

**TÜRKİYE *PYRUS* L. (*ROSACEAE*) CİNSİNİN
TAKSONOMİK REVİZYONU VE MOLEKÜLER
FİLOGENİSİ**

**A TAXONOMIC REVISION AND MOLECULAR
PHYLOGENY OF THE GENUS *PYRUS* L. (*ROSACEAE*) IN
TURKEY**

ZÜBEYDE UĞURLU AYDIN

**Prof. Dr. Ali A. Dönmez
Tez Danışmanı**

Hacetepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin
Biyoloji Anabilim Dalı İçin Öngördüğü DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2016

ZÜBEYDE UĞURLU AYDIN'ın hazırladığı 'TÜRKİYE *PYRUS L. (ROSACEAE)* CİNSİNİN TAKSONOMİK REVİZYONU VE MOLEKÜLER FİLOGENİSİ' adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından BİYOLOJİ ANABLİM DALI'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fatma ÜNAL

Başkan



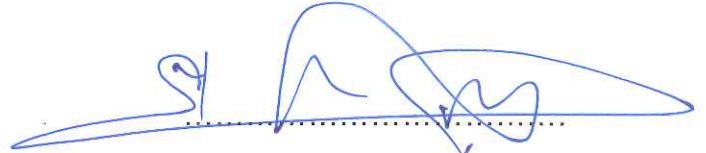
Prof. Dr. Ali A. DÖNMEZ

Danışman



Prof. Dr. Yusuf MENEMEN

Üye



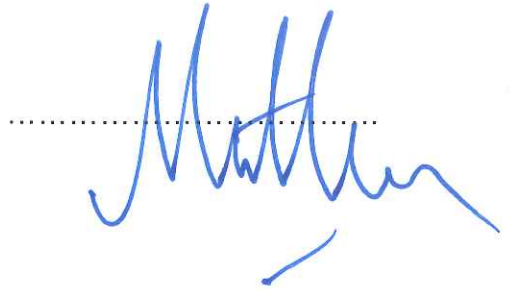
Prof. Dr. Hatice MERGEN

Üye



Doç. Dr. Birol MUTLU

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından DOKTORA TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Salih Bülent Alten

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bilginin ve Emegın Gücüne olan İnancıma...

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

12.07.2016

ZÜBEYDE UĞURLU AYDIN

ÖZET

TÜRKİYE *PYRUS* L. (*ROSACEAE*) CİNSİNİN TAKSONOMİK REVİZYONU VE MOLEKÜLER FİLOGENİSİ

Zübeyde UĞURLU AYDIN

Doktora, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali A. DÖNMEZ

Ağustos 2016, 213 sayfa

Bu tez çalışması Türkiye’de yetişen *Pyrus* L. cinsine ait türlerin taksonomik revizyonunu ve moleküler filogenisini içermektedir. Bu çalışmada kullanılan örnekler Türkiye, Gürcistan ve Azerbaycan’dan toplanan bitkiler ile yurtiçi ve yurtdışındaki herbaryumlarda incelenen örneklerden oluşmaktadır. Cinsin taksonomisi morfoloji, numerik taksonomi, yaprak ve meyve anatomisi ve moleküler çalışmalarla elde edilen veriler ışığında yeniden düzenlenmiştir.

Tüm örnekler morfolojik olarak incelenmiş, tohum ve polen morfolojisi ışık mikroskopu ve SEM altında ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Belirlenen tüm morfolojik karakterler sayısallaştırılarak analiz edilmiştir.

Moleküler filogeni çalışmasında, kloroplasttan *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* ara bölgeleri ile çekirdekteki *LFY2intron2* bölgelerinin baz dizilimi kullanılmıştır. Dizilim verileri Maximum Likelihood ve Bayesian analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir.

P. elaeagnifolia ve yakın taksonlarının akrabalık ilişkileri ise son zamanlarda geliştirilen ve Yeni Nesil Dizileme Yöntemleri’nden biri olan ddRADseq yöntemiyle araştırılmıştır.

Bu revizyon çalışmasıyla Türkiye'deki *Pyrus* cinsi, sect. *Pyrus* ve sect. *Pashia* altında 16 tür (21 takson) olarak kabul edilmiştir. *Pyrus demetree*, *P. georgica*, *P. pyrastra* ve *P. pseudosyriaca*'nın Türkiye için yeni kayıt olduğu belirlenmiştir. Bunlardan *P. georgica* ve *P. demetree* için lektotip seçilmiş, *P. pseudosyriaca* türü yeni kombinasyon ve statü değişikliği ile *P. syriaca* altında varyete olarak kabul edilmiştir. *P. hakkiarica*, *P. yaltirikii*, *P. salicifolia* var. *serrulata*, *P. amygdaliformis* var. *lanceolata* ve *P. balansae* taksonları sinonim edilmiştir. Daha nceden *P. elaeagrifolia*'nın alttürü yapılan *P. kotschyana* yeniden tür seviyesine çıkarılmıştır. *P. elaeagrifolia*'nın sinonimi olarak kabul edilen *P. taochia* için yeni kombinasyon ve statü değişikliği yapılarak bu türe alttür olarak bağlanmıştır. *P. turcicus* morfolojik ve ddRADseq verilerine göre yeni tür olarak tanımlanmıştır.

Türkiye'deki *Pyrus* türleri için teşhis anahtarı hazırlanmış, türlerin ayrıntılı betimleri yapılmıştır. Ayrıca taksonların arazi fotoğrafları, Türkiye yayılış haritaları, tehlike kategorileri, habitat ve fenoloji bilgileri ile eğer varsa yerel isimleri verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: anatomi, ddRADseq, filogeni, morfoloji, palinoloji, *Pyrus*, revizyon, *Rosaceae*, taksonomi, Türkiye.

ABSTRACT

A TAXONOMIC REVISION AND MOLECULAR PHYLOGENY OF THE GENUS *PYRUS* L. (*ROSACEAE*) IN TURKEY

ZÜBEYDE UĞURLU AYDIN

Doctor of Philosophy, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Ali A. Dönmez

August 2016, 213 pages

This thesis includes taxonomic revision and molecular phylogeny of plants growing in Turkey belongs to genus *Pyrus* L. Plant collections come from field trips in mainly Turkey, Georgia and Azerbaijan along with herbarium samples in related herbaria. Taxonomy of the genus is re-circumscribed in light of morphology, numerical taxonomy, anatomy and molecular data.

All samples are examined morphologically, particularly seed and pollen morphology are studied in detail using light and SEM microscopy. All morphological characters are evaluated numerical taxonomy methods.

trnH-rpl2, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* gene regions come from chloroplast and *LFY2intron2* from nuclear region are used for molecular phylogeny studies. Maximum Likelihood and Bayesian inference are run for DNA data. Relationship of *Pyrus elaeagnifolia* and related taxa are searched using ddRADseq method which is one of newly developed methods of Next generation Sequencing.

In the revision of the genus leads to the recognition of 16 species (21 taxa) in two section: sect. *Pashia* ve sect. *Pyrus*. *Pyrus demetrii*, *P. georgica*, *P. pyraster* and *P. pseudosyricea* are identified as a new record for Flora of Turkey. Among them *P. georgica* ve *P. demetrii* are lectotipified properly and *P. pseudosyricea* is accepted under the variety of *P. syriaca* with new combination and status. *P. hakkiarica*, *P. yaltirikii*, *P. salicifolia* var. *serrulata*, *P. amygdaliformis* var. *lanceolata* and *P. balansae* are proposed as a new synonym. *Pyrus kotschyana* which was cited under *P. elaeagnifolia* formerly, is raised up to species level again. *P. taoshia* is accepted as a new subspecies of *P. elaeagnifolia* with new combination and status. A new species of *Pyrus* is described based on morphology and ddRADseq data.

Identification key is present for the Turkish *Pyrus* taxa, and morphological descriptions are available for all taxa. This work also includes pictures, threat category, habitat and phenology information and vernacular names –if available- of taxa.

Key Words: anatomy, ddRADseq, morphology, phylogeny, palinology, *Pyrus*, revision, *Rosaceae*, taxonomy, Turkey.

TEŞEKKÜR

Bilimsel eğitimim ve tez çalışmam süresince daima yanımda olup bana cesaret ve güven veren; bilgi, tecrübe ve özverisini hiçbir zaman esirgemeyen, tüm bu süreçte birlikte çalışmaktan mutluluk ve gurur duyduğum tez danışmanım Prof. Dr. Ali A. Dönmez'e,

Tez çalışmalarımı maddi olarak destekleyen TÜBİTAK ve 'IAPT Research Grants Programme' Komitesi'ne,

Tez izleme komitemde yer alarak çalışmalarımı değerlendiren ve yönlendiren değerli hocalarım Prof. Dr. Fatma Ünal ve Prof. Dr. Yusuf Menemen'e,

Moleküler filogeni çalışmalarımın deneysel kısmında bana yardımcı olan ve beraber çalışma fırsatı bulduğum Dr. Mark Beilstein'e ve ekibine,

Arizona'da bulunduğum süre içerisinde hem deneysel çalışmalarımda hemde sosyal yaşantımda her zaman yanımda olan ve yardımını esirgemeyen Jordan R. Brock'a,

Yurtiçi ve yutdışında ziyaret ettiğim herbaryumlarda bana yardımcı olan herbaryum sorumlularına, özellikle Hebrew Üniversitesi Herbaryum Sorumlusu Hagar Leschner'e,

Gürcistan arazimde ve sonrasında bize yardımcı olan Dr. Nukri Sıkharulidze'ye, Azerbaycan arazimde ve Rusça çevirilerde yardımcı olan Parvana Garakhani'ye ve çalışma arkadaşlarına,

Tez çalışmalarımda bana destek veren Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nün değerli lisans öğrencileri Fatma Nur Baştürk, Cemre Ertuş ve Begüm Sezer'e

Bu süreçte yanımda olan ve arkadaşlıklarını esirgemeyen Dr. Golshan Zare ve Dr. Aslı Koca'ya,

Sevgisi ve sabrıyla beni destekleyen ve her ihtiyaç duyduğumda yardımına koşan sevgili eşim Serkan Aydın'a,

Dostluğunu ve yardımını esirgemeyen canım dostum Ayşe Sali'ye ve aileme,

Sonsuz teşekkürler...

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. <i>Rosaceae</i> Ailesinin Genel Özellikleri	3
1.2. <i>Pyrus</i> Cinsinin Taksonomik Tarihçesi ve Genel Özellikleri.....	12
2. GEREÇ VE YÖNTEM	19
2.1. Arazi ve Herbaryum Çalışmaları	19
2.2. Polen Morfolojisi Çalışma Yöntemi	20
2.2.1. Işık Mikroskobu Çalışmaları	20
2.2.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Çalışmaları	21
2.3. Tohum Morfolojisi Çalışma Yöntemi	21
2.4. Numerik Taksonomi Çalışma Yöntemi	21
2.5. Anatomik Çalışma Yöntemi	24
2.6. Kromozom Morfolojisi Çalışma Yöntemi	25
2.7. Moleküler Filogeni Çalışma Yöntemi.....	26
2.7.1. Genomik DNA Elde Edilmesi	26
2.7.2. <i>trnH-rpl2</i> , <i>psbA-trnH</i> , <i>rpl20-rps12</i> bölgelerinin PZR ile çoğaltılması ..	26
2.7.3. <i>LFY2int2</i> Gen Bölgesinin Klonlama ile Çoğaltılması	27
2.7.4. Filogenetik Analizler	29
2.8. ddRADseq Dizileme Yöntemi.....	29
2.8.1. Genomik DNA Eldesi	30
2.8.2. Seçilen Enzimlerle DNA'nın Kesilmesi	30
2.8.3. P1 ve P2 Adaptörlerinin Bağlanması	30
2.8.4. P1 ve P2 Adaptörlerinin Ligasyonu	31
2.8.4.1. Ligasyon Örneklerinin PZR İşlemi ile Kontrol edilmesi	31
2.8.5. Örneklerin Birleştirilmesi ve Temizlenmesi.....	32
2.8.6. Uygun Büyüklükte DNA Fragmentlerinin Seçimi	32

2.8.7. PZR ve Ürün temizliği	32
2.8.8. Bioanaliz	32
2.8.9. Analiz	33
3. BULGULAR.....	33
3.1. Morfoloji	33
3.1.1. Bitkinin Genel Görünüşü	33
3.1.2. Sürgün Çeşitleri	35
3.1.3. Tüy örtüsü (İndumentum).....	36
3.1.4. Yaprak.....	37
3.1.5. Çiçekdurumu ve Çiçek	43
3.1.6 Meyve	48
3.2 Tohum Morfolojisi.....	50
3.2.1. Makromorfolojik Bulgular.....	50
3.2.2. Mikromorfolojik Bulgular.....	54
3.3. Polen morfolojisi.....	54
3.4. Habitat ve ekoloji.....	64
3.5. Numerik Taksonomi	65
3.6. Anatomi.....	70
3.7. Kromozom morfolojisi.....	75
3.8. Taksonomi	77
1. <i>Pyrus cordata</i> Desv.....	80
2. <i>Pyrus communis</i> L.	86
3. <i>Pyrus pyrastra</i> (L.) Burgsd.	91
4. <i>Pyrus caucasica</i> Fed.....	94
5. <i>Pyrus nivalis</i> Jacq.	98
6. <i>Pyrus syriaca</i> Boiss.....	100
7. <i>Pyrus spinosa</i> Forssk.....	108
8. <i>Pyrus elaeagnifolia</i> Pall.	112
9. <i>Pyrus turcicus</i> Uğurlu & Dönmez	119
10. <i>Pyrus bulgarica</i> Kuth. & Sachok.....	121
11. <i>Pyrus anatolica</i> Browicz.	124
12. <i>Pyrus kotschyana</i> Boiss. ex Decne.....	127
13. <i>Pyrus georgica</i> Kuth.....	131
14. <i>Pyrus salicifolia</i> Pall.	135
15. <i>Pyrus oxyprion</i> Woronow.	139

16. <i>Pyrus demetreei</i> Kuth.....	142
3.9. Moleküler Filogeni.....	145
3.9.1. Geomik DNA Miktarı ve PZR Başarısı	145
3.9.2. DNA Dizilimlerinin Hizalanması.....	150
3.9.3. Analiz Sonuçları	151
3.9.3.1. Maximum Likelihood Metodu	152
3.9.3.2. Bayesian Metodu	155
3.9.4. ddRADseq Filogeni	163
4. SONUÇ VE TARTIŞMA	168
KAYNAKLAR	184
EK 1. <i>Pyrus</i> taksonlarında <i>LFY2intron2</i> gen bölgesine ait hizalanmış DNA dizileri.	195
EK 2. <i>Pyrus</i> taksonlarında <i>trnH-rpl2</i> , <i>psbA-trnH</i> , <i>rpl20-rps12</i> bölgelerine ait hizalanmış DNA dizileri.....	196
ÖZGEÇMİŞ.....	198

ÇİZELGELER

Çizelge 1.3.1. <i>Pyrus</i> cinsinin zaman içerisinde değişik yazarlar tarafından taksonomik olarak değerlendirilmesi.....	14
Çizelge 1.3. 2. Challice ve Westwood [63]'ün coğrafik olarak ayırdığı batı taksonları.	16
Çizelge 2.1. 1. Ziyaret edilen herbaryumlar ve adresleri.....	19
Çizelge 2.4.1. Hedef taksonların numerik analizinde kullanılan morfolojik karakterler, kısaltmaları ve karakter durumları.....	22
Çizelge 2.5.1. Polen ve tohum morfolojisi, anatomi ve numerik taksonomi çalışmalarında incelen örnekler	24
Çizelge 2.7.2.1 <i>trnH-rpl2</i> , <i>psbA-trnH</i> , <i>rpl20-rps12</i> ve <i>LFY2int2</i> bölgelerinin çoğaltımını gerçekleştirmek üzere belirlenen reaksiyon bileşen miktarları...	27
Çizelge 2.7.2.2. <i>trnH-rpl2</i> , <i>psbA-trnH</i> , <i>rpl20-rps12</i> ve <i>LFY2int2</i> bölgelerine ait primerler.	27
Çizelge 2.7.3.1. PZR ürününün pGEM-T vektörüne bağlanmasında kullanılan reaksiyon bileşenleri.....	28
Çizelge 3.1.4.1. <i>Pyrus</i> taksonlarında yaprak epidermis morfolojisi.	42
Çizelge 3.2.1.1. <i>Pyrus</i> taksonlarına ait tohumlarda şekil, renk, boy ve en bilgileri.	52
Çizelge 3.3.1. İncelenen <i>Pyrus</i> taksonlarına ait örneklerin polen morfolojisi özellikleri.....	58
Çizelge 3.5.1. <i>Pyrus</i> cinsine ait numerik analizde kullanılan karakterler ve karakter durumları.....	69
Çizelge 3.7.1. Arazi çalışmalarında toplanan <i>Pyrus</i> cinsine ait tohumlar ve çimlenme durumları.	75
Çizelge 3.8.1. <i>Pyrus kotschyana</i> ve <i>P. elaeagrifolia</i> 'nın morfolojik karşılaştırması.	130
Çizelge 3.8.2. <i>Pyrus georgica</i> ve <i>P. elaeagrifolia</i> 'nın morfolojik karşılaştırılması.	134
Çizelge 3.9.1.1. Moleküler filogeni çalışmasında kullanılan örnekler.....	147
Çizelge 4.1. <i>Pyrus</i> cinsi seksiyonlarına ait karakterler.	179
Çizelge 4.2. Tez çalışması süresince kayıt altına alınan yerel isimler.	181
Çizelge 4. 3. Bu tez çalışmasında yer alan <i>Pyrus</i> cinsi taksonomisinin Türkiye Florası ve [157] ile karşılaştırması..	181

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Maloideae, Amygdaloideae ve Spiraeoideae çiçeği.....	8
Şekil 1. 2 Dokuz kromozomlu atasal soydan 17 kromozomlu güncel taksonların genom duplikasyonu ile oluşması.	11
Şekil 1. 3. RADseq ve ddRadseq yöntemlerinin karşılaştırılması.	18
Şekil 3.1.1.1. <i>Pyrus</i> cinsi taksonlarının genel görünüşü.....	34
Şekil 3.1.1.2. <i>Pyrus</i> cinsinde görülen diken çeşitleri	35
Şekil 3.1.2.1. <i>Pyrus</i> cinsinde görülen sürgün çeşitleri.....	36
Şekil 3.1.4.1. <i>Pyrus</i> cinsinde görülen başlıca yaprak şekilleri.....	39
Şekil 3.1.4.2. <i>Pyrus</i> taksonlarında üst epidermis	40
Şekil 3.1.4.3. <i>Pyrus</i> taksonlarında alt epidermis	41
Şekil 3.1.4.4. <i>Pyrus</i> cinsinde görülen yaprak sapı.	42
Şekil 3.1.4.5. <i>Pyrus</i> cinsinde görülen tomurcuk pulları	43
Şekil 3.1.5.1. Çiçekdurumu ve çiçek sayısı.....	44
Şekil 3.1.5.2. Hipantiyumun dıştan görünüşü ve boyuna kesiti.....	45
Şekil 3.1.5.3. <i>Pyrus</i> cinsinde görülen sepal, petal ve stamenler.	46
Şekil 3.1.5.4. <i>Pyrus</i> cinsinde görülen stigma ve stilus morfolojisi	47
Şekil 3.1.5.5. <i>Pyrus</i> cinsinde görülen brakte ve brakteol	48
Şekil 3.1.6.1. Pome meyve yapısı.	49
Şekil 3.1.6.2. <i>Pyrus</i> cinsinde görülen başlıca meyve tipleri.	50
Şekil 3.2.1.1. <i>Pyrus</i> cinsine ait tohum ve tohum yüzeyi.	51
Şekil 3.2.1.2. <i>Pyrus</i> tohumlarında her bir populasyonun tohum boy-en ölçümlerine ait grafik.....	53
Şekil 3.2.2.1. Tohumun ayrıntılı yüzey yapısı.	54
Şekil 3.3.1. <i>Pyrus</i> cinsine ait seçilmiş bazı ışık ve SEM fotoğrafları	56
Şekil 3.3.2. <i>Pyrus</i> türlerinde görülen tri- ve tetrakolporat polen tipi yüzdesi.	57
Şekil 3.3.3. <i>Pyrus</i> türlerinde görülen polen şekillerinin yüzdesi.	57
Şekil 3.3.4. <i>Pyrus</i> cinsi polenlerinde herbir populasyona ait polar eksen (PE) ve ekvator eksen (EE) ölçümleri.	62
Şekil 3.3.5. Ekzin süslenme tipleri.	63
Şekil 3.4.1. Ağaçlarda görülen yarı parazit <i>Viscum album</i> türü.....	64
Şekil 3.5.1. <i>Pyrus</i> taksonlarına ait fenogram.	68
Şekil 3.6.1. <i>Pyrus</i> cinsi örneklerinde yaprak ve orta damar kesiteri.....	71

Şekil 3.6.2. <i>Pyrus</i> meyvesinde bulunan taş hücresinin SEM fotoğrafı	73
Şekil 3.6.3. <i>Pyrus</i> cinsi taksonlarına ait taş hücre toplulukları.	74
Şekil 3.7.1. <i>Pyrus</i> cinsine ait çimlenmiş tohumlar	76
Şekil 3.7.2. <i>Pyrus</i> cinsi kök uçlarından elde edilen kromozom görüntüleri..777	
Şekil 3.8.2. <i>Pyrus cordata</i> tohum ve polen özellikleri.....	81
Şekil 3.8.4. <i>Pyrus communis</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.....	89
Şekil 3.8.7. <i>Pyrus hakkiarica</i> 'nın holotipi.....	91
Şekil 3.8.8. <i>Pyrus pyrastra</i> genel görünüm ve morfolojik özellikleri	93
Şekil 3.8.9. <i>Pyrus caucasica</i> görünüm ve morfolojik özellikleri	95
Şekil 3.8.10. <i>Pyrus caucasica</i> tohum ve polen özellikleri.....	96
Şekil 3.8.11. <i>Pyrus nivalis</i> genel görünüş.	99
Şekil 3.8.12. <i>Pyrus pyrastra</i> , <i>P. caucasica</i> ve <i>P. nivalis</i> Türkiye yayılışı....	99
Şekil 3.8.13. <i>Pyrus syriaca</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.....	101
Şekil 3.8.14. <i>Pyrus syriaca</i> tohum ve polen özellikleri.	101
Şekil 3.8.15. <i>Pyrus syriaca</i> var. <i>pseudosyriaca</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.....	106
Şekil 3.8.16. <i>Pyrus syriaca</i> Türkiye yayılışı.....	107
Şekil 3.8.17. <i>Pyrus spinosa</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.....	109
Şekil 3.8.18. <i>Pyrus spinosa</i> tohum ve polen özellikleri	110
Şekil 3.8.20. <i>Pyrus elaeagnifolia</i> holotip örneği	114
Şekil 3.8.21. <i>Pyrus elaeagnifolia</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.....	115
Şekil 3.8.22. <i>Pyrus elaeagnifolia</i> tohum ve polen özellikleri.	115
Şekil 3.8.23. <i>Pyrus elaeagnifolia</i> Türkiye yayılışı.....	118
Şekil 3.8.24. <i>Pyrus turcicus</i>	120
Şekil 3.8.25. <i>Pyrus bulgarica</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.	122
Şekil 3.8.26. <i>Pyrus anatolica</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.....	125
Şekil 3.8.27. <i>Pyrus anatolica</i> tohum ve polen özellikleri.	126
Şekil 3.8.28. <i>Pyrus kotschyana</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.....	128
Şekil 3.8.29. <i>Pyrus kotschyana</i> tohum ve polen özellikleri.....	129
Şekil 3.8.30. <i>Pyrus turcicus</i> , <i>P. bulgarica</i> , <i>P. anatolica</i> ve <i>P. kotschyana</i> Türkiye yayılışı.....	130
Şekil 3.8.31. <i>Pyrus georgica</i> görünüm ve morfolojik özellikleri	132
Şekil 3.8.32. <i>Pyrus georgica</i> tohum ve polen özellikleri.....	133

Şekil 3.8.33. <i>Pyrus georgica</i> holotipi	135
Şekil 3.8.34. <i>Pyrus salicifolia</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.	136
Şekil 3.8.35. <i>Pyrus salicifolia</i> tohum ve polen özellikleri	137
Şekil 3.8.36. <i>Pyrus oxyprion</i> görünüm ve morfolojik özellikleri.	140
Şekil 3.8.37. <i>Pyrus oxyprion</i> ve <i>P. yaltirikii</i>	141
Şekil 3.8.38. <i>Pyrus demetreei</i> görünüm ve morfolojik özellikleri	143
Şekil 3.8.39. <i>Pyrus demetreei</i> tohum özellikleri	144
Şekil 3.8.40. <i>Pyrus georgica</i> , <i>P. salicifolia</i> , <i>P. oxyprion</i> ve <i>P. demetreei</i> Türkiye yayılışı.	145
Şekil 3.9.1.1. <i>trnH-rpl2</i> gen bölgesi.....	148
Şekil 3.9.1.2. <i>psbA-trnH</i> gen bölgesi.....	148
Şekil 3.9.1.3. <i>rpl20-rps12</i> gen bölgesi	148
Şekil 3.9.1.4. <i>LFY2intron2</i> gen bölgesi.	149
Şekil 3.9.1.5. PZR ürünlerinin yürütüldüğü <i>LFY2intron2</i> bölgesine ait jel görüntüsü	149
Şekil 3.9.2.1. Kloroplast bölgelerine ait çoklu hizalaması yapılmış örnekler.	150
Şekil 3.9.2.2. <i>LFY2intron2</i> bölgesine ait çoklu hizalaması yapılmış örnekler.	151
Şekil 3.9.2.3. <i>trnH-rpl2</i> , <i>psbA-trnH</i> , <i>rpl20-rps12</i> dizimlerinin birleştirilmiş görüntüsü.....	151
Şekil 3.9.3.1.1. <i>LFY2intron2</i> bölgesine ait Maximum likelihood analizi ile elde edilen filogenetik ağaç.	153
Şekil 3.9.3.1.2. Kloroplast bölgelerine ait Maximum likelihood analizi sonucunda elde edilen filogenetik ağaç.	154
Şekil 3.9.3.2. Bayesian analizi ve sonuçları.....	156
Şekil 3.9.3.3. <i>LFY2intron2</i> bölgesine ait Bayesian analizi sonucunda oluşan filogenetik ağaç.....	157
Şekil 3.9.3.4. Kloroplast bölgelerine ait Bayesian analizi sonucunda oluşan filogenetik ağaç.....	158
Şekil 3.9.3.5. Çalışılan gen bölgelerinin şematik gösterimi..	160
Şekil 3.9.3.6. Maximum Likelihood yöntemine göre elde edilen filogenetik ağaç.....	161
Şekil 3.9.3.7. Bayesian yöntemine göre elde edilen filogenetik ağaç.	162

Şekil 3.9.4.1. Fragment büyüklükleri seçilme reaksiyonu yürürken çekilmiş ekran fotoğrafı.	164
Şekil 3.9.4.2. Fragment büyüklüğü seçilen örneklerle ait bioanaliz görüntüsü.	164
Şekil 3.9.4.3. Sekans için hazır olan DNA fragmentlerinin bioanaliz görüntüsü.....	165
Şekil 3.9.4.4. Maximum likelihood analizi sonucunda elde edilen ağaç... ..	166
Şekil 3.9.4.5. ddRADseq çalışmasında kullanılan bazı <i>Pyrus</i> örneklerinin lokaliteleri.....	168
Şekil 4.1. <i>Pyrus pashia</i> ve <i>P. cordata</i> 'nın dünya yayılışı.....	170
Şekil 4.2. Morfolojik karakterlerle kloroplast ve çekirdek ITS bölgesine ait ML ağacının birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkan akrabalık ilişkileri..	1744
Şekil 4.3. <i>Cormus</i> , <i>Sorbus</i> ve <i>Pyrus</i> cinsine ait örneklerde tohum yüzeyi.. ..	175
Şekil 4.4. Aşılanmış <i>Pyrus</i> türü.....	180

SİMGELER VE KISALTMALAR

AAD	Ali A. Dönmez
comb. nov.	yeni kombinasyon
D	Doğu
Davis	P.H.Davis
E	Edinburgh Kraliyet Botanik Bahçesi Herbaryumu
G	Cenevre Botanik Bahçesi Herbaryumu
K	Kew Kraliyet Botanik Bahçesi Herbaryumu, (GPS kaydında Kuzey)
km	kilometre
mm	milimetre
my	milyon yıl
myö	milyon yıl öncesi
PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
subsp.	subspecies
y.	yaklaşık
ZUG	Zübeyde Uğurlu Aydın
×	oran
!	yazar tarafından incelendi
<	daha küçük
>	daha büyük
±	az ya da çok, yaklaşık
≡	adlandırma (nomenklaturel) sinonimi
=	taksonomik sinonim
µm	mikrometre

1. GİRİŞ

Pyrus L. cinsi ekonomik bakımdan önemli meyve ağaçlarının bulunduğu *Rosaceae* ailesine aittir. Bu ailenin Türkiye Florası'nda yer alan cins üstü sınıflandırması oymak düzeyine dayanmaktadır [1]. Flora'nın editörü olan Davis, eserin yazımında ana hatları ile Betham-Hooker sistemini [2] izlemiştir. Bu tez çalışmasına konu olan *Pyrus* L. cinsi de *Pomeae* oymağı içine yerleştirilmiştir. Boissier'in Flora Orientalis [3]'te yaptığı bazı değişiklikler de dikkate alınarak, *Pyrus* cinsi altında 9 tür yer almıştır [1]. Daha sonra Türkiye Florası'na yapılan katkılarla bu cins, 11 tür 17 taksonla temsil edilmiştir [1, 4, 5]

Pyrus'un cins düzeyinde sistematığı, meyve ve yaprak gibi önemli cins karakterlerinin değişkenlik göstermesinden dolayı yakın akraba cinslerle (Örn. *Malus* L.) ilişkisi tartışmalıdır [6]. Cinsin sahip olduğu karakterlerdeki değişkenlik sınıflandırmasını zorlaştırırken, hibridizasyonun, türler arasında coğrafik izolasyonu ve üreme bariyerinin oluşması engellemektedir [7].

Cinsin genel ve tür düzeyindeki sorunlarının yanında Türkiye taksonları dikkate alındığında, cinsin floraya yazıldığı dönem için iyi bir revizyon yapılmıştır. Ancak, cinsin revizyonunun hazırlanmasında Davis'in Türkiye'den topladığı örnekler, ve o dönemde ulaşılabilen sınırlı materyal incelenebilmiştir. Gerek Türkiye gerekse Türkiye'ye komşu ülkelerde cinsin floralara yazımından sonra ayrıntılı arazi çalışmaları yapılmamıştır. Geçen zaman içerisinde cinse ait populasyonlarda oluşan taksonomik değişiklikler net olarak bilinmemektedir. Bu sebeple Türkiye'den toplanan güncel örneklerle yeni bir taksonomik çalışmaya ihtiyaç olduğu görülmüştür.

Pyrus cinsinin revizyonunu amaç edinen bu tez çalışması ile, aşağıdaki hedefler gerçekleştirilmeye çalışılmıştır:

1. *Pyrus* taksonlarına ait bitkiler Türkiye'de bilinen yayılış alanlarından ve olası yeni lokalitelerden toplanacaktır. Arazi çalışmalarında hem çiçekli hem de olgun meyveli herbaryum örnekleri toplanacak, özellikle tip lokaliteleri mutlaka araştırılacaktır. Herbaryum örneklerinin yanı sıra, palinolojik çalışmalar için çiçek tomurcukları alınacak ve anatomik çalışmaya uygun yaprak ve meyve örnekleri uygun şartlarda saklandı. Ayrıca tohum morfolojisi

alışmaları için olgun ve yeterli meyveye sahip bireylerden meyve toplandı. Arazi alışmaları sırasında, ekolojik ve fenolojik gözlemler yapılarak, örnekler fotoğraflandı ve yerel isimleri (eğery varsa) kayıt altına alındı.

2. Tez süresince Türkiye *Pyrus* taksonları ile ilgili, olası tüm herbaryumlar ziyaret edilerek örnekler incelendi. Tip örneklerini incelemek için ilgili herbaryumlar ziyaret edilmeye çalışıldı, diğery yandan çeşitli veritabanlarındaki resimler üzerinden tüm orjinal materyaller incelendi.

3. Arazi alışmaları ve herbaryum örneklerinin incelenmesi ile taksonların güncel yayılış alanları belirlendi. Elde edilen bilgiler, taksonların varlığına yönelik olası tehditler ve populasyon gözlemleriyle birleştirilerek, IUCN tehlike kategorileri daha gerçekçi bir şekilde tanımlandı.

4. iekli ve meyveli örnekler stereo mikroskop altında incelenerek, taksonomik değere sahip makro ve mikro tüm morfolojik karakterler belirlendi. Bu karakterlerin taksonlardaki varyasyonları araştırıldı. Elde edilen morfolojik karakterler numerik taksonomi çalışmasında kullanıldı.

5. Taksonların betimi elde edilecek her türlü bilgiler ışığında daha ayrıntılı olarak yeniden düzenlendi.

6. Takson isimleri, Botanik Adlandırma Kuralları çerçevesinde yeniden değerlendirildi. Gerçek ve geçerli takson isimleri belirlenerek, isimlere doğru tip örneklerinin bağlanması için gerektiğinde tipifikasyon çalışmaları yapıldı.

7. Polen ve tohum morfolojisi hem cinsin biyolojisinin daha iyi anlaşılması hem de taksonomisine katkı sağlaması amacıyla ışık ve elektron mikroskobu altında çalışıldı.

8. Yaprak ve meyve anatomisi çeşitli düzlemlerden geçen kesitleri alınarak çalışıldı. Elde edilecek veriler hem taksonomik hem de biyolojik açıdan değerlendirildi. Ayrıca taksonların kromozom sayı ve özellikleri belirlenmeye çalışıldı.

9. *Pyrus* cinsinin *Maleae* oymağı içindeki yeri ve cinsin taksonlarının birbirleri ile olan akrabalık ilişkileri çekirdek ve kloroplast bölgelerinin baz dizilimine dayalı çalışıldı.

11. Arazi, herbaryum ve literatür çalışmaları ile *Pyrus* taksonlarının Türkiye'deki güncel yayılışı ve taksonomik durumu belirlendi. Bu yolla olası yeni takson ve Türkiye Florası için kayıtlar tespit edilebildi.

12. Elde edilecek veriler ışığında, üzerinde çalıştığımız *Pyrus* taksonlarının klasik taksonomik anlamda revizyounu yapıldı ve tüm taksonlar için ayırım anahtarı hazırlandı.

1.1. *Rosaceae* Ailesinin Genel Özellikleri

Linnaeus *Species Plantarum* [8] eserini yayınladıktan sonra botanikçiler, günümüzde de hızla devam eden sınıflandırmayı ilerletme çabası içine girdiler. Bu amaçla Adanson [9] gülgilleri tanımlamak için '*Rosaceae*' ismini ilk kez kullansa da bu isim, Jussieu [10] tarafından geçerli olarak yayınlandı.

