

1-1-1999

Reproductive Biology of *Vicia*L. I. Pollen morphology, PollenGermination (in situ) and Pollen Tube Growth.

Feruzan DANE

Çiler MERİÇ

Follow this and additional works at: <https://journals.tubitak.gov.tr/biology>



Part of the [Biology Commons](#)

Recommended Citation

DANE, Feruzan and MERİÇ, Çiler (1999) "Reproductive Biology of *Vicia*L. I. Pollen morphology, PollenGermination (in situ) and Pollen Tube Growth.," *Turkish Journal of Biology*. Vol. 23: No. 1, Article 7. Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/biology/vol23/iss1/7>

This Article is brought to you for free and open access by TÜBİTAK Academic Journals. It has been accepted for inclusion in Turkish Journal of Biology by an authorized editor of TÜBİTAK Academic Journals. For more information, please contact academic.publications@tubitak.gov.tr.

***Vicia* L.nin Üreme Biyoloji I. Polen Morfolojisi, Polen Çimlenmesi (*in situ*), Polen Tüpü Büyümesi**

Feruzan DANE, Çiler MERİÇ

Trakya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne- TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 22.09.1997

Özet: *V. hirsuta* (L.) S.F. Gray, *V. pannonica* Crantz, *V. hybrida* L., *V. grandiflora* Scop., *V. sativa* L., *V. narbonensis* L. türlerinde polenlerin morfolojik özellikleri ve polen çimlenmesi sitolojik ve sitokimyasal olarak incelendi. İncelenen bütün türlerde olgun polenlerin iki hücreli, şekillerinin *prolata*, apertürlerinin *tricolporatae*, ekzin süslerinin *reticulatae* olduğu, polenlerin büyüklük ve boyanma dereceleri bakımından farklılıklar gösterdikleri gözlemlendi. Polenlerin genellikle tek tek buldukları gibi bir kaç polenin intin ile birbirine bağlı oldukları da görüldü. Önemli olarak polenlerin anter lokusunda (*in situ*) çimlendiği saptandı. Anter lokusunda (mikrosporangiyumda) çimlenme gösteren polenlerin çimlenmesi arasında vegetatif ve generatif hücre nükleuslarının davranışlarının farklı olduğu, generatif hücre nükleusunun, vegetatif hücre nükleusundan daha önce çimlenme poruna doğru ilerlediği gözlemlendi. Ayrıca az boyanan polenlerin kuvvetli boyananlara göre daha hızlı çimlendikleri de saptandı.

Anahtar Sözcükler: *Vicia* L., Üreme biyolojisi, Polen, Polen çimlenmesi, *In situ*.

Reproductive Biology of *Vicia* L. I. Pollen morphology, Pollen Germination (*in situ*) and Pollen Tube Growth.

Abstract: This paper is a study of the pollen germination of *V. hirsuta* (L.) S.F. Gray, *V. pannonica* Crantz., *V. hybrida* L., *V. grandiflora* Scop., *V. sativa* L., *V. narbonensis* L. in the anther loculi (*in situ*). The morphological properties and fertilities of the pollen were had been investigated. In addition, cytological and cytochemical properties and fertilities of the pollen were had been investigated. In addition, cytological and cytochemical properties of the pollen tubes during *in situ* pollen germination were examined. The pollen grains of the species examined were *prolata*, *tricolporatae* and exine *reticulatae*, which were shed during the two-cell stage. The pollen grains showed variation in size as well as the degree of. The pollen generally dispersed on an individual basis but sometimes several pollen grains were found clustered together, connected the intines. It was noted that the germination of pollen grains within the microsporangium. During pollen germination the behaviour of the nuclei in the pollen grains varied in each species. It was found that the vegetative nucleus was always located away from the germ pore, while the generative nucleus was close. Pollen grains which displayed little staining were found to germinate more quickly than grains with strong staining.

Key Words: *Vicia* L., Reproductive Biology, Pollen, Pollen germination, *In situ*.

Giriş

Vicia L. cinsi *Fabaceae* familyasının *Papilionoideae* altfamilyasına, *Vicieae* tribusuna dahildir (1). Yeryüzünde 150 (2), Türkiye'de ise 61 türü bulunmaktadır (1, 3, 4). *Vicia* cinsine ait bazı türlerin ekonomik bakımdan değerli olduğu bilinmektedir (5).

Bu cins üzerinde 1927 yılında (6) başlamış olan ilk karyolojik çalışmalar halen devam etmektedir (2,7). Türkiye'deki *Vicia* türleri karyolojik yönden Elçi (8), Şahin ve Babaç (2), Maxted ve ark. (7) tarafından, Balkan'larda Terziiski ve Dimitrov (9) tarafından, Trakya'daki bazı *Vicia* teürleri ise Meriç ve Olgun (10) tarafından incelenmiştir.

Literatürlerden de görüldüğü gibi bazı *Vicia* türleri karyolojik (2, 7, 10) ve sitogenetik (11) olarak incelenmiş, tohumların mikromorfolojisi (12) ve steril polenlerde nukleoplazmik sterilite gösteren polenlerin ince yapısı (13, 14) bakımından araştırılmış fakat *in situ* polen çimlenmesi araştırmacıların dikkatini çekmemiştir. Maheshwari ve Rangaswamy (15) ekonomik bakımdan önemli bazı bitkilerde *in situ* polen çimlenmesi üzerindeki verilerin ve pistilde polen tübü büyümesinin önemli bir olay olduğunu belirtmişlerdir.

Genellikle angiospermlerde kasmogam çiçeklerde polen tanesi stigmada çimlendiği halde kleistogam çiçeklerde anter lokusunda çimlenirler (16). Kayıtlar *in situ* polen çimlenmesi üzerindeki çalışmaların oldukça az olduğunu göstermektedir (17, 18, 19). *Fabaceae* familyası taksonlarında da bu özellik üzerinde fazla durulmamış, sadece *Phaseolus vulgaris* L. 'te polenlerin *in situ* çimlendiği belirtilmiştir (20).

