $2n=22$, *A. cordatum* için $2n=48$, *A. oppositifolium* (Pers.) Hedge için $2n=14$, *A. schistosum* için $2n=24$ ve *A. dumanii* Vural & Adiguzel için $2n=36$ kromozom sayılarını rapor edilmiştir ([Alagöz, 2010](#)).

[Karaismailoğlu \(2018\)](#), Türkiye için endemik olan *A. speciosum* Boiss. & A.Huet taksonuna ait iki alt türün kromozom sayıları ve karyotip analizi üzerine yaptığı çalışmada *A. speciosum* subsp. *speciosum* alt türünde kromozom sayısını $2n=24$, karyotip formülünü $4m+3sm+4st+1t$, subsp. *compactum* alt türünde kromozom sayısını $2n=36$, karyotip formülünü $9m+5sm+1st+3t$ şeklinde tespit etmiştir.

Mevcut kaynaklara göre ülkemizde yayılış gösteren *Aethionema* taksonlarının çok azında (18 takson) kromozom sayımı yapılmıştır. Son yayınlarla birlikte cinsin ülkemizde 56 taksonla temsil edildiği varsayıldığında ancak üçte birinde kromozom sayımının yapıldığı görülmektedir. Yapılan sayımlarının birçoğu oldukça eski tarihlidir, ayrıca aynı takson için verilen kromozom sayılarında uyumsuzluklar göze çarpmaktadır. *Aethionema* cinsiyle ilgili karyotip analiz çalışması yok denecek kadar azdır.

Brassicaceae familyası apertür tipi incelendiği zaman stenopalinöz olarak değerlendirilmiştir ([Erdtman, 1952](#)). Bu durum familyanın polen karakterlerinin aynı grup içerisinde pek değişmediğini göstermektedir. Teknolojinin ilerlemesi, polen morfolojisine dair yapılan araştırmaların daha da detaylandırılmasına olanak sağlamış ve familya için sistematik olarak polen karakterlerinin oldukça değerli veriler sağladığı bazı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur ([İnceoğlu ve Karamustafa, 1977](#); [Murín, 1983](#); [Doğan ve İnceoğlu, 1990](#); [Brochmann, 1992](#); [Abdel Khalik ve ark., 2002](#); [Orcan ve Binzet, 2002](#); [Pınar ve ark., 2007](#); [Pınar ve ark., 2009](#); [Arora ve Modi, 2011](#); [Mutlu ve Erik, 2012](#); [Atçeken ve ark., 2016](#)).

Brassicaceae familyasında yer alan *Arabis* L. cinsi için yapılan bir palinolojik araştırma cinsin polen morfolojisinde kullanılan karakterlerin morfolojik veriler ile desteklenerek cinsin türlerinin ayırımında kullanılabileceğini ortaya koymuştur ([Mutlu ve Erik, 2012](#)).

Brassicaceae familyasında yer alan diğer bir cins *Hesperis* L. için ise polen özelliklerinden özellikle skülpürün farklılık gösterdiği ayrıca muri şekillerinin de taksonların ayırımında kullanılabileceği kanaati üzerinde durulmuştur *Hesperis* cinsinde skülpürde retikulat tip ornamentasyon göze çarpmaktadır ([Pınar ve ark., 2009](#)).

Malcolmia WT Aiton, *Strigosella* Boiss. ve *Zuvanda* Dvorák. cinslerinin polen özellikleri incelendiği zaman bunların monad, trikolpat, prolat ve retikulat ornamentasyona sahip oldukları bildirilmiştir ([Kaya ve ark., 2017](#)). Polar ve ekvatorial eksen, kolpus uzunluğu ve genişliği ile luminaya ait özelliklerin taksonların ayırımı noktasında kuvvetli kanıtlar ortaya koyduğu rapor edilmiştir.

Thlaspi L. cinsi için polen karakterlerinin taksonları ayırmada faydalı bilgiler sağladığı da tespit edilmiştir ([Karaismailoğlu ve Erol, 2018](#)). Özellikle ornamentasyonun belirleyici rol oynadığı ortaya konmuş olup, ek olarak ekzin, intin, lumina, amb çapı ile apokolpiyumun da *Thlaspi* cinsi taksonlarının birbirinden ayrılmasına katkı sağlamaktadır.

[Atçeken ve ark. \(2016\)](#), *Aethionema* cinsine ait dört taksonun (*A. arabicum*, *A. armenum*, *A. cordatum* ve *A. karamanicum* Ertugrul & Beyazoglu polen morfolojisini belirlemiş ve taksonların ayırımında skülpür yapısının büyük rol oynadığını vurgulamıştır. [Karaismailoglu \(2017\)](#) polen morfolojisine dayalı bir araştırmasında *Aethionema* cinsine ait 11 taksonu incelemiş ve bu taksonları birbirlerinden polen boyutları (polar ve ekvatorial eksen uzunlukları), kolpus boyutları, apokolpiyum çapı ve amb şeklinin ayırdığını belirtmiştir.

Aethionema cinsinin türlerini kapsayan diğer bir çalışma ise [Çeter ve ark. \(2018\)](#), cinsin polen morfolojisinde heteromorfinin varlığından bahsetmiş ve yine skülpür yapısının (vermikulat, retükulat) ve lumina şekillerinin (düzensiz şekilli, polygonal) türlerin ayırımına destek sağlar nitelikte olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışma, Türkiye’de yayılış gösteren *Aethionema* cinsine ait bazı taksonların önemli palinolojik bulgularını ihtiva etmektedir. Fakat [Çeter ve ark. \(2018\)](#) tarafından yapılan bu çalışmada kullanılan örnekler herbaryum örnekleri olup tek lokaliteden palinolojik analiz yapılmıştır. Ayrıca amb şekli, apokolpiyum boyutları, kolpus ornamentasyonu gibi cinsin türlerinin ayırımında kullanılan karakterler palinolojik analize katılmamıştır.

Brassicaceae familyasında, tohum morfolojisi oymak seviyesinde familyanın sınıflandırılmasında oldukça önemli bir yer tutmaktadır ([Zohary, 1948](#); [Appel ve Al-Shehbaz, 2002](#); [El Naggar, 2005](#)). Ayrıca, tohum karakterlerinin cins seviyesinde önemli bulgular sağladığı literatür araştırmaları ile tespit edilmiştir ([Pınar ve ark., 2007](#); [Pınar ve ark., 2009](#); [Kaya ve ark., 2011](#); [Bona, 2013](#)). Örneğin *Lepidium* cinsi için tohum yüzey ornamentasyonu ile tohum rengi tür seviyesinde taksonların ayırımında önem arz etmektedir. Yapılan çalışmada tüberkülat, ruminat, retikulat, retikulat-areolat, retikulat-tüberkülat, retikulat-fovat tip olmak üzere altı tohum yüzey tipi belirlenmiştir ([Bona, 2013](#)).

[Kaya ve ark. \(2011\)](#), *Malcolmia* WT Aiton, *Strigosella* Boiss. ve *Zuvanda* Dvorák. cinsleri üzerine yaptıkları çalışmada, tohum şekli, rengi ve büyüklüğü ile yüzey ornamentasyonları, epidermis hücrelerinin şekli, antiklinal ve periklinal hücre duvarlarının yapısı bahsi geçen cinslerde tür ayırımına destek sağladığı rapor edilmiştir. Tohum yüzeyinde üç farklı tip (retikulat, faveolat ve rugoz) ornamentasyonun varlığı bildirilmiş olup, epidermis hücrelerinin dörtgen, izodiyametrik ya da beşgen, altıgen uzamış şekilli olabileceği üzerinde durulmuştur.

Literatür araştırmalarımız, tohum yüzey morfolojisinin kayda değer nitelikte bulgular sağladığını *Hesperis* cinsi için de tespit etmiştir ([Pınar ve ark., 2009](#)). Tohum yüzey ornamentasyonları *Hesperis* cinsine ait *Hesperis*, *Mediterraneanae*, *Pachycarpus*, *Delicate*, *Diaplectos* ve *Contorta* seksiyonlarının ayırımını desteklemiştir. Cins için, osellat, retikulat ve tüberkülat olmak üzere üç tip ornamentasyon dikkati çekmektedir. Hatta, bunlardan osellat tip ornamentasyona sahip olan türlerin daha ilkel olduğundan da söz edilmiştir ([Pınar ve ark., 2009](#)).

[Karaismailoğlu \(2019\)](#) *Aethionema* cinsinin Türkiye’de yayılış gösteren 12 taksonunda (*Aethionema syriacum*, *A. froedinii* Rech.f., *A. arabicum*, *A. eunomioides* (Boiss.) Bornm., *A. fimbriatum* Boiss., *A. speciosum* subsp. *speciosum*, *A. speciosum* subsp. *compactum*, *A. saxatile*, *A. oppositifolium* (Pers.) Hedge, *A. iberideum*, *A. armenum*, *A. grandiflorum*) tohum yapıları Taramalı Elektron Mikroskopisi (SEM) kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca, testa ve endospermin yapısı ve kalınlıkları anatomik olarak araştırılmış, testa ve endosperm kalınlığı, incelenen taksonlar arasındaki türler arası ilişkileri göstermek için büyük önem taşıdığı bildirilmiştir.

Brassicaceae familyasının önemli cinslerinden birisi olan *Aethionema*’da [Pınar ve ark. \(2007\)](#)’nın yapmış olduğu bir araştırma tohum şekli, rengi ve ornamentasyonunun türlerin ayrımında taksonomik olarak önemli olduğunu ortaya koymuştur. *Aethionema* cinsi için retikulat, retikulat-klavat, retikulat-verrukat ve verrukat olmak üzere toplam dört tip tohum ornamentasyonu tespit edilmiştir. Tohum renginin açık kahverengi, koyu kahverengi ya da koyu yeşil olabileceği bildirilmiştir. Bu çalışma neticesinde 17 taksonun tohum mikromorfolojisi belirlenmiştir.

[Wilhelmsson ve ark. \(2019\)](#) tarafından yapılan çalışmada meyvelerin oldukça morfolojik çeşitlilik sergilediği ve muhtemelen yüksek bitkilerde evrimleşen en özelleşmiş organlardan biri olduğu açıklanmıştır. Meyvelerin morfolojik, biyomekanik ve dokusal özelliklerde, genellikle kendi stratejilerine uyarlanabilir olarak değiştiği belirtilmiştir. Çoğu bitki türünün monomorfik (tek tip) meyve ve tohumlara sahip olduğu, *A. arabicum* ve birçok *Aethionema* türünde (Brassicaceae) iki farklı meyve (açılan ve açılmayan) ve tohum türlerinin üretimi, dimorfizmin yapısal ve fonksiyonel yönlerini incelemek için eşsiz bir model sistemi sağladığı bildirilmiştir. *A. arabicum*’un morfo-anatomik ve adaptif özellikler sergilediğini ortaya koyarak meyve açma mekanizmalarının altında yatan biyomekaniği değerlendirmişlerdir.

Bu çalışma ile taksonomik olarak *Aethionema* cinsi içerisinde *A. coridifolium* tür kümesi içerisinde değerlendirilen, özellikle meyveli olmayan örneklerde tür teşhisinde güçlük çekilen *A. coridifolium*, *A. grandiflorum* ve *A. pulchellum* türleri arasındaki akrabalık ilişkilerini mikromorfolojik, palinolojik ve karyolojik yöntemlerle ortaya koyarak türlerin sistematik problemlerine çözüm getirilmiştir. Birçok ülke florasında *A. grandiflorum*’un sinonimi olarak kabul edilen *A. pulchellum* türü, mevcut çalışmadan elde edilen bulgularla ayrı bir tür olarak yeniden canlandırılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma materyalini *A. coridifolium*, *A. grandiflorum* ve *A. pulchellum* türlerine ait toplam 33 popülasyondan arazi çalışması sırasında toplanan örneklerle, bu türlere ait önceden toplanmış herbaryum örnekleri oluşturmuştur. Bitkilerden 13 popülasyonun tohumları ve 9 popülasyonun meyveleri morfolojik çalışmalar için, 8 popülasyon karyomorfolojik çalışmalar için ve 13 popülasyon palinolojik çalışmalar için materyal olarak kullanılmıştır. Materyallere ait bilgiler Çizelge 3.1. 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan *Aethionema* taksonlarına ait arazi bilgileri

TÜR KODU	TÜR ADI	LOKALİTE	KULLANIM ALANI
KE 5219	<i>A. coridifolium</i>	Niğde: Ulukışla Bolkar Dağı, orman açıklıkları, 22.10.2016	Kromozom Tohum
KE 5840	<i>A. coridifolium</i>	Mersin: Ayvagediği Çandır Kalesi, gölet çevresi, orman açıklıkları, taşlı bayırlar, 1110m, 27.06.2019	Kromozom Tohum Meyve
KE 6564	<i>A. coridifolium</i>	Adana: Tufanbeyli- Tomarza yolu-Ayvat köyü yukarısı,taşlı yamaçlar, 1946 m, 16.06.2021	Polen
KE 5685	<i>A. coridifolium</i>	Mersin: Ayvagediği-Çandır Kalesi Yolu, gölet çevresi, Orman açıklıkları, taşlı bayırlar, 1110 m, 16.05.2019	Polen
KE 6540	<i>A. coridifolium</i>	Kayseri: Sarız, Yeşilkent, Binboğa dağı, Körköyü çevresi, kayalık, 2270 m, 12.06.2021	Polen
TU 4138	<i>A. coridifolium</i>	Kahramanmaraş: Göksun, Değirmendere köyü, Koruyazı mevkii, Şarлак, J. oxycedrus açıklıkları, kayalık yamaçlar, 1650 m, 09.07.2020	Tohum
TU 4158	<i>A. coridifolium</i>	Kahramanmaraş: Süleymanlı, Kurudağ, Taşlıpınar mevkii, orman açıklıkları, 1600-1650 m, 11.07.2020	Meyve
KE 6614	<i>A. coridifolium</i>	Adana: Saimbeyli -Obrukbeli-vericiler arası orman açıklıkları, 1880 m, 30.06.2021	Meyve
KE 6212a	<i>A. grandiflorum</i>	Erzincan: Üzümlü yukarısı, Keşiş dağı, 2060 m, 19.08.2020	Kromozom Tohum
KE 6765	<i>A. grandiflorum</i>	Erzincan: Kemaliye, Sandık köyü, Çakırdere mevkii, kayalıklar, 1450-1500 m	Kromozom Tohum
KE 5917	<i>A. grandiflorum</i>	Karaman: Ermenek, Başyayla, Büyükkarapınar Yaylası kuzeyi, taşlı bayırlar, 1670 m, 15.07.2019	Kromozom Tohum Meyve

KE 6188	<i>A. grandiflorum</i>	Sivas: Divriği, İliç yolu, 8-10. km, kumlu bayırlar, 1425 m, 17.08.2020	Kromozom Polen
KE 6472	<i>A. grandiflorum</i>	Erzincan: Kemaliye, Sandık köyü, Çakır deresi girişleri, taşlı yamaçlar, 1476 m, 05.06.2021	Polen Meyve
KE 6402	<i>A. grandiflorum</i>	Gümüşhane: Köse'den Gümüşhane'ye, Baraj bent karşısı, taşlı yamaçlar, 1716 m, 31.05.2021	Polen
KE 6458	<i>A. grandiflorum</i>	Erzincan: Çayırılı yolu, Mecidiye köyü sapağı öncesi, dik yamaçlar, 2141 m, 03.06.2021	Polen
KE 6498	<i>A. grandiflorum</i>	Sivas: Divriği, Çakırtarla arası, taşlı yamaçlar, 1440 m, 06.06.2021	Polen
KE 5819	<i>A. grandiflorum</i>	Erzincan: Üzümlü yukarısı Keşiş Dağı, 1900-2100 m, dik yamaçlar, 24.06.2019	Polen
KE 5273	<i>A. grandiflorum</i>	Karaman: İnönü mahallesinden Başyayala'ya doğru, eğimli taşlık step, 1670 m, 21.05.2017	Polen
KE 6438	<i>A. grandiflorum</i>	Bayburt: Bayburt-İspir arası Yoncalı köyü yolu, taşlı yamaçlar, 1614 m, 02.06.2021	Polen
KE 6675	<i>A. grandiflorum</i>	Gümüşhane: Gümüşhane-Köse arası, Baraj doğusu, çalılıklar, 10.07.2021	Tohum
KE 6661	<i>A. grandiflorum</i>	Erzincan: Spikor yolu, Mecidiye köyü yol sapağı, 1 km öncesi, Astragalus birliği, 2141 m, 10.07.2021	Tohum
KE 6684	<i>A. grandiflorum</i>	Bayburt: İspir yolu, Yoncalı köyü yolu 5 km, taşlı yamaçlar, 1640 m, 11.07.2021	Tohum
KE 6633	<i>A. grandiflorum</i>	Sivas: Divriği-İliç yolu, Divriği-Çakırtarla arası, taşlı yamaçlar, 1440 m, 09.07.2021	Meyve
KE 6411	<i>A. pulchellum</i>	Gümüşhane: Bayburt Karayolu, Keçikalesi yolu kumlu yamaçlar, 1428 m, 01.06.2021	Polen
KE 6641	<i>A. pulchellum</i>	Sivas: Divriği İliç yolu Gedikpaşa geçidi çevresi, dik yamaçlar, 1644 m, 09.07.2021	Polen
KE 6461	<i>A. pulchellum</i>	Erzincan: Çayırılı yolu, Mecidiye köyü sapağı öncesi, dik yamaçlar, 2141 m, 03.06.2021	Polen
KE 6229	<i>A. pulchellum</i>	Bayburt: Bayburt Eski İspir yolu, Kavakyanı köyü yukarısı, taşlı kayalık yamaçlar, 20.08.2020	Tohum
KE 6247	<i>A. pulchellum</i>	Erzurum: Erzurum-Pasinler yolu arası, 14.km, tebeşir kalker yamaçlar, 1930 m, 21.08.2020	Tohum
KE 6656	<i>A. pulchellum</i>	Erzincan: Spikor geçidi yolu, Kumlu tepelikler, Astragalus açıklıkları, yol kenarları, 1763 m, 10.07.2021	Tohum Meyve
KE 5808	<i>A. pulchellum</i>	Erzincan: İliç'ten Kemah'a Kayabaşı köy yolu ayrımı 5.-6. km, step, 1840 m, 23.06.2019	Meyve
KE 6249	<i>A. pulchellum</i>	Erzurum: Erzurum-Pasinler yolu arası, 14.km, tebeşir kalker yamaçlar, 1930 m, 21.08.2020	Meyve
KE 6236	<i>A. pulchellum</i>	Bayburt: Kop geçidi- Bayburt arası, Aşağı Kop köyünden sonraki, marnlı tepeler, 1716 m, 20.08.2020	Kromozom
KE 6215	<i>A. pulchellum</i>	Gümüşhane: Kelkit-Şiran arası, Şirana 16 km kala yol kenarı kumlu yamaçlar, 1509 m, 19.08.2020	Kromozom

3.2. Yöntem

3.2.1. Morfolojik yöntem

Her bir türün Türkiye Florası'ndaki betimi eldeki örnekler kapsamında yeniden gözden geçirilmiştir. Türlerin meyve morfolojisi ışık mikroskobu kullanılarak, tohum ve polen morfolojisi araştırmaları ise ışık ve elektron mikroskobu kullanılarak yapılmıştır. Türlerin tohumları ve polenlerinin fotoğrafları ışık mikroskobunda çekildikten sonra doğrudan stablara aktararak altın püskürtücü yardımıyla kaplanmıştır. Daha sonra örnekler SEM kullanılarak tohum ve polen yüzey analizleri gerçekleştirilmiştir. ZEISS LS-10 taramalı elektron mikroskobunun altında farklı büyütmelerde görüntülenmiştir. Analizler Selçuk Üniversitesi İltek Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Buradan elde edilen mikromorfolojik karakterlere ait ölçümler de Çizelge 4.1. ve 4.2. 'de verilmiştir.

3.2.2. Palinolojik yöntemler

3.2.2.1. Işık mikroskobu çalışmaları

İncelenecek *Aethionema* taksonlarının polen morfolojileri ışık mikroskobu altında çalışılması için [Wodehouse \(1935\)](#) yöntemine göre preparatlar hazırlanmıştır. Hazırlanan preparatlarda kontamine polenlerin olmaması için hava akımının olmamasına dikkat edilmiştir.

Wodehouse yöntemine göre; polen morfolojisi çalışmalarında erkek çiçeklerin anterlerinden direkt olarak elde edilen polenler temiz bir lam üzerine konulmuştur. Polenlerin yanı sıra yağ, reçine ve zambak gibi maddelerin de bulunma ihtimaline karşılık, lam üzerine birkaç damla %96' lık alkol damlatılmıştır. Alkolün uçmasını kolaylaştırmak için preparat 30-40 °C'deki ısıtıcı tabla üzerinde birkaç saniye bekletilmiştir. Daha sonra benmari usulü eritilmiş olan safranin ilaveli gliserin jelatinden polenlerin üzerine 1-2 damla damlatılmıştır. Polenlerin lam üzerinde düzgün bir şekilde dağılması için temiz bir iğne ile boya ve polen dikkatlice karıştırılmıştır. Safraninli gliserin-jelatin donmaya başlamadan önce lamel, lam üzerine baloncuk oluşmayacak şekilde kapatılmıştır.

Polenlerin lamele doğru yaklaşması için lam ters çevrilerek uygun bir tabla üzerine konulup kurumaya bırakılmıştır. Hazırlanmış olan preparata türün adı, toplandığı yer ve zaman gibi bilgilerin yazıldığı etiket yapıştırılmıştır.

Polenlerin ışık mikroskobunda ölçülmesi; Wodehouse metodu ile hazırlanan preparatlarda Leica DM 1000 model mikroskopla x100 immersiyon objektifi kullanılarak polenlerin görüntülenmesi gerçekleştirilmiştir. Apertür tipleri, polen şekli, polar ve ekvatorial eksen uzunlukları, por ve kolpus genişlikleri, uzunlukları, ekzin-intin kalınlıkları gibi özellikleri 20 yada daha fazla polen tanesi üzerinden belirlenip ölçülmüştür. Ölçümler Kameram 21 programı kullanılarak yapılmıştır. Kameram 21 programı yardımı ile polenlerin fotoğraflanması da sağlanmıştır. Ölçülen örneklerin ortalaması Microsoft Office Excel programıyla hesaplanmıştır. Terminolojide; [Punt ve ark. \(2007\)](#); [Pınar ve ark. \(2009\)](#) yayınlarından yararlanılmıştır.

3.2.2.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) çalışmaları

Polen taneleri doğrudan incelenmek üzere aliminyum stablara aktarılmıştır. SEM görüntülemesi yapılmadan önce Cressington 108 marka altın püskürtme cihazı ile altın ile kaplanmıştır. Bu şekilde hazırlanan örnekler farklı büyütme ölçeklerinde Zeiss Evo LS10 marka ve model SEM ile görüntülenmiştir.

3.2.3. Karyolojik yöntem

Arazi çalışmaları esnasında toplanan tohumlar iklimlendirme kabinde çimlendirilmiştir. Kök uçlarında ezme tekniği kullanılarak kromozom sayımları somatik metafazda gerçekleştirilmiştir ([Golblatt, 1996](#)). Yaklaşık 1 cm uzunluğunda olan kök uçları ön işlem için 8-hidroksikinolin bulunan ependorflara alınmış ve sekiz saat 4°C’de muhafaza edilmiştir. Materyal düşük sıcaklıkta 24 saat Karnoy ile fikse edilmiştir. Boyamadan önce, materyal oda sıcaklığında bir saat 5 N HCl ile hidroliz edilmiştir. Boyama işlemi % 45’lik asetik asit eklenmiş %1’lik aseto-orsein ile yapılmıştır. Uygun metafaz elde edildikten sonra kromozomların resimleri Olympus BX53 mikroskobu-Olympus DP72 dijital kamera ile çekilmiştir.

Numuneleri daimi preparat haline getirmek amacıyla nitrojen ile muamele edildikten sonra alkol serilerinden geçirilerek entellan ile kaplanmıştır. Bu çalışmayla incelenen taksonların KAMERAM programıyla karyotip ölçümleri gerçekleştirilmiştir.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Morfolojik Bulgular

Aethionema cinsine ait *A. coridifolium*, *A. grandiflorum* ve *A. pulchellum* taksonlarına ait 13 popülasyona ait tohum ve 9 popülasyona ait meyve örnekleri morfolojik açıdan değerlendirilmiştir.

4.1.1. *Aethionema grandiflorum* Boiss. & Hohen., Boiss., Diagn. ser. 1 (8): 42 (1849). / **Koca kayagülü**, Türk. Bitkileri List., s. 247 (2012), Şekil 4.1.

Genellikle tabanda odunsu, 40 cm'ye kadar boylan, nadiren dallanmış dik veya yükselici çok sayıda tüysüz gövdeli, otsu ya da yarı çalimsı bitkiler. Yapraklar almaşlı, hemen hemen sapsız, şeritsi, tabanda daralan, ucu sivri çıkıntılı, 7-15 × 1-1.5 mm. Çiçek durumu silindirik, meyvede oldukça uzar. Çiçek sapı açılı, meyvede gövdeye yapışık, bazen geriye kıvrık, 4-5 mm. Çanak yapraklar geniş ters yumurtamsı, yeşil bantlı, zarımsı mor kenarlı, 2.5-3.5 × 1.5-2 mm. Taç yapraklar leylak, pembe, nadiren beyaz, sap ve aya farklılaşmış, 5-8 × 3.5-4.5 mm. Erkek organ iplikçikleri serbest, dişsiz, içtekiler tabanda genişlemiş, 2 mm, dıştakiler 1 mm. Meyve durumu gevşek, genellikle 4 cm'den uzun, silikula dairesel, olgunlukta açılan iki bölmeli, her bölmede tek tohumlu, 6-7 × 6-7 mm, hafif kayıksı, tabanı yürekli, ucu 'V' şekilli, göbek 4-5 × 1-2 mm, kanatlar 2.5-3 mm, kenarları düz, sinus derinliği 2-2.5 mm, sitilus 0.5 mm. Tohum 1(-2), yumurtamsı-üçgens, kahverengi, 1.16-2 × 0.67-1.27 mm.

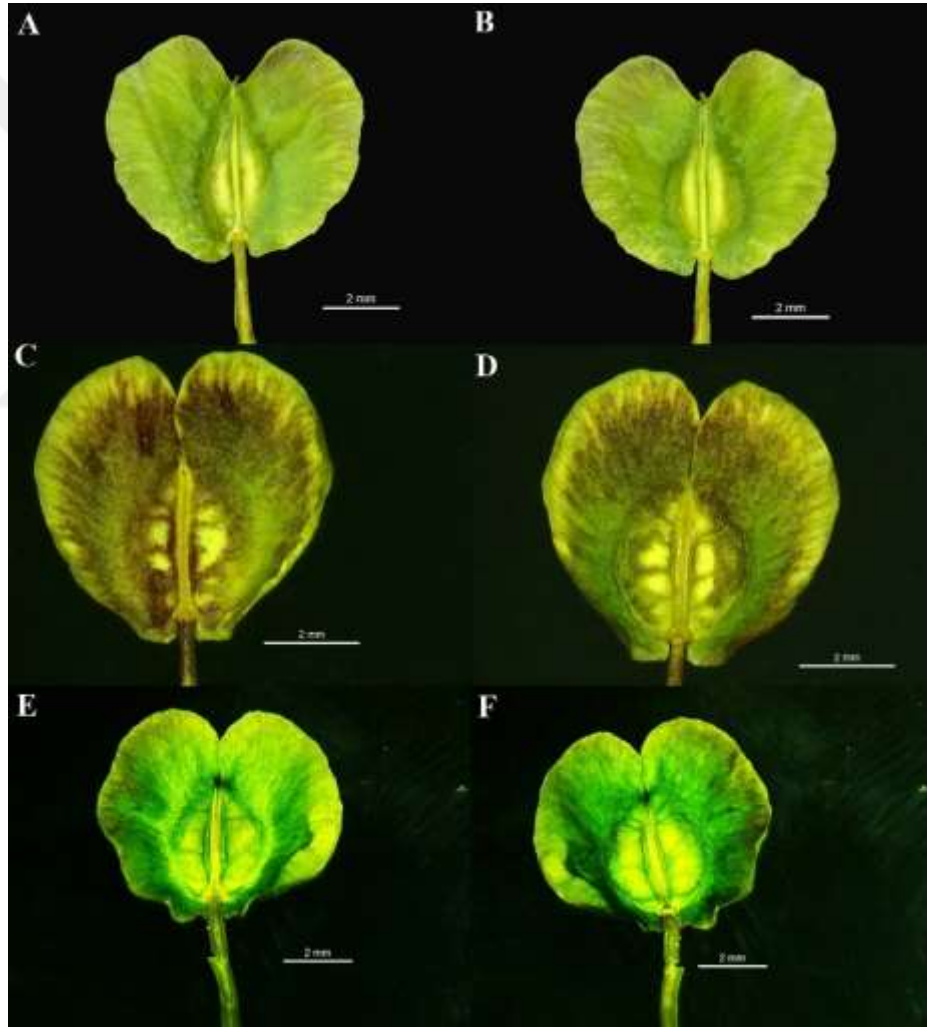
Çiçeklenme: Mayıs-Haziran

Habitat: Taşlı, derin topraklı yamaçlar, 1500-2600 m.

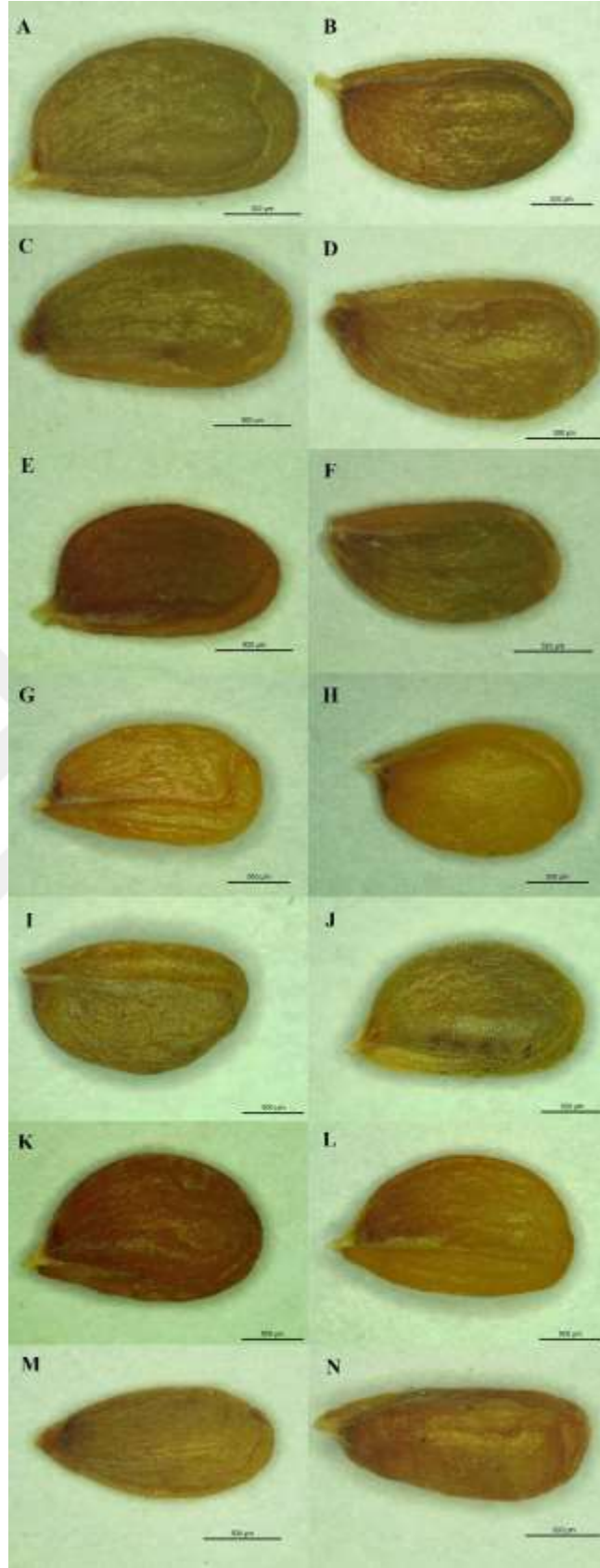
Türkiye'de yayılışı: Y. Fırat ve Erzurum-Kars Bölümleri; Konya Bölümü, O. Fırat Bölümü



Şekil 4.1. *A. grandiflorum* taksonunun doğal ortamındaki fotoğrafları A. Bitki genel görünümü B. Çiçek durumu C. Meyve durumu (Foto: K. Ertuğrul)



Şekil 4.2. *A. grandiflorum* meyvelerinin ışık mikroskobu görüntüleri. A-B. *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 5917), C-D. *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6633), E-F. *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6472)



Şekil 4.3. *A. grandiflorum* tohumlarının ışık mikroskobu görüntüleri. **A-B.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6765), **C-D.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6675), **E-F.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6661), **G-H.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6188), **I-J.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul, 6212a), **K-L.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 5917), **M-N.** (K. Ertuğrul 6684)

4.1.2. *Aethionema coridifolium* DC., Syst. 2: 561 (1821). / Çocukdüşenotu, Türk.

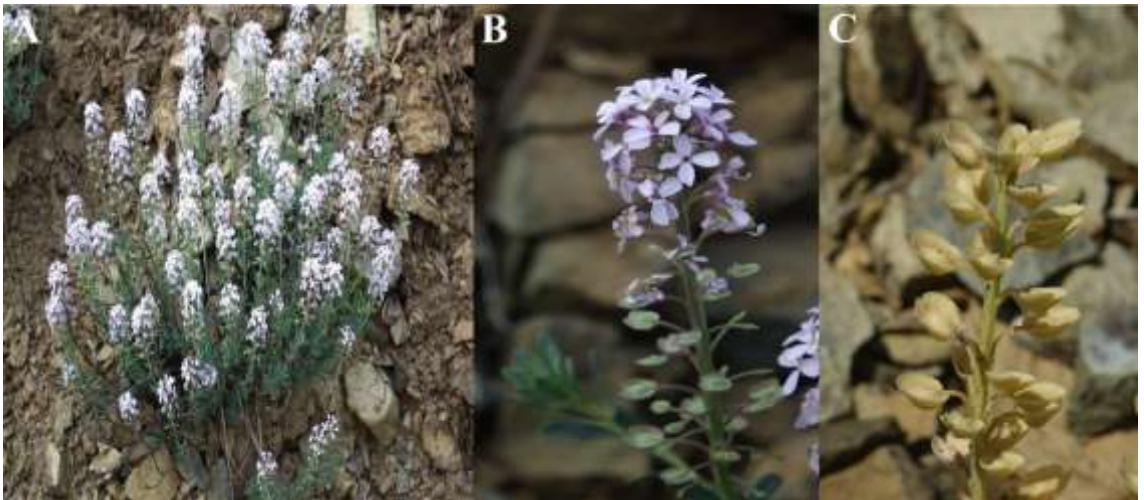
Bitkileri List., s. 247 (2012), Şekil 4.4.

Genellikle tabanda odunsu 15-20 cm'ye kadar boylan, genellikle dallanmayan, çok sayıda dik tüysüz gövdeli, otsu ya da yarı çalimsı bitkiler. Yapraklar almalı, sapsız, hemen hemen etli, dikdörtgensi-şeritsiden ters yumurtamsıya kadar, tabanda daralan, ucu küt veya sivri çıkıntılı, verimsiz gövdelerde daha yoğun, çiçekli gövdelerde daha seyrek, $15-20 \times 2-2.5$ mm. Çiçek durumu sıkı, meyvede seyrek oldukça uzar. Çiçek sapı açılı, meyvede gövdeye dik, hafifçe geriye kıvrılmış, 3-5.5 mm. Çanak yapraklar dar, ters yumurtamsı, orta damar yeşil bantlı, zarımsı beyaz kenarlı, $2-2.5 \times 1$ mm. Taç yapraklar pembe, sap ve aya belirgin değil, kaşık şekilli, $4-5.5 \times 2.5-3$ mm. Erkek organ iplikçikleri serbest, dişsiz, tabanda genişlemiş, içtekiler 2 mm, dıştakiler 1 mm. Meyve durumu gevşek, genellikle 10 cm'ye kadar uzar. Silikula yumurtamsı, olgunlukta açılan iki bölmeli, her bölmede tek tohumlu, $6-8 \times 5-6.5$ mm, kuvvetli kayıksı, tabanı yüreksi, ucu 'U' şekilli, göbek $5 \times 2-2.5$ mm, kanatlar 1-2 mm mm, kenarları düz veya dalgalı, sinus derinliği 1-2 mm, sitilus 0.5-1 mm. Tohum 1(-2), yumurtamsı-üçgens, açık kahverengiden koyu kahverengiye kadar, $1.61-1.95 \times 1.08-1.69$ mm.

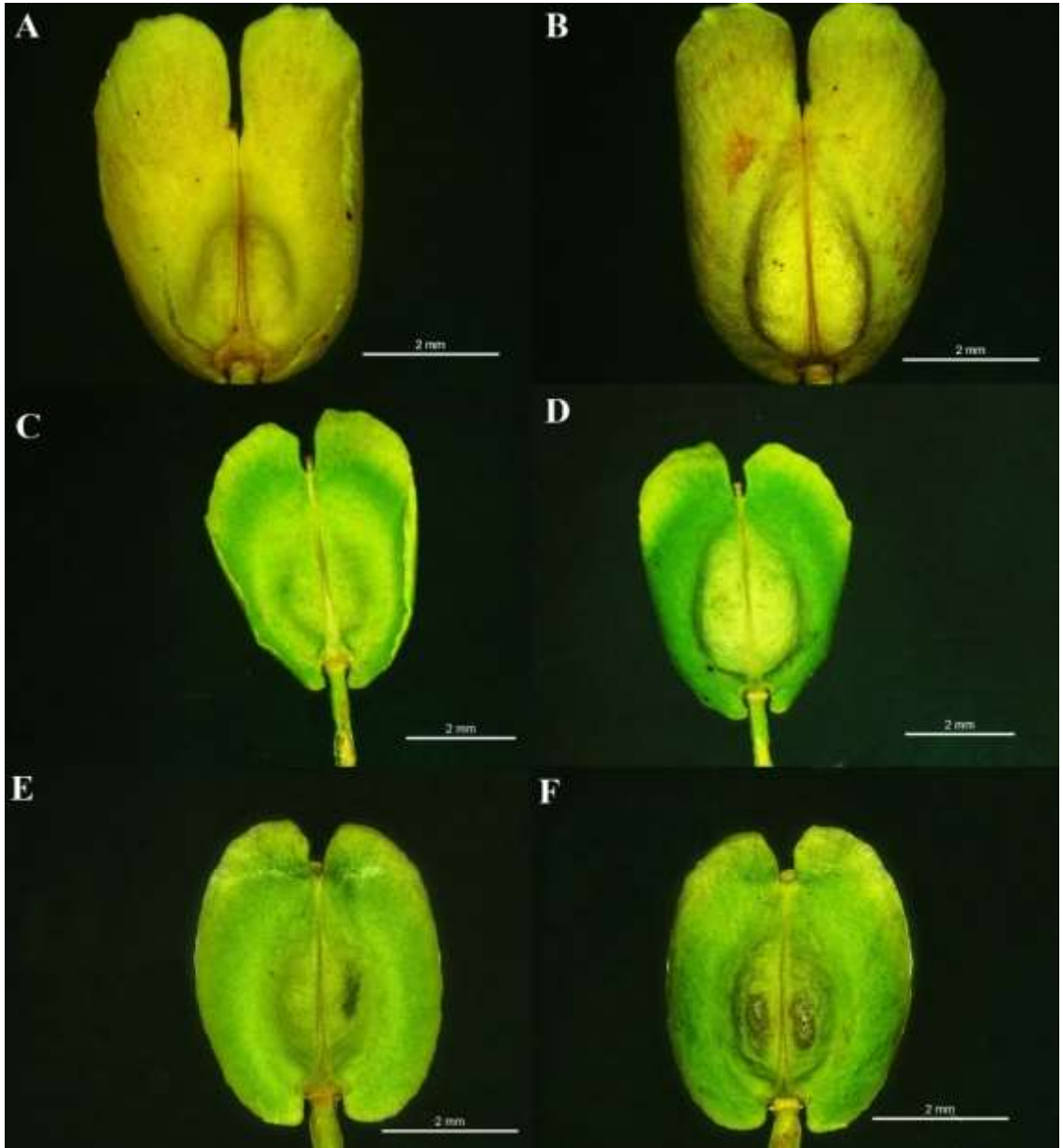
Çiçeklenme: Mayıs-Haziran

Habitat: Taşlı yamaçlar, orman açıklıkları 1500-2000 m.

Türkiye'de yayılışı: Y. Fırat Bölümü, Adana Bölümü



Şekil 4.4. *A. coridifolium* taksonunun doğal ortamındaki fotoğrafları **A.** Bitki genel görünümü **B.** Çiçek durumu, **C.** Meyve durumu (Foto: K. Ertuğrul)



Şekil 4.5. *A. coridifolium* meyvelerinin ışık mikroskobu görüntüleri. A-B. *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 5840), C-D. *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 6614), E-F. *A. coridifolium* (T. Uysal 4158)



Şekil 4.6. *A. coridifolium* tohumlarının ışık mikroskobu görüntüleri. **A-B.** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 5219), **C-D.** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 5840), **E-F.** *A. coridifolium* (T. Uysal 4138)

4.1.3. *Aethionema pulchellum* Boiss. & A. Huet, Diagn. Pl. Orient. II,5: 43(1856),
Şekil 4.7.

Genellikle tabanda odunsu 10-28 cm'ye kadar boylan, üstte yalancı şemsiye şeklinde dallanan, çok sayıda dik tüysüz gövdeli, otsu ya da yarı çalimsı çok yıllık bitkiler. Yapraklar almaşlı, sapsız, kısmen etli, dikdörtgensî-şeritsî, tabanda daralan, ucu küt veya kısmen sivri çıkıntılı, kenarları kıvrık, 5-15 × 2-2.5 mm. Çiçek durumu salkım, meyvede uzar. Çiçek sapı açılı, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2.5- 4 mm.

Çanak yapraklar geniş, ters yumurtamsı, orta damar koyu mor bantlı, zarımsı kenarlı, $2-2.5 \times 1$ mm. Taç yapraklar mor, sap ve aya belirgin, kaşık şekilli, $5-5.5 \times 2-2.5$ mm. Erkek organ iplikçikleri serbest, dişsiz, tabanda genişlemiş, içtekiler 2 mm, dıştakiler 1 mm. Meyve durumu sıkı, genellikle 2-6 cm. Silikula hemen hemen dairesel-ters yumurtamsı, olgunlukta açılan iki bölmeli, her bölmede tek tohumlu, $6-8 \times 5-6.5$ mm, zayıf kayıksı, tabanı yüreksi, ucu 'V' şekilli, göbek $3.5-4 \times 1$ mm, kanatlar yaklaşık 3 mm, kenarları düzensiz dişli veya yılankavi, sinus derinliği 2.5-3 mm, sitilus 0.5 mm. Tohum 1(-2), yumurtamsı-üçgens, açık kahverengi, $1.24-1.48 \times 0.61-0.94$ mm.

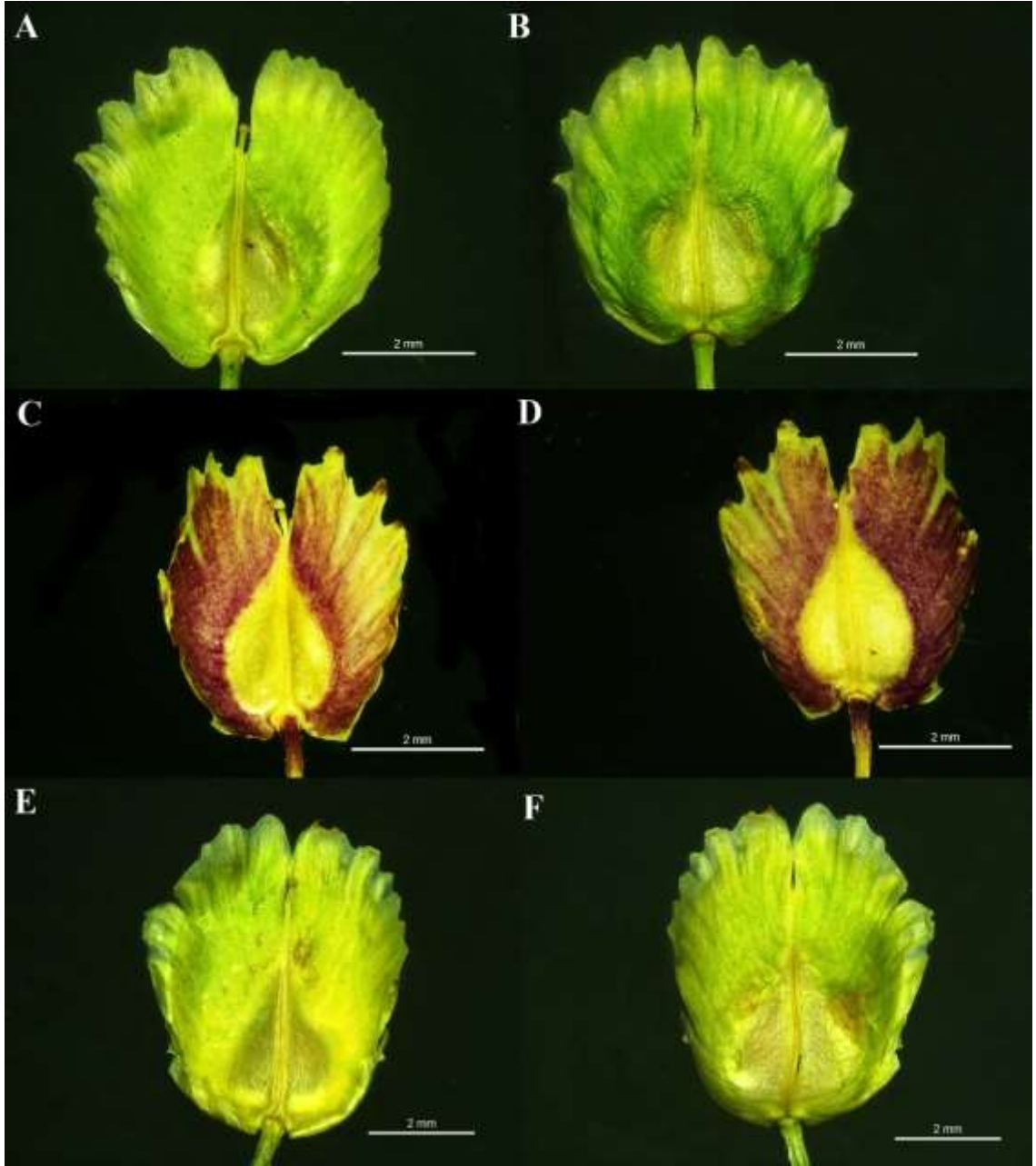
Çiçeklenme: Mayıs-Haziran

Habitat: Marnlı bozkırlar, Taşlı yamaçlar, 1500-2000 m.

Türkiye’de yayılışı: Erzurum-Kars Bölümü, Y. Murat-Van Bölümü



Şekil 4.7. *A. pulchellum* taksonunun doğal ortamındaki fotoğrafları **A.** Bitki genel görünümü **B.** Çiçek durumu, **C.** Meyve durumu (Foto: K. Ertuğrul)



Şekil 4.8. *A. pulchellum* meyvelerinin ışık mikroskobu görüntüleri. **A-B.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 5808), **C-D.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6614), **E-F.** *A. pulchellum* (T. Uysal 4158)



Şekil 4.9. *A. pulchellum* tohumlarının ışık mikroskobu görüntüleri. **A-B.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6229), **C-D.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6247), **E-F.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6656)

4.2. Mikromorfolojik Bulgular

4.2.1. Polen morfolojisi

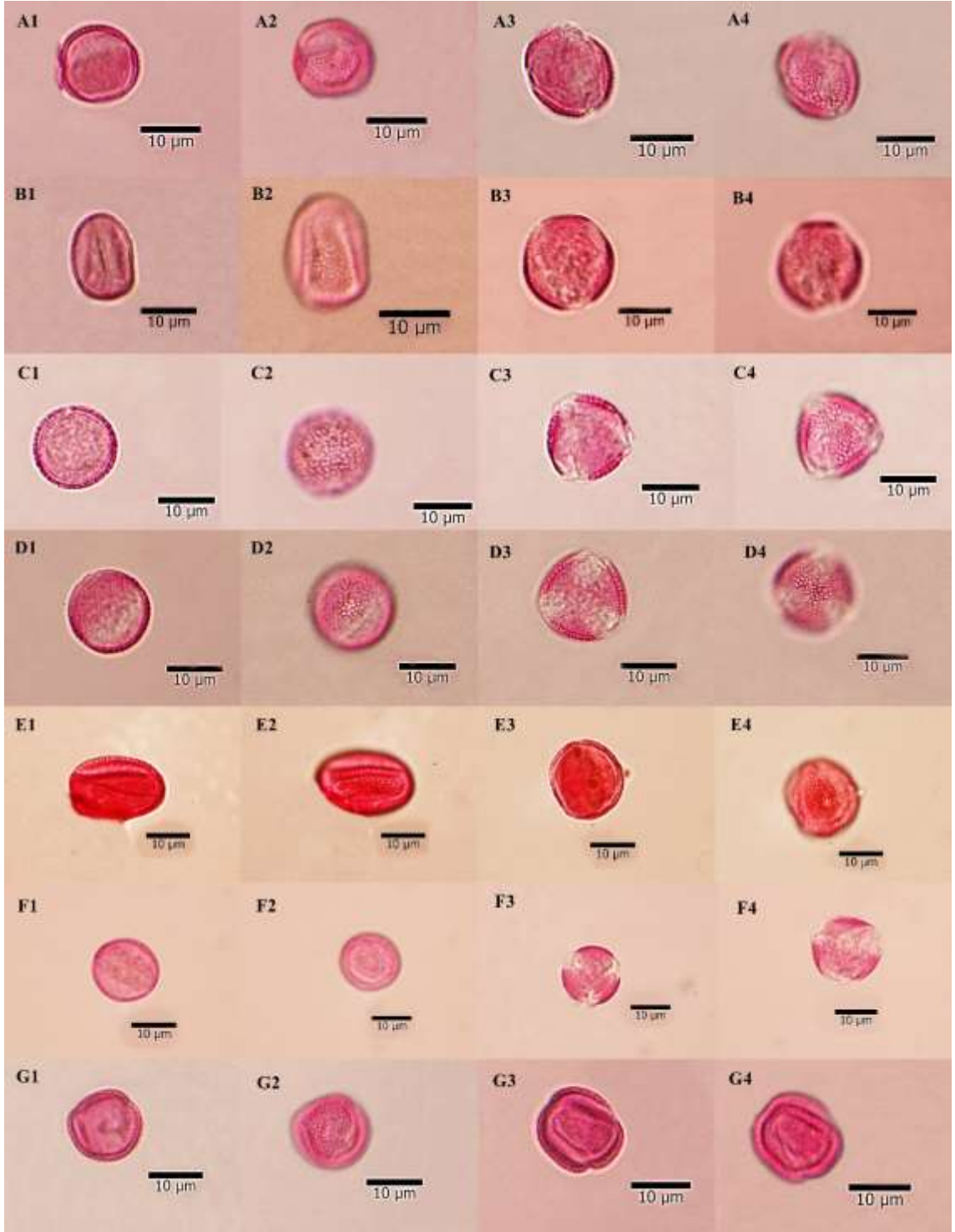
Aethionema cinsine ait *A. coridifolium*, *A. grandiflorum* ve *A. pulchellum* taksonlarına ait toplam 13 populasyon polen mikromorfolojisi açısından değerlendirilmiştir.

Polen taneleri genellikle monad, izopolar ve trikolpat olarak gözlemlenmiştir. Ekvatorial görünüşte trikolpat apertüre sahip olan polenlerin yuvarlak ve kutuplarda basık olmadığı tespit edilmiştir. Polar görünümde ise polen tanelerinin yuvarlak ya da hafif üçgen şekilli görünüşleri belirlenmiştir (Şekil 4.10., 4.11. ve 4.12.). İncelenen türlerde polen şekillerinin prolat, subprolat ve prolat-sferoidal ve oblat-sferoidal olduğu yapılan palinolojik ölçümlerle belirlenmiştir (Çizelge 4.1.). Bazı örneklerin sinkolpat ve tetrakolpat apertüre sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ekzin strüktürü tektat, skülpür yapısının ise retikulat olduğu belirlenmiştir.