Aile her zaman *Rosales* takımı içerisinde değerlendirilmiştir. *Rosales* takımının monofili olduğu *rbcL* [11] ve diğer moleküler veriler [12] sayesinde güçlü kanıtlar bulmasına rağmen takımın içerdiği diğer familyalar çoğunlukla farklılık göstermiştir. Takım içerisinde genellikle *Saxifragaceae*, *Fabaceae*, *Grossulariaceae* familyaları yer almalarına rağmen, yapılan moleküler çalışmalar *Rosaceae*'nin *Urticales* takımına kardeş olduğunu ve *Rhamnaceae*, *Barbeyaceae* ve *Elaegnaceae* aileleriyle aynı soyda bulunduğunu göstermiştir [12].

Geniş morfolojik özelliklere sahip olan aile üyelerinin hayat formu yüzeysel biçimde otsu veya odunsu olarak tanımlanırken [13]; Judd ve diğ. [14], rizomlu, tırmanıcı ya da dikenli otsu, çalı ve ağaçlar olarak tanımlamıştır. Fosil kayıtlarına göre evrimsel sürecin odunludan otsuya doğru olduğu düşünülmektedir [13]. Genellikle alternat, nadiren karşılıklı dizilişe sahip yapraklar basit ya da bileşiktir. Çoğunlukla gösterişli çiçeklere sahip üyelerden oluşan ailede çiçek durumu terminal ya da bileşik rasemözdür. Çiçekler aktinomorf, (4)-5 parçalı, çoğunlukla çift eşeyli, nadiren tek eşeylidir. Tek eşeyli üyeler monoik ya da dioiktir. Genellikle iyi gelişmiş hipantiyum tüpsüden daha geniş çansıya kadar değişik biçimlidir. Epikaliks (eğer var ise), sepal, petal ve stamenler bu hipantiyum yapısına tutunurlar. Sepal ve petaller tabanda serbesttir, petaller değişik büyüklükte olabilir, bazen sepalle benzerdirler nadiren görülmezler. Stamenler az ya da çok sayıda, filamentler serbest ve anterler çift lokulusludur. Polenler tekli, zayıf ya da kuvvetli küremsi ve genellikle trikolporat özellik taşır, kolpus oldukça uzundur. Karpel

sayısı 1-çok sayıda ve stilus sayısı ile aynıdır, alt ya da üst durumlu ovaryumda bulunurlar [15].

Aile içi sınıflandırmada en önemli karakter olan meyve çok çeşitlidir. Etili ya da kuru; açılan ya da kapalı özellikte olabilir. Tohum taslakları her karpelde 1-2 tane, tohum sayısı ise 1-çoktur. *Vauquelinia* and *Kageneckia* cinsleri anemokori ile yayıldıkları için kanatlı tohumlara sahiptir ancak geri kalan cinsler oval ya da yuvarlak tohum biçimi gösterirler. Endosperm yoktur ya da çok zayıftır [13]. Bu morfolojik özellikler arasında Judd ve Olmstead [16] hipantiyum varlığını, endospermin azlığı ya da yokluğunu, Hummer ve Janick [17] ise çeşitli sayıdaki stamenleri ve endosperm yokluğunu apomorfik karakter olarak düşünmektedir.

Rosaceae APW [18]'e göre en geniş 19. ailedir. İçerdiği cins ve tür sayısı çeşitli kaynaklarda 85-100 ya da daha fazla cins ve 2000-3100 tür arasında gösterilmektedir [15,19]. Oldukça fazla taksona sahip bu aile dünya genelinde yayılış gösterse de kuzey yarıkürede yoğunlaşmıştır. Otsu üyeler ılıman kuşağın orman altı örtüsünde, tuzlu bataklıklarda, temiz su bataklıklarında, arktik tundrada, kalıntı alanlarda ve yol kenarlarında yaşar. *Rubus* ya da *Crataegus* gibi odunlu üyeleri süksesyonun erken aşamalarında kalıcı olarak yerleşir, ayrıca ağaç üyeler dökülücü karışık ormanlarda görülebilir [14, 17].

Rosaceae ile ilişkilendirilen fosil kayıtları Tersiyer (89.8–93.9 myö) dönemine aittir [20]. Wilkström ve diğ., [21] ise Kuzey Amerika ve Avrupa'daki fosil kayıtlarının Eosen dönemine; Asya, özellikle Japonya, Arktik bölge, kuzey Afrika bölgelerindeki fosil kayıtların daha yakın dönem olan Neosen'e ait olduğunu söyleyerek aile kökenini 76 my öncesine dayandırmıştır. Birçok angiosperm üyesine ait tüm kloroplast genom dizilimi kullanılarak moleküler saat modeline dayalı bir çalışma ise [22] ailenin yaklaşık 61.2 myö farklılaştığını söylemektedir.

Moleküler filogenetik çalışmalar [23, 25], ailenin monofiletik olduğunu işaret etmesine rağmen morfolojik çeşitlilik aile içi sınıflandırmasını birçok değişikliğe uğratmıştır. Moleküler çalışmalar farklı sınıflandırmalara neden olan bu durumun cinsler arası hibridizasyon, kromozomal homoloji, gen

dublikasyonları ve genetik sürüklenmeden kaynaklanabileceğini vurgulamıştır [25]. Farklı sınıflandırmalara örnek verecek olursak, Schulze-Menz [26] meyve biçimini kullanarak dört altaile, Takhtajan [27] ise 12 altaile tanımlamıştır. En çok kabul gören ise daha önce Focke [28] tarafından düzenlenen *Spiraeoideae* C.Agardh, *Rosoideae* (Juss.) Arn., *Maloideae* C.Weber ve *Amygdaloideae* Arn. altaileleri olmuştur. Bu altailelerden *Spiraeoideae* folikül, *Rosoideae* aken ya da drupa, *Amygdaloideae* drupa ve ailenin büyük ölçüde kabul gören altailesi olan *Maloideae*, pome meyve tipine sahiptir. Bu meyve tipine sahip taksonlar uzun zaman taksonomik basamağına bağlı olarak *Pomoideae*, *Pomeae* ya da *Pomaceae* olarak bilindiler ancak altailenin isminin içerdiği bir cinsin ismi temel alınarak oluşturulması gerekli olduğundan, taksonomik basamak *Maloideae* olarak geçerli hale getirildi. Altaile içerisindeki sınıflandırmada farklı uygulamalar gözlemlendi. Örneğin, Koehne [29] *Crataegeae* ve *Sorbeae* olarak iki oymak tanımladı. Kalkman [13] iki geçerli olmayan grup önerdi: *Maleae* ve *Cydonia* grubu. Ancak daha sonra yapılan çalışma [31] bu taksonomilerin hiç birini desteklemedi ve kabul etmedi.

Morfolojiye dayanarak oluşturulan altaileler üzerinde yapılan moleküler çalışmalar ise farklı bir aile içi taksonomi ortaya koydu. Potter ve diğ. [31], moleküler verilere dayanarak *Rosoideae*, *Dryadoideae* (Lam. & DC.) Sweet ve *Spiraeoideae* altailelerini oluşturmuş ve *Maloideae* olarak bilinen grubu *Spiraeoideae* altailesi, *Pyrinae* altoymağına aktarmıştır. Bu altailelerin zaman içerisinde aile düzeyinde kabul edildiği de görülmüştür [Örn. *Spiraeaceae* Maxim. (1879), *Malaceae* Small ex Britton & Small (1903)]. Hutchinson ise [30] altaile basamağını kullanmayarak sadece 20 oymak tanımlanmıştır ve bu sistem büyük ölçüde Kalkman [15] tarafından takip edilmiştir. Bu tez çalışmasında da *Pyrus* cinsi aynı sistem takip edilerek *Maleae* Schulze-Menz oymağı altında verilmiştir.

Pyrus cinsi günümüzde *Maleae* oymağına bağlıdır ancak yukarıda özetlendiği gibi, hem altfamilya-oymak arasında hem de bu taksonomik basamaklara verilen isimlerin değişmesi nedeniyle aynı zamanda yayınlanmış kaynaklarda bile adlandırma kargaşası yaşanmaktadır. Bu tez yazımında *Maleae* ismi kullanılmış olmasına rağmen ilgili kaynak ile

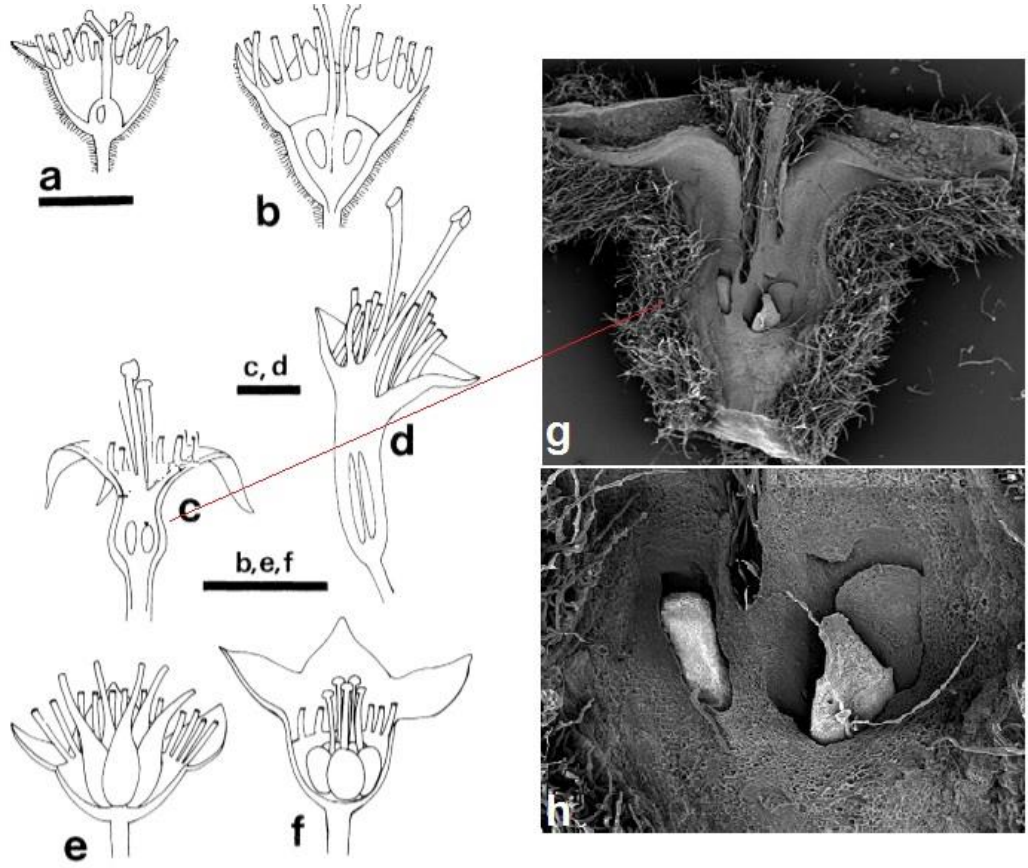
uyumsuzluk olmaması için atıf yapılan yazarın kullandığı orjinal isimler kullanılmıştır.

Zaman içerisinde yapılan bu taksonomik değişiklikler sadece cins üstü sınıflandırmada değil, altaileye dahil edilen cinsler ve cins sınırlarında da yaşanmıştır. Linnaeus [8,32] *Maloideae* altailesine sadece *Crataegus*, *Mespilus*, *Pyrus* ve *Sorbus* cinslerini dahil ederken, en uç sınıflandırma tüm cinslerin *Pyrus* adı altında tek bir cins olarak toplanmasını öneren Sax [33] tarafından yapılmıştır. Robertson ve diğ., [6] *Pyrus* cinsiyle beraber 28, Kalkman [15] 26 cinsi kabul etmiştir.

Cins sınırlarının değişken olmasındaki temel problemin *Pyrus*, *Malus* ve *Sorbus* cinsleri merkezinde bir grup oluşturulmaya çalışılmasıdır [6]. Bu nedenle cinslere ait sınırlar zaman içinde genişletilmiş ya da daraltılmıştır. Yapılan morfolojik çalışmaların yanı sıra ITS (the ribosomal internal transcribed spacer) gen bölgesi diziliminin geniş bir örnek setinden elde edilmesi sonucunda *Pyrinae* içerisine son zamanlarda 24 cins yerleştirilmiştir [34]. Kloroplast ve çekirdek gen bölgelerinin beraber kullanıldığı ve cins sınırlarını belirlenmeyi hedefleyen bir çalışma da Lo ve Donough [35] *Chaenomeles*, *Pyrus*, *Amelanchier*, *Crataegus*, *Malus*, *Cotoneaster* ve *Sorbus* gibi cinsleri net olarak ayırmış ve *Sorbus* dışındakilerin monofiletik olduklarına dair kanıtlar elde etmiştir.

Maloideae taksonlarına ait en önemli özellik “pome” meyve şeklidir. “Pome” kelimesi hem taksonomik ve hem de morfolojik olarak kullanılmaktadır. Birçok taksonomik sözlük, örneğin Lawrence [36], kelimeyi basitçe “elma, armut, ayva ve yakın gruptaki meyve” olarak tanımlar. “Pome” terimi diğer bitkilerin meyvelerini tanımlamak için kullanılmaz. Morfolojik olarak “pome”nin tanımı, “Epigin çiçekten oluşan basit, etli, kendiliğinden açılmayan ve genişlemiş floral tüple ve/veya etli hipantiyumla sarılmış meyve”dir [37]. Hipantiyumun meyveye katılma oranı çiçek durumuyla bağlantılıdır. Bu meyve tipine sahip taksonlarda çiçekdurumu şemsiye, rasemöz, kimöz ya da panikuladır ve taşıdığı çiçek sayısı birkaç ya da daha çoktur. Çiçek çapı 4-47 mm arasında değişmektedir. Çiçek sayısı ve büyüklüğü arasında ters ilişki vardır. Korolla rengi genellikle beyazdır ancak bazı taksonlarda pembe, kırmızı ya da sarımsı olarak bulunur ve ışınsal simetri gösterir. Stamenler

birbirinden bağımsız ve stamen sayısı değişkendir, düşük stamen sayısı ilkel, yüksek sayı ise evrilmiş karakter durumu olarak kabul edilmektedir. Bu altilerde en çok görülen sayı 20 iken 10'dan daha az stamen sayısı sadece *Crataegus* cinsine ait bir türde rapor edilmiştir [30]. 2-5 karpel birleşerek tüpsü ya da daha geniş hipantiyumun sardığı ovaryumu oluşturmaktadır. Üst durumlu ovaryum *Photinia* türlerinde kısmen ayrılırken, *Heteromeles* ve *Cotoneaster* üyelerinde zayıf bir bağlantı bulunabilir ve bu durumun plesiomorfik olduğu düşünülmektedir. Bu formda üç temel bulunuş biçimi vardır. Birincisi, karpeller daha derin bir üst durumlu ovaryumun içine gömülüdür (Örn. *Malus* ve *Pyrus* türleri). İkincisi karpellerin bağlantısının artması hipantiyuma bağlanmayla ilişkilidir. Son durumda bu bağlanma giderek büyür ve daha uzun hipantiyuma ve alt durumlu ovaryuma sahip cinsler görülür (Örn. *Chaenomeles*). Bazı cinslerde ise tipik üst durumlu ovaryum görülmektedir (Şekil 1.1). Ovaryum beş ya da daha az karpel içerir ve her karpel genelde iki ovüle sahiptir [30].



Şekil 1.1. Maloideae, Amygdaloideae ve Spiraeoideae çiçeği: a- neredeyse üst durumlu tip, b-*Cotoneaster* sp.'de karpellerin bir bölümünün birleşmesi, c-*Malus*'ta daha derin bağlanmış ovaryum, d- *Chaenomeles cathayensis*'te alt durumlu ovaryum, e- *Luetkea* cinsinde üst durumlu ovaryum, f-*Osmaronia* cinsinde üst durumlu ovaryum. (a-e [41]), g-h *Pyrus elaeagnifolia* türünde derin bağlanmış ovaryum (Bu tez çalışması).

Maloideae içerisinde meyve küçük, genellikle kırmızı ya da turuncu, kahverengi, sarı, beyaz ya da koyu pembe. Tohumlar yumuşak bir endokarp ve daha kabuksu bir testa ile ya da zayıf bir testa ve ligninsi endokarp ile kaplıdır. Meyvede genellikle taş hücresi vardır. Taş hücreleri epidermisin hemen altında, endokarpta ya da etli yapının içerisinde; birlikte ya da izole biçimde bulunabilirler. Şekil ve büyüklükleri de değişkendir [38]. Tohum dağılımı kuşların ve küçük memeli hayvanların birincil taşıyıcı olduğu endozokori ile sağlanır. Meyve, *Amelanchier* Medik., *Chamaemeles* Lindl., birçok *Crataegus* taksonu, *Eriobotrya*, *Heteromeles* Roem., *Malus* L., *Osteomeles* Lindl., *Photinia* Lindl., birçok *Pyrus* taksonu, *Rhaphiolepis* Lindl., *Sorbus* L. cinslerinde ağaç üzerinde yoğun olarak bulunur. *Chaenomeles* Lindl., *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Docynia* Decaisne, *Eriolobus*,

Hesperomeles Lindl., *Malacomeles* (Decne.) Engl., *Mespilus*, *Peraphyllum* Nutt., *Pseudocydonia* C.K.Schneid., *Pyracantha*, bazı *Pyrus* taksonlarında ise bir ya da birkaç tane üretilir. Meyve başına düşen tohum sayısı 1-10 arasında değişmektedir [39].

Osteomeles ve bazı *Sorbus* türleri hariç loblu, dişli ya da düz ayaya sahip olan yaprakların hepsi basittir. Loblu yapraklara sahip cinslerde iki türlü yaprak biçimi oluşmaktadır. Tüm yaprakları loblu örneklerde öncelikle loblu genç yapraklar oluşur ve bunu diğer loblu olgun yapraklar takip eder. Loblu yaprağa sahip cinslerin diğer bazı üyelerinde ise, loblu genç yapraklar oluşur, daha sonra tam yapraklar oluşur [Örneğin, *Pyrus callerya* [40], *P. spinosa* (bu tez çalışması)]. Loblu ya da tam yaprakların görüldüğü *Crataegus*, *Malus*, *Pyrus* ve *Docynia* gibi cinslerde atasal durumdan evrilmişe doğru geçişin şu şekilde olduğu düşünülmektedir [41]:

Genç ve olgun yaprakların her ikisinde loblu ↔ Genç ve olgun yapraklar heteroblastik ↔ Genç ve olgun yapraklar basit.

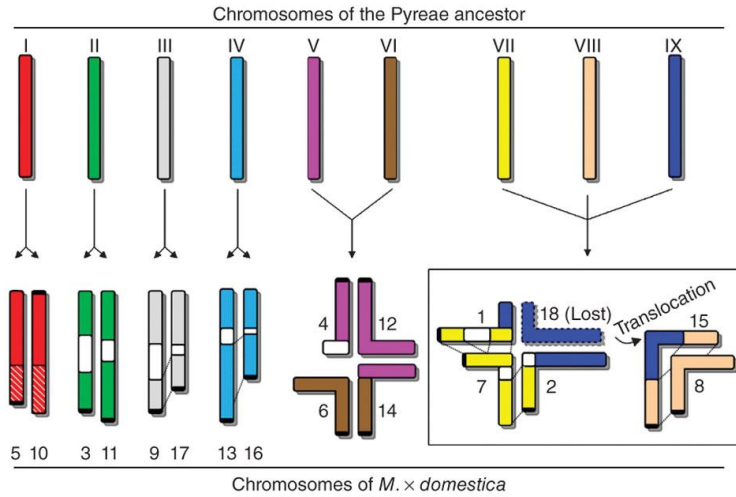
Basit ve lobsuz yapraklara sahip taksonların büyük bir kısmında ağsı-pinnat damarlanma görülür. *Photinia*, *Amelanchier*, *Rhaphiolepis*, *Pyracantha*, *Chamaemespilus*, *Aronia*, *Pyrus* (birçok türün olgun yapraklarında), bazı *Malus*, birkaç *Crataegus*, *Chaenomeles* ve *Pseudocydonia* türlerinde ikincil damarlar yaprak kenarlarına doğru yönelmezken (craspedodromous), bazı *Sorbus*, birkaç *Malus* (sadece olgun yapraklarda) ve *Crataegus* (çoğunlukla Kuzey Amerika ve Doğu Asya türlerinde) taksonlarında ikincil damarlar yaprak kenarlarına doğru yönelmektedir (camptodromous). Derin loblu yapraklara sahip *Pyrus regelii* türünün de dahil olduğu örnekler de yine ağsı damarlanma göstermektedir.

Birkaç örnek dışında kulakçık bulunur. Yaprak kenarlarındaki dişler salgılı bir mukroyla sonlanır. Yaprak büyüklüğü oldukça değişkendir, 27 cm uzunluğuna ve 7 cm genişliğine kadar ulaşabilir [42].

Ailenin diğer üyeleri gibi bu altfamilyadaki birçok takson kuzey yarıkürede yayılış gösterdiğinden yaprakların dökülücü olması oldukça yaygındır. *Hesperomeles* cinsi Güney Amerika'da, *Osteomeles* cinsi Güney Pasifik Adaları'nda yayılış gösterir. Ancak tropik ya da subtropiklerde yayılış

gösteren ve Akdeniz iklimine sahip yerlerde bulunan cinsler (Örn. *Kageneckia*, *Vauquelinia*, *Dichotomanthes*, *Docynia*, *Eriobotrya*, *Hesperomeles*, *Heteromeles*, *Malacomeles*, *Pyracantha* *Rhaphiolepis*) herdemyeşil özellik göstermektedir [15].

Bu altailenin meyve tipinin yanı sıra diğer önemli özelliği de temel kromozom sayısının $x=17$ olmasıdır [34]. Türlerin çekirdek DNA içeriği de, diğer *Rosaceae* türlerinden 2-3 kez daha büyüktür. Çekirdek DNA miktarı ve temel kromozom sayısı dublikasyon olaylarının genom evriminde rol aldığını göstermektedir. Bu oluşumun allo- ya da oto poliploid orijinli olup olmadığı bilinmemektedir [15]. Ancak son yıllarda yapılan moleküler çalışmalar, daha önce düşünüldüğü gibi, bu grubun kökeninin *Amygdaloideae* ($x=8$) ve *Spiraeoideae* ($x=9$) arasındaki allopoliploididen değil, *Spiraeoideae* üyeleri arasındaki hibridizasyonundan kaynaklandığını söylemektedir [23, 43]. Morgan ve diğ., [23] *rbcL* geniyle yaptıkları filogenetik çalışmada *Maloideae* ve *Amygdaloideae* arasında yakın akrabalık olmadığını ancak *Spiraeoideae*'ye ait bazı taksonlarla yakın akraba olduğunu göstermiştir. GBSSI geninin dizileme analizi ise *Maloideae*'nin *Spiraeoideae* altailesine ait *Gillenia* ($x=9$) cinsin atasal soyundan otopoliploidi ile köken aldığını göstermektedir [43]. *Malus × domestica* Borkh. taksonuna ait genom dizilimin ortaya konulduğu çalışmada [44] *Pyreae*'nin dokuz kromozomlu bir taksondan köken alarak genom duplikasyonlarıyla 17 kromozomlu güncel formlarının oluştuğunu söylemektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Dokuz kromozomlu atasal soydan 17 kromozomlu güncel taksonların genom duplikasyonu ile oluşması [44].

Hibridizasyon varlığı hem altailenin kökeninde hemde altaileye ait tüm taksonomik düzeylerde görülebilmektedir. Cinslerin yaklaşık üçte birinde poliploid tür bulunmaktadır. Ayrıca apomiksizin, *Amelanchier*, *Cotoneaster*, *Malus*, *Sorbus* cinslerine ait 100 taksonda bulunduğu da bilinmektedir [23]. Ayrıca *Pyrus x Malus*, *Malus x Crataegus* ve *Crataegus x Cydonia* arasında hibritlenme olduğu bildirilmiştir [45].

Pyrus cinsinin de dahil olduğu odunlu *Rosaceae* türleri üzerinde ilk kapsamlı anatomik çalışma Metcalfe ve Chalk [46] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada *Rosaceae*'nin genel anatomik özellikleri açıklanmış ve farklı özelliklere sahip cinsler ayrıca değerlendirilmiştir. Zhang [47] *Rosaceae* ailesine bağlı 62 cinsin odun anatomisine ait 18 karakter kullanarak 12 grup oluşturmuş ve bu gruplaşmaların altailelerdeki cinslerle uyumlu olduğunu söylemiştir. Ayrıca bu çalışmada *Maloideae* basamağına ait cins sınırlarıyla ilgili yorumlar yapılmıştır. Schweingruber [48], *Sorbus*, *Pyrus*, *Crataegus* L., *Cydonia*, *Mespilus* ve *Pyracantha* cinslerini, Zhang ve Bass [49] ise Çin'de yayılış gösteren *Amelanchier*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Docynia*, *Malus*, *Pyrus* ve *Sorbus* cinslerin bulunduğu 30 cinse ait odun anatomisini çalışmıştır. Çalışılan taksonlar anatomik karakterlere dayalı olarak oluşturulan anahtara yerleştirilmiştir. Yine aynı çalışmada, *Spiraea* taksonlarında aileye ait ilk kez ortaya çıkan anatomik karakterler olduğu söylenmektedir. Özel olarak *Maloideae* meyvesine ait anatomik karakterlerin konu alındığı bir çalışmada

[38], sklereidlerin bulunuş şeklinin ve miktarının cins akrabalıklarını açıklamada önemli olduğu söylenmektedir.

Kanada'da yayılış gösteren tüm *Rosaceae* polenlerinin incelendiğı bir çalışmada, cinsler yüzey süslenmesi bakımından iki büyük gruba ayrılmıştır [49]. Avrupa'da yayılış gösteren *Rosaceae* polenlerine ait ayırım anahtarı yapılmıştır [50]. Bunların dışında aile içerisindeki cinsler ayrı ayrı polen morfolojisi çalışmalarına konu olmuştur [51]. Meyve morfolojisi yoğun ilgi gören ailenin tohum morfolojisinin, taksonomik açıdan incelendiğı çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Tohum yapısındaki taksonomik olarak önemli karakterler Péchoutre [52] ve Aldasora ve diğ. [53] tarafından tartışılmıştır. Aldasora ve diğ. [53], tohum ve meyve karakterlerini kullanarak *Maloideae* ailesinin filogenisi ve filoğrafyasına ilişkin veriler elde etmiştir.

1.2. *Pyrus* Cinsinin Taksonomik Tarihçesi ve Genel Özellikleri

Pyrus cinsi ilk kez Linnaeus tarafından 1753'te tanımlanmış ve günümüzde *Malus* olarak kabul edilen cinsin taksonları da bu cins içerisinde tutulmuştur. Daha sonra yapılan sınıflandırmalarda, *Pyrus* sınırları içerisinde yakın cinslerinde bulunduğu ya da *Pyrus* cinsinin farklı cinslerin içerisinde değerlendirildiğı görülmüştür. Bu durum çizelge 1.3.1'de özetlenmiştir.

Cinsin ayrıntılı bir monografı günümüzde dahi bulunmasa bile bu yönde bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla ilk çalışma Decaisne [53] tarafından gerçekleştirilmiştir. Dünya genelinde yayılış gösteren 32 türün yer aldığı bu çalışmada taksonlara ait betimler ve çizimler verilmiştir. Bundan yaklaşık yirmi yıl sonra ise Koehne [29] 14 armut türünü bu tez çalışmasında da takip edilen iki seksiyona ayırmıştır:

1. Seksiyon *Achras* Koehne (Geçerli ismi, Seksiyon *Pyrus*): Kalıcı sepale sahip meyve. Stilus 2-5.
2. Seksiyon *Pashia* Koehne: Dökülcü sepale ve beyazımsı lentisellere sahip meyve. Stilus 5.

Browicz [55], pedisel esnekliğini de bu seksiyon ayırımına dahil ederek *Pashia* seksiyonunda esnek ve ince pedisel, *Pyrus* seksiyonunda ise kalın pedisel bulunduğunu söylemiştir. Bu tez çalışmasında da Türkiye *Pyrus*

taksonları belirlenen bu iki seksiyon içerisine yerleştirilmiştir. Ancak seksiyonları ayıran karakterler şu şekildedir:

1. Seksiyon *Pyrus*: Genellikle kalıcı sepale sahip meyve. Pedisel kalın.
2. Seksiyon *Pashia* Koehne: Genellikle dökülücü sepale sahip, beyazımsı lentiselli meyve. Pedisel ince, esnek.

Yirminci yüzyılın ilk yarısında Rehder [56] *Pyrus* cinsini ayrıntılı olarak tartışmış ve bir takson listesi oluşturmuştur. Bu listeye, bazı varyete, form ve 4 hibritle beraber 23 tür yerleştirmiş ve teşhis anahtarı hazırlamıştır. Daha sonra Federov [57] 39 tür tanımlamış daha önceki iki seksiyona ek olarak *Xeropyrenia* Fed. ve *Argyromalon* Fed. seksiyonlarını oluşturmuştur. Eklenen bu iki seksiyona Kafkaslardan tanımladığı dar yayılışlı ve hibrit türleri yerleştirmiştir. Fedorov'nun bu sistematığı alt seksiyonlar oluşturularak Tuz [58] tarafından değiştirilmiştir. Bahsedilen bu çalışmalarda yer alan *Pyrus* taksonları Avrupa ve batı Asya'da yayılış göstermektedir. Diğer önemli bir yayılış alanı olan Çin'den Yu ve Ku [59] tarafından 14 tür tanımlanmıştır. Türkiye'de ise Browicz [1] oluşturduğu 9 türlük listeye daha sonra yayınlanan eserlerle eklemeler yapılmış [4, 5] ve toplamda 11 tür, 17 taksonla Türkiye *Pyrus* cinsi taksonları oluşturulmuştur.

Çizelge 1.3.1. *Pyrus* cinsinin zaman içerisinde değişik yazarlar tarafından taksonomik olarak değerlendirilmesi.

Cins	Linnaeus (1753)	Lindley (1822, 1837, 1845)	de Candolle (1825)	Roemer (1847)	Decaisne (1874)	Wenzig (1883)	Focke (1888)
<i>Pyrus</i>	<i>Pyrus</i>	<i>Pyrus</i>	<i>Pyrus</i>	<i>Pyrus</i> ve <i>Pyrophorum</i>	<i>Pyrus</i>	<i>Pyrus</i>	<i>Stranvaesia</i>

Çizelge 1.3.1. (devam).

Cins	Rehder (1940, 1949)	Hutchinson (1964)	Yu ve Ku (1974)	Robertson ve diğ. (1991)	Koehne (1890, 1891)	Takhtajan (1997)	Kalkman (2004)	Potter ve diğ. (2007)
<i>Pyrus</i>	<i>Malus</i> ve <i>Eriolobus</i>	<i>Pyrus</i>	—	<i>Pyrus</i>	<i>Eriolobus</i>	<i>Pyrus</i>	<i>Pyrus</i>	<i>Pyrus</i>

Pyrus cinsinin yayılış alanı kuzey yarıkürenin ılıman kuşağı ve Afrika'nın sadece kuzey batısıdır. Bu yayılış alanı üç bölgeden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, orta, batı ve güney Avrupa ile kuzey batı Afrikayı ve güney batı Asya'yı içine almaktadır. Türkiye ve yakın coğrafyalarda bu bölge içerisine girmektedir.

İkinci alan, Afganistan'ın güney batısından Pakistan'ın kuzeyine doğru uzanmaktadır ve Çin ile Japonya'yı da içerisine almaktadır. Üçüncü ve en küçük kısım ise ilk iki alanın arasında kalmaktadır ancak aralarında bir bağlantı yoktur. Dikey doğrultuda cinsin bulunma yüksekliğine bakacak olursak, deniz seviyesinden Himayala Dağları'nda 2750 metreye kadar, Çin'de ise *P. pseudopashia* T. T. Yu taksonunun 3000 metreye kadar ulaştığı bilinmektedir [60, 61].

Yayılış alanları içerisinde Kafkaslar en fazla *Pyrus* taksonunun tanımlandığı yerdir. Bu alandan 40 takson bilinmektedir [55]. En az takson ise Afganistan'dan tanımlanmıştır. Geniş yayılış alanına sahip olması ve hibridizasyonun gerçekleşmesi bu cinse ait türlerin tanımlanmasını ve net sayının verilmesini güçleştirmektedir. Robertson [6] Avrupa ve Asya bölgesinde 73 tür, Kalkman [15] yirmiye yakın tür, Browicz [55] ise seksene yakın tür olduğunu söylemektedir. Bitki isimleri veri tabanında ise 900'den fazla bu cinse ait isim kayıtlıdır [62].

Fosil kayıtlara göre *Pyrus* cinsinin Tersiyer ya da daha erken zamanda, *Malus* Mill. cinsinden daha sonra Çin'in batı ve güney batısında uzanan dağlık bölgelerinden kökenlendiği düşünülmektedir [5, 61]. Cinse ait türler coğrafik olarak doğu ve batı taksonları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Batı türleri Avrupa, kuzey Afrika, Türkiye, Batı ve Orta Asya ile Afganistan'da yayılış gösterirken, doğu türleri Tanrı Dağları, Hindukuş Dağları ile Japonya'nın doğusuna kadar yayılmaktadır [61]. Challice ve Westwood [63] batı taksonlarını coğrafik olarak Batı Asya, Avrupa ve Kuzey Afrika olarak üç alt bölgeye ayırmıştır (Çizelge 1.3.2):

Çizelge 1.3. 2. Challice ve Westwood [63]'un coğrafik olarak ayırdığı batı taksonları.

Batı Asya yayılışlı türler	Avrupa yayılışlı türler	Kuzey Afrika yayılışlı türler
* <i>P. spinosa</i> Forssk.	* <i>P. communis</i> L. sl.	<i>P. cossonii</i> Rehd.
* <i>P. elaeagnifolia</i> Pall.	* <i>P. nivalis</i> Jacq.	<i>P. gharbiana</i> Trab.
<i>P. glabra</i> Boiss.	* <i>P. cordata</i> Desv.	<i>P. mamorensis</i> Trab.
* <i>P. salicifolia</i> Pall.	* <i>P. caucasica</i> Fed.	
* <i>P. syriaca</i> Boiss.		
<i>P. regelii</i> Rehd.		

*Türkiye’de bulunan taksonları göstermektedir.

Özellikle son elli yıldır *Pyrus* türleri arasındaki evrimsel ilişkileri anlama konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Challice ve Westwood [63], kimyasal ve botanik karakterleri birleştirerek filogeniyi açıklamaya çalışmış, polen yapısı [64] ve izozim belirleyicileri [65] ise bazı türlerde hibridizasyonu belirlemede kullanılmıştır. RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism; Sınırlayıcı Enzim Parça Uzunluğu Çeşitliliği) [66, 67], RADP (Random Amplification of Polymorphic DNA) [68], SSR (Simple Sequence Repeat) [69, 70, 71] ve AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) [72, 73] gibi DNA belirleyicileri de genetik çeşitliliğin ortaya çıkması için araştırılmıştır.

