

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**BEZELYE CİNSİNDE (*Pisum L.*) POLEN TANESİ, DANE VE MORFOLOJİK
ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER**

Hamza AYDIN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**BEZELYE CİNSİNDE (*Pisum* L.) POLEN TANESİ, DANE VE MORFOLOJİK
ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER**

Hamza AYDIN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEZELYE CİNSİNDE (*Pisum* L.) POLEN TANESİ, DANE VE MORFOLOJİK
ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER**

Hamza AYDIN
TARLA BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2017-2790 nolu proje ile desteklenmiştir.**

EYLÜL 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEZELYE CİNSİNDE (*Pisum* L.) POLEN TANESİ, DANE VE MORFOLOJİK
ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER**

Hamza AYDIN

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

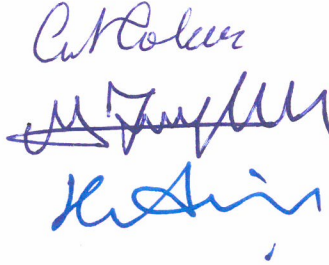
YÜKSEK LİSANS

Bu tez **21.09**./201**8**... tarihinde jüri tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Cengiz TOKER

Prof. Dr. Ahmet ZEYBEK

Doç. Dr. Hüseyin ÇANCI



ÖZET

BEZELYE CİNSİNDE (*Pisum* L.) POLLEN TANESİ, DANE VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER

HAMZA AYDIN

Yüksek Lisans Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Haziran 2018; 40 sayfa

Günümüzde bezelye cinsi (*Pisum* L.) içinde mevcut türlerin sınıflandırılması ile ilgili karmaşıklıklar hala devam etmektedir. Polenler evrimsel süreçte polen yapısında meydana gelen farklılıkların ve türler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı beş bezelye taksonunda (*P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum* L., *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* L., *P. sativum* subsp. *Abyssinicum* (A. Braun) Govorov, *P. sativum* subsp. *Elatius* (Bieb.) Aschers. & Graben ve *P. Fulvum* Sibth. & Sm. polen tanesi, dane ve morfolojik özellikler arasındaki ilişkileri incelemektir. Işık (LM) ve taramalı elektron mikroskop (SEM) görüntülerine göre *Pisum* cinsinin polen şekillerinin, ornementasyonunun ve apertür tipinin sırasıyla subprolate, retikulate ve tricolporat olduğu belirlenmiştir. Tarımı yapılan bezelye taksonlarının (*P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum*) yabancı bezelye taksonlarından (*P. sativum* subsp. *elatus* ve *P. fulvum*) daha iri polen danesine ve daha fazla P/E oranına sahip olduğu görülmüştür. Diğer taraftan, tarımı yapılan bezelyelerin muri ve lumina şekilleri daha küçük iken, yabancı bezelyelerin muri ve lumina şekilleri daha büyüktür. Özellikle *P. fulvum* türünün muri ve lumina sayıları belirgin olarak diğerlerinden çok daha az fakat en büyüktür. Her beş bezelye taksonunun tohum yüzeyi bir birinden farklı desenlerle bezenmiştir. Tarımı yapılan bezelye taksonlarının tohum yüzeyleri daha düz yapıdayken, yabancı türlerin siğilli (papillose) olarak bulunmuştur. Tarımı yapılan türlerin bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bakla boyu, baklada dane sayısı, ana dal sayısı yabancılerden daha yüksek değerdedir. PCA analizine göre yabancı bezelye türleri tarımı yapılan bezelye türlerinden belirgin şekilde farklıdır. Elde edilen bulgular *Pisum* L. cinsi için polen özellikleri ve dane yüzeyi yapısı hakkında önemli ve sınıflandırmada kullanışlı bir bilgi kaynağı olmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: *Pisum*, polen, dane yüzeyi, agro-morfolojik özellikler

JÜRİ: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Prof. Dr. Ahmet ZEYBEK

Doç. Dr. Hüseyin ÇANCI

ABSTRACT

RELATIONSHIPS AMONG POLLEN GRAIN, SEED AND MORPHOLOGICAL TRAITS IN THE GENUS *Pisum* L.

Hamza AYDIN

MSc Thesis in Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz TOKER

June 2018; 40 pages

Nowadays, the complexities related with classification of taxa in the genus *Pisum* L. are still continued. Pollens have a great importance to describe the differentiation in pollen structure and relationships among the species during evolution process. The aim of this study is to undertake relationships among pollen grain, seed coat and agro-morphological traits in five pea taxa (*P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum* L., *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* L., *P. sativum* subsp. *abyssinicum* (A. Braun) Govorov, *P. sativum* subsp. *elatius* (Bieb.) Aschers. & Graben and *P. fulvum* Sibth. & Sms. According to images obtained using light (LM) and electron microscopes (SEM), pollen shape, ornamentation and aperture type of the genus *Pisum* L. was determined as subprolate, reticulate and tricolporate, respectively. Pollen sizes and P/E ratios of the cultivated peas (*P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum*) were higher than those of wild species (*P. sativum* subsp. *elatius* ve *P. fulvum*). On the other hand, shape of muri and lumina on pollen surface in the cultivated peas were smaller than those of wild species. Number of muri and lumina especially in *P. fulvum* was quietly less than the others but size of muri and lumina was the largest in *P. fulvum*. Seed surface each 5-taxon were decorated with different shapes. Seed surface of the cultivated peas were smooth, while it was found as papillose in wild species. Plant height, the first pod height, the number of main branches and pods per plant, the pod length were higher in the cultivated species than those of wild species. According to PCA, wild species were distinctly different from the cultivated taxa. The findings, due to fact that pollen structures and seed coats of some taxa of the genus *Pisum* L. have not been studied before, possesses an important source of information.

KEYWORDS: *Pisum*, pollen, seed coat, agro-morphological traits

COMMITTEE: Prof. Dr. Cengiz TOKER

Prof. Dr. Ahmet ZEYBEK

Assoc. Prof. Hüseyin ÇANCI

ÖNSÖZ

Pisum L. cinsi göstermiş olduğu geniş coğrafik dağılım dolayısıyla ortaya çıkan büyük genetik çeşitliliği nedeniyle cinsin taksonomik sınıflandırmasında bir takım karmaşıklıklar mevcuttur. Yapılan morfolojik ve moleküler çalışmaların yanı sıra dünyada bitki sistematğinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan polen morfolojisi farklı türler arasındaki taksonomik durumu ve ilişkileri ortaya koymak için kullanılmaktadır. Bu tez çalışması ile *Pisum* L. cinsinde palinoloji alanındaki mevcut eksiklik giderilmeye çalışılmış ve palinolojik karakterlere ait bulgular ile daha sonradan yapılacak olan sistematik çalışmalara katkıda bulunulmuştur.

Bu tez çalışmasının hazırlanması sırasında yardımlarını esirgemeyen, her konuda bilgi ve tecrübelerini paylaşan çok değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Cengiz TOKER'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmaları sırasında danışman hocam kadar yardımını gördüğüm, bilgisi ve imkânlarıyla bana danışmanlık yapan sayın hocam Doç. Dr. Candan AYKURT'a ayrıca teşekkürü bir borç bilirim. Bu çalışmayı maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimine, laboratuvar ve arazi çalışmalarım sırasındaki yardımları için Arş. Gör. Duygu SARI YOL'a ve Arş. Gör. Hatice SARI'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmam süresince beni maddi ve manevi destekleyen değerli aileme yaptıkları tüm fedakârlıklarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Polen Morfolojisi.....	3
2.1.1. Polen duvar yapısı (Sporoderm)	3
2.1.2. Polen duvarı süsleri (Ornamentasyon)	4
2.1.3. Apertür tip ve sayıları	6
2.1.4. Polen şekli.....	7
2.2. <i>Pisum</i> L. Cinsinin Sınıflandırılması, Kökeni ve Dağılışı.....	8
2.3. <i>Pisum</i> L. Cinsinin Morfolojisi.....	9
2.3.1. Bezelye kök yapısı	9
2.3.2. Bezelye gövde ve yaprakları.....	9
2.3.3. Bezelye çiçek yapısı	10
2.3.4. Bezelye bakla ve daneleri	10
2.3.5. Bezelyenin beslenmedeki önemi	10
2.4. Polen Morfolojisi Çalışmaları	11
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1. Bitki Materyali	13
3.2. Deneme Yeri.....	13
3.3. Deneme Yerinin Toprak Analizi Sonuçları.....	13
3.4. İklim Verileri	14
3.5. Agro-Morfolojik Özelliklerin Ölçülmesi	14
3.6. Palinolojik Özelliklerin Ölçülmesi	14
3.6.1. Işık mikroskobu (LM).....	15
3.6.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM).....	15
3.7. İstatistik Analizler	15

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	16
4.1. Agro-Morfolojik Özelliklere Ait Ölçümler	16
4.1.1. Türlerin kalitatif özellikleri.....	16
4.1.2. Türlerin kantitatif özellikleri.....	17
4.1.3. Palinolojik özelliklere ait ölçümler.....	18
4.1.4. Agro-Morfolojik özelliklerin ve palinolojik özelliklerin karşılaştırılması.....	35
5. SONUÇ	37
6. KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Bezelye Cinsinde (*Pisum L.*) Polen Tanesi, Dane ve Morfolojik Özellikler Arasındaki İlişkiler**” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

21/09/2018

Hamza AYDIN



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: yüzde
° C	: santigrat derece
♀	: dişi birey
♂	: erkek birey
σ	: standart sapma
μm	: mikrometre
Amb	: polar açıdan, optik kesitte ekvatorial eksen görüntüsü
cm	: santimetre
clg	: kolpus uzunluğu
clt	: kolpus genişliği
E	: ekvatorial eksentr : gram
ha	: hektar
P	: polar eksen
M	: ortalama
mm	: milimetre
L	: amb çapı
LM	: ışık mikroskobu
var	: varyasyon (ölçülen en küçük ve en büyük değerler)
plt	: porus genişliği
plg	: porus uzunluğu
kg	: kilogram
P	: fosfor
S	: kükürt
SEM	: taramalı elektron mikroskop

Kısaltmalar

Ornament	: Ornamentasyon
FAO	: Food and Agriculture Organizations
ICARDA	: International Center Agricultural Research in the Dry Areas

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Polen duvarının dıştan içe doğru katmanları (tabakaları).....	3
Şekil 2.2. İntektat tektum görünüşü	4
Şekil 2.3. Tektat tektum görünüşü	4
Şekil 2.4. Pertektat tektum görünüşü	4
Şekil 2.5. Subtektat tektum görünüşü	4
Şekil 2.6. Polen duvar süs çeşitleri. t: Pertektate, s: Subtektate, i: İntektate	5
Şekil 2.7. A. Retikulate ornamentasyon B. Retipilate ornamentasyon C. Striate ornamentasyon D. Rugulate ornamentasyon	6
Şekil 2.8. Polen danesinin ekvatorial ve polar eksenini.....	7
Şekil 4.1. <i>Pisum</i> taksonlarına ait çiçekler; a) <i>P. sativum</i> subsp. <i>sativum</i> ; b) <i>P. sativum</i> subsp. <i>elatius</i> ; c) <i>P. fulvum</i> ; d) <i>P. sativum</i> subsp. <i>abyssinicum</i>	16
Şekil 4.2. <i>Pisum</i> taksonlara ait daneler; a) <i>P. sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>sativum</i> ; b) <i>P. sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>arvense</i> ; c) <i>P. sativum</i> subsp. <i>elatius</i> ; d) <i>P. sativum</i> subsp. <i>abyssinicum</i> ; e,f) <i>P. fulvum</i>	17
Şekil 4.3. <i>Pisum</i> L. türlerinin agro-morfolojik özelliklerine ait ortalama değerler ...	18
Şekil 4.4. <i>P. sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>sativum</i> taksonunun SEM polen görüntüleri a) genel tek, b) genel ikili, c) ornamentasyonu	19
Şekil 4.5. <i>P. sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>sativum</i> taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri. a) genel ön, b) detaylı görünüşü	20
Şekil 4.6. <i>P. sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>arvense</i> taksonunun SEM polen görüntüleri a) genel tek, b) genel ikili, c) ornamentasyonu	21
Şekil 4.7. <i>P. sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>arvense</i> taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri. a) genel ön, b) genel ön, c) detaylı görünüşü.....	22
Şekil 4.8. <i>P. sativum</i> subsp. <i>elatius</i> taksonunun SEM polen görüntüleri. a) genel tek, b) genel ikili, c) ornamentasyonu	23
Şekil 4.9. <i>P. sativum</i> subsp. <i>elatius</i> taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri a) genel ön, b) genel ön, c) detaylı görünüşü	24
Şekil 4.10. <i>P. sativum</i> subsp. <i>abyssinicum</i> taksonunun SEM polen görüntüleri a) genel tek, b) genel ikili, c) ornamentasyonu	25

Şekil 4.11. <i>P. sativum</i> subsp. <i>abyssinicum</i> taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri. a) genel ön, b) genel ön, c) detaylı görünüşü	26
Şekil 4.12. <i>P. fulvum</i> türünün SEM polen görüntüleri. a) genel tek, b) genel ikili, c) ornamentasyonu.....	28
Şekil 4.13. <i>P. fulvum</i> (siyah daneli) taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri a) genel ön, b) genel ön, c) detaylı görünüşü	29
Şekil 4.14. <i>P. fulvum</i> (kahverengi daneli) taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri a) genel ön, b) genel ön, c) detaylı görünüşü	30
Şekil 4.15. <i>Pisum</i> türlerinin karşılaştırmalı SEM polen görüntüleri.....	34
Şekil 4.16. <i>Pisum</i> türlerinin karşılaştırmalı SEM tohum yüzey görüntüleri.....	35
Şekil 4.17. <i>Pisum</i> L. türlerinin polenlerine ait ölçüm ortalamaları.....	35
Şekil 4.18. <i>Pisum</i> L. cinsine ait çalışılan taksonlar için temel bileşenler analizi (PCA).....	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Polen şekli büyüklük oranları	8
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılacak Pisum L. taksonları.....	13
Çizelge 3.2. Deneme alanına ilişkin toprak analizi sonuçları	14
Çizelge 4.2. <i>Pisum</i> L. türlerinin polenlerine ait ölçüm ortalamaları ve morfolojik gözlemler.....	31

1. GİRİŞ

Fabaceae familyasına ait yemeklik baklagiller, yaklaşık 700 cins ve 18.000-20.000 tür içerir (Smykal ve. 2015). Yemeklik baklagiller binlerce yıldır insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptirler ve bu grup bitkilerin, antik dönemlerde beslenmede kullanıldığı, geçmişlerinin yaklaşık 10 000 yıl öncesine dayandığına dair bulgular mevcuttur (Zohary ve Hopf 2000).

Baklagiller kaliteli ve yüksek oranda protein içermesi nedeniyle diğer bitki gruplarına göre beslenme açısından daha önemli yer tutmaktadır. Kuru danelerinin protein içeriği ortalama %18-37 arasında olup, sindirilebilirlik dereceleri oldukça yüksektir. Protein içerikleri ve esansiyel aminoasitleri bakımından hayvansal kaynaklı proteinlere yakınlık göstermektedir (Çiftçi 2004). B grubu vitaminleri yönünden zengin olan baklagiller, minerallerce özellikle demir, fosfor, kalsiyum ve potasyum içerikleri bakımından zenginlik göstermektedir (Pekşen ve Artık 2005).

Fabaceae familyasına ait *Pisum* L. cinsi son zamanlarda yapılan ve kabul gören bir sınıflandırma şekline göre *Pisum sativum* subsp. *sativum* L., *Pisum sativum* subsp. *abyssinicum* A. Braun., *Pisum sativum* subsp. *elatius* M. Bieb. Ve *Pisum fulvum* Sibth. & Sm. olarak dört gruba ayrılmaktadır (Warkentin vd. 2015). *P. sativum* ve *P. abyssinicum* kültürü yapılan türler olup, *P. elatius* ve *P. fulvum* ise yabani türleridir (Smykal vd. 2015; Ladizinsky ve Abbo 2016; Gebreslassie ve Abbrha 2016). Kültür bezelyesi önemli bir serin mevsim baklagil bitkisi olup dünyada protein kaynağı olarak çok önemli bir yer tutmaktadır. Tarih öncesi çağlardan itibaren insanlar bezelyeyi beslenme amacıyla tüketmektedir. Yapılan arkeolojik bulgulara göre bezelyenin besin maddesi olarak kullanımı M.Ö. 7000-6000 tarihlerine kadar uzanmaktadır. Irak'ta bulunan bezelye tiplerinin tarihi M.Ö. 6750'ye kadar uzanırken, Erbaba höyüğünde rastlanmış olan bezelyelerin 5800 yıllık oldukları bildirilmiştir (Erksine vd. 1994). Beslenme değerine ilaveten diğer baklagiller gibi bezelye de havadaki serbest azotu (N_2) *Rhizobium leguminosarum* bv. *leguminosarum* bakterileriyle toprağa 51-71 kg/ha azot bağlayabilmektedir ve genotiplerin erkenci veya geççi olma özelliklerine göre çiçeklenme başlangıcından, bakla oluşumuna kadar devam etmektedir (Jensen 1996; Cousin 1997; Nielsen vd. 2001).

Kültür bezelyesi, genellikle kuru ve taze tohumları insanlar tarafından gıda maddesi olarak tüketilmekte, ayrıca taze baklası (meyvesi) sebze olarak kullanımının yanı sıra, işlenmiş konserve ve dondurulmuş ürün olarak ta kullanılmaktadır (Davies 1993). Bezelye, ayrıca tarımda münavebe bitkisi olarak ve hayvan beslenmesinde de kullanılmaktadır. Hayvan yemi olarak yeşil ve kuru silaj halinde ve hasattan sonraki sap ve saman kısımları da hayvan yemi veya altlık olarak değerlendirilmektedir. Dünyada bezelye ekim alanı 7.5 milyon hektardır. Kuru danelerinin üretim miktarı 14.3 milyon ton iken, taze sebze olarak üretimi ise 19.9 milyon tondur. Kuru dane ve taze sebze olarak verimleri ise sırasıyla 1884 kg/ha ve 7677 kg/ha'dır. Dünyada bezelye üretimi en fazla olan ülkeler sırasıyla Kanada, Çin, Rusya, Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Fransa'dadır (FAOSTAT 2018).

Bezelye bitkisi, ekonomik öneminin yüksek olması sebebiyle araştırmacılar tarafından sıklıkla çalışılmış olup taksonomik anlamda birçok değişikliğe uğramış bir cinstir (Smykal vd. 2015). Günümüzde hala bezelye cinsi içinde mevcut türlerin

dağılımları ve sınıflandırılması ile ilgili karmaşıklıklar devam etmektedir (Vershinin vd. 2003; Kosterin ve Bogdanova, 2008). *Pisum* L. cinsinin dâhil olduğu *Fabaceae* familyası üzerine birçok polen morfolojisi çalışması yapılmış olmasına rağmen *Pisum* L. cinsine ait türlerin polen morfolojisi ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır. *Pisum* L. için geçerli ve güvenilir yeni bir cins içi sınıflandırmanın gerçekleştirilmesi için bugün dünyanın bitki sistematğinde yaygın olarak kullandığı bazı modern yöntemlerin uygulanması önemlidir. Bu yöntemlerden bir tanesi olan palinolojik çalışmalar elde edilecek verilerin değerlendirilmesi cinsin sınıflandırılmasında mevcut karmaşayı gidermeye yardımcı olacaktır. Polen morfolojisi farklı türler arasındaki taksonomik durumu ve ilişkileri ortaya koymak için kullanılmaktadır. Yürütülen bu tezin amacı, bezelye türleri arasındaki polen tanesi, dane ve agro-morfolojik özellikler bakımından türler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesidir. Ayrıca ortaya çıkarılmış olan palinolojik karakterlerin sistematik değerlerinin belirlenmesi ile taksonomik çalışmalara yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

2. KAYNAK TARAMASI

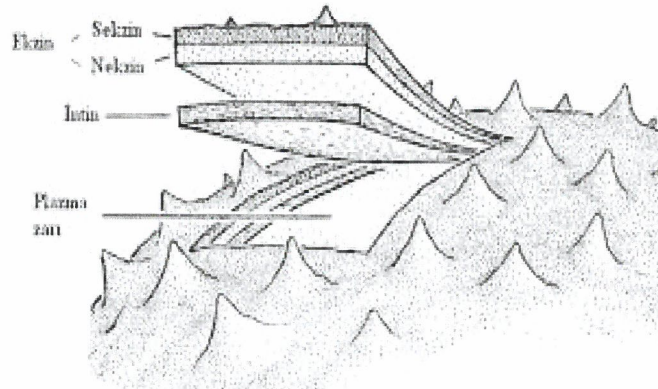
2.1. Polen Morfolojisi

Polenler, çiçeklerin stamenlerindeki anterlerde bulunan polen ana hücrelerinden gelişen erkek gametofitlerdir (Ünal 2004). Bitkilerin erkek üreme yapıları olan polenler bitki türlerinin daha iyi yayılması için uygun bir yapı oluşturmuştur. Olgun bir polen ilk aşamada kalloz ve pektin yapısında bir çeper ardından sporoderm adlı ikinci çeper meydana getirir. Sporoderm yapıları her mikrosporda kendine özgü gelişim göstermektedir. Yeni meydana gelmiş bir polenin mikroskop altında protoplast ve polen duvarı olmak üzere iki kısmı görülmektedir (Aytuğ 1967).

2.1.1. Polen duvar yapısı (Sporoderm)

Polen duvarı intin ve ekzin olarak iki kısımdan oluşmuştur. Polen duvarı dışarıdan gelen mekanik etkilere karşı korunmayı sağlamaktadır (Şekil 2.1). Ekzin, polen yapısının en dış bölümünde bulunur ve yapısında lipoidal maddeler bulundurmaktadır. Bu tabaka polenleri dış etmenlerden koruyarak sert ve dayanıklı bir yapı haline getirmektedir. Yüksek sıcaklığa, kimyasal maddelere ve çürümeye neden olabilecek faktörlere karşı dayanıklılık göstermektedir (Yentür 1984).

Polen duvarı ekzin ve intin olarak iki katman olarak incelenmektedir (Şekil 2.1). Ekzin tabakası sekzin ve nekzin olarak iki kısımdan meydana gelmektedir. Sekzini ektosekzin ve endosekzin, nekzini ektonekzin ve endonekzin olarak çift tabaka şeklinde gözlemlenmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Polen duvarının dıştan içe doğru katmanları (tabakaları)

Tektum tabakasının varlığı polen morfolojisinde büyük önem taşımaktadır. Intektat tektum: Tektum tabakası yoktur (Şekil 2.2). Tektat tektum: Tektum tabakası mevcuttur (Şekil 2.3).



Şekil 2.2. Intektat tectum görünüşü



Şekil 2.3. Tektat tectum görünüşü

- a) Pertektat tectum, tabakası devamlı ve kesintisiz bir yapıdadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Pertektat tectum görünüşü

- b) Subtektat tectum, tabakası devamsız ve kesintili bir yapıdadır (Şekil 2.5)



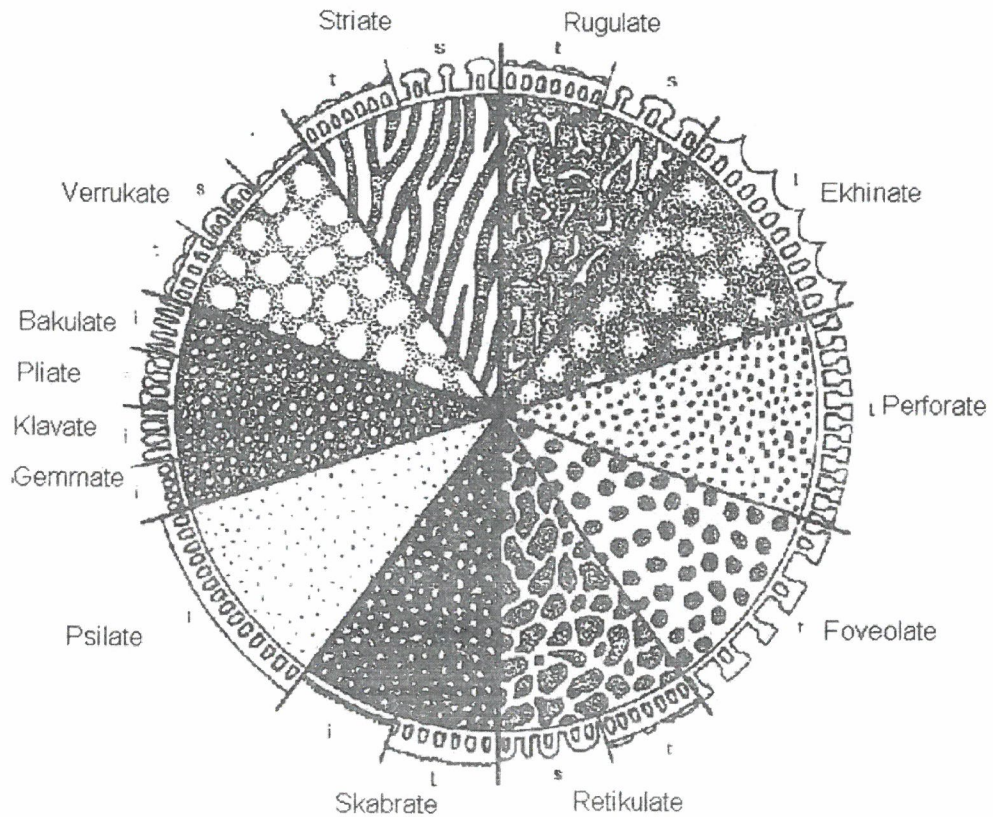
Şekil 2.5. Subtektat tectum görünüşü

2.1.2. Polen duvarı süsleri (Ornamentasyon)

Tektum yapısının üst kısmında, ekzin dış yüzeyinde bulunan çeşitli şekillerin oluşturduğu süslü kısım **ornemantasyon** adını alır (Aytuğ 1967). Tektum üzerinde gerçek ornamentasyon elementleri mevcut değildir (Şekil 2.6.). Tektum yüzeyi düz ise **psilate ornamentasyon**, tektum yüzeyi 1 µm çapında çukurluklarla kaplı ise **foveolate ornamentasyon**, tektum yüzeyi 1 µm çapında küçük çukurluklarla kaplı ise **perforate ornamentasyon**, tektum yüzeyi oluklarla kaplı ise **fossulate ornamentasyon** denir (Şekil 2.6). Daha çok sporlar için karakteristiktir.

Tektum üzerinde ornamentasyon elementleri mevcuttur. Tektumun üzerindeki çıkıntıların ucu sivri ve uzunluğu 3 µm'den fazla ise **spin** olarak adlandırılır. Dikenlerle

(spinlerle) kaplı polen yüzeyindeki ornamentasyona dikenli (**ekhinate**) denir. Tektumun üzerindeki çıkıntılarının ucu sivri ve uzunluğu 3 μm 'den az ise **spinül**, spinüllerle kaplı polen yüzeyindeki ornamentasyona **skabrate** denir. Tektum üzerindeki çıkıntılarının ucu küt, şekilleri çubuk şeklindeyse bunlara **bakulum**, ornamentasyona ise **bakulate** denir. Tektum üzerinde siğil şeklinde kabarcıklar var ise bunlara **vart**, ornamentasyona ise **verrukate** denir. Vartların dip kısmının daralmasıyla **gemmalar** oluşur, ornamentasyona ise **gemmate** denir. Bakuların baş kısmı biraz genişlemesiyle **klavalar** oluşur, ornamentasyona ise **klavate** denir. Bakuların baş kısmı tokmak şeklinde genişlemiş ise **plium** (tekil) veya **pila** (çoğul), ornamentasyona ise **pilate** denir (Şekil 2.6).

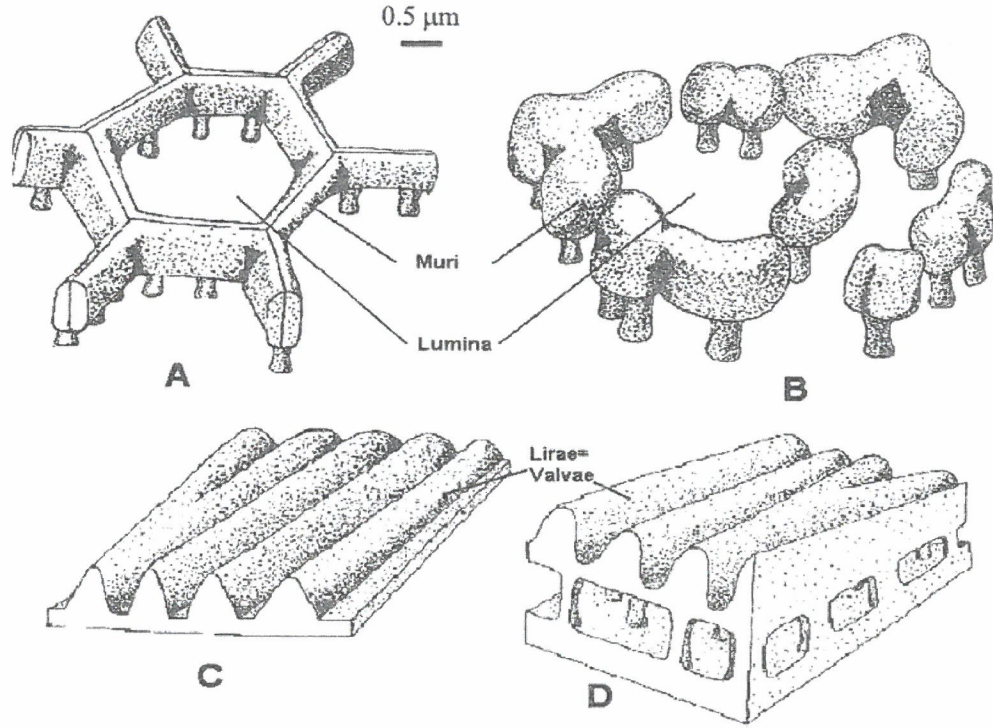


Şekil 2.6. Polen duvar süs çeşitleri. t: Pertektate, s: Subtektate, i: İntektate

Ornamentasyon pilumların şişkin uç kısımlarının (kapitulum) birleşmesi ile ağ şeklinde oluşursa **retikulat** adını almaktadır. Bu yapının kapitulumlarının birleşmesiyle oluşan duvara **muri**, boşluklara ise **lumina** denilmektedir. Retikulat yapının tek sıralı pilumdan oluşmasına **simplibakulat retikulat**, çift sıralı pilumdan oluşmasına **dublibakulat retikulat**, çok sıralı pilumdan oluşması ise **multiretikulat** adını almaktadır (Erdtman 1969).

Pilumların değişik konfigürasyonu sonucu bir takım yeni ornamentasyonlar ortaya çıkmaktadır. Pilumların baş kısmı kapitulumlarının birbirleriyle retikül (ağ) şeklinde birleşmesiyle **retikulate** ornamentasyon şekli oluşmaktadır. Kapitulumların birleşmesi ile oluşan duvara murus (çoğul muri), duvarın çevrelediği boşluğa ise lümen

(çoğul lumina) denir (Şekil 2.7 A). Murusları oluşturan kapitulumların birleşmesiyle **retipilate** ornamentasyon çeşidi meydana gelmektedir (Şekil 2.7 B). Pilum başlarının uzun sıralar oluşturmasıyla ortaya **striate** ornamentasyon meydana gelmektedir (Şekil 2.7 C). Pilum başlarının kısa ve düzensiz sıralar oluşturmasıyla **rugulate** ornamentasyon oluşmaktadır (Şekil 2.7 D).



Şekil 2.7. A. Retikulate ornamentasyon B. Retipilate ornamentasyon C. Striate ornamentasyon D. Rugulate ornamentasyon

2.1.3. Apertür tip ve sayıları

Apertür polenin çimlenmesi sırasında oluşacak olan polen tüpünün çıkmasında rol alan, ayrıca polenlerin büzülüp su almasından görevli olan ekzin tabakasının zayıfladığı veya ortadan kalktığı açıklıktır (Moore vd. 1991). Germinal açıklık veya tremate olarak da adlandırılmaktadır. Bununla birlikte apertürü kapatan daha kalın yapı olan intin bulunmaktadır.

Polen apertürleri uzun, ince ve sivri şekilde olan kolpus ya da yuvarlak şekilde olan yapılar por denilmektedir. Polen üzerinde apertür çeşidi olarak yalnızca por bulunuyor ise bu yapıya porat (por) denilmektedir. Eğer apertür çeşidi sadece kolpus ise bu yapıya kolpat (kolpus) denilmektedir (Faegri vd. 1989). Bu iki yapının aynı apertür üzerinde bulunduğu yapılar ise kolporat olarak adlandırılmıştır (Erdtman 1945).

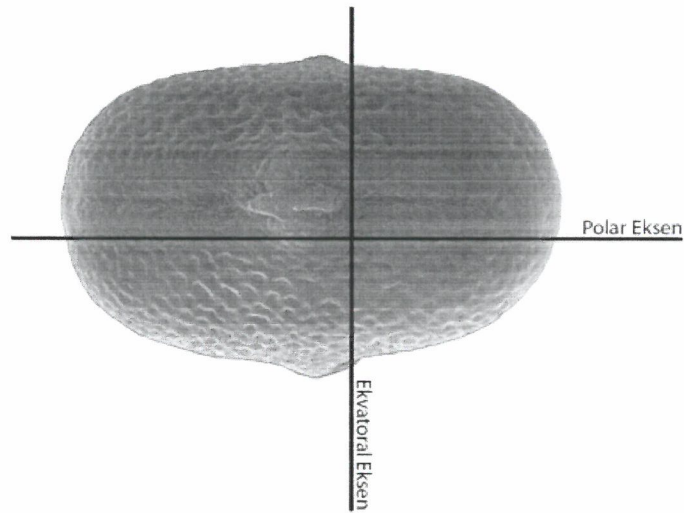
Kolpat yapılarından bazılarının içerisinde por bulunuyor bazılarında bulunmuyor ise bu şekildeki apertür tiplerine sahip polenler heterokolporat adını almaktadır (Faegri vd. 1989).

Polenlerin ekzin yapısında bulunan apertür özelliklerine göre sınıflandırılmasında; apertür çeşidi ve sayısı, apertür pozisyonu ve apertür karakteri kullanılmaktadır.

Apertürün orta kısmında görülen seksin diğer kısımlarla aynı kalınlıkta olabilmektedir. Orta kısımda yer alan bu yapıya operkulum adı verilmiştir (Weber 1998). Polenin yüzeyinde apertür bulunmayan kısımlar apertür çeşidine ve yakınlığına bakılarak adlandırılır. İki kolpus arasında kalan kısma mezokolpium, iki por arasında kalan kısma ise mezopodium adı verilmektedir. Ekvator eksen civarında eşit aralıklarla dağılmış apertür içeren polenlerde, kutup kısmı apertür içermeyen bölgeye sahip olabilmektedir. Kolpusların eşit aralıklarla dizilmesiyle oluşan kutup kısmındaki apertürsüz bölge apokolpium, porların eşit dizilmesiyle oluşan apertürsüz kutup bölgesi apopodium adını almaktadır (Moore vd. 1991).

2.1.4. Polen şekli

Polenlerin şekli genelde küreseldir. Bu yüzden belirli bir ekvator düzlemi ve kutup eksenini tespit edilebilir. Polenin uzun eksenine polar eksen (P), kısa eksenine ise ekvatorial eksen (E) denir.



Şekil 2.8. Polen danesinin ekvatorial ve polar eksen

Polar eksen uzunluğunun ekvatorial eksen uzunluğuna bölümünden (P/E) elde edilen değer aralıklarına bakılarak polenin şekli belirlenir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Polen şekli büyüklük oranları

Oran	Polen şekli
P/E > 2.00	perprolate
P/E: 2.00-1.34	subprolate
P/E: 1.14-1.01	prolate-sferoidal
P/E: 1	sferoidal
P/E: 0.99-0.89	oblate- sferoidal
P/E: 0.88-0.76	suboblate
P/E: 0.75-0.50	oblate
P/E <0.5	peroblate

2.2. *Pisum* L. Cinsinin Sınıflandırılması, Kökeni ve Dağılışı

Pisum L. cinsi Viciae Alefeld oymağına dâhildir ve Fabaoideae ya da Papilionoideae alt familyasında sınıflandırılmaktadır. Viciae Alef. oymağıbezelyeler ile birlikte ayrıca bakla ya da fiğler (*Vicia* L.), mercimek (*Lens* Miller), mürdümük (*Lathyrus* L.) ve güzel Vavilov (*Vaviolovia* Fed.) olmak üzere 5 önemli cinsi daha içermektedir. Bezelye cinsinde kromozom sayısı $2x=2n=14$ 'tür (Smykal vd. 2015).

Günümüzde *P. formosum*, *P. transcaucasicum*, *P. aethiopicum*, *P. arvense*, *P. humile*, *P. elatius* türleri *P. sativum*'un alt türleri ya da varyeteleri olarak sınıflandırılmaktadır (Hoey vd. 1996). Diğer bezelye türleri *P. fulvum*, *P. elatius* ve *P. abyssinicum*'dur. *P. abyssinicum* ve *P. sativum* türleri aynı zamanda kültürü yapılan türlerdir (Smykal vd. 2016). Bezelyevaryetelerinin kendi içinde yapılan melezlemeler F₁döllerinde kısırlığa neden olmamaktadır. *P. fulvum* ile yapılan melezlemelerde ise kısırlık görülmemesi için bu türünana olarak kullanılması gerekmektedir. Bezelye cinsinde tür, alt tür ve varyete grupları dikkate alınarak yapılan sınıflandırmada literatürde bazı karmaşalar bulunmaktadır (Smykal vd. 2015). Smykal vd. (2015) tarafından yapılan sınıflandırma:

Pisum sativum L. subsp. *sativum* var. *sativum* (Yemeklik ya da bahçe tipi bezelye)
subsp. *sativum* var. *arvense* (Yemlik ya da tarla tipi bezelye)
subsp. *elatus* (Bieb.) Aschers. & Graben
subsp. *abyssinicum* A. Br.

Pisum fulvum Sibth. & Sm.

Warkentin vd. (2015) tarafından yapılan sınıflandırma ise *P. elatius* türündeki varyete gruplarını da içermektedir.

P. sativum subsp. *sativum* var. *sativum* L. (Bahçe tipi ya da yemeklik),

P. sativum subsp. *sativum* var. *arvense* L. (Tarla tipi ya da yemlik),

P. sativum subsp. *abyssinicum* A. Braun. (Dekoko ya da Habeş bezelyesi),

P. sativum subsp. *elatius* var. *elatius* Aschers. & Graebn (Uzun boylu yabani bezelye),

P. sativum subsp. *elatius* var. *brevipedunculatum* Davis (Orta boylu ve tek çiçekli yabani bezelye),

P. sativum subsp. *elatius* var. *humile* Boiss and Noe (Kısa boylu yabani bezelye),

P. fulvum Sibth. & Sm. (Turuncu çiçekli yabani bezelye)

P. humile türünün sinonimleri *P. syriacum* (Berger) Lehm. ya da *P. Pumilio* (Meikle) Greuter olarak bilinir (Smykal vd. 2015).

Bezelyenin dünyada kuzeyden güneye (Kırım'dan Yemen ve Etiyopya'ya) ve doğudan batıya (Himalayalar, Orta Doğu-Akdeniz Kıyılarından Atlas Okyanusuna kadar) yayılım göstermektedir. Balkanlar'da ise Sırbistan'da doğal yayılışa sahiptir (Smykal vd 2015). Akdeniz havzasında toplanmaya ve tarımı yapılmaya başlanan bezelye daha sonra Avrupa ve Asya'ya yayılmıştır. Yabani türler sadece morfolojik karakterler bakımından kültürü yapılan bezelye çeşitlerinden farklılık göstermektedirler (Cousin 1997).

2.3. *Pisum* L. Cinsinin Morfolojisi

2.3.1. Bezelye kök yapısı

Bezelyede ince ana kök ve yan kökleri bulunmaktadır. İlk çıkan yan kökleri, uzunluk ve kalınlık olarak ana kök gibi gelişme göstermektedirler. Kök uzamaları bitki çiçeklenmesine kadar devam etmektedir. Toprağın fiziksel yapısına, nem ve besin maddeleri gibi özelliklerine bağlı olarak 110-120 cm derinliğe ve 50-75 cm kadar yanlara gelişim göstermektedirler. Köklerinin üzerinde yumrucuk (nodozite) oluşturan *Rhizobium leguminosarum* bv. *leguminosarum* bakterileriyle havadaki serbest azotu (N₂) toprağa yaklaşık 51-71 kg/ha azot olarak bağlayabilmektedir (Cousin 1997; Nielsen vd. 2001).

2.3.2. Bezelye gövde ve yaprakları

Bezelyede gövde boğum ve boğum aralarından oluşmaktadır. Bitki boğum araları alt kısımlarından üste doğru gidildiğinde uzar ve gövdelerinin içleri boştur. Bitki boyları çeşit, tür ve iklim faktörlerine bağlı olarak genellikle 20-200 cm arasında değişiklik göstermektedir. Bitki boyu 75 cm'den kısa olan bodur tipleri, bitki boyu 75-125 cm arasında olanlar yarı sırik tipleri ve bitki boyu 125 cm'den uzun olanlar sırik tipleri oluşturmaktadırlar (Şehirali 1988; Geçit 1995).

Bezelye yaprakları bileşik yaprak şeklindedir ve 2-4 yaprakçığının birleşmesiyle oluşmaktadır. Yaprakçıklar yaprak eksenini üzerinde karşılıklı dizili halde bulunurlar ve kenarları dişli veya düz olabilmektedir. Yaprakların gövdeyle birleştiği noktada belirgin

iri (yaprakçıklardan daha büyük) bir çift kulakçık bulunmaktadır. Kulakçıkları oldukça büyük genelde kalp veya oval şeklindedirler. Yaprak eksenini özellikle sırık tiplerinde iyi gelişmiş olup, sülükle sonlanmaktadır (Şehirli 1988; Geçit ve Adak 1999).

2.3.3. Bezelye çiçek yapısı

Kendine döllen bezelye çiçekleri yaprak koltuklarından çıkmaktadır. Salkım sapındaki çiçek tek veya daha çok olabilmektedir. Bezelyenin çiçek rengi, çeşit ve türlere göre değişiklik göstermekle birlikte, açık ve koyu pembe, mor, beyaz ve turuncu renklere sahip olabilirler. Bir dişi organı ve 10 adet erkek organı bulunmaktadır (ladizinsky ve Abbo 2015).

2.3.4. Bezelye bakla ve daneleri

Bezelye çiçeklerinin döllenmesinden sonra taç yaprakları dökülerek yalnızca çanak yaprakları kalmaktadır. Meyve kabukları hızlı bir şekilde gelişerek iki parçalı simetrik baklayı oluşturmaktadır. Baklaları kısa veya uzun, düz veya şişkin yapıda olabilirler. Baklalarının renkleri yeşilden mor rengine kadar değişiklik gösterebilmektedir.

Bezelye daneleri, tohum kabuğu, kotiledonlar ve embriyodan oluşmaktadır. Daneler 6-8 mm çapında ve yüzeyleri düz, kırışık, yuvarlak veya köşeli olabilmektedir. Dane renkleri, açık sarı, açık portakal, krem, yeşil, kahverengi ve siyah olmaktadır. Dane irilikleri tür ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak büyük oranda farklılık gösterirler ve 100-dane ağırlıkları 8-35 g arasında değişmektedir.

2.3.5. Bezelyenin beslenmedeki önemi

Bezelye insan beslenmesi ve insan sağlığı bakımından çok önemli olan ve yüksek oranda protein, vitamin ve karbonhidrat bakımından oldukça zengin bir baklagildir. Mineral maddelerce de birçok sebze grubundan üstünlük göstermektedir. Bezelye kuru ve taze olarak değerlendirilmesine ilaveten dondurulmuş ürün ve konserve olarak tüketilen ürünlerin başında gelmektedir (Bayraktar 1981).

Konserve sanayinin çok yaygınlaşmadığı zamanlarda bezelyeden taze, kuru dane ve hayvan yemi olarak faydalanılmıştır. Ancak son zamanlarda özellikle insan beslenmesindeki faydaları daha iyi anlaşıldığından bezelye üretimi hızla artarak konserve ve dondurulmuş meyve-sebze sanayisinde de yerini almıştır (Davies 1993).

Protein kaynağı olan besin maddeleri insan beslenmesinde çok önemli yer tutmaktadır. Bezelye içerdiği yüksek oranda protein (%18-31) ve vitaminlerden dolayı, taze ve kuru sebze olarak tüketilmesine ek olarak unu çocuk mamalarında önemli besin maddesi olarak kullanılmaktadır (Şehirli 1988). Bezelyenin kuru daneleri A, B ve D vitaminleri bakımından oldukça zengindir. Ayrıca karbonhidratlarca zengin, kalsiyum, demir ve özellikle fosfor gibi mineral maddeleri büyük oranda ihtiva etmektedir ve isoflavonoid gibi sekonder metabolitleri içermesinden dolayı, anti-kanserojen etki yaratarak insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedirler (Dixon vd. 2003). Dünya genelinde insan beslenmesinde proteinlerin %22'si, karbonhidratların %7'si, hayvan beslenmesindeki

proteinlerin %38'i ve karbonhidratların %5'i yemeklik baklagillerden sağlanmaktadır (Şehirli 1988). Bu sebeple özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin en önemli protein kaynaklarından birisi olarak değerlendirilmektedir (Özdemir 2002).

2.4. Polen Morfolojisi Çalışmaları

Pisum L. cinsinin göstermiş olduğu geniş coğrafik dağılım, dar fenotipik ve geniş genetik çeşitlilik sınıflandırmada bir takım karmaşıklıklara yol açmıştır (Vershini vd.2003; Kosterin ve Bogdanova 2008). Yapılan morfolojik ve moleküler çalışmaların yanı sıra dünyada bitki sistematğinde yaygın olarak kullanılan modern yöntemlerden biri olan polen morfolojisi, evrimsel süreçte polen yapısında meydana gelen farklılıklar türler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde büyük bir öneme sahiptir. Bezelye ıslahı, kullanım çeşitliliği, yetiştirilmesi ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi gibi konularda çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak bu tezde çalışılmış olan polen morfolojisiyle alakalı bazı önemli çalışmaların özetleri aşağıda sunulmuştur.

Saatçioğlu (2017), yapmış olduğu araştırmada *Hedysarum* cinsinden 19 taksonun 31 farklı lokaliteye ait bitki örneklerinin polen morfolojileri taramalı elektron mikroskopuyla (SEM) ve Wodehouse ve Asetoliz metotlarını kullanarak ışık mikroskopunda inceleme yapmıştır. İnceleme sonuçlarına göre, tür içi varyasyonların polen morfolojisinde de farklılıklar ortaya çıkardığını tespit ederek, palinolojik karakterlerin cinsin sınıflandırılmasında dikkate alınmasının taksonomik açıdan önemli olduğunu bildirmiştir.

Binzat vd. (2014), *Vicilla* (Schur) Rouy alt cinsinde (subgenusunda) bulunan *Vicia* L. cinsine ait 10 taksonda ışık mikroskopu ve taramalı elektron mikroskopunda polen morfolojilerini çalışmışlardır. Yaptıkları varyans analizinde 12 morfometrik karakter analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda polenlerin genel morfolojisi ve ornamentasyon tipleri arasında taksonlarda önemli farklılıkların bulunduğunu açıklamışlardır.

Avcı vd. (2013), Türkiye'de yayılış gösteren 20 adet *Onobrychis* Adans'ın taksonlarında polen morfolojisi ve büyüklüğünü taramalı elektron mikroskopunda ve ışık mikroskopunda çalışmışlardır. Polen büyüklüğü ve kromozom sayısı arasında bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Kahraman vd. (2013), subgenus *Vicia*'da bulunan *Vicia* L. cinsine ait 11 taksonda ışık mikroskopu ve taramalı elektron mikroskopunda polen morfolojilerini çalışmışlardır. Araştırma sonucunda polen karakterlerinin taksonlar arasında belirgin farklılıklar gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Pınar vd. (2013), Fabaceae familyasından *Trigonella* türüne ait 38 materyali polen morfolojilerini ışık ve taramalı elektron mikroskopunda çalışmışlardır.

Baldemir vd. (2009), Türkiye'de endemik olarak bulunan üç *Ononis* L. (Fabaceae) türünün polen ve tohum morfolojilerini çalışmışlardır. Çalışmalar ışık ve taramalı elektron mikroskopu (SEM) kullanılarak yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre türlerin polen ve tohum morfolojik yapılarının birbirlerinden farklı olması ile taksonomik önem taşıdığını rapor etmişlerdir.

Sun vd. (2009), ışık ve taramalı elektron mikroskopunda on adet gül bitkisinin çiçek morfolojisi üzerine yapmış oldukları sınıflandırmayı polen morfolojisi ile desteklemişlerdir.

Karaca vd. (2007), Liliaceae ve Iridaceae familyalarından, Erciyes Dağı'nda (Kayseri) yetişen *Ornithogalum* (*O. alpigenum*, *O. armeniacum*, *O. narbonense* ve *O. sphaerocarpum*), *Gagea* (*G. fistulosa*, *G. gageoides*, *G. glacialis*, *G. peduncularis* ve *G. villosa*), *Colchicum* (*C. szovitsii* ve *C. triphyllum*) ve *Crocus* (*C. ancyrensis*, *C. chrysanthus* ve *C. danfordiae*) cinslerine ait 14 türün polen morfolojileri ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskopunda çalışmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, cinslerin polenlerinde belirgin bir morfolojik çeşitlilik gözlemledikleri sonucunu çıkarmışlardır.

Fratini vd. (2006), mercimekte kültür ve yabani formlarının polenlerinin uzunluk ve genişliklerini ölçmüş ve tür içinde sınıflandırma yapmışlardır.

Akan vd. (2005) *Astragalus* L. cinsinin *Alopecuroidei* DC. Seksiyonuna (Leguminosae) ait taksonların polenlerini taramalı elektron mikroskoplarında incelemişlerdir.

Yapılan bir araştırmada, Fas ve Iber Yarımadasındaki *Cystisus* L. cinsinin (Leguminosae) polen morfolojisini ışık, taramalı ve geçirmeli elektron mikroskoplarında araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda cinsin dahil olduğu *Genisteae* tribusunda polen boyutu ve morfolojisi bakımından önemli bir varyasyon olduğunu rapor etmişlerdir (Pardo vd. 2000).

Pınar vd. (2000), Leguminosae familyasına ait *Ebenus* L. cinsinin polen morfolojisini ışık ve elektron mikroskoplarında incelemişlerdir.

Pakistan Florası'nda Papilionoideae alt familyasından 37 cins ve 157 türe ait polenlerin morfolojisini incelemek için yürütülen bir çalışmada, polenler ışık ve taramalı elektron mikroskobu altında incelenmiştir ve elde edilen palinolojik bulguların tribusların sınıflandırılması ile uyum içinde olduğu sonucunu bildirmişlerdir (Perveen ve Qaiser 1998).

Numan-Ridder ve Van der Ham (1997), *Butea* Roxb., *Kunstleria* Prain, *Meizotropis* Voight. ve *Spatholobus* Hassk. (Papilionoideae)'un polen morfolojilerini ışık, SEM ve TEM'le incelemiştir. Araştırma sonucunda *Spatholobus* polenlerinin diğer 3 genustan morfolojik olarak farklı olduğunu bildirmiştir.

Diez ve Ferguson (1996), *Lateae* DC. ve *Coronilleae* Burnett. (Papilionoideae) tribuslarının ve *Coronilla* L. cinsinin polen morfolojilerini ışık ve elektron mikroskopunda incelemişlerdir ve taksonomik durumlarını değerlendirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Bitki Materyali

Bu çalışmada kullanılan 5 takson Akdeniz Üniversitesi seralarında yetiştirilen bitkilerin çiçeklerinden Mart-Nisan 2018 tarihleri arasında temin edilmiştir. Kullanılan *Pisum* L. taksonları aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 3.1). Çalışılan taksonlar agro-morfolojik ve palinolojik özellikler bakımından değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılacak *Pisum* L. taksonları

Takson No	Genotip İsmi	Tür İsmi
1	ACP 211	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>sativum</i>
2	ACP 201	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>sativum</i>
3	ACP 200	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>sativum</i>
4	ACP 204	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>arvense</i>
5	ACP 213	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>arvense</i>
6	ACP 212	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>arvense</i>
7	ACP 100	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>abyssinicum</i>
8	AWP 549	<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>elatius</i>
9	AWP 600	<i>Pisum fulvum</i>
10	AWP 601	<i>Pisum fulvum</i>

3.2. Deneme Yeri

Çalışmada kullanılan bezelye genotipleri 2017-2018 yılları arasında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait deneme seralarında yetiştirilmiştir. Araştırma yerinin denizden yüksekliği yaklaşık 33 m olup, 36°53' kuzey enlemi ve 30° 38' doğu boylamında yer almaktadır.

3.3. Deneme Yerinin Toprak Analizi Sonuçları

Deneme yerinin toprak özellikleri analiz sonuçlarına göre organik madde ve magnezyumca düşük ve orta, diğer besin maddelerince yeterli düzeyde bulunmuştur (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Deneme alanına ilişkin toprak analizi sonuçları

Ölçülen Parametreler	Bulunan Değerler	Değerlendirme
pH	8	Alkali
Organik Madde (%)	1.2	Düşük
Toplam N (%)	0.09	Orta
P (ppm)	24.74	Yeterli
K (meq / 100 g)	0.45	Yeterli
Na (meq / 100 g)	0.15	Düşük
Ca (meq / 100 g)	32.6	Yeterli
Mg (meq / 100 g)	1.2	Düşük
Fe (ppm)	5.11	Yeterli
Zn (ppm)	1	Yeterli
Mn (ppm)	27.74	Yeterli
Cu (ppm)	1.26	Yeterli

3.4. İklim Verileri

Yetiştirme periyodu süresince günlük sıcaklık izlenmiştir. Çiçeklenme dönemindeki ortalama sıcaklık 31.4°C olup, maksimum sıcaklık 39.2°C olarak kaydedilmiştir.

3.5. Agro-Morfolojik Özelliklerin Ölçülmesi

Çalışmada kullanılan genotiplerin türlerine ait bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bakla boyu, baklada dane sayısı, çiçek rengi ve ana dal sayısı gözlemleri kaydedilmiştir. Her bitkiden rastgele 3 bakla seçilerek bakla boyu ve baklada dane sayısı ölçümleri yapılmıştır.

3.6. Palinolojik Özelliklerin Ölçülmesi

Her genotipe ait 50 polen örneği Olympus marka ışık mikroskobu ile ölçülmüştür (oküler 10x, objektif 100x). Mikrometrik cetvelin her bir aralığı 1 µm olarak hesaplanmıştır. Her taksona ait polen ölçümleri, Gausse eğrisi elde edilinceye kadar polar eksen (P), ekvatorial eksen (E), ekzin (E), intin (İ) ölçümleri ve ortalamaları

bulunmuştur. Çalışmada Faegri ve Iversen (1964) ve Punt vd. (1994) tarafından belirlenen palinoloji terminolojisi kullanılmıştır.

3.6.1. Işık mikroskobu (LM)

Polen örnekleri ile ışık mikroskobunda incelenmek üzere Woodehouse metoduna (1935) göre preparatlar hazırlanmıştır.

3.6.1.1. Woodehouse metodu

Olgunlaşmış çiçeklerin anterlerinden alınan polen taneleri temiz bir lam üzerine konulur ve 2-3 damla %96'lık etil alkol ile temizlenir. Alkol buharlaştıktan sonra 1-2 mm³'lük bazik-fuksinli gliserin-jelatin, lam üzerine yapışmış polenlerin üzerine konularak, lam 30-40 °C'lik ısıtıcıda ısıtılarak bazik-fuksinli gliserin-jelatin eritilmektedir. Daha sonra üzerine lamel kapatılarak preparatlar incelenmeye hazır hale gelmiştir.

3.6.1.2. Gliserin-Jelatin hazırlanması

Jelatin plaklar 2-3 saat distile su içine tutularak ve erimesi sağlanmıştır. 1 ölçü yumuşamış jelatin, 1,5 ölçü gliserin ile karıştırılmıştır. Küflenmemesi amacıyla karışıma %2-3 oranında asitfenik ilave edilmiştir. Bu karışım 80°C'ye kadar ısıtılmıştır. Temiz bir petri kabına alınan karışımın katı hale gelmesi için bekletilmiştir.

3.6.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

Olgunlaşmış çiçeklerin anterlerinden alınan polen taneleri asetolize edilmeksizin üzerlerinde iki taraflı yapıştırıcı bant bulunan metal polen taşıyıcıları (Stap) üzerine yerleştirilmiştir. Staplar polenlerin iletken duruma geçebilmesi ve mikroskop altında görüntü alınabilmesi için Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Elektron Mikroskop Görüntü Analiz Ünitesi (TEMGA) altınla kaplanmıştır. Çalışılan polenlerin genel görünüşleri ve ayrıntılı yüzey ornamentasyonlarını gösteren mikro fotoğraflar, TEMGA ünitesinde bulunan ZEİSS-LEO 1430 (SEM) markalı taramalı elektron mikroskobunda çekilmiştir.

3.7. İstatistik Analizler

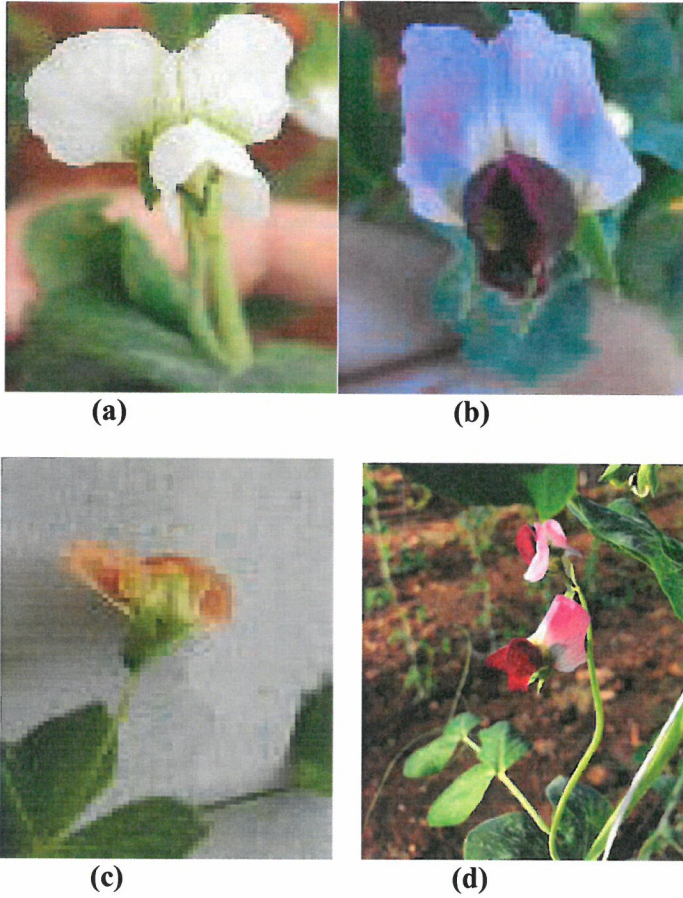
Çalışılan taksonların polen ve agro-morfolojik karakterlerine ait olan ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerler MINITAB 16.1 programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışılan karakterler için varyans (ANOVA) ve korelasyon analizleri SPSS 24.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Agro-Morfolojik Özelliklere Ait Ölçümler