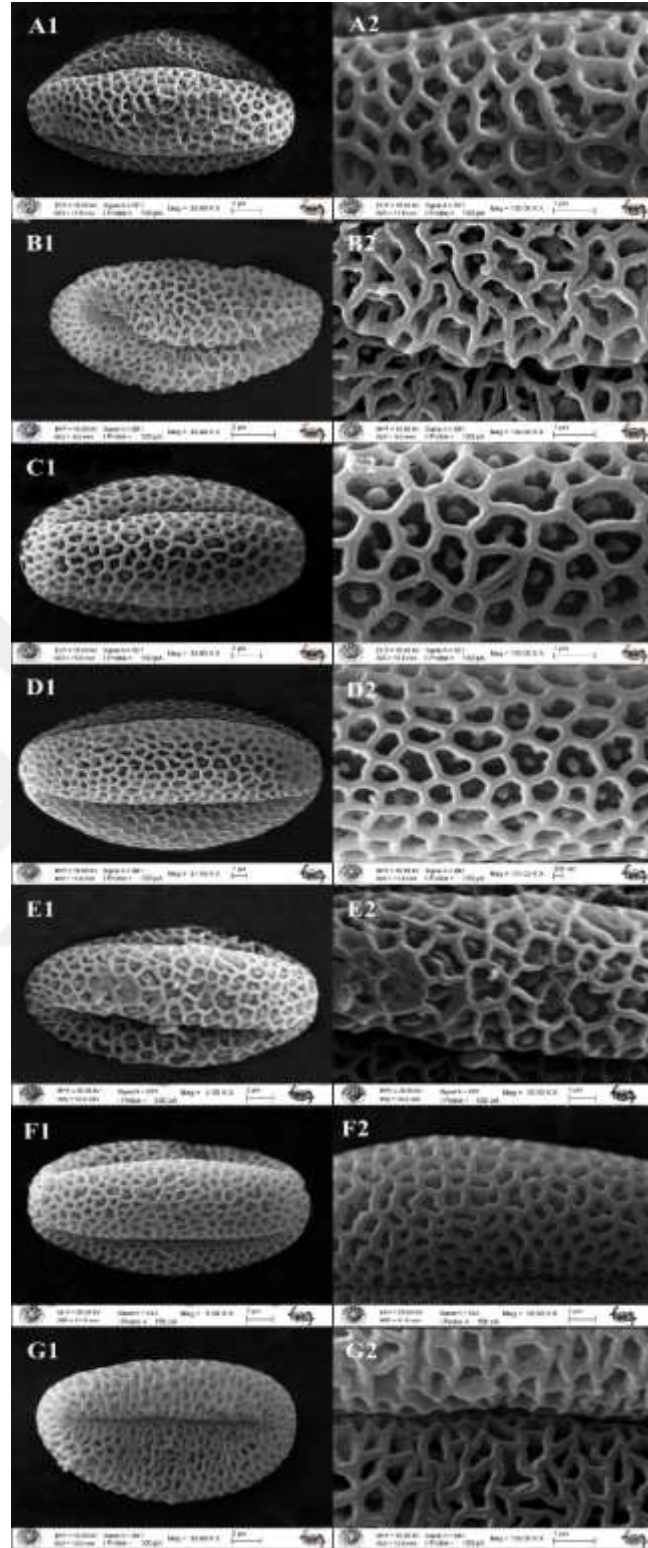
4.2.1.1. *A. grandiflorum*

A. grandiflorum türüne ait incelenen örneklerin polen taneleri; monad, isopolar ve trikolpattır. Ekvatorial görünümde polenler, eliptik, kutuplarda basık değildir. Polar görünümde polenler ise subtriangular ya da ovaldır. Ekvatorial eksen (E) 8.63-16.42 μm , polar eksen (P) 10.28-21.9 μm olup, polen şekli prolat, subprolat ve prolat-sferoidaldir. Apokolpiyum 2.26-3.46 μm 'dir. Kolpuslar batık, düz kenarlı, uçları obtuz sonlanır. Kolpus uzunluğu 11.26-16.86 μm , kolpus genişliği 1.72-5.61 μm . Ekzin semitektat, ekzin kalınlığı 0.93-1.44 μm , ekzin skülpürü retikulat olup, intin kalınlığı 0.54-0.59 μm 'dir. Muri duvarları düz ve şekilleri tetragonal, pentagonal ya da hegzagonal olarak değişmektedir.

İncelenen taksonların polen tanelerine ait ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu görüntüleri sırasıyla Şekil 4.10. ve 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4.10. *A. grandiflorum* polenlerinin ışık mikroskobu görüntüleri. **A1-A4.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6472), **B1- B4.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6402), **C1- C4.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6458), **D1- D4.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6498), **E1-E4.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 5819), **F1- F4.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 5273), **G1-G4.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6438). **A1-G1.** Ekvatorial görünüm, **A2- G2.** Ekvatorial görünümde skulptür ve kolpus, **A3- G3.** Polar görünüm, **A4- G4.** Polar görünümde skulptür ve kolpus

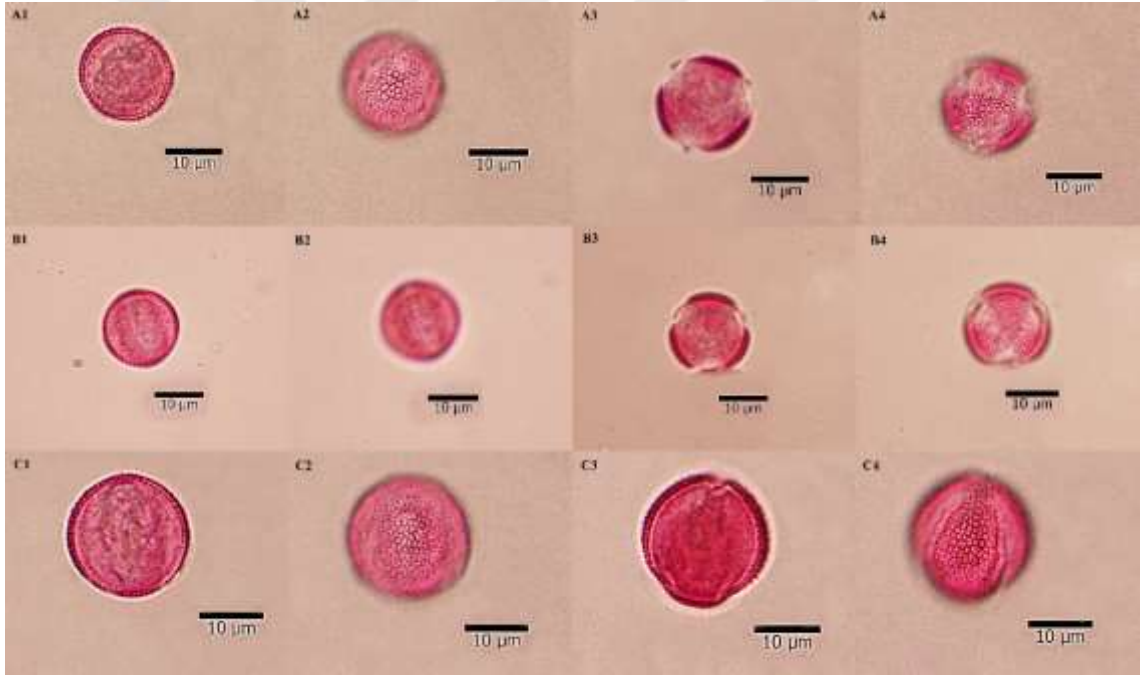


Şekil 4.11. *A. grandiflorum* polenlerinin ışık mikroskobu görüntüleri. **A1-A2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6472), **B1-B2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6402), **C1-C2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6458), **D1-D2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6498), **E1-E2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 5819), **F1-F2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 5273), **G1-G2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6438). **A1-G1.** Ekvatorial görünüm ve kolpus, **A2-G2.** Skulptür yakın görünüm

4.2.1.2. *A. coridifolium*

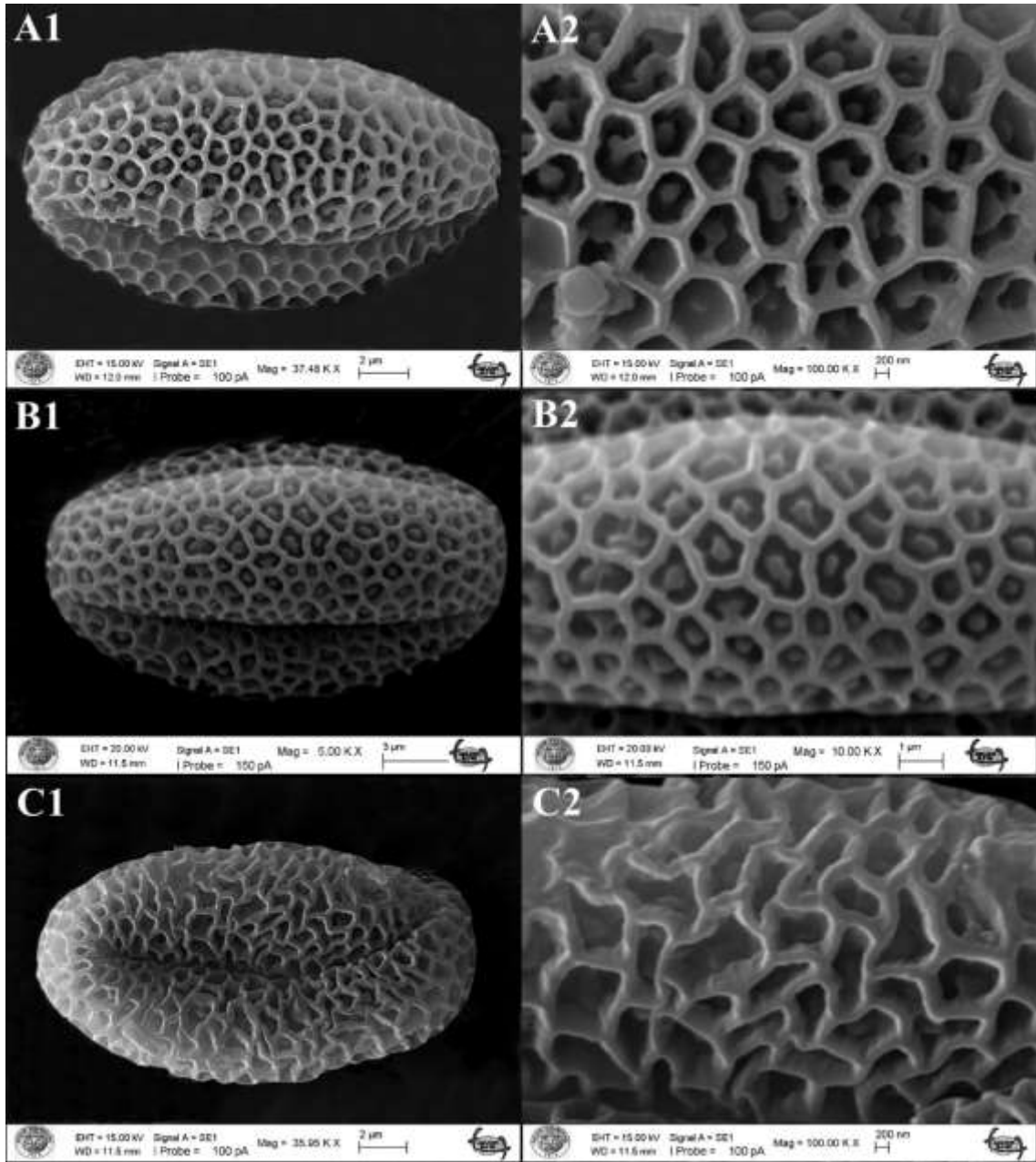
A. coridifolium türüne ait incelenen örneklerin polen taneleri; monad, isopolar ve trikolpattır. Polenler ekvatorial görünümde eliptik, kutuplarda basık değildir, polar görünümde ise subtriangular ya da ovaldır. Ekvatorial eksen (E) 13.89-17.25 μm , polar eksen (P) 14.61-19.01 μm olup, polen şekli prolat-sferoidaldir. Apokolpiyum 1.86-2.52 μm 'dir. Kolpuslar batık, düz kenarlı, uçları obtuz sonlanır. Kolpus uzunluğu 13.71-14.64 μm , kolpus genişliği 4.45-5.06 μm . Ekzin semitektat, ekzin kalınlığı 1.10-1.27 μm , ekzin skülpürü retikulat olup, intin kalınlığı 0.56-0.69 μm 'dir. Muri duvarları düz ve şekilleri tetragonal, pentagonal ya da hekzagonal olarak değişmektedir.

İncelenen taksonların polen tanelerine ait ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu görüntüleri sırasıyla Şekil 4.12. ve 4.13.'de verilmiştir.



Şekil 4.12. *A. coridifolium* polenlerinin ışık mikroskobu görüntüleri. **A1-A4.** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 6564), **B1-B4.** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 5685), **C1-C4.** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 6540). **A1-C1.** Ekvatorial görünüm, **A2-C2.** Ekvatorial görünümde skülpür ve kolpus, **A3-C3.** Polar görünüm, **A4-C4.**

Polar görünümde skülpür ve kolpus

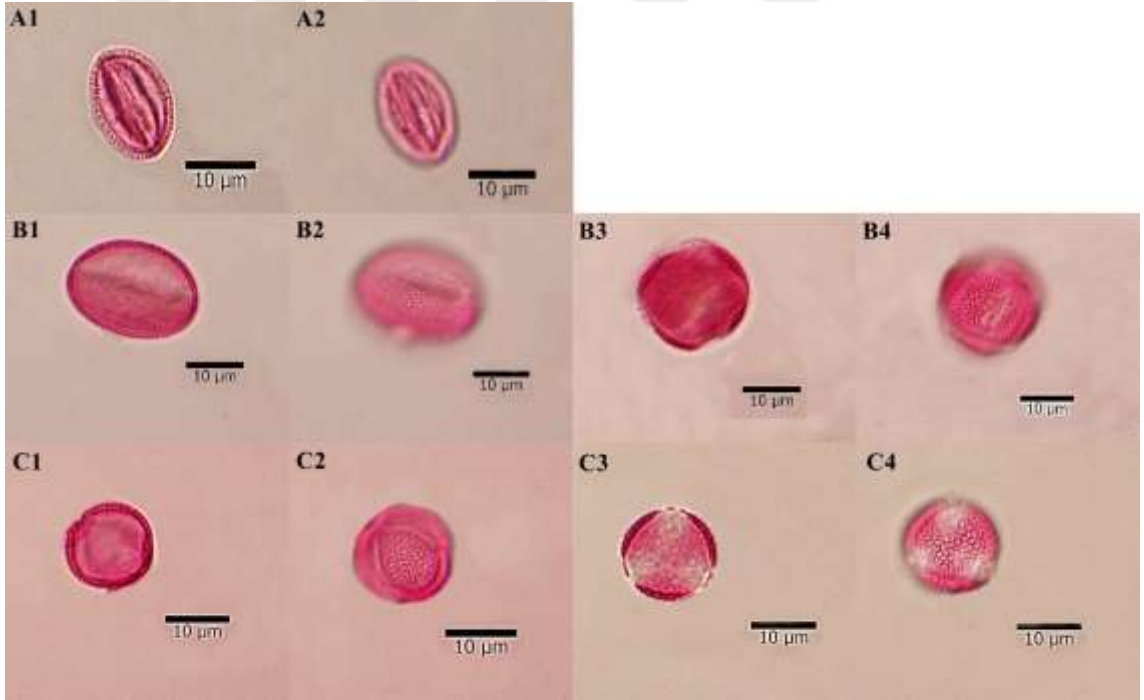


Şekil 4.13. *A. coridifolium* polenlerinin taramalı elektron mikroskobu fotoğrafları. **A1-A2** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 6564), **B1-B2** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 5685), **C1-C2** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 6540). **A1-C1**. Ekvatorial görünüm ve kolpus, **A2-C2**. Skulptür yakın görünüm

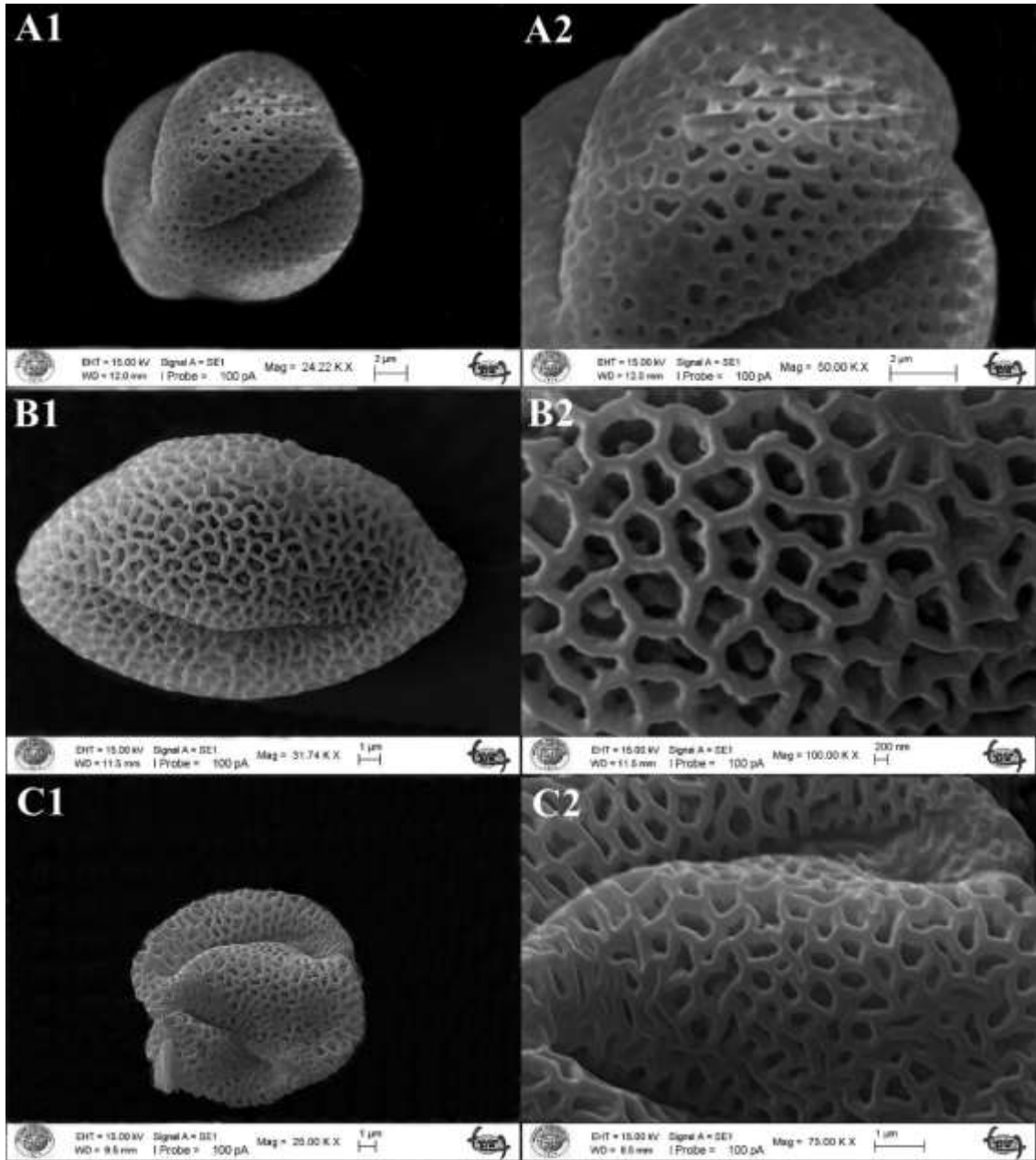
4.2.1.3. *A. pulchellum*

A. pulchellum türüne ait incelenen örneklerin polen taneleri; monad, isopolar ve trikolpatır. Ayrıca sinkolpat ve tetrakolpat apertürlü polenlerde rastlanmıştır. Polenler ekvatorial görünümde eliptik, kutuplarda basık değildir, polar görünümde ise subtriangular ya da ovaldır. Ekvatorial eksen (E) 9.28-20.27 μm , polar eksen (P) 12.79-23.25 μm olup, polen şekli prolat, oblat-sferoidal ve prolat-sferoidaldir. Apokolpiyum 1.23-3.10 μm 'dir. Kolpuslar batık, düz kenarlı, uçları obtuz sonlanır. Kolpus uzunluğu 10.44-17.98 μm , kolpus genişliği 2.81-6.16 μm . Ekzin semitektat, ekzin kalınlığı 1.17-1.37 μm , ekzin skülpürü retikulat olup, intin kalınlığı 0.64-0.81 μm 'dir. Muri duvarları düz ve şekilleri tetragonal, pentagonal ya da hekzagonal olarak değişmektedir.

İncelenen taksonların polen tanelerine ait ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu görüntüleri sırasıyla Şekil 4.14. ve 4.15.'de verilmiştir.



Şekil 4.14. *A. pulchellum* polenlerinin ışık mikroskobu görüntüleri. **A1-A2.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6411), **B1-B4.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6641), **C1-C4.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6461). **A1-C1.** Ekvatorial görünüm, **A2-C2.** Ekvatorial görünümde skülpür ve kolpus, **B3-C3.** Polar görünüm, **B4-C4.** Polar görünümde skülpür ve kolpus



Şekil 4.15. *A. pulchellum* polenlerinin taramalı elektron mikroskobu fotoğrafları. **A1-A2.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6411), **B1-B2.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6641), **C1-C2.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6461).

A1-C1. Ekvatorial görünüm ve kolpus, **A2-C2.** Skulptür yakın görünüm

Çizelge 4.1. İncelenen *Aethionema* türlerinin polen tanelerine ait sayısal veriler

Türler	Polar eksen (P) (μ)		Ekvatorial eksen (E) (μ)				Kolpus uzunluğu	Kolpus genişliği	Ekzin	İntin	Apo
	Min-Max	Ort±Sd	Min-Max	Ort±Sd	P/E	Polen Şekli					
<i>Ae. grandiflorum</i> (KE-5819)	15.08-21.9	18.35±2.77	8.91-16.42	13.70±2.92	1.33	Subprolat	16.86	1.72	1.44	0.55	2.63
<i>Ae. grandiflorum</i> (KE-6438)	14.02-16.81	15.68±0.98	10.57-13.85	12.24±1.03	1.28	Subprolat	11.26	4.08	1.09	0.59	2.29
<i>Ae. grandiflorum</i> (KE-5273)	14.83-16.86	15.94±0.55	13.17-15.86	14.64±0.75	1.08	Prolat-Sferoidal	13.4	4.70	1.2	0.56	2.91
<i>Ae. grandiflorum</i> (KE-6458)	14.6-16.7	15.73±0.91	10.49-14.68	12.84±1.69	1.22	Subprolat	13.22	4.26	1.28	0.56	2.74
<i>Ae. grandiflorum</i> (KE-6472)	13.01-16.19	14.95±1.17	11.53-13.28	12.62±0.69	1.18	Subprolat	11.49	3.63	0.93	0.54	2.43
<i>Ae. grandiflorum</i> (KE-6402)	10.28-17.85	16.14±2.44	8.63-15.21	11.36±1.86	1.42	Prolat	11.81	3.31	0.98	0.58	3.46
<i>Ae. grandiflorum</i> (KE-6498)	13.62-16.72	15.13±1.14	12.54-15.88	14.22±1.36	1.06	Prolat-Sferoidal	11.79	5.61	1.25	0.56	2.26
<i>Ae. coridifolium</i> (KE-6540)	14.61-18.52	16.50±1.16	14.14-16.88	15.75±0.82	1.04	Prolat-Sferoidal	14.64	5.06	1.26	0.62	2.52
<i>Ae. coridifolium</i> (KE-5685)	14.92-19.01	16.6±1.19	13.89-17.25	16.29±0.98	1.01	Prolat-Sferoidal	14.05	4.93	1.10	0.56	1.86
<i>Ae. coridifolium</i> (KE-6564)	15.92-18.66	16.56±1.18	14.71-16.54	15.87±0.73	1.04	Prolat-Sferoidal	13.71	4.45	1.27	0.69	2.31
<i>Ae. pulchellum</i> (KE-6411)	14.32-19.88	15.84±2.09	9.28-13.04	11.35±1.45	1.39	Prolat	13.56	2.81	1.37	0.68	3.10
<i>Ae. pulchellum</i> (KE-6641)	18.64-23.25	21.1±1.92	17.62-20.27	18.67±1.17	1.13	Prolat-Sferoidal	17.98	6.16	1.3	0.81	1.23
<i>Ae. pulchellum</i> (KE-6461)	12.79-14.8	13.68±0.83	13.16-15.07	14.00±0.93	0.97	Oblat-Sferoidal	10.44	5.25	1.17	0.64	2.03

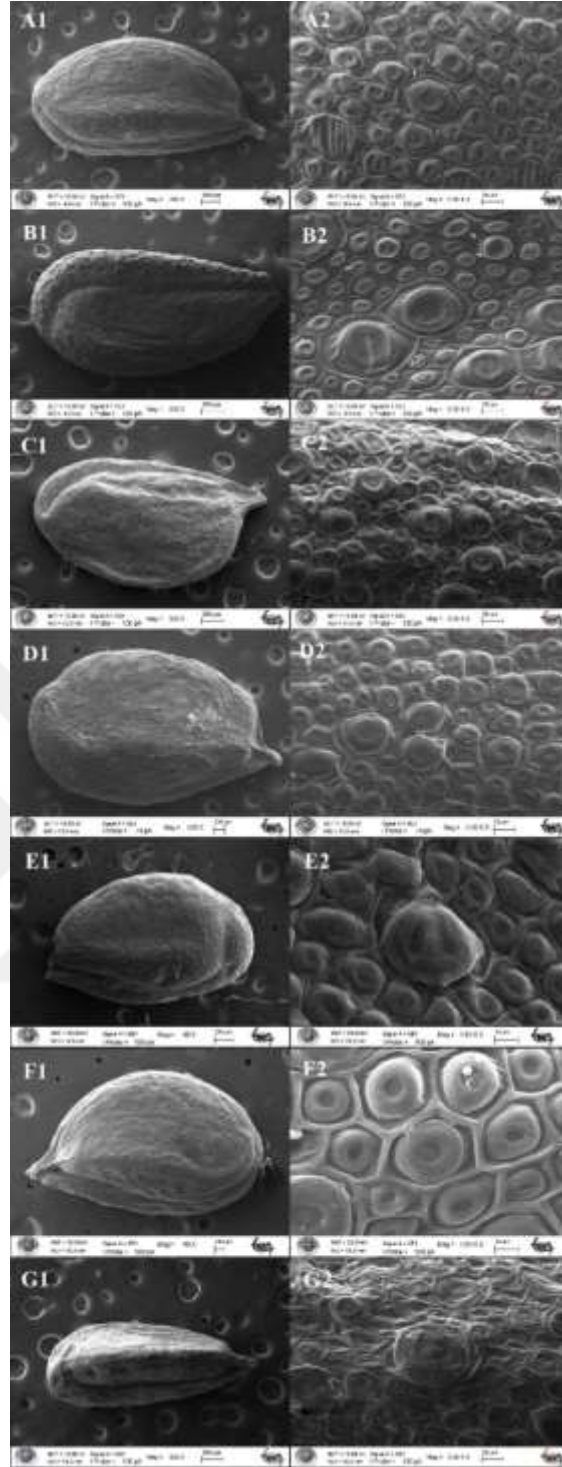
4.2.2. Tohum mikromorfolojisi

Tohum örnekleri incelendiği zaman, tohum boyutlarının türler arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Türlerin tohumları ovat olduğu, mikropilar kutubun akut ya da obtuz olduğu belirlenmiştir. Kalazal kutup ise ovat ya da orbikulardır. Tohumlarda belirgin bir rafe yer almakta olup şekli düzdür. Tohum rengi açık kahverengi, kahverengi ya da sarı olarak gözlemlenmiştir. Tohum yüzey ornamentasyonu verrukat, retikulat-verrukat ya da retikulat olarak tespit edilmiştir.

4.2.2.1. *A. grandiflorum*

A. grandiflorum türüne ait incelenen taksonlarının tohum şekli genişçe ovat ve ovattır. Mikropilar kutup akut, kalazal kutup obtuz olarak belirlenmiştir. Tohum boyutları $1.16-2.0 \times 0.67-1.27$ mm arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Tohum rengi kahverengi olarak belirlenmiştir. Tohum örneklerine ait SEM mikrografilerinde tohum yüzey ornamentasyonu retikulat-verrukat olarak belirlenmiştir. Tohum yüzeyindeki hücrelerin şekilleri tetragonal, pentagonal ya da poligonal olarak değişmektedir. Hücre kabartılarının ise striat olduğu gözlemlenmiştir.

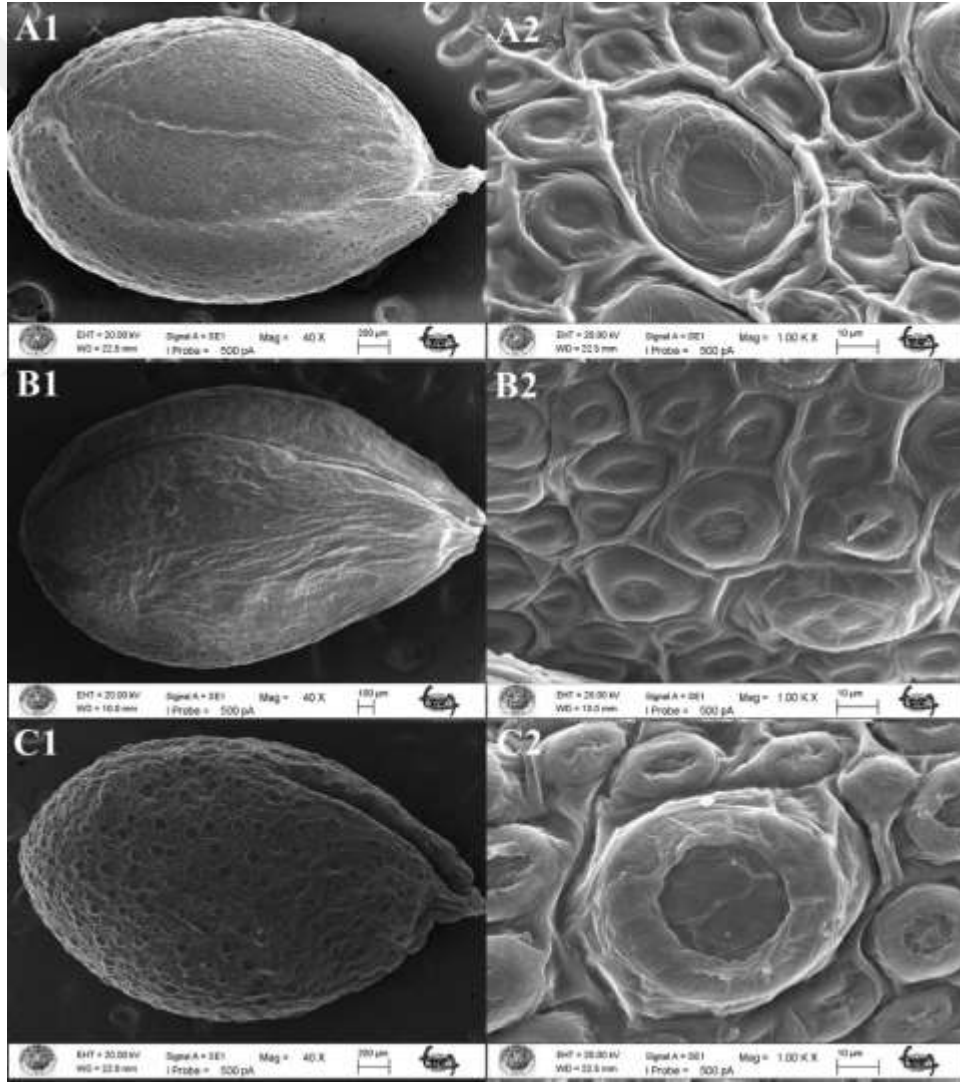




Şekil 4.16. *A. grandiflorum* tohumlarının taramalı elektron mikroskobu fotoğrafları. **A1-A2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6765), **B1-B2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6675), **C1-C2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6661), **D1-D2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6188), **E1-E2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6212a), **F1-F2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 5917), **G1-G2.** *A. grandiflorum* (K. Ertuğrul 6684), **A1-G1.** Genel görünüm, **A2-G2.** Tohum yüzey ayrıntısı.

4.2.2.2. *A. coridifolium*

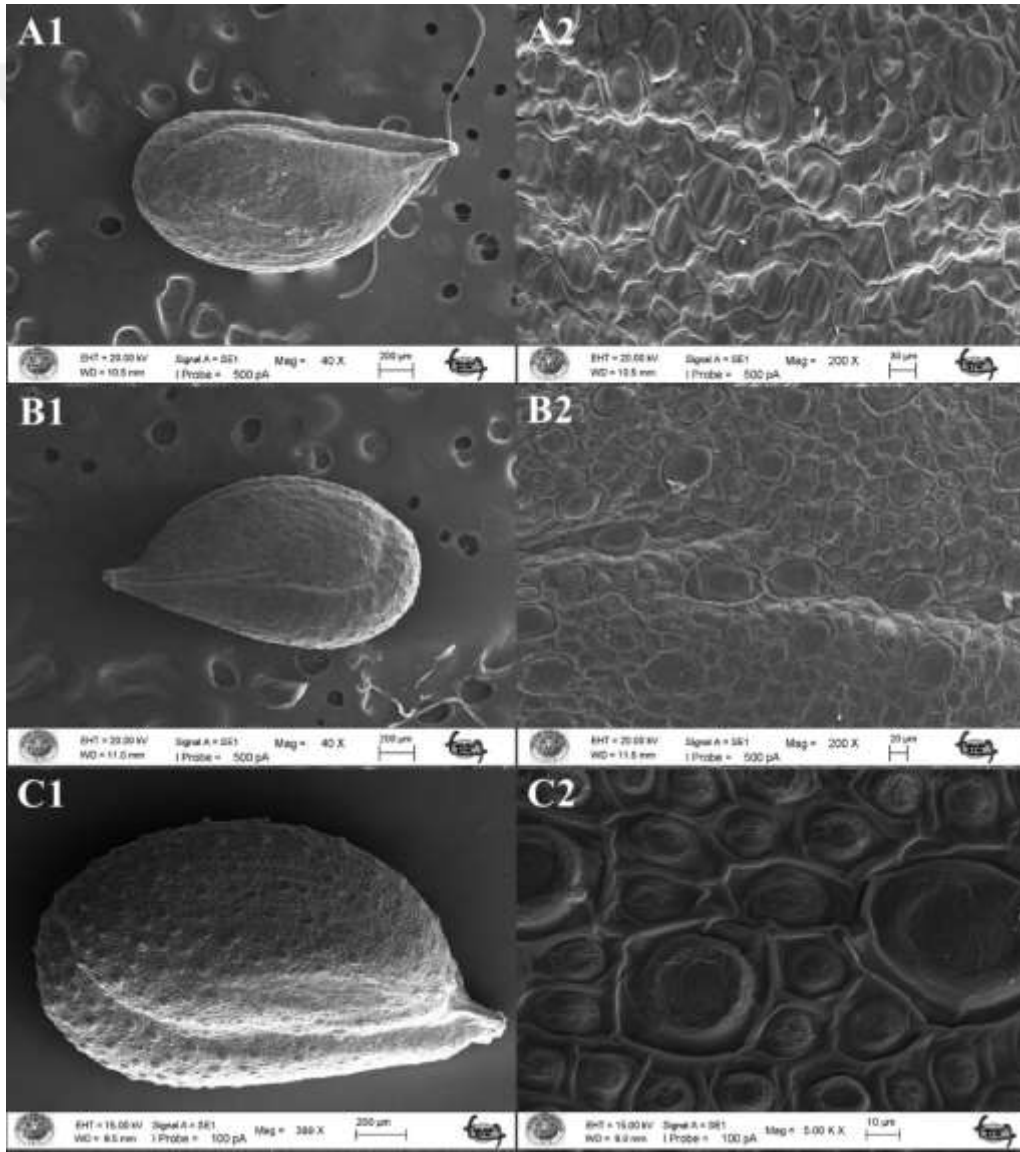
A. coridifolium türüne ait incelenen taksonlarının tohum şekli genişçe ovat olup, tohum renkleri açık kahverengiden koyu kahverengiye değişmektedir. Mikropilar kutup akut, kalazal kutup orbikular olarak belirlenmiştir. Tohum boyutları $1.61-2.18 \times 1.08-1.69$ mm arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.). Tohum rengi kahverengi ve açık kahverengi olarak belirlenmiştir. Tohum örneklerine ait SEM mikrografilerinde tohum yüzey ornamentasyonu retikulat-verrukat olarak belirlenmiştir. Tohum yüzeyindeki hücrelerin şekilleri tetragonal, pentagonal ya da poligonal olarak değişmektedir. Hücre kabartılarının ise striat olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.17. *A. coridifolium* tohumlarının taramalı elektron mikroskobu fotoğrafları. **A1-A2.** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 5219), **B1-B2.** *A. coridifolium* (K. Ertuğrul 5840), **C1-C2.** *A. coridifolium* (T. Uysal 4138). **A1-C1.** Genel görünüm, **A2-C2.** Tohum yüzey ayrıntısı.

4.2.2.3. *A. pulchellum*

A. pulchellum türüne ait incelenen taksonlarının tohum şekli ovat ve genişçe ovattır. Mikropilar kutup akut, kalazal kutup obtuz olarak belirlenmiştir. Tohum boyutları $1.24-1.48 \times 0.61-0.94$ mm arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.). Tohum rengi açık kahverengi olarak belirlenmiştir. Tohum örneklerine ait SEM mikrografilerinde tohum yüzey ornamentasyonu retikulat-verrukat olarak belirlenmiştir. Tohum yüzeyindeki hücrelerin şekilleri tetragonal, pentagonal ya da poligonal olarak değişmektedir. Hücre kabartılarının ise striat olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.18. *A. pulchellum* tohumlarının taramalı elektron mikroskobu fotoğrafları. **A1-A2.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6229), **B1-B2.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6247), **C1-C2.** *A. pulchellum* (K. Ertuğrul 6656). **A1-C1.** Genel görünüm, **A2-C2.** Tohum yüzey ayrıntısı.

Çizelge 4.2. İncelenen taksonların tohumlarına ait nitel ve nicel analizler

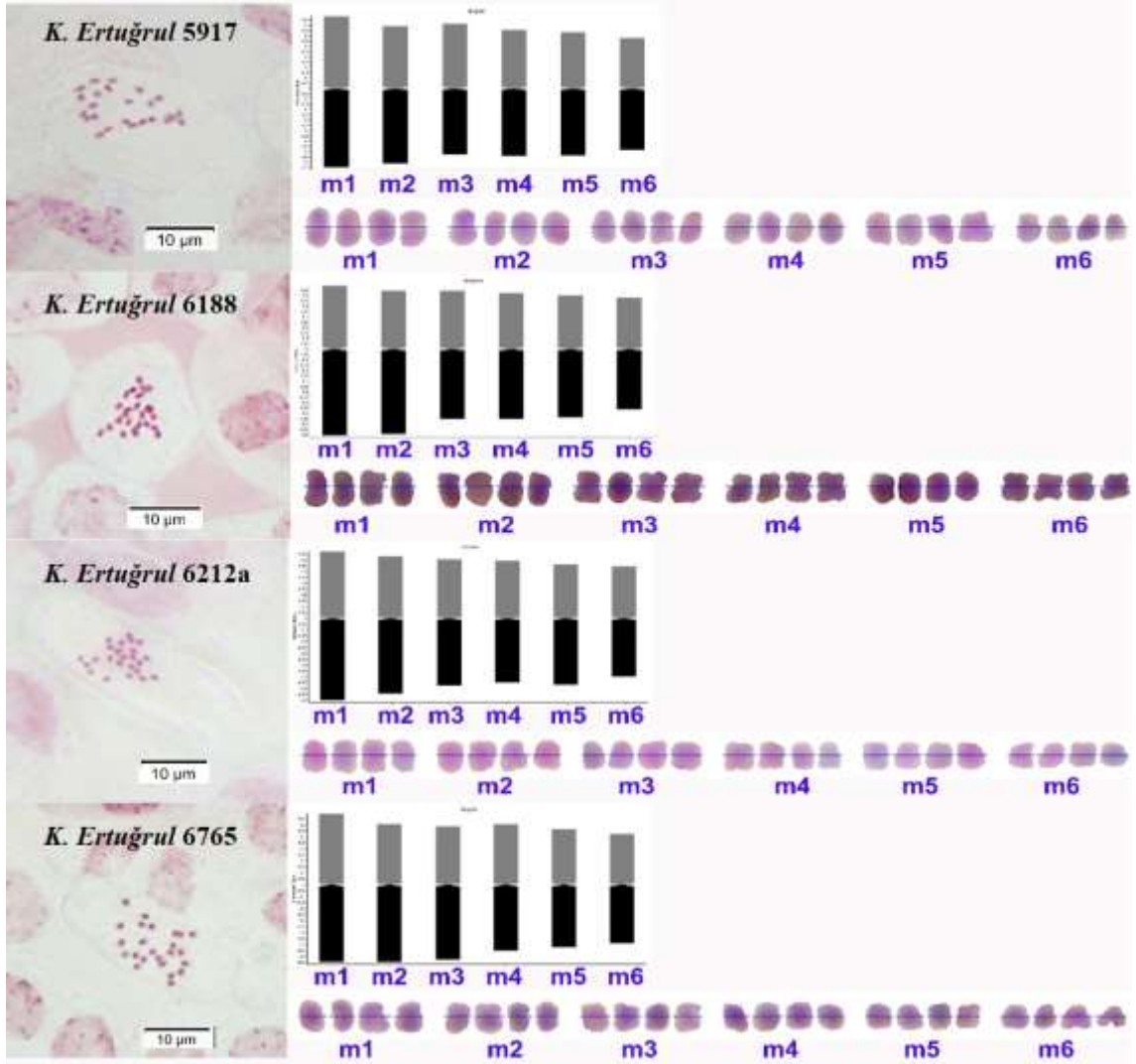
Takson	Uzunluk		Genişlik		Uzunluk/Genişlik	Tohum Şekli	Tohum Rengi
	Min-Max	Ort±SD	Min-Max	Ort±SD			
<i>A. grandiflorum</i> (KE-6212-a)	1.50-1.99	1.78±0.11	0.91-1.24	1.09±0.09	1.63	Genişçe ovat	Açık kahverengi
<i>A. grandiflorum</i> (KE-5917)	1.72-2.00	1.87±0.07	1.09-1.27	1.19±0.04	1.57	Genişçe ovat	Açık kahverengi
<i>Ae. grandiflorum</i> (KE-6188)	1.60-1.90	1.75±0.10	1.00-1.11	1.05±0.05	1.70	Genişçe ovat	Açık kahverengi
<i>A. grandiflorum</i> (KE-6661)	1.16-1.60	1.36±0.10	0.70-0.99	0.83±0.08	1.64	Ovat	Açık Kahverengi
<i>A. grandiflorum</i> (KE-6684)	1.36-1.58	1.48±0.07	0.67-0.74	0.70±0.02	2.11	Ovat	Açık Kahverengi
<i>A. grandiflorum</i> (KE-6675)	1.55-1.78	1.64±0.06	0.73-0.94	0.83±0.05	1.99	Ovat	Açık Kahverengi
<i>A. grandiflorum</i> (KE-6765)	1.53-1.89	1.73±0.10	0.79-1.19	1.02±0.09	1.69	Ovat	Açık Kahverengi
<i>A. coridifolium</i> (KE-5840)	1.70-2.18	1.94±0.11	1.21-1.69	1.41±0.11	1.38	Genişçe ovat	Kahverengi
<i>A. coridifolium</i> (KE-5219)	1.66-1.95	1.80±0.10	1.12-1.39	1.25±0.12	1.44	Genişçe ovat	Kahverengi
<i>A. coridifolium</i> (TU 4138)	1.61-1.91	1.78±0.10	1.08-1.35	1.22±0.08	1.46	Genişçe ovat	Açık kahverengi
<i>A. pulchellum</i> (KE-6229)	1.26-1.48	1.38±0.05	0.63-0.94	0.80±0.07	1.73	Ovat	Açık kahverengi
<i>A. pulchellum</i> (KE-6247)	1.25-1.44	1.34±0.05	0.63-0.87	0.76±0.07	1.75	Genişçe ovat	Açık kahverengi
<i>A. pulchellum</i> (KE-6656)	1.24-1.47	1.32±0.04	0.61-0.88	0.75±0.05	1.76	Genişçe ovat	Açık kahverengi

4.3. Karyolojik Bulgular

Aethionema cinsine ait *A. coridifolium*, *A. grandiflorum*, ve *A. pulchellum* taksonlarına ait toplam 8 popülasyondan alınan örnekler karyolojik açıdan değerlendirilmiştir. Çalışılan taksonların kromozom sayımları yapılmış ve fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 4.19., 4.20., 4.21.). İncelenen taksonlardan *A. grandiflorum* (K.Ertuğrul 5917, 6188, 6212a ve 6765) kromozom sayımları $2n=24$, *A. coridifolium* (K.Ertuğrul 5219 ve 5840) kromozom sayısı $2n=24$ ve *A. pulchellum* (K.Ertuğrul 6236 ve 6215) kromozom sayısı $2n=36$ ve 48 olarak bulunmuştur. *Aethionema grandiflorum* için $2n=12$, 14, 24, 48 [Maassoumi \(1980\)](#); [Al-Shehbaz ve Al-Omar \(1982\)](#); [Jaretzky \(1932\)](#); [Manton \(1932\)](#), *A. coridifolium* $2n=24$ [Manton \(1932\)](#) ve cinse ait türlere ait kromozom sayımları $2n=14$, 16, 22, 24, 28, 36, 48, 60 olarak rapor edilmiştir ([Warwick ve Al-Shehbaz, 2006](#)). Çalışmada gerçekleştirmiş kromozomal sayımlarına göre cinse ait türlerin temel kromozom sayısı $x=6$ ($2n=24$, 36, 48) olup poliploid kökenli türler tespit edilmiştir. Dolayısıyla, cinsin kromozomal evriminde poliploidinin önemli bir rolü olduğu söylenebilir.

4.3.1. *A. grandiflorum*

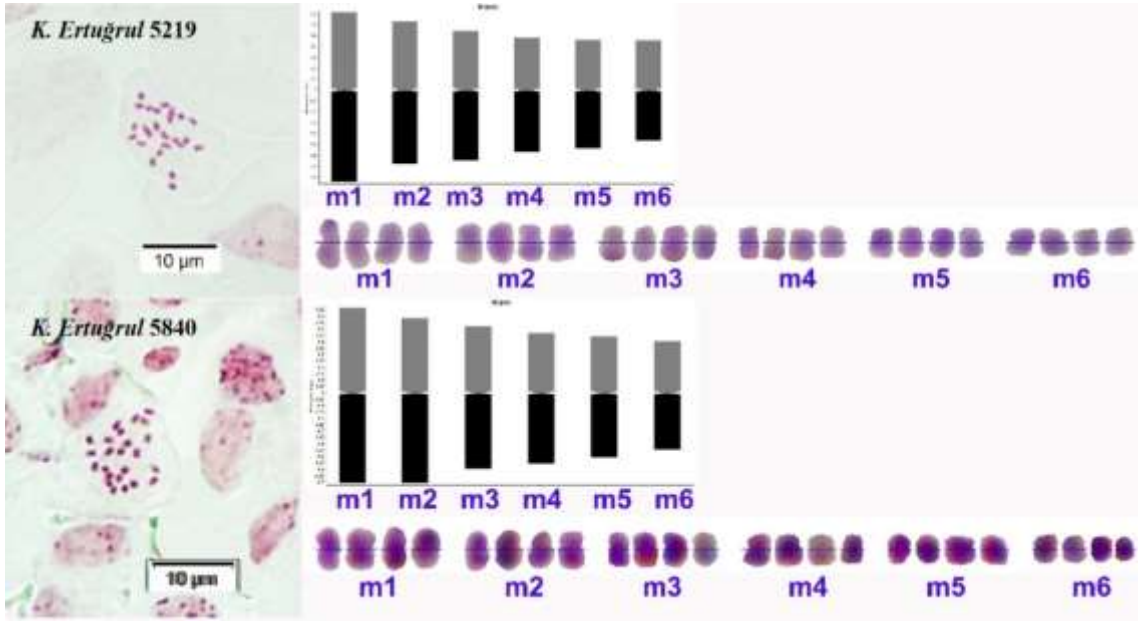
Türün popülasyonlarına ait kromozom sayısı (K.Ertuğrul 5917, 6188, 6212a, 6765) $2n=4x=24$ olarak belirlenmiştir. *A. grandiflorum* taksonlarının kromozom sayımı, karyogramı ve idiogramı Şekil 4.19.'da verilmiştir. Karyotip analizlerine göre kromozomların tamamı metasentrik kromozomlardan oluşmaktadır. Temel kromozom sayısı $x=6$ 'dır. Tetraploid kromozom sayısına sahip olan türün kromozom formülü ve asimetri indeksleri ile ilgili bililer Çizelge 4.6. ve 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.19. *A. grandiflorum*'un kromozom sayımı, karyogramı ve idiogramı

4.3.2. *A. coridifolium*

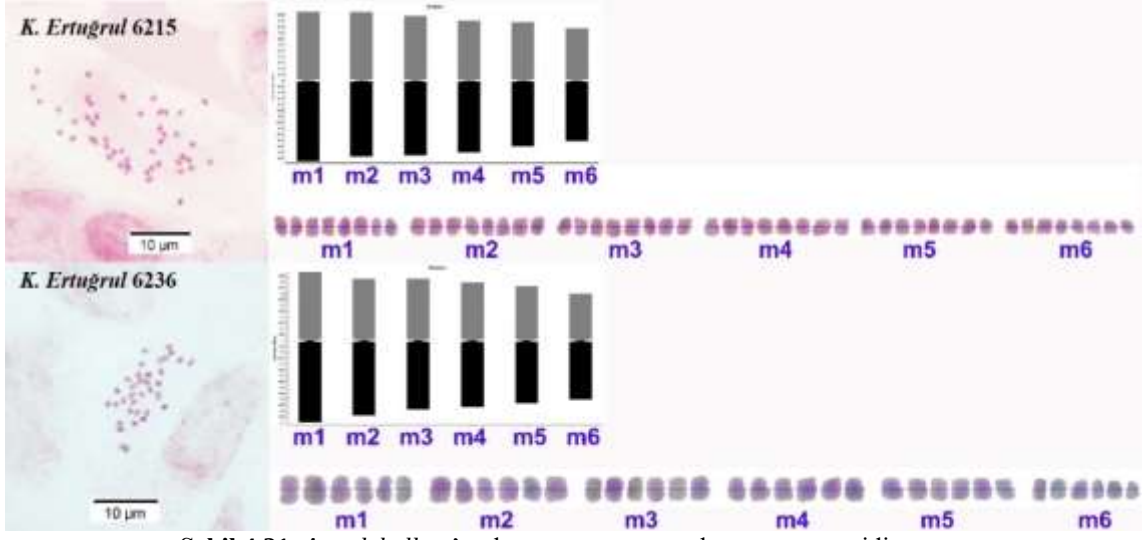
Türün popülasyonlarına ait kromozom sayısı (K.Ertuğrul 5219, 5840) $2n=4x=24$ olarak belirlenmiştir. *A. coridifolium* taksonlarının kromozom sayımı, karyogramı ve idiogramı Şekil 4.20.'de verilmiştir. Karyotip analizlerine göre kromozomların tamamı metasentrik kromozomlardan oluşmaktadır. Temel kromozom sayısı $x=6$ 'dır. Tetraploid kromozom sayısına sahip olan türün kromozom formülü ve asimetri indeksleri ile ilgili bilgiler Çizelge 4.6. ve 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.20. *A. coridifolium*'un kromozom sayımı, karyogramı ve idiogramı

4.3.3. *A. pulchellum*

Türün popülasyonlarına ait (K.Ertuğrul 6215) $2n=8x=48$ ve (K.Ertuğrul 6236) $2n=6x=36$ olmak üzere iki farklı kromozom sayısı olarak belirlenmiştir. *A. pulchellum* taksonlarının kromozom sayımı, karyogramı ve idiogramı Şekil 4.21.'de verilmiştir. Karyotip analizlerine göre kromozomların tamamı metasentrik kromozomlardan oluşmaktadır. Temel kromozom sayısı $x=6$ 'dır. Hekzaploid ve oktaploid kromozom sayısına sahip olan türün kromozom formülü ve asimetri indeksleri ile ilgili bilgiler Çizelge 4.6. ve 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.21. *A. pulchellum*'un kromozom sayımı, karyogramı ve idiogramı

Çizelge 4.6. *Aethionema* taksonlarına ait kromozom ölçüleri **D**-Değişim katsayısı **DO**-En uzun kromozomun en kısa kromozoma oranı **KKU**- Kısa kol uzunluğu **UKU**-Uzun kol uzunluğu **KU**- Kromozom uzunluğu **TKU**- Toplam kromozom uzunluğu **SI**- Sentromerik indeks **KF**- Karyotip formülü **Ss**-Standart sapma **m**-metasentrik

Tür numarası	Takson Adı	2n	D Min -Maks	DO Maks/Min	KKU (µm) Ort±Ss	UKU (µm) Ort±Ss	KU(µm) Ort±Ss	TKU (µm)	SI Ort±Ss	KF
<i>K. Ertuğrul 5219</i>	<i>A. coridiifolium</i>	24	0.92 – 1.56	1.688	0.55 (±0.09)	0.62 (±0.12)	1.17 (±0.21)	14.05	47 (±0.01)	24m
<i>K. Ertuğrul 5840</i>	<i>A. coridiifolium</i>	24	0.85 – 1.37	1.615	0.51 (±0.09)	0.59 (±0.10)	1.10 (±0.18)	13.20	47 (±0.01)	24m
<i>K. Ertuğrul 5917</i>	<i>A. grandiflorum</i>	24	1.06 – 1.43	1.348	0.57 (±0.06)	0.66 (±0.06)	1.23 (±0.12)	14.78	47 (±0.01)	24m
<i>K. Ertuğrul 6188</i>	<i>A. grandiflorum</i>	24	1.04 – 1.40	1.342	0.53 (±0.04)	0.68 (±0.09)	1.21 (±0.12)	14.53	44 (±0.02)	24m
<i>K. Ertuğrul 6212a</i>	<i>A. grandiflorum</i>	24	0.94 – 1.27	1.349	0.50 (±0.04)	0.59 (±0.07)	1.09 (±0.11)	13.06	46 (±0.01)	24m
<i>K. Ertuğrul 6765</i>	<i>A. grandiflorum</i>	24	0.91 – 1.24	1.362	0.50 (±0.05)	0.58 (±0.06)	1.08 (±0.11)	12.91	46 (±0.02)	24m
<i>K. Ertuğrul 6215</i>	<i>A. pulchellum</i>	48	0.95 – 1.25	1.324	0.52 (±0.05)	0.60 (±0.06)	1.12 (±0.10)	26.84	46 (±0.01)	48m
<i>K. Ertuğrul 6236</i>	<i>A. pulchellum</i>	36	0.90 – 1.28	1.425	0.50 (±0.06)	0.59 (±0.07)	1.08 (±0.12)	19.52	46 (±0.01)	36m

Çizelge 4.7. *Aethionema* taksonlarına ait karyotip simetrileri **A₁**- İntrakromozomal Asimetri **A₂**- interkromozomal Asimetri **CV_{CL}**-Kromozom Uzunluğu Varyasyon Katsayısı **CV_{CI}**- Kromozomal İndeks Varyasyon Katsayısı **AI**- Asimetri İndeksi

Tür numarası	Takson Adı	A ₁	A ₂	CV _{CL}	CV _{CI}	AI
<i>K. Ertuğrul 5219</i>	<i>A. coridiifolium</i>	0.117	0.183	18.268	3.115	0.569
<i>K. Ertuğrul 5840</i>	<i>A. coridiifolium</i>	0.12	0.167	16.732	2.19	0.366
<i>K. Ertuğrul 5917</i>	<i>A. grandiflorum</i>	0.124	0.093	9.342	3.198	0.299
<i>K. Ertuğrul 6188</i>	<i>A. grandiflorum</i>	0.216	0.099	9.885	4.277	0.423
<i>K. Ertuğrul 6212A</i>	<i>A. grandiflorum</i>	0.145	0.099	9.862	2.331	0.23
<i>K. Ertuğrul 6765</i>	<i>A. grandiflorum</i>	0.14	0.1	10.012	3.542	0.355
<i>K. Ertuğrul 6215</i>	<i>A. pulchellum</i>	0.132	0.093	9.279	1.312	0.122
<i>K. Ertuğrul 6236</i>	<i>A. pulchellum</i>	0.156	0.112	11.246	2.492	0.28

Aethionema cinsi polen morfolojik özellikleri farklı araştırmacılar tarafından değerlendirilmiş monad, isopolar ve genellikle trikolpat apertürlü polen tipi belirlenmiştir ([Atçeken ve ark., 2016](#); [Karaismailoglu, 2017](#); [Çeter ve ark., 2018](#)). [Çeter ve ark. \(2018\)](#) tarafından yapılan araştırmada ise polen taneleri trikolpat ve sinkolpat apertür tipine sahip olan polen tanelerine *A. trinervium*, *A. diastrophis*, *A. lycium*, *A. alanyae*, *A. coridifolium* ve *A. carneum* taksonlarında rastlanmıştır. Ek olarak, aynı araştırmacılar *A. huber-morathii* türünde tetrakolpat apertürlü polen taneleri tespit etmişlerdir. Yapılan palinolojik analizlerde, *A. grandiflorum* ve *A. coridifolium* taksonuna ait örneklerde trikolpat polen taneleri, *A. pulchellum* taksonu örneklerinde ise trikolpat, tetrakolpat ve sinkolpat polen tanelerinin üçü de tespit edilmiştir. [Çeter ve ark. \(2018\)](#), *A. coridifolium* taksonunda sinkolpat apertürlü polen tipleri belirlenmesine rağmen mevcut araştırmada değerlendirilen *A. coridifolium* türü popülasyonlarında sinkolpat apertürlü polen tanelerine rastlanmamıştır. Brassicaceae familyasında yer alan örneğin *Isatis*, *Dimorphocarpa* gibi diğer cinslerde de sinkolpat, tetrakolpat apertürlü polen taneleri bildirilmiştir ([Rollins ve ark., 1979](#); [Doğan ve İnceoğlu, 1990](#)).

Polen boyutları değerlendirildiği zaman taksonların polen şekillerinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. *A. grandiflorum* taksonunda incelenen örneklerin polenleri subprolat, prolat-sferoidal ve prolat olmak üzere üç polen şekli belirlenmiştir. *A. coridifolium* türünde sadece prolat-sferoidal polen şekli belirlenmişken *A. pulchellum* türünde prolat-sferoidal ve prolat olmak üzere iki polen şekli belirlenmiştir. Bu durum daha önceki araştırmalar ile de uyumluluk göstermektedir ([Atçeken ve ark., 2016](#); [Karaismailoglu, 2017](#); [Çeter ve ark., 2018](#)).

İncelenen türlerden *A. grandiflorum* taksonu en uzun kolpusa sahip iken en kısa kolpuslu örneklere *A. pulchellum* taksonunda rastlanmıştır. En yüksek ekzin kalınlığı K. Ertuğrul-5819 numaralı *A. grandiflorum* örneğinde 1.44 μm olarak hesaplanmıştır. En düşük ekzin kalınlığı ise K. Ertuğrul-6472 numaralı örnekte 0.93 μm olarak hesaplanmıştır. Buna karşın intin kalınlığı en fazla olan örnek K. Ertuğrul-6641 numaralı *A. pulchellum* türüdür.

Brassicaceae familyasında yer alan cinslerin polen tanelerinin yüzey ornamentasyonlarındaki değişimler familyanın taksonomisinde kullanılmaktadır. İki farklı araştırmacı grubu tarafından Brassicaceae familyasının ekzin skülpürüne dayalı yapılan sınıflandırmalarda retikulat ve perforat olmak üzere iki farklı ya da mikroretikulat (lumina 1 μm 'den daha az), retikulat (1-2 μm arasında) ve makroretikulat (lumina 2 μm 'den fazla) olmak üzere üç farklı polen tipi belirlenmiştir ([Anchev ve](#)

[Deneva, 1997](#); [Abdel Khalik ve ark., 2002](#)). Bu sınıflandırma yöntemine göre incelediğimiz türlerden *A. grandiflorum* ve *A. coridifolium* sırasıyla retikulat, *A. pulchellum* ise mikroretikulat ekzin ornamentasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir.

Brassicaceae familyasında tohum mikromorfolojisi türlerin ayırımında kullanılabilecek tohum karakterleri ihtiva etmektedir ([Brochmann, 1992](#); [Juan ve ark., 1999](#); [Koul ve ark., 2000](#); [Pınar ve ark., 2007](#); [Karaismailoğlu, 2019](#)). Tohum rengi, tohum boyutları ile ornamentasyon bu karakterler içerisinde daha öne çıkmaktadır. [Pınar ve ark. \(2007\)](#), *Aethionema* cinsinde yer alan 17 tür arasında *A. grandiflorum* taksonun en büyük tohumlara sahip olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmada ise *A. coridifolium* türünün K. Ertuğrul-5840 numaralı örneğinin diğer türlerden daha büyük tohumlara sahip olduğu tespit edilmiştir. *Aethionema* cinsinde tohum şekli daha önce yapılmış araştırmalarda dikdörtgensel, eliptik ve orak şekilli, genişçe ovat ve ovat tohumlar rapor edilmiştir ([Pınar ve ark., 2007](#); [Karaismailoğlu, 2019](#)).

Tohum rengi açısından incelenen türler değerlendirildiği zaman açık kahverengi ya da kahverengi tohumlar tespit edilmiştir. [Pınar ve ark. \(2007\)](#), ayrıca koyu yeşil renkli tohumlara da rastlamıştır. [Karaismailoğlu \(2019\)](#) ise kahverengi-gri renkli tohumlar gözlemlediğini bildirmiştir.

Tohum yüzey ornamentasyonu açısından [Pınar ve ark. \(2007\)](#) dört farklı tohum yüzey tipi belirlemiştir. Araştırmamızda incelenen *A. grandiflorum*, *A. coridifolium* ve *A. pulchellum* türlerinde retikulat-verrukat tohum yüzey ornamentasyonu tespit edilmiştir. Türlerin retikulat ornamentasyon yapısında duvarların belirgin ya da belirgin olmaması dikkat çekmektedir. Bu durum türler arasında farklılık göstermektedir.

A. grandiflorum, *A. coridifolium* ve *A. pulchellum* türlerine ait popülasyonların kromozom sayısı ve total uzunlukları Çizelge 4.6.'da verilmiştir. İncelenen popülasyonların kromozom sayıları *A. grandiflorum* türünde $2n=4\times=24$, *A. coridifolium* türünde $2n=4\times=24$, *A. pulchellum* türünde $2n=6\times=36$ ve $2n=8\times=48$ olarak tespit edilmiştir. İncelenen popülasyonların total haploit kromozom uzunluğu 12.91-26.84 μm arasında değişmektedir. *A. grandiflorum* türüne ait daha önce sayımlar ($n=12$, 14, 24; [Jaretzky \(1932\)](#); [Maassoumi \(1980\)](#); [Al-Shehbaz ve Al-Omar \(1982\)](#) bulunmakta olup sonuçlarımızla nispeten uyumludur. *A. coridifolium* türüne ait daha önce sayımlar ($2n=24$, [Manton \(1932\)](#)) bulunmakta olup sonuçlarımızla uyumludur. İncelenen *A. pulchellum* türünün kromozom sayısı ve morfolojisi ilk kez bu çalışmada rapor edilmiştir.

Kromozom araştırmaları taksonları birbirinden ayırmak için kullanılabilir çünkü genel olarak kromozomlardaki homoplasi çok düşüktür ve bu filogenetik ilişkilerin aydınlatılmasında güvenilir bir karakter sağlayabilir ([Mandáková ve Lysak, 2008](#)). Bu bilgi incelenen *Aethionema* taksonlarından elde edilen sitolojik bulgularla uyumludur. [Warwick ve Al-Shehbaz \(2006\)](#) tarafından $\times=7$ ve 8, [Alagöz \(2010\)](#) tarafından $\times=7$, 11 ve 12 olarak temel kromozom sayısı rapor edilmiştir. Bu çalışmada incelenen taksonların temel kromozom sayısı $\times=6$ olarak bulunmuştur. Bu durum *Aethionema* cinsi içerisinde ilk rapordur. Ayrıca [Guha-Mukherjee \(1973\)](#) Brassicaceae familyasının evriminde kromozom boyutunun önemli bir rolü olduğunu bildirmiştir. Bu çalışma oktoploid *A. pulchellum* türünün, tetraploid *A. grandiflorum* türünden daha büyük kromozom boyutuna ve sayısına sahip olduğu göstermiştir.

Kromozomların uzunlukları *A. pulchellum* türünde 0.90-1.28 μm , *A. grandiflorum* 0.91-1.43 μm ve *A. coridifolium* 0.85-1.56 μm arasında değişmektedir. [Karaismailoğlu \(2018\)](#) *A. speciosum* subsp. *speciosum* 1.82-3.47 μm ve *A. speciosum* subsp. *compactum*'da 1.13 ile 3.54 μm , [Alagöz \(2010\)](#) *A. arabicum*'da 0,76 ile 1,21 μm , *A. cordatum*'da 0,68 ile 1,38 μm ve *A. oppositifolium*'da 2,50 ile 5,68 μm arasında kromozom uzunluklarının değiştiği rapor edilmiştir. Literatürde bildirilen *A. oppositifolium*'un kromozom uzunluğu bu çalışma incelenen taksonlardan daha uzundur.

İncelenen taksonların karyotipleri simetrik, kromozomlarının tamamı metasentriktir. Mevcut bilgilerimize göre, *A. oppositifolium* türünün karyotip formülü $5m+2\text{ sm}$, *A. speciosum* subsp. *speciosum* alttürünün $4m+3\text{sm}+4\text{st}+t$ ve *A. speciosum* subsp. *compactum* alt $9m+5\text{sm}+st+3t$ olarak bildirilmiştir ([Karaismailoğlu, 2018](#)).

İncelenen taksonların sentromerik indeksi ve ortalama sentromerik asimetrik indeksi hesaplanmıştır. *A. coridifolium* türünde sentromerik indeks 47 μm , *A. grandiflorum* 44-47 μm ve *A. pulchellum* türünde 46 olarak değişmektedir. [Karaismailoğlu \(2018\)](#) tarafından *Aethionema* taksonları için sentromerik indeks 19.01-48.87 μm olarak rapor edilmiş olup, sonuçlarımız ile uyumludur.

Karyosistematik, türler veya popülasyonlar arasındaki genetik ilişkiyi ve farklılaşmayı tanımlamak için bahsetmeye değer çıkarımlardan biri olarak kabul edilmektedir ([Guerra, 2008](#)). Simetrik karyotipler evrimde ilkel olarak kabul edilmesine rağmen, asimetrik karyotipler türleşmenin arkasındaki itici güç olarak kabul edilmektedir ([Stebbins, 1970](#)). CV_{CI} ve CV_{CL} indeksleri, varyasyonları kavramak ve çeşitliliğin heterojenliği hakkında bilgi elde etmek için güvenilir indisler olarak kabul edilmektedir. *Brassica* taksonları için CV_{CI} değerleri 0.64 ile 13.81 μm arasında ve

CV_{CL} değerleri 16.87-27.53 µm arasında değişen geniş bir varyasyon içerdęi rapor edilmiştir ([Akbar ve Begum, 2020](#)). *Arabis* taksonlarında CV_{CI} değerleri 6.48-9.23 µm arasında ve CV_{CL} değerleri 11.17-21.25 µm arasında değişmektedir ([Şirin, 2020](#)). Bu çalışmada CV_{CI} (1.31-4.27 µm) ve CV_{CL} (9.27-18.26 µm) arasında değişmektedir. Literatür [Akbar ve Begum \(2020\)](#); [Şirin \(2020\)](#) ile kıyaslandığında *A. grandiflorum*, *A. coridifolium* ve *A. pulchellum* taksonlarında nispeten simetrik kromozomlara sahiptir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Aethionema cinsine ait üç takson üzerine yapılan bu çalışmanın morfolojik çalışmalar sonucunda meyve boyutları, genel şekli, kanat uzunluğu, kanat kenarı, sinüs açıklığı gibi karakterlerin türler arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Tohum mikromorfolojik karakterlerinden ise tohum şekli, tohum boyutları, epidermis hücre duvar yapısı türlerin ayrımı konusunda kullanılabilecek karakterler olarak belirlenmiştir.

Palinomorfolojik karakterler kapsamında ise polen ve muri boyutları ile şekilleri ve apertür tiplerinin taksonların ayrımında kullanılabilecek karakterler olarak tespit edilmiştir.

Karyolojik çalışmalar kapsamında *Aethionema* türlerinde kromozomların oldukça küçük olduğu belirlenmiş, bu durumun kromozom morfolojisinin tam olarak ortaya çıkarılmasını sınırladığı tespit edilmiştir.

5.2 Öneriler

Çiçek, meyve ve tohum morfolojisiyle ilgili cinsin tüm taksonlarını kapsayan çalışmalar yapılarak taksonomik açıdan problemlili olan *Aethionema* cinsindeki taksonomik sorunlar giderilebilir.

Ayrıca, cinsin tüm taksonlarında palinolojik karakterlerin ve tohum mikromorfolojik karakterlerin belirlenmesi cinsin taksonlarının ayrımında kullanılabilecektir.

Kromozom sayısının yeterli olmadığı durumlarda *Aethionema* taksonlarıyla ilgili detaylı karyolojik çalışmalar flow sitometri yöntemleriyle DNA miktarı ve piloidi seviyesi belirlenerek gerçekleştirilebilir. Ayrıca floresan yöntemlerle kromozom boyaması yapılarak cinsin karyolojik eksiklikleri tamamlanabilir.

KAYNAKLAR

- Abdel Khalik, K., Van Den Berg, R., Van Der Maesen, L. ve El Hadidi, M., 2002, Pollen morphology of some tribes of Brassicaceae from Egypt and its systematic implications, *Feddes Repertorium: Zeitschrift für botanische Taxonomie und Geobotanik*, 113 (3-4), 211-223.
- Adıgüzel, N., 2000, *Aethionema* R. Br. , In: Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Eds: Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. ve Başer, K. H. C., *Edinburgh: Edinburgh University Press*, p. 31-34.
- Akbar, F. ve Begum, K. N., 2020, A comparative anatomical investigation of three taxa of *Brassica* L. from Bangladesh, *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, 27 (1), 15-26.
- Al-Shehbaz, I. ve Al-Omar, M., 1982, In IOPB chromosome number reports LXXVI, *Taxon*, 31, 587-589.
- Al-Shehbaz, I. A., 1984, The tribes of Cruciferae (Brassicaceae) in the southeastern United States, *Journal of the Arnold Arboretum*, 65 (3), 343-373.
- Al-Shehbaz, I. A., Mutlu, B. ve Dönmez, A. A., 2007, The Brassicaceae (Cruciferae) of Turkey, Updated, *Turkish Journal of Botany*, 31, 327-336.
- Al-Shehbaz, I. A., 2012, A generic and tribal synopsis of the Brassicaceae (Cruciferae), *Taxon*, 61 (5), 931-954.
- Alagöz, A. S., 2010, Konya Çevresindeki bazı *Aethionema* R. Br. (Cruciferae) Türleri Üzerine Karyolojik Araştırmalar, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-36.
- Ančev, M. E., 1976, In IOPB chromosome number reports. LIII. Edited by Löve, A. *Taxon* 25: 483-500.
- Anchev, M. ve Deneva, B., 1997, Pollen morphology of seventeen species from family Brassicaceae (Cruciferae), *Phytologia Balcanica*, 3 (2-3), 75-82.
- Andersson, I., Carlström, A., Franzén, R., Karlén, T. ve Nybom, H., 1983, A revision of the *Aethionema saxatile* complex (Brassicaceae), *Willdenowia*, 3-42.
- Appel, O. ve Al-Shehbaz, I. A., 2002, Cruciferae, In: The Families and Genera of Vascular Plants, Eds: Kubitzki, K. ve Bayer, C., *Berlin: Springer-Verlag*, p. 75-174.
- Arora, A. ve Modi, A., 2011, Pollen morphology of some desertic Crucifers, *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 1 (1), 11-15.
- Atçeken, M. M., Dural, H. ve Citak, B. Y., 2016, The morphological, anatomical and palynological investigations on some taxa of genus *Aethionema* AT Waiton (Brassicaceae), *Biological Diversity and Conservation*, 9 (1), 55-68.
- Baltisberger, M., 1995, Cytological data of Albanian plants, *Candollea*, 50, 457-493.
- Bona, M., 2013, Seed-coat microsculpturing of Turkish *Lepidium* (Brassicaceae) and its systematic application, *Turkish Journal of Botany*, 37 (4), 662-668.
- Brochmann, C., 1992, Pollen and seed morphology of *Nordic draba* (Brassicaceae): phylogenetic and ecological implications, *Nordic Journal of Botany*, 12 (6), 657-673.
- Çeter, T., Geven, F., Şahin, A. A. ve Çeter, S., 2018, Examination of pollen morphology of some *Aethionema* (Brassicaceae), from Turkey, *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology*, 27 (1), 11-24.
- Davis, P., Mill, R. ve Tan, K., 1988, Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh Univ. Press, UK, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh Univ. Press, UK.*, -.
- De Montmollin, M. ve Leplat, J., 1984, Les cadres travaillent-ils? A propos d'un ouvrage de Luc Boltanski, *Le travail humain*, 47 (1), 89-93.

- Doğan, C. ve İnceoğlu, O., 1990, Pollen morphology of some *Isatis* L. taxa in Turkey, *Turkish Journal of Botany*, 14, 12-31.
- El Naggar, S., 2005, Seed coat micro-sculpturing and the systematic of the Egyptian Brassicaceae (*Magnoliopsida*), *Flora Mediterranea*, 15, 581-598.
- Erdtman, G., 1952, Literature on Palynology. XV, *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 74 (1), 25-43.
- Ertuğrul, K., 2012, *Aethionema* Aiton., In: Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Eds: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M. T., *İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği* yayını, p. 246-248.
- Ertuğrul, K., Hamzaoglu, E., Demirelma, H., Uysal, T., Bozkurt, M., Şirin, E., Çitak, B. Y. ve Al-Shehbaz, I. A., 2021, *Aethionema aytachii* (Brassicaceae): A new species from central Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Botany*, 45 (6), 563-572.
- Favarger, C. ve Huynh, K., 1964, In IOPB Chromosome number reports II, *Taxon*, 13 (6), 204.
- Favarger, C., 1965, Notes de caryologie alpine. IV, *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. Nat.*, 88, 5-60.
- Favarger, C., 1969, In IOPB chromosome number reports. XXII. , In: A. *Taxon* Eds: Löve, p. 433-442.
- Franzen, R. ve Gustavsson, L.-Å., 1983, Chromosome numbers in flowering plants from the high mountains of Sterea Ellas, Greece, *Willdenowia*, 101-106.
- Franzén, R., 1986, *Aethionema*, In: In Mountain flora of Greece, Eds: Strid, A., *Cambridge, England*, p. 326-331.
- Galland, N., 1988, Recherche sur l'origine de la flore orophile du Maroc etude caryologique et cytogeographique. Travaux de l'Institut Scientifique, *Université Mohammed V. Série Botanique*, 35, 1-168.
- Ghaffari, S., 1986, Chromosome number reports XCIII, *Taxon*, 35, 900-901.
- Ghaffari, S., 1987, Chromosome number reports XCVI, *Taxon*, 36, 659.
- Ghaffari, S., 1988, Études chromosomiques de quelques Phanérogames d' Iran, II, *Bull. Soc. Neuchâtel. Sci. nat*, 3, 91-94.
- Golblatt, D. S., 1996, Social Theory and the Environment *Westview Press*.
- Guerra, M., 2008, Chromosome numbers in plant cytotaxonomy: concepts and implications, *Cytogenetic and Genome research*, 120 (3-4), 339-350.
- Guha-Mukherjee, S., 1973, Genotypic differences in the in vitro formation of embryoids from rice pollen, *Journal of Experimental Botany*, 24 (1), 139-142.
- Hedge, I., 1976, Systematic and Geographical Survey of the Old World Cruciferae, In: The Biology and Chemistry of the Cruciferae, Eds: Vaughan, J. G., Macleod, A. J. ve Jones, B. M. G., *London, New York, San Francisco: Academic Press*, p. 1-45.
- Hedge, I. C., 1965, *Aethionema* R.Br., In: Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Eds: Davis, P. H., *Edinburg: Edinburg University Press*, p. 314-330.
- Hoda A., Martin L. ve S., I., 2005, Chromosomal localization of rDNA in the Brassicaceae, , *Genome*, 48.
- Humphries, C. J., 1978, Chromosome numbers of phanerogams from Morocco and Algeria.
- İnceoğlu, Ö. ve Karamustafa, F., 1977, The Pollen Morphology of Plants in Ankara Region V, *Plantaginaceae. Communications, Series C*, 2, 145-149.
- Jaretsky, R., 1932, Beziehungen zwischen Chromosomenzahl und Systematik bei den Cruciferen, *Jahrb Wiss Bot*, 76, 485-527.

- Juan, R., Pastor, J. ve Fernandez, I., 1999, Morphological and anatomical studies of *Linaria* species from south-west Spain: seeds, *Annals of Botany*, 84 (1), 11-19.
- Kandemir, A., Aytaç, Z. ve Fişne, A. Y., 2017, *Aethionema erzincanum* (Brassicaceae), a new species from Turkey, *Annales Botanici Fennici*, 1-5.
- Karabacak, O., Öztürk, M. ve Duran, A., 2013, *Aethionema anatolica* (Brassicaceae), a new species from South Anatolia, Turkey, *Annales Botanici Fennici*, 183-186.
- Karaismailoğlu, M. C., 2017, Palynological features of eleven *Aethionema* taxa from Turkey and their systematic implications, *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, 24 (2), 197-204.
- Karaismailoğlu, M. C., 2018, Comparison of the karyotype analyses of two *Aethionema speciosum* subspecies from Turkey, *Caryologia*, 71 (2), 128-132.
- Karaismailoğlu, M. C. ve Erol, O., 2018, Seed structure and its taxonomic implications for genus *Thlaspi* sensu lato sections *Nomisma*, *Thlaspi*, and *Pterotropis* (Brassicaceae), *Turkish Journal of Botany*, 42 (5), 591-609.
- Karaismailoğlu, M. C., 2019, Comparative morphology and anatomy of seeds of some *Aethionema* WT Aiton (Brassicaceae) taxa from Turkey, *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, 26 (1), 1-12.
- Kaya, A., Ünal, M., Özgökçe, F., Doğan, B. ve Martin, E., 2011, Fruit and seed morphology of six species previously placed in *Malcolmia* (Brassicaceae) in Turkey and their taxonomic value, *Turkish Journal of Botany*, 35 (6), 653-662.
- Kaya, A., Ünal, M., Özgökçe, F., Doğan, B. ve Martin, E., 2017, Pollen morphology of six species previously placed in *Malcolmia* (Brassicaceae) in Turkey, *Bangladesh Journal of Botany*, 46 (2), 623-629.
- Khosravi, A. ve Maassoumi, A., 1998, Contribution to the cytotaxonomy of some Cruciferae from Iran, *Iranian Journal of Botany*, 7, 193-206.
- Koch, M. A., Kiefer, C., Ehrich, D., Vogel, J., Brochmann, C. ve Mummenhoff, K., 2006, Three times out of Asia Minor: the phylogeography of *Arabis alpina* L. (Brassicaceae), *Molecular Ecology*, 15 (3), 825-839.
- Koul, K., Nagpal, R. ve Raina, S., 2000, Seed coat microsculpturing in *Brassica* and allied genera (subtribes *Brassicinae*, *Raphaninae*, *Moricandiinae*), *Annals of Botany*, 86 (2), 385-397.
- Kupfer, P., 1974, Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées.
- Kupfer, P., 1980, Contribution à la cytotaxonomie de quelques orophytes Iranien.
- Larsen, K., 1955, Cytotaxonomical Studies on the Mediterranean Flora, *Botaniska notiser*, 108, 268-275.
- Lovka, M., Susnik, F., Löve, A. ve Löve, D., 1971, Reports, *IOPB chromosome number reports XXXIV. Taxon*, 20, 785-797.
- Luque, T. ve Lifante, Z. D., 1991, Chromosome numbers of plants collected during Iter Mediterraneum I in the SE of Spain, *Bocconeia*, 1 (1), 303-364.
- Lysak, M. A., Koch, M. A., Beaulieu, J. M., Meister, A. ve Leitch, I. J., 2009, The dynamic ups and downs of genome size evolution in Brassicaceae, *Molecular Biology and Evolution*, 26 (1), 85-98.
- Maassoumi, A., 1980, Crucifères de la flore d'Iran. Etude Caryosystematique, *Thesis*, 1-83.
- Mandáková, T. ve Lysak, M. A., 2008, Chromosomal phylogeny and karyotype evolution in $x=7$ crucifer species (Brassicaceae), *The Plant Cell*, 20 (10), 2559-2570.
- Manton, I., 1932, Introduction to the general cytology of the Cruciferae, *Annals of Botany*, 46 (183), 509-556.

- Marhold, K., 2012, Phylogeny and systematics of Brassicaceae-Introduction, *Taxon*, 61 (5), 929-930.
- Moazzeni, H., Al-Shehbaz, I. A., German, D. A., Assadi, M., Müller, J., Joharchi, M. R. ve Memariani, F., 2018, A Taxonomic Revision of the Genus *Aethionema* sl (Brassicaceae) in Iran, In: *Phytotaxa*, Eds, p. 241-266.
- Moazzeni, M. H. ve Ghiabaklou, Z., 2016, Investigating the Influence of Light Shelf Geometry Parameters on Daylight Performance and Visual Comfort, a Case Study of Educational Space in Tehran, Iran, *Buildings*, 6 (3), 26.
- Murín, A., Májovsky, 1983, Karyological study of Slovakian flora. IV. Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comenianae, Bot., *Botanical Journal of the Linnean Society*, 30, 1-16.
- Mutlu, B. ve Erik, S., 2012, Pollen Morphology and its Taxonomic Significance of The Genus *Arabis* (Brassicaceae) in Turkey, *Plant Systematics and Evolution*, 298 (10), 1931-1946.
- Orcan, N. ve Binzet, R., 2002, The Anatomical and Palynological Properties of *Alyssum obtusifolium* Steven ex DC.(Brassicaceae), *Turkish Journal of Botany*, 27 (1), 63-68.
- Pavlova, D., 2007, A new species of *Aethionema* (Brassicaceae) from the Bulgarian Flora, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 155 (4), 533-540.
- Phitos, Snogerup, Dimitrios ve Sven, 1973, New Species of *Aethionema* from Skiros, Greece, *Botaniska notiser*.
- Phitos, D. ve Kamari, G., 1973, Cytologische Untersuchungen an einigen Griechischen Blütenpflanzen (*Centaurea*, *Aethionema*), *Biol. Gallo-Hellen*, 4, 147-151.
- Pınar, N. M., Adiguzel, N. ve Geven, F., 2007, Seed Coat Macrosculpturing in Some Turkish *Aethionema* R. BR.(Brassicaceae), *Pakistan Journal of Botany*, 39 (4), 1025.
- Pınar, N. M., Duran, A., Çeter, T. ve Tuğ, G. N., 2009, Pollen and Seed Morphology of the Genus *Hesperis* L.(Brassicaceae) in Turkey, *Turkish Journal of Botany*, 33 (2), 83-96.
- Polatschek, A., 1983, Chromosomenzahlen und Hinweise auf Systematik und Verbreitung von Brassicaceae-Arten aus Europa, Nordafrika, Asien und Australien, *Phyton*, 23 (1), 127-139.
- Puech, S., 1963, Introduction à une Monographie d'Anduze (Gard): Étude Écologique et Caryosystématique de Quelques Taxa Cévenols, *Nat Monspel Sér Bot*, 15, 125-129.
- Puech, S., 1968, Etude Biosystématique de Quelques Taxons de la Bordure Cévenole Calcaire de la Région d'Anduze (Gard), p.
- Punt, W., Hoen, P., Blackmore, S., Nilsson, S. ve Le Thomas, A., 2007, Glossary of pollen and spore terminology, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143 ((1-2)), 1-81.
- Rollins, R. C., Banerjee, U. C. ve Rüdenberg, L., 1979, Dithyrea and a related genus (Cruciferae), *Publ. Bussey Inst. Harvard Univ.*, 3-20.
- Rollins, R. C., 1993, The Cruciferae of Continental North America *Stanford*, Stanford University Press, p.
- Stebbins, G. L., 1970, Chromosomal Evolution in Higher Plants, *Addison-Wesley*, Menlo Park, p.
- Strid, A. ve Franzén, R., 1981, In IOPB Chromosome Number Reports, In: A. Taxon, Eds: Löve, p. 829-861.
- Strid, A., 1985, Chromosome Numbers of Greek Mountain Plants. An Annotated List of 115 Species, *Bot. Jahrb. Syst.*, 107, 203-228.

- Şirin, E., 2020, Cytotaxonomy of Five *Arabis* L.(Brassicaceae) Species Endemic to Turkey, *Phytotaxa*, 439 (1), 85-92.
- Van Loon ve Kieft, B., 1980, In IOPB Chromosome Number Reports, In: A. Taxon, Eds: Löve, p. 533-547.
- Warwick, S. ve Al-Shehbaz, I., 2006, Brassicaceae: Chromosome Number Index and Database on CD-Rom, *Plant Systematics and Evolution*, 259 (2), 237-248.
- Wilhelmsson, P. K. I., Chandler, J. O., Fernandez-Pozo, N., Graeber, K., Ullrich, K. K., Arshad, W., Khan, S., Hofberger, J. A., Buchta, K., Edger, P. P., Pires, J. C., Schranz, M. E., Leubner-Metzger, G. ve Rensing, S. A., 2019, Usability of reference-free transcriptome assemblies for detection of differential expression: a case study on *Aethionema arabicum* dimorphic seeds, , *Bmc Genomics*, 95.
- Wodehouse, R. P., 1935, Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine, *New York*, McGraw-Hill Book Company, p.
- Yıldırım, Ş. ve Kılıç, Ö., 2016, New infrageneric taxa and species of *Aethionema* W.T. Aiton (Brassicaceae) and their current key from Turkey, *Ot Sistemik Botanik Dergisi*, 23 (1-2), 1-6.
- Yıldırım, Ş. ve Kılıç, Ö., 2018, A new species of *Aethionema* (Brassicaceae), *A. adiyamanense* from Turkey, *Ot Sistemik Botanik Dergisi*, 25 (1), 25-30.
- Zohary, M., 1948, Follicular Dehiscence in Cruciferae, *Lloydia*, 11, 226-228.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Büşra YILMAZOĞLU
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Anadolu Lisesi, Selçuklu, Konya	2013
Üniversite	: Gazi Üniversitesi Polatlı Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji, Polatlı, Ankara	2017
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, İş Sağlığı ve Güvenliği, Selçuklu, Konya	2020
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji, Selçuklu, Konya	2022

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015	Başkent Üniversitesi Hastanesi	Stajyer Biyolog
2016	Selçuk Üniversitesi Hastanesi	Stajyer Biyolog
2017	Şevket Raşit Hatipoğlu Anadolu Lisesi	Stajyer Öğretmen
2018	Derbent Çok Programlı Anadolu Lisesi	Ücretli Öğretmen

UZMANLIK ALANI

Biyoloji

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

Pedagojik Formasyon Belgesi

YAYINLAR

Ertuğrul, K., Uysal, T., Yılmazoğlu, B., Bozkurt, M., Şimşek Sezer, E. N.
Muscari babachii türünün kromozom sayısı ve morfolojisi
 2nd International Congress on Plant Biology, 20-23 June 2019, Samsun

Yılmazoğlu, B., Şimşek Sezer, E. N., Uysal, T., Awan, A.
 Antioxidative Potential of the Ethanolic Extract of *Chenopodium botrys* L.
 The Sixth International Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants,
 15-17 October 2020, İzmir