

T.C.

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kırıkkale’deki Boraginaceae Familyasına Ait Bazı Türler Üzerinde
Mikromorfolojik Bir Araştırma

Zeynep Cankurtaran

ŞUBAT 2017

ÖZET

KIRIKKALE’DEKİ BORAGINACEAE FAMILİYASINA AİT BAZI TÜRLER ÜZERİNDE MİKROMORFOLOJİK BİR ARAŞTIRMA

CANKURTARAN, Zeynep

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Yusuf MENEMEN

Şubat 2017, 60 sayfa

Bu çalışmada Kırıkkale’de yayılış gösteren Boraginaceae familyasına ait 8 cins mikromorfolojik yönden araştırılmıştır. Araziden toplanan bitki örneklerinin tayini Türkiye Florasına göre yapılmıştır. Tayin edilen taksonların nutletleri, polenleri ve yaprak trikomları stereo, ışık ve taramalı elektron mikroskoplarında (SEM) incelenmiştir. Nutlet boyutları, nutlet şekli, tüberküllerin varlığı, papillaların varlığı ve şekli, diken varlığı taksonları ayırmak için önemli nutlet karakterleri olarak gözlenmiştir. *Moltkia coerulea* en büyük nutlet ölçülerine sahip olmasıyla, *Echium italicum* ve *Anchusa azurea* dikdörtgenimsi de olabilen şekliyle, *Onosma isaurica* tüberkülsüz nutlet yüzeyiyle ve *Lappula barbata* nutlet dikenleriyle diğerlerinden ayrılmıştır.

Yapılan bu çalışmada Boraginaceae familyası europalynous olup, morfolojik olarak geniş bir yelpazede polenlere sahip olduğu gözlenmiştir. Polen şekli prolata, subprolata veya perprolata, isopolar veya heteropolarlardır. Tektum yüzeyi perforat, psilat, skabrat ya da granülat olarak tespit edilmiştir. *Nonea stenosolen* ve *A. azurea*’da ekvatorial

retikuluma rastlanmıştır. Polen kolporat olup apertür sayısı 3 ile 10 arasında değişmektedir; *O. isaurica*'da 3-sinkolporat iken *M. coerulea*'da 10-kolporat olarak bulunmuştur.

Yaprak trikomları çalışmasında 6 farklı tipte trikom tespit edilmiştir. Bunlar, tabanı tüberküllü seta, tabanı tüberkülsüz seta, tabanında tüberkülden yıldızsı dizilmiş trikomların çıktığı seta, kurdela şeklindeki trikom, nispeten çok küçük glandular trikom ve su kabağı şeklinde ucu uzun ve konik trikomlardır. *Heliotropium europaeum* su kabağı şeklindeki, *O. isaurica* tabanındaki tüberkülden yıldızsı dizilmiş trikomların çıktığı setasıyla diğerlerinden kolayca ayrılır. Ayrıca trikom yüzeyi de taksonları ayırmada kullanılabilecek bir özelliktir. *M. coerulea* derin oyuklu iri tüberkülleriyle diğerlerinden ayrılmıştır.

Gerçekleştirilen Neighbour-Joining Analizi ağacında *L. barbata* ve *M. coerulea*; *Neatostema apulum* ve *A. azurea*; *O. isaurica*, *E. italicum* ve *H. europaeum* aynı dal üzerinde ortaya çıkmıştır. Bu durum aynı dal üzerindeki taksonların birbirine diğerlerine göre daha yakın akraba olduklarını ifade etmektedir. *N. stenosolen* çalışılan diğer tüm türlerden ayrı olarak ağaç üzerinde konumlanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Anchusa*, *Echium*, *Heliotropium*, *Lappula*, *Moltkia*, *Neatostema*, *Nonea*, *Onosma*, Boraginaceae, *Hodangiller*, nutlet, polen, trikom.

ABSTRACT

A MICROMORPHOLOGICAL STUDY ON SOME SPECIES OF THE FAMILY BORAGINACEAE IN KIRIKKALE

CANKURTARAN, Zeynep

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, M.Sc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf MENEMEN

February 2017, 60 pages

In this study, 8 species belonging to Boraginaceae family which is distributed in Kırıkkale have been investigated in terms of the micromorphological point of view. The plant specimens collected from the field were identified according to the Turkish Flora. Nutlets, pollen and leaf trichomes of the assigned taxa were examined in stereo, light and scanning electron microscopes (SEM). Nutlet sizes, nutlet shapes, the presence of tubercles, the presence and shape of papillae, and the presence of glochids have been observed as important nutlet characters to separate the taxa. *Moltkia coerulea* by having the biggest nutlet size, *Echium italicum* and *Anchusa azurea* by their occasionally oblong nutlet shape, *Onosma isaurica* and *Lappula barbata* by their nutlet surface without tubercles and with glochids respectively, are separated from the others.

In this study, it was observed that Boraginaceae family is eurolpynous and has a morphologically wide range of pollen grains. Pollen prolate, subprolate or perprolate,

isopolar or heteropolar. The surface of the tectum was identified as perforate, psilate, scabrate or granulate. Equatorial reticulum was found in *Nonea stenosolen* and *A. azurea*. Pollen is colporate and the number of apertures ranges from 3 to 10; it is 3-sinkolporate in *O. isaurica* and 10-colporate in *M. coerulea*.

Six different types of trichomes were detected in the leaf trichome study. These are seta with tuberculated base, seta without tuberculated base, seta with star-like trichomes arranged on the tuberculated base, trichome in the form of ribbon, relatively small glandular trichome and gourd shaped, long and conical trichome. *H. europaeum* by having gourd shaped trichome. *O. isaurica* by seta with star-like trichomes arranged on the tuberculated base can easily be separated from the others. In addition, the surface of the trichom is a feature that can be used to separate the taxa. *M. coerulea* is separated from other taxa by its trichome surface with deep grooved large tubercles.

In the Neighbor-Joining analysis dendogram, *L. barbata* and *M. coerulea*; *Neatostema apulum* and *A. azurea*; *O. isaurica*, *E. italicum* and *H. europaeum* appeared on the same branch. This implies that the taxa on the same branch are closer to each other than the others. *N. stenosolen* is located on the tree separately from all other species studied.

Keywords: *Anchusa*, Boraginaceae, *Echium*, *Heliotropium*, *Hodangiller*, *Lappula*, *Moltkia*, *Neatostema*, nutlet, *Nonea*, *Onosma*, pollen, trichome.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince tez danışmanlığımı yürüten, çalışmamı sürdürmemde desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf MENEMEN'e içtenlikle teşekkür ederim. Preparat hazırlanması ve arazi çalışmalarında beni yalnız bırakmayan Kırıkkale Üniversitesi Biyoloji Bölümü Doktora öğrencisi Sayın Ayşe ERDEN, KÜBTUAM (Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Teknik Uygulama ve Araştırma Merkezi)'a yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca çalışmam süresince maddi manevi hiçbir desteği esirgemeyen ve her zaman yanımda olan ablam Neşe CANKURTARAN, eşim Abdulaziz BOZOĞLAN'a ve annem Menekşe KILINÇARSLAN'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	SAYFA
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. İncelenen Türlerin Taksonomisi.....	2
1.2. Boraginaceae Ailesi Üzerine Yapılan Mikromorfolojik Çalışmalar.....	3
1.3. Tez Çalışmasının Amacı.....	6
2. MATERYAL ve YÖNTEM	7
2.1. Arazi Çalışması ve Morfolojik İnceleme.....	7
2.2. Palinolojik İnceleme.....	8
2.2.1. Polenlerin İncelemeye Hazırlanması ve Asetoliz Yöntemi	
Basamakları.....	9
2.2.2. Polen Ölçümleri.....	10
2.3. Nutlet Mikromorfolojisi.....	11
2.4. Yaprak Trikomlarının Mikromorfolojisi.....	12
2.5. Filogenetik Analiz.....	13
3. BULGULAR	18
3.1. İncelenen Taksonların Nutletlerine Ait Bulgular.....	18
3.1.1. <i>Nonea stenosolen</i> Boiss & Bal.	18
3.1.2. <i>Lappula barbata</i> Gürke.....	19
3.1.3. <i>Moltkia coerulea</i> Lehm.	20
3.1.4. <i>Neatostema apulum</i> L.	21
3.1.5. <i>Onosma isaurica</i> Boiss. & Heldr.	22
3.1.6. <i>Anchusa azurea</i> Mill.....	23

3.1.7. <i>Echium italicum</i> L.....	24
3.1.8. <i>Heliotropium europaeum</i> L.....	25
3.2. İncelenen Taksonlar Üzerinde Elde Edilen Palinolojik Bulgular.....	27
3.2.1. <i>Nonea stenosolen</i> Boiss & Bal.....	28
3.2.2. <i>Lappula barbata</i> Gürke.....	29
3.2.3. <i>Moltkia coerulea</i> Lehm.....	30
3.2.4. <i>Neatostema apulum</i> L.....	31
3.2.5. <i>Onosma isaurica</i> Boiss. & Heldr.	32
3.2.6. <i>Anchusa azurea</i> Mill.....	33
3.2.7. <i>Echium italicum</i> L.	34
3.2.8. <i>Heliotropium europaeum</i> L.	35
3.3. İncelenen Taksonların Yaprak Trikomlarına Ait Bulgular.....	37
3.3.1. <i>Nonea stenosolen</i> Boiss & Bal.....	38
3.3.2. <i>Lappula barbata</i> Gürke.....	39
3.3.3. <i>Moltkia coerulea</i> Lehm.	40
3.3.4. <i>Neatostema apulum</i> L.....	41
3.3.5. <i>Onosma isaurica</i> Boiss. & Heldr.	42
3.3.6. <i>Anchusa azurea</i> Mill.....	43
3.3.7. <i>Echium italicum</i> L.	44
3.3.8. <i>Heliotropium europaeum</i> L.	45
3.4. FİLOGENETİK ANALİZ BULGULARI.....	47
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA.....	51
KAYNAKLAR.....	55

SİMGELER DİZİNİ

ADO: Kırıkkale Üniversitesi Herbariumu

HUB: Hacettepe Üniversitesi Herbariumu

PAUP: Phylo genetic Analysis Using Parsimony

E: ekvatorial eksen

P: polar eksen

P/E: ekvatorial eksen / polar eksen

µm: mikrometre

mm: milimetre

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

SAYFA

3.1.1. <i>Nonea stenosolen</i> nutletinin SEM görüntüleri.....	18
3.1.2. <i>Lappula barbata</i> nutletinin SEM görüntüleri.....	19
3.1.3. <i>Moltkia coerulea</i> nutletinin SEM görüntüleri.....	20
3.1.4. <i>Neatostema apulum</i> nutletinin SEM görüntüleri.....	21
3.1.5. <i>Onosma isaurica</i> nutletinin SEM görüntüleri.....	22
3.1.6. <i>Anchusa azurea</i> nutletinin SEM görüntüleri.....	23
3.1.7. <i>Echium italicum</i> nutletinin SEM görüntüleri.....	24
3.1.8. <i>Heliotropium europaeum</i> nutletinin SEM görüntüleri.....	25
3.2.1. <i>Nonea stenosolen</i> poleninin SEM görüntüleri.....	28
3.2.2. <i>Lappula barbata</i> poleninin SEM görüntüleri.....	29
3.2.3. <i>Moltkia coerulea</i> poleninin SEM görüntüleri	30
3.2.4. <i>Neatostema apulum</i> poleninin SEM görüntüleri.....	31
3.2.5. <i>Onosma isaurica</i> poleninin SEM görüntüleri.....	32
3.2.6. <i>Anchusa azurea</i> poleninin SEM görüntüleri.....	33
3.2.7. <i>Echium italicum</i> poleninin SEM görüntüleri.....	34
3.2.8. <i>Heliotropium europaeum</i> poleninin SEM görüntüleri	35
3.3.1. <i>Nonea stenosolen</i> yaprak trikomunun SEM görüntüleri.....	38
3.3.2. <i>Lappula barbata</i> yaprak trikomunun SEM görüntüleri.....	39
3.3.3. <i>Moltkia coerulea</i> yaprak trikomunun SEM görüntüleri.....	40
3.3.4. <i>Neatostema apulum</i> yaprak trikomunun SEM görüntüleri.....	41
3.3.5. <i>Onosma isaurica</i> yaprak trikomunun SEM görüntüleri.....	42
3.3.6. <i>Anchusa azurea</i> yaprak trikomunun SEM görüntüleri.....	43
3.3.7. <i>Echium italicum</i> yaprak trikomunun SEM görüntüleri.....	44
3.3.8. <i>Heliotropium europaeum</i> yaprak trikomunun SEM görüntüleri.....	45
3.4.1. Bu çalışma kapsamında incelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonun makro ve mikromorfolojikarakterleri kullanılarak "uncorrected p-distances" uzaklık matrisine göre gerçekleştirilen Neighbour-joining (NJ) ağacı.....	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

SAYFA

2.2.1. SEM’de inceleme için polen örneği alınan türler ve toplayıcı bilgileri.....	9
2.3.1. SEM’de inceleme için nutlet örneği alınan türler ve toplayıcı bilgileri.....	11
2.4.1. SEM’de inceleme için yaprak örneği alınan türler ve toplayıcı bilgileri	12
2.5.1. Numerik analizde kullanılan morfolojik, mikromorfolojik ve polen karakterlerinin karakter durumlarını gösteren transformasyon serileri.....	17
2.5.1.’in devamı. Numerik analizde kullanılan makromorfolojik ve mikromorfolojik karakterlerin karakter durumlarını gösteren transformasyon serileri	17
3.1.1. İncelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonun nutletlerinin mikromorfolojik özellikleri.....	26
3.2.1. İncelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonun polenlerinin mikromorfolojik özellikleri.....	36
3.3.1. İncelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonların yaprak trikomlarının mikromorfolojik özellikleri.....	46
3.4.1. Bu çalışma kapsamında incelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonun makro ve mikromorfoloji karakterleri kullanılarak gerçekleştirilen "uncorrected p-distances" uzaklık matrisi.....	48
3.4.1.’in devamı Bu çalışma kapsamında incelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonun makro ve mikromorfolojik karakterleri kullanılarak gerçekleştirilen "uncorrected p-distances"uzaklık matrisi	49

1. GİRİŞ

Türkiye coğrafik konumu, jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri, farklı tipler gösteren toprak yapısı ve değişik iklimsel göstergelerin etkisi altında bulunması nedeniyle zengin bir floraya sahiptir. Türkiye florası üzerinde yapılan ilk çalışma, Fransız Botanikçi Tournefort (1700) tarafından başlatılmış, yurdumuzla ilgili ilk önemli çalışma ise İsviçreli Botanikçi Boissier tarafından yayınlanan "Flora Orientalis" adlı 5 ciltlik eser (1867-1884) ve bu eserin ekidir (Boissier, 1888). İkinci önemli çalışma ise Davis (1965-1985) tarafından yazılan Flora of Turkey and the East Aegean Islands isimli 9 ciltlik eserdir. Bu eser, ilk ek cilt olan 10. cilt (Davis ve ark. 1988) ve sonradan büyük çoğunluğu Türk botanikçiler tarafından yayınlanan ikinci ek cilt olan 11. citle (Güner ve ark. 2000) tamamlanmıştır. 2014 yılında yeni bir flora çalışmasının ilk cildi yayınlanmıştır (Güner ve Ekim, 2014).

Ülkemizde doğal ya da doğallaşmış damarlı bitki taksonu sayısı 11077 olup, endemik bitki sayısı 3700 civarında ve endemizim oranı ise % 31, 82'dir (Güner, 2012).

Boraginaceae familyası dünyada 154 cins ve 2500 tür ile temsil edilmekte olup Kuzey ve Güney ılıman ve subtropikal alanlarında yayılış göstermektedir. Boraginaceae familyasının ülkemizde 34 cins, 325 tür, 16 alttür ve 16 varyatesi bulunmaktadır (Yıldırım, 2000; Özhatay, 2006; Binzet ve ark., 2009; Kandemir ve ark., 2010). Çoğu süs bitkisi, baharat ve boya maddesi elde edilmesinde kullanılan bu familya genellikle otsu, bazen çalimsı veya tırmanıcı bitkilerdir. Yapraklar basit, stipulsuz ve alternattır. Bitkinin gövdesi ve yaprakları genellikle sert tüylerle kaplıdır. Çok az cinsi (*cerinthe*) tüsüzdür. Çiçekler hermafrodit, aktinomorf, nadiren zigomorftur. Kaliks 5 sepallı, sepaller serbest veya birleşik; korolla 5 petallı, petaller birleşiktir. Androkeum 5 stamenli, stamenler korollaya birleşik, stamenler petallerin karşısındadır. Ginekeum bileşik 2 karpelli, 4 lokuluslu, stilus ginobazik, ovaryum üst durumludur. Meyve nuks, aken, nadiren drupa veya şizokarptır. Kırıkkale'de yayılış

gösteren yaklaşık 800-900 kadar damarlı bitki türü bulunmaktadır (Dönmez, 2002; Nugay ve ark., 2007; Bağcı ve ark., 2011).

Dönmez (2002) Kırıkkale Karagüney dağlarında yapmış olduğu çalışmada 39 Boraginaceae türü, Bağcı ve ark. Kapulukaya baraj gölü çevresinde yaptıkları çalışmada 16 Boraginaceae türü rapor etmişlerdir. Nugay ve ark. (2007) Kırıkkale Üniversitesi yerleşkesinde yapmış olduğu çalışmasında 13 adet Boraginaceae familyası üyesinin varlığını rapor etmiştir. Bu çalışma kapsamında 8 Boraginaceae bitki türü Kırıkkale'den toplanmış ve mikromorfolojik olarak incelenmiştir.

1.1. İncelenen Türlerin Taksonomisi

Âlem: Plantae

Şube: Magnoliophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Lamiales

Familya: Boraginaceae

1.Alt Familya: Boraginoideae

1.Cins: *Anchusa* L. (sığırdili)

1.Tür: *Anchusa azurea* Mill. (sığırdili)

2.Cins: *Echium* L. (Engerekotu)

1.Tür: *Echium italicum* L. (kurtkuyruğu)

3.Cins: *Lappula* Fabr.

1.Tür: *Lappula barbata* Gürke (gürke)

4.Cins: *Moltkia* Lehm. (Kesenotu)

1.Tür: *Moltkia coerulea* Lehm. (mavi kesen)

5.Cins: *Neatostema* I. M. Johnst. (Sarışağkesen)

1.Tür: *Neatostema apulum* (L.) I.M. Johnst. (sarı taşkesen)

6.Cins: *Nonea* Medik.(Sormukotu)

1.Tür: *Nonea stenosolen* Boiss. & Bal. (sormuk otu)

7.Cins: *Onosma* L. (Emzik otu)

1.Tür: *Onosma isaurica* Boiss. & Heldr. (kül emcek)

2. Alt Familya: Heliotropioideae

1.Cins: *Heliotropium* L. (Bambulotu)

1. Tür: *Heliotropium europaeum* L. (akrep otu)

1.2. Boraginaceae Ailesi Üzerine Yapılan Mikromorfolojik Çalışmalar

Barthlott ve Ehler (1977) epidermal özelliklerin Angiosperm taksonları için çok değişken olduğunu ve olası akrabalık ilişkilerini ortaya çıkarmak için kullanılabileceğini bildirmiştir. Karcz ve ark. (2005) da tohum ve meyve yüzeyinin mikro yapısına ait özelliklerin, çeşitli taksonomik seviyelerde taksonların sınırlandırılması için faydalı olabileceğini belirtmiştir.

Davis (1978), Boraginaceae familyasında nutlet yüzeyinin olağanüstü farklı süslenmeye sahip olduğunu belirtmiş ve bu özelliklerin bir kısmını Boraginaceae taksonlarını ayırmak için kullanmıştır. Dikenlilik, granül bulunması, ağsı, çukurlu, çizgili veya kabarcıklı yüzey süslenmesi bu özelliklerden bazılarıdır.

Akçin ve Baki (2007) üç *Symphytum* L. türü, Binzet ve Akçin (2009), Akçin ve Binzet (2011) ve Binzet (2016) ülkemizdeki bazı *Onosma* türleri üzerinde mikmomorfolojik çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalarda nutlet ornamentasyonlarının türlerin sınıflandırılmasında kullanılabilecek özelliklere sahip olduğu ve incelenen türler dışında diğer taksonların da nutlet mikromorfolojisi yönünden incelenmesi gerektiği vurgulamıştır.

Akçin (2007) 10 *Onosma* taksonunun nutlet mikromorfolojisine ait çalışmasında nutlet yüzeyini iki temel tip olarak belirlemiştir. Tip 1'de epidermal hücreler retikülat şekilde, tip 2'de ise uzamış şekildedir. Ancak, Binzet ve Akçin (2009) *Onosma* cinsi türlerinde yaptıkları bir çalışmada bu sefer beş temel nutlet yüzeyi süslenmesi bulunduğunu belirtmiştir, bunlar: ruminat tip, rugoz tip, uzamış tip, retüküllü tip ve pustikulat tiptir.

Selvi ve Bigazzi (1998) tarafından yapılan çalışmada, *A. azurea* Mill. nutletleri üzerindeki papillanın basit, diğer taksonlardaki papillaların ise genellikle rozet benzeri olduğu belirtmiştir.

Yu ve ark. (2012) *Microula* cinsinin nutletlerini mikromorfolojik olarak araştırmış, *Microula* Bentham seksiyonları için nutlet mikro ve makro yapısına dayalı bir teşhis anahtarı yapmıştır.

Polen taneleri dağılım, tozlaşma, stigmada çimlenme vb. gibi farklı seçilim mekanizmaları ile i içe olmasından dolayı taksonomik hiyerarşının her düzeyinde kullanılmıştır (Nowicke ve Skvarla, 1979; Stuessy, 1990). Clarke ve ark. (1979) ve Sahay (1979) Boraginaceae'de bu zamana kadar yapılan palinotaksonomik çalışmaların, bu familya cinslerinin sınırlandırılmasında ve familya içi evrimsel ilişkilerin ortaya çıkarılmasında faydalı olduğunu belirtmiştir.

Boraginaceae, europalynous familyalardan bir tanesi olup, morfolojik olarak geniş bir yelpazede polenlere sahiptir (Clarke, 1977). Boraginaceae polenleri üzerine bilgiler çoğunlukla ışık mikroskobu çalışmalarına dayalıdır. Son yıllarda elektron mikroskobu alışmaları (Clarke, 1977; Forlani, 1981; Diez, 1983, 1984, 1994; Retief E. ve Van Wyk, 1997, 1998; Binzet 2016) yapılmış olmakla birlikte, hl çalışılarak ortaya çıkarılmayı bekleyen polen bilgileri bulunmaktadır.

Polen morfolojisi üzerine kapsamlı karşılaştırmalı araştırmalar, cinsler arasındaki ya da bir cins içerisindeki türler arasındaki sistematik ilişkileri aydınlatmak için ilave bir araç olarak görülmüştür (Bigazzi ve Selvi, 1998).

Perveen ve ark. (1995) Pakistan'da yayılış gösteren Boraginaceae familyasından 20 cinse ait 49 türde polen morfolojisini çalışmıştır. Bu çalışmada familyanın europalynous polenlere sahip olduğunu belirterek, Eritrichieae ve Cynoglossae gibi oymaklarda ve *Heliotropioideae* alt familyasında polenlerin heteropolar olmasıyla, *Boraginoideae* alt familyasının bazı oymaklarının ve *Ehretioideae* alt familyasının da isopolar olmasıyla karakterize olduğunu belirterek familya içerisinde 11 farklı polen tipi tanımıştır.

Falatoury ve ark. (2011) *Nonea* cinsi türlerinde palinolojik çalışmalar yapmıştır. *Nonea* cinsine ait türlerin polen simetrisini isopolar olarak, polen şeklini ise genel olarak subprolat olarak ifade etmiş ve polen tanelerinde ayrıca ekvatorial retikulumun bulunduğunu rapor etmiştir. Çalışılan türlerde polen şeklini subprolat olarak belirtmiştir.

Scheel ve ark. (1996) *Heliotropium* cinsine ait türler üzerindeki polen çalışmasında *H. amplexicaule* Vahl, *H. lasiocarpum* Fisch. et. C.A. Mey., *H. elongatum* (Lehm.) Gürke, *H. transalpinum* Vell., *H. procumbens* Mill. türlerinin ornamentasyonlarını psilat olarak, polen apertür tiplerini ise 4-kolporat ve psödokolpat olarak tespit etmiştir.

Türkmen ve ark., (2011) ülkemizdeki 7 endemik *Onosma* taksonun polen morfolojilerini çalışmıştır. Onlara göre, polen sinkolporat, anizopolar ve polar görünüşte yuvarlaktır. Ekzin süslenmeleri genellikle granulat-perforat ve psilattır. *O. circinatum* (H. Riedl.) türünde polen şekli prolat-siferoid iken diğerlerinde subprolattır.

Binzet (2016) ülkemizdeki bazı *Onosma* türleri üzerine yapmış olduğu çalışmasında *O. auriculata* DC., *O. gigantea* Lam. ve *O. malatyana* Binzet türlerinin polen şekillerini subprolat olarak bulmuştur.

Boraginaceae familyasının gövdesi ve yaprakları, glandular veya non-glandular olabilen trikomlarla kaplıdır (Metcalf ve Chalk 1950). Bu tüylerin yoğunluğu farklı habitatlara göre değişebilmektedir. Yoğun trikomların varlığı nedeniyle, Boraginaceae familyasına bazen Türkçe'ye de geçen ismiyle ingilizce "şagi kot familyası-shaggycoat family" denilmektedir (Simpson 2006).

Boraginaceae familyası, çok çeşitli trikom (seta) formlarına sahiptir. Birçok yazar (Al-Nowaihi ve ark., 1987; Selvi ve Bigazzi, 2001; Diane ve ark., 2003; Taia, 2006; Ventrella ve Marinho, 2008; Perveen, 2009) tarafından Boraginaceae içerisinde

trikom karakterlerinin birçok cinsin ve türün izolasyonunu desteklediği gösterilmiştir.

Ayrıca, familya içerisindeki non-glandular trikomların taban kısmında ve kısmen kalsifiye olmuş duvarlarında sistolit cisimcikleri bulunmaktadır, bu durum buruşuk yaprak yüzeyi oluşumunun temel nedenidir (Solereider 1908).

1.3. TEZ ÇALIŞMASININ AMACI

Kırıkkale’de yayılış gösteren Boraginaceae familyasına ait bazı türlerin polen, nutlet ve yaprak trikomlarının mikromorfolojik özelliklerini ortaya koymak ve elde edilen bu özelliklerin familya içerisindeki taksonların taksonomisine katkısını araştırmaktır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Arazi Çalışması ve Morfolojik inceleme

Araştırma materyalini Kırıkkale Üniversitesi Kampüsü ve çevresinden toplanan Boraginaceae ailesine ait bitkiler oluşturmaktadır. 2015 ve 2016 yılına ait vejetasyon döneminde belirli periyotlarla arazi çalışması yapılmış bitki örnekleri toplanmıştır. Her bir bitkiye bir numara verilmek üzere bütün bitkiler numaralandırılmıştır. Toplanan bu bitki örneklerinin lokaliteleri ile birlikte toplanma tarihi, yükseklik, bitkinin bazı dış morfolojik özellikleri gibi gerekli diğer arazi kayıtları arazi defterine not edilmiştir. Bitkiler arazi de toplandığında etiketleme işlemleri yapılmıştır. Her bitki ayrı poşetlere konulmuştur. Bitkiler herbaryumda herhangi bir kontaminasyona sebep olmaması için iyice temizlenmiştir. Daha sonra herbaryum tekniğine uygun olarak presleme işlemi yapılmıştır. Her biri ayrı bir gazete kâğıdı içerisine koyulmak şartı ile bütün bitkiler gazete kâğıtlarına düzgün bir şekilde yerleştirilmiştir. Arazi defterindeki numaralar gazete kâğıtlarına da not edilmiştir. Her iki gazetenin arasına bir kurutma kâğıdı koyularak bütün bitkiler pres baskı tahtalarının arasına yerleştirilmiştir. Pres tahtaları kayışlarla sıkılmıştır. Günde bir defa kurutma kâğıtları değiştirilmiştir. Bu işlem gazete arasındaki bitkiler tamamen kuruncaya kadar devam etmiştir. Kuruyan herbaryum materyalleri bir iki hafta herbaryumdaki derin dondurucuda bekletilmiştir. Sonra bitkiler herbaryum da muhafaza edilmiştir.

Bitkilerin teşhisi Kırıkkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Anadolu Herbaryumun'da (ADO) stereo-mikroskop ve diseksiyon aletleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Teşhis yaparken temel kaynak olarak "Flora of Turkey" adlı eserin 6. 10. ve 11. ciltlerinden (Davis, 1978; Davis ve ark. 1988 ve Güner ve ark. 2000) yararlanılmıştır. Ayrıca, bitkilerin teşhisinde daha önce toplanmış olan ve Kırıkkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji bölümü bünyesindeki

Anadolu Herbaryumu'nda (ADO) bulunan Boraginaceae familyasına ait teşhisli türlerden de faydalanılmıştır.

2. 2. Palinolojik İnceleme

Polen materyalleri araziden toplamış olduğumuz Boraginaceae familyasına ait materyallerden temin edilmiştir (Çizelge 2.2.1). Tomurcuk halindeki henüz açılmamış çiçeklerden stereo mikroskop altında diseksiyon ile anterler çıkarılmış ve saat camı içerisinde anterler su ile ezilerek polenler elde edilmiştir.

Elde edilen polenler asetolize edilerek incelemeye hazır hale getirilmiştir. Asetoliz (Erdtman, 1952) yöntemi daha çok palinolojinin, sistematik botaniğe katkı çalışmalarında kullanılmaktadır. Bu metot ile hazırlanan preparatlarda polenlerin intinleri ve protoplazmaları ortadan kalkar. Sadece ekzini kalmış olan polenler suni olarak fosilleştirilmiş olur. Taze polenin yapısında görülmeyen por ve kolpus kenarı, ekzin ornamentasyonu ve tabakaları asetoliz metodu ile hazırlanan preparatlardaki polenlerde daha kolay görülmektedir. Asetolize edilmiş polenler çift taraflı yapıştırıcı bulunan inceleme disklerinin (stab) üzerine alındıktan sonra KÜBTÜAM'a bağlı SEM ünitesinde altın ile kaplanarak fotoğrafları çekilmiştir. Ayrıca, safranlı-jelâtin ile de ışık mikroskobu için daimi polen preparatları hazırlanmıştır. Bu preparatlar Kırıkkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji bölümü bünyesindeki Anadolu Herbaryumu'nda muhafaza edilmektedir.

Çizelge 2.2.1. SEM’de inceleme için polen örneği alınan türler ve toplayıcı bilgileri.

Türler	Toplayıcı Bilgisi	Herbaryum
<i>Nonea stenosolen</i>	Z. Cankurtaran 1002 ve Menemen	ADO
<i>Lappula barbata</i>	Z. Cankurtaran 1005 ve Menemen	ADO
<i>Moltkia coerulea</i>	Z. Cankurtaran 1006 ve Menemen	ADO
<i>Neatostema apulum</i>	Z. Cankurtaran 1008 ve Menemen	ADO
<i>Onosma isaurica</i>	Z. Cankurtaran 1025 ve Menemen	ADO
<i>Anchusa azurea</i>	Z. Cankurtaran 1028 ve Menemen	ADO
<i>Echium italicum</i>	Z. Cankurtaran 1030 ve Menemen	ADO
<i>Heliotropium europaeum</i>	Z. Cankurtaran 1032 ve Menemen	ADO

2.2.1. Polenlerin incelemeye hazırlanması ve asetoliz yöntemi basamakları

1. Bitkiden alınan birkaç tomurcuk saat camına koyulmuştur. İçinde yabancı polen taneleri olmamasına dikkat edilmiştir.
2. Saat camındaki tomurcuk üzerine birkaç damla distile su eklenerek anterler çıkarılmış ve anterler ezilmiştir.
3. Çiçek parçaları bir iğne yardımıyla mikroskop altında incelenerek saat camından ayıklanmıştır.
4. Peçete yardımıyla saat camındaki suyun fazlası alınmıştır.
5. Polenlerin üzerine çeker ocakta dikkatli bir şekilde asetoliz çözeltisi bir damla dökülmüştür (Asetoliz karışımı: 1 kısım sülfürik asit ve 9 kısım anhidrik asetik asit).

6. Saat camı biraz ısıtıldıktan sonra metil ruhu damla damla ilave edilmiştir. Her damlatış sonrası peçete yardımıyla saat camının merkezinden uzaklaşanlar silinmiştir.

7. Saat camındaki polenler bir damla su yardımıyla kapillar çubuk kullanılarak SEM inceleme diskleri üzerine, safranlı-jelatin ile de lam üzerine alınıp eritilerek daimi preparat hazırlanmıştır

2.2.2 Polen Ölçümleri

Polen morfolojisi çalışmasında kullanılan morfolojik karakterler ve açıklamaları aşağıda verilmiştir. Polenlerin polar eksen (P) ve ekvatorial eksen (E) uzunlukları ekvatorial görünüşte ölçülmüştür. Ekvatorial eksen ölçülürken en geniş kısım esas alınmış ve "E" ile gösterilmiştir. Polen terminolojisinde Faegri-Iversen (1989) ve Punt (1989)'dan faydalanılmıştır.

2.3. Nutlet Mikromorfolojisi

Nutletler SEM’de çalışmak için çift taraflı yapıştırıcı bulunan inceleme disklerinin üzerine alındıktan sonra KÜBTÜAM'a bağlı SEM ünitesinde altın ile kaplanarak fotoğrafları çekilmiştir. Örnekler için Çizelge 2.3.1.’e bakınız.

Çizelge 2.3.1. SEM’ de inceleme için nutlet örneği alınan türler ve toplayıcı bilgileri.

Türler	Toplayıcı Bilgisi	Herbaryum
<i>Nonea stenosolen</i>	Z. Cankurtaran 1002 ve Menemen	ADO
<i>Lappula barbata</i>	Z. Cankurtaran 1005 ve Menemen	ADO
<i>Moltkia coerulea</i>	D. Töre 1999	HUB
<i>Neatostema apulum</i>	Z. Cankurtaran 1008 ve Menemen	ADO
<i>Onosma isaurica</i>	Z. Cankurtaran 1025 ve Menemen	ADO
<i>Anchusa azurea</i>	Z. Cankurtaran 1028 ve Menemen	ADO
<i>Echium italicum</i>	Ş. Yıldırım 1108	HUB
<i>Heliotropium europaeum</i>	Z. Cankurtaran 1032 ve Menemen	ADO

2.4. Yaprak Trikomlarının Mikromorfolojisi

Yaprak trikomlarının mikromorfolojisini SEM’de çalışmak için yaprakların alt ve üst yüzeyleri çift taraflı yapıştırıcı bulunan inceleme disklerinin üzerine alındıktan sonra KÜBTÜAM’a bağlı SEM ünitesinde altın ile kaplanarak fotoğrafları çekilmiştir. Parça alınan örnekler için Çizelge 2.4.1.’e bakınız.

Tüm nutlet, polen ve yaprak trikomuna ait mikromorfolojik incelemelerde SEM’in yanısıra, mümkün olduğunda stereo ve ışık mikroskobu da kullanılmıştır.

Çizelge 2.4.1. SEM’de inceleme için yaprak örneği alınan türler ve toplayıcı bilgileri

Türler	Toplayıcı Bilgisi	Herbaryum
<i>Nonea stenosolen</i>	Z. Cankurtaran 1002 ve Menemen	ADO
<i>Lappula barbata</i>	Z. Cankurtaran 1005 ve Menemen	ADO
<i>Moltkia coerulea</i>	Z. Cankurtaran 1006 ve Menemen	ADO
<i>Neatostema apulum</i>	Z. Cankurtaran 1008 ve Menemen	ADO
<i>Onosma isaurica</i>	Z. Cankurtaran 1025 ve Menemen	ADO
<i>Anchusa azurea</i>	Z. Cankurtaran 1028 ve Menemen	ADO
<i>Echium italicum</i>	Z. Cankurtaran 1030 ve Menemen	ADO
<i>Heliotropium europaeum</i>	Z. Cankurtaran 1032 ve Menemen	ADO

2.5. Filogenetik Analiz

Filogenetik analizler taksonomistlerin ve filogenetikçilerin homoplastik karakterlere (paralel evrim veya bağımsız olarak kazanılan benzerlikler) dayalı olarak akrabalık ilişkilerini ortaya çıkarmak için gerçekleştirdikleri bir analizdir. Filogenetik ağaç oluşturulması genellikle karakter temelli ve mesafe temelli olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Bu çalışma kapsamında mesafe temelli analizlerden bir tanesi olan Neighbor-Joining kümeleme yöntemi (Saitou ve Nei, 1987) (uncorrected p-distances seçeneğiyle) kullanılmıştır. Analiz PC bilgisayar ortamında PAUP* vers. 4.0b10 (Swofford, 2003) ile yapılmıştır. Analizler için öncelikle karakterlerin transformasyon serileri hazırlanmış ve karakter durumları kodlarla belirtilmiştir. Bütün karakterler 0 ve 1 (binary) veya 2'den daha fazla (multistate) numara ile kodlanmıştır.

Bu çalışmada gerçekleştirilen numerik analizde kullanılan makromorfolojik ve mikromorfolojik karakterler ve bu karakterlerin analiz için karakter durumları aşağıda sunulmuştur.

1- Yaprak şekli

- a- linear: 0
- b- oblong: 1
- c- lanceolate: 2
- d- oblanceolate: 3

2- Yaprak kenarı

- a- düz: 0
- b- testere dişli: 1

3- Yaprak ucu

- a- küt: 0
- b- sivri: 1

4- Çiçek braktesi

- a- yok: 0
- b- var: 1

5- Korolla simetrisi

a- aktinomorf: 0

b- zigomorf: 1

6- Korolla rengi

a- sarı: 0

b- kırmızı: 1

c- mor: 2

d- beyaz: 3

e- mavi: 4

7- Korolla çıkıntısı

a- var: 0

b- yok: 1

8- Anter konumu

a- korollanın iç kısmında: 0

b- korolladan çıkmış vaziyette: 1

9- Stigmanın konumu

a- içerde: 0

b- dışarda: 1

10- Polen şekli

a- prolat: 0

b- subprolat: 1

c- perprolat: 2

11- Nutlet yüzeyindeki sivilcenin varlığı

a- yok: 0

b- var: 1

12- Nutlet yüzeyinde papillanın varlığı

a- yok: 0

b- var: 1

13- Nutlet yüzeyinde hücre duvarları belirginliği

a- belirgin: 0

b- belirgin değil: 1

14- Nutlet yüzeyinde çizgi varlığı

a- yok: 0

b- var: 1

15- Nutlet yüzeyindeki diken varlığı

a- yok: 0

b- var: 1

16- Polen ornamentasyonu

a- skabrat: 0

b- perforat: 1

c- psilat: 2

d- granülat: 3

e- retikulat: 4

17- Apertür tipi

a- 3-kolporat: 0

b- 4-kolporat: 1

c- pentacolporat: 2

d-6-heterokolporat: 3

e- 6-kolporat: 4

f - 10-kolporate: 5

g- 3-sinkolporat: 6

18- Tabanı tüberküllü trikom varlığı

a- yok: 0

b- var: 1

19- tabanı tüberkülsüz trikom varlığı

a- yok: 0

b- var: 1

20- Yıldızsı trikom varlığı

a- yok: 0

b- var: 1

21- Kurdela şeklinde trikom varlığı

a- yok:0

b- var:1

22- Glandular trikom varlığı

a- yok:0

b- var:1

23- Su kabağı şeklinde trikom varlığı

a- yok: 0

b- var: 1

24- Tüy duruşu

a- dik: 0

b- yatık: 1

25- Tüy yoğunluğu

a- seyrek: 0

b- yoğun: 1

c- çok yoğun: 2

a- düz: 0

b- dağınık tüberküllü: 1

c- çizgisel tüberküllü: 2

d- spiral dizilmiş tüberküllü: 3

e- derinoyuklu iri tüberküllü: 4

Çizelge 2.5.1. Numerik analizde kullanılan makromorfolojik ve mikromorfolojik karakterlerin karakter durumlarını gösteren transformasyon serileri.

TAKSONLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Nonea stenosen</i>	½	0	1	1	0	1/2	0	0	1	0/1	1	0	0	0
<i>Lappula barbata</i>	0/1/3	0	1	0	0	4	0	0	1	2	1	0	0	0
<i>Moltkia coerulea</i>	3	0	1	1	0	4	1	1	1	0/1	1	0	0	0
<i>Neatostema apulum</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0/1	1	1	1	0
<i>Onosma isaurica</i>	2	0	1	1	0	0	1	0	1	0/1	0	0	1	0
<i>Anchusa azurea</i>	2/3	1	1	1	0	2/4	0	0	1	0/1	1	1	0	0
<i>Echium italicum</i>	0/1	0	1	1	1	3	1	1	1	0/1	1	0	0	0
<i>Heliotropium europaeum</i>	2	0	0	1	1	3	1	0	0	0/1	0	1	0	0

Çizelge 2.5.1.'in devamı. Numerik analizde kullanılan makromorfolojik ve mikromorfolojik karakterlerin karakter durumlarını gösteren transformasyon serileri.

TAKSON	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<i>Nonea stenosen</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0/1	1	0
<i>Lappula barbata</i>	1	2	3	1	1	0	0	0	0	1	2	0/1/2
<i>Moltkia coerulea</i>	0	2	5	0	1	0	0	0	0	1	2	4
<i>Neatostema apulum</i>	0	1/2	4	1	1	0	0	0	0	0/1	0	1/2
<i>Onosma isaurica</i>	0	0/3	6	1	1	1	0	0	0	0/1	0	0/1/2/3
<i>Anchusa azurea</i>	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0/1	0	1
<i>Echium italicum</i>	0	1/3/4	0	1	1	0	0	1	0	0/1	1	1/2
<i>Heliotropium europaeum</i>	0	1/2	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0/1

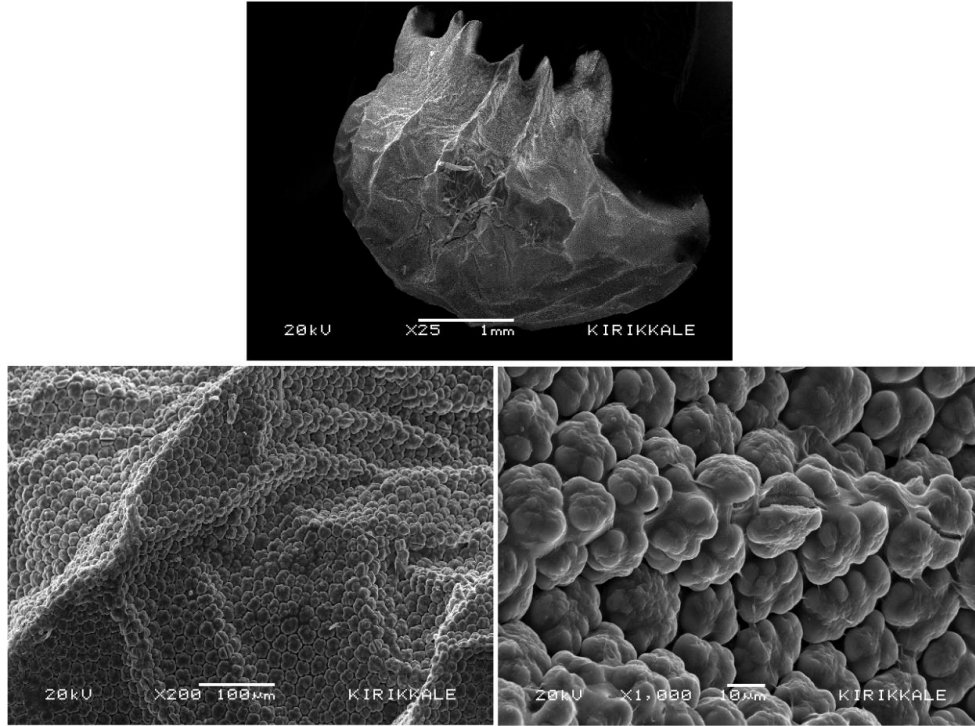
3. BULGULAR

3.1. İncelenen Taksonların Nutletlerine Ait Bulgular

Bu çalışma kapsamında Boraginaceae familyasına ait 8 cinsin 8 türüne ait nutletler incelenmiştir. Önemli bazı özelliklere ait bulgular Çizelge 3.1.1’de gösterilmiştir. Taksonların nutlet betimleri aşağıda sunulmuştur.

3.1.1. *Nonea stenosolen* Boiss. & Bal.

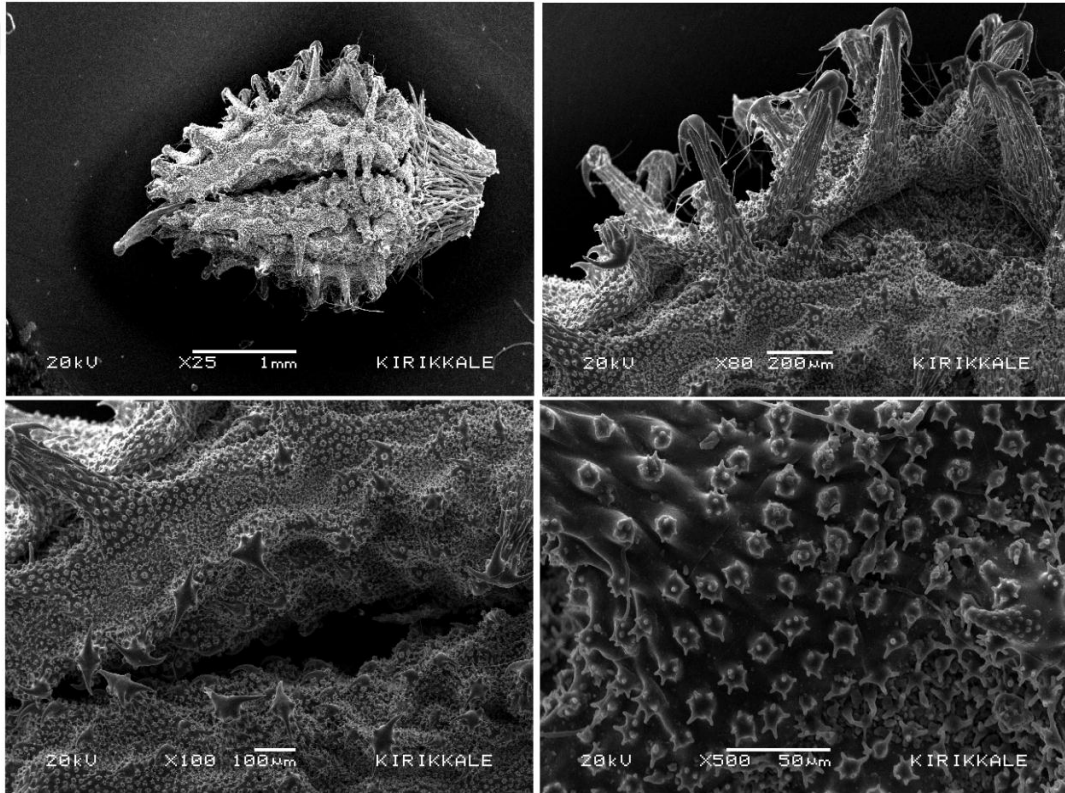
Nutlet yeşilimsi ya da siyahımsı kahverengi, 1,5-3 x 3-4,5 mm, transvers yumurtamsı, bağlantı kısmına dik uzanan derin oyukların sırtları bağlantı halkasında 11-14 adet diş meydana getirir. Lateral gagalı, yer yer tüylü, tüberküllü. Tüberküller 3 veya 5 loplulü.



Şekil 3.1.1. *Nonea stenosolen* nutletinin SEM görüntüleri

3.1.2. *Lappula barbata* Gürke

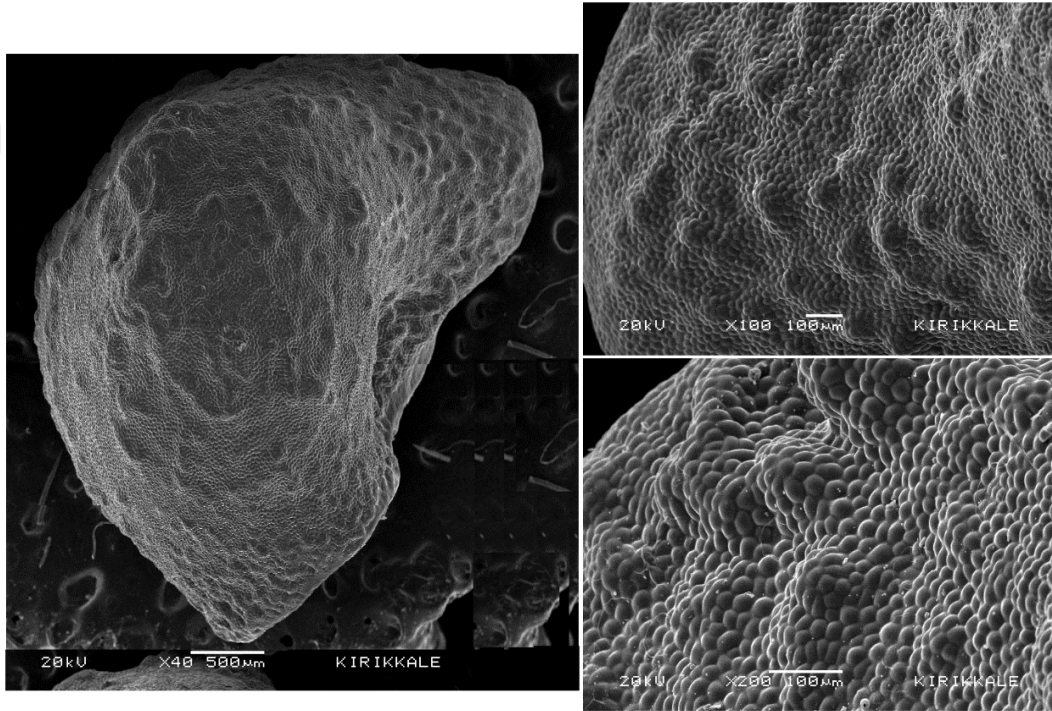
Nutlet sarımtırak veya kahverengi, 2,7-3,3 x 1,1-1,6 mm, çeyrek armutsu, gagalı. Sırt ve kenar çok hücreli glosidli (çapa şeklinde tüylü ya da dikenli); glosidler sırtta 2-3 sıra uzun saplı (0,8 mm'ye kadar çıkan) boyuna dizilmiş, kenarda 1-3 sıra kısa ama belirgin (0,3 mm'ye kadar uzanan). Nutlet yüzeyi sırt ve karın bölgesinde ve glosidlerin yüzeyinde tamamen tüberküllü; tüberküller 4-10 kollu. Keel belirgin omurgalı.



Şekil 3.1.2. *Lappula barbata* nutletinin SEM görüntüleri

3.1.3. *Moltkia coerulea* Lehm.

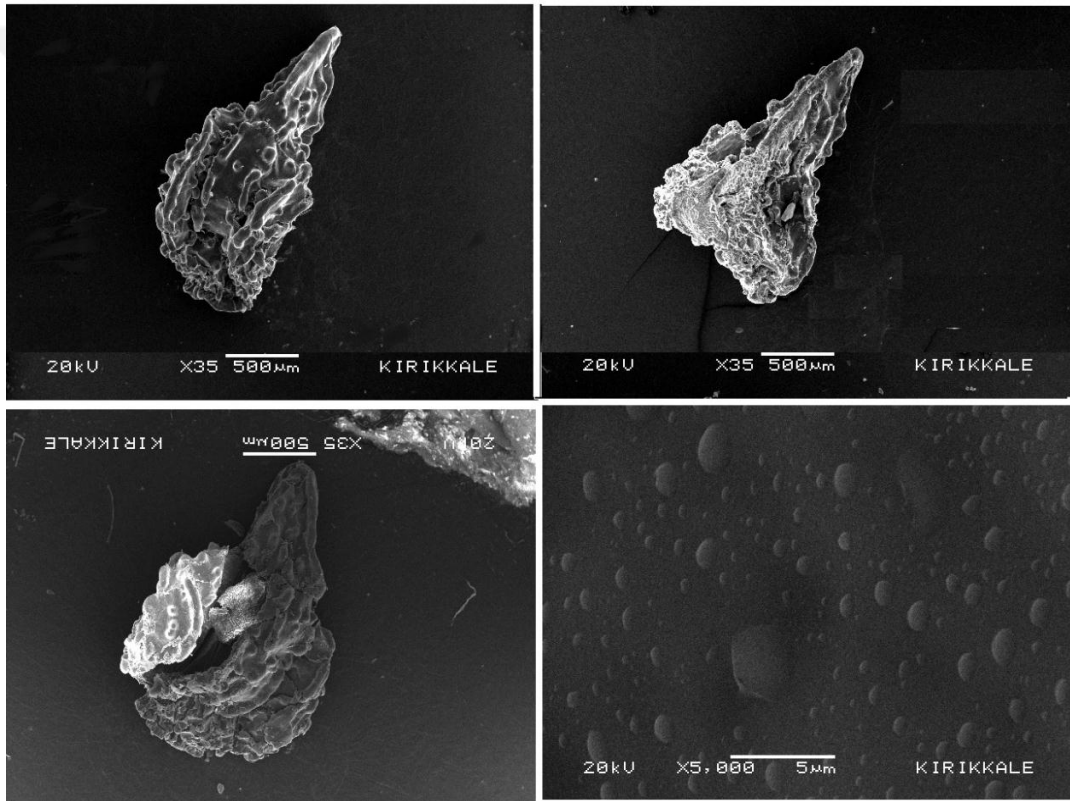
Nutlet sarımtırak-kahverengi, 4-4,2 x 3-3,3 mm, ters üçgeni-yumurtamsı, sırt kısmından basık, içe doğru 90 derece kıvrık gagalı. Gaga akut veya küt, gaganın tabanı omuzlu. Sırt ve karın kısmı omurgalı, fakat karın bölgesindeki daha belirgin. Nutlet yüzeyi sırt ve karın bölgesinde $\pm$ rugose, belirgin tüberküllü, yoğun papillalı.



Şekil 3.1.3. *Moltkia coerulea* nutletinin SEM görüntüleri

3.1.4. *Neatostema apulum* (L.) I. M. Johnst.

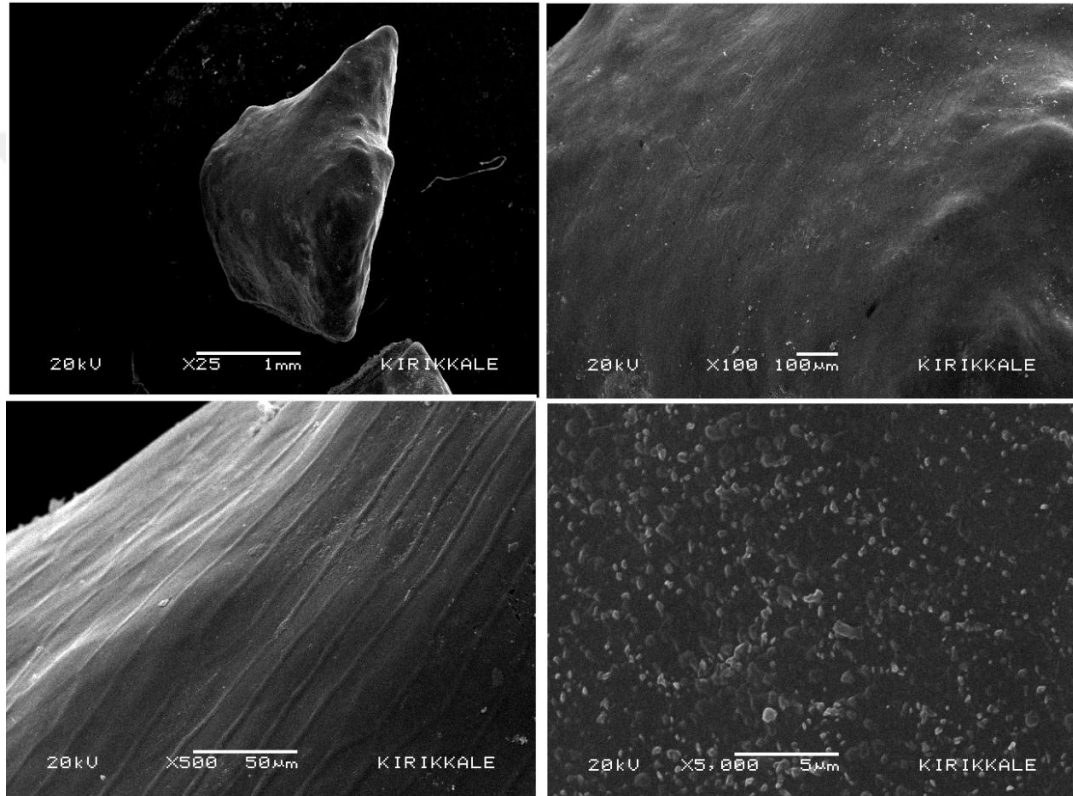
Nutlet 1,5-1,9x1-1,2 mm, çeyrek armut görünümünde, $\pm$ dört yüzeyli. Nutlet tabanda karın tarafından ginobaza bağlanmış; bağlantı yeri üçgensel; uç kısmı akut gagalı. Sırt kısmı konveks omurgalı; omurga kesintili. Omurganın iki tarafında, 2 veya daha fazla paralel dizilmiş kaba siğilli (verrukalı); kaba siğiller 40-70 mikron eninde, yer yer birleşmiş ve aralarında 1-3 mikron çapında küçük kabarcıklar bulunmaktadır. Karın kısmı, boyuna uzamış belirgin dışa çıkmış dar omurgalı.



Şekil 3.1.4. *Neatostema apulum* nutletinin SEM görüntüleri

3.1.5. *Onosma isaurica* Boiss. & Heldr.

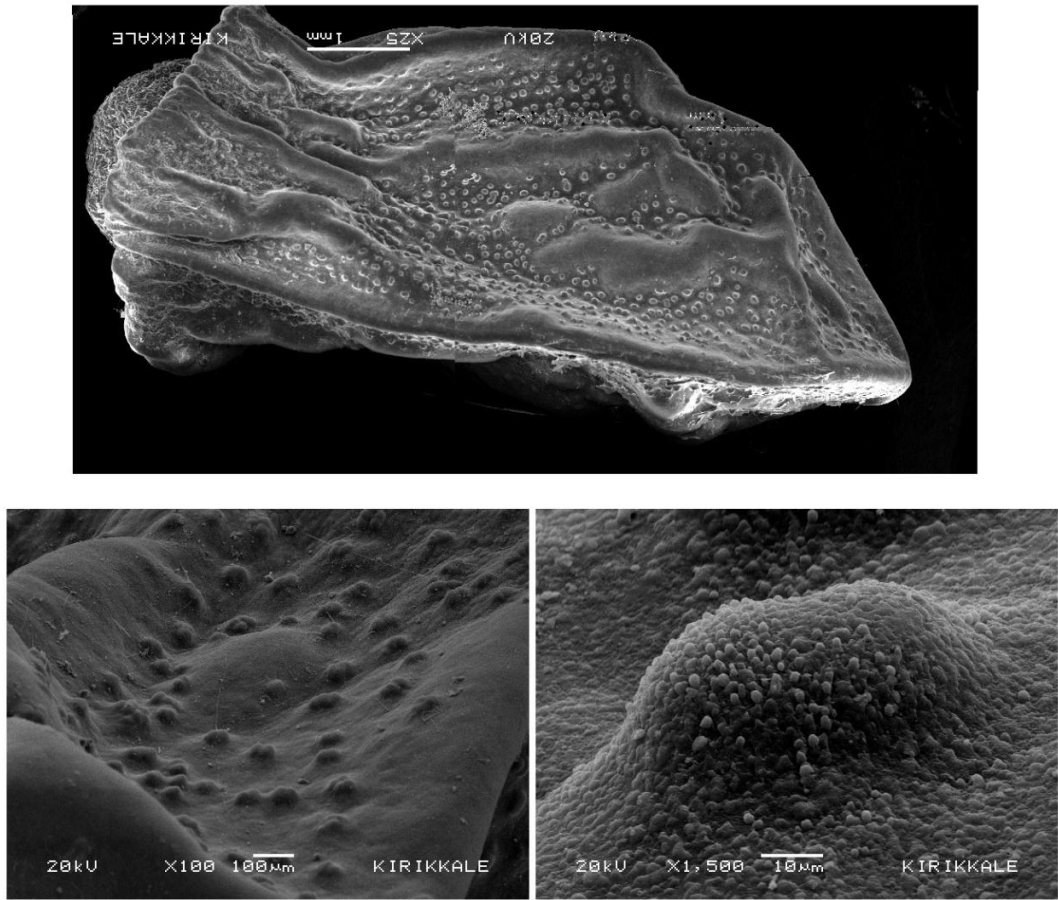
Nutlet kahverengi, 3-4 x 2-2,5 mm, yumurtamsı, sırt kısmında basık belirsiz ama uca doğru belirginleşen omurgalı. Karın kısmında belirgin dışa çıkmış omurgalı. Gaga akut; gaganın tabanı omuzlu. Hücreler dikdörtgenimsi; hücre duvarları belirgindir. Yüzey düz ve granüllüdür.



Şekil 3.1.5. *Onosma isaurica* nutletinin SEM görüntüleri

3.1.6. *Anchusa azurea* Mill.

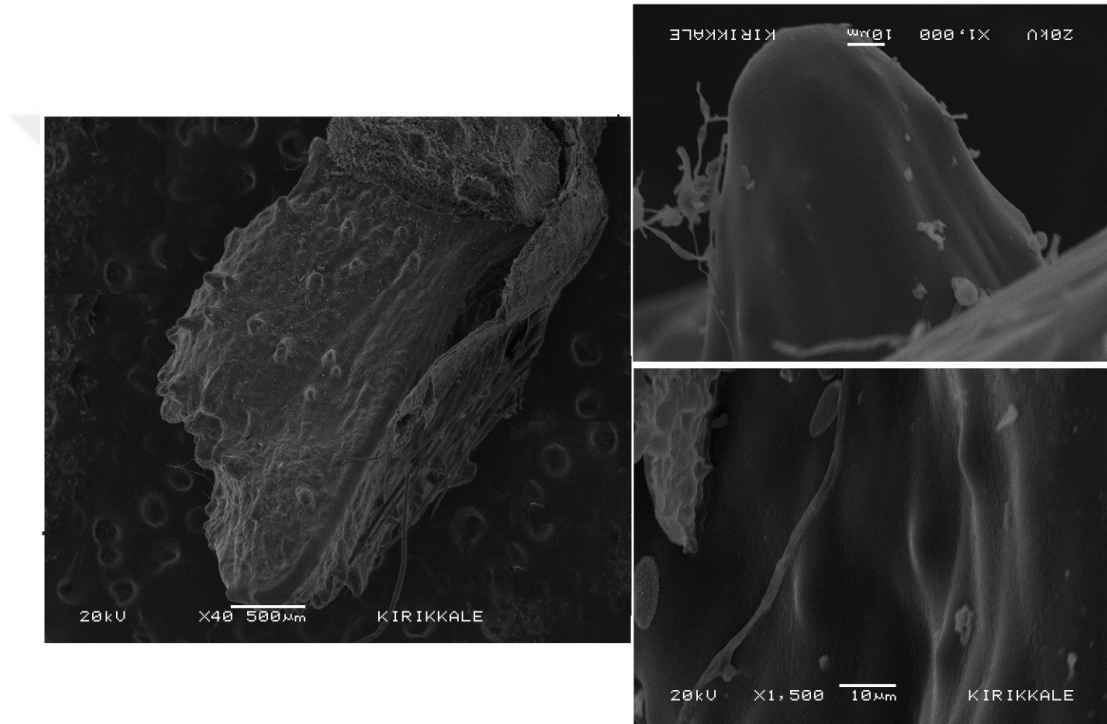
Nutlet kahverengi, 5-10 x 2-3 mm, yumurtamsı ilâ dikdörtgensi, dik, belirgin saplı; gençken geniş bir bazal halkaya sahipken, olgunlaştığında bu halka daralır, belli belirsizdir. Sırt kısmında belirgin uzunluğuna omurgalı. Yüzey genellikle retikulat-ruguloz ve seyrek tüberküllü. Nutlet yüzeyi tüberküller de dahil olmak üzere çok küçük papillalı.



Şekil 3.1.6. *Anchusa azurea* nutletinin SEM görüntüleri

3.1.7. *Echium italicum* L.

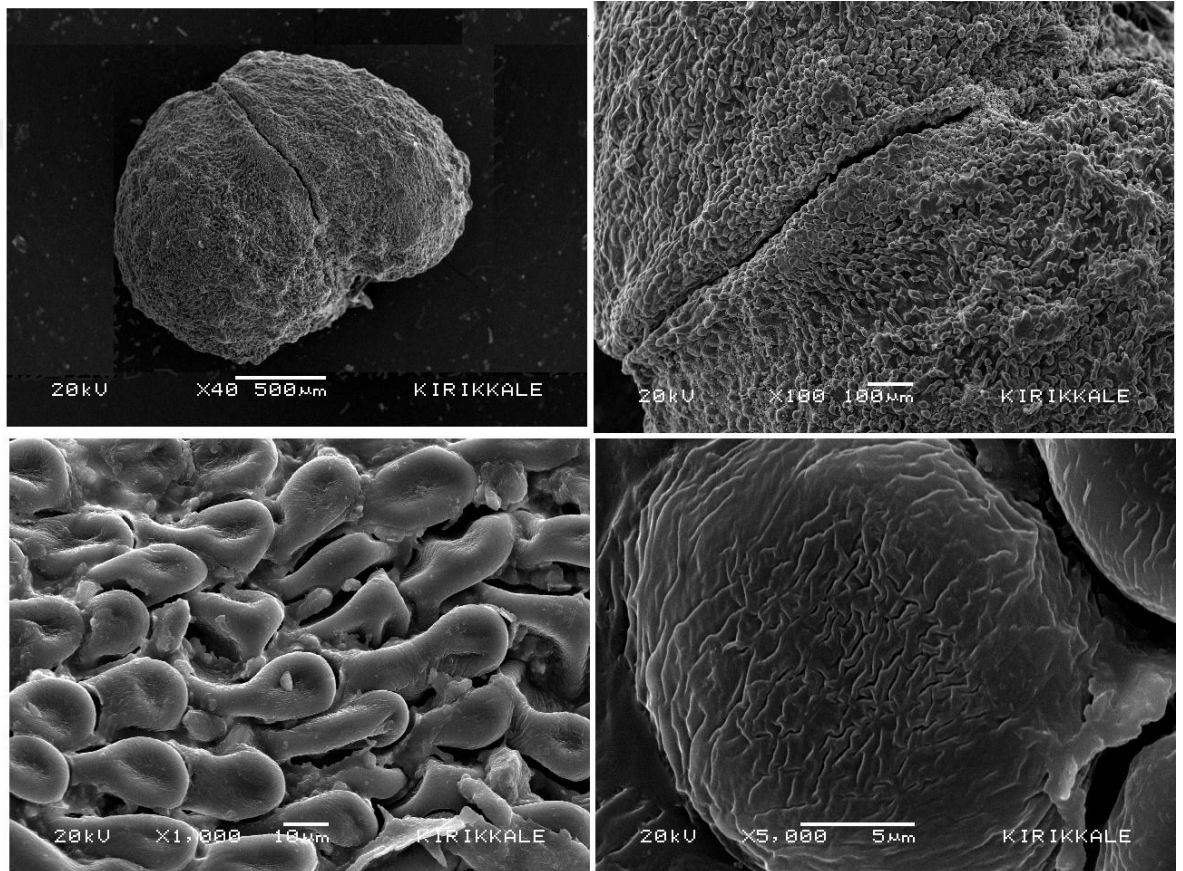
Nutlet kahverengi, yaklaşık 3-4 x 2-2,2 mm, yumurtamsı ilâ dikdörtgensî. Akut gagalı; gaganın tabanı omuzlu. Karın kısmı, boyuna uzamış belirgin dışa çıkmış dar omurgalı. Yüzey genellikle retikulat-ruguloz ve seyrek çok belirgin ya da yer yer belirgin olmayan tüberküllü. Tüberküllerin üzeri düz.



Şekil 3.1.7. *Echium italicum* nutletinin SEM görüntüleri

3.1.8. *Heliotropium europaeum* L.

Nutlet kahverengi, 1,5-2 x 1-1,5 mm, yumurtamsı, sırt kısmından basık, omurgasız. Gaga ventral tarafa doğru kıvrılmış. Yüzey tüysüz, rugose-tuberculate, papillalı, papillanın orta kısmı içe doğru çökmüş ve üzeri çizgili. Ventral kısım omurgalı; omurga özellikle üstte gaga ile birleşme yerine doğru daha belirgin.



Şekil 3.1.8. *Heliotropium europaeum* nutletinin SEM görüntüleri

Çizelge. 3.1.1. İncelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonların nutletlerinin mikromorfolojik özellikleri

TAKSONLAR	Nutlet rengi	Nutlet boyutu	Nutlet şekli	Hücre duvarı	Yüzey	Papilla varlığı	Çizgi varlığı	Diken varlığı
<i>Nonea stenosolen</i>	Yeşilimsi ya da siyahımsı kahverengi	1,5-3 x 3-4, 5 mm	Yumurtamsı	belirsiz	Yer yer tüylü uzun tüylü, tüberküllü	yok	Yok	yok
<i>Lappula barbata</i>	Sarımtırak veya kahverengi	2,7-3, 3 x 1, 1-1,6 mm	çeyrek armutsu	belirsiz	Tüberküllü	yok	Yok	var
<i>Moltkia coerulea</i>	Sarımtırak –kahverengi	4-4,2x3-3,3	Yumurtamsı	belirsiz	Tüberküllü	yok	yok	yok
<i>Neatostema apulum</i>	Kahverengi	1,5-1,9 x 1-1, 2 mm	çeyrek armut görünümünde, ± dört yüzeyli	belirsiz	Tüberküllü	yok	Yok	Yok
<i>Onosma isaurica</i>	Kahverengi	3-4 x 2-2, 5 mm	Yumurtamsı	belirgin	düz ve granüllü	yok	Yok	yok
<i>Anchusa azurea</i>	Kahverengi	5-10 x 2-3 mm	yumurtamsı ilâ dikdörtgensi	belirsiz	retikulat-ruguloz ve seyrek tüberküllü	var	yok	yok
<i>Echium italicum</i>	Kahverengi	3-4x2, 2	Yumurtamsı ilâ dikdörtgensi	belirsiz	retikulat-ruguloz ve seyrek tüberküllü	yok	yok	yok
<i>Heliotropium europaeum</i>	Kahverengi	1,5-2 x1-1,5 mm	Yumurtamsı	belirsiz	rugoztüberküllü	var	var	yok

3.2. İncelenen Taksonlar Üzerinde Elde Edilen Palinolojik Bulgular

Bu çalışma kapsamında Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait 8 türe ait polen taneleri incelenmiştir. Polen tanelerinin betiminde temel olarak Punt ve arkadaşlarından (2007) faydalanılmıştır. Betimde kullanılan terimler aşağıdaki anlamlarda kullanılmıştır.

Ekvatorial retikulum: Polenin ekvator bölgesindeki sekzinde görülen, genişliği 1 μm 'dan daha fazla olan boşluklara sahip ağsı yapı.

Granül: Sekzinin ektekzin kısmında 1 μm 'dan daha kısa küçük ve yuvarlak yapılar.

Granülat: Granüllü

Psilattektum: Düz yüzeyli tektum.

Kolporus: Kolpus (ektoapertür) ve porun (endoapertür) bir arada bulunduğu apertür.

Kolporat polen: Kolpus ve porun bir arada bulunduğu polen tanesi.

Skabrat: Sekzinin ektekzin kısmında 1 μm 'dan daha küçük farklı şekillerde olabilen yapılar. Bu çalışmada ucu sivrimsi yapılar için kullanılarak granülden ayrılmıştır.

Psodokolpus: Yalancı kolpus, polen üzerindeki kolpus benzeri yarık. Burada basit kolpus (por ile birlikte bulunmayan kolpus) psodokolpus olarak belirtilmişti.

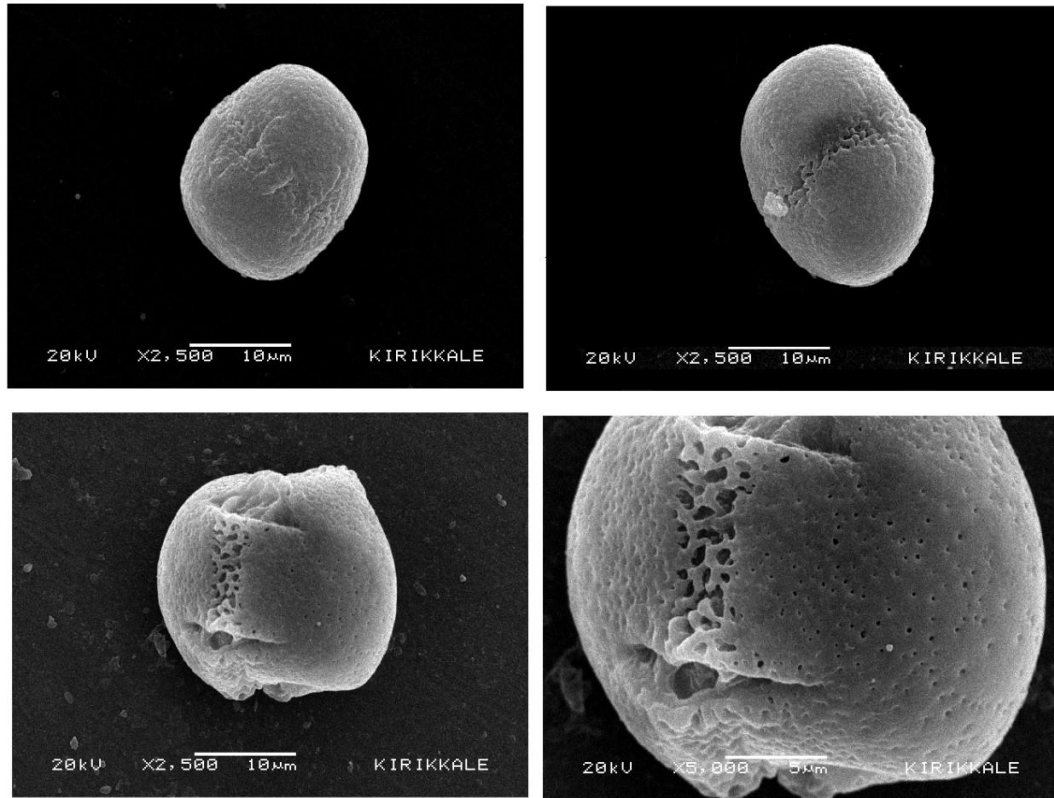
Heterokolporat (heterokolpat) polen: Bileşik (kolporat apertür) ve basit kolpusun alması olarak bulunduğu polen.

İsopolar: Her iki ucu benzer şekilde olan polen

Heteropolar: Bir ucu diğer ucuna benzemeyen polen.

3.2.1. *Nonea stenosolen* Boiss & Bal.

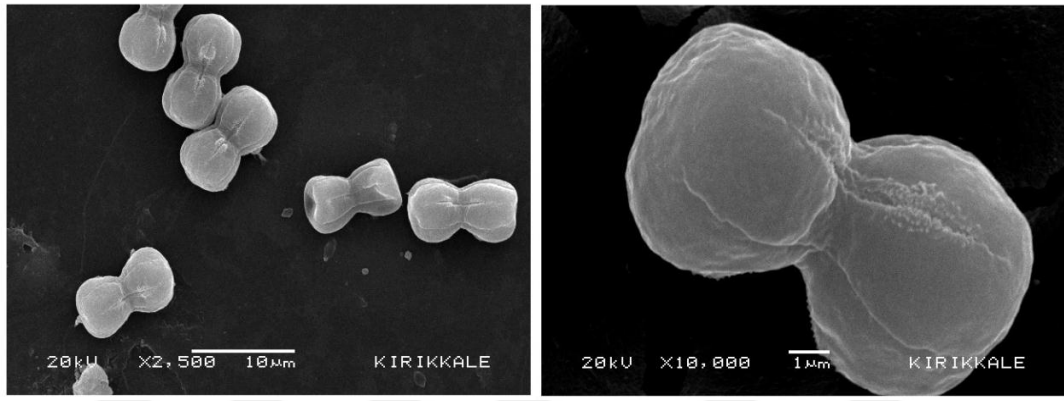
Polen 4-kolporat; prolata veya subprolata, dikdörtgensel. Polar eksen uzunluğu (P) 20,6-23,5 µm, ekvatorial eksen uzunluğu (E) 18,1-22,7 µm; P/E oranı 1,03-1,26. Polen simetrisi isopolar. Kolpus uzunluğu, 10,3-12,65 µm. Tektum perforat. Ekvatorial retikulum mevcut.



Şekil 3.2.1. *Nonea stenosolen* polenin SEM görüntüleri

3.2.2. *Lappula barbata* Gürke

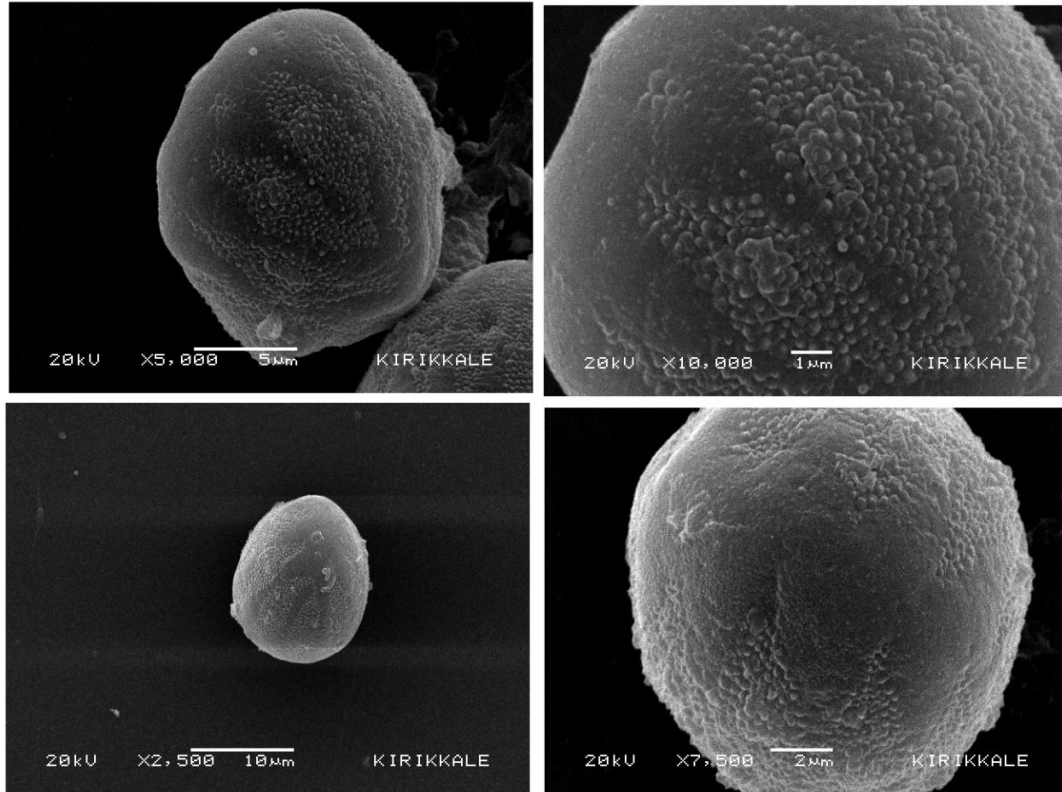
Polen 6-heterokolporat (3 adet dar psodokolpus ve 3 adet nispeten daha kısa ama geniş kolporuslu), perprolat, dikdörtgenimsi, ekvatorda daralmış dambıl şeklinde, yüksüklü. Polar eksen uzunluğu (P) 10.0-11,4 μm ; ekvatorial eksen uzunluğu (E) 3,07-3,77 μm ; P/E oranı 3,42-3,88. Polen simetrisi isopolar. Kolpus uzunluğu 10,0-20,60 μm . Tektum psilat, kolporus çevresi granülat.



Şekil 3.2.2. *Lappula barbata* polenin SEM görüntüleri

3.2.3. *Moltkia coerulea* Lehm.

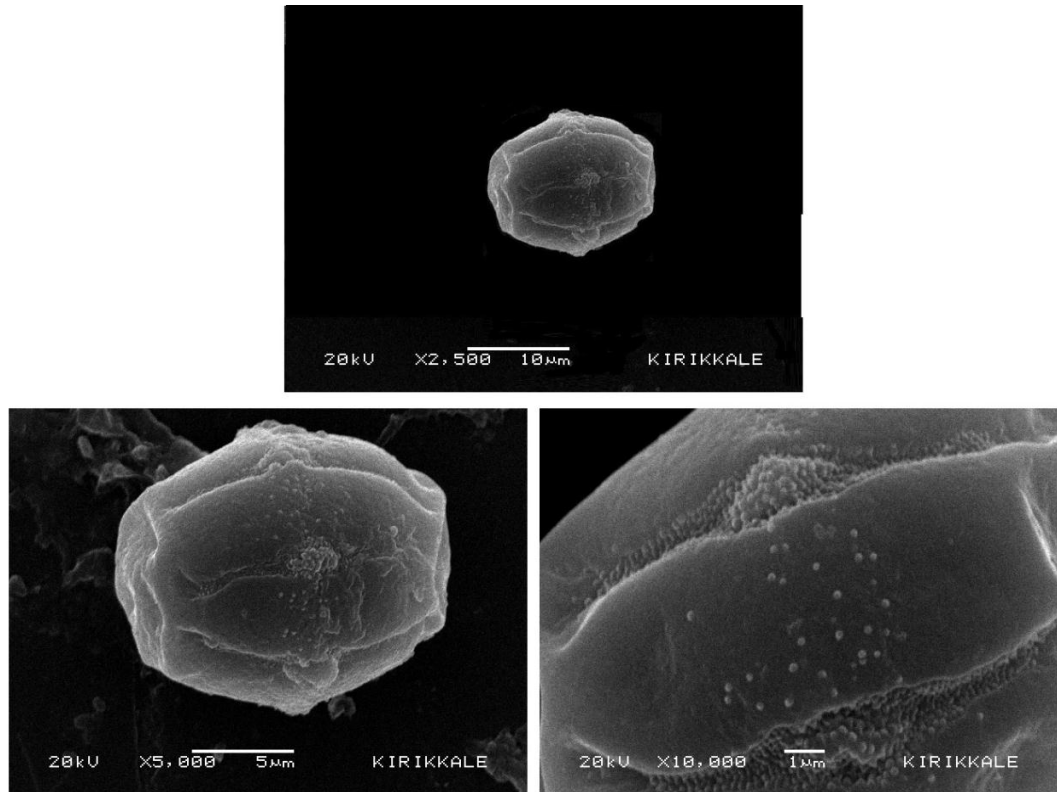
Polen 10-kolporate, prolat, üçgensî. Polar eksen uzunluğu (P) 14,7-16,0 μm ; ekvatorial eksen uzunluğu (E) 13,2-14,9 μm ; P/E oranı 1,01-1,12. Polen simetrisi heteropolar. Kolpus uzunluğu 5,89-11,8 μm ; üzeri granular. Tektum psilat, kolpus araları yer yer granulat.



Şekil 3.2.3. *Moltkia coerulea* polenin SEM görüntüleri

3.2.4. *Neatostema apulum* L.

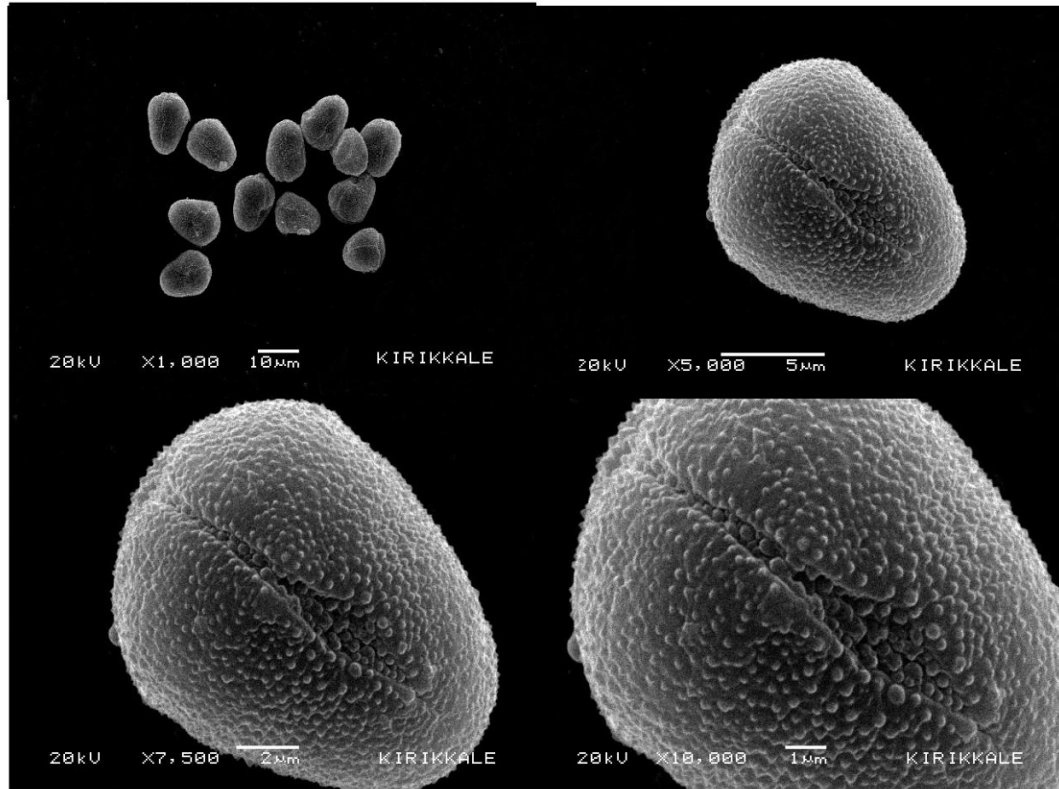
Polen 6-kolporat, prolat veya subprolat, elips şeklinde. Polar eksen uzunluğu (P) 16, 5-19,5 μm ; ekvatorial eksen uzunluğu (E) 13,1-14,5 μm ; P/E oranı 1,14-1,39. Polen simetrisi isopolar. Kolpus uzunluğu 12,5-18,23 μm . Tektum psilat ve perforat. Kolpus ve yer yer ekvatorial bölge granüllü.



Şekil 3.2.4. *Neatostema apulum* polenin SEM görüntüleri

3.2.5. *Onosma isaurica* Boiss & Heldr

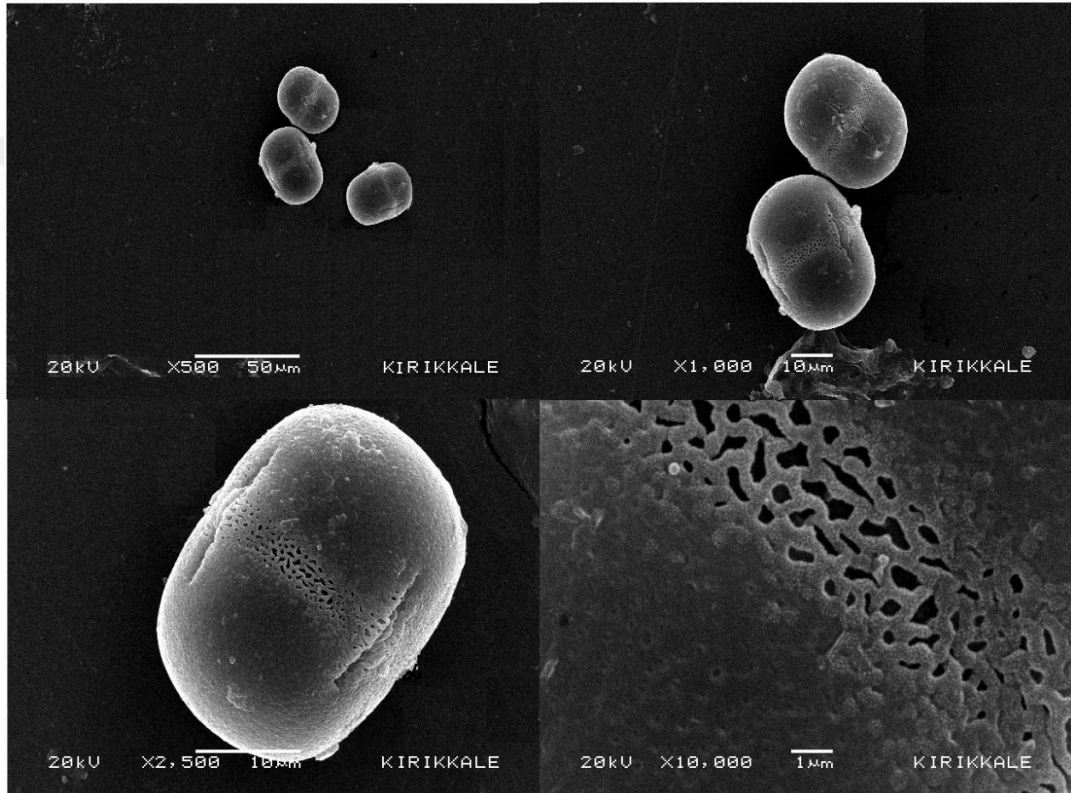
Polen 3-sinkolporat, subprolat veya prolat, üçgensî. Polar eksen uzunluğu (P) 13, 8-15,9 μm ; ekvatorial eksen uzunluğu (E) 9,62-11,7 μm ; P/E oranı 1,29-1,53. Polen simetrisi heteropolar. Kolpus uzunluğu 17,65-18,25 μm . Tektum skabrat veya granülat.



Şekil 3.2.5. *Onosma isaurica* poleninin SEM görüntüleri

3.2.6. *Anchusa azurea* Mill.

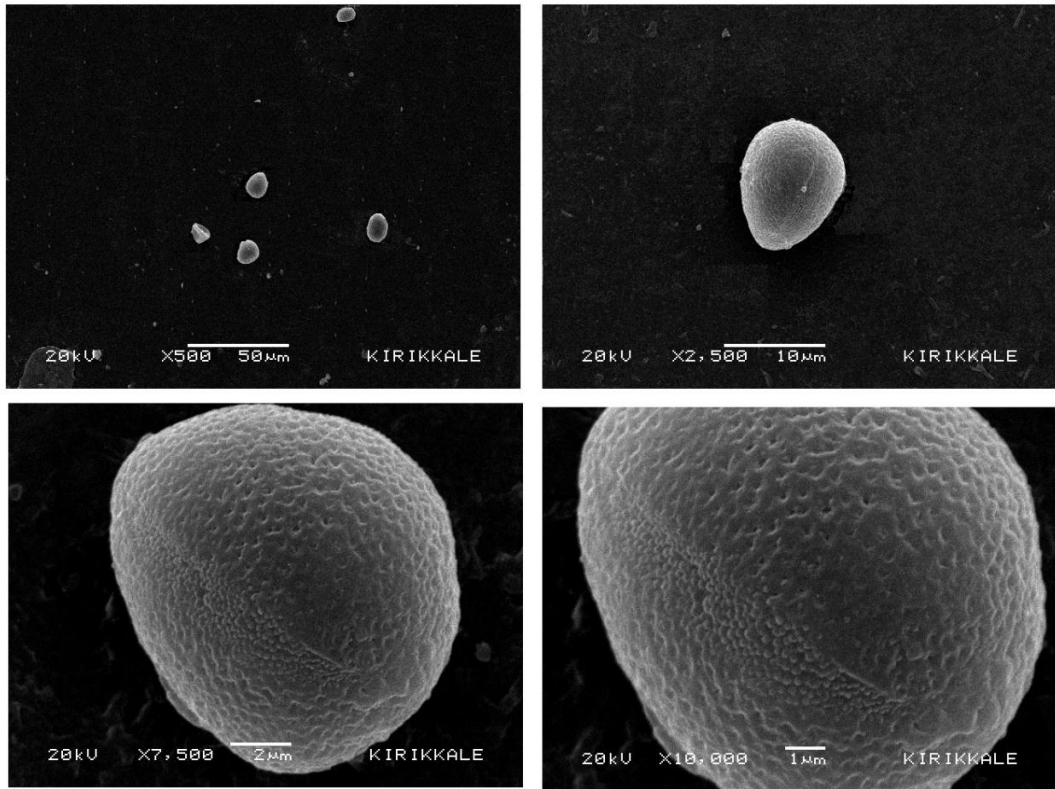
Polen 4-kolporat, prolat ve subprolat, dikdörtgens. Polar eksen uzunluğu (P) 33,9-37,3 μm ; ekvatorial eksen uzunluğu (E) 24,7-27,7 μm ; P/E oranı 1,31-1,43. Polen simetrisi isopolar. Kolpus uzunluğu 18, 2-21, 18 μm . Tektum psilat ve ekvatorial retikulumlu.



Şekil 3.2.6. *Anchusa azurea* poleninin SEM görüntüleri

3.2.7. *Echium italicum* L.

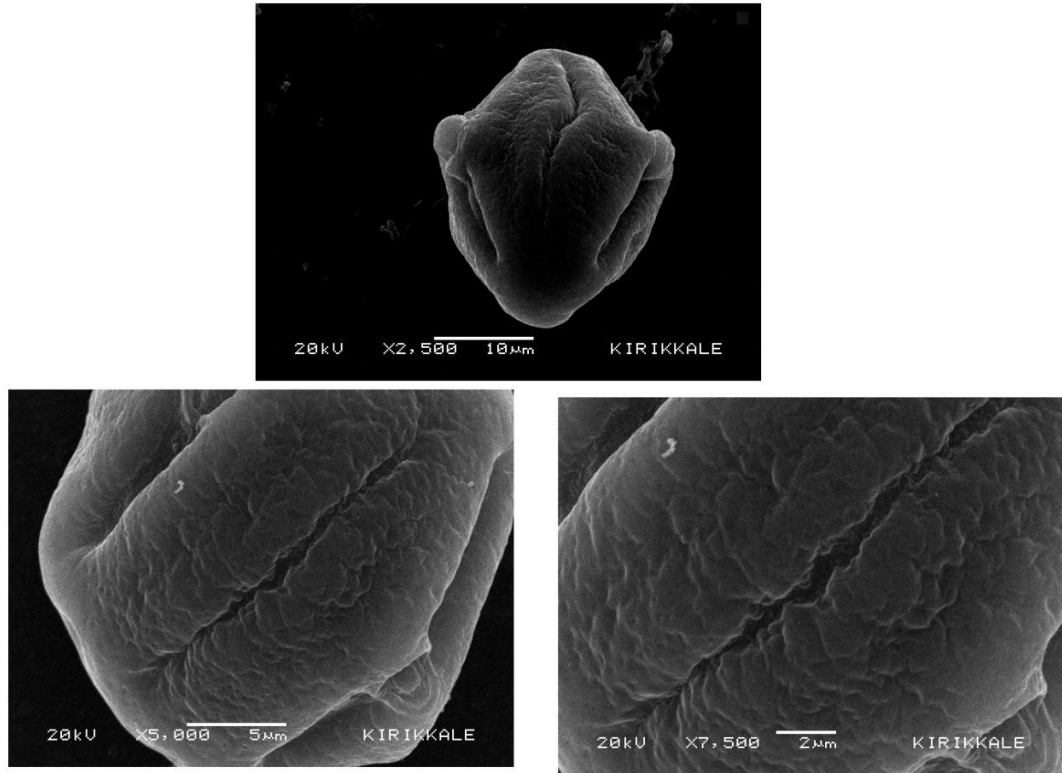
Polen 3-kolporat, prolat ve subprolat, üçgensel. Polar eksen uzunluğu (P) 10,1-13,2 μm ; ekvatorial eksen uzunluğu (E) 8,47-11,8 μm ; P/E oranı 1,08-1,33. Polen simetrisi heteropolar. Kolpus uzunluğu 10, 0-11, 18 μm , üzeri granüllü. Tektum retikulat, perforat-granülat.



Şekil 3.2.7. *Echium italicum* polenin SEM görüntüleri

3.2.8. *Heliotropium europaeum* L.

Polen 6-heterokolporat (3 adet dar psodokolpus ve 3 adet nispeten daha geniş ve uzun kolporuslu), prolat ve subprolat. Polar eksen uzunluğu (P) 25,4-28,2 μm ; ekvatorial eksen uzunluğu (E) 22,3-25,7 μm ; P/E oranı 1,02-1,17. Polen simetrisi isopolar. Kolpus uzunluğu 20,6-26,4 μm . Tektum psilat ve yer yer hafif perforat.



Şekil 3.2.8. *Heliotropium europaeum* poleninin SEM görüntüleri

Çizelge. 3.2.1.İncelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonların polenlerinin mikromorfolojik özellikleri.

TAKSONLAR	Polen şekli	Ornamentasyon	Ekvatorial retikulum	Apertür tipi	Polar eksen	Ekvatorial eksen	P/E	Polar simetrisi	Kolpus uzunluğu
<i>Nonea stenosolen</i>	Prolat/Subprolat	Perforat	Var	4-kolporat	20,6/ 23,5	18,1/ 22,7	1,03/ 1,26	İsopolar	10,3/ 12,65
<i>Lappula barbata</i>	Perprolat	Psilat	Yok	6-heterokolporat	10,0/ 11,4	3,07/ 3,77	2,65/ 3,65	İsopolar	7,35/ 9,41
<i>Moltkia coerulea</i>	Prolat	Psilat	Yok	10-kolporat	14,7/ 16,0	13,2/ 15,0	1,01/ 1,12	heteropolar	5,9/ 11,8
<i>Neatostema apulum</i>	Prolat/subprolat	Psilat ve perforat	Yok	6-kolporat	16,5/ 19,5	13,1/ 14,5	1,14/ 1,39	İsopolar	12,35/ 18,23
<i>Onosma isaurica</i>	Prolat/subprolat	skabrat veya granülat	Yok	3-sinkolporat	13,8/ 15,9	9,62/ 11,7	1,29/ 1,62	heteropolar	17,65/ 18,25
<i>Anchusa azurea</i>	Prolat/subprolat	Psilat	Var	4-kolporat	33,9/ 37,3	24,7/ 27,7	1,31/ 1,43	İsopolar	18,2/ 21,18
<i>Echium italicum</i>	Prolat/subprolat	retikulat, perforat-granülat	Yok	3-kolporat	10,1/ 13,2	8,47/ 11,8	1,08/ 1,33	heteropolar	10,0/ 11,18
<i>Heliotropium europaeum</i>	Prolat/subprolat	Psilat ve perforat	Yok	6-heterokolporat	25,4/ 28,2	22,3/ 24,6	1,02/ 1,17	İsopolar	20,6/ 26,4

3.3. İncelenen Taksonların Yaprak Trikomlarına Ait Bulgular

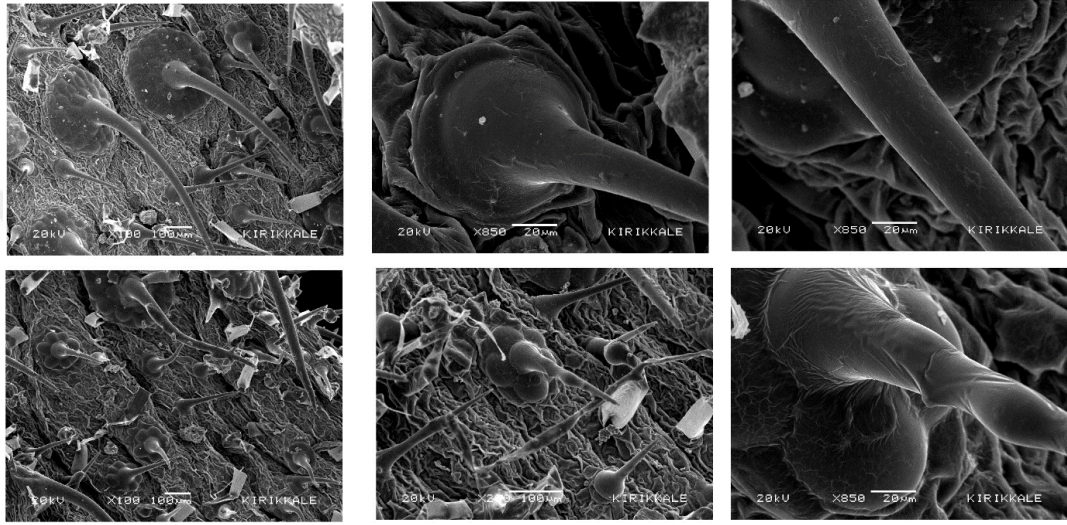
Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait 8 türde yapılan alt ve üst yaprak yüzeylerine ait indumentüm çalışmasında aşağıdaki trikom çeşitlerine rastlanmıştır:

- Geniş, hafif fırlak veya pankek şeklindeki çok hücreli tüberkülden çıkan tek hücreli, sert ve konik trikomlar (tabanı tüberküllü seta). Setaların tabanında genellikle tüylerin büyüklüğü ile orantılı olarak kısa olanlarda daha az uzun olanlarda daha fazla hücre bulunmaktadır. Tek sıralı tüberkülden en az 4-5 hücre ya da 2-3 sıralı olanda en fazla 20 hücreden meydana gelmektedir.
- Genellikle tabanı tüberküllü setaların arasında yer alan tek hücreli tabanı tüberkülsüz, sert ve konik setalar.
- Setanın tabanındaki tüberkülden yıldızsı dizilmiş genellikle kısa tek hücreli trikomlar.
- Setaların arasında yer alan tabansız kurdela şeklindeki trikomlar.
- Setaların arasında yer alan nispeten çok küçük glandular trikomlar.
- Su kabağı şeklinde ucu uzun ve konik trikomlar.

Seta olarak adlandırılan Boraginaceae trikomlarının özellikle taban kısmında kalsiyum oksalat kristallerinin meydana getirdiği sistolit kristalleri sert bir yapı oluşturur, seta el ile ovuşturulduğunda çoğu zaman ele batarak acıtır.

3.3.1. *Nonea stenosolen* Boiss. & Bal.

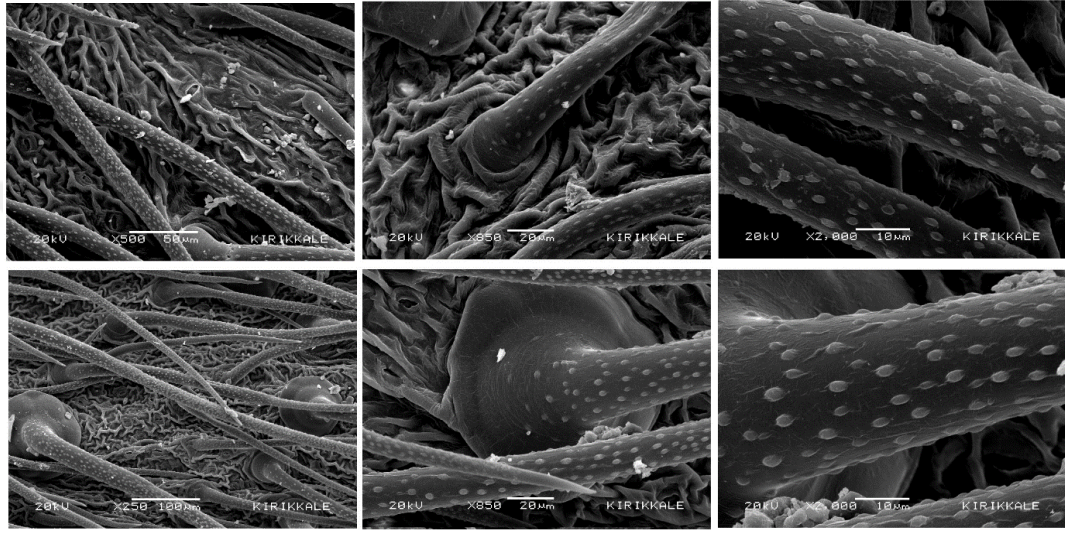
Tabanı tüberküllü uzun setalar ve bunların arasında tabanı tüberkülsüz kısa setalar, kurdela şeklindeki tüyler ve çok küçük glandular trikomlar bulunur. Trikomlar beyaz renktedir. Setalar neredeyse dik ya da hafif yatık, yoğun. Trikomların yüzeyi düzdür.



Şekil 3.3.1. *Nonea stenosolen* yaprak trikomunun SEM görüntüleri

3.3.2. *Lappula barbata* Gürke

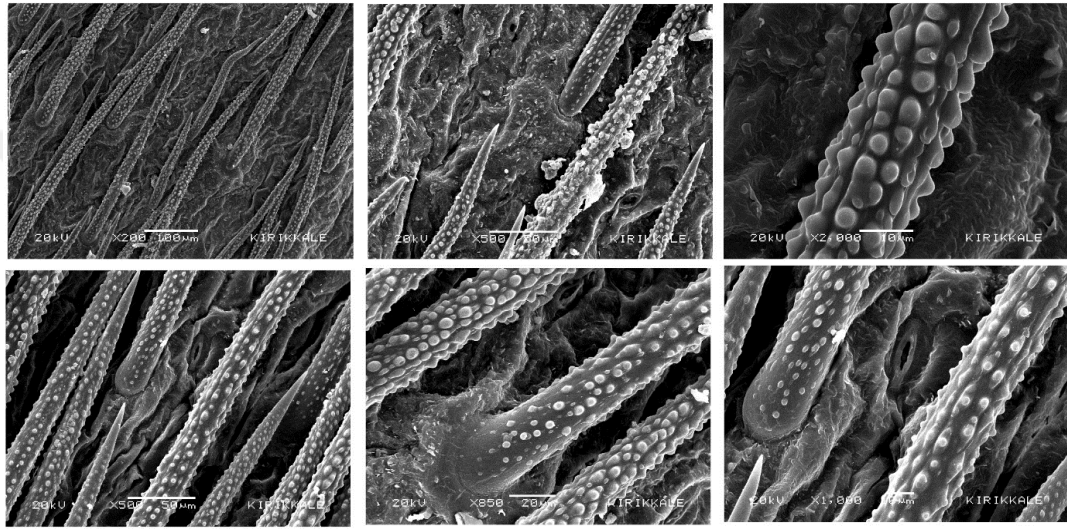
Tabanı tüberküllü uzun setalar ve bunların arasında tabanı tüberkülsüz kısa setalar bulunur. Trikomlar beyaz renktedir. Setalar, genellikle kuvvetli bir şekilde yatık ve çok yoğundur. Tüy yüzeyi düz veya dağınık ya da çizgisel tüberküllüdür.



Şekil 3.3.2. *Lappula barbata* yaprak trikomunun SEM görüntüleri

3.3.3. *Moltkia coerulea* Lehm.

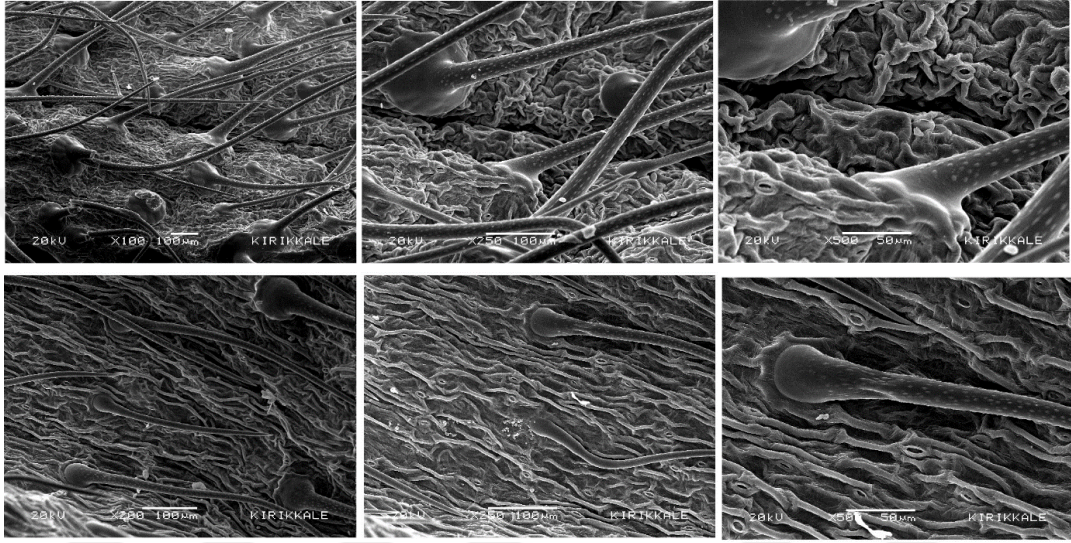
Tabanı tüberkülsüz uzun setalar ve bunların arasında daha kısa tabanı tüberkülsüz setalar bulunur. Trikomlar sarımtırak kahverengi ilâ beyazımsıdır. Setalar kuvvetli bir şekilde yatık ve çok yoğunudur. Trikom yüzeyi boyuna derin oyuklu ve bu oyukların tümsekleri boyunca iri tüberküllüdür.



Şekil 3.3.3. *Moltkia coerulea* yaprak trikomunun SEM görüntüleri

3.3.4. *Neatostema apulum* l.

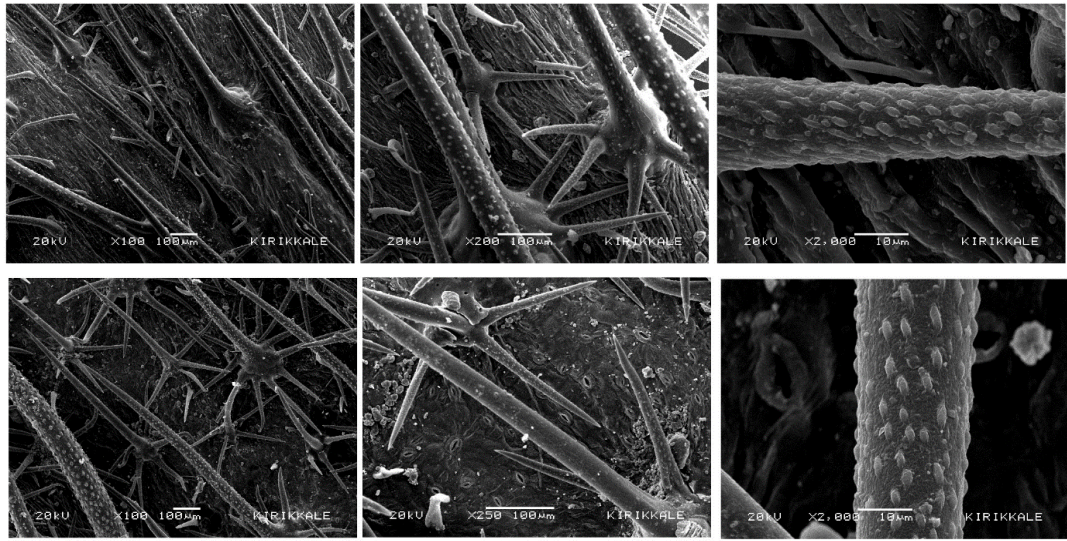
Tabanı tüberküllü uzun ince setalar ve bunların arasında tabanı tüberkülsüz kısa setalar bulunur. Trikomlar beyaz renktedir. Setalar neredeyse dik ya da hafif yatık ve seyrekler. Seta yüzeyi dağınık ya da çizgisel tüberküllüdür.



Şekil 3.3.4. *Neatostema apulum* yaprak trikomunun SEM görüntüleri

3.3.5. *Onosma isaurica* Boiss. & Heldr.

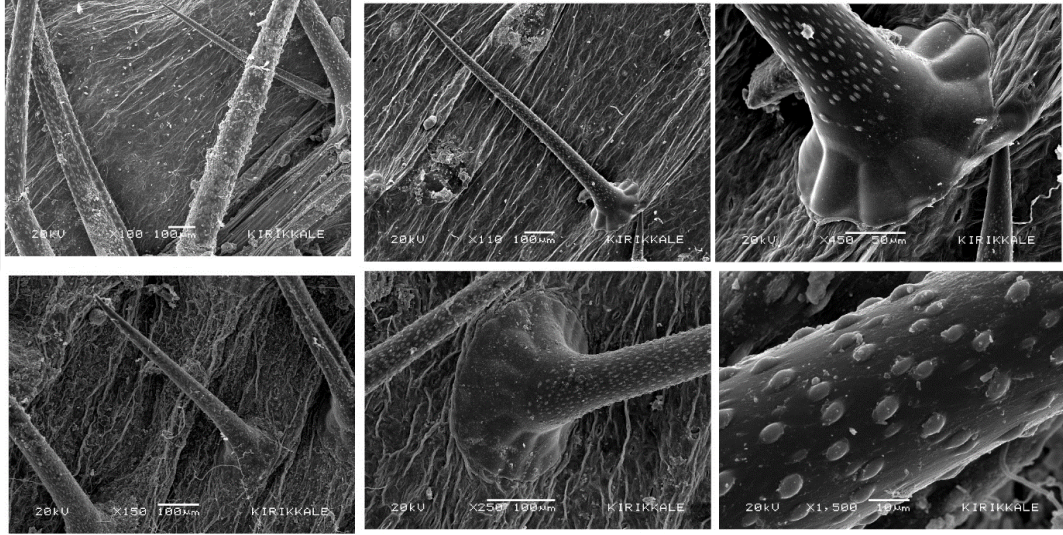
Tabanı tüberküllü üzerinde yıldızlı dizilmiş genellikle kısa trikomların bulunduğu setalar ve bunların yanında tabanı tüberküllü ya da tüberkülsüz setalar bulunur. Trikomlar sarımsı yeşil ila beyazımsı ve yoğun. Setalar dik veya yatık, seyrekler. Seta yüzeyi düz ya da dağınık ya da spiral şeklinde dizilmiş çizgisel tüberküllü.



Şekil 3.3.5. *Onosma isaurica* yaprak trikomunun SEM görüntüleri

3.3.6. *Anchusa azurea* Mill.

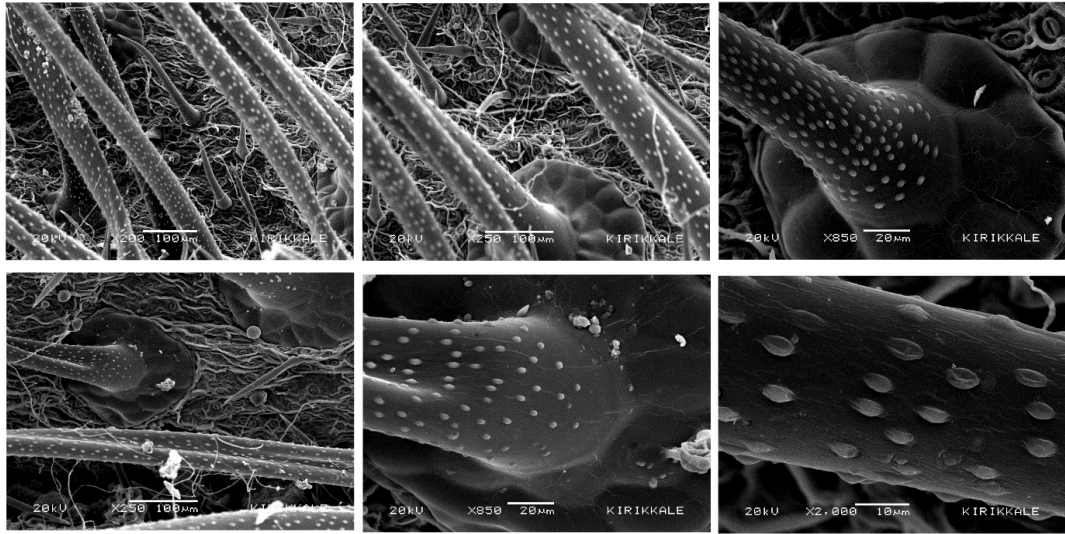
Tabanı tüberküllü uzun ya da kısa setalar bulunur. Trikomlar beyazdır. Farklı yönlerde dağılmış, dik veya yatık, seyrekler. Tüy yüzeyi dağınık tüberküllüdür.



Şekil 3.3.6. *Anchusa azurea* yaprak trikomunun SEM görüntüleri

3.3.7. *Echium italicum* L.

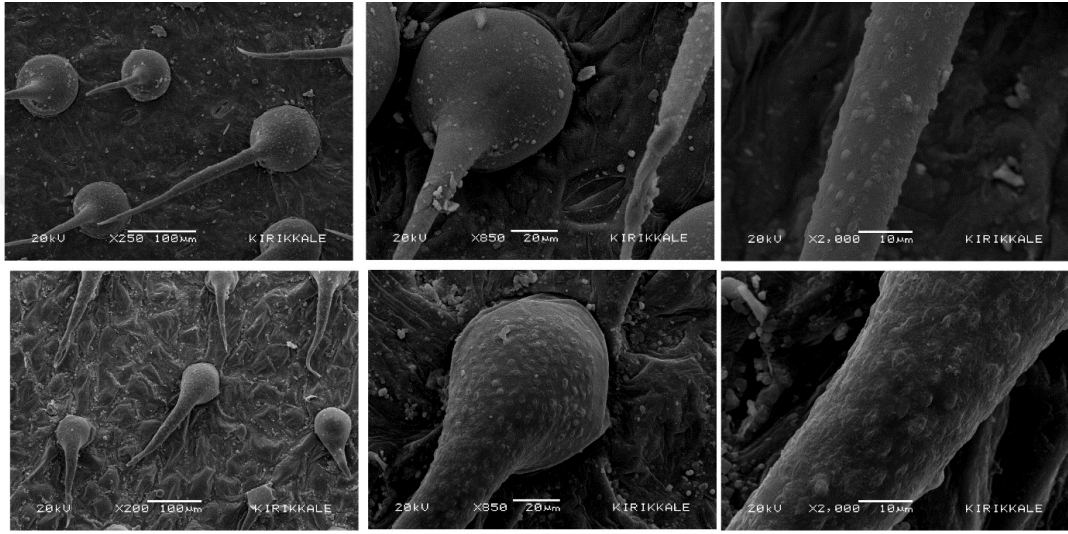
Tabanı tüberküllü uzun setalar ve bunların arasında tabanı tüberkülsüz kısa setalar ve çok küçük glandular trikomlar bulunur. Trikomlar beyazımsı ya da sarımsı renktedir. Setalar yatık ya da neredeyse dik ve yoğunudur. Tüy yüzeyi dağınık ya da çizgisel tüberküllü.



Şekil 3.3.7. *Echium italicum* yaprak trikomunun SEM görüntüleri

3.3.8. *Heliotropium europaeum* L.

Trikomlar sarımsı yeşil ila beyazımsı olup, sadece su kabağı şeklinde ucu uzun ve konik olarak gözlenmiştir. Trikomlar kuvvetli bir şekilde yatık ve seyrekler. Tüy yüzeyi düz ya da dağınık tüberküllüdür.



Şekil 3.3.8. *Heliotropium europaeum* yaprak trikomunun SEM görüntüleri

Çizelge. 3.3.1.İncelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonun yaprak trikomlarının mikromorfolojik özellikleri.

Takson adı	Trikom tipi						Tüy Duruşu				Trikom yüzeyi					
Takson adı	Tabanı tüberküllü	Tabanı tüberkülsüz	Yıldızsı dizilmiş	Kurdela şeklinde	Glandular	Su kabağı şeklinde	± dik	Yatık	Tüy rengi	Tüy yoğunluğu	Düz	dağınık tüberküllü	Çizgisel tüberküllü	spiral dizilmiş tüberküllü	Derin oyuklu İri tüberküllü	
<i>Nonea stenosolen</i>	+	+	-	+	+	-	+	+	beyaz	Yoğun	+	-	-	-	-	
<i>Lappula barbata</i>	+	+	-	-	-	-	-	+	beyaz	Çok Yoğun	+	+	+	-	-	
<i>Moltkia coerulea</i>	-	+	-	-	-	-	-	+	sarı kahve beyaz	Çok yoğun	-	-	-	-	+	
<i>Neatostema apulum</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	beyaz	Seyrek	-	+	+	-	-	
<i>Onosma isaurica</i>	+	+	+	-	-	-	+	+	sarı-beyaz	Seyrek	+	+	+	+	-	
<i>Anchusa azurea</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	beyaz	Seyrek	-	+	-	-	-	
<i>Echium italicum</i>	+	+	-	-	+	-	+	+	beyaz-sarı	Yoğun	-	+	+	-	-	
<i>Heliotropium europaeum</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	sarı yeşil kahve	Seyrek	+	+	-	-	-	

3.4. FİLOGENETİK ANALİZ BULGULARI

Neighbor-Joining kümeleme yöntemi (Saitou ve Nei, 1987) için yapılan uzaklık matriksi (uncorrected p-distances seçeneğiyle) Çizelge 3.4.1’de gösterilmiştir. Bu uzaklık matriksini temel alarak PAUP* vers. 4.0b10 (Swofford, 2003) ile yapılan Neighbor-Joining kümeleme ağacı Şekil 3.4.1’de gösterilmiştir.

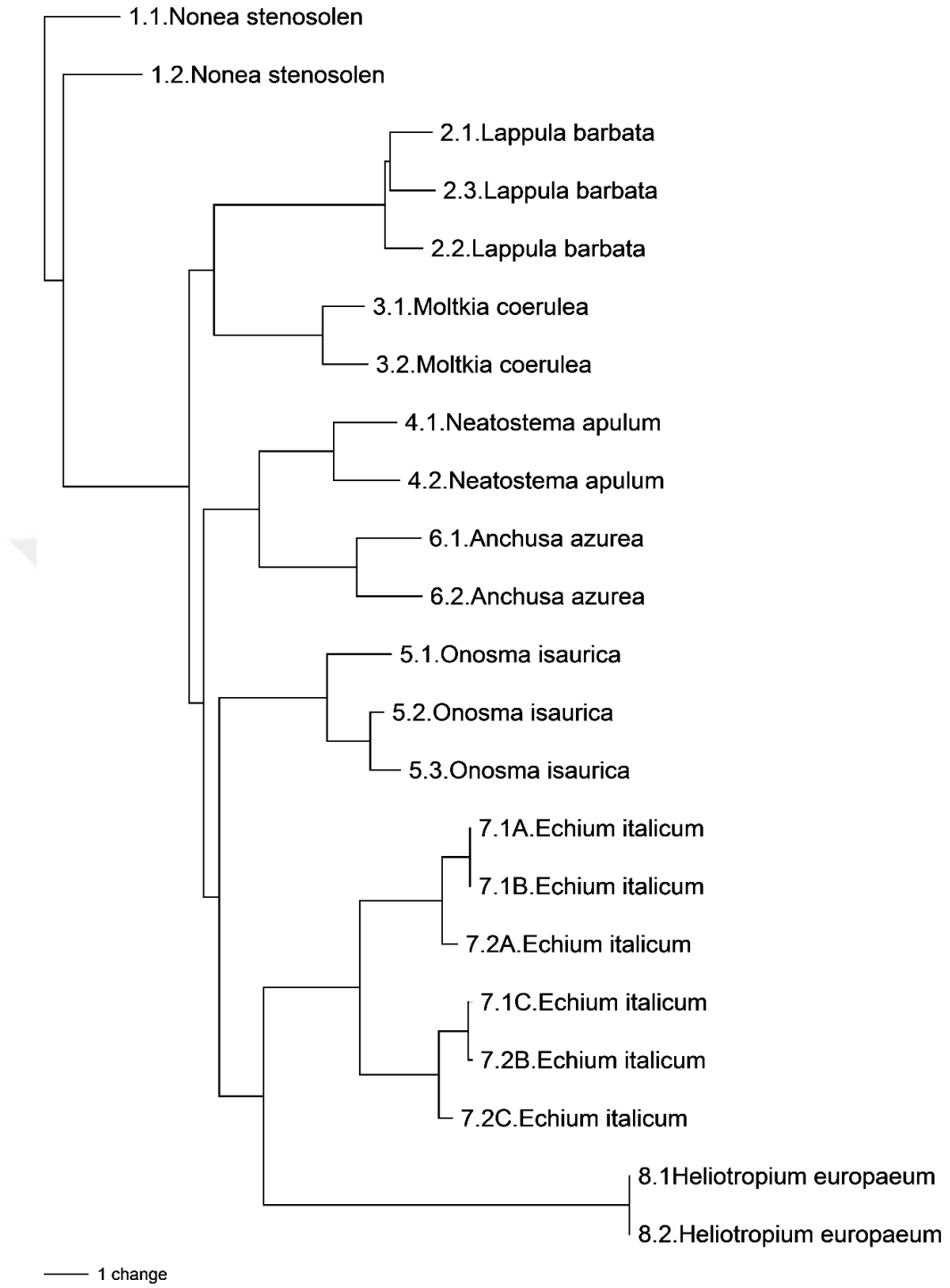


Çizelge 3.4.1. Bu çalışma kapsamında incelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonların makro ve mikromorfoloji karakterler kullanılarak gerçekleştirilen "uncorrected p-distances" uzaklık matrisi.

TAKSONLAR	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3
1.1. <i>Nonea stenosolen</i>	-											
1.2. <i>Nonea stenosolen</i>	0,17295	-										
2.1. <i>Lappula barbata</i>	0,64757	0,53910	-									
2.2. <i>Lappula barbata</i>	0,63387	0,65067	0,08787	-								
2.3. <i>Lappula barbata</i>	0,69418	0,65067	0,08178	0,08576	-							
3.1. <i>Moltkia coerulea</i>	0,48160	0,54225	0,55217	0,54466	0,52490	-						
3.2. <i>Moltkia coerulea</i>	0,72682	0,54225	0,45869	0,45328	0,43596	0,08809	-					
4.1. <i>Neatostema apulum</i>	0,51217	0,85623	0,67908	0,46338	0,62397	0,63285	0,77297	-				
4.2. <i>Neatostema apulum</i>	0,73873	0,53910	0,52600	0,44012	0,44273	0,63850	0,53234	0,13078	-			
5.1. <i>Onosma isaurica</i>	0,59489	0,73873	0,66671	0,83129	0,79418	0,58020	0,72945	0,42836	0,59603	-		
5.2. <i>Onosma isaurica</i>	1,56935	0,59489	0,66361	0,56475	0,65622	0,57220	0,46063	0,54692	0,42414	0,14008	-	
5.3. <i>Onosma isaurica</i>	1,24912	0,56234	0,64670	0,65374	0,75874	0,58299	0,47734	0,62657	0,44135	0,13279	0,03962	-
6.1. <i>Anchusa azurea</i>	0,51952	0,58933	0,65688	0,55396	0,65882	0,67460	0,67460	0,27579	0,46795	0,51952	0,51217	0,59489
6.2. <i>Anchusa azurea</i>	0,83954	0,79206	0,79814	0,64174	0,65035	0,70518	0,44672	0,28441	0,33919	0,80943	0,66336	0,76426
7.1A. <i>Echium italicum</i>	0,42836	0,63109	0,87571	1,15655	0,78217	0,63833	0,98490	0,56969	0,72168	0,56969	0,82510	1,14533
7.1B. <i>Echium italicum</i>	0,42836	0,63109	0,87571	1,15655	0,78217	0,63833	0,98490	0,56969	0,72168	0,56969	0,82510	1,14533
7.1C. <i>Echium italicum</i>	0,48331	0,59603	1,08645	0,86989	0,73290	0,60724	0,51588	0,88992	0,77493	0,71598	0,65227	0,85846
7.2A. <i>Echium italicum</i>	0,51952	0,51952	0,71300	0,90113	0,63833	0,52675	0,78217	0,68126	0,59603	0,68126	0,68126	0,88992
7.2B. <i>Echium italicum</i>	0,48331	0,59603	1,08645	0,86989	0,73290	0,60724	0,50691	0,79876	0,69786	0,65077	0,63451	0,83382
7.2C. <i>Echium italicum</i>	0,59489	0,49569	0,84370	0,70165	0,60724	0,50691	0,42870	1,14533	0,63109	0,88172	0,53840	0,68776
8.1. <i>Heliotropium europaeum</i>	3,13870*	3,13870*	3,13870*	3,13870*	3,13870*	1,55321	3,13870*	1,40580	1,17729	0,97766	1,32424	1,14533
8.2. <i>Heliotropium europaeum</i>	3,13870*	3,13870*	3,13870*	3,13870*	3,13870*	1,55321	3,13870*	1,40580	1,17729	0,97766	1,32424	1,14533

Çizelge 3.4.1.'in devamı Bu çalışma kapsamında incelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonların makro ve mikromorfoloji karakterler kullanılarak gerçekleştirilen "uncorrected p-distances" uzaklık matrisi

TAKSONLAR	6.1	6.2	7.1A	7.1B	7.1C	7.2A	7.2B	7.2C	8.1	8.2
1.1. <i>Nonea stenosolen</i>										
1.2. <i>Nonea stenosolen</i>										
2.1. <i>Lappula barbata</i>										
2.2. <i>Lappula barbata</i>										
2.3. <i>Lappula barbata</i>										
3.1. <i>Moltkia coerulea</i>										
3.2. <i>Moltkia coerulea</i>										
4.1. <i>Neatostema apulum</i>										
4.2. <i>Neatostema apulum</i>										
5.1. <i>Onosma isaurica</i>										
5.2. <i>Onosma isaurica</i>										
5.3. <i>Onosma isaurica</i>										
6.1. <i>Anchusa azurea</i>	-									
6.2. <i>Anchusa azurea</i>	0,13575	-								
7.1A. <i>Echium italicum</i>	0,97766	0,83382	-							
7.1B. <i>Echium italicum</i>	0,97766	0,83382	0,00000	-						
7.1C. <i>Echium italicum</i>	1,32424	1,03280	0,18386	0,18386	-					
7.2A. <i>Echium italicum</i>	1,32424	1,08924	0,04002	0,04002	0,24275	-				
7.2B. <i>Echium italicum</i>	1,14533	0,98108	0,23245	0,23245	0,00000	0,29503	-			
7.2C. <i>Echium italicum</i>	3,13870*	1,45470	0,24275	0,24275	0,04002	0,18386	0,04281	-		
8.1. <i>Heliotropium europaeum</i>	3,13870*	3,13870*	0,97766	0,97766	3,13870*	0,77493	3,13870*	3,13870*	-	
8.2. <i>Heliotropium europaeum</i>	3,13870*	3,13870*	0,97766	0,97766	3,13870*	0,77493	3,13870*	3,13870*	0,00000	-



Şekil 3.4.1 Bu çalışma kapsamında incelenen Boraginaceae familyasına ait 8 cinse ait taksonların makro ve mikromorfoloji karakterleri kullanılarak "uncorrected p-distances" uzaklık matrisine göre gerçekleştirilen Neighbour-joining (NJ) ağaç.

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada Boraginaceae familyasına ait olan 8 türün meyveleri (nutletleri), polenleri ve yaprak trikomları incelenmiştir. Temel olarak mikromorfolojik özelliklerden elde edilen veriler kullanılarak Neighbor-Joining kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir.

Davis (1978) Boraginaceae familyasında nutlet özelliklerini teşhis anahtarında büyük oranda kullanmıştır. Bu çalışmada incelenen 8 türde en büyük nutletin *Anchusa azurea* (5-10x2,3 mm) taksonuna en küçük meyvenin ise *Neatostema apulum* (1,5-1,9x1-1,2 mm) taksonuna ait olduğu tespit edilmiştir. Nutletler şekil bakımından da türler arası farklılıklar göstermektedir. *Onosma isaurica*, *Heliotropium europaeum*, *Nonea stenosolen*, *Moltkia coerulea* taksonlarında yumurtamsı, *Anchusa azurea*, *Echium italicum* taksonlarında yumurtamsı ile dikdörtgensel, *Lappula barbata* ve *Neatostema apulum* türlerinde çeyrek armut görünümündedir.

Nutletlerin stereo, ışık ve SEM ile incelenmesi mikromorfolojik karakterlerdeki farklılıkları ortaya çıkarmıştır. Boraginaceae familyasına ait olan 8 türde hücre duvarları *O. isaurica* türünde belirgin bir şekilde ayırt edilebilmektedir. *L. barbata*, *N. apulum*, *M. coerulea* taksonlarında yüzey tüberküllü; *A. azurea* ve *E. italicum* taksonlarında yüzey retikulat-ruguloz ve seyrek tüberküllü; *O. isaurica*'da yüzey düz ve granüllü; *N. stenosolen*'de yüzey yer yer tüylü, tüberküllüdür. Türler arasında papilla varlığına sahip olan türler *A. azurea* ve *H. europaeum*'dur. Türler arasında çizgi varlığı bakımından farklılık gösteren tür ise *H. europaeum*'dur. Diğer türler de çizgi mevcut değildir. Nutlet mikromorfolojilerinin SEM ile ayrıntılı olarak incelenmesi sonucu yüzey süslenme çeşitlerinin taksonların ayırt edilmesi amacı ile kullanılabileceği görülmüştür.

Clarke ve ark. (1979) ve Sahay (1979) Boraginaceae'de bu zamana kadar yapılan palinotaksonomik çalışmaların, bu familya cinslerinin sınırlandırılmasında faydalı olduğunu belirtmiştir.

Yapılan bu çalışmada Clarke'ın (1977) belirttiği gibi Boraginaceae familyası europolynous olup, morfolojik olarak geniş bir yelpazede polenlere sahiptir. Polen şekli bazı türlerde benzerlik gösterirken bazılarında farklılık göstermektedir. *N. stenosolen*, *N. apulum*, *O. isaurica*, *A. azurea*, *E. italicum*, *H. europaeum*, polen şekli prolat-subprolat iken, *L. barbata*'da polen şekli perprolat, *M. coerulea* prolat'tır.

Polen ornamentasyonu bakımından da farklılıklar ve benzerlikler vardır. *L. barbata*, *M. coerulea*, *A. azurea* ornamentasyonu psilat iken, *N. apulum* ve *H. europaeum* psilat-perforat'tır. *E. italicum* türünde ornamentasyon retikulat perforat-granulat, *O. isaurica*'da ornamentasyon skabrat veya granulattır.

N. stenosolen ve *A. azurea* türlerinde apertür tipi 4-kolporat iken *L. barbata* ve *H. europaeum*'da 6 heterokolporattır. *M. coerulea* apertür tipi 10-kolporat, *N. apulum* apertür tipi 6-kolporat, *Onosma isaurica* apertür tipi 3-sinkolporat, *E. italicum* apertür tipi 3-kolporat'tır.

Çalışmada incelenen taksonlarda polen büyüklüğü polar ekseninde (P) 9,9-37,3µm arasında değişmektedir. Buna göre polar ekseninde en büyük polen *A. azurea* en küçük polen *L. barbata* olarak bulunmuştur. Ekvatorial ekseninde (E) 3,07-27,7 µm arasında değişmektedir. P/E oranı 1,02-3,88 arasında değişmekte olup, en küçük oran 1,01 µm ile *M. coerulea*, en büyük oran 3,88 µm ile *L. barbata* 'da saptanmıştır.

Polenlerin kolpus uzunluğu 5,89-26,4 µm arasında değişmektedir. En küçük kolpus uzunluğu *M. coerulea*'da (5,89 µm) görülürken, en büyük kolpus uzunluğu *H. europaeum*'da (26,4 µm) bulunmuştur. Bu sonuçlara göre bulunan bazı polen karakterleri (kolpus uzunluğu, ornamentasyon vs.) türlere göre farklılıklar göstermektedir. Bu karakterler, türlerin ayrımlarında daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesi bakımından önemlidir.

Boraginaceae familyası, çok çeşitli trikom (seta) formlarına sahiptir. Birçok yazar (Al-Nowaihi ve ark. 1987; Selvi ve Bigazzi, 2001; Diane ve ark., 2003; Taia, 2006; Ventrella ve Marinho, 2008; Perveen, 2009) tarafından Boraginaceae içerisinde trikom karakterlerinin birçok cinsin ve türün izolasyonunu desteklediği gösterilmiştir. Bu çalışmada incelenen türler arasında yaprak trikomları bakımından

da benzerlik ve farklılıklar gözlenmiştir, *N. stenosolen*, *L. barbata*, *N. apulum*, *E. italicum*, *O. isaurica* ve *A. azurea* taksonlarının trikom tabanları tüberküllü ve bunların arasında tabanı tüberkülsüz setalar da bulunmaktadır. *M. coerulea* da trikom tabanı tüberkülsüz uzun setalar ve bunların arasında tabanı tüberkülsüz daha kısa setalar bulunmaktadır. *H. europaeum* tabanında tüberkül bulunmamaktadır. Ayrıca trikomlar çalışılan diğer türlerde bulunmayan bir tipte olup, su kabağı şeklindedir.

Tüy rengi bakımından ise; *N. stenosolen*, *L. barbata*, *N. apulum*, *A. azurea* beyaz, *E. italicum* ve *H. europaeum* sarı-beyaz, *M. coerulea* beyaz, kahverengi-sarımtırak. *O. isaurica* ise sarı-beyaz renktedir. *N. stenosolen*'de kurdela şeklinde tüyler ve çok küçük glandular trikomlar bulunur. *O. isaurica*'da uzun setaların tabanında yıldızsı dizilmiş trikomlar bulunur.

Tüy yoğunluğu bakımından cinsler arasında benzerlik ve farklılıklar vardır. *N. stenosolen*, *E. italicum* yoğun, *A. azurea*, *H. europaeum*, *N. apulum* ve *O. isaurica* seyrek, *L. barbata* ve *M. coerulea* ise çok yoğundur. Tüy duruşu bakımından ise *L. barbata*, *M. coerulea* ve *H. europaeum* yatık; *N. stenosolen*, *N. apulum*, *O. isaurica* ve *A. azurea* dik ya da hafif yatık; *E. italicum*'da tüy duruşu ise yatık ya da neredeyse diktir. Tüy yüzeyi *N. apulum* ve *E. italicum* türlerinde benzerlik göstermektedir. Bu iki türe ait tüy yüzeyi dağınık yada çizgisel tüberküllüdür. *N. stenosolen* tüy yüzeyi düz, *L. barbata*'da düz ya da dağınık spiral veya çizgisel tüberküllü, *M. coerulea*'da derin oyuklu tüberküllü, *O. isaurica* düz-dağınık-spiral veya çizgisel tüberküllü, *A. azurea*'da dağınık tüberküllü. *H. europaeum*'da trikom yüzeyi düz ve dağınık tüberküllüdür.

Neighbor-Joining kümeleme ağacı için gerçekleştirilen “uncorrected p-distances” uzaklık matrisine (Çizelge 3.4.1) göre *H. europaeum* türüne en yakın takson *E. italicum*'dur; daha sonra *O. isaurica*, *N. apulum*, *A. azurea*, *M. coerulea*, *L. barbata* ve *N. stenosolen*'dir.

Neighbour-Joining Analiz ağacında (Şekil 3.4.1) *L. barbata* ve *M. corulea*; *N. apulum* ve *A. azurea*; *O. isaurica*, *E. italicum* ve *H. europaeum* aynı dal üzerinde ortaya çıkmıştır. Bu durum aynı dal üzerindeki taksonların birbirine diğerlerine göre

daha yakın akraba olduklarını ifade etmektedir. *N. stenosolen* alışılan diğ r tüm türlerden ayrı olarak aēa üzerinde konumlanmıştır.



KAYNAKLAR

- Akçin, Ö.E., Nutlets micromorphology of some *Onosma* L. (Boraginaceae) species from Turkey. *Biologia* 62 (6): 684-689, 2007.
- Akçin, Ö.E., Aktaş Altıntaş M.Y., Anatomical properties of *Myosotis alpestris* F.W. Schmidt (Boraginaceae) species from Turkey. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.* 3(1):61-68, 2013.
- Akçin, Ö.E. ve Baki, H., Micromorphology and anatomy of three *Symphytum* (Boraginaceae) taxa from Turkey. *Bangladesh J. Bot.* 36(2): 93-103, 2007.
- Akçin, Ö.E. ve Binzet, R., Nutlet size, shape and surface ornamentation in 14 *Onosma* species (Boraginaceae) *Acta Bot. Croat.* 68 (1), 117–126, 2009.
- Akçin, Ö. E ve Binzet, R., Micromorphological studies on nutlets of some *Onosma* L. (Boraginaceae) species from Turkey. *Pak. J. Bot.* 43: 743–752, 2011
- Akçin, T.A., Ulu, Ş. ve Akçin, A., Morphological, anatomical and numerical studies on some *Anchusa* L. (Boraginaceae) taxa from Turkey. *Pak. J. Bot.* 42(4): 2231-2247, 2010.
- Al-Nowaihi, A.S., Khalifa S.F. ve Hamed, K., A contribution to the taxonomy of Boraginaceae *Phytologia*, 62: 107-125, 1987.
- Falatoury, A., Pakravan, M. ve Sharifnia, F., Palynological study of *Nonea*

- (Boraginaceae-Boragineae) In Iran. Progress In Biological Sciences, 1 (2): 36-43, 2011.
- Bağcı, Ö., Menemen, Y. ve Elibol, Z., Kızılırmak Kapulukaya (Kırıkkale) baraj gölü çevresinin florası. Ot Sist. Bot. Dergisi, 89-116, 2011.
- Bigazzi, M. ve Selvi, F., Pollen Morphology in the Boragineae (Boraginaceae) in relation to the taxonomy of the Tribe. Plant. Syst. Evol. 213: 121-151, 1998.
- Binzet, R., A new species of *Onosma* L. (Boraginaceae) from Anatolia. Turk. J. Bot. 40: 194–200, 2016.
- Binzet, R. ve Akçin, Ö. E., Nutlets morphologies of some *Onosma* L. (Boraginaceae) in Turkey. Acta Bot. Croat. 68 (1):117-126, 2009.
- Binzet, R. ve Teke, İ., The Anatomical properties of *Onosma mollis* DC. and *Onosma halophila* Boiss. & Heldr. (Boraginaceae) from Turkey. Pak. J. Bot. 46 (5): 1663-1668, 2014.
- Boissier, E., Flora Orientalis. H. Georg., Genevae et Basileae, 1867-1884.
- Boissier, E., Flora Orientalis, Supplementum. H. Georg., Genevae et Basileae, 1888.
- Clarke, C. G. S., The north west europcan pollen flora: 10. Boraginaceae. Rev. Palaeobot. Palynol. 24 (2): 59-101, 1977.
- Clarke, C.G.S., Pollen morphology in the genus *Pardoglossum* (Boraginaceae) with some observations on heterocolpate pollen. Rev. Palaeobot. Palynol. 28: 301–309, 1979.
- Davis, P.H., Boraginaceae. Ed: by P.H. Davis. 6: 237–437. Edinburgh University Press, Edinburgh, 1978.
- Davis, P.H., Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh, 1965-1985.
- Davis, P. H., Cullen J. ve M. J. E. Coode. Flora of Turkey and the East Aegean

- Islands, Vol. 10, Edinburgh Univ. Press. Edinburgh, 1988.
- Diane, N., Jacob, C. ve Hilger, H.H., Leaf anatomy and foliar trichomes in Heliotropiaceae and the ir systematic relevance. Flora, 198(6): 468-485, 2003.
- Diez, M. J., Pollen morphology of genus *Anchusa* L. (Boraginaceae) and its taxonomic interest. Pollen and Spores 25: 367–382, 1983.
- Diez, M. J., Contribucìon al Atlas Palinològico de Andalucia occidental. I. Boraginaceae. Lagasalia 13: 147–171, 1984.
- Diez, M. J., A general survey of pollen types in *Anchusa* L. (Boraginaceae) in relation to taxonomy. Acta Bot. Gallica 141: 233–242, 1994.
- Dönmez, A. A., Flora of Karagüney Mountain (Kırıkkale). Turk. J. Bot. 417-451, 2002.
- E. Aydin, Edirne’de yayılış gösteren *Myosotis* L. (Boraginaceae) türleri üzerinde morfolojik, korolojik ve anatomik araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Trakya, 2013.
- Fægri, K. ve J. Iversen, Textbook of pollen analysis. John Wiley ve Sons New York 328 p, 1989.
- Forlani, L., Atlas for a mediterranean pollen flora. J. Palynol. 17: 3–36, 1981.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim T., Vural M. ve Babaç, M. T., (Edlr) Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul, 2012.
- Güner, A. ve Ekim, T. (Edlr.) Resimli Türkiye florası Cilt 1. NGBB yayınları Flora dizisi 2. Flora Araştırmaları Derneği ve Türkiye İş Bankası Yayınları Yayını, 2014.
- Güner, A., Özhatay N., Ekim T. ve Başer, H.C., Flora of Turkey and the East Aegean Islands, cilt 11. Edinburgh Univ. Pres., Edinburgh, 2000.
- Kandemir, A. Türkmen, Z., A new species of *Onosma* (Boraginaceae) from

- eastern Turkey, Turk. J. Bot. 34: 277-282, 2010.
- Karcz, J., Weiss, H. ve Maluszynska, J., Seed coat patterns in rapid-cycling *Brassica* forms. Acta Biol. Cracoviensia Ser. Bot. 47 (1): 159-165, 2005.
- S. Kuş, Orta ve Batı Karadeniz Bölgesinde yayılış gösteren bazı endemik *Onosma* L. (Boraginaceae) türleri üzerinde morfolojik, anatomik ve ekolojik bir araştırma. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 124, 2000.
- Metcalf, C.R. ve Chalk, L., Anatomy of the Dicotyledons, Vol. 2. Oxford Press, London, 1950.
- Nowicke, J.W. ve Skvarla, J.J., Pollen morphology: The potential influence in higher order systematics. Ann. Missouri Bot. Gard.66: 633–700, 1979.
- Nugay, Ö.Z., Duran, A. ve Doğan, B., Kırıkkale Üniversitesi Kampüs Florası. S.Ü. Fen Ed. Fak. Fen Derg. 30: 79-92, 2007.
- Özhatay, N. ve Kültür, Ş., Check-list of additional taxa to the supplement Flora of Turkey. III. Turk. J. Bot. 30: 281–316, 2006.
- Perveen, A., Trichomes morphology as a taxonomic marker in the subfamily Heliotropioideae (Boraginaceae) from Pakistan and Kashmir. Int. J. Biol. Biochem., 6: 13-19, 2009.
- Perveen, A., Quereshi, U.S. ve Qaiser, M., Pollen flora of Pakistan. 4. Boraginaceae. Pakistan J. Bot.27: 327–360, 1995.
- Retief, E. ve Van Wyk A.E., Palynology of southern African Boraginaceae; the genera *Lobostemon*, *Echiostachys* and *Echium*. Grana 36: 271–278, 1997.
- Retief, E. ve Van Wyk, A.E., The genus *Echium* (Boraginaceae) in southern Africa. Bothalia 28: 167-177, 1998.
- Sahay, S., Palyno taxonomy of Boraginaceae and some other families

- of Tubiflorae. Biol. Mem.4: 117–205, 1979.
- Saitou ve Nei, The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Mol. Biol. Evol. 4 (4): 406-25, 1987.
- Scheel, R. Ybert, J.-P. ve Barth, O. M., Pollen morphology of the Boraginaceae from Santa Catarina State (SouthernBrazil), with comments on the taxonomy of the family. Grana 35: 138-153, 1996.
- Selvi, F. ve Bigazzi, M., *Anchusa* L. and allied genera (Boraginaceae) in Italy, Plant Biosystems 132 (2): 113-142, 1998.
- Selvi, F. ve Bigazzi, M., Leaf surface and anatomy in Boraginaceae tribe Boraginaceae with respect to ecology and taxonomy. Flora, 196: 269-285, 2001.
- Selvi, F. ve Bigazzi, M., Revision of genus *Anchusa* (Boraginaceae-Boragineae) species from Greece. Bot. J. Linn.Soc. 142 (4): 431-454, 2003.
- Simpson, M.G. Plant Systematics. Elsevier Acad. Press, London, 2006.
- Solereider, H., Systematic Anatomy of the Dicotyledons. Claredon Press, Oxford, 1908,
- Stuessy, T.F., Plant taxonomy. Columbia University Press, New York, 1990.
- Swofford, D.L., PAUP Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*andOther Methods). Version4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusett, 2003.
- Taia, W.K., Family Boraginaceae: Hair variations and their significance in the systematic of the genera. Asian J. Plant. Sci., 5 (3): 441-454, 2006.
- Tournefort, J.P. Institutiones rei herbariæ. E Typographia Regia, Parisiis, 1700.
- Türkmen, Z., Coşkunçelebi, K., Makbul, S., Beyazoğlu, O. ve Doğan, C., Pollen morphology of *Onosma* L. (Boraginaceae) taxa distributed in NE Anatolia. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 4(1): 71-82, 2011.

- Ventrella, M.C. ve Marinho, C.R., Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. *Revista Brasil Bot.*, 31 (3): 457-467, 2008.
- Punt, W., Blackmore, S., Nilsson, S. ve Thomas, A.L., Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143 (1-2): 1-81, 2007.
- Yıldırım, Ş., The chorology of the Turkish species of Boraginaceae family. *Ot Sist. Bot. Dergisi* 7 (2): 257-272, 2000.
- Yu, W.-T., Chen S.-T. ve Zhou Z.-K., Nutlet micromorphology of the genus *Microula* (Boraginaceae) from the Qinghai–Tibetan Plateau and its systematic implications. *Nord. J. Bot.* 30: 596–612, 2012.