4.1.1. Türlerin kalitatif özellikleri

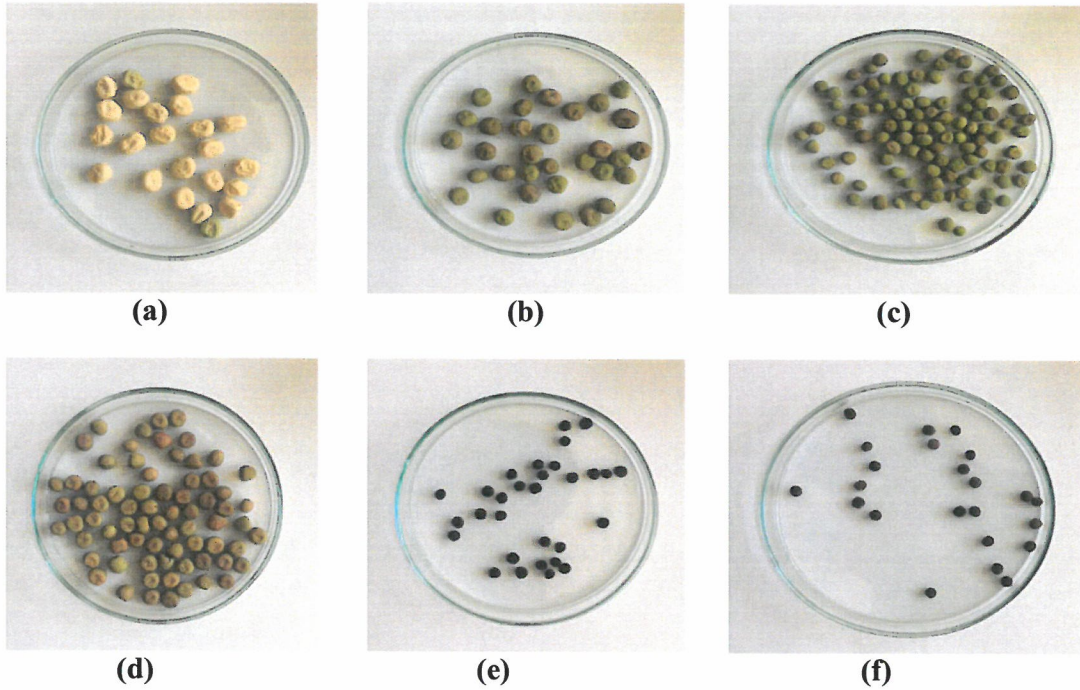
Bu tez çalışmasında kullanılan *Pisum* taksonlarının çiçek rengi, dane rengi gibi kalitatif özellikleri incelenmiştir. *P. Sativum* subsp. *sativum* türünde 2 ayrı varyete bulunduğu var. *sativum* taksonunun çiçek rengi beyaz iken var. *arvense* taksonunun pembe olduğu gözlenmiştir. Bu iki tür ya da varyete temelde çiçek rengi ve kulakçıktaki pigment ile bir birlerinden ayrılmaktadırlar (Davis 1970). *P. sativum* subsp. *elatus* taksonunda çiçek rengi lila-moriken (iki renkli), *P. sativum* subsp. *abyssinicum* taksonunda mor-pembedir. *P. fulvum* ise turuncu çiçek rengi ile diğerlerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. *Pisum* taksonlarına ait çiçekler; a) *P. sativum* subsp. *sativum*; b) *P. sativum* subsp. *elatus*; c) *P. fulvum*; d) *P. sativum* subsp. *abyssinicum*

Taksonların dane renkleri incelenerek Şekil 4.2’de gösterilmiştir. *P. sativum* subsp. *sativum* taksonunda var. *sativum* daneleri yuvarlak, krem renkli ve dane yüzeyi kırışık iken, var. *arvense* daneleri yeşil veya kahverengi, benekli yüzeyi ise düz olarak değerlendirilmiştir. *P. sativum* subsp. *Elatus* taksonunda dane rengi yeşil ve yüzeyi düz veya çöküntülü, *P. Sativum* subsp. *abyssinicum* taksonunda ise dane rengi yeşil veya

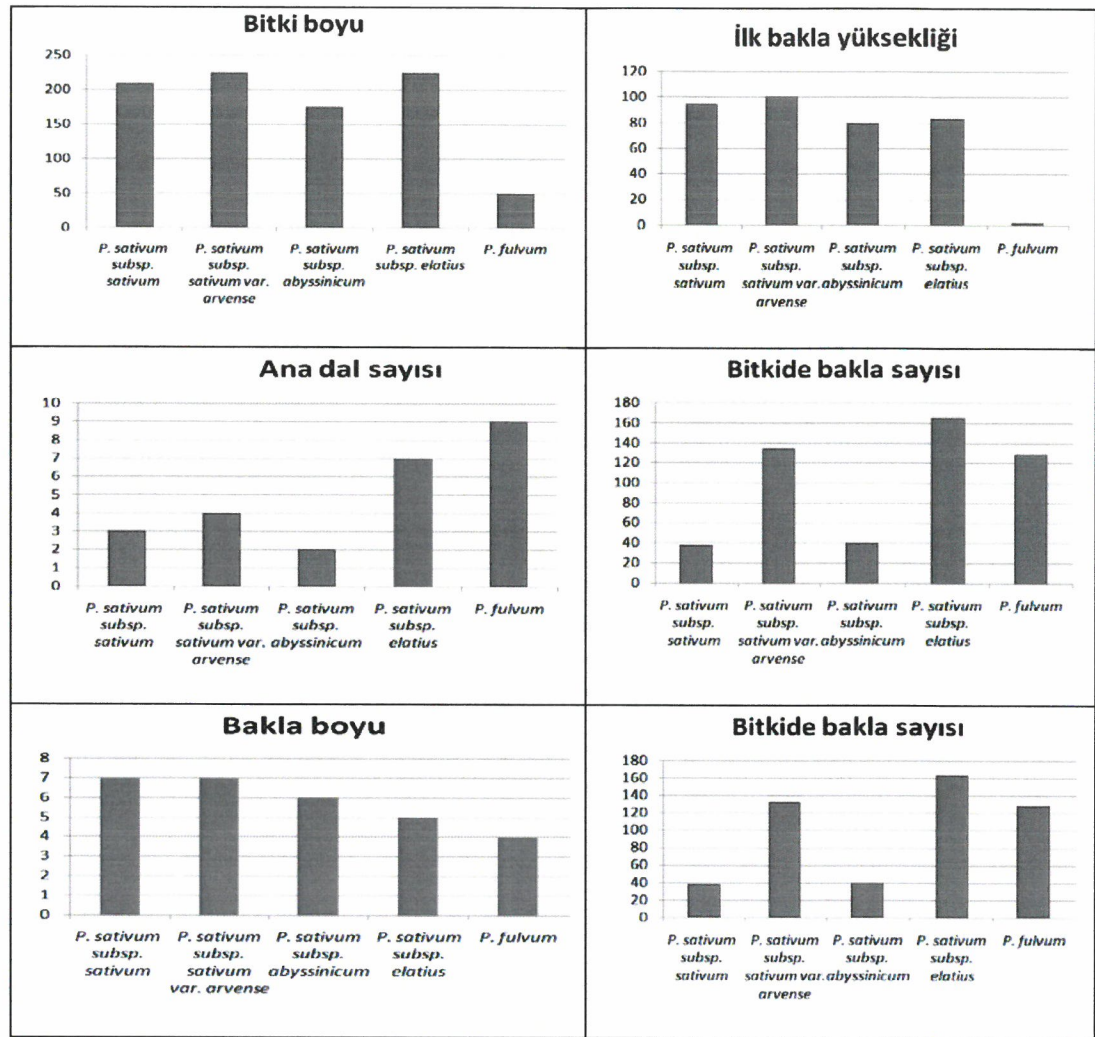
kahverengi, dane üzeri ise kahverengi benekli, yüzey formu düz olarak gözlenmiştir. *P. fulvum* taksonunda 2 farklı dane rengi incelenmiştir. Bunlardan birincisinde dane siyah, diğerinde ise kahverengi ve siyah benekli olarak gözlenmiştir. Bu taksonun daneleri küçük ve düzdür.



Şekil 4.2. *Pisum* taksonlara ait daneler; a) *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*; b) *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense*; c) *P. sativum* subsp. *elatius*; d) *P. sativum* subsp. *abyssinicum*; e,f) *P. fulvum*

4.1.2. Türlerin kantitatif özellikleri

Pisum taksonlarına ait bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bakla sayısı, bakla boyu, baklada dane sayısı, ana dal sayısı gibi kantitatif özellikler Çizelde 4.3’de verilmiştir. Bitki boyu değerlendirildiğinde 225 cm ile en yüksek bitki boyu *P. sativum* subsp. *elatius* (AWP 549) taksonunda gözlenmiştir. Bunu sırasıyla 224 cm, 219 cm ile *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* taksonuna ait olan ACP 204 ve ACP 212 genotipleri izlemektedir (Şekil 4.3). İlk bakla yükseklikleri incelendiğinde en yüksek ölçüm 113 cm ile *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* (ACP 2012) taksonunda gözlenmiştir. En yüksek ana dal sayısı *P. fulvum* türünde ölçülmüştür (Şekil 4.3). Bitkide bakla sayısı 165 ile *P. sativum* subsp. *elatius* taksonuna ait AWP 549 nolu genotipte gözlenmiştir. *P. sativum* subsp. *elatius* (ACP 213) taksonunda ise en düşük (11) bitkide bakla sayısı ölçülmüştür. En yüksek bakla boyu ortalaması 9 cm ile *Pisum sativum* subsp. *sativum* var. *sativum* (ACP 200) ve *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* (ACP 204) taksonlarında kaydedilmiştir. *P. fulvum* türlerinin bakla boyu ortalama değerleri 3 cm (AWP 601) ve 4 cm (AWP 600) olarak ölçülmüştür.



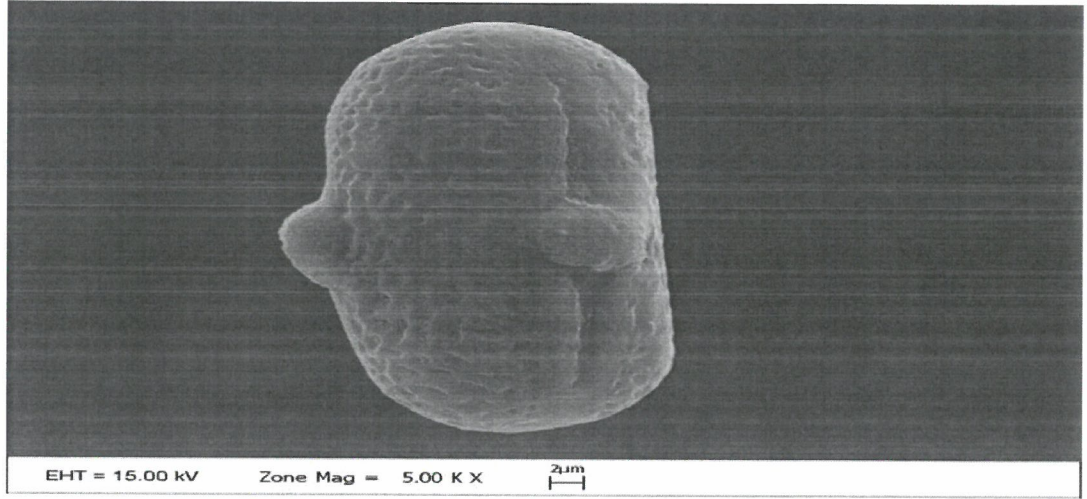
Şekil 4.3. *Pisum* L. türlerinin agro-morfolojik özelliklerine ait ortalama değerler

4.1.3. Palinolojik özelliklere ait ölçümler

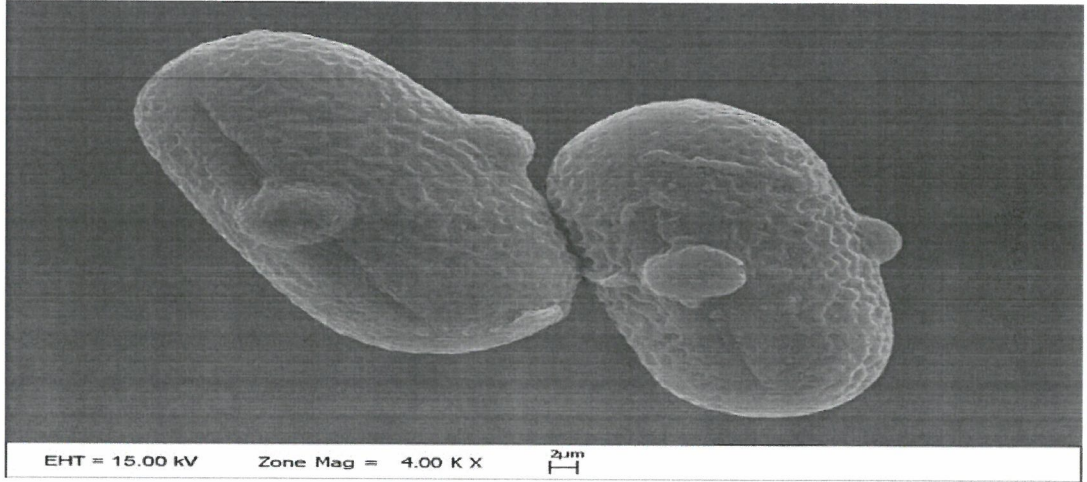
Araştırılan türlere ait genel polen karakterleri ışık mikroskopunda ve taramalı elektron mikroskopunda incelenmiştir.

P. sativum subsp. *sativum* var. *sativum*

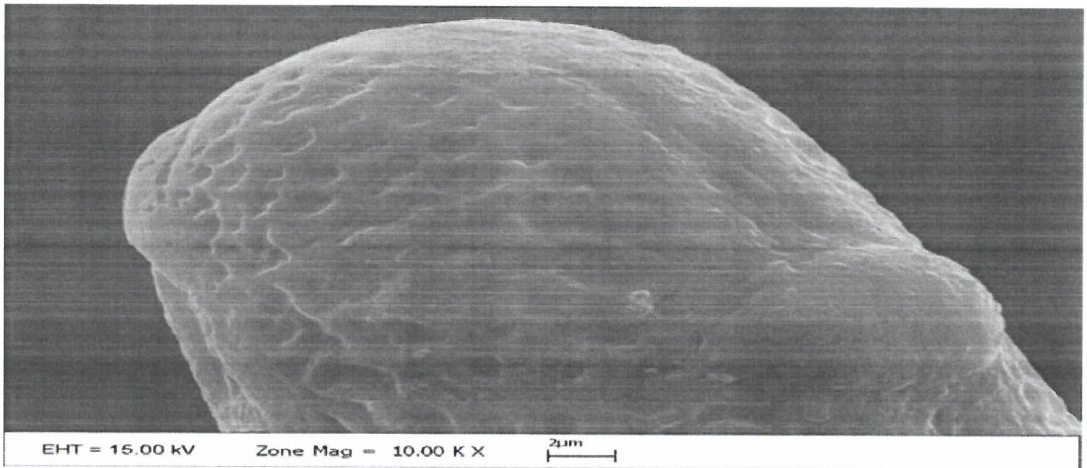
Polen yapısı: Polenler izopolar, apertür tipi trikolporate, polar eksen 40,95µm (31-54 µm), ekvatorial eksen 26,35µm (22-31µm), P/E=1,56 ve kolpus uzamıştır (Çizelge 4.2). Ekzin 1,17 µm, intin 0,76 µm kalınlıktadır. Ornamentasyon retikulate'tir (Şekil 4.4).



(a)



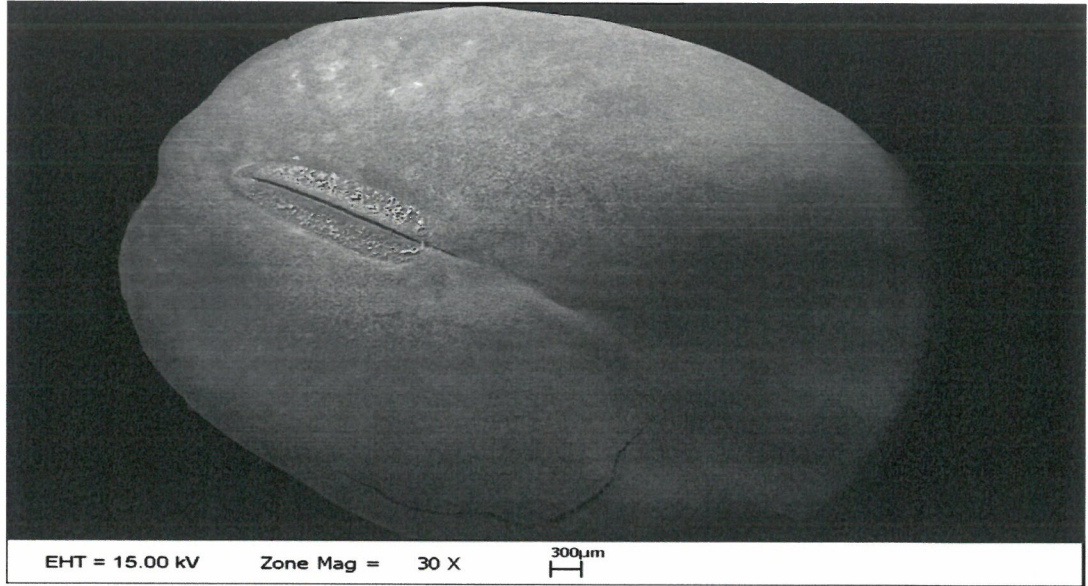
(b)



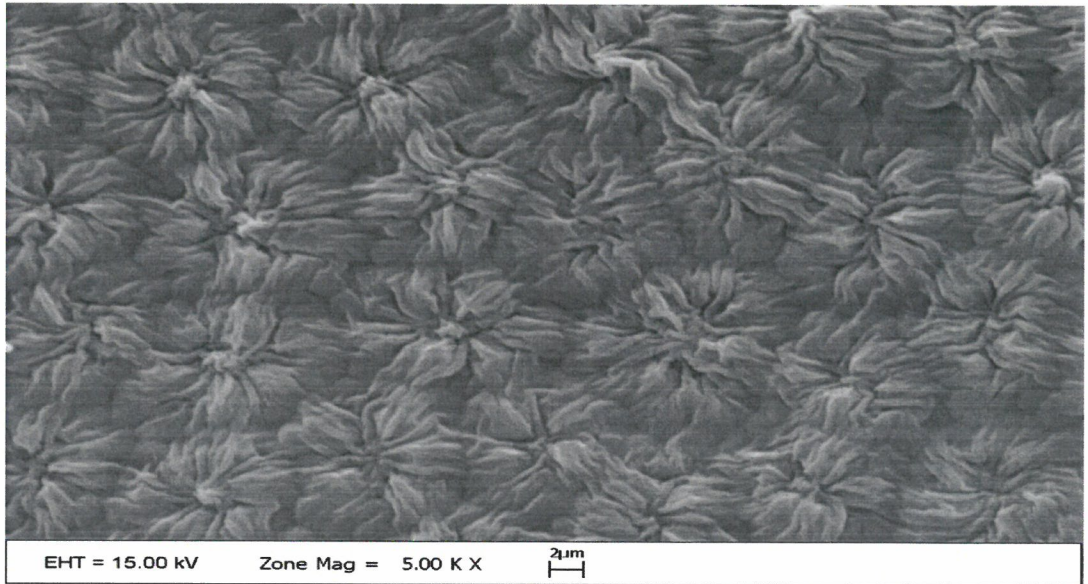
(c)

Şekil 4.4. *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum* taksonunun SEM polen görüntüleri. a) genel tek, b) genel ikili, c) ornamentasyonu

Dane yüzeyi: Şekli köşeli-dairemsi, rengi krem, yüzeyi kırışık ve çukurlu (Şekil 4.5).



(a)

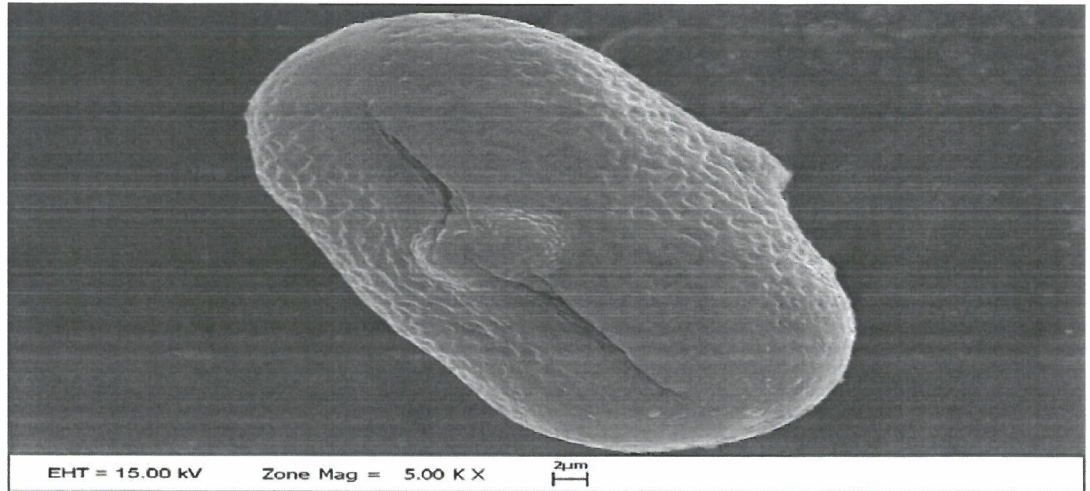


(b)

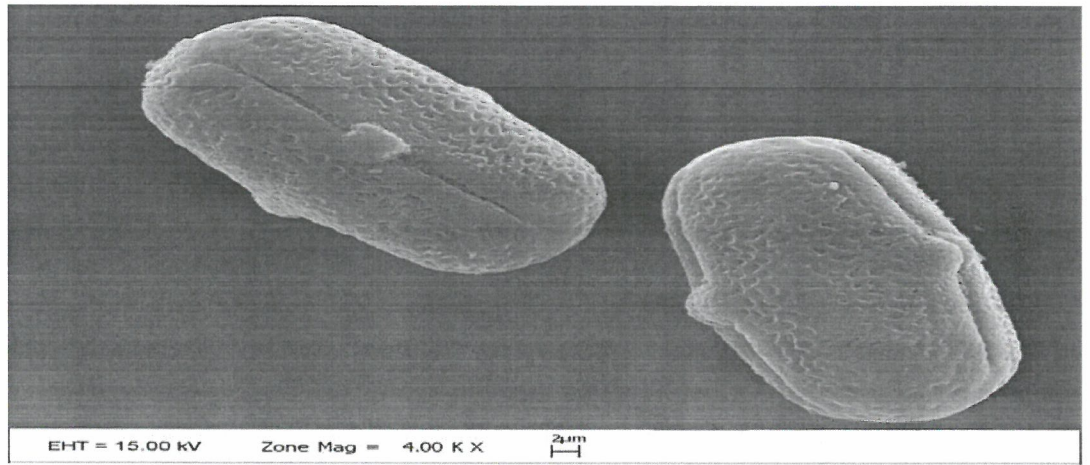
Şekil 4.5. *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum* taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri. a) genel ön, b) detaylı görünüşü

P. sativum subsp. *sativum* var. *arvense*

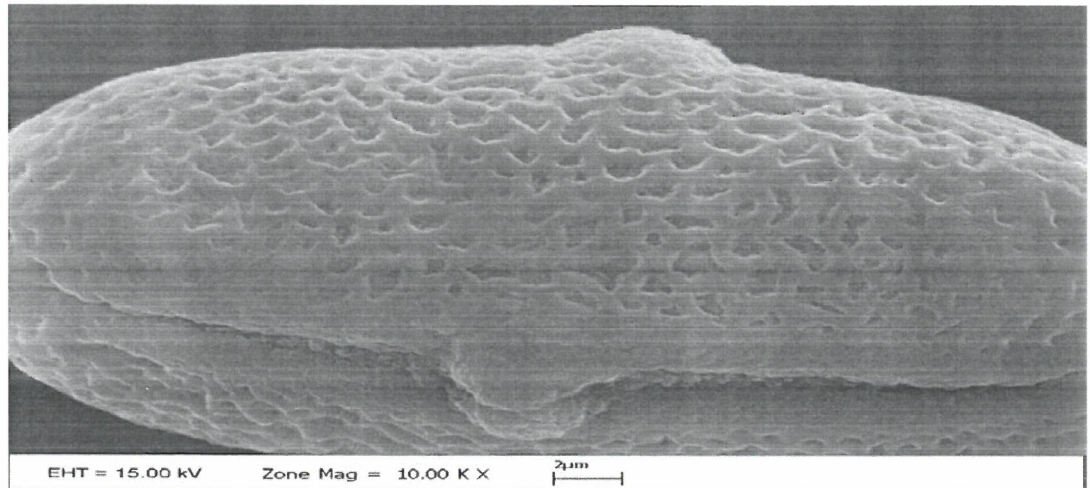
Polen yapısı: Polenler izopolar, apertür tipi trikolporate, polar eksen 42,75µm (38-51µm), ekvatorial eksen 23,80µm (20-27µm), P/E=1,81 ve kolpus uzamıştır (Çizelge 4.2). Ekzin 1,03 µm, intin 0,59 µm kalınlıktadır. Ornamentasyon retikulate'tir (Şekil 4.6).



(a)



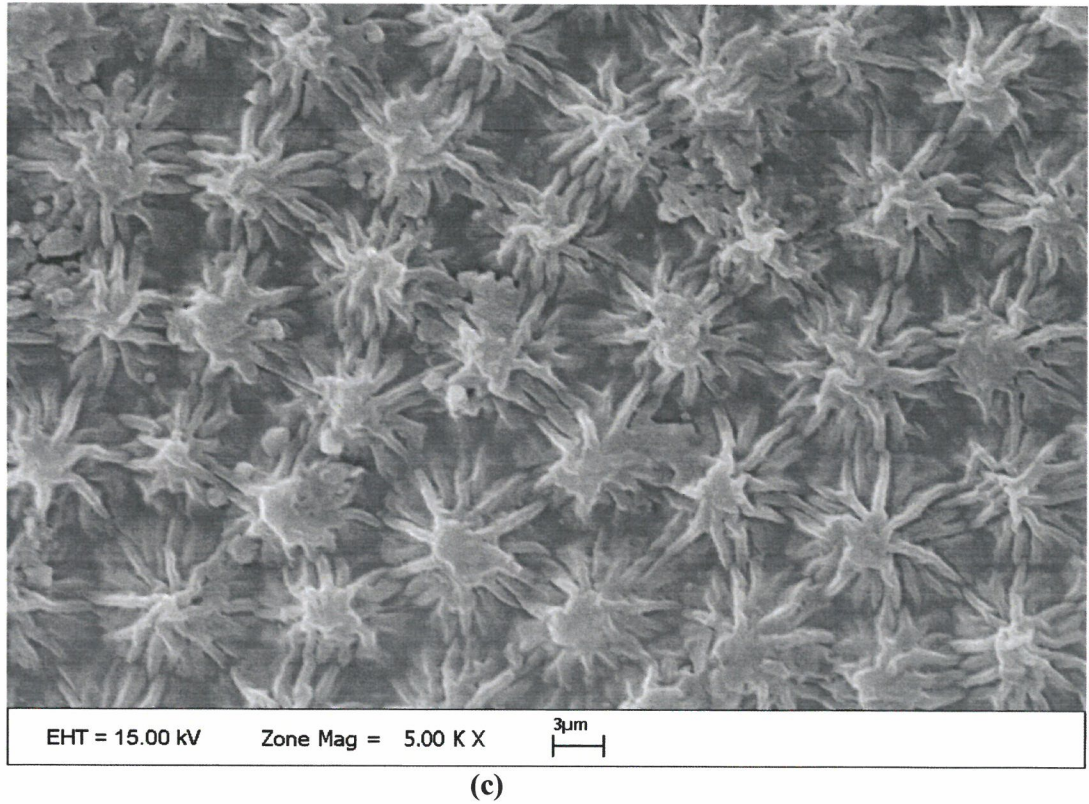
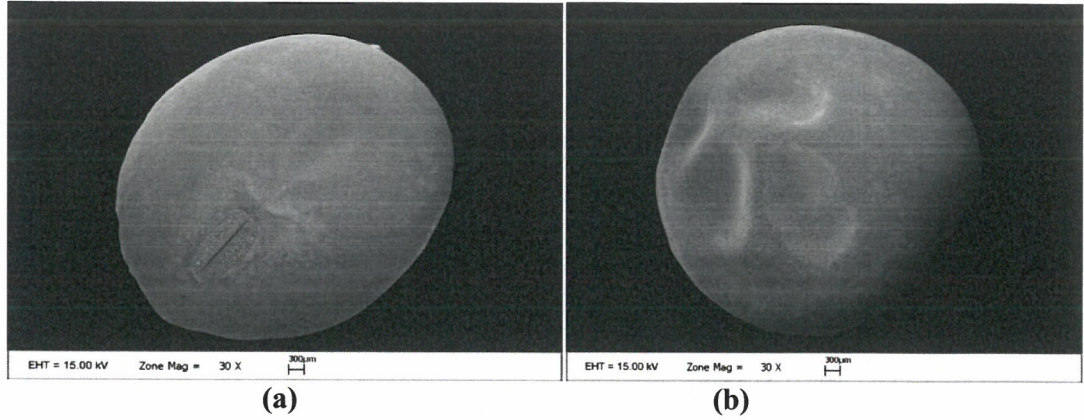
(b)



(c)

Şekil 4.6. *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* taksonunun SEM polen görüntüleri. a) genel tek, b) genel ikili, c) ornamentasyonu

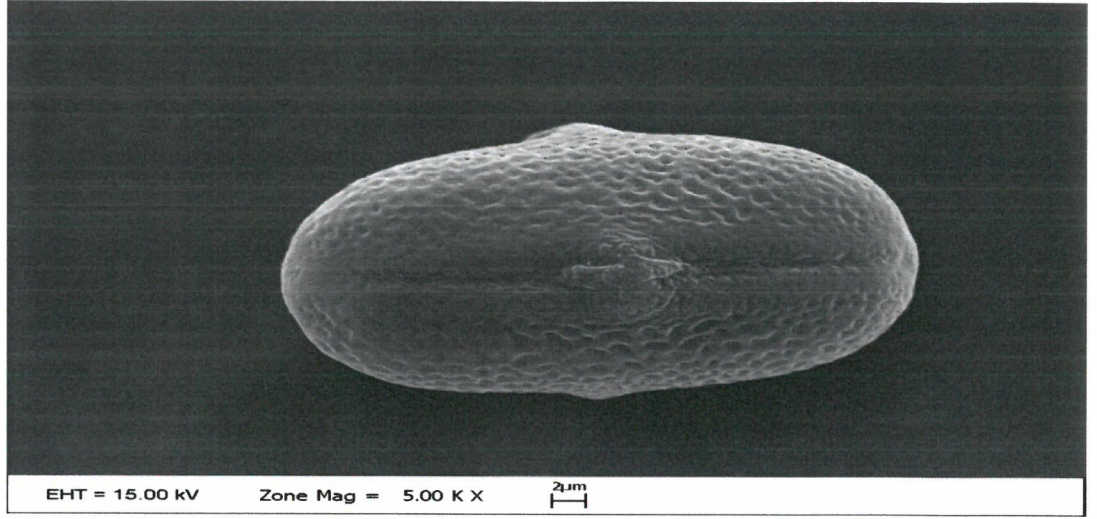
Dane yüzeyi: Şekli dairemsi, rengi krem-açık yeşil, yüzeyi düz ve kırışık (Şekil 4.7).



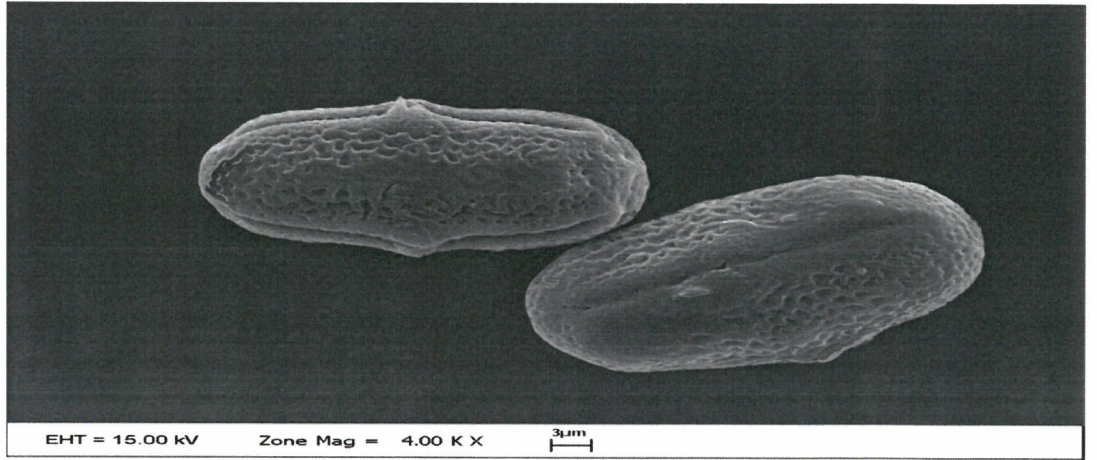
Şekil 4.7. *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri. **a)** genel ön, **b)** genel ön, **c)** detaylı görünüşü

P. sativum* subsp. *elatius

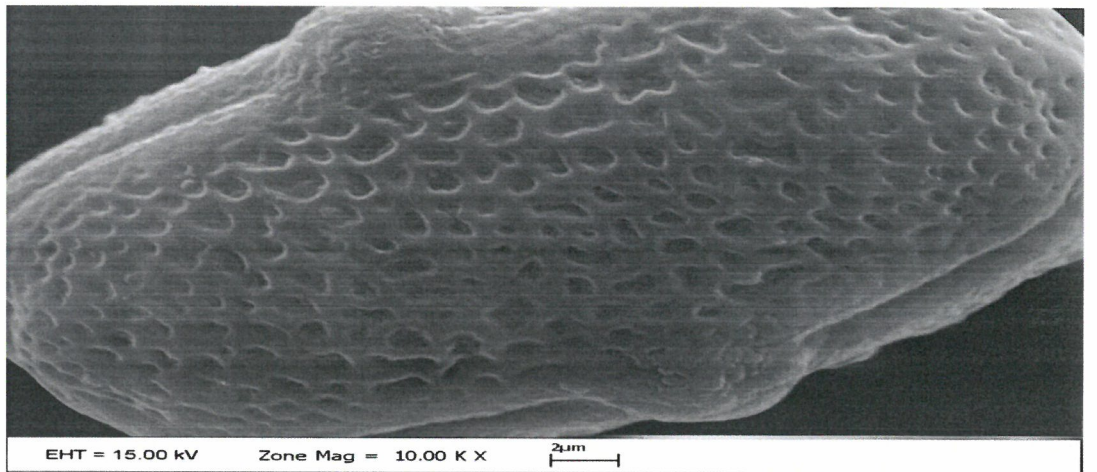
Polen yapısı: Polenler izopolar, apertür tipi trikolporate, polar eksen 42,9µm (39-50µm), ekvatorial eksen 27,6µm (23-31µm), P/E=1,56 ve kolpus uzamıştır (Çizelge 4.2). Ekzin 1,09 µm, intin 0,65 µm kalınlıktadır. Ornamentasyon retikulate'tir (Şekil 4.8).



(a)



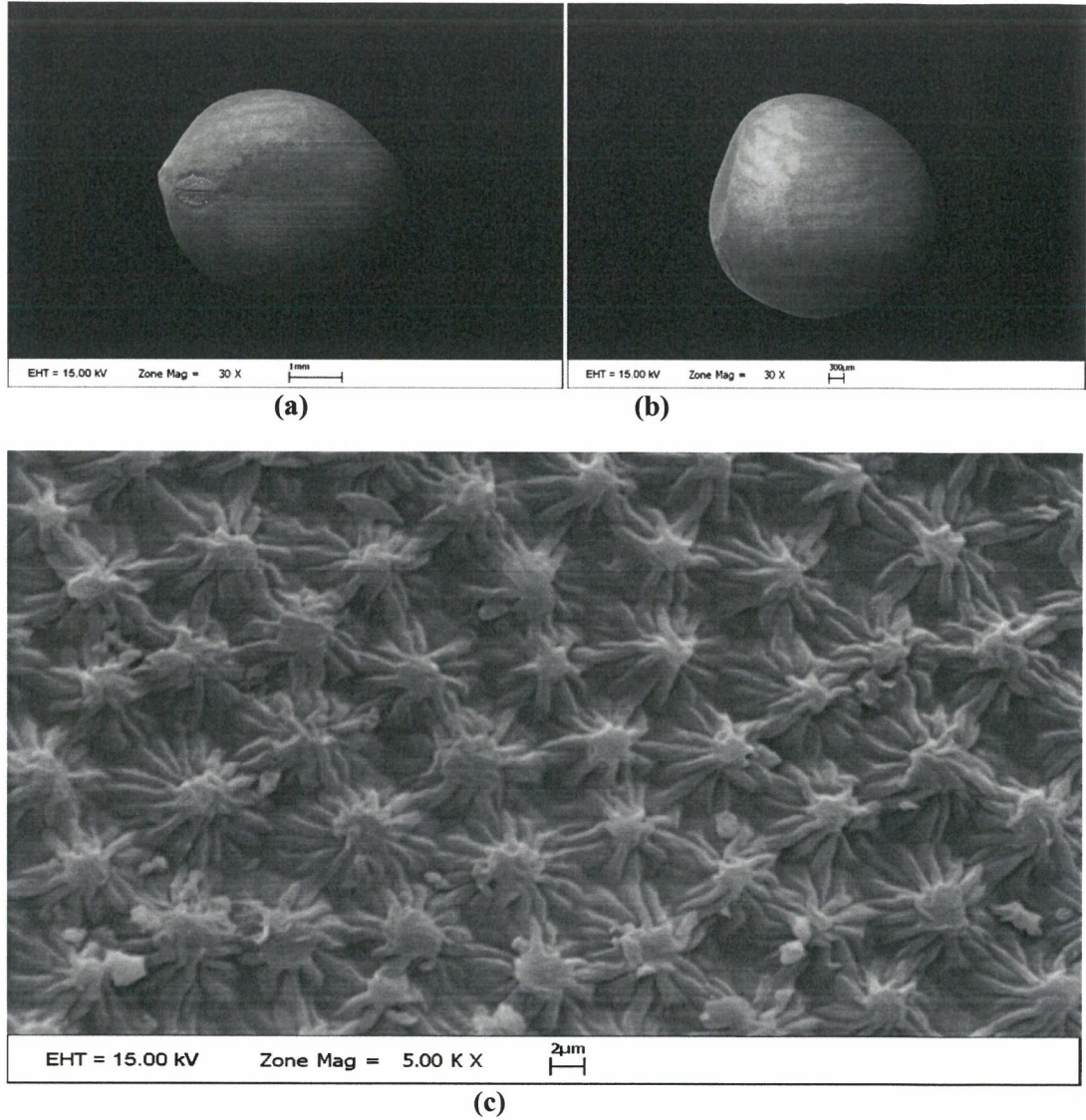
(b)



(c)

Şekil 4.8. *P. sativum* subsp. *elatius* taksonunun SEM polen görüntüleri. **a)** genel tek, **b)** genel ikili, **c)** ornamentasyonu

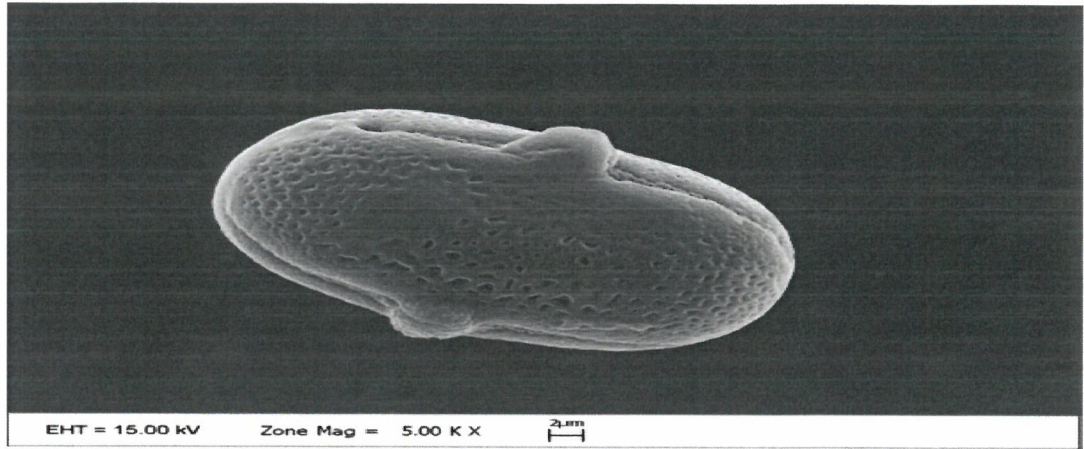
Dane yüzeyi: Şekli dairemsi, rengi yeşil-kahverengi, yüzeyi düz veya çöküntülü(Şekil 4.9).



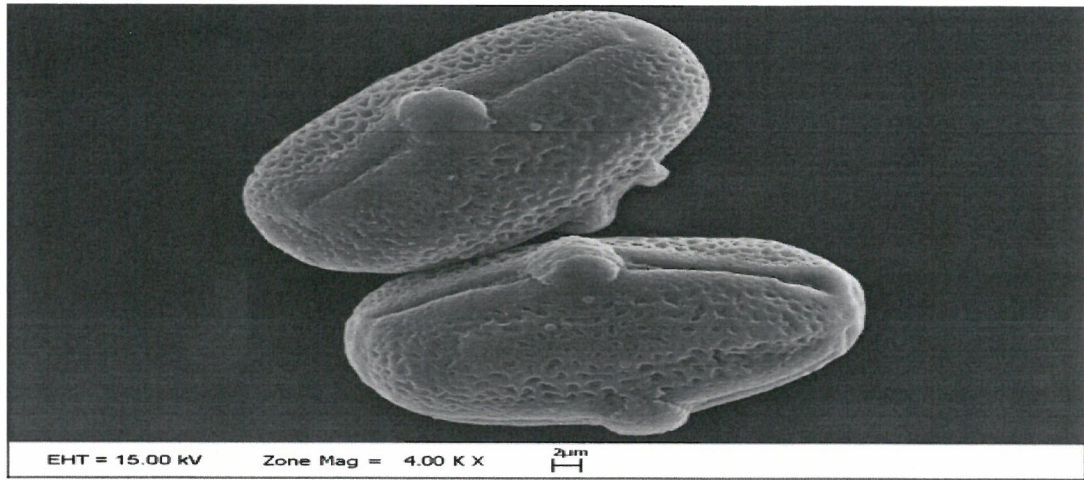
Şekil 4.9. *P. sativum* subsp. *elatius* taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri. a) genel ön, b) genel ön, c) detaylı görünüşü

P. sativum* subsp. *abyssinicum

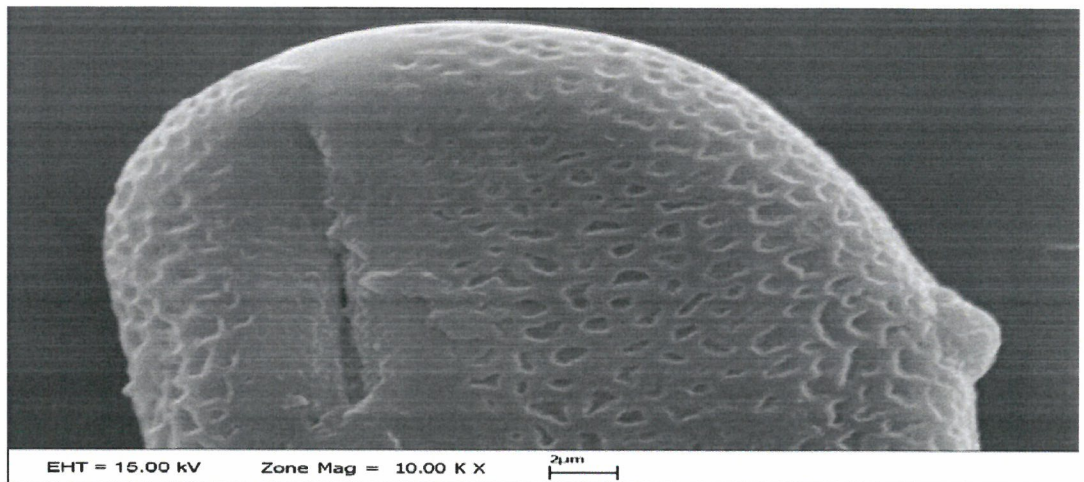
Polen yapısı: Polenler izopolar, apertür tipi trikolporate, polar eksen 43,1 µm (36-50 µm), ekvatorial eksen 26,4 µm (20-30 µm), P/E=1,65 ve kolpus uzamıştır (Çizelge 4.2). Ekzin 1,03 µm, intin 0,53 µm kalınlıktadır. Ornamentasyon retikulate'tir (Şekil 4.10).



(a)



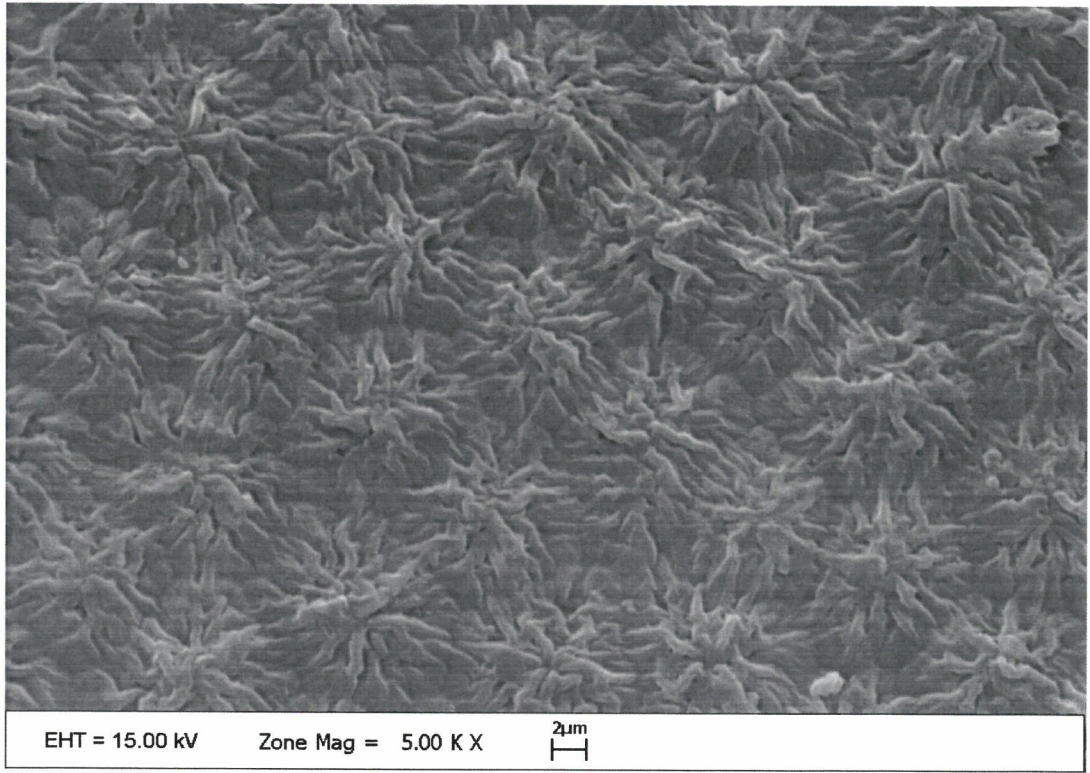
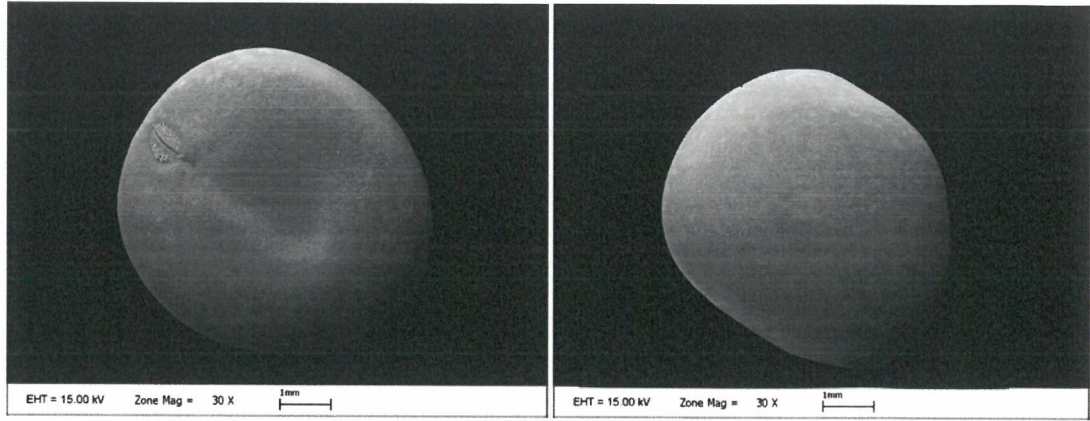
(b)



(c)

Şekil 4.10. *P. sativum* subsp. *abyssinicum* taksonunun SEM polen görüntüleri. a) genel tek, b) genel ikili, c) ornamentasyonu

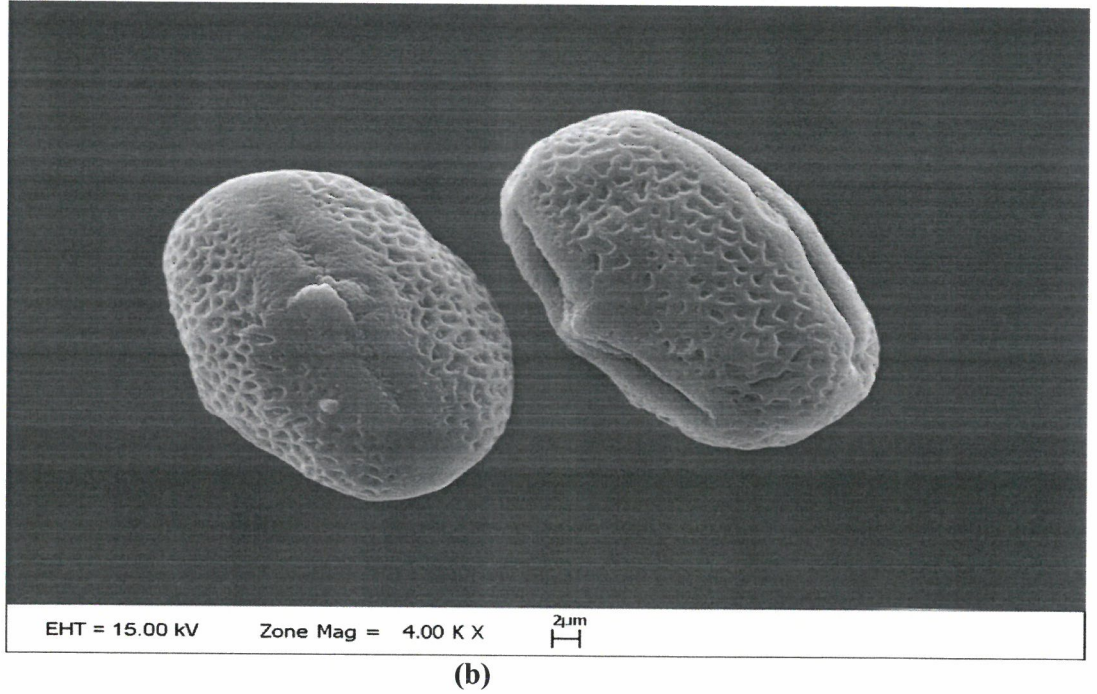
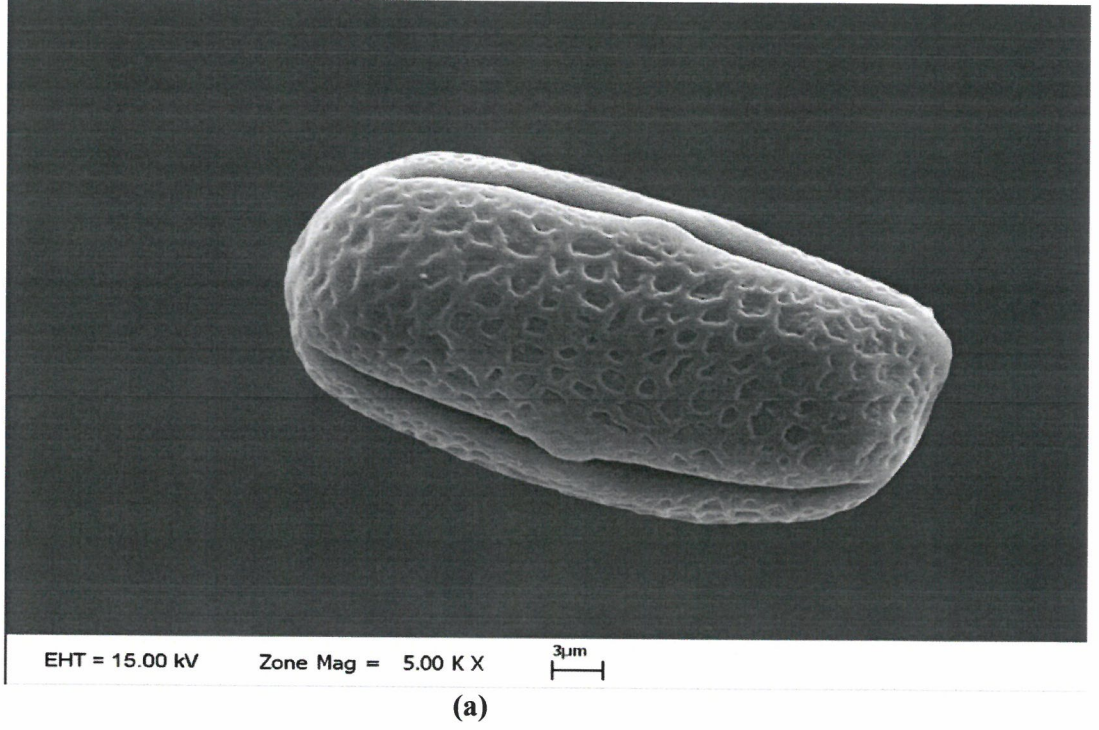
Dane yüzeyi: Şekli dairemsi, rengi yeşil veya kahverengi, yüzeyi düz ve kahverengi benekli(Şekil 4.11).

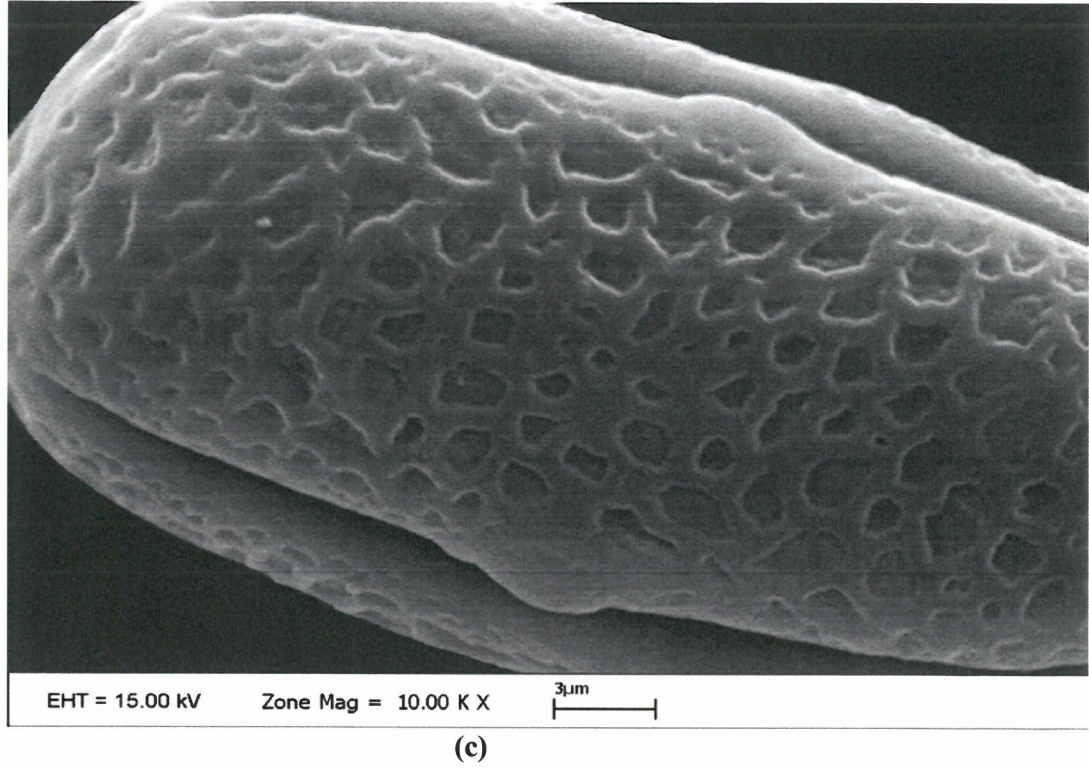


Şekil 4.11. *P. sativum* subsp. *abyssinicum* taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri. a) genel ön, b) genel ön, c) detaylı görünüşü

P. fulvum

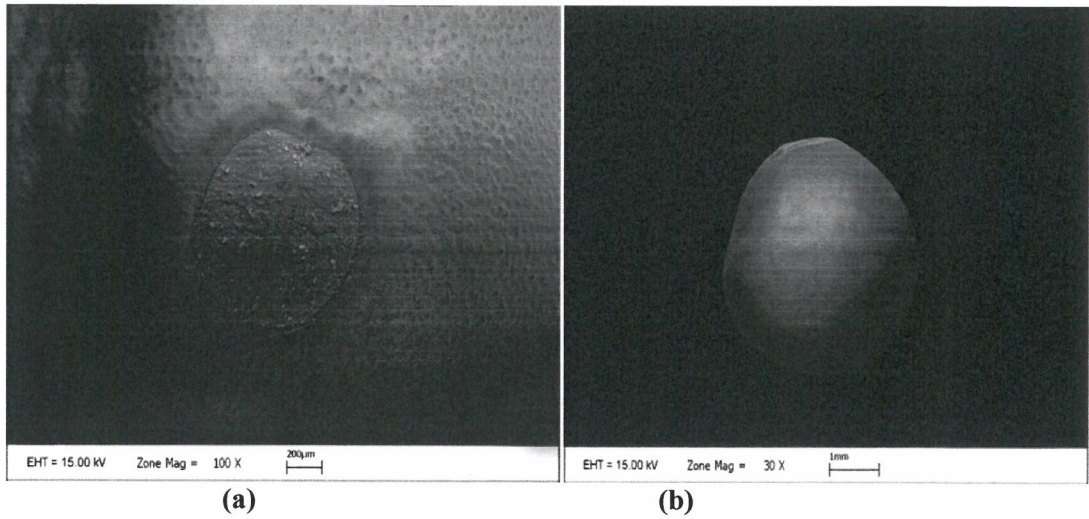
Polen yapısı: Polenler izopolar, apertür tipi trikolporate, polar eksen 39,65 μ m (34-45 μ m), ekvatorial eksen 25,1 μ m (21-29 μ m), P/E=1,59 ve kolpus uzamıştır (Çizelge 4.2.). Ekzin 1,01 μ m, intin 0,50 μ m kalınlıktadır. Ornamentasyon retikulate'tir (Şekil 4.12).

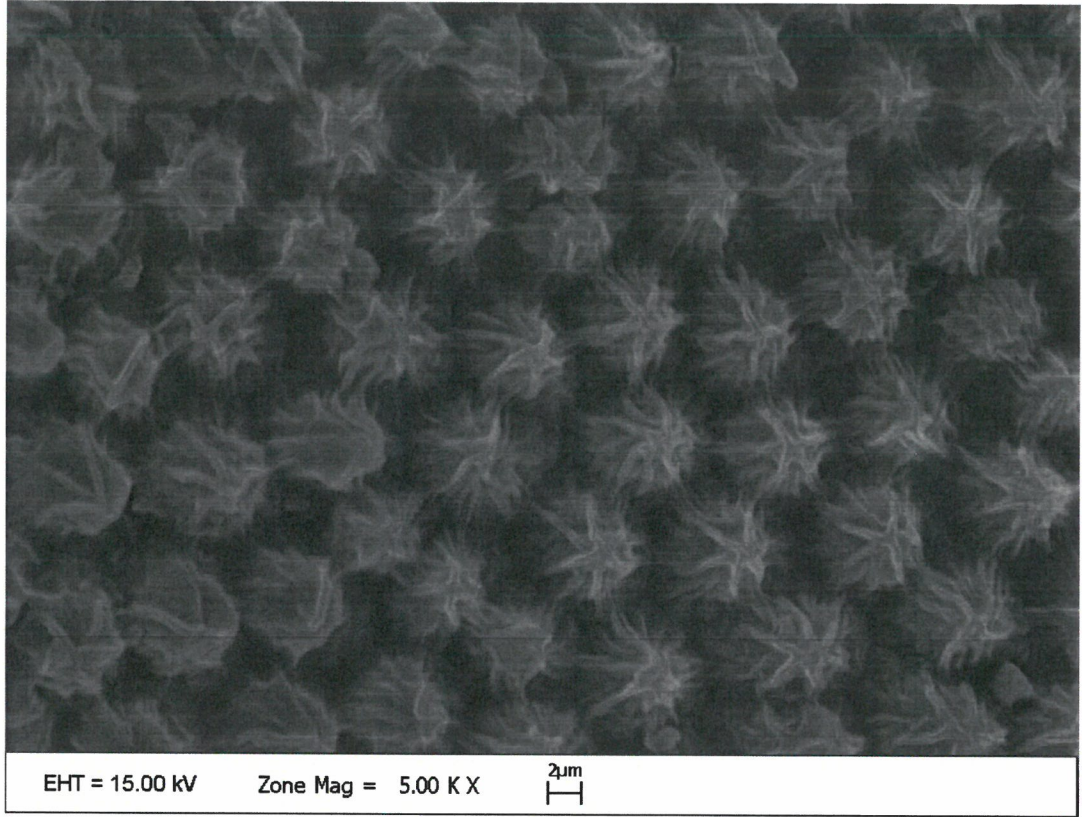




Şekil 4.12. *P. fulvum* türünün SEM polen görüntüleri. **a)** genel tek, **b)** genel ikili, **c)** ornamentasyonu

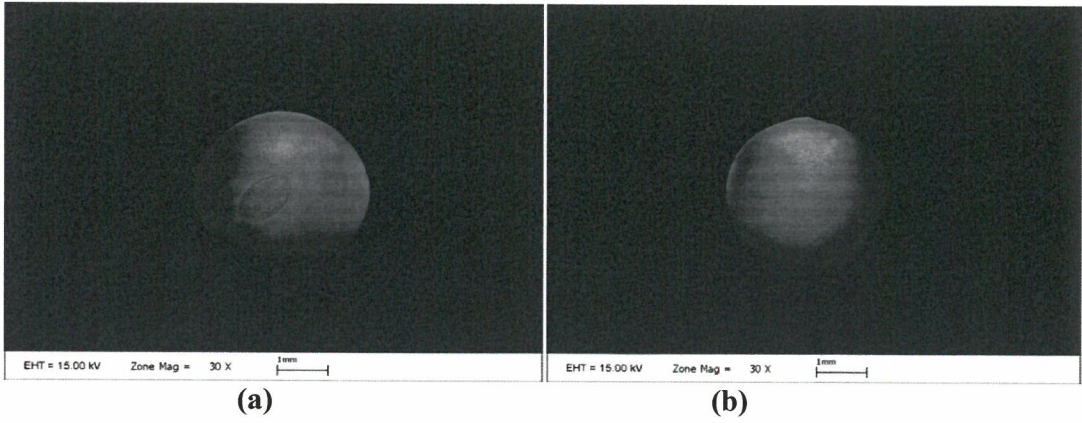
Tohum yapısı: Şekli dairemsi, rengi siyah ve kahverengi üzeri siyah benekli, yüzeyi düz(Şekil 4.13-14).

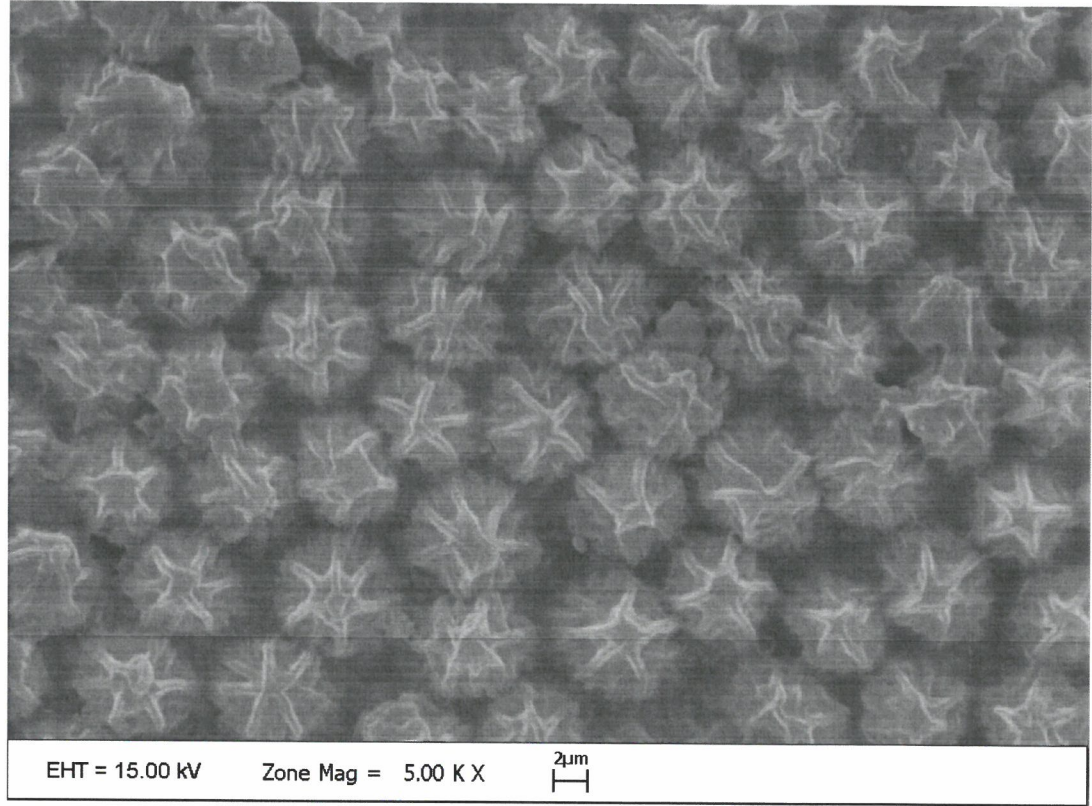




(c)

Şekil 4.13. *P. fulvum* (siyah daneli) taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri. a) genel ön, b) genel ön, c) detaylı görünüşü

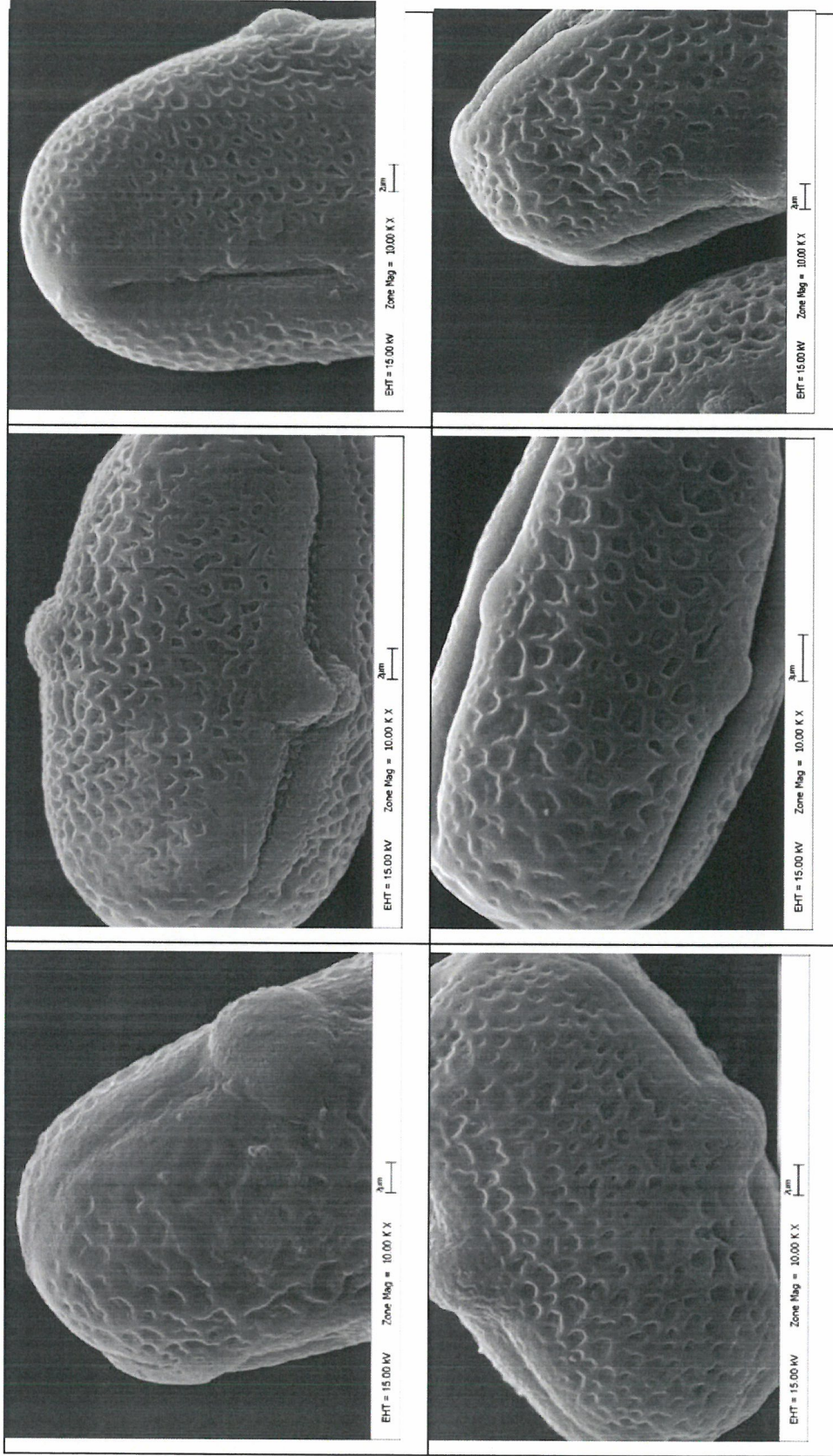




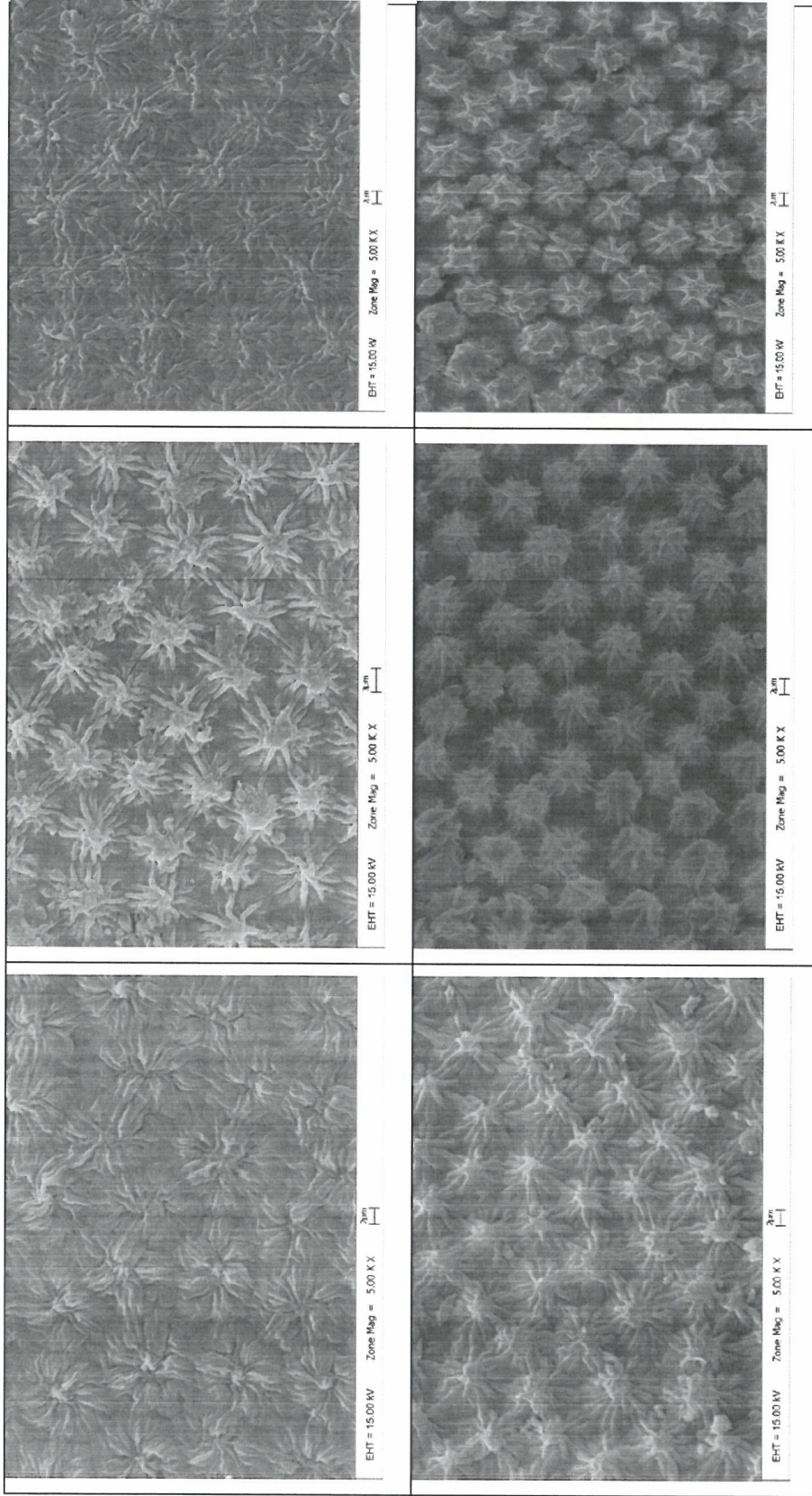
(c)

Şekil 4.14. *P. fulvum* (kahverengi daneli) taksonunun SEM tohum yüzeyi görüntüleri. **a)** genel ön, **b)** genel ön, **c)** detaylı görünüşü

Pisum L. cinsine ait *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, var. *arvense*, *P. sativum* subsp. *elatius*, *P. sativum* subsp. *abyssinicum* ve *P. fulvum* taksonlarının polenlerinde polar eksen, ekvatorial eksen, polen şekli ve ornamentasyonu, apertür tipi, ekzin ve intin boyu gibi karakterler ışık mikroskobu ile ölçülmüştür. Bulgulara göre polen şekli subprolate olup türler arasında bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 4.2). Polen şekli polar eksenin ekvatorial eksene olan oranından belirlenmiştir. Türler arasında polen boyutları farklılık göstermesine rağmen oransal olarak elde edilen değer hepsinde subprolate şekli verdiği için tez çalışmasında kullanılan taksonlar polen şekli olarak aynıdır. Ekzin kalınlığı ortalaması tüm taksonlarda intinden fazladır (Çizelge 4.2). *Pisum sativum* subsp. *sativum* var. *sativum* taksonunun hem ekzin hem de intin kalınlığı ortalaması diğer taksonlardan fazladır. 1.09 μm ekzin kalınlığı ile *P. sativum* subsp. *elatius*bunu takip ederken, 1.03 μm ile *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum* arkasından gelmektedir (Şekil 4.17). En düşük ekzin ve intin kalınlığı ise *P. fulvum* türündedir (sırasıyla 1.01 μm ve 0.50 μm). Taramalı elektron mikroskobu ile yaptığımız gözlemler neticesinde, incelenen takson polenlerinde ornamentasyon tipi retikulate olarak belirlenmiştir. Genel olarak Papilionoideae alt familyasında retikulate ornamentasyon tipi daha yaygındır. Dolayısıyla sonuçlarımız bunu desteklemektedir. Fakat farklı çalışmalarda rugulat, foveolat, striat ve areolat ornamentasyon tipine de rastlanmıştır (Perveen ve Qaiser 1998).



Şekil 4.15. *Pisum* türlerinin karşılaştırılmalı SEM polen görüntüleri (Yukarıda soldan sağa; *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *sativum* var. *fulvum*). Aşağıda soldan sağa; *P. sativum* subsp. *abyssinicum*, *P. sativum* subsp. *elatius*, *P. fulvum* ve *P. fulvum*)



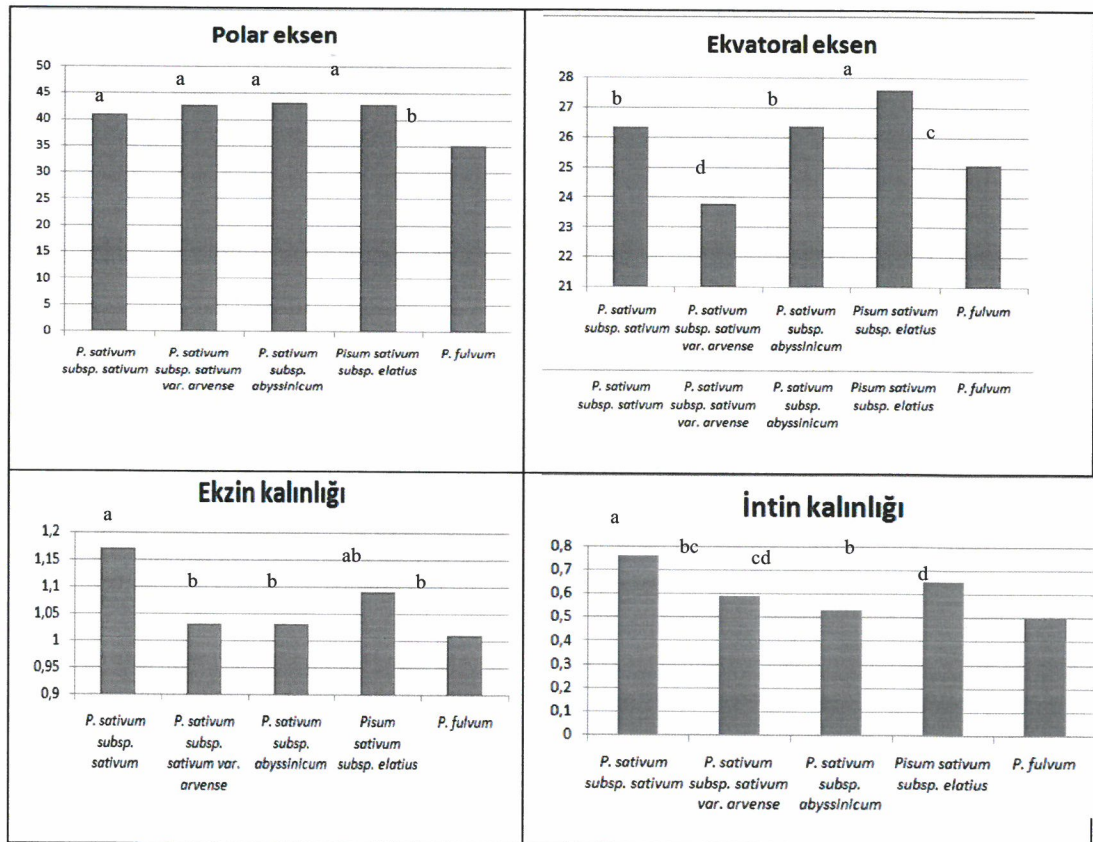
Şekil 4.16. *Pisum* türlerinin karşılaştırmalı SEM tohum yüzeyi görüntüleri (Yukarıda soldan sağa; *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum*. Aşağıda soldan sağa; *P. sativum* subsp. *elatius*, *P. fulvum* ve *P. fulvum*)

Çizelge 4.2. *Pisum* L. türlerinin polenlerine ait ölçüm ortalamaları ve morfolojik gözlemler

TAKSON	KARAKTERLER							
	Polar (P) eksen	Ekvatorial (E) eksen	P/E	Polen şekli	Apertür tipi	Ornamentasyon	Ekzin	İntin
<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>sativum</i>	40.95	26.35	1.56	Subprolate	Tricolporat	Retikulate	1.17	0.76
<i>P. sativum</i> subsp. <i>sativum</i> var. <i>arvense</i>	42.75	23.80	1.81	Subprolate	Tricolporat	Retikulate	1.03	0.59
<i>P. sativum</i> subsp. <i>abyssinicum</i>	43.10	26.40	1.65	Subprolate	Tricolporat	Retikulate	1.03	0.53
<i>P. sativum</i> subsp. <i>elatius</i>	42.90	27.60	1.56	Subprolate	Tricolporat	Retikulate	1.09	0.65
<i>P. fulvum</i>	39.65	25.10	1.59	Subprolate	Tricolporat	Retikulate	1.01	0.50

* Ölçümler 100 µm cinsinden verilmiştir.

Tarımı yapılan bezelye taksonlarının (*P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum*) yabancı bezelye taksonlarından (*P. sativum* subsp. *elatius* ve *P. fulvum*) daha büyük polen danesine sahip olduğu bulunmuştur. Bu bulgular mercimek taksonlarında bulunan sonuçlarla benzerdir (Fratini vd. 2006). Polen danesinin iriliğine bağlı olarak P/E oranı tarımı yapılan bezelyelerde yabancı bezelyelerden daha büyük değerdedir. Tarımı yapılan bezelyelerin muri ve lumina şekilleri daha çok (sık) ve küçük iken, yabancı bezelyelerin muri ve lumina şekilleri daha az ve daha büyüktür. Özellikle *P. fulvum* türünün muri ve lumina şekilleri belirgin olarak diğerlerinden farklıdır (Çizelge 4.2). *Pisum sativum* kompleksine *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense*, *P. sativum* subsp. *abyssinicum* ve *P. sativum* subsp. *elatius*) ait taksonların polenlerinin *P. fulvum* soylarından daha büyük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.15). *Pisum* taksonlarının tohum (dane) yüzeyleri birbirlerinden görsel olarak farklılık arz etmektedir (Şekil 4.16). Tarımı yapılan bezelyelerin tohum yüzeyi özellikle *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum* taksonlarının tohum yüzeyleri düz ve birbirinden farklı desenlere sahiptir. *P. sativum* subsp. *elatius* ve *P. fulvum* taksonlarının tohum yüzeylerinin siğilli (papillose) olduğu görülmüştür (Şekil 4.16). Bu bulgular Davis (1970) tarafından verilen *P. sativum* subsp. *elatius* türünün tohum yüzeyi bulguları ile örtüşmektedir.

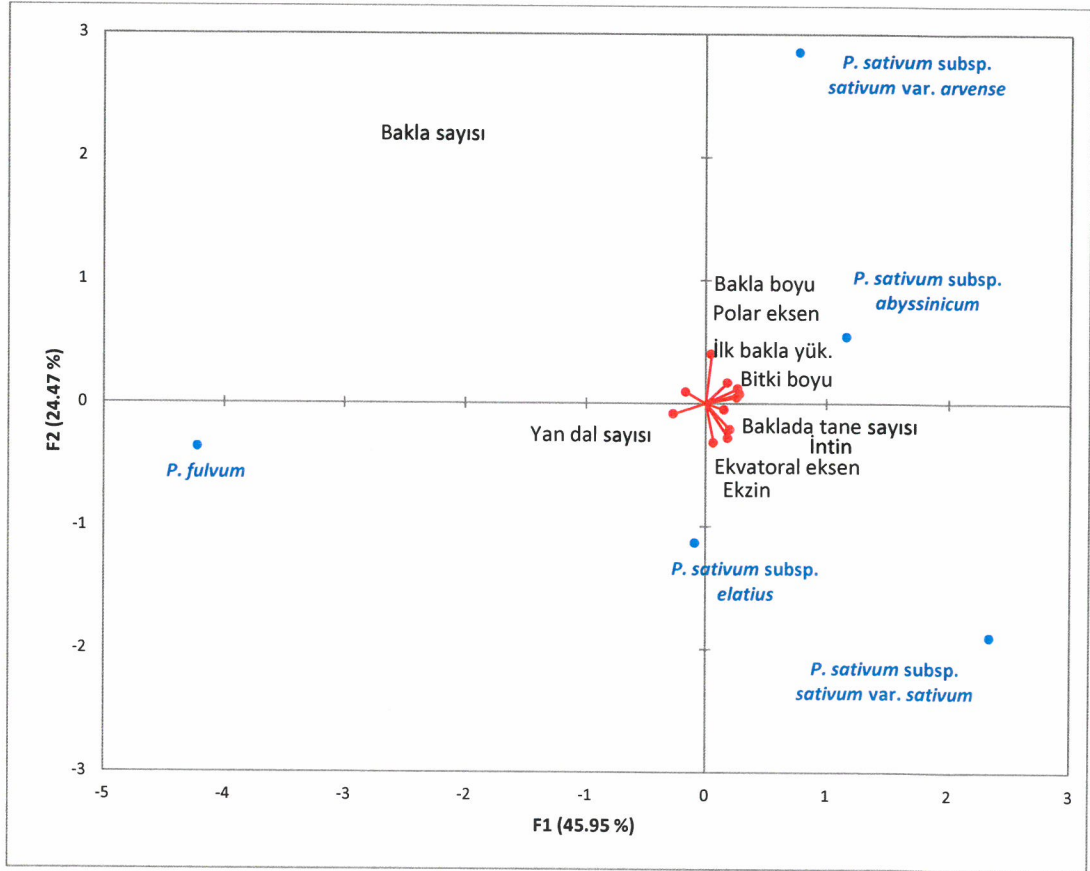


Şekil 4.17. *Pisum* L. türlerinin polenlerine ait ölçüm ortalamaları

4.1.4. Agro-Morfolojik özelliklerin ve palinolojik özelliklerin karşılaştırılması

P. sativum subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense*, *P. sativum* subsp. *elatus*, *P. sativum* subsp. *abyssinicum* ve *P. fulvum* genotiplerine ait bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, ana dal sayısı, bakla boyu, baklada dane sayısı gibi morfolojik özellikler için korelasyon analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre ilk bakla yüksekliği ile en yüksek ilişkili özellikler sırasıyla bitki boyu ($r=0.974^{**}$) ve bakla boyu ($r=0.860^{**}$) olarak hesaplanmıştır. *Pisum* L. türlerinde diğer bazı önemli ilişkiler ise bakla boyu ile ana dal sayısı ($r=0.855^*$), bitkide bakla sayısı ile baklada dane sayısı ($r=0.888^*$) arasında tespit edilmiştir.

Ölçülen polen karakterleri için yapılan korelasyon analizine göre ise polar eksen ile en yüksek ilişkili özellikler ekvatorial eksen ($r=0.321^{**}$) ve P/E ($r=0.470^{**}$) olarak ölçülmüştür. Diğer önemli ilişkiler ekvatorial eksen ve ekzin ($r=0.321^{**}$), ekzin ve intin ($r=0.170^{**}$) arasında bulunmuştur.



Şekil 4.18. *Pisum* L. cinsine ait çalışılan taksonlar için temel bileşenler analizi (PCA). Her nokta bir genotipi temsil etmektedir.

Çalışılan tüm agro-morfolojik ve polen özelliklerinin taksonlara göre dağılımını Şekil 4.18'da gösteren PCA grafiğine göre yabancı tarımı yapılan bezelye taksonları (*P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P.*

sativum subsp. *abyssinicum*) yabancı bezelye taksonlarından (*P. fulvum* ve *P. sativum* subsp. *elatus*) ayrı bir grupta bulunmuştur (Şekil 4.18). Agro-morfolojik özelliklerden bitki boyu, ilk bakla yüksekliği ve bakla boyu ile polen özelliklerinden polar eksen ölçümlerine göre *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum* aynı grupta bulunmaktadır. Diğer polen özelliklerinden ekvatorial eksen, ekzin ve intin verilerine göre ise *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum* ve *P. sativum* subsp. *elatus* taksonları ayrı bir grupta gözlenmiştir (Şekil 4.18).

5. SONUÇ

Bezelye bitkisi, ekonomik öneminin yüksek olması sebebiyle araştırmacılar tarafından sıklıkla çalışılmış önemli bir baklagil bitkisidir. Bu süreç içerisinde taksonomik anlamda birçok değişikliğe uğramış bir cinstir. *Pisum* L. cinsi için geçerli ve güvenilir yeni bir cins içi sınıflandırmanın gerçekleştirilmesi bugün dünyanın bitki sistematğinde yaygın olarak kullandığı bazı modern yöntemlerin uygulanması ile mümkün olacaktır. Bu yöntemlerden biri olan palinolojik yönden elde edilecek verilerin değerlendirilmesi, cinsin kapsamlı revizyon çalışmasına yardımcı olacaktır. *Pisum* L. cinsine ait palinolojik bir araştırmaya Dünya’da ve Türkiye’de rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu tez çalışması ile *Pisum* L. cinsinin kültür ve yabani bazı formlarının polen morfolojileri değerlendirilmiş ve *Pisum* L. cinsinin taksonomik sorunlarına da palinolojik çalışmalarla katkıda bulunulmaya çalışılmıştır.

P. sativum subsp. *Sativum* (var. *sativum* ve var. *arvense*), *P. sativum* subsp. *abyssinicum*, *P. sativum* subsp. *elatius* ve *P. fulvum* taksonlarının çalışıldığı bu tez çalışmasında hem bitkilerin agro-morfolojik özellikleri ele alınmış hem de türlerin polen yapıları ve tohum (dane) yüzeyleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre türler arasında bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bakla boyu, baklada dane sayısı, çiçek rengi, ana dal sayısı gibi agro-morfolojik özellikler farklılık göstermektedir. Tarımı yapılan *P. sativum* türünde verime yönelik önemli karakterler diğer yabani taksonlarla kıyaslandığında yüksek bulunmuştur. Tarımı yapılan bezelye taksonlarının (*P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum*) yabani bezelye taksonlarından (*P. sativum* subsp. *elatius* ve *P. fulvum*) daha iri polen danesine ve daha fazla P/E oranına sahip olduğu görülmüştür. Tarımı yapılan bezelyelerin muri ve lumina şekilleri daha sık ve küçük iken, yabani bezelyelerin muri ve lumina şekilleri daha az ve daha büyüktür. Özellikle *P. fulvum* türünün muri ve lumina şekilleri belirgin olarak diğerlerinden çok daha az sayıdadır. Her beş bezelye taksonunun tohum yüzeyi bir birinden farklı desenlerle bezenmiştir. Tarımı yapılan bezelyelerin tohum yüzeyi *P. sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*, *P. sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* ve *P. sativum* subsp. *abyssinicum* taksonlarının tohum yüzeyleri daha düz yapıdayken, *P. sativum* subsp. *elatius* ve *P. fulvum* taksonlarının tohum yüzeyleri siğilli (papillose) olarak bulunmuştur. Fabaceae familyasının Faboideae (Papilionoideae) alt familyasında bulunan cinslerin genel olarak polen şekillerinin genellikle subprolate-prolate veya prolate-spheroidal, nadiren oblate-spheroidal veya sub-oblate, en yaygın ornamentasyon tipinin retikulate olduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir. Dolayısıyla elde ettiğimiz bulgular bunu doğrulamıştır. Ayrıca bu veriler *Pisum* L. taksonlarına ait olan polen yapısı ve özellikleri gibi morfolojik özellikler hakkında yeni bir bilgi kaynağı yaratmıştır. Palinoloji alanındaki mevcut eksiklik giderilmeye çalışılmış, bu cins içerisinde daha sonradan yapılacak olan sistematik çalışmalarına katkıda bulunulmaya çalışılmıştır. SEM ve LM ile elde edilen polen ve tohum yüzeyi görsel verilerinin bitki sistematğine yardımcı olabileceği kanısına varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Akan, H., Ekici, M. and Aytaç, Z. 2005. The endemic species of *Trigonella* and their conservation in Turkey, XVII. International Botanical Congress, Vienna, 17–23 July, Abstracts, pp. 611.
- Avcı, S., Sancak, C., Can, A., Acar, A. and Pinar, N.M. 2013. Pollen morphology of the genus *Onobrychis* (Fabaceae) in Turkey. *Turk. J. Bot.*, 37: 669-681.
- Aytuğ, B. 1967. Polen morfolojisi ve Türkiye'nin önemli Gymnospermleri üzerine araştırmalar, İstanbul: İst. Üniv. Orman Fak., 114.
- Baldemir, A., Pinar, N.M., Suludere, Z. and Coşkun, M. 2009. Türkiye'de doğal olarak yetişen endemik üç *Ononis* L. (Fabaceae) türünün polen ve tohum morfolojisi. *J. Fac. Pharm. Ankara*, 38:89-102.
- Bayraktar, K. 1981. Sebze Yetiştirme Cilt 2 Kültür Sebzeleri. Ege Üni. Ziraat Fak. Yayın No 169, Bornova, İzmir.
- Binzat, O.K., Kahraman, A., Doğan, M. 2014. Pollen morphology of some taxa of *Vicia* L. subgenus *Vicilla* (Schur) Rouy (Fabaceae) from Turkey. *Plant Systematics and Evolution* 300: 1867-1876.
- Cousin, R. 1997. Peas (*Pisum sativum* L.) *Field Crops Research* 53:111-130.
- Davies, D.R. 1993. The Pea Crop. In: Casey, R. and Davies, R.D. (Eds.), *Peas genetics, molecular biology and biotechnology*. CAB International, Wallingford, pp. 1–12.
- Diez, M.J. and Ferguson, I.K., 1996. The pollen morphology of the tribes Loteae and Coronilleae (Papilionoideae: Leguminosae). 3, *Coronilla* L. and related genera and systematic conclusions. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 94:239-257.
- Dixon, Robert M.W. 2003. Evidentiality in Jarawara. In Alkhenvald, Alexandra Y. and Dixon, R.M.W. (eds.), *Studies in Evidentiality*, 165-187. Amsterdam: John Benjamins.
- Erdtman, G. 1945. "Pollen Morphology and Plant Taxonomy", *Svensk Bot. Tidskr.*, 39, 279-285.
- Erdtman, G. 1969. *Handbook of Palinology, An introduction to the Study of Polen Grains and Spores*, New York: The Hafner Publishing Co. Press, 23-47, 324-330.
- Erskine, W., Smartt, J. and Muehlbauer, F. 1994. Mimicry of Lentil and the Domestication of Common Vetch and Grass Pea. *Economic Botany*, 48:326-332.
- Faegri, K. and Iversen, J. 1964. *Textbook of Pollen Analysis*. Hofnor Pres.
- Faegri, K. and Iversen, J. 1989. *Textbook of Pollen Analysis*, Ed. 4th, London: Alden Press.
- FAOSTAT 2018. Crop statistics <http://faostat.fao.org/site/> Accessed 05th March 2018.
- Fratini, R., Garcia, P. and Ruiz, M.L. 2006. Pollen and pistil morphology, in vitro pollen grain germination and crossing success of *Lens* cultivars and species. *Plant Breeding*. 125:501-505.

- Gebreslassie, B., Abraha, B. 2016. Distribution and Productivity of Dekoko (*Pisum sativum* var. *abyssinicum* A. Braun) in Ethiopia. Global Journal of Science Frontier Research: Biological Science 45-57.
- Geçit, H.H. 1995. Yemeklik Dane Baklagiller Uygulama Klavuzu. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları : 1419 Uygulama Klavuzu, Ankara, 241. 78 s.
- Geçit, H.H. ve Adak M.S. 1999. Yemeklik Dane Baklagiller Ders Notları.
- Gibbs, P.E. 1970. *Genista* L. In: P.H. Davis (ed), Flora of Turkey and the East Aegean
- Gomez, M.D., Renau-Morata, B., Polaina, J., Beltran, J.P., Canas, L.A. 2013. PsPMEP, apollen-specific pectin methylesterase of pea (*Pisum sativum* L.). Plant Reprod 26:245-54.
- Hauggaard-Nielsen, H, Ambus, P., Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. Field Crops Research 70:101-109.
- Hoey, B.K., Crowe, K.R., Jones, V.M., Polans, N.O. 1996. A phylogenetic analysis of *Pisum* based on morphological characters, and allozyme and RAPD markers. Theor Appl Genet 92:92-100.
- Jensen, E.S. 1996. Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. Plant and Soil 182:25-38.
- Kahraman, A., Binzat, O.K. and Doğan, M. 2013. Pollen morphology of some taxa of *Vicia* L. subgenus *Vicia* (Fabaceae) from Turkey. Plant Systematics and Evolution 299(9):1749-1760.
- Karaca, Z., Yaşar A., Vural E., Vural C., 2007. Erciyes Dağı'nda (Kayseri) Doğal Olarak Yetişen Bazı Geofit Bitkilerin (Liliaceae, Iridaceae) Polen Morfolojisi, Erciyes Üniv. Fen Bilimleri Enst. Dergisi, cilt.23:37-46.
- Kosterin, O.E., Bogdanova V.S. 2008. Relationship of wild and cultivated forms of *Pisum* L. as inferred from an analysis of three markers, of plastid, mitochondrial and nuclear genomes. Genet Resour Crop Evol 55:735-755.
- Moore, P. D., Webb, J. A. and Collinson, M. E. 1991. *Polen Analysis*, 2nd edition, England: Blackwell Scientific Publications, Oxford, 65-75.
- Pınar, N.M. Vural, C. and Aytaç, Z. 2000. Pollen Morphology of *Ebenus* L. (Leguminosae) in Turkey. Pakistan Journal of Botany 32(2):303-310.
- Ridder-Numan, J.W.A. and van der Ham, R.W.J.M. 1997. Pollen morphology of Butea, Kunstleria, Meizotropis and Spatholobus (Leguminosae, Papilionoideae), with notes on their position in the tribes Millettieae and Phaseoleae. Review of Palaeobotany and Palynology 96:255-280.
- Özdemir, S. 2002. Yemeklik Baklagiller. Hasad Yayıncılık LTD. ŞTİ., İstanbul.
- Pardo, C., Tahiri, H., Cubas, P. and El Alaoui-Faris, F.E. 2000. Pollen morphology in *Cytisus* (Papilionoideae, Leguminosae) from Morocco and the Iberian Peninsula. Grana, 39:159-168.

- Pekşen, E., and Artık, C. 2005. Antinutritional Factors and Nutritive Values of Food Grain Legumes. The Journal of Agricultural Faculty of Ondokuz Mayıs University, 20(2):111-121.
- Perveen, A., Qaiser, M. 1998. Pollen Flora of Pakistan—VIII Leguminosae (Subfamily: Papilionoideae). Turk J Bot 22:73-91.
- Pınar, N. Akan, M.H., Çeter, T., Aytaç, Z., Ekici, M., Acar, A. and Akdoğan, S.2013. Comparative Pollen Morphology of annual *Trigonella* L. (Fabaceae) in Turkey. Plant Systematics and Evolution.10.1007/s00606-013-0913-8.
- Punt, W., Blackmore, S., Nilsson, S. and Le Thomas, A. 1994. Glossary of pollen anspore terminology. LPP foundation, Utrecht.research. Wilt. Freeman and Company. San Francisco.
- Saatçioğlu, G. 2017. Türkiye’de Yetişen Hedysarum L.Taksonlarının Polen Morfolojisi. Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Smykal, P., Coyne C.J., Ambrose M.J., Maxted N., Schaefer, H., Blair, M.W., Berger, J., Greene, S.L., Nelson, M.N., Besharat, N., Vymyslicky, T., Toker, C., Saxena, R.K., Roorkiwal, M., Pandey, M.K., Hu, J., Li, Y.H., Wang, L.X., Guo, Y., Qiu, L.J., Redden, R.J., Varshney, R.K. 2015 Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding. Critical Reviews in Plant Sciences 34:43-104.
- Sokal, R.P. and Rohlf, J.F. 1969. The principles and practice of statistics in Biological
- Sun, J., Zeng, L., Liu, Z.Y. 2009. Classification of *Rosa hybrida* var. *minima* cultivars by pollen morphology. *Scientia Agricultura Sinica*, 42:1867-1874. (in Chinese).
- Şehirali, S. 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders Kitabı, Ankara, 314 s.
- Ünal, M. 2004. Bitki (Angiosperm) Embriyolojisi, 2.baskı, İstanbul: Mart Matbaası.
- Vershinin, A.V., Allnutt, T.R., Knox, M.R., Ambrose, M.J. and Ellis, N.T.H. 2003. Transposable elements reveal the impact of introgression, rather than transposition, in *Pisum* diversity, evolution, and domestication. Mol Biol Evol. Dec;20(12):2067-75.
- Yentür, S. 1984. Bitki Anatomisi, İstanbul: İstanbul Üniv. Yay.
- Weber R. W. 1998. “Rev. Pollen identification”, Ann Allergy Asthma Immunol, 80, 141-146.
- Warkentin T. D., Smykal P., Coyne C. J., Weeden N., Domoney C., Bing D., et al. 2015. Pea (*Pisum sativum* L.), in Grain Legumes, Series Handbook of Plant Breeding, ed De Ron A. M., editor. (New York, NY: Springer Science+Business Media;), 37–83.
- Wodehouse, R.P. 1935. Pollen Grains Mc. Grew. Hill. Pres. Newyork.
- Zohary, D. and Hopf, M. 2000. Domestication of Plants in the Old World, Third edition. Clarendon Press, Oxford, UK.

ÖZGEÇMİŞ

HAMZA AYDIN

hamza_aydn@hotmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2015-2018	Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2011-2015	Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya