



**TÜRKİYE *PAPAVER* L. CİNSİ *RHOEADIUM*
SPACH SEKSİYONU**

**(PAPAVERACEAE) TAKSONLARI ÜZERİNE
FARMASÖTİK BOTANİK ÇALIŞMALAR**

Doktora Tezi

Esengül ÖZKAYMAKOĞLU

Eskişehir 2025

**TÜRKİYE *PAPAVER* L. CİNSİ *RHOEADIUM* SPACH SEKSİYONU
(*PAPAVERACEAE*) TAKSONLARI ÜZERİNE
FARMASÖTİK BOTANİK ÇALIŞMALAR**

Esengül ÖZKAYMAKOĞLU

DOKTORA TEZİ

Farmasötik Botanik Ana Bilim Dalı

Farmasötik Botanik Programı

Danışman: Prof. Dr. Yavuz Bülent KÖSE

İkinci Danışman: Prof. Dr. Osman TUGAY

Anadolu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Aralık 2025

Eskişehir

Bu tez çalışması Anadolu Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü tarafından TDK-2023-133 proje numarası ve TÜBİTAK 121Z794 nolu “Papaver L. (Papaveraceae) Cinsinin Türkiye için Revizyonu” adlı proje ile desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Esengül ÖZKAYMAKOĞLU’NUN “Türkiye *Papaver* L. Cinsi *Rhoeadium* Spach Seksiyonu (Papaveraceae) Taksonları Üzerine Farmasötik Botanik Çalışmalar” başlıklı tezi 19/12/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca, Farmasötik Botanik Ana Bilim dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Ünvanı Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Danışman)	: Prof. Dr. Yavuz Bülent KÖSE	
Üye	: Prof. Dr. Gökalgp İŞCAN	
Üye	: Prof. Dr. Ayşe Mine GENÇLER ÖZKAN	
Üye	: Prof. Dr. Gizem EMRE	
Üye	: Doç. Dr. İlham ERÖZ POYRAZ	

Prof.Dr. Nafiz Öncü CAN

Anadolu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET

TÜRKİYE *PAPAVER* L. CİNSİ *RHOEADIUM* SPACH SEKSİYONU (PAPAVERACEAE) TAKSONLARI ÜZERİNE FARMASÖTİK BOTANİK ÇALIŞMALAR

Esengül ÖZKAYMAKOĞLU

Farmasötik Botanik Ana Bilim Dalı

Farmasötik Botanik Programı

Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Aralık 2025

Danışman: Prof. Dr. Yavuz Bülent KÖSE

İkinci Danışman: Prof. Dr. Osman TUGAY

Bu tez çalışmasında, *Papaver* cinsinin *Rhoeadium* seksiyonuna ait 13 takson taksonomik, anatomik, palinolojik, tohum mikromorfolojisi, moleküler ve fitokimyasal açıdan kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı, taksonların taksonomik sınırlarını netleştirmek, filogenetik ilişkilerini ortaya koymak ve fitokimyasal içeriklerini biyolojik aktiviteleriyle ilişkilendirmektir. Taksonomik çalışmalar sonucunda daha önce Türkiye Florası'nda seksiyona ait 16 takson var iken çalışma sonucunda bu sayı 13'e düşmüştür. Anatomik çalışmalarda kök, gövde, yaprak ve kaliks çalışılmış, taksonlar arası ayırt edici doku farklılıkları görülmüştür. Polenlerin tamamı trikolpat tipte olup, yüzey ornamentasyonu mikroekinat-retikulat veya perforat formda değişmiştir. Tohum mikromorfolojisi, antiklinal duvar varyasyonlarının takson düzeyinde tanısal önem taşıdığını göstermiştir. ITS ve kloroplast gen bölgelerine dayalı filogenetik analizler ($PP = 1.0$; $BS = 100$), cinsin monofiletik yapısını doğrulamış ve üç ana kladın varlığını ortaya koymuştur. Fitokimyasal analizlerde, YPSK-KS/KS yöntemiyle toplam 108 bileşik tanımlanmıştır (34 alkaloid, 74 fenolik/flavonoid). Mikrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağda 85 bileşen tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde (TPC) içeriği 28.6–147.8 mg GAE/g aralığında değişmiş ve DPPH radikal süpürücü aktivitesi (%17.41–46.48) ile pozitif korelasyon göstermiştir. LOX inhibisyonu en yüksek düzeyde *P. dubium* subsp. *laevigatum* (%50.43) ve *P. purpureomarginatum* (%49.70) taksonlarında saptanmıştır. Etanol ekstraktları antibakteriyel ve antikandidal yönden zayıf aktivite göstermiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonları anatomik, palinolojik, moleküler, biyolojik aktivite ve fitokimyasal içerik olarak ayrıntılı bir şekilde çalışılarak sonraki çalışmalara temel oluşturacak özgün veriler ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Biyolojik aktivite, Fitokimyasal analiz, *Papaver*, Taksonomi, Uçucu yağ bileşimi.

ABSTRACT

PHARMACEUTICAL BOTANICAL STUDIES ON THE TAXA OF *PAPAVER* L. SECT. *RHOEADIUM* SPACH (PAPAVERACEAE) IN TÜRKİYE

Esengül ÖZKAYMAKOĞLU

Department of Pharmaceutical Botany

Pharmaceutical Botany Programme

Graduate School of Anadolu University, December 2025

Supervisor: Prof. Dr. Yavuz Bülent KÖSE

Co-Supervisor: Prof. Dr. Osman TUGAY

In this study, thirteen taxa belonging to the section *Rhoeadium* of the genus *Papaver* were comprehensively evaluated in terms of taxonomy, anatomy, palynology, seed micromorphology, molecular characteristics, and phytochemical composition. The main objectives were to clarify the taxonomic boundaries of the taxa, elucidate their phylogenetic relationships, and correlate their phytochemical profiles with biological activities. As a result of the taxonomic assessments, the number of taxa previously reported for this section in the *Flora of Turkey* was revised from sixteen to thirteen. Anatomical investigations of the root, stem, leaf, and calyx revealed distinct interspecific differences in tissue organization. All pollen grains were of the tricolpate type, with exine ornamentation ranging from microechinate–reticulate to perforate forms. Seed micromorphological analysis indicated that variations in anticlinal wall patterns possess diagnostic value at the taxon level. Phylogenetic analyses based on ITS and chloroplast gene regions (PP = 1.0; BS = 100) confirmed the monophyletic structure of the genus and revealed the presence of three main clades. Phytochemical analyses, performed using the LC-MS/MS method, identified a total of 108 compounds (34 alkaloids and 74 phenolic/flavonoid derivatives). Additionally, 85 volatile constituents were characterized in the essential oil obtained by microdistillation. The total phenolic content (TPC) ranged from 28.6 to 147.8 mg GAE/g and showed a positive correlation with DPPH radical scavenging activity (17.41–46.48%). Lipxygenase (LOX) inhibition was highest in *P. dubium* subsp. *laevigatum* (50.43%) and *P. purpureomarginatum* (49.70%). Ethanol extracts exhibited weak antibacterial and anticandidal activities. Overall, this study provides detailed and original data on the anatomy, palynology, molecular structure, biological activity, and phytochemical composition of *Papaver* sect. *Rhoeadium* taxa, thereby establishing a valuable foundation for future multidisciplinary research.

Keywords: Biological activity, Essential oil composition, Phytochemical analysis, *Papaver*, Taxonomy.

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam süresince bilgi, deneyim ve yönlendirmeleriyle çalışmama değer katan; bilimsel titizliği, sabrı ve desteğiyle bana yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Yavuz Bülent Köse'ye;engin bilgi birikimi ve katkılarıyla araştırmamı zenginleştiren ve yürütücü olduğu TÜBİTAK Projesi kapsamında çalıştığım bitki örneklerini toplamamda yardımcı olan ikinci danışmanım Prof. Dr. Osman Tugay'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Özellikle moleküler ve laboratuvar çalışmalarında sağladığı destek için Doç. Dr. Deniz Ulukuş'a ve Prof. Dr. Ferhat Celep'e; arazi çalışmalarında desteği olan Prof. Dr. Metin Armağan ve anatomi çalışmalarında yardımcı olan Doç.Dr. Bayram Atasagun'a; moleküler çalışmalarda destek olan Biyoteknolog Eda Dilek Yeniyayla'ya; antimikrobiyal çalışmalarında yol gösterici katkılarından dolayı Prof. Dr. Gökalp İşcan ve Arş. Gör. Bilge Nur Mutlu'ya; araştırma süresince sabırla dinleyerek her zaman motivasyon sağlayan Doç. Dr. İlham Eröz Poyraz'a; antioksidan ve enzim inhibisyonu çalışmalarım için laboratuvarını kullanmama imkân tanıyan Prof. Dr. Fatma Sezer Şenol Deniz'e ve çalışmalar esnasında bana çok destek olan Arş. Gör. Dr. Tuğsen Büyükyıldırım'a; fitokimyasal çalışmalarım sırasında sağladıkları katkılardan dolayı Prof. Dr. Betül Demirci ve Arş. Gör. Burak Temiz'e çok teşekkür ederim.

Tez materyallerimin kurutulması ve düzenlenmesi sürecinde desteğini esirgemeyen kayınvalidem Güllü Özkaymakoğlu'na; her daim yanımda olarak bana güç veren annem Güleser Karahisar'a; en önemlisi de tez sürecinde gösterdikleri sabır, anlayış ve sevgileriyle beni her zaman destekleyen eşim Ceylani Özkaymakoğlu'na ve biricik oğlum Uygur Özkaymakoğlu'na en derin şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, bu araştırmayı mümkün kılan finansal desteklerinden ötürü BAP (Proje No: TDK-2023-133) ve TÜBİTAK (1001 Proje No: 121Z794) kurumlarına teşekkür ederim.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Esengül ÖZKAYMAKOĞLU

19/12/2025

ETİK KURUL BELGESİ BEYANNAMESİ

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında, yürütülmesinde, verilerin analizinde Etik Kurul İzni'ne gerek yoktur.



ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI

Bu tezi hazırlarken (örneğin ChatGPT, Gemini, DALL-E vb.) üretken yapay zekâ programlarından destek almadığımı beyan ederim. Tezin hazırlığı aşamasında üretken yapay zekâ programlarından (örneğin çeviri, bilimsel makale vb.) desteği almadım.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Esengül ÖZKAYMAKOĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	iii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
ETİK KURUL BELGESİ BEYANNAMESİ	vii
ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. KAYNAK BİLGİSİ	5
2.1. Botanik Bilgiler.....	5
2.1.1. Papaveraceae (Haşhaşgiller) familyası.....	5
2.2. <i>Papaver</i> Türleri Üzerinde Yapılmış Taksonomik Çalışmalar	7
2.3. <i>Papaver</i> Türlerinin Etnobotanik Kullanımı.....	9
2.4. <i>Papaver</i> Türlerinin Fitokimyasal İçerikleri	12
2.5. <i>Papaver</i> Türleri Üzerinde Yapılmış Biyolojik Aktivite Çalışmaları	17
3. MATERYAL VE METOT.....	28
3.1. Materyal	28
3.2. Metot.....	31
3.2.1. Anatomik çalışmalar	31

3.2.2. Palinolojik çalışmalar	32
3.2.3. Mikromorfolojik çalışmalar.....	33
3.2.4. Moleküler çalışmalar	33
3.2.5. Ekstraksiyon işlemleri	39
3.2.6. Mikrodistilasyon işlemleri	39
3.2.7. Biyolojik aktivite çalışmaları	39
3.2.8. Fitokimyasal çalışmalar.....	42
4. BULGULAR.....	44
4.1. Morfoloji Bulguları.....	44
4.2. Anatomi Bulguları.....	63
4.3. Palinoloji Bulguları.....	87
4.4. Tohum Mikromorfolojisi Bulguları.....	107
4.5. Moleküler Bulgular	115
4.5.1 Çekirdek DNA Bölgesinden (ITS) Elde Edilen Bayesian Ağacı.....	115
4.5.2 Çekirdek DNA Bölgesinden (ITS) Elde Edilen Maximum Likelihood Ağacı.....	116
4.5.3 Kloroplast DNA Bölgesinden Elde Edilen Bayesian Ağacı	117
4.5.4 Kloroplast DNA Bölgesinden Elde Edilen Maximum Likelihood	119
4.6. Biyolojik Aktivite Bulguları	120
4.6.1. Antioksidan aktivite ve Toplam fenol miktarı bulguları.....	121
4.6.2. Antimikrobiyal aktivite bulguları.....	124
4.6.3. Lipooksijenaz (LOX) enzim inhibisyonu bulguları.....	126
4.7. Fitokimyasal Bulgular	127
4.7.1. Uçucu yağların kimyasal kompozisyonu.....	127
4.7.2. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi–Kütle Spektrometrisi analiz sonuçları.....	133
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	143
5.1. Taksonomik Değerlendirmeler	143
5.2. Anatomik Sonuçlar ve Değerlendirmeler	146
5.3. Palinolojik Sonuçlar ve Değerlendirmeler	150
5.4. Tohum Mikromorfoloji Sonuçları ve Değerlendirmeler	152
5.5. Moleküler Bulgular ve Filogenetik Değerlendirme.....	154
5.6. Biyolojik Aktivite Sonuçları ve Değerlendirilmesi	156
5.6.1. Antioksidan aktivite ve Toplam fenol miktarı sonuçları ve değerlendirilmesi.....	156
5.6.2. Antimikrobiyal aktivite sonuçları ve değerlendirilmesi	159
5.6.3. Lipooksijenaz (LOX) enzim inhibisyonu sonuçları ve değerlendirilmesi	161
5.7. Fitokimyasal Sonuçlar ve Değerlendirilmesi	162

5.1.7. Uçucu yağların kimyasal kompozisyonu sonuçları ve değerlendirilmesi.....	162
5.7.2. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi–Kütle Spektrometrisi analiz sonuçları.	164
5.8. Halk Arasındaki Kullanımların Kimyasal İçeriklerle İlişkisi.....	167
6. KAYNAKÇA.....	170

ÖZGEÇMİŞ



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının geleneksel kullanımları	11
Tablo 2.2. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının alkaloit çalışmaları	15
Tablo 3.1. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının sinonimleri, güncel tür isimleri ve lokaliteleri	29
Tablo 3.2. Anatomik kesitlerde uygulanan protokol	31
Tablo 4.1. <i>Papaver</i> cinsi <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarına ait anatomi ölçümleri.....	84
Tablo 4.2. <i>Papaver purpureomarginatum</i> 'a ait palinolojik özellikler	87
Tablo 4.3. <i>Papaver dubium</i> subsp. <i>dubium</i> 'a ait palinolojik özellikler.....	88
Tablo 4.4. <i>Papaver dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i> 'a ait palinolojik özellikler	90
Tablo 4.5. <i>Papaver arachnoideum</i> 'a ait palinolojik özellikler.....	91
Tablo 4.6. <i>Papaver arenarium</i> 'a ait palinolojik özellikler	93
Tablo 4.7. <i>Papaver commutatum</i> subsp. <i>euxinum</i> 'a ait palinolojik özellikler.....	94
Tablo 4.8. <i>Papaver guerlenkense</i> 'ye ait palinolojik özellikler.....	96
Tablo 4.9. <i>Papaver rhopalotheca</i> 'a ait palinolojik özellikler.....	97
Tablo 4.10. <i>Papaver stylatum</i> 'a ait palinolojik özellikler	99
Tablo 4.11. <i>Papaver clavatum</i> 'a ait palinolojik özellikler	100
Tablo 4.12. <i>Papaver syriacum</i> 'a ait palinolojik özellikler	102
Tablo 4.13. <i>Papaver rhoeas</i> 'a ait palinolojik özellikler	103
Tablo 4.14. <i>Papaver postii</i> 'ye ait palinolojik özellikler	104
Tablo 4.15. Polen tanelerine ait morfolojik veriler	106
Tablo 4.16. <i>Rhoeadium</i> seksiyonunun taksonlarının tohum özellikleri	114
Tablo 4.17. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarından elde edilen ekstraktların verimleri	121
Tablo 4.18. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi ...	122
Tablo 4.19. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının toplam fenol içerikleri	123
Tablo 4.20. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının antibakteriyel etki sonuçları (MİK µg/mL). ..	124
Tablo 4.21. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının antikandida etki sonuçları (MİK µg/mL) ...	126
Tablo 4.22. <i>Rhoeadium</i> seksiyonunun taksonlarının LOX inhibisyon aktivitesi	127
Tablo 4.23. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının uçucu yağ kompozisyonları.....	130
Tablo 4.24. <i>P. purpureomarginatum</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler.....	133
Tablo 4.25. <i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler	134
Tablo 4.26. <i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler ...	134
Tablo 4.27. <i>P. arachnoideum</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler	135
Tablo 4.28. <i>P. arenarium</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler	136
Tablo 4.29. <i>P. guerlekense</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler	137

Tablo 4.30. <i>P. rhopalotheca</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler	137
Tablo 4.31. <i>P. stylatum</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler.....	138
Tablo 4.32. <i>P. clavatum</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler	139
Tablo 4.33. <i>P. syriacum</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler	140
Tablo 4.34. <i>P. rhoeas</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler	140
Tablo 4.35. <i>P. postii</i> türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler	141



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 4.1. <i>P. purpureomarginatum</i> 'un genel görünümü.....	45
Şekil 4. 2. <i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i> 'un genel görünümü	47
Şekil 4.3. <i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i> 'un genel görünümü	48
Şekil 4.4. <i>P. arachnoideum</i> 'un genel görünümü	50
Şekil 4.5. <i>P. arenarium</i> 'un genel görünümü	51
Şekil 4.6. <i>P. commutatum</i> subsp. <i>euxinum</i> 'un genel görünümü	53
Şekil 4.7. <i>P. guerlekense</i> 'nin genel görünümü	55
Şekil 4.8. <i>P. rhopalotheca</i> 'nin genel görünümü	56
Şekil 4.9. <i>P. stylatum</i> 'un genel görünümü.....	57
Şekil 4.10. <i>P. clavatum</i> 'un genel görünümü	59
Şekil 4.11. <i>P. syriacum</i> 'un genel görünümü	60
Şekil 4.12. <i>P. rhoeas</i> 'ın genel görünümü	61
Şekil 4.13. <i>P. postii</i> 'nin genel görünümü	62
Şekil 4.14. <i>P. purpureomarginatum</i> taksonunun anatomisi.....	63
Şekil 4.15. <i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i> taksonunun anatomisi.....	65
Şekil 4.16. <i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i> taksonunun anatomisi	66
Şekil 4.17. <i>P. arachnoideum</i> taksonunun anatomisi.....	68
Şekil 4.18. <i>P. arenarium</i> taksonunun anatomisi	69
Şekil 4.19. <i>P. commutatum</i> subsp. <i>euxinum</i> taksonunun anatomisi.....	71
Şekil 4.20. <i>P. guerlekense</i> taksonunun anatomisi.....	73
Şekil 4.21. <i>P. rhopalotheca</i> taksonunun anatomisi.....	74
Şekil 4.22. <i>P. stylatum</i> taksonunun anatomisi	76
Şekil 4.23. <i>P. clavatum</i> taksonunun anatomisi	77
Şekil 4.24. <i>P. syriacum</i> taksonunun anatomisi	79
Şekil 4.25. <i>P. rhoeas</i> taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi.....	81
Şekil 4.26. <i>P. postii</i> taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi.....	82
Şekil 4.27. <i>P. purpureomarginatum</i> polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM'de ekvatoryal görünüş C. SEM'de polar görünüş, D. SEM'de Yüzey süslemesinin görünüşü.	88
Şekil 4.28. <i>Papaver dubium</i> subsp. <i>dubium</i> polenin görünüşü.....	89
Şekil 4.29. <i>Papaver dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i> polenin görünüşü.	91
Şekil 4.30. <i>Papaver arachnoideum</i> polenin görünüşü.	92
Şekil 4.31. <i>Papaver arenarium</i> polenin görünüşü.	94

Şekil 4.32. <i>Papaver commutatum</i> subsp. <i>euxinum</i> poleninini görünüşü.	95
Şekil 4.33. <i>Papaver guerlenkense</i> poleninini görünüşü.	97
Şekil 4.34. <i>Papaver rhopalothece</i> poleninini görünüşü.	98
Şekil 4.35. <i>Papaver stylatum</i> poleninini görünüşü	100
Şekil 4.36. <i>Papaver clavatum</i> poleninini görünüşü	101
Şekil 4.37. <i>Papaver syriacum</i> poleninini görünüşü.	102
Şekil 4.38. <i>Papaver rhoeas</i> poleninini görünüşü.	104
Şekil 4.39. <i>Papaver postii</i> poleninini görünüşü	105
Şekil 4.40. <i>P. purpureomarginatum</i> taksonunun SEM tohum.....	107
Şekil 4.41. <i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i> taksonunun SEM tohum	107
Şekil 4.42. <i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i> taksonunun SEM tohum	108
Şekil 4.43. <i>P. arachnoideum</i> taksonunun SEM tohum	108
Şekil 4.44. <i>P. arenarium</i> taksonunun SEM tohum	109
Şekil 4.45. <i>P. commutatum</i> subsp. <i>euxinum</i> taksonunun SEM tohum.....	109
Şekil 4.46. <i>P. guerlekense</i> taksonunun SEM tohum.....	110
Şekil 4.47. <i>P. rhopalothece</i> taksonunun SEM tohum	110
Şekil 4.48. <i>P. stylatum</i> taksonunun SEM tohum	111
Şekil 4.49. <i>P. clavatum</i> taksonunun SEM tohum	111
Şekil 4.50. <i>P. syriacum</i> taksonunun SEM tohum	112
Şekil 4.51. <i>P. rhoeas</i> taksonunun SEM tohum	112
Şekil 4.52. <i>P. postii</i> taksonunun SEM tohum	113
Şekil 4.53. Çekirdek Genomunun (ITS) birleştirilmiş, Bayesian ağacı.....	116
Şekil 4.54. Çekirdek Genomlarının birleştirilmiş, Maximum Likelihood ağacı.....	117
Şekil 4.55. Kloroplast Genomlarının birleştirilmiş, Bayesian ağacı.....	119
Şekil 4.56. Kloroplast Genomlarının birleştirilmiş, Maximum Likelihood ağacı	120
Şekil 4.57. Gallik asit kalibrasyon eğrisi	123
Şekil 4.58. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının antibakteriyel aktivite etkileri	124
Şekil 4.59. <i>Rhoeadium</i> seksiyonu taksonlarının antifungal aktivite etkileri	126

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

µL	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
Ae	: Alt epidermis
Amb	: Ekvatoryal görünümde polar çap
Cl	: Kolpus uzunluğu
cpDNA	: Kloroplast DNA
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
DPPH	: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
E	: Ekvatoryal eksen uzunluğu / Epidermis
EtOH	: Etanol
Fl	: Floem
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
GC-MS	: Gaz Kromatografisi–Kütle Spektrometresi
İd	: İletim demeti
In	: İzin kalınlığı
ITS	: Internal Transcribed Spacer (Nükleer ribozomal DNA iç bölge dizisi)
Kl	: Klorenkima
Kol	: Kollenkima
Kp	: Korteks parankiması
Ks	: Ksilem
L	: Lateks hücreleri
LC/MS	: Sıvı Kromatografisi–Kütle Spektrometresi
LOX	: Lipooksijenaz
M	: Ortalama
matK	: Maturase K geni
mg	: Miligram
MİK	: Minimum İnhibitör Konsantrasyon
mL	: Mililitre
nrDNA	: Nükleer ribozomal DNA
Öz	: Öz parankiması
P	: Periderm / Polar eksen uzunluğu
P/E	: Polar/Ekvatoryal oran
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PP / Pp	: Palizat parankiması
psbA–trnH	: psbA geni ile trnH (GUG) tRNA geni arası kloroplast bölgesi
rbcL	: Ribuloz-1,5-bisfosfat karboksilaz/oksijenaz büyük alt birim geni
RNA	: Ribonükleik Asit
rpl16	: Ribosomal protein L16 intron bölgesi (kloroplast DNA)
RT	: Retention Time (Alıkonma Zamanı)
Sk	: Sklerenkima
SP / Sp	: Sünger parankiması
SS	: Standart sapma
t	: Kolpus uçları arasındaki mesafe
TPC	: Toplam Fenolik İçerik (Total Phenolic Content)
trnL–trnF	: trnL (UAA) intron ve trnF (GAA) tRNA geni arası bölge
	:

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bitkiler, binlerce yıldır insan sağlığını koruma ve yaşam kalitesini artırma konusunda önemli bir rol oynamış; baharatlardan içeceklere, kozmetiklerden boyalara ve ilaçlara kadar birçok alanda değerli bileşenler sağlamıştır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, dünya nüfusunun yaklaşık %80'i birincil sağlık ihtiyaçları için geleneksel tıba güvenmekte ve bu tedavilerin büyük bir kısmı bitki ekstreleri veya aktif bileşenlerinin kullanımına dayanmaktadır [1].

Anadolu coğrafyası, çeşitli iklim tipleri, jeolojik yapısı, topoğrafik çeşitliliği, farklı toprak türleri ve üç farklı fitocoğrafik bölgenin varlığı nedeniyle zengin bir bitki çeşitliliğine sahiptir [2]. Ayrıca Anadolu florasının zenginliğinde önemli rol oynayan diğer bir faktör ise buzul döneminin etkileriyle iklimde meydana gelen değişimlerdir [3].

“Flora of Turkey and East Aegean Islands” adlı esere göre, Türkiye ve Ege Adaları'nda 8.575 bitki türü bulunmaktadır. Bu bitki türlerinden 2.651'i endemiktir ve endemizm oranı ise %30,9'dur [4]. Daha sonraki yıllarda yayımlanan floranın 11. cildine göre ise Türkiye'de 163 familyaya ait 1.168 cins ve bu cinslere ait 9.222 bitki türü bulunmaktadır [5].

Türkiye Bitkileri Listesi adlı esere göre, Türkiye'de 11.707 bitki türü bulunmakta olup, bunların 3.649'u endemiktir ve endemizm oranı yaklaşık %31,8'dir [6]. 2020 yılına kadar yapılan çalışmalarla Türkiye'de toplam 12.207 bitki taksonu bulunmakta ve bunların 4.045'i endemiktir [7]

Papaveraceae familyası, nesiller boyunca geleneksel Çin tıbbında kullanılan çeşitli tıbbi bileşikler açısından önemli bir bitkisel kaynak olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda, Papaveraceae familyasının farmasötik potansiyeline yönelik artan ilgi, bu bitkilerdeki birçok alkaloidin tanımlanmasını sağlamış ve bu bileşikler, yapısal karmaşıklıkları ile geniş biyolojik aktiviteleri nedeniyle bilim dünyasının dikkatini çekmiştir [8]. Papaveraceae familyasından elde edilen alkaloidler, analjezik, anti-inflamatuar, antibakteriyel ve antikanser etkiler de dahil olmak üzere geniş bir çeşitli biyolojik aktiviteye sahiptirler [8, 9].

Pek çok bitki, değerli biyolojik aktivitelere sahip fitokimyasallar açısından zengin doğal kaynaklar olarak dikkat çekmektedir. Bu bileşikler, çeşitli hastalıkların tedavisinde

önemli etkiler gösterebilmekte ve sentetik ilaçlara alternatif potansiyel seçenekler sunabilmektedir. Benzer şekilde, fitokimyasal içeriğine bağlı olarak tıbbi özellikleri ile bilinen *Papaver* cinsi de bu kapsamda öne çıkmaktadır [10, 11]. *Papaver* cinsi, eczacılık endüstrisinde, gıda sektöründe ve süs bitkisi olarak önemli bir yere sahiptir. Ayrıca, geleneksel tıpta da yaygın olarak kullanılmaktadır. *Papaver* cinsi, özellikle Akdeniz iklimine sahip bölgelerde geniş doğal dağılım göstermektedir [10, 12]. Bu cinsin en önemli türü olan *P. somniferum* L. (afyon haşhaşı) ise farmasötik bileşiklerin üretiminde büyük öneme sahiptir. Özellikle morfin, kodein, roeadin, tebain ve papaverin gibi alkaloidlerin kaynağı olarak kullanılmaktadır [13]. *P. somniferum*'un narkotik özelliklerinden ötürü Afganistan, Myanmar, Meksika ve Laos gibi ülkelerde yüksek miktarlarda üretilmektedir [14]. Öte yandan, Türkiye başta olmak üzere Çekya, İspanya gibi ülkeler bu bitkinin yasal üreticileri arasındadır [15].

Papaver cinsinin diğer yaygın olarak yetiştirilen türleri arasında *P. bracteatum* Lindl. (İran haşhaşı), *P. rhoeas* L. (gelincik ya da tarla haşhaşı), *P. dubium* L., *P. pseudo-orientale* Medw. ve *P. orientale* L. yer alır. *P. bracteatum* İran'ın kuzey ve kuzeybatısında, Rusya'da ve Kafkasya bölgelerinde yüksek rakımlarda yabani olarak yetişmektedir [16]. *P. rhoeas* Akdeniz ikliminde kışlık tahıllarda önemli bir rekabetçi bitki olduğundan "corn poppy" olarak da bilinir [17]. *P. dubium* ise "long-head poppy" olarak adlandırılmakta, Avrupa ve Amerika'da yaygın olup İran'ın batısında önemli bir yabancı ot durumundadır [18]. *P. orientale* ve *P. pseudo-orientale* türleri ise Kafkasya'da yayılış göstermektedir [19].

Doğal ürünler alanında, analjezik etkili maddelerin elde edilmesiyle *P. somniferum* ilk doğal ilaç kaynağı olmuştur [20]. Bu türden kodein, morfin ve tebain türevli yarı sentetik oksikodon, buprenorfin gibi çeşitli türevler geliştirilmiştir [21]. Bu bileşikler, esas olarak merkezi sinir sistemi ve periferik sinir sistemindeki mu-opioid reseptörlerine bağlanarak analjezik özellik göstermekte ve nosiseptif iletimi genel olarak azaltmaktadır [22].

Papaver bracteatum, majör alkaloid olarak yüksek oranda tebain içerir ve bu madde kodein üretiminde kullanılmaktadır [23]. Bu bileşiklerin yanı sıra, vazodilatör özelliklere sahip narkotik olmayan papaverin de ekonomik açıdan önemli bir diğer alkaloidtir [10].

Alkaloidlerin yanı sıra haşhaş bitkisi, antosiyaninler, flavonoller ve karakteristik indol türevleri olan nudikaulinler gibi fenolik bileşikler ile uçucu yağlar bakımından da zengin bir kaynaktır.

Ayrıca, haşhaş tohumları gıda sektöründe, örneğin unlu mamuller ve tatlılarda kullanılmakta ve yağ üretiminde değerlendirilmektedir. Örneğin, *P. somniferum* tohumları Orta-Doğu Avrupa ülkelerinde tüketilmektedir [24]. Bu bağlamda, haşhaş kullanım amacına göre üç ana kategoriye ayrılabilir: kapsülünden alkaloit elde edilen endüstriyel haşhaş, tohum ve yağ elde edilen gıda amaçlı haşhaş ve hem endüstriyel hem de gıda amaçlı kullanılan haşhaş [25]. *P. rhoeas* bazı bölgelerde salatalarda süs/garnitür olarak kullanılmakta [26], *P. bracteatum*'un tohumları ise Orta Anadolu'da gıda amaçlı değerlendirilmektedir [27]. Bunun dışında, *P. orientale* ve *P. pseudo-orientale* gibi türler süs bitkisi olarak da yetiştirilmektedir [28].

Öte yandan, majör alkaloitlerin kullanımlarının yanı sıra, *Papaver* cinsine ait bitkilerin biyolojik etkileri oldukça geniştir. Antioksidan, antimikrobiyal, antikanser, antiinflamatuvar, nöroprotektif ve doğurganlığın korunması bu bitki ekstrelerinin önemli biyolojik aktiviteleri arasında yer almaktadır.

Papaveraceae familyasının farmasötik potansiyellerinin yüksek olması, bu familyaya ait taksonların her yönüyle çalışılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu fikirden hareketle Türkiye'de yayılış gösteren *Papaver* cinsine ait *Rhoeadium* Spach seksiyonu içerisinde yer alan taksonlar (*P. rhoeas* hariç) üzerinde yapılan detaylı araştırmalar yok denebilecek kadar az olduğu görülmüş ve bu tez projesiyle sonuçların bilime kazandırılması amaçlanmıştır.

Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası'nda bazı taksonlar *Papaver* cinsi içerisinde *Papaver* seksiyonu altında sınıflandırılmıştır [29]. Ancak Kadereit 1988, tarafından yapılan revizyon çalışmasında, bu taksonların bir kısmı *Rhoeadium* seksiyonu içerisine yeniden atanmış, bazıları ise sinonim taksonlar olarak değerlendirilmiştir [30].

Bu çalışmanın amacı Kadereit 1988'in revizyonunda belirtilen taksonların Türkiye florasında gerçekten bulunup bulunmadığını ortaya koymak, sinonim olarak değerlendirilmiş taksonları yeniden ele almak, bazı taksonların morfolojisine ait literatürde bulunmayan eksik karakterleri ortaya çıkarmak.

Türlerin kök, gövde, yaprak ve kaliks anatomisi, polen morfolojisi, tohum mikromorfolojisi ve moleküler özelliklerini ayrıntılı olarak incelemek; elde edilen verileri literatürle karşılaştırarak taksonomik açıdan değerlendirmek; ayrıca incelenen morfolojik ve moleküler karakterlerin türler arası farklılıkları ortaya koymadaki önemini

belirleyerek, bu karakterlerin seksiyon içi sınıflandırmadaki potansiyel değerini ortaya çıkarmaktır.

Bununla birlikte, *Rhoeadium* seksiyonuna ait taksonların toprak üstü ve kapsül ekstrelerinin biyolojik aktiviteleri, uçucu yağ bileşimleri ve fitokimyasal içerikleri belirlenerek bilim dünyasına yeni veriler sunmak ve gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutmak amaçlanmıştır. Bu kapsamda, çoğu türün bu yönleriyle ilk kez incelenmiş olması çalışmanın özgün değerini artırmakta; elde edilen bulguların hem taksonomik değerlendirmelere katkı sağlaması hem de türlerin fitokimyasal potansiyelini ortaya koyarak multidisipliner araştırmalara zemin hazırlaması hedeflenmiştir.



2. KAYNAK BİLGİSİ

2.1. Botanik Bilgiler

2.1.1. Papaveraceae (Haşhaşgiller) familyası

Papaveraceae A. L. de Jussieu, Gen. Pl.: 235 (1789). nom. cons.

Heterotipik sinonim

Fumariaceae Marquis in Esq. règne vég. 50. 1820 [15-22 Jul 1820] (1820) nom. cons.

Generik holotip:

Papaver L. Sp. Pl. 1: 506. 1753

Papaveraceae familyası, ilk kez ‘Genera Plantarum’ adlı eserde, 1789 yılında Fransız botanikçi olan Antoine Laurent de Jussieu tarafından yayımlanmıştır. Familya ismini, İsveçli botanikçi Carl von Linnaeus tarafından adlandırılan, süt anlamına gelen ‘pappa’ sözcüğünden türetilmiş, *Papaver* cinsinden almaktadır [31]. *Papaver* cins adının kökeniyle ilgili ise iki temel görüş bulunmaktadır. İlk görüş, adın Sanskritçe *papavira* veya *papavara* sözcüklerinden türediğini ve “zararlı özsu” anlamına geldiğini ileri sürmektedir. Bu durumda *vira* veya *vara* sözcüklerinin Hint bitkilerinin özsularını ifade ettiği kabul edilmektedir. Diğer görüş ise adın, Keltçe kökenli *papa* sözcüğüyle ilişkili olan Latince *paparium* (“lapa, mama”) veya *papo* (“mama yemek”) kelimelerinden türediğini savunmaktadır. Bu etimoloji, geçmişte haşhaşın bebeklerin uykuya dalmasını sağlamak amacıyla mamalarına karıştırıldığına işaret etmektedir [32].

Tek yıllık, iki yıllık veya çok yıllık otsu bitkileri içeren, nadiren çalı ya da ağaç formundadır. Tohumlar hariç tüm bitki kısımlarında bulunan latisfer hücreleri içerisinde taşıyan sütü veya sulu lateks, bu familyanın ayırt edici anatomik özelliklerinden biridir. Yapraklar genellikle almalı dizilişe sahip olup, nadiren karşılıklı veya halkasal yerleşimlidir; pinnat damarlanma yaygın olmakla birlikte, nadiren palmat damarlanma da görülebilmektedir. Yapraklar basit ya da çeşitli derecelerde loblu, stipulsüz, saplı veya sapsız olup bazen amplexikaul yapıda olabilir. Bitkiler tüysüz olabildiği gibi, tek hücreli, çok hücreli, terminalde tek sıralı veya çok sıralı yapılı, salgılı veya salgısız tüylerle kaplı olabilir.

Çiçekler genellikle hermafrodit, aktinomorf ve hipogin olup, çoğu zaman tomurcuk aşamasında aşağıya doğru sarkıktır. Sepaller genellikle 2 veya 3 adet, serbest ve

dökülücü; petaller ise genellikle 2 halkalı, her halkada 2 veya 3 adet olmak üzere buruşuk yapıda ve çoğunlukla dökücüdür. Stamenler çok sayıda olup, serbest dizilimlidir; nadiren tek veya çift halkalı bir formasyon gösterebilir. Anterler basifiks, iki gözlü ve tetrasporangiyat yapıdadır. Ovaryum sinkarp olup genellikle tek gözlüdür ve parietal plasentalıdır. Stigma doğrudan ovaryum üzerine oturabilir veya belirgin bir stile sahiptir. Ovüller çoğunlukla çok sayıda, nadiren tek, anatrop veya subkampilotrop, çift integumentli ve kalın nusellusludur. Meyveler çoğunlukla kuru, kapsül tipinde ve açılır yapıdadır; nadiren açılmayan ya da tek tohumlu parçacıklara ayrılan merikarp tipinde olabilir. Tohumlar arilli veya arilsizdir. Endosperm genellikle yağlı karakterdedir; embriyo çoğu zaman tam gelişmemiş formdadır [33].

Familiya üyeleri Kuzey Yarımküre'nin ılıman bölgelerinde ve Doğu Afrika'da yayılış göstermektedir [33]. Dünya üzerinde Papaveraceae familyasına ait 48 cins ve kabul edilmiş 1.036 takson bulunmaktadır [34]. Türkiye'de ise familyaya ait cins sayısı 7 (*Chelidonium* L., *Corydalis* DC., *Fumaria* L., *Glaucium* Mill., *Hypecoum* L., *Papaver* L., *Roemeria* Medik), takson sayısı ise yaklaşık 111'dir [6].

2.1.1.1. *Papaver* (Gelincik)

***Papaver* L. Sp. Pl. 1: 506 (1753)**

Papaver cinsi, Türkçede “gelincik” olarak adlandırılmakta olup, farklı floristik çalışmalarda çeşitli tür sayıları ile temsil edilmektedir. Buna göre, Avrupa Florası'nda 16 tür, Flora Orientalis'te 38 tür, Kıbrıs Florası'nda 7 tür, İran Florası'nda 30 tür, Rusya Florası'nda 52 tür, Irak Florası'nda 15 tür ve Lübnan-Suriye Florası'nda 10 tür kaydedilmiştir [35-40]. En güncel taksonomik revizyona göre *Papaver*, Papaveraceae familyasının en büyük cinsi olup 11 seksiyona ayrılmaktadır [41]. Flora of Turkey'de [42] *Papaver* cinsi 38 tür ile temsil edilmektedir. Ancak, sonraki taksonomik değerlendirmeler sonucunda bu türlerden 10'u 10. ciltte, 6'sı ise 11. ciltte sinonim olarak ele alınmıştır [4, 43]. Türkiye Bitkileri Listesi'nin en güncel verilerine göre, Türkiye'de *Papaver* cinsine ait 49 takson bulunmaktadır [44].

Papaver cinsi içerisinde en fazla taksonu barındıran *Rhoeadium* seksiyonudur. Kadereit [30]'e göre Dünya genelinde *Rhoeadium* seksiyonuna ait 16 tür bulunmaktadır. Türkiye'de ise bu seksiyon 13 takson ile temsil edilmektedir [5, 6, 29].

2.1.1.1.1. *Rhoeadium* seksiyonunun genel özellikleri

***Rhoeadium* Spach, Hist. Nat. Veg. Phan 7:16 (1839)**

Sinonim: *Rhoeades* Bernh., Linnaea 8:463 (1833)

Seksiyon *Rhoeades* (Bernh.) Elkan, Tent. Monogr. Gen. *Papaver*: 23 (1839)

Seksiyon *Orthorhoeades* Fedde in Engler, Pflanzenreich 4, 104:326 (1909)

Tip Tür: *P. rhoeas* L., Sp. Pl. 1:507 (1753)

Tek yıllık, genellikle dik veya yükselici, nadiren neredeyse yatık, dallı ya da nadiren dallanmamış otsu bitkilerdir. Yapraklar çeşitli derecelerde parçalıdır. Alt yapraklar saplı; üst yapraklar kısa saplıdan çoğunlukla sapsıza kadar değişir, tabanları dar veya geniş kuneattan orbikulara kadar farklılık gösterir. Bitkiler bazen glaukustur; tüm yeşil parçalarda seyrekten sıkı kadar yayık (patent) ya da yatık (appressed) dikenimsi (seta) tüylerle kaplı olabilir; ayrıca bazen araknoit tüyler de bulunabilir. Sepaller $\pm$ belirgin subapikal çıkıntılar taşıyabilir ya da çoğunlukla bu yapılar bulunmaz. Petaller obovat ile rotundat ya da flabellat biçiminde olabilir; genellikle kırmızı renklidir, bazen beyaz ya da soluk menekşe tonlarında olabilir; petal tabanında yer alan siyah lekeler farklı büyüklükte ve konumda bulunabilir ya da tamamen yok olabilir. Filament ipliksi yapıdadır. Meyve kapsülleri klavattan silindirik, obovoit, elipsoit ya da neredeyse küresel forma kadar değişkenlik gösterir; kısa saplı olabilir ya da sapsızdır. Stigmatik disk düz yapıda olup, bazen belirgin bir umbonatlık vardır ya da serbest lobları yukarı doğru kıvrılmış olabilir. Tohumlar reniform şeklindedir [30].

2.2. *Papaver* Türleri Üzerinde Yapılmış Taksonomik Çalışmalar

Anatomik Çalışmalar

Literatürde *Papaver* cinsi üzerinde gerçekleştirilen çeşitli anatomik çalışmalar bulunmakla birlikte, bu araştırmaların büyük bir bölümü genellikle *P. somniferum*, *P. rhoeas* ve *P. dubium* gibi yaygın olarak bilinen birkaç türle sınırlı kalmıştır. Buna karşın, *Rhoeadium* seksiyonuna ait birden fazla taksonu kapsayan kapsamlı ve karşılaştırmalı anatomik incelemelerin sayısı oldukça azdır. Petri ve Mihalik 1998, *P. somniferum* L. türünün gövdesinde lateks kanallarının (latisiferlerin) varlığını, konsantrik vasküler demetlerin organizasyonunu ve klorenkima dokusunu araştırmışlardır [45]. Benzer şekilde, Kidwai 1972, *P. somniferum* yapraklarının morfo-anatomik özelliklerini,

özellikle stoma gelişimi ve epidermal özellikleri incelemiştir [46]. Ancak, *Papaver* cinsi içerisindeki diğer türlere yönelik karşılaştırmalı anatomik çalışmalar büyük ölçüde yetersiz kalmaktadır. Özellikle, *Rhoeadium* seksiyonuna ait detaylı ve bütüncül anatomik verilere literatürde ciddi anlamda ihtiyaç duyulmaktadır.

Palinolojik Çalışmalar

Almousawi ve Alwan 2023, tarafından yürütülen bir çalışmada *Papaver* cinsine ait 14 tür incelenmiştir. Bu çalışmanın bulguları, polen boyutu, kolpus sayısı ve ekzin yüzey ornamentasyonu gibi palinolojik karakterlerin türler arasında ayırt edici özellikler taşıdığını ve bu karakterlerin, Papaveraceae familyası içindeki cinslerin sistematik sınırlandırılmasında önemli taksonomik kriterler olduğunu ortaya koymuştur [47]. Benzer biçimde, Tavakkoli ve Assadi 2013 de *Papaver* cinsi *Oxytona* seksiyonu ve bu seksiyona ait melez formlar üzerinde morfolojik ve mikromorfolojik karşılaştırmalar yapmışlardır. Çalışmalarında, polen boyutu, şekli ve ekzin yüzey desenlerinin yanı sıra tohum yüzey özelliklerinin de türlerin sınırlandırılmasında ve melez formların ayırt edilmesinde değerli tanısal kriterler olduğunu ortaya koymuşlardır [48]. Ancak *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarına ilişkin palinolojik veriler oldukça sınırlı olup, bu durum grubun taksonomik değerlendirmelerinde yeni karşılaştırmalı verilere ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Mikromorfolojik Çalışmalar

Tavakkoli ve Assadi 2016, *Papaver* cinsine ait 19 taksonun tohum mikromorfolojik özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, testa hücrelerinin yüzey ornamentasyonu, antiklinal duvar yapısı, tohum parlaklığı ve tohum boyutu gibi karakterler değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, özellikle granüler ve mikro-retiküler tipteki testa yüzey ornamentasyonlarının ve epidermal hücre şekillerinin, tür ve alt tür düzeyinde ayırt edici taksonomik karakterler olduğunu tespit etmişlerdir [49]. Ayrıca Tavakkoli ve Assadi 2013, *Papaver* cinsi *Oxytona* seksiyonu ile bu seksiyona ait melez formlarda benzer mikromorfolojik özellikler tespit etmiş ve polen ile tohum yüzey morfolojisinde gözlenen varyasyonların cins düzeyinde önemli tanısal ve taksonomik değer taşıdığını belirtmişlerdir [48]. Bu bulgular, *Papaver* cinsinde mikromorfolojik karakterlerin türler arasındaki taksonomik ilişkilerin belirlenmesinde önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır. Ancak *Rhoeadium* seksiyonuna ait taksonlar için benzer kapsamda yürütülmüş ayrıntılı çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Moleküler Çalışmalar

Kadereit vd. 1997, *Papaver* cinsinin farklı seksiyonlarına ait türler (*P. somniferum* L., *P. setigerum* DC., *P. bracteatum* Lindl., *P. orientale* L., *P. pseudo-orientale* (Fedde) Medw., *P. rhoeas* L., *P. dubium* L., *P. argemone* L., *P. californicum* A.Gray, *P. nudicaule* L.) ile birlikte *Roemeria hybrida* (L.)DC., *Stylomecon heterophylla* G.Taylor ve *Meconopsis cambrica* (L.)Vig. türlerini kapsayan bir çalışmada, kloroplast trnK gen bölgesine dayalı RFLP analizi gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, *Papaver sensu lato* grubunun polifiletik bir grup olduğu belirlenmiştir. Çalışma, *Papaver* cinsi içerisindeki seksiyonel sınırların net olmadığını ve taksonomik bir revizyona ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır [41].

Carolan vd. 2006, *P. rhoeas* ve *P. orientale* türlerine ait tam kloroplast genomlarını rapor etmiş ve her bir türde 130 gen tanımlamıştır (85 protein kodlayan gen, 37 tRNA ve 8 rRNA geni). Çalışma, kloroplast genomunun, Papaveraceae familyası içindeki filogenetik ilişkilerin açıklığa kavuşturulmasında etkili bir araç olduğunu göstermiştir [50].

Son yıllarda, *Papaver* cinsi üzerine yapılan moleküler barkodlama çalışmaları, taksonomik sınıflamaları desteklemek amacıyla da kullanılmaktadır. Cheng vd. 2022, nükleer ribozomal DNA'nın ITS2 bölgesini kullanmıştır. Bazı türlerin polifiletik gruplar içinde yer alması, tür düzeyindeki sınırların hâlen net olarak tanımlanmadığını göstermektedir [51].

Peng vd. 2024, Papaveraceae familyası içindeki filogenetik ilişkileri yeniden değerlendirmiş, 48 cinse ait iki nükleer ve yedi plastit DNA bölgesinden elde edilen dizi verilerini, kapsamlı morfolojik verilerle entegre etmiştir. Bu çalışma, tribüs düzeyindeki taksonomik değerlendirmelerde morfolojik ve moleküler verilerin birleştirilmesinin önemini vurgulamaktadır [52].

2.3. *Papaver* Türlerinin Etnobotanik Kullanımı

Papaver cinsinin geleneksel ve tıbbi özellikleri M.Ö. 3000 yıllarına kadar uzandığı kaynaklarla belgelenmiştir. *Papaver* türleri, farklı coğrafyalarda halk hekimliğinde yaygın biçimde kullanılan bitkilerdir. Örneğin, *P. argemone* İran'da baş ağrısı ve öksürük tedavisinde kullanılmaktadır [53]. *P. bracteatum*'un çiçek, yaprak ve tohumları ise hipnotik, sedatif, solunum yolu enfeksiyonları, boğaz ağrısı, sindirim problemleri, göz kapağı iltihabı, spazm ve romatizma ağrılarının tedavisinde değerlendirilmektedir [54].

Türkiye’de ise *P. dubium* çiçekleri soğuk algınlığı ve öksürüğe karşı [55, 56], *P. lacerum* tomurcukları guatr tedavisinde [55], *P. lateritium* çiçekleri sedatif, antitussif, bronşiyal ve hipnotik amaçlarla [57], *P. macrostomum* çiçekleri öksürük tedavisinde ve *P. orientale* tohumları müşil, yaprakları ise astım tedavisinde kullanılmaktadır [55], Edirne Lalapaşa çevresinde yerli halk tarafından gelincik (*Papaver rhoeas* L.) taç yapraklarını uykusuzluk (insomnia) durumunda sulu infüzyon şeklinde kullanılmaktadır [58].

Türkiyede yetişen *Papaver* türleri kokusu hafif, tadı ise acımtırak petalleri halk arasında gelincik çiçeği olarak bilinmektedir. Bileşiminde müsilaç, renk maddeleri ve alkaloidler (roadin) taşımakta olup yatıştırıcı, öksürük kesici, göğüs yumuşatıcı ve hafif uyutucu etkilere sahiptir. Kurutulmuş gelincik meyvası toz edilip bal ile karıştırılarak öksürük kesici olarak kullanılmaktadır. Taban yaprakları İstanbul ve Anadolu’da sebze olarak kullanılmaktadır. Ayrıca gelincik şurubu öksürük kesici ve göğüs yumuşatıcı olarak kullanılmaktadır [59].

P. somniferum ise çok yönlü etnobotanik kullanımlarıyla öne çıkan bir türdür. Tohumları özellikle Avrupa ve Asya mutfaklarında ekmek, çörek ve tatlılarda gıda amaçlı değerlendirilmiş, yağından ise yemeklik olarak ve kozmetik alanlarında yararlanılmıştır [60, 61]. Bitkinin kapsül lateksi tarihsel olarak halk hekimliğinde analjezik, sedatif ve öksürük kesici olarak kullanılmış, Antik Yakın Doğu ve Akdeniz kültürlerinde uykusuzluk ve ağrı tedavisinde yer bulmuştur [62, 63]. Ayrıca bazı Asya toplumlarında ritüel amaçlı yakıldığına dair kayıtlar mevcuttur [64]. Bunun yanı sıra, haşhaş küspesi hayvan yemi olarak, yağı ise sabun ve boya yapımında değerlendirilmiştir [65]. Bu bulgular, *P. somniferum*’un yalnızca farmasötik değil, aynı zamanda gıda, halk hekimliği, veterinerlik ve kültürel ritüeller açısından da önemli bir bitki olduğunu göstermektedir.

Papaver cinsinin türleri antiinflamatuvar, antidiyabetik, analjezik gibi etkilerinden dolayı geleneksel tıpta tedavi amaçlı çokça kullanılmıştır [66]. Seksiyona ait türlerin geleneksel kullanımları Tablo 2.1 verilmiştir.

P. guerlekense ’nin ise genç sürgünleri salatalarda, zeytinyağlı yemeklerde kullanılır [67]. Seksiyona ait diğer taksonlarda literatüre dayalı bir geleneksel kullanım bulunamamıştır.

Tablo 2.1. *Rhoeadium seksiyonu* taksonlarının bazı geleneksel kullanımları

Taksonlar	Ülke	Kullanılan Kısım	Kullanım Amacı	Ref.
<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	Türkiye	Çiçek	Soğuk algınlığı, antitüssif	[55, 56]
<i>P. arenarium</i>	Türkiye	Toprak üstü	Antitüssif, ekspektoran	[68]
<i>P. rhoeas</i>	İtalya	Toprak üstü Yaprak ve Çiçek Meyve ve Genç sürgün Meyve ve Tohum	Depüratif, Antitüssif, çocuklar için sedatif, hipnotik etki, Hipnotik ve sedatif etki Sakinleştirici ve diş ağrısı rahatsızlıklarında	[53, 69-74]
	Cezayir	Toprak üstü	Solunum yolu hastalıkları	[69]
	Kıbrıs	Toprak üstü	Sindirim sistemi hastalıkları	
	İspanya	Toprak üstü	Solunum yolu hastalıkları	
	İran	Çiçek Kapsül, Tohum	Sedatif, hipnotik ve bağımlılık yapıcı etki, Antidiyabetik etki	[75] [76]
	Türkiye	Toprak üstü (Harici kullanım) Meyve (Harici kullanım) Tohum (Harici kullanım) Meyve ve Tohum	Vücutta kırmızı lekeler için, Yanık tedavisinde Deri hastalıkları ve yaraların iyileştirilmesinde Sindirim ve sinir sistemi ile solunum yolu hastalıklarında	[77]
	Hindistan	Yaprak (Harici kullanım) Meyve Tohum	Şişkinlik giderici Antitüssif ve antidiyaretik etki Demülsent, antispazmolitik, tonik etki	[78-81]

2.4. *Papaver* Türlerinin Fitokimyasal İçerikleri

Tıbbi bitkilerin fitokimyasal bileşimlerinin belirlenmesi, etkin bileşenlerin tanınması açısından son derece önemlidir. Bu bileşimler, farklı organik yapılara sahip doğal bileşiklerin karmaşık karışımlarını içerir ve bitki kaynağına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir [82].

Alkaloidler

Papaver türleri, alkaloidler, fenolik bileşikler ve uçucu yağ bileşenleri dahil olmak üzere birçok fitokimyasal sınıfı içermektedir [83]. Bu sınıflar, *Papaver* bitkilerinin farklı kısımlarında bulunmakta olup detaylar aşağıda verilmiştir.

Diğer fitokimyasallarda olduğu gibi, haşhaş bitkilerinde alkaloid üretimi de çevresel stres koşullarıyla indüklenir. Ancak, bu süreçlerin düzenlenmesine ilişkin ayrıntılar henüz tam olarak bilinmemekte ve araştırılmaya devam edilmektedir [84]. Ayrıca, aynı tür içinde bile alkaloid bileşimi değişiklik gösterebilir [85]. Bu nedenle *Papaver* cinsi 170’den fazla alkaloid üretmektedir [86, 87]. Özellikle, *P. somniferum*’da benzilizokinolin alkaloidleri (papaverin) ve morfinan alkaloidleri (morfin, kodein, tebain) tespit edilmiştir. Bu türün yasadışı kullanımı nedeniyle ekimi Uluslararası Narkotik Kontrol Kurulu tarafından sıkı şekilde denetlenmektedir [88, 89].

Papaver bracteatum da tebain kaynağıdır; tebain, kodein ve türevlerinin öncül maddesidir [21, 90, 91]. Bu türün kapsüllerinde morfin ve oripavin yüksek konsantrasyonda bulunurken, gövde dokularında daha düşüktür. Ayrıca köken ve yetiştirme yeri, tebain, morfin ve oripavin oranlarını etkilemektedir [92]. Başka bir çalışmada bu türde başlıca alkaloidlerin salutaridin (promorfinan) ve tebain olduğu bildirilmiştir [86]

Papaver rhoeas’ın fitokimyasal bileşiminde ise roadin tipi alkaloidler (örneğin roadin ve rhoeagenin) major bileşiklerdir [93, 94]. Kütle spektrometrisi ile yapılan son çalışmalar, *Papaver* örneklerinde çok sayıda alkaloidin tanımlanmasına olanak sağlamıştır. Örneğin, elektrospay iyonizasyon tekniği kullanılarak *P. rhoeas* ve *P. somniferum*’un toprak üstü kısımlarında 55 alkaloid belirlenmiştir. Bu alkaloidler arasında benzofenantridin, protoberberin, benzilizokinolin, aporfin ve roadin tipleri bulunmuştur. İlginç olarak, roadin alkaloidleri yalnızca *P. rhoeas*’ta tespit edilmiştir; morfin ve kodein ise *P. somniferum*’da tanımlanmıştır [11].

Türkiye’den toplanan dört *Papaver* türünde (*P. lacerum*, *P. syriacum*, *P. glaucum* ve *P. rhoeas*) yapılan YPSK–KS/KS analizlerinde pronusiferin (proaporfin tipi) ve roemerin (aporfin tipi) alkaloidleri saptanmıştır. Özellikle roemerin bazı *P. rhoeas* örneklerinde major bileşik olmuştur [95, 96]. İlginç olarak, bu alkaloidlerin hipokampal SH-SY5Y hücrelerinde beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) protein ekspresyonunu artırdığı da gösterilmiştir [97].

Türkiye’de geniş yayılış gösteren *P. macrostomum*, protopin (protopin), benzilizokinolin (makrostomin, dehidromakrostomin, sevanin), roadin (roadin, papaverrubin A–E), aporfin (izokoridin), izopavin (amurensin, amurensinin), protoberberin (keilantifolin), proaporfin (mekambrin) ve benzil tetrahidroizokinolin (laudanisin) tipi alkaloidler içermektedir [98].

Bunun yanı sıra, *P. orientale*’nin başlıca alkaloidleri oripavin (morfinan tipi) ve mekambridin (protoberberin tipi) iken, *P. pseudo-orientale*’de mekambridin, izotebain (aporfin tipi) ve orientalidin (protoberberin tipi) tespit edilmiştir. *P. dubium*’un temel bileşenleri berberin ve talifendin, *P. lacerum*’da ise roemerin olarak bildirilmiştir. Ayrıca izokoridin, stilopin (tetrahidroprotoberberin tipi), tetrahidropseudokoptisin, roemerin, mekambrin ve allokryptopin gibi alkaloidlerin varlığı alt taksonlara bağlı olarak değişiklik göstermektedir [99].

Moğolistan kökenli *Papaver pseudocanescens* M. Pop.’un toprak üstü kısımlarında yapılan fitokimyasal inceleme sonucunda izokinolin ve promorfinan tipinde sekiz alkaloid izole edilmiş ve yapısal olarak aydınlatılmıştır. Bu alkaloidlerden 8,14-dihidroamurin, 8,14-dihidroflavinantin ve flavinantin promorfinan grubuna; alborin, mekambridin ve mekambridin metohidroksit retroprotoberberin grubuna; amurensinin izopavin grubuna; O-metilarmepavin ise benzilizokinolin grubuna aittir. O-metilarmepavin *Papaver* cinsi için yeni bir alkaloid olup, ayrıca promorfinan tipindeki alkaloidler bu türde ilk kez rapor edilmiştir [100].

Papaver setigerum Goldblatt’da morfin, kodein, papaverin ve noskapin başlıca alkaloidler olarak bildirilmiş, bazı varyetelerde kodein miktarının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir [101, 102]. Buna ek olarak, *P. decaisnei* Hochst. & Steud. ex Elkan üzerine yapılan bir çalışmada GC–MS analizi ile benzilizokinolin grubu alkaloidler (örneğin berberin, koptisin, protopin ve roemerin) tespit edilmiş, bu türün de dikkate değer bir

alkaloit profiline sahip olduğu ortaya konmuştur [103]. *Rhoeadium* seksiyonuna ait taksonların ise alkaloit listesi Tablo 2.2’de verilmiştir.



Tablo 2. 2. *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının alkaloit çalışmaları

Taksonlar	Kullanılan Kısım	Alkaloitler	Ref.
<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	Toprak üstü	Berberin, Koridin, İzokoridin, Stylopin, Tetrahidropseudokoptisin, Talifendin,	[86]
<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	Toprak üstü	Allokriptofin, Mekainbrin, Protopin, Roeinerin,	
<i>P. arachnoideum</i>	Toprak üstü (kapsüllü)	Koridin, Dehidroeroemerin, İzokoridin, Mekambrin, N-Metilasimillobin, N-Oksit, Pronusiferin, Rhopalotin, Roemerin, Roemerin,	[104]
<i>P. arenarium</i>	Toprak üstü	Makrostomin, Glikomarin, Cheilanthifolin, Arenin ve Sevanin	[105]
<i>P. rhopalotheca</i>	Toprak üstü	Berberin, Koptisin Kriptofin, Kularin, İzokoridin, Narsein, Narkotin, Protopin, Rhopalotin, Roeinerin,	[86]
<i>P. stylatum</i>	Toprak üstü	Mekonokuintuplin, Amurin	[106]
<i>P. clavatum</i>	Toprak üstü	İzokoridin, Berberin	
<i>P. syriacum</i>	Toprak üstü (Kültür)	-(-) Stylopin, -(-) β Stylopin, (+)-Mekambrin, Berberin, Korysamin, İzoroadin, Protopin, Roadin, Rhoeagenin, Tebain,	[107]
<i>P. rhoeas</i>	Toprak üstü	Allokriptofin, Berberin, Kanadin, Keleritrin, Koptisin, Koulteropin, Kriptofin, Epiberberin, Glaukamin, Glauadin, (+)-İzokoridin, İzoroadin İzorhoeagenin, Mekambrin N-Metilasimillobin, Oksisanginarin, Papaverrubin A, Papaverrubin B, Papaverrubin C, Papaverrubin D, Papaverrubin E, Protopin, (+)-Roadin, (+)-Rhoeagenin, (+)-Roemerin, Salutaridin, Sanguinarin Sinaktin, Stylopin	[93, 96, 101, 108-113]
	Petal	İzoroadin	[96]
	Yaprak	Trigonellin	[114]
	Kök	İzorhoeagenin, (+)-Roadin	[93, 110]

Fenolik bileşikler

Fenolik bileşikler, *Papaver* türlerinde bulunan doğal antioksidanlar ve biyolojik açıdan ilgi çekici fitokimyasallardır. Örneğin, *P. rhoeas* petallerinde bulunan flavonoidler bitkinin renklerinden (beyaz, sarı, turuncu, kırmızı) sorumludur. Özellikle kırmızı çiçeklerde antosiyaninler bulunur [115]. Soulimani ve vd. 2001, *P. rhoeas* petallerinin liyofilize etanolik sulu ekstratlarında antosiyaninlerin varlığını göstermiş, ancak alkaloidleri tespit etmemiştir [116]. Bu bitkinin kırmızı ve turuncu taç yapraklarında pelargonidin glikozitleri saptanmıştır [117].

Papaver nudicaule (kültür)'de flavonoid türevli indol alkaloidleri olan nudikaulinler, pelargonidin glikozitleri (antosiyaninler) ve kamferol ile gossypetin glikozitleri (flavonoller) uç petallerde rapor edilmiştir [118, 119]. Ayrıca, tüm petallerin taban bölgesindeki lekede gosipetin glikozitleri, sarı renkli stamenlerde ise karotenoidler bulunmuştur [118]. Diğer bir çalışmada ise bu bitkinin sarı petallerinde nudikaulinler, gosipetin-7-*O*-glikozit (gosipitrin) ve yedi farklı kamferol glikoziti tanımlanmıştır [120]. Benzer şekilde *P. alpinum* L. türünde de bu bileşikler bulunmuştur [119].

Papaver dubium'da klorojenik asit, gallik asit ve ellajik asit gibi fenolik asitler, kersetin ve kamferol türevleri ile siyanidin-3-*O*-rutinozid antosiyanini rapor edilmiştir. *P. hybridum*'da gallik ve ferulik asit gibi polifenoller ile izoramnetin ve kamferol türevleri belirlenmiştir. *P. macrostomum*'da kateşik ve kafeik asitler ile luteolin türevleri kaydedilmiştir [121].

Uçucu yağlar ve diğer bileşenler

Papaver cinsine ait türlerde yapılan uçucu yağ analizleri, sınırlı sayıda tür için rapor edilmiş olup, çoğu türde henüz çalışmalar bulunmamaktadır. *P. rhoeas*'ın Türkiye Elazığ bölgesinden toplanan toprak üstü kısımlarından hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağ, gaz kromatografisi ile analiz edilmiştir. Toplam uçucu yağın %98,6'sını oluşturan 21 bileşik belirlenmiştir. Başlıcaları: fitol (%52,8) trikonan (%7,8), 2-pentadekanon (%6,0), henikosan (%5,3) olarak bulunmuştur [122]. Bu bileşiklerden özellikle fitol, biyoaktif özellikleri ile dikkat çekmektedir [123]. Benzer şekilde çözücü olmayan mikrodalga destekli (solvent-free microwave) ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen *P. rhoeas* çiçek ve yapraklarının uçucu yağlarında doymuş ve doymamış

hidrokarbonlar, alkoller, esterler, aldehitler ve dikkat çekici olarak kantharidin (genellikle böcekler tarafından üretilen bir metabolit) ile farnesol tespit edilmiştir [124].

Dilek vd. 2018, *P. somniferum* çiçeklerinden hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilen uçucu yağ bileşimini incelemişlerdir. Başlıca bileşenler: *n*-nonadekan (%9,0), henikosan (%10,8), *n*-pentakosan (%7,9), palmitik asit (%7,3), 1-nonadekanol (%16,3) olarak rapor edilmiştir [125]. Başka bir çalışmada Krist vd. 2005, *P. somniferum* tohum yağı örneklerindeki başlıca uçucu bileşiklerin: 1-pentanol (%3,3–4,9), 1-heksanal (%10,9–30,9), 1-heksanol (%5,3–33,7), 2-pentilfuran (%7,2–10,0), kaproik asit (%2,9–11,5) olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, *P. somniferum* tohum yağının trigliserit kompozisyonu, matris destekli lazer desorpsiyon/iyonizasyon-zaman uçuşlu-KS (MALDI-TOF-MS) ve elektrosprey iyonizasyon iyon tuzağı-KS/KS teknikleri ile analiz edilmiştir. Bu analizler sayesinde majör trigliserit bileşenleri belirlenmiş olup, yağın yaklaşık %70'ini linoleik, oleik ve palmitik asit oluşturmaktadır [126]. Yüksek orandaki doymamış yağ asitleri, haşhaş tohumu yağını kardiyovasküler sağlığı korumaya yönelik gıdalarda kullanılabilir hale getirmektedir.

Bunun dışında diğer *Papaver* türleri için literatürde uçucu yağ bileşenlerini ortaya koyan kapsamlı çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çok yönlü fitokimyasal çeşitlilik farmakolojik aktivitelerin anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır.

2.5. *Papaver* Türleri Üzerinde Yapılmış Biyolojik Aktivite Çalışmaları

Papaver türleri içerdiği fitokimyasal bileşikler ve bu bileşiklerin ortaya koyduğu çeşitli biyolojik aktiviteler nedeniyle sağlık alanında önemli bir yere sahiptir. *Papaver* türlerinde antimikrobiyal, antioksidan, antiinflamatuvar, analjezik, sedatif ve antikanser etkiler başta olmak üzere pek çok biyolojik aktivite rapor edilmiştir.

Analjezik Aktiviteler

Bazı çalışmalar, haşhaş kapsülünden izole edilen opiatların analjezik etkisinin bağışıklık sistemine yönelik tedaviler tarafından modüle edildiğini ortaya koymuştur. Anlaşıldığı üzere hastalık sırasında morfin analjezisine yönelik inhibisyon, yalnızca artan ağrı duyarlılığı ile analjezinin dengelenmesinden değil, aynı zamanda endojen antianaljezik mekanizmaların etkisinden de kaynaklanabilmektedir. N-metil-D-aspartatın ve merkezi opioid reseptörlerinin rolü Johnston ve Westbrook 2005, tarafından ortaya konmuş, ayrıca

omurilikte glial aktivasyonun da bu süreçte yer aldığı bildirilmiştir. Diğer *Papaver* türlerinin de bazı analjezik özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir [123].

Ibrar vd. 2015, *P. pavoninum* C.A.Mey. bitki ekstresinin analjezik aktivitesini rapor etmiştir. Çalışma fare modeli üzerinde gerçekleştirilmiş ve sonuçlar, bitki ekstresinin 50, 100 ve 150 mg/kg vücut ağırlığı dozlarının tamamında farelerde ağrıyı anlamlı derecede azalttığını göstermiştir. Bu azalma, kıvrılma sayısındaki düşüşle sırasıyla %36.91, %57.01 ve %68.39 olarak belirlenmiştir. Ağrının azalması doza bağımlı olup, 150 mg/kg dozunun standart analjezik ilaçtan daha etkili olduğu ortaya konmuştur [127]. Benzer şekilde, Lübnan'a endemik bir tür olan *P. libanoticum* Boiss.'in toprak üstü kısımlarının etanolü ekstresi de merkezi sinir sistemindeki opioid reseptörlerinin aktivasyonu yoluyla güçlü ve doza bağımlı bir analjezik aktivite göstermiştir. Bu etkinin, morfin veya türevlerinden farklı alkaloidler ile fenolik bileşiklerin varlığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir [128]. Shams vd. 2008, tarafından *P. rhoeas*'un hidroalkollü ekstresinin farelerde uygulanarak, morfinin (1–10 mg/kg) kuyruk refleksi (tail-flick) yöntemiyle indüklediği analjezik tolerans üzerindeki etkisi test edilmiştir. Sonuçlar, *P. rhoeas* ekstresinin 25–100 mg/kg dozlarında analjezi üzerinde herhangi bir etkisinin bulunmadığını göstermiştir. Ancak morfin uygulamasından önce farklı dozlarda (25–100 mg/kg) ekstre verilen hayvanlarda, morfinin oluşturduğu analjezik toleransın azaldığı belirlenmiştir [129].

Sitotoksik Çalışmaları ve Antikanser Aktivite

Birçok çalışma, *Papaver* cinsine ait türlerin (*P. somniferum*, *P. rhoeas*, *P. lacerum* Popov ve *P. nudicaule* dahil) antikanser bileşikler sağlayabileceğini ortaya koymuştur; ancak çalışmaların çoğu *in vitro* veya *in silico* olarak gerçekleştirilmiştir [130-134]. Bu etkinin, kullanılan bitki kısmına ve çözücüye bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir [135]. İncelenen bileşikler arasında özellikle alkaloidlerin antikanser özellikler gösterdiği saptanmıştır [131, 132]. Bunlar içerisinde en etkili alkaloidlerin berberin ve makranthin olduğu; ayrıca bu bileşiklerin kanser dışı bir model olan Vero hücre hattında düşük toksisite sergilediği bildirilmiştir. *P. somniferum* temelli nanopartiküller (PbO ve Fe₂O₃) hepatik karsinom tedavisinde HepG2 hücre hatlarında sitotoksik etki göstermiştir [131]. Bu nanopartiküllerden PbO temelli olanların, daha küçük boyutlarından kaynaklanan daha yüksek penetrasyon kabiliyeti sayesinde (~%79 inhibisyon), Fe₂O₃ nanopartiküllerine (%61 inhibisyon) kıyasla daha yüksek sitotoksikite ortaya koyduğu bildirilmiştir.

Bir başka çalışmada, *P. rhoeas*'un petallerinden elde edilen kimyasal ekstreler, cilt kanserinin önlenmesindeki potansiyelleri açısından test edilmiştir. İnsan keratinositlerinde DNA ve RNA düzeyinde subletal UVB aracılı lezyonlar gözlenmiş ve bu nedenle *Papaver* taç yaprak ekstrelerine dayalı güneş koruyucuların umut verici olabileceği belirtilmiştir [136].

Tuzlu su karidesi üzerindeki letalite testleri, mevcut sitotoksosite ve antitümör analizleri için bir ön tarama yöntemi olarak uygulanabilmektedir[137]. Bu bağlamda, diğer bazı çalışmalarda *Papaver* ekstreleri tuzlu su karidesi yumurtalarında test edilmiştir [137, 138]. En etkili ekstre, *P. pavoninum*'un tüm bitkisinden etanol ile elde edilen ekstre olup, öldürücü konsantrasyon %50 (LC₅₀) değeri 2.54 µg/mL olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, *P. rhoeas* tohumlarından diklorometan (LC₅₀ = 24 µg/mL) ve metanol (LC₅₀ = 26 µg/mL) ile elde edilen ekstreler daha düşük etki göstermiştir [127, 137]. Bununla birlikte, söz konusu LC₅₀ değerleri 30 µg/mL'nin altında olduğundan, bu ekstreler Khalighi-Sigaroodi vd. 2012, tarafından Leguminosae familyasına ait 23 bitki türünün ekstreleriyle yapılan karşılaştırmalı çalışmada da belirtildiği üzere, anlamlı sitotoksosite sergilemiştir [137].

Yukarıda bahsedilen çalışmalara ek olarak, narkotik olmayan noskapin ve papaverin alkaloidlerinin; hücre proliferasyonunu inhibe ederek, apoptotik hücre ölümünü indükleyerek ve hücre döngüsü durmasına neden olarak meme, karaciğer, kemik, prostat, kolorektal kanser ve fibrosarkom gibi farklı insan kanserlerine karşı güçlü antikanser ajanlar olduğu bildirilmiştir [139].

Antimikrobiyal Aktivite

Papaver bitkilerinden elde edilen çeşitli ekstrelerin antimikrobiyal aktiviteleri sınırlı sayıda da olsa çalışılmıştır. Bu çalışmalar arasında, alkaloidler ve fenolik bileşikler de dahil olmak üzere çeşitli bileşenler içeren *P. somniferum* tohum ekstrelerine (hekzan, metanol, etanol ve etil asetat) disk difüzyon yöntemi uygulanmış ve metanol ekstresi *Staphylococcus aureus* MTCC 3160 (2.00 mm ZOI) ve *Aspergillus niger* MTCC 281 (3.00 mm ZOI), *A. oryzae* MTCC 624 (3.00 mm ZOI) *A. flavus* MTCC (227 1.50 mm ZOI) türlerine karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi sergilemiştir [140]; buna karşın sulu ve etanollü ekstrelerin %5 derişimde kök çürüklüğü mantarlarına karşı etkili olduğu bildirilmiştir [141]. Başka bir çalışmada, *P. somniferum*'un kurşun oksit (PbO) ve demir oksit (Fe₂O₃) temelli nanopartiküllerin yeşil sentezinde kullanılmasıyla antimikrobiyal

aktivitesi değerlendirilmiştir. Her iki nanoparçacık da tüm patojen mikroorganizmalara (*Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4617, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9721, *Fusarium solani* FCBP 0041, *Aspergillus flavus* FCBP 0064, *A. fumigatus* FCBP 1264 ve *A. niger* FCBP-0198) karşı doz-bağımlı (4–10 mg/mL konsantrasyonlarda) antimikrobiyal aktivite göstermiştir [142]. Ancak, *Papaver* temelli PbO nanopartiküllerinin, Fe₂O₃ nanoparçacıklarına kıyasla daha küçük boyutlarından dolayı daha yüksek antibakteriyel etki sergilediği belirtilmiştir.

Ünsal vd. 2009, tarafından yapılan karşılaştırmalı bir çalışmada, *P. argemone* L. subsp. *davisii* Kadereit, *P. dubium* L. subsp. *lecoqii* var. *lecoqii* (Lamotte) Syme Kadereit, *P. rhoeas* ve *P. clavatum*'un toprak üstü kısımlarından çeşitli çözücülerle (petrol eteri, dietil eter, kloroform, aseton ve etanol) hazırlanan ekstrelerin antimikrobiyal aktiviteleri mikrobulyon dilüsyon yöntemiyle değerlendirilmiştir. Test edilen çözücüler arasında, petrol eteri ve dietil eter ile elde edilen *P. dubium* subsp. *lecoqii* var. *lecoqii* ekstreleri, sırasıyla 9.76 ve 19.52 µg/mL minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) değerleri ile *S. aureus*'a karşı diğer ekstrelere kıyasla daha yüksek etkinlik göstermiştir. Ayrıca, *P. argemone* subsp. *davisii*'nin dietil eter ve kloroform ekstreleri ile *P. rhoeas*'un dietil eter, kloroform ve aseton ekstreleri *Staphylococcus aureus* ATCC 65538 üzerinde 39.06 µg/mL MIC değeri ile etkili bulunmuştur [143].

Türkiye'den toplanan *Papaver rhoeas*'ın toprak üstü kısımlarından elde edilen tersiyer alkaloidler (mekambrin, roemerin, salutaridin, koulteropin, protopin, epiglaucamin, glaucamin, glaudin, izoroadin, izorhoeagenin, roadin, rhoeagenin) mikrobulyon dilüsyon yöntemi ile altı bakteri türü (*Staphylococcus aureus* ATCC 65538, *S. epidermidis* ATCC 12228, *Escherichia coli* ATCC 11229, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 1539, *Proteus mirabilis* ATCC 14153) ve üç *Candida* türü (*C. albicans* ATCC 10231, *C. parapsilosis* ATCC 22019, *C. Tropicalis* ATCC 750 üzerinde test edilmiştir. Bitki örnekleri 11 farklı lokaliteden toplanmış ve en yüksek roemerin alkaloidi içeren örneklerde, *S. aureus*'a karşı 1.22 µg/mL ve *C. albicans*'a karşı 2.42 µg/mL MIC değerleri ile en güçlü antimikrobiyal aktivite elde edilmiştir [96].

P. rhoeas arı (*Apis mellifera* L.) poleninden izole edilen aktif bileşiklerin influenza virüslerine (H1N1, H3N2 ve H5N1) karşı antiviral aktiviteleri gösterilmiştir. Toplamda altı flavonoid (kamferol-3-sophorosit, kamferol-3-neohesperidosit, kamferol-3-

sambubiosit, kamferol-3-glukosit, kersetin-3-sophorosit, luteolin) ile bir alkaloit (keliantifolin) izole edilmiş ve bu bileşiklerin nöraminidaz inhibitör aktivitesi sergileyerek virüsün yayılma kabiliyetini azalttığı belirlenmiştir. %50 inhibisyon için gerekli konsantrasyon (IC₅₀) H1N1 için 10.7–100.5 µM, H3N2 için 25.6–143.2 µM ve H5N1 için 12.6–151.1 µM aralığında bulunmuş; test edilen tüm bileşikler arasında en güçlü etkinin luteoline ait olduğu bildirilmiştir [144].

Sırbistan'dan toplanan *Papaver rhoeas*'ın etanol ekstresinin göre disk difüzyon yöntemi ile 10 mg/mL konsantrasyonda *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* ATCC 8739, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 ve *Candida albicans* ATCC 10231'a karşı farklı etkiler gösterdiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada, ekstrelerin *Bacillus subtilis* ve *Aspergillus niger* suşlarına karşı herhangi bir etki göstermediği bildirilmiştir [115].

Fas'tan toplanan *Papaver rhoeas*'ın kök, gövde, yaprak ve çiçek kısımlarının etanol ekstrelerinin antimikrobiyal aktivitesi beş patojen bakteri ve maya üzerinde disk difüzyon ve mikrodilüsyon yöntemleriyle incelenmiştir. *P. rhoeas*'ın çiçek ve gövde ekstrelerinin *Escherichia coli* 57'ye karşı MIC değerleri sırasıyla 1.56 ve 0.78 mg/mL, *Staphylococcus aureus*'a karşı ise 50 ve 25 mg/mL olarak bildirilmiştir. Ayrıca en düşük MLC değeri *E. coli* 57 üzerinde kök ve gövde ekstrelerinde 1.56 mg/mL olarak kaydedilmiştir [145].

Papaver rhoeas çiçeklerinden elde edilen Soxhlet ekstrelerinin antibakteriyel aktiviteleri disk difüzyon yöntemi ile agar ortamında *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Enterobacter faecalis* bakterilerine karşı test edilmiştir. Soxhlet ekstresinin *E. faecalis*'e karşı 0.11 mg/mL MIC değeri ile güçlü antibakteriyel etki gösterdiği, ayrıca tüm ekstrelerin incelenen suşlar üzerinde dikkate değer bakteriyostatik aktivite sergilediği ve sentetik antibiyotiklere doğal bir alternatif olarak değerlendirilebileceği rapor edilmiştir [146].

Irak'tan toplanan *Papaver glaucum* ve *P. decaisnei*'nin metanol (seri dilüsyon yöntemi) ve alkaloit ekstrelerinin *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 üzerindeki etkileri rapor edilmiştir. Çalışmada, *P. decaisnei*'den elde edilen toplam tersiyer alkaloitlerin (mekambrin ve roemerin) MIC değeri *P. aeruginosa* ve *E. faecalis*'e karşı 27.5 µg/mL, metanol ekstresinin ise 200 µg/mL olarak belirlenmiştir. *P. glaucum*'un toplam tersiyer alkaloitlerinin (papaverin ve palaudin ile N-metilasimilobin) *E. faecalis*'e karşı MIC değeri 47 µg/mL, metanol ekstresinin ise 180 µg/mL; aynı türün

P. aeruginosa'ya karşı toplam alkaloit MIC değeri 47 µg/mL, metanol ekstresininki ise 90 µg/mL olarak rapor edilmiştir [147].

Türkiye'den toplanan *Papaver hybridum*'un ise *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus cereus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Listeria monocytogenes*, *Micrococca luteobuccians* ve *Candida fragilis* suşlarına karşı herhangi bir antimikrobiyal aktivite göstermediği bildirilmiştir [148].

Ayrıca, *P. nudicaule*'de in vitro ve in vivo sentezlenen nudikaulin türevlerinin antimikrobiyal aktiviteleri de değerlendirilmiş, ancak yalnızca bir türevin (17-metil-5,7,11,3',4'-penta-O-metilnudikaulin) hafif düzeyde etkili olduğu rapor edilmiştir [132].

Antioksidan Aktivite

Çin de yapılan bir araştırmaya göre, toz haşhaş kapsülü ekstraktının 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (DPPH) yöntemiyle antioksidan aktivitesini ve bunun kantitatif parmak izi ile ilişkisini açıklamış; morfin ve kodeinin bu biyolojik aktivite üzerinde pozitif etkiye sahip bileşenler arasında olduğunu bildirmiştir [149]. Bu bulgu, Baros ve vd. 2012 tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla da uyum göstermektedir [150]. Ayrıca, bitkinin farklı kısımlarını değerlendiren güncel bir çalışmada, *P. somniferum* nanopartiküllerinin serbest radikal süpürücü (FRS), toplam indirgeme gücü (TRP) ve toplam antioksidan kapasite (TAC) yöntemleri ile konsantrasyona bağlı aktivite gösterdiği belirlenmiştir. PbO nanoparçacıkları %54 FRS aktivitesi, 16.8 mg askorbik asit eşdeğeri/mg TRP ve 106.1 mg askorbik asit eşdeğeri/mg TAC değerleri ile anlamlı antioksidan aktivite sergilerken; Fe₂O₃ nanoparçacıkları sırasıyla %52 FRS aktivitesi, 16.8 mg askorbik asit eşdeğeri/mg TRP ve 131.1 mg askorbik asit eşdeğeri/mg TAC değerleri göstermiştir [142].

Papaver rhoeas'ın antioksidan aktivitesi DPPH) 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) (ABTS) ve ferrik indirgeme antioksidan gücü (FRAP) yöntemleriyle araştırılmıştır. Sonuçlar, yaprak ekstresinin anlamlı antioksidan aktivite gösterdiğini ve yarı maksimal etkili konsantrasyon (EC₅₀) değerlerinin DPPH için 28.72 mg/100 g kuru ağırlık, FRAP için 185.29 mM Fe²⁺/100 g kuru ağırlık ve ABTS için 12.07 mM Trolox eşdeğeri/100 g kuru ağırlık olduğunu ortaya koymuştur [151]. Ayrıca, bu bitkinin su ekstresi de DPPH ve süperoksit anyon testleriyle değerlendirilmiş; DPPH yöntemi için IC₅₀ değeri 4.81 mg/mL olarak belirlenmiş ve anti-ROS testinde en yüksek antioksidan

aktivite göstermiştir [152]. Bunun yanı sıra, *P. rhoeas*'un hidrofilik ve lipofilik antioksidan aktiviteleri TEAC yöntemiyle incelenmiş; yabani *P. rhoeas* yaprakları, diğer bitki türleri arasında en yüksek toplam antioksidan aktiviteyi (1326 µmol TE/100 g taze ağırlık) göstermiştir. Bu durum, yapraklardaki toplam fenolik ve flavonoit içeriği ile de uyumlu bulunmuştur [153].

Papaver rhoeas 'ın petallerinden hazırlanan farklı ekstralarında (metanol, etanol, metanol-su, etanol-su karışımı ve su) toplam fenolik (9.73–19.91 mg GAE/g) ve flavonoit (7.90–11.45 mg QE/g) içerikleri ile antosiyanin miktarı (4.72–5.19 mg siyanidin-3-O-glukosid/g) belirlenmiş; DPPH testi ile tüm ekstraların %80'in üzerinde güçlü radikal süpürücü aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca fenolik ve flavonoit içerikleri ile antioksidan aktivite arasında yüksek korelasyon saptanmıştır ($R^2 = 0.965$ ve 0.752) [115].

Papaver rhoeas çiçeklerinden elde edilen maserasyon ve Soxhlet yöntemiyle hazırlanan ekstralarında Folin-Ciocalteu kolorimetrik yöntemi ile belirlenen toplam fenolik içerikler sırasıyla 95.4 ± 2.42 ve 165.4 ± 3.84 mg GAE/g olarak bulunmuştur. Flavonoit fraksiyonları ise daha düşük seviyelerde olup, maserasyon ekstresinde 8.67 ± 0.024 mg QE/g, Soxhlet ekstresinde ise 21.7 ± 2.05 mg QE/g olarak rapor edilmiştir. Antioksidan aktivite, DPPH serbest radikal süpürme yöntemi ile değerlendirilmiş ve her iki ekstrede elde edilen sonuçların standart olarak kullanılan askorbik asit ($IC_{50} = 0.13879$ mg/mL) ile karşılaştırıldığında dikkate değer olduğu belirtilmiştir. En yüksek ve önemli antioksidan etkinlik Soxhlet ekstresinde ($IC_{50} = 3.81$ mg/mL) gözlenmiş, maserasyon ekstresinde ise IC_{50} değeri 4.97 mg/mL olarak kaydedilmiştir [146].

Diğer bir çalışmada ise *P. rhoeas*'ın kök, gövde, yaprak ve çiçek kısımlarından hazırlanan etanol ekstralarının toplam polifenol (22.10–24.24 mg GAE/g) ve flavonoit içerikleri (~ 4.4 – 4.5 mg QE/g) sırasıyla Folin–Ciocalteu yöntemi ve alüminyum triklorür yöntemi ile belirlenmiş; özellikle yaprak ve çiçek ekstraları yüksek antioksidan kapasite (DPPH IC_{50} : 0.50–0.52 mg/mL; TAC: 5.53–6.60 mg AAE/g) göstermiştir [145].

Irak'tan toplanan *Papaver decaisnei*'nin kök, çiçek ve yapraklarının metanol ekstresinin *in vitro* antioksidan aktivitesi DPPH, ABTS, CUPRAC ve FRAP testleri ile belirlenmiştir. Çalışmada, DPPH sonuçlarının 39.1–143.5 µg/mL, ABTS sonuçlarının 135.4–276.4 µg/mL, FRAP sonuçlarının 12.4–34.3 µg/mL ve Bakır(II) İndirgeme Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC) sonuçlarının 42.6–75.8 µg/mL aralığında olduğu rapor edilmiştir [103].

İran'ın farklı bölgelerinden toplanan *Papaver* türleri üzerinde yapılan çalışmalarda, çiçek, kök ve toprak üstü kısımlar (gövde ve yaprak) ultrasonik ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen ekstraktlarda toplam fenolik, flavonoid içerikleri ve antioksidan aktivitelerin türler ve organlar arasında önemli farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir. *P. bracteatum* örneklerinde en yüksek toplam fenolik içerik 77.6 mg GAE/g DW (Ardabil örneği) olarak kaydedilirken, *P. arenarium* örneklerinde en düşük değer 23.89 mg GAE/g DW (Saridareh-Germi örneği) bulunmuştur. Toplam flavonoid içeriği bakımından en düşük değer *P. tenuifolium*'da 1.34 mg QE/g DW (Malard-Tahran örneği) olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivite değerleri ise %20.29 ile %87.5 arasında değişmiş olup, en yüksek (%87.5, Hir-Ardabil) ve en düşük (%20.29, Irdmoussa) aktiviteler *P. dubium* örneklerinde tespit edilmiştir. Ayrıca *P. orientale* ve *P. lacerum* türlerinde de çiçek, kök ve toprak üstü kısımlardan elde edilen ekstraktlarda toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan içeriklerin orta düzeylerde olduğu rapor edilmiştir [154].

Papaver türlerinin antioksidan aktivitesinin genotipe bağlı olduğu Krošlák vd. 2017 çalışma arkadaşları tarafından gösterilmiştir. *P. somniferum* tohumlarının antioksidan aktivitelerinde DPPH, ABTS, FRAP ve indirgeme gücü (RP) testleriyle genotipler arasında farklılıklar saptanmış; "major" genotipi tüm testlerde en yüksek aktiviteyi göstermiştir (DPPH: 126.29, ABTS: 31.05, FRAP: 31.61 ve RP: 146.56 mg TE). Buna karşılık MS-423 genotipi tripsin, trombin ve kollajenaz enzimlerine karşı yüksek inhibisyon kapasitesi ortaya koymuştur [155]. Ekstraksiyon için kullanılan çözücünün de önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir. İşbilir ve Sağiroğlu 2017, *P. rhoeas*'un su ekstresinin (%96.01) etanol (%94.98) ve aseton (%89.07) ekstraktlarına kıyasla daha yüksek toplam antioksidan aktivite gösterdiğini, TRP değerlerinin ise sırasıyla su > etanol > aseton şeklinde olduğunu rapor etmişlerdir [26]. *P. bracteatum*'un toprak üstü kısımları 1,3-dietil-2-tiyobarbitürik asit reaktifi kullanılarak linoleik asit peroksidasyon testi ile taranmış metanol ekstresinin diğer çözücülere göre daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği bildirilmiştir [156].

Papaver cinsinden elde edilen alkaloidlerin biyolojik aktivitelerinin ekstraksiyon koşullarına ve fitokimyasal bileşime bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Ekstraksiyon koşulları; kullanılan çözücü tipi, süre, sıcaklık ve diğer parametreleri içermektedir. Ayrıca, *Papaver* alkaloidleri veya fitokimyasal ekstraktların nanoformlarda daha etkili biyolojik aktivite sergilediği bildirilmiştir. Küçük boyutlu nanopartiküller, bakteriyel

membrana daha kolay nüfuz ederek iyonlarına ayrılmakta; oksidatif stres oluşturarak, membran geçirgenliğine zarar vermekte ve bakteri hücrelerini daha etkin şekilde öldürmektedir. İnsanlarda çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan iyi bilinen alkaloidler, etkinliği artırmak amacıyla nanoformülasyonlarda da değerlendirilebilir. Bu nedenle, *Papaver* temelli ilaç formülasyonları açısından nanoteknoloji alanının daha da geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Ayrıca, diğer izole bileşiklerin antimikrobiyal aktivite ve antioksidan potansiyellerinin test edilmesi, en etkili bitki ekstraktlarının seçilebilmesi için gereklidir [66].

Antidiyabetik Aktivite

Kompleks karbonhidratların glikoza katabolizmasında α -amilaz ve α -glukosidaz enzimlerinin anahtar rol oynadığı ve bu nedenle antidiyabetik ilaçların geliştirilmesinde önemli hedefler oldukları bilinmektedir. Bu bağlamda, *P. somniferum* tohumlarının (sulu ve etanolik ekstraktları) α -glukosidaz inhibitör aktivitesi de araştırılmış ve her iki ekstraktın %5'in altında inhibitör aktivite gösterdiği belirlenmiştir [157]. Ayrıca, *P. somniferum* kapsüllerine dayalı PbO ve Fe₂O₃ nanopartiküllerinin α -amilaz enzim inhibisyonu üzerine etkileri incelenmiş, PbO nanopartiküllerinin %3, Fe₂O₃ nanopartiküllerinin ise %25 gibi düşük düzeyde inhibisyon gösterdiği rapor edilmiştir [142].

Bunun dışında, çok sayıda araştırmacı bu cinsin antidiyabetik potansiyelini geleneksel tıp bilgileri üzerinden literatürde belgeledi [158-161]. Bu çalışmaların çoğu *P. rhoeas*'a ve özellikle de tohumlarına atıfta bulunmaktadır. Örneğin, *P. rhoeas*'ın haşlanmış tohum kapsülleri, İran'da 35 şifacıdan toplanan bilgilere göre %22.85 sıklıkla toplum tarafından kullanılmaktadır [75]. Öte yandan, Ahmed vd. 2016 bildirdiğine göre, deneysel diyabetik hayvanlarda opiumun 90 gün boyunca 10 mg/kg vücut ağırlığı dozunda oral uygulaması düşük antidiyabetik etkilere sahip bulunmuştur. Opium serum insülini artırmış ve serum glukozunu azaltmış olsa da, bu etkinin anlamlı olmadığı, bunun da diyabetik hayvanlardaki metabolik bozukluklardan kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca, diyabetik hastalarda opium tüketiminin faydalı olmadığı ileri sürülmektedir [162]. Benzer şekilde, Sadeghian vd. 2009, streptozotosin ile diyabet oluşturulmuş sıçanlarda, *P. somniferum*'un tohum kapsülü öz suyunda bulunan opiumun glukoz ve lipid metabolizması üzerindeki etkilerini rapor etmiştir. Deneysel sıçanlara, diyabet indüksiyonundan beş gün sonra başlayarak 30 gün boyunca normal opium (20 mg) verilmiştir. Sonuçlar, opium ile tedavi

edilen sıçanlarda glisemi düzeylerinin (544.8 mg/dL), kontrol grubunda belirlenen düzeylere (524.6 mg/dL) benzer olduğunu göstermiştir. Ayrıca diğer parametrelerin düzeyleri de benzer bulunmuştur: serum, total kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein ve trigliserit [163].

Anti-inflamatuvar Aktivite

Kore'den toplanan *P. rhoeas* ve *P. nudicaule*'nin etanol ekstresi ve etil asetat fraksiyonlarının güçlü anti-inflamatuvar etkilere sahip olduğu bildirilmiştir [164]. Kore'de gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise *P. nudicaule* örneğinden elde edilen etanol ekstresinin RAW264.7 makrofaj hücreleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, bu ekstrenin lipopolisakkarit (LPS) ile indüklenen önemli bir inflamatuvar mediatör olan nitrik oksit (NO) üretimini azalttığı, LPS ile indüklenen inflamatuvar sitokinlerden IL-1 β ve IL-6'yı düşürdüğü, ayrıca LPS ile indüklenen NF- κ B ve STAT3 aktivasyonunu inhibe ettiği bulunmuştur [165].

Papaver rhoeas'ın gövde ve çiçek ekstrelerinin anti-inflamatuvar etkileri, karragenan ile indüklenen ödem modelinde değerlendirilmiştir. Çalışmada, özellikle gövde ekstresinin 200 mg/kg dozunda uygulandığında ödemi %86.36 oranında inhibe ettiği ve belirgin bir anti-inflamatuvar etki sergilediği rapor edilmiştir [166].

Üreme ve Fertilite Üzerine Etkiler

Papaver rhoeas ekstresinin (kuru petallerinin %50 etanol ile maserasyonu) fertilite üzerindeki rolü fare oositlerinde de araştırılmıştır. Kumulus-oosit kompleksleri, farklı konsantrasyonlarda (*düşük: 10–25 μ g/mL; yüksek: 50–200 μ g/mL*) *P. rhoeas* ekstresi ile desteklenmiş olgunlaşma ortamında kültüre edilmiştir. Düşük konsantrasyonlarda ekstre orta düzeyde etkiler göstermiş; ancak daha yüksek konsantrasyonlarda (100 μ g/mL) fare oositlerinde olgunlaşma ve embriyo gelişim oranlarını anlamlı derecede artırmıştır [167]. Benzer bulgular koyun oositleri üzerinde yapılan başka bir çalışmada da elde edilmiştir. Sonuçlar, bitki ekstresinin olgunlaşma ortamında doza bağlı bir aktivite sergilediğini göstermiştir. Özellikle 50 μ g/mL konsantrasyonu koyun oositlerinde olgunlaşma oranını artırmada etkili bulunmuştur [168]. Bu etkiler flavonoidler, özellikle antosiyaninlerle ilişkilendirilmiştir; çünkü bu bileşikler oositlerde intraselüler glutatyon düzeylerini koruyabilmektedir [169].

Nörolojik/Zihinsel Etkiler

Papaver rhoeas hidroalkolik ekstresinin takviyesi depresyonu azaltmış ve depresyonla ilişkili nörotransmitterler olan dopamin, serotonin ve norepinefrin düzeylerini artırmıştır [170]. Depresyon ayrıca stresle bağlantılı olup, kanda glukokortikoid salgısını artırmaktadır. Bununla birlikte, erkek farelerde 15–60 mg/kg dozunda uygulanan *P. rhoeas* hidroalkolik ekstresi glukokortikoid sekresyonunu artırmış, ancak stresin yan etkilerini azaltabilmiştir [171]. Diğer bir çalışmada, *P. rhoeas* distilatının anoreksiyi azalttığı ve öğrenme yetisini geliştirdiği, ancak yine de kortikosteron düzeylerini yükselttiği rapor edilmiştir [172]. Bu olumlu nörolojik/zihinsel etkiler, kısa süreli uygulama sonrasında *P. rhoeas* hidroalkolik ekstresinin depresyonu azaltıcı etkisi olduğunu öne süren güncel bulgularla uyumludur. Bu bağlamda, *P. rhoeas*'ın antidepresan etkisinin hipotalamus-hipofiz-adrenal stres sisteminin inhibisyonuna bağlı olmayabileceği, bunun yerine en azından kısmen glutamat inhibisyonu ya da antiopioid ve antikolinergik etkilerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir [173]. Ayrıca, *P. rhoeas*'ın sulu ve alkollü ekstraktlarının sedatif etkileri de gözlemlenmiştir. Bu etkilerin, çözücü olarak %10 etanol kullanıldığında daha belirgin olduğu bildirilmiştir [116].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

2023 yılından itibaren cins üzerine yürütülen sistematik çalışmalar kapsamında, örneklerin teşhisi Flora of Turkey and the East Aegean Islands [29]'a göre gerçekleştirilmiş, ayrıca Kadereit 1988 [30] gibi güncel taksonomik kaynaklarla desteklenmiştir. Arazi çalışmalarında, incelenen endemik taksonların tip lokalitelerinden materyal toplanmasına özen gösterilmiştir. Çalışma sırasında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Herbaryumu (AIBU), Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (AKDU), Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu (ANKE), Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (ANKF), Uludağ Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (BULU), Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu (DUOF), Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (EGE), Anadolu Üniversitesi Herbaryumu (ESSE), Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (GAZİ), Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (HUB), İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu (ISTE), İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (ISTF), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu (ISTO), Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu (MARE) ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi Herbaryumu (VANF) örnekleri incelenmiştir. Ayrıca yurt dışı Royal Botanic Garden Edinburgh (E), Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (G) ve Royal Botanic Gardens Kew (K) herbaryumlarında muhafaza edilen özellikle tip örnekleri incelenenerek taksonomik çalışmalar ve değerlendirmeler yapılmıştır. Toplanan taksonlar Selçuk Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu (KEH) ve Anadolu Üniversitesi Herbaryumu'nda (ESSE) muhafaza edilmektedir. İncelenen *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonları bilgileri Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3. 1. *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının sinonimleri, güncel tür isimleri ve lokaliteleri

Seksiyon <i>Papaver</i> Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Cullen, 1965; Davis 1988; Özhatay 2000)	Seksiyon <i>Rhoeadium</i> (Kadereit, 1988)	Türkiye Bitkileri Listesi (Tugay, 2012)	Seksiyon <i>Rhoeadium</i> (2025)	Lokale
<i>P. rhoeas</i> L.	<i>P. rhoeas</i> var. <i>rhoeas</i> <i>P. rhoeas</i> var. <i>strigosum</i> Boenn.	<i>P. rhoeas</i>	<i>P. rhoeas</i>	Antalya: Alanya, Soğukpınar Köyü, maki açıklığı, 162 m, 05.05.2022, O.Tugay 19464, M.Armağan & E.Özkaymakoğlu 06
<i>P. lacerum</i> Popov	<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	<i>P. lacerum</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	Amasya: Merzifon, Manissadjian No 451b (K000653189 Photo).
<i>P. commutatum</i> Fisch. & Mey. subsp. <i>commutatum</i>	<i>P. commutatum</i> subsp. <i>commutatum</i>	<i>P. rhoeas</i>	Yapılan çalışmalar sonrasında Türkiye sınırları içerisinde <i>P. commutatum</i> subsp. <i>commutatum</i> 'a ait herhangi bir örneğe rastlanmamıştır. Bu yüzden bu takson listeden çıkarılmıştır.	
<i>*P. commutatum</i> Fisch. & Mey. subsp. <i>euxinum</i> Kadereit	<i>P. commutatum</i> subsp. <i>euxinum</i> Kadereit	<i>P. rhoeas</i>	<i>*P. commutatum</i> subsp. <i>euxinum</i>	Amasya: Boraboy, vadi yanı, 820 m, 31.05.2025, O.Tugay 21.784.
<i>*P. arachnoideum</i> Kadereit	<i>P. arachnoideum</i>	<i>*P. arachnoideum</i>	<i>*P. arachnoideum</i>	Gümüşhane: Torul yolu, 1130 m, 31.05.2025, O.Tugay 21.779.
<i>P. postii</i> Fedde	<i>P. rhoeas</i>	<i>P. postii</i>	<i>P. postii</i>	Osmaniye: Bahçe, 1800 m, 05.06.2023, O.Tugay 20.965 & E.Özkaymakoğlu 10
<i>P. syriacum</i> Boiss. & Blanche	<i>P. umbonatum</i> Boiss.	<i>P. syriacum</i>	<i>P. syriacum</i>	Hatay: Yayladağ, Reyhanlı yol ayırımı, Olea açıklığı, 472 m, 30.04.2022, O.Tugay 19438, M.Armağan & E.Özkaymakoğlu 07
<i>P. rhopalotheca</i> Stapf	<i>P. guerlekense</i>	<i>P. rhopalotheca</i>	<i>P. rhopalotheca</i>	Antalya: Serik, Kumköy, tarla kenarı, 32 m, 04.05.2022, O.Tugay 19461 & E.Özkaymakoğlu 05
<i>P. dubium</i> L. subsp. <i>dubium</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	Konya: Beyhekim, 1050 m, 27.04.2024, O.Tugay 21.334 & E.Özkaymakoğlu 01
<i>P. dubium</i> L. subsp. <i>lecoqii</i> (Lamotte) Syme var. <i>lecoqii</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>lecoqii</i> var. <i>lecoqii</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>lecoqii</i> var. <i>lecoqii</i>	Yapılan çalışmalar sonrasında Türkiye sınırları içerisinde <i>P. dubium</i> subsp. <i>lecoqii</i> 'ye ait herhangi bir örneğe rastlanmamıştır. Bu yüzden bu takson listeden çıkarılmıştır.	

Tablo 3. 1. (Devam) *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının sinonimleri, güncel tür isimleri ve lokaliteleri

<i>P. dubium</i> L. subsp. <i>lecoqii</i> (Lamotte) Syme var. <i>albiflorum</i> Besser	<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i> var. <i>albiflorum</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i> var. <i>albiflorum</i>		
<i>P. dubium</i> L. subsp. <i>laevigatum</i> (M.Bieb.) Kadereit	<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	Isparta: Eğirdir, Mahmatlar Mahallesi, eğimli yamaçlar, 960 m, 18.05.2023, O.Tugay 20717 & E.Özkaymakoglu 11
<i>P. purpureomarginatum</i> Kadereit	<i>P. purpureomarginatum</i>	<i>P. purpureomarginatum</i>	<i>P. purpureomarginatum</i>	Muğla: Marmaris, Turgut-Bayır arası, maki, 140 m, 21.05.2023, O.Tugay 20752 & E.Özkaymakoglu 15
<i>P. arenarium</i> Bieb.	<i>P. arenarium</i>	<i>P. arenarium</i>	<i>P. arenarium</i>	Erzincan: Divriği, Çakırtarla, step, 1700 m, 11.07.2023, O.Tugay 21025, M.Armağan.
<i>P. stylatum</i> Boiss. & Bal.	<i>P. stylatum</i>	<i>P. stylatum</i>	<i>P. stylatum</i>	Mersin: Tarsus, Sıraköy-Çevreli arası, 160 m, 02.06.2023, O.Tugay 20752 & E.Özkaymakoglu 17
* <i>P. guerlekense</i> Stapf	<i>P. guerlekense</i>	* <i>P. guerlekense</i>	* <i>P. guerlekense</i>	Muğla: Fethiye, Ölüdeniz, kumlu yamaçlar, 50 m, 12.06.2022, O.Tugay 19650 & E.Özkaymakoglu 12
* <i>P. clavatum</i> Boiss. & Hausskn. ex Boiss.	<i>P. clavatum</i>	* <i>P. clavatum</i>	* <i>P. clavatum</i>	Hatay: Yayladağ, Reyhanlı yol ayrımı, Olea açıklığı, 472 m, 30.04.2022, O.Tugay 19437, M.Armağan. & E.Özkaymakoglu 08

* Endemik

Arazi çalışmaları sırasında tüm analizler için gerekli örnekler, ilgili analizlere uygun şekilde toplanmıştır. Herbaryum materyali için tam bitki örnekleri alınmış, kurutma kâğıtları arasında ahşap preslerle kurutulmuştur. Anatomik incelemeler amacıyla bütün bitki örnekleri %70'lik etanol-su içerisinde saklanmıştır. Palinolojik çalışmalar için çiçek örnekleri erken saatlerde toplanmıştır. Tohum analizleri için kapsüllerden olgun tohumlar seçilmiştir. Moleküler analizler için yaprak örnekleri silika jel içerisinde muhafaza edilmiştir. Fitokimyasal çalışmalar kapsamında ise bitkiler, erken saatlerde çiçekli ve meyveli dönemlerinde toplanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Anatomik alışmalar

Arazi alışmaları sırasında elde edilen tez materyallerinden anatomik incelemelerde kullanılacak örnekler, %70'lik etil alkol (EtOH) içeren şişelerde muhafaza edilmiştir. Anatomik analizlerde, Metcalfe ve Chalk 1950 tarafından tanımlanan standart yöntemlerin, tarafımızca kısmen modifiye edilmiş protokolleri uygulanmıştır [174].

Tablo 3. 2. *Anatomik kesitlerde uygulanan protokol*

Seriler	Bekleme süresi
%85'lik EtOH	1 saat
%95'lik EtOH	1 saat
%100 EtOH	1 saat
2 EtOH + 1 ksilol	30 dakika
1 EtOH + 1 ksilol	30 dakika
1 EtOH + 2 ksilol	30 dakika
%100'lk ksilol	1 saat

Uygulanan basamaklar şu şekildedir: %70'lik etanol çözeltisi içinde saklanan örnekler, geniş hacimli bir behere alınmıştır. İncelenecek organlardan yaklaşık 7–10 mm kalınlığında, mümkün olduğunca dik kesitler hazırlanmıştır. Elde edilen kesitler, taze hazırlanmış %70'lik etanol içinde 1 saat süreyle bekletilmiş ve ardından aşağıda belirtilen protokol izlenmiştir:

Fikse edilen örnekler, %100'lk ksilolde bir saat bekletildikten sonra üzerine 18–23 adet parafin boncuğu ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 24 saat bırakılmıştır. Sonraki aşamada, ek parafin ilavesiyle birlikte materyaller 60  C'de etüvde tutulmuş ve ksiloln tamamen uzaklaşması sağlanmıştır. Bu işlem sonrasında bitki parçaları parafin ile doyurularak bloklanmış ve kesit almaya hazır hale getirilmiştir.

Kesitler, Leica RM2125RT rotary mikrotom kullanılarak 5–8  m kalınlığında enine hazırlanmıştır. Hazırlanan kesitler, 60  C'de bir gün süreyle etüvde kurutulmuştur.

Boyama aşamasında Safranin–Fast Green çift boyama yöntemi uygulanmış, ardından preparatlar entellan ile kapatılarak kalıcı preparatlar elde edilmiştir [175].

Mikroskopik görüntüleme ve ölçümler, Leica DFC280 dijital kamera ile donatılmış Leica DM1000 ışık mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kök, gövde, lamina ve orta damar ile kaliks yapılarının karşılaştırmalı anatomik analizi için her taksondan en az 30 hücre ölçülmüştür (kök için: periderm, korteks ve trake çapı; gövde için: epidermis, kollenkima, sklerenkima, trakea çapı, floem çapı ve öz çapı; lamina ve orta damar için: üst ve alt epidermis kalınlığı, mezofil kalınlığı ve trake çapı). Minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve Tablo 4.1.'de verilmiştir.

3.2.2. Palinolojik çalışmalar

Herbaryum materyali haline getirilen bitkilerin çiçekli kısımlarından polen örnekleri elde edilmiştir. Polen preparatları Wodehouse yöntemine göre hazırlanmıştır [176]. Terminoloji ve tanımlamalarda Punt ve vd. 2007 ve Erdtmant 1952'nin palinolojik yaklaşımı temel alınmıştır[177, 178]. Polenlerin morfolojik incelemeleri Leica DFC280 dijital kamera ile donatılmış Leica DM1000 ışık mikroskobu ile gerçekleştirilmiştir. Türlerin polen morfolojilerinin belirlenmesi amacıyla her tür için ortalama 30 adet polen örneği ölçülmüş ve her bir polen tanesi için şu parametreler ölçülmüştür: polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Cl_t), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t) ve eksin ile intin tabakalarının kalınlığı. Bu verilere dayanarak P/E oranları hesaplanmıştır (Tablo 4.15.). Polen yüzey ornamentasyonlarının ayrıntılı incelemeleri için ise SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntüleri alınmıştır.

Wodehouse Metodu

Polenler anterlerden alınarak temiz lam üzerine aktarılmıştır. Anterlerde bulunan reçine ve yağları uzaklaştırmak amacıyla %96'lık etanolden 1–2 damla damlatılmış ve alkol tamamen buharlaşınca kadar ısıtıcı üzerinde bekletilmiştir. Daha sonra, safraninli gliserin jelatinden az bir miktar alınarak polenlerin üzerine konmuş ve erimesi sağlanmıştır. Polenlerin düzgün şekilde dağılabilmesi için temiz bir iğne ile karıştırılmış, ardından üzerlerine lamel kapatılmıştır. Polenlerin tek düzlemde gözlemlenebilmesi amacıyla preparatlar ters çevrilerek oda sıcaklığında bir gün süreyle bekletilmiştir.

3.2.3. Mikromorfolojik çalışmalar

Tohum mikromorfolojik çalışmalar SEM kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Temizlenmiş tohumlar, çift taraflı karbon yapışkan bant ile alüminyum stablar üzerine yerleştirilmiş ve iletkenliği artırmak için ince bir altın tabakası ile kaplanmıştır. Bu işlem, Barthlott 1981 tarafından tanımlanan genel yöntemle göre uygulanmıştır [179]. SEM görüntüleme, test hücrelerinin yüzey özelliklerini ayrıntılı olarak gözlemlemek ve belgelemek amacıyla kullanılmış, skulptürel özelliklerin tanımlanması ise Simpson 2019'da belirtilen terminoloji ve kriterlere göre yapılmıştır [180].

3.2.4. Moleküler çalışmalar

Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarına ait yaklaşık 13 numunenin taze yaprakları silikajel içerisine alınarak saklandı. DNA izolasyonu QIAGEN AG DNeasy Plant Mini Kit (Basel, Switzerland) protokolü izlenerek gerçekleştirildi. İzole edilen DNA'ların konsantrasyonu nanodrop veya spektrofotometre kullanılarak ölçüldü ve 260/280 oranı 1.8–2.0 aralığında olan örnekler saf kabul edildi. Daha sonra genomik DNA örnekleri %1'lik agaroz jel elektroforezinde yürütülerek jel görüntü kontrolleri yapıldı. Reaksiyona girecek DNA miktarları belirlendi ve 20 ng'a kadar seyreltilti. Çalışmada kullanılacak ITS, matK, rbcL, psbA-trnH, trnL(UAA)–trnF(GAA) ve rpl16 gen bölgelerinin çoğaltımı, Hosokawa vd. 2004, Lee vd. 2010 ve Almousawi vd. 2018'nin uyguladığı protokollere göre gerçekleştirildi [181-183]. Her bir gen bölgesi ayrı ayrı PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) yöntemiyle çoğaltıldı. Filogenetik analizlerde dış grup olarak kullanılmak üzere *Glaucium flavum*, *Eomecon chionantha*, *Chelidonium majus* türleri GenBank veri tabanından temin edildi. Elde edilen PCR ürünleri DNA pürifikasyon kiti ile saflaştırıldı. Döngüsel dizileme reaksiyonları hizmet alımı kapsamında gerçekleştirildi. Elde edilen dizi verileri biyoinformatik yazılımlar kullanılarak analiz edildi ve filogenetik ağaçlar oluşturuldu [181-183].

Yapılan çalışmalar aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

DNA İzolasyonu

QIAGEN AG DNeasy Plant Mini Kit (Basel, Switzerland) içinden çıkan kullanma kılavuzu doğrultusunda tüm santrifüjleme adımları oda sıcaklığında (15–25 °C) gerçekleştirildi.

Gerektiğinde, tampon AP1 ve tampon AW1 konsantrelerindeki çökeltiler 65 °C'deki su banyosunda yeniden çözüldü. Tampon AW1 ve AW2 konsantrelerine etanol eklendi (AW1'e 302 ml %100 etanol, AW2'ye 95 ml %100 etanol). Su banyosu veya ısıtma bloğu önceden 65 °C'ye ısıtıldı. AP1, AE, AW1, AW2 ve P3 çözeltileri vortekslendi.

Her bir örneğe 400 µL tampon AP1 ve 4 µL RNase eklendi. Örnekler vortekslendikten sonra 65 °C'deki su banyosuna ters-düz edilerek yerleştirildi, 3'er dakika ara ile ters-düz edilerek toplam 10 dakika inkübe edildi ve banyodan alınmadan önce tekrar ters-düz edildi. Su banyosundan çıkarılan örnekler vortekslendi. (Not: Kullanmadan önce tampon AP1 ve RNase A'nın karıştırılmamasına dikkat edildi.)

Örneklere 130 µL tampon P3 eklendi. Örnekleri sallanarak karıştırıldıktan sonra vortekslenerek buz üzerine yerleştirildi. Buz üzerinde 5 dakika bekletildi.

Lila renkte olan tüpler (QIAshredder) ve 1.5 ml eppendorfları numaralandırılarak hazırlandı. Örnekler 14.000 (cihazda 14.000 devir yoksa 13.500 devir de kullanıldı) devirde 5 dakika santrifüjlendi. Santrifüjden çıkan örnekler, sallanmadan dikkatli bir şekilde lila renkli tüplere pipetlendi. Lila tüpler 14.000 devirde 2 dakika santrifüjlendi. Lila tüplerin içerisinde kaç µL örnek olduğu pipet yardımı ile bulundu.

Lila tüplerin içerisinde olan örnekler hazırlanan 1.5 ml'lik eppendorflara pipetlendi. Kaç µL olduğu bulunan örneğin miktarının, 1,5 katı kadar AW1 buffer eklendi. AW1 buffer'ı ekledikten sonra pipetaj yapıldı (Pipetaj yaptıktan sonra tekrar kullanmak için pipet uçları tüplerin içerisinde kalabilir).

Beyaz renkte olan tüpler numaralandırılarak hazırlandı. Örneklerin 650 µL'si alınarak, beyaz renkte olan tüplere pipetlendi. İçerisinde 650 µL örnek bulunan beyaz renkli tüpler 8000 devirde 1 dakika santrifüjlendi (2 dakika santrifüj yapılabilir). Beyaz tüpün alt kısmında kalan sıvı çöpe dökülerek uzaklaştırıldı (DNA beyaz tüpün içindeki filtrede bulunmakta).

Bir önceki işlemde 650 µL'si alındıktan sonra geriye kalmış olan sıvıyı, beyaz tüplerin içerisindeki örneklerin üzerine pipetleyerek tekrar 8000 devirde 1 dakika santrifüjlendi. (Geriye kalan bütün DNA'nın alınabilmesi için)

Toplama tüpleri hazırlandı. Beyaz tüplerin filtre içeren üst kısmı toplama tüplerine yerleştirildi (Beyaz tüplerin alt kısmı çöpe atıldı). Örneklerin içerisine 500 µL AW2 buffer eklenildi. Örnekler 8000 devirde 1 daika santrifüjlendi (2 dakika santrifüj

yapılabilir). Toplama tüplerinin altında kalan sıvı kısım döküldü ve kurulandı. Filtrelere toplama tüplerinin alt kısmı tekrar takıldı.

Örneklere tekrar 500 µL AW2 buffer eklendi. Örnekler 14.000 devirde 2 dakika santrifüjlendi.

1.5 ml'lik tüpler numaralandırılarak hazırlandı. Altta kalan sıvı kısım filtreye temas ettirilmeden hazırlanan 1.5 ml'lik tüplere filtreler aktarıldı.

Örneklere 100 µL AE buffer eklenildi. Ağzı açık bir şekilde oda sıcaklığında 5 dakika bekletildi. Örnekler 8000 devirde 1 dakika santrifüjlendi. İzolasyon işlemi tamamlandı.

İzolasyon işlemi bu şekilde tamamlandı. İzole edilen DNA örnekleri -20 °C'de muhafaza edildi. DNA saflığı ve kalitesi jel elektroforezi ve nanodrop ile belirlendi ve yalnızca yeterli kalitede olan örnekler PCR reaksiyonlarına dahil edildi.

PCR-ITS (İç transkribe bölgelerin polimeraz zincir reaksiyonu ile çoğaltılma işlemi):

İzole edilen total DNA'nın 1 µl'si, 50 µl'lik PCR karışımına ilave edilerek polimeraz zincir reaksiyonu için hazırlandı. Karışımında 23 µl dH₂O, 25 µl master mix, ileri ve geri primerlerden 0.5 µl ve 1 µl DNA kalıbı yer aldı. ITS bölgesinin çoğaltımı için primer olarak ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') ve ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') kullanıldı [184]. Amplifikasyon koşulları şu şekilde uygulandı: İlk denatürasyon 94 °C'de 3 dakika sürdü. Ardından 30 döngü boyunca 94 °C'de 60 saniye (denatürasyon), 60–52 °C'de 60 saniye (primer bağlanması) ve 72 °C'de 60 saniye (uzama) gerçekleştirildi. Son uzama aşaması 72 °C'de 7 dakika yapıldı. Elde edilen PCR ürünleri %1'lik etidyum bromürlü agaroz jel elektroforezinde ayrıştırıldı. Reaksiyonun başarısı bantlar incelenerek değerlendirildi ve UV ışığı altında jel görüntüleri kaydedildi.

PCR-matK (matK gen bölgesinin polimeraz zincir reaksiyonu ile çoğaltılması işlemi):

İzole edilen total DNA'nın 1 µl'si, 50 µl'lik PCR karışımına ilave edilerek polimeraz zincir reaksiyonu için hazırlandı. Karışımında 23 µl dH₂O, 25 µl master mix, ileri ve geri primerlerden 0.5 µl ve 1 µl DNA kalıbı bulundu. matK gen bölgesinin çoğaltımı için 390F (5'-CGATCTATTTCATTCAATATTTC-3') ve 1326R (5'-TCTAGCACACGAAAGTCGAAGT-3') primerleri kullanıldı [185]. Amplifikasyon koşulları şu şekilde uygulandı: İlk denatürasyon 94 °C'de 1 dakika sürdü. Ardından 26 döngü boyunca 94 °C'de 30 saniye (denatürasyon), 48 °C'de 30 saniye (primer

bağlanması) ve 72 °C’de 30 saniye (uzama) gerçekleştirildi. Son uzama aşaması 72 °C’de 7 dakika yapıldı. Elde edilen PCR ürünleri %1’lik etidyum bromürlü agaroz jel elektroforezinde ayrıştırıldı. Bantlar UV ışığı altında incelendi ve jellerin fotoğrafları kaydedildi.

PCR-rbcL (İç transkribe bölgelerin polimeraz zincir reaksiyonu ile çoğaltılma işlemi):

İzole edilen total DNA’nın 1 µl’si, 50 µl’lik PCR karışımına eklenerek polimeraz zincir reaksiyonu için hazırlandı. Karışımında 23 µl dH₂O, 25 µl master mix, ileri ve geri primerlerden 0.5 µl ve 1 µl DNA kalıbı yer aldı. rbcL bölgesinin çoğaltımı için F (5'-ATTCATGAGTTGTAGGGAGGGA-3') ve R (5'-AATTCGCAGATCCTCCAGACGT-3') primerleri kullanıldı [183]. Amplifikasyon koşulları şu şekilde uygulandı: İlk denatürasyon 95 °C’de 11 dakika sürdü. Ardından 28 döngü boyunca 95 °C’de 60 saniye (denatürasyon), 50 °C’de 60 saniye (primer bağlanması) ve 72 °C’de 60 saniye (uzama) gerçekleştirildi. Son uzama aşaması 72 °C’de 7 dakika yapıldı. Elde edilen PCR ürünleri %1’lik etidyum bromürlü agaroz jel elektroforezinde ayrıştırıldı. Bantlar UV ışığı altında incelendi ve jellerin fotoğrafları kaydedildi.

PCR-psbA-trnH (İç transkribe bölgelerin polimeraz zincir reaksiyonu ile çoğaltılması işlemi):

İzole edilen total DNA’nın 1 µl’si, 50 µl’lik PCR karışımına eklenerek polimeraz zincir reaksiyonu için hazırlandı. Karışımında 23 µl dH₂O, 25 µl master mix, ileri ve geri primerlerden 0.5 µl ve 1 µl DNA kalıbı yer aldı. psbA-trnH bölgesinin çoğaltımı için F (5'-GTTATGCATGAACGTAATGCTC-3') ve R (5'-CGCGCATGGTGGATTCAACAATCC-3') primerleri kullanıldı [186]. Amplifikasyon koşulları şu şekilde uygulandı: İlk denatürasyon 95 °C’de 11 dakika sürdü. Ardından 28 döngü boyunca 95 °C’de 60 saniye (denatürasyon), 50 °C’de 60 saniye (primer bağlanması) ve 72 °C’de 60 saniye (uzama) gerçekleştirildi. Son uzama aşaması 72 °C’de 7 dakika yapıldı. Elde edilen PCR ürünleri %1’lik etidyum bromürlü agaroz jel elektroforezinde ayrıştırıldı. Bantlar UV ışığı altında incelendi ve jellerin fotoğrafları kaydedildi.

PCR- trnL(UAA)-trnF(GAA) (İç transkribe bölgelerin polimeraz zincir reaksiyonu ile çoğaltılması işlemi):

İzole edilen total DNA’nın 1 µl’si, 50 µl’lik PCR karışımına eklenerek polimeraz zincir reaksiyonu için hazırlandı. Karışımında 23 µl dH₂O, 25 µl master mix, ileri ve geri primerlerden 0.5 µl ve 1 µl DNA kalıbı yer aldı. trnL-trnF bölgesinin çoğaltımı için c (5'-CGAAATCGGTAGACGCTACG-3') ve f (5'-

ATTGGAAGTGGTGACACGAG-3') primerleri kullanıldı [187]. Amplifikasyon koşulları şu şekilde uygulandı: İlk denatürasyon 94 °C'de 3 dakika sürdü. Ardından 30 döngü boyunca 94 °C'de 60 saniye (denatürasyon), 51 °C'de 60 saniye (primer bağlanması) ve 72 °C'de 60 saniye (uzama) gerçekleştirildi. Son uzama aşaması 72 °C'de 7 dakika yapıldı. Elde edilen PCR ürünleri %1'lik etidyum bromürlü agaroz jel elektroforezinde ayrıştırıldı. Bantlar UV ışığı altında incelendi ve jellerin fotoğrafları kaydedildi.

PCR rpl16 (rpl16 intron bölgesinin polimeraz zincir reaksiyonu ile çoğaltılması işlemi):

İzole edilen total DNA'nın 1 µl'si, 50 µl'lik PCR karışımına eklenerek polimeraz zincir reaksiyonu için hazırlandı. Karışımında 23 µl dH₂O, 25 µl master mix, ileri ve geri primerlerden 0.5 µl ve 1 µl DNA kalıbı yer aldı. rpl16 intron bölgesinin çoğaltımı için primer A (5'-AAAGATCTAGATTTCGTAAACAACATAGAGGAAGAA-3') ve primer B (5'-ATCTGCAGCATTAAAAGGGTCTGAGGTTGAATCAT-3') kullanıldı [188]. Amplifikasyon koşulları şu şekilde uygulandı: İlk denatürasyon 94 °C'de 3 dakika sürdü. Ardından 35 döngü boyunca 94 °C'de 60 saniye (denatürasyon), 52 °C'de 60 saniye (primer bağlanması) ve 72 °C'de 120 saniye (uzama) gerçekleştirildi. Son uzama aşaması 72 °C'de 10 dakika yapıldı. Elde edilen PCR ürünleri %1'lik etidyum bromürlü agaroz jel elektroforezinde ayrıştırıldı. Bantlar UV ışığı altında incelendi ve jellerin fotoğrafları kaydedildi.

PCR Ürünlerinin Saflaştırılması ve Dizileme

Başarıyla çoğaltılan PCR ürünlerinin saflaştırılması ve dizileme işlemleri, hizmet alımı kapsamında Macrogen firması tarafından gerçekleştirildi.

Filogenetik Analizler ve Ağaç Oluşturma

Dizileme sonuçlarının filogenetik analizlerde kullanılabilmesi için ilk olarak sekansların düzenlenmesi ve birleştirilmesi yapıldı. Bu aşamada GENEIOUS v.5 [189] ve CodonCode Aligner programları kullanıldı. Analizler sırasında düşük kaliteli gen bölgeleri filtrelendi ve ileri-geri okumalar birleştirildi. Yalnızca yüksek kaliteye sahip ve her iki okumada da aynı nükleotidin belirlendiği sekans bölgeleri filogenetik analizlere dahil edildi.

Dış grup olarak seçilen türlerin nükleotit dizi verileri NCBI veri tabanından (www.ncbi.nlm.nih.gov) indirildi. Çalışmada kullanılan 13 genotip ve dış grup türlerin

DNA dizi verileri çoklu FASTA veya Nexus formatında tek bir dosyada toplandı. Nükleotit dizilerinin hizalanması Mesquite v.3.61 [190] ve BioEdit programları kullanılarak gerçekleştirildi. Hizalanmış dizileri içeren dosya filogenetik analizlerde kullanıldı.

Dış grup olarak *Glaucium* türleri seçildi. Çalışılan gen bölgelerinin çekirdek ve kloroplast dizileri ayrı ayrı analiz edilerek filogenetik ağaçlar oluşturuldu. Filogenetik analizlerde Maksimum Likelihood ve Bayesian Inference yöntemleri kullanıldı. Bu analizler için RAxML (Maximum Likelihood) ve Beast (Bayesian Inference) yazılımları, CIPRES platformu üzerinden çalıştırıldı.

Elde edilen filogenetik ağaçların çizimi ve görselleştirilmesi için FigTree v.1.4.2 (Rambaut, 2014) programı kullanıldı.

Maximum Likelihood Analizi

RAxML [191] programı kullanılarak çekirdek (ITS) ve kloroplast (matK, rbcL, psbA-trnH, trnL-trnF, rpl16) bölgelerinin ML analizleri gerçekleştirildi. Nexus formatında hazırlanmış dosyalar, CIPRES platformu içinde yer alan “relaxed phylip” formatına dönüştürüldü. Daha sonra bu dosyalar, RAxML programına ilgili parametreler girilerek analiz edildi (Yao vd., 2016). Analiz sonucunda elde edilen “the best tree” formatındaki dosya, FigTree isimli ağaç görüntüleme programı kullanılarak değerlendirildi. GenBank veya literatürlerden elde edilen bilgilere göre dış grup olarak seçilen *Glaucium flavum*, *Eomecon chionantha*, *Chelidonium majus* türleri filogenetik ağaçta belirtildi ve ağaç üzerinde güven aralığını gösteren bootstrap değerleri kontrol edildi.

Bayesian Analizi

Bayesian Inference (BI) analizi CIPRES platformu içinde yer alan MrBayes programı [192] kullanılarak gerçekleştirildi. MrBayes analizleri için gerekli simplified Nexus dosyası Mesquite programı ile dönüştürüldü. Ardından CIPRES içindeki MrBayes programına ilgili parametreler ve dış grup türleri tanımlanarak filogenetik ağaçlar elde edildi.

3.2.5. Ekstraksiyon işlemleri

Tez materyallerinin toprak üstü ve kapsül kısımları ayrı ayrı gölgede kurutularak hafif kaba toz haline getirilmiştir. Daha sonra toz edilen örnekler (10 g – 30 g) %70 etanol ile 24 (x3) saat oda sıcaklığında maserasyona bırakılmıştır. Maserasyon sonunda toplanan ekstre filtre kağıdından geçirilerek, alçak basınç altında 42°C su banyosu kullanılarak evaporatörde kuruluğa kadar yoğunlaştırılmıştır. Elde edilen ekstrelerin verimleri (a/a) hesaplanmış ve daha sonra aktivite deneylerinde kullanılmak üzere +4°C’de saklanmıştır. Türlerle ait % ekstre verimleri Tablo 4.17.’de verilmektedir. Toplamda 12 ekstre elde edilmiştir. *Rhoeadium* seksiyonuna ait *Papaver commutatum* subsp. *euxinum* taksonunun popülasyon yetersizliği nedeniyle ekstre elde edilememiştir.

3.2.6. Mikrodistilasyon işlemleri

Tez materyallerinin çiçekli toprak üstü kısımları 1 gr tartılmış ve uçucu bileşenleri Anadolu Üniversitesi BİBAM’da (Bitkisel İlaç ve Bilimsel Araştırma Merkezi) bulunan mikrodistilasyon düzeneği kullanılarak elde edilmiştir[193].

3.2.7. Biyolojik aktivite çalışmaları

3.2.7.1. Antioksidan aktivite protokolleri ve toplam fenol miktar tayini

Bu çalışmada tez materyallerinin toprak üstü ve kapsül kısımlarından elde edilen %70’lik etil alkol ekstrelerinin antioksidan etkileri araştırılmıştır.

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü aktivite

DPPH radikal temizleme aktivitesi, Hatano ve vd. (1988) yöntemi kullanılarak minör modifikasyonlar ile gerçekleştirilmiştir [194, 195]. 10 µL EtOH içinde çözülen ekstreler ve pozitif kontrol olan gallik asit, DPPH çözeltisi (0,138 mg/mL) ile karıştırılmıştır. Karışım bir ELISA mikro plaka okuyucusu (Spectramax ABS Plus, ABD) kullanılarak 515 nm’de ölçülmüştür.

Toplam fenol miktar tayini

Toplam fenol içeriği (TPC), Clarke ve vd. 2013 metodu ile Folin-Ciocalteu reaktifi) kullanılarak tayin edilmiştir [196]. İlk olarak ekstreler, 100 µL Folin-Ciocalteu reaktifi ile karıştırılmıştır. Karışım üzerine 100 µL %7,5 Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiş ve 60 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda 650 nm’de absorbanans ölçülmüştür. Ekstrelerin TPC’si gram ekstre başına mg gallik asit (GAE) eşdeğeri (mg GAE/g ekstre) cinsinden hesaplanmıştır ($y=0,0022x+0,1217$, $r^2 = 0,9984$).

3.2.7.2. Antimikrobiyal aktivite protokolleri

Bu çalışmada tez materyallerinin toprak üstü kısımlarından elde edilen %70'lik etil alkol ekstraktlarının antibakteriyel ve antifungal etkileri araştırılmıştır. Antikandidal etkinin ve MİK (Minimum inhibitör konsantrasyon) değerinin belirlenmesinde CLSI (NCCLS) M27-A2 sıvı mikro dilüsyon ve antibakteriyel etkinin belirlenmesinde ise CLSI (NCCLS) M7-A7 protokolü kullanılmıştır.

Antibakteriyal aktivite protokolü

Mikroorganizmalar: *Escherichia coli* NRRL B-3008, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 test mikroorganizmaları olarak kullanılmıştır. Deneyde kullanılacak bakteriler -85° C'de %50'lik steril gliserol solüsyonu içerisinde muhafaza edilmiştir.

Mikrodilüsyon Deneyi: Test edilecek örnekler kısmen modifiye edilmiş “Klinik Laboratuvar Standartları Enstitüsü”nün yayımladığı CLSI M7-A7 protokollü uyarınca yapılmıştır [197]. Bir gün önceden Mueller Hinton Agar (MHA) plaklarında canlandırılan belirtilen bakteriler McFarland No:0.5 bulanıklık standardına göre 1.5×10^8 KOB/mL olacak şekilde bulanıklık ölçer (BIOSAN) kullanılarak ayarlanmıştır. Ekstreler 40 mg tartılmış, 2 mL steril DMSO (%100)'da çözünmesi sağlanarak testlerde kullanılmıştır. Steril U tabanlı, 96 kuyucuklu (well) mikrotateler'e MHB besiyeri 100'er µl eklenmiştir. Ekstreler ve uçucu yağlar sırasıyla kuyucuklara 100 µl eklenerek aşağı doğru dilüe edilmiştir. Daha önceden McFarland No:0.5 bulanıklık standardına göre ayarlanan mikroorganizma kültürleri multikanal otomatik pipet yardımıyla her bir sütuna 20'şer µL olacak şekilde pipetlenmiştir ve 37°C de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda resazurin ile boyanarak minimum inhibitör konsantrasyonları (MİK) belirlenmiştir. DMSO çözücü kontrolü, besiyerinin sterilite kontrolü ve kloramfenikol (Sigma) pozitif kontrol olarak test edilmiştir. Deneyler 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Antikandidal aktivite protokolü

Mikroorganizmalar: *Candida utilis* NRRL-Y-900, *Candida albicans* ATCC 90028, *Candida tropicalis* ATCC 750, *Candida parapsilosis* ATCC 22019, *Candida krusei* ATCC 6258 test mikroorganizmaları olarak kullanılmıştır. Deneyde kullanılacak bakteriler -85° C'de %50'lik steril gliserol solüsyonu içerisinde muhafaza edilmiştir.

Test edilecek örnekler, kısmen modifiye edilerek Clinical Laboratory Standards Institute tarafından yayımlanan CLSI (NCCLS) M27-A2 protokolüne uygun şekilde hazırlanmıştır [198]. Bir gün öncesinde Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyerinde aktive edilen *Candida* kültürleri, steril salin solüsyonu (%0,85) içinde bulanıklık ölçer cihazı (BIOSAN) yardımıyla McFarland No: 0.5 bulanıklık standardına göre ayarlanmıştır. Ekstreler 40 mg tartılarak 2 mL steril %100 dimetilsülfoksit (DMSO) içerisinde çözülüş ve testlerde kullanılmıştır.

Steril U tabanlı 96 kuyucuklu mikrolakalara, her kuyucuğa 100 µL RPMI 1640 besiyeri eklenmiştir. Hazırlanan numuneler vortekslenmiş ve sırasıyla kuyulara pipetlenerek seri dilüsyon yapılmıştır. Daha önce McFarland No: 0.5 standardına göre ayarlanan mikroorganizma süspansiyonları 1:1000 oranında seyreltilmiş ve multikanallı otomatik pipet kullanılarak kuyulara eklenmiştir. Plaklar 37 °C’de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir.

İnkübasyonun ardından sonuçların değerlendirilmesi amacıyla mavi renkli resazurin indikatörü eklenmiş ve tekrar inkübasyona bırakılmıştır. Canlı hücrelerde resazurin enzimatik olarak resorufine indirgenerek pembe renk alırken, mavi rengin korunduğu son kuyucuk minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) olarak kaydedilmiştir. Ayrıca DMSO çözücü kontrolü, besiyeri sterilit kontrolü ve ketokonazol (Sigma) standart antifungal ajan olarak çalışmalara dahil edilmiştir. Antikandidal aktivite deneyleri üç paralel tekrar halinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.7.3. Lipooksijenaz (LOX) enzim inhibisyonu protokolü

Bu çalışmada tez materyallerinin toprak üstü ve kapsül kısımlarından elde edilen %70’lik etil alkol ekstralarının LOX enzim inhibitör aktivitesi araştırılmıştır.

Ekstrelerin LOX inhibitör aktiviteleri, Chung ve vd. 2009 yönteminde yapılan küçük değişiklikler ile belirlenmiştir [199]. Ekstre/pozitif kontrol/negatif kontrol, pH= 7,4’e ayarlanmış 50 mM Tris-HCl tamponu ve 500 U/mL soya kaynaklı LOX enzimi ile karıştırılarak oda sıcaklığında 5 dakika inkübe edilmiştir. Ardından 12,5 mM linoleik asit eklenerek reaksiyon başlatılmış ve 20 dakika bekletilmiştir. Reaksiyon, taze hazırlanmış FOX reajanı ile durdurulmuş ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Absorbans, mikrolaka okuyucu (Spectramax ABS Plus, ABD) kullanılarak 560 nm’de ölçülmüştür. Her bir örnek dört paralel çalışılmıştır. Pozitif kontrol olarak baikalein kullanılmıştır.

İnhibisyon yüzdesi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$\% \text{ İnhibisyon} = 100 - [(A_1 / A_2) \times 100]$$

A₁= Örnek çözeltilerinin 560 nm dalga boyundaki absorbanası

A₂= Kontrol çözeltilerinin 560 nm dalga boyundaki absorbanası

3.2.8. Fitokimyasal çalışmalar

3.2.8.1. Gaz Kromatografisi (GK) ve Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometrisi (GK/KS) ile Uçucu Yağın Kimyasal Analizi

Elde edilen uçucu yağların GK/KS sistemi ile analizleri gerçekleştirilmiştir. GK sisteminde Değerlendirme işlemleri "Başer Uçucu Yağ Bileşenleri Kütüphanesi" yanı sıra Wiley ve MassFinder 4 Kütüphane Tarama Yazılımları kullanılarak yapılmıştır [200, 201].

GK/KS Analiz Koşulları

Sistem	: Agilent 5975 GC-MSD
Kolon	: HP-Innowax (60m x 0.25mm Ø, 0.25 µm film kalınlığı)
Taşıyıcı Gaz	: Helyum (0.8 mL dk ⁻¹)
Sıcaklıklar	: Enjeksiyon : 250°C Kolon : 60°C'de 10 dk, 4°C dk artışla 220°C'ye, 220°C'de 10 dak, 1°C dk artışla 240°C'ye
Split Oranı	: 50:1
Elektron Enerjisi	: 70 eV
Kütle Aralığı	: 35-450 m/z

3.2.8.2. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi – Kütle Spektrometrisi (YPSK–KS/KS)

Analizler, Elektrosprey İyonizasyon (ESI) kaynağına sahip Applied Biosystems 3200 Q-Trap MS/MS sistemiyle donatılmış Shimadzu 20A Prominence sıvı kromatografi

cihazında yürütülmüştür. Ayırım işlemi, Inertsil CN-3 analitik kolon (1.6×150 mm, 3 μ m partikül boyutu; GL Science, Tokyo, Japonya) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kolon sıcaklığı 40 °C olarak sabitlenmiştir.

Mobil faz olarak iki çözelti kullanılmıştır:

- Faz A: metanol/su/formik asit (10:89:1, h/h/h)
- Faz B: metanol/su/formik asit (89:10:1, h/h/h).

Analiz süresince gradyen elüsyon programı uygulanmış ve mobil faz B'nin oranı %10'dan %100'e olacak şekilde 40 dakika içinde artırılmıştır. Akış hızı 0.5 mL dk⁻¹ olarak belirlenmiştir. Numune ve standart çözeltiler, 1–5 μ L aralığında cihaza enjekte edilmiştir. Tayin işlemleri Diode Array Dedektör (DAD) kullanılarak izlenmiştir. Kütle spektrometrik analizler negatif iyonizasyon modu altında, 100–800 veya 100–1000 amu kütle aralıklarında gerçekleştirilmiştir. Cihaz kontrolü ve veri değerlendirmesi için Analyst 1.6 yazılımı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Morfoloji Bulguları

4.1.1. *Papaver purpureomarginatum* Kadereit / Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh, 45(2): 235, 1989.

Türkçe adı: Kamacık [6]

Tip: Türkiye: İzmir, Karaburun Yarımadası, Ildır (Çeşme'nin kuzeyi), 14.04.1969, Fitz & Spitzenberger 117 (holotip: W).

Bitki dik veya yükselici tek yıllık, 8–45 cm boyunda, alt kısımları dallanmamış, çoğunlukla tabandan dallanmış. Yapraklar $2,9 \times 0,8$ –4 cm, obovat–ovat ya da lanseolat, 1–2 pinnatipartit ya da tam kenarlı. Alt yapraklar 5 cm'ye kadar uzun saplı, pinnatipartit ya da bipinnatipartit. Üst yapraklar sapsız, çoğunlukla tam kenarlı veya taban kısmında bir çift geri kıvrık loplu, bazen daha fazla sayıda geri kıvrık lop içerir. Yapraklar her iki yüzünde sert tüylerle kaplı, alt yüzeydeki yoğunluk daha fazladır. Pedunküller seyrek ve yatık tüylenmelidir. Çiçek tomurcukları 10 – 16×7 – 10 mm, ovoit; çanak yapraklar dar morumsu kenarlı, tüysüz ya da sert tüylü. Taç yapraklar 11 – 21×7 – 19 mm, obovat, soluk kırmızı, taban lekesiz. Stamen çok sayıda, 6–10 mm uzunluğunda, ovaryumdan daha kısa; filamentler ipliksi, siyah; anterler 0,7–1,6 mm, oblong, çoğunlukla açık sarı, bazen kahverengimsi. Kapsül 10 – 18×4 – 7 mm, genişliğinin 2–2,5 katı uzunluğunda, elipsoit–obovait, porlar altında daralmış. Stigmatik disk 4–7 ışıklı, 3–5 mm genişlikte, kapsül çapından daha dar, yüzeyde sık loplu, loplar üst üste binmez; olgunlukta disk kenarları yukarı kıvrık ve loplar arasında mor lekeli. Tohumlar 0,5–0,7 mm, uzunluğunda, kahverengidir [30] (Şekil 4.1).

Çiçeklenme: Nisan–Mayıs.

Habitat: Yol kenarlarında ya da açık, kireçtaşı kökenli ve çoğu zaman nemli habitatlarda görülür.

Lokalite: C1 Muğla: Turgut–Bayır arası, 15.04.1965, Davis 41135 [29]; Muğla: Turgut–Bayır arası, maki, 140 m, 21.05.2023, O.Tugay 20.752 & E.Özkaymakoğlu 15



Şekil 4.1. *P. purpureomarginatum*'un genel görünümü

4.1.2. *Papaver dubium* L. subsp. *dubium* / Species Plantarum, Appendix: 1196, 1753.

Türkçe adı: Köpekyacı [6]

Tanım yeri: İsviçre ve Britanya'dan (Hb. Linn 669/7).

Bitki dik tek yıllık otsu, 8–90 cm boyunda, çoğunlukla tabandan dallanmıştır. Yapraklar 1–19 × 0,5–8,5 cm, obovat–ovat şeklinde; 1–2 pinnatipartit. Alt yapraklar saplı, yaprak sapı 7 cm'ye kadar uzunlukta; üst yapraklar kısa saplıdan sapsıza kadar değişen yapıda, tabanı kuneattan orbikulara kadar. Loplar ileriye dönük ya da bazen hemen hemen yatık; pinnatipartit, parçalı, seyrek dişli veya tam kenarlı. Yapraklar, üst yüzeyde sert tüylerle kaplı, daha az yoğun veya tüysüz; alt yüzeyde ise yalnızca ana damarlar üzerinde çok az sayıda tüy taşır. Pedunküller az ya da çok sayıda yatık tüylerle kaplıdır. Çiçek tomurcukları 9–18 × 5–12 mm, ovoit ya da elipsoit; seyrekten yoğunla kadar yapışık tüylerle kaplı veya bazen tamamen tüysüzdür. Petaller 14 × 0,5–3,6 cm, dar ya da geniş obovat; uç kısmı tam kenarlı veya az çok parçalı; beyaz, nadiren pembe, soluk mor veya çoğunlukla turuncumsu kırmızı; tabanda siyah lekesiz veya değişken büyüklük ve konumda siyah lekeli; nadiren tamamen siyah. Stamenler az çok çok sayıda, 4–10 mm

uzunluğunda, ovaryumdan kısa ya da uzun olabilir; filamentler ipliksi, açık morumsudan siyaha kadar; anterler 0,3–1,9 mm, oblong, kahverengimsi ya da yeşilimsi, bazen küçük apikal eklentili. Kapsül $8-26 \times 4-11$ mm, genişliğinin 2–4,3 katı kadar uzun, çok nadiren 2’den az; dar obovoit veya bazen klavat. Stigmatik disk 4–11 ışıklı, 3–8 mm genişliğinde; kapsül çapından daha dar veya bazen kapsül çapına eşit; disk loplari serbest, uçlara doğru genişleyen, üst üste binebilen ya da binmeyen; bazen çok yüzeysel loplu. Lateks beyaz, krem, renksiz veya sarı renklidir. Tohumlar 0,5–1 mm uzunluğunda, kahverengidir [30] (Şekil 4.2).

Çiçeklenme dönemi: Mart–Ağustos.

Habitat: Çoğunlukla farklı substratlar üzerinde, ruderal veya tarla yabancı otu olarak görülür.

Lokaliteler: A1 Çanakkale: Kilia, Ingoldby 201; A2 İstanbul: Şişli, Aznavour, A5 Amasya: Amasya, Bornmüller 145; A6 Tokat: Tokat, Bornmüller 3229; A7 Gümüşhane: Gümüşhane, Bourgeau; A8 Çoruh: Artvin civarı; A9 Kars: Kağızman (Grossheim 4: harita 114); B7 Elazığ: Maden, 1000 m, Brown 2436; B8 Erzurum: Erzurum, Aucher 375; C2 Antalya: Kale’nin batısı, Kap Andraki’nin kuzeyi, Hub.-Mor. 10385; C4 Konya: Dumanlı Yaylası, Beyşehir civarı, Baytop; C6 Hatay: Hasanbeyli, 1300–1700 m, Haradj. 2314 [29]; Konya: Beyhekim, 1050 m, 27.04.2024, O.Tugay 21.334 & E.Özkaymakoglu 01.



Şekil 4.2. *P. dubium* subsp. *dubium*'un genel görünümü

4.1.3. *Papaver dubium* L. subsp. *laevigatum* (M.Bieb.) Kadereit / Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh 45: 244, 1988.

Türkçe adı: Kulikasor [6]

Tip: Odessa civarındaki tepelerde ve Constantinomontanus (LE), Komarov Botanical Institute Herbarium, çevresindeki kayalıklar

Bitki çoğunlukla seyrek tüylü tek yıllıktır. Üst yapraklar sapsız, tabanı kuneattan orbikulara kadar değişir; loplara ileriye dönük, dar, dişli veya tam kenarlı, çoğunlukla belirgin şekilde dalgalıdır; yaprak üst yüzeyi genellikle tüysüzdür. Taç yapraklar küçükten büyüğe değişen siyah taban lekeli, çoğunlukla yalnızca dar bir kırmızı kenar bırakacak şekilde, nadiren tamamen siyah renktedir. Anterler bazen küçük apikal eklenti taşır (Şekil 4.3).

Çiçeklenme dönemi: Nisan–Temmuz.

Habitat: Tarla yabancı otu olarak veya kireçtaşı kayalıklarında, serpantin veya konglomera üzerinde açık vejetasyonda yetişir.

Lokaliteler: A4 Kastamonu: Taşköprü Baytop 11317 (E); A4 Çankırı, 29.05.1929, Bornmüller 13721 (BM, G, W); A5 Amasya: 29.04.1889, Bornmüller 145 (W, WU); Amasya: 2.05.1891, Manissadjian 119 (M); Kavaklıdere vadisinde, 31.05.1929 Bornmüller 13718 (G, W); A6 Samsun: Havza, Tobey 938 (E); Merzifon-Hacıköy: 11.05.1969, Tobey 2514 (E); A7 Gümüşhane: 18.06.1894, Sintenis 5902 (G); B4 Ankara: 07.05.1933 Balls 224 (E); Ankara: 20.05.1955, Walter 1209 (B); B5 Niğde: Ala Dağ, Parry 109 (E); B7 Erzincan: Ak Dağ 26.07.1934, Balls 1509 (BM); C2 Denizli: Baba Dağ: Seki üzeri, 22.04.1965, Davis 41536 (E); Sarıyar: 28.04.1955, Walter 1443 (B)[30]; C3 Isparta: Eğirdir, Mahmatlar Mahallesi, eğimli yamaçlar, 960 m, 18.05.2023, O.Tugay 20.717 & E.Özkaymakoglu 11;



Şekil 4.3. *P. dubium* subsp. *laevigatum*'un genel görünümü

4.1.4. *Papaver arachnoideum* Kadereit / Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh 45(2): 250, 1989.

Türkçe adı: Kukumavotu [6]

Tip: Gümüşhane, 1300 m, taşlı yamaçlar, 04.04.1960, Stainton 8335 (holotip W, izotip E).

Bitki dik gelişen tek yıllık otsu, 7–45 cm boyunda, dallanmamış ya da tabandan dallanmış. Yapraklar 1–8,5 × 0,5–2,4 cm, obovat–ovat şekilli, pinnatifit’ten pinnatipartit’e kadar değişken. Alt yapraklar saplı, petiyol 4 cm’ye kadar uzun; üst yapraklar kısa saplı ya da sapsız; loplar ileriye dönük, tam kenarlı ya da parçalı. Yaprakların her iki yüzeyi yoğun araknoit tüylerle kaplıdır, tüm loplar 5 mm’ye kadar ulaşabilen ince ve uzun kıllarla sonlanır. Pedunküller ince ve yatık tüylerle kaplı, nadiren sert tüyler taşır. Çiçek tomurcukları 9–15 × 5–9 mm, elipsoit–obovoid, yoğun araknoit tüylü, bazen ince yatık sert tüylerle kaplıdır. Taç yapraklar 15–28 × 12–34 mm, geniş obovat, turuncumsu kırmızı, tabandan biraz uzak noktada siyah lekeli. Stamenler çok sayıda, 5–8 mm uzunluğunda, ovaryumdan kısa ya da hafifçe uzun; filamentler ipliksi, siyah; anterler 0,7–1 mm, oblong, kahverengimsi. Kapsüller 6–14 × 3–6 mm, genişliğinin 2–3,5 katı uzunluğunda, dar obovoid. Stigmatik disk 5–11 ışınlı, 3–6 mm genişliğinde, kapsül çapına eşit ya da ondan daha dar; disk lopları uçlara doğru genişler, üst üste biner. Tohumlar 0,7–0,8 mm uzunluğunda, kahverengidir (Şekil 4.4).

Endemik

Çiçeklenme dönemi: Nisan–Haziran.

Habitat: Magmatik kayalar, şist ya da kum üzerinde açık vejetasyonda yetişir.

Lokaliteler: Gümüşhane ile Zigana arası, 20.05.1933, Balls 286 (E); Pozantı, Adana üzeri, 1917, Christian (W); Bilecik istasyonunun 2 km güneyi, 23.04.1966, Davis 42093 (E); Doğanşehir ile Pazarcık arası, 10.05.1957, Davis & Hedge 27737 (BM, E); Elazığ: Harput’un batısı, 06.06.1957, Davis & Hedge 29178 (BM, E, W); Ankara: Rochel 57 (W); Ovacık ile Tiana arası, Siehe 323 (BM, E, W); Osmancık – Kargı arası, 01.06.1969, Tobey 2668 (E); Kargı sonrası, 01.06.1969, Tobey 2810 (E) [30]; Gümüşhane: Torul yolu, 1130 m, 31.05.2025, O.Tugay 21.779.



Şekil 4.4. *P. arachnoideum*'un genel görünümü

4.1.5. *Papaver arenarium* M.Bieb. / Flora Taurico-Caucasica, 3: 364, 1819.

Türkçe adı: Karagöz [6]

Tip: Kafkasya, Terek Nehri civarındaki akarsu düzlüklerinde, hareketli kumlar üzerinde, Bieberstein tarafından toplanan örnek (holotip LE; fotoğrafı E'de).

Bitki dik ya da bazen yükselici gelişen tek yıllık otsu, 8–70 cm boyunda, çoğunlukla tabandan dallanmıştır. Yapraklar 1–18 × 0,6–4,5 cm, obovat–ovata formda, 1–3 pinnatipartit; alt yapraklar saplı, yaprak sapı 9 cm'ye kadar uzun; üst yapraklar çoğunlukla çok kısa saplıdır. Loplar ovattan lineere kadar değişen formda, ileriye dönük, 1–2 pinnatipartit; yaprakların son segmentleri lanseolat-linear, çoğunlukla 1 mm'den daha dar. Yapraklar her iki yüzeyde seyrekten yoğunla kadar değişen yayık sert tüylerle kaplı, üst yüzeyde tüyler daha az sayıda olup çoğunlukla hemen hemen tüysüzdür. Pedunküller az ya da çok sayıda yapışık, bazen yayık veya hafifçe geriye kıvrık sert tüy taşır. Çiçek tomurcukları 8–24 × 5–14 mm, ovoit–elipsoit, az ya da çok sayıda yayık, bazen hafifçe geriye kıvrık sert tüylerle kaplıdır; çanak yapraklarda daha az ya da çok belirgin uç uzantılar bulunur, bu uzantılar 1,5 mm'ye kadar uzunlukta olabilir. Taç

yapraklar, 1,8–4,5 × 1,5–4,5 cm, geniş obovat, koyu kırmızı ve genellikle çok büyük taban lekeli, bu lekeler taç yaprak uzunluğunun yarısına kadar uzanabilir. Stamenler çok sayıda, 4–11 mm uzunluğunda, ovaryumdan kısa ya da hafifçe uzun olabilir; filamentler ipliksi, siyah; anterler 0,6–1,8 mm uzunluğunda, oblong, yeşilimsi. Kapsül 10–18 × 4–8 mm, genişliğinin 2–2,8 katı uzunlukta, obovoit. Stigmatik disk 7–9 ışınlı, 4–8 mm genişliğinde, kapsül çapına eşit ya da ondan biraz geniş; disk lopları uçlara doğru genişleyen ya da kare–oblong formda, çoğunlukla üst üste binen, bazen olgunlukta yukarı kıvrılan yapıdadır. Tohumlar 0,6–0,7 mm uzunluğunda, kahverengi görünümlüdür [30] (Şekil 4.5).

Çiçeklenme dönemi: Nisan–Temmuz

Habitat: Çeşitli substratlar üzerinde ruderal veya tarla yabancı otu olarak, çoğunlukla çok büyük populasyonlar halinde bulunur.

Lokaliteler: A8 Çoruh: Ardanuç, 500 m, D. 30176; B7 Erzincan: Erzincan, Bağda; B9 Bitlis: Reşadiye – Pelli arası, 2300 m, D. 22402; C8 Mardin: Mardin – Nusaybin arası, 700 m, D. 28425[29]; B7 Erzincan: Divriği, Çakırtarla, step, 1700 m, 11.07.2023, O.Tugay 21025, M.Armağan.



Şekil 4.5. *P. arenarium*'un genel görünümü

4.1.6. *Papaver commutatum* subsp. *euxinum* Kadereit / Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh 45(2): 257, 1988

Türkçe adı: -

Tip: A5\6 Samsun: Borabay, 800 m, kayalık vadi tabanı, kumlu, sıcak. 10.06.1964, Tobey 743 (holotip, E) [43]

Bitki dik tek yıllık otsu, 10–70 cm boyunda, genellikle tabandan dallanır. Yapraklar 15–140 × 0,5–55 cm, obovat ila ovat, pinnatisekt ila pinnatipartit; alt yapraklar saplı, yaprak sapı 5 cm'ye kadar uzunlukta; üst yapraklar sapsız; alt yaprakların lopları ovat ila derin girintili, üst yaprakların lopları çoğunlukla oblong ila linear, çoğunlukla tam kenarlı, nadiren seyrek dişli, çoğunlukla eni 1 mm'den dar; üst yaprak loplarının boyu yaprak ucuna doğru daha az çok kademeli olarak küçülür, bazen tabandaki lop çifti, sonraki lop çiftinden daha kısa olabilir; yapraklar her iki yüzeyde seyrek yaygın tüylerle kaplı, üst yüzeyde daha az tüylüdür. Gövde yaygın tüylerle kaplıdır. Pedunküller kısa, yapışık tüylerden oluşan yoğun indumentuma sahiptir. Çiçek tomurcukları 14–24 × 8–14 mm, obovat ila elipsoit, az çok yoğun yaygın tüylerle örtülüdür. Taç yapraklar 15–47 × 11–55 mm, geniş obovat, bazen yelpaze biçiminde, koyu kırmızı, çoğunlukla tabanda siyah benekli veya benekler tabandan uzaklaşmış durumdadır. Stamenler çok sayıda, 5–12 mm uzunluğunda; filamentler ipliksi, siyah; anterler 0,6–1,5 mm uzunluğunda, oblong, yeşilimsi ila kahverengimsi. Kapsül 6–13 × 4–11 mm, eninden 1,1–1,6 kat daha uzun, geniş silindirikten geniş ovata, bazen neredeyse küresel; çoğunlukla belirgin saplıdır; stigmatik disk 5–10 stigmatik ışına sahip, 4–11 mm genişliğinde, kapsül çapı kadar veya daha geniş; eğer daha dar ise kapsüller neredeyse küreseldir; stigmatik disk serbest lopları uçlara doğru genişler ve üst üste biner. Tohumlar 0,9–1 mm uzunluğunda, kahverengi, glauk görünümlüdür [30] / (Şekil 4.6).

Endemik

Çiçeklenme dönemi: Mayıs–Temmuz

Habitat: Tarlalarda yabani ot olarak veya kumlu ya da kireçtaşı yamaç döküntüleri üzerinde seyrek bitki örtüsünde yetişir.

Lokaliteler: A4 Zonguldak: Keltepe, Sorgun Deresi üzerinde, Davis 37850; A5 Amasya: Amasya yakınları, Manissadjian 753 [30]; Amasya: Boraboy, vadi yanı, 820 m, 31.05.2025, O.Tugay 21.784.



Şekil 4.6. *P. commutatum* subsp. *euxinum*'un genel görünümü

4.1.7. *Papaver guerlekense* Stapf / Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse 51: 359, 1886.

Türkçe adı: Arıgülü

Tip: Likya: Gurlek civarı, 07.06.1882, Luschan s.n. (B).

Dik gelişen tek yıllık otsu, 20–40 cm boyunda, çoğunlukla tabandan dallanır. Yapraklar 11–15 × 0,5–25 mm, obovat-ovat genel hatlı, pinnatipartit-pinnatisekt; alt yapraklar saplı, yaprak sapı 2,5 cm'ye kadar uzun, çoğunlukla büyük, girintili terminal segmente ve 1–3 çift çok daha küçük yanal loba sahiptir; üst yapraklar sesil, pinnatipartit, birkaç girintili veya tam kenarlı yanal loplu, loplar sıklıkla yaprak ucuna doğru kademeli olarak küçülür; yapraklar her iki yüzeyde de az çok yoğun, yaygın tüylerden oluşan indumentum taşır. Gövde ve yapraklar neredeyse her zaman kırmızımsı tonludur ya da en azından bazı tüyler kırmızıdır. Gövde yaygın, pedunkuller yaygın ya da yapışık tüylerle kaplıdır. Çiçek tomurcukları 12–19 × 5–10 mm, ovata, az çok yoğun, yaygın tüylerden oluşan

indumentumla kaplıdır. Taç yapraklar $33-38 \times 25-35$ mm, geniş obovat, kırmızı, tabanda siyah benekli veya beneksiz, ya da benekler tabandan uzaklaşmış olabilir. Stamenler çok sayıda, 5–8 mm uzunluğunda, ovaryumdan daha kısa ya da daha uzun olabilir; filamentler ipliksi, siyah; anterler 0,7–1 mm uzunluğunda, oblong, kahverengimsi. Kapsül $8-17 \times 3-7$ mm, eninden 1,8–4 kat daha uzun, dar obovat, tabana doğru kademeli olarak daralır ve uzun, ince bir taban kısmına geçer; stigmatik disk 5–9 stigmatik ışına sahip, 3–6,5 mm genişliğinde, kapsül çapından daha dar ya da daha geniş olabilir; stigmatik diskin serbest loplari uçlara doğru genişlemiş. Tohumlar 0,7–0,8 mm uzunluğunda, kahverengi [30] (Şekil 4.7).

Endemik

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Mayıs

Habitat: Nadasa bırakılmış tarlalarda yabani ot olarak, ya da kum üzerinde veya kayalık kireçtaşları üzerinde seyrek bitki örtüsü içinde, çoğunlukla kumullarda yetişir.

Lokaliteler: C2 Muğla:F ethiye civarı, 05.05.1980, Baytop 44153 (WU); Kaş civarı, 06.05.1980, Baytop 44171 (WU); Söğüt–Bozburun arası, 15.04.1965, Davis 41208 (E); Turgut–Bayır arası, 15.04.1965, Davis 41127 (E); C5 Mersin: Anamur, 14.04.1956, Davis & Polunin 25961 (BM); Likya: Sidyma, Luschan (WU); C4 Antalya: Alanya, 09.04.1955, Walter 3797 (B) [30]; C2 Muğla: Fethiye, Ölüdeniz, kumlu yamaçlar, 50 m, 12.06.2022, O.Tugay 19.650 & E.Özkaymakoglu 12.



Şekil 4.7. *P. guerlekense*'nin genel görünümü

4.1.8. *Papaver rhopalotheca* Stapf / *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse* 51: 359, 1886.

Türkçe adı: Yordanlı

Tip: Likya: Gölbaşı, 1882, Luschan (WU).

Bitki tek yıllık. Gövdeler tabanda $\pm$ yatık, yaygın sert tüylerle örtülü, 30–35 cm. Yapraklar yarı lirat-pinnatifid. Pedunkullar seyrek kıllı. Taç yapraklar geniş obovat, soluk mor renkli. Kapsül uzunlamasına klavat, eninin yaklaşık 3 katı uzunluğunda. Disk düz. Stigmalar 7–9 adet [29] (Şekil 4.8).

Çiçeklenme zamanı: Nisan-Mayıs

Habitat: Tarla kenarı

Lokaliteler: Antalya: Serik, Kumköy, tarla kenarı, 32 m, 04.05.2022, O.Tugay 19461& E.Özkaymakoğlu 05.



Şekil 4.8. *P. rhopalothece*'nin genel görünümü

4.1.9. *Papaver stylatum* Boiss. & Bal. in Boiss. / Diagnoses Plantarum Orientalium Novarum, 2(5): 13, 1856.

Türkçe adı: Gündüzgülü [6]

Tip: C5 İçel: Mersin civarı, 17.04.1855, Balansa 722 (lektotip: G-Boiss.; isolectotipler: BM, C, G, JE, W).

Bitki genellikle yükselici, bazen dik gelişen tek yıllık otsu, 10–40 cm boyunda, çoğunlukla tabandan dallanır. Yapraklar 15–120 × 0,5–30 mm, obovat ila ovat, pinnatipartit ila pinnatisekt; alt yapraklar saplı, yaprak sapı 4–5 cm'ye kadar uzunlukta, büyük, girintili terminal segment ve 1–2 çift daha küçük yanal loplara sahip; üst yapraklar sapsız, üç parçalı, dar ovattan lineara değişen segmentli, segmentler pinnatipartite kadar girintili; yaprakların her iki yüzü yaygın tüylerden oluşan daha yoğun ya da seyrek indumentum taşır. Gövde yaygın tüylerle, pedunkuller yatık tüylerle kaplıdır. Çiçek tomurcukları 7,5–20 × 4–8 mm, dar ovattan elipsoide, yaygın tüylerden oluşan yoğun indumentumla kaplıdır. Taç yapraklar 14–30 × 11–30 mm, geniş obovat, kırmızı, tabanda

büyük siyah lekeler taşıyabilir veya lekeler tabandan uzaklaşmış olabilir. Stamenler çok sayıda, 6–8 mm uzunluğunda, ovaryumdan daha kısa ya da biraz daha uzun olabilir; filamentler ipliksi, siyah; anterler 0,5–0,9 mm uzunluğunda, oblong, kahverengimsi. Kapsül 6,5–15 × 3–5 mm, eni kadarının 2–3 katı uzunlukta, az çok dar obovat; stigmatik disk 4–6 stigmatik ışına sahip, 4–5 mm genişliğinde, kapsül çapı kadar ya da çoğunlukla daha geniş, belirgin şekilde umbonat, umbo 3 mm'ye kadar uzunlukta; stigmatik diskin serbest loplari uçlara doğru genişler. Tohumlar 0,6–0,7 mm uzunluğunda, kahverengi [30] (Şekil 4.9).

Çiçeklenme dönemi: Nisan–Mayıs

Habitat: Tarlalarda yabani ot olarak, yol kenarlarında ya da kayalık kireçtaşları üzerinde veya kumullarda seyrek bitki örtüsü içinde yetişir.

Lokaliteler: C4 Kilikya, 1834, Aucher 1527 (W); C5 Mersin: Tarsus ile Ulaş arasında, 05.04.1957, Davis & Hedge 26405 (BM, E); Nur Dağı, Kızıldere üzerinde, 17.04.1957, Davis & Hedge 26748, 26751 (BM, E); Çukurova, 20.03.1966, Deaver T68 (E); “Güllek Boğazi”, 1853, Kotschy (W); Siehe 41 (JE); Kakiragi, 1896, Siehe 96 (JE); Aladağ civarı, Kilikya, 19.03.1912, Siehe 125 (E, JE, W); Haçin Dağı, 14.04.1896, Siehe 481 (B, BM, E, JE, W) [30]; C4 Mersin: Tarsus, Sıraköy-Çevreli arası, 160 m, 02.06.2023, O.Tugay 20752 & E.Özkaymakoglu 17.



Şekil 4.9. *P. stylatum*'un genel görünümü

4.1.10. *Papaver clavatum* Boiss. & Hausskn. ex Boiss. / Flora Orientalis 1: 112, 1867.

Türkçe adı: Şıkşık [6]

Tip: Şanlıurfa, Çermelik yakınlarında tarlalarda, 17.05.1865, Haussknecht (lektotip: G-Boiss.; isolectotipler: B, JE, W).

Bitki genellikle dik, nadiren yükselici tek yıllık otsu, 10–40 cm boyunda, çoğunlukla tabandan dallanır. Yapraklar 12–120 × 0,5–40 mm, obovat ila ovata genel hatlı, 1–2 pinnatipartit; tüm yapraklar saplıdır; alt yaprakların sapı 3 cm'ye kadar uzunlukta, üst yaprakların sapı çok kısa, 0,5 cm'ye kadar; yaprak lopları öne dönük, tam kenarlıdan pinnatipartit'e kadar girintili; son segmentler nadiren 2 mm'den daha geniştir, yapraklar her iki yüzeyde az çok yoğun, yaygın tüylerden oluşan indumentum taşır. Gövde yaygın tüylerle, bazen kısmen araknoit tüylerle kaplıdır; pedunkuller yatık tüylerle örtülüdür. Çiçek tomurcukları 8–16 × 4–8 mm, ovattan elipsoide, ± yoğun yaygın tüylerden oluşan indumentumla kaplıdır. Taç yaprakalar 16–35 × 14–34 mm, obovat, kırmızı, siyah benekli ya da beneksiz, benekler tabandan uzaklaşmış olabilir. Stamenler çok sayıda, 3–8 mm uzunluğunda, ovaryumdan daha kısa veya biraz daha uzun; filamentler ipliksi, siyah; anterler 0,6–1,3 mm uzunluğunda, oblong, kahverengimsi. Kapsül 6,5–19 × 3–5,5 mm, eninin 3 ila neredeyse 6 katı uzunlukta, dar obovat-elipsoit ya da silindirik; stigmatik disk 5–8 stigmatik ışına sahip, 3–4,5 mm genişliğinde, kapsül çapı kadar veya çoğunlukla daha dar, nadiren umbonat, çoğunlukla düz; serbest loplar uçlara doğru genişleyebilir; disk bazen sadece çok yüzeysel şekilde lopludur. Tohumlar 0.6–0.8 mm uzunluğunda, kahverengi görünümlüdür [30] (Şekil 4.10).

Endemik

Çiçeklenme dönemi: Nisan–Mayıs

Habitat: Nadasa bırakılmış veya ekili tarlalarda yabani ot olarak ya da kireçtaşı veya şist üzerinde seyrek bitki örtüsü içinde yetişir.

Lokaliteler: C6 Maraş: Maraş–Göksun, Yemis Dağı, 600 m, Davis 27429; C6 Gaziantep: Gaziantep, 1000 m, Balls; C7 Adıyaman: Perveri–Sürgü arası, 1250 m, Balls 2264; C7 Urfa: Birecik, Tel Pınar, Sintenis 1888:775; C8 Mardin: Mardin–Nusaybin arası, 700 m, Davis 28425 [30]; C6 Hatay: Yayladağ, Reyhanlı yol ayrımı, Olea açıklığı, 472 m, 30.04.2022, O.Tugay 19437, M.Armağan & E.Özkaymakoglu 08.



Şekil 4.10. *P. calavatum*'un genel görünümü

4.1.11. *Papaver syriacum* Boiss. & Blanche in Boiss. / Diagnoses Plantarum Orientalium Novarum, ser. 2(6): 3, 1859.

Türkçe adı: Kellinar [6]

Tip: Lübnan, Beyrut, Blanche.

Bitki tek yıllık. Gövdeler 30 cm'ye kadar. Yapraklar pinnatifit, alt yapraklarda terminal segment yanal segmentlerden çok daha geniş. Petaller koyu kırmızı. Kapsül tabana doğru kademeli olarak daralır. Disk piramidal [29] (Şekil 4.11).

Çiçeklenme dönemi: Nisan–Temmuz.

Habitat: Tarlalar vb., deniz seviyesinden 1600 m'ye kadar.

Lokaliteler: B6 Seyhan: Gürümze–Süphandere arası, 1000 m, Davis 19633; C6 Kilikya, Amanos, Anti-Toros; C6 Seyhan: Misis yakınları, Nur Dağı, Kızıldere, 100 m, Davis 26749; C6 Maraş: Pazarcık yakınları, Narlı–Karabıyıklı arası, 600–700 m, Davis 27846; C6 Gaziantep: Islahiye, Melikhauli, 400 m, Brown 266 Hatay: İskenderun, Rogers 0703 [29]; Hatay: Yayladağ, Reyhanlı yol ayrımı, Olea açıklığı, 472 m, 30.04.2022, O.Tugay 19438, M.Armağan & E.Özkaymakoglu 07.



Şekil 4.11. *P. syriacum*'un genel görünümü

4.1.12. *Papaver rhoeas* L. / Species Plantarum 1: 507, 1753.

Türkçe adı: Gelincik [6]

Tanım yeri: Avrupa (Hb. Linn. 669/6).

Bitki gövdeleri dik, 90 cm'ye kadar. Yapraklar değişken, genellikle pinnatifit veya pinnatisekt; segmentler dişli, terminal segment lanseolat, yanıl segmentlerden çok daha uzun. Pedunkullar yaygın sert tüylü, nadiren yapışık tüylü. Petaller kırmızıdan koyu kırmızıya, nadiren beyaz; tabanda benekli ya da beneksiz; boyutları oldukça değişkendir. Kapsül tüysüz, küresel ila yarı küresel, tabanda yuvarlak, eninin yaklaşık iki katı uzunluğunda. Disk düz, 18'e kadar stigma ışını taşır [29] (Şekil 4.12).

Çiçeklenme: Mart–Ağustos.

Habitat: Tarlalar, boş araziler vb., deniz seviyesinden 1400 m'ye kadar.

Lokaliteler: A1 Tekirdağ: Edirne–İstanbul arası, 50 m, Dudley, Davis 34505; A1 Çanakkale: Erenköy, Sintenis 1883:303; A2 İstanbul: San Stefano (Makriköy), Aznavour; A2 İstanbul: Prinkipo (Büyükada), Aznavour; A3 Bolu: Ala Dağı, 700 m, Khan ve vd. 561; A5 Amasya: Amasya, Bornmüller 148b; A6 Samsun: Samsun, Handel-Mazzetti 140; A7 Trabzon: Maçka (Cevizlik), 700 m, Balls 1610; B3 Eskişehir: Eskişehir–Kütahya arası, 800 m, Dudley, Davis 36064; B7 Elazığ: Harput, 1320 m, Hub.-Morath 9206; B8 Erzurum: Erzurum, Zohrab; C2 Antalya: Kalkan, 30 m, Davis 25495; C3 Antalya: Serik–Manavgat arası, 20 m, Hub.-Morath 10381; C4 İçel: Gilindere–Gülнар arası, 690 m, Hub.-Morath 10380; C5 Seyhan: Ceyhan–Erzin arası, 30 m, Hub.-Morath 13930; C6 Gaziantep: Gaziantep, 900 m, Balls 869 [29]; Osmaniye: Bahçe, 1800 m, 05.06.2023, O.Tugay 20.965.



Şekil 4.12. *P. rhoeas*'ın genel görünümü

4.1.13. *Papaver postii* Fedde / Bulletin de l'Herbier Boissier, 2, (5): 447, 1905.

Türkçe adı: Börekotu [6]

Tip: Suriye, Nusayri Dağları, 1890, Post 3 (K).

Bitki çok yıllık otsu. Gövdeler kısa, subskapoz (gövdesiz görünümlü), tabandan dallanmış, grimsi sert tüylü, 10–15 cm. Yapraklar derince dişli-pinnatifit. Pedunkullar yapışık ya da yarı yaygın sert tüylü. Çiçek tomurcukları 7,5 mm'ye kadar. Taç yapraklar obovat, al kırmızı, 2 cm'ye kadar. Kapsül turbinate, tabanda yuvarlak, yarı saplı, belirgin damarlı. Disk düz. Stigmalar 6–7 [29] (Şekil 4.13).

Çiçeklenme dönemi: Temmuz

Habitat: Taşlık alanlar, deniz seviyesinden 800 m'ye kadar.

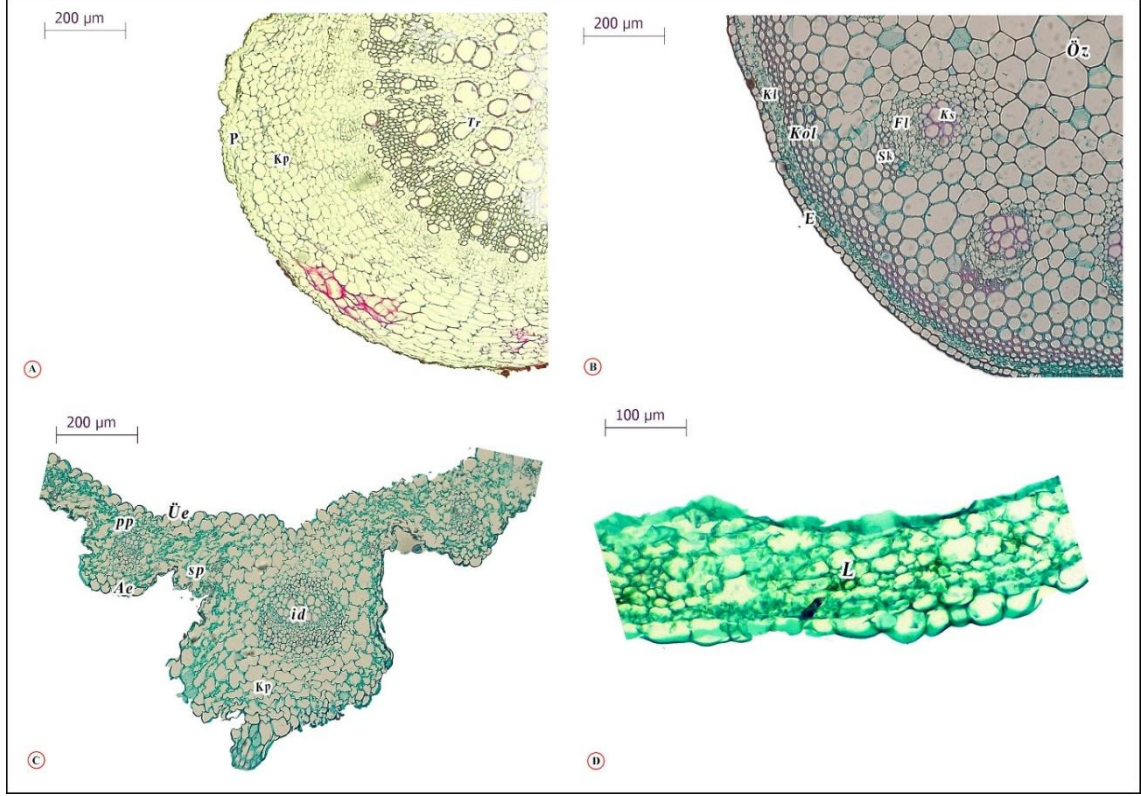
Lokaliteler: A2 Bilecik: Bilecik, 300 m, Davis 36510; C3 Antalya: Antalya–Finike arası, 300 m, Khan ve vd. 243 [29]; C6 Osmaniye: Bahçe, 1800 m, 05.06.2023, O.Tugay 20.965 & E.Özkaymakoglu 10



Şekil 4.13. *P. postii*'nin genel görünümü

4.2. Anatomi Bulguları

4.2.1. *Papaver purpureomarginatum*



Şekil 4. 14. *P. purpureomarginatum* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, Kl: Klörenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Kök

Kök enine kesitinde en dışta 1 sıra periderm tabakası görünmektedir. Periderm tabakasının altında 20-25 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Merkezde trake hücreleri büyük ve yoğun olarak yer almakta ve ksilem kolları belli olmaktadır (Şekil 4.14. A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 2-3 sıra klörenkima tabakası

bulunmaktadır. Klorenkima tabakasının alt kısmında 3-4 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 3-5 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 4-5 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.14. B).

Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2 sıralı palizat parankiması, 1-2 sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasiyal şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli üçgensidir (Şekil 4.14. C).

Kaliks

Kaliks enine kesiti incelendiğinde parankimatik dokulardan oluşmuştur ve lateks hücreleri görülmektedir (Şekil 4.14. D).

4.2.2. *Papaver dubium* subsp. *dubium*

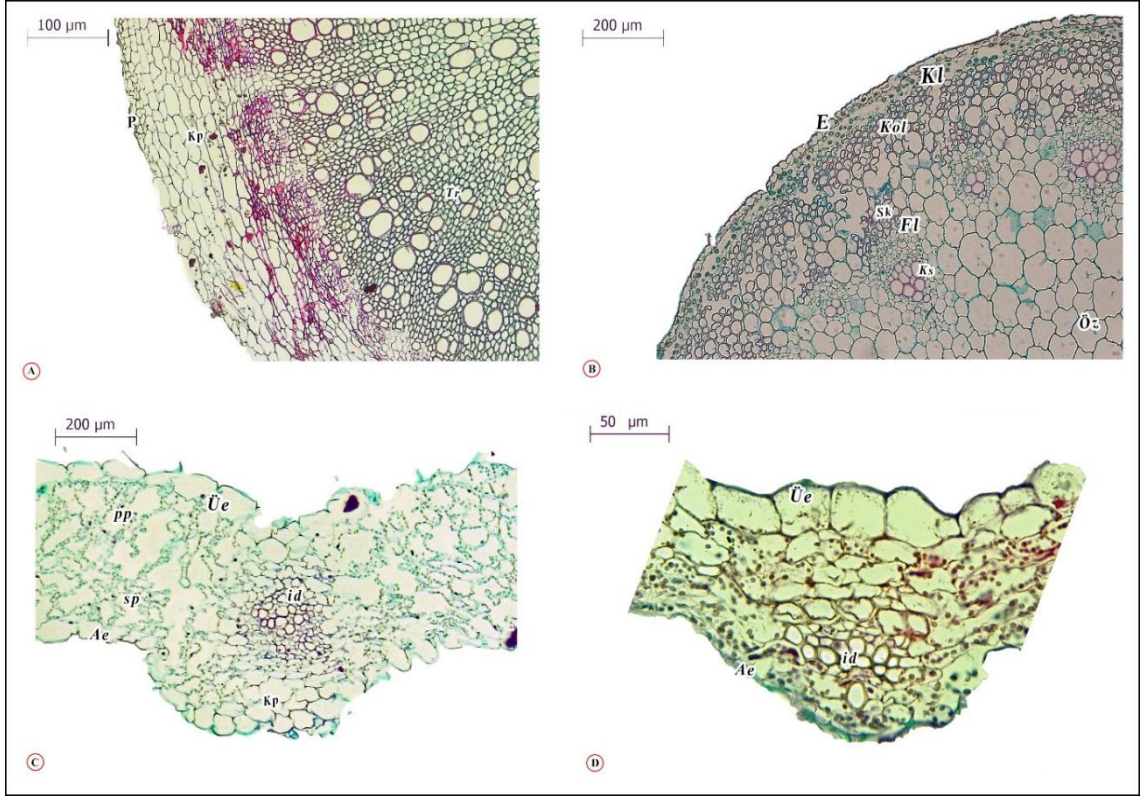
Kök

Kök enine kesitinde en dışta 1 periderm tabakası görünmektedir. Periderm tabakasının altında 10-15 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Merkezde trake hücreleri yoğun olarak yer almakta ve ksilem kolları belli olmaktadır (Şekil 4.15. A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 2-3 sıralı klorenkima tabakası bulunmaktadır. Klorenkima tabakasının alt kısmında 4-5 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 3-5 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 6-7 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç

kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.15. B).



Şekil 4. 15. *P. dubium* subsp. *dubium* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, Kl: Klörenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

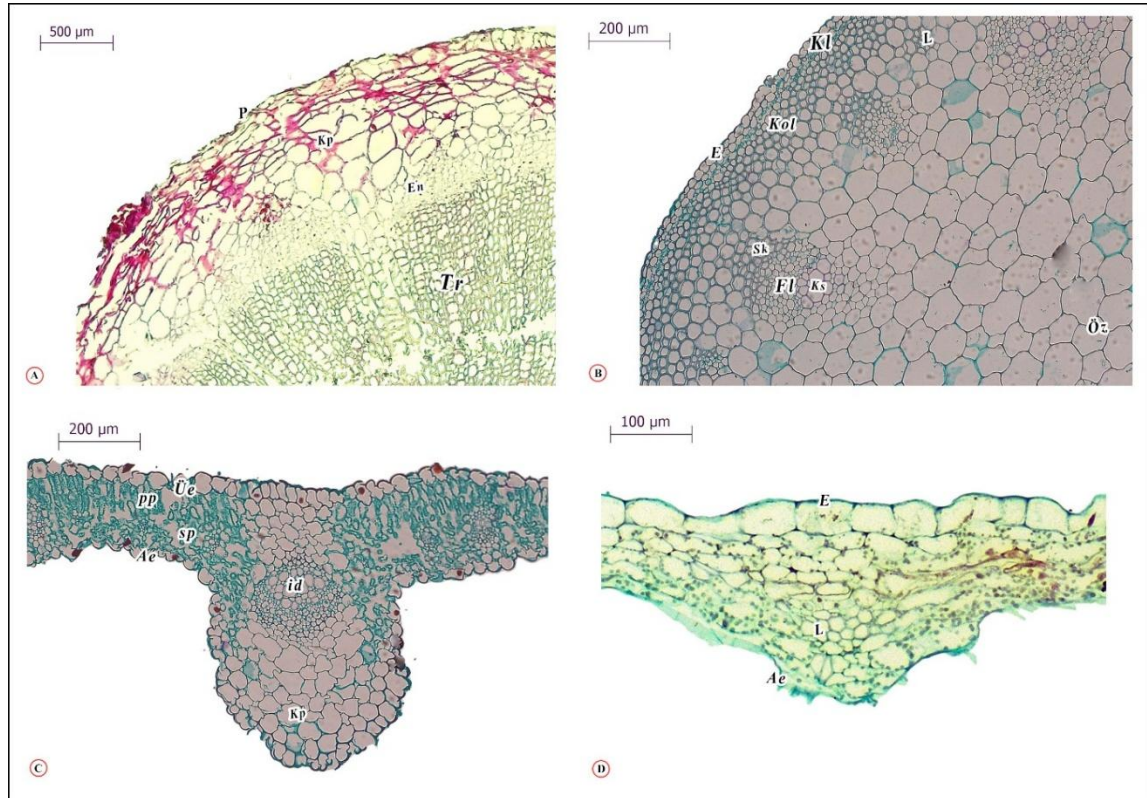
Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 1-2 sıralı palizat parankiması, altında 1-2 sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasial şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli daireseldir (Şekil 4.15. C).

Kaliks

Kaliks enine kesitinde en dışta ve en altta tek sıra bir epidermis tabakası yer almaktadır. Kaliks dokuları incelendiğinde parankimatik dokular bulunmaktadır ve iletim demeti görülmektedir (Şekil 4.15. D).

4.2.3. *Papaver dubium* subsp. *laevigatum*



Şekil 4. 16. *P. dubium* subsp. *laevigatum* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, En: Endodermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, Kl: Klorenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Kök

Kök enine kesitinde en dışta 1 periderm tabakası görünmektedir. Periderm tabakasının altında 10-15 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Korteks tabasının altında 1-2 sıra

endodermis tabakası bulunmaktadır. Merkezde trake hücreleri yoğun olarak yer almakta ve ksilem kolları belli olmaktadır (Şekil 4.16. A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 2-3 sıra klorenkima tabakası bulunmaktadır. Klorenkima tabakasının alt kısmında 3-4 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 4-5 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 4-5 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.16. B).

Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2-3 sıralı palizat parankiması, 3 sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasiyal şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli daireseldir (Şekil 4.16. C).

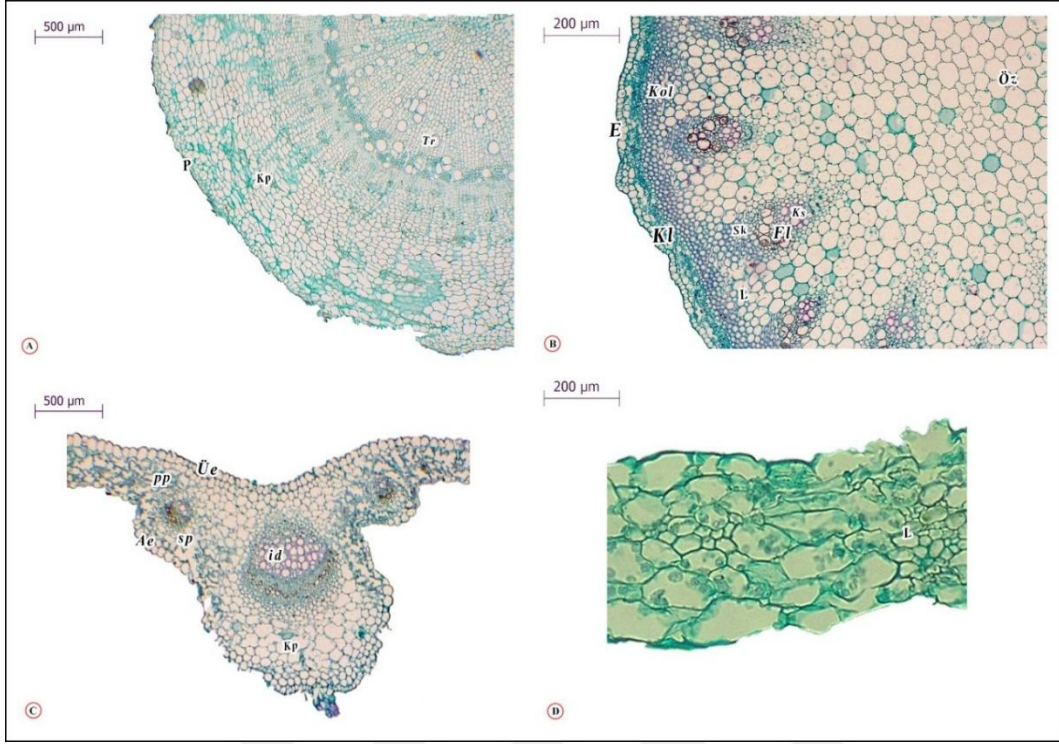
Kaliks

Kaliks enine kesitinde en dışta ve en altta tek sıra bir epidermis tabakası yer almaktadır. Kaliks dokuları incelendiğinde parankimatik dokular bulunmaktadır ve lateks hücreleri görülmektedir (Şekil 4.16. D).

4.2.4. *Papaver arachnoideum*

Kök

Kök enine kesitinde en dışta yer alan periderm tabakası tam sayılamamıştır. Periderm tabakasının altında 23-25 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Kökün merkezinde bulunan vasküler sistemde dağılmış trake hücreleri bulunmaktadır. Floem hücreleri ise parankima hücreleri ile birleşik durumdadır (Şekil 4.17 A).



Şekil 4. 17. *P. arachnoideum* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, Kl: Klorenekima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 4-5 sıralı klorenekima tabakası bulunmaktadır. Klorenekimanın alt kısmında 3-4 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 4-5 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 4-5 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Ayrıca büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.17 B).

Yaprak

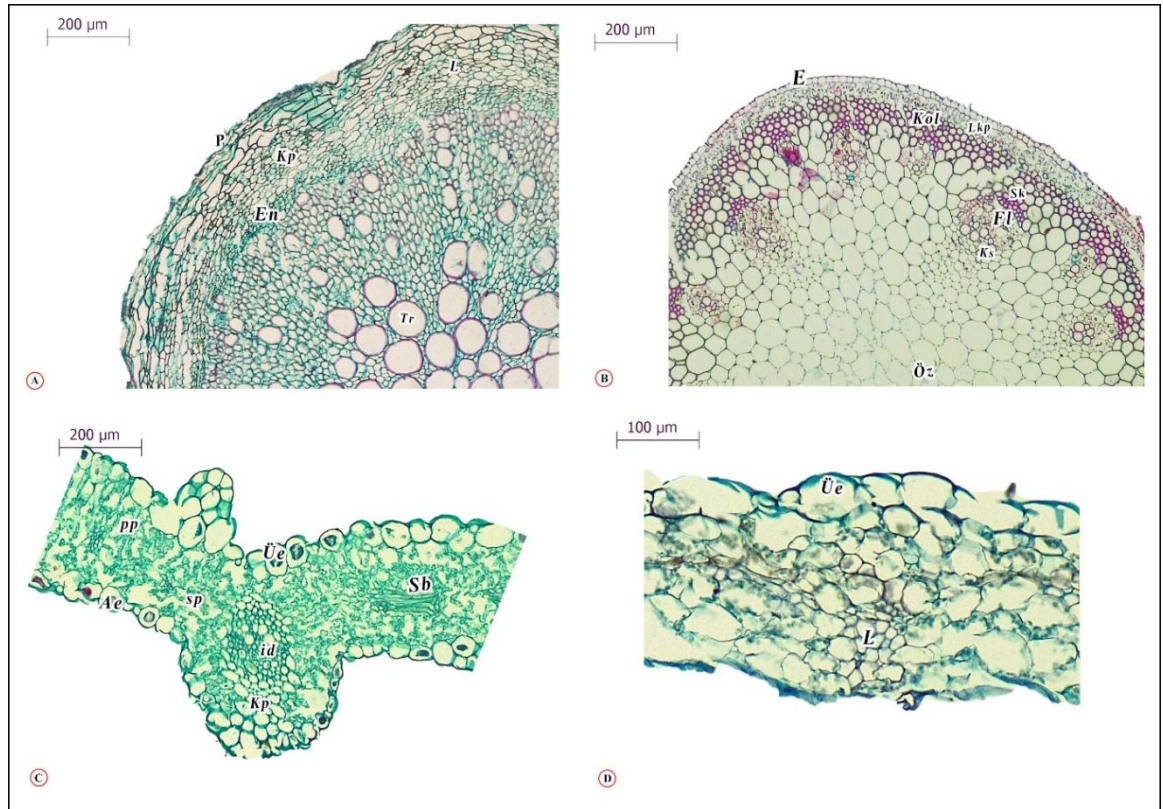
Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 1-2

sıralı palizat parankiması, altında birkaç sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasial şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli üçgensiz (Şekil 4.17 C).

Kaliks

Kaliks enine kesitinde incelendiğinde dokular tam ayırt edilememektedir. Parankimatik dokulardan oluşmuştur. Lateks hücreleri görülmektedir. (Şekil 4.17 D).

4.2.5. *Papaver arenarium*



Şekil 4. 18. *P. arenarium* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, En: Endodermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, Kl: Klorkenima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sb: Salgı boruları, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Kök

Kök enine kesitinde en dışta 3-4 sıralı periderm tabakası bulunmaktadır. Periderm tabakasının altında 12-16 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Korteks tabakasını

ise 1-2 sıralı endodermis tabakası takip etmektedir. Korteks parankiması arasında lateks hücreleri bulunmaktadır. Merkezde trake hücreleri daha büyük ve yoğun olarak yer almaktadır (Şekil 4.18 A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 3-4 sıra klorenkima tabakası bulunmaktadır. Klorenkima tabakasının alt kısmında 5-6 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 3-4 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 4-7 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer almaktadır (Şekil 4.18 B).

Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 1-2 sıralı palizat parankiması, 1-2 sıra sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının aralarında süt boruları bulunmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasial şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli daireseldir (Şekil 4.18 C).

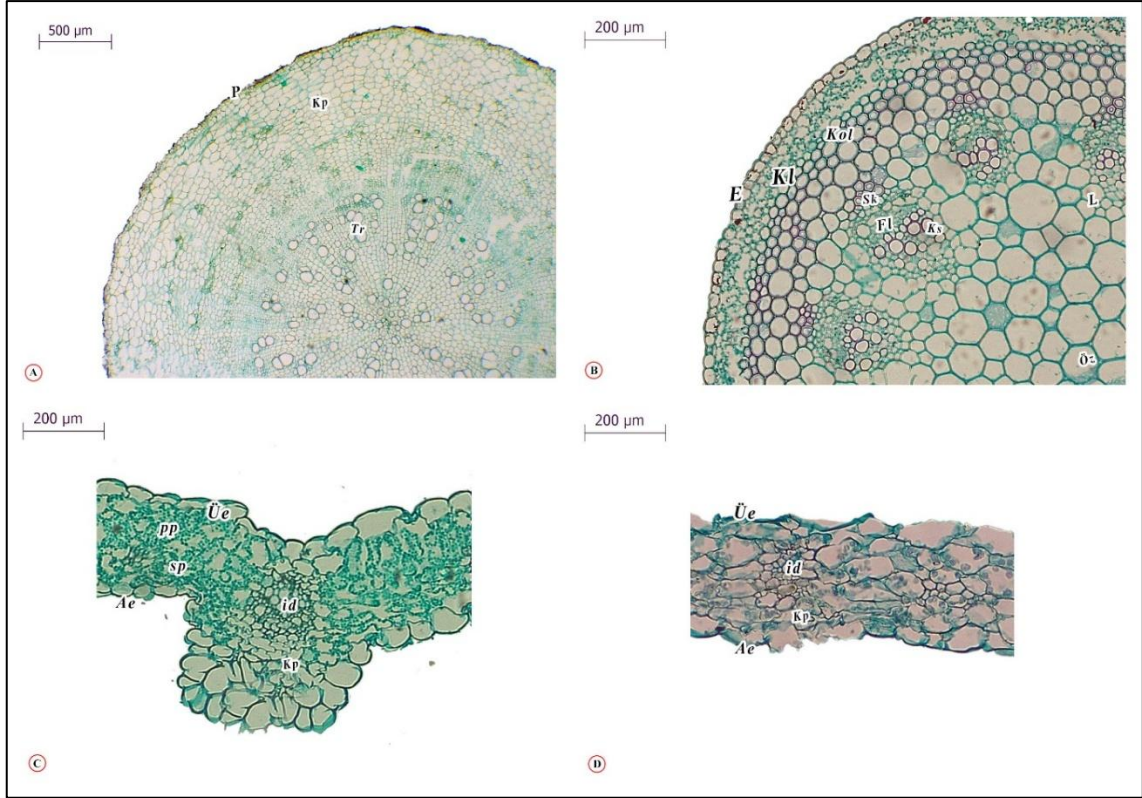
Kaliks

Kaliks enine kesitinde en dışta ve en altta tek sıra bir epidermis tabakası yer almaktadır. Kaliks dokuları incelendiğinde parankimatik dokular bulunmaktadır ve lateks hücreleri görülmektedir (Şekil 4.18 D).

4.2.6. *Papaver commutatum* subsp. *euxinum*

Kök

Kök enine kesitinde en dışta 1 periderm tabakası görünmektedir. Periderm tabakasının altında 20-25 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Merkezde trake hücreleri daha küçük ve ksilem kolları belli olmaktadır (Şekil 4.19 A).



Şekil 4. 19. *P. commutatum* subsp. *euxinum* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, Kl: Klorenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epiderminin altında 4-6 sıra klorenkima tabakası bulunmaktadır. Klorenkima tabakasının alt kısmında 2-4 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 3-4 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 6-7 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.19. B).

Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı st epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2 sıralı palizat parankiması, birkaç sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasiyal şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli daireseldir (şekil 4.19. C).

Kaliks

Kaliks enine kesiti parankimatik dokulardan oluşmuş ve iletim demetleri yer almaktadır (şekil 4.19. D).

4.2.7. *Papaver guerlekense*

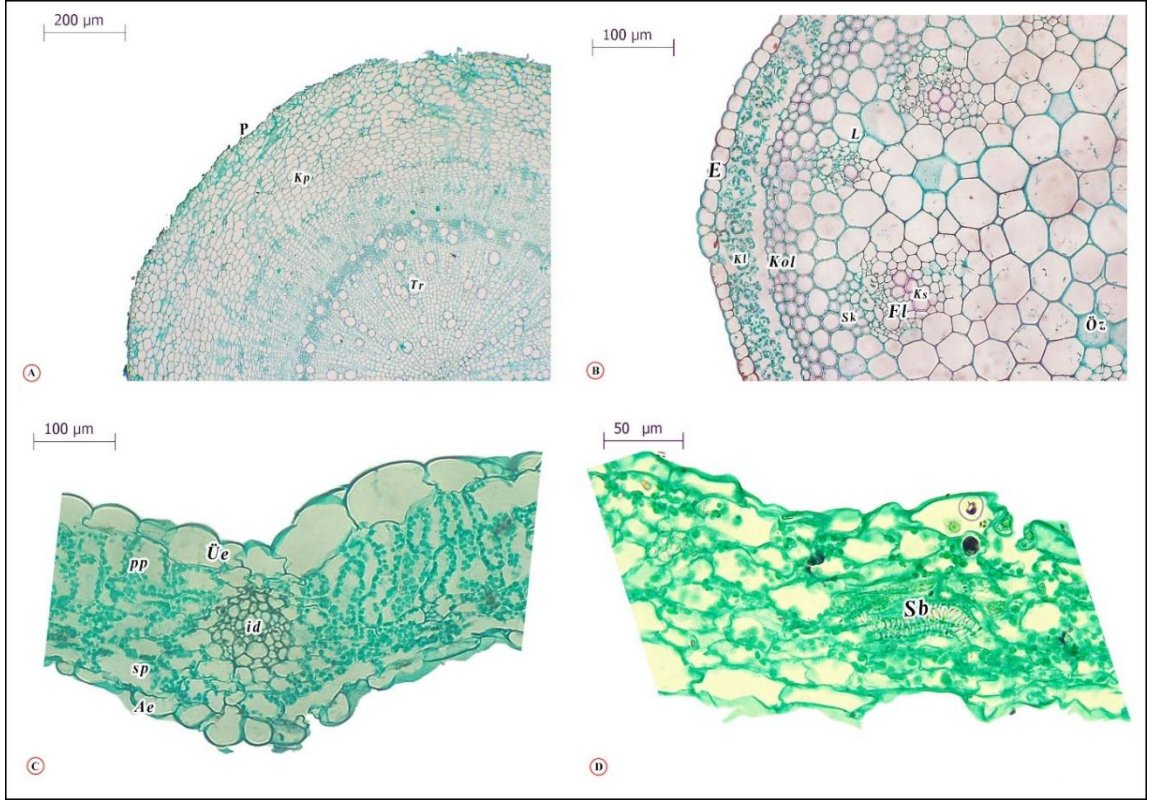
Kök

Kök enine kesitinde en dışta 1 periderm tabakası görünmektedir. Periderm tabakasının altında 20-25 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Merkezde trake hücreleri daha küçük ve ksilem kolları belli olmaktadır (şekil 4.20 A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 4 sıra klorenkima tabakası bulunmaktadır. Klorenkima tabakasının alt kısmında 3-4 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan z bölgesine doğru 3-4 sıralı destek doku elemanlarından sklorenkima tabakası ve hemen altında 6-7 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda

poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.20 B).



Şekil 4. 20. *P. guerlekense* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteksparankiması
Ks: Ksilem, Kl: Klörenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması,
Sb: Salgı boruları, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

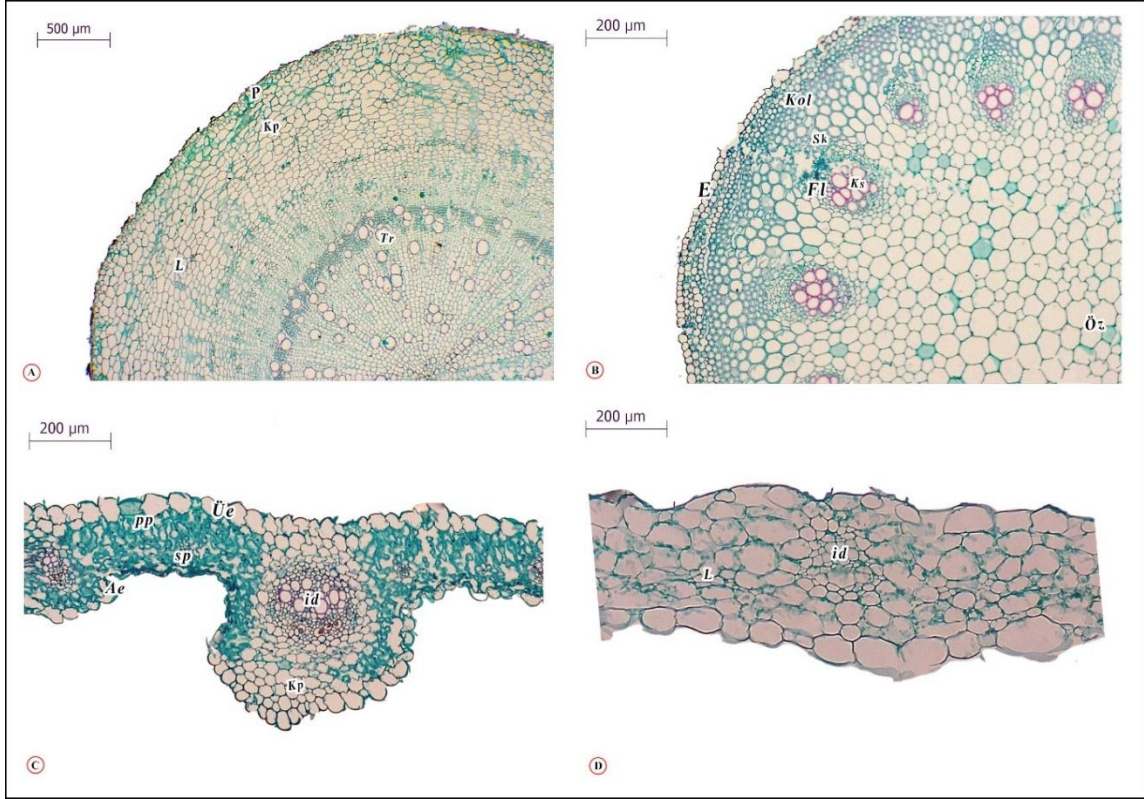
Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2 sıralı palizat parankiması, 2 sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasiyal şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli daireseldir (Şekil 4.20 C).

Kaliks

Kaliks enine kesiti parankimatik dokulardan oluşmuş ve süt boruları yer almaktadır (Şekil 4.20 D).

4.2.8. *Papaver rhopalothece*



Şekil 4. 21. *P. rhopalothece* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Kök

Kök enine kesitinde en dışta 1-2 sıralı periderm tabakası bulunmaktadır. Periderm tabakasının altında 20-25 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Korteks parankiması ve floem demetlerinin arasında lateks hücreleri bulunmaktadır. Merkezde trake hücreleri yoğun olarak yer almakta ve ksilem kolları belli olmaktadır (Şekil 4.21 A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermis tabakasının altında parankimatik hücrelerden meydana gelmiş bir korteks tabakası bulunmaktadır. Korteks tabakasında 2-3 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 3-4 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 7-8 sıralı floem

tabakası bulunmaktadır. Floem tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.21 B).

Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2 sıralı palizat parankiması, altında birkaç sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasial şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli üçgensidir (Şekil 4.21 C).

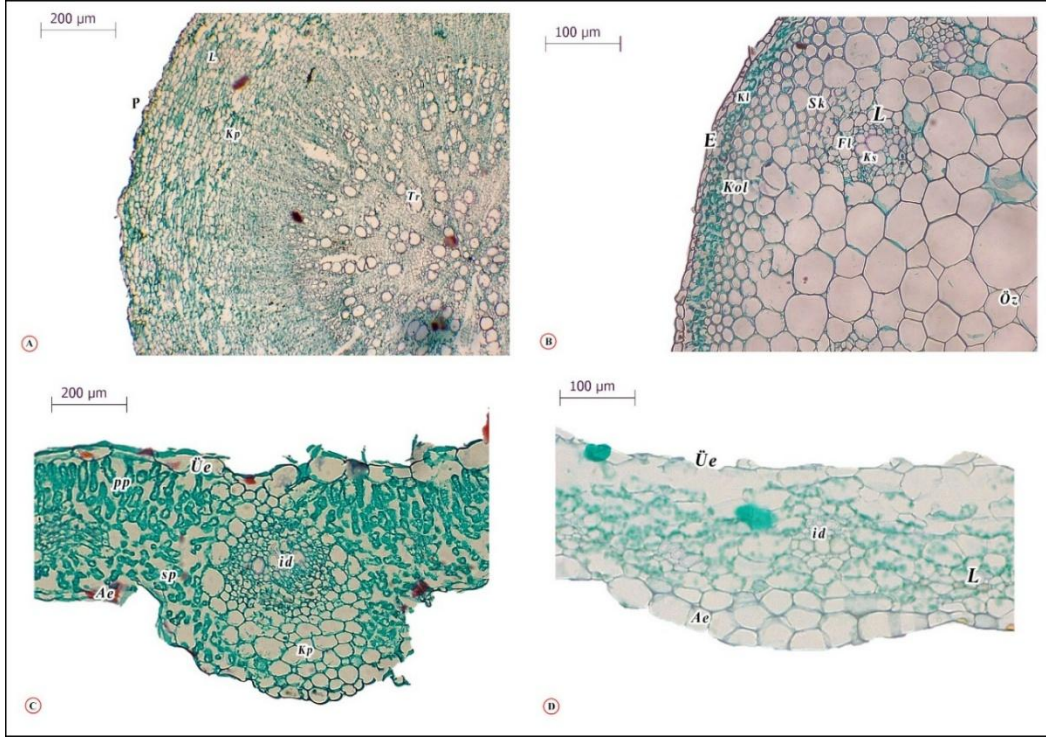
Kaliks

Kaliks enine kesiti incelendiğinde parankimatik dokular bulunmaktadır ve lateks hücreleri görülmektedir (Şekil 4.21 D).

4.2.9. *Papaver stylatum*

Kök

Kök enine kesitinde dökülmüş periderm tabakası bulunmaktadır. Bu nedenle tam sıra sayımı yapılamamıştır. Periderm tabakasının altında 20-25 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Korteks parankiması arasında lateks hücreleri bulunmaktadır. Merkezde trake hücreleri yoğun olarak yer almaktadır (Şekil 4.22 A).



Şekil 4. 22. *P. stylatum* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt Epidermis, E: Epidermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması
Ks: Ksilem, Kl: Klörenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması,
Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epiderminin altında 3-4 sıra klörenkima tabakası bulunmaktadır. Klörenkima tabakasının alt kısmında 3-4 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 4-5 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 4-6 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.22 B).

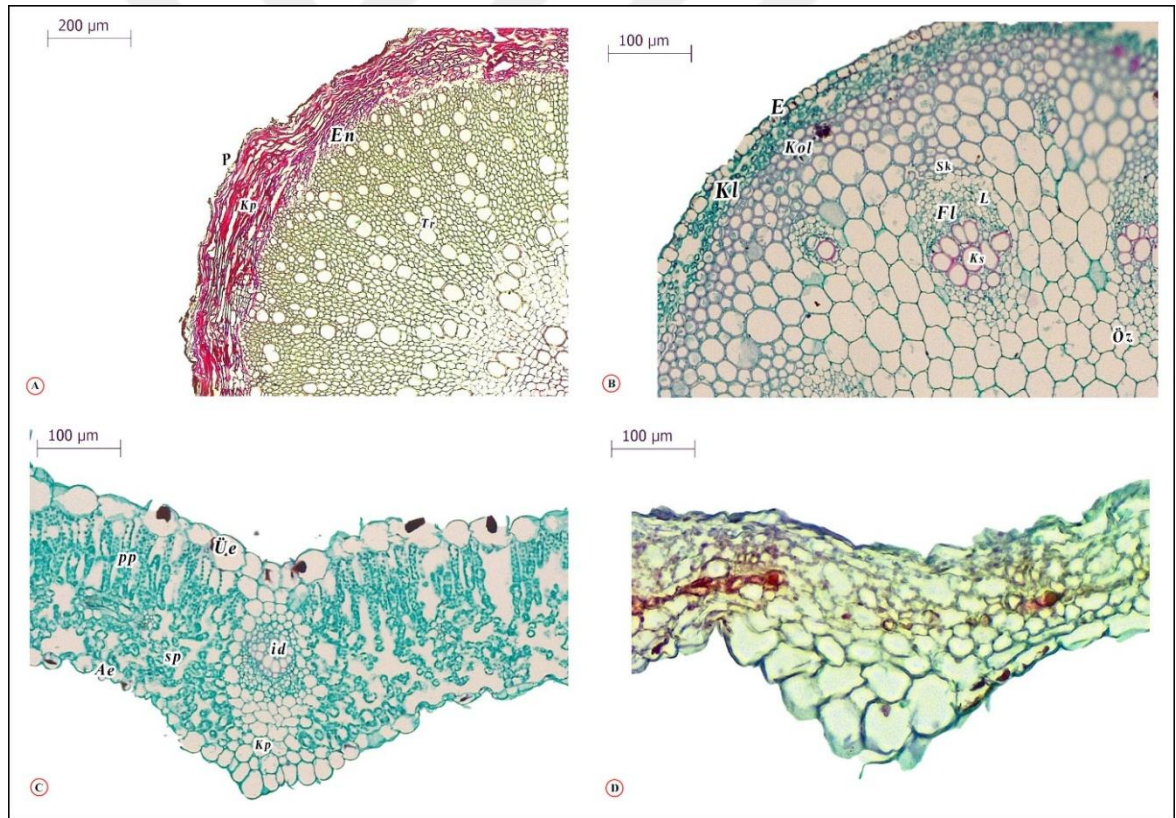
Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2-3 sıralı palizat parankiması, 2-3 sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasiyal şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli daireseldir (Şekil 4.22 C).

Kaliks

Kaliks enine kesiti incelendiğinde tek sıra alt ve üst epidermis vardır. Lateks hücreleri ve iletim demetleri görülmektedir (Şekil 4.22 D).

4.2.10. *Papaver clavatum*



Şekil 4. 23. *P. clavatum* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, En: Endodermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, Kl: Klörenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Kök

Kök enine kesitinde periderm tabakası ve korteks parankiması sayılamamıştır. 1-2 sıra endodermis tabakası bulunmaktadır. Merkeze doğru küçük trake hücreleri ve öz ışınları belli olmaktadır (Şekil 4.23 A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 2-3 sıra klorenkima bulunmaktadır. Klorenkima tabasının alt kısmında 2-3 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 3-4 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 7-10 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.23 B).

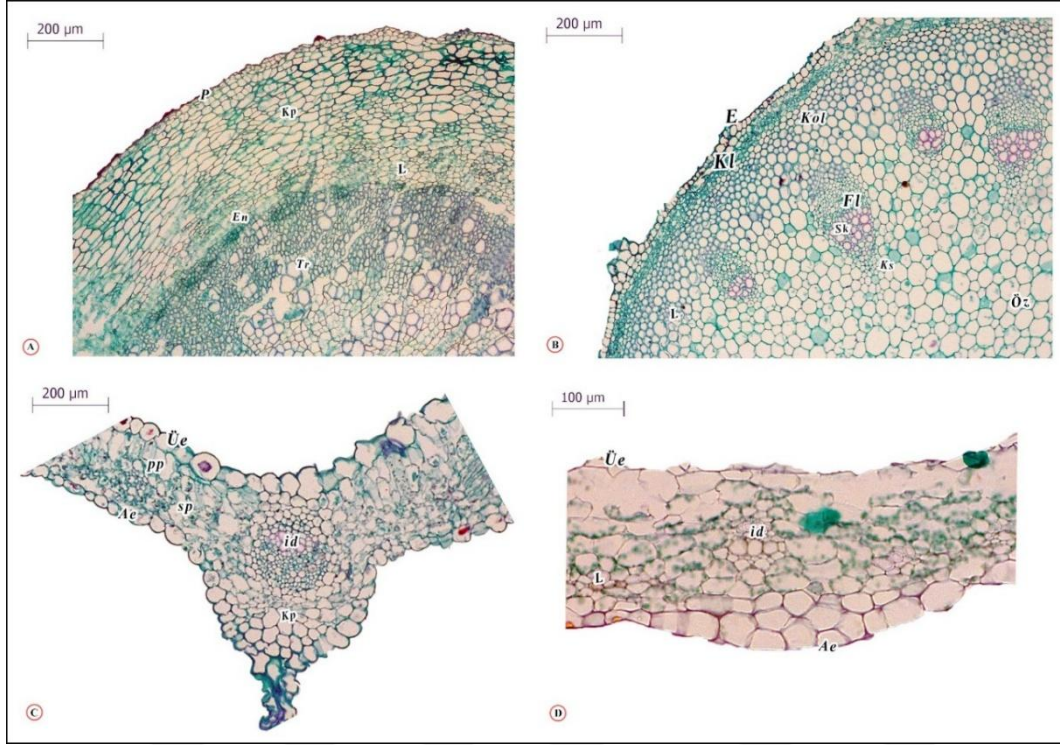
Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2 sıralı palizat parankiması, 1-2 sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasial şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli üçgenimsidir (Şekil 4.23 C).

Kaliks

Kaliks enine kesiti incelendiğinde parankimatik dokulardan oluştuğu görülmüştür (Şekil 4.23 D).

4.2.11. *Papaver syriacum*



Şekil 4. 24. *P. syriacum* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, En: Endodermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, Kl: Klörenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Kök

Kök enine kesitinde en dışta 3-4 sıralı periderm tabakası bulunmaktadır. Periderm tabakasının altında 16-18 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Korteks tabakasını ise 3-4 sıralı endodermis tabakası takip etmektedir. Korteks parankimasının arasında lateks hücreleri bulunmaktadır. Merkezde trake hücreleri yoğun olarak yer almaktadır (Şekil 4.24 A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 3-4 sıralı klörenkima tabakası bulunmaktadır. Klörenkima tabakasının alt kısmında 3-4 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 4-5 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 8-9 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem

tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.24 B).

Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2 sıralı palizat parankiması, altında 2 sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasial şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar bulunmaktadır. Orta damar şekli üçgensidir (Şekil 4.24 D).

Kaliks

Kaliks enine kesitinde en dışta ve en altta tek sıra bir epidermis tabakası yer almaktadır. Kaliks dokuları incelendiğinde parankimatik dokular bulunmaktadır ve lateks hücreleri görülmektedir (Şekil 4.24 D).

4.2.12. *Papaver rhoeas*

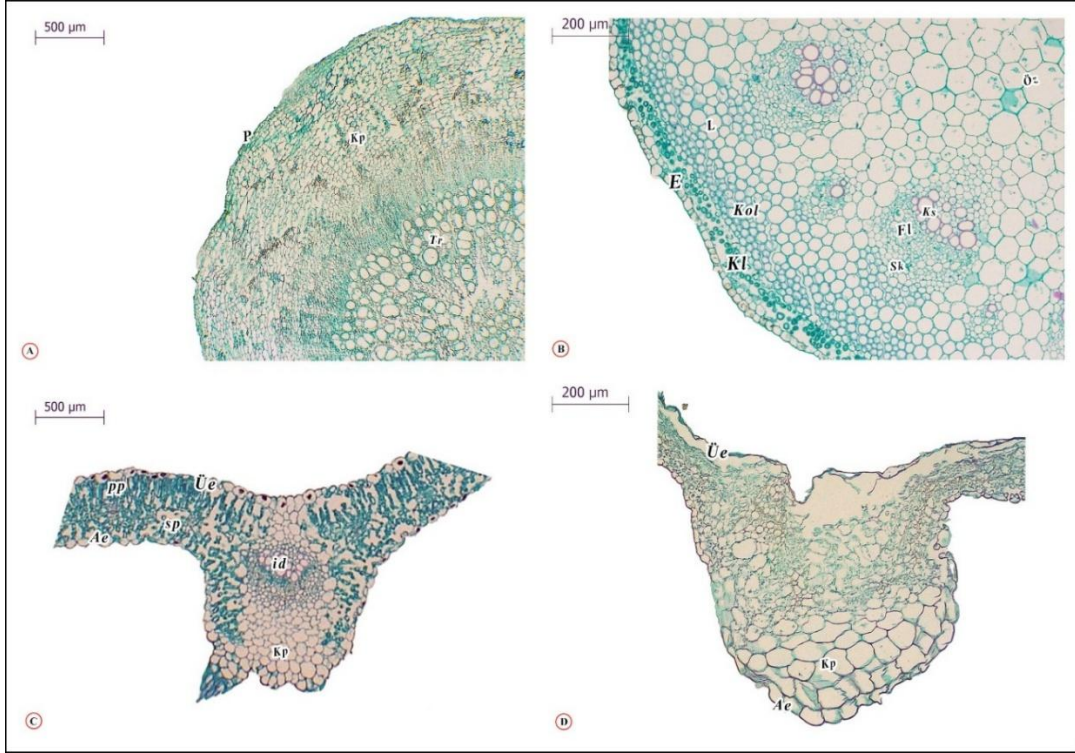
Kök

Kök enine kesitinde en dışta 5-6 sıralı periderm tabakası bulunmaktadır. Periderm tabakasının altında 20-22 sıralı korteks parankiması yer almaktadır. Kökün merkezinde bulunan vasküler sistemde yoğun dağılmış trake hücreleri bulunmaktadır. Floem hücreleri ise parankima hücreleri ile birleşik durumdadır (Şekil 4.25 A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 2-3 sıralı klorenkima tabakası bulunmaktadır. Klorenkimanın alt kısmında 3-4 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 3-4 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 7-8 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda

poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.25 B).



Şekil 4. 25. *P. rhoeas* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt Epidermis, E: Epidermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması Ks: Ksilem, Kl: Klorenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

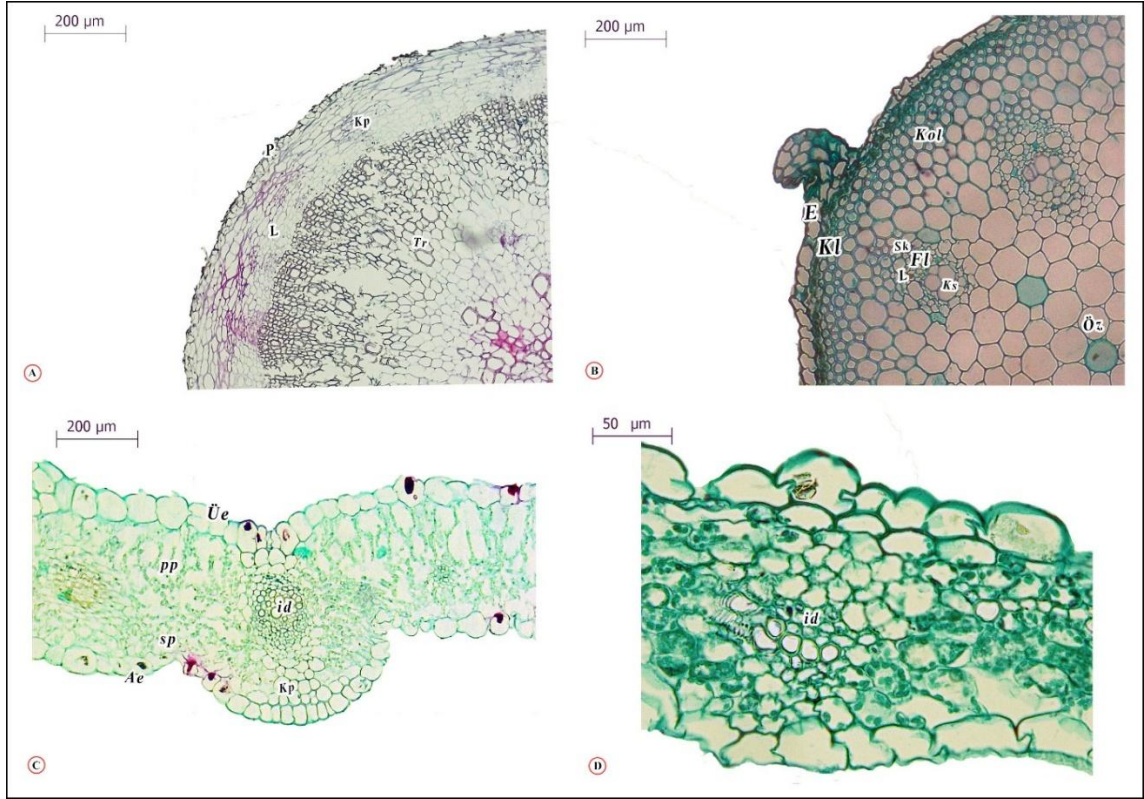
Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2 sıralı palizat parankiması, altında birkaç sıralı sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasial şekillidir. Mezofil tabakası içerisinde yerleşmiş olan orta damar (en dışta kutikula ile kaplı üst epidermis, ksilem, floem, kollenkima ve en altta alt epidermis) bulunmaktadır. Orta damar şekli üçgensiz (Şekil 4.25 C).

Kaliks

Kaliks enine kesitinde en dışta ve en altta tek sıra bir epidermis tabakası yer almaktadır. Kaliks dokuları incelendiğinde genelde korteks parankiması belli olmakta, diğer dokular ise belli olmamaktadır (Şekil 4.25 D).

4.2.13. *Papaver postii*



Şekil 4. 26. *P. postii* taksonunun kök (A), gövde (B), yaprak (C) ve kaliks (D) anatomisi

Ae: Alt epidermis, E: Epidermis, Fl: Floem, İd: İletim demeti, Kol: Kollenkima, Kp: Korteks parankiması
Ks: Ksilem, Kl: Klorenkima, L: Lateks hücreleri, Pp: Palizat parankiması, P: Periderm Öz: Öz parankiması, Sk: sklerenkima, Sp: Sünger parankiması Üe: Üst epidermis

Kök

Kök enine kesitinde en dışta 3-4 sıra periderm tabakası yer almaktadır. Periderm tabakasının altında 15-20 sıralı korteks parankiması yer almaktadır ve aralarında lateks hücreleri bulunmaktadır. Kökün merkezinde bulunan vasküler sistemde dağılmış yoğun trake hücreleri bulunmaktadır. Floem hücreleri ise parankima hücreleri ile birleşik durumdadır (Şekil 4.26 A).

Gövde

Gövde enine kesitinde, gövde şekli daireseldir. En dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı epidermis tabakası yer almaktadır. Epidermisin altında 3-4 sıra klorenkima bulunmaktadır. klorenkima tabakasının alt kısmında 2-3 sıralı kollenkima tabakası yer almaktadır. Kollenkimadan öz bölgesine doğru 3-4 sıralı destek doku elemanlarından sklerenkima tabakası ve hemen altında 3-4 sıralı floem tabakası bulunmaktadır. Floem

tabakası içinde büyüklü küçüklü lateks hücreleri yer almaktadır. Floem tabakasının altında ise trake elemanlarından oluşan ksilem tabakası bulunmaktadır. En iç kısımda poligonal şekilli parankimatik hücrelerden meydana gelen öz bölgesi yer yer almaktadır (Şekil 4.26 B).

Yaprak

Yaprak enine kesitinde en dışta üzeri kutikula ile kaplı tek sıralı üst epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis altında mezofil tabakası yer almaktadır. Mezofil dokusu 2 sıralı palizat parankiması, indirgenmiş sünger parankimasından oluşmaktadır. Mezofil tabakasının altında hücreleri daha küçük olan alt epidermis yer almaktadır. Yapraklar bifasial şekillidir. Orta damar daireseldir (Şekil 4.26 C).

Kaliks

Kaliks enine kesitinde incelendiğinde dokular tam ayırt edilememektedir. Parankimatik dokulardan oluşmuştur. Enine kesite bakıldığında iletim demetleri görülmektedir. (Şekil 4.26 D).

Tablo 4. 1. *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarına ait kök, gövde, lamina ve midrip ölçümleri. Ortalama $\pm$ SS (Min-Maks), SS: Standart sapma.

		<i>P. purpureomarginatum</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	<i>P. arachnoideum</i>	<i>P. arenarium</i>
Kök	Periderm genişliği	12.51 $\pm$ 2.84 (7.63–15.26)	9.06 $\pm$ 2.19 (6.11–12.21)	9.92 $\pm$ 5.07 (3.82–19.08)	17.29 $\pm$ 5.28 (11.27–26.31)	10.38 $\pm$ 2.28 (6.11–12.21)
	Periderm uzunluğu	40.20 $\pm$ 9.60 (32.06–53.43)	24.72 $\pm$ 10.13 (12.21–39.69)	46.56 $\pm$ 6.97 (34.35–57.25)	35.33 $\pm$ 10.15 (22.55–52.63)	33.28 $\pm$ 6.16 (25.95–44.27)
	Korteks hücre çapı	23.30 $\pm$ 4.69 (16.79–33.58)	13.17 $\pm$ 2.76 (9.16–18.32)	20.61 $\pm$ 6.62 (7.63–30.53)	27.81 $\pm$ 7.75 (15.03–45.11)	9.82 $\pm$ 2.52 (6.11–13.74)
	Trake hücresi çapı	49.61 $\pm$ 11.54 (25.95–64.12)	63.91 $\pm$ 11.33 (41.22–79.38)	76.45 $\pm$ 17.93 (49.61–110.6)	60.52 $\pm$ 9.79 (48.87–82.70)	66.30 $\pm$ 12.09 (39.69–88.54)
Gövde	Epidermis genişliği	15.57 $\pm$ 2.58 (12.21–19.84)	26.20 $\pm$ 10.60 (12.30–49.23)	19.54 $\pm$ 6.72 (6.11–30.53)	10.53 $\pm$ 3.04 (4.65–17.82)	13.69 $\pm$ 3.32 (7.63–19.84)
	Epidermis uzunluğu	19.44 $\pm$ 4.53 (12.21–27.48)	13.18 $\pm$ 5.62 (4.62–24.61)	29.61 $\pm$ 7.95 (18.32–44.27)	13.96 $\pm$ 3.07 (8.14–23.83)	16.99 $\pm$ 2.26 (13.74–21.37)
	Kollenkima hücre çapı	11.91 $\pm$ 2.93 (7.63–18.32)	22.49 $\pm$ 5.95 (12.21–36.64)	17.30 $\pm$ 4.59 (7.63–25.95)	7.27 $\pm$ 2.66 (3.10–12.59)	15.87 $\pm$ 3.82 (9.16–21.37)
	Sklerenkima genişliği	20.96 $\pm$ 6.07 (12.21–32.06)	23.53 $\pm$ 8.23 (10.76–44.61)	15.67 $\pm$ 2.75 (12.21–21.37)	7.66 $\pm$ 1.77 (4.84–11.62)	11.60 $\pm$ 2.52 (7.63–15.26)
	Sklerenkima uzunluğu	16.28 $\pm$ 5.04 (7.63–22.90)	27.12 $\pm$ 9.16 (9.23–46.15)	19.95 $\pm$ 4.16 (13.74–27.48)	6.72 $\pm$ 2.29 (3.10–12.20)	11.19 $\pm$ 3.34 (7.63–19.84)
	Trake hücresi çapı	10.68 $\pm$ 3.00 (4.58–15.26)	14.71 $\pm$ 4.65 (4.62–26.15)	12.52 $\pm$ 4.47 (6.11–21.37)	9.02 $\pm$ 4.03 (3.08–18.46)	10.07 $\pm$ 1.30 (7.63–12.21)
	Floem hücresi çapı	26.05 $\pm$ 5.65 (18.32–38.16)	43.43 $\pm$ 13.23 (20.00–75.38)	27.47 $\pm$ 4.59 (19.84–33.58)	12.44 $\pm$ 4.20 (5.04–20.93)	24.17 $\pm$ 3.83 (18.32–29.00)
	Öz hücresi çapı	79.93 $\pm$ 16.70 (61.06–106.80)	63.82 $\pm$ 14.95 (28.46–100.00)	88.73 $\pm$ 28.45 (47.32–148.00)	30.64 $\pm$ 14.56 (11.24–63.56)	78.42 $\pm$ 11.50 (54.96–96.18)
Lamina ve midrip	Mezofil hücre sırası sayısı	2 PP 1-2 SP	1-2 PP 1-2 SP	2-3 PP 3 SP	1-2 PP 1-2 SP	1-2 PP 1-2 SP
	Midrip şekli	Üçgensel	Dairesel	Dairesel	Üçgensel	Dairesel
	Üst epidermis genişliği	34.35 $\pm$ 8.41 (21.37–50.38)	37.02 $\pm$ 10.97 (15.38–56.92)	26.00 $\pm$ 7.53 (16.79–45.80)	38.54 $\pm$ 9.45 (19.43–54.98)	47.12 $\pm$ 11.69 (30.53–73.28)
	Üst epidermis uzunluğu	43.35 $\pm$ 13.40 (29.00–80.91)	53.69 $\pm$ 9.99 (33.84–73.84)	32.16 $\pm$ 7.17 (16.79–45.80)	30.13 $\pm$ 4.56 (21.18–38.24)	48.04 $\pm$ 11.32 (27.48–71.75)
	Alt epidermis genişliği	16.48 $\pm$ 4.70 (10.68–24.42)	26.82 $\pm$ 6.32 (15.38–36.92)	21.52 $\pm$ 5.16 (12.21–30.53)	28.78 $\pm$ 10.56 (9.82–51.16)	34.19 $\pm$ 11.31 (15.26–51.90)
	Alt epidermis uzunluğu	31.04 $\pm$ 9.31 (15.26–47.32)	38.46 $\pm$ 12.99 (20.00–64.61)	29.97 $\pm$ 12.23 (12.21–58.01)	20.44 $\pm$ 6.00 (10.85–38.24)	39.49 $\pm$ 8.95 (25.95–53.43)
	Mezofil hücre çapı	138.84 $\pm$ 26.08 (91.60–172.50)	229.39 $\pm$ 30.70 (198.40–284.60)	149.99 $\pm$ 23.11 (109.90–196.90)	117.15 $\pm$ 24.55 (87.59–186.80)	197.41 $\pm$ 32.80 (155.70–256.40)
	Trake hücresi çapı	12.51 $\pm$ 3.46 (7.63–19.84)	15.99 $\pm$ 7.14 (6.15–29.23)	8.39 $\pm$ 2.29 (4.58–12.21)	7.74 $\pm$ 2.33 (3.88–12.79)	7.48 $\pm$ 2.55 (4.58–12.21)

Tablo 4. 2. (Devam) *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarına ait kök, gövde, lamina ve midrip ölçümleri. Ortalama $\pm$ SS (Min–Maks), SS: Standart sapma.

		<i>P. commutatatum</i> <i>euxinum</i>	subsp. <i>P. guerlekense</i>	<i>P. rhopalotheca</i>	<i>P. stylatum</i>
Kök	Periderm genişliği	8.99 $\pm$ 4.07 (5.72–21.08)	9.92 $\pm$ 5.07 (3.82–19.08)	12.82 $\pm$ 3.69 (7.69–19.23)	22.26 $\pm$ 4.71 (19.08–30.53)
	Periderm uzunluğu	41.56 $\pm$ 5.84 (32.35–56.25)	46.56 $\pm$ 6.97 (34.35–57.25)	42.56 $\pm$ 10.83 (30.76–57.69)	32.44 $\pm$ 9.17 (22.90–49.61)
	Korteks hücre çapı	20.02 $\pm$ 5.22 (9.68–31.41)	20.61 $\pm$ 6.62 (7.63–30.53)	26.79 $\pm$ 7.25 (11.53–38.46)	30.79 $\pm$ 8.26 (19.08–45.80)
	Trake hücresi çapı	70.45 $\pm$ 15.55 (54.61–99.60)	76.45 $\pm$ 17.93 (49.61–110.6)	51.92 $\pm$ 13.08 (26.92–76.92)	73.28 $\pm$ 13.01 (53.43–95.41)
Gövde	Epidermis genişliği	16.78 $\pm$ 4.45 (7.25–26.54)	16.74 $\pm$ 4.44 (7.63–25.95)	22.64 $\pm$ 5.24 (13.98–33.56)	10.63 $\pm$ 2.64 (6.11–15.26)
	Epidermis uzunluğu	16.23 $\pm$ 2.33 (12.10–19.90)	16.28 $\pm$ 2.24 (13.74–19.84)	18.16 $\pm$ 4.39 (9.79–27.97)	15.57 $\pm$ 3.50 (9.16–21.37)
	Kollenkima hücre çapı	14.19 $\pm$ 3.64 (8.75–19.99)	14.20 $\pm$ 3.61 (9.16–19.84)	18.01 $\pm$ 4.93 (6.11–27.48)	13.53 $\pm$ 2.36 (7.63–16.79)
	Sklerenkima genişliği	19.02 $\pm$ 5.13 (12.01–28.85)	18.98 $\pm$ 5.03 (12.21–27.48)	17.67 $\pm$ 2.94 (13.18–25.27)	13.23 $\pm$ 2.51 (9.16–19.84)
	Sklerenkima uzunluğu	21.04 $\pm$ 5.59 (11.54–32.09)	21.06 $\pm$ 5.55 (12.21–32.06)	12.85 $\pm$ 2.57 (8.79–18.68)	11.55 $\pm$ 2.46 (9.16–15.26)
	Trake hücresi çapı	12.15 $\pm$ 2.96 (7.44–19.78)	12.11 $\pm$ 2.83 (7.63–18.32)	8.75 $\pm$ 2.89 (3.05–15.26)	9.31 $\pm$ 2.81 (4.58–15.26)
	Floem hücresi çapı	14.60 $\pm$ 3.39 (8.74–21.63)	14.60 $\pm$ 3.35 (9.16–21.37)	13.03 $\pm$ 2.54 (8.21–18.68)	19.84 $\pm$ 4.46 (13.74–30.53)
	Öz hücresi çapı	58.82 $\pm$ 10.38 (41.21–78.52)	59.79 $\pm$ 12.56 (41.22–91.60)	46.78 $\pm$ 10.29 (29.58–68.63)	70.78 $\pm$ 7.91 (56.48–87.02)
Lamina ve midrip	Mezofil hücre sırası sayısı	2 PP 1-2 SP	2 PP 2 SP	2 PP 1-2 SP	2-3 PP 2-3 PP
	Midrip şekli	Dairesel	Dairesel	Üçgensel	Dairesel
	Üst epidermis genişliği	22.19 $\pm$ 6.88 (9.16–35.45)	22.03 $\pm$ 7.26 (9.16–36.64)	26.35 $\pm$ 6.69 (16.40–41.02)	23.30 $\pm$ 5.66 (16.79–39.69)
	Üst epidermis uzunluğu	41.01 $\pm$ 9.56 (28.56–62.59)	41.17 $\pm$ 9.86 (29.00–64.12)	18.07 $\pm$ 3.58 (12.50–25.64)	55.97 $\pm$ 12.27 (35.11–85.49)
	Alt epidermis genişliği	19.77 $\pm$ 7.03 (8.42–33.58)	19.84 $\pm$ 7.08 (9.16–33.58)	26.27 $\pm$ 5.63 (14.06–35.15)	20.15 $\pm$ 5.14 (10.68–24.42)
	Alt epidermis uzunluğu	39.41 $\pm$ 12.18 (24.15–64.12)	39.64 $\pm$ 12.43 (25.95–64.12)	16.18 $\pm$ 3.46 (9.23–24.61)	40.20 $\pm$ 12.76 (21.37–62.59)
	Mezofil hücre çapı	113.23 $\pm$ 9.21 (92.46–128.20)	113.89 $\pm$ 9.16 (99.23–128.20)	88.67 $\pm$ 5.81 (76.56–101.50)	210.38 $\pm$ 19.40 (170.90–244.20)
	Trake hücresi çapı	10.90 $\pm$ 4.07 (6.11–18.33)	10.89 $\pm$ 4.08 (6.11–18.32)	16.83 $\pm$ 3.12 (10.93–25.00)	12.11 $\pm$ 3.13 (4.58–16.79)

Tablo 4. 3. (Devam) Papaver cinsi Rhoeadium seksiyonu taksonlarına ait kök, gövde, lamina ve midrip ölçümleri. Ortalama $\pm$ SS (Min-Maks), SS: Standart sapma.

		<i>P. clavatum</i>	<i>P. syriacum</i>	<i>P. rhoeas</i>	<i>P. postii</i>
Kök	Periderm genişliği	24.55 $\pm$ 3.51 (18.08–32.30)	6.67 $\pm$ 1.36 (4.58–7.63)	17.29 $\pm$ 5.28 (11.27–26.31)	12.82 $\pm$ 2.52 (9.16–15.26)
	Periderm uzunluğu	30.89 $\pm$ 6.15 (20.90–48.61)	18.47 $\pm$ 8.17 (7.63–36.64)	35.33 $\pm$ 10.15 (22.55–52.63)	30.28 $\pm$ 9.33 (19.84–44.27)
	Korteks hücre çapı	25.88 $\pm$ 7.26 (18.08–42.58)	12.06 $\pm$ 3.99 (6.11–21.37)	27.81 $\pm$ 7.75 (15.03–45.11)	15.26 $\pm$ 2.27 (12.21–19.84)
	Trake hücresi çapı	71.38 $\pm$ 18.01 (51.43–94.41)	29.46 $\pm$ 7.51 (19.84–47.32)	60.52 $\pm$ 9.79 (48.87–82.70)	28.54 $\pm$ 6.64 (19.84–42.74)
Gövde	Epidermis genişliği	17.91 $\pm$ 5.33 (6.46–29.71)	26.20 $\pm$ 10.60 (12.30–49.23)	17.60 $\pm$ 4.69 (11.42–33.40)	14.25 $\pm$ 4.02 (6.87–20.61)
	Epidermis uzunluğu	17.05 $\pm$ 3.25 (10.07–24.54)	13.18 $\pm$ 5.62 (4.62–24.61)	14.40 $\pm$ 3.15 (8.79–22.85)	17.91 $\pm$ 5.50 (8.40–25.19)
	Kollenkima hücre çapı	17.17 $\pm$ 4.45 (10.85–28.16)	10.99 $\pm$ 2.17 (7.63–15.26)	14.97 $\pm$ 4.41 (7.69–24.61)	11.37 $\pm$ 2.37 (5.34–16.03)
	Sklerenkima genişliği	14.57 $\pm$ 3.23 (8.79–21.18)	23.53 $\pm$ 8.23 (10.76–44.61)	11.62 $\pm$ 1.97 (8.62–16.00)	13.35 $\pm$ 2.21 (9.92–17.55)
	Sklerenkima uzunluğu	15.40 $\pm$ 2.87 (8.27–20.15)	27.12 $\pm$ 9.16 (9.23–46.15)	9.44 $\pm$ 1.49 (5.54–12.30)	13.89 $\pm$ 2.86 (9.16–19.08)
	Trake hücresi çapı	14.71 $\pm$ 4.65 (4.62–26.15)	14.71 $\pm$ 4.65 (4.62–26.15)	9.02 $\pm$ 4.03 (3.08–18.46)	7.07 $\pm$ 1.95 (3.82–11.45)
	Floem hücresi çapı	26.14 $\pm$ 6.94 (14.61–37.20)	43.43 $\pm$ 13.23 (20.00–75.38)	9.03 $\pm$ 1.60 (6.15–11.69)	19.39 $\pm$ 3.61 (12.97–25.95)
	Öz hücresi çapı	49.63 $\pm$ 23.52 (6.82–89.92)	63.82 $\pm$ 14.95 (28.46–100.00)	8.77 $\pm$ 1.57 (6.15–11.62)	40.86 $\pm$ 7.58 (29.00–53.43)
Lamina ve midrip	Mezofil hücre sırası sayısı	2 PP 1-2 SP	2 PP 2 SP	2 PP 1-2 SP	2 PP İndirgenmiş SP
	Midrip şekli	Üçgensel	Üçgensel	Dairesel	Üçgensel
	Üst epidermis genişliği	47.88 $\pm$ 11.91 (30.23–82.94)	29.52 $\pm$ 6.57 (15.62–43.07)	33.80 $\pm$ 8.67 (18.46–52.30)	42.03 $\pm$ 16.81 (10.68–74.80)
	Üst epidermis uzunluğu	47.77 $\pm$ 7.90 (29.45–58.91)	23.46 $\pm$ 5.40 (15.38–33.59)	18.88 $\pm$ 5.97 (9.38–30.76)	56.08 $\pm$ 13.28 (33.58–74.80)
	Alt epidermis genişliği	29.82 $\pm$ 14.25 (10.33–84.75)	22.23 $\pm$ 7.46 (11.35–41.40)	22.20 $\pm$ 6.01 (13.18–34.28)	31.04 $\pm$ 13.65 (15.26–59.54)
	Alt epidermis uzunluğu	24.34 $\pm$ 9.08 (8.79–43.92)	15.82 $\pm$ 4.14 (9.38–28.90)	8.38 $\pm$ 3.19 (4.69–17.58)	35.52 $\pm$ 7.26 (24.42–48.85)
	Mezofil hücre çapı	239.36 $\pm$ 25.53 (199.30–286.10)	135.39 $\pm$ 18.10 (94.53–169.50)	159.73 $\pm$ 13.10 (124.20–176.50)	237.45 $\pm$ 20.84 (189.30–271.70)
	Trake hücresi çapı	13.54 $\pm$ 3.47 (7.24–20.67)	21.38 $\pm$ 5.17 (11.71–33.59)	22.65 $\pm$ 5.81 (13.28–35.15)	7.33 $\pm$ 2.28 (4.58–10.68)

4.3. Palinoloji Bulguları

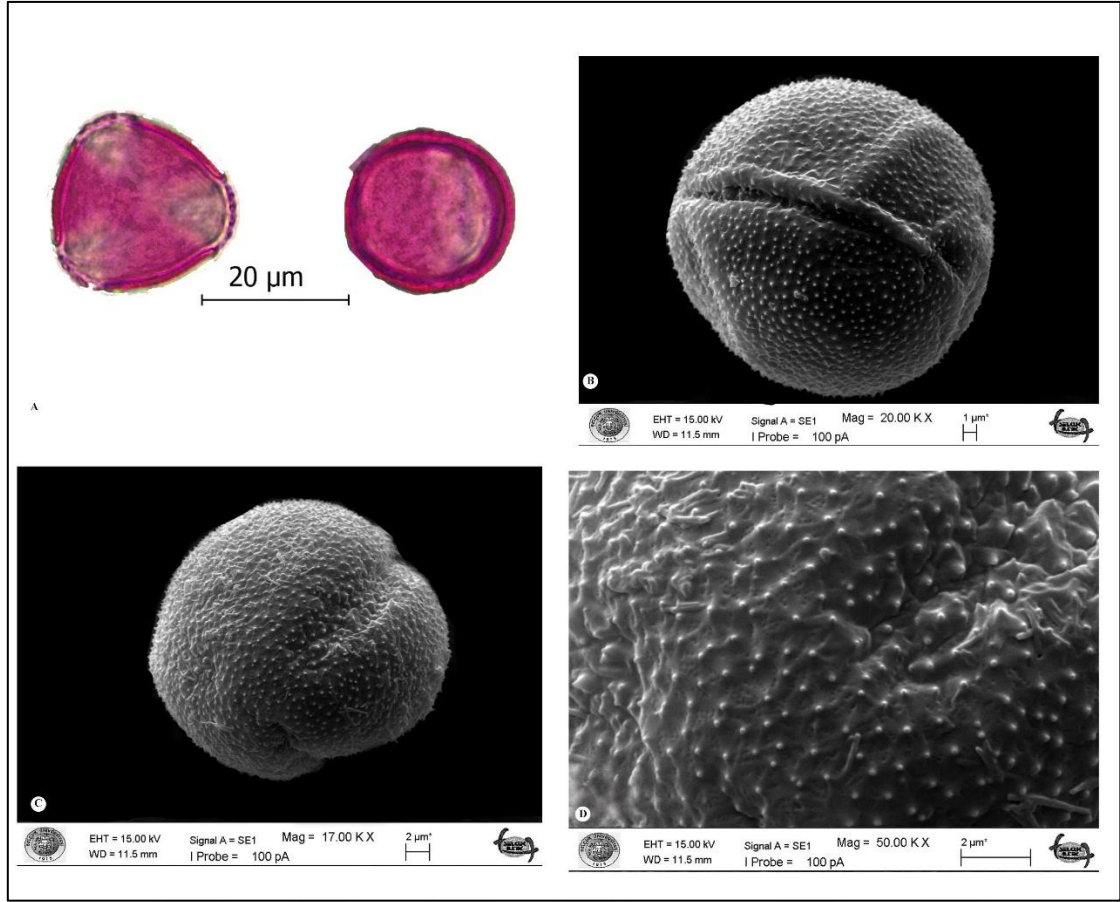
4.3.1. *Papaver purpureomarginatum*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli prolat-sferoidal, polar eksen $22.49 \pm 1.44 \mu\text{m}$, ekvatorial eksen $20.54 \pm 1.61 \mu\text{m}$. Polar görünüş (Amb) yarı-üçgenimsi, ornamentasyon mikroekinat- retikulat. Kolpus geniş ve uzun (Clt $15.24 \pm 2.42 \mu\text{m}$). Ekzin $0.85 \pm 0.24 \mu\text{m}$, intin $0.44 \pm 0.13 \mu\text{m}$ kalınlıktadır (Tablo 4.2.; Şekil 4.27).

Tablo 4. 4. *Papaver purpureomarginatum* 'a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (μm)	22.49	1.44	20.08	26.44
E (μm)	20.54	1.61	16.89	24.17
P/E	1.10	0.12	0.89	1.39
L (μm)	19.72	1.49	15.66	22.73
t (μm)	8.58	2.29	4.53	14.62
clt (μm)	15.24	2.42	10.93	21.80
ekzin (μm)	0.85	0.24	0.41	1.45
intin (μm)	0.44	0.13	0.22	0.70
Polen Sınıfı	Prolat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat, retikulat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Clt), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 27. *P. purpureomarginatum* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM’de ekvatoryal görünüş C. SEM’de polar görünüş, D. SEM’de Yüzey süslemesinin görünüşü.

4.3.2. *Papaver dubium* subsp. *dubium*

Polen taneleri radyal simetrik. İzopolar, trikolpattır. Polen şekli prolat-sferoidal, polar eksen 30.12 ± 1.03 µm, ekvatorial eksen 27.33 ± 1.51 µm. Polar görünüş (Amb) dairesel, ornamentasyon mikroekinat-retikulat, perforat. Kolpus geniş ve uzun (Clt 26.99 ± 1.20 µm). Ekzin 0.8 ± 0.31 µm, intin 0.28 ± 0.21 µm kalınlıktadır (Tablo 4.3.; Şekil 4.28).

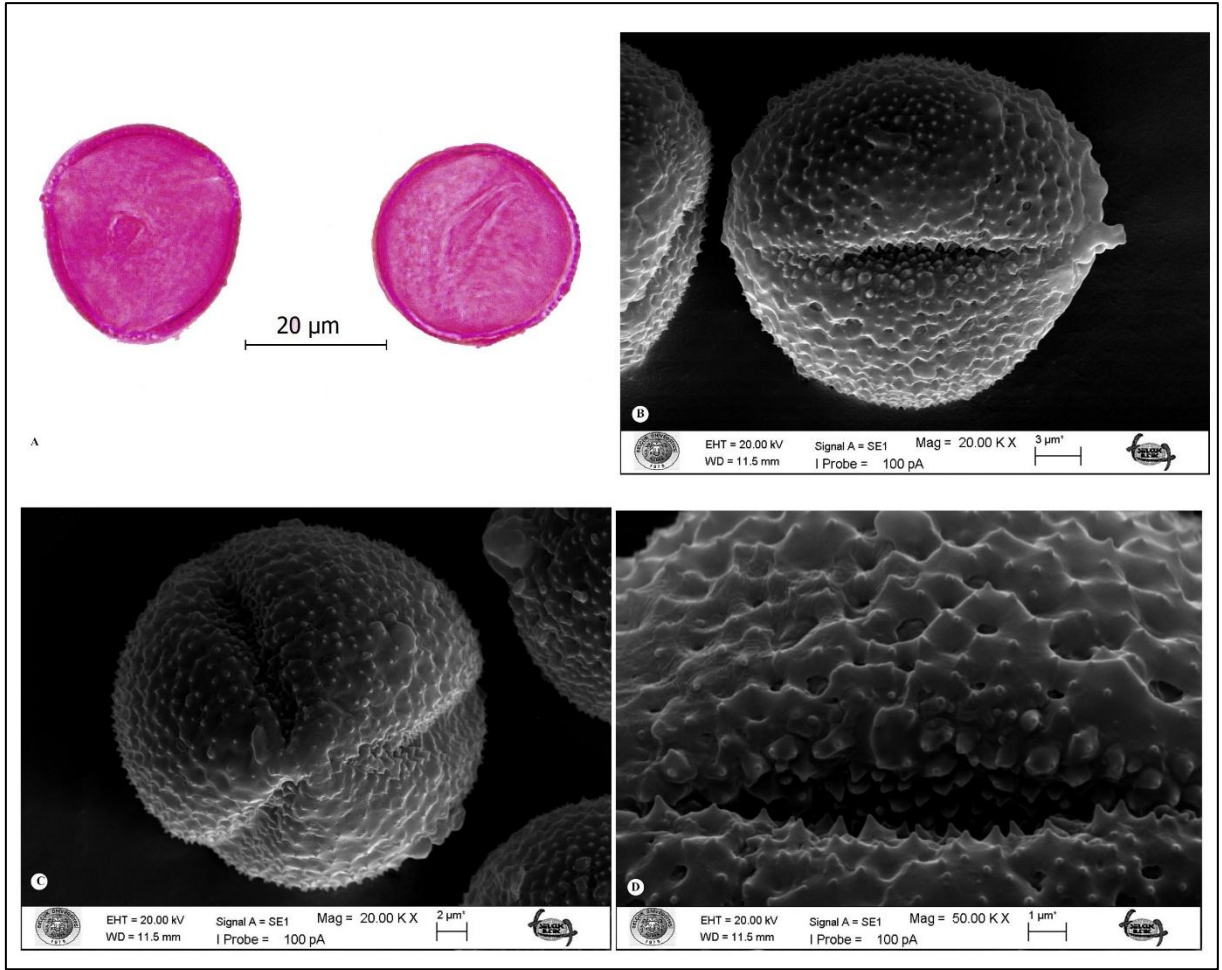
Tablo 4. 5. *Papaver dubium* subsp. *dubium*’a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (µm)	30.12	1.03	24.88	32.45
E (µm)	27.33	1.51	23.2	30.10
P/E	1.1	0.02	0.78	0.88
L (µm)	26.75	1.65	24.99	28.98
t (µm)	11.65	0.68	5.48	13.48
clg (µm)	26.99	1.20	19.38	28.07
ekzin (µm)	0.8	0.31	0.48	1.4
intin (µm)	0.28	0.21	0.16	0.55

Tablo 4. 6. (Devam) *Papaver dubium subsp. dubium* 'a ait palinolojik özellikler

Polen Sınıfı	Prolat-sferoidal
Apertür	Trikolpat
Ornamentasyon	mikroekinat-retikulat. perforat

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Cl), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 28. *Papaver dubium subsp. dubium* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM'de ekvatoryal görünüş C. SEM'de polar görünüş. D. SEM'de Yüzey süslemesinin görünüşü

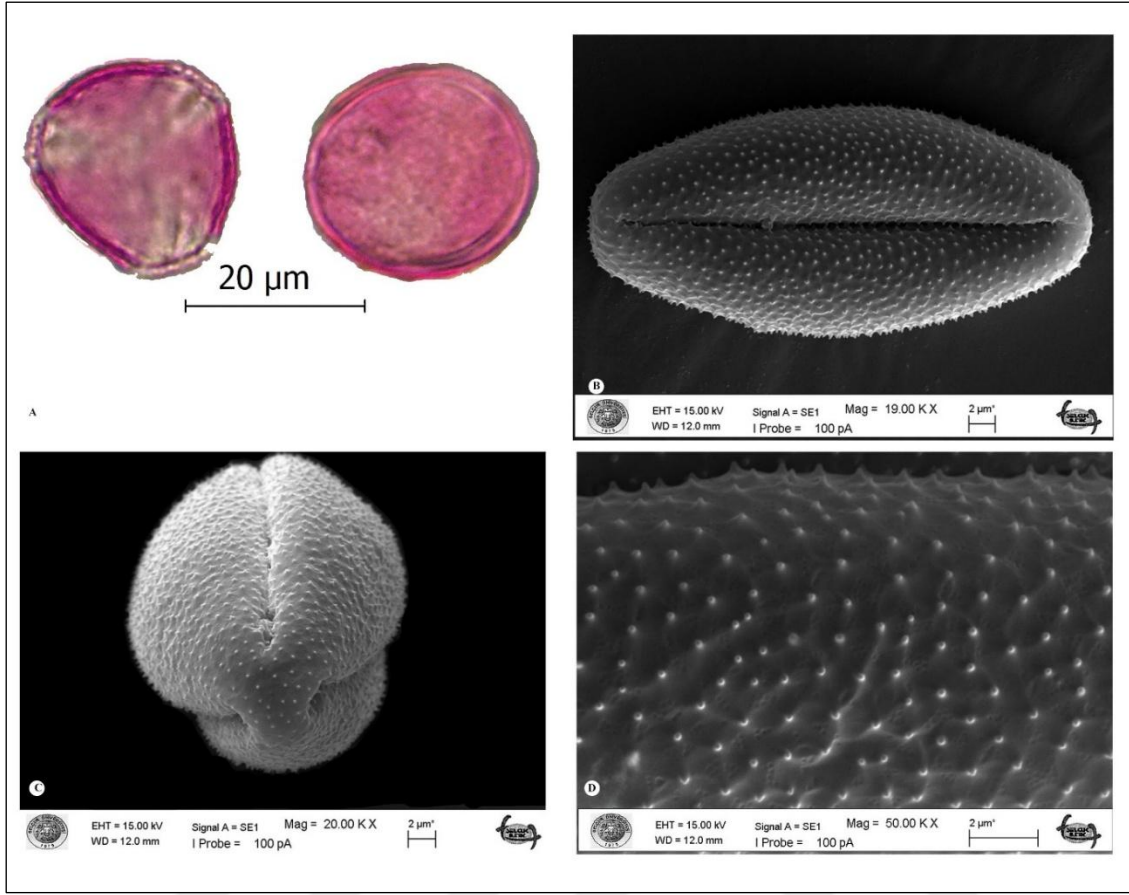
4.3.3. *Papaver dubium* subsp. *laevigatum*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli prolat-sferoidal, polar eksen 23.30 ± 1.90 μm . ekvatorial eksen 22.72 ± 2.15 μm . Polar görünüş (Amb) yarı dairesel. ornamentasyon mikroekinat-perforat. Kolpus geniş ve uzun (Clt 18.32 ± 1.90 μm). Ekzin 1.01 ± 0.35 μm , intin 0.52 ± 0.16 μm kalınlıktadır (Tablo 4.4.; Şekil 4.29).

Tablo 4. 7. *Papaver dubium* subsp. *laevigatum* 'a ait palinolojik özellikler

	M	σ	Min.	Max.
P (μm)	23.30	1.90	19.39	27.12
E (μm)	22.72	2.15	17.90	29.80
P/E	1.03	0.08	0.90	1.20
L (μm)	20.42	1.67	17.72	24.96
t (μm)	10.90	1.92	7.95	15.22
Clg (μm)	18.32	1.90	14.27	24.35
Ekzin (μm)	1.01	0.35	0.58	1.94
İntin (μm)	0.52	0.16	0.32	0.96
Polen Sınıfı	Prolat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat-perforat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Clt), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 29. *Papaver dubium* subsp. *laevigatum* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM’de ekvatoryal görünüş C. SEM’de polar görünüş. D. SEM’de Yüzey süslemesinin görünüşü.

4.3.4. *Papaver arachnoideum*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli subprolat, polar eksen 25.28 ± 1.48 µm ekvatorial eksen 21.80 ± 0.85 µm. Polar görünüş (Amb) üçgenimsi, ornamentasyon mikroekinat-retikulat. Kolpus geniş ve uzun (Clt 16.91 ± 1.38 µm). Ekzin 0.75 ± 0.06 µm, intin 0.62 ± 0.05 µm kalınlıktadır (Tablo 4.5.; Şekil 4.30).

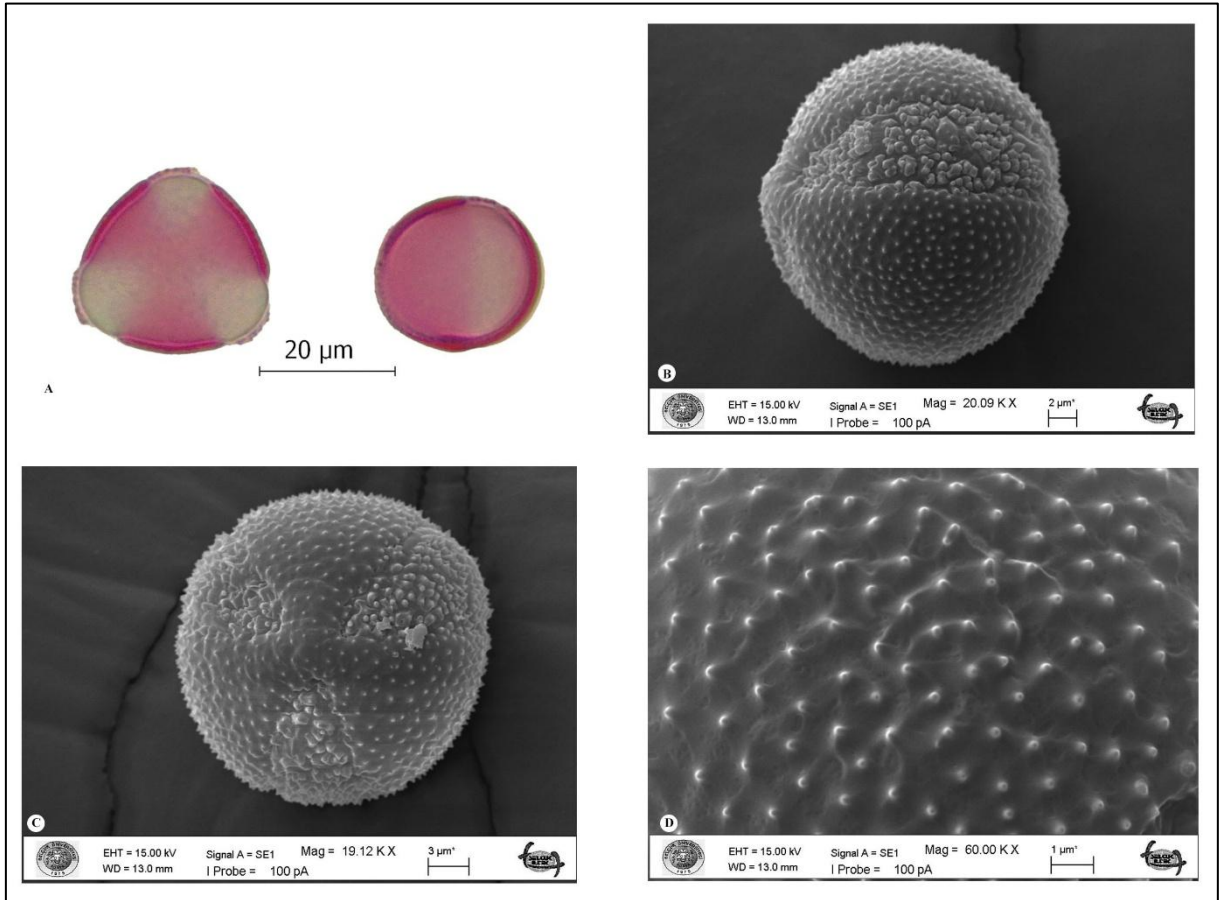
Tablo 4. 8. *Papaver arachnoideum*’a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (µm)	25.28	1.48	22.53	27.70
E (µm)	21.80	0.85	20.05	23.69
P/E	1.14	0.08	1.05	1.32
L (µm)	24.84	1.26	21.32	26.84
t (µm)	3.90	0.47	3.18	5.08
clg (µm)	16.91	1.38	14.23	18.64
ekzin (µm)	0.75	0.06	0.61	0.89

Tablo 4. 9. (*Devcam*) *Papaver arachnoideum* 'a ait palinolojik özellikler

intın (μm)	0.62	0.05	0.53	0.72
Polen Sınıfı	Prolat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat-retikulat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Cl), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 30. *Papaver arachnoideum* polenin A. Işık mikroskobu görüntüsü B. SEM'de ekvatoryal görünüş C. SEM'de polar görünüş. D. SEM'de Yüzey süslemesinin görüntüsü.

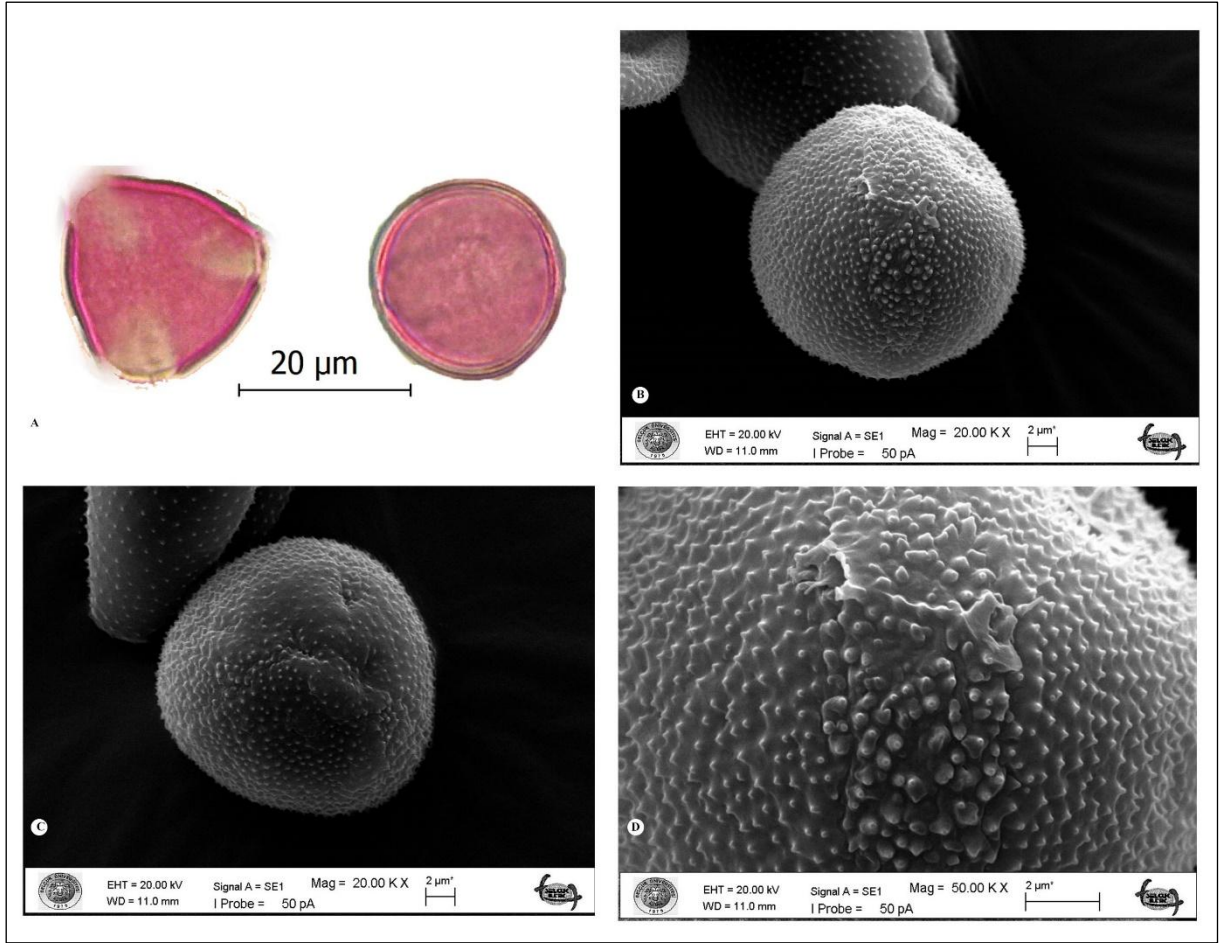
4.3.5. *Papaver arenarium*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli oblat-sferoidal, polar eksen $19.99 \pm 1.99 \mu\text{m}$. ekvatorial eksen $21.94 \pm 2.22 \mu\text{m}$. Polar görünüş (Amb) yarı üçgenimsi. ornamentasyon mikroekinat. Kolpus geniş ve uzun (Clt $16.34 \pm 1.73 \mu\text{m}$). Ekzin $0.5 \pm 0.22 \mu\text{m}$. intin $0.34 \pm 0.16 \mu\text{m}$ kalınlıktadır (Tablo 4.6.; Şekil 4.31).

Tablo 4. 10. *Papaver arenarium*’a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (μm)	19.99	1.99	13.94	22.30
E (μm)	21.94	2.22	15.38	24.61
P/E	0.91	0.04	0.85	1.03
L (μm)	16.14	0.76	15.48	17.02
t (μm)	2.77	0.55	2.15	3.38
clt (μm)	16.34	1.73	11.89	19.53
ekzin (μm)	0.50	0.22	0.10	0.92
intin (μm)	0.34	0.16	0.10	0.62
Polen Sınıfı	Oblat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Clt), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 31. *Papaver arenarium* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM'de ekvatoryal görünüş C. SEM'de polar görünüş. D. SEM'de Yüzey süslemesinin görünüşü.

4.3.6. *Papaver commutatum* subsp. *euxinum*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli prolat-sferoidal, polar eksen 23.23 ± 1.40 µm, ekvatorial eksen 21.24 ± 1.50 µm. Polar görünüş (Amb) yarı-dairesel, ornamentasyon mikroekinat-perforat. Kolpus geniş ve uzun (Clt 17.51 ± 2.84 µm). Ekzin 1.06 ± 0.27 µm, intin 0.53 ± 0.17 µm kalınlıktadır (Tablo 4.7. ;Şekil 4.32).

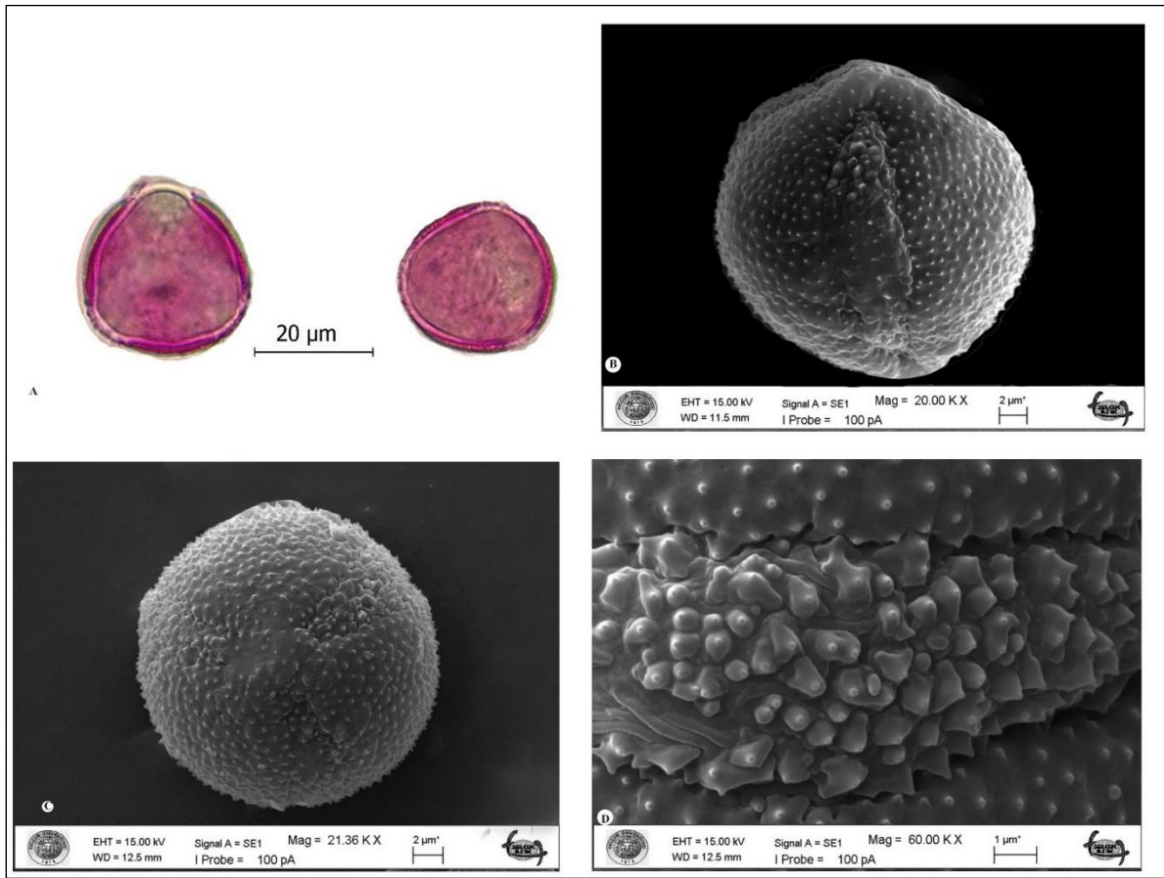
Tablo 4. 11. *Papaver commutatum* subsp. *euxinum* 'a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (µm)	23.23	1.40	20.01	26.00
E (µm)	21.24	1.50	17.99	25.00
P/E	1.10	0.09	0.94	1.30

Tablo 4. 12. (Devam) *Papaver commutatum* subsp. *euxinum* 'a ait palinolojik özellikler

L (μm)	19.81	1.01	17.56	22.01
t (μm)	8.17	1.61	5.01	10.90
clt (μm)	17.51	2.84	9.85	21.65
ekzin (μm)	1.06	0.27	0.55	1.79
intin (μm)	0.53	0.17	0.13	0.80
Polen Sınıfı	Prolat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat-perforat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Cl), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 32. *Papaver commutatum* subsp. *euxinum* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM'de ekvatoryal görünüş C. SEM'de polar görünüş. D. SEM'de Yüzey süslemesinin görünüşü.

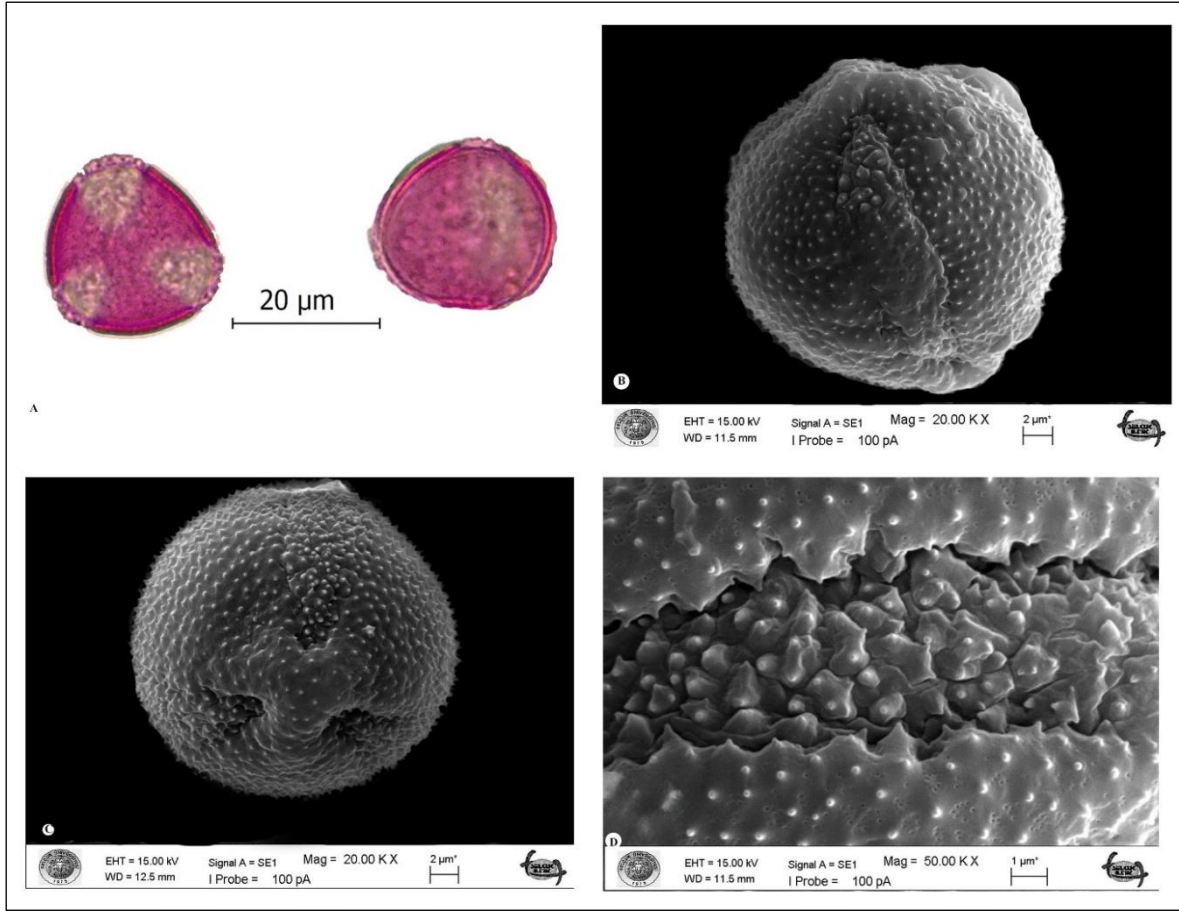
4.3.7. *Papaver guerlenkense*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli prolat-sferoidal, polar eksen $23.21 \pm 1.36 \text{ } \mu\text{m}$, ekvatorial eksen $21.24 \pm 1.43 \text{ } \mu\text{m}$. Polar görünüş (Amb) yarı-dairesel, ornamentasyon mikroekinat-perforat. Kolpus geniş ve uzun (Clt $17.51 \pm 1.81 \text{ } \mu\text{m}$). Ekzin $1.07 \pm 0.26 \text{ } \mu\text{m}$, intin $0.52 \pm 0.16 \text{ } \mu\text{m}$ kalınlıktadır (Tablo 4.8. ; Şekil 4. 33)

Tablo 4. 13. *Papaver guerlenkense* 'ye ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (μm)	23.21	1.36	20.17	25.59
E (μm)	21.24	1.43	18.49	24.64
P/E	1.10	0.08	0.95	1.26
L (μm)	19.83	0.95	18.16	21.80
t (μm)	8.37	1.42	6.05	10.96
clt (μm)	17.51	2.81	10.08	21.43
ekzin (μm)	1.07	0.26	0.70	1.78
intin (μm)	0.52	0.16	0.17	0.85
Polen Sınıfı	Prolat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat-perforat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Clt), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 33. *Papaver guerlenkense* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM’de ekvatoryal görünüş C. SEM’de polar görünüş. D. SEM’de Yüzey süslemesinin görünüşü.

4.3.8. *Papaver rhopalotheca*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli oblat-sferoidal, polar eksen $24.23 \pm 2.31 \mu\text{m}$, ekvatoral eksen $25.93 \pm 1.54 \mu\text{m}$. Polar görünüş (Amb) üçgenimsi, ornamentasyon mikroekinat. Kolpus geniş ve uzun (Clt $26.61 \pm 4.26 \mu\text{m}$). Ekzin $0.98 \pm 0.12 \mu\text{m}$, intin $0.95 \pm 0.11 \mu\text{m}$ kalınlıktadır (Tablo 4.9.; Şekil 4. 34.).

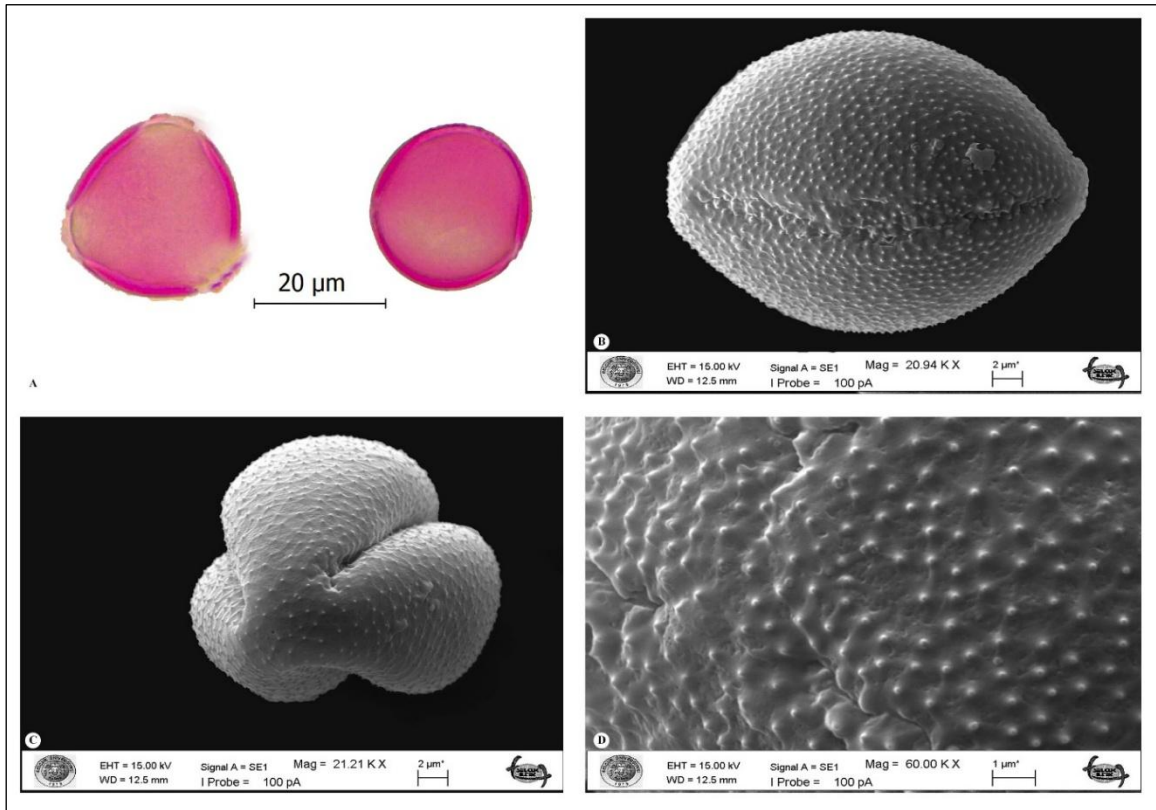
Tablo 4. 14. *Papaver rhopalotheca*’a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (µm)	24.23	2.31	20.73	28.81
E (µm)	25.93	1.54	23.14	28.19
P/E	0.94	0.08	0.79	1.23
L (µm)	25.55	1.67	22.45	28.52
t (µm)	8.32	1.35	5.91	10.96
clt (µm)	26.61	1.63	23.65	29.73
ekzin (µm)	0.98	0.12	0.72	1.30

Tablo 4. 15. (Devam) *Papaver rhopalothece*'a ait palinolojik özellikler

intın (µm)	0.95	0.11	0.76	1.16
Polen Sınıfı	Oblat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Cl), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 34. *Papaver rhopalothece* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM'de ekvatoryal görünüş C. SEM'de polar görünüş. D. SEM'de Yüzey süslemesinin görünüşü.

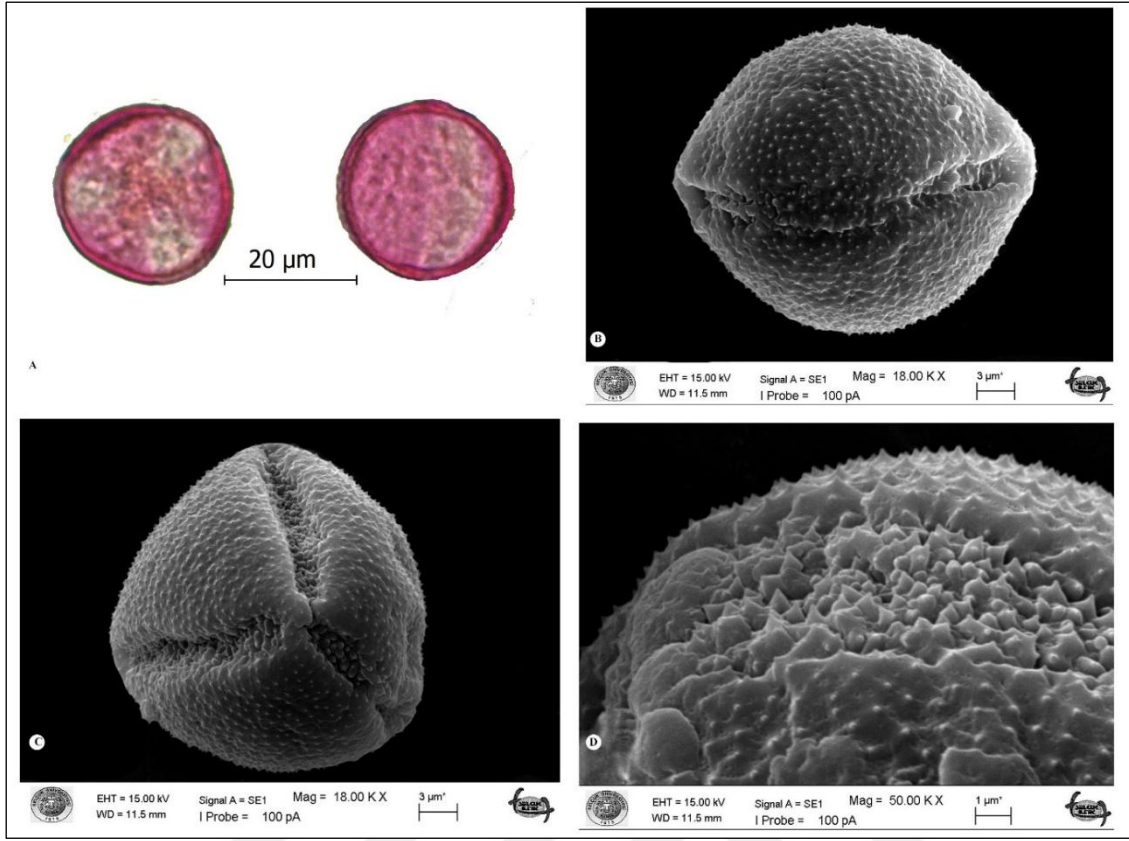
4.3.9. *Papaver stylatum*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli prolat-sferoidal, polar eksen $25.43 \pm 1.92 \text{ } \mu\text{m}$, ekvatorial eksen $24.99 \pm 1.84 \text{ } \mu\text{m}$, Polar görünüş (Amb) dairesel, ornamentasyon mikroekinat-retikulat, perforat. Kolpus geniş ve uzun (Clt $20.75 \pm 2.91 \text{ } \mu\text{m}$). Ekzin $0.72 \pm 0.23 \text{ } \mu\text{m}$. intin $0.41 \pm 0.14 \text{ } \mu\text{m}$ kalınlıktadır (Tablo 4.10.; Şekil 4.35).

Tablo 4. 16. *Papaver stylatum* 'a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (μm)	25.43	1.92	19.37	28.68
E (μm)	24.99	1.84	20.55	28.16
P/E	1.02	0.06	0.87	1.13
L (μm)	23.42	2.14	19.38	28.44
t (μm)	10.26	1.92	6.79	14.01
clt (μm)	20.75	2.91	13.27	25.77
ekzin (μm)	0.72	0.23	0.41	1.24
intin (μm)	0.41	0.14	0.10	0.77
Polen Sınıfı	Prolat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat-retikulat, perforat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Clt), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 35. *Papaver stylatum* poleninin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM’de ekvatoryal görünüş C. SEM’de polar görünüş. D. SEM’de Yüzey süslemesinin görünüşü

4.3.10. *Papaver clavatum*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli prolat-sferoidal, polar eksen $22.69 \pm 1.62 \mu\text{m}$, ekvatorial eksen $22.55 \pm 1.80 \mu\text{m}$. Polar görünüş (Amb) dairesel, ornamentasyon retikulat, perforat, mikroekinat. Kolpus geniş ve uzun (Clt $25.77 \pm 1.79 \mu\text{m}$). Ekzin $0.93 \pm 0.12 \mu\text{m}$, intin $0.94 \pm 0.11 \mu\text{m}$ kalınlıktadır (Tablo 4.11.; Şekil 4.36).

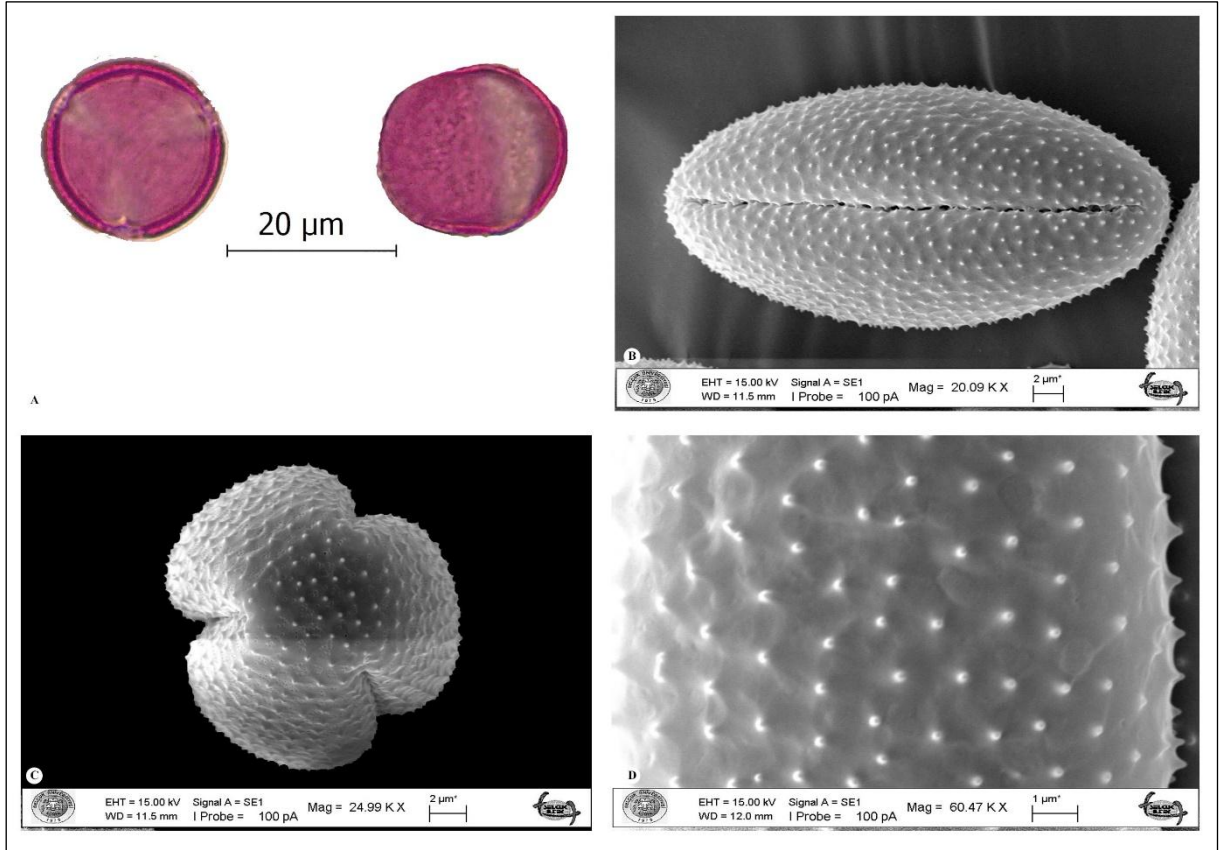
Tablo 4. 17. *Papaver clavatum*’a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (µm)	22.69	1.62	18.15	24.95
E (µm)	22.55	1.80	18.67	24.93
P/E	1.01	0.04	0.89	1.08
L (µm)	23.01	1.74	19.89	25.85
t (µm)	6.53	0.90	4.19	8.55
clt (µm)	25.77	1.79	21.25	29.12
ekzin (µm)	0.93	0.12	0.61	1.28
intin (µm)	0.94	0.11	0.75	1.19

Tablo 4. 18. (Devam) *Papaver clavatum* 'a ait palinolojik özellikler

Polen Sınıfı	Prolat-sferoidal
Apertür	Trikolpat
Ornamentasyon	Mikroekinat-retikulat, perforat

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Clt), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 36. *Papaver clavatum* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM'de ekvatoryal görünüş C. SEM'de polar görünüş. D. SEM'de Yüzey süslemesinin görünüşü

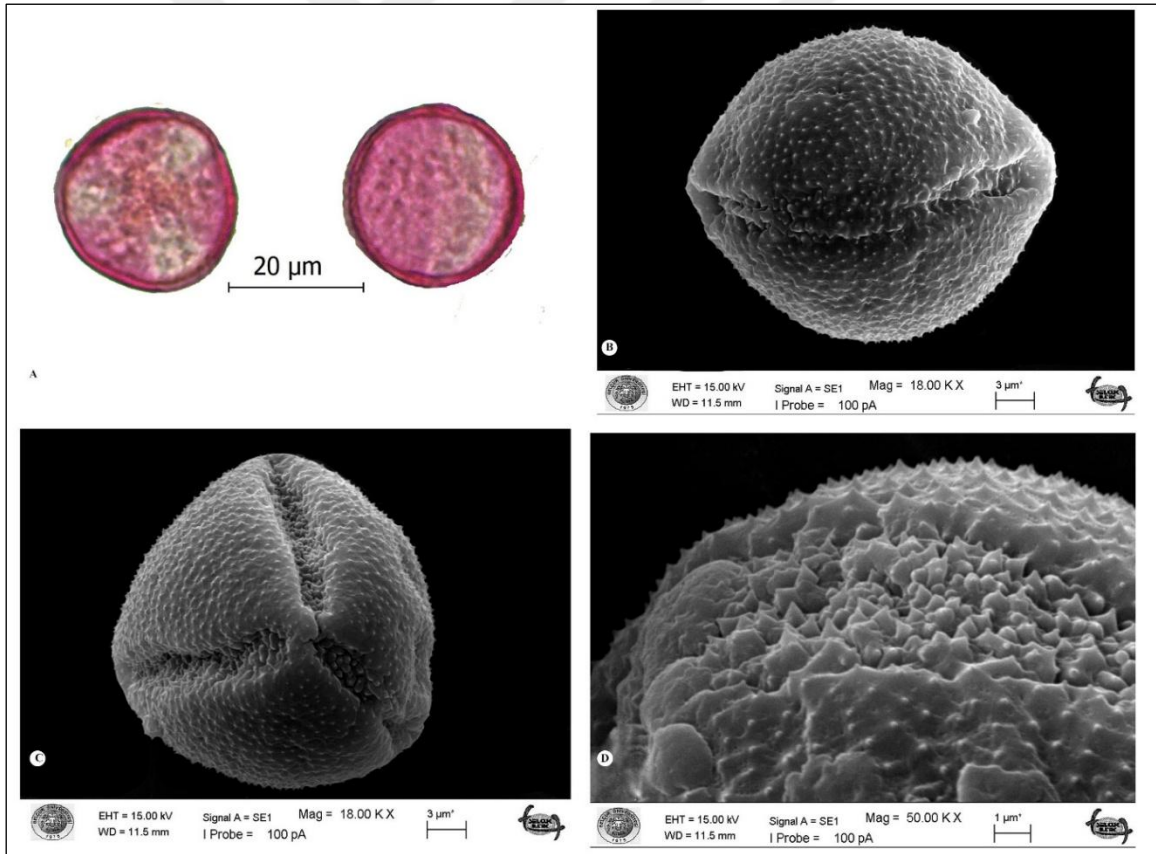
4.3.11. *Papaver syriacum*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli prolat-sferoidal, polar eksen $24.41 \pm 1.19 \mu\text{m}$, ekvatoral eksen $22.52 \pm 1.26 \mu\text{m}$. Polar görünüş (Amb) dairesel, ornamentasyon mikroekinat-retikülat. Kolpus ince uzun (Clt $16.17 \pm 0.48 \mu\text{m}$), Ekzin $0.74 \pm 0.04 \mu\text{m}$, intin $0.62 \pm 0.03 \mu\text{m}$ kalınlıktadır (Tablo 4.12.; Şekil 4.37).

Tablo 4. 19. *Papaver syriacum* 'a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (µm)	24.41	1.19	22.07	25.94
E (µm)	22.52	1.26	20.08	24.6
P/E	1.09	0.06	0.92	1.24
L (µm)	23.31	0.89	21.42	24.78
t (µm)	4.83	1.04	3.07	6.88
clt (µm)	16.17	0.48	15.31	17.03
ekzin (µm)	0.74	0.04	0.682	0.81
intın (µm)	0.62	0.04	0.511	0.703
Polen Sınıfı	Prolat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat-retikülat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Cl), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 37. *Papaver syriacum* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM'de ekvatoryal görünüş C. SEM'de polar görünüş. D. SEM'de Yüzey süslemesinin görünüşü.

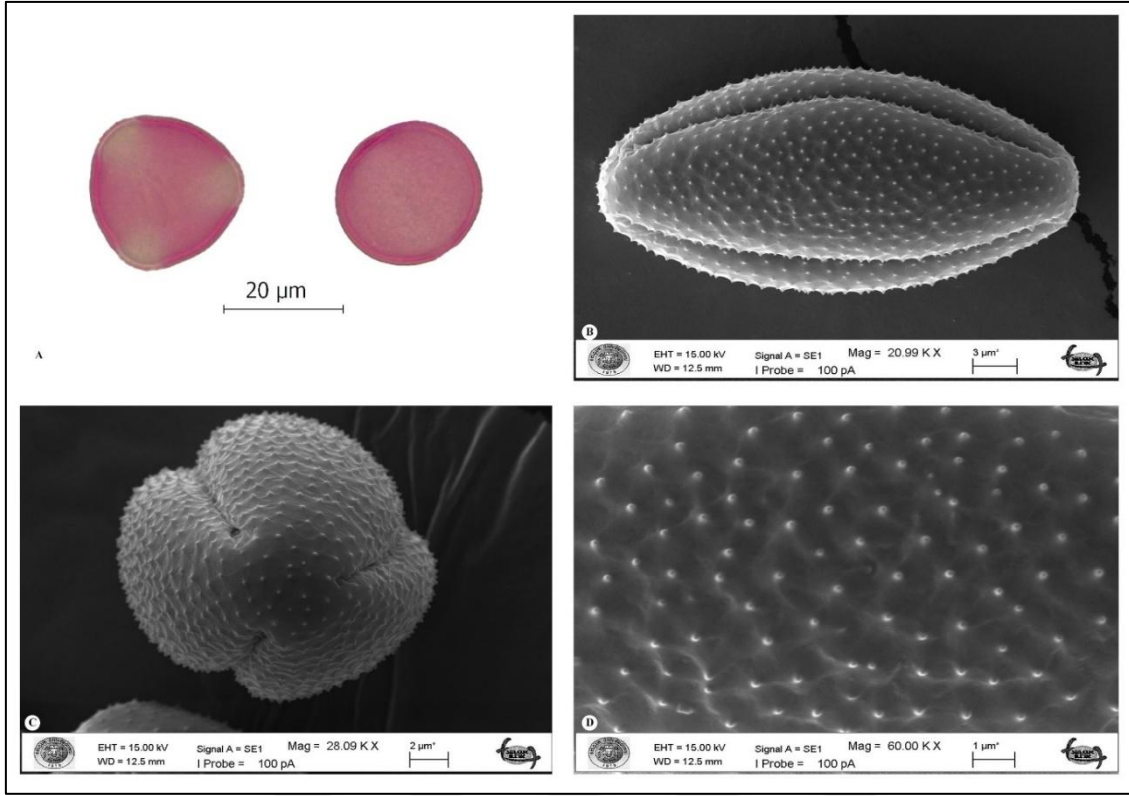
4.3.12. *Papaver rhoeas*

Polen taneleri radyal simetrik. İzopolar, trikolpattır. Polen şekli oblat-sferoidal, polar eksen 22.89 ± 1.49 μm . ekvatorial eksen 24.49 ± 1.32 μm . Polar görünüş (Amb) üçgenimsi, ornamentasyon mikroekinat-retikulat. Kolpus ince uzun (Clt 25.45 ± 1.16 μm). Ekzin 0.91 ± 0.10 μm , intin 0.88 ± 0.10 μm kalınlıktadır (Tablo 4.13.; Şekil 4.38).

Tablo 4. 20. *Papaver rhoeas* 'a ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (μm)	22.89	1.49	19.83	26.83
E (μm)	24.49	1.32	22	28.24
P/E	0.94	0.05	0.82	1.10
L (μm)	24.18	1.31	21.62	26.94
t (μm)	7.86	1.08	6.04	9.65
clt (μm)	25.45	1.16	22.87	27.64
ekzin (μm)	0.91	0.10	0.69	1.10
intin (μm)	0.88	0.10	0.69	1.15
Polen Sınıfı	Oblat-sferoidal			
Apertür	Trikolpat			
Ornamentasyon	Mikroekinat-retikulat			

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Clt), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 38. *Papaver rhoeas* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM’de ekvatoryal görünüş C. SEM’de polar görünüş. D. SEM’de Yüzey süslemesinin görünüşü.

4.3.13. *Papaver postii*

Polen taneleri radyal simetrik, izopolar, trikolpattır. Polen şekli oblat-sferoidal, polar eksen $21.36 \pm 1.43 \mu\text{m}$, ekvatorial eksen $23.04 \pm 1.32 \mu\text{m}$. Polar görünüş (Amb) dairesel, ornamentasyon mikroekinat. Kolpus geniş ve uzun (Clt $16.38 \pm 1.40 \mu\text{m}$). Ekzin $1.05 \pm 0.28 \mu\text{m}$, intin $0.55 \pm 0.20 \mu\text{m}$ kalınlıktadır (Tablo 4. 14.; Şekil 4.39).

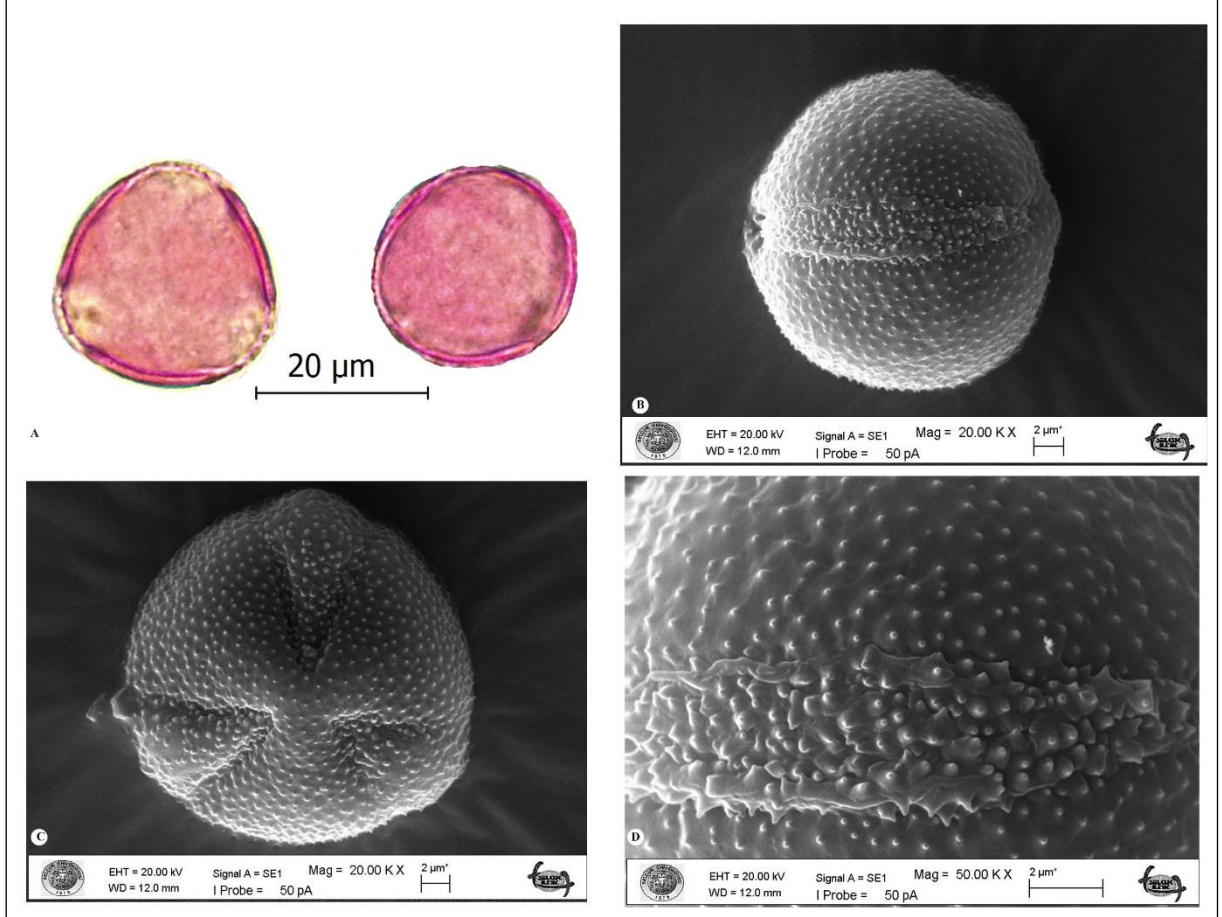
Tablo 4. 21. *Papaver postii*’ye ait palinolojik özellikler

	M	SS	Min.	Max.
P (µm)	21.36	1.43	18.15	23.53
E (µm)	23.04	1.32	20.15	24.92
P/E	0.93	0.06	0.83	1.11
L (µm)	22.84	2.23	20.46	25.84
t (µm)	3.04	1.03	1.54	3.85
clt (µm)	16.38	1.40	13.23	18.15
ekzin (µm)	1.05	0.28	0.52	1.65
intin (µm)	0.55	0.20	0.15	0.91
Polen Sınıfı	Oblat-sferoidal			

Tablo 4. 22. (Devam) *Papaver postii*'ye ait palinolojik özellikler

Apertür	Trikolpat
Ornamentasyon	Mikroekinat

(M) ortalama, (SS) standart sapma, polar eksen uzunluğu (P), ekvatoryal eksen uzunluğu (E), kolpus uzunluğu (Cl), ekvatoryal görünümde polar çap (amb), kolpus uçları arasındaki mesafe (t)



Şekil 4. 39. *Papaver postii* polenin A. Işık mikroskobu görünüşü B. SEM'de ekvatoryal görünüş C. SEM'de polar görünüş. D. SEM'de Yüzey süslemesinin görünüşü

Tablo 4. 23. *Polen tanelerine ait morfolojik veriler Ortalama $\pm$ SS (Min–Maks). SS: Standart sapma*

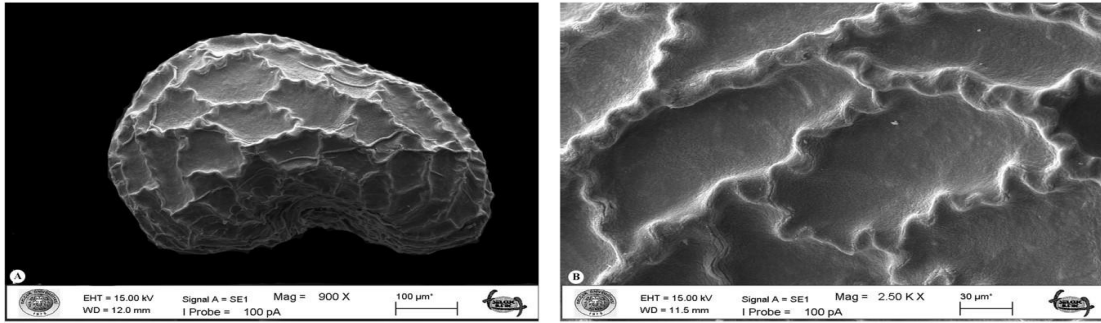
Takson	P (μ m)	E (μ m)	P/E	L (μ m)	t (μ m)	Clt (μ m)	Ekzin (μ m)	İntin (μ m)	Polen şekli	Apertür	Yüzey ornemantasyonu
<i>P. purpureomarginatum</i>	22.49 $\pm$ 1.44 (20.08–26.44)	20.54 $\pm$ 1.61 (16.89–24.17)	1.10 $\pm$ 0.12 (0.89–1.39)	19.72 $\pm$ 1.49 (15.66–22.73)	8.58 $\pm$ 2.29 (4.53–14.62)	15.24 $\pm$ 2.42 (10.93–21.80)	0.85 $\pm$ 0.24 (0.41–1.45)	0.44 $\pm$ 0.13 (0.22–0.70)	pr-sp	Trikolpat	Mikroekinat- retikulat
<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	30.12 $\pm$ 1.03 (24.88–32.45)	27.33 $\pm$ 1.51 (23.20–30.10)	1.10 $\pm$ 0.02 (0.78–0.88)	26.75 $\pm$ 1.65 (24.99–28.98)	11.65 $\pm$ 0.68 (5.48–13.48)	26.99 $\pm$ 1.20 (19.38–28.07)	0.80 $\pm$ 0.31 (0.48–1.40)	0.28 $\pm$ 0.21 (0.16–0.55)	pr-sp	Trikolpat	Mikroekinate- retikulat, perforat
<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	23.30 $\pm$ 1.90 (19.39–27.12)	22.72 $\pm$ 2.15 (17.90–29.80)	1.03 $\pm$ 0.08 (0.90–1.20)	20.42 $\pm$ 1.67 (17.72–24.96)	10.90 $\pm$ 1.92 (7.95–15.22)	18.32 $\pm$ 1.90 (14.27–24.35)	1.01 $\pm$ 0.35 (0.58–1.94)	0.52 $\pm$ 0.16 (0.32–0.96)	pr-sp	Trikolpat	Mikroekinat- perforat
<i>P. arachnoideum</i>	25.28 $\pm$ 1.48 (22.53–27.70)	21.80 $\pm$ 0.85 (20.05–23.69)	1.14 $\pm$ 0.08 (1.05–1.32)	24.84 $\pm$ 1.26 (21.32–26.84)	3.90 $\pm$ 0.47 (3.18–5.08)	16.91 $\pm$ 1.38 (14.23–18.64)	0.75 $\pm$ 0.06 (0.61–0.89)	0.62 $\pm$ 0.05 (0.53–0.72)	pr-sp	Trikolpat	Mikroekinat- retikulat
<i>P. arenarium</i>	19.99 $\pm$ 1.99 (13.94–22.30)	21.94 $\pm$ 2.22 (15.38–24.61)	0.91 $\pm$ 0.04 (0.85–1.03)	16.14 $\pm$ 0.76 (15.48–17.02)	2.77 $\pm$ 0.55 (2.15–3.38)	16.34 $\pm$ 1.73 (11.89–19.53)	0.50 $\pm$ 0.22 (0.10–0.92)	0.34 $\pm$ 0.16 (0.10–0.62)	ob-sp	Trikolpat	Mikroekinat
<i>P. commutatum</i> subsp. <i>euxinum</i>	23.23 $\pm$ 1.40 (20.01–26.00)	21.24 $\pm$ 1.50 (17.99–25.00)	1.10 $\pm$ 0.09 (0.94–1.30)	19.81 $\pm$ 1.01 (17.56–22.01)	8.17 $\pm$ 1.61 (5.01–10.90)	17.51 $\pm$ 2.84 (9.85–21.65)	1.06 $\pm$ 0.27 (0.55–1.79)	0.53 $\pm$ 0.17 (0.13–0.80)	pr-sp	Trikolpat	Mikroekinat- perforat
<i>P. guerlenkense</i>	23.21 $\pm$ 1.36 (20.17–25.59)	21.24 $\pm$ 1.43 (18.49–24.64)	1.10 $\pm$ 0.08 (0.95–1.26)	19.83 $\pm$ 0.95 (18.16–21.80)	8.37 $\pm$ 1.42 (6.05–10.96)	17.51 $\pm$ 2.81 (10.08–21.43)	1.07 $\pm$ 0.26 (0.70–1.78)	0.52 $\pm$ 0.16 (0.17–0.85)	pr-sp	Trikolpat	Mikroekinat- perforat
<i>P. rhopalotheca</i>	24.23 $\pm$ 2.31 (20.73–28.81)	25.93 $\pm$ 1.54 (23.14–28.19)	0.94 $\pm$ 0.08 (0.79–1.23)	25.55 $\pm$ 1.67 (22.45–28.52)	8.32 $\pm$ 1.35 (5.91–10.96)	26.61 $\pm$ 1.63 (23.65–29.73)	0.98 $\pm$ 0.12 (0.72–1.30)	0.95 $\pm$ 0.11 (0.76–1.16)	ob-sp	Trikolpat	Mikroekinat
<i>P. stylatum</i>	25.43 $\pm$ 1.92 (19.37–28.68)	24.99 $\pm$ 1.84 (20.55–28.16)	1.02 $\pm$ 0.06 (0.87–1.13)	23.42 $\pm$ 2.14 (19.38–28.44)	10.26 $\pm$ 1.92 (6.79–14.01)	20.75 $\pm$ 2.91 (13.27–25.77)	0.72 $\pm$ 0.23 (0.41–1.24)	0.41 $\pm$ 0.14 (0.10–0.77)	pr-sp	Trikolpat	Mikroekinat- retikulat, perforat
<i>P. clavatum</i>	22.69 $\pm$ 1.62 (18.15–24.95)	22.55 $\pm$ 1.80 (18.67–24.93)	1.01 $\pm$ 0.04 (0.89–1.08)	23.01 $\pm$ 1.74 (19.89–25.85)	6.53 $\pm$ 0.90 (4.19–8.55)	25.77 $\pm$ 1.79 (21.25–29.12)	0.93 $\pm$ 0.12 (0.61–1.28)	0.94 $\pm$ 0.11 (0.75–1.19)	pr-sp	Trikolpat	Mikroekinat- retikulat, perforat
<i>P. syriacum</i>	24.41 $\pm$ 1.19 (22.07–25.94)	22.52 $\pm$ 1.26 (20.08–24.60)	1.09 $\pm$ 0.06 (0.92–1.24)	23.31 $\pm$ 0.89 (21.42–24.78)	4.83 $\pm$ 1.04 (3.07–6.88)	16.17 $\pm$ 0.48 (15.31–17.03)	0.74 $\pm$ 0.04 (0.682–0.81)	0.62 $\pm$ 0.04 (0.511–0.703)	pr-sp	Trikolpat	Mikroekinat- retikulat,
<i>P. rhoeas</i>	22.89 $\pm$ 1.49 (19.83–26.83)	24.49 $\pm$ 1.32 (22–28.24)	0.94 $\pm$ 0.05 (0.82–1.10)	24.18 $\pm$ 1.31 (21.62–26.94)	7.86 $\pm$ 1.08 (6.04–9.65)	25.45 $\pm$ 1.16 (22.87–27.64)	0.91 $\pm$ 0.10 (0.69–1.10)	0.88 $\pm$ 0.10 (0.69–1.15)	ob-sp	Trikolpat	Mikroekinat- retikulat
<i>P. postii</i>	21.36 $\pm$ 1.43 (18.15–23.53)	23.04 $\pm$ 1.32 (20.15–24.92)	0.93 $\pm$ 0.06 (0.83–1.11)	22.84 $\pm$ 2.23 (20.46–25.84)	3.04 $\pm$ 1.03 (1.54–3.85)	16.38 $\pm$ 1.40 (13.23–18.15)	1.05 $\pm$ 0.28 (0.52–1.65)	0.55 $\pm$ 0.20 (0.15–0.91)	ob-sp	Trikolpat	Mikroekinat

suboblat (subo) (0.75–0.88), oblat-sferoidal (ob-sp) (0.89–0.99), sferoidal (sp) (1.00), prolat-sferoidal (pr-sp) (1.01–1.14), subprolat (subp) (1.15–1.33) ve prolat (pro) (1.34–2.00) [177].

4.4. Tohum Mikromorfolojisi Bulguları

4.4.1. *Papaver purpureomarginatum*

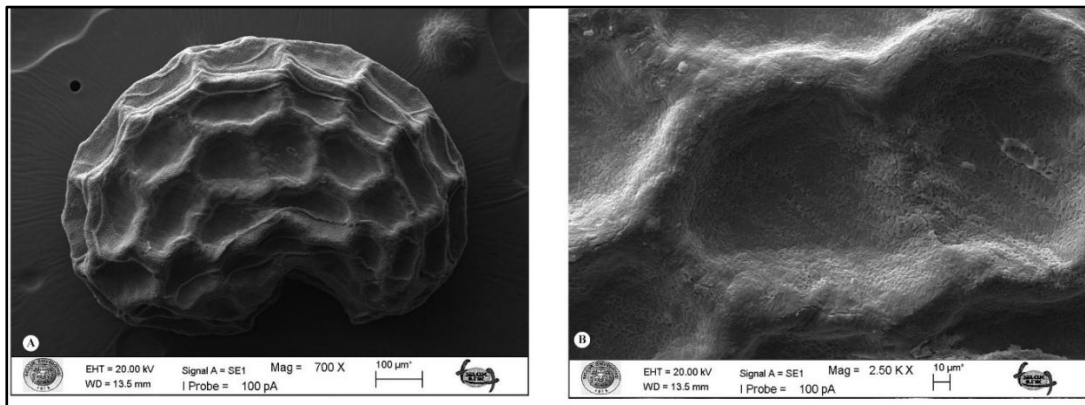
Tohumlar 0.6-0.8 x 0.4-0.6 mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, kahverengimsi siyah ya da siyah, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar yükseltilmiş, derin dalgalı, periklinal duvarlar rugulat-granulat, hilum merkezde (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. *P. purpureomarginatum* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.2. *Papaver dubium* subsp. *dubium*

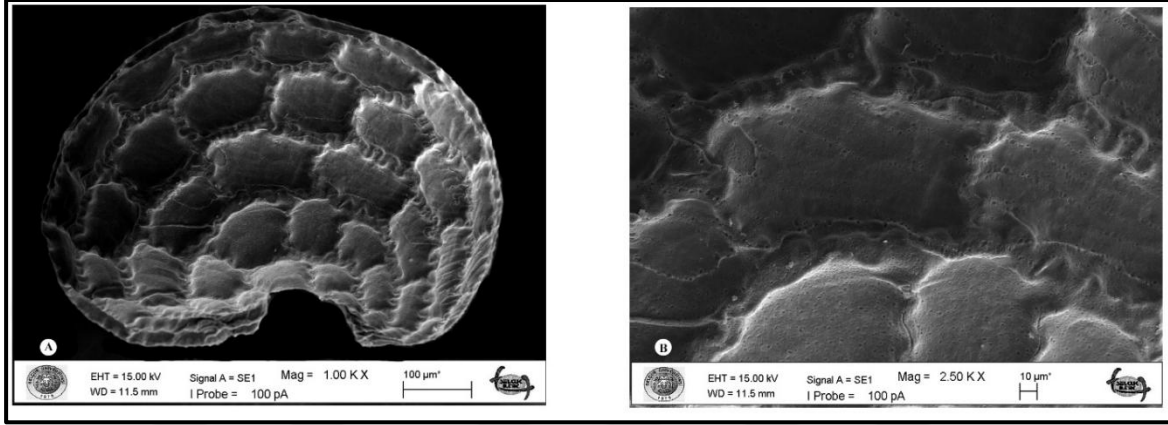
Tohumlar 0.3-0.5 x 0.7-0.8 mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, sarımsı kahverengi ya da kahverengi, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar yükseltilmiş, hafif sinüat, periklinal duvarlar mikroretulat-granulat, hilum merkezde (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. *P. dubium* subsp. *dubium* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.3. *Papaver dubium* subsp. *laevigatum*

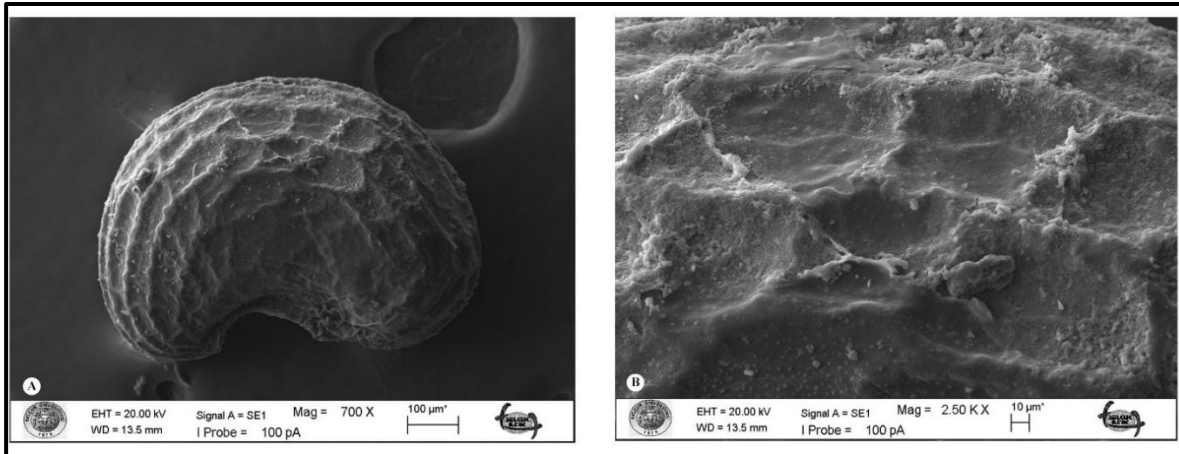
Tohumlar 0.6-0.8 x 0.4-0.5 mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, grimsi siyah ya da siyah, hücreler köşeli değil, antiklinal duvarlar geniş dalgalı, güçlü yükseltilmiş, periklinal duvarlar faveolat, hilum merkezde (Şekil 4.42).



Şekil 4.42. *P. dubium* subsp. *laevigatum* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.4. *Papaver arachnoideum*

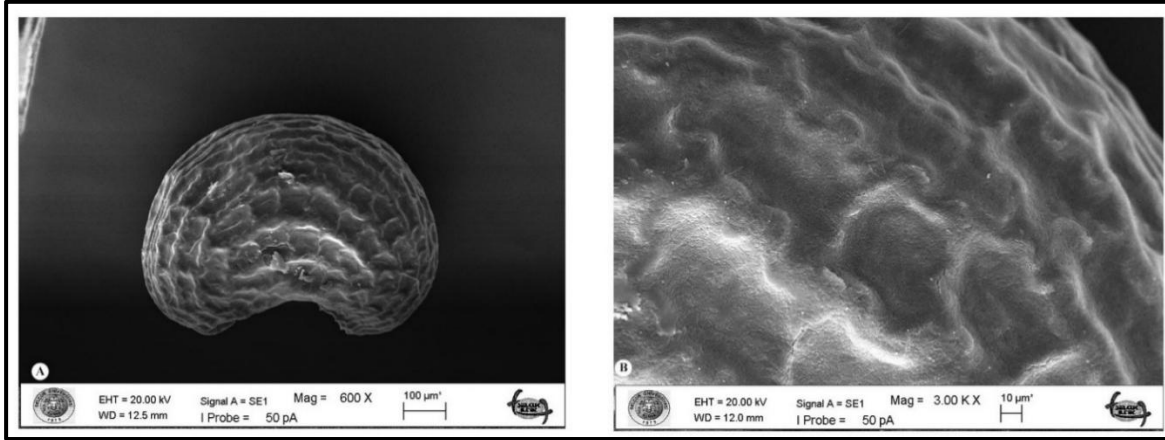
Tohumlar 0.3-0.4 x 0.6-0.7 mm. köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, sarımsı kahverengi, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar basık, düz veya zayıf dalgalı, periklinal duvarlar faveolat-rugulat, hilum merkezde (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. *P. arachnoideum* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.5. *Papaver arenarium*

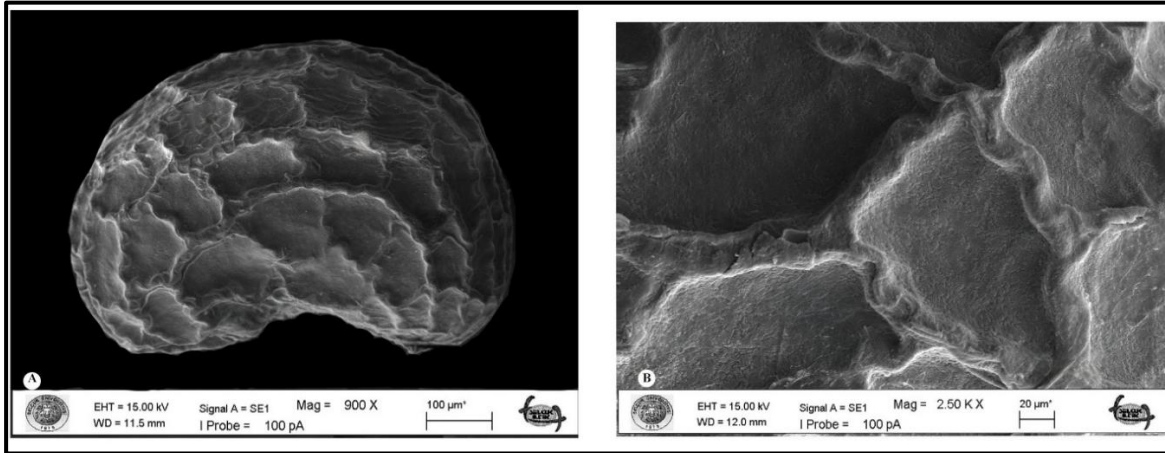
Tohumlar $0.6-0.9 \times 0.2-0.4$ mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, açık kahverengi, antiklinal duvarlar yükseltilmiş, hafif dalgalı, periklinal duvarlar düz hafifçe perforat, hilum merkezde (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. *P. arenarium* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.6. *Papaver commutatum* subsp. *euxinum*

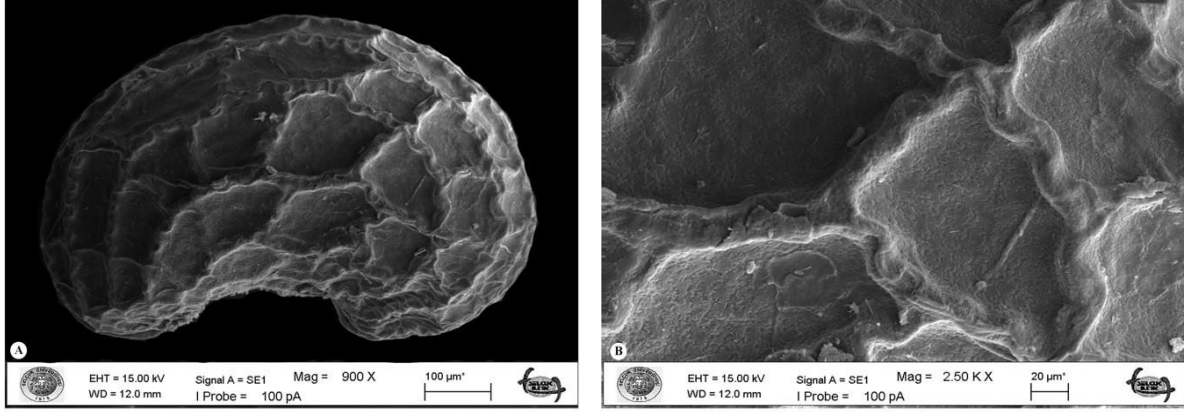
Tohumlar $0.5-0.7 \times 0.4-0.6$ mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, grimsi kahverengi ya da kahverengi, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar yükseltilmiş, derin dalgalı, periklinal duvarlar rugulot-perforat, hilum tabanda (Şekil 4.45).



Şekil 4.45. *P. commutatum* subsp. *euxinum* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.7. *Papaver guerlekense*

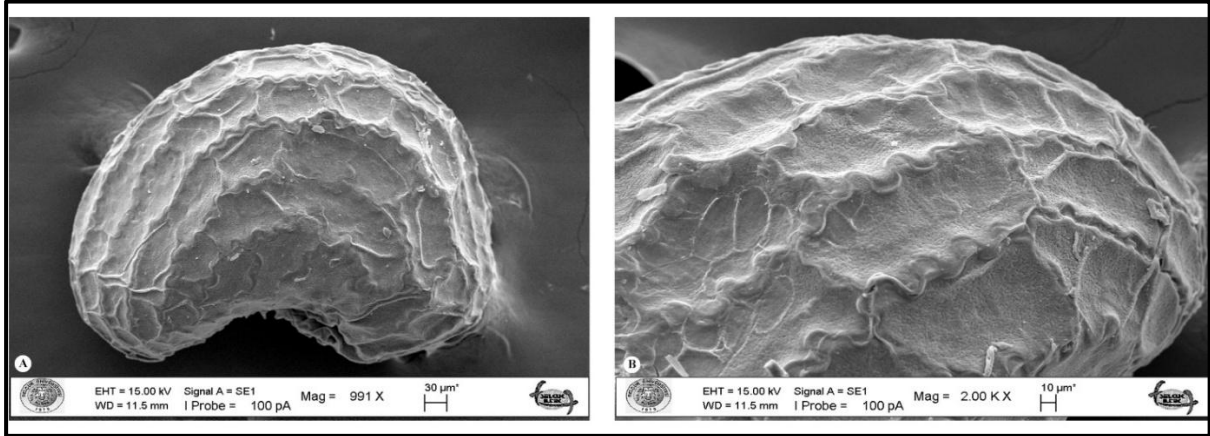
Tohumlar 0.4-0.6 x 0.4-0.5 mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, grimsi kahverengi ya da kahverengi, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar belirgin, düzenli dalgalı, periklinal duvarlar rugulat-perforat, hilum tabanda (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. *P. guerlekense* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.8. *Papaver rhopalothece*

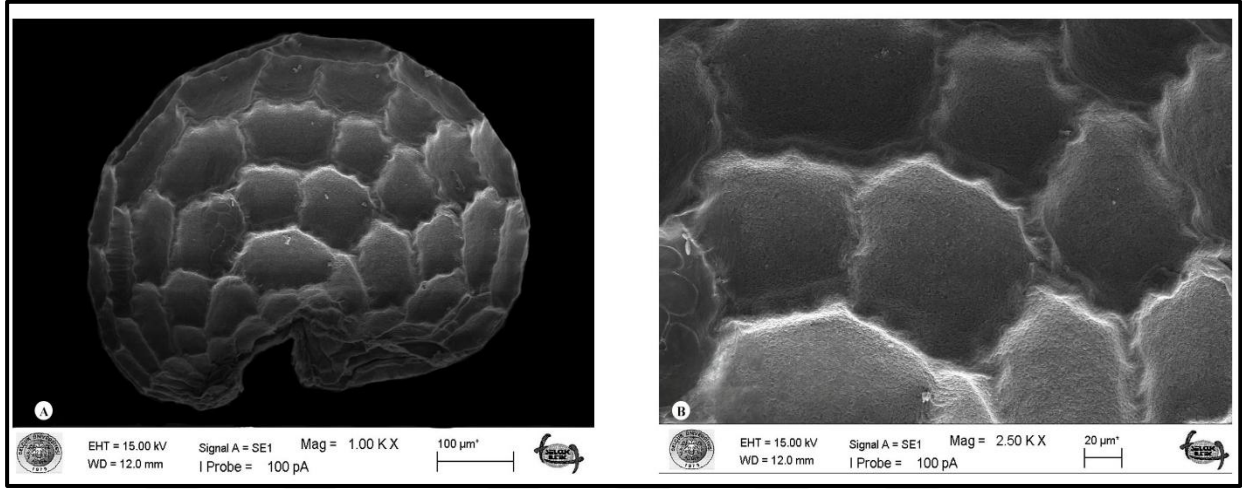
Tohumlar 0.3-0.4 x 0.6-0.7 mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, açık kahverengi, turuncu ya da sarı, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar düzensiz, kıvrımlı, rugoz, periklinal duvarlar mikroekinat, hilum merkezde (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. *P. rhopalothece* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.9. *Papaver stylatum*

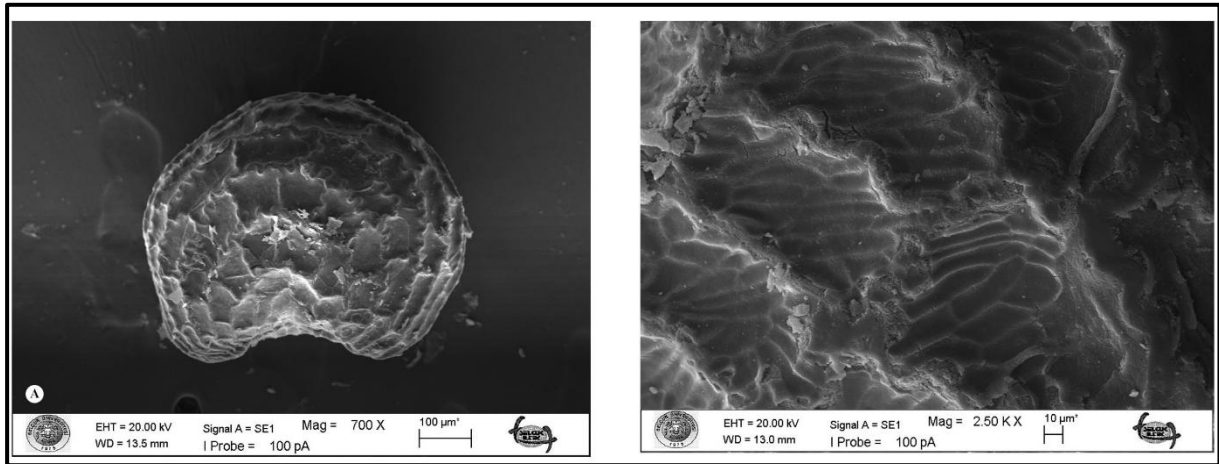
Tohumlar 0.6-0.8 x 0.4-0.6 mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, sarımsı kahverengi ya da kahverengi, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar düz veya hafif kıvrımlı periklinal duvarlar rugulat-perforat, hilum merkezde (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. *P. stylatum* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.10. *Papaver clavatum*

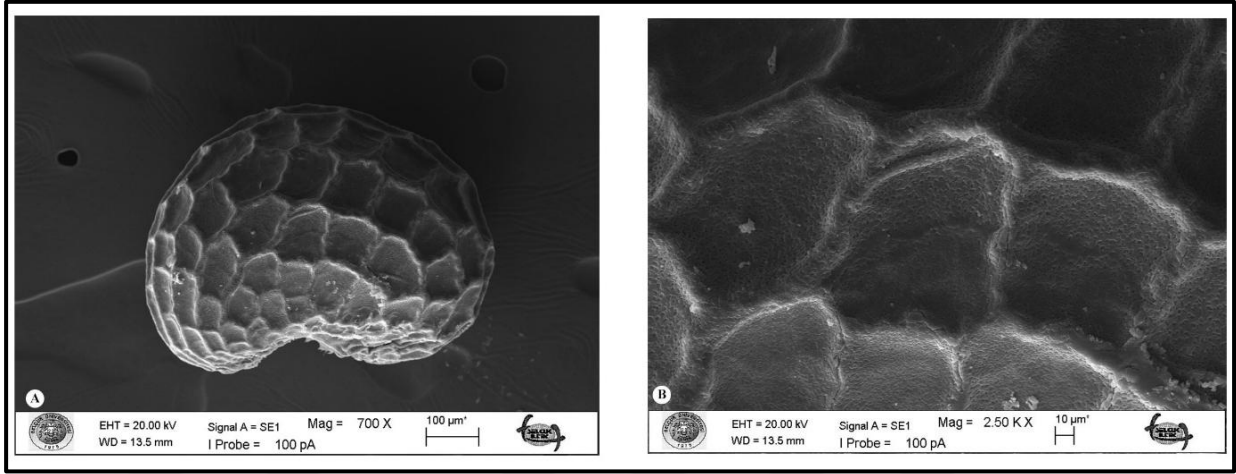
Tohumlar 0.4-0.5 x 0.6-0.8 mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, sarımsı kahverengi ya da gri kahverengi, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar derin, dalgalı, çıkıntılı, periklinal duvarlar linolat, hilum merkezde (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. *P. clavatum* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.11. *Papaver syriacum*

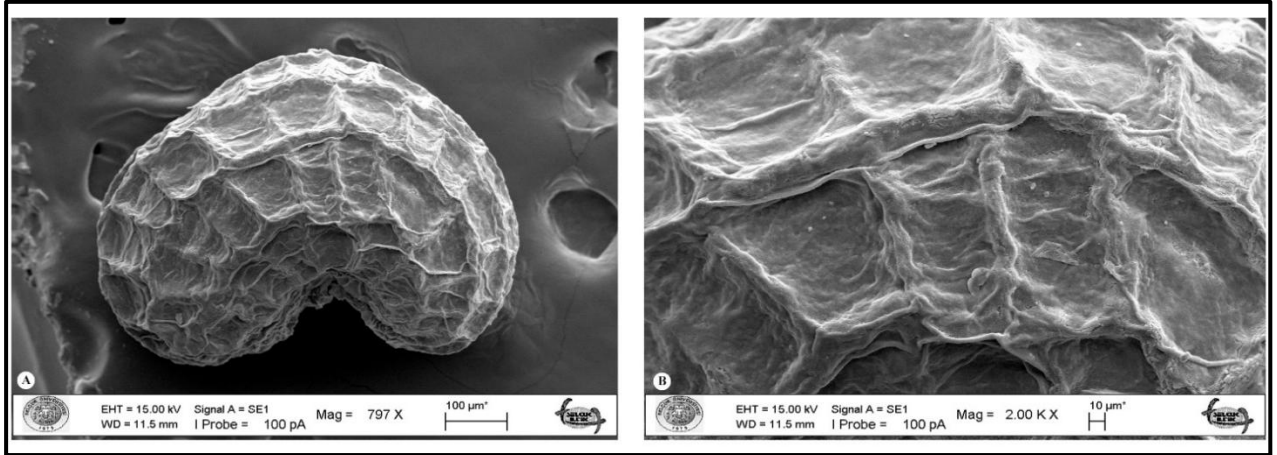
Tohumlar $0.3-0.4 \times 0.5-0.6$ mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, açık kahverengi ya da griymisi kahverengi, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar düz, belirgin kenarlı, periklinal duvarlar faveolat-perforat, hilum merkezde (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. *P. syriacum* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.12. *Papaver rhoeas*

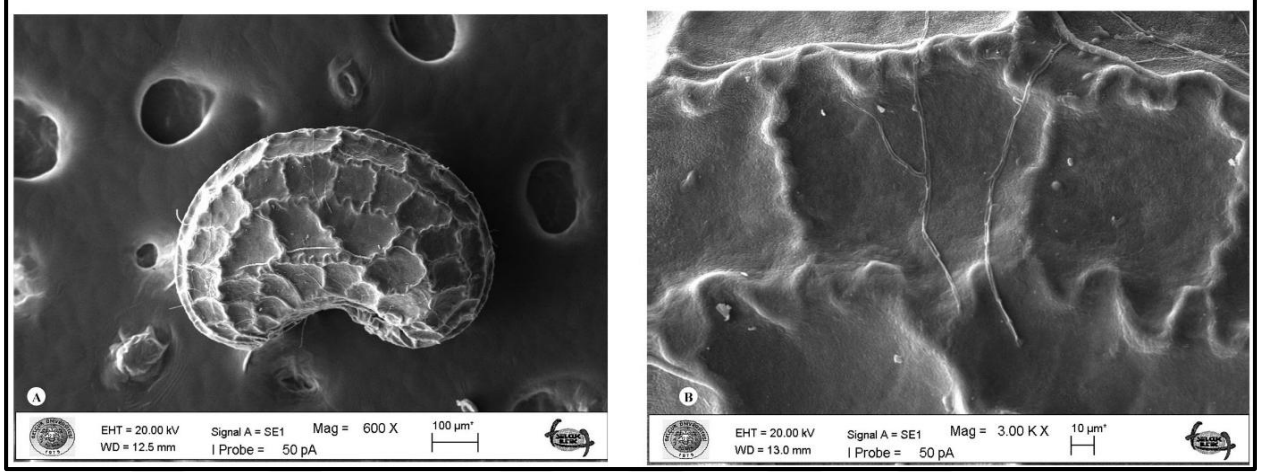
Tohumlar $0.3-0.4 \times 0.6-0.7$ mm. köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, grimsi yeşil ya da açık kahverengi, hücreler köşeli, antiklinal duvarlar dalgalı düzensiz rugoz, periklinal duvarlar skalariform, hilum merkezde (Şekil 4.51).



Şekil 4.51. *P. rhoeas* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

4.4.13. *Papaver postii*

Tohumlar $0.3-0.5 \times 0.6-0.8$ mm, köşeli ve basık değil, reniform, uç ve taban yuvarlak, açık kahverengi veya siyaha yakın kahverengi, antiklinal duvarlar belirgin, geniş dalgalı, periklinal duvarlar düz, hilum merkezde (Şekil 4.52).



Şekil 4.52. *P. postii* taksonunun SEM tohum A: Genel görünüm, B: Yüzey ornemanyasyon

Tablo 4. 24. *Rhoeadium* seksiyonunun taksonlarının tohum özellikleri (Ortalama $\pm$ SS (Min–Maks))

Takson	Boy (mm)	En(mm)	Boy/En (mm)	Renk	Periklinal Duvar	Antiklinal Duvar
<i>P. purpureomarginatum</i>	0.50 $\pm$ 0.14 (0.4–0.6)	0.70 $\pm$ 0.14 (0.6–0.8)	0.71 $\pm$ 0.24 (0.50–1.00)	Kahverengimsi siyah-siyah	rugulat-granulat	Yükseltilmiş, derin dalgalı
<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	0.75 $\pm$ 0.07 (0.7–0.8)	0.40 $\pm$ 0.14 (0.3–0.5)	1.88 $\pm$ 0.68 (1.40–2.67)	sarımsı kahverengi-kahverengi	mikroretikulat-granulat	Yükseltilmiş, hafif sinüat
<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	0.45 $\pm$ 0.07 (0.4–0.5)	0.70 $\pm$ 0.14 (0.6–0.8)	0.64 $\pm$ 0.16 (0.50–0.83)	griyimsi siyah-siyah	faveolat	Geniş dalgalı, güçlü yükseltilmiş
<i>P. arachnoideum</i>	0.65 $\pm$ 0.07 (0.6–0.7)	0.35 $\pm$ 0.07 (0.3–0.4)	1.86 $\pm$ 0.42 (1.50–2.33)	sarımsı kahverengi	faveolat-rugulat	Basık, düz veya zayıf dalgalı
<i>P. arenarium</i>	0.30 $\pm$ 0.14 (0.2–0.4)	0.75 $\pm$ 0.21 (0.6–0.9)	0.40 $\pm$ 0.22 (0.22–0.67)	açık kahverengi	düz-hafif perforat	Yükseltilmiş, hafif dalgalı
<i>P. commutatum</i> subsp. <i>euxinum</i>	0.50 $\pm$ 0.14 (0.4–0.6)	0.60 $\pm$ 0.14 (0.5–0.7)	0.83 $\pm$ 0.3 (0.57–1.20)	gri kahverengi-kahverengi	rugulat-perforat	Yükseltilmiş, derin dalgalı
<i>P. guerlekense</i>	0.45 $\pm$ 0.07 (0.4–0.5)	0.50 $\pm$ 0.14 (0.4–0.6)	0.90 $\pm$ 0.29 (0.67–1.25)	griyimsi kahverengi-kahverengi	rugulat-perforat	Belirgin, düzenli dalgalı
<i>P. rhopalotheca</i>	0.65 $\pm$ 0.07 (0.6–0.7)	0.35 $\pm$ 0.07 (0.3–0.4)	1.86 $\pm$ 0.42 (1.50–2.33)	açık kahverengi-turuncu-sarı	mikroekinat	Düzensiz, kıvrımlı, rugoz
<i>P. stylatum</i>	0.50 $\pm$ 0.14 (0.4–0.6)	0.70 $\pm$ 0.14 (0.6–0.8)	0.71 $\pm$ 0.24 (0.50–1.00)	sarımsı kahverengi-kahverengi	rugulat-perforat	Düz veya hafif kıvrımlı
<i>P. clavatum</i>	0.70 $\pm$ 0.14 (0.6–0.8)	0.45 $\pm$ 0.07 (0.4–0.5)	1.56 $\pm$ 0.4 (1.20–2.00)	sarımsı kahverengi-gri kahverengi	lineolat	Derin, dalgalı, çıkıntılı
<i>P. syriacum</i>	0.55 $\pm$ 0.07 (0.5–0.6)	0.35 $\pm$ 0.07 (0.3–0.4)	1.57 $\pm$ 0.37 (1.25–2.00)	açık kahverengi-gri kahverengi	faveolat-perforat	Düz, belirgin kenarlı
<i>P. rhoeas</i>	0.65 $\pm$ 0.07 (0.6–0.7)	0.35 $\pm$ 0.07 (0.3–0.4)	1.86 $\pm$ 0.42 (1.50–2.33)	griyimsi yeşil ya da açık kahverengi	skalariform	Dalgalı, düzensiz, rugoz
<i>P. postii</i>	0.70 $\pm$ 0.14 (0.6–0.8)	0.40 $\pm$ 0.14 (0.3–0.5)	1.75 $\pm$ 0.71 (1.20–2.67)	açık kahverengi-siyaha yakın kahverengi	düz	Belirgin, geniş dalgalı

4.5. Moleküler Bulgular

Papaver cinsinin *Rhoeadium* seksiyonuna ait türler üzerinde gerçekleştirilen moleküler analizlerde, türlerin filogenetik ilişkilerini ortaya koymak amacıyla çekirdek ve plastit DNA bölgeleri kullanılmıştır. Bu kapsamda ITS, matK, rbcL, psbA–trnH, trnL–trnF ve rpl16 gen bölgelerine ait diziler değerlendirilmiştir. Elde edilen DNA dizileri kullanılarak cinsin içindeki taksonlar arasındaki moleküler filogenetik ilişkiler Bayesian Inference (BI) ve Maximum Likelihood (ML) analizleriyle belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 4.53–4.56’da sunulmuştur.

4.5.1 Çekirdek DNA Bölgesinden (ITS) Elde Edilen Bayesian Ağacı

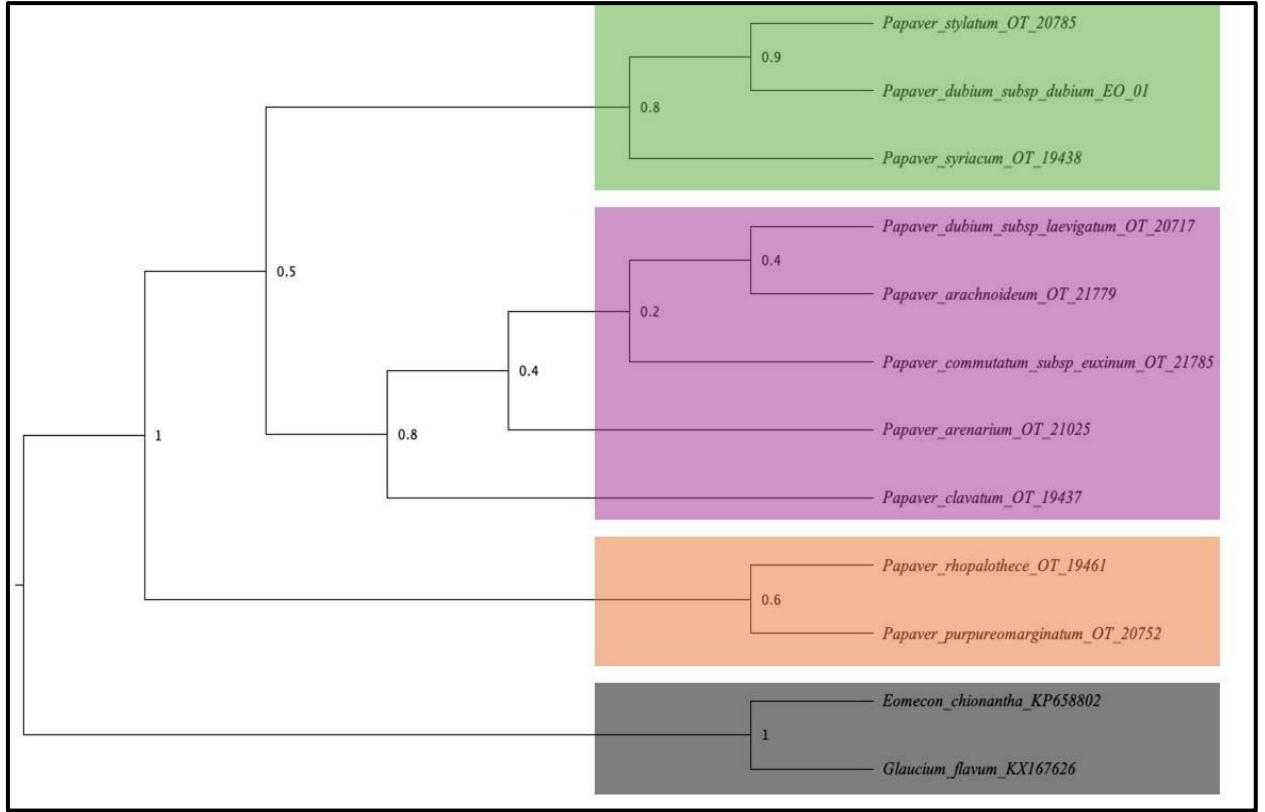
Bayesyan filogenetik analiz, ITS dizi verileri üzerinden gerçekleştirilmiş ve analiz sonucunda *Papaver* cinsinin monofiletik yapısı güçlü biçimde desteklenmiştir (PP = 1.0). Dış gruplar olarak seçilen *Eomecon chionantha* ve *Glaucium flavum*, ağaç topolojisinin doğru yönlendirilmesini sağlamıştır (Şekil 4.53).

Elde edilen filogenetik yapı üç ana kladdan oluşmaktadır. Birinci klad, *P. stylatum*, *P. dubium* subsp. *dubium* ve *P. syriacum* türlerini içermekte olup, yüksek posterior olasılık değerleriyle desteklenmiştir (ikili için PP = 0.9; üçlü düğüm PP = 0.8).

İkinci klad, *P. dubium* subsp. *laevigatum*, *P. arachnoideum*, *P. commutatum* subsp. *euxinum* ve *P. arenarium* türlerinden oluşmuştur. Bu gruptaki bazı dallarda düşük olasılık değerleri (PP = 0.2–0.4) kaydedilmiş, buna karşın *P. commutatum* subsp. *euxinum* ile *P. arenarium* arasındaki ilişki orta düzey destekle (PP ≈ 0.8) belirlenmiştir.

Üçüncü klad, *P. clavatum*, *P. rhopalotheca* ve *P. purpureomarginatum* türlerinden oluşmuştur. Bu klad içinde *P. clavatum*, ikinci kladın kardeş dalında yer almakta olup, bu konumu onu seksiyon içinde ayırık bir filogenetik soy hattı olarak tanımlamaktadır. *P. rhopalotheca* ve *P. purpureomarginatum* türleri ise orta düzey destek değeriyle (PP = 0.6) kardeş grup oluşturmuştur.

Genel olarak ITS bölgesine dayalı Bayesyan analiz, *Rhoeadium* seksiyonu türlerinin çoğunu morfolojik ayrımlarla uyumlu biçimde gruplandırmış; ancak bazı alt dallarda düşük destek değerleri, türler arasındaki yakın evrimsel ayrışma ve olası tamamlanmamış soy ayrışması (incomplete lineage sorting) süreçlerini düşündürmektedir.



Şekil 4. 53. Çekirdek Genomunun (ITS) birleştirilmiş, Bayesian ağacı

4.5.2 Çekirdek DNA Bölgesinden (ITS) Elde Edilen Maximum Likelihood Ağacı

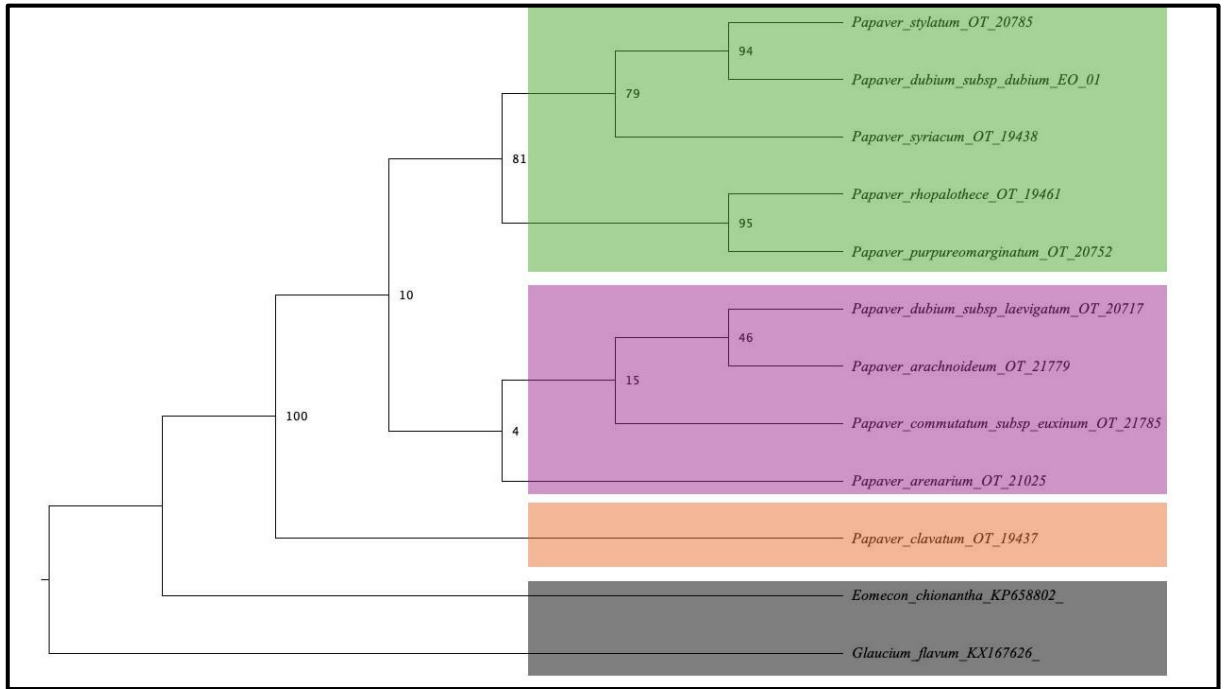
ITS gen bölgesine dayalı ML analizinde, *Papaver* cinsinin monofiletik yapısı yüksek güven düzeyiyle doğrulanmıştır (BS = 100). Filogenetik ağaçta üç temel klad olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.54).

Birinci klad, (*P. stylatum* + *P. dubium* subsp. *dubium*, BS = 94) alt grubunun *P. syriacum* ile (BS = 79) birleşerek, (*P. rhopalothece* + *P. purpureomarginatum*, BS = 95) ikilisiyle birlikte BS = 81 destekli bir üst klad oluşturmasıyla karakterize edilmiştir. Bu yapılanma, Bayesian analizde gözlenen genel topolojiyle paralellik göstermektedir.

İkinci klad, düşük ile orta düzey arasında değişen destek değerlerine sahiptir. (*P. dubium* subsp. *laevigatum* + *P. arachnoideum*, BS = 46) grubu, *P. commutatum* subsp. *euxinum*'a (BS = 15) bağlanmakta; birleşik grup ise *P. arenarium* ile (BS = 4) ortak bir soy hattı oluşturmaktadır.

Üçüncü klad, *P. clavatum*'un dış grupları takiben bazal kardeş dal olarak konumlanmasıyla temsil edilmektedir. Bu türün uzun ve dar kapsül morfolojisi, filogenetik düzeyde de bağımsız bir soy hattı oluşturduğunu desteklemektedir.

Genel olarak ML analizi, Bayesian analizde elde edilen topolojiyle büyük ölçüde benzerlik göstermiştir. Bununla birlikte, *P. clavatum*'un yerleşimi bakımından iki analiz arasında küçük farklılıklar gözlenmiştir. Bazı alt dallarda kaydedilen düşük bootstrap değerleri, türler arasındaki yakın evrimsel ayrışma veya tamamlanmamış soy ayrışması olasılığını düşündürmektedir.



Şekil 4. 54. Çekirdek Genomlarının (ITS) birleştirilmiş, Maximum Likelihood ağacı

4.5.3 Kloroplast DNA Bölgesinden (*matK*, *rbcL*, *psbA-trnH*, *trnL-trnF*, *rpl16*) Elde Edilen Bayesian Ağacı

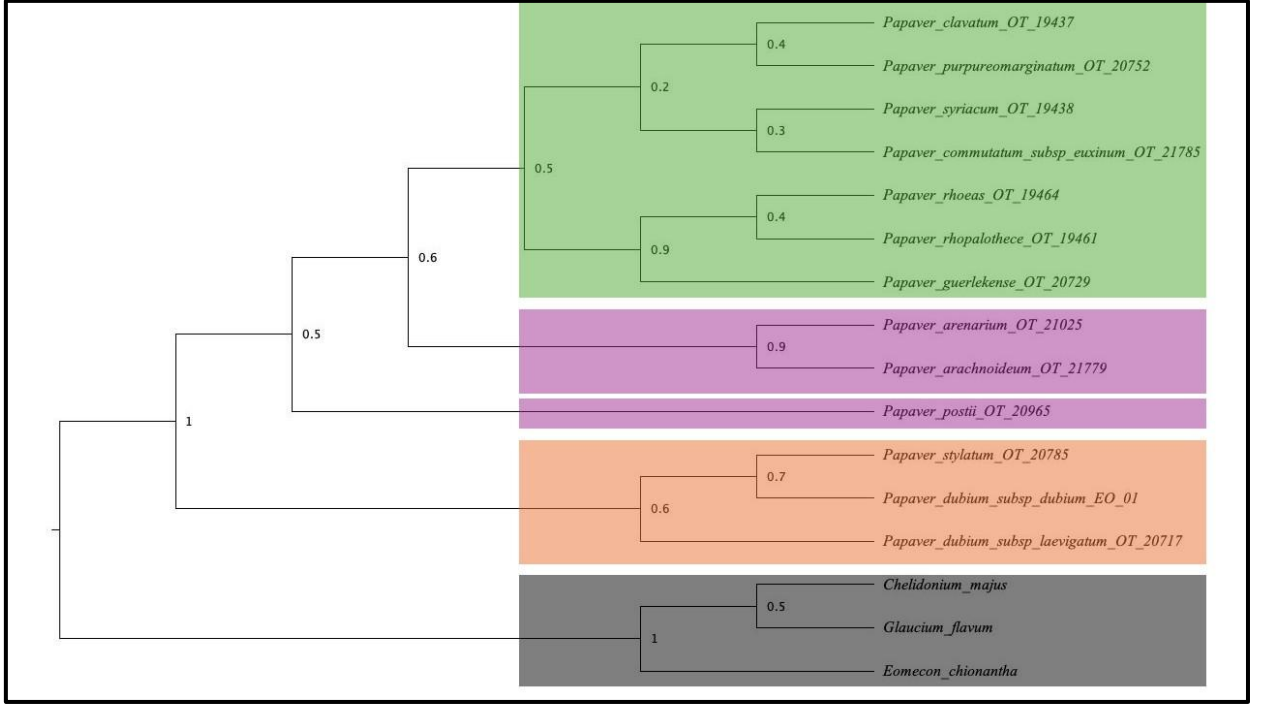
Kloroplast DNA bölgelerinin (*matK*, *rbcL*, *psbA-trnH*, *trnL-trnF* ve *rpl16*) birleştirilmiş veri setine dayalı Bayesian analiz, *Papaver* cinsinin monofiletik yapısını yüksek güvenle desteklemiştir (PP = 1.0). Dış grup olarak kullanılan *Eomecon chionantha*, *Glaucium flavum* ve *Chelidonium majus* türleri topolojinin doğru köklendirilmesini sağlamıştır. Filogenetik ağaçta üç ana klad belirlenmiştir (Şekil 4.55).

Klad I, *P. stylatum*, *P. dubium* subsp. *dubium* ve *P. dubium* subsp. *laevigatum*'dan oluşmaktadır. Bu grup orta düzey destek değeriyle ayrılmıştır (PP = 0.6–0.7) ve *P. dubium* kompleksinin plastit düzeyinde de bütünlük gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Klad II, *P. arenarium*, *P. arachnoideum* ve *P. postii* türlerini kapsamaktadır. *P. arenarium* ile *P. arachnoideum* yüksek destek değeriyle kardeş grup oluşturmuş (PP = 0.9) ve bu ikiliye kardeş konumda yer alan *P. postii*, aynı üst soy hattı içerisinde bağımsız bir dal olarak ayrılmıştır. Bu durum, *P. postii*'nin plastit dizilerinde ayrı bir filogenetik çizgi sergilediğini, ancak seksiyon içindeki genel konumunun ITS topolojisiyle büyük ölçüde uyumlu olduğunu göstermektedir.

Klad III, *P. clavatum*, *P. purpureomarginatum*, *P. syriacum*, *P. commutatum* subsp. *euxinum*, *P. rhoeas*, *P. rhopalotheca* ve *P. guerlekense* türlerinden meydana gelmiştir. Bu klad içinde birkaç alt grup tanımlanmıştır: (*P. clavatum* + *P. purpureomarginatum*, PP = 0.4), (*P. syriacum* + *P. commutatum* subsp. *euxinum*, PP = 0.3) ve (*P. rhoeas* + *P. rhopalotheca*, PP = 0.4). Bu alt gruplar, *P. guerlekense*'in de dahil olduğu daha geniş bir üst kladı oluşturmuştur (PP $\approx$ 0.5–0.6).

Genel olarak plastit veri setine dayalı Bayesian analiz, *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının çoğunda nükleer ITS sonuçlarıyla uyumlu bir topoloji ortaya koymuştur. Bununla birlikte bazı iç düğümlerde gözlenen düşük posterior olasılık değerleri (PP < 0.7), türler arasındaki yakın evrimsel ayrışma, plastit introgressyonu veya tamamlanmamış soy ayrışması olasılıklarını işaret etmektedir.



Şekil 4. 55. Kloroplast Genomlarının (*matK*, *rbcL*, *psbA-trnH*, *trnL-trnF*, *rpl16*) birleştirilmiş, Bayesian ağacı

4.5.4 Kloroplast DNA Bölgesinden (*matK*, *rbcL*, *psbA-trnH*, *trnL-trnF*, *rpl16*) Elde Edilen Maximum Likelihood

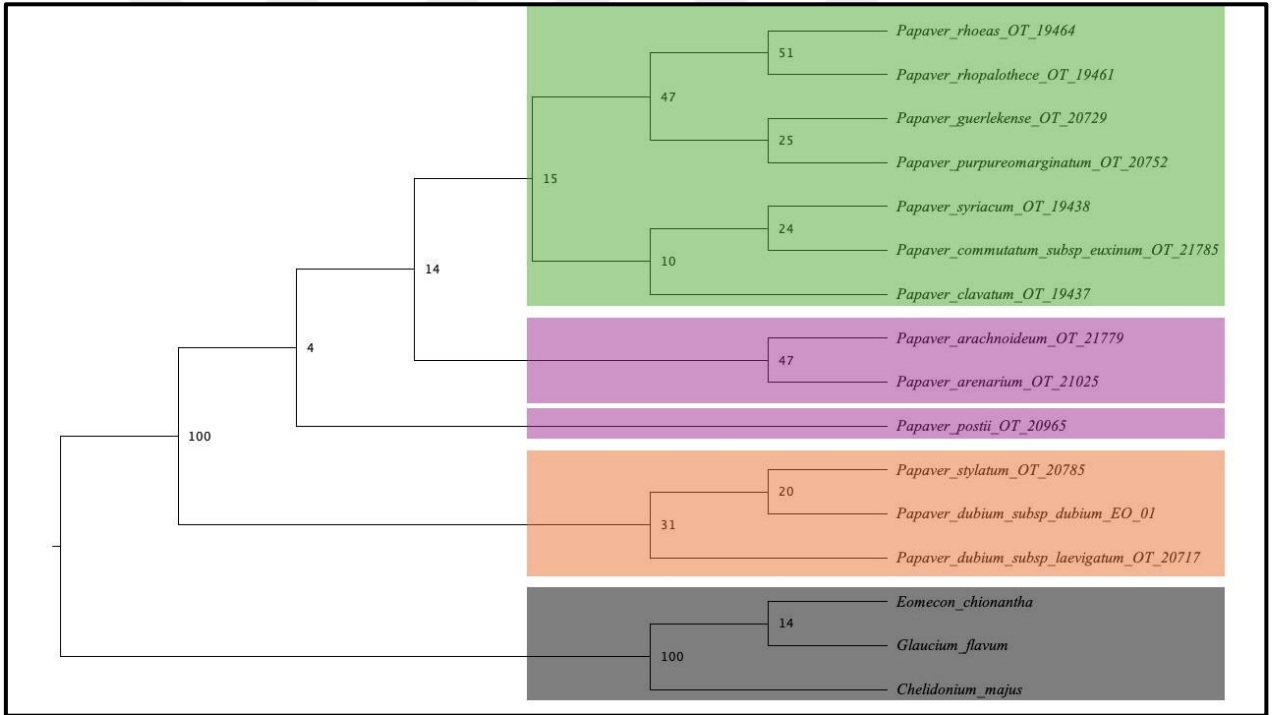
Kloroplast DNA bölgelerinin (*matK*, *rbcL*, *psbA-trnH*, *trnL-trnF* ve *rpl16*) birleştirilmiş veri setiyle yapılan ML analizi, *Papaver* cinsinin monofiletik yapısını güçlü biçimde desteklemiştir (BS = 100). Dış grup olarak kullanılan *Eomecon chionantha*, *Glaucium flavum* ve *Chelidonium majus* türleri ağacın doğru köklendirilmesini sağlamıştır. Filogenetik ağaçta üç ana klad tanımlanmıştır.

Klad I, *P. stylatum*, *P. dubium* subsp. *dubium* ve *P. dubium* subsp. *laevigatum* türlerini içermektedir. Bu grup orta düzey destek değeriyle ayrılmıştır (BS = 20–31) ve *P. dubium* kompleksinin plastit düzeyinde de genetik birlik gösterdiğini ortaya koymaktadır (Şekil 4.56).

Klad II, *P. arenarium*, *P. arachnoideum* ve *P. postii* türlerinden oluşmaktadır. *P. arenarium* ve *P. arachnoideum* güçlü destekle kardeş grup oluşturmuştur (BS = 47), bu ikiliye kardeş konumda yer alan *P. postii* ise aynı üst soy hattı içerisinde ayrı bir dal olarak konumlanmıştır. Bu düzen, cpDNA ve ITS verilerinin genel uyumunu desteklemekte, ancak *P. postii*'nin olası bağımsız bir plastit soyu temsil edebileceğini düşündürmektedir.

Klad III, *P. clavatum*, *P. purpureomarginatum*, *P. syriacum*, *P. commutatum* subsp. *euxinum*, *P. rhoeas*, *P. rhopalotheca* ve *P. guerlekense* türlerinden meydana gelmiştir. Bu klad içerisinde (*P. rhoeas* + *P. rhopalotheca*, BS = 51), (*P. guerlekense* + *P. purpureomarginatum*, BS = 25–47) ve (*P. syriacum* + *P. commutatum* subsp. *euxinum*, BS = 24) alt grupları tanımlanmıştır. *P. clavatum* ise bu grubun bazal üyesi olarak ayrılmaktadır.

Genel olarak, plastit verilerine dayalı ML analizi *Rhoeadium* seksiyonu türlerinin büyük kısmında Bayesian ağacıyla paralel bir topoloji göstermiştir. Düşük destek değerleriyle ayrılan bazı iç dallar (BS < 50), yakın zamanlı türleşme olaylarının, plastit introgressyonunun veya tamamlanmamış soy ayrışmasının bir sonucu olabilir.



Şekil 4. 56. Kloroplast Genomlarının (*matK*, *rbcL*, *psbA-trnH*, *trnL-trnF*, *rpl16*) birleştirilmiş, Maximum Likelihood ağacı

4.6. Biyolojik Aktivite Bulguları

Rhoeadium seksiyonu taksonlarının biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen analizlerde antioksidan (DPPH, TPC), antimikrobiyal ve LOX enzim inhibisyonu potansiyelleri incelenmiştir. Bu kapsamda kullanılan ekstrelerin kuru bitkisel

materyale göre hesaplanan verimleri Tablo 4.17’de verilmiş olup, biyolojik aktivite sonuçları ilgili alt başlıklarda ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 25. *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarından elde edilen ekstrelerin verimleri

Taksonlar	Toprak üstü (%)	Kapsül (%)
<i>P. purpureomarginatum</i>	11.78	11.06
<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	13.23	9.13
<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	19.09	9.18
<i>P. arachnoideum</i>	18.32	18.07
<i>P. arenarium</i>	18.10	10.53
<i>P. guerlekense</i>	10.67	12.18
<i>P. rhopalotheca</i>	16.72	11.45
<i>P. stylatum</i>	12.68	15.35
<i>P. clavatum</i>	18.15	16.72
<i>P. syriacum</i>	16.84	11.40
<i>P. rhoeas</i>	15.33	20.73
<i>P. postii</i>	22.83	14.68

4.6.1. Antioksidan aktivite ve Toplam fenol miktarı bulguları

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürücü aktivite

Ekstrelerin DPPH radikal süpürücü aktivitesi değerlendirildiğinde özellikle toprak üstü ekstrelerinin kapsül ekstrelerinden daha yüksek antioksidan aktivite sahip olduğu görülmüştür. *P. syriacum* (46.48%±3.16), *P. guerlekense* (41.79%±4.29), *P. postii* (41.16%±4.43) ve *P. clavatum* (40.13%±3.47) toprak üstü ekstreleri birbirlerine yakın ve pozitif kontrol olan galik asite göre orta derecede antioksidan aktiviteye sahip bulunmuştur (Tablo 4.18.).

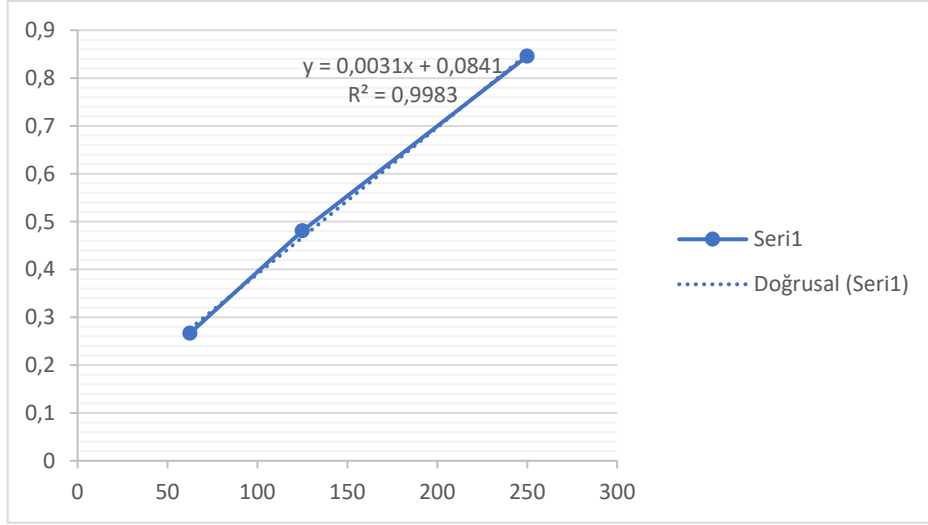
Tablo 4. 26. *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi

DPPH (İnhibisyon/% $\pm$ S.S ^a) 100 μ g/mL ^b		
Taksonlar	Toprak Üstü	Kapsül
<i>P. purpureomarginatum</i>	35.58 $\pm$ 1.55	18.17 $\pm$ 3.23
<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	17.41 $\pm$ 3.30	18.69 $\pm$ 2.27
<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	28.52 $\pm$ 2.94	14.53 $\pm$ 4.42
<i>P. arachnoideum</i>	22.03 $\pm$ 3.58	13.19 $\pm$ 3.58
<i>P. arenarium</i>	38.95 $\pm$ 1.22	18.06 $\pm$ 4.48
<i>P. guerlekense</i>	41.79 $\pm$ 4.29	30.83 $\pm$ 0.33
<i>P. rhopalotheca</i>	21.70 $\pm$ 4.99	22.45 $\pm$ 1.39
<i>P. stylatum</i>	7.52 $\pm$ 1.83	18.72 $\pm$ 3.38
<i>P. clavatum</i>	40.13 $\pm$ 3.47	15.44 $\pm$ 4.57
<i>P. syriacum</i>	46.48 $\pm$ 3.16	24.18 $\pm$ 2.13
<i>P. rhoeas</i>	34.02 $\pm$ 3.48	18.05 $\pm$ 4.65
<i>P. postii</i>	41.16 $\pm$ 4.43	32.21 $\pm$ 4.98
Gallik asit (50 μ g/mL ^b)	91.9 $\pm$ 0.13	

^aStandart sapma, ^bFinal konsantrasyon

Toplam fenol miktarı

Ekstrelerin toplam fenol miktarları gallik asit eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır (Şekil 4.57). Sonuçlar değerlendirildiğinde genellikle toprak üstü ekstrelerinin kapsül ekstrelerinden daha yüksek TPC'ye sahip olduğu görülmüştür (Tablo 4.19). TPC içeriğinin toprak üstü kısımlarında daha yüksek olması *Papaver* türlerinin DPPH radikal süpürücü aktivitelerinin yine toprak üstü kısımlarında daha yüksek olmasını açıklamaktadır.



Şekil 4. 57. Gallik asit kalibrasyon eğrisi

Özellikle *P. purpureomarginatum* (147.82±2.57 mg GAE/g ekstre), *P. guerlekense* (101.67±6.36 mg GAE/g ekstre) ve *P. postii* (107.02±3.89 mg GAE/g ekstre) toprak üstü ekstreleri en yüksek TPC oranına sahip bulunmuştur. *Papaver* türlerinin kapsül ekstreleri arasında ise *P. syriacum* kapsüllerinden hazırlanan ekstre (99.59±4.76 mg GAE/g ekstre) en yüksek TPC'ye sahiptir.

Tablo 4. 27. *Rhoeadium seksiyonu* taksonlarının toplam fenol içerikleri

Taksonlar	TPC (mg GAE/g ± S.S ^a)	
	Toprak Üstü	Kapsül
<i>P. purpureomarginatum</i>	147.82±2.57	68.67±4.96
<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	36.80±3.20	28.67±2.34
<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	69.05±4.46	28.81±2.29
<i>P. arachnoideum</i>	72.55±4.04	44.70±2.46
<i>P. arenarium</i>	82.25±2.86	57.11±4.11
<i>P. guerlekense</i>	101.67±6.36	70.48±1.83
<i>P. rhopalotheca</i>	73.89±5.39	47.55±3.68
<i>P. stylatum</i>	44.70±2.46	78.68±1.71
<i>P. clavatum</i>	61.56±0.81	41.15±3.28
<i>P. syriacum</i>	69.30±2.25	99.59±4.76
<i>P. rhoeas</i>	84.56±3.94	48.85±5.49
<i>P. postii</i>	107.02±3.89	59.90±2.98

^aStandart sapma

Tablo 4. 29. (Devam) *Rhoeadium Seksiyonu* taksonlarının antibakteriyel etki sonuçları (MİK µg/mL)

<i>P. arachnoideum</i>	>5000	>5000	>5000	>5000
<i>P. arenarium</i>	>5000	>5000	>5000	>5000
<i>P. guerlekense</i>	>5000	>5000	>5000	>5000
<i>P. rhopalotheca</i>	>5000	>5000	>5000	>5000
<i>P. stylatum</i>	>5000	>5000	>5000	>5000
<i>P. clavatum</i>	>5000	>5000	>5000	>5000
<i>P. syriacum</i>	>5000	>5000	>5000	>5000
<i>P. rhoeas</i>	>5000	>5000	>5000	>5000
<i>P. postii</i>	>5000	>5000	>5000	>5000
Kloramfenikol	4	4	8	2

(Kloramfenikol 128 µg/mL)

Antikandidal aktivite bulguları

Antikandidal aktivite testlerinde genel olarak tüm türlerin ekstrelerinin *Candida* türlerine karşı yüksek MİK değerleri (>1250–>2500 µg/mL) gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, *P. dubium* subsp. *laevigatum*'un *C. tropicalis* ve *C. parapsilosis*'e karşı (MİK: 625 µg/mL) ve *P. arenarium*'un *C. parapsilosis* ve *C. krusei*'ye karşı (MİK: 1250 µg/mL) nispeten daha düşük MİK değerleri sergilediği tespit edilmiştir. Pozitif kontrol ketokonazolün çok düşük MİK değerleri (0.25–1 µg/mL) ile güçlü antifungal aktivite göstermesi, ekstrelerin antifungal potansiyelinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen MİK değerleri µg/mL cinsinden Tablo 4.21.; Şekil 4.59'da verilmiştir.



Şekil 4. 59. *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının antifungal aktivite etkileri

Tablo 4. 30. *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının antikandida etki sonuçları (MİK µg/mL)

Taksonlar	<i>C. utilis</i> NRRL-Y-900	<i>C. albicans</i> ATCC 90028	<i>C. tropicalis</i> ATCC 750	<i>C. parapsilosis</i> ATCC 22019	<i>C. krusei</i> ATCC 6258
<i>P. purpureomarginatum</i>	>1250	>2500	>2500	>2500	>2500
<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	>1250	>2500	>2500	1250	1250
<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	>1250	>2500	625	625	625
<i>P. arachnoideum</i>	>1250	>2500	>2500	>2500	>2500
<i>P. arenarium</i>	>1250	>2500	>2500	1250	1250
<i>P. guerlekense</i>	>1250	>2500	>2500	>2500	>2500
<i>P. rhopalotheca</i>	>1250	>2500	>2500	1250	>2500
<i>P. stylatum</i>	>1250	>2500	>2500	>2500	>2500
<i>P. clavatum</i>	>1250	>2500	>2500	>2500	>2500
<i>P. syriacum</i>	>1250	>2500	>2500	1250	>2500
<i>P. rhoeas</i>	>1250	>2500	>2500	>2500	>2500
<i>P. postii</i>	>1250	>2500	>2500	>2500	>2500
Ketokonazol	0.5	1	0.25	0.5	0.5

Ketokonazol (16µg/mL)

4.6.3. Lipooksijenaz (LOX) enzim inhibisyonu bulguları

Rhoeadium seksiyonu taksonları üzerinde yapılan LOX enzim inhibisyonu aktivite çalışmasında, *P. dubium* subsp. *laevigatum* (50.43%±4.29) ve *P. purpureomarginatum* (49.70%±2.53) kapsül ekstraktları en yüksek LOX inhibitör aktivite göstermiştir. Çalışılan

diğer *Papaver* türleri LOX enzimine karşı çok düşük aktiviteye sahip ya da hiç aktif bulunmamıştır (Tablo 4.22).

Tablo 4. 31. *Rhoeadium seksiyonu taksonlarının LOX inhibisyon aktivitesi*

Taksonlar	LOX Enzim İnhibisyonu (İnhibisyon% $\pm$ S.S ^a) 100 μ g/mL ^b	
	Toprak Üstü	Kapsül
<i>P. purpureomarginatum</i>	-	49.70 $\pm$ 2.53
<i>P. dubium</i> subsp. <i>dubium</i>	5.71 $\pm$ 3.58	4.89 $\pm$ 2.17
<i>P. dubium</i> subsp. <i>laevigatum</i>	- ^c	50.43 $\pm$ 4.29
<i>P. arachnoideum</i>	21.79 $\pm$ 1.44	15.73 $\pm$ 0.55
<i>P. arenarium</i>	6.26 $\pm$ 2.69	-
<i>P. guerlekense</i>	34.19 $\pm$ 1.53	-
<i>P. rhopalotheca</i>	-	-
<i>P. stylatum</i>	7.65 $\pm$ 0.35	11.19 $\pm$ 3.49
<i>P. clavatum</i>	-	-
<i>P. syriacum</i>	-	-
<i>P. rhoeas</i>	-	-
<i>P. postii</i>	-	-
Baikalein (50 μ g/mL ^b)	43.67 $\pm$ 0.87	

^aStandart sapma, ^bFinal konsantrasyon, ^cetki yok

4.7. Fitokimyasal Bulgular

4.7.1. Uçucu yağların kimyasal kompozisyonu

Bu araştırmada mikrodistilasyon yöntemi ile elde edilen *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonuna ait 12 taksonun uçucu yağ bileşenleri belirlenmiş (Tablo 4.23) ve her türde baskın bileşikler tanımlanmıştır. Analizler sonucunda toplam 85 uçucu bileşen tespit edilmiş olup bunlar kimyasal olarak şu gruplara ayrılmaktadır: 6 monoterpen hidrokarbon (α -Pinen, Mirsen, Limonen, γ -Terpinen, (E)- β -Osimen, *p*-Simen), 9 oksijenli monoterpen (1,8-Sineol, Isomenton, Kafur, Linalool, Terpinen-4-ol, Mentol, γ -Terpinil asetat, α -Terpineol, Borneol), 5 seskiterpen hidrokarbon (β -Kariofilen, α -Humulen, β -Bisabolen, α -dehidro-ar-Himaçalen, γ -dehidro-ar-Himaçalen), 6 oksijenli seskiterpen (Spathulenol, Karyofillen oksit, Rosifoliol, Dihidroaktinitiolit, Farnesil aseton, Heksahidrofarnesil aseton), 9 fenilpropanoid / aromatik bileşik (Benzaldehit, Benzen asetaldehit, Metil kavikol, (Z)-Anetol, (E)-Anetol, Öjenol, 4-Vinil guaiakol, Karvakrol, Timol), 10 alifatik aldehit (Heksanal, Heptanal, (Z)-3-Heksenal, Nonanal, (E)-2-Oktanal, (E,Z)-2,4-Heptadienal, (E,E)-2,4-Heptadienal, (E,Z)-Nonadienal, (E,E)-2,4-Dekadienal,

Oktadekanal), 7 keton (6-Metil-2-heptanon, 3,5-Oktadien-2-on, (*E,E*)-3,5-Oktadien-2-on, β -Siklositral, (*E*)- β -Damaskenon, (*E*)-Geranil aseton, trans- β -İyonone-5,6-epoksit), 7 alifatik alkol (1-Heksanol, 1-Okten-3-ol, Oktanol, 1-Dodekanol, 1-Oktadekanol, Heksadekanol, Eikosanol), 1 aromatik alkol (Fenil etil alkol), 9 ester (Karvakril asetat, Etil tetradekanoat, Etil heksadekanoat, Etil oktadekanoat, Etil linolenat, Etil eikosanoat, Metil heksadekanoat, Metil linoleat, Metil linolenat), 4 yağ asidi (Nonanoik asit, Dodekanoik asit, Tetradekanoik asit, Heksadekanoik asit), 3 furan türevi (2-Pentil furan, 3,4-Dimetil-5-pentiliden-2(5H)-furanone, 3,4-Dimetil-5-pentil-5H-furan-2-on), 4 uzun zincirli alkan (Dokosan, Trikosan, Pentakosan, Heptakosan), 3 diğer bileşik (Naftalin, Benzofenon, Fitol). Bulgular, türler arasında uçucu bileşik çeşitliliği ve dağılımı açısından belirgin kimyasal farklılıklar olduğunu göstermektedir.

P. purpureomarginatum'da (*E*)-anetol (%63.4) en yüksek oranda bulunmuş, bunu karvakrol (%10.6) ve 1-oktadekanol (%8.2) takip etmiştir. *P. dubium* subsp. *dubium*'da karvakrol (%18.1), heksahidrofarnesil aseton (%12.8) ve tetradekanoik asit (%8.8) öne çıkmıştır. *P. dubium* subsp. *laevigatum*'da ise nonanal (%10.0), 1-oktadekanol (%7.5) ve (*E*)-anetol (%5.2) majör bileşikler olarak belirlenmiştir.

P. arachnoideum'da majör bileşik (*E*)-anetol (%55.2) olup, heksahidrofarnesil aseton (%4.8) ve heksanal (%4.6) eşlik etmiştir. *P. arenarium*'da karvakrol (%39.1), (*E*)-anetol (%21.6) ve heksahidrofarnesil aseton (%5.1) dikkati çekmiştir. *P. guerlekense*'de ise 1-oktadekanol (%39.1) başlıca bileşik olmuş, nonanal (%14.9) ve (*E*)-anetol (%6.4) ikinci sırada gelmiştir.

P. rhopalotheca'de karvakrol (%95.1) çok baskın bulunmuş, β -bisabolen (%2.2) ve timol (%1.3) daha düşük oranlarda kaydedilmiştir. *P. stylatum*'da (*E*)-anetol (%58.7) ön planda olup, karvakrol (%18.2) ve β -kariofilen (%2.4) eşlik etmiştir. *P. clavatum*'da karvakrol (%66.2) majör bileşik iken, heksadekanoik asit (%10.9) ve metil linoleat (%5.1) belirlenmiştir.

P. syriacum'da karvakrol (%86.2) majör bileşik olarak saptanmış, timol (%2.9) ve β -bisabolen (%2.5) düşük oranlarda gözlenmiştir. *P. rhoeas*'ta heksadekanoik asit (%24.9) en yüksek oranda kaydedilmiş, karvakrol (%20.9) ve metil linoleat (%7.9) eşlik etmiştir. *P. postii*'de ise (*E*)-anetol (%82.1) majör bileşik olup, karvakrol (%13.0) ve metil kavikol (%1.8) ikincil bileşiklerdir.

Bu sonuçlar, seksiyona ait taksonların uçucu yağ kompozisyonlarının oldukça değişken olduğunu göstermektedir. Elde edilen veriler, türler arasında üç temel kemotipin belirginleştiğini ortaya koymuştur:

Birincisi, karvakrol-dominant kemotip (*P. arenarium*, *P. clavatum*, *P. dubium* subsp. *dubium*, *P. rhopalotheca*, *P. syriacum*, kısmen *P. rhoeas*),

İkincisi, (*E*)-anetol-dominant kemotip (*P. purpureomarginatum*, *P. arachnoideum*, *P. stylatum*, *P. postii*),

Üçüncüsü uzun zincirli alkol/aldehit/yağ asidi baskın karışık kemotip (*P. dubium* subsp. *laevigatum*, *P. guerlekense*, *P. rhoeas*).

Aromatik bileşiklerce zengin türlerde karvakrol ve (*E*)-anetol başlıca belirleyiciler olurken, bazı taksonlarda uzun zincirli alkoller (örn. 1-oktadekanol), alifatik aldehitler (örn. nonanal) ve yağ asidi türevleri (örn. heksadekanoik asit, metil linoleat) majör bileşikler arasında yer almış ve üçüncü, heterojen bir kimyasal profil ortaya koymuştur. Bu kimyasal çeşitlilik, seksiyonun kimyasal ekolojisi ve biyolojik aktivite potansiyeli açısından önemli veriler sağlamaktadır.

Tablo 4. 32. *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının uçucu yağ kompozisyonları

RRI	Bileşik	<i>P. purpureomarginatum</i> %	<i>P. dubium subsp. dubium</i> %	<i>P. dubium subsp. laevigatum</i> %	<i>P. arachnoideum</i> %	<i>P. arenarium</i> %	<i>P. guerlekenense</i> %	<i>P. rhopalotrichum</i> %	<i>P. stylatum</i> %	<i>P. clavatum</i> %	<i>P. syriacum</i> %	<i>P. rhoeas</i> %	<i>P. postii</i> %
1032	α -Pinen								1.7				
1093	Heksanal	tr		1.0	4.6	1.4	2.1		1.5				tr
1174	Mirsen								0.5				
1194	Heptanal				0.6				tr				
1203	Limonen	tr				3.7			1.4		tr		tr
1213	1,8-Sineol							0.5			tr		
1225	(Z)-3-Heksanal			1.0	2.7								
1244	2-Pentil furan	tr		3.6	2.1	1.3	1.6		tr				tr
1247	6-Metil-2-heptanon			1.4									
1255	γ -Terpinen					2.3			tr				tr
1266	(E)- β -Osimen								tr				
1280	<i>p</i> -Simen		0.4			1.5			0.4	tr	tr	tr	
1360	1-Heksanol	tr		0.3	0.7		tr		0.4				
1400	Nonanal	4.6		10.0	3.5	2.3	14.9		2.0				
1441	(E)-2-Oktanal			0.1									
1452	1-Okten-3-ol	tr		0.8	1.1	0.5			0.5				
1479	(E,Z)-2,4-Heptadienal			2.4	tr				0.7				
1503	Izomenton										0.3		
1507	(E,E)-2,4-Heptadienal	0.2			2.4	0.3			1.7				
1520	3,5-Oktadien-2-on			2.1	1.0		0.6						tr
1532	Kafur										tr		
1541	Benzaldehit			1.4	0.5		0.7						
1553	Linalol	0.3	1.7	0.8	0.4						tr		0.6
1562	Oktanol	0.1		0.9									
1573	(E,E)-3,5-Oktadien-2-on	tr		1.1					tr				
1597	(E,Z)-Nonadienal			0.2									
1611	Terpinen-4-ol												0.2
1612	β-Karyofilen								2.4		1.4		0.4
1638	Mentol										1.1		
1638	β -Siklositral			2.8	0.5								
1658	Benzen asetaldehit			4.0	1.3								

Tablo 4. 33. (Devam) *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının uçucu yağ kompozisyonları

1687	Metil kavikol	1.1											1.8
1687	α -Humulen										0.1		
1696	γ -Terpinil asetat										0.4		
1706	α -Terpineol			tr							0.5		
1719	Borneol										0.3		
1741	β-Bisabolen							2.2			2.5		
1765	Naftalin			0.9									
1772	(Z)-Anetol	0.4			tr	tr			tr				0.7
1797	p-Metil asetofenon			tr									
1827	(E,E)-2,4-Dekadienal			tr									
1838	(E)- β -Damaskenon			tr									
1845	(E)-Anetol	63.4		5.2	55.2	21.6	6.4		58.7		tr		82.1
1868	(E)-Geranil aseton			2.1	1.4	tr	0.7		0.9				tr
1882	a-dehyiro-ar-Himakalen										0.7		
1890	Karvakril asetat										0.2		
1924	g-dehidro-ar-Himakalen										0.7		
1937	Fenil etil alkol			0.7									
1958	(E)- β -Iyonon	tr		3.3	2.2	2.5	0.5		0.3				tr
1973	1-Dodekanol		1.0									0.5	
2008	Karyofilen oksit										0.2		
2009	trans- β -Iyonon-5,6-epoksit	0.1	tr	1.5	0.7	1.3	tr						
2056	Etil tetradekanoat			0.1									
2131	Heksahidro-farnesil aseton	2.6	12.8	4.8	4.8	5.1	6.4		0.3	1.3	tr	3.1	tr
2143	Rosifoliol			0.1									
2144	Spatulenol										tr		
2186	Öjenol							0.9			2.0		tr
2179	3,4-Dimetil-5-pentiliden-2(5H)-furanon	tr		1.4	2.2	1.6	0.9		tr			0.5	tr
2192	Nonanoik asit			0.2								0.9	
2198	Timol	tr		0.1		0.6		1.3	tr	1.0	2.9		tr
2200	Dokosan		0.9										
2200	3,4-Dimetil-5-pentil-5H-furan-2-on	0.4		1.5	2.0	1.3	tr		tr			1.2	tr
2218	4-Vinil guaiakol			2.1			tr						
2226	Metil heksadekanoat									3.8		7.3	
2239	Karvakrol	10.6	18.1	2.6	2.8	39.1	5.4	95.1	18.2	66.2	86.2	20.9	13.0

Tablo 4. 34. (Devam)*Rhoeadium seksiyonu taksonlarının uçucu yağ kompozisyonları*

2260	Etil heksadekanoat	0.7	4.5	1.7			3.7			0.6		0.3	
2300	Trikosan		1.9				1.4			3.0		2.3	
2357	Oktadekanal						1.0						
2380	Dihidroaktinitiolit	tr	1.4	1.7	tr	2.4	0.6		tr			tr	tr
2384	Farnesil aseton		2.0	0.8									
2384	Heksadekanol	1.4	0.9	1.1			2.9					tr	
2467	Etil oktadekanoat						1.0						
2500	Pentakosan						1.1					1.4	
2503	Dodekanoik asit		6.0									1.6	
2509	Metil linoleat									5.1		7.9	
2512	Benzofenon											0.6	
2583	Metil linolenat									3.0		7.7	
2607	1-Oktadekanol	8.2		7.5			39.1						
2613	Etil linolenat			0.1									
2622	Fitol		6.3	2.4	3.3	1.3			tr			6.5	
2665	Etil eikosanoat			0.1			2.9						
2670	Tetradekanoik asit		8.8									2.9	
2700	Heptakosan											2.0	
2795	Eikosanol			0.1									
2931	Heksadekanoik asit		3.9	2.1						10.9		24.9	
	Total	94.1	70.6	78.1	96	90.1	93.9	100	91.6	94.9	99.5	92.5	98.8

RRI: *n*-alkanlara göre hesaplanan bağıl alıkonma indeksleri; %: TIC verilerinden hesaplanan yüzde değerler; tr: eser miktar (<0,1 %).

4.7.2. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi–Kütle Spektrometrisi (YPSK–KS/KS) analiz sonuçları

Papaver cinsi *Rhoeadium* seksiyonu türlerinin etanol ekstralarında bulunan fitokimyasal bileşenleri belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi–Kütle Spektrometrisi (YPSK–KS/KS) analizleri sonucunda her türün karakteristik alkaloid, flavonoid ve fenolik bileşikler tanımlanmıştır. Tür bazında elde edilen sonuçlar tablolar hâlinde sunulmuş, ardından her tabloya ait gözlemsel bulgular açıklanmıştır.

Papaver purpureomarginatum’ a ait YPSK–KS/KS sonuçları

Tablo 4. 35. *P. purpureomarginatum* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
8.76	-	328	297, 282, 265, 222, 207	Boldin	[66]
8.86	-	342	282, 235, 222, 191, 165	Metilboldin (Laurotetanin)	[66]
9.46	-	400	351, 339, 309, 281, 210, 206, 192, 165	Narkotolin (Desmetil noskapin)	[66]
10.38	-	342	15 CE 311, 279 50 CE 296, 281, 265, 153, 239, 191, 165	Magnoflorin	[202]
13.39	-	414	366, 353, 326, 296, 281, 264, 220, 205, 192, 121	Noskapin	[66]
19.02	625	-	343, 271, 300, 179	Kersetin di -O-heksozit	[203]
20.44	637	-	300, 271, 255, 179	Kersetin-O-heksozit-O-pentozit -O-asetat	[203]
21.02	609	-	301	Rutin*	
21.10	463	-	301	Kersetin -O-heksozit	[204]
21.44	477	-	301	Kersetin -O- glukronit	[204]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analiz sonucunda, *P. purpureomarginatum*’un toprak üstü ekstralarında toplam 10 bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin beşi alkaloid olup boldin, metilboldin (laurotetanin), narkotolin (desmetil-noskapin), noskapin ve majör alkaloid olarak belirlenen magnoflorinden oluşmaktadır. Diğer beş bileşik ise kersetin türevleri ile rutin olarak tanımlanmıştır. Genel olarak *P. purpureomarginatum*, benziltetrahidroizokinolin

tipi alkaloidler ve kersetin temelli flavonoid glikozitlerini birlikte içeren zengin bir kimyasal profil sergilemiştir.

***Papaver dubium* subsp. *dubium*’a ait YPSK–KS/KS sonuçları**

Tablo 4. 36. *P. dubium* subsp. *dubium* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
13.28	-	324	15 CE 309, 280 50 CE 308, 281, 280, 266, 236, 194	Berberubin	[66]
13.92	-	340	322, 176, 149	Talifendin	[66]
14.53	593	-	503, 383, 353, 335, 325, 297	Visenin-2*	
16.33	-	336	320, 307, 278, 263, 234, 205	Berberin	[66]
17.99	-	177	149, 145, 117	Kumarin türevi	
19.95	595	-	300	Kersetin -O-heksozit-O-pentozit	[203]
20.62	447	-	285, 256, 199, 175, 151	Luteolin -O-heksozit	[205]
21.44	477	-	301, 273, 255, 245, 229, 193, 179, 163, 151, 121, 107	Kersetin -O-glukronit	[206]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. dubium* subsp. *dubium*’un toprak üstü ekstrelerinde toplam sekiz bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin üçü alkaloid olup berberin, berberubin ve majör bileşik olarak belirlenen talifendinden oluşmaktadır. Kalan beş bileşik ise visenin-2, bir kumarin türevi, kersetin- O -heksozit- O -pentozit, luteolin- O -heksozit ve kersetin- O -glukuronit flavonoid/fenolik türevleri şeklindedir. Genel olarak *P. dubium* subsp. *dubium*, protoberberin tipi izokinolin alkaloidleri ile kersetin ve luteolin temelli flavonoid glikozitlerini bir arada içeren karma ve zengin bir kimyasal profile sahiptir.

***Papaver dubium* subsp. *laevigatum*’a ait YPSK–KS/KS Sonuçları**

Tablo 4. 37. *P. dubium* subsp. *laevigatum* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
14.53	593	-	503, 383, 353, 335, 325, 297	Visenin-2 *	
15.01	-	294	249, 219, 191, 178, 165	O-desmetil roemerin	[66]
16.08	-	280	249, 219, 203, 190, 179, 167, 153, 128	Roemerin (apomorfine türevi)	[66]
17.03	625	-	300	Kersetin di-O-heksozit	[203]
17.48	-	712	626, 551, 465, 303,	Kersetin di-O-heksozit-O-malonil	[203]

Tablo 4. 38. (Devam) *P. dubium* subsp. *laevigatum* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

19.52	609	-	447, 285, 241, 213, 199, 187, 145	Siyanidin -di- O - heksozit	[118]
19.95	651	-	489, 447, 285, 241, 213	Siyanidin-di- O - heksozit- O -asetat	[203]
20.65	447	-	284, 256, 213, 199,175,151, 133	Luteolin-O-heksozit	[205]
21.01	609	-	301	Rutin*	
26.30	447	-	285, 257, 241, 213	Kamferol-O-heksozit	[204]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. dubium* subsp. *laevigatum* ekstrelerinde toplam on bileşik belirlenmiştir. Bileşiklerin ikisi alkaloit olup *O* -desmetil roemerin ve roemerin olarak tanımlanmıştır. Kalan sekiz bileşik ise visenin-2, kersetin di-o-heksozit, kersetin di-*O*-heksozit-*O*-malonil, siyanidin di-*O*-heksozit, siyanidin di-*O*-heksozit-*O*-asetat, luteolin-*O*-heksozit, rutin ve kamferol-*O*-heksozit şeklinde flavonoit ve antosiyanin türevleridir. Genel olarak *P. dubium* subsp. *laevigatum*, apomorfın türevi alkaloitleri ile başta majör siyanidin di-*O* -heksozit olmak üzere kersetin, luteolin, kamferol ve siyanidin türevli flavonoitleri bir arada içeren zengin bir kimyasal profil sergilemiştir.

***Papaver arachnoideum*'a ait YPSK–KS/KS Sonuçları**

Tablo 4. 39. *P. arachnoideum* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
8.88	-	342	282, 235, 222, 191, 165	Metilboldin (Laurotetanin)	[66]
13.91	-	384	352, 334, 320, 303, 292, 279, 235, 190, 149, 135	Roadin	[66]
19.65	595	-	343, 300, 271,255,179,151	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> -pentozit	[204]
21.02	609	-	301	Rutin*	
21.10	463	-	301, 271,255,179,151	Kersetin- <i>O</i> -heksozit	[204]
21.47	477	-	301, 271,255,179,151	Kersetin- <i>O</i> -glukronit	[204]
22.50	609	-	314, 300, 271	İsoramnetin- <i>O</i> -heksozit - <i>O</i> -pentozit	[207]
23.71	477	-	314, 300, 285, 271, 257, 243, 151	İsoramnetin- <i>O</i> -heksozit	[207]
24.48	491	-	315,300,285, 271, 255, 151	İsoramnetin- <i>O</i> -glukronit	[207]
24.65	-	579	416, 317, 287, 204, 171, 147, 119	Kamferol ramnozid	di- <i>O</i> [208]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. arachnoideum* ekstrelerinde toplam on bileşik belirlenmiştir. Bileşiklerin ikisi alkaloid olup metilboldin (laurotetanin) ve roadin olarak tanımlanmıştır. Kalan sekiz bileşik ise flavonoid türevi bileşiklerdir. Bu bileşikler sırasıyla kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit, rutin, kersetin-*O*-heksozit, kersetin-*O*-glukuronit, isoramnetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit, isoramnetin-*O*-heksozit, isoramnetin-*O*-glukuronit ve kamferol-di- *O*-ramnozit olarak tanımlanmıştır. Genel olarak *P. arachnoideum*, benziltetrahidroizokinolin tipi alkaloidler ile başta majör kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit olmak üzere kersetin, isoramnetin ve kamferol türevli flavonoidleri bir arada içeren zengin bir kimyasal profil sergilemiştir.

***Papaver arenarium*'a ait YPSK–KS/KS Sonuçları**

Tablo 4. 40. *P. arenarium* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
8.68	-	328	297, 282, 265, 222, 207	Boldin	[66]
8.78	-	342	282, 235, 222, 191, 165	Metilboldin	[66]
16.33	-	336	320, 307, 278, 263, 234, 205	Berberin	[66]
19.43	625	-	300, 271, 255, 179	Kersetin di- <i>O</i> -heksozit	[206]
21.10	463	-	301	Kersetin- <i>O</i> - heksozit	[204]
21.47	477	-	301	Kersetin- <i>O</i> -glukronit	[204]
23.71	477	-	314, 300, 285, 271, 257, 243, 151	İsoramnetin- <i>O</i> -heksozit	[207]
24.48	491	-	315, 300, 285, 271, 255, 151	İsoramnetin- <i>O</i> - glukronit	[207]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. arenarium* ekstresinde toplam sekiz bileşik belirlenmiştir. Bunların üçü alkaloid olup boldin, metilboldin ve berberin olarak tanımlanmıştır. Kalan beş bileşik ise flavonoid türevi olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler sırasıyla majör bileşik olan kersetin-*O*-heksozit ile kersetin di-*O*-heksozit, kersetin-*O*-glukuronit, isoramnetin-*O*-heksozit ve isoramnetin-*O*-glukuronit olarak tanımlanmıştır. Genel olarak *P. arenarium*, boldin ve berberin türevi alkaloidleri ile birlikte kersetin ve isoramnetin temelli flavonoid glikozitleri içeren zengin bir kimyasal profil göstermiştir.

***Papaver guerlekense*'ye ait YPSK–KS/KS Sonuçları**

Tablo 4. 41. *P. guerlekense* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
8.57	-	328	15 CE 297, 265 30 CE 282, 265, 219, 207, 191 50 CE 265, 239, 222, 191, 179, 165, 141	Boldin	[66]
13.42	-	414	366, 354, 326, 296, 281, 264, 220, 205, 192, 121	Noskabin	[66]
13.91	-	384	352, 334, 320, 303, 292, 279, 235, 190, 149, 135	Roadin	[66]
14.49	593	-	503, 383, 353, 335, 325, 297	Visenin-2 *	
19.02	625	-	300, 255, 179, 151	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> -pentozit	[203]
19.68	595	-	343, 300, 271, 255, 179, 151	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> -pentozit izomer 1	[203]
21.02	609	-	301	Rutin*	
21.10	463	-	301	Kersetin- <i>O</i> -heksozit	[204]
21.44	477	-	301	Kersetin- <i>O</i> -glukronit	[204]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. guerlekense* ekstresinde toplam dokuz bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerin üçü boldin, noskabin ve roadin alkaloitleridir. Kalan altı bileşik ise altı flavonoit türevi olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler sırasıyla visenin-2, kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit, Kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit (izomer 1), rutin, kersetin-*O*-heksozit ve kersetin-*O*-glukronit olarak tanımlanmıştır. Bu bileşikler arasında rutin majör bileşik olarak tanımlanmıştır. Genel olarak *P. guerlekense*, noskabin ve roadin gibi fenantren türevi alkaloitler ile visenin-2 ve kersetin temelli flavonoit glikozitleri içeren zengin bir kimyasal profil sergilemiştir.

***Papaver rhopalotheca*'ye ait YPSK–KS/KS Sonuçları**

Tablo 4. 42. *P. rhopalotheca* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
8.89	-	342	297, 282, 251, 239, 222, 205, 191, 179, 166	Magnoflorin	[202]
9.55	-	400	383, 351, 339, 309, 281, 210, 206, 192, 165	Narkotolin	[66]
13.63	-	414	366, 354, 326, 296, 281, 264, 220, 205, 192, 121	Noskabin	[66]

Tablo 4. 43. (Devam) *P. rhopalotheca* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

19.68	595	-	343, 300, 271, 255, 179, 151	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> - pentozit	[204]
21.01	609	-	300, 255, 179	Rutin*	
21.11	463	-	300	Kersetin- <i>O</i> - heksozit	[204]
21.46	477	-	301, 272, 255, 211, 179, 163, 151, 121	Kersetin- <i>O</i> -glukronit	[204]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. rhopalotheca* ekstrelerinde toplam yedi bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerin üçü magnoflorin, narkotolin ve noskapin alkaloidleridir. Kalan dört bileşik ise flavonoid türevi olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler sırasıyla kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit, rutin, kersetin-*O*-heksozit ve majör bileşik olan kersetin-*O*-glukronit olarak tanımlanmıştır. Genel olarak *P. rhopalotheca*, magnoflorin, narkotolin ve noskapin gibi izokinolin yapısındaki alkaloidleri ile kersetin temelli flavonoid glikozitleri birlikte içeren dengeli bir kimyasal profil sergilemiştir.

Papaver stylatum'a ait YPSK–KS/KS Sonuçları

Tablo 4. 44. *P. stylatum* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
10.44	-	342	311, 296, 281, 265, 153, 239, 191, 179, 165	Magnoflorin	[202]
11.99	353	-	191, 135	Klorojenik asit*	
14.51	593	-	503, 383, 353, 335, 325, 297	Visenin-2 *	
18.57	595	-	343, 300, 271, 255, 179, 151	Kersetin - <i>O</i> -heksozit - <i>O</i> -pentozit izomer 1	[203]
19.68	595	-	343, 300, 271, 255, 179, 151	Kersetin - <i>O</i> -heksozit - <i>O</i> -pentozit izomer 2	[203]
20.67	447	-	284, 256, 199, 133	Luteolin- <i>O</i> - heksozit	[205]
21.02	609	-	300	Rutin*	
21.10	463	-	300, 271, 255, 243, 211, 179, 151, 121	Kersetin - <i>O</i> -glukozit	[204]
22.71	609	-	314, 300, 271	İsoramnetin- <i>O</i> -heksozit - <i>O</i> -pentozit	[207]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. stylatum* ekstrelerinde toplam sekiz bileşik belirlenmiştir. Bu bileşiklerin bir tanesi magnoflorin alkaloidi olan tanımlanmıştır. Kalan yedi bileşik

flavonoit ve fenolik türevleridir. Bu bileşikler sırasıyla klorojenik asit, visenin-2, kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit (izomer 1 ve 2), luteolin-*O*-heksozit, rutin ve kersetin-*O*-glukozit olarak tanımlanmıştır. Genel olarak *P. stylatum*, magnoflorin alkaloidi ile birlikte kersetin, luteolin ve klorojenik asit türevi flavonoit ve fenolik bileşikler içeren zengin bir kimyasal profil göstermiştir.

***Papaver clavatum* 'a ait YPSK–KS/KS Sonuçları**

Tablo 4. 45. *P. clavatum* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
8.57	-	328	297, 282, 265, 222, 207	Boldin	[66]
8.71	-	342	297, 282, 235, 222, 191, 165	Metilboldin (Laurotetanin)	[66]
14.49	593	-	503, 383, 353, 335, 325, 297	Visenin-2 *	
18.41	595	-	343, 300, 271,255,179,151	Kersetin - <i>O</i> -heksozit - <i>O</i> -pentozit izomer 1	[204]
19.02	625	-	300, 271, 255, 179	Kersetin di - <i>O</i> -heksozit	[204]
19.62	595	-	343, 300, 271,255,179,151	Kersetin - <i>O</i> -heksozit - <i>O</i> -pentozit izomer 2	[204]
20.44	637	-	300, 271, 255, 179	Kersetin - <i>O</i> -heksozit - <i>O</i> -pentozit - <i>O</i> -asetat	[203]
21.03	609	-	300, 255, 179	Rutin*	
21.25	463	-	300, 271, 255, 243, 211, 179, 151, 121	Kersetin - <i>O</i> -heksozit	[204]
24.66	-	579	519, 433, 416, 373, 287, 204, 171, 147	Kamferol di- <i>O</i> -ramnozid	[208]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. clavatum* ekstresinde toplam on bileşik belirlenmiştir. Bunlardan iki tanesi boldin ve metilboldin (laurotetanin) alkaloidleridir. Kalan sekiz bileşik ise flavonoit türevi olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler sırasıyla visenin-2, majör bileşik olan kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit (izomer 1), kersetin di-*O*-heksozit, kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit (izomer 2), kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit-*O*-asetat, rutin, kersetin-*O*-heksozit ve kamferol-di-*O*-ramnozid olarak tanımlanmıştır.

Genel olarak *P. clavatum*, boldin ve metilboldin alkaloidleri ile kersetin ve kamferol türevi flavonoit glikozitleri içeren zengin bir kimyasal profil sergilemiştir.

***Papaver syriacum* 'a ait YPSK–KS/KS Sonuçları**

Tablo 4. 46. *P. syriacum* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
13.90	-	340	343, 296, 188, 149, 176	Desmetil kelerithrin	[66]
16.25	-	336	15 CE 321, 292, 278 50 CE 320, 307, 278, 263,234, 205	Berberin	[66]
19.02	625	-	300	Kersetin di- <i>O</i> -heksozit	[204]
19.68	595	-	343, 300.271,255,179,151	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> -pentozit	[204]
20.44	637	-	300, 271, 255, 179	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> -pentozit- <i>O</i> -asetat	[203]
21.11	609	-	300	Rutin*	
21.25	463	-	300, 271, 255, 243, 211, 179, 151, 121	Kersetin - <i>O</i> -glukozit	[204]
24.69	-	579	519, 433, 416, 373, 287, 204, 171, 147	Kamferol di - <i>O</i> -ramnozit	[208]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. syriacum* ekstresinde toplam sekiz bileşik belirlenmiştir. Bunlardan iki tanesi desmetil kelerithrin ve berberin alkaloidleridir. Kalan altı bileşik ise flavonoid türevi olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler sırasıyla kersetin di-*O*-heksozit, kersetin-*O*-heksozit-*O*--pentozit, kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit-*O*-asetat, majör bileşik olan rutin, kersetin-*O*-glukozit ve kamferol-di-*O*-ramnozit olarak tanımlanmıştır. Genel olarak *P. syriacum*, desmetil kelerithrin ve berberin gibi protoberberin yapısındaki alkaloidlerle birlikte kersetin ve kamferol türevi flavonoid glikozitleri içeren dengeli bir kimyasal profil sergilemiştir.

***Papaver rhoeas*'a ait YPSK–KS/KS Sonuçları**

Tablo 4. 47. *P. rhoeas* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
11.90	-	338	277, 248, 219, 190, 161, 149, 132	Dihidroberberin	[66]
12.41	-	354	265, 247, 235, 188, 179, 149, 135	Protopin	[66]
13.31	-	414	366, 354, 326, 296, 281, 264, 220, 205, 192, 121	Noskapin	[66]
13.38	-	324	176, 149, 119	Stylopin	[66]
13.84	-	384	352, 334, 320, 303, 292, 279, 235, 190, 149, 135	Roadin	[66]
19.65	595	-	343, 300.271,255,179,151	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> -pentozit	[204]
21.01	609	-	300, 255, 179	Rutin*	

Tablo 4. 48. (Devam) *P. rhoeas* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

21.11	463	-	300	Kersetin- <i>O</i> -heksozit	[204]
24.69	577	579	15 CE 433 519, 416, 391, 317, 270, 204, 171, 147, 119	Kamferol- <i>O</i> - diramnozit	[208]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. rhoeas* ekstresinde toplam dokuz bileşik belirlenmiştir. Bunlardan beşi dihidroberberin, protopin, noskapin, stylopin ve majör bileşik olan roadin alkaloidleridir. Kalan dört bileşik ise flavonoit türevi olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler sırasıyla kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit, rutin, kersetin-*O*-heksozit ve kamferol-di-*O*-ramnozit olarak tanımlanmıştır. Genel olarak *P. rhoeas*, dihidroberberin, protopin ve noskapin gibi izokinolin türevi alkaloidlerle birlikte kersetin ve kamferol temelli flavonoit glikozitleri içeren zengin bir kimyasal profil sergilemiştir.

***Papaver postii*'ye ait YPSK–KS/KS Sonuçları**

Tablo 4. 49. *P. postii* türünde YPSK–KS/KS ile tanımlanan bileşikler

RT (dk)	[M-H] ⁻	[M+H] ⁺	Fragman (m/z)	Bileşik Adı	Ref.
13.09	-	330	270, 256, 216, 201, 188, 146	Salutaridinol	[66]
18.41	595	-	343, 300, 271, 255, 179, 151	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> - pentozit isomer 1	[204]
19.02	625	-	343, 271, 300, 179	Kersetin di - <i>O</i> -heksozit	[204]
19.68	595	-	343, 300, 271, 255, 179, 151	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> - pentozit isomer 2	[204]
20.44	637	-	300, 271, 255, 179	Kersetin- <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> - pentozit - <i>O</i> -asetat	[203]
21.06	463	-	300, 271, 255, 243, 211, 179, 151, 121	Kersetin - <i>O</i> -glukozit	[204]
21.43	477	-	301	Kersetin- <i>O</i> - glukronit	[204]
22.50	609	-	314, 300, 271	İsoramnetin - <i>O</i> -heksozit- <i>O</i> - pentozit	[207]
23.68	447	-	284, 255, 227	Kamferol - <i>O</i> -heksozit	[204]
23.71	477	-	314, 300, 285, 271, 257, 243, 151	İsoramnetin- <i>O</i> - heksozit	[207]
24.45	491	-	315, 300, 285, 271, 255, 151	İsoramnetin - <i>O</i> -glukronit	[207]

*Standart ile karşılaştırılmıştır.

Analizde *P. postii* ekstresinde toplam on bir bileşik belirlenmiştir. Bu bileşikler arasında majör bileşik olan salutaridinol alkaloidi tespit edilmiştir. Kalan bileşik ise on flavonoit türevi olarak belirlenmiştir. Bu bileşikler sırasıyla kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit (izomer 1), kersetin di-*O*-heksozit, kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit (izomer 2), kersetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit-*O*-asetat, kersetin-*O*-glukozit, kersetin-*O*-lukuronit, isoramnetin-*O*-heksozit-*O*-pentozit, kamferol-*O*-heksozit, isoramnetin-*O*-heksozit ve isoramnetin-*O*-glukuronit olarak tanımlanmıştır. Genel olarak *P. postii*, salutaridinol alkaloidi ile birlikte kersetin, isoramnetin ve kamferol türevi flavonoit glikozitleri içeren oldukça zengin bir kimyasal profil sergilemiştir.

Genel olarak, *Rhoeadium* seksiyonu türlerinde YPSK–KS/KS analizleri sonucu hem izoquinolin alkaloidleri hem de flavonol–fenolik glikozitleri içeren zengin bir kimyasal çeşitlilik ortaya konmuştur. Türler arasında en yaygın alkaloidler boldin, metilboldin, noskabin, magnoflorin ve roadin iken; fenolik bileşiklerde kersetin, isoramnetin, luteolin, kamferol ve rutin türevleri baskın bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar, seksiyonun yüksek sekonder metabolit çeşitliliğini ve alkaloid–flavonoit profillerinin taksonomik değerlendirmelerde belirleyici potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Taksonomik Değerlendirmeler

Papaver cinsi seksiyonlarını ayırmak ve sınırlarını belirlemede bazı sıkıntılar bulunmaktadır. Özellikle *Rhoeadium* seksiyonu ile *Papaver* seksiyonu arasındaki yakın ilişki, bu iki grup arasında kesin ayrımlar yapılmasını güçleştirmiştir. Cullen 1965, tarafımızdan çalışılan taksonları *Papaver* seksiyonu içerisinde sınıflandırmıştır (*P. purpureomarginatum*, *P. dubium* subsp. *dubium*, *P. dubium* subsp. *laevigatum*, *P. arachnoideum*, *P. arenarium*, *P. commutatum* subsp. *euxinum*, *P. guerlekense*, *P. rhopalotheca*, *P. stylatum*, *P. clavatum*, *P. syriacum*, *P. rhoeas* ve *P. postii*) [29]. Ancak Kadereit 1988, seksiyonlar arasındaki bazı karakterleri göz önünde bulundurarak *Papaver* seksiyonu içerisindeki taksonların *Rhoeadium* seksiyonu içerisinde değerlendirilmesi gerektiğini savunmuştur.

Flora of Turkey and The East Aegean Islands'te *P. rhoeas*'ın herhangi bir varyetesi tanınmamıştır. Bununla birlikte Kadereit 1988, bazı *P. rhoeas* bireylerinin pedunküllerinde patent (yayık) tüyler, bazılarının ise appressed (yapışık) tüyler taşıdığını belirtmiştir. Pedunküllerinde patent tüy bulunan bitkiler *P. rhoeas* var. *rhoeas*, appressed tüy bulunanlar ise *P. rhoeas* var. *strigosum* olarak adlandırılmıştır. Ancak Nasir ve Ali 1980'nin çalışmasına göre, appressed tüyler oldukça değişken bir karakterdir ve bu nedenle *P. rhoeas* varyetelerini ayırt etmek için yeterli değildir [209]. Bu nedenle *P. rhoeas* var. *strigosum*, ayrı bir taksonomik kategori olarak geçerliliğini kaybetmiş ve *P. rhoeas* altında birleştirilmiştir. Farklı lokalitelerden çok sayıda örnek üzerinde yürüttüğümüz kapsamlı sistematik çalışmalar da Nasir ve Ali 1980'nin bulgularını desteklemektedir.

Flora of Turkey and the East Aegean Islands'te Cullen 1965 tarafından *P. lacerum* tanımlanmıştır [29]. Kadereit 1988'in yaptığı revizyonda ise *P. lacerum*, *P. dubium* subsp. *laevigatum*'un sinonimi olarak verilmiştir. Çalışmamızda Kadereit 1988'in sınıflandırmasını benimsemiş bulunuyoruz; zira *P. lacerum*'un kapsül morfolojisi, özellikle stigmatik diskin çapının kapsül gövdesiyle neredeyse eşit olması, *P. dubium* subsp. *laevigatum* ile benzerlik göstermektedir.

Kadereit 1986, çok yıllık *P. postii*'yi, kapsül şekli ve yaprak morfolojisindeki benzerliklere dayanarak tek yıllık *P. rhoeas*'ın sinonimi olarak değerlendirmiştir [210]. Ancak alan çalışmalarımızdaki gözlemlerimize de ek olarak, anatomik ve tohum mikromorfolojik çalışmalarımız, *P. postii*'nin sinonim değil, ayrı ve geçerli bir takson olarak kabul edilip canlandırılması gerektiği kanaati ortaya çıkmıştır. *P. rhoeas*'ın kapsülü karakteristik olarak uzunluğunun yaklaşık iki katı genişlikte iken, *P. postii*'nin kapsülü turbinat yapıdadır. Ayrıca *P. rhoeas* tek yıllık bir takson iken, *P. postii* çok yıllık olup kısa gövdelere sahip, sık kümelenmiş ve yaprakları daha az parçalanmış bir taksondur. Tohum testa antiklinal duvar yapılarında da farklılıklar gözlenmiştir: *P. rhoeas* düzensiz ve rugoz yapılara sahipken, *P. postii* genişçe sinuata ve daha düzenli duvarlara sahiptir. Bu farklılıklar Kadereit'in yorumuyla örtüşmemekte, dolayısıyla *P. postii*'nin ayrı bir takson olarak tanınmasını desteklemektedir.

Flora of Turkey and the East Aegean Islands'te Cullen 1965 *P. syriacum* geçerli bir takson olarak kabul edilmiştir [29]. Ancak kapsül morfolojisi ve coğrafi kökenine dayanarak Kadereit 1986, *P. syriacum* ile *P. umbonatum* Boiss.'u aynı takson olarak değerlendirmiştir [210]. Daha önce yayımlanmış olduğu için de *P. umbonatum*, *P. syriacum*'un öncelikli adı olarak kullanılmış ve *P. syriacum* sinonime düşürülmüştür. Bununla birlikte *P. umbonatum*'un orijinal tanımı (Boissier, 1849) [211], çiçek rengi, kapsül morfolojisi ve stigmatik disk yapısı gibi ayırt edici karakterlerden yoksundur ve yalnızca herbaryum örneklerine dayandırılmış görünmektedir. Ayrıca *P. umbonatum*'un tip örneğinin aşırı otlatma olan bir alandan toplandığı bilinmektedir. Kadereit tarafından *P. umbonatum* için çizilen kapsül formu, bizim çalışmamızda gözlenen *P. syriacum* kapsülleriyle örtüşmemektedir. En önemlisi, *P. umbonatum*'un Türkiye'de doğrulanmış bir lokalitesi bulunmamaktadır. Bu tutarsızlıklar nedeniyle bulgularımız Kadereit'in yaptığı eşleştirmeyi desteklememekte, bu nedenle *P. syriacum*'un ayrı bir takson olarak yeniden kabul edilmesi gerektiği kanaati oluşmuştur.

Papaver rhopalothece ve *P. guerlekense* aynı dergi sayısında eşzamanlı olarak yayımlanmıştır [212]. Kadereit'in çalışmasına göre *P. guerlekense*, obovat ile obfiyiriform kapsülleri ve tabanda karakteristik olarak klavat şekle daralan yapısıyla diğer taksonlardan ayrılmaktadır [30]. Yaprak ve kapsül yapısı açısından *P. rhopalothece* ile *P. guerlekense* arasındaki morfolojik benzerlikler nedeniyle, *P. rhopalothece*, Kadereit 1988 tarafından *P. guerlekense*'in sinonimi olarak değerlendirilmiştir. Ancak bulgularımıza

göre, *P. rhopalotheca*'in kapsülleri yaklaşık eninin üç katı uzunluğunda olup uzunca klavat bir form sergilemektedir. Morfolojiye ek olarak, anatomi ve tohum mikromorfolojisinde de farklılıklar gözlenmektedir. *P. rhopalotheca*'nin gövde enine kesitinde klorenkima dokusu yerine iyi gelişmiş bir korteks tabakası bulunmakta, tohum testasının antiklinal duvarları düzensiz ve rugoz görünümdeyken, *P. guerlekense*'de bu yapılar daha düzenli ve dalgalı bir görünüm sergilemektedir. Bu farklılıklar, *P. rhopalotheca*'nin ayrı bir takson olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Kadereit 1988'in revizyonunda *P. dubium* ve alttürleri, *Papaver*'in diğer seksiyonlarıyla bağlantılar gösteren, karmaşık ve taksonomik açıdan sorunlu bir grup olarak tanımlanmıştır. Bu alttürlerin bazıları ileride tür düzeyine yükseltilmeye aday olarak görülmekte olup, *P. dubium*'un açıkça daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyan bir takson olduğu vurgulanmaktadır. *P. dubium* subsp. *lecoqii* ve alt taksonları *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* cilt 11'de yer almakla birlikte [43], bu taksonlar için ayrıntılı morfolojik açıklamalar verilmemiştir. Kadereit 1988, bu alttür için petal rengi aralığını pembe ve açık mor tonlarını da kapsayacak şekilde genişletmiştir. Ancak tarafımızdan yapılan çalışmada, Kadereit 1988'in bu tanımlamayı dayandırdığı Royal Botanic Garden Edinburgh herbaryum örneğinin (barkod numarası E00062075) gerçekte *P. gracile* olduğu kanatine varılmıştır. Dahası, Kadereit 1988'in belirttiği petal renkleri, *P. dubium* subsp. *lecoqii*'nin orijinal tanımında (Lamotte, 1851) yer almamaktadır [213]. Alan çalışmalarımız ve herbaryum çalışmalarımıza dayanarak, *P. dubium* subsp. *lecoqii* ve ilgili taksonların Türkiye'de doğal yayılış göstermediğini düşünmekteyiz. Dolayısıyla, Kadereit'in de belirttiği üzere, *P. dubium* kompleksi taksonomik açıdan çözümlenmemiş ve morfolojik olarak karmaşık bir grup olup, bu kompleksin çok daha ayrıntılı çalışılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapılan literatür taramalarında *P. commutatum* subsp. *euxinum* taksonunun Türkiye Bitkileri (Damarlı Bitkiler) [6] kaynağında herhangi bir Türkçe adının bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle söz konusu takson için uygun bir Türkçe adlandırma yapılmasının gerekli olduğu kanaatine varılmıştır.

Taksonomik çalışmalar ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda Cullen tarafından *Papaver* seksiyonu içerisinde verilen taksonların *Rhoeadium* seksiyonu içerisinde değerlendirilmesi daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Türkiye Florası ciltlerinde bulunan *Papaver* seksiyonu içerisinde bulunan taksonlar alfabetik olarak şunlardır: *P. arachnoideum**, *P. arenarium*, *P. clavatum**, *P. commutatum* subsp. *commutatum*, *P. commutatum* subsp. *euxinum**, *P. dubium* subsp. *dubium*, *P. dubium* subsp. *laevigatum*, *P. dubium* subsp. *lecoqii* var. *albiflorum*, *P. dubium* subsp. *lecoqii* var. *lecoqii*, *P. guerlekense**, *P. lacerum*, *P. postii*, *P. purpureomarginatum*, *P. rhoeas*, *P. rhopalotheca*, *P. stylatum* ve *P. syriacum*'dur. Türkiye Florası ciltlerinde bulunan yukarıdaki *Papaver* seksiyonu taksonları Kadereit 1988 çalışmasında olduğu gibi *Rhoeadium* seksiyonuna aktarılmıştır. Türkiye Florası'nda verilen taksonlarla ilgili yapılan çalışmalar sonucunda şu tespitler yapılarak *P. lacerum* taksonunun *P. dubium* subsp. *laevigatum*'un sinonimi olduğu; *P. commutatum* subsp. *commutatum* taksonunun yapılan çalışmalar sonrasında Türkiye sınırları içerisinde rastlanmadığı ve bu yüzden listeden çıkarılması gerektiği; *P. dubium* subsp. *lecoqii* var. *lecoqii* ve *P. dubium* subsp. *lecoqii* var. *albiflorum* taksonları ile yapılan çalışmalar sonrasında Türkiye sınırları içerisinde bulunmadıkları ve bu taksonların listeden çıkarılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Tarafımızdan yapılan çalışma sonrasında *Papaver* seksiyonu içerisinde bulunan taksonlar Kadereit 1988 çalışmasına göre *Rhoeadium* seksiyonunda değerlendirilerek Türkiye *Rhoeadium* seksiyonu taksonları alfabetik olarak şu şekilde sıralanmıştır; *P. arachnoideum**, *P. arenarium*, *P. clavatum**, *P. commutatum* subsp. *euxinum**, *P. dubium* subsp. *dubium*, *P. dubium* subsp. *laevigatum*, *P. guerlekense**, *P. postii*, *P. purpureomarginatum*, *P. rhoeas*, *P. rhopalotheca*, *P. stylatum* ve *P. syriacum*'dur.

5.2. Anatomik Sonuçlar ve Değerlendirmeler

İncelenen *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının kök anatomilerinde bazı farklılıklar tespit edilmiştir. Kök enine kesitlerinde korteks parankiması, endodermis ve merkezi silindir tabakalarının kalınlıkları türler arasında değişkenlik göstermektedir. Özellikle *P. rhoeas*, *P. arenarium* ve *P. stylatum*'da korteks parankimasının daha belirgin olduğu gözlenirken, *P. postii* ve *P. syriacum*'da bu tabakanın daha az geliştiği belirlenmiştir. Endodermis tabakası bazı türlerde (*P. postii*, *P. syriacum*) 3–4 katmandan oluşurken, diğerlerinde 1–2 katmanla sınırlı kalmıştır. Ayrıca bazı taksonlarda floem

dokusu yakınında lateks hücrelerinin varlığı kaydedilmiştir. Bu anatomik farklılıklar, kök yapısının taksonlar arasında ayırt edici bir karakter olarak değerlendirilebileceğini düşündürmektedir.

Demir 2012 tarafından yapılan bir çalışma da *Papaver bracteatum*, *P. orientale*, *P. pseudo-orientale* ve *P. somniferum* türlerinin kök anatomisi incelenmiş ve en dışta yer yer parçalanmış bir periderm tabakası, periderm tabakasının altında oldukça geniş bir alanı kaplayan korteks tabakası yer aldığı bildirilmiştir [214]. Bu çalışma da bildirilen genel kök yapısı ile bizim kök anatomisi çalışmalarımız paralellik göstermektedir. Literatürde *Papaver* cinsine ait başka bir kök anatomisi çalışması bulunmamaktadır. Kök anatomisi çalışmalarımız tarafımızca ilk defa bu doktora tez çalışması ile literatüre kazandırılmıştır.

Papaver cinsi *Rhoeadium* seksiyonuna ait incelenen tüm taksonlarda gövdenin enine kesitte şekli daireseldir. En dış tabakada, kütikula ile kaplı, köşeli ya da neredeyse yuvarlak şekilli tek sıralı epidermis hücreleri bulunmaktadır. Epidermisin hemen altında 2–5 katmanlı klorenkima tabakası yer almaktadır. Klorenkima altında bulunan kollenkima ise genellikle 3–6 katmandan oluşmaktadır. Öz bölgesine doğru ilerledikçe, sklerenkima elemanlarından meydana gelen 3–5 katmanlı destek dokusu ve bunu izleyen 4–10 katmanlı floem dokusu gözlenmektedir. Ayrıca floem dokusu elemanlarının hemen yanında lateks hücreleri bulunmaktadır. Vasküler demetler kollateral tiptedir ve merkezi öz dokusu parankimatik hücrelerden oluşmaktadır. Gövde içerisindeki vasküler demetler genellikle dağınık halde olup iki sıra halinde dizilmektedir.

Bununla birlikte, *P. rhopalotheca*'de klorenkima gözlenmemiştir. Bunun yerine, *P. rhopalotheca*'de epidermisin hemen altında doğrudan 2–3 katmanlı korteks dokusu yer almaktadır. *P. postii*'de ise hem klorenkima hem de kollenkima yalnızca 1–2 katmandan oluşmuştur. Benzer şekilde, *P. postii*'de floem dokusu da 3–4 katmandan ibarettir. Gövde içerisindeki vasküler demetler, *P. dubium* subsp. *dubium*, *P. dubium* subsp. *laevigatum*, *P. rhopalotheca* ve *P. purpureomarginatum*'da tek sıra halinde dizilmiş olarak gözlenmiştir.

Metcalf ve Chalk 1950, *Papaver* türleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, gövde veya yaprak floem dokusu içerisinde bulunan lateks hücreleri ile vasküler demetlerin dağınık yerleşim göstermesinin cins için ayırt edici anatomik özellikler olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim bulgularımız da bu sonucu desteklemektedir; zira çalışmamızda hem

gövde hem de yaprak örneklerinde floem dokusu içerisinde lateks hücreleri ve dağınık dizilişli vasküler demetler gözlenmiş, bu durum Metcalfe ve Chalk 1950'in bulgularıyla uyumlu olmuştur [174].

Metcalfe ve Chalk 1950, *P. dubium*'un gövde enine kesitinde vasküler demetlerin tek sıra halinde dizildiğini belirtmiştir. Çalışmamızda da benzer bir görüntü gözlenmiş ve *P. dubium*'un gövde enine kesitinde vasküler demetlerin tek sıralı dizilişi tespit edilerek, önceki bulgular desteklenmiştir [174].

Petri ve Mihalik 1998, *P. somniferum*'un gövde enine kesitinde epidermisin dış tabakasını klorkenima dokusunun izlediğini, kollateral vasküler demetlerin bulunduğunu ve floem bölgesinde latisifer hücrelerinin yer aldığını bildirmiştir. Çalışmamızda incelenen taksonlarda da benzer anatomik özellikler gözlenmiş ve Petri ve Mihalik'in tanımlamalarıyla uyumlu bulgular elde edilmiştir [45].

Al-Mousawi ve vd. 2019, *P. rhoeas*'ın gövde enine kesitini incelemiş ve epidermis, korteks, vasküler demet elemanları gibi ayrıntılarla birlikte ölçümler sunmuştur. Çalışmamızda *P. rhoeas*'ın anatomik özellikleri ve ölçümleri, Al-Mousawi ve vd. 2019 tarafından rapor edilen bulgularla benzerlik göstermiştir [215].

Papaver taksonlarının gövde enine kesitleri incelendiğinde *P. rhopalotheca*'de klorkenima yerine iyi gelişmiş bir korteks tabakası bulunması *P. rhopalotheca*'yi diğer taksonlardan açıkça ayırt etmektedir (Şekil 4.21). Kadereit 1988'in revizyonunda *P. rhopalotheca*, *P. guerlekense*'in sinonimi olarak değerlendirilmiştir. Ancak morfolojik değerlendirmelerimiz *P. rhopalotheca*'nin ayrı bir tür olarak kabul edilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Bu çalışmada elde edilen anatomik bulgular da bu görüşü desteklemekte ve *P. rhopalotheca*'nin taksonomik ayrımı için ek kanıt sağlamaktadır.

Rhoeadium seksiyonu taksonlarının lamina enine kesitlerinde hem adaksiyal hem de abaksiyal yüzeyler tek sıralı epidermis ile örtülüdür ve adaksiyal yüzey kütikula ile kaplanmıştır. Üst yüzeydeki epidermis hücreleri, alt yüzeydekilere kıyasla biraz daha büyüktür. Mezofil dokusu bifasiyal yapıdadır ve adaksiyal–abaksiyal eksen boyunca düzenlenmiş iki farklı anatomik doku tipinden oluşmaktadır. Palizat parankiması 1 ila 3 katmandan meydana gelirken, sünger parankiması da 1 ila 3 katmandan oluşmaktadır. Ancak *P. postii*'de sünger parankiması belirgin şekilde az gelişmiştir (Şekil 4.26). Midrip anatomisinin incelenmesi sonucunda, *P. purpleomarginatum*, *P. arachnoideum*, *P.*

rhopalotheca, *P. syriacum* ve *P. clavatum*'da midrip enine kesitinin üçgen, diğer taksonlarda ise çoğunlukla dairesel olduğu tespit edilmiştir

On üç *Papaver* taksonunun yapraklarının bifasiyal tipte olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, Metcalfe ve Chalk 1950'in sonuçlarıyla uyumludur [174].

Rahmatpour ve vd. 2010, *Papaver* türlerinde midrip genel şeklinin taksonlar arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir [216]. Bu gözlem, çalışmamızda elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir. Anatomik analizlerimizde midrip şekli *P. purpureomarginatum*, *P. arachnoideum*, *P. rhopalotheca*, *P. syriacum*, *P. clavatum* ve *P. postii*'de üçgen; diğer taksonlarda ise dairesel olarak belirlenmiştir. Bu türler arası anatomik varyasyon, morfolojik gözlemlerimizi desteklemekte ve midrip yapısının *Papaver* cinsinde türlerin ayırımında tanısal bir değere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bercu 2012, *P. rhoeas*'ın yaprak anatomisinde mezofil dokusunun homojen olduğunu ve yalnızca sünger parankimasından oluştuğunu bildirmiştir [217]. Ancak çalışmamızda *P. rhoeas*'ın mezofil dokusu hem palizat hem de sünger parankimasından oluşmuştur. Christodoulakis ve vd. 2013, *P. rhoeas* yapraklarının mezofilinde tek sıralı palizat parankiması bulunduğunu rapor etmiştir. Buna karşılık çalışmamızda iki sıralı palizat parankiması tespit edilmiştir [218].

Genel olarak palizat parankiması iki tabakadan oluşmaktadır. Ancak *P. stylatum* ve *P. dubium* subsp. *laevigatum*'da üç tabakalı palizat dokusunun varlığı, bu taksonlarda daha gelişmiş bir fotosentetik bölgeye işaret etmektedir. Bu yapısal özellik, söz konusu türlerde daha yüksek fotosentetik kapasite ile ilişkili olabilir.

P. postii'de sünger parankiması zayıf gelişmiştir; bu durum sınırlı gaz değişimine bağlı olarak kurak koşullara uyumla ilişkili olabilir. Benzer şekilde, *P. macrostomum*'da da sünger parankimasının zayıf gelişmiş olduğu bildirilmiştir [215]. Bu bulgular doğrultusunda, bazı *Papaver* türlerinde sünger parankimasının azalması, kurak çevre koşullarına adaptasyonun bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

Genellikle fotosentetik kapasite ve çevresel adaptasyon ile ilişkilendirilen mezofil kalınlığı, bu çalışmada en yüksek değerini *P. clavatum*'da ($239.36 \pm 25.53 \mu\text{m}$) göstermiştir. Buna karşılık, *P. rhopalotheca* en düşük mezofil kalınlığına (88.67 ± 5.81

µm) sahip bulunmuştur. Bu fark, su kaybını azaltma ya da gölgeli ortamlara tolerans gibi ekolojik stratejilerle ilişkili olabilir.

Kaliks anatomilerine ilişkin mevcut literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, tarafımızca ilk kez gerçekleştirilen kaliks anatomisi incelemeleri, seksiyon *Rhoeadium*'un morfolojik ve anatomik açıdan daha kapsamlı değerlendirilmesine olanak sağlamış ve literatüre önemli ölçüde özgün katkılar sunmuştur.

Burada sunulan anatomik veriler, çalışmaların oldukça sınırlı ya da neredeyse yok denecek kadar az olduğu seksiyon *Rhoeadium*'un anlaşılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Ayrıca, sunulan anatomik incelemelerin büyük bir kısmı tarafımızca ilk kez gerçekleştirilmiş olup, bu yönüyle literatüre özgün nitelikte veriler kazandırılmıştır.

5.3. Palinolojik Sonuçlar ve Değerlendirmeler

Polen taneleri açıkça monad tipindedir. Polar eksen (P) uzunluğu *P. arenarium*'da 19.9 µm'den, *P. dubium* subsp. *dubium*'da 30.12 µm'ye kadar değişmektedir; ekvatoryal eksen (E) uzunluğu ise *P. purpureomarginatum*'da 20.54 µm'den, *P. dubium* subsp. *dubium*'da 27.33 µm'ye kadar değişim göstermektedir (Tablo 4.15). Polen şekilleri ağırlıklı olarak prolat-sferoidal ile oblat-sferoidal arasında farklılık göstermektedir (Tablo 4.15). P/E (polar/ekvatoryal) oranları türler arasında değişiklik göstermiştir. Örneğin, *P. postii* ve *P. rhopalotheca*'de 0.93–0.94 civarında bulunan oranlar oblat-sferoidal yapıya işaret ederken, *P. arachnoideum* ve *P. stylatum*'da 1.02–1.14 arasında gözlenen değerler prolat-sferoidal formu desteklemektedir. İncelenen tüm taksonlarda trikolpat apertür tipi tespit edilmiştir.

SEM ile incelenen ekzin yüzey ornamentasyonu mikroekinat–retikulat, mikroekinat–perforat ve mikroekinat tipleri arasında değişiklik göstermektedir. Ekzin kalınlığı *P. arenarium*'da 0.50 µm'den, *P. guerlekense*'de 1.07 µm'ye kadar değişmektedir; intin kalınlığı ise *P. dubium* subsp. *dubium*'da 0.28 µm'den, *P. rhopalotheca*'de 0.95 µm'ye kadar farklılık göstermektedir.

İncelenen türler arasında en yaygın yüzey ornamentasyonu mikroekinat–retikulat olarak belirlenmiştir. *P. purpureomarginatum*, *P. arachnoideum*, *P. syriacum* ve *P. rhoeas*'ta yüzey ornamentasyonu mikroekinat–retikulat olarak gözlenmiştir. *P. dubium* subsp. *laevigatum*, *P. commutatum* subsp. *euxinum* ve *P. guerlekense*'de ornamentasyon

mikroekinat–perforat şeklinde belirlenmiştir. *P. dubium* subsp. *dubium*, *P. stylatum* ve *P. clavatum*’da ornamentasyon mikroekinat–retikulat–perforat ile karakterize edilmiştir. *P. arenarium*, *P. rhopalotheca* ve *P. postii*’de ise yüzey ornamentasyonu mikroekinat olarak gözlenmiştir.

Bu çalışmaya dâhil edilen taksonların polen morfolojisi mevcut literatürlerle (Erdtman, 1954; Rachele, 1974; Almousawi ve Alwan, 2023) karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve türler arasında hem benzerlikler hem de farklılıklar ortaya konmuştur.

Almousawi ve Alwan 2023 tarafından yürütülen palinolojik çalışmada *P. acrochaetum* Boiss., *P. argemone* L., *P. bornmuelleri* Freyn & Sint., *P. cylindricum* Murb., *P. decaisnei* Hochst. & Steud., *P. dubium*, *P. fugax* Bertol., *P. glaucum* Boiss. & Hausskn., *P. hybridum* L., *P. macrostomum* Boiss. & A. Huet, *P. persicum* Boiss., *P. somniferum* ve *P. rhoeas* türleri de dâhil olmak üzere çeşitli *Papaver* türlerinin polen morfolojik özellikleri incelenmiştir. *Papaver* polen tanelerinin boyutlarının 17.5–41 µm arasında değiştiği ve şekillerinin oblat-sferoidal, suboblat, prolat-sferoidal ve sferik formları kapsadığı bildirilmiştir [47]. Polenlerin büyük çoğunluğunda trikolat apertür tipi gözlenmiş; apertür genişlikleri 5–10 µm, uzunlukları ise 12.6–26.25 µm arasında kaydedilmiştir. Polar/ekvatoryal (P/E) oranı ise 0.75–1.14 arasında bulunmuştur. Bu bulgular, mevcut çalışmada elde edilen sonuçlarla uyumludur. Bununla birlikte, çalışmamızda incelenen *P. dubium* subsp. *dubium* polenleri, rapor edilen boyut aralığının üst sınırında yer almıştır. Bu durum, Kadereit 1988’in de belirttiği gibi, bu taksonun cins içindeki diğer seksiyonlarla olan yakınlığı ile ilişkili olabilir. Bu nedenle, *P. dubium* subsp. *dubium*, gelecekte daha fazla taksonomik inceleme gerektiren kritik bir takson olarak görülmektedir.

Erdtman 1954 tarafından bildirilen 0.87–1.75 µm arasındaki ekzin kalınlığı değerleri, bu çalışmada elde edilen verilerle paralellik göstermektedir [219].

Rachele 1974 tarafından yürütülen çalışmada, *P. rhoeas*’ın P/E oranı 1.02 µm olarak rapor edilmiş ve polen şekli sferoidal olarak tanımlanmıştır [220]. Bu sayısal değer bulgularımızla uyumlu olmakla birlikte, mevcut çalışmada kullanılan sınıflandırma sistemine göre 1.02 µm’lik P/E oranı prolat-sferoidal şekle karşılık gelmektedir. Benzer durum *P. dubium* için de geçerlidir. Rachele 1974’in çalışmasında P/E oranı 1.03 µm olarak verilmiş ve polen şekli sferoidal olarak tanımlanmıştır. Ancak çalışmamızda kullanılan sınıflandırmaya göre bu değer prolat-sferoidal şekle karşılık gelmektedir.

İncelenen taksonlar arasında en küçük polenler *P. arenarium*'da belirlenmiştir (Polar uzunluk: $19.99 \pm 1.99 \mu\text{m}$). Diğer türlere kıyasla daha küçük polen tanelerinin varlığı, çevresel koşullara yanıt olarak evrimsel süreçler boyunca gelişmiş ekolojik bir adaptasyon olarak yorumlanabilir.

Rachele 1974, tarafından yürütülen palinolojik çalışmada, *P. dubium* ve *P. rhoeas*'ın polen ornamentasyonu retikulat olarak rapor edilmiştir [220]. Ancak çalışmamızda her iki taksonda da ek ornamentasyon tipleri gözlenmiştir. *P. dubium* subsp. *dubium*'da retikulat yüzey ornamentasyonuna ek olarak mikroekinat ve perforat ornamentasyon da kaydedilmiştir. Benzer şekilde, *P. rhoeas*'ta retikulat tipe ek olarak mikroekinat ornamentasyon da gözlenmiştir. Bu farklılık, polen yüzey yapılarının daha ayrıntılı ve kesin biçimde görselleştirilmesine imkân tanıyan görüntüleme teknolojisindeki ilerlemelerle ilişkilendirilebilir.

Bu çalışma kapsamında *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonuna ait 13 taksonun polen morfolojisi detaylı biçimde incelenmiş ve elde edilen bulgular literatürdeki verilerle karşılaştırılmıştır. İncelenen taksonların büyük çoğunluğuna ait palinolojik veriler ilk kez tarafımızca ortaya konmuş olup, bu yönüyle çalışma literatüre özgün ve kapsamlı katkılar sağlamaktadır. Polen morfolojisine ilişkin veriler, türler arasındaki benzerlik ve farklılıkların ortaya çıkarılmasına olanak tanımış, özellikle ekzin ornamentasyonu, polar/ekvatoryal oranları gibi özelliklerin türler arası ayırmada tanınal değer taşıdığı belirlenmiştir. Bu bağlamda, elde edilen bulgular sadece seksiyon *Rhoeadium*'un taksonomik değerlendirilmesine ışık tutmakla kalmayıp, aynı zamanda *Papaver* cinsinin genel sistematğine de katkı sağlamaktadır.

5.4. Tohum Mikromorfoloji Sonuçları ve Değerlendirmeler

Papaver seksiyon *Rhoeadium* tohumlarının hepsi böbreksi formda olduğu ve yuvarlak uçlara ve tabanlara sahip olduğu belirlenmiştir. Türler arasında tohum boyutlarında belirgin farklılıklar kaydedilmiştir. Çalışılan türlerde tohum uzunluğu *P. arenarium*'da 0.30 mm'den *P. dubium* subsp. *dubium*'da 0.75 mm'ye kadar değişmiş; tohum genişliği ise *P. arachnoideum*'da 0.35 mm ile *P. arenarium*'da 0.75 mm arasında bulunmuştur. Tohumların boy/en oranı *P. arenarium*'da 0.40 ile *P. dubium* subsp. *dubium*'da 1.88 arasında değişmiştir. Tohum renkleri türler arasında açık kahverengi, grimsi kahverengi, sarımsı ve neredeyse siyaha kadar çeşitlilik göstermektedir.

İncelenen taksonlarda periklinal duvar ornamentasyonunun türler arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. *P. purpureomarginatum*'da rugulat-granulat, *P. dubium* subsp. *dubium*'da mikroretikulat-granulat, *P. dubium* subsp. *laevigatum*'da foveolat, *P. arachnoideum*'da ise foveolat-rugulat ornamentasyon gözlenmiştir. *P. arenarium*'da düzgün–hafif perforat, *P. commutatum* subsp. *euxinum*, *P. guerlekense* ve *P. stylatum*'da regulat-perforat, *P. rhopalotheca*'de mikroekinat, *P. clavatum*'da lineolat, *P. syriacum*'da foveolat–perforat ornamentasyon tipleri belirlenmiştir. *P. rhoeas*'ta skalariform, *P. postii*'de ise düzgün yüzey ornamentasyonu kaydedilmiştir. Bu bulgular, periklinal duvar ornamentasyonunun taksonlar arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiğini ve türlerin sınırlandırılmasında kullanılabilecek önemli bir morfolojik karakter olduğunu ortaya koymaktadır.

Antiklinal duvar yapılarında da belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Bu morfolojiler şekil, yükseklik ve kıvrımlılık derecesi açısından değerlendirilmiş; sonuçlar bu özelliklerin önemli taksonomik değer taşıdığını ortaya koymuştur. Örneğin, *P. purpureomarginatum*'da antiklinal duvarlar kabarık, derin sinuata ve belirgin dalgalı yapıda (Şekil 4.40); *P. dubium* subsp. *dubium*'da kabarık ve hafif sinuata (Şekil 4.41); subsp. *laevigatum*'da ise güçlü şekilde kabarık ve geniş sinuata yapılarda gözlenmiştir (Şekil 4.42). *P. arachnoideum*'da duvarlar çökük, neredeyse düz ya da çok hafif sinuata (Şekil 4.43); *P. arenarium*'da hafif dalgalı ve kabarık (Şekil 4.44) bulunmuştur. Benzer şekilde, *P. commutatum* subsp. *euxinum*'da kabarık ve derin sinuata (Şekil 4.45), *P. guerlekense*'de belirgin ve düzenli dalgalı (Şekil 4.46), *P. rhopalotheca*'de kıvrımlı, düzensiz ve rugoz (Şekil 4.47) antiklinal duvarlar gözlenmiştir. *P. stylatum*'da antiklinal duvarlar düz ya da hafif kavisli ve net sınırlı (Şekil 4.48); *P. clavatum*'da derin dalgalı ve çıkıntılı (Şekil 4.49); *P. syriacum*'da düz ve belirgin kenarlı (Şekil 4.50); *P. rhoeas*'ta dalgalı, düzensiz ve rugoz yüzeyli (Şekil 4.51); son olarak *P. postii*'de belirgin ve geniş sinuata duvar yapıları (Şekil 4.52) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, antiklinal duvar morfolojisindeki varyasyonların incelenen taksonlar arasında taksonomik ayrımı destekleyebileceğini göstermektedir (Şekil 4.40-52; Tablo 4.16).

P. clavatum, *P. rhoeas* ve *P. postii*'nin tohum periklinal duvarları, diğer taksonlardan belirgin şekilde farklılık göstermektedir. Morfolojik ve anatomik farklılıklarının yanı sıra, *P. rhoeas*'ta skalariform tohum yüzeyi ve *P. postii*'de düz yüzeyin bulunması, bu taksonların sinonim olarak değerlendirilmemesi gerektiğini desteklemektedir. Öte

yandan *P. clavatum*, lineolat tohum yüzey ornamentasyon paternine sahiptir. Bu bulgular, söz konusu türlerin evrimsel yönelimlerinin diğerlerine göre daha belirgin ve bağımsız olduğunu düşündürmektedir.

Papaver cinsine ait taksonlar üzerinde gerçekleştirilen önceki çalışmalarda genellikle tohumların dar veya geniş böbreksi formda olduğunu, yaklaşık 1 mm uzunluğunda ve 0.6 mm genişliğinde olduğu bildirilmiştir. Tohum rengi beyaz, krem, sarımsı kahverengi, kırmızımsı kahverengi, kırmızı-lila, mavi, mavi-gri, gri, koyu mavi veya siyah olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, tohumların periklinal duvarlarının belirgin kutikular ornamentasyon taşıdığı ve bunun, antiklinal duvarların şekliyle birlikte tanısal öneme sahip olduğu vurgulanmıştır [221-224]. Bu bulgular, çalışmamızda elde edilen sonuçlarla uyum göstermekte ve onları desteklemektedir.

Tavakkoli ve Assadi 2016 tarafından yürütülen çalışmada, *P. dubium* subsp. *laevigatum* ve *P. arenarium*'un tohum morfolojisi tanımlanmıştır. *P. dubium* subsp. *laevigatum* için antiklinal duvarların dalgalı, testa yüzey paterninin granulat-perforat ve tohum renginin parlak kahverengi olduğu bildirilmiştir [49]. Ancak çalışmamızda antiklinal duvarlar genişçe sinuata, belirgin kabarık; testa yüzey paternleri foveolat ve tohum rengi siyahımsı gri olarak tespit edilmiştir. Bu farklılıklar, aynı taksona ait tohum morfolojilerinin farklı ülkelerden toplanan örnekler arasında belirgin tutarsızlıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu uyumsuzluk, Türkiye'de *P. dubium* ve alttürlerinin yeterince araştırılmamış olmasına bağlanabilir. Öte yandan *P. arenarium*'a ilişkin bulgular çalışmamızdaki sonuçlarla örtüşmekte ve gözlemlerimizi desteklemektedir.

Kadereit 1988, tohum ornamentasyonunun türlerin veya grupların ayırımında önemli bir rol oynamadığını öne sürmüş olsa da, bulgularımız bu görüşü desteklememektedir. Sonuçlarımıza dayanarak, belirli taksonların sınırlandırılmasında tohum ornamentasyonunun tanısal değere sahip olduğunu düşünmekteyiz.

5.5. Moleküler Bulgular ve Filogenetik Değerlendirme

Bu çalışmada, *Papaver* cinsinin *Rhoeadium* seksiyonuna ait 13 türün moleküler filogenetik ilişkileri, nükleer (ITS) ve kloroplast (*matK*, *rbcL*, *psbA-trnH*, *trnL-trnF*, *rpl16*) gen bölgelerinden elde edilen DNA dizileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Analizlerde hem Bayesian Inference (BI) hem de Maximum Likelihood (ML) yöntemleri

uygulanmış; böylece türlerin soy ilişkileri, monofili durumu ve cins içi evrimsel ayrışma düzeyi istatistiksel olarak test edilmiştir. Morfolojik, anatomik ve mikromorfolojik bulgularla desteklenen bu moleküler analizler, *Papaver* cinsinin monofiletik yapısını yüksek destekle doğrulamıştır (ITS-BI: PP = 1.0; cpDNA-ML: BS = 100) ve *Rhoeadium* seksiyonu içinde üç ana kladın varlığını ortaya koymuştur.

Klad I (Stylatum–Dubium kompleksi). *P. stylatum*, *P. dubium* subsp. *dubium* ve *P. syriacum* birlikte kümelenmiştir. Morfolojik yakınlıkla uyumlu bu birlik, genetik açıdan da tutarlı görünmektedir. Bununla birlikte, *P. syriacum*’un *P. umbonatum* ile sinonim kabul edilmesine yönelik Kadereit 1988 görüşü, hem ITS verileri hem de morfolojik ayırt edici karakterler temelinde bu çalışmada doğrulanmamış; türün bağımsız statüsünü koruması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Klad II (Rhoeas–Arenarium grubu). *P. arenarium*, *P. arachnoideum*, *P. commutatum* subsp. *euxinum*, *P. postii* ve *P. rhoeas* aynı üst soy içinde yer almaktadır. Burada özellikle *P. postii*’nin konumu dikkat çekicidir: Kadereit 1988 tarafından *P. rhoeas*’a sinonim önerilmiş olsa da, tür hem ITS hem cpDNA ağaçlarında ayrı bir dal olarak ayrılmakta; bu ayrışma anatomik ve tohum mikromorfolojik kanıtlarla da desteklenmektedir. Dolayısıyla geçerli tür statüsünün korunması önerilir.

Klad III (Clavatum grubu). *P. clavatum*, *P. purpureomarginatum*, *P. rhopalotheca* ve *P. guerlekense* aynı çatı altında toplanmıştır. *P. rhopalotheca*’nin *P. guerlekense*’e sinonim edilmesine ilişkin görüş, bu çalışmadaki bulgularla desteklenmemiş; kapsül oranları ve stigmatik disk morfolojisindeki belirgin ayrımlar ayrı tür değerlendirmesini güçlendirmiştir. *P. clavatum* ise hem ITS hem cpDNA analizlerinde erken ayrılan/bazal bir konum sergileyerek seksiyon içinde evrimsel olarak farklılaşmış bir soy hattını işaret etmektedir.

Bu topoloji, literatürde *Papaver sensu lato* için bildirilen karmaşık filogenetik tabloyla uyumludur. Kadereit vd. 1997, kloroplast trnK RFLP verileriyle *Papaver sensu lato*’nun polifiletik olduğunu göstermiş ve seksiyonel sınırların revizyon gerektirdiğini vurgulamıştır. Bunu izleyen genomik/plastit çalışmalar (Carolan vd., 2006; tam kloroplast genomları, 130 gen; 85 protein kodlayan, 37 tRNA, 8 rRNA) plastit belirteçlerin Papaveraceae içi ilişkileri aydınlatmada güçlü araçlar olduğunu ortaya koymuştur. Güncel barkodlama yaklaşımları (Cheng vd., 2022; ITS2) bazı türlerin polifiletik kümeler içinde yer alabildiğini, dolayısıyla tür sınırlarının hâlen hassas

revizyon gerektirdiğini göstermektedir. Daha geniş familya ölçeğinde Peng vd. 2024, iki nükleer ve yedi plastit bölgeyi morfolojiyle entegre ederek, tribüs düzeyi değerlendirmelerde moleküler verilerin morfolojik uyumla birlikte yorumlanmasını önermiştir. Bizim verilerimiz, bu çizgiyle paralel biçimde, *Rhoeadium* içinde üç ana kladı açıkça desteklerken, sinonimleştirmeye konu edilen birkaç kritik türde (özellikle *P. postii*, *P. syriacum*, *P. rhopalotheca*) bağımsız soy kanıtlarını güçlendirmektedir.

Analizlerde bazı iç düğümlerde düşük destek değerleri ($PP < 0.7$; $BS < 50$) görülmüştür. Bu durum, özellikle *P. clavatum* ve *P. postii* gibi kritik taksonlarda yakın zamanlı türleşme, plastit introgressyonu ve/veya tamamlanmamış soy ayrışması gibi süreçlerin etkisine işaret edebilir. Nükleer (ITS) ve plastit (cpDNA) ağaçları arasındaki sınırlı topolojik farklar (*P. clavatum*'un bazal konumu, *P. postii*'nin ayrışması) da bu biyolojik mekanizmalarla uyumludur.

Elde edilen BI ve ML sonuçları, *Papaver* cinsinin ve *Rhoeadium* seksiyonunun monofiletik yapısını güçlü biçimde desteklemekte; Klad I–II–III ayrımıyla seksiyon içi evrimsel örgüyü açıkça ortaya koymaktadır. Bulgular, Kadereit 1988'in morfolojik temelli çerçevesini genel hatlarıyla doğrulamakla birlikte, *P. postii*, *P. syriacum* ve *P. rhopalotheca* türlerinin sinonim durumlarının yeniden gözden geçirilmesi gereğini güçlü kanıtlarla ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, *Rhoeadium*'un evrimsel yapısı hem çekirdek (ITS) hem plastit (cpDNA) verilerle kuvvetle desteklenmiş; bazı türlerde devam eden türleşme ya da sınırlı gen akışı olasılıklarının ağaç topolojilerine yansıdığı gösterilmiştir. Bu nedenle, seksiyon içi taksonomik statülerin modern moleküler veriler ve morfolojik/mikromorfolojik kanıtlar birlikte kullanılarak güncellenmesi zorunludur.

5.6. Biyolojik Aktivite Sonuçları ve Değerlendirilmesi

5.6.1. Antioksidan aktivite ve Toplam fenol miktarı sonuçları ve değerlendirilmesi

Bu çalışmada incelenen *Papaver* türlerinin DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri %17.41 ile %46.48 arasında değişmiştir. Toprak üstü kısımlarında en yüksek inhibisyon aktivitesi *P. syriacum* (%46.48) ve *P. guerlekense* (%41.79) türlerinde belirlenirken, en düşük aktivite *P. dubium* subsp. *dubium* (%17.41) örneğinde gözlenmiştir. Kapsül ekstrelerinde ise inhibisyon değerleri genel olarak daha düşük bulunmuş, maksimum aktivite *P. postii* (%32.21) ve *P. guerlekense* (%30.83) türlerinde kaydedilmiştir. Bu

durum, *Papaver* türlerinde antioksidan bileşenlerin daha çok toprak üstü kısımlarda yoğunlaştığını göstermektedir.

Literatürde *Papaver* türleri üzerine yapılan çalışmalar da türler arasında geniş varyasyon olduğunu ortaya koymaktadır. Çin’de yürütülen bir araştırmada haşhaş kapsülü ekstraktının DPPH yöntemiyle anlamlı antioksidan aktivite gösterdiği ve bu aktivitenin morfin ve kodein gibi alkaloidlerle ilişkili olduğu bildirilmiştir [149]. Benzer şekilde, *P. somniferum* nanopartiküllerinde serbest radikal süpürücü aktivitenin %52–54 düzeyinde olduğu belirtilmiştir [142]. Bizim sonuçlarımızda *P. somniferum* doğrudan yer almamakla birlikte, özellikle *P. syriacum* ve *P. guerlekense*’de gözlenen yüksek aktiviteler, bu türlerde de alkaloid ve fenolik bileşiklerin DPPH radikalleri üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir.

P. rhoeas için literatürde bildirilen EC₅₀ değerleri (DPPH için 28.72 mg/100 g kuru ağırlık [151], IC₅₀ = 4.81 mg/mL [147]) ile TEAC yöntemiyle ölçülen yüksek toplam antioksidan aktivite [148], bu türün kayda değer antioksidan potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Bizim çalışmamızda *P. rhoeas*’ın inhibisyon yüzdesi %34.02 olarak bulunmuş olup, bu değer literatürde bildirilen sonuçlarla uyumludur ve türün antioksidan kapasitesini doğrulamaktadır.

Diğer taraftan, Soxhlet yöntemiyle elde edilen *P. rhoeas* ekstraktında bildirilen IC₅₀ değerleri (3.81 mg/mL) [141] ile karşılaştırıldığında, bizim çalışmamızda daha düşük aktivite gözlenmiştir. Bu farklılık, ekstraksiyon yöntemi, çözücü tipi ve kullanılan bitki materyalindeki fitokimyasal içerik değişiminden kaynaklanabilir [145]. Ayrıca Irak’tan toplanan *P. decaisnei*’de DPPH değerlerinin 39.1–143.5 µg/mL arasında değiştiği bildirilmiştir [103]. Bu da *Papaver* türleri arasında coğrafi köken ve genotipin belirleyici rolünü vurgulamaktadır [154, 155].

Genel olarak, elde ettiğimiz sonuçlar *Papaver* türlerinde antioksidan aktivitenin tür, organ ve ekstraksiyon koşullarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Özellikle *P. syriacum*, *P. guerlekense* ve *P. postii* türlerinde belirlenen yüksek inhibisyon değerlerinin, bu türlerde tespit edilen kersetin, isoramnetin türevleri ile kamferol gibi fenolik bileşiklerin varlığından kaynaklandığı düşünülmektedir (bkz. Fitokimyasal Sonuçlar). Literatürde fenolik ve flavonoid içerikleri ile DPPH aktivitesi arasındaki yüksek korelasyonun rapor edilmesi [115, 153], bizim bulgularımızı da destekler niteliktedir.

Bu çalışmada incelenen taksonların toplam fenolik içerikleri (TPC), toprak üstü kısımlarında 36.80–147.82 mg GAE/g, kapsüllerde ise 28.67–99.59 mg GAE/g aralığında bulunmuştur. En yüksek değerler toprak üstü kısımlar için *P. purpureomarginatum* (147.82 mg GAE/g) ve *P. postii* (107.02 mg GAE/g), kapsüller için ise *P. syriacum* (99.59 mg GAE/g) türlerinde saptanmıştır. En düşük fenolik içerik ise *P. dubium* subsp. *dubium*'da belirlenmiştir. Bu sonuçlar, kapsüllere kıyasla toprak üstü kısımların daha yüksek fenolik madde içerdiğini göstermektedir.

Literatürde *Papaver* türlerinde fenolik içeriklerin oldukça değişken olduğu bildirilmiştir. *P. rhoeas* petallerinden hazırlanan farklı ekstrelerde toplam fenolik miktarlarının 9.73–19.91 mg GAE/g arasında değiştiği ve fenolik içeriklerin antioksidan aktivite ile yüksek korelasyon gösterdiği rapor edilmiştir [115]. Benzer şekilde, Soxhlet yöntemiyle elde edilen *P. rhoeas* ekstrelerinde TPC değerleri 95.4 ± 2.42 ve 165.4 ± 3.84 mg GAE/g olarak bildirilmiştir [146]. Bizim çalışmamızda *P. rhoeas*'ın TPC değeri 84.56 mg GAE/g (toprak üstü) olarak bulunmuş olup, Soxhlet yöntemiyle bildirilen yüksek değerlere kıyasla daha düşük kalmıştır. Bu farklılık, kullanılan ekstraksiyon yöntemi, çözücü tipi ve bitki materyalinin toplanma koşulları ve lokaliteden kaynaklanabilir. Ayrıca, *P. rhoeas*'ın kök, gövde, yaprak ve çiçek ekstrelerinde 22.10–24.24 mg GAE/g arasında fenolik içerikler rapor edilmiş [145] olup, bizim bulgularımız bu değerlerden belirgin şekilde daha yüksektir.

İran'da yapılan bir çalışmada *P. bracteatum* örneklerinde en yüksek fenolik içerik 77.6 mg GAE/g, *P. arenarium* örneklerinde ise en düşük 23.89 mg GAE/g bulunmuştur [154]. Bizim sonuçlarımızda *P. arenarium*'un TPC değeri 82.25 mg GAE/g olup, literatür değerlerinden daha yüksektir. Bu durum, ekolojik faktörler ve ekstraksiyon yöntemindeki farklılıklarla açıklanabilir. Genel olarak, çalışmamızda elde edilen TPC değerlerinin literatürde bildirilen sonuçlarla uyumlu olmakla birlikte, özellikle *P. purpureomarginatum*, *P. guerlekense* ve *P. postii* türlerinde daha yüksek bulunması; bu türlerin kersetin, isoramnetin ve rutin gibi flavonoid bileşikler içermesinden kaynaklanmış olabilir (bkz. Fitokimyasal Sonuçlar). Bu durum, söz konusu türlerin önemli bir antioksidan potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Fenolik ve flavonoid içerikleri ile DPPH aktivitesi arasında yüksek korelasyon bildirilen önceki çalışmalar [115, 153], bizim bulgularımızla da uyumludur.

5.6.2. Antimikrobiyal aktivite sonuçları ve değerlendirilmesi

Antibakteriyel aktivite sonuçları ve değerlendirilmesi

Bu çalışmada *Rhoeadium* seksiyonuna ait tüm etanol ekstratların, CLSI M7-A7'ye dayalı mikrodilüsyon testlerinde *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ve *Pseudomonas aeruginosa* suşlarına karşı belirgin bir antibakteriyel etki göstermediği (MİK > 5000 µg/mL) tespit edilmiştir. Pozitif kontrol kloramfenikolün 2–8 µg/mL MİK değerleri dikkate alındığında, bu bulgu ekstratların klinik anlam taşımayacak kadar zayıf etkinliğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, *Papaver* türleri üzerinde yapılan önceki bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Örneğin, *P. hybridum*'un farklı bakteri suşları üzerinde herhangi bir antimikrobiyal etki göstermediği rapor edilmiştir [148]. Benzer şekilde, *P. nudicaule*'de izole edilen nudikaulin türevlerinin yalnızca birinin hafif düzeyde aktivite sergilediği bildirilmiştir [132]. Bu literatür verileri, *Papaver* ekstratlarının çoğunlukla sınırlı antibakteriyel potansiyele sahip olduğunu desteklemektedir.

Öte yandan, bazı çalışmalar ise daha güçlü etkiler bildirmiştir. Ünsal ve vd., *P. dubium* subsp. *lecoqii*, *P. argemone* subsp. *davisii*, *P. rhoeas* ve *P. clavatum* ekstratlarının özellikle *S. aureus* üzerinde düşük MİK değerleri (9.76–39.06 µg/mL) ile etkili olabildiğini göstermiştir [143]. Benzer şekilde, Türkiye'den toplanan *P. rhoeas*'tan izole edilen tersiyer alkaloidler arasında özellikle roemerin içeriği yüksek örneklerde *S. aureus*'a karşı 1.22 µg/mL gibi düşük MİK değerleri rapor edilmiştir [96]. Ayrıca Fas'tan toplanan *P. rhoeas* çiçek ve gövde ekstratlarının *E. coli*'ye karşı 0.78–1.56 mg/mL, *S. aureus*'a karşı 25–50 mg/mL MİK değerleri ile aktivite gösterdiği belirtilmiştir [145]. Bununla birlikte, bu değerler bizim çalışmamızdaki >5000 µg/mL sonuçlarından oldukça farklıdır.

Bu farklılıkların başlıca nedenleri, kullanılan ekstraksiyon çözücülerinin (diethyl eter, kloroform, aseton gibi daha apolar çözücüler), çalışılan bitki kısımlarının (çiçek, gövde, toprak üstü), örneklerin coğrafi kökeni ve bitkilerin toplanma zamanları, kullanılan mikroorganizma suşları ve yöntemsel değişkenler (disk difüzyon, mikrodilüsyon) olabilir. Özellikle roemerin gibi bazı alkaloidlerin ekstratlerde yüksek oranda bulunması, güçlü antibakteriyel etkinin anahtarı olarak görülmektedir; bizim çalışmamızda ise etanolik ekstratların bu tip alkaloidleri yeterli oranda yansıtmamış olması etkinin düşük bulunmasına yol açmış olabilir.

Sonuç olarak, seksiyon *Rhoeadium*'a ait etanol ekstrelerin test edilen bakterilere karşı düşük düzeyde antimikrobiyal etki gösterdiği görülmüş; bu durum bazı literatür raporlarıyla uyumlu iken, diğer çalışmalardaki yüksek aktivitelerden farklıdır. Bu çelişkili bulgular, ekstraksiyon tekniği, çözücü polaritesi, coğrafi varyasyon ve kimyasal içerikteki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. İleride yapılacak çalışmaların, farklı çözücü sistemleri ve hedeflenmiş alkaloit fraksiyonları ile ekstrelerin antibakteriyel potansiyelini daha net ortaya koyması önemlidir.

Antikandidal aktivite sonuçları ve değerlendirilmesi

Papaver cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının etanol ekstrelerinin antikandidal etkileri, CLSI M27-A2 protokolüne göre mikrodilüsyon yöntemiyle değerlendirilmiştir. Test edilen *Candida* suşlarına karşı ekstrelerin çoğunlukla yüksek MİK değerleri (>1250–>2500 µg/mL) sergilediği belirlenmiştir. Yalnızca *P. dubium subsp. laevigatum*'un *C. tropicalis* ve *C. parapsilosis*'e karşı 625 µg/mL, *P. arenarium*'un ise *C. parapsilosis* ve *C. krusei*'ye karşı 1250 µg/mL MİK değeri ile nispeten daha düşük aktivite göstermesi dikkat çekicidir. Ancak bu değerler pozitif kontrol olarak kullanılan ketokonazolün (0.25–1 µg/mL) oldukça üzerinde olup, ekstrelerin antifungal potansiyelinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Literatür verileri, özellikle *P. rhoeas* üzerine yapılan çalışmalarda daha güçlü aktiviteler bildirildiğini göstermektedir. Türkiye'den toplanan *P. rhoeas* örneklerinden izole edilen tersiyer alkaloitlerin, *C. albicans*'a karşı 2.42 µg/mL gibi düşük bir MİK değeri sergilediği bildirilmiştir [96]. Ayrıca Sırbistan'dan elde edilen *P. rhoeas* etanol ekstrelerinin disk difüzyon testinde *C. albicans* ATCC 10231'a karşı belirgin etki gösterdiği rapor edilmiştir [115]. Buna karşın, Türkiye'den bildirilen *P. hybridum*'un *Candida fragilis* suşuna karşı herhangi bir aktivite göstermediği aktarılmıştır [148].

Bu bulgular, *Candida*'ya karşı elde edilen sonuçların türler arası farklılık, ekstraksiyon yöntemi, çözücü polaritesi, coğrafi köken ve aktif bileşik profilleri gibi faktörlerden güçlü biçimde etkilendiğini göstermektedir. *Rhoeadium* seksiyonuna ait türlerin ham ekstreleri antifungal açıdan sınırlı bulunmakla birlikte, literatürdeki örnekler alkaloit zengin fraksiyonların *Candida*'ya karşı belirgin etki gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Bu da seksiyonun antifungal potansiyelinin ancak hedefe yönelik fraksiyonlama ve bileşik izolasyonu ile daha net anlaşılabilceğini göstermektedir.

5.6.3. Lipooksijenaz (LOX) enzim inhibisyonu sonuçları ve değerlendirilmesi

Seksiyon *Rhoeadium* taksonları üzerinde yapılan LOX (lipoksijenaz) enzim inhibisyonu aktivite çalışmasında, *P. dubium* subsp. *laevigatum* ($50.43\% \pm 4.29$) ve *P. purpureomarginatum* ($49.70\% \pm 2.53$) kapsül ekstreleri en yüksek LOX inhibitör aktivite göstermiştir. Çalışılan diğer *Papaver* türleri LOX enzimine karşı çok düşük aktiviteye sahip ya da hiç aktif bulunmamıştır.

Bu bulgular, *Papaver* türlerinde LOX enziminin doğrudan inhibisyonunun sınırlı düzeyde gerçekleştiğini ve fenolik bileşiklerin bu enzim üzerindeki etkisinin zayıf olduğunu göstermektedir. Ancak kapsül ekstrelerinde gözlenen orta düzey aktivite, bu organlarda LOX ile etkileşebilen belirli bileşiklerin daha yüksek oranda bulunabileceğini düşündürmektedir.

Papaver cinsinde LOX enziminin rolüne ilişkin önceki araştırmalar [225-227] enzim aktivitesinin elicitor yanıtı ve sekonder metabolit sentezi ile bağlantılı olduğunu göstermiştir. *P. somniferum* süspansiyon kültürlerinde yapılan çalışmalarda, jasmonat yolunun aktive edilmesiyle birlikte LOX ekspresyonunun arttığı ve bunun sonucunda sanguinarine birikiminin uyarıldığı bildirilmiştir[225]. Ayrıca *P. somniferum* fidelerinde LOX enzimi saflaştırılarak substrat özgülüğü, optimum pH ve sıcaklık değerleri belirlenmiş, enzim kinetiğinin bitkinin gelişim süreçleriyle ilişkili olduğu ortaya konmuştur [226]. Kültür koşullarında elde edilen LOX'un ürün karakterizasyonu da benzer şekilde lipid peroksidasyon ürünlerinin biyosentezde aktif rol oynadığını göstermiştir[227]. Ancak bu çalışmalar, enzimin biyokimyasal özellikleri ve aktivasyon mekanizmasına odaklanmış, inhibisyon düzeyini doğrudan değerlendirmemiştir. Bu nedenle elde edilen veriler, *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarında LOX inhibisyonunun ilk deneysel değerlendirmesini oluşturmaktadır.

Fenolik bileşiklerin çoğunun glikozit formunda bulunması, LOX enzimiyle etkileşimi zayıflatabilecek bir faktör olarak değerlendirilebilir. Glikozitlenme, molekülün aktif hidroksil gruplarını kısmen maskeleyerek enzime bağlanma yeteneğini azaltır. Bunun yanı sıra, çalışmada kullanılan soya kaynaklı 13-LOX enziminin, bitkilerde biyolojik olarak daha aktif olan 5-LOX veya 9-LOX izoformlarından farklı olması da inhibisyon oranlarının düşük görünmesinde etkili olabilir.

Bununla birlikte, *P. purpureomarginatum* ve *P. dubium* subsp. *laevigatum* türlerinin kapsül ekstrelerinde pozitif kontrol olarak kullanılan Baikalein ($43.67 \pm 0.87\%$) ile benzer

düzeşyde inhibisyon elde edilmesi, bu türlerde LOX’a karşı belirli bir afinite bulunduğuna işaret etmektedir. Bu durum bu türlerin sahip olduğu LOX enzimine bağlanabilen fenolik çekirdek yapısından kaynaklanabilir [228].

Sonuç olarak, elde edilen veriler *Papaver* cinsi *Rhoeadium* taksonlarında LOX inhibitör aktivitesinin genel olarak düşük olmakla birlikte, bazı türlerin kapsül dokularında orta düzeyde aktivite gösterebildiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, LOX inhibisyonunun *Papaver* türlerinde birincil savunma mekanizması olmadığını, ancak fenolik bileşiklerin savunma yanıtlarında dolaylı bir rol oynayabileceğini göstermektedir. İlerleyen çalışmalarda fenolik-zengin fraksiyonlar, farklı LOX izoenzimleri ve doz-yanıt ilişkileri değerlendirilerek türlerin gerçek inhibitör potansiyellerinin daha net ortaya konulması önerilmektedir.

5.7. Fitokimyasal Sonuçlar ve Değerlendirilmesi

5.1.7. Uçucu yağların kimyasal kompozisyonu sonuçları ve değerlendirilmesi

Uçucu yağ analizleri sonucunda elde edilen veriler, *Papaver* cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının kimyasal profillerinde belirgin farklılıklar bulunduğunu ve türlerin majör bileşiklerine göre farklı kemotip gruplarında sınıflandırılabilceğini göstermiştir.

Rhoeadium seksiyonu taksonları, majör bileşiklerine göre belirgin kemotiplere ayrılmıştır (karvakrol-dominant; (*E*)-anetol-dominant; alifatik alkol/aldehit ya da yağ asidi/ester ağırlıklı). Bu durum, *Papaver* cinsi üzerinde raporların sınırlı olmasına rağmen, cins içinde kimyasal çeşitliliğin kayda değer olduğunu gösteren literatürlerle uyumludur [122-126].

Öncelikle *P. rhoeas* için karşılaştırmalı değerlendirme dikkat çekicidir. Elazığ’dan toplanan toprak üstü materyalle hidrodistilasyon (HD) sonucu elde edilen uçucu yağda fitolun çok yüksek oranda (%52,8) olduğu ve uzun zincirli hidrokarbon/ketonların anlamlı yüzdelerde bulunduğu bildirilmiştir [122]; farklı bir ekstraksiyon yaklaşımı olan solvent-free microwave ekstraksiyon (SFME) ile ise çiçek ve yaprak fraksiyonlarında doymuş–doymamış hidrokarbonlar, alkoller, esterler, aldehitler yanında kantharidin ve farnesol gibi sıra dışı bileşikler saptanabilmiştir [124]. Bizim verilerimizde *P. rhoeas*’ta heksadekanoik asit ve metil linoleat gibi yağ asidi/ester bileşenlerinin majörler arasında yer alması, HD/SFME farkı, toplanan kısım (çiçek,yaprak, toprak üstü), fenolojik evre ve

ekolojik-köken değişkenlerinin kompozisyonu kuvvetle etkileyebildiğini göstermektedir. Başka bir deyişle, literatürde fitol-dominant bir profilin rapor edilmesi[122] ile bizim yağ asidi/ester ağırlıklı profilimizin yan yana bulunması, yöntem–kullanılan kısım–zaman üçlüsünün uçucu yağ parmak analizlerini biçimlendirdiğini akla getirmektedir.

Cinsin ekonomik türü *P. somniferum* için raporlanan bulgular da kısım ve yöntem bağımlılığını destekler. HD ile çiçek yağında 1-nonadekanol, n-nonadekan/henikosan ve palmitik asit gibi bileşenler anlamlı oranlarda verilmiştir [125]; tohum yağında ise uçucu fraksiyonda 1-heksanal, 1-heksanol, 2-pentilfuran ve kaproik asit gibi bileşikler öne çıkarken, trigliserit gövdesinde linoleik–oleik–palmitik asidin baskınlığı MALDI-TOF-MS ve ESI-MS/MS ile doğrulanmıştır [126]. Bu, kullanılan kısım ve spesifik içerik, bizim verilerimizde *P. dubium* subsp. *laevigatum* (nonanal, 1-oktadekanol) ve *P. guerlekense* (1-oktadekanol, nonanal) gibi alifatik alkol/aldehit katkısı yüksek profillerin görülmesiyle tutarlıdır: metabolik akış yalnız türler arasında değil, kullanılan kısım ve zaman arasında da anlamlı farklılıklar gösterebilmektedir.

Kemotipik ayrışma açısından, çalışmamızda karvakrol-dominant (*P. rhopalothece*, *P. syriacum*, *P. clavatum*, *P. arenarium*, *P. dubium* subsp. *dubium*) ve (E)-anetol-dominant (*P. purpureomarginatum*, *P. stylatum*, *P. postii*, kısmen *P. arachnoideum*) grupların yanına, yağ asidi/ester veya alifatik alkol/aldehit baskın profillerin (*P. rhoeas*, *P. dubium* subsp. *laevigatum*, *P. guerlekense*) eklenmesi, cins içindeki kimyasal çeşitliliğin tek bir eksenle açıklanamayacağını göstermektedir. Literatürde *P. rhoeas* ve *P. somniferum* üzerine odaklanan çalışmalar [122-126], farklı ekstraksiyon teknolojileri (HD, SFME), farklı kısımlar (çiçek/yaprak/kapsül/tohum) ve coğrafi kökenlerin, majör bileşik dengesini kaydırabildiğini ortaya koymuştur; bizim sonuçlarımız bu gözlemi *Rhoeadium* seksiyon özelinde tür çeşitliliğini kapsayacak biçimde genişletmektedir.

Bu çalışma, bir yandan *Rhoeadium* seksiyonu taksonlarının majör bileşiklerine göre farklı kemotiplere ayrılabilceğini ortaya koyarken, diğer yandan da uçucu yağ kompozisyonunun yalnızca tür farklılıklarıyla sınırlı kalmayıp kullanılan bitki kısmı, ekstraksiyon yöntemi, gelişim dönemi ve coğrafi köken gibi etkenlerle de önemli ölçüde değişebildiğini göstermektedir [122-126]. Bu nedenle, uçucu yağ verilerinin yorumunda tek bir tür profilinden ziyade, örnekleme ve yöntem şartlarıyla birlikte bildirilen bir profil aralığı yaklaşımı benimsenmelidir. Böyle bir çerçeve, ileride YPSK–KS/KS ile fenolik/alkaloit içeriklerinin ve biyolojik aktivitelerin (antioksidan/antimikrobiyal) eş

zamanlı analiziyle birleştirildiğinde, *Rhoeadium* seksiyonu kimyasal ekoloji–aktivite ilişkisinin daha yüksek çözünürlükte anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

5.7.2. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi–Kütle Spektrometrisi (YPSK–KS/KS) analiz sonuçları ve değerlendirilmesi

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi–Kütle Spektrometrisi (YPSK–KS/KS) analizleri sonucunda *Papaver* cinsinin *Rhoeadium* seksiyonuna ait on iki türde toplamda 108 bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşiklerin 34’ü alkaloid, 74’ü flavonoid, fenolik veya antosiyanin yapıdadır. Seksiyon genelinde alkaloid bileşiklerin izoquinolin türevi olduğu ve bunların büyük kısmının benziltetrahidroizokinolin, protoberberin, apomorfın, fenantren izokinolin ve morfinin alt sınıflarına ait bulunduğu belirlenmiştir. Bu grupta boldin, metilboldin (laurotetanin), noskabin, magnoflorin, roadin, berberin, protopin ve salutaridinol en karakteristik alkaloidler olarak saptanmıştır.

Fenolik bileşikler açısından, hemen tüm türlerde Kersetin türevleri baskın bulunmuş; isoramnetin, luteolin, kamferol, rutin, visenin-2 ve daha az oranda klorojenik asit ve siyanidin türevlerinin de varlığı tespit edilmiştir. Özellikle *P. dubium* subsp. *laevigatum*’da gözlenen antosiyanin (siyanidin) türevleri ile *P. stylatum*’da belirlenen fenolik asit (klorojenik asit), seksiyon içinde belirgin metabolik farklılıklar oluşturmaktadır.

Elde edilen sonuçlar, *Rhoeadium* seksiyonu türlerinin hem izoquinolin alkaloid biyosentezi hem de flavonol–fenolik glikozit üretimi bakımından yüksek sekonder metabolit çeşitliliğine sahip olduğunu göstermektedir. Bu fitokimyasal çeşitlilik, seksiyonun ekolojik adaptasyon yeteneğini ve kimyasal taksonomi açısından önemini yansıtmakta; alkaloid ve flavonoid profillerinin, türler arası filogenetik ilişkilerin desteklenmesinde kullanılabilecek potansiyel kimyasal belirteçler olduğunu ortaya koymaktadır.

Literatürde *P. dubium* subsp. *dubium*’un toprak üstü kısımlarında berberin, koridin, izokoridin, stylopin, tetrahidropseudokoptisin ve thalifendin alkaloidlerinin bulunduğu bildirilmiştir [86]. Bu çalışmada ise berberin ve thalifendin bileşiklerinin varlığı doğrulanmış, ayrıca berberubin alkaloidi de tespit edilmiştir. Her üç bileşik protoberberin tipi izokinolin alkaloid yapısında olup, türde bu yolun baskın olduğunu göstermektedir.

Literatürde bildirilen koridin ve stylopin alkaloidlerinin tespit edilmemesi, toplanma zamanı, bitkinin gelişim evresi veya iyonizasyon moduna bağlı farklılıklardan kaynaklanabilir. Elde edilen bulgular genel olarak *P. dubium* subsp. *dubium*'un protoberberin türevi alkaloid sentezinin aktif olduğunu ve bu yönüyle *P. arenarium* ve *P. syriacum* türleriyle benzer bir kimyasal profile sahip olduğunu göstermektedir.

YPSK–KS/KS analizinde *P. dubium* subsp. *laevigatum* ekstraktında *O*-desmetil roemerin ve roemerin olmak üzere iki apomorf tipi alkaloid tespit edilmiştir. Literatürde *P. dubium* subsp. *laevigatum*'un toprak üstü kısımlarında allokriptofin, mekainbrin, protopin ve roemerin alkaloidlerinin varlığı bildirilmiştir [83]. Bu çalışmada tespit edilen roemerin bileşiği literatür bulgularını desteklemekte, *O*-desmetil roemerin ise önceki çalışmalarda yer almayan yeni bir bileşik olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca literatürde bildirilen allokriptofin ve protopin alkaloidlerinin tespit edilmemesi, türün farklı fenolojik dönemde toplanmasından veya ekstraksiyon çözücüsünün polarite farkından kaynaklanabilir.

Analiz sonucumuzda *P. arachnoideum* ekstrelerinde metilboldin (laurotetanin) ve roadin olmak üzere iki izokinolin yapısındaki alkaloid tespit edilmiştir. *P. arachnoideum*'un toprak üstü (kapsüllü) kısımlarında koridin, dehidroermerin, izokoridin, mekambrin, N-metilasimillobin, N-oksit, pronusiferin, rhopalotin ve roemerin gibi çok sayıda aporfin ve izokinolin türevi alkaloid rapor edilmiştir [104]. Bizim çalışmamızda belirlenen metilboldin, bu literatürdeki aporfin grubuna kimyasal olarak karşılık gelmekte, ancak roadin bileşiği literatürde ilk kez bu tür için tespit edilmiştir.

YPSK–KS/KS analizinde *P. arenarium* ekstresinde boldin, metilboldin ve berberin olmak üzere üç izokinolin türevi alkaloid belirlenmiştir. Literatürde *P. arenarium*'un çiçeklenme döneminde toplanan örneklerinden fenolik olmayan fraksiyonda makrostomin (toplam alkaloidlerin %90'ı), glikomarin ve iki baz (I, II); fenolik fraksiyonda ise cheilanthifolin, arenin ve sevanin bileşiklerinin izole edildiği bildirilmiştir [105]. Bizim çalışmamızda belirlenen boldin ve metilboldin bileşikleri, yapısal olarak makrostomin ve glikomarin ile aynı biyosentetik kökten türeyen aporfin ve benziltetrahidroizokinolin alt gruplarını temsil etmektedir.

YPSK–KS/KS analizinde *P. rhopalotheca* ekstrelerinde magnoflorin, narkotolin ve noskapin olmak üzere üç izokinolin türevi alkaloid belirlenmiştir. Literatürde *P. rhopalotheca*'nin toprak üstü kısımlarında berberin, koptisin, kriptofin, kularin,

izokoridin, narsein, narkotin (noskabin), protopin, rhopalotin ve roemerin alkaloitlerinin bulunduğu bildirilmektedir [86]. Bizim çalışmamızda tespit edilen noskabin bileşiği literatürde bildirilen narkotin ile uyumlu olup, bu sonuç önceki çalışmaları desteklemektedir.

YPSK–KS/KS analizinde *P. stylatum* ekstresinde yalnızca magnoflorin alkaloidi belirlenmiştir. Bu bileşik, türde kuaterner izokinolin biyosentetik yolunun aktif olduğunu göstermektedir. Literatürde *P. stylatum*’un toprak üstü kısımlarında mekonokuintuplin ve amurin alkaloitlerinin bulunduğu bildirilmektedir [106]. Bu bileşikler yapısal olarak izokinolin türevi olup, magnoflorin ile aynı biyosentetik kökten türemektedir. Dolayısıyla bizim çalışmamızda belirlenen magnoflorin bileşiği, literatürde bildirilen alkaloitlerle kimyasal olarak uyumlu olup, türün kuaterner izokinolin sentez kapasitesine sahip olduğunu doğrulamaktadır. Ayrıca literatürde bildirilen diğer alkaloitlerin tespit edilmemesi, iyonizasyon koşulları, bitkinin gelişim dönemi ya da örnekleme zamanı gibi çevresel ve fizyolojik farklılıklardan kaynaklanabilir.

YPSK–KS/KS analizinde *P. clavatum* ekstresinde boldin ve metilboldin (laurotetanin) olmak üzere iki benziltetrahidroizokinolin tipi alkaloit belirlenmiştir. Literatürde *P. clavatum*’un toprak üstü kısımlarında izokoridin ve berberin alkaloitlerinin bulunduğu bildirilmiştir [106]. Bizim çalışmamızda belirlenen boldin ve metilboldin, yapısal olarak aynı izokinolin omurgasından türemekte olup literatürde bildirilen bileşiklerle uyumludur.

Bu çalışmada *P. syriacum*’da desmetil keleritrin ve berberin olmak üzere iki protoberberin tipi alkaloit belirlenmiştir. Literatürde türün toprak üstü kısımlarında stylopin, β -stylopin, mekambin, berberin, korysamin, izoroadin, protopin, roadin, rhoeagenin ve tebain gibi izokinolin kökenli bileşikler rapor edilmiştir [107]. Bulgularımız, özellikle berberin varlığı açısından literatürle uyumludur. Literatürde bildirilen diğer alkaloitlerin bu çalışmada saptanmamış olması, toplanma zamanı ve gelişim evresi gibi biyolojik/çevresel etmenlere bağlanabilir.

YPSK–KS/KS analizinde *P. rhoeas* ekstresinde dihidroberberin, protopin, noskabin, stylopin ve roadin olmak üzere beş izokinolin türevi alkaloit belirlenmiştir. Literatürde *P. rhoeas*’ın toprak üstü kısımlarında oldukça geniş bir alkaloit profili bildirilmiştir. Bu bileşikler arasında allokriptofin, berberin, kanadin, keleritrin, koptisin, koulteropin, kriptofin, epiberberin, glaukamin, glaudin, izokoridin, izoroadin, izorhoeagenin,

mekambrin, N-metilasimillobin, oksisanginarin, papaverrubin A–E, protopin, roadin, rhoeagenin, roemerin, salutaridin, sanguinarin, sinaktin ve stylopin yer almaktadır [93, 96, 101, 108-113]. Bizim çalışmamızda tespit edilen protopin, roadin ve noskapin, literatürde rapor edilen bileşiklerle uyumludur.

Fenolik bileşikler, *Papaver* türlerinde hem antioksidan aktivite hem de renk oluşumunda rol oynayan başlıca sekonder metabolitlerdir. Literatürde, *P. rhoeas* petallerinde pelargonidin ve siyanidin glikozitleri gibi antosiyaninlerin çiçek renginin temel belirleyicisi olduğu, ancak alkaloid içeriğinin düşük bulunduğu bildirilmiştir [115-117]. Bu durum, fenolik bileşiklerin özellikle kırmızı ve turuncu çiçekli formlarda metabolik olarak baskın olduğunu göstermektedir. YPSK–KS/KS analiz sonuçlarımız, *P. rhoeas* örneklerinde rutin ve kamferol glikozitlerinin yoğun sinyal verdiğini ortaya koymuştur. Bu durum, literatürde bildirilen pelargonidin glikozitlerinin varlığıyla paralellik göstermektedir. Öte yandan *P. dubium* subsp. *dubium*'da tespit edilen kersetin, luteolin ve isoramnetin türevleri, literatürde bildirilen klorojenik, gallik ve ellajik asitlerle birlikte değerlendirildiğinde, bu türün fenolik çeşitliliğinin yüksek olduğunu ve antiradikal potansiyelin tür içinde önemli bir varyasyon gösterebileceğini düşündürmektedir. Ayrıca *P. hybridum* ve *P. macrostomum* türlerinde daha önce rapor edilen gallik, ferulik, kateşik ve kafeik asit türevleri [121], bu çalışmada *Rhoeadium* seksiyonuna ait türlerde belirlenen kersetin ve luteolin glikozitleriyle birlikte değerlendirildiğinde, fenolik bileşik sentez yolunun cins genelinde varlığını göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışma *Rhoeadium* seksiyonunda fenolik bileşik çeşitliliğini ortaya koyarak, bu bileşiklerin hem kemotaksonomik açıdan ayırt edici değerini hem de farmakolojik önemini vurgulamaktadır.

5.8. Halk Arasındaki Kullanımların Kimyasal İçeriklerle İlişkisi

Rhoeadium seksiyonuna ait taksonların halk hekimliğindeki kullanımları, kimyasal bileşim analizleriyle önemli ölçüde örtüşmektedir. Türkiye'de *P. dubium* subsp. *dubium* çiçeklerinin soğuk algınlığı ve öksürük tedavisinde kullanıldığı, antitüssif etkisinden yararlanıldığı bildirilmektedir [55, 56]. Bu geleneksel kullanım, türde belirlenen berberin ve thalifendin gibi protoberberin alkaloidlerinin antibakteriyal ve anti-inflamatuvar aktiviteleri ile uyumludur [229, 230], ancak doğrudan antitüssif etkiyi kanıtlayan bir çalışma bulunamamaktadır. Benzer şekilde, *P. arenarium*'un ülkemizde antitüssif ve

ekspektoran olarak kullanımı [68] türde tespit edilen boldin, metilboldin (laurotetanin) ve berberin alkaloidlerinin bilinen farmakolojik aktiviteleriyle kısmen örtüşmektedir. Bu alkaloidlerin doğrudan antitüssif ve ekspektoran kullanıma rastlanmamıştır. Fakat türde belirlenen kersetin ve isoramnetin türevi flavonoidlerin antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri solunum epiteli üzerindeki irritasyonu azaltarak, halk arasındaki yatıştırıcı ve ekspektoran kullanımı dolaylı olarak destekleyebilir [231, 232].

Akdeniz ve Batı Asya coğrafyasında geniş bir kullanım alanına sahip olan *P. rhoeas*, İtalya’da depüratif, antitüssif, sedatif ve hipnotik, Cezayir ve İspanya’da solunum yolu hastalıkları, Kıbrıs’ta sindirim sistemi rahatsızlıkları, İran’da sedatif, hipnotik ve antidiyabetik, Türkiye’de ise yanık, deri hastalıkları ve solunum sistemi bozuklukları için haricen ve dahilen kullanılmıştır [53, 69-74]. Hindistan’da ise demülsent, antispazmolitik ve tonik olarak değerlendirildiği bildirilmiştir [78-81]. YPSK–KS/KS analizinde *P. rhoeas*’ta tespit edilen noskapin, protopin, stylopin, roadin ve dihidroberberin gibi izokinolin alkaloidleri, türün halk arasında bildirilen sedatif, antitüssif ve antispazmolitik kullanımlarıyla farmakolojik açıdan kısmen örtüşmektedir. Noskapin, opioit reseptörlerinden bağımsız etki gösteren, merkezi sinir sistemi üzerinden antitüssif etki sağlayan bir benzilizokinolin alkaloidtir ve klinik düzeyde öksürük baskılayıcı olarak kullanılmaktadır [233]. Protopin alkaloidinin sedatif ve antiinflamatuvar etkileri bildirilmiştir [234]. Roadin’in ise özellikle hafif sedatif ve kas gevşetici özellikleriyle bilindiği, bu nedenle geleneksel olarak uyku ve sinirsel gerginliklerde kullanılan türlerde (ör. *P. rhoeas*, *P. dubium*) anlamlı olabileceği belirtilmiştir [235]. Deri hastalıkları, yanık tedavilerinde haricen kullanılan *P. rhoeas*’ın bu etkilerinin, bitkide tanımlanan kersetin ve kamferol türevli flavonoidlerin güçlü antioksidan, antimikrobiyal ve doku yenileyici aktiviteleri ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir [231]. Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, *P. rhoeas*’ın halk arasında antitüssif, sedatif ve yara iyileştirici olarak kullanılmasının kimyasal bileşimiyle uyumlu olduğu; ancak bu etkinin doz, ekstraksiyon koşulları ve bileşik yoğunlukları gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceği anlaşılmaktadır.

Dolayısıyla, *Rhoeadium* seksiyonuna ait taksonların halk hekimliğinde bildirilen terapötik etkileri, içerdiği alkaloid ve fenolik bileşiklerle doğrudan ilişkilidir. Bu sonuçlar, seksiyon türlerinin yalnızca kemotaksonomik olarak değil, aynı zamanda farmakognozik açıdan da yüksek potansiyele sahip doğal kaynaklar olduğunu göstermektedir [86].

Genel Değerlendirme

Papaver cinsi *Rhoeadium* seksiyonu taksonları morfolojik, anatomik, palinolojik, moleküler, biyolojik aktivite ve fitokimyasal içerik olarak ayrıntılı bir şekilde çalışılarak sonuçlar ortaya çıkarılmıştır. Bu sonuçlar daha sonra *Papaver* cinsi için yapılacak olan çalışmalara önemli bir alt yapı olacaktır.



KAYNAKÇA

- [1] Bruneton, J. (1995). Pharmacognosy: phytochemistry, medicinal plants Pharmacognosy: Phytochemistry, *Medicinal Plants (2nd ed.)* (s. 119). Lavoisier
- [2] Davis, P. (1975). Flora Of Turkey And The East Aegean Islands, (s. Edinburgh Univ.
- [3] Guyot, H. (1937). *Voyage botanique le bassin oriental de la Méditerranée*. Paris: Librairie des Sciences Naturelles.
- [4] Davis, P., Mill, R., Tan, K. (1988): Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 10. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- [5] Özhatay, N. (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, *Papaver sp.*, A. Güner, Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C. (Ed.), *Papaver* (s. Edinburgh University Press.
- [6] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. (2012). Türkiye bitkileri listesi. *Damarlı Bitkiler, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını*, 262
- [7] Tugay, O. (2022). Dünya ve Ülkemiz Tıbbi Bitkileri Üzerine. *Avicenna Bilim & Kültür*, 13, 56-57.
- [8] Zhang, M., Yang, J., Sun, Y., Kuang, H. (2024). Recent Advances in Alkaloids from Papaveraceae in China: Structural Characteristics and Pharmacological Effects. *Molecules*, 29 (16), 3778.
- [9] Yu, R., Wang, C., Song, L. (2004). Progress on the study of chemical constituents and pharmacological action for the plants of Papaveraceae. *Acad. J. Shanghai Univ. Tradit. Chin. Med*, 38, 59-61.
- [10] Labanca, F., Ovesna, J., Milella, L. (2018). Papaver somniferum L. taxonomy, uses and new insight in poppy alkaloid pathways. *Phytochemistry reviews*, 17 (4), 853-871.
- [11] Oh, J., Shin, Y., Ha, I.J., Lee, M.Y., Lee, S.-G., Kang, B.-C., Kyeong, D., Kim, D. (2018). Transcriptome profiling of two ornamental and medicinal Papaver herbs. *International journal of molecular sciences*, 19 (10), 3192.
- [12] Golmohammadzadeh, S., Zaefarian, F., Rezvani, M. (2020). Priming techniques, germination and seedling emergence in two Papaver species (P. rhoeas L. and P. dubium L., Papaveraceae). *Brazilian Journal of Botany*, 43 (3), 503-512.
- [13] Butnariu, M., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Pentea, M., Sarac, I., Küşümler, A.S., Özçelik, B., Painuli, S., Semwal, P., Imran, M. (2022). Papaver plants: current insights on phytochemical and nutritional composition along with biotechnological applications. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022 (1), 2041769.
- [14] Liu, X., Tian, Y., Yuan, C., Zhang, F., Yang, G. (2018). Opium poppy detection using deep learning. *Remote Sensing*, 10 (12), 1886.
- [15] Kocabaş, D.S., Köle, M., Yağcı, S. (2020). Development and optimization of hemicellulose extraction bioprocess from poppy (Papaver somniferum L.) stalks assisted by instant controlled pressure drop (DIC) pretreatment. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 29, 101793.
- [16] Hadipour, M., Kazemitabar, S.K., Yaghini, H., Dayani, S. (2020). Genetic diversity and species differentiation of medicinal plant Persian Poppy (Papaver bracteatum L.) using AFLP and ISSR markers. *Ecological Genetics and Genomics*, 16, 100058.
- [17] Torra, J., Recasens, J. (2008). Demography of corn poppy (Papaver rhoeas) in relation to emergence time and crop competition. *Weed Science*, 56 (6), 826-833.
- [18] Razaghi, P., Zafari, D. (2018). Characterization of fungi causing lesion blight on Papaver dubium in Iran. *Antonie van Leeuwenhoek*, 111 (3), 437-455.
- [19] Lack, H.W. (2019). The discovery and naming of Papaver orientale sl (Papaveraceae) with notes on its nomenclature and early cultivation. *Candollea*, 74 (1), 47-64.
- [20] Choudhari, A.S., Mandave, P.C., Deshpande, M., Ranjekar, P., Prakash, O. (2020). Phytochemicals in cancer treatment: From preclinical studies to clinical practice. *Frontiers in pharmacology*, 10, 1614.

- [21] Dang, T.T.T., Onoyovwi, A., Farrow, S.C., Facchini, P.J. (2012). Biochemical genomics for gene discovery in benzyloquinoline alkaloid biosynthesis in opium poppy and related species, *Methods in enzymology* (s. 231-266). Elsevier.
- [22] Murphy, P.B., Patel, P., Barrett, M.J. (2025). Morphine, *StatPearls [Internet]* (s. StatPearls Publishing).
- [23] Zare, N., Farjaminezhad, R., Asghari-Zakaria, R., Farjaminezhad, M. (2014). Enhanced thebaine production in *Papaver bracteatum* cell suspension culture by combination of elicitation and precursor feeding. *Natural Product Research*, 28 (10), 711-717.
- [24] EFSA (2025): Opium alkaloids in poppy seeds. <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/180516>. erişim tarihi: 08.09.2025.
- [25] Singh, M., Chaturvedi, N., Shasany, A., Shukla, A. (2011): Impact of promising genotypes of *Papaver somniferum* L. developed for beneficial uses. International Symposium on *Papaver* 1036. pp. 29-41.
- [26] Isbilir, S.S., Sagioglu, A. (2012). An assessment of in vitro antioxidant activities of different extracts from *Papaver rhoeas* L. leaves. *International Journal of Food Properties*, 15 (6), 1300-1308.
- [27] Nyman, U., Bruhn, J.G. (1979). *Papaver bracteatum*—a summary of current knowledge. *Planta medica*, 35 (02), 97-117.
- [28] Zhou, J., Cui, Y., Chen, X., Li, Y., Xu, Z., Duan, B., Li, Y., Song, J., Yao, H. (2018). Complete chloroplast genomes of *Papaver rhoeas* and *Papaver orientale*: molecular structures, comparative analysis, and phylogenetic analysis. *Molecules*, 23 (2), 437.
- [29] Cullen, J. (1965). *Flora Of Turkey And The East Aegean Islands*, P. Davis (Ed.), *Papaver* L. (s. Edinburgh University Press).
- [30] Kadereit, J.W. (1988). A revision of *Papaver* L. section *Rhoeadium* Spach. *Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh*, 45 (2), 225-286.
- [31] Christenhusz, M.J., Fay, M.F., Chase, M.W. (2020). *Plants of the world: an illustrated encyclopedia of vascular plants*. University of Chicago Press.
- [32] Tutin, T., Heywood, V., Burges, N., Moore, D., Valentine, D., Walters, S., Webb, D. (1964). *Flora Europaea* Cambridge. UK, 1980, 1-5.
- [33] Kadereit, J. (1993). *Papaveraceae, Flowering Plants· Dicotyledons: Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid Families* (s. 494-506). Springer.
- [34] WFO (2025): <https://wfoplantlist.org/taxon/wfo-7000000440-2025-06> erişim tarihi: 07.09.2025.
- [35] Boissier, E. (1867): *Flora orientalis*, vol. 1. Basileae [Basel]: apud H. Georg.
- [36] Cullen, J. (1980). *Papaveraceae*, C. C. Townsend, Guest, E. (Ed.), *Flora of Iraq* (s. 784-815). Baghdad: Ministry of Agriculture and Agrarian Reform:
- [37] Meikle, R.D. (1977). *Papaveraceae, Flora of Cyprus* (s. 74-79). Royal Botanic Garden, Kew.
- [38] Mowat, A., Walters, S. (1964). *Papaver*. Cambridge: Cambridge University Press: *Flora Europaea*.
- [39] Popov, M. (1937). *Papaveraceae*, V. L. Komarov (Ed.), *Flora S.S.S.R. VII* (s. 456-494). Mosqua: Leningrad.
- [40] Thiébaud, J. (1936). *Papaveraceae*. Flore Libano-Syrienne.
- [41] Kadereit, J.W. (1997). The genus *Papaver* L. in the Mediterranean area. *Lagascalia*, 19 (1), 83-92.
- [42] Cullen, J. (1966). *Papaveraceae*, K. H. Rechinger (Ed.), *Flora Iranica* (s. 1-27).
- [43] Özhatay, N. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* Edinburgh University Press.
- [44] Tugay, O. (2012). *Papaver*, A. Güner, Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (Ed.), *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)* (s. 665-668). İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.

- [45] Petri, G., Mihalik, E. (1998). Morphological-Anatomical Aspects, J. A. Bernâth (Ed.), *Poppy-The Genus Papaver* (s. 47-64). Horwood Academic Publishers.
- [46] Kidwai, P. (1972). Development of stomata in some Papaveraceae and Fumaria. *Annals of Botany*, 36 (5), 1011-1016.
- [47] Almousawi, U.M.N., Alwan, A.A. (2023): Pollen Grains Characters and Their Evolutionary Significance in the family Papaveraceae in Iraq and some Iranian species. 8th National Conference on Environment and Natural Resources.
- [48] Tavakkoli, Z., Assadi, M. (2013). Comparison of morphological and micromorphological studies in the genus Papaver sect. Oxytona (Papaveraceae) and interspecific hybrids. *The Iranian Journal of Botany*, 19 (2), 235-249.
- [49] Tavakkoli, Z., Assadi, M. (2016). Evaluation of seed and leaf epidermis characters in the taxonomy of some annual species of the genus Papaver (Papaveraceae). *Nordic Journal of Botany*, 34 (3), 302-321.
- [50] Carolan, J.C., Hook, I.L., Chase, M.W., Kadereit, J.W., Hodkinson, T.R. (2006). Phylogenetics of Papaver and related genera based on DNA sequences from ITS nuclear ribosomal DNA and plastid trnL intron and trnL-F intergenic spacers. *Annals of Botany*, 98 (1), 141-155.
- [51] Cheng, L., Lin, Z., Xin, C., Sun, H., Li, X. (2022). Molecular identification and phylogenetic analysis of Papaver based on ITS2 barcoding. *Journal of Forensic Sciences*, 67 (2), 712-719.
- [52] Peng, H.W., Xiang, K.L., Lian, L., Liu, B., Erst, A.S., Gao, T.G., Ortiz, R.D.C., Jabbour, F., Chen, Z.D., Wang, W. (2024). A revised tribal classification of Papaveraceae (poppy family) based on molecular and morphological data. *Taxon*, 73 (3), 762-783.
- [53] Naghibi, F., Esmaeili, S., Malekmohammadi, M., Hassanpour, A., Mosaddegh, M. (2014). Ethnobotanical survey of medicinal plants used traditionally in two villages of Hamedan, Iran.
- [54] Eslami Farouji, A., Khodayari, H. (2016). Ethnomedicinal plants of Farouj district, north khorasan province, Iran. *Journal of Medicinal Herbs*, 7 (1), 21-36.
- [55] Altundag, E., Ozturk, M. (2011): Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences: The 2nd International Geography Symposium GEOMED2010*. pp. 756-777.
- [56] Cakilcioglu, U., Sengun, M., Turkoglu, I. (2010). An ethnobotanical survey of medicinal plants of Yazikonak and Yurtbasi districts of Elazig province, Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (7), 567-572.
- [57] Akbulut, S., Bayramoglu, M.M. (2013). The trade and use of some medical and aromatic herbs in Turkey. *Studies on Ethno-Medicine*, 7 (2), 67-77.
- [58] Tuzlacı, E., İşbilen, D.A., Bulut, G. (2010). Turkish folk medicinal plants, VIII: Lalapaşa (Edirne). *Marmara Pharmaceutical Journal*, 14 (1), 47-52.
- [59] Baytop, T. (1999). *Türkiye'de bitkiler ile tedavi: geçmişte ve bugün*. Nobel Tıp Kitabevleri: Nobel Tıp Kitabevleri.
- [60] Guarrera, P., Savo, V. (2016). Wild food plants used in traditional vegetable mixtures in Italy. *Journal of ethnopharmacology*, 185, 202-234.
- [61] Varga, I., Moslavac, T., Flanjak, I., Iljkić, D., Pospíšil, M., Lončarić, Z., Antunović, M. (2024). White-Seeded Culinary Poppy (*Papaver somniferum* L.) Se Biofortification: Oil Quality, Fatty Acid Profile, and Seed Yield. *Plants*, 14 (1), 95.
- [62] Jafri, M., Siddiqui, A., Chaudhary, S. (2018). Traditional uses, phytochemistry and pharmacological activities of *Papaver somniferum* with special reference of Unani Medicine: an updated review. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 8
- [63] Zargari, A. (1990). Medicinal plants, vol. 4. *University of Tehran Pub., Tehran, Iran*,
- [64] Rätsch, C. (2005). The encyclopedia of psychoactive plants: Ethnopharmacology and its applications (J. Baker, Trans.). *Rochester, VT: Park Street Press. (Originally published Enzyklopädie der psychoaktiven Pflanzen. Aarau, Switzerland: AT Verlag, 1998)*,

- [65] Zohary, D., Hopf, M., Weiss, E. (2012). *Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin*. Oxford University Press.
- [66] Butnariu, M., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Pentea, M., Sarac, I., Küşümler, A.S., Özçelik, B., Painuli, S., Semwal, P., Imran, M. (2022). *Papaver* Plants: Current Insights on Phytochemical and Nutritional Composition Along with Biotechnological Applications. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022
- [67] Dogan, Y. (2012). Traditionally used wild edible greens in the Aegean Region of Turkey. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 81 (4)
- [68] Tetik, F., Civelek, S., Cakilcioglu, U. (2013). Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey). *Journal of ethnopharmacology*, 146 (1), 331-346.
- [69] González-Tejero, M., Casares-Porcel, M., Sánchez-Rojas, C., Ramiro-Gutiérrez, J., Molero-Mesa, J., Pieroni, A., Giusti, M., Censorii, E., De Pasquale, C., Della, A. (2008). Medicinal plants in the Mediterranean area: synthesis of the results of the project Rubia. *Journal of ethnopharmacology*, 116 (2), 341-357.
- [70] Mattalia, G., Quave, C.L., Pieroni, A. (2013). Traditional uses of wild food and medicinal plants among Brigasc, Kyé, and Provençal communities on the Western Italian Alps. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, 587-603.
- [71] Pieroni, A. (2000). Medicinal plants and food medicines in the folk traditions of the upper Lucca Province, Italy. *Journal of Ethnopharmacology*, 70 (3), 235-273.
- [72] Pieroni, A., Quave, C.L. (2005). Traditional pharmacopoeias and medicines among Albanians and Italians in southern Italy: a comparison. *Journal of Ethnopharmacology*, 101 (1-3), 258-270.
- [73] Scherrer, A.M., Motti, R., Weckerle, C.S. (2005). Traditional plant use in the areas of monte vesole and ascea, cilento national park (Campania, Southern Italy). *Journal of ethnopharmacology*, 97 (1), 129-143.
- [74] Vitalini, S., Tomè, F., Fico, G. (2009). Traditional uses of medicinal plants in Valvestino (Italy). *Journal of Ethnopharmacology*, 121 (1), 106-116.
- [75] Bahmani, M., Zargar, A., Rafieian-Kopaei, M., Saki, K. (2014). Ethnobotanical study of medicinal plants used in the management of diabetes mellitus in the Urmia, Northwest Iran. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 7, S348-S354.
- [76] Nadaf, M., Joharchi, M., Amiri, M.S. (2019). Ethnomedicinal uses of plants for the treatment of nervous disorders at the herbal markets of Bojnord, North Khorasan Province, Iran. *Avicenna journal of phytomedicine*, 9 (2), 153.
- [77] Yipel, M., Yipel, F.A., Tekeli, I.O., Güzel, Y. (2017). Ethnoveterinary uses of medicinal plants in Mediterranean district, Turkey. *Rev Chim*, 68 (2), 411-416.
- [78] Dar, P.A., Rashid, N., Parwez, A., Kalam, A. (2018). Ethnomedicinal practices of Kashmir valley: A. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7 (6), 278-284.
- [79] Goyal, M. (2017). Use of ethnomedicinal plants for prophylaxis and management of postpartum complications among the Marwari community of Jodhpur District of Rajasthan. *Food Quality and Safety*, 1 (3), 203-210.
- [80] Jadhav, D. (2006). Ethnomedicinal plants used by Bhil tribe of Bibdod, Madhya Pradesh. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 5 (2), 263-267.
- [81] Tayade, S., Patil, D. (2010). Ethnomedicinal applications of spices and condiments in Nandurbar District (Maharashtra). *Journal of Ecobiotechnology*, 2 (8)
- [82] Salehi, B., Vlasisavljevic, S., Adetunji, C.O., Adetunji, J.B., Kregiel, D., Antolak, H., Pawlikowska, E., Uprety, Y., Mileski, K.S., Devkota, H.P. (2019). Plants of the genus *Vitis*: Phenolic compounds, anticancer properties and clinical relevance. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 362-379.
- [83] Hao, D.-C., Gu, X.J., Xiao, P.G. (2015). *Medicinal plants: chemistry, biology and omics*. Woodhead Publishing.

- [84] Jablonická, V., Ziegler, J., Vatehová, Z., Lišková, D., Heilmann, I., Obložinský, M., Heilmann, M. (2018). Inhibition of phospholipases influences the metabolism of wound-induced benzyloisoquinoline alkaloids in *Papaver somniferum* L. *Journal of Plant Physiology*, 223, 1-8.
- [85] Choe, S., Kim, S., Lee, C., Yang, W., Park, Y., Choi, H., Chung, H., Lee, D., Hwang, B.Y. (2011). Species identification of *Papaver* by metabolite profiling. *Forensic science international*, 211 (1-3), 51-60.
- [86] Sariyar, G. (2002). Biodiversity in the alkaloids of Turkish *Papaver* species. *Pure and applied chemistry*, 74 (4), 557-574.
- [87] Bayazeid, O., Yalçın, F.N. (2021). Biological targets of 92 alkaloids isolated from *Papaver* genus: a perspective based on in silico predictions. *Medicinal Chemistry Research*, 30 (3), 574-585.
- [88] Frick, S., Kramell, R., Schmidt, J., Fist, A.J., Kutchan, T.M. (2005). Comparative qualitative and quantitative determination of alkaloids in narcotic and condiment *Papaver somniferum* cultivars. *Journal of natural products*, 68 (5), 666-673.
- [89] Gümüşçü, A., Arslan, N., Sarhan, E.O. (2008). Evaluation of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) lines by their morphine and other alkaloids contents. *European Food Research and Technology*, 226 (5), 1213-1220.
- [90] Carolan, J.C., Hook, I.L., Walsh, J., Hodgkinson, T.R. (2002). Using AFLP markers for species differentiation and assessment of genetic variability of in vitro-cultured *Papaver bracteatum* (section *Oxytona*). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 38 (3), 300-307.
- [91] Gürkök, T., Kaymak, E., Boztepe, G., Koyuncu, M., Parmaksiz, I. (2013). Molecular characterisation of the genus *Papaver* section *Oxytona* using ISSR markers. *Turkish Journal of Botany*, 37 (4), 644-650.
- [92] Qaderi, A., Omid, M., Pour-Aboughadareh, A., Pocai, P., Shaghghi, J., Mehrafarin, A., Nohooji, M.G., Etminan, A. (2019). Molecular diversity and phytochemical variability in the Iranian poppy (*Papaver bracteatum* Lindl.): A baseline for conservation and utilization in future breeding programmes. *Industrial crops and products*, 130, 237-247.
- [93] Kalav, Y., Sariyar, G. (1989). Alkaloids from Turkish *Papaver rhoeas*. *Planta medica*, 55 (05), 488-488.
- [94] Rey, J.-P., Levesque, J., Pousset, J.-L., Roblot, F. (1992). Analytical studies of isorhoeadine and rhoeagenine in petal extracts of *Papaver rhoeas* L. using high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 596 (2), 276-280.
- [95] Bayazeid, O., Eylem, C.C., Reçber, T., Yalçın, F.N., Kır, S., Nemutlu, E. (2018). An LC-ESI-MS/MS method for the simultaneous determination of pronuciferine and roemerine in some *Papaver* species. *Journal of Chromatography B*, 1096, 223-227.
- [96] Çoban, İ., Toplan, G.G., Özbek, B., Güner, Ç.U., Sariyar, G. (2017). Variation of alkaloid contents and antimicrobial activities of *Papaver rhoeas* L. growing in Turkey and northern Cyprus. *Pharmaceutical biology*, 55 (1), 1894-1898.
- [97] Bayazeid, O. (2017): Phytochemical And Pharmacological Studies On Some *Papaver* Species In Turkey. Hacettepe University.
- [98] Ünsal, Ç., Sariyar, G., Akarsu, B.G., Çevikbaş, A. (2007). Antimicrobial Activity and Phytochemical Studies on Turkish Samples of *Papaver macrostomum*. *Pharmaceutical biology*, 45 (8), 626-630.
- [99] Mat, A., Sariyar, G., Ünsal, Ç., Deliorman, A., Atay, M., Özhatay, N. (2000). Alkaloids and bioactivity of *Papaver dubium* subsp. *dubium* and *P. dubium* subsp. *laevigatum*. *Natural Product Letters*, 14 (3), 205-210.
- [100] Istatkova, R., Nikolaeva-Glomb, L., Galabov, A., Yadamsuren, G.-O., Samdan, J., Dangaa, S., Philipov, S. (2012). Chemical and antiviral study on alkaloids from *Papaver pseudocanescens* M. Pop. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 67 (1-2), 22-28.
- [101] Hakim, S.A., Mijović, V., Walker, J. (1961). Distribution of certain poppy-fumaria alkaloids and a possible link with the incidence of glaucoma. *Nature*, 189 (4760), 198-201.

- [102] Tittarelli, R., Gismondi, A., Di Marco, G., Mineo, F., Vernich, F., Russo, C., Marsella, L.T., Canini, A. (2022). Forensic application of genetic and toxicological analyses for the identification and characterization of the opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Biology*, 11 (5), 672.
- [103] Jabbar, A.A., Abdullah, F.O., Abdulrahman, K.K., Galali, Y., Sardar, A. (2022). *Papaver decaisnei*: GC-MS alkaloids profiling, in vitro antioxidant, and anticancer activity. *Research Square*, 1-18.
- [104] Serbetçi, T., Sarıyar, G., Michel, S., Ozhatay, N., Tillequin, F. (2009). Isolation and chemistry of the alkaloids from *Papaver arachnoideum* Kadereit. *Biochemical Systematics and Ecology*, 37, 501-503.
- [105] Israilov, I., Manushakyan, M., Mnatsakanyan, V., Yunusov, M. (1984). Alkaloids of *Papaver arenarium*. *Chemistry of Natural Compounds*, 20 (1), 71-73.
- [106] Ünsal, Ç., Eroğlu, E., Şerbetçi, T., Mat, A., Sarıyar, G. (2008). Alkaloids of *Papaver clavatum* and *P. stylatum*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36 (5-6), 497-499.
- [107] Slavík, J., Slavíková, L. (1976). On alkaloids from *Papaver syriacum* Boiss. et Blanche. *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*, 41 (1), 290-294.
- [108] El-Masry, S., El-Ghazooly, M., Omar, A., Khafagy, S., Phillipson, J. (1981). Alkaloids from Egyptian *Papaver rhoeas*. *Planta medica*, 41 (01), 61-64.
- [109] Hijazi, M.A., Aboul-Ela, M., Bouhadir, K.H., Fatfat, M., Khalife, H.K., Ellakany, A., Gali-Muhtasib, H.U. (2017). Cytotoxic activity of alkaloids from *Papaver rhoeas* growing in Lebanon. *Records of Natural Products*, 11, 211-216.
- [110] Němečková, A., Šantavý, F., Walterova, D. (1970). Alkaloids of the Papaveraceae. LII. Alkaloids from some plant species of the section Orthorhoeades. *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*, 35 (6), 1733-1744.
- [111] Pfeifer, S. (1965). The occurrence of glaudine in opium and *Papaver rhoeas*.
- [112] Pfeifer, S., Banerjee, S. (1964). On Red-Staining Alkaloids Of The Genus *Papaver*. *Die Pharmazie*, 19, 286-289.
- [113] Pfeifer, S., Hanus, V. (1965). On the alkaloids from *Papaver rhoeas* L. *Die Pharmazie*, 20 (6), 394.
- [114] Grauso, L., Emrick, S., Bonanomi, G., Lanzotti, V. (2019). Metabolomics of the alimurgic plants *Taraxacum officinale*, *Papaver rhoeas* and *Urtica dioica* by combined NMR and GC-MS analysis. *Phytochemical Analysis*, 30 (5), 535-546.
- [115] Kostic, D.A., Mitic, S.S., Mitic, M.N., Zarubica, A.R., Velickovic, J.M., Dordevic, A.S., Randelovic, S.S. (2010). Phenolic contents, antioxidant and antimicrobial activity of *Papaver rhoeas* L. extracts from Southeast Serbia. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (17), 1727-1732.
- [116] Soulimani, R., Younos, C., Jarmouni-Idrissi, S., Bousta, D., Khalouki, F., Laila, A. (2001). Behavioral and pharmaco-toxicological study of *Papaver rhoeas* L. in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 74 (3), 265-274.
- [117] Hanelt, P. (1970). Die Typisierung von *Papaver nudicaule* L. und die Einordnung von *P. nudicaule* hort. non L. *Die Kulturpflanze*, 18 (1), 73-88.
- [118] Dudek, B., Warskulat, A.-C., Schneider, B. (2016). The occurrence of flavonoids and related compounds in flower sections of *Papaver nudicaule*. *Plants*, 5 (2), 28.
- [119] Tatsis, E.C., Böhm, H., Schneider, B. (2013). Occurrence of nudicaulin structural variants in flowers of papaveraceous species. *Phytochemistry*, 92, 105-112.
- [120] Schliemann, W., Schneider, B., Wray, V., Schmidt, J., Nimtz, M., Porzel, A., Böhm, H. (2006). Flavonols and an indole alkaloid skeleton bearing identical acylated glycosidic groups from yellow petals of *Papaver nudicaule*. *Phytochemistry*, 67 (2), 191-201.
- [121] Nazari, N., Sharifnia, F., Salimpour, F., Mehrnia, M., Graan, A., Zarafshar, M. (2025). Phytochemical Richness, Antioxidant Activity, and Molecular Diversity in *Papaver* Species from Iran's Western and Central Regions. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1635867.
- [122] Dogan, G., Bağcı, E. (2014). Essential Oil Composition of *Papaver rhoeas* L. Corn poppy *Papaveraceae* from Turkey. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 42 (4), 545-549.

- [123] Johnston, I.N., Westbrook, R.F. (2005). Inhibition of morphine analgesia by LPS: role of opioid and NMDA receptors and spinal glia. *Behavioural brain research*, 156 (1), 75-83.
- [124] Cavalloro, V., Robustelli della Cuna, F.S., Malovini, A., Villa, C., Sottani, C., Balestra, M., Bracco, F., Martino, E., Collina, S. (2024). Essential Oils from *Papaver rhoeas* and Their Metabolomic Profiling. *Metabolites*, 14 (12), 664.
- [125] Dilek, M., Gültepe, A., Öztaşan, N. (2018). Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çiçeğinin uçucu yağ içeriğinin belirlenmesi ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (3), 786-795.
- [126] Krist, S., Stuebiger, G., Unterweger, H., Bandion, F., Buchbauer, G. (2005). Analysis of volatile compounds and triglycerides of seed oils extracted from different poppy varieties (*Papaver somniferum* L.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 53 (21), 8310-8316.
- [127] Muhammad Ibrar, M.I., Maryam Ehsan, M.E., Barkatullah, B., Marwat, K., Mubarak, S. (2015). Cytotoxic and analgesic potentials of *Papaver pavoninum* Fisch & Mey.
- [128] Hijazi, M.A., Aboul-Ela, M., Bouhadir, K., Fatfat, M., Gali-Muhtasib, H., Ellakany, A. (2018). Alkaloids of *Papaver libanoticum* and their cytotoxic activity. *Records of Natural Products*, 12 (6), 611-618.
- [129] Shams, J., Sahraei, H., Faghih, M.Z., Salimi, S.H., Fatemi, S.M., Pour, M.A., Ghoshouni, H., Kamalinezhad, M. (2008). Effects of *Papaver rhoeas* extract on the tolerance development to analgesic effects of morphine in mice. 7, 141-147.
- [130] Bayazeid, O., Bedir, E., Yalcin, F.N. (2019). Ligand-based virtual screening and molecular docking of two cytotoxic compounds isolated from *Papaver lacerum*. *Phytochemistry Letters*, 30, 26-30.
- [131] Demirgan, R., Karagöz, A., Pekmez, M., Önay-Uçar, E., Artun, F.T., Gürer, Ç., Mat, A. (2016). In vitro anticancer activity and cytotoxicity of some papaver alkaloids on cancer and normal cell lines. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 13 (3), 22-26.
- [132] Dudek, B., Schnurrer, F., Dahse, H.-M., Paetz, C., Warskulat, A.-C., Weigel, C., Voigt, K., Schneider, B. (2018). Formation of nudicaulins in vivo and in vitro and the biomimetic synthesis and bioactivity of O-methylated nudicaulin derivatives. *Molecules*, 23 (12), 3357.
- [133] Hasplova, K., Hudecova, A., Miadokova, E., Magdoleno-Va, Z., Galova, E., Vaculikova, L., Gregan, F., Dusinska, M. (2011). Biological activity of plant extract isolated from *Papaver rhoeas* on human lymphoblastoid cell line. *Neoplasma*, 58 (5), 386.
- [134] Hijazi, M.A., El-Mallah, A., Aboul-Ela, M., Ellakany, A. (2017). Evaluation of analgesic activity of *Papaver libanoticum* extract in mice: involvement of opioids receptors. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017 (1), 8935085.
- [135] Güler, D.A., Aydın, A., Koyuncu, M., Parmaksız, İ. (2016). Anticancer activity of papaver somniferum. *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, 3 (3), 349-366.
- [136] Ennamany, R., Leconte, N., Leclerc, J., Jabès, A., Rezvani, H.-R., Rambert, J., Ezzedine, K., Djavad Mossalay, M. (2013). Sublethal UVB induces DNA lesions and pro-apoptotic gene transcription in human keratinocytes: attenuation by a mixture of plant extracts. *Journal of Preventive Medicine*, 1, 4-10.
- [137] Khalighi-Sigaroodi, F., Ahvazi, M., Hadjiakhoondi, A., Taghizadeh, M., Yazdani, D., Khalighi-Sigaroodi, S., Bidel, S. (2012). Cytotoxicity and antioxidant activity of 23 plant species of Leguminosae family. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 11 (1), 295.
- [138] Middleton, P., Stewart, F., AL qahtani, S., Egan, P., OROURKE, C., Abdulrahman, A., Byres, M., Middleton, M., Kumarasamy, Y., Shoeb, M. (2005). Antioxidant, antibacterial activities and general toxicity of *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior* and *Papaver rhoeas*. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 4, 101-103.
- [139] Debono, A., Capuano, B., Scammells, P.J. (2015). Progress toward the development of noscapine and derivatives as anticancer agents. *Journal of medicinal chemistry*, 58 (15), 5699-5727.
- [140] Kumaravel, S., Alagusundaram, K. (2014). Antimicrobial activity and phytochemical analysis of selected Indian spices. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 8 (5), 4131-4136.

- [141] Dawar, S., Abbas, S., Tariq, M., Zaki, M. (2008). In vitro fungicidal activity of spices against root infecting fungi. *Pakistan Journal of Botany*, 40 (1), 433.
- [142] Muhammad, W., Khan, M.A., Nazir, M., Siddiquah, A., Mushtaq, S., Hashmi, S.S., Abbasi, B.H. (2019). Papaver somniferum L. mediated novel bioinspired lead oxide (PbO) and iron oxide (Fe₂O₃) nanoparticles: In-vitro biological applications, biocompatibility and their potential towards HepG2 cell line. *Materials Science and Engineering: C*, 103, 109740.
- [143] Ünsal, Ç., Özbek, B., Sarıyar, G., Mat, A. (2009). Antimicrobial activity of four annual Papaver species growing in Turkey. *Pharmaceutical biology*, 47 (1), 4-6.
- [144] Lee, I.-K., Hwang, B.S., Kim, D.-W., Kim, J.-Y., Woo, E.-E., Lee, Y.-J., Choi, H.J., Yun, B.-S. (2016). Characterization of neuraminidase inhibitors in Korean Papaver rhoeas bee pollen contributing to anti-influenza activities in vitro. *Planta medica*, 82 (06), 524-529.
- [145] Hmamou, A., Eloutassi, N., Alshawwa, S.Z., Al Kamaly, O., Kara, M., Bendaoud, A., El-Assri, E.-M., Tlemcani, S., El Khomsi, M., Lahkimi, A. (2022). Total phenolic content and antioxidant and antimicrobial activities of Papaver rhoeas L. organ extracts growing in Taounate region, Morocco. *Molecules*, 27 (3), 854.
- [146] Marsoul, A., Ijjaali, M., Oumous, I., Bennani, B., Boukir, A. (2020). Determination of polyphenol contents in Papaver rhoeas L. flowers extracts (soxhlet, maceration), antioxidant and antibacterial evaluation. *Materials Today: Proceedings*, 31, S183-S189.
- [147] Jafaar, H.J., Isbilen, O., Volkan, E., Sاریyar, G. (2021). Alkaloid profiling and antimicrobial activities of Papaver glaucum and P. decaisnei. *BMC Research Notes*, 14 (1), 348.
- [148] Dulger, B., Gonuz, A. (2004). Antimicrobial activity of some Turkish medicinal plants. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7 (9), 1559-1562.
- [149] Zhang, Y., Sun, G., Hou, Z., Yan, B., Zhang, J. (2017). Evaluation of the quality consistency of powdered poppy capsule extractive by an averagely linear-quantified fingerprint method in combination with antioxidant activities and two compounds analyses. *Journal of Separation Science*, 40 (23), 4511-4520.
- [150] Baros, S., Karsayová, M., Jomová, K., Gáspár, A., Valko, M. (2012). Free radical scavenging capacity of Papaver somniferum L. and determination of pharmacologically active alkaloids using capillary electrophoresis. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1, 725.
- [151] Kazazic, M., Djapo, M., Ademovic, E. (2016). Antioxidant activity of water extracts of some medicinal plants from Herzegovina region. *Int. J. Pure App. Biosci*, 4 (2), 85-90.
- [152] Todorova, T., Pesheva, M., Gregan, F., Chankova, S. (2015). Antioxidant, antimutagenic, and anticarcinogenic effects of Papaver rhoeas L. extract on *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of medicinal food*, 18 (4), 460-467.
- [153] Montefusco, A., Semitaio, G., Marrese, P.P., Iurlaro, A., De Caroli, M., Piro, G., Dalessandro, G., Lenucci, M.S. (2015). Antioxidants in varieties of chicory (*Cichorium intybus* L.) and wild poppy (*Papaver rhoeas* L.) of Southern Italy. *Journal of Chemistry*, 2015 (1), 923142.
- [154] Shaghghi, A., Nejad Ebrahimi, S., Sonboli, A. (2019). Study of total phenolic, total flavonoid content and antioxidant potential in various organs of genus Papaver and Glaucium collected from Iran. *Journal of Plant Production Research*, 26 (2), 195-214.
- [155] Krošlák, E., Maliar, T., Nemeček, P., Viskupičová, J., Maliarová, M., Havrlentová, M., Kraic, J. (2017). Antioxidant and proteinase inhibitory activities of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) genotypes. *Chemistry & biodiversity*, 14 (9), e1700176.
- [156] Souri, E., Amin, G.R., Dehmoubed, S.A., Nazifi, A., Farsam, H. (2004). Antioxidative activity of sixty plants from Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 3, 55-59.
- [157] Koga, K., Shibata, H., Yoshino, K., Nomoto, K. (2006). Effects of 50% ethanol extract from rosemary (*Rosmarinus officinalis*) on α -glucosidase inhibitory activity and the elevation of plasma glucose level in rats, and its active compound. *Journal of food science*, 71 (7), S507-S512.

- [158] Baharvand-Ahmadi, B., Bahmani, M., Tajeddini, P., Naghdi, N., Rafieian-Kopaei, M. (2015). An ethno-medicinal study of medicinal plants used for the treatment of diabetes. *Journal of nephropathology*, 5 (1), 44.
- [159] Dalar, A. (2018). Plant taxa used in the treatment of diabetes in Van Province, Turkey. *International Journal of Secondary Metabolite*, 5 (3), 171-185.
- [160] Mrabti, H.N., Jaradat, N., Kachmar, M.R., Ed-Dra, A., Ouahbi, A., Cherrah, Y., Faouzi, M.E.A. (2019). Integrative herbal treatments of diabetes in Beni Mellal region of Morocco. *Journal of integrative medicine*, 17 (2), 93-99.
- [161] Sarıkaya, S. (2010). Medicinal plants used for the treatment of diabetes in Turkey. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 39 (4), 317-342.
- [162] Ahmed, H.A.M., Ahmed, S.M., El Gawish, E., Alanwar, A.M., Ibrahim, M. (2016). Effects of opium addiction on some biochemical parameters in diabetic rats. *International journal of biochemistry research & review*, 10 (3), 1.
- [163] Sadeghian, S., Boroumand, M.A., Sotoudeh-Anvari, M., Rabbani, S., Sheikhfathollahi, M., Abbasi, A. (2009). Effect of opium on glucose metabolism and lipid profiles in rats with streptozotocin-induced diabetes. *Endokrynologia polska*, 60 (4), 258-262.
- [164] Oh, J.-H., Yun, M., Park, D., Ha, I.J., Kim, C.-K., Kim, D.-W., Kim, E.-O., Lee, S.-G. (2019). Papaver nudicaule (Iceland poppy) alleviates lipopolysaccharide-induced inflammation through inactivating NF- κ B and STAT3. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19 (1), 90.
- [165] Mubarak, S.S., Ibrar, M., Ehsan, M., Ali, N. (2011). Allelopathic potential of Papaver pavoninum against two cultivars of wheat Fisch and CA Mey. *J. Bio. Environ. Sci*, 1 (5), 39-48.
- [166] Hmamou, A., El-Assri, E.-M., El Khomsi, M., Kara, M., Alshawwa, S.Z., Al Kamaly, O., Eloutassi, N., Lahkimi, A. (2023). Papaver rhoeas L. stem and flower extracts: Anti-struvite, anti-inflammatory, analgesic, and antidepressant activities. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 31 (8), 101686.
- [167] Golkar-Narenji, A., Eimani, H., Samadi, F., Hasani, S., Shahverdi, A.-H., Eftekhari-Yazdi, P., Kamalinejad, M. (2010). Effect of Papaver rhoeas extract on in vitro maturation and developmental competence of immature mouse oocytes. *Reproductive medicine and biology*, 9 (4), 211-215.
- [168] Rajabi-Toustani, R., Motamedi-Mojdehi, R., Mehr, M.R.-A., Motamedi-Mojdehi, R. (2013). Effect of Papaver rhoeas L. extract on in vitro maturation of sheep oocytes. *Small Ruminant Research*, 114 (1), 146-151.
- [169] Mbemba G. T., V.L.A., Canafistula F. G., Pessoa O. D. L., Rodrigues A. P. R. . (2017). Relatos sobre a contribuição in vivo in vitro de plantas medicinais na melhora da função reprodutiva feminina. *Reprodução & Climatério*, 32 (2), 109-119.
- [170] Beck, A.T., Alford, B.A. (2009). *Depression: Causes and treatment*. University of Pennsylvania Press.
- [171] Ranjbaran, M., Mirzaei, P., Lotfi, F., Behzadi, S., Sahraei, H. (2013). Reduction of metabolic signs of acute stress in male mice by Papaver rhoas hydro-alcoholic extract. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 16 (19), 1016-1021.
- [172] Mirzaei, P., Kashani, F.L., Behzadi, S., Sahraie, H. (2013). The effect of Papaver rhoeas distillate on learning, memory, corticosterone and anorexia in little laboratory mice under inescapable tension.
- [173] Osanloo, N., Najafi-Abedi, A., Jafari, F., Javid, F., Pirpiran, M., Jafari, M.-R.M., Khosravi, S.A.M., Behzadi, M.R., Ranjbaran, M., Sahraei, H. (2016). Papaver rhoeas L. hydroalcoholic extract exacerbates forced swimming test-induced depression in mice. *Basic and clinical neuroscience*, 7 (3), 195.
- [174] Metcalfe, C.R., Chalk, L. (1950). *Anatomy of Dicotyledon*. . Clarendon Press, Oxford.
- [175] Johansen, D. (1940). Plant micro technique, 1st Edn MC Graw Hill Co. Inc New York & London. *Nature*, 147, 222-232.
- [176] Wodehouse, R.P. (1935). *Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine*.

- [177] Erdtman, G. (1952). On pollen and spore terminology. *Journal of Palaeosciences*, 1, 169-176.
- [178] Punt, W., Hoen, P., Blackmore, S., Nilsson, S., Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of palaeobotany and palynology*, 143 (1-2), 1-81.
- [179] Barthlott, W. (1981). Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *nordic Journal of Botany*, 1 (3), 345-355.
- [180] Simpson, M.G. (2019). *Plant systematics*. Academic press.
- [181] Almousawi, U.M.N., Alwan, A.A., Naghavi, M.R. (2018). Molecular study in some species of family Papaveracea and Fumariaceae in Iraq and Iran by used matK gene and ITS4/5. *Journal of Biology Agriculture and Health*, 8 (16), 88-98.
- [182] Hosokawa, K., Shibata, T., Nakamura, I., Hishida, A. (2004). Discrimination among species of Papaver based on the plastid rpl16 gene and the rpl16-rpl14 spacer sequence. *Forensic science international*, 139 (2-3), 195-199.
- [183] Lee, E.J., Hwang, I.K., Kim, N.Y., Lee, K.L., Han, M.S., Lee, Y.H., Kim, M.Y., Yang, M.S. (2010). An assessment of the utility of universal and specific genetic markers for opium poppy identification. *Journal of forensic sciences*, 55 (5), 1202-1208.
- [184] White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR protocols: a guide to methods and applications*, 18 (1), 315-322.
- [185] Cuénoud, P., Savolainen, V., Chatrou, L.W., Powell, M., Grayer, R.J., Chase, M.W. (2002). Molecular phylogenetics of Caryophyllales based on nuclear 18S rDNA and plastid rbcL, atpB, and matK DNA sequences. *American Journal of Botany*, 89 (1), 132-144.
- [186] Sang, T., Crawford, D.J., Stuessy, T.F. (1997). Chloroplast DNA phylogeny, reticulate evolution, and biogeography of Paeonia (Paeoniaceae). *American journal of Botany*, 84 (8), 1120-1136.
- [187] Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G., Bouvet, J. (1991). Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant molecular biology*, 17 (5), 1105-1109.
- [188] Kameya, N., Kato, Y., Yamanaka, S.-i., Jomori, H., Sato, Y. (1997). A proposal for identifying the short ID sequence which addresses the plastid subtype of higher plants. *Japanese Journal of Breeding*, 47 (4), 385-388.
- [189] Kearse, M., Moir, R., Wilson, A., Stones-Havas, S., Cheung, M., Sturrock, S., Buxton, S., Cooper, A., Markowitz, S., Duran, C. (2012). Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics*, 28 (12), 1647-1649.
- [190] Maddison, W.P., Maddison, D. R. (2019): Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.61. Mesquite. <http://www.mesquiteproject.org> / Son Erişim Tarihi: 01 Kasım 2025.
- [191] Stamatakis, A. (2014). RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. *Bioinformatics*, 30 (9), 1312-1313.
- [192] Ronquist, F., Huelsenbeck, J.P. (2003). MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19 (12), 1572-1574.
- [193] Baser, K., Demirci, B., Demirci, F., Kirimer, N., Hedge, I. (2001). Microdistillation as a useful tool for the analysis of minute amounts of aromatic plant materials. *Chemistry of Natural Compounds*, 37 (4), 336-338.
- [194] Barros, L., Baptista, P., Ferreira, I.C. (2007). Effect of *Lactarius piperatus* fruiting body maturity stage on antioxidant activity measured by several biochemical assays. *Food and chemical Toxicology*, 45 (9), 1731-1737.
- [195] Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T., Okuda, T. (1988). Two new flavonoids and other constituents in licorice root: their relative astringency and radical scavenging effects. *Chemical and pharmaceutical bulletin*, 36 (6), 2090-2097.
- [196] Clarke, G., Ting, K.N., Wiart, C., Fry, J. (2013). High correlation of 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging, ferric reducing activity potential and total phenolics content indicates

- redundancy in use of all three assays to screen for antioxidant activity of extracts of plants from the Malaysian rainforest. *Antioxidants*, 2 (1), 1-10.
- [197] Cockerill, F.R. (2012). Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically: approved standard. (*No Title*),
- [198] Pa, W. (2002). Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeasts, approved standard. *CLSI document M27-A2*,
- [199] Chung, L.Y., Soo, W.K., Chan, K.Y., Mustafa, M.R., Goh, S.H., Imiyabir, Z. (2009). Lipoxygenase inhibiting activity of some Malaysian plants. *Pharmaceutical Biology*, 47 (12), 1142-1148.
- [200] Hochmuth, D.H., Sparkman, O.D. (2007). MassFinder 3. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 18 (6), 1137-1144.
- [201] McLafferty, F.W., Stauffer, D.B., Stenhagen, E., Heller, S.R. (1989). The Wiley/NBS registry of mass spectral data. (*No Title*),
- [202] Kukula-Koch, W. (2017). The elevation of LC-ESI-Q-TOF-MS response in the analysis of isoquinoline alkaloids from some Papaveraceae and Berberidaceae representatives. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2017 (1), 8384107.
- [203] Pascale, R., Acquavia, M.A., Cataldi, T.R., Onzo, A., Coviello, D., Bufo, S.A., Scrano, L., Ciriello, R., Guerrieri, A., Bianco, G. (2020). Profiling of quercetin glycosides and acyl glycosides in sun-dried peperoni di Senise peppers (*Capsicum annuum* L.) by a combination of LC-ESI (-)-MS/MS and polarity prediction in reversed-phase separations. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 412 (12), 3005-3015.
- [204] Dudek, B., Schneider, B., Hilger, H.H., Stavenga, D.G., Martínez-Harms, J. (2020). Highly different flavonol content explains geographic variations in the UV reflecting properties of flowers of the corn poppy, *Papaver rhoeas* (Papaveraceae). *Phytochemistry*, 178, 112457.
- [205] Wojakowska, A., Perkowski, J., Góral, T., Stobiecki, M. (2013). Structural characterization of flavonoid glycosides from leaves of wheat (*Triticum aestivum* L.) using LC/MS/MS profiling of the target compounds. *Journal of Mass Spectrometry*, 48 (3), 329-339.
- [206] Tanaka, S., Trakooncharoenvit, A., Nishikawa, M., Ikushiro, S., Hara, H. (2019). Comprehensive analyses of quercetin conjugates by LC/MS/MS revealed that isorhamnetin-7-O-glucuronide-4'-O-sulfate is a major metabolite in plasma of rats fed with quercetin glucosides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67 (15), 4240-4249.
- [207] Schieber, A., Keller, P., Streker, P., Klaiber, I., Carle, R. (2002). Detection of isorhamnetin glycosides in extracts of apples (*Malus domestica* cv.“Brettacher”) by HPLC-PDA and HPLC-APCI-MS/MS. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 13 (2), 87-94.
- [208] Ibrahim, L.F., Elkhateeb, A., Marzouk, M.M., Hussein, S.R., Abdel-Hameed, E.-S.S., Kassem, M. (2016). Flavonoid investigation, LC–ESIMS profile and cytotoxic activity of *Raphanus raphanistrum* L.(Brassicaceae). *J. Chem. Pharm. Res*, 8 (7), 786-793.
- [209] Nasir, E., Ali, S.I. (1980). *Flora of Pakistan (Fasicules of Flora of West Pakistan)*. NARC, Islamabad.
- [210] Kadereit, J. (1986). A revision of *Papaver* L. sect. *Papaver* (Papaveraceae).
- [211] Boissier, E. (1849). *Diagnoses Plantarum Orientalium Novarum*.
- [212] Stapf, O. (1886). *Papaver guerlekense*. *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 21 (2), 359–360.
- [213] Lamotte. (1851). *Papaver lecoqii*. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, 3 (23), 429.
- [214] Demir, U. (2012): Bazı papaver L. türleri üzerinde anatomik bir çalışma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- [215] Al-Mousawi, U.M.N., Al-Waheeb, A.N., Al-Saadi, S.A.M. (2019). Anatomical study of some species belonging to the Papaveraceae family in North of Iraq. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum (P-ISSN: 1017-8678, E-ISSN: 2311-9799)*, 15 (4), 363-379.

- [216] Rahmatpour, N., Attar, F., Zamani, A., Najafi, A.A. (2010). Comparative anatomy in some species of Papaver L.(Papaveraceae) in Iran as taxonomical implication.
- [217] Bercu, R. (2012). Histoanatomical aspects of the vegetative organs of Papaver rhoeas L. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 17 (2)
- [218] Christodoulakis, N.S., Tsiarta, M., Fasseas, C. (2013). Leaf structure and histochemical investigation in Papaver rhoeas L.(Corn Poppy, Field Poppy). *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 19 (2), 119-131.
- [219] Erdtman, G. (1954). Pollen morphology and plant taxonomy. *Bot. Not*, 107, 65-81.
- [220] Rachele, L.D. (1974). Pollen morphology of the Papaveraceae of the northeastern United States and Canada. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 152-159.
- [221] Fritsch, R. (1979). Zur Samenmorphologie Des Kulturmohns (*Papaver somniferum* L.).
- [222] Mihalik, E., Medvegy, A., Nagy, E., Bernáth, J. (1995): Micromorphological characters of seedcoat and seed dimensions in some *Papaver* species. Proceedings of 5th Multinational Congress on Electron Microscopy. pp. 191-192.
- [223] Röder, I. (1958). Anatomische und fluoreszenzoptische Untersuchungen an Samen von Papaveraceen. *Österreichische botanische Zeitschrift*, 104, 370-381.
- [224] Swarbrick, J., Raymond, J. (1970). The identification of the seeds of the British Papaveraceae. *Annals of Botany*, 34 (5), 1115-1122.
- [225] Holková, I., Bezáková, L., Bilka, F., Balažová, A., Vanko, M., Blanáriková, V. (2010). Involvement of lipoxygenase in elicitor-stimulated sanguinarine accumulation in *Papaver somniferum* suspension cultures. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48 (10-11), 887-892.
- [226] Holkova, I., Bilka, F., Rauova, D., Bezakova, L. (2016). Purification and properties of lipoxygenase from opium poppy seedlings (*Papaver somniferum* L.). *Turkish Journal of Biology*, 40 (4), 772-780.
- [227] Holková, I., Rauová, D., Mergová, M., Bezáková, L., Mikuš, P. (2019). Purification and product characterization of lipoxygenase from opium poppy cultures (*Papaver somniferum* L.). *Molecules*, 24 (23), 4268.
- [228] Sadik, C.D., Sies, H., Schewe, T. (2003). Inhibition of 15-lipoxygenases by flavonoids: structure–activity relations and mode of action. *Biochemical pharmacology*, 65 (5), 773-781.
- [229] Kumar, A., Chopra, K., Mukherjee, M., Pottabathini, R., Dhull, D.K. (2015). Current knowledge and pharmacological profile of berberine: an update. *European journal of pharmacology*, 761, 288-297.
- [230] Şener, B., Temizer, H. (1990). Protoberberin Türevi Alkaloitler. *Farmasötik Bilimler Ankara Derneği* 15, 209-222.
- [231] Middleton Jr, E., Kandaswami, C., Theoharides, T.C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological reviews*, 52 (4), 673-751.
- [232] Nabavi, S.M., Šamec, D., Tomczyk, M., Milella, L., Russo, D., Habtemariam, S., Suntar, I., Rastrelli, L., Daglia, M., Xiao, J. (2020). Flavonoid biosynthetic pathways in plants: Versatile targets for metabolic engineering. *Biotechnology advances*, 38, 107316.
- [233] Rida, P.C., LiVecche, D., Ogden, A., Zhou, J., Aneja, R. (2015). The noscapine chronicle: a pharmaco-historic biography of the opiate alkaloid family and its clinical applications. *Medicinal research reviews*, 35 (5), 1072-1096.
- [234] Huang, W., Kong, L., Cao, Y., Yan, L. (2021). Identification and quantification, metabolism and pharmacokinetics, pharmacological activities, and botanical preparations of protopine: A review. *Molecules*, 27 (1), 215.
- [235] Ghoshooni, H., Sahraei, H. (2014). Pharmacological Properties of *Papaver rhoeas* L. *Annual Research & Review in Biology*, 4 (24), 4445-4449.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Arş. Gör. Dr. Esengül ÖZKAYMAKOĞLU

Yabancı Dil: İngilizce

Doğum Yeri / Yılı:

E-Posta:

ORCID Numarası:

Eğitim Bilgileri:

2011, Selçuk Üniversitesi/Fen Fakültesi/Biyoloji Bölümü/Biyoloji

2015, Selçuk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Biyoloji (YL) (Tezli)

2019, Anadolu Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Enstitüsü/Farmasötik Botanik (YL) (Tezli)

2025, Anadolu Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Bilimleri/ Farmasötik Botanik (DR) (Tezli)

Mesleki Deneyimi:

2021, Selçuk Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Botanik Anabilim Dalı (Arş.Gör)

Yayınları:

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

- KARAHİSAR ESENGÜL, KÖSE YAVUZ BÜLENT, İŞCAN GÖKALP, KÜRKÇÜOĞLU MİNE, TUGAY OSMAN (2022). Chemical Composition and Anticandidal Activity of Essential Oils Obtained from Different Parts of *Prangos heyntiae* H. Duman & M. F. Watson. Records of Natural Products, 16(1), 74-83., Doi: 10.25135/rnp.246.21.02.1971 (Yayın No: 7045568)
- TUGAY OSMAN, DURAL HÜSEYİN, YILMAZ ÇITAK BURCU, ERTUĞRUL KUDDİSİ, ARMAĞAN METİN, KARAGÖZ SERCAN, KARAHİSAR ESENGÜL, ULUKUŞ DENİZ (2021). The anatomical, palynological and micromorphological aspects of three endemic *Bellevalia* species (Asparagaceae) in

Turkey and their taxonomic importance. Phytotaxa, 512(4), 283-292., Doi: 10.11646/phytotaxa.512.4.4 (Yayın No: 7187515)

- ÖZKAYMAKOĞLU ESENGÜL, TUGAY OSMAN, ERDOĞAN ORHAN İLKAY, ŞENOL DENİZ FATMA SEZER, Simon Vlad Luca, Skalicka-Wozniak Krystyna, ŞAHİN MUSTAFA (2019). Metabolite Profiling by Hyphenated Liquid Chromatographic Mass Spectrometric Technique (HPLC-DAD-ESI-Q-TOF-MS/MS) and Neurobiological Potential of *Haplophyllum sahinii* and *H. Vulcanicum* Extracts. Wiley, 16, Doi: 10.1002/cbdv.201900333 (Yayın No: 8000508).

Bilimsel Faaliyetleri:

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında(proceedings) basılan bildiriler :

- SERCAN KARAGÖZ, ULUKUS DENİZ, ÖZKAYMAKOĞLU ESENGÜL, TUGAY OSMAN (2017). The Determination of Seed and Pollen Characteristics of Endemic Cousinia davisiana Hub.-Mor. Specie (Asteraceae). XIII. Congress of Ecology and Environment With International Participation (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000763)
- ÖZKAYMAKOĞLU ESENGÜL, ULUKUS DENİZ, SERCAN KARAGÖZ, TUGAY OSMAN (2017). Seed and Pollen Features of Endemic Species Cousinia ermenekensis Hub.-Mor. (Asteraceae). XIII Congress of Ecology and Environment With International Participation (Özet Bildiri/Poster) (YayınNo: 8000752)
- TUGAY OSMAN, ÖZKAYMAKOĞLU ESENGÜL, ERTUGRUL KUDDISI, DURAL HÜSEYİN, ARMAGAN METİN, ULUKUS DENİZ, YILMAZ ÇITAK BURCU, SERCAN KARAGÖZ (2018). *Bellevalia macrobothrys*'nın Anatomik ve Morfolojik Özellikleri. 1st International Congress on Plant Biology (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000712)
- TUGAY OSMAN, DURAL HÜSEYİN, YILMAZ ÇITAK BURCU, ERTUGRUL KUDDISI, ARMAGAN METİN, ULUKUS DENİZ, SERCAN KARAGÖZ, ÖZKAYMAKOĞLU ESENGÜL (2018). Endemik *Bellevalia gracilis*, *B. malatyaensis* ve *B. vuralii* Türleri Üzerine Morfolojik ve Anatomik Bir Çalışma.

1st International Congress on Plant Biology (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 8000669)

- ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, TUGAY OSMAN, ERDOGAN ORHAN ILKAY, SENOL DENİZ FATMA SEZER (2018). Türkiye’de Yetisen *Haplophyllum sahinii* ve *Haplaphyllum vulcanicum* Tülerinin Antikolinesteraz Aktivitesinin Tayini. 1st International Congress on Plant Biology (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 8000566)
- TUGAY OSMAN, SERCAN KARAGÖZ, SERCAN KARAGÖZ, ULUKUS DENİZ, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL (2018). Endemik *Cousinia caesarea* (Asteraceae) Üzerine Anatomik ve Palinolojik Çalışmalar. 1st International Congress on Plant Biology (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000616)
- TUGAY OSMAN, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, ERTUGRUL KUDDISI, ARMAGAN METİN, ULUKUS DENİZ, YILMAZ ÇITAK BURCU, SERCAN KARAGÖZ (2018). *Bellevalia leucantha*’nın Anatomik ve Morfolojik Özellikleri. 1st International Congress on Plant Biology (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000731)
- TUGAY OSMAN, SERCAN KARAGÖZ, ULUKUS DENİZ, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL (2018). Endemik ‘*Cousinia stapfiana* (Asteraceae) Üzerine Anatomik ve Palinolojik Çalışmalar. 1st International Congress on Plant Biology (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000645).
- TUGAY OSMAN, SERCAN KARAGÖZ, ULUKUS DENİZ, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL (2018). Endemik *Cousinia halysensis* (Asteraceae) Üzerine Anatomik ve Palinolojik Çalışmalar. 1st International Congress on Plant Biology (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000633)
- TUGAY OSMAN, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, ERTUGRUL KUDDISI, DURAL HÜSEYİN, ARMAGAN METİN, ULUKUS DENİZ, YILMAZ ÇITAK BURCU, SERCAN KARAGÖZ (2018). *Bellevalia modesta*’nın Anatomik ve Morfolojik Özellikleri. 1st International Congress on Plant Biology (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000690)
- ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, TUGAY OSMAN, ULUKUS DENİZ, SENOL DENİZ FATMA SEZER, ERDOGAN ORHAN ILKAY (2018). Research on Tyrosinase Inhibitory Effects of Endemic *Haplaphyllum vulcanicum* (Rutaceae)

- Growing in Turkey. The 4th International Symposium on Euroasian Biodiversity (SEAB 2018) (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000591)
- TUGAY OSMAN, ERTUGRUL KUDDISI, ULUKUS DENİZ, SERCAN KARAGÖZ, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL (2018). An Anatomical and Palynologic Study on Local Endemic *Cousinia davisiana* Hub.-Mor. (Asteraceae). Uluslararası Geçmisten Günümüze Ermenek Ve Çevresi Sempozyumu (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000807)
 - TUGAY OSMAN, ERTUGRUL KUDDISI, ULUKUS DENİZ, SERCAN KARAGÖZ, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL (2018). An Anatomical And Palynologic Study on Endemic *Cousinia ermenekensis* (Asteraceae). Uluslararası Geçmisten Günümüze Ermenek Ve Çevresi Sempozyumu (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000791)
 - KÜÇÜKÖDÜK MUSTAFA, ULUKUS DENİZ, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, TUGAY OSMAN (2019). Some Wild Plants Using as Food of Konya and Its Environment (Turkey). II. International Congress on Cultural Heritage and Tourism Bishkek, Kyrgyzstan (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (YayınNo: 8000821)
 - ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, BÜYÜKYILDIRIM TUGSEN, SENOL DENİZ FATMA SEZER, ULUKUS DENİZ, TUGAY OSMAN, ERDOĞAN ORHAN ILKAY (2020). Research on Tyrosinase Inhibitory Effects of Three *Haplophyllum* A.Juss. Species (Rutaceae) Growing in Turkey. The 6th International Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000847)
 - HUSSAINI AA, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, ÖZTÜRK G, ERDAL M.O., ULUKUS DENİZ, TUGAY OSMAN, YILDIRIM MURAT (2020). Fabrication of Nanofibers Loaded Extract of *Allium Bourgeau* subsp. *bourgeau* (Amaryllidaceae) And Evaluation Of Their Antibacterial Potential. International Conference on Engineering Technologies (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000931)
 - ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, KÖSE YAVUZ BÜLENT, ISCAN GÖKALP, KÜRKCÜOĞLU MINE, TUGAY OSMAN (2021). Anticandidal Activity and Chemical Composition of the Essential Oils from Aerial Part, Inflorescence, and Roots of Endemic *Prangos abieticola* Aytaç & H.Duman. 52ND International

- Symposium on Essential Oils (ISEO2021) (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 8000961)
- ÖGÜT ONURHAN, TUGAY OSMAN, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, ULUKUS DENİZ (2022). ANTIENFLAMATUVAR ETKİLERİ OLAN *KITAIBELIA BALANSAE* BOISS. TÜRÜNÜN ANATOMİK VE PALİNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ. 1st International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 8001082)
 - ÖZTÜRK OLGUN ELİF BERFU, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, BÜYÜKYILDIRIM TUGSEN, SENOL DENİZ FATMA SEZER, TUGAY OSMAN, ULUKUS DENİZ (2022). RESEARCH ON TYROSINASE INHIBITORY EFFECTS OF ENDEMIC *HAPLOPYLLUM ERMENEKENSE*(RUTACEAE) GROWING IN TURKEY. 1st International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 8001043)
 - BÜYÜKTAS İPEK, TUGAY OSMAN, ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, ULUKUS DENİZ (2024). Balpınar Beldesi (Batman) ve Çevresinde Kullanılan Bazı Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri. 5th International Conference on Scientific and Academic Research (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 9502752)
 - ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, KÖSE YAVUZ BÜLENT, MUTLU BİLGE NUR, TUGAY OSMAN (2025). SOME BIOLOGICAL ACTIVITIES AND TOTAL PHENOLIC CONTENTS OF THREE *PAPAVERS* PECIES FROM TURKEY. The 11th International Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 9682805)
 - ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, TUGAY OSMAN, ULUKUS DENİZ (2024). Stem and Leaf Anatomy of *Isatis ermenekensis* Yıld. (Brassicaceae). 3rd International Conference on Scientific and Innovative Studies ICSIS 2024 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 9097408)
 - ÖZKAYMAKOGLU ESENGÜL, TUGAY OSMAN, ERTUGRUL KUDDISI, ULUKUS DENİZ (2024). Leaf Anatomy of Endemic *Eryngium isauricum* Contandr. & Quézel (Apiaceae). 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND APPLIED NATURAL SCIENCES ICEANS 2024 (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 9097428)

- DEMIRCI BETÜL, KIRCI DAMLA, KARAHISAR ESENGÜL, TUGAY OSMAN (2022). Chemical Composition of Essential Oils from Different Parts of *Echinophora orientalis* Hedge & Lamond in Turkey. 52nd International Symposium on Essential Oils (ISEO 2022), 110 (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 7975004)
- KIRCI DAMLA, TUGAY OSMAN, KARAHISAR ESENGÜL, ULUKUS DENİZ, DEMIRCI BETÜL (2021). Anti-inflammatory Activity of Essential Oils of two *Echinophora* L. Species. 51st International Symposium on Essential Oils (ISEO 2021), 64 (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No: 7983693)
- TUGAY OSMAN, DURAL HÜSEYİN, YILMAZ ÇITAK BURCU, ERTUGRUL KUDDISI, ARMAGAN METİN, ULUKUS DENİZ, KARAGÖZ SERCAN, KARAHISAR ESENGÜL (2018). Endemik *Bellevia gracilis*, *B. malatyaensis* ve *B. vuralii* Türleri Üzerine Morfolojik ve Anatomik Bir Çalışma. 1. Uluslararası Bitki Biyolojisi Kongresi (IConPB-2018), 49-49. (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 4353045)

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında

- BARAN SEBAHAT, KARAHISAR ESENGÜL, ÖZTÜRK GÜLŞAH, YILDIRIM MURAT, ERDAL MEHMET OKAN, ULUKUŞ DENİZ, TUGAY OSMAN (2020). *Haplophyllum vulcanicum* (Rutaceae) Yüklenen Nanofiberlerin İmalatı ve Antibakteriyel Potansiyelinin Değerlendirilmesi . 9. Ulusal Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No: 7945061)

Görev Aldığı Projeler:

- Türkiye’de Yetişen Rutaceae Familyasına Ait *Haplophyllum sahinii* O.Tugay & D.Ulukus ve *Haplophyllum vulcanicum* Boiss. & Heldr. Türlerin Tirozinaz İnhibitör ve Asetilkolinesteraz İnhibitör Etkileri Üzerine Araştırmalar, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı: ESENGÜL ÖZKAYMAKOĞLU, Yürütücü: OSMAN TUGAY, , 25/06/2017 - 25/03/2018(ULUSAL)
- Endemik *Prangos abieticola* Aytaç & H.Duman ve *P. heyneae* H. Duman & M.F. Watson Türleri Üzerine Farmasötik Botanik Araştırmalar, Yükseköğretim

Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Yürütücü: YAVUZ BÜLENT KÖSE, Araştırmacı: ESENGÜL KARAHİSAR, 26/10/2020 - 10/01/2022 (ULUSAL)

- Türkiye *Papaver* L. Cinsi *Rhoeadium* Seksiyonu (Papaveraceae) Taksonları Üzerine Farmasötik Botanik Çalışmalar, ARAŞTIRMA PROJESİ, Araştırmacı: ESENGÜL ÖZKAYMAKOĞLU, Yürütücü: YAVUZ BÜLENT KÖSE, , 12/07/2023 (ULUSAL)
- Konya İli Biyolojik Çeşitliliğe Dayalı Geleneksel Bilginin Belirlenmesi Projesi, Diğer kamu kuruluşları. (Yükseköğretim Kurumları hariç), Araştırmacı: ESENGÜL ÖZKAYMAKOĞLU, Yürütücü: OSMAN TUGAY, Araştırmacı: TUĞSEN BÜYÜKYILDIRIM, Araştırmacı: NEVİN TUZCU, Araştırmacı: MEHMET MUCUK, Araştırmacı: MUSTAFA GERÇEKER, , 09/04/2022 - 24/07/2023 (ULUSAL)