Son yirmi yıldır kloroplasta ait bazı bölgelerin düşük taksonomik seviyelerde başarıyla uygulandığı bilinmektedir. Bazı kloroplast gen bölgelerinin bu cins için oldukça korunmuş olduğu ve bunların içinden *trnL-F* ve *accD-psaI* gen arası bölgelerin yüksek oranda varyasyon içerdiği belirlenmiştir [74]. Katayama ve diğ., [75]. Çekirdeğe ait ITS bölgesinin kullanıldığı bir çalışma ise, düşük farklılaşma içerdiğinden ve muhtemelen türler arası hibritleşmeden kaynaklanan karmaşayı aydınlatamadığından başarılı olamamıştır [76]. Bunun üzerine aynı araştırmacılar *Adh* ve *LEAFY* gen bölgesinin ikinci intronu (*LFY2int2*)’nu daha elverişli bularak türler arası ilişkileri araştırmıştır [77]. Özellikle bu gen bölgesiyle yapılan yeni bir araştırmada [7], Batı Asya yayılışlı *P. regelii* ve *P. spinosa* ile doğu yayılışlı *P. calleryana* türlerinin en erken farklılaşan türler olduğunu söylemektedir. Ayrıca Batı Asya türleri Avrupa türlerine göre daha fazla çeşitlilik içerdiğinden, coğrafik bakımdan öncelikle Batı Asya türlerinin farklılaştığı düşünülmektedir. Bu tez

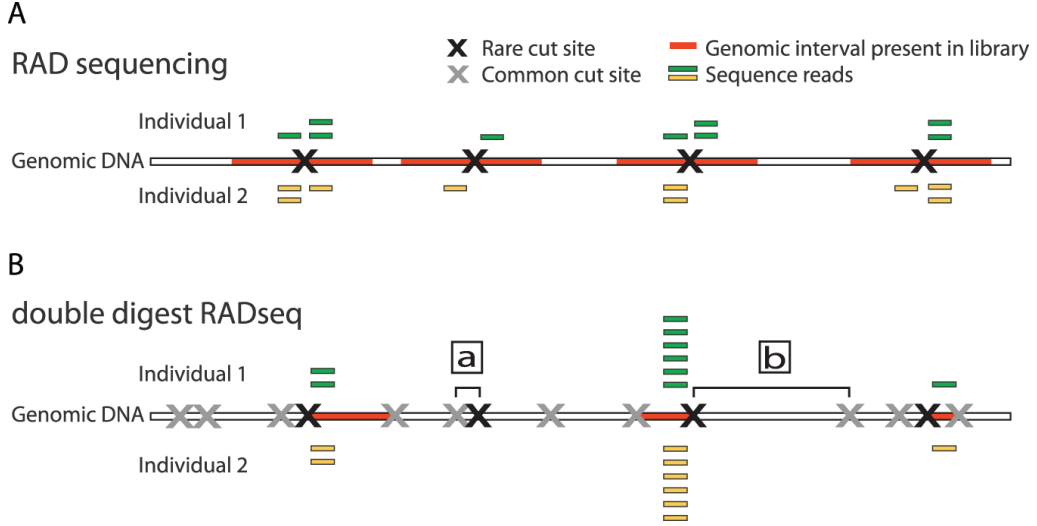
alışmasında yer alan filogenetik çalışmalarda da kloroplast bölgelerine ilaveten *LFY2int2* bölgesi kullanılmıştır.

DNA dizileme teknolojilerinde eşı görülmemiş bir geçiş dönemi yaşanmaktadır. Yeni Nesil Dizileme (Next-generation Sequencing), filogenetik ve filocoğrafya çalışmalarında multilokus dizi verilerinin elde edilmesinde hızlı ve etkili yöntemler içermektedir. Filogenetik ve filocoğrafya çalışan araştırmacılar bu yöntemin multilokus veri elde etmedeki birçok adımı birleştirdiğinden zaman verimliliğı ve etkinlik konusunda önemli potansiyeller taşıdığıının farkına varmıştır [78, 79].

Yeni Nesil Dizileme yöntemlerinden biri olan ve Restriction-site Associated DNA (RAD) Dizileme adı verilen metot Illumina sistemini kullanarak bir grup bireyde hedef gende yer alan binlerce genetik belirleyiciyi ortaya çıkarmıştır [80]. RADseq ve benzeri teknikler, restriksiyon enzimlerinin kesme bölgelerinin yakınlarındaki genlerin bulunduğu binlerce homolog lokustan elde edilen kısa parçaların dizilemesine dayalı genotipin belirlendiğı yöntemlerdir. Bu yöntem, filogenetik ve filocoğrafya çalışmalarında şimdiye kadarki en etkili yeni nesil sekanlama yöntemlerinden biridir [81].

RADSeq moleküler biyolojinin iki tekniğini birleştirmektedir: DNA'yı fragmentlere ayıran restriksiyon enzimlerini kullanmak ve dizilim okumalarını birleştirmek için moleküler belirleyiciler (adaptör) kullanmak.

Bu tez çalışmasında *Pyrus* taksonlarına ait 48 bireyin genom verisi çok daha yeni bir yöntem olan ve ddRADseq (Double Digest Restriction-site Associated DNA) olarak bilinen bir metodla elde edilmiştir. Bu metodun RADseq yönteminden temel farkı genomik DNA'nın simultane biçimde iki enzimle birden kesilmesidir [82]. Böylece aynı sürede daha fazla genom verisi elde edilebilmektedir (Şekil 1.3.1).



Şekil 1. 3. RADseq ve ddRadseq yöntemlerinin karşılaştırılması. A- DNA'yı kesmede tek enzim kullanan klasik (RADseq) yöntemi. B- DNA'yı kesmede iki enzim kullanan double digest RAD sequencing (ddRAD) yöntemi [82].

Bu çalışma için *P. elaeagrifolia*, *P. bulgarica*, *P. kotschyana* ve bu taksonlara morfolojik benzerlik gösteren ancak sahip oldukları morfolojik çeşitlilik sebebiyle teşhislerinden emin olmadığımız bireyler kullanılmıştır.

Ekonomik öneme sahip olan bu cinse ait *Pyrus communis* ve *P. pyrifolia* (Bornm.) Nakai türlerinin kültürü uzun zamandır yapılmaktadır [15]. Özellikle *P. communis* Avrupa, kuzey Amerika, güney Amerika, Avustralya ve Afrika'da sıklıkla kültüre alınmaktadır. Kayıtlara göre Avrupa'da kültüre alma geçmişi Milattan Önce 1000 yıllarına kadar dayanmaktadır. Milattan Önce 800-900 yılları arasında yazılan Odesa Destanı'nda Homeros armut ağaçlarından bahsetmektedir. Ayrıca Teophrastus (MÖ 300) ve Dioskorides 'ochnai, apios, achras' isimleri altında armut ağaçlarından bahsetmiştir. Cato (MÖ 235-150) armut kültür metodlarını anlatmış ve altı farklı armut kültür formundan bahsetmiştir. Kayıtlara göre ilk olarak eski Yunan'da kültüre alınmış, oradan İtalya'ya ve daha sonra tüm Avrupa'ya yayılmıştır [83]. Zohary ve Hopf [84] ise Türkiye'de armutun kültüre alınmasının ve aşılama yönteminin uzun zamandır bilindiğini ve halen devam ettiğini belirtmiştir. Bu tez çalışmasında da *Pyrus* cinsine ait yerel isimler arazi çalışmaları sırasında olabildiğince kayıt altına alınmış ve özellikle aşılama yöntemi araştırılmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında morfolojik inceleme, arazi çalışmaları, polen morfolojisi, tohum morfolojisi, numerik taksonomi, yaprak ve meyve anatomisi, kromozom morfolojisi ve moleküler sistematik çalışmalarına uygun materyal ve yöntem kullanılmıştır. Uygulanan bu yöntemlere ilişkin bilgiler aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

2.1. Arazi ve Herbaryum Çalışmaları

Morfolojik inceleme için öncelikle Türkiye'nin hemen her yerine çiçekli ve meyveli örnek toplamak amacıyla uygun dönemlerde arazi çalışmaları yapıldı. Herbaryum örneği alınan bitkilerin fotoğrafları çekildi, habitat, ekolojik özellikleri, çiçek rengi, koku ve diğer örneğe özgü olası tüm gözlemler not edildi.

Araziden toplanan örneklerin dışında morfolojik inceleme amaçlı yurtiçinde ve yurtdışında çeşitli herbaryumlar ziyaret edildi (Çizelge 2.1.1). Bu herbaryumların yanı sıra E (Edinburgh Kraliyet Botanik Bahçesi Herbaryumu) ve K (Kew Botanik Bahçesi Kraliyet Herbaryumu) herbaryumlarından çekilen fotoğraflar incelendi, W ve P herbaryumunun internet üzerinden veritabanları incelendi. Özellikle çalışılan taksonlara ait tip örneklerinin bulunduğu herbaryumlara gidildi, örneklerle ait morfolojik incelemeler yapıldı, fotoğrafları çekildi ve etiket bilgileri kayıt altına alındı.

Çizelge 2.1. 1. Yurtiçi ve yurtdışında ziyaret edilen herbaryumlar ve adresleri.

Herbaryum İsmi	Adres
Ankara Üniversitesi Herbaryumu (ANK)	Ankara, Türkiye
Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu (AEF)	Ankara, Türkiye
Ege Üniversitesi Herbaryumu (EGE)	İzmir, Türkiye
Gazi Üniversitesi Herbaryumu (GAZI)	Ankara, Türkiye
Hacettepe Üniversitesi Herbaryumu (HUB)	Ankara, Türkiye
İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu (ISTE)	İstanbul, Türkiye
İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu (ISTF)	İstanbul, Türkiye
İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu (ISTO)	İstanbul, Türkiye
Karadeniz Teknik Üniversitesi Herbaryumu (KATO)	Trabzon, Türkiye
Selçuk Üniversitesi Herbaryumu (KNYA)	Konya, Türkiye
Azerbaycan Bilimler Akademisi (BAK)	Bakü, Azerbaycan
Hebrew Üniversitesi Herbaryumu (HUJ)	Jerusselam, İsrail
Komarov Botanik Enstitüsü Herbaryumu (LE)	St. Petersburg, Rusya
Tiflis Illia State Üniversitesi Herbaryumu (TBI)	Tiflis, Gürcistan

Morfolojik incelemeler sonucunda elde edilen bilgiler klasik taksonomi anlayışına göre verildi. Taksonların betimi, kabul edilen Latince geçerli ismi, sinonimleri, tip bilgileri, yetiştirme yüksekliği, fenolojik özellikleri bulgular kısmında açıklandı. Morfolojik çalışma ve diğer bilgiler sonucunda oluşturulan sinonim, yeni takson gibi düzenlemeler Botanik Adlandırma Kuralları [85] dikkate alınarak verildi. Yazar isimleri ise Yazar İsimleri İndeksi'ne [62, 86] uygun olarak verildi.

2.2. Polen Morfolojisi Çalışma Yöntemi

Pyrus cinsine ait 10 türde toplam 40 örneğin polen morfolojisi incelendi (Çizelge 2.5.1.). Polen morfolojisi çalışmaları ışık mikroskobu ve elektron mikroskobu kullanılarak gerçekleştirildi. Her iki yöntemde farklı morfolojik özelliklerin ortaya konması hedeflendi. Bu nitel ve nicel özellikler aşağıda açıklanmaktadır.

2.2.1. Işık Mikroskobu Çalışmaları

Işık mikroskobunda incelenmek üzere örneklerden alınan polenlerin standart Wodehouse [87] yöntemi ile preparatları hazırlanmıştır. Polenler, Olympus CX 22 ve Leica DM 4000 B marka ışık mikroskobunda incelendi.

Her örneğe ait polenler incelenirken, trikolporat özellik gösteren polenlerin polar eksen (P) ve ekvator eksen (E) uzunlukları en az 50 polen üzerinde ölçüldü. Bunların ortalamaları (M), standart sapma (St) ve varyasyon (V) değerleri Minitab programı kullanılarak değerlendirildi. Polen şekilleri, ortalama polar eksen uzunluğu değerinin, ekvator eksenine bölünmesi ile belirlendi. Apokolpiyum indeksi, kolpus uçları arasındaki mesafenin, polenin kutuptan görünüşteki çapına bölünmesiyle hesaplandı. Bunun için 10 polen üzerinde ölçüm yapıldı. Trikolporat polenlerde kolpuslar uzun olduğu ve kutbun ortasına kadar ulaştığı için sadece kolpus enleri belirlenmiştir. Trikolporat polenlerde aynı zamanda por boyu, por eni, ekzin ve intin kalınlıkları ölçüldü. Kolpus eni, por boyu, por eni, ekzin ve intin kalınlıkları için yine 10 polen üzerinde ölçüm yapıldı. Apokolpiyum indeksi, kolpus eni, por boyu, por eni, ekzin ve intin kalınlıkları için yapılan ölçümlerin doğrudan ortalamaları hesaplandı.

Her örneğin belirli polen özelliklerini yansıtan fotoğrafları, Leica mikroskobuna bağlı Leica DFC 320 dijital fotoğraf çekildi.

2.2.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Çalışmaları

Polenlerinin ekzin süslenmesi özelliklerini daha ayrıntılı incelemek ve göstermek üzere taramalı elektron mikroskobu (SEM) çalışmaları gerçekleştirildi. Çalışmalarda Jeol JSM-840 ve FEI Quanta 400F taramalı elektron mikroskobu kullanıldı.

Işık mikroskobu altında tüm örneklerin hemen hemen aynı ekzin süslenmesi özellikleri gösterdikleri belirlendiği için çalışmalarda temsilci bazı örnekler seçildi. Yüzeylerindeki yağsı yapıdaki polen örtüsü parçalarını (polenkit ya da triffin) uzaklaştırmak için polenler önce %70'lik alkol ile muamele edildi ve kuruduktan sonra her iki yüzeyi yapışkan bant içeren stubların üzerine yerleştirildi. İncelemeler sonucunda ekzin süslenmesi ile bazı polen tiplerini sergilemek üzere fotoğraflar çekildi. Bunların da temsilci olanları seçilerek, yerleştirildi.

Polen morfolojisi terimleri için esasen Punt ve diğ. [88] ile Hesse ve diğ. [89]'nin eserlerinden yararlanıldı.

2.3. Tohum Morfolojisi Çalışma Yöntemi

Arazi çalışmaları sırasında taksonlara ait olgun meyveler temsilci örneğe ek olarak ayrıca toplandı. Daha sonra meyvelerin içindeki tohumlar çıkarıldı, temizlendi ve buzdolabında muhafaza edildi. Tohum morfoloji çalışmaları ışık ve elektron mikrobunu kullanılarak gerçekleştirildi. Işık mikroskobu altında renk ve şekil gözlemleri ile boy ve en değerleri ölçüldü. Ölçümler yeterli tohum sayısı olan 34 örnekte (Çizelge 2.4.1 ve Çizelge 2.5.1) 50 tohum üzerinden yapıldı. Sonuçların MINITAB 17 istatistik analiz programı ile ortalama (M), standart sapma (St) ve değişkenlik (V) değerleri hesaplandı. Elektron mikroskobunda ise tohumların ayrıntılı yüzey süslenmeleri belirlendi. Bu çalışma için tohum örnekleri 20 dk. santrifüje konarak yıkandı ve doğrudan staba aktarıldı. İncelenmeden önce altınla kaplandı ve Jeol JSM-840 marka mikroskopta incelendi.

2.4. Numerik Taksonomi Çalışma Yöntemi

Numerik taksonomi yada morfometri karakter durumlarını temel alarak taksonomik birimleri numerik metodlarla gruplandırmaktadır. Bu yöntemde kullanılan tekniklerden birisi olan kümeleme analizi benzerlik matrisine dayanarak

taksonomik birimleri sınıflandırmaktadır. Numerik taksonomi çalışmaları yeni morfolojik karakterlerin ortaya çıkmasında da önemlidir ve farklı bitki grupları arasındaki fenetik ilişkilerin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Numerik çalışmada, taksonlara ait çiçekli ve meyveli döneme ait 21 OTU (numerik çalışma için kabul edilen takson)'ya ait 53 karakter incelendi. Çalışmada kullandığımız taksonlar (OTU) Çizelge 2.5.1'de verilmiştir.

Çalışma için seçilen 53 karaktere ait karakter durumları belirlendi (Çizelge 2.4.1). Karakter durumlarının her OTU'daki ifadesi ölçülerek ya da gözlemlenerek çizelgeye işlendi.

Elde edilen veri matrisi excel tablosu halinde MVSP 3.2 [90] analiz programına aktarıldı. Program yazılımının öngördüğü gerekli işlemler yapılarak Gower's General Similarity ve UPGMA kümeleme metoduna dayalı olarak OTUların benzerlik ilişkisi araştırıldı.

Çizelge 2.4.2. Hedef taksonların numerik analizinde kullanılan morfolojik karakterler, kısaltmaları ve karakter durumları

1. Meyve rengi (MYRG): kırmızımsı →1, sarı →2
2. Meyve tabanında tüy (MYTH): yok →1, var →2
3. Meyve tabanı (MYTB): ±düz →1, içe çökük →2, şişkin →3
4. Meyve boyu (MBOY): mm
5. Meyve eni (MENI): mm
6. Meyvede kaliks boyu (MKLB): mm
7. Meyvede kaliks eni (MKLE): mm
8. Meyvede sepal varlığı (MSVR): genellikle yok→ 1, var→ 2
9. Meyve biçimi (MYBC): küresel→ 1, armutsu→ 2, küresele yakın→ 3
10. Meyvede pedisel boyu (PDBY): mm
11. Meyvede pedisel eni (PDEN): mm
12. Kuruldaki ortalama çiçek sayısı (CSAY):
13. Hipantiyum şekli (HPSE): fincansı →1, tubular →2
14. Hipantiyum boyu (HPTB): mm
15. Hipantiyum eni (HPTE): mm
16. Çiçekte pedisel boyu (PEBY): cm
17. Brakte boyu (BRBY): mm

18. Brakteol (BROB): var →1, yok →2
19. Sepal biçimi (SPBC): lanseolat →1, oblong →2, üçgensel →3
20. Çiçekte sepal konumu (SKON): yatay →1, çoğunlukla dökülücü →2
21. Stamen sayısı (STSY):
22. Stilus sayısı (STLS):
23. Çiçekdurumu tüyü (CDTY): pubescent →1, lanat →2, tomentos →3, yok →4
24. Çiçek çapı (CCAO): mm
25. Sepal salgısı (SPSL): yok →1, var →2
26. Petal biçimi (PBCM): ovat →1, eliptik →2, dairesel →3
27. Petal pençesi (PPNC): var →1, yok →2
28. Petal kokusu (PKOK): var →1, yok →2
29. Petal kenarı (PKNR): düz →1, undulat →2
30. Petal boyu (PBOY): mm
31. Petal eni (PENI): mm
32. Polen biçimi (POBM): oblate →1, suboblate →2, her ikisinde →3
33. Diken (DKEN): yok →1, var →2
34. Diken çeşidi (DKCE): uzun dal →1, kısa diken →2, ikisi de var →3, dikensiz →4
35. Kabuk rengi (KRNG): kırmızımsı →1, külrengi →2
36. Genç sürgünlerde tüy niteliği (GSTN): villose →1, lanat →2, tomentos →3, pubescent →4, yok →5
37. Yaprak niteliği (YNIT): derimsi →1, yapraksı →2
38. Yaprak üst yüzey tüyü (YTUY): damarlar çevresinde →1, tüm yüzeyde →2, tüysüz →3
39. Yaprak alt yüzey tüyü (YTAY): damarlar çevresinde →1, tüm yüzeyde →2, yaprak kenarında →3, tüysüz →4
40. Yaprak diş niteliği (YPDN): serrat →1, crenat →2, serrat-crenat →3, dişsiz →4
41. Yaprak tabanı (YTAB): düz (turunkat) →1, kuneat →2, kalpsiye yakın →3
42. Petiyol boyu (PTBO) (mm):
43. Stipül boyu (STBY) (mm):
44. Stipül eni (STEN) (mm):
45. Genç sürgün rengi (GSRG): kahverengi →1, kırmızı →2, gri →3
46. Yaprak ucu (YPUC): akut →1, obtuz →2, emarginat →3
47. Yaprak boyu (YBOY): mm
48. Yaprak eni (YENI): mm
49. Yaprak şekli (YSEK): lanseolat →1, eliptik →2, ovat →3, obovat →4, baklavamsı →5, dairesel →6

50. Yaprak üst yüzey tüy niteliği (YUTN): villose →1, lanat →2, tomentos →3, pubescent →4, yok →5
51. Yaprak alt yüzey tüy niteliği (YATN): villose →1, lanat →2, tomentos →3, pubescent →4, yok →5
52. Yaprak kenarı (YPKE): düz →1, yarısı dişli →2, tamamı dişli →3
53. Meyvede kaliks boyu (MKLB): mm

2.5. Anatomik Çalışma Yöntemi

Yaprak ve meyve kesitleri ışık mikroskobu ve SEM ile incelendi. Seçilen örneklerden (Çizelge 2.5.3) elle alınan kesitler safranin-fastgreen ikili boyama yöntemi kullanılarak boyandı. Yöntemin ayrıntıları şu şekildedir:

1. El yardımıyla alınan kesitler Hidroklorik asit içerisinde 5-10 dk. bekletildi.
2. %1'lik Safranin ve %0.02'lik fast green ayrı ayrı hazırlandı.
3. Kesitler önce safranin boyasında 5 dk bekletildi.
4. Sonra yıkanmadan fast-green boyasında 1 dk. bekletildi.
5. Boyadan çıkarılan kesitler iki defa distile su ile yıkandı ve preparatlar kapatıldı.

Arazi çalışmalarında toplanan yaprak ve meyve örneklerine ait anatomik veriler SEM çalışmasıyla da incelendi. Distile su içerisinde 20 dk. 3000 rpm'de santrifüj edilen yaprak örneklerinden doğrudan elde kesit alınarak staba aktarıldı. Altınla kaplanan örnekler Jeol JSM-840 marka mikroskopta incelendi.

Çizelge 2.5.1. Polen ve tohum morfolojisi, anatomi ve numerik taksonomi çalışmalarında incelen örnekler.

Takson	Polen	Tohum	Anatomi	Numerik Taksonomi
<i>Pyrus spinosa</i>	ZUG 187, ZUG 184, ZUG 185, ZUG 223	ZUG 135	AAD 19708	ZUG 322
<i>P. anatolica</i>	ZUG 194, ZUG 195	ZUG 138	ZUG 161	ZUG 085
<i>P. communis</i>	ZUG 211, ZUG 189, ZUG 190, ZUG 191, ZUG 209	ZUG 134, ZUG 142	ZUG 132, ZUG 338	ZUG 346, ZUG 482,
<i>P. caucasica</i>	ZUG 216	-	ZUG 576	AAD 18628
<i>P. elaeagrifolia</i>	ZUG 208, ZUG 213, ZUG 264, ZUG 274, ZUG 192, ZUG 219, ZUG 187, ZUG 218, ZUG 288, ZUG 271, ZUG 267, ZUG 314	ZUG 430, ZUG 465	ZUG 425, AAD 19074	ZUG 425, ZUG 280

<i>P. kotschyana</i>	ZUG 262, ZUG 265	ZUG 147	ZUG 160	ZUG 158
<i>P. salicifolia</i>	ZUG 313	AAD 18809	ZUG 377, AAD 18765	AAD 18809
<i>P. cordata</i>	ZUG 486, ZUG 487	ZUG 483	AAD 18211	ZUG 337, ZUG 483
<i>P. syriaca</i>	ZUG 183, ZUG 207, ZUG 205, ZUG 284, ZUG 286, ZUG 287, ZUG 285, ZUG 283, ZUG 282, ZUG 206	ZUG 484, ZUG 399	AAD 18746	ZUG 359, AAD 18209, AAD 10324
<i>P. georgica</i>	AAD 18499	ZUG 376	ZUG 307	AAD 18499
<i>P. demetreei</i>	-	ZUG 373	ZUG 384	AAD 19237
<i>P. pyraeaster</i>	-	-	ZUG 466	ZUG 466
<i>P. bulgarica</i>	-	-	ZUG 124	ZUG 455
<i>P. nivalis</i>	-	-	-	ZUG 435
<i>P. oxyprion</i>	-	-	-	ZUG 297

2.6. Kromozom Morfolojisi Çalışma Yöntemi

Kromozom morfolojisi çalışması için araziden toplanan olgun meyvelerden elde edilen tohumlar kullanıldı. 2012-2014 yılları arasında toplanan meyveler ayıklandı ve su altında temizlenerek buzdolabına (+4°C) kaldırıldı.

Çimlendirme denemelerine başlamadan önce tohumlar ışık mikroskobu altında incelendi ve seçilen tohumlar % 5'lik çamaşır suyunda bekletilerek yüzey sterilizasyonu yapıldı. Daha sonra steril petrilere ekildi. Soğuk uygulaması için ekilen tohumlar belirli sürelerle buzdolabında (+4°C) tutuldu. En uygun soğuk uygulama süresini bulabilmek için tohumlar en az 7 gün en fazla ise 35 gün boyunca bekletildi.

Tohumların petrilere çimlendirilmesiyle elde edilen kök uçları 10:00-11:00 saatleri arasında % 0.05'lik kolçisine alındı. Örnekler daha sonra preparat hazırlanana kadar Farmer çözeltisinde bekletildi. Hidroliz işlemi 1 N HCL'te 60° sıcaklıkta 30 dakika bekletilerek yapıldı ve örnekler daha sonra %2'lik aseto-orsein boyasıyla boyandı. % 45'lik asetik asit kullanılarak ezme preparat yöntemiyle preparatlar hazırlandı. Kromozomları uygun evrede gözlenen örneklerin ışık mikroskop fotoğrafları çekildi.

2.7. Moleküler Filogeni Çalışma Yöntemi

Moleküler sistematik kapsamında yapılan tüm çalışmalar, Arizona Üniversitesi'nde, Dr. Mark Beilstein'in Laboratuvarı'nda (Amerika Birleşik Devletleri) gerçekleştirildi. Bu çalışmada uygulanan işlem basamakları sırasıyla şu şekildedir:

1. Hedef taksonlardan DNA ekstraksiyonu yapılarak genomik DNA elde edilmesi,
2. Primerler kullanılarak Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) reaksiyonuyla veya klonlama yöntemiyle hedef bölgenin çoğaltılması,
3. Elde edilen DNA dizilimi Geneouis programı kullanılarak çoklu hizalama aşamasına kadar analiz yapılması,
4. Filogenetik ağaçların oluşturulması.

2.7.1. Genomik DNA Elde Edilmesi

Arazi çalışmalarında silika-jel içerisine alınan yaprak örneklerinin genomik DNA ekstraksiyonu Macherey-Nagel NucleoSpin Plant II kiti kullanılarak yapıldı. Ön denemeler sonucunda ideal yaprak miktarı 20-23 mg arasında tespit edildi. Ekstraksiyon yapıldıktan sonra DNA miktar ve saflığı spektrometre (The Eon Microplate- BioTek) ile ölçüldü.

2.7.2. *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* bölgelerinin PZR ile çoğaltılması

Pyrus taksonların filogenisini araştırmak amacıyla kloroplastta yer alan *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* gen arası bölgeleri kullanıldı.

Bu bölgeler PZR ile çoğaltılmıştır. Bu reaksiyonda kullanılan bileşenler (Çizelge 2.7.2.1) ve primer bölgelerinin dizilimi (Çizelge 2.7.2) aşağıda belirtildiği gibi uygulanmıştır. Elde edilen ürünler %1'lik agaroz jel elektroforezinde kontrol edilmiştir. Bağlanma ve çoğalma işlemleri başarıyla gerçekleşen ürünler Thermo Fisher Scientific ExoSAP-IT enzimiyle protokole uygun biçimde temizlenerek dizileme işlemine gönderilmiştir.

Çizelge 2.7.2.1 *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* ve *LFY2int2* bölgelerinin çoğaltımını gerçekleştirmek üzere belirlenen reaksiyon bileşen miktarları.

Reaksiyon Bileşenleri	1X25µL
Kalıp DNA	1 µl
Takara Extaq Polimeraz 10 Ünite(U)/µl	0.125 µl
10X Extaq Reaksiyon Tamponu	2.5 µl
10 mM dNTP karışımı	2 µl
Primer F 10 pmol/µl	1 µl
Primer R 10 pmol/µl	1 µl
Steril distile su	17.125 µl
Toplam Hacim	25 µl

Herbaryum örneklerinin PZR reaksiyonları kolaylıkla gerçekleşmediğinden, genomik DNA ikincil metabolitlerin uzaklaşması için tekrar yıkandıktan sonra (DNA precipitation) PZR işlemine geçilmiştir. Ayrıca PZR reaksiyonuna 0.2 mM düzeyinde bovin serum albumin (BSA) eklenmiştir.

Çizelge 2.7.2.2. *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* ve *LFY2int2* bölgelerine ait primerler.

Primer dizilimi	5'→3'	Kaynak
<i>psbA-trnH</i> -F <i>psbA-trnH</i> -R	GTTATGCATGAACGTAATGCTC CGCGCATGGTGGATTACAAATC	[91]
<i>trnH-rpl2</i> -F <i>trnH-rpl2</i> -R	CGGATGTAGCCAAGTGGATC GATAATTTGATTCTTCGTCGCC	[92]
<i>rpl20-rps12</i> -F <i>rpl20-rps12</i> -R	TTTGTCTACGTCTCCGAGC GTCGAGGAACATGTACTAGG	[93]
<i>LFY2int2</i> -F <i>LFY2int2</i> -R	CACCCACGACCITTYATIGTIACIGARCCIGGIGA CCTGCCACRTARTGICKCATYTTIGGYTT	[94]

2.7.3. *LFY2int2* Gen Bölgesinin Klonlama ile Çoğaltılması

Çekirdek bölgesinde bulunan *LFY2int2* DNA dizisi elde etmek için uygulanan klonlama yönteminin işlem basamakları:

1. *LFY2int2* gen bölgesi Çizelge 2.7.2.1'de yer alan PZR bileşenleri ve Çizelge 2.7.2.2'deki primerler kullanılarak çoğaltılmıştır.

2. 25 µl DNA örneği ile 4 µl 6X yükleme çözeltisi hazırlanan % 1'lik agaroz jele yüklenmiştir ve 80 volt (V) sabit voltaj verilerek 40 dakika süreyle yürütülmüştür.
3. Jel UV transillüminatörde incelenmiş, doğru ve aynı uzunluktaki bantlar kesilerek temiz tüplere alınmıştır.
4. Örnekler 5.000 g'de 10 dakika santrifüj edilmiştir.
5. Santrifüj sonrası elde edilen DNA ürünü pGEM-T vektörüne bağlanmıştır. Bu reaksiyon bileşenleri Çizelge 2.7.3.1'de verilmiştir. Bu işlemde sonra örnekler 1 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir.

Çizelge 2.7.3.1. PZR ürününün pGEM-T vektörüne bağlanmasında kullanılan reaksiyon bileşenleri.

Reaksiyon Bileşenleri	1X8µL
Kalıp DNA	1 µl
T4 DNA ligaz 10 Ünite(U)/µl	1 µl
pGEM Teasy Vektör	1 µl
pGEM 2x Tamponu	5 µl

6. Elde edilen ligasyon ürünleri ile donmuş Top 10F E.coli suşu buz içersine yerleştirdi. Kısa süre bekledikten sonra ligasyon ürünü dikkatli biçimde suşun içersine aktarılmıştır. 10-30 dakika arasında örnekler buzda bekletilmiş ve 42°C sıcaklıktaki su banyosunda 45 saniye tutulmuştur. Hemen sonra 2 dakika buzda bekletilmiştir.
7. Elde edilen tüplere 900 µl LB (Lysogeny Broth) sıvı ortamı eklenmiş ve 1 saat 37°C'de çalkalamalı inkübasyonda tutulmuştur.
8. İnkübasyon sonrası ürünler 3000 rpm'de 3 dakika santrifüj edilmiştir.
9. Üstte kalan sıvı kısmın yarısı boşaltıldıktan sonra pellet ve sıvının tekrar karışması sağlanmıştır.
10. Tüpte kalan ürün Carb-IPTG-Xgal-LB ortamlı petrilere ekilmiş ve çimlenme dolabına kaldırılarak en az 18 saat beklenmiştir.
11. Petri içersinde yetişen 4 adet beyaz koloni ayrı ayrı içersinde 10 µl distile su bulunan tüplere yerleştirilmiştir.

12. Elde edilen koloni ürününü kontrol etmek amacıyla tekrar aynı bileşenlerle PZR reaksiyonu yapılmıştır.
13. PZR ürünü kontrol edildikten sonra örnekler, mililitre başına 1 µl karboksilin eklenen sıvı LB ortamına aktarılmıştır.
14. Ürünler 37°C 220 rpm hızdaki inkübatörde gece boyunca bekletilmiştir.
15. Yeterli büyümeye ulaşan tüpler inkübatörden alınmıştır.
16. Tür içerisindeki plazmit DNA'nın temizlenmesi için Zymo Research Plasmid Miniprep™ - Classic kit kullanılmış ve protokol takip edilmiştir.
17. Elde edilen DNA miktarı spektrofotometre ile ölçüldükten sonra dizileme işlemine gönderilmiştir.

2.7.4. Filogenetik Analizler

DNA dizilim verileri elde edilen örneklerin ileri ve geri yönlü dizilimleri Geneious programında hizalandı ve güvenli eşleşen bölge seçilerek konsensus oluşturuldu. Çoklu hizalama ise otomatik olarak Muscle alignment kullanılarak yapıldı. Sadece klonlama yapılan örneklerin hizalanması yapılırken vektörün bir kısmı da (~200 baz) bulunduğundan bu kısım çıkartıldı.

Maksimum parsimoni analizi (MP) RaxML kullanılarak yapıldı ve bootstrap değeri olarak 1000 replika yazıldı.

Bayesian analizi için ise MrBayes 3.01.2 programı [95] kullanıldı. Nexus dosyasına yazılan komut şu şekildedir:

```
lset nst=6 rates=invgamma; unlink statefreq=(all) revmat=(all) shape=(all) pinvar=(all); prset applyto=(all) ratepr=variable; mcmc ngen= 2500000 relburnin=yes burninfrac=0.25 printfreq=1000 samplefreq=100 nchains=4 savebrlens=yes;mcmc; end;
```

2.8. ddRADseq Dizileme Yöntemi

Bu metodun aşamaları aşamaları şu şekildedir:

2.8.1. Genomik DNA Eldesi

Bu yöntemde DNA miktarı oldukça önemlidir. Bu sebeple analizlerde 500-600 ng DNA kullanılmıştır. Genomik DNA, optimize edilmiş CTAB Metoduna göre elde edilmiştir.

2.8.2. Seçilen Enzimlerle DNA'nın Kesilmesi

Mse1 ve EcoR1 enzimleri ile aşağıda ayrıntıları verilen işlemle genomik DNA fragmentlere ayrılmıştır. Oluşan ürünler agaroz jelde yürütülerek kontrol edilmiştir.

Reaksiyon	1x50 µl
600 ng DNA	
Mse1 Enzyme R0525S	0.5 µl
EcoR1 Enzyme	0.2 µl
NE Tampon 4 B7004S	5 µl
Bovine Serum Albumin (BSA)	0.5 µl
Siteril Distile Su	50 µl'ye kadar

Koşullar

3 saat 37 °C inkübasyon, 20 dakika 80°C inaktivasyon.

2.8.3. P1 ve P2 Adaptörlerinin Bağlanması

Tek zincirden oluşan adaptör dizilimlerinin diğer eş dizilimleriyle birleştirilmesidir. Adaptörler DNA fragmentleriyle birleştirmeden önce çift zincirli hale getirilmiştir.

P1 Adapter (EcoR1 için) 25 µl	1x25 µl
Annealing Tampon Çözeltisi (10x)	2.5 µl
Oligo 1.1	5 µl
Oligo 1.2	5 µl
Steril Distile Su	12.5 µl

Oligo 1.1

5'AATGATACGGCGACCAACGAGATCTACACTCTTCCCTACACGACGCTCT
TCCGATCTxxxxxTGCA-3'

Oligo 1.2

5'xxxxxAGATCGGAAGAGCGTCGTGTAGGGAAAGAGTGTAGATCTCGGTGG
TCGCCGTATCATT-3'

P1 Adapter Primer

Barkod bölgesi farklı.

P2 Adapter (Mse1 için)	1x25 µl
Annealing Buffer Stock (10x)	2.5 µl
Oligo 2.1	5 µl

Oligo 2.2
Steril Distile Su

10 µl
7.5 µl

Oligo 2.1

5'xxxxxTAAGATCGGAAGAGCGGTTCAGCAGGAATGCCGAGACCGATCAGA
ACA

Oligo 2.2

5'CAAGCAGAAGACGGCATACGATACGAGATCGGTCTCGGCATTCCTGCTG
AACCGCTCTTCCGATCTxxxxx-

P2 Adapter Primer

Barkod yok.

Annealing buffer Çözeltisi (10X):

100 mM Tris HCl, pH 8

500 mM NaCl

10 mM EDTA

2.8.4. P1 ve P2 Adaptörlerinin Ligasyonu

Çift zincirli hale getirilen adaptörler ile DNA fragmentlerinin ligasyon işlemiyle birleştirilmiştir. Ligasyon bileşenleri:

Ligasyon Bileşenleri

1x60 µl

P1 Adaptör

2.5 µl

P2 Adaptör

2.5 µl

T4 ligase tampon 10x

4 µl

T4 ligase 400 U

1 µl

DNA Fragmenti

50 µl

Koşullar

23 °C, 30 dk; 65°C 10 dk; her 90 saniyede 2 °C sıcaklık azaltılarak 23 °C'ye getirilir.

2.8.4.1. Ligasyon Örneklerinin PZR İşlemi ile Kontrol edilmesi

Reaksiyon

1x25 µl

GoTaq enzim

12.5 µl

10 µl P1 adapter F primer

1 µl

10 µl P2 adapter R primer

1 µl

DNA (Ligasyon ürünü)

2 µl

Steril Distile Su

10.5 µl

Primer

P1 F Primer

5'-AATGATACGGCGACCACCGA-3'
P2 R Primer
5'-CAAGCAGAAGACGGCATACTGA-3'

Koşullar

98°C 2 dk; 98°C 10 s; 55°C 30 s; 72°C 1 dk; 72°C 10 dk.

2.8.5. Örneklerin Birleştirilmesi ve Temizlenmesi

Ligasyon işlemi başarı olan örneklerin uygun boyutlarda (200-500 bp) seçilmesinden önce birleştirilmesi ve temizlenmesi gerekmektedir. Temizleme AxyPrep Mag PCR Clean-up kit ile ürün protokolüne uygun yapılmıştır. Sonuçta toplam hacmi 40 µl olan ürünler büyüklük seçimi için hazır hale getirilmiştir.

2.8.6. Uygun Büyüklükte DNA Fragmentlerinin Seçimi

İstenilen büyüklükteki DNA fragmentleri Sage Science Pippin Prep cihazı yardımıyla 1.5% MarkerA Agarose Gel kasetleri kullanılarak yapılmıştır. Protokole uygun biçimde hazırlanan örnekler cihaza yüklenmiştir.

2.8.7. PZR ve Ürün temizliği

İstenilen büyüklükte fragmentler seçildikten sonra dizilime gitmeden önce PZR reaksiyonu ve yeniden yukarıda anlatıldığı biçimde ürün temizliği yapılmıştır.

Reaksiyon	1x
20 ng son ürün	
Phusion DNA Polymerase enzim	0.2 µl
Phusion tampon 5x	4 µl
10 µl P1 F	1 µl
10 µl P2 R	1 µl
10 mM dNTP karışımı	0.4 µl

Koşullar

98°C 2 dk; 98°C 10 s; 65°C 30 s; 72°C 30 s; 72°C 10 dk.

2.8.8. Bioanaliz

Elde edilen son ürün dizilime gitmeden önce tüm basamakların doğru yürüdüğünden emin olmak için Bioanaliz cihazı yardımıyla ölçümler yapılmıştır. Bioanaliz cihazı kapillar elektroforez mantığıyla çalışmaktadır. Bu sayede ürünün molaritesi ve fragmentlerin büyüklük dağılımı gözlenmiştir.

2.8.9. Analiz

DNA verilerinin okunması için Illumina HiSeq2000 kullanılmıştır. Yeni Nesil Dizileme yöntemleri sonucunda çok büyük miktarda dizilimler elde edilmektedir. Bu dizilimlerin analiz edilmesiyle ilgili *Stacks* [96], *Rainbow* [97] gibi birkaç program bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında yapılan filogenetik analizler için *PyRAD* [98] kullanılmıştır.

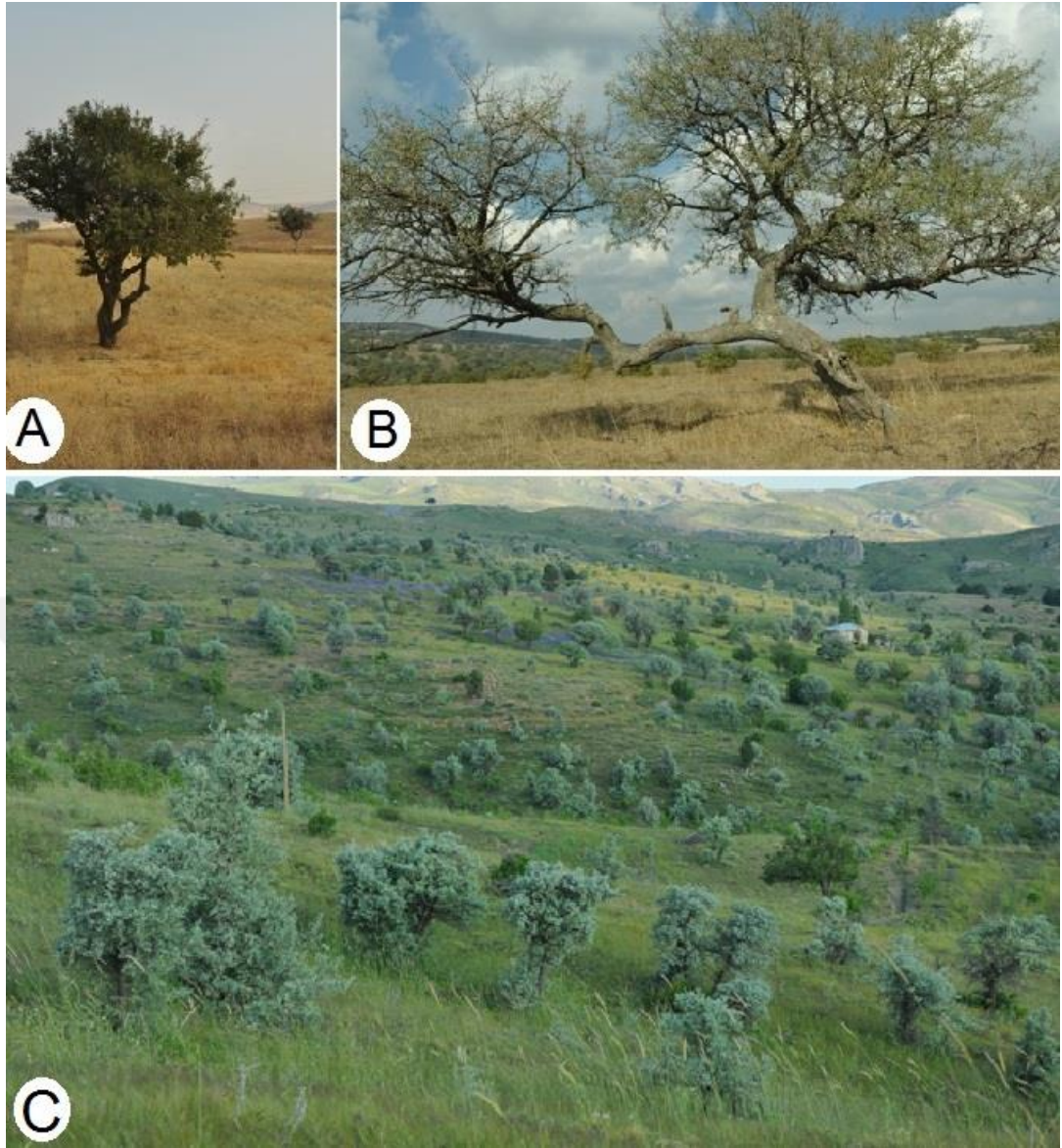
İlk önce barkod dizilimlerini içeren adaptörler bireylere ait dizilimden ayrılmıştır. Daha sonra dizilimler birleştirilmiştir (Multiple alignment). Filogenetik analizler RAxML programında GTRGAMMA modeli 100 replika ile yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Morfoloji

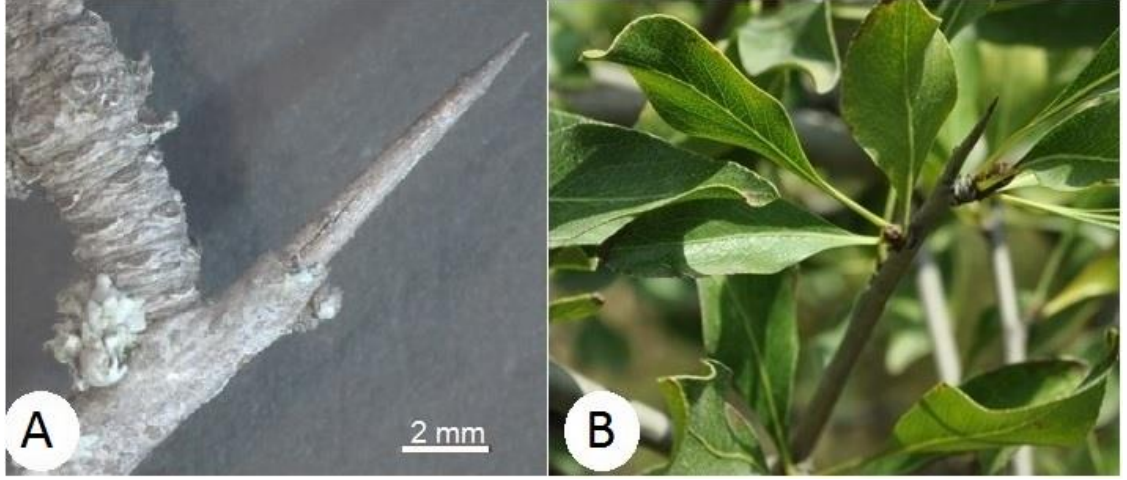
3.1.1. Bitkinin Genel Görünüşü

Pyrus ağaç, nadiren çalı formunda yaprak döken bitkilerden oluşmaktadır. Bitki boyu (1.5–) 3–10 m arasında değişmektedir. Çoğunlukla tek gövdeli ya da dallanmış halde bulunur. Ekolojik koşulların (Örn. rüzgar) olumsuz etkisiyle normal olmayan görünüme sahip olabilir. Doğada genellikle tek tek bulunabildiği gibi uygun habitatlarda topluluk halinde de görülebilir (Şekil 3.1.1.1).



Şekil 3.1.1.1. *Pyrus* cinsi taksonlarının genel görünüşü: A- taç yapısı; B- çevre etkisiyle eğilmiş gövde; C- habitatın genel görünüşü. (A.A. Dönmez tarafından çekildi)

Cinse ait türlerin çoğu dikenlidir ve iki çeşit diken bulundurlar. İlki 5–15 mm uzunluğunda, üzerinde yaprak bulundurmaz ve kısa diken olarak bilinir. İkincisi daha uzundur, üzerinde tomurcuk ve yaprak bulundurur ve uzun diken olarak bilinir (Şekil 3.1.1.2).



Şekil 3.1.1.2. *Pyrus* cinsinde görülen diken çeşitleri: A- kısa diken; B- üzerinde yaprak taşıyan uzun diken (*P. demetii*-ZUG 373).

Diken ucu genellikle sivri bazen de küt biçimde sonlanır. Diken özelliği taksonomik açıdan fazla kullanışlı değildir çünkü bir takson diken bulunduran ya da bulundurmeyen üyelerden oluşabilir.

3.1.2. Sürgün Çeşitleri

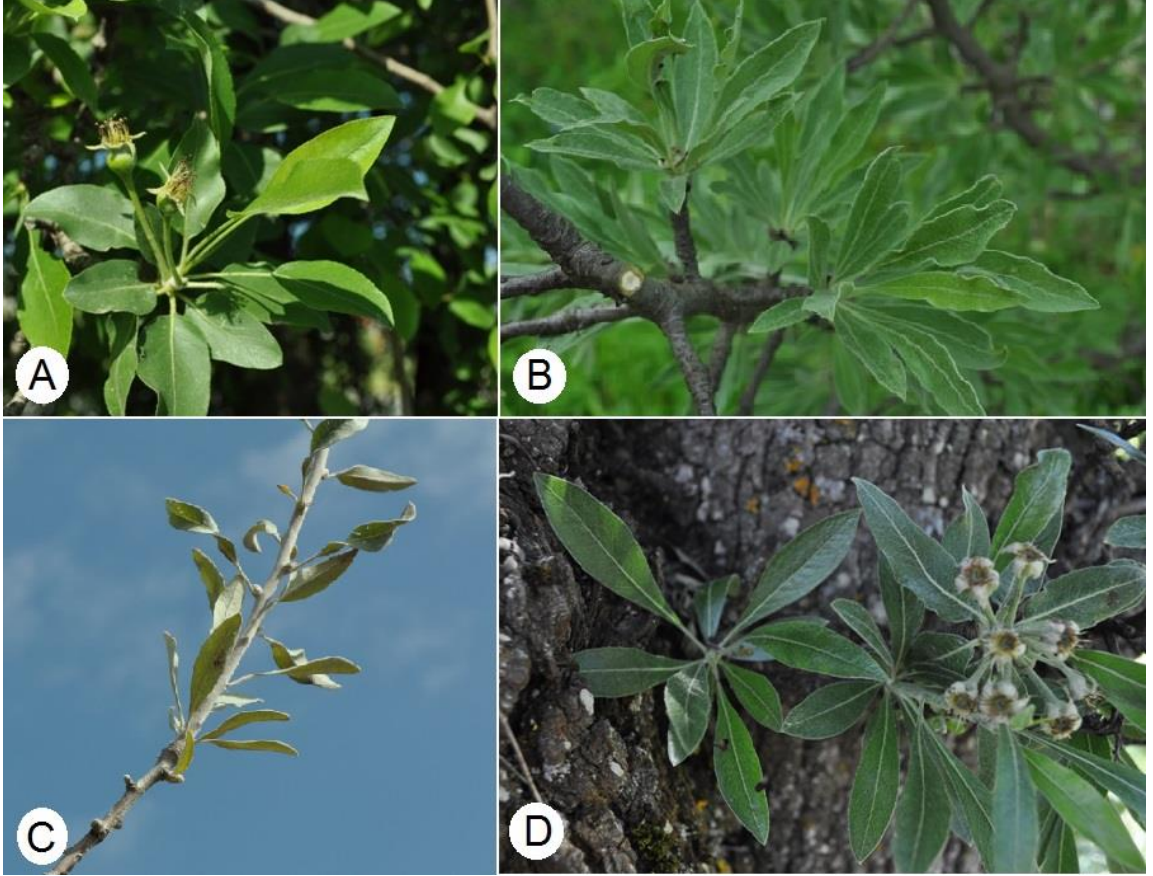
Bitki sürgünü genel olarak, vejetatif, generatif ya da her ikisini birden oluşturacak potansiyele sahip yapı olarak tanımlanmaktadır. *Pyrus* cinsi üyelerinde üç çeşit sürgün bulunmaktadır (Şekil 3.1.2.1 A-C). Bunlar:

Çiçekli sürgün: Üzerinde çiçek ve meyve gibi üreme yapısı taşıyan dallardır. Üreme yapısı dışında yaprak, brakte, brakteol gibi yapılar da bulundurulur. Taşıdıkları yapraklar büyüklük bakımından, petioller ise uzunluk bakımından farklılık gösterebilir.

Kısa sürgün: Büyümesini tamamlamış ve ucunda demet halinde yaprak bulunduran yapılardır. Önceki yıllara ait yaprak izi kalıntıları belirgindir. Bu dallarda gelişen yapraklar çiçekli sürgündekilere göre daha büyük ya da daha tüylü olabilir.

Uzun sürgün: Genç dalların ucunda bulunan ve tepe tomurcuğunun ilk yılında gelişen sürgünlerdir. Betimlerde genç dal olarak tarif edilen yapıdır. Yoğun kısa tüylü ya da tüysüz ve koyu kırmızımsı olmak üzere iki farklı biçimi vardır. Bu yapıda bulunan yapraklar diğerleriyle benzer olmakla birlikte bazı türlerde yaprak yüzeyi undulat ve daha büyük olabilmektedir. Türlerin uzun sürgünlerindeki tüm

yaprakları tek bir istisna dışında basit ve tamdır. *P. spinosa* Forssk. türünde bazen en uçtaki tek bir yaprak üç loblu olmaktadır. Tür betimine de eklenen bu durum ilgili kısımda tartışılmıştır.



Şekil 3.1.2.1. *Pyrus* cinsinde görülen sürgün çeşitleri: A- çiçekli sürgün; B- kısa sürgün; C- uzun sürgün; D- ağaç gövdesinin zedelenmesiyle oluşan açıklıktan çıkmış sürgün (A.A. Dönmez tarafından çekildi).

Sürgünler çoğunlukla dallar üzerinde bulunmaktadır. Ancak bazı durumlarda gövdenin zedelenmesi ile oluşan açıklıklar sürgün gelişimine izin vermektedir (Şekil 3.1.3.D).

3.1.3. Tüy örtüsü (İndumentum)

Pyrus taksonlarının tamamı çiçekli dönemde az ya da çok tüylüdür. Özellikle genç yaprak, sürgün ve ham meyve bitkinin en yoğun tüy taşıyan yapılarıdır. Olgun meyve dönemine doğru tüyler dökülür ya da kalıcı hale gelir. Bir taksonun tüylü ya da tüysüz oluşu olgun meyve dönemindeki durumunu belirtmektedir. Ancak tüysüz örneklerde de yaprak alt damar etrafında meyve tabanında kaliks iç ve dış

yüzeyinde, stilus tabanında seyrek tüylere rastlamak mümkündür. Tüylere büyük çoğunlukla salgısızdır ancak *P. syriaca* örneklerinde özellikle kaliks kenarında siyah glandlı tüylere görülmektedir.

Tüysüz örneklerin yaprakları derimsi ve daha etli olurken, tüylü yapraklar daha yumuşak ve koyu renkli görünür. Genç sürgünler tüylü örneklerde bu durumla orantılı yoğun tüyle kaplı ve grimsi görünürken, tüysüz örneklerde tüysüz ve kırmızımsı gözükmektedir. Her taksonun çiçekli ve olgun evrede sahip olduğu tüy çeşidi betiminde verilmiştir. Tüm taksonlarda görülen başlıca tüy tipleri aşağıda verilmiştir:

Villoz tüylenme: Uzun, seyrek dağılımlı, düz ve yüzeyi tümüyle örtmez. Bu tüylenme özellikle *Pyrus caucasica* Fed. türüne ait yaprakların kenarlarında görülmektedir. Çiçekli dönemde yoğun tüy örtüsü, olgunlukta sadece yaprak kenarının etrafında görülmektedir.

Lanat (Yünsü) tüylenme: Uzun, yoğun, kıvrık ve değişik taraflara yönelmiş tüy örtüsüdür. Yüzeyi tümüyle kaplar. Bu tip yoğun tüylenme özellikle *P. elaeagrifolia* Pall.'da görülür. Tüylenmenin grimsi ve yoğun olması bitkiye kurşuni bir görüntü kazandırır.

Sericeous (İpeksi) tüylenme: Uzun, bir tarafa yönelmiş, yatık, yüzeyi örter ve parlak bir görünüm verir. Bu tüylenme Türkiye taksonları içerisinde sadece *P. salicifolia* türünde görülmektedir. Yapraklarının benzemesi sebebiyle teşhistede sıklıkla karıştırılan *P. elaeagrifolia* türünden ayrıldığı önemli özelliklerden biridir.

Tomentoz (Keçemsi) tüylenme: Kısa, kıvrık, yoğun ve yüzeyi örter. Bu tüylenme tipik olarak tüylü örneklerin genç sürgünlerinde görülür. (Örn. *P. salicifolia*, *P. elaeagrifolia* gibi)

Pubescent (Seyrek) tüylenme: Kısa, düz, seyrek tüylenmedir. Bazı taksonlar yükseklik ve coğrafi konumuna bağlı olarak tüy örtüsünde seyrelme gösterebilir. Bu durumlarda ortaya çıkan tüylenme biçimidir.

Tüy karakteri, cinsin taksonomisinde önemli bir yere sahip olmasına rağmen çok fazla varyasyon göstermekte ve çevresel koşullara bağlı olarak değişmektedir.

3.1.4. Yaprak

Dünya *Pyrus* türleri düşünüldüğünde, ülkemizde bulunmayan *P. regeli* dışındaki tüm türlerin yaprakları basit ve tamdır. Yaprak şekli taksonomik açıdan önemli bir

karakter olmasına karşın çeşitli varyasyonlar göstermektedir. Cinsin sahip olduğu yaprak morfolojisi alt başlıklar halinde aşağıdaki gibidir:

Yaprak biçimi ve boyutu: Değişik varyasyonları bulunmakla birlikte başlıca yaprak şekilleri dar mızraksı, oblong, eliptik, ters yumurtamsı ve kalpsi olarak gözlenmiştir (Şekil 3.1.4.1). Bu yaprak biçimlerinin hangi taksona ait olduğu betimlerde ayrıntılı biçimde verilmiştir.

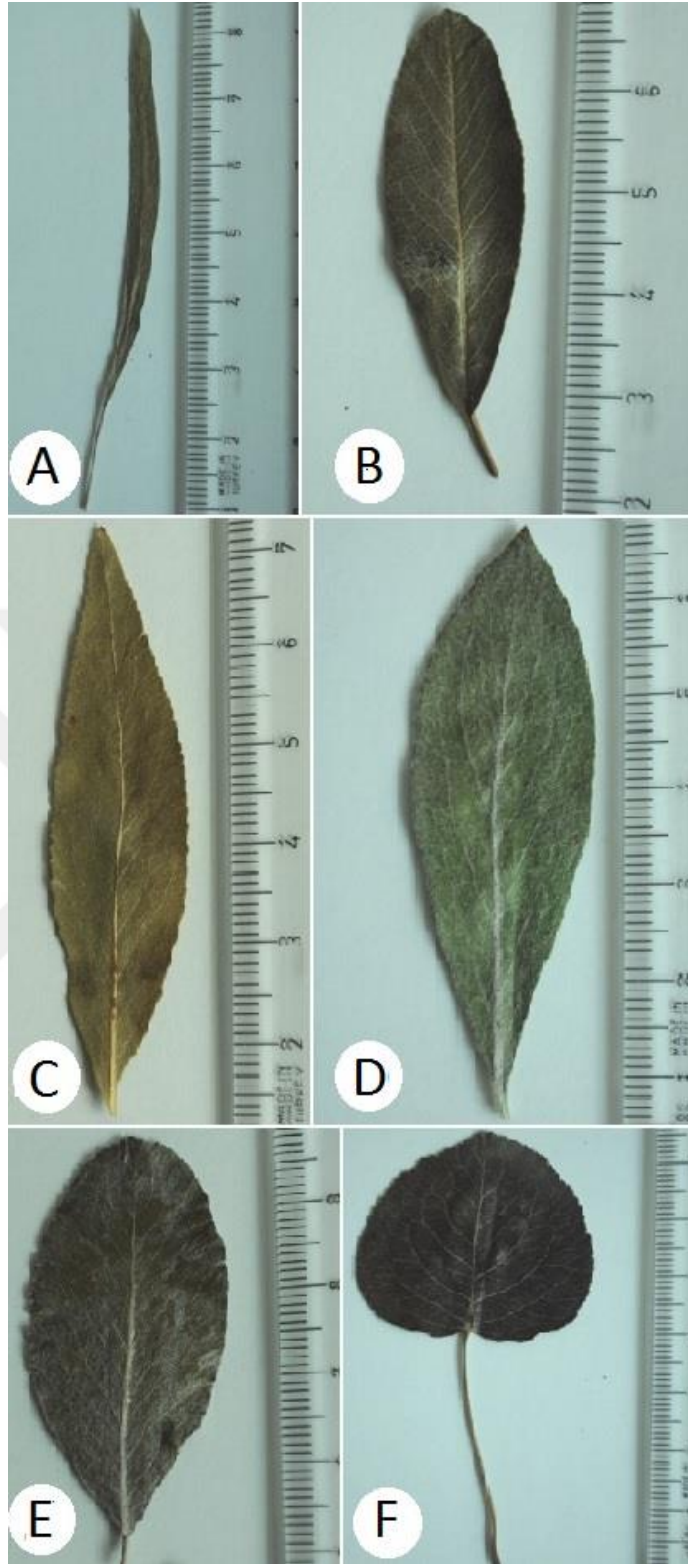
Türkiye’de yayılış gösteren taksonlar arasında en küçük yaprak boyu (2.5–) 3 cm olarak *P. spinosa* ve *P. syriaca* var. *microphylla* taksonlarında görülmüştür. En büyük yaprak boyuna ise 6–8 cm ile *P. elaeagrifolia* subsp. *taochia* ve *P. syriaca* var. *pseudosyriaca* taksonlarında rastlanmıştır.

Yaprak ucu: Genellikle küt ya da uca doğru sivridir. Uca doğru sivrileşen yapraklar genellikle siyah mukro ile sonlanır. Bu durum sadece uçta sivri olan bireylerde değil uçta küt olan bireylerde de sıklıkla görülmektedir.

Yaprak tabanı: Taksonomik olarak önemli bir karakterdir. Başlıca iki durum söz konusudur. Birincisi ve Türkiye’deki birçok taksonda görülen tabanın asimetrik kamamsı yapısıdır, *Pyrus* sec. *Pyrus* üyelerinde görülür. Ancak bu seksiyona dahil *P. spinosa* ve *P. communis* üyelerinin bazılarında yaprak tabanı küte yakındır. Diğeri ise *Pyrus* cinsinin *Pashia* seksiyonunda gözlenen kalpsiye yakın yaprak tabanıdır.

Yaprak kenarı: *Pyrus bulgarica*, *P. kotschyana* ve *P. spinosa* dışında dişlidir. Dişlenme bölmeli ya da testere dişli biçimindedir ancak bazı taksonlarda her iki dişlenme tipine de rastlanmıştır (Örn. *P. cordata*). Bazı örneklerin doğada hem dişli hem de dişsiz, bazı yaprakları dişli ya da sadece uç kısımda dişli yaprakları bulunmaktadır. Dişlenme gösteren yaprakların kenarı siyah glandlarla sonlanmaktadır. Bu glandlar bazen çok tipik görülürken bazen çiçekli evrede dökülmüş olabilir.

Yaprak damarlanması: Belirgin orta damar ve yan damarlardan oluşmaktadır. Yan damarlar genellikle 45°lik açı ile ana damara bağlanır. Ağsı-pinnat damarlanma görülür ve damarlar yaprak kenarına doğru yönelmez (craspedodromous tip). *Pyrus* cinsi ile aynı oymakta bulunan bazı cinslerin aksine yaprak damarlanması taksonomik olarak önem taşımamaktadır. Seyrek tüylü üyelerin sadece ana damar boyunca tüy taşıması sık görülen bir durumdur.



Şekil 3.1.4.1. *Pyrus* cinsinde görülen başlıca yaprak şekilleri: A- dar mızraksı; B- eliptik; C- lanseolat; D- oblanseolat; E- genişçe eliptik; F- kordat.

Epidermis: Taksonların epidermis özellikleri morfolojik olarak ve anatomik olarak SEM altında incelenmiştir. Morfolojik incelemeye göre üst epidermis kalın kütikula tabakasıyla örtülüdür. Üst epidermiste iki belirgin yüzey süslenmesi ayırt edilmiştir:

I. Ağsı tip (Şekil 3.1.4.2 A-B),

II. Çizgili tip (Şekil 3.1.4.2 C-D),

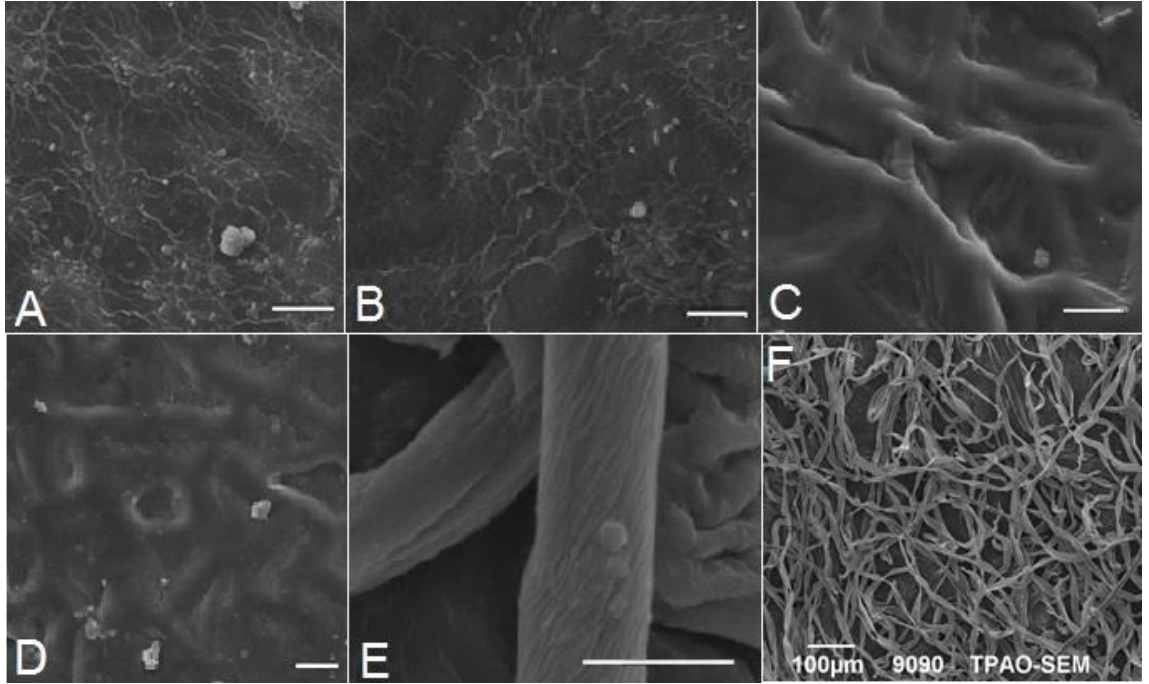
Stoma alt epidermiste bulunmakta ancak üst epidermiste bulunmamaktadır.

Tüyler basit ve salgısızdır. Her iki yüzeydeki tüy morfolojisi genel olarak iki tiptir:

I. Daha kalın, dairesel çaplı ve kısa çizgisel süslenmeye sahip (Şekil 3.1.4.2 E),

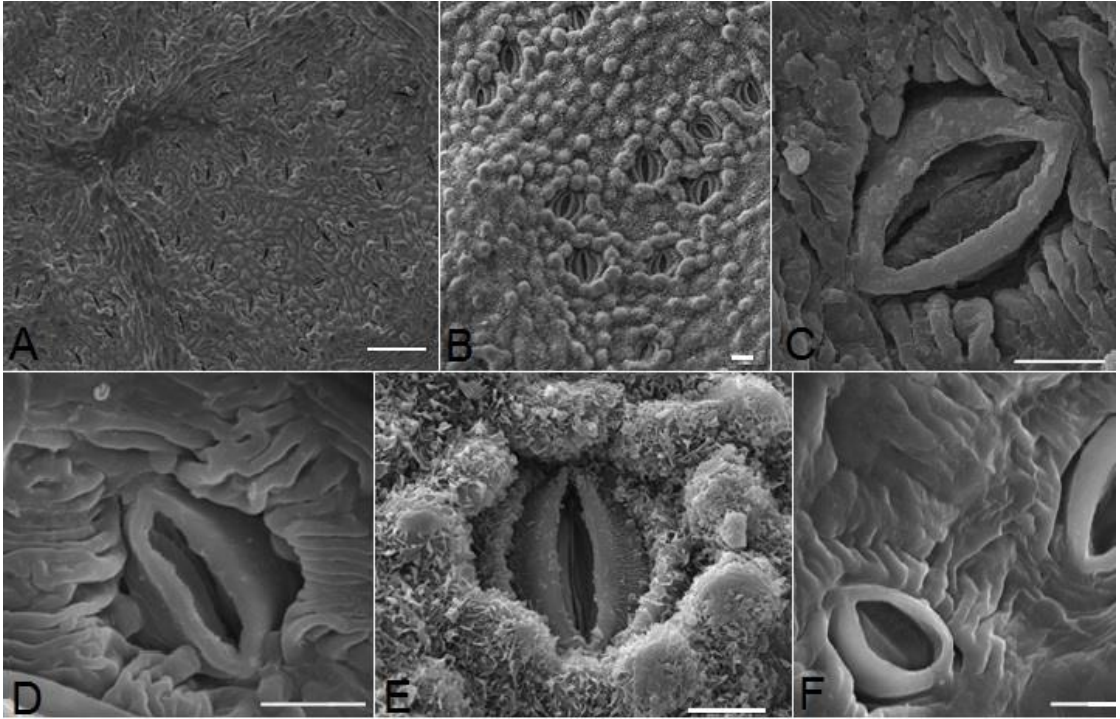
II. Daha enli, ince ve daha zayıf bir görüntü oluşturmaktadır (Şekil 3.1.4.2 F),

Bazı taksonlarda tek bir tüy çeşidi görülürken bazıları ise her ikisini birden taşımaktadır. İncelenen taksonların üst epidermis ve tüy özellikleri çizelge 3.1.4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1.4.2. *Pyrus* taksonlarında üst epidermis: A-B- ağsı tip (A: *P. anatolica*-ZUG 136, B: *P. syriaca*-AAD 18208); C- belirgin kalın, uzun çizgili tip (*P. bulgarica*); D-kısa, kalın çizgili tip (*P. bulgarica*-ZUG 343); E- kalın, dairesel çaplı ve kısa çizgili süslenmeye sahip tüy (*P. elaeagnifolia*-ZUG 175); F- ince ve daha zayıf tüy (*P. georgica*-ZUG 307). Ölçek A-E= 10 µm.

Alt epidermis kütikulası genellikle düzdür ve mumsu yapılar daha sık görülür. Birçok takson yoğun biçimde stoma bulundurur (Şekil 3.1.4.3A). Stomanın etrafında kalın stoma çizgisi devam eder. Stomanın hemen yakınında genellikle belirgin kısa paralel çizgiler vardır. Çizgili süslenmenin üzerinde küçük noktalar halinde mumsu yapılar da gözlenmiştir (Şekil 3.1.4.3). Bazı taksonlarda ise granül biçiminde mumsu yapılar bulunur (Şekil 3.1.4.3B-E). Stoma büyüklüğü genellikle 12–20 μm arasında değişmektedir, çok seyrek olarak yaklaşık 10 μm büyüklüğünde stoma gözlenmiştir (Şekil 3.1.4.3F).



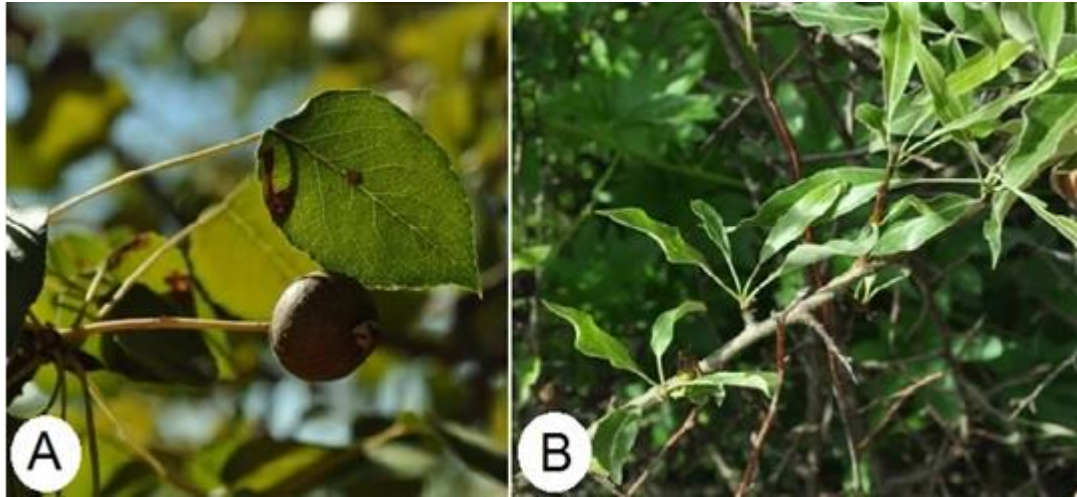
Şekil 3.1.4.3. *Pyrus* taksonlarında alt epidermis: A-B- çizgili ve granüllü stomanın genel görüntüsü (A: *P. salicifolia*-ZUG 377, B: *P. anatolica*-ZUG 136); C-D- stoma etrafında paralel çizgili yapı (C: *P. salicifolia*-ZUG 374, D: *P. georgica*-ZUG 376); E-stoma etrafında granüllü yapı (*P. spinosa*-AAD 18198); F- küçük boyutlu stoma (*P. bulgarica*-ZUG 343). Ölçek= 10 μm .

Yayılış alanı geniş olan taksonlarda farklı yerlerden toplanmış birden fazla bireyle inceleme yapılmıştır. Taksonların sahip oldukları epidermis morfolojisinin (Çizelge 3.1.4.1) varyasyon göstermediği ve türe özgü olduğunu söylemek mümkündür.

Çizelge 3.1.4.1. *Pyrus* taksonlarında yaprak epidermis morfolojisi.

Takson	Üst epidermis	Alt epidermis	Tüy morfolojisi
<i>Pyrus cordata</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tüysüz
<i>P. communis</i>	Çizgili	Granüllü	Tüysüz
<i>P. pyraster</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tüysüz
<i>P. caucasica</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tip I ve Tip II
<i>P. syriaca</i>	Ağsı	Paralel çizgili	Tüysüz
<i>P. spinosa</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tüysüz
<i>P. elaeagrifolia</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tip I
<i>P. bulgarica</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tip I ve Tip II
<i>P. anatolica</i>	Ağsı	Granüllü	Tip I
<i>P. kotschyana</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tip I
<i>P. georgica</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tip II
<i>P. salicifolia</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tip II
<i>P. demetrii</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tip II
<i>P. pashia</i>	Çizgili	Paralel çizgili	Tip II

Yaprak sapı: Türkiye’de yetişen üyelerin tamamı yaprak sapı taşımaktadır. Sap uzunluğu en kısa *P. salicifolia* türünde (0.5–1.5 cm), en uzun ise *P. cordata* ve *P. communis* (3–6 cm)’de bulunmaktadır. Yaprak sapı taksonomik olarak önemli bir karakterdir. *Pyrus* sec. *Pashia*’da sap ince, esnek ve uzundur. *Pyrus* sec. *Pyrus*’ta ise daha kalın, kısa ve esnek değildir (Şekil 3.1.4.4). Bu duruma sadece *P. communis* üyeleri dahil değildir.



Şekil 3.1.4.4. *Pyrus* cinsinde görülen yaprak sapı: A- esnek ve ince yaprak sapı; B- kısa, kalın yaprak sapı. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).

Kulakçık: Genellikle yaprakla birlikte çiçekli evrede gelişen bu yapı, olgun evrede dökülmektedir. İpliksi yapıda ve 2–3 mm uzunluğundadır.

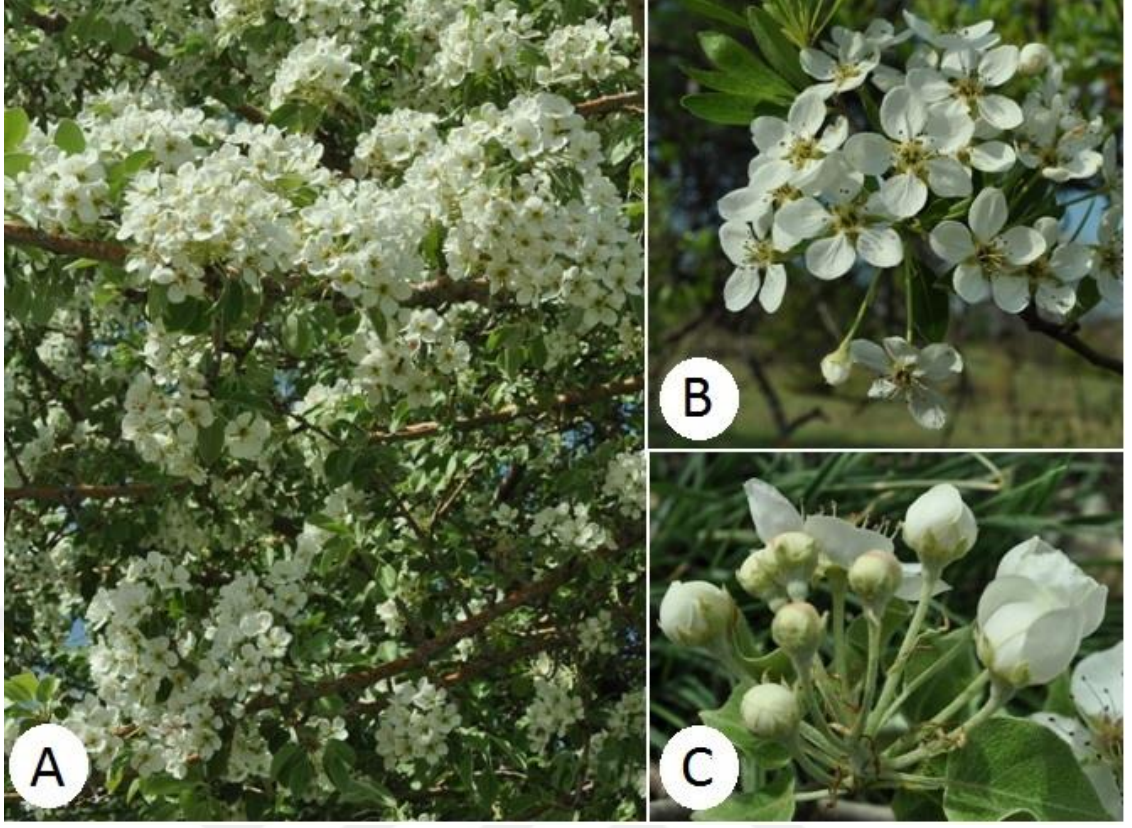
Sonbaharın sonunda yaprakları dökülür ve kış aylarında yaprak bulunmamaktadır. Bu süreçte çiçek ve yaprak gibi yapıları verecek olan tomurcuk, pullarla örtülüdür. Bu pulların kenarlarında beyaz kısa siller bulundurulur ve geniş kalpsi yapıdadırlar. Ayrıca bazıları mukro da taşıyabilmektedir. Çiçeklenme zamanı geldiğinde koyu kahverengi ve kalın olan pulların altından ince, şeffaf ve zarsı yapılar gelişir. Bu zarsı yapıların arasından uygun koşullar altında ilk yapraklar çıkar (Şekil 3.1.4.5).



Şekil 3.1.4.5. *Pyrus* cinsinde görülen tomurcuk pulları: A- kışın görülen tomurcuk pulları; B- ilkbahara doğru gözlenen pullar ve ilk yapraklar.

3.1.5. Çiçekdurumu ve Çiçek

Pyrus cinsinin çiçekdurumu şemsiye benzeri ya da yalancı şemsiye (korimboz) biçimindedir. Üstten bakıldığında çiçekler aynı hizada görülmektedir ancak çiçek sapı boyları birbirinden farklıdır. Verimli bir birey çok sayıda çiçek verir ve çiçek sayısı 5-20 arasında değişmektedir (Şekil 3.1.5.1). Meyveye geçerken, çiçeklerin tamamı döllenemediğinden bu sayı oldukça azalır ve 1-4 arasında olgun meyve gözlenir.



Şekil 3.1.5.1. *Pyrus* cinsi çiçekdurumu: A- çiçekli evrede genel görünüş; B- bir kurulda yeralan çiçekler; C- çiçek tomurcuklarının genel görünümü. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).

Genel çiçek yapısı hipantiyum, kaliks, korolla, andrekium ve ginekiumdan oluşmaktadır. Bu yapılar ayrıntılı biçimde aşağıda verilmiştir:

Hipantiyum: Epigin çiçekte yeralan karpelle birleşmiş yapıdır. Enine kesitte incelendiğinde ovaryumu ve hipantiyum dokusunu birbirinden ayırt etmek mümkün değildir. Hipantiyum tüpsü ya da daha da genişleyerek fincansı bir morfolojiye sahiptir. Dış yüzeyi yoğun kısa tüylerle kaplıdır. Ovaryumun etlenip meyveye geçmesi sırasında bu tüyler dökülür (Şekil 3.1.5.2).



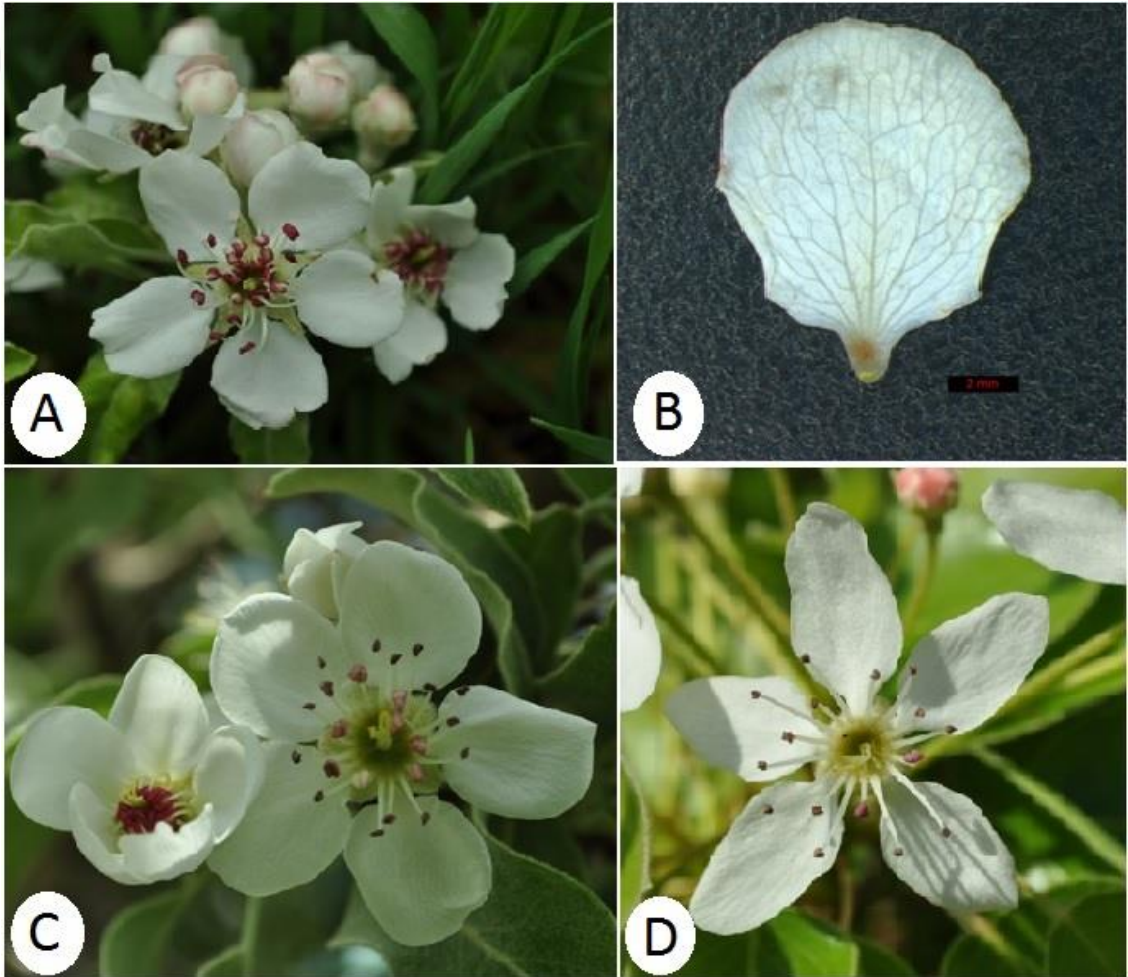
Şekil 3.1.5.2. Hipantiyumun dıştan görünüşü ve boyuna kesiti: A- dıştan görünüş; B- boyuna kesit (*P. elaeagrifolia*). Ölçek= 1 mm.

Kaliks: Kaliks 5 adet, yeşil renkte, petallerin arasından çıkan genellikle dar üçgensel biçimli sepallerden oluşmaktadır. Sepal boyu 3–6 mm, eni ise 1.5–3 mm arasında değişmektedir. Sepal genellikle kahverengimsi bir mukro ile sonlanır. Kenarı çoğunlukla düzdür ancak bazen uca doğru dişlenme görülebilir. *P. syriaca* türünde sepal kenarı belirgin biçimde siyah glandlarla çevrilmiştir.

Meyve gelişimine paralel olarak sepaller de genişler ve meyve yüzeyine yatay olacak şekilde meyvede kalır. Sepalin meyvede kalıcı olması taksonomik açıdan önemlidir çünkü sadece *Pashia* seksiyonu üyelerinde sepal genellikle dökülücüdür. Ancak bazı *P. syriaca* (Seksiyon *Pyrus*) üyelerinde de nadiren dökülücü sepale rastlanmıştır.

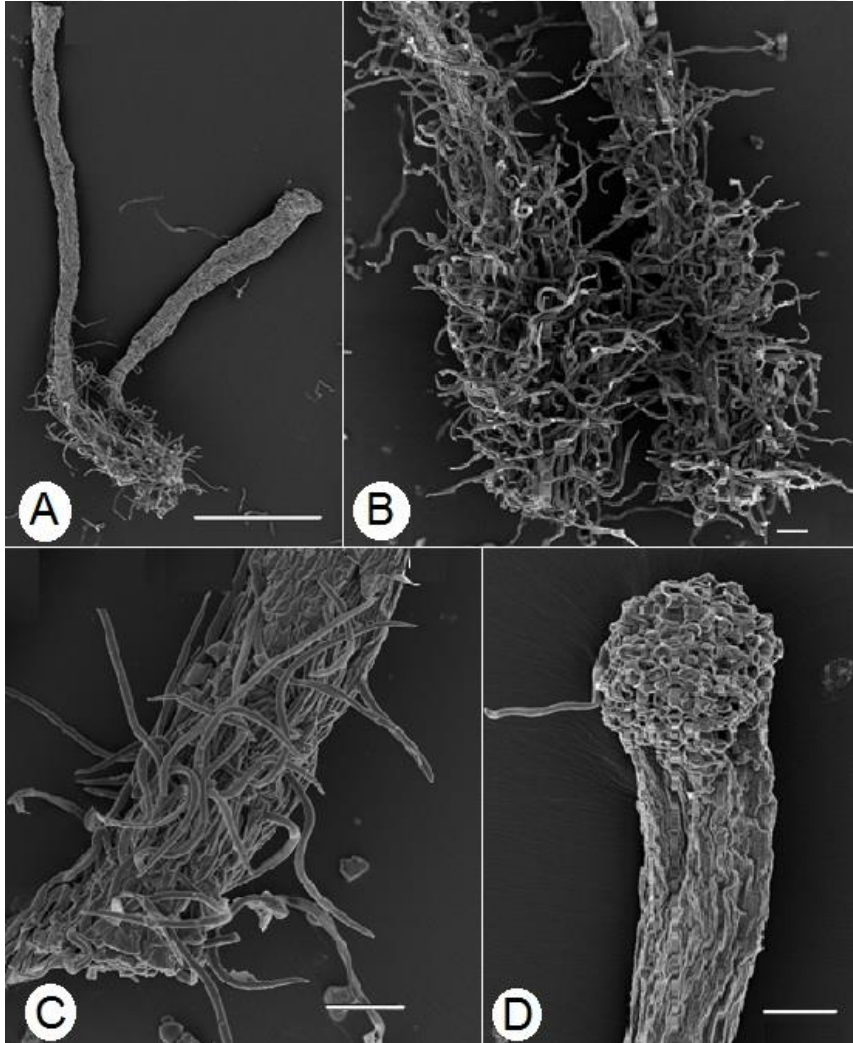
Korolla: Bu yapı çoğunlukla beş adet beyaz renkli petalden oluşmaktadır. Altı ya da yedi petal sayısı çok nadiren bazı çiçeklerde görülmüştür ancak sadece anormal gelişmiş bir yapı olarak değerlendirilmiştir. Petaller bazen tam açılmadan önce uçta pembemsi olarak görülebilmektedir. Petal biçimi genellikle dardan geniş doğru ovattır ve tabanda kısa bir pençeyle başlar. Sadece *P. cordata* türünde eliptik petale rastlanmıştır. Petal biçimi taksonların ayırımında fazla kullanışlı değildir. Petaller iç bükey, kenarları genellikle düz, uçta küt ya da emerginattır. Bazen belirgin biçimde kenarda dalgalanma gösterirler (Şekil 3.1.5.3A-B).

Andrakeum: *Pyrus* cinsinde stamen sayısı (18-) 20-25 arasında değişmektedir. Herbir stamen, yarıkla açılan iki teka ve hipantiyum dokusuna bağlı birbirinden bağımsız filamentlerden oluşmaktadır. Anter rengi, olgunlaşıp açılmadan önce açık pembe ya da koyu kırmızıdır, aynı bireyde iki farklı renkte anter taşıyan çiçeklere rastlanmıştır. Farklı gelişim evresinde olmalarından renk farkının taksonomik bir önemi yoktur anterlerin olgunlaşma evresiyle ilgilidir. Polenlerini dağıtan anter ise siyahımsı bir renk almaktadır. Anterler iki sıra halinde, çevreden merkeze doğru (sentripetal) olgunlaşmakta ve polenlerini yaymaktadır (Şekil 3.1.5.3C-D).



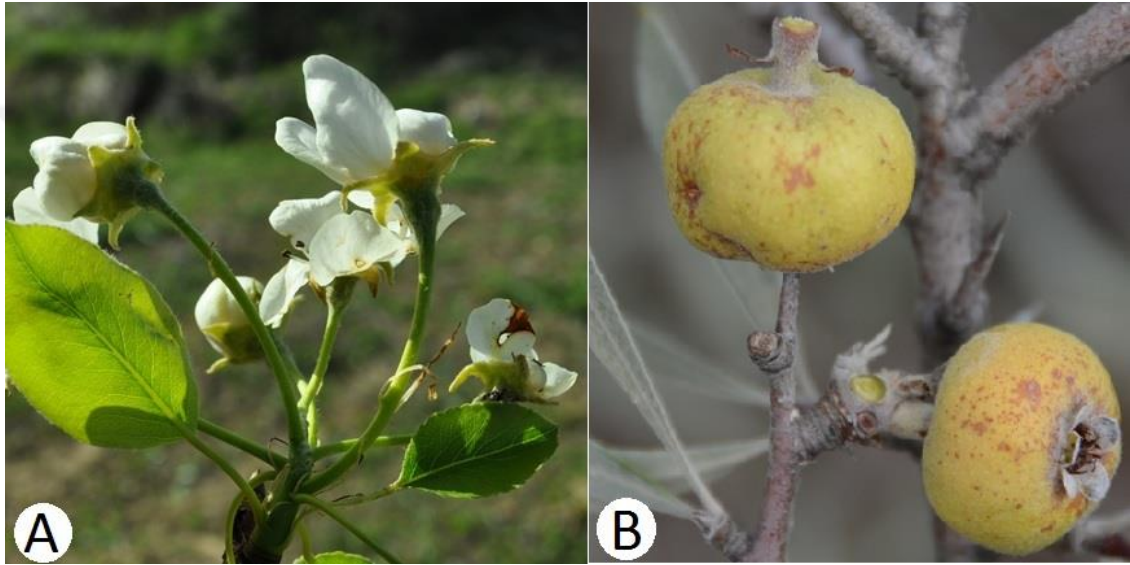
Şekil 3.1.5.3. *Pyrus* cinsinde görülen sepal, petal ve stamenler: A-genel görünüm; B-tek bir petale ait ayrıntılı görünüm; C-farklı renkte anterler; D-eliptik petalde polenler dağıldıktan sonraki görünüm. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).

Ginekeum: Bu yapı alt durumlu ovaryum, stigma ve 2-5 arasında değişen stilustan oluşmaktadır. Ovaryumdaki karpel sayısı stilus sayısı ile aynıdır. Her karpelde iki tohum taslağı bulunur. Stilus boyları birbirinden farklı olabilmektedir, tabanında az ya da çok tüy bulundurur ve tabanda serbesttir (Şekil 3.1.5.4 A-B). *P. cordata* bireylerinin stilus tabanında tüy taşımadığı belirtilmektedir [99], ancak bizim gözlemlerimize göre bu durum her bireyde aynı değildir. Birçok çiçeğin stilus tabanının incelenmesi sonucunda, tabanda çok az da olsa tüy bulunduğu görülmüştür (Şekil 3.1.5.4 C). Tüy varlığı aynı bireyin farklı çiçeklerinde dahi farklılık gösterebilir bu sebeple cinsin ya da oymağın taksonomisinde önemli bir karakter değildir. Stigma çok az genişlemiş ve yüzeyi yine yuvarlak çıkıntılarla kaplıdır (Şekil 3.1.5.4).



Şekil 3.1.5.4. *Pyrus* cinsinde görülen stigma ve stilus morfolojisi: A-B- farklı boylarda tabanda tüylü stilus; C- tabanda çok az tüy taşıyan *P. cordata* subsp. *boissieriana*; D- stigma.

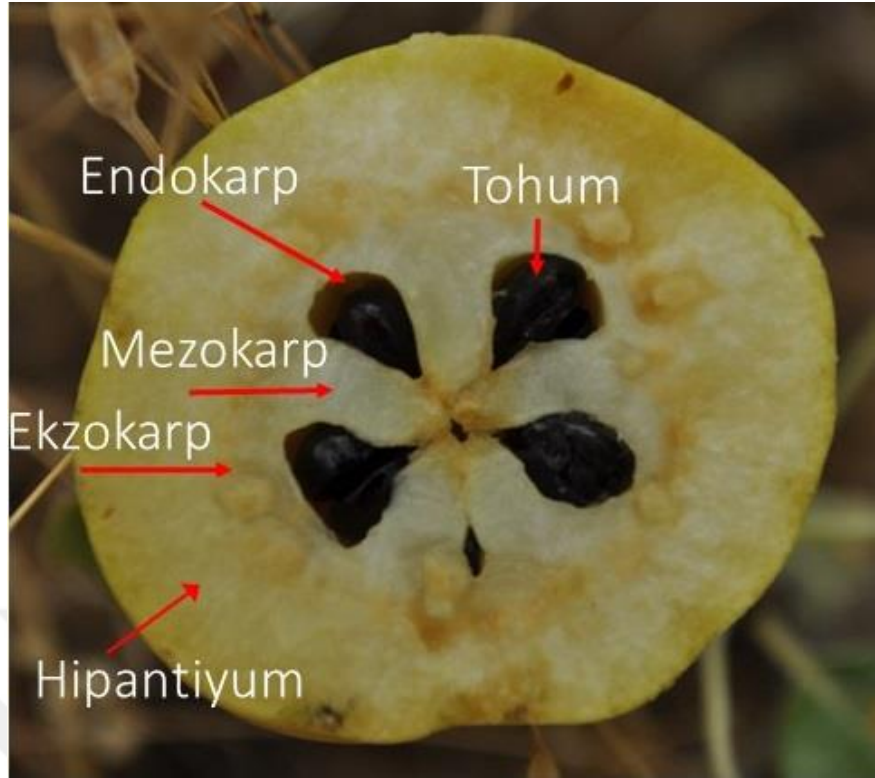
Brakte ve brakteol: Bu cins için brakte, çiçek durumunun hemen altındaki indirgenmiş ilk yaprak, brakteol ise indirgenmiş ikinci yaprak olarak tanımlanmıştır. Brakteler çiçeğin altında bir çift, brakteoller ise çiçek sapının bitiminde birer çift olarak bulunmaktadır. Kısa (± 10 mm) ve dar (1–1.5 mm) bir yapı gösteren brakte ve brakteol çoğunlukla çiçekli evrede görülmektedir (Şekil 3.1.5.5 A) ve olgunlukta dökülür. Nadir olarak meyvede kalıcıdır (Şekil 3.1.5.5 B). Yoğun biçimde uzun kahverengimsi tüylerle kaplıdır. Morfolojik olarak birbirlerinin aynısıdır.



Şekil 3.1.5.5. *Pyrus* cinsinde görülen brakte ve brakteol: A- çiçekli evrede brakte ve brakteoller; B- meyvede nadiren görülen brakte. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).

3.1.6 Meyve

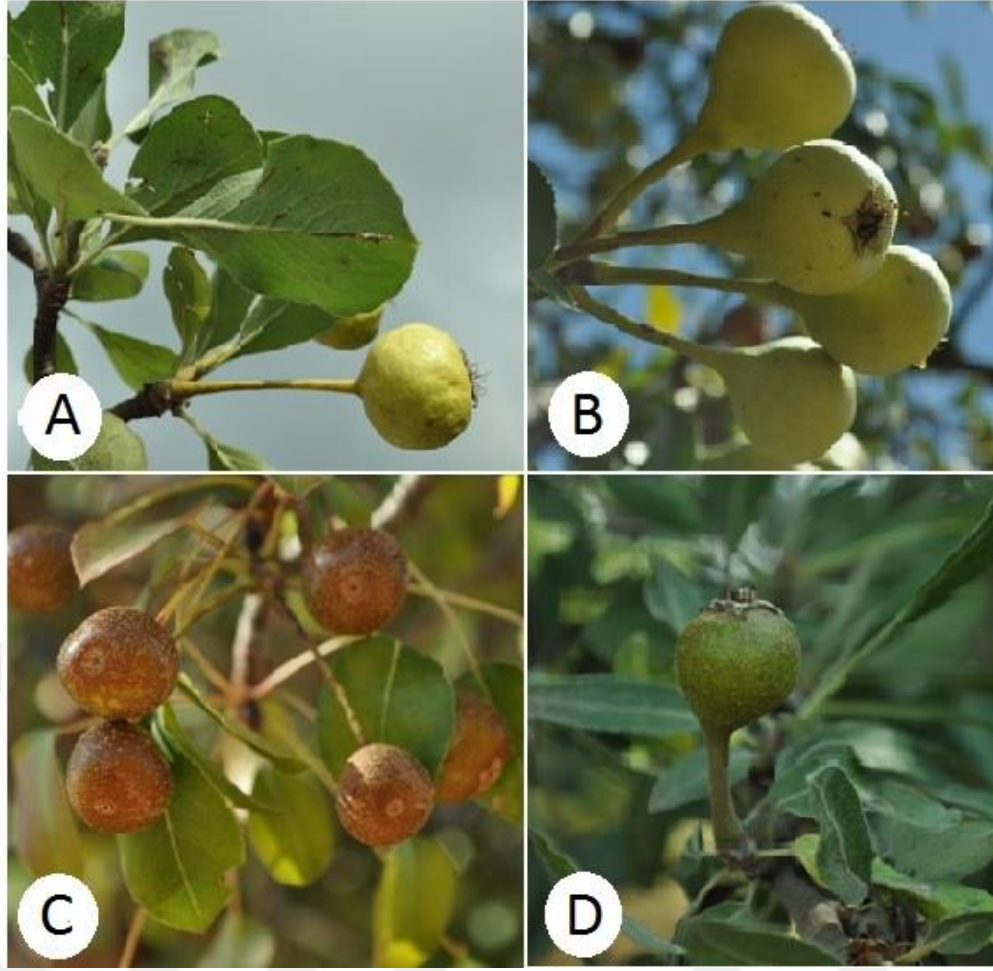
Taksonomik açıdan cins için en önemli morfolojik yapı meyvedir. Bu yapı hipantiyum ve ovaryumun etlenip genişlemesiyle oluşmaktadır ve botanikte “pome” tip meyve olarak adlandırılmaktadır (Şekil 3.1.6.1).



Şekil 3.1.6.1. Pome meyve yapısı.

Meyve şekli, küresel ya da armutsu olmak üzere başlıca iki tiptir (Şekil 3.1.6.2 A-C). Bu iki tipin arasında meyve şekilleri bulunmakla beraber bazı anormal meyve şekillerine de rastlanmıştır (Şekil 3.1.6.2D). Taksonlar genellikle sadece tek bir meyve tipine sahiptir. Ancak *P. communis* subsp. *communis*, *P. syriaca* ve *P. spinosa* taksonlarında nadirde olsa iki tip meyve şekli bulunmaktadır. Bu özellik ilgili taksonun betiminde belirtilmiştir. Meyve şeklini büyük ölçüde meyve sapının tabanda bağlanması etkilemektedir.

Meyve boyu, *P. cordata* dışındaki taksonlarda 2 cm'den büyüktür, bu tür de ise 1.5 cm'e kadar inebilmektedir (Şekil 3.1.6.2C). Tüm taksonlar meyve üzerinde lentisel taşır, özellikle beyazımsı lentisellerle kaplı *P. cordata* meyvesi bu türe özgü çok tipik bir karakterdir. Meyve rengi, ham meyvede yeşil iken olgunlukta sarı, yeşil ve kahverenginin değişik tonlarında görülmektedir. Meyvenin dış rengi ile yenen etli kısmı arasında bir uygunluk vardır. Ayrıca etli kısım değişik miktar ve kompozisyonda taş hücresi bulundurmaktadır. Bu kısım anatomi kısmında tartışılmıştır.



Şekil 3.1.6.2. *Pyrus* cinsinde görülen başlıca meyve tipleri: A- küresele yakın meyve tipi; B-armutsu meyve tipi; C- beyaz lentisellerle kaplı, küçük *P. cordata* meyvesi; D-anormal meyve gelişimi. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).

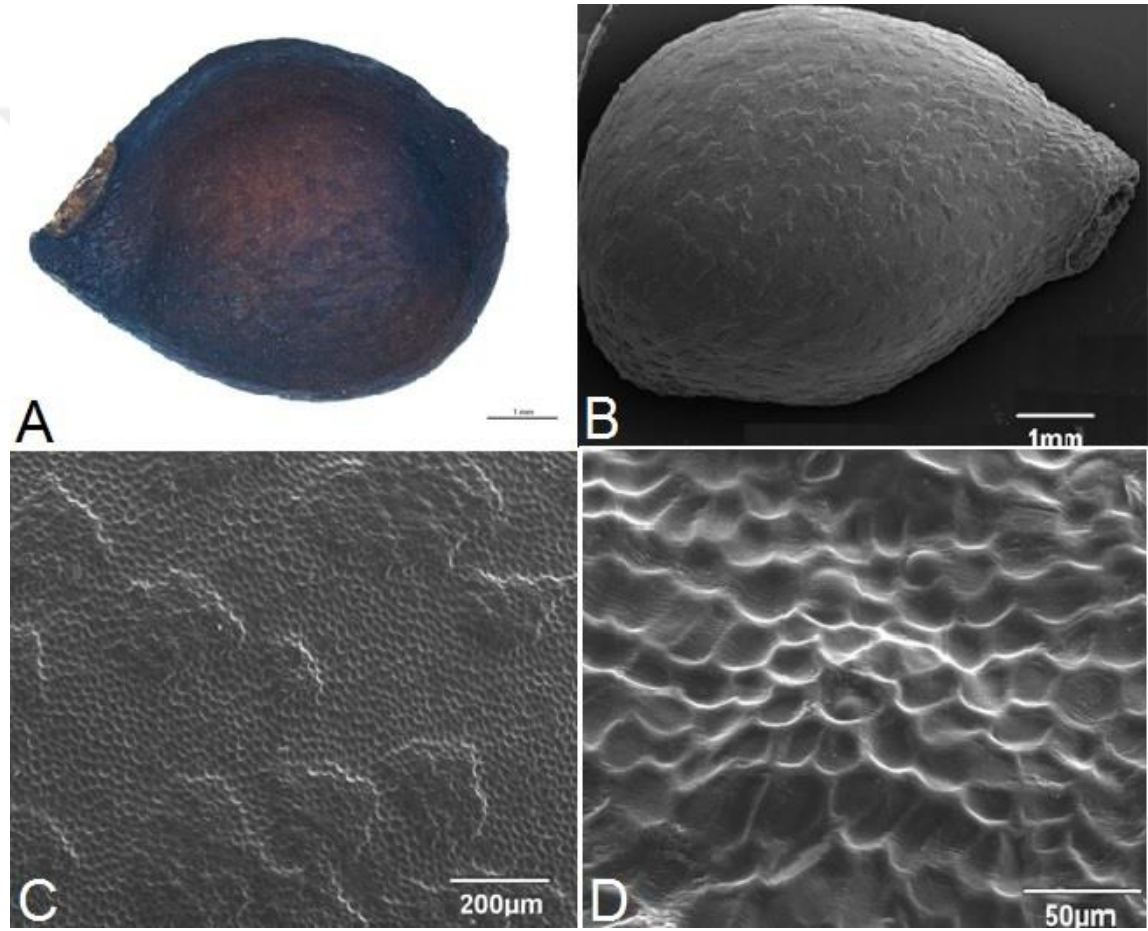
Meyve sapı: Cinsin taksonomisinde meyve kadar önemli bir karakterdir. Her takson meyve sapı taşır ve Türkiye taksonlarında görülen uzunluk 0.5-6 cm arasında değişmektedir. En kısa meyve sapı *P. salicifolia* Pall. türünde en uzun ise *P. cordata* türünde görülmektedir. *P. syriaca* ise en kalın meyve sapına sahip türdür. Uzunluk, kalınlık, esneklik gibi özellikler kullanılan taksonomik karakter durumlarıdır.

3.2 Tohum Morfolojisi

3.2.1. Makromorfolojik Bulgular

Pyrus cinsinin her karpelinde iki adet tohum taslağı bulunur. Olgun meyvede ise genellikle bu iki tohum taslağından sadece bir tanesi olgun tohum haline gelir. En az bir en fazla ise on tohum meydana getirme potansiyeline sahip bireylerde

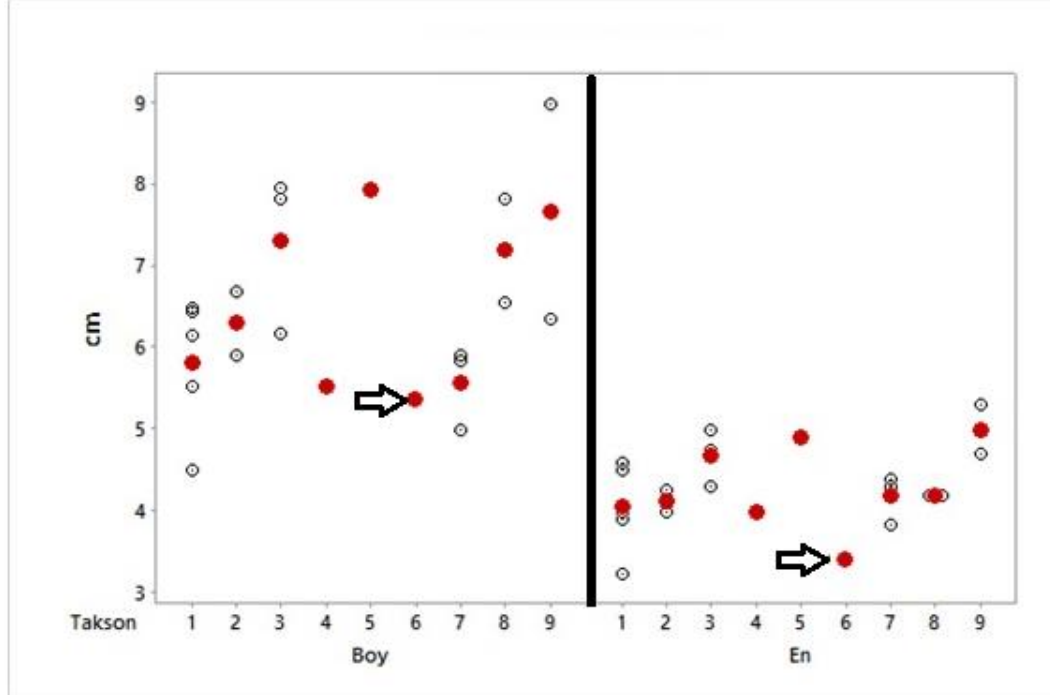
genellikle 1-6 arasında tohum sayılmıştır. En küçük tohum boyu 4.5 cm, en büyük tohum boyu ise 9 cm'dir (Çizelge 3.2.1.1, Şekil 3.2.1.1, Şekil 3.2.1.2). Tohum biçimi yumurtamsı, üstte belirgin dış bükey, alt yüzeyde ise düzdür (Şekil 3.2.1.1 A-B). Bu şekil büyük ölçüde tohum taslaklarının ovaryumda sırt sırta durmasından kaynaklanmaktadır. Tohum rengi kahverengi ya da siyahtır ancak bu durum taksonlara özgü değildir (Çizelge 3.2.1.1). Tohum yüzeyi benekli bir görüntüye sahiptir (Şekil 3.2.1.1 C-D). Bu benekli yapının SEM fotoğraflarıyla hangi hücre tiplerinden oluştuğu bu tez çalışmasında belirlenmiştir.



Şekil 3.2.1.1. *Pyrus* cinsine ait tohum ve tohum yüzeyi: A-B- tohumun genel görünüşü; C-D- tohum yüzeyinde görülen benekli yapı.

Çizelge 3.2.1. 1. *Pyrus* taksonlarına ait tohumlarda şekil, renk, boy ve en bilgileri. M: Ortalama, St: Standart sapma, V: Varyans.

Takson	No	Şekli	Renk	Boy (mm)			Eni (mm)		
				M	St	V	M	St	V
1. <i>Pyrus spinosa</i>	ZUG 145	Ovat	Siyahımsı	5.53	± 0.58	5-7	3.91	± 0.49	3-5
	ZUG 135	Eliptik	Koyu kahve	6.16	± 0.54	5-7	4	± 0.37	3-5
	ZUG 144	Ovat	Koyu kahve	6.44	± 0.5	6-7	4.6	± 0.49	4-5
	ZUG 441	Ovat	Kahverengi	4.5	± 0.48	4-6	3.22	± 0.46	2-4
	ZUG 412	Ovat	Siyahımsı	6.5	± 0.63	6-8	4.5	± 0.38	4-5
2. <i>P. salicifolia</i>	AAD 18809	Eliptik	Koyu kahve	6.7	± 0.6	5-8	4.26	± 0.4	3-5
	AAD 19318	Ovat	Kahverengi	5.9	± 0.75	5-8	4	± 0.5	3-6
3. <i>P. elaeagrifolia</i>	ZUG 430	Ovat	Koyu kahve	7.96	± 0.61	7-9	5	± 0.46	4-6
	ZUG 436	Ovat	Koyu kahve	6.17	± 0.61	5-7	4.75	± 0.51	4-6
	ZUG 170	Lanseolat	Koyu kahve	7.82	± 0.66	6.5-9	4.3	± 0.45	3-5
4. <i>P. bulgarica</i>	ZUG 455	Ovat	Koyu kahve	5.52	± 0.68	4-7	4	± 0.36	3-4.5
5. <i>P. kotschyana</i>	ZUG 147	Lanseolat	Kahverengi	7.95	± 0.72	6-9	4.9	± 0.31	4-5.5
6. <i>P. cordata</i>	ZUG 483	Ovat	Siyah	5.38	± 0.56	5-7	3.4	± 0.49	3-4
7. <i>P. anatolica</i>	ZUG 148	Ovat	Koyu kahve	5.85	± 0.5	5-7	4.3	± 0.48	3.5-5
	ZUG 136	Ovat	Koyu kahve	5.9	± 0.44	5-7	4.4	± 0.44	4-5
	ZUG 138	Ovat	Koyu kahve	5	± 0.7	3-6	3.84	± 0.5	3-4
8. <i>P. communis</i>	ZUG 134	Lanseolat	Koyu kahve	6.56	± 0.57	5-8	4.2	± 0.5	3-5
	ZUG 156	Lanseolat	Kahverengi	7.83	± 0.54	6-9	4.2	± 0.37	3-5
9. <i>P. syriaca</i> var. <i>syriaca</i>	ZUG 484	Ovat	Koyu kahve	6.35	± 0.47	5.5-7	4.7	± 0.63	3.5-5.5
	ZUG 399	Eliptik	Koyu kahve	9	± 0.77	8-10	5.3	± 0.56	4 -6
10. <i>P. georgica</i>	ZUG 572	Ovat	Siyah	7.6	± 0.47	6.5-8.5	3.9	± 0.2	3.5-4.5
11. <i>P. caucasica</i>	ZUG 584	Ovat	Siyah	7.9	± 0.7	6-9	4.3	± 0.4	3-5

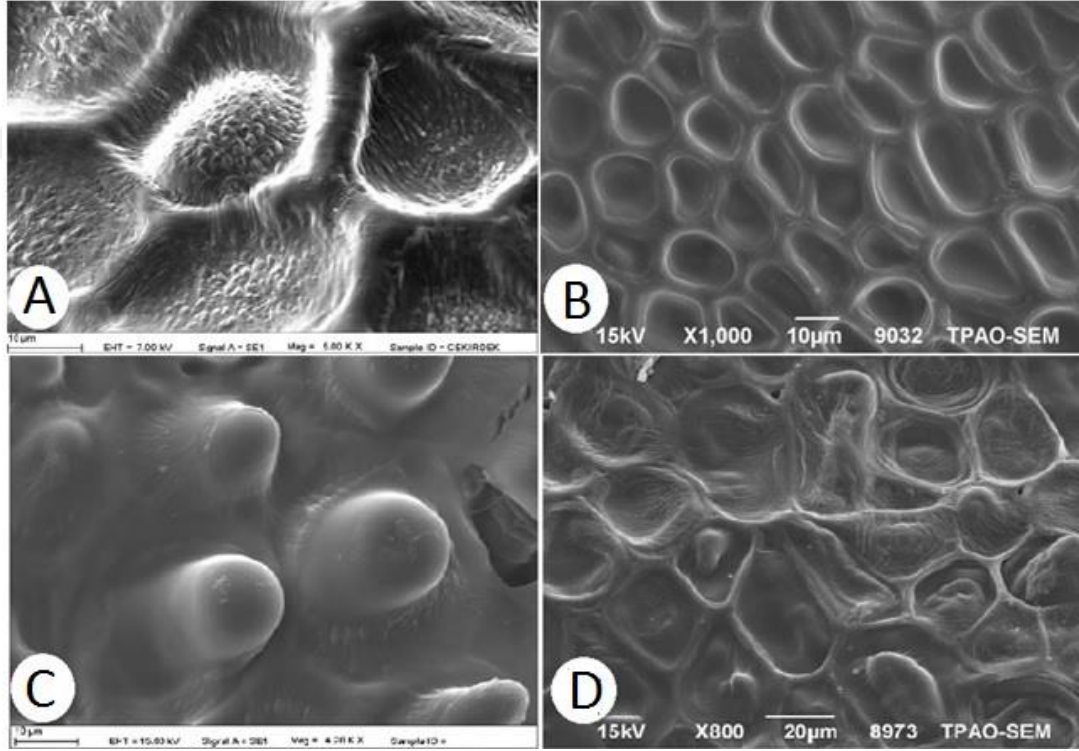


Şekil 3.2.1.2. *Pyrus* tohumlarında her bir populasyonun tohum boy-en ölçümlerine ait grafik (○ , her bir populasyona ait ölçüm; ● taksona ait ortalama değer). [Çizelgedaki takson sıralaması ile grafikteki sıralama aynıdır (⇒ En küçük tohum ve meyve boyutuna sahip *P. cordata*)].

Çizelge ve grafikten de görüldüğü gibi tohumlar boy ve en özellikleri ile tür düzeyinde ayrılmamaktadır. Ancak meyve ve tohum büyüklüğü arasında doğru orantı vardır. Örn. Meyvesi diğer türlerden daha büyük olan *P. communis* ve *P. syriaca*'nın tohum boyutu da daha büyük ölçülmüştür. En küçük meyveye sahip *P. cordata*'da en küçük tohum boyutuna sahiptir.

3.2.2. Mikromorfolojik Bulgular

Tohumun yüzey mikromorfolojisine göre, ışık mikroskopunda gözlenen yapıların diğer hücrelerden daha yüksekte duran hücre toplulukları olduğu görülmüştür. Bu cinse ait tohum yüzeyi hücreleri poligonal şekillidir. Bu hücreler, mukrolu, düz, pürüzlü veya mukrolu ve pürüzlü olarak dört tiptir (Şekil 3.2.2.1 A-C). Ancak bazen her iki hücre tipine aynı tohumda rastlamak mümkündür (Şekil 3.2.2.1 D).

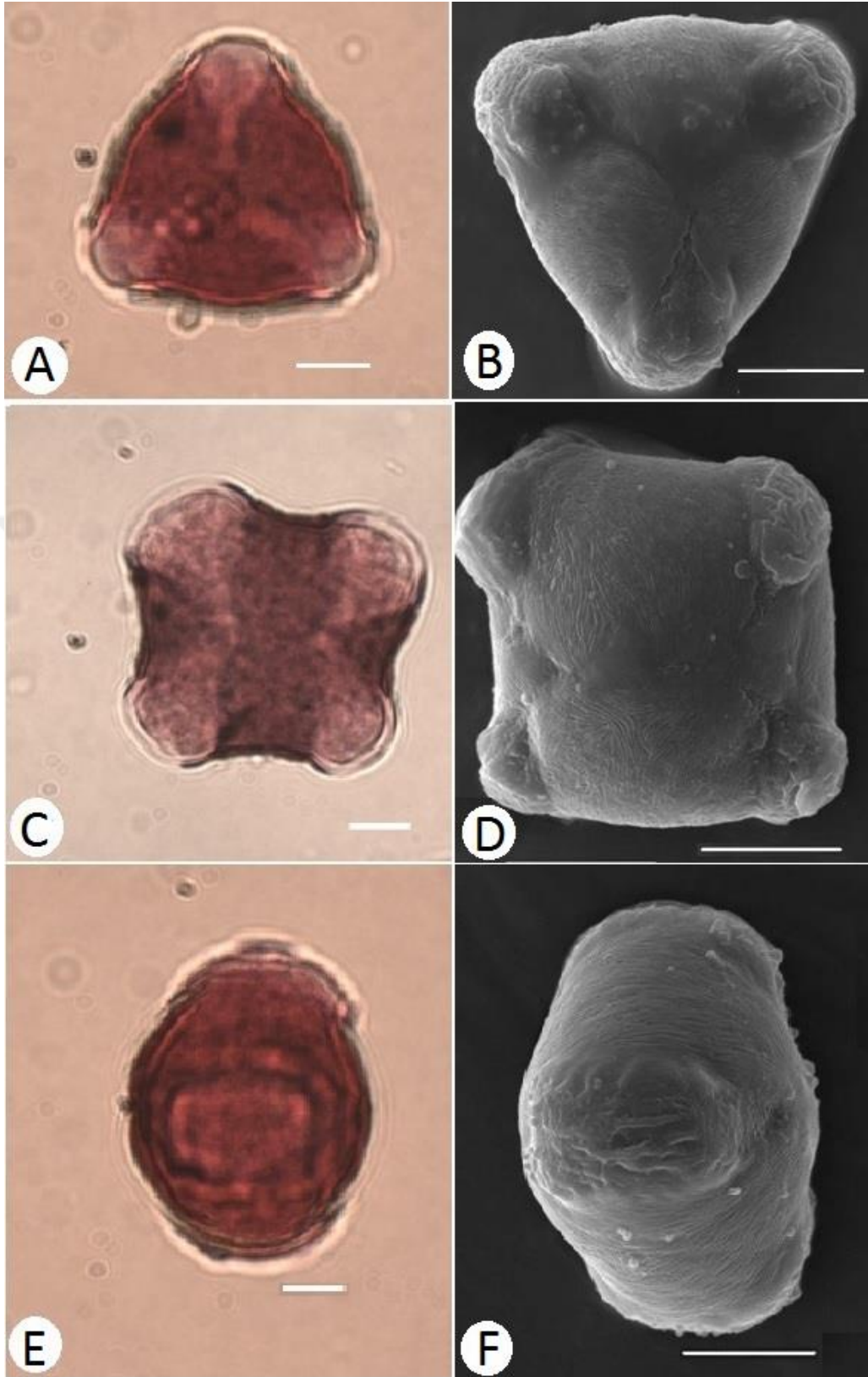


Şekil 3.2.2.1. Tohumun ayrıntılı yüzey yapısı: A- mukrolu ve pürüzlü hücre (*P. cordata* subsp. *boissieriana*-ZUG 483); B- düz yüzeyli hücre (*P. communis*-ZUG 134); C- mukrolu hücre (*P. syriaca* var. *syriaca*-ZUG 399); D- mukrolu ve pürüzlü-mukrolu hücre tiplerinin bir arada görünüşü (*P. salicifolia*-AAD 18809).

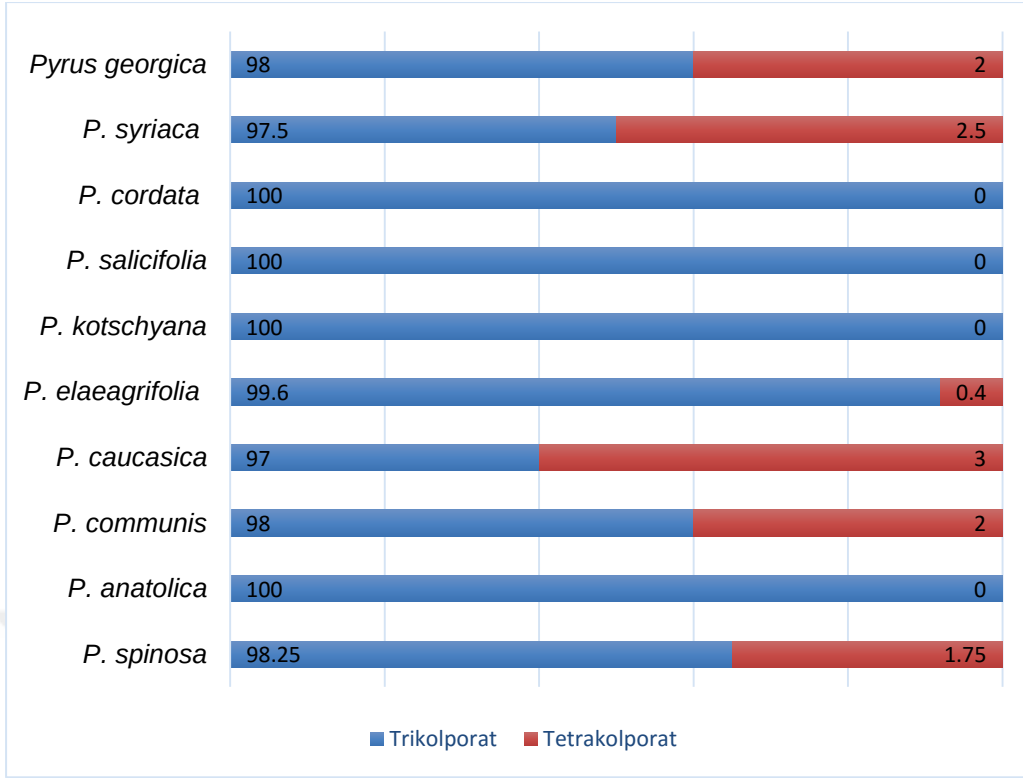
3.3. Polen morfolojisi

Pyrus cinsine ait örneklerde yapılan polen morfolojisi çalışmaları sonucunda genel polen betimi ve polen morfolojisi özellikleri belirlenmiştir. Tespit edilen polen morfolojisine ait özellikler Çizelge 3.3.1’de yer almaktadır. Temsilci olarak seçilen örneklerin ışık ve taramalı elektron mikroskop (SEM) fotoğrafları Şekil 3.3.1’de gösterilmiştir.

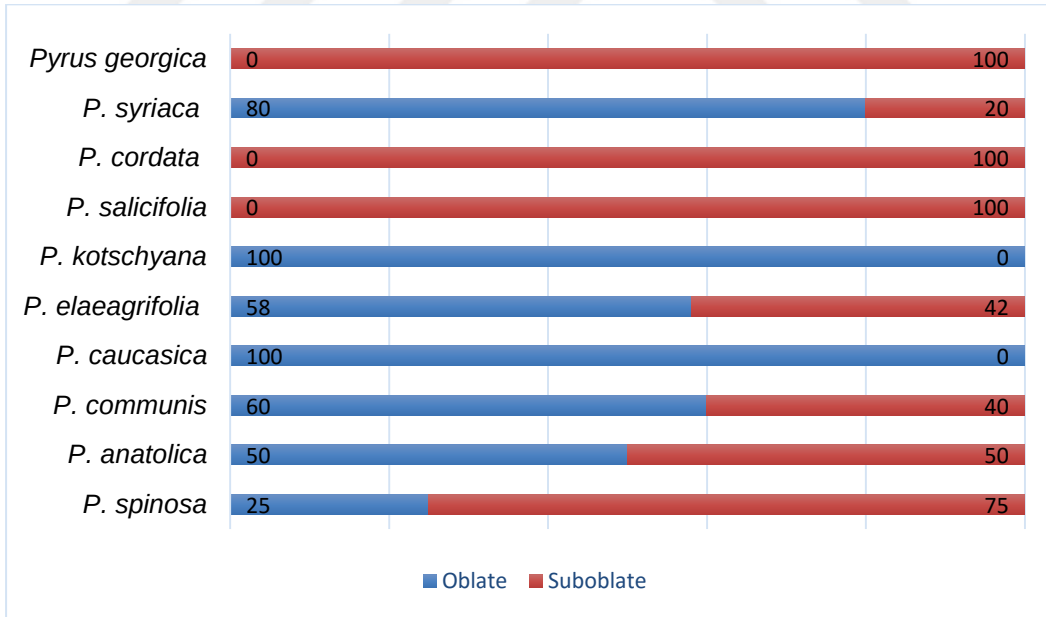
Cinsin polenleri monad, en sık rastlanılan polen tipi trikolporattır (Şekil 3.3.1A-B). Bunun yanında bazı taksonlarda tetrakolporat polenlere de rastlanmıştır (Şekil 3.3.1C-D ve 3.3.2). Trikolporat polenler radial simetrik ve isopolardır. Polar eksen uzunluğu (P) 19–38 μm , ekvatorial eksen uzunluğu (E) 26.7–46.1 μm arasında değişmektedir. Polen şekli çoğunlukla oblatdır. Ancak bazı taksonlarda suboblat polenlere de rastlanmıştır (Çizelge 3.3.1, Şekil 3.3.3). Polenlerin polar görünüşteki şekilleri ise angulardır. Apokolpiyum indeksi 0.12–0.20 μm arasında değişmektedir. Kolpuslar uzundur ve kutupların ortasına kadar uzanmaktadır, kolpus eni 6–18 μm arasındadır. Endoapertür olarak por mevcuttur (Şekil 3.3.1). Por boyu 7–21 μm , por eni 6–15 μm arasındadır. Ekzin kalınlığı 1–2 μm arasında, intin kalınlığı ise ≤ 1 μm 'dir. Yüzey süslenmesi striat-perforattır. Bununla birlikte bu süslenme tipinde lirae adı verilen yüksekliklerin boyutunda, oryantasyonunda, anastomosların sıklığında, perforasyonların boyutunda ve sıklığında farklılıklar mevcuttur.



Şekil 3.3.1. *Pyrus* cinsine ait seçilmiş bazı ışık ve SEM fotoğrafları: A-B- polar görünüşte trikolporat polen tanesi (A-B: *P. elaeagnifolia*); C-D- polar görünüşte tetrakolporat polen tanesi (C-D: *P. communis*); E-F- ekvatorial görünüşte endoapertür (E-F: *P. spinosa*). Ölçek= 10 μ m.



Şekil 3.3.2. *Pyrus* türlerinde görülen tri- ve tetrakolporat polen tipi yüzdesi.



Şekil 3.3.3. *Pyrus* türlerinde görülen polen şekillerinin yüzdesi.

Çizelge 3.3.1. İncelenen *Pyrus* taksonlarına ait örneklerin polen morfolojisi özellikleri. Kısaltmalar: M-ortalama, ob-oblat, st-standart sapma, subob- suboblat, tetrakol-tetrakolporat, trikol- trikolporat, v- varyasyon.

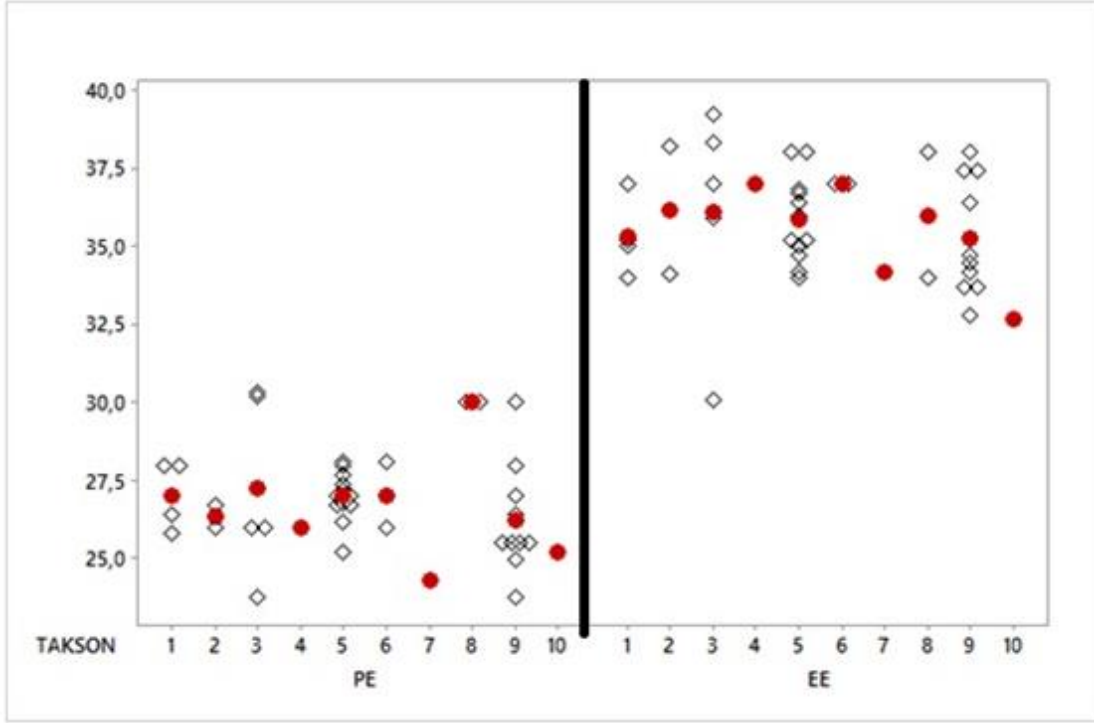
Taksonlar	Örnek	Lokalite	Polen tipi	Polar Eksen (µm)			Ekvator ekseni (µm)			Polen Şekli	Apokolpium indeksi
				M	St	V	M	St	V		
1. <i>Pyrus spinosa</i>	ZUG 187	B2 Uşak	Trikol-Tetrakol (%3)	28	± 0.6	24.3-29.2	35.2	± 0.74	32-39	Subob	0.12
	ZUG 184	B2 Uşak	Trikol-Tetrakol (%1)	28	± 0.88	24.3-32	37	± 1.1	31.6-41	Subob	0.19
	ZUG 185	B2 Uşak	Trikol Tetrakol (%2)	26.4	± 0.73	22-29	34	± 1.1	29-41.3	Subob	Ölçülemedi
	ZUG 223	A3 Bolu	Trikol-Tetrakol (%1)	25.8	± 0.6	21.9-29.2	35	± 0.6	31.6-38.9	Ob	0.17
2. <i>P. anatolica</i>	ZUG 194	B3 Kütahya	Trikol	26.7	± 0.67	24.3-29.2	38.2	± 0.73	34-41.3	Ob	0.12
	ZUG 195	B3 Kütahya	Trikol	26	± 0.5	24.3-29.2	34.1	± 0.74	31.6-36.4	Subob	0.08
3. <i>P. communis</i>	ZUG 211	C3 Konya	Trikol-Tetrakol (%9)	30.2	± 0.92	24.3-36.4	39.2	± 1.16	31.6-44	Subob	0.17
	ZUG 189	B3 Kütahya	Trikol	30.3	± 0.75	26.7-34	38.3	± 1.1	31.6-46.1	Subob	0.15
	ZUG 191	B3 Kütahya	Trikol	26	± 0.6	24.3-29.2	35.9	± 0.9	31.6-41.3	Ob	0.11
	ZUG 190	B3 Kütahya	Trikol	26	± 0.53	24.3-29.2	37	± 0.88	34-41	Ob	0.15
	ZUG 209	C3 Konya	Trikol-Tetrakol (%1)	23.8	± 0.45	21.8-26.7	30.1	± 0.78	26.7-34	Ob	0.18
4. <i>P. caucasica</i>	ZUG 216	A4 Bartın	Trikol-Tetrakol (%3)	26	± 0.5	24.3-29.2	37	± 0.8	34-41.3	Ob	0.2
5. <i>P. elaeagrifolia</i> subsp. <i>elaegrifolia</i>	ZUG 208	C3 Karaman	Trikol	26.7	± 0.77	24.3-32	36	± 0.88	32-41.3	Ob	0.12
	ZUG 213	A4 Ankara	Trikol	27.4	± 0.61	24.3-29.2	38	± 0.68	34-41.3	Ob	0.16
	ZUG 264	A5 Sivas	Trikol	27	± 0.76	24.3-29.1	35.2	± 0.61	31.6-39	Subob	0.19
	ZUG 274	B7 Erzincan	Trikol	27.7	± 0.61	24.3-31.6	38	± 0.82	34-41.3	Ob	0.15
	ZUG 192	B3 Kütahya	Trikol	27.2	± 0.57	24.3-31.6	36.7	± 0.76	34-38.9	Ob	0.25
	ZUG 219	A4 Ankara	Trikol	26.8	± 0.59	24.3-29.2	36.8	± 0.71	32-39	Ob	0.19
	ZUG 187	B2 Uşak	Trikol	28	± 0.6	24.3-29.2	35.2	± 0.74	32-39	Subob	0.17
	ZUG 218	A4 Ankara	Trikol	27	± 0.65	24.3-29.2	36.4	± 1	29.2-41	Ob	0.19
	ZUG 288	B8 Bitlis	Trikol-Tetrakol (%4)	25.2	± 0.53	24.3-29.1	34.2	± 0.78	31.5-38.8	Ob	0.15
	ZUG 271	B7 Erzincan	Trikol	26.2	± 0.57	24.3-29.1	34	± 0.88	29.1-41.3	Subob	0.18

Taksonlar	Örnek	Lokale	Polen tipi	Polar Eksen (µm)			Ekvator ekseni (µm)			Polen şekli	Apokolpium indeksi
	ZUG 267	B7 Erzincan	Trikol-Tetrakol (%1)	28.1	± 0.6	24.3-31.6	34.7	± 0.7	31.6-38.8	Subob	0.13
	ZUG 314	A8 Erzurum	Trikol	26.7	± 0.58	24.3-29.1	35	± 0.86	29.1-38.8	Subob	0.17
6. <i>P. kotschyana</i>	ZUG 262	A5 Sivas	Trikol	26	± 0.5	24.3-29.2	37	± 0.7	34-41.3	Ob	0.13
	ZUG 265	B7 Erzincan	Trikol	28.1	± 0.72	24.3-31.6	37	± 0.6	34-41.3	Ob	0.14
7. <i>P. salicifolia</i>	ZUG 313	A8 Erzurum	Trikol	24.3	± 0.51	21.8-26.7	34.2	± 0.57	31.5-36.4	Subob	0.13
8. <i>P. cordata</i> subsp. <i>boissieriana</i>	ZUG 486	C3 Antalya	Trikol	30	±1.71	28-36	34	±1.7	31-38	Subob	0.17
	ZUG 487	C3 Antalya	Trikol	30	±1.2	29-38	38	±1.9	33-40	Subob	0.14
9. <i>P. syriaca</i> var. <i>syriaca</i>	ZUG 183	B2 Denizli	Trikol-Tetrakol (%1)	27	± 0.62	24.3-32	36.4	± 0.92	32-38.9	Ob	0.15
	ZUG 207	C3 Karaman	Trikol-Tetrakol (%1)	28	± 0.65	24.3-31.5	37.4	± 0.94	34-41.3	Ob	0.18
	ZUG 205	C3 Karaman	Trikol-Tetrakol (%15)	30	± 0.85	24.3-36	38	± 1.2	32-44	Subob	0.17
	ZUG 284	B8 Bitlis	Trikol-Tetrakol (%2)	23.8	± 0.49	21.8-26.7	34.7	± 0.68	31.6-38.9	Ob	0.13
	ZUG 286	B8 Bitlis	Trikol-Tetrakol (%1)	25.5	± 0.67	21.8-29.1	32.8	± 0.95	26.7-38.9	Subob	0.16
	ZUG 287	B8 Bitlis	Trikol-Tetrakol (%1)	25.5	± 0.49	24.3-26.7	34.2	± 0.67	31.6-36.4	Ob	0.14
	ZUG 285	B8 Bitlis	Trikol-Tetrakol (%1)	25	± 0.46	24.3-26.7	33.7	± 0.75	31.5-36.4	Ob	0.11
	ZUG 283	B8 Bitlis	Trikol-Tetrakol (%1)	25.5	± 0.57	21.8-29.1	33.7	± 0.76	29.1-36.4	Ob	0.14
	ZUG 282	B8 Bitlis	Trikol-Tetrakol (%1)	25.5	± 0.61	21.8-29.1	34.5	± 0.78	31.6-38.8	Ob	0.13
<i>P. syriaca</i> var. <i>microphylla</i>	ZUG 206	C3 Karaman	Trikol-Tetrakol (%1)	26.4	± 0.67	24.3-29.2	37.4	± 0.67	34-41.3	Ob	0.13
10. <i>P. georgica</i>	AAD 18499	A9 Ardahan	Trikol-Tetrakol (%2)	25.2	± 0.62	19-26.7	32.7	± 0.9	26.7-36	Subob	0.12

Çizelge 3.3.1. Devamı.

Taksonlar	Örnek	Ekzin	İntin	Kolpus Eni (µm)			Por Boyu (µm)			Por Eni (µm)		
				M	St	V	M	St	V	M	St	V
<i>Pyrus spinosa</i>	ZUG 187	<1-1	<1-1	13	± 1.75	10-15	16.4	± 2.04	14-19	13.4	± 1.75	11-17
	ZUG 184	1	1	12.7	± 1.22	11-15	16.5	± 1.87	14-19	12.7	± 1.22	11-15
	ZUG 185	1	<1-1	11.3	± 0.94	10-13	15	± 1.63	13-19	11.3	± 0.94	10-13
	ZUG 223	1	<1-1	12.4	± 1.64	10-16	13.5	± 1.95	11-16	12.4	± 1.64	10-16
<i>P. anatolica</i>	ZUG 194	1	<1-1	13.4	± 2	11-17	16.4	± 1.64	14-19	13.4	± 2	11-17
	ZUG 195	1	1	11.8	± 1.5	11-15	16.7	± 1.33	15-19	11.8	± 1.5	11-15
<i>P. communis</i>	ZUG 211	1	<1-1	11	± 1.2	9-13	13	± 1.22	11-14	11	± 1.2	9-13
	ZUG 189	1	<1-1	12	± 2.33	9-15	14	± 2.69	10-15	12	± 2.33	9-15
	ZUG 191	1	<1-1	14	± 2.27	11-18	15	± 2.1	12-18	14	± 2.27	11-18
	ZUG 190	1	1	14.3	± 1.41	12-16	15.8	± 1.87	12-18	14.3	± 1.41	12-16
	ZUG 209	1	<1-1	11	± 1.5	10-12	12	± 2.31	7-15	11	± 1.5	10-12
<i>P. caucasica</i>	ZUG 214	1	1	12.4	± 1.89	10-15	16.2	± 2.04	12-19	12.4	± 1.89	10-15
<i>P. elaeagrifolia</i> subsp. <i>elaegrifolia</i>	ZUG 208	1	<1-1	12	± 1.5	10-15	12	± 2.34	15-17	12	± 1.5	10-15
	ZUG 213	1	<1-1	12	± 1.72	8-14	15.7	± 1.05	14-17	12	± 1.72	8-14
	ZUG 264	1	1	8.8	± 1.75	6-11	14.9	± 2.18	11-19	8.8	± 1.75	6-11
	ZUG 274	1	<1-1	13	± 2.29	8-15	17	± 1.8	13-19	13	± 2.29	8-15
	ZUG 192	1	<1-1	13	± 1.91	10-15	17	± 1.91	14-20	13	± 1.91	10-15
	ZUG 219	1	1	11	± 2.29	7-15	14	± 1.66	12-17	11	± 2.29	7-15
	ZUG 187	<1-1	<1-1	13	± 1.75	10-15	16	± 2.04	14-20	13	± 1.75	10-15
	ZUG 218	1	1	12.2	± 1.39	10-13	14.4	± 1.5	11-16	12.2	± 1.39	10-13
	ZUG 288	1	1	13.4	± 1.57	12-16	16.2	± 1.47	14-19	13.4	± 1.57	12-16
	ZUG 271	1	<1-1	11	± 0.86	10-12	13	± 2.5	8-16	11	± 0.86	10-12
	ZUG 267	<1-1	<1-1	12	± 2.33	9-15	15	± 2.44	12-19	12	± 2.33	9-15
	ZUG 314	1	<1-1	14	± 1.8	12-16	15	± 1.2	14-18	14	± 1.8	12-16
<i>P. kotschyana</i>	ZUG 262	1	<1-1	12	± 2	8-14	16	± 1.94	12-18	12	± 2	8-14
	ZUG 265	1-<2	<1-1	13	± 1.11	12-14	15	± 2.3	12-20	13	± 1.11	12-14
<i>P. salicifolia</i>	ZUG 313	1	<1-1	12	± 2.16	9-16	17	± 2.44	13-20	12	± 2.16	9-16

<i>P. cordata</i> subsp. <i>boissieriana</i>	ZUG 486	1	<1-1	14	± 2.9	11-18	15	± 1.69	13-18	14	± 2.9	11-18
	ZUG 487	1	<1-1	12	± 1.5	11-16	17.8	± 2.1	16-20	12	± 1.5	11-16
<i>P. syriaca</i> var. <i>syriaca</i>	ZUG 183	1	1	12	± 1.76	10-16	14.7	± 2.5	12-19	12	± 1.76	10-16
	ZUG 207	1	<1-1	12.4	± 2.4	9-15	16.2	± 1.98	14-19	12.4	± 2.4	9-15
	ZUG 205	1	1	11.7	± 2.58	7-14	15.3	± 1.58	12-17	11.7	± 2.58	7-14
	ZUG 284	1-2	1	12.5	± 1.58	11-15	16.7	± 1.48	11-20	12.5	± 1.58	11-15
	ZUG 286	<1-1	1	9	± 2.78	6-15	14.5	± 1.42	12-17	9	± 2.78	6-15
	ZUG 287	1	1	13.5	± 2.46	10-18	16.5	± 1.5	15-19	13.5	± 2.46	10-18
	ZUG 285	1	1	14.9	± 0.73	13-16	17.9	± 1.85	15-21	14.9	± 0.73	13-16
	ZUG 283	1	1	11.3	± 1.5	10-14	10.7	± 0.67	8-15	11.3	± 1.5	10-14
	ZUG 282	1	1	10.7	± 2.66	8-15	15.7	± 1.33	14-18	10.7	± 2.66	8-15
<i>P. syriaca</i> var. <i>microphylla</i>	ZUG 206	1	<1-1	11	± 1.56	7-12	14	± 1.93	9-15	11	± 1.56	7-12
<i>P. georgica</i>	AAD 18499	1	1	11	± 2	7-15	15.5	± 1.66	13-18	11	± 2	7-15



Şekil 3.3.4. *Pyrus* cinsi polenlerinde her bir popülasyona ait polar eksen (PE) ve ekvator eksen (EE) ölçümleri. (◇ bir popülasyona ait ölçüm değeri, ● taksona ait ortalama değeri) (Takson sıralaması Çizelge 3.3.1’deki sıralamayla aynıdır).

Polen boyutu bakımından türler arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Ancak daha küçük çiçek ve meyve boyutlarına sahip *P. cordata* ve *P. salicifolia*’nın polenleri de daha küçük ölçülmüştür. Çiçek/meyve boyutu ile polen boyutu arasında bu ilişkinin olduğunu kesin olarak söyleyebilmek için daha fazla popülasyona ihtiyaç vardır.

Eksin süslenmesi SEM çekimlerinde de genel olarak çizgili-büyük delikli ve çizgili-küçük delikli olarak gözlenmiştir. Ancak bu süslenmenin ayrıntılarında bazı farklılıklar mevcuttur. Deliklerin büyüklüğü ve sıklığı, çizgilerin oryantasyonu, sıklığı ve örüntüsü farklılık göstermektedir. Süslenmenin gösterdiği farklılıklar ve bu süslenmeye sahip örnekler şu şekildedir:

Tip I: Tek çizgili süslenme

I a. Belirgin çizgili

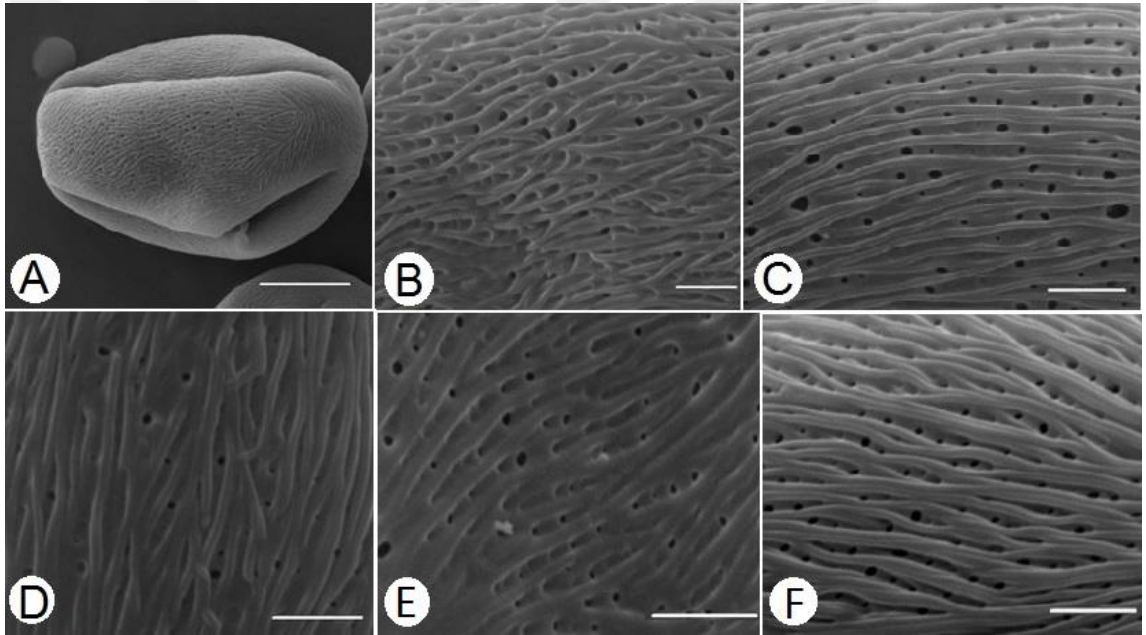
P. elaeagrifolia-ZUG 208 (Şekil 3.3.5 A-B); ZUG 274; ZUG 288; *P. anatolica*-ZUG 195 (Şekil 3.3.5 C); *P. communis*-ZUG 211; ZUG 214; *P. georgica*-AAD 18499 (Şekil 3.3.5 D); *P. spinosa*-ZUG 187; ZUG 223; *P. syriaca*-ZUG 207.

I b. Belirgin olmayan çizgili

P. elaeagrifolia-ZUG 241; *P. salicifolia*-ZUG 313 (Şekil 3.3.5 E).

Tip II: Çift belirgin çizgili süslenme

P. cordata-ZUG 486 (Şekil 3.3.5 F).



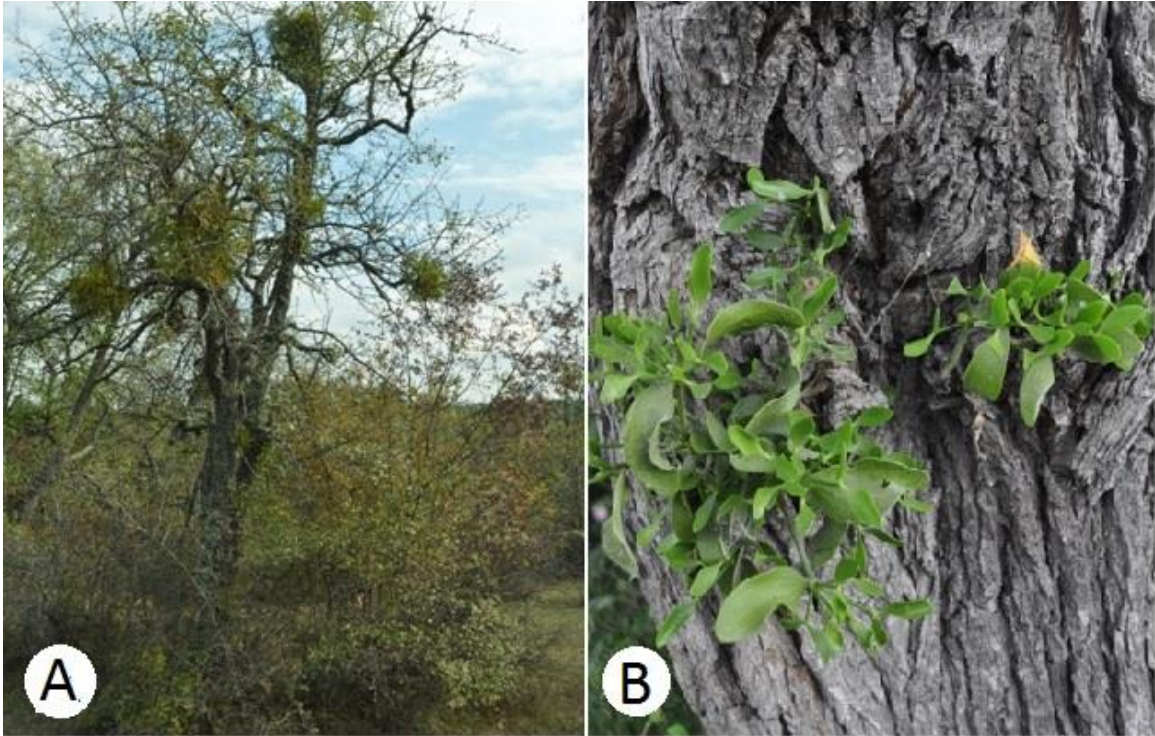
Şekil 3.3.5. Ekzin süslenme tipleri: A-B-C-D- tek ve belirgin çizgili polen süslenmesi (A-B- *P. elaeagrifolia*-ZUG 208; C- *P. anatolica*-ZUG 195; D-*P. georgica*-AAD 18499); E- belirgin olmayan çizgili tip süslenme (*P. salicifolia*-ZUG 313); F- çift çizgili belirgin süslenme (*P. cordata*-ZUG 486) A ölçek =10 µm; B-F ölçek =2 µm.

Taksonlar arasında ekzin süslenmesi bakımından varyasyon vardır. Aynı türün farklı örneklerinde süslenme bakımından bazı farklılıklar görülmüştür. Bu çalışmada, polen morfolojisi ve ekzin süslenmesi tespit edilmiştir ancak elde edilen sonuçların taksonlara özgü olduğunu söylemek mümkün değildir.

3.4. Habitat ve ekoloji

Pyrus üyeleri ekolojik şartlara geniş tolerans gösteren bitkilerdir. Genellikle verimli ve drenajlı topraklarda yetişirler. Soğuk ortamlara adaptasyon sağlamışlardır ve -10-35°C arasında büyümelerine devam edebilirler [100]. Kültüre alınan bazı türlerin (Örn. *P. calleryana*) -28°C'ye kadar hayatta kaldığı bilinmektedir [101]. Genellikle nemli toprakları ve güneş ışığını tercih ederler ancak ışık almayan, kuru, kirlili ve değişik pH derecelerine sahip topraklarda da yaşayabilirler [101]. Deniz kenarından 2000 metreye kadar farklı yüksekliklerde görülebilirler. Ayrıca Himalaya Dağları'nda 3000 metreye kadar bulunan bazı türleri vardır (Örn. *Pyrus pashia*) [55].

Ekstrem sıcaklık koşullarına dayanıklı oldukları gibi hastalık ve böcek zararlarına karşı da dayanıklı bitkilerdir. *Pyrus* taksonlarının birçoğu yarı asalak *Viscum album* L. (*Santalaceae*)'a ev sahipliği yapmaktadır (Şekil 3.4.1). Genellikle yaşlı ağaçlar üzerinde rastlanmıştır.



Şekil 3.4.1. Ağaçlarda görülen yarı parazit *Viscum album* türü: A- *Viscum album* taşıyan ağaç; B- yakından görünüş (*Pyrus elaeagrifolia*). (A.A. Dönmez tarafından çekildi).

Bu durum meyvelerini yemeye gelen kuşların aracılığı ile asalak bitkinin tohumlarının yayılıyor olmasına bağlanmaktadır. Ancak *Pyrus* taksonlarında kabuk yapısının bu bitkinin tohumlarının çimlenmesine uygun olduğunu da gösterir. Bununla birlikte *Pyrus-Viscum* ilişkisi ve ekolojisinin gözlemden öte, ayrıntılı araştırılmasına ihtiyaç vardır.

3.5. Numerik Taksonomi

Pyrus cinsine ait 21 taksonun kullanıldığı numerik taksonomi çalışmasıyla aşağıdaki morfolojik benzerlik ağacı elde edilmiştir (Şekil 3.5.1). Bu taksonlara ait karakter durumları Çizelge 3.5.1’de verilmiştir.

Fenogramda ilk olarak *P. communis* ve *P. syriaca* ile bu iki türe yakın taksonlar ayrılmıştır (Grup 1a-c). Geriye kalan gruptan ise daha sonra *P. cordata* ve *P. pashia* türleri ayrılmıştır (Grup 2). İlk ayrılan grubun (Grup 1) ortak özelliği olgun dönemde tüy taşınamaları ve uzun (en az 3 cm) meyve sapına sahip olmalarıdır. Ancak bu taksonlar dışında kalan grubun (Grup 2) içerisinde tüysüz örnekler ile meyve sapı uzun örnekler de vardır.

Pyrus cinsi fosil kayıtlara göre Çin’in dağlık kesimlerinde oluşmuştur. Coğrafi bakımdan kökenlendiği bölge merkez alınarak batı ve doğu taksonları olarak ayrılmaktadır [63]. Türkiye taksonlarının hepsi Batı grubunda yer almaktadır fakat her iki grup arasındaki morfolojik benzerliği de görmek açısından Doğu grubunda yer alan *P. pashia*’da analize katılmıştır.

Analiz sonucuna göre, farklı türler olmalarına rağmen ağaçta en fazla benzerliğe sahip iki tür *P. pashia* ve *P. cordata*’dır. Ayrıca *P. pashia*’nın İran için yeni kayıt olarak verildiği çalışmada [102], *P. boissieriana* (bu tezde *P. cordata* subsp. *boissieriana*) ile benzerliğine dikkat çekilmiş ve taksonomik düzenlemeye ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. *P. pashia*’nın İran’dan toplanan örnekleriyle yaptığımız bu çalışma da taksonların yakın benzerliğini desteklemektedir.

P. pashia’nın cinsin evrimsel sürecinde önemli bir yeri vardır. Yayılışından dolayı Batı ve Doğu taksonları arasındaki bağlantı sağladığı düşünülmektedir [5, 63]. Bu takson, *P. cordata* ile morfolojik olarak çok benzerdir. Ancak *P. cordata* Batı taksonlarının Avrupa alt grubundadır ve moleküler filogenetik sonuçlara göre

cinsin en son farklılaşan grubudur [7]. Bu nedenle cinsin evriminde daha erken dönemde farklılaştığı düşünülen bir taksonla grup içerisinde en son farklılaştığı öngörülen bir taksonun bu derece morfolojik benzerliği açıklanması gereken bir durumdur.

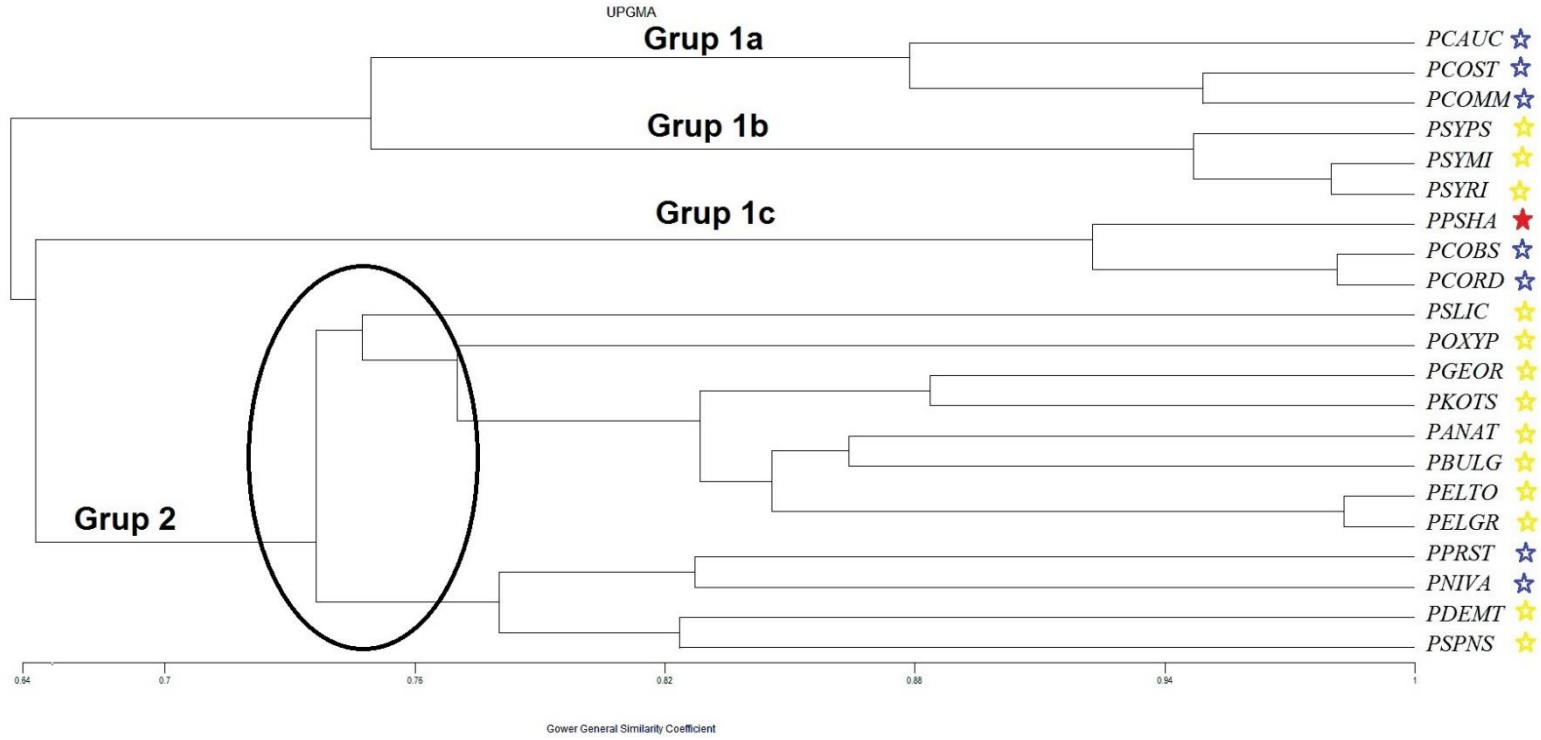
Bu konuyla ilgili bir diğer konuda bu taksonların son güncel durumlarıdır. Bu tez çalışmasıyla ortaya çıkan taksonomiye göre [103], *P. cordata* ve *P. boissieriana* yaklaşık aynı zamanlarda sırasıyla Avrupa'dan ve İran'dan tanımlanmıştır ve aynı örneğin farklı isimleridir. Bu nedenle *P. boissieriana* sinonim edilmiştir. Her iki ismin de aynı örneği temsil ettiğini düşünürsek, *P. cordata*'nın Avrupa taksonları arasında bulunması doğru değildir. Hem Avrupa'da hem de Batı Asya'da yayılış gösteren ve literatür ve kendi sonuçlarımıza göre daha erken farklılaştığı düşünülen diğer *Pyrus* taksonları gibi (Örn. *P. spinosa*) Batı Asya türleri içerisinde yer almalıdır. Elde edilen fenogram bu sonuca da işaret etmektedir.

Fenogramda ilk ayrılan taksonlardan ikisi olan *P. communis* ve *P. caucasica* arasındaki benzerlik oranı tür düzeyinde farklı olduklarını göstermektedir. *P. communis* kültüre alınması ve yaygın bulunan bir takson olması sebebiyle zaman içerisinde kapsamı sıklıkla değişikliğe uğratılmıştır. Browicz [1], *P. communis* altında kültür formlarını temsilen *P. sativa* ve Kafkaslardan tanımlanan *P. caucasica* taksonlarını alttür seviyesinde toplamıştır. Bazı araştırmacılar *P. pyraeaster* türünü *P. communis* altında değerlendirmiştir [40]. Ancak fenogram *P. caucasica* ve *P. pyraeaster*'in tür seviyesinde farklı olduğunu göstermektedir.

İkinci grup içerisinde en dikkat çekici yere sahip taksonlardan biri *P. salicifolia*'dır. Genellikle *P. elaeagnifolia* türü ile karıştırılmasına rağmen fenogramda iki takson oldukça büyük uzaklık katsayılarına sahiptir. Morfolojik özelliklerine bakıldığında, ikisi de yoğun tüylü olan bu iki örnek, pedisel uzunluğu, yaprak ve tüy biçimi bakımından ciddi farklılık göstermektedir. Ayrıca yayılış alanları da fazla örtüşmemektedir (Bu konu taksonomi kısmında ayrıntısıyla tartışılmıştır). Fenogramda bu farklılık net biçimde ortaya çıkmıştır. Bu taksonla ilgili diğer bir dikkat çekici durum ise ikinci gruptan ayrı durmasıdır. Bu grup içerisinde en yakın durduğu takson *P. oxyprion*'dur. Türkiye'den tek bir örnek toplanabilmesine karşın özellikle Azerbaycan ziyareti sırasında fazlaca örnek incelenmiştir. Fenogramın da

desteklediği gibi *P. salicifolia* altında tutulması taksonomik olarak daha net ifade edilmesini sağlayabilir. Ancak bu konuyla ilgili *P. oxyprion* bireylerinin daha fazla arazi ve habitat gözlemlerinin yapılması gerekmektedir.

Türkiye *Pyrus* taksonları arasında *P. salicifolia*, tüylü ve en kısa meyve sapına sahip türdür ve morfolojik olarak diğer taksonlardan ayrı durmuştur. Meyve sapı karakteri düşünöldüğünde, *P. demetree* ile benzerdir. Ancak tüy durumu ve yaprak biçimi çok farklıdır. Muhtemelen bu nedenle iki takson yakın durmamıştır. *P. demetree* tüy ve yaprak biçimi bakımından daha benzer olan *P. spinosa* türüyle daha yakın durmuştur. Genel olarak benzerlik ilişkisi taksonların tüy varlığından ziyade yaprak ve meyve morfolojisiyle şekillenmiştir.



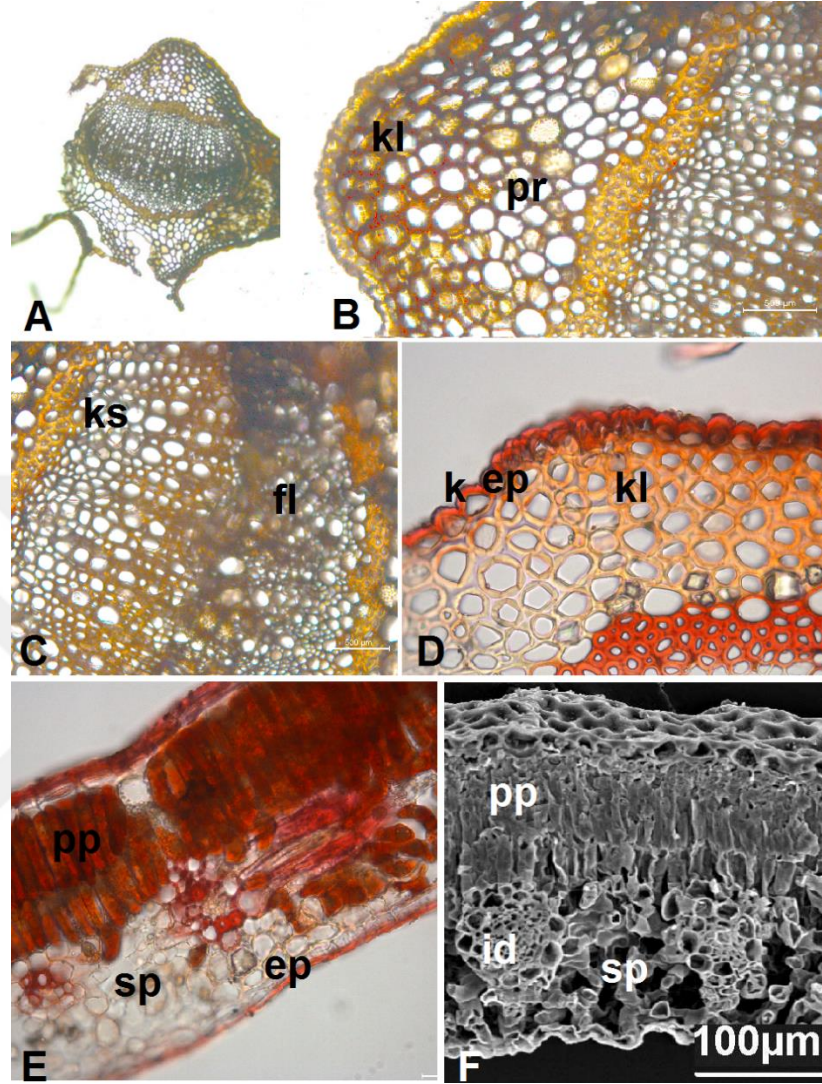
Şekil 3.5.1. *Pyrus* taksonlarına ait Gower's General Similarity ve UPGMA kümeleme metodu kullanılarak oluşturulan fenogram. PCAUC: *P. caucasica*; PCOST: *P. communis* subsp. *sativa*; PCOMM: *P. communis* subsp. *communis*; PSYPS: *P. syriaca* var. *pseudosyriaca*; PSYMI: *P. syriaca* var. *microphylla*; PSYRI: *P. syriaca* var. *syriaca*; PPSHA: *P. pashia*; PCOBS: *P. cordata* subsp. *boissieriana*; PCORD: *P. cordata* subsp. *cordata*; PSLIC: *P. salicifolia*; POXYP: *P. oxyprion*; PGEOR: *P. georgica*; PKOTS: *P. kotschyana*; PANAT: *P. anatolica*; PBULG: *P. bulgarica*; PELTO: *P. elaeagrifolia* subsp. *taochia*; PELGR: *P. elaeagrifolia* subsp. *elaeagrifolia*; PPRST: *P. pyraeaster*; PNIVA: *P. nivalis*; PDEMT: *P. demetrii*; PSPNS: *P. spinosa* (Batı grubu Avrupa yayılışlı taksonlar ☆; Batı grubu Batı Asya yayılışlı taksonlar ☆; Doğu grubu taksonları ★).

Çizelge 3.5. 1. *Pyrus* cinsine ait numerik analizde kullanılan karakterler ve karakter durumları.

	PSPNS	PELGR	PELTO	PBULG	POXYP	PCORD	PCOBS	PSLIC	PANAT	PSYRI	PSYMI	PSYPS	PKOTS	PCOMM	PCOST	PCauc	PNIVA	PDEMT	PGEOR	PPRST	PPSHA
MYRG	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
MYTH	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1
MYTB	1	1	1	1	3	2	2	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
MBOY	20	30	30	30	20	15	15	20	30	35	25	35	20	40	65	35	30	20	30	30	18
MENI	15	20	20	20	15	15	15	15	20	25	15	30	15	25	40	25	25	15	20	25	15
MKLB	3	3	3	3	?	0	0	4	3	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	4	0
MKLE	1	1	1	1	?	0	0	1.5	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	0
MSVR	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
MYBC	3	3	3	3	2	1	1	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	1
PDBY	20	40	40	30	20	40	30	10	25	30	30	30	20	45	45	45	25	10	30	30	40
PDEN	2	2	2	2	2	1	3	2	2	4	4	4	2	4	4	4	2	2	2	3	2
CSAY	11	10	10	11	8	13	13	11	12	15	15	15	12	10	15	10	12	10	15	10	13
HPSE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2
HPTB	17	15	15	15	18	13	13	14	14	17	17	17	15	19	19	19	17	13	15	15	13
HPTE	12	10	10	11	12	8	8	9	10	12	12	12	8	10	10	10	9	6	7	10	8
PEBY	20	22	22	19	21	18	18	10	20	24	24	24	25	35	35	35	30	10	15	25	18
BRBY	8	10	10	8	9	7	7	10	7	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10	7
BROB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPBC	3	3	3	3	3	2	2	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2
SKON	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
STSY	21	24	24	22	23	25	25	20	22	22	22	22	20	22	22	22	25	22	20	23	25
STLS	3	3	3	3	4	5	5	4	3	3	3	3	4	5	5	5	3	4	4	4	4
CDTY	1	1	1	1	1	4	4	3	1	4	4	4	1	4	4	4	4	4	1	4	4
CCAO	28	30	30	28	32	25	25	24	30	34	34	34	25	35	35	35	30	25	25	35	25
SPSL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PBCM	1	1	1	1	?	2	2	1	1	1	1	1	1	3	3	3	?	1	1	1	2
PPNC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PKOK	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PKNR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1
PBOY	12	15	15	14	16	11	11	12	14	16	16	16	12	18	18	18	12	13	13	16	10
PENI	5	7	7	6	8	5	5	6	8	10	10	10	8	12	12	12	8	10	10	13	5
PBCM	3	3	3	?	?	2	2	2	3	3	3	3	1	3	3	1	?	?	?	?	?
DKCE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3
DKEN	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2
KRNG	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
GSTN	5	1	1	1	1	5	5	1	1	5	5	5	1	5	5	5	5	5	1	5	5
YNIT	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1
YTUY	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3
YTAY	4	2	2	2	4	4	4	2	2	4	4	4	2	4	4	4	2	4	2	4	4
YPDN	1	1	1	4	1	3	3	2	4	1	1	1	1	4	4	1	*	1	1	3	3
YTAB	1	2	2	2	2	3	3	2	2	1	1	1	2	3	3	3	3	2	2	3	3
PTBO	15	15	13	12	15	30	30	5	15	35	20	35	10	40	40	40	20	25	30	40	30
STBY	5	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
STEN	2	1.5	1.5	3	3	2	2	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
GSRG	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2
YPUC	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	3	2
YBOY	30	40	60	30	50	40	40	50	40	45	45	45	30	45	60	30	35	30	35	40	40
YENI	20	25	30	20	25	35	35	10	20	40	40	40	20	35	45	25	25	20	25	30	25
YSEK	2	4	4	4	3	8	8	5	2	1	1	1	6	8	8	8	4	2	2	1	8
YUTN	5	4	4	4	4	5	5	2	5	5	5	5	4	5	5	1	5	5	4	5	5
YATN	5	4	4	4	4	5	5	2	5	5	5	5	4	5	5	1	5	5	4	5	5
YPKE	2	2	2	2	3	3	3	1	2	3	3	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2
MKLB	3	4	4	3	3	0	0	4	4.5	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	0

3.6. Anatomi

Pyrus cinsi örneklerine ait yaprak ayası anatomik kesitlerinde iletim demetleri ve parenkimatik dokular gözlenmiştir. Üst epidermis kütikula tabakasıyla kaplıdır. Epidermisin altında 2-3 tabakalı palizat parenkima dokusu, daha alt kısımda sünger parenkiması bulunur. Alt epidermis daha ince bir kütikula ile örtülüdür. Epidermis hücreleri genel olarak dörtgenimsi şekillidir. Palizat parenkima hücreleri ise eliptik ve yarıeliptik şekillidir. Yaprakta gözlenen orta damar kesitleri genellikle eliptik şekillidir (Şekil 3.6.1A). Orta damarda gözlenen dokular şu şekildedir: Kütikula kaplı alt ve üst epidermis, alt ve üst kollenkima (Şekil 3.6.1B), parenkima (Şekil 3.6.1C), ksilem ve floem (Şekil 3.6.1D).



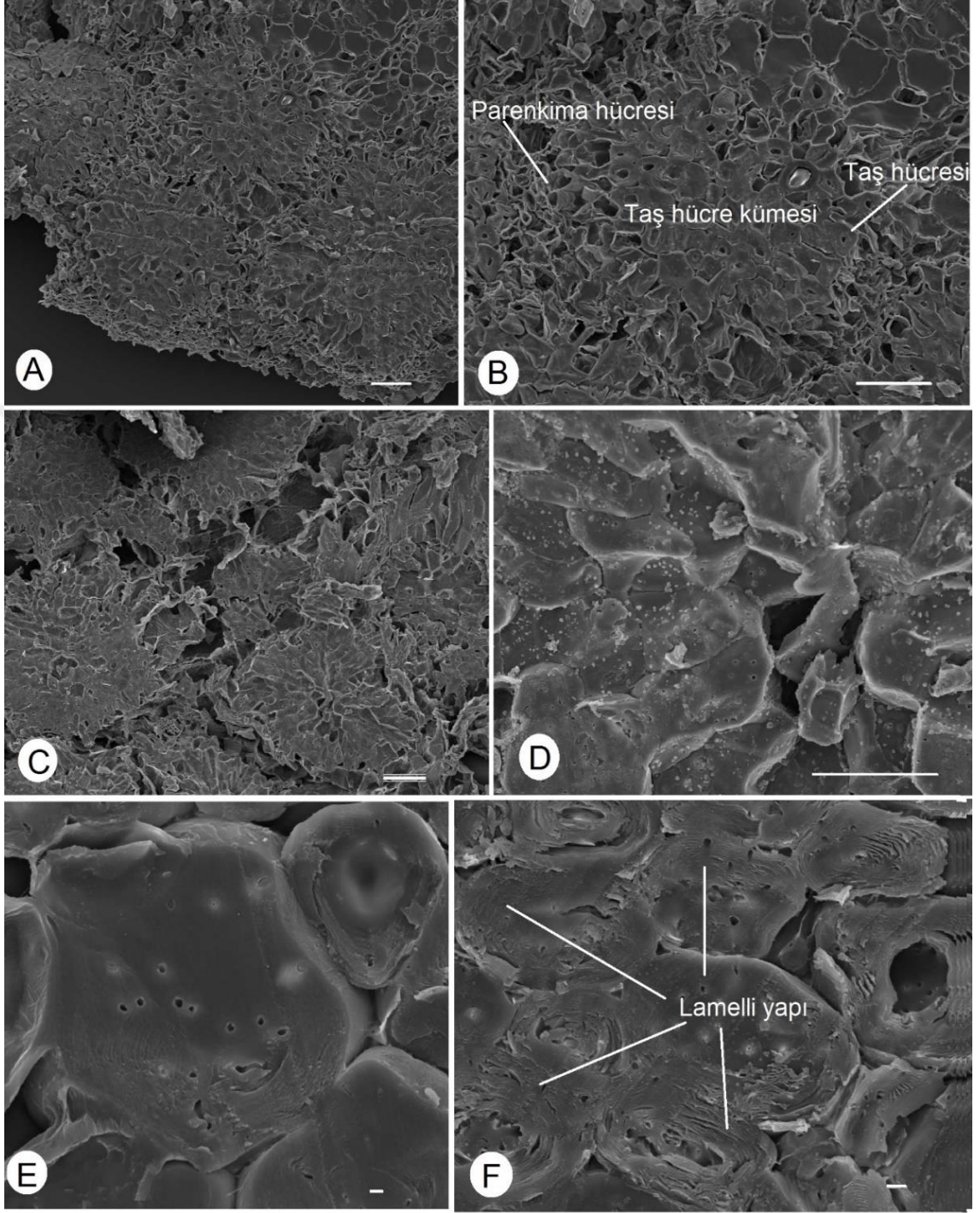
Şekil 3.6.1. *Pyrus* cinsi örneklerinde yaprak ve orta damar kesitleri: A-B-C-D- Orta damar enine kesiti (A-B-C *P. communis*- ZUG 132; D- *P. cordata*- AAD 18211); E-F- Yaprak enine kesiti (*P. spinosa*-AAD 19708; *P. elaeagnifolia*- AAD 19074). ep: epidermis; id: iletim demeti; fl: floem; k: kutikula; ks: ksilem; pp: palizat parenkimas; sp: sünger parenkiması.

Yaprak anatomisi bakımından incelenen örneklerde belirgin bir anatomik farklılık gözlenememiştir. Ancak sadece *P. cordata* yapraklarında iki tabakalı palizat parenkimaya (Şekil 3.6.1E-F) rastlanırken diğer taksonlarda bu sayı iki yada üç olarak değişmektedir.

Cinse ait anatomik özelliklerin araştırıldığı bu çalışmada, özellikle pome tip meyve grubuna ait armutta bulunan lignin kaynaklı taş hücreleri üzerinde durulmuştur. Lignin bitki hücre duvarlarında sağlamlık ve geçirimsizliği sağladığı için oldukça yaygındır. Bazı bitkilerde ise yapısal destek ve su taşınımı için fazladan ihtiyaç duyulan bir polimerdir. Ayrıca bitkinin biyotik ve abiyotik strese karşı savunma mekanizmasında öneme sahiptir [104]. Parenkima hücre çeperlerinde lignin depolanmasıyla destek doku çeşitlerinden biri olan taş hücreleri meydana gelir. Özellikle armut ve benzeri meyve grubundaki bitkiler meyvenin iç kısmında değişik miktarlarda taş hücresi bulundurlar. Taş hücrelerinin miktarını ve bulunma biçimini kültüre alınması başta olmak üzere birçok faktör etkilemektedir. Bunların arasında en önemlisi ise bitkinin sahip olduğu genetik çeşitliliktir. Farklı türlerin hatta farklı varyetelerin taş hücre formasyonunda farklılıklar gösterdiği bilinmektedir [105, 106]. Bu tez çalışmasında meyve dokusunda yer alan taş hücre formasyonunun türler arasında farklılık bulundurma potansiyeli araştırılmıştır. Ayrıca eğer genetik bir farklılık varsa bunun hangi taksonomik seviyede bulunduğu da bu çalışma ve literatür bilgisi birleştirilerek tartışılmıştır.

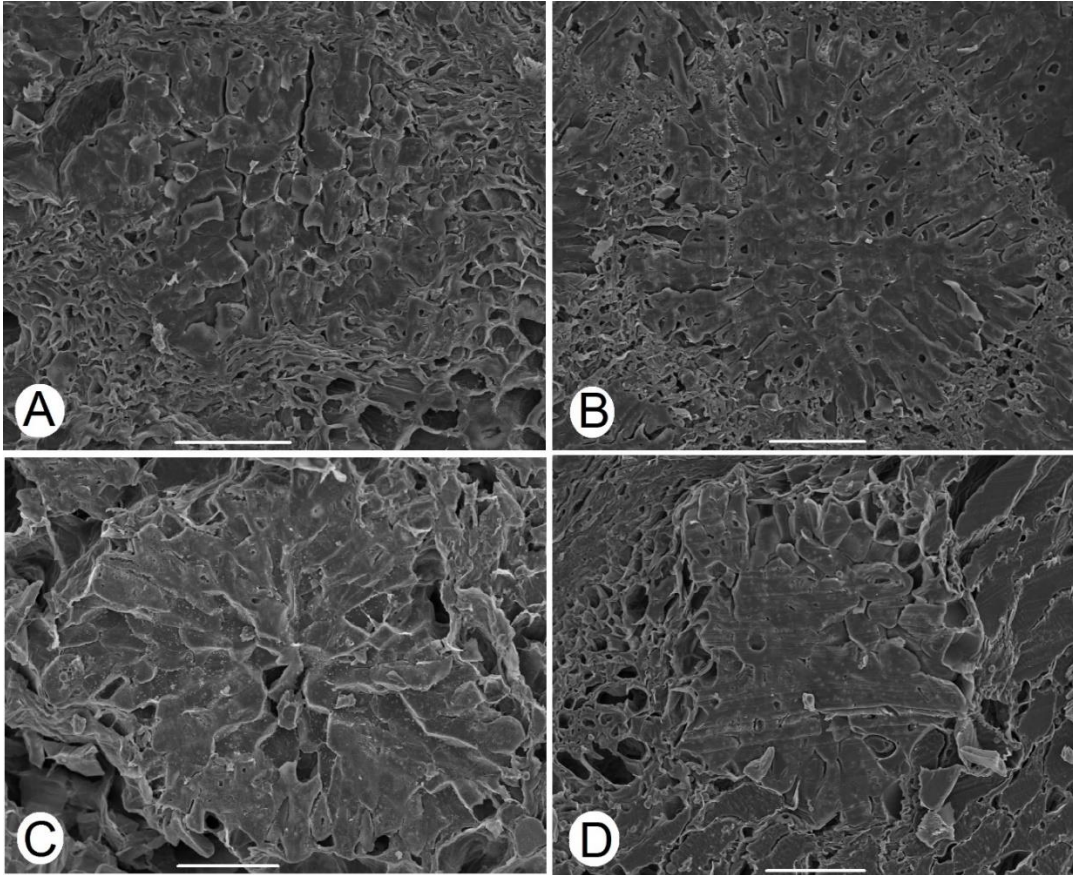
Cinsin de yer aldığı altaileye ait üyelerde taş hücreleri epidermisin hemen altında, meyvenin merkezinde ya da etli kısma dağılmış olarak bulunurlar. Aynı zamanda birbirlerinden ayrı ya da kümelenmiş olarak gözükabilirler [40].

Genel olarak bir armut meyvesinde taş hücreleri küme oluşturmuş ve parenkima hücreleriyle çevrelenmiş biçimde endokarp ile mezokarp sınırında halka şeklinde bulunurlar (Şekil 3.6.2A-B). Sadece *P. cordata* bireylerinde taş hücreleri endokarp içerisine dağılmış olarak gözlenmiştir (Şekil 3.6.2C-D). Ligninleşmiş tek bir taş hücresi üzerinde farklı sayılarda küçük delikler bulundurur (Şekil 3.6.2E). Bu deliklerin görevi su ve sıvı diğer maddelerin hücreler arasında taşınmasıdır. Bunun yanı sıra taş hücreleri katlanmış (lamelli) yapılar da bulundurlar (Şekil 3.6.2F). Bu katlanmalar hücre çeperinde farklı yoğunlukta lignin birikimiyle oluşmaktadır. Zamanla birikimin artması daha belirgin lamelli yapıların ortaya çıkmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.6.2. *Pyrus* meyvesinde bulunan taş hücresinin SEM fotoğrafı. A- Küme oluşturmuş bazı taş hücrelerinin genel görünümü; B-Tek bir taş hücre kümesi; C-D- Endokarp içerisine dağılmış taş hücreleri (*P. cordata* subsp. *boissieriana*-AAD 18206); E- Üzerinde küçük delikler bulunduran taş hücresi- *P. anatolica*- ZUG 161; F- Farklı konsantrasyonlarda biriken ligninin oluşturduğu lamelli yapı-*P. elaeagrifolia*- AAD 19074, (ölçek A-B-C = 100 μ m, D= 50 μ m E-F= 1 μ m).

Pyrus taksonlarındaki taş hücre kümelerinde bulunan hücre sayısı oldukça yoğundur (50 taş hücresi ya da daha fazla). Tek bir hücrenin büyüklüğü ise yaklaşık 100-350 μm arasında değişmektedir. Çalışılan taksonlar içerisinde en büyük taş hücre topluluğu *P. syriaca* ve *P. elaeagnifolia* taksonlarında görülmüştür (Şekil 3.6.3A-B). En yoğun taş hücresi ise *P. georgica* türünde gözlenmiştir (Şekil 3.6.3C). En küçük ve en az yoğunlukta taş hücresine sahip türler *P. communis* ve *P. pyraster*'dir (Şekil 3.6.3D).



Şekil 3.6.3. *Pyrus* cinsi taksonlarına ait taş hücre toplulukları. A- *Pyrus syriaca*- AAD 18746; B- *P. elaeagnifolia*- ZUG 425; C- *P. georgica*- ZUG 307; D- *P. pyraster*- ZUG 466 (Ölçek= 100 μm).

Taş hücre büyüklüğü ve yoğunluğu meyve kalitesinde büyük önem taşımaktadır. Taş hücre büyüklüğü 150 μm 'nin altında olduğunda meyve daha lezzetli, 300 μm 'nin üstünde olduğunda ise lezzetsiz kabul edilmektedir [107]. Buna göre

özellikle Avrupa'da en fazla kültüre alınan taksonlar olan *P. communis* ve *P. pyrastrer* bu özellikleri sebebiyle seçilmiştir.

Aldasoro ve diğ. [38] *Pyrus* ve *Cydonia* cinslerinde oldukça yoğun taş hücresine sahip düzensiz şekilli sklereidler bulunduğunu rapor etmiştir. Bizim çalışmamızda ise çoğunlukla yuvarlak denebilecek biçime sahip sklereidler gözlenmiştir (Şekil 3.6.3).

Tez kapsamında yapılan yaprak ve meyve anatomisi sonuçlarına göre özellikle meyve anatomisine ilişkin önemli sonuçlar elde edilmiştir. Sklereidler meyve içerisinde iki farklı biçimde bulunmaktadır. Bu düzen, taksonomik olarak cins içerisindeki seksiyon ayrımını desteklemektedir. Ayrıca sklereidler bulundurduğu hücre sayısı ve büyüklükleri hem türler arasında hemde aynı türün bireylerinde değişkenlik göstermektedir.

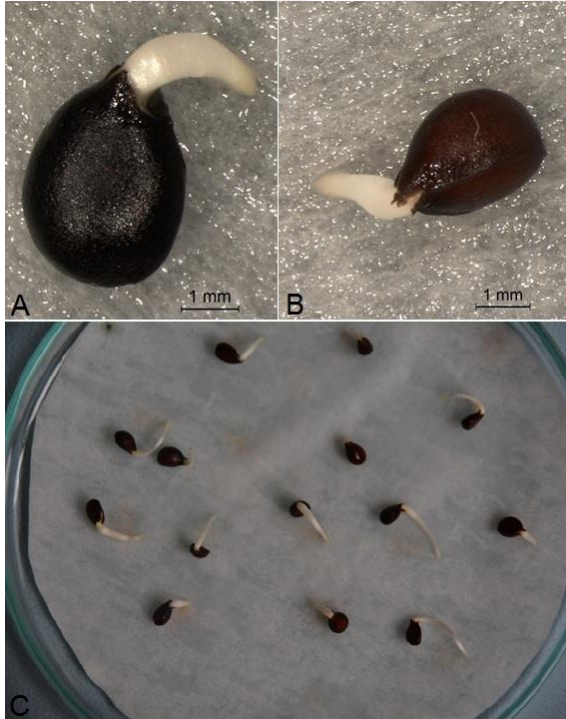
3.7. Kromozom morfolojisi

Kromozom morfolojisi çalışmaları *Pyrus* cinsine ait tohum çimlendirme denemeleriyle başlamıştır. Bu denemelerde tez süresince uygun bireylerden toplanan tohumlar kullanılmıştır. Çimlendirme aşamasında tohumlara soğuk uygulama yapılmış ve giberellin hormonu verilmiştir. Düzenli aralıklarla ekilen tohumlardan çimlenmesi başarılı olanlar aşağıda listelenmiştir (Çizelge 3.7.1 ve 3.7.1A-B). Yapılan denemeler sonucunda tohum çimlenme başarısının çok düşük olduğu ve özel çimlenme isteklerinin olduğu tespit edilmiştir. En iyi çimlenme başarısı toplandıktan iki yıl sonra Kasım-Ocak ayları arasında ekilen tohumlardan elde edilmiştir (Şekil 3.7.1C). En uygun çimlenme ortamı ise +4°C'de 5 hafta boyunca bekleyen tohumlarda gözlenmiştir.

Çizelge 3.7. 1. Arazi çalışmalarında toplanan *Pyrus* cinsine ait tohumlar ve çimlenme durumları.

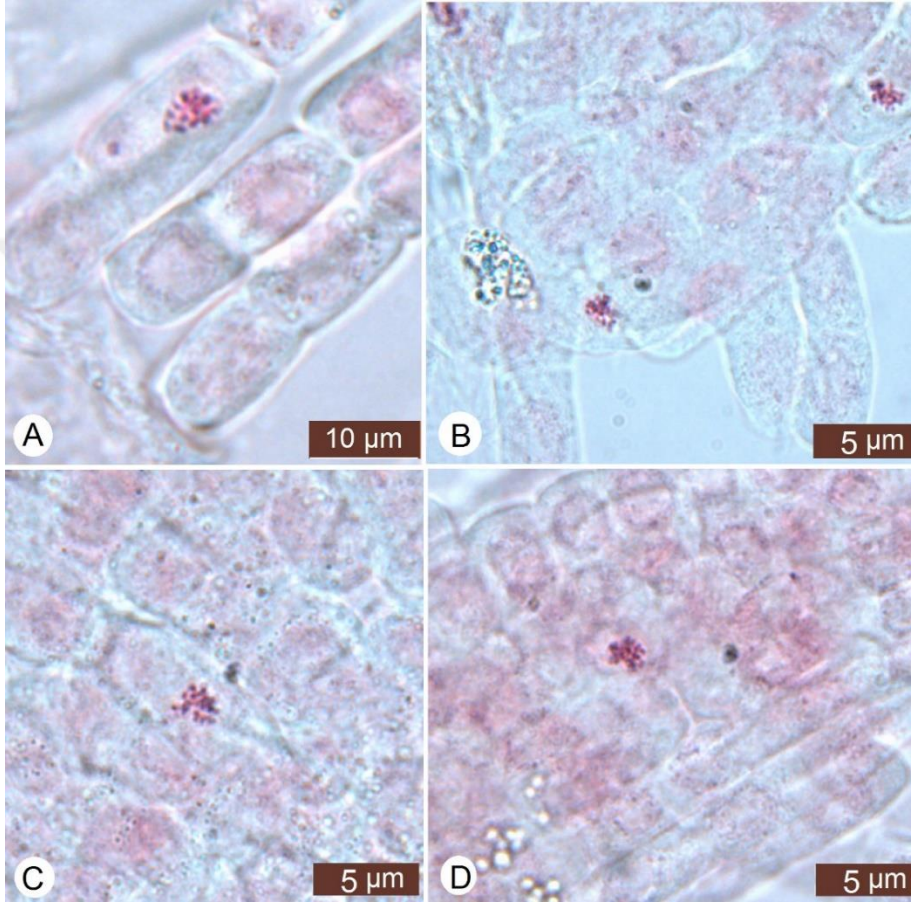
Takson	No	Çimlenme durumu
<i>P. elaeagrifolia</i>	ZUG 430	—
	ZUG 436	—
	ZUG 170	—
	ZUG 126	+

	ZUG 419	+ (Şekil 3.7.1A)
	ZUG 422	+
<i>P. salicifolia</i>	AAD 18809	—
	AAD 19318	+ (Şekil 3.7.1 B)
<i>Pyrus spinosa</i>	ZUG 145	+
	ZUG 135	—
	ZUG 144	+
	ZUG 441	+ (Şekil 3.7.1 C)
	ZUG 412	—
<i>P. bulgarica</i>	ZUG 455	—
<i>P. kotschyana</i>	ZUG 147	—
<i>P. cordata</i>	ZUG 483	—
<i>P. anatolica</i>	ZUG 148	—
	ZUG 136	—
	ZUG 138	+
<i>P. communis</i>	ZUG 134	—
	ZUG 156	—
<i>P. syriaca</i> var. <i>syriaca</i>	ZUG 484	—
	ZUG 399	—
<i>P. georgica</i>	ZUG 572	—
<i>P. caucasica</i>	ZUG 584	—



Şekil 3.7.1. *Pyrus* cinsine ait çimlenmiş tohumlar: A- *P. elaeagnifolia*- ZUG 419; B- *P. salicifolia*-AAD 19318; C- *P. spinosa*- ZUG 441.

Çimlenen kök uçlarından ezme preperat yöntemiyle örnekler hazırlanmış ve mikroskop altında incelenmiştir. Bu örneklerde kromozomlar gözlenmiştir ancak boyutları çok küçük olduğundan kromozom sayımı yapılamamıştır (Şekil 3.7.2A-D).



Şekil 3.7.2. *Pyrus* cinsi kök uçlarından elde edilen kromozom görüntüleri: A-B- *P. anatolica*- ZUG 138; C-D- *P. spinosa*- ZUG 145.

3.8. Taksonomi

Pyrus L., Sp. Pl. 1: 479 (1753).

Tip: *Pyrus communis* L.

Lektotip: *Pyrus communis* L. var. *communis* (Amaral Franco ve Rocha Afonso tarafından seçildi; Rev. Fac. Ci. Univ. Lisboa, Sér. 2, C, Ci. Nat. 13: 177 (1965). Herb. Linn. No. 647.1 (LINN foto!).

Ağaç ya da çalı, dikenli ya da dikensiz. Yaprak dökülücü, nadiren yarı dökülücü; aya basit, nadiren loblu, dişli ya da düz kenarlı. Kulakçık dar mızraksı, dökülücü. Çiçekdurumu pürçeksi. Hipantiyum tüpsü ya da fincansı. Sepal 5, olgun meyvede dökülücü ya da kalıcı. Petal 5, beyaz, nadiren uçta pembe, tabanda kısa pençeli. Stamen 15-30, iki sıra halinde, boyları farklı; filament serbest; anter genç çiçekte pembe daha sonra koyu kırmızı. Ovaryum alt durumlu; karpel 2-5, her lokulusta 2 tohum taslaklı; stilus 2-5, serbest, tabanda tüylü ya da $\pm$ tüylü; stigma tablamsı, 2 parçalı. Meyve armutsu ya da küremsi, kahverengi, sarı, koyu kırmızı, taş hücreli; endokarp membransı ya da daha sert. Tohum kahverengi ya da siyah, zayıf testaya sahip, üst yüzey dış bükey, alt yüzey çoğunlukla düz, yüzey kümelenmiş hücre topluluklarından oluşmuş.

$2n = 34, 51, 68$ ayrıca anoploid sayılar ve 21-73 arasında değişik tür sayıları mevcut [4, 62], hibridizasyon ve kültürden kaçma sık rastlanmaktadır.

Bu tez çalışmasına göre Avrupa ve Asya bölgesinde 43 tür. Kuzey Afrika, Asya, Avrupa yayılışlı. Meyvesinden dolayı *P. communis* L. ve *P. pyrifolia* (Burnm.f.) Nakai türleri kültüre alınır.

Pyrus cinsi ilk kez Linnaeus tarafından 1753 yılında armut ve elma ağaçlarını kapsayacak biçimde tanımlandı. Daha sonra Miller [108] elmaları *Malus* cinsi olarak ayırdı. Cins altı taksonomisine ait ilk çalışma ise Decaisne [54] tarafından yapılarak 23 tür, altı grup altında toplandı. Yapılan ilk kapsamlı çalışmada [28], *Pashia* Koehne ve *Achras* Koehne seksiyonları tanımlandı. Federov [57] ise bunlara *Xeropyrenia* ve *Argyromalon* seksiyonlarını ekledi. Tuz [58] bu seksiyonları tekrar *Pashia* ve *Pyrus* (= sect. *Achras*) olarak azalttı ve bu uygulama Türkiye Florası'na cinsi yazan Browicz [55] tarafından da takip edildi. Bu tez çalışmasında Türkiye'deki *Pyrus* türleri için oluşturulan sıralama aşağıda verilmiştir:

Seksiyon *Pashia* Koehne

1- *Pyrus cordata* Desv.

Seksiyon *Pyrus*

- 2- *P. communis* L.
- 3- *P. pyrastrer* (L.) Burgsd.
- 4- *P. caucasica* Fed.
- 5- *P. nivalis* Jacq.
- 6- *P. syriaca* Boiss.
- 7- *P. spinosa* Forsk.
- 8- *P. elaeagrifolia* Pall.
- 9- *P. turcicus* Uğurlu & Dönmez
- 10- *P. bulgarica* Kuth. & Sachok.
- 11- *P. anatolica* Browicz
- 12- *P. kotschyana* Boiss.
- 13- *P. georgica* Kuth.
- 14- *P. salicifolia* Pall.
- 15- *P. oxyprion* Woron.
- 16- *P. demetrii* Kuth.

1. Olgunlukta yapraklar yoğun tüylü ya da sadece yaprak kenarı uzun tüylü
 2. Yalnız yaprak kenarı uzun tüylü **4. *P. caucasica***
2. Yaprak tamamında yoğun tüylü
 3. Yaprak dar mızraksı, genişliği en fazla 2 cm **14. *P. salicifolia***
3. Yaprak genişliği en az 2 cm
 4. Yaprak sapı 1–2 cm **8. *P. elaeagrifolia***
4. Yaprak sapı 2 cm'den uzun
 5. Yaprak eliptik, ucu aniden sivri **13. *P. georgica***
5. Yaprak ters yumurtamsı ya da eliptik, ucu küt, $\pm$ akut ya da mukrolu
 6. Yaprak ters yumurtamsı **10. *P. bulgarica***
6. Yaprak eliptik
 7. Meyve sapı en az 2 cm **12. *P. kotschyana***
 7. Meyve sapı en fazla 2 cm **9. *P. turcicus***
1. Olgunlukta yapraklar alt üst ya da sadece üst yüzeyde tüysüz
 8. Yaprak sadece üst yüzeyde tüysüz

9. Yaprak eliptik ya da genişçe eliptik, 3–4 cm uzunluğunda **11. *P. anatolica***
9. Yaprak ters yumurtamsı, boyu 5–9 cm **5. *P. nivalis***
8. Yaprak her iki yüzeyde tüysüz
10. Yaprak $\pm$ kordat ya da dairemsi
11. Yaprak $\pm$ kordat, sepal meyvede genellikle dökülücü **1. *P. cordata***
11. Yaprak dairemsi, sepal meyvede genellikle kalıcı
12. Yaprak kenarı genellikle düz ya da küt dişli **2. *P. communis***
12. Yaprak kenarı tamamında ya da uca doğru belirgin testere dişli
..... **3. *P. pyraeaster***
10. Yaprak yumurtamsı, ters yumurtamsı, mızraksı ya da eliptik
13. Yaprak yumurtamsı, kenarı küt dişli; meyve tabanda şişkin
..... **6. *P. syriaca***
13. Yaprak ters yumurtamsı, mızraksı ya da eliptik, kenarı küt dişli değil;
meyve tabanda şişkin değil
14. Yaprak eliptik; meyve sapı 1.5–2 (-3) cm **7. *P. spinosa***
14. Yaprak ters yumurtamsı ya da mızraksı; meyve sapı 0.5–4(-5) cm
15. Meyve sapı en az 3 cm **15. *P. oxyprion***
15. Meyve sapı 0.5–1 (-1.5) cm **16. *P. demetirii***

1. *Pyrus cordata* Desv., Obs. Pl. Env. Angers 152. 1818. Şekil 3.8.1 ve 3.8.2.

$\equiv$ *Pyrus communis* subsp. *cordata* (Desv.) P. Fourn., Quatre Fl. France 2: 516. 1936.

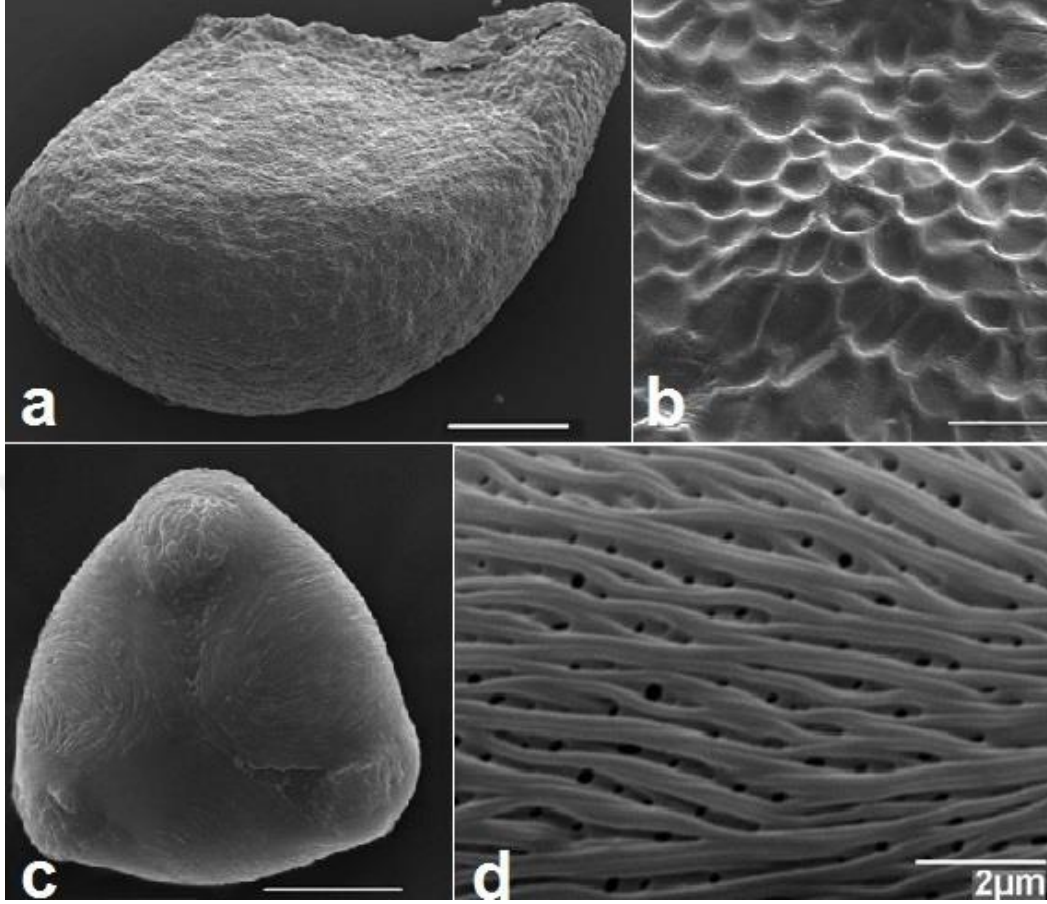
= *Pyrus longipes* Wenz., Jahrb. Königl. Bot. Gart. Berlin 2: 292. 1883. = *P. gharbiana* Trab., Bull. Stat. Rech. Forest. Nord Afr. 1: 117, f. 5. 1916. = *P. communis* subsp. *gharbiana* (Trab.) Maire, Fl. Afrique N. 15: 113. 1980. = *P. communis* subsp. *longipes* (Wenz.) Maire, Fl. Afrique N. 15: 113. 1980.

Çalı ya da 10 metreye kadar ağaç, dikenli; genç sürgün seyrek kısa tüylü, kırmızımsı. Yaprak ayası kalpsi ya da dairemsi, (2.5-) 4–6 $\times$ (2-) 3–5 cm, çiçekli dönemde iki yüzeyde yoğun kısa tüylü, olgunlukta tüysüz, tabanda yuvarlak ya da

± kalpsi, tepesi sivriye yakın ya da küt, bazen mukrolu, kenarı dişli ya da testere dişli; yaprak sapı 2–5 cm, ince, esnek. Çiçekdurumu pürçeksi, 5-15 çiçekli. Çiçek 15–25 mm çapında; çiçek sapı 1–3 cm, seyrek kısa tüylü. Brakte mızrakı, (4-) 7 × 1 mm, kahverengimsi uzun tüylü. Hipantiyum fincansı, dış yüzey ± tüysüz. Sepal üçgensel, 1.5–3 × 1–1.5 mm, tepesi sivri, dış yüzeyde yoğun tüylü, çoğunlukla meyvede dökülücü. Petal yumurtamsı ya da eliptik, 8–14 × 5–11 mm, tepesi yuvarlak ya da emerginat. Stamen 15-20 (-25). Stilus 3-5, taban ± tüylü. Meyve 1-4, genellikle yuvarlak nadiren armutsuya yakın, 1–2 × (0.8-) 1–2 cm, koyu kırmızı, yoğun beyaz lentiselli; meyve sapı (0.5-) 1.5–5 cm, esnek, ince. Tohum yumurtamsı, 4–7 × 3–5 mm, siyah, düzensiz izodiyametik hücreli, mukrolu ya da düz. Polen basık küremsi, trikolporat, yüzey süslenmesi kalın çizgili, dar vadili ve büyük delikli. Kromozom sayısı: 2n= 34 [109].



Şekil 3.8.1. *Pyrus cordata* görünüm ve morfolojik özellikleri: A- genel görünüş; B- ayrıntılı meyve ve yaprak (A-B- *P. cordata* subsp. *cordata*-ZUG 337); C- ayrıntılı çiçek (*P. cordata* subsp. *boissieriana*-ZUG 487); D- ayrıntılı meyve ve yaprak (*P. cordata* subsp. *boissieriana* ZUG 483). (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.2. *Pyrus cordata* tohum ve polen özellikleri: a- tohumun genel görünüşü (Ölçek= 1 mm); b- yüzey hücreleri (a-b ZUG 483), (Ölçek= 50 μ m); c- trikolporat polen (Ölçek= 10 μ m); d-yüzey süslenmesi (c-d ZUG 486).

1. Meyve eni 1.5–2 cm; meyve sapı 1.2–2.5 cm subsp. *cordata*

1. Meyve eni 0.8–1.2 (-1.5) cm; meyve sapı 0.8–1.5 cm subsp. *boissieriana*

Pyrus cordata* subsp. *cordata

Tip: Bilinmiyor.

Yayılış: Türkiye'nin kuzeybatısı ve güney batısı (Şekil 3.8.3), Avrupa, Cezayir.

Ekoloji: *Qurecus* sp. orman açıklığı, bahçe ve tarla kenarı, 500-1200 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Kasım.

Tehlike kategorisi [110]: VU; B1a.

İncelenen örnekler

Türkiye A1 Kırklareli: Kofçaz'dan Kırklareli'ye çıkış, köprü çevresi, 41°56'325"K, 027°09'363"D, 407 m, 17.7.2012, ZUG 337-AAD.

Büyük Britanya Thonbury, *J.R. Briggs* s.n. (K foto!); Gloucestershire, *C.I. Sandwith & N.Y. Sandwith* s.n. (K foto!); Truro, *L.R. Fitzgerald & J. Akeroyd* s.n. (K foto!).

Cezayir *Balansae* 1017, 1853, (G00014162 foto!).

Pyrus cordata* subsp. *boissieriana (Buhse) Uğurlu & Dönmez, *Turk J Bot* (2015) 39: 841-849.

Tip: İran, Elburs Dağı, Radkan. *Buhse* s.n. 19.9.1848 (Holo: LE 1046-a!, izo: G).

Baziyonim: *Pyrus boissieriana* Buhse, *Nouv. Mem. Soc. Imp. Naturalistes Moscue* 12: 87. 1860.

= *Pyrus boissieriana* subsp. *crenulata* Browicz, *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh* 31(2): 322. 1972. ≡ *P. serikensis* Güner & Duman, *Karaca Arbor. Mag.* 2(4): 166 1994, Tip: Antalya, 17 km south of Serik, c. fr., 16. 8. 1959. *M & D. Zohary* 3092 (HUJ!).

Yayılış: Türkiye, İran, Azerbaycan, Türkmenistan.

Ekoloji: *Qurecus* sp. orman açıklığı, bahçe ve tarla kenarı, 5-1200 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Kasım.

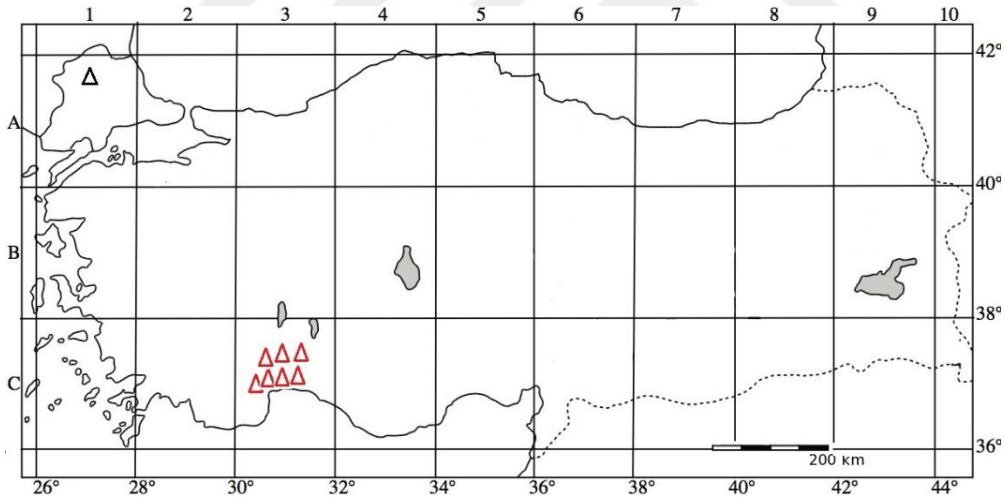
Tehlike kategorisi [110]: EN; B1a.

YA: Gurmut, (Gebiz, Antalya civarında), Zingit (Abdurrahmanlar, Antalya civarında).

İncelenen örnekler

Türkiye C3 Antalya: Aksu, Abdurrahmanlar Köyü, 36°57'588"K, 030°55'723"D, 4 m, 21.4.2012, ZUG 198-AAD; ibid. ZUG 199-AAD; Serik, Kırılı-Gündoğdu yol ayrımı, 36°51'676"K, 031°16'692"D, 15 m, 24.4.2012, ZUG 200-AAD; ibid. ZUG 201-AAD; Gündoğdu, Bereket Köyü çevresi, 36°53'586"K, 031°13'145"D, 18 m, 9.11.2012, ZUG 483-AAD; Gündoğdