

Denizli’de Yayılış Gösteren Bazı Nadir ve Endemik Taksonlar Üzerinde Palinolojik Araştırmalar*

 **Abouzar HASSANPOUR**¹,  **Batikan GÜNAL**¹,  **Gürkan SEMİZ**^{1*}

¹Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Denizli, TÜRKİYE

***Sorumlu yazar:** gsemiz@pau.edu.trr

ÖZET

Bu çalışmada Denizli ili sınırları içinde dar bir yayılışa sahip olan bazı nadir ve endemik taksonların (*Colchicum figlalii*, *Linum punctatum* subsp. *pyncnophyllum*, *Thlaspi leblebicii*, *Noccaea cariensis* ve *Echinops emiliae*) polen morfolojilerinin tanımlanması amaçlanmıştır. Örneklerin polen morfolojileri ışık mikroskobu (LM), ayrıntılı yüzey ornamentasyonları ise taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak belirlenmiştir. *Colchicum figlalii* polen şeklinin genellikle oblat nadiren peroblat, polar eksen uzunluğunun (P) 27,31±3,27 (22,04–34,29) µm ve ekvatorial eksen uzunluğunun (E) 47,69±3,88 (41,20–55,50) µm olduğu tespit edilmiştir. *Linum punctatum* subsp. *pyncnophyllum*’un polen şekli genellikle suboblat nadiren oblat-sferoidal ve polar eksen uzunluğu (P) 51,85±3,41 (47,40–58,03) µm ve ekvatorial eksen uzunluğu (E) 59,38±4,32 (51,36–67,03) µm olarak ölçülmüştür. *Thlaspi leblebicii* polenlerinin anizopolar ve bilateral simetrik olduğu belirlenmiştir. Polar eksen uzunluğu (P) 16,10±1,91 (13,64–20,56) µm, ekvatorial eksen uzunluğu (E) 17,12±0,83 (15,20–18,63) µm’dir. *Noccaea cariensis*’in polen şekli oblat-sferoidal nadiren prolat-sferoidal olarak belirlenmiş, polar eksen uzunluğu (P) 15,32±0,84 (13,90–17,21) µm, ekvatorial eksen uzunluğu (E) 16,30±0,70 (15,16–18,03) µm’dir. *Echinops emiliae* polen şekli ise oblat-sferoidal nadiren prolat-sferoidal olarak belirlenmiştir. Polar eksen uzunluğu (P) 59,54±4,61 (50,04–68,65) µm, ekvatorial eksen uzunluğunun (E) 58,60±4,11 (48,04–66,72) µm olduğu ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Denizli, Endemik, Palinoloji, Polen, Türkiye

Palynological Studies on Some Rare and Endemic Taxa Distributed in Denizli

ABSTRACT

In this study, the aim was to describe the pollen morphologies of some rare and endemic taxa (*Colchicum figlalii*, *Linum punctatum* subsp. *pyncnophyllum*, *Thlaspi leblebicii*, *Noccaea cariensis*, and *Echinops emiliae*) with a limited distribution within the boundaries of Denizli province. The pollen morphologies of these species were examined using light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM) for detailed surface ornamentation of pollen grains. For *Colchicum figlalii*, the pollen shape was generally oblate occasionally peroblate with a polar axis length (P) of 27.31±3.27 (22.04–34.29) µm and an equatorial axis length (E) of 47.69±3.88 (41.20–55.50) µm. The pollen shape of *Linum punctatum* subsp. *pyncnophyllum* was mostly suboblate occasionally oblate-spheroidal with a polar axis length (P) of 51.85±3.41 (47.40–58.03) µm and an equatorial axis length (E) of 59.38±4.32 (51.36–67.03) µm. *Thlaspi leblebicii* exhibited anisopolar and bilaterally symmetrical pollen, with a polar axis length (P) of 16.10±1.91 (13.64–20.56) µm and an equatorial axis length (E) of 17.12±0.83 (15.20–18.63) µm. *Noccaea cariensis* had an oblate-spheroidal occasionally prolate-spheroidal pollen shape, with a polar axis length (P) of 15.32±0.84 (13.90–17.21) µm and an equatorial axis length (E) of 16.30±0.70 (15.16–18.03) µm. The pollen shape of *Echinops emiliae* was determined to be oblate-spheroidal occasionally prolate-spheroidal, with polar axis length (P) of 59.54±4.61 (50.04–68.65) µm and equatorial axis length (E) of 58.60±4.11 (48.04–66.72) µm.

Keywords: Denizli, Endemic, Palynology, Pollen, Türkiye

*Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı’nda “Palynological studies on some rare and endemic taxa distributed in Denizli” isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Türkiye; 36-42° kuzey enlemleri ve 26-45° doğu boylamları arasında, Asya ve Avrupa kıtaları arasında yer alır ve 783,562 km² alana sahiptir. Türkiye içinde barındırdığı iklim, topografya, ana kaya, toprak ve sulak alan çeşitliliği nedeniyle göz alıcı bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Jeolojik devirlerde meydana gelen buzul dönemler ülke sınırları içinde sadece yüksek rakımlarda yıkıcı bir etkiye sahip olduğu için biyoçeşitliliğin büyük bir kısmı bu doğal afetten korunmuştur (Sarıkaya ve ark., 2011). Ayrıca Türkiye, kendisine özgü vejetasyon, iklim ve takson çeşitliliği barındıran, Akdeniz, İran-Turan ve Avrupa-Sibirya olarak adlandırılan üç farklı fitocoğrafik bölgenin kesişim noktasındadır (Davis, 1965). Bu sebepler nedeniyle de, dünya genelinde özellikle Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde, önemli bir biyoçeşitlilik merkezi haline gelmiştir (Médail ve Diadema, 2009). Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası, P.H.Davis tarafından dokuz cilt olarak yayımlanmıştır (Davis, 1965-1985). Daha sonra 1988'de (Davis & Tan, 1988) ve 2000'de (Güner ve ark., 2000) ana çalışmanın yayımlanmasından bu yana Türkiye florasına yapılan eklemeleri detaylandıran iki ek cilt yayımlanmıştır. Türkiye bitki örtüsünün çeşitliliği bakımından zengin bir coğrafyaya sahiptir. Son yıllarda yapılan bu çalışmalardan elde edilen verilere göre Türkiye florasına her 4 gün 20 saatte bir yeni takson eklenmektedir. Türkiye florasında bugüne kadar 10.460 tür, 2.066 alttür, 888 varyete ve 287 hibrit listelenmiştir. Son verilere göre kayıt altına alınan 4.319 endemik takson nedeniyle endemizm oranı %32 seviyesindedir (Özhatay ve ark., 2022). Denizli, Türkiye sınırları içinde bulunan fitocoğrafik bölgelerden 2 tanesinin (İran-Turan ve Akdeniz) kesişim noktasındadır. Hem bu sebepten dolayı hem de jeomorfolojik yapısından dolayı biyoçeşitlilik açısından önemli bir bölgedir (Davis 1965). Daha önce yapılmış olan çalışmalar ile Denizli sınırları içinde yer alan birçok farklı bölgenin floristik biyoçeşitliliği ortaya konmuştur (Tuzlacı, 1977; Özhatay, 1981; Gemici, 1986; Bekat 1992; Oluk, 1999; Çiçek, 2001; Semiz ve Çelik, 2005; Gürcan & Düşen, 2015).

Palinolojideki ana araştırma alanlarından biri, polen duvarının taksona özgü özelliklerine, bunların nasıl geliştiğine ve evrimleştiğine odaklanır. Ayrıca polen, bitki sistematigi için önemli olan filogenetik kanıtlar sağlayabilir (Hesse & Blackmore 2013). Polen morfolojik çalışmalarının evrimsel süreçlerin ve sistematiginin anlaşılması için vazgeçilmez olduğu kanıtlanmıştır. Stuessy & Brunken (1979)'e göre taksonomik çalışmalar için, daha düşük ve daha yüksek taksonomik seviyeler için değeri olan polen özellikleri, LM, SEM ve TEM kullanılarak birleştirilmiş bir çalışma ile elde edilmelidir. Palinolojik veriler, özellikle angiospermlerde, sistematigin tüm seviyelerinde yardımcı olabilir (Stuessy 2009).

Bu çalışmada Denizli ili sınırları içinde dar bir yayılışa sahip olan bazı nadir ve endemik taksonların (*Colchicum figlalii* (Varol) Parolly & Eren, *Linum punctatum* subsp. *pyncophyllum* (Boiss. & Heldr.) Gustavsson, *Thlaspi leblebicii* Gemici & Görk, *Noccaea cariensis* (Carlström) Parolly, Nordt & Aytac ve *Echinops emiliae* P.H.Davis) polen morfolojilerinin tanımlanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma Alanından Bitki Örneklerinin Toplanması

Bu çalışmada Denizli il sınırları içinde yayılış gösteren; *Colchicum figlalii* (Varol) Parolly & Eren, *Linum punctatum* subsp. *pyncnophyllum* (Boiss. & Heldr.) Gustavsson, *Thlaspi leblebicii* Gemici & Görk, *Noccaea cariensis* (Carlström) Parolly, Nordt & Aytac ve *Echinops emiliae* P.H.Davis taksonlarının polen morfolojileri incelenmiştir. İncelenen örneklerin lokalite bilgileri Tablo 1’de verilmiştir. Örnekler çiçeklenme dönemlerinde kayıtlı doğal lokalitelerinden toplanmış (Semiz ve Yılmaz, 2020) ve genel herbaryum kurallarına uygun olarak kurutulmuştur. Herbaryum materyalleri Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ekolojik Araştırmalar Laboratuvarı’nda muhafaza edilmektedir.

Tablo 1. İncelenen taksonların lokalite bilgileri

Toplayıcı No	Tür	Lokalite
GSE 2129	<i>C. figlalii</i>	C2: Denizli, Çameli, Akdağ, Karkın Yaylası, tepe yamaçlar, 2000 m. 20/06/2020
GSE 2448	<i>L. punctatum</i> subsp. <i>pyncnophyllum</i>	C2: Denizli, Çameli, Akdağ, Karkın Yaylası, alpin çayırlar, 2014 m. 20/06/2022
GSE 2167	<i>T. leblebicii</i>	C2: Denizli, Beyağaç, Topuklu Yaylası yolu, eski yol ayrımından sonra, yol kenarı yamaçlar, 1650 m. 17/05/2021
GSE 2168	<i>N. cariensis</i>	C2: Denizli, Beyağaç, Topuklu Yaylası yolu, eski yol ayrımından sonra, yol kenarı yamaçlar, 1700 m. 17/05/2021
GSE 2153	<i>E. emiliae</i>	C2: Denizli, Çameli, Akdağ, Karkın Yaylası yolu, yol kenarı, 1500 m., 04/07/2020

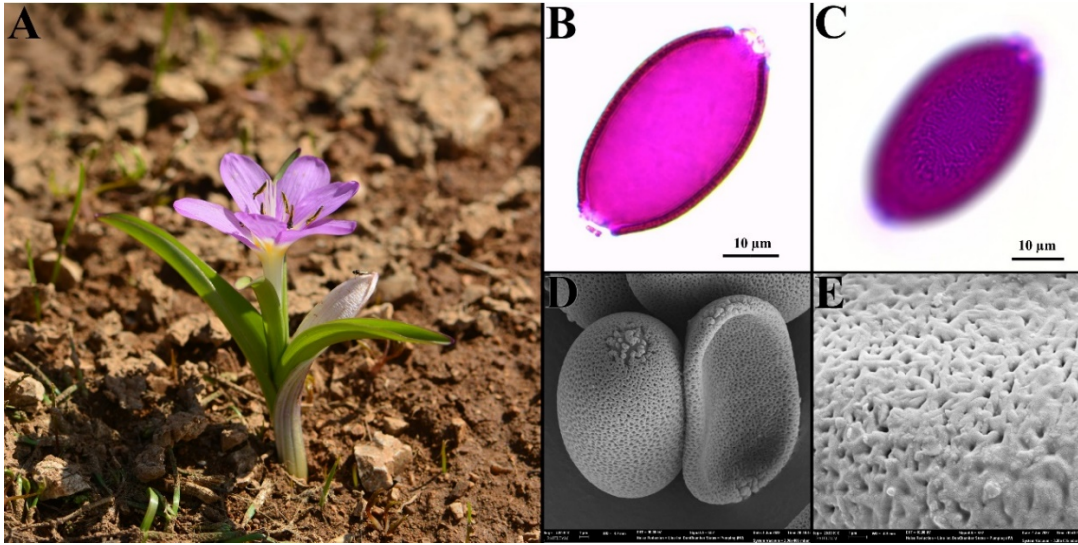
2.2. Polen Analizleri

Polen morfolojilerin ışık mikroskobu (LM) incelemelerinde Wodehouse (1935) yöntemine göre hazırlanan preparatlar kullanılmıştır. Örneklerin incelenen palinolojik karakterleri Tablo 2’de verilmiştir. İncelemelerde Punt vd. (2007) terminolojisi takip edilmiştir. Polen örneklerinin ayrıntılı yüzey ornamentasyonlarının incelenmesi için Pamukkale Üniversitesi, Elektron Mikroskobu Birimi’nde ZEISS SUPRA 40VP marka SEM (taramalı elektron mikroskobu) kullanılmıştır. Polen örnekleri, direkt olarak iki tarafında yapıştırıcı bant bulunan staplar üzerine yerleştirilip, elektron mikroskobunda görüntü elde etmek için altın/paladyum ile kaplanmıştır. Kaplama işlemi “QUORUM Q150R ES” marka cihaz ile yapılmıştır. İncelenen her takson için farklı büyütmelemlerde mikrofotografılar çekilmiştir. Polen morfolojilerinin belirlenmesi için Fagri & Iversen (1989), Punt vd. (2007) ve Moore vd. (1991) polen terminolojileri kullanılmıştır. Polen ölçümleri için, taksonlara ait toplanan rastgele 5 bireyden alınan 20 polen kullanılmıştır. Ölçümlere ait istatistiksel analizler SPSS (15.0.1) programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Colchicum figlalii (Varol) Parolly & Eren

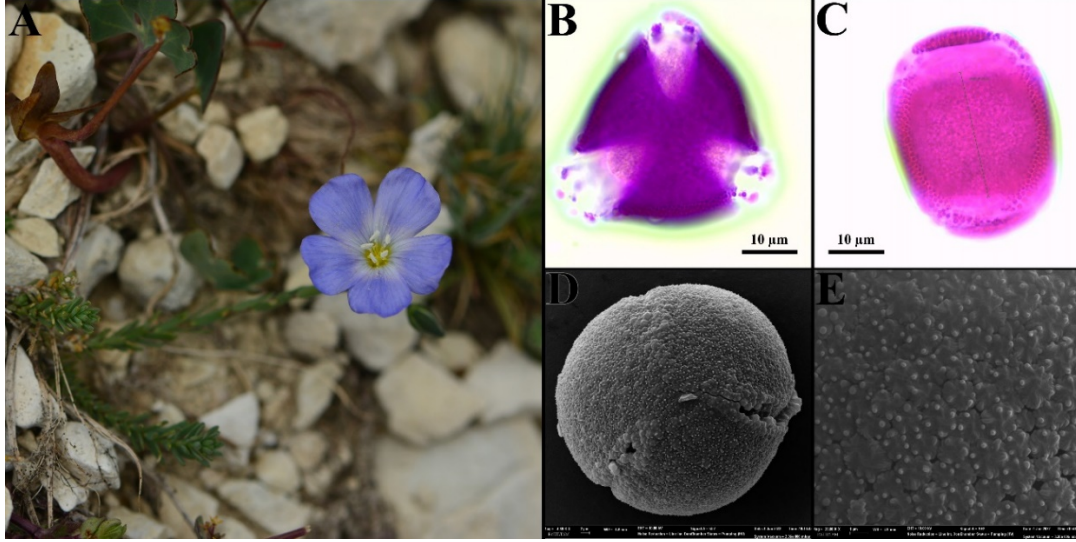
C. figlalii üzerinde gerçekleştirilen palinolojik çalışmalara göre türün polen şekli (P/E oranına göre) genellikle oblat nadiren peroblat olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Türün polenleri izopolar, bilateral simetrik ve diporattır. Polar görüntüsü ise daireseldir. Polar eksen uzunluğu (P) $27,31 \pm 3,27$ (22,04–34,29) μm , ekvatorial eksen uzunluğu (E) $47,69 \pm 3,88$ (41,20–55,50) μm 'dir. P/E oranı ise $0,57 \pm 0,05$ (0,48–0,67)'dir. Por neredeyse dairemsi şekildedir. Por $7,74 \pm 1,14$ (5,77–9,86) μm uzunluğunda (Plg), $6,64 \pm 1,25$ (3,82–8,81) μm genişliğinde (Plt). Ekzin (Ex) $0,92 \pm 0,12$ (0,55–1,13) μm kalınlığında, tektat, yüzey ornamentasyonu rugulat-ağsıdır. İntin (In) $0,61 \pm 0,11$ (0,43–0,86) μm kalınlığındadır.



Şekil 1. *C. figlalii*. A: Habitus, B: Ekvatorial görünüm (LM), C: Ekzin ornamentasyonu (LM), D: Polar görünüm (SEM), E: Ekzin ornamentasyonu (SEM), (Foto: G. Semiz).

Linum punctatum subsp. *pycnophyllum* (Boiss. & Heldr.) Gustavsson

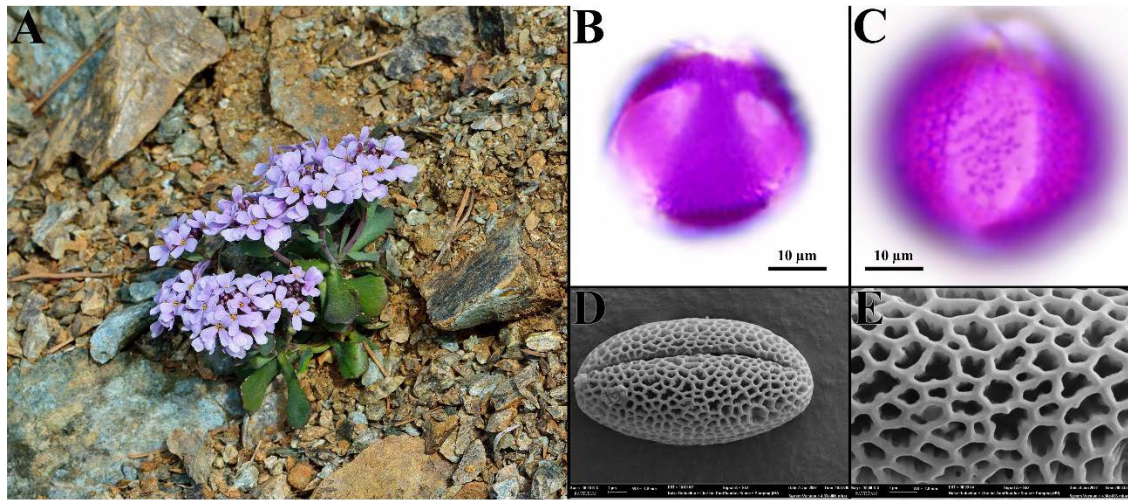
L. punctatum subsp. *pycnophyllum* üzerinde gerçekleştirilen palinolojik çalışmalara göre taksonun polen şekli (P/E oranına göre) genellikle suboblat bazen oblat-sferoidal olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Polen apertürü sivri uçlu üç uzun ve tekne şeklindeki olukların oluşturduğu trizonokolpattır. Polar görüntüsü ise dış bükey-üçgenimsidir. Polar eksen uzunluğu (P) $51,85 \pm 3,41$ (47,40–58,03) μm , ekvatorial eksen uzunluğu (E) $59,38 \pm 4,32$ (51,36–67,03) μm 'dir. P/E oranı ise $0,87 \pm 0,05$ (0,80–0,96)'dir. Kolpus kayık şeklindedir. Kolpus $37,43 \pm 2,21$ (32,14–42,18) μm uzunluğunda (Clg), $19,97 \pm 1,92$ (15,58–25,11) μm genişliğindedir (Clt). Ekzin (Ex) $3,32 \pm 0,44$ (2,45–3,92) μm kalınlığında, yüzey ornamentasyonu monomorfik, gemmattır. İntin (In) $1,29 \pm 0,17$ (1,06–1,68) μm kalınlığındadır. Mezokolpiyum $40,50 \pm 2,48$ (35,23–44,83) μm , apokolpiyum ise $22,3 \pm 2,10$ (19,29–27,82) μm uzunluğundadır.



Şekil 2. *L. punctatum* subsp. *pycnophyllum*. **A:** Habitus, **B:** Polar görünüm (LM), **C:** Ekvatorial görünüm (LM), **D:** Polar görünüm (SEM), **E:** Ekzin ornamentasyonu (SEM), (Foto: G. Semiz).

Thlaspi leblebicii Gemici & Görk

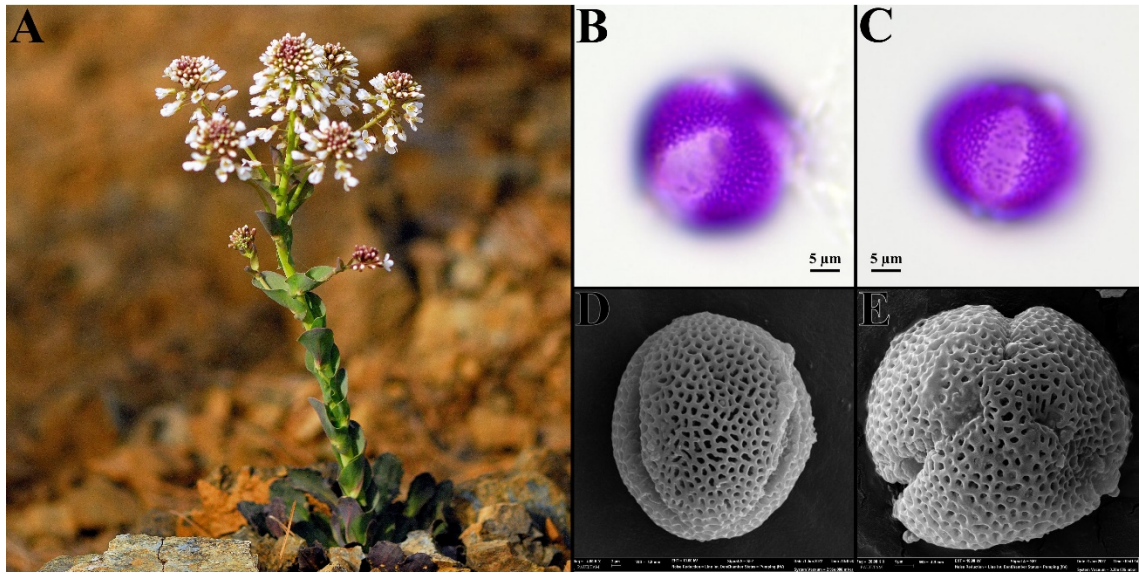
T. leblebicii üzerinde gerçekleştirilen palinolojik çalışmalara göre türün polen şekli (P/E oranına göre) subsferoidal (genellikle oblat-sferoidal, nadiren suboblat ya da prolat-sferoidal) olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Türün polenleri anizopolar ve bilateral simetridir. Ayrıca apertürü trikolpattır. Polar eksen uzunluğu (P) $16,10 \pm 1,91$ (13,64–20,56) μm , ekvatorial eksen uzunluğu (E) $17,12 \pm 0,83$ (15,20–18,63) μm 'dir. P/E oranı ise $0,94 \pm 0,09$ (0,79–1,13)'dir. Kolpus kayık şeklindedir. Kolpus $11,19 \pm 0,90$ (9,47–13,14) μm uzunluğunda (Clg), $5,63 \pm 0,84$ (3,99–7,00) μm genişliğindedir (Clt). Ekzin (Ex) $1,36 \pm 0,20$ (1,03–1,83) μm kalınlığında, yüzey ornamentasyonu makro-retikulattır. İntin (In) $0,67 \pm 0,10$ (0,56–0,89) μm kalınlığındadır. Mezokolpiyum $9,54 \pm 0,55$ (8,78–10,42) μm , apokolpiyum ise $3,81 \pm 0,41$ (3,25–4,64) μm uzunluğundadır.



Şekil 3. *T. leblebicii*. **A:** Habitus, **B:** Polar görünüm (LM), **C:** Ekvatorial görünüm (LM), **D:** Ekvatorial görünüm (SEM), **E:** Ekzin ornamentasyonu (SEM), (Foto: R. Çetiner).

***Noccaea cariensis* (Carlström) Parolly, Nordt & Aytac**

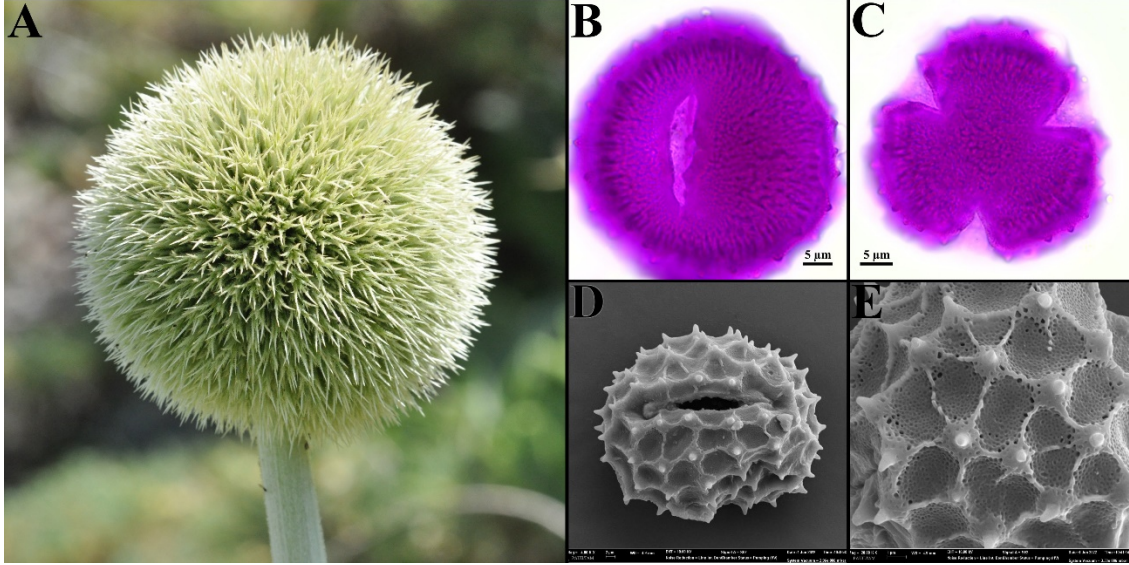
N. cariensis üzerinde gerçekleştirilen palinolojik çalışmalara göre türün polen şekli (P/E oranına göre) oblat-sferoidal nadiren prolat-sferoidal olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Türün polenleri izopolar ve radyal simetridir. Ayrıca apertürü trikolpattır. Polar eksen uzunluğu (P) $15,32 \pm 0,84$ (13,90–17,21) μm , ekvatorial eksen uzunluğu (E) $16,30 \pm 0,70$ (15,16–18,03) μm 'dir. P/E oranı ise $0,94 \pm 0,04$ (0,87–1,02)'dir. Kolpus kayık şeklindedir. Kolpus $10,51 \pm 0,92$ (9,21–12,95) μm uzunluğunda (Clg), $5,35 \pm 0,85$ (4,00–6,91) μm genişliğindedir (Clt). Ekzin (Ex) $1,16 \pm 0,17$ (0,84–1,61) μm kalınlığında, yüzey ornamentasyonu mikro-retikulattır. İntin (In) $0,49 \pm 0,09$ (0,36–0,69) μm kalınlığındadır. Mezokolpiyum $9,68 \pm 0,84$ (8,21–10,91) μm , apokolpiyum ise $4,09 \pm 0,50$ (3,19–4,96) μm uzunluğundadır.



Şekil 4. *N. cariensis*. **A:** Habitus, **B:** Polar görünüm (LM), **C:** Ekvatorial görünüm (LM), **D:** Ekvatorial görünüm (SEM), **E:** Polar görünüm (SEM), (Foto: R. Çetiner).

***Echinops emiliae* P.H.Davis**

E. emiliae üzerinde gerçekleştirilen palinolojik çalışmalara göre türün polen şekli (P/E oranına göre) oblat sferoidal (genellikle oblat sferoidal ya da prolat sferoidal) olarak belirlenmiştir. Türün polenleri izopolar ve radyal simetriye sahiptir. Ayrıca trizonokolpat apertürlere sahiptir. Polar eksen uzunluğu (P) $59,54 \pm 4,61$ (50,04–68,65) μm , ekvatorial eksen uzunluğu (E) $58,60 \pm 4,11$ (48,04–66,72) μm 'dir. P/E oranı ise $1,02 \pm 1,12$ (1,04–1,03)'dir. Kolpus kayık şeklinde ve $25,17 \pm 1,93$ (20,79–28,19) μm uzunluğunda (Clg), $5,51 \pm 0,89$ (4,14–7,61) μm genişliğindedir (Clt). Ekzin (Ex) $5,12 \pm 1,00$ (3,52–7,98) μm kalınlığında, yüzey ornamentasyonu makro-ekinattır. İntin (In) $2,50 \pm 0,23$ (1,91–2,94) μm kalınlığındadır. Mezokolpiyum $32,18 \pm 2,85$ (27,53–38,92) μm , apokolpiyum ise $30,38 \pm 2,44$ (26,52–34,40) μm uzunluğundadır.



Şekil 5. *E. emiliae*. **A:** Kapitula yapısı, **B:** Ekvatorial görünüm (LM), **C:** Polar görünüm (LM), **D:** Ekvatorial görünüm (SEM), **E:** Ekzin ornamentasyonu (SEM), (Foto: G. Semiz).

İncelenen beş cinse ait taksonların polenleri, cins düzeyinde belirgin farklılıklar göstermektedir. *Colchicum* cinsine ait polenler genellikle oblat nadiren peroblattır. İzopolar, bilateral simetridir, rugulat-ağsı ekzin süslemeli ve ekto-aperturat diporat apertürlüdür. *Linum* cinsine ait taksonun polenleri genellikle suboblat bazen oblat-sferoidaldir. Radyal simetridir, ekzin yüzey ornamentasyonu monomorfik gemmat, apertürü ise trizonokolpattır. *Thlaspi* cinsine ait türün polenleri subsferoidal şekillidir. Anizopolar, radyal simetridir, apertürleri trikolpat ve ekzin yüzey ornamentasyonu makro-ağsıdır. *Noccaea* cinsine ait türün polenleri ise oblat-sferoidal nadiren prolat-sferoidaldir. İzopolar, radyal simetridir, ekzin yüzey ornamentasyonu mikro-ağsıdır. *Echinops* cinsine ait türün polenleri oblat-sferoidal şekillidir. Radyal simetridir, izopolar, trizonokolpat apertürlü ve ekzin yüzey ornamentasyonu makro-ekinattır. Bu farklılıklar sayesinde birbirlerinden kolayca ayrılabilirler. Brassicaceae familyasına ait *Thlaspi* sp. ve *Noccaea* sp. cinslerine ait türlerin polenleri ekzin yüzey ornamentasyonundaki ve polen boyutlarındaki farklılıklar kullanılarak ayrt edilebilirler.

Türkiye’de yayılış gösteren bazı *Colchicum* taksonları üzerinde gerçekleştirilen palinolojik çalışmalara göre cins üyelerinin, monad, izopolar, bilateral simetridir, ekto-apertürlü ve dairesel şekilli diporat apertürlere sahip, oblat, suboblat veya peroblat şekilli, rugulat-ağsı ornamentasyonlu polen tanelerinin olduğu bildirilmiştir (Sungu, 1993; Karaca ve ark., 2007; Düşen ve Sümbül, 2013). *C. figlalii* üzerinde elde ettiğimiz bulguların literatürdeki sonuçlarla büyük oranda paralellik gösterdiği gözlemlenmiştir. Gözlenen bazı farklılıklar polenlerin polar ve ekvatorial eksen uzunlukları, ekzin ve intin kalınlıkları, ve por uzunluk/genişliği ölçümlerindeki sonuçlardan oluştuğu görülmüştür.

Tablo 2. İncelenen taksonların polen ölçüm sonuçları (μm)

	<i>C. figlalii</i>				<i>L. puctatum</i> subsp. <i>pycnophyllum</i>				<i>T. leblebicii</i>				<i>N. cariensis</i>				<i>E. emiliae</i>			
	Min	Mak	Ort	SD	Min	Mak	Ort	SD	Min	Mak	Ort	SD	Min	Mak	Ort	SD	Min	Mak	Ort	SD
P	22,04	34,29	27,31	3,27	47,40	58,03	51,85	3,41	13,64	20,56	16,10	1,96	13,90	17,21	15,32	0,84	50,04	68,65	59,54	4,61
E	41,20	55,50	47,69	3,88	51,36	67,03	59,38	4,32	15,20	18,63	17,12	0,85	15,16	18,03	16,30	0,70	48,04	66,72	58,60	4,11
P/E	0,48	0,67	0,57	0,05	0,80	0,96	0,87	0,05	0,79	1,13	0,94	0,09	0,87	1,02	0,94	0,04	0,96	1,09	1,02	0,03
Ex	0,55	1,13	0,92	0,12	2,45	3,92	3,32	0,44	1,03	1,83	1,36	0,20	0,84	1,61	1,16	0,17	3,52	7,98	5,12	1,00
In	0,43	0,86	0,61	0,11	1,06	1,68	1,29	0,17	0,56	0,89	0,67	0,10	0,36	0,69	0,49	0,09	1,91	2,94	2,50	0,23
Clg	-	-	-	-	32,14	42,18	37,43	2,21	9,47	13,14	11,19	0,93	9,21	12,95	10,51	0,92	20,79	28,19	25,17	1,93
Clt	-	-	-	-	15,58	25,11	19,97	1,92	3,99	7,00	5,63	0,86	4,00	6,91	5,35	0,85	4,14	7,61	5,51	0,89
Plg	5,77	9,86	7,74	1,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plt	3,82	8,81	6,64	1,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apo	-	-	-	-	35,23	44,83	40,50	2,48	8,78	10,42	9,54	0,56	8,21	10,91	9,68	0,84	27,53	38,92	32,18	2,85
Meso	-	-	-	-	19,29	27,82	22,30	2,10	3,25	4,64	3,81	0,42	3,19	4,96	4,09	0,50	26,52	34,40	30,38	2,44

(**P**: Polar eksen uzunluğu, **E**: Ekvatorial eksen uzunluğu, **Ex**: Ekzin kalınlığı, **In**: İntin kalınlığı, **Clg**: Kolpus uzunluğu, **Clt**: Kolpus genişliği, **Plg**: Por uzunluğu, **Plt**: Por genişliği, **Meso**: Mezokopiyum, **Apo**: Apokolpiyum, **Min**: Ölçülen en küçük değer, **Mak**: Ölçülen en yüksek değer, **Ort**: Ortalama, **SD**: Standart sapma).

Ülkemiz sınırları içinde yayılış gösteren *Linum* taksonlarının polen yapıları üzerinde bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Akıncı, 1987; Demirtaş, 2003; Şafak, 2008; Bayhun, 2020; Şafak Odabaşı, 2022). Elde edilen sonuçlara göre incelenen *Linum* taksonlarının polenleri radyal simetridir, isopolar ve apertürleri trikolpat, trizonokolpat, hekszokolpat veya polipantokolpatdır. Oblat, suboblat veya oblat-sferoidal şekilli olan polen tanelerinin ekzini tektat, skulptürü ise klavat-ekinat, kalvat-bakulat, bakulat, verrukat, gemmat veya verrukoz-gemmattır. Ayrıca polenlerin polar görünüşü dairesel ve triangulardır. *L. punctatum* subsp. *pyncophyllum* ile gerçekleştirilen bu çalışmada elde edilen sonuçların ilgili çalışmalarla genel anlamda paralellik gösterdiği gözlemlenmiştir. Bulgular arasındaki farklılıklar genellikle polen boyutu ve kolpus boyutundan kaynaklanmaktadır.

Karaismailoğlu ve Erol (2019) gerçekleştirdikleri çalışmada, Türkiye’de 12’si endemik olmak üzere toplam 22 *Thlaspi* ssp. taksonunun polen morfolojileri ve bunların taksonomik önemini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, ilgili türlere ait polen tanelerinin bilateral simetridir ve anizopolar oldukları belirtilmiştir. Ayrıca, polenlerin çoğunlukla trikolpat olduğu bildirilmiştir. Bu durum elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. İlgili çalışmada *T. leblebicii* türü de değerlendirilmiştir. Karaismailoğlu ve Erol’a göre türün apertürleri dikokolpat olarak belirtilmiş olmasına rağmen, yaptığımız çalışmada hem LM hem de SEM görüntüleri türün trikolpat apertürlere sahip olduğunu göstermektedir. Bu durumun genetik çeşitlilikten kaynaklanan bir varyasyon olduğu düşünülmektedir.

Bülbül ve ark. (2016), Ozgisi ve ark. (2018) ve Atasagun (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda çeşitli *Noccaea* türlerinin polen morfolojileri incelenmiştir. Bu çalışmalara göre *Noccaea* taksonlarının polen tanelerinin radyal simetridir, sferoidal, suboblat, prolat şekilli, izopolar, trizonokolpat ve ekzin ornamentasyonunun ağısı yapıda olduğu bildirilmiştir. Tarafımızca gerçekleştirilen çalışmada, *N. cariensis*’e ait polenlerin yapısal özelliklerinin araştırmacılar tarafından belirtilen sonuçlarla örtüştüğü görülmektedir.

Echinops emiliae üzerinde gerçekleştirdiğimiz palinolojik çalışmalara göre polen şeklinin oblat-sferoidal olduğu belirlenmiştir. Ayrıca polenler radyal simetridir, trizonokolpat ve izopolarlardır. Garnatje ve Martin (2007), gerçekleştirdikleri araştırmada *Echinops* sp. ve *Xeranthemum* sp. cinsleri üzerinde polen çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmadaki bulgulara göre, *Echinops* cinsinin, tek yıllık ve çok yıllık türlere karşılık gelen iki polen tipinin olduğu görülmektedir. Gerçekleştirilen LM ve SEM incelemelerinde *E. emiliae* iki yıllık bir tür olmasına rağmen polenlerinin tek yıllık *Echinops* polenleri ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.

4. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak; çalışmamızda yer alan taksonlar, polen morfolojisi ile cins seviyesinde birbirlerinden ayrılmaktadır. Elde edilen sonuçlar aynı gruptaki taksonların incelendiği çalışmalarla yüksek oranda benzerlik göstermektedir. Elde edilen farklılıklar genellikle polen, por ve kolpus boyutu, ayrıca ekzin ve intin kalınlığındaki farklardan kaynaklanmaktadır. Yapılan çalışma ile, ülkemiz biyoçeşitliliği açısından önem arz eden endemik ve nadir taksonlarımızın biyolojilerinin daha net aydınlatılmasına katkı sağlanmıştır.

Teşekkür

Bitki görsellerine ait destekleri için Denizli Orman Bölge Müdürlüğü, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Şube Müdürü Orman Yüksek Mühendisi Rasim ÇETİNER'e teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

- Akinci, Ş. (1987). *Linum tauricum Willd. subsp. bosphori Davis üzerinde sistematik, anatomik ve palinolojik araştırmalar*. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Atasagun, B. (2022). Comparative anatomy and pollen morphology of two endemic *Noccaea* species (Brassicaceae) and their taxonomic significance. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 50 (3), 12849-12849.
- Bayhun, G. (2020). *Linum L. (Linaceae) cinsi Linum seksiyonunun bazı türleri üzerinde morfolojik ve palinolojik araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Bekat, L. (1992). *Denizli-Acıpayam Bozdağ'ın flora ve vejetasyonu*, Ege Üniversitesi, Araştırma Fonu Projesi, İzmir.
- Bülbül, A. S., Fırat, M., and Tarıkahya-Hacıoğlu, B. (2016). Pollen morphology of an endangered, endemic anatolian species, *Noccaea aghrica* (P.H.Davis & Kit Tan) M.Fırat & Özüdoğru (Brassicaceae), *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 44(2), 115-118.
- Çiçek, M. (2001). *Çökelez Dağı'nın (Denizli) florası*. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Denizli.
- Davis, P.H. (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol 1-9, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Davis, P. H. & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the Aegean Islands*. Vol 10, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Demirtaş, A.F. (2003). *Uludağ'da yayılışı olan Linum L. türleri üzerinde palinolojik araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.
- Düşen, O. & Sümbül, H. (2013). Pollen morphology of some *Colchicum* L. taxa (Colchicaceae) from Mediterranean region in Turkey. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 3(2), 169-177.
- Fagri, K. & Iversen, J. (1989). *Textbook of pollen analysis*. New York: Wiley & Sons.
- Garnatje, T. & Martin, J. (2007). Pollen studies in the genus *Echinops* L. and *Xeranthemum* group (Asteraceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 154(4), 549-557.
- Gemici, Y. (1986). *Akdağ (Afyon-Denizli) ve çevresinin flora ve vejetasyonu*. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Botanik Anabilim Dalı, İzmir.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K. H. C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol, 11, Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Gürcan, B. & Düşen, O. (2015). The flora of Denizli city. *Biodicon*, 8(2), 92-113.
- Hesse, M. & Blackmore, S. (2013). Preface to the special focus manuscripts. *Plant Systematics and Evolution*, 299(6), 1011-1012.
- Karaca, Z, Yaşar, A, Vural, E. & Vural, C. (2007). Erciyes Dağı'nda (Kayseri) doğal olarak yetişen bazı geofit bitkilerin (Liliaceae, Iridaceae) polen morfolojisi. *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 37-46.

- Karaismailoğlu, M. C. & Erol, O. (2019). Pollen morphology of some taxa of *Thlaspi* L. sensu lato (Brassicaceae) from Turkey and its taxonomical importance. *Palynology*, 42, 244-254.
- Médail, F. & Diadema, K. (2009). Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography*, 36(7), 1333-1345.
- Moore, P. D. & Webb, J. A. (1983). *An illustrated guide to pollen analysis*. London: Hodder and Stoughton.
- Moore, P. D., Webb, J. A. & Collinson, M. E. (1991). *Pollen analysis*. London: Blackwell.
- Oluk, S. (1999). *Babadađ'ın (Denizli) flora ve vejetasyonu*. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Botanik Anabilim Dalı, İzmir.
- Ozgisi, K, Koyuncu, O, Sezer, O, Ozturk, D, Ocak, A, Yaylacı, K. O. & Erkara, İ. P. (2018). Comparative pollen morphology studies of two endemic *Noccaea* Moench (Brassicaceae) taxa from Turkey. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology*, 27(2), 79-87.
- Özhatay, E. (1981). *Sandras Dağı'nın (Muđla) florası ve bazı endemik türleri üzerinde palinolojik, sitolojik araştırmalar*. Doçentlik Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.
- Özhatay, N, Kültür, Ş. & Gürdal, B. (2022). Check-list of additional taxa to the supplement of flora of Turkey X. *Istanbul Journal of Pharmacy*, 52(2), 226-249.
- Punt, W, Hoen, P. P, Blackmore, S, Nilsson, S. & Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143 (1-2), 1-81.
- Sarikaya, M. A., Ciner, A. & Zreda, M. (2011). Quaternary glaciations of Turkey, In: Ehlers, J., Gibbard, P. L., and Hughes, P. D. (eds). *Developments in Quaternary Sciences*, Vol 15, Elsevier, 393-403.
- Semiz, G. & Celik, A. (2005). Flora of Mt Aydogdu (Denizli/Turkey). *Natura Croatica*, 14(3), 185-212.
- Semiz, G, Yılmaz, Ö. (2020). A new distribution area of *Linum punctatum* Presl subsp. *pycnophyllum* (Boiss. & Heldr.) Gustavsson. *Bađbahçe Bilim Dergisi*, 7 (2), 29–33.
- Stuessy, T. F. (2009). *Plant taxonomy, the systematic evaluation of comparative data*. Columbia: Columbia University Press.
- Stuessy, T. F. & Brunken, J. N. (1979). Artificial interspecific hybridization in *Melampodium* section *Zarabellia* (Compositae). *Madrono*, 26(2), 53-63.
- Sungu, D. (1993). *İstanbul çevresindeki Colchicum türleri üzerinde dış morfolojik, palinolojik ve moleküler düzeyde çalışmalar*. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Şafak, N. (2008). *Linum L. cinsinin Dasylinum (Planchon) Juz. seksiyonunun revizyonu*. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul.
- Şafak Odabaşı, N. (2022). Pollen morphology of *Linum* L. section *Syllinum* Griseb. (Linaceae) of Turkey. *Grana*, 61(4), 256-283.
- Tuzlacı, E. (1977). Honaz Dağı'nın bitkileri-II, *Istanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Mecmuası*, 13, 47–61.
- Wodehouse, R. P. (1935). *Pollen grains, Their structure, identification and significance in science and medicine*. London: Mc Graw-Hill Publishing Co, Ltd.