1997 yılında *V. hirsuta*, *V. pannonica*, *V. hybrida*, *V. grandiflora*, *V. sativa* ve *V. narbonensis* türlerinin polen morfolojilerini saptamak ve polenlerin fertilitelerini gözlemek amacıyla yaptığımız palinolojik çalışmalar sırasında polenlerin anter lokuslarında (*in situ*) çimlendiğini gözledik ve çeşitli sitokimyasal metodları uygulayarak çalışmamızı bu konuda yoğunlaştırdık. Amacımız *in situ* polen çimlenmesi sırasında polen tüplerinin sitolojik özelliklerini inceleyerek, *Vicia* türlerinin üreme biyolojisi ile ilgili problemlerine çözüm getirmeye çalışmaktadır.

Materyal ve Metod

Bu çalışmada Edirne çevresinde doğal olarak yetişen ve 1993-1994 yılları arasında toplanan *V. hirsuta*, *V. pannonica*, *V. hybrida*, *V. grandiflora*, *V. sativa* ve *V. narbonensis* türlerine ait yeni açmış çiçeklerdeki anterler materyal olarak kullanıldı.

Nisan-Mayıs aylarında Carnoyda (3:1) fikse edilen materyal % 96 etil alkolde yıkandıktan sonra % 70 alkolde saklandı. Polen morfolojilerini, fertilitelerini ve polen tüplerini incelemek için anterlerin bir kısmı % 54 lik KOH te 10' bekletildikten sonra laktofenol anilin mavisi ile bir kısmı ise % 45 lik asetik asitte 10' bekletildikten sonra aseto orsein ile boyanarak incelendi.

Herbaryum (EDTU) örneklerinden alınan anterler distile su içinde bekletildikten sonra Lugol (KI+I), Sudan III ve Millon ayıracağı (HNO₃+Hg) ile boyanarak incelendi.

Carl Zeiss ışık mikroskobunda incelenen preparatlardan amaca uygun görüntülerin fotoğrafları Olympus Fotomikroskobunda çekildi. Polen morfolojisinin değerlendirilmesi Aytuğ (21) ve Erdtman (22)'a göre yapıldı.

Gözlemler

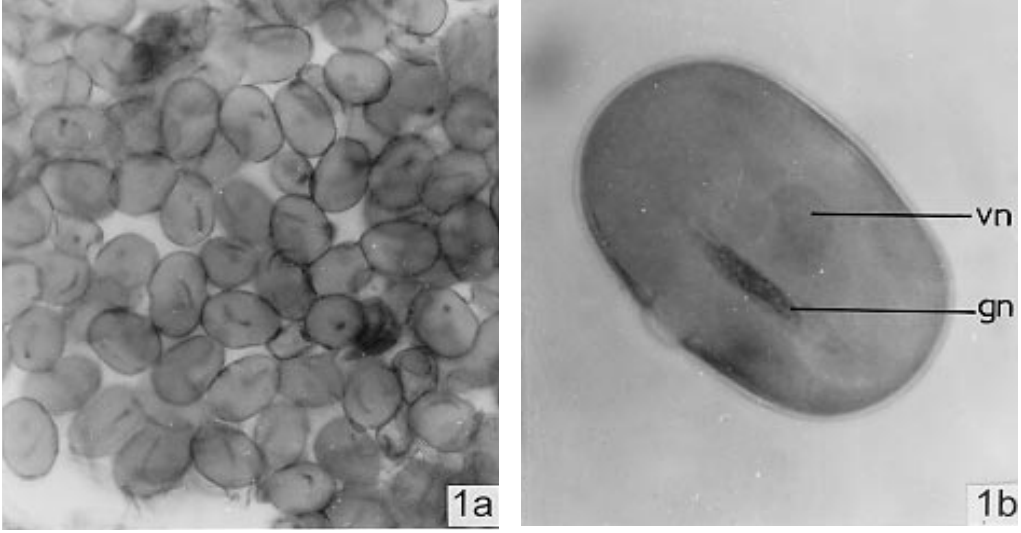
İncelenen bütün *Vicia* türlerinde polenlerin şekilleri *prolata* (Şekil 1 ab), polar eksen uzunluğu 10-30 μ , ekvatorial eksen uzunluğu 8-20 μ , arasında değişir. Polen tipi *tricolporatae*, apertürlerde kolpuslar belirsiz, uçları sivri, iğ şeklinde, 15-20 u, uzunluğunda, porlar çok belirgin (plt=plg=3-6 μ) yuvarlak veya yuvarlağa yakın şekildedir (asetoliz polende) (Şekil 2 ab). Ekzinin strüktürü *tectatae*, skulptur ise *reticulatae* 'tır (Şekil 2ab, 5a, 8ab).

Polenlerin büyüklüklerinde varyasyon olduğu gibi, boyanma derecelerinde de farklılıklar vardır (Şekil 3 abc). Polenler *V. hirsuta*'da görüldüğü gibi (Şekil 3 de) intinle bağlantı halindedir. Kitleler halinde veya 2'li, 4'lü, 6'lı gruplar halinde bulunurlar. Polenler tozlaşma anında 2 hücrelidir (Şekil 1ab, 8 de). Generatif hücre nukleusu genellikle uzun iğ şeklindedir, hücre sınırlar iyi ayırt edilir. Vegetatif hücre nukleusu ise yuvarlak şekillidir (Şekil 1 b). Polenleri incelemek için anterlerden hazırlanan ezme preparasyonlarda polenlerin anter lokusunda (*in situ*) çimlendikleri (Şekil 4 abcd), fakat çimlenen polen sayısının az olduğu görüldü (Şekil 4 e). Küçük ve az boyanan polenlerin daha çok çimlendikleri, koyu boyanan polenlerin ise daha az çimlendikleri ve genellikle de çimlendikleri görüldü.

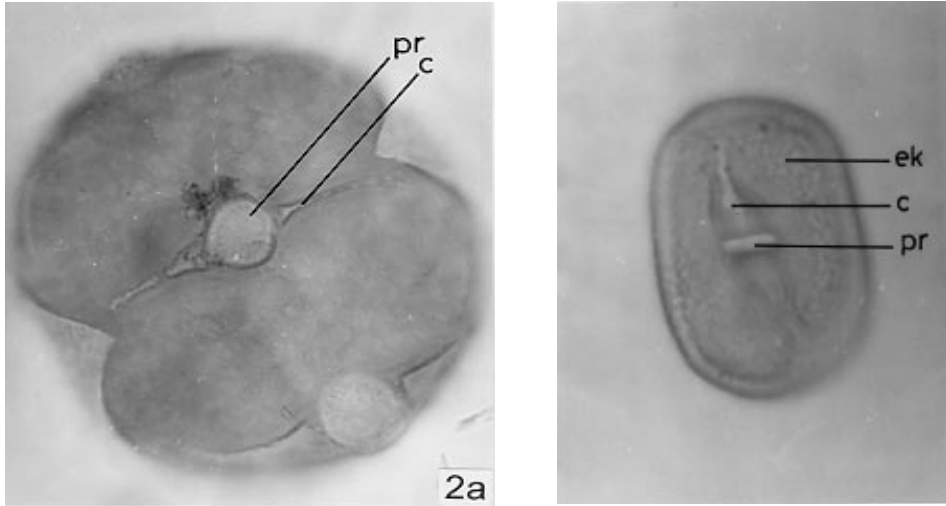
In situ polen çimlenmesinde bazı tüplerde çimlenmenin başlangıcında herhangi bir nukleus gözlenmedi. Bazılarında önce generatif nukleusun çıktığı, vegetatif nukleusun ise daha sonra çıktığı görüldü. Bazı polen tüplerinde generatif hücre mitozu ve sperm oluşumu gözlenirken bazı tüplerde gözlenmedi.

Polen çimlenmesinin monosifonik olduğu (Şekil 8 a-e), çok ender olarak da 3 apertürden sitoplazma çıkıntuları gözlendi (Şekil 5 b). Çimlenmiş polen tanelerinde az boyanan polenlerin zayıf ve düzensiz tüpler oluşturdukları (Şekil 6 ab) görüldü. İyi boyanan polenlerin oluşturdukları tüplerde ilk oluşum sırasında tüp ucunda şişme gösterdiği (Şekil 7 abc), bazı polen tüplerinde vegetatif ve generatif nukleusun bulunmadığı (Şekil 8 a-e), her iki hücre nukleusunun da polen içinde kaldığı görüldü (Şekil 8 de). Bazı polen tüplerinde ise generatif hücre nukleusunun önce çıktığı, vegetatif hücre nukleusunun polende kaldığı (Şekil 9 a), tüp uzamasının ileri evrelerinde birçok polen tüpünde generatif hücrenin bölünmediği gözlendi (Şekil 9 b). Çimlenmiş polen tanelerini çoğunun iki hücreli evrede kaldığı ve sadece birkaçının 3 hücreli safhaya vardığı görüldü. Çok uzun olan polen tüplerinin birbirine karıştığı, polenleri de karıştırdığı ayrıca polen tüplerinin bir salgı içinde bulunduğu gözlendi (Şekil 10). Polen tüplerindeki kallos oluşumu fazla dikkat çekmeyen bir özellikti.

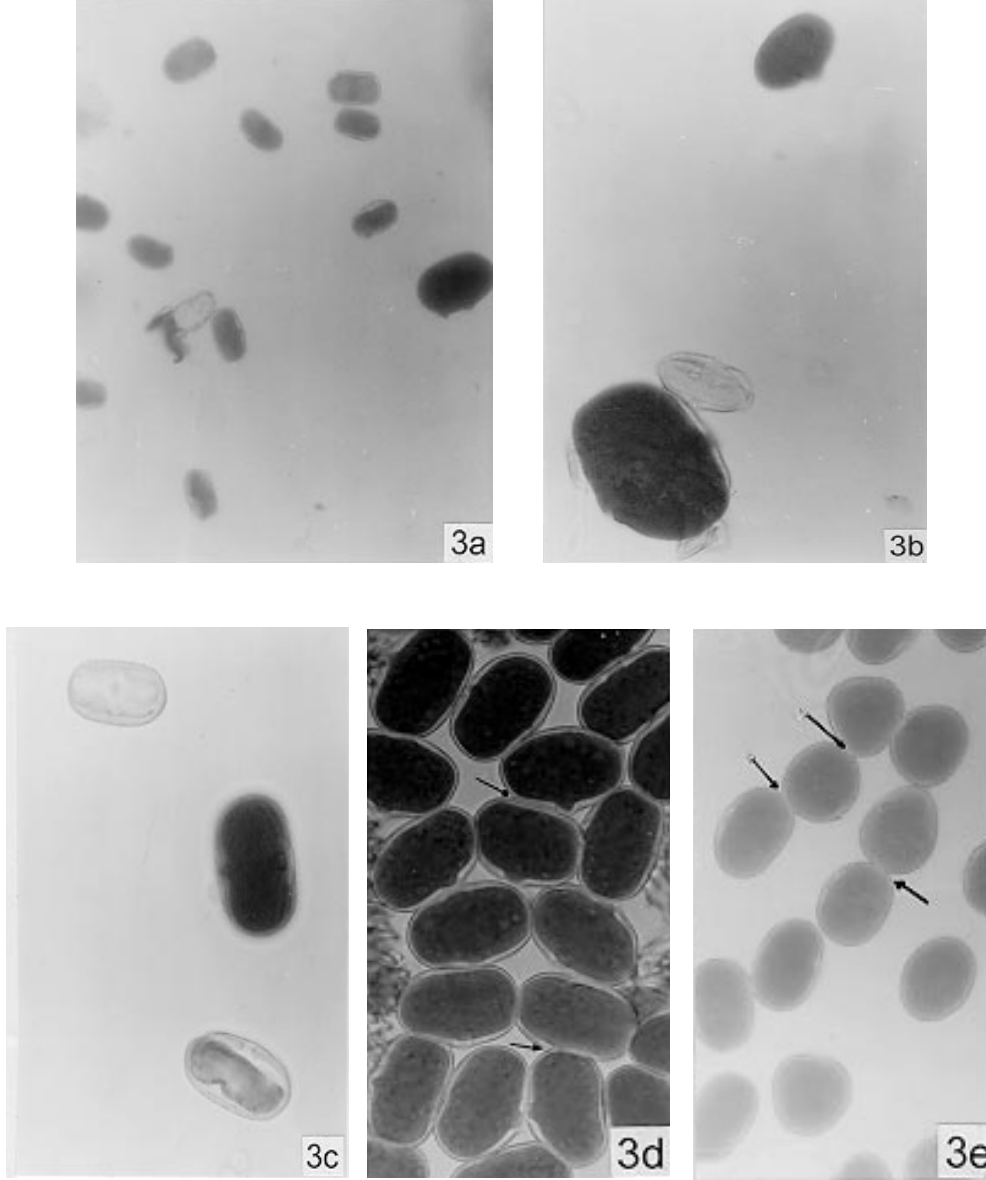
Ayrıca polenler ve polen tüplerini Sudan III, Millon ayırıcı ve Lugol ile preparasyonlarını hazırladığımızda, Sudan III ile polen ve tüplerinin iyi reaksiyon verdiğini, IKI ile bazı polenler ve tüplerinin boyandığını gözledik. Bütün türlerde endotesyum hücrelerinin aynı şekilde kalınlaşma gösterdiği de dikkatimizi çekti (Şekil 11). Kalınlaşmanın alt teğetsel çeperlerde disk şeklinde, radyal çeperlerde ise sayıları 6-8 arasında değişen ipliksi kollar şeklinde olduğu görüldü.



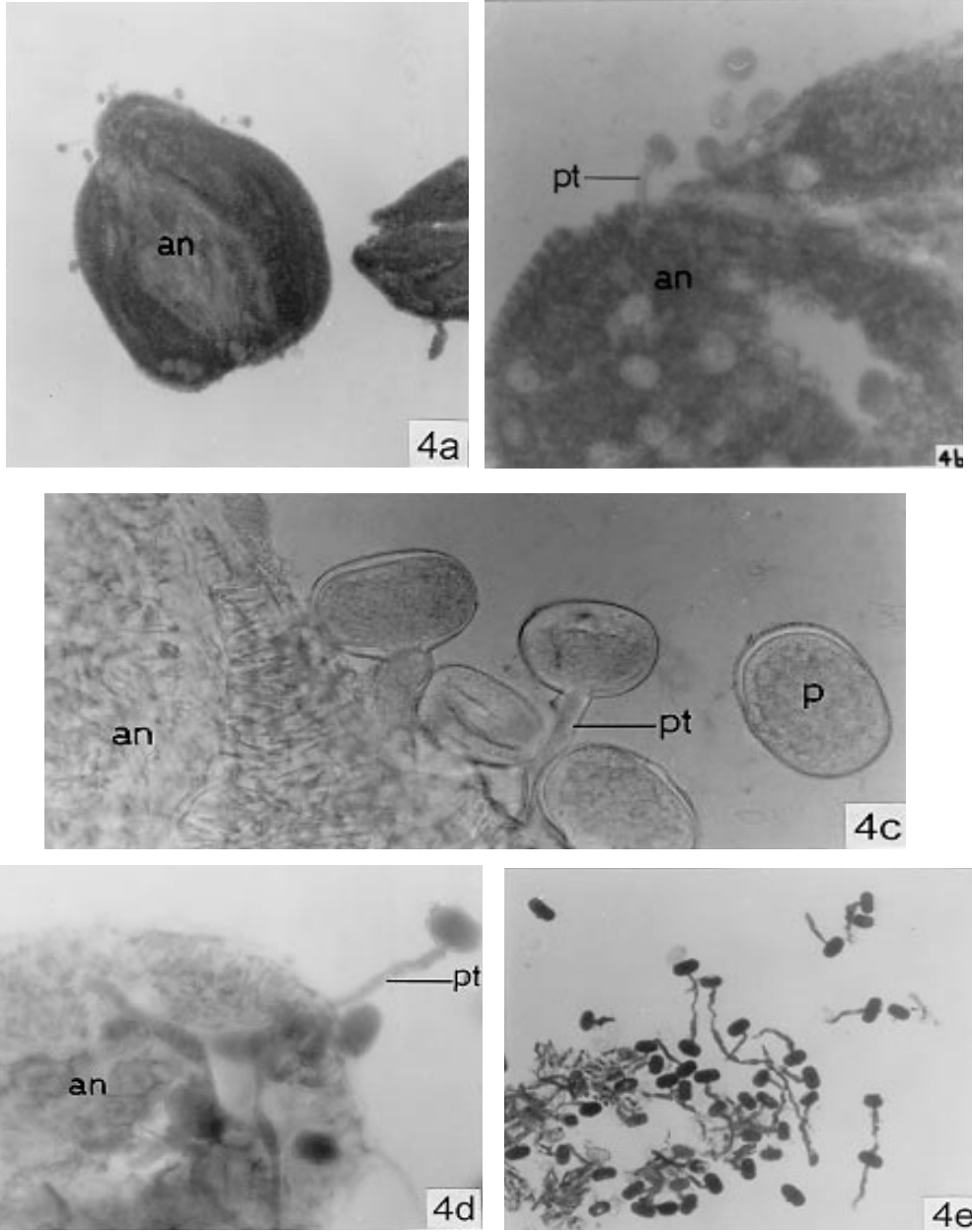
Şekil 1. Olgun polen taneleri. a. *V. hybrida* x200; b. *V. grandiflora* x1000 (vn: vegetatif nukleus, gn: generatif nukleus).



Şekil 2. Asetoliz edilmiş polen tanesinde ekzine süsleri ve apertürler. a. ekzini açılmış olan polen tanesi. *V. narbonensis* x1000; b. polenin genel görünüşü. *V. grandiflora* x1000 (ek, ekzine; pr, porus; c, kolpus).



Şekil 3. İncelenen *Vicia* türlerinin polenlerinde görülen bazı anormallikler. abc, hacimleri farklı polen taneleri, a. *V. grandiflora* x200; b. *V. hirsuta* x400; c. *V. hybrida* x400; de, intinle bağlanmış olan polen taneleri (*V. hirsuta* x400).

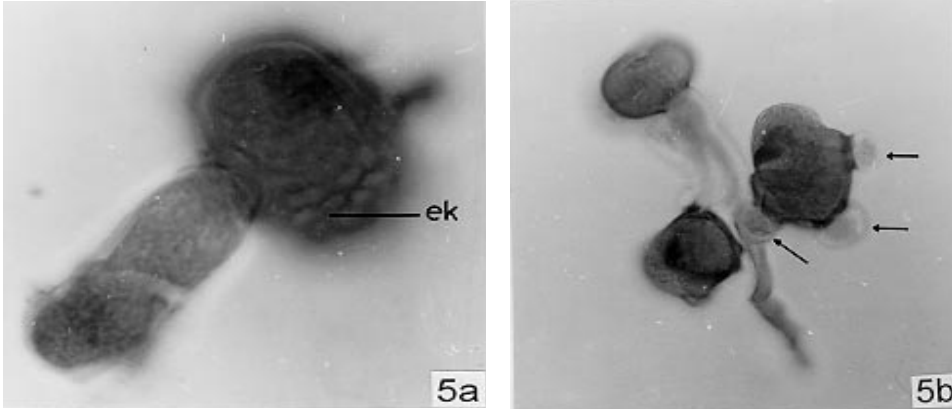


Şekil 4. Anter lokusunda (*in situ*) çimlenme gösteren polenler. *V. pannonica*. a, x40; b, x100; c, x400; d, *V. grandiflora* x100; e, *V. hirsuta* x100 (an, anter; pt, polen tüpü; p, polen).

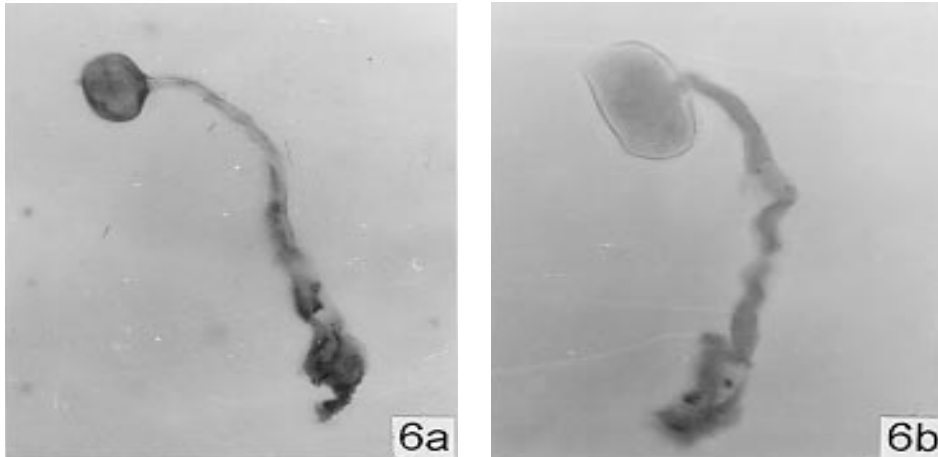
Sonuçlar ve Tartışma

Bu araştırma ile *Vicia*'nın bazı türlerinde polenlerin *in situ* çimlendiği ve normal polenlerle birlikte bazı anormalliklerin bulunduğu anlaşıldı.

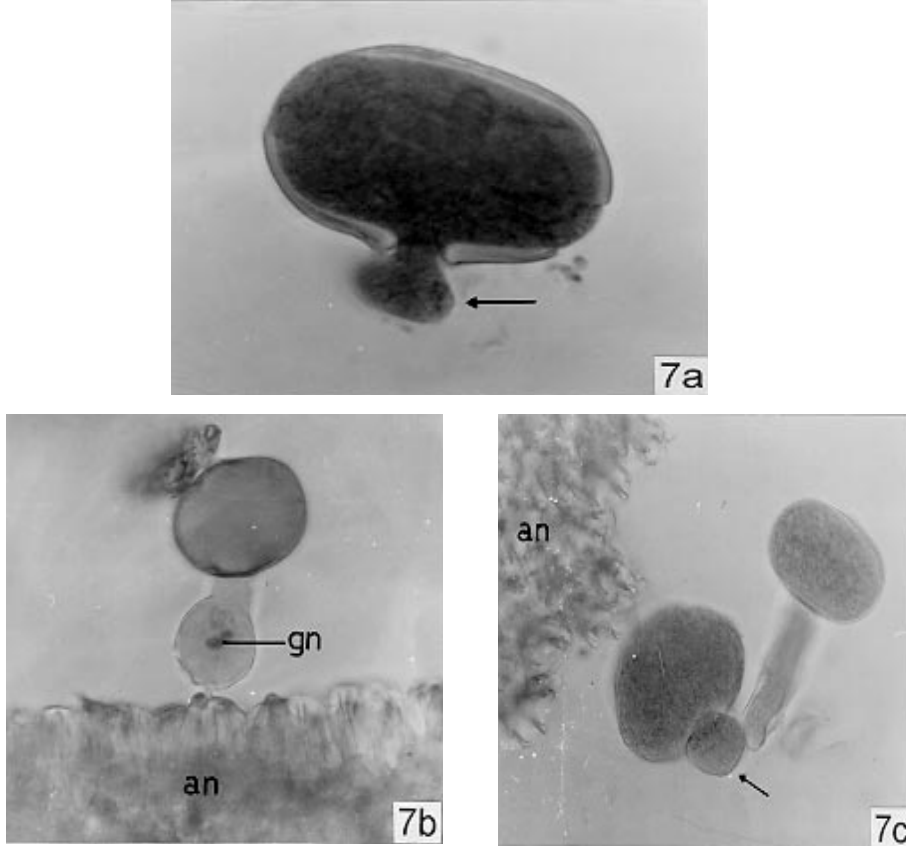
İncelenen bütün *Vicia* türlerinde polenler Aytuğ tarafında *V. cracca* L.'da (23), Ferguson ve Skvarla tarafından *V. narbonensis* L. 'te (24) Mousel tarafından *V. faba* L. 'da (25) görüldüğü gibi *prolata*, *tricolporatae*, ekzin süsleri *reticulatae*'tir. Candra ve ark. tarafından *Triticum* L.'da (18), Ünal tarafından *Petunia hybrida*'da (26) ve Dane ve Olgun tarafından *Paeonia tenifolia* L.'da (27) fertil polenlerle birlikte gözlenen steril polenler, *Vicia* türlerinde de gözlenmiştir. *Vicia* türlerinde ayrıca ikiden fazla polenin intin tabakasıyla bağlanarak birarada kaldığı da saptanmıştır. Graybosch ve Palmer (28) *Glycine max* L.) Merr.'ta gözledikleri bu özelliği sterilite nedeni olarak açıklamışlardır.



Şekil 5. Anter lokusunda (*in situ*) çimlenmiş polenlerde tüp oluşumu (*V. hirsuta*). a, monosifonik polen tüpü (x1000). b, 3 apertürde gözlenen sitoplazma çıkıntıları x400 (ek, ekzin).



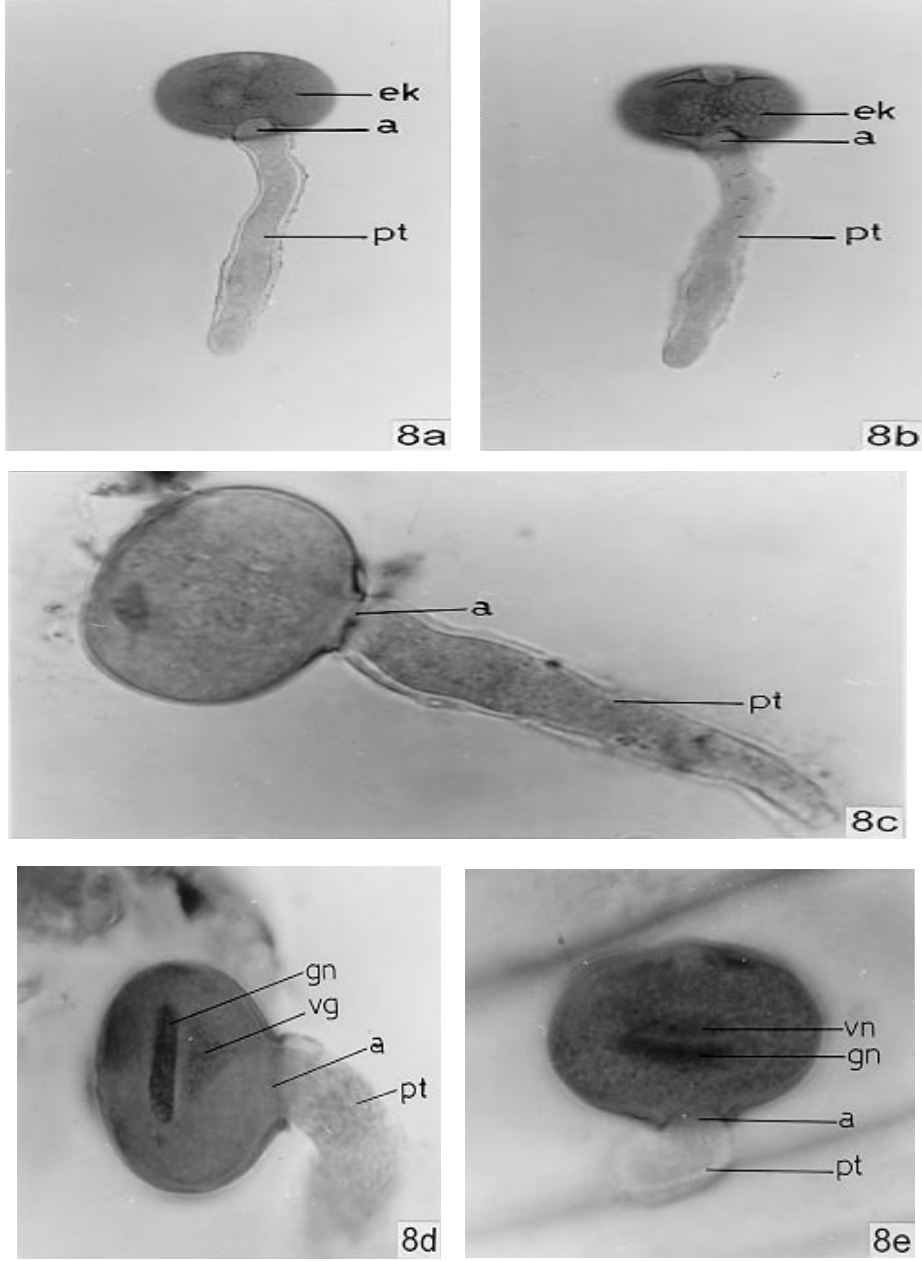
Şekil 6. Az boyanan polenlerin oluşturdukları zayıf polen tüpleri. a, *V. pannonica* x100; b, *V. grandiflora* x200.



Şekil 7. Polen tüplerinde görülen tüp ucu şişmesi. a. *V. hirsuta* (x1000); bc. *V. pannonica* (x400) (an. anter; gn. generatif nukleus).

Steril polenlerin ayırt edici özelliklerinden birisi olan anilin mavisi ile boyanma özelliğine göre boyanan ve fertil kabul edilen polenlerdeki çimlenmenin fazla olmadığı, iyi boyanmayan polenlerin ise daha iyi çimlendiğini gözledik. Benzer gözlemler *Triticum*'da (18), *Pistacia vera* L.'da (29), *Lathyrus sativus* L.'ta (17) ve *Paeonia tenuifolia*'da da (27) gözlenmiştir.

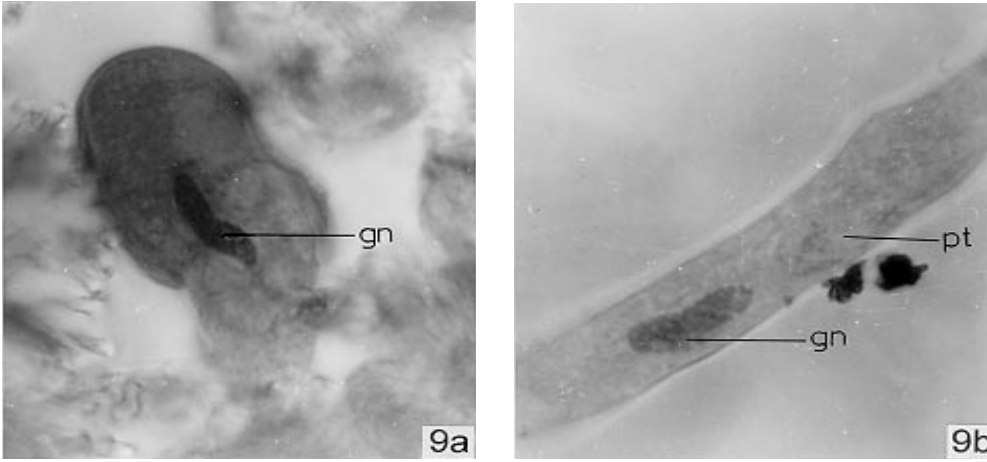
Mayotik anormalliklerin fazla olduğu *Paeonia tenuifolia*'nın (27) *in vitro* polen çimlenmesinde gözlenen polen tübünde kalloz oluşumu, çatallanma gibi anormallikleri *Vicia* türlerinin *in situ* polen çimlenmesinde gözlemedik. *Vicia* türlerinde *in situ* polen çimlenmesi sırasında generatif hücrenin vegetatif hücre nukleusundan önce tüpe girdiği, az gelişmiş polen tüpleri ile çok uzun tüpler bulunduğunu ve tüpte iki sperm hücrenin varlığını gözledik. Bizim gözlemlerimiz Verma ve Grewal tarafından *Lathyrus sativus*'ta (17), Chandra ve Bhatnagar tarafından *Triticum*'da (18) yapılan gözlemlerle benzerlik göstermektedir.



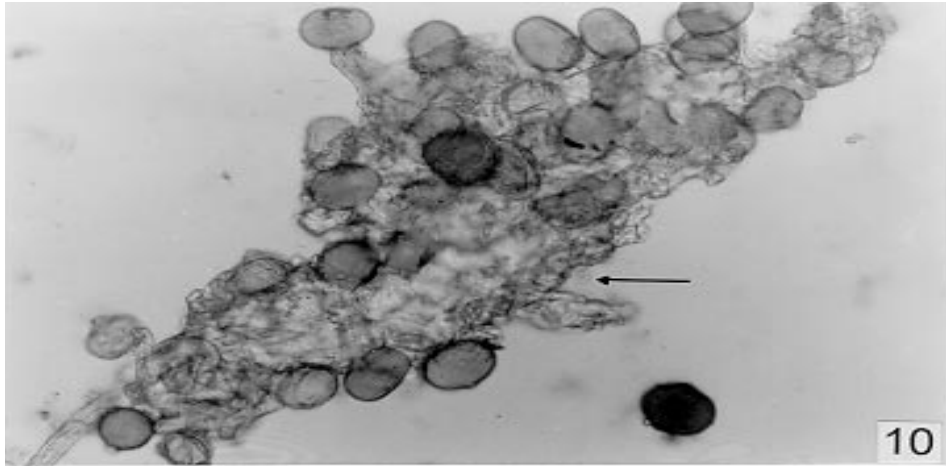
Şekil 8. Generatif ve vegetatif hücre nükleuslarının gözlenmediği polen tüpleri, ab, *V. pannonica* x400; c, *V. sativa* x1000 de, *V. hirsuta* x1000 (vg, vegetatif nükleus; gn, generatif nükleus; a, apertür, pt, polen

Chandra ve ark. (18) polen tüpüne generatif hücre nükleusunun önce çıkmasının steriliteye neden olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar vegetatif nükleusun stigma hücreleri ile temas etmesinin polen çimlenmesinde ve polen tüpünün uzamasında etkili olabileceğini ve tüpte generatif hücre nükleusunun vegetatif hücre nükleusunun önce çıkmasının üreme biyolojisi bakımından önemli olduğunu vurgulamışlardır.

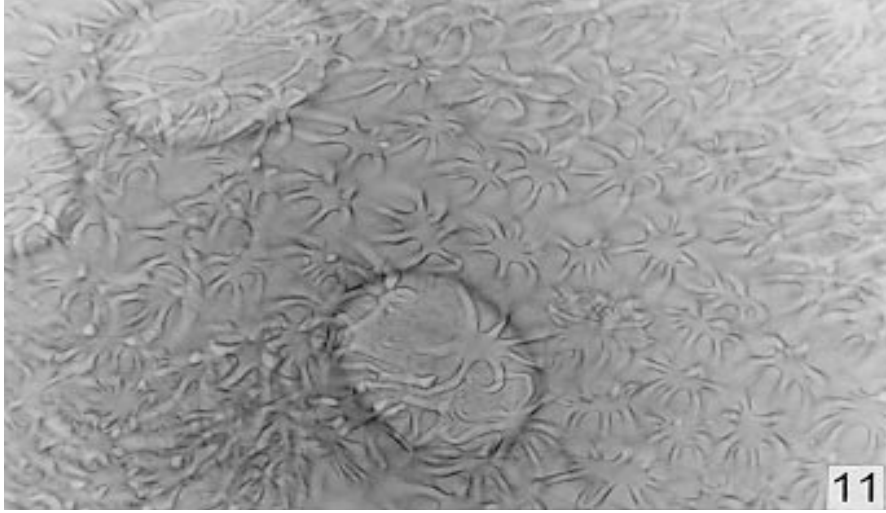
Bu çalışmada *Vicia* cinsinin 6 türü üzerinde yapılan polen morfolojisi ve *in situ* polen çimlenmesi ile ilgili çalışmalarımızın sonuçları genel olarak sunulmuştur. *Vicia* türlerinden birinin mikrosporogenez ve erkek gameofit oluşuncaya kadar geçen evrelerin sitolojik özellikleri ayrıntılı olarak tarafımızdan incelenerek bir başka çalışmada sunulacaktır.



Şekil 9. Generatif hücre nükleusunun önce çıktığını gösteren polen tüpleri. a. *V. hirsuta* x1000; b. Oluşmuş uzun bir polen tüpünde generatif nükleus (*V. pannonica* x400) (gn, generatif nükleus; pt, polen tüpü).



Şekil 10. Anter lokusunda salgı içinde bulunan polen taneleri ve polen tüpleri. (*V. sativa* x400).



Şekil 11. Endosyum hücrelerinin çeper kalınlaşmasının yüzeysel görünüşü (*V. pannonica* x400).

Kaynaklar

1. Davis, P.H., Plitmann U.: *Vicia* L. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, DAVIS, P.H., (Ed) Edinburgh University Press, Edinburgh, Vol. 3: 274-325 (1970).
2. Şahin, A., Babaç, M.T.: Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da Yetişen Bazı *Vicia* L. Türleri Üzerinde Sitotaksonomik Araştırmalar I. Doğa TR. J. of Botany 14: 124-138 (1990).
3. Maxted, N.: A New *Vicia* from South-west Turkey. Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh, 453: 453-456 (1989).
4. Zielinski, J.: *Vicia* parvula (Fabaceae)-A New Species from NW Turkey. The Karaca Arboretum Magazine. 1: 121-123 (1992).
5. Altın, M.: Yem Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 114, Tekirdağ (1991).
6. Sweschnikova, I.: Kariologicheskii Oçberk Roda *Vicia* L. Trdi Prikl. Bot. Gen. Sel. 17: 37-72 (1927).
7. Maxted, N., Callimassia, M.A., Bennett, M.D.: Cytotaxonomic Studies of Eastern Mediterranean *Vicia* Species (Leguminosae). Pl. Syst. Evol. 177: 221-234 (1991).
8. Elçi, Ş.: Memleketimizin Önemli Fiğ Türlerinde Kromozom Sayılarının Tespiti ve Kromozom Morfolojilerinin Mukayesesi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:254, Ankara (1965).
9. Terziiski, D., Dimitrov, B.: Karyotype Analysis in *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray and *Vicia meyeri* Boiss. Caryologia 36: 345-354 (1983).

10. Meriç, Ç., Olgun, G.: Edirne Çevresinde Yetişen Bazı *Vicia L.* Türleri Üzerinde 6-8 Temmuz 1994, XII. Ulusal Biyoloji Kongresi Botanik Posterleri Kitabı, 241-246, Edirne (1994).
11. Srivastava, L.M.: Cytogenetical Studies in Certain Species of *Vicia L.* Cytologia, 28: 154-169 (1963).
12. Trivedi, B.S., Bagchi, G.D., Bajpaj, U.: Spermoderm Patterns in some Taxa of *Viciae* (Papilionoideae-Leguminosae). Phytomorphology, 28(4): 405-410 (1978).
13. Mousel, B., Mousel, C., Duc, G., Audran, J.C. (1988): La Sterilité male Nucleo-cytoplasmique chez la Fève (*Vicia faba L.*). X-présence de Particules Pseudo-virales dans le Cytoplasme des Microspores, des Grains de Pollen et des Cellules du sac Embryonnaire-cas du Déterminisme 421. Etude Ultrastructurale Préliminaire. Phytomorphology, 38 (2,3): 173-178 (1988).
14. Mousel B., Mousel, C., Audran, J.C.: Nucleo-cytoplasmic Sterility in Faba Bean (*Vicia faba L.*). A Cytological Overview. Phytomorphology, 40 (1,2): 69-77 (1990).
15. Maheshwari, P., Rangaswamy, N.: Embryology in Relation and Genetics. In PRESTON, R.D. (Ed.) Advances in Botanical Research. Vol.2: 219-321, New York (1965).
16. Ünal, M.: Bitki (Angiosperm) Embriyolojisi. Marmara Üniversitesi Yayınları No: 495, İstanbul (1988).
17. Verma, S.C., Grewal, S.S.: Precocious Germination of Pollen in *Lathyrus sativus* and its Significance. Phytomorphology 21 (4): 362-367 (1971).
18. Chandra, S., Bhatnagar, S.P.: Reproductive Biology of Triticum. II. Pollen Germination Pollen-tube Growth and its Entry into the Ovule. Phytomorphology 24 (3,4): 211-217 (1974).
19. Swamy, B.G.L.: Contribution to the Monograph on Gnetum. III. Some Observations on Microsporogenesis and Germination of Pollen. Phytomorphology 24 (3,4) : 206-210 (1974).
20. Davis, G.L.: Systematic Embryology of the Angiosperms. John Wiley & Sons. Inc. U.S.A. (1966).
21. Aytuğ, B.: Polen Morfolojisi ve Türkiye'nin Önemli gymnospermleri Üzerinde Palinolojik Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No.1261, Kutulmuş Matbaası, İstanbul (1964).
22. Erdtman, G.: Palynology. Vistas in Botany. Turill, W.B. (Ed.) Pergamon Press, 23-54 New York, (1964).
23. Aytuğ, B., Aykut, S., Meriv, N. ve Edis, G.: İstanbul Çevresi Bitkilerin Polen Atlası, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No.1650, Kutulmuş Matbaası, İstanbul (1971).
24. Ferguson, I.K., Skvarla, J.J.: The Granular Intersitium in the Pollen of Subfamily Papilionoideae (Leguminosae). Amer. J. Bot. 70 (9): 1401-1408 (1983).
25. Mousel, C.: Biochronologie des phases successives de l'ontogenèse pollinique chez la fève (*Vicia faba L.*): De la méiose au pollen mur. Phytomorphology 38 (1): 65-75 (1988).
26. Ünal, M.: A comparative Cytological Study on Compatible and Incompatible Pollen Tubes of *Petunia hybrida*. Ist. Üniv. Fen. Fak. Mec. Seri B 51: 1-12 (1986).
27. Dane, F., Olgun, G.: *Paeonia tenuifolia*'da Polen Çimlenmesinin *in vitro* İncelenmesi. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Edirne 6-8 Temmuz 1994, XII. Ulusal Biyoloji Kongresi Botanik Posterleri Kitabı, 12-14, Edirne (1994).
28. Graybosch, R.A., Palmer, R.G.: Male Sterility in Soybean: an Overview. Amer. J. Bot. 75 (1): 144-156 (1998).
29. Golan-Goldhirh, A., Schmidhalter, U., Müller, M., Oertel, J.J.: Germination of *Pistacia vera L.* Pollen in Liquid Medium. Sex Plant Reprod. 4: 182-187 (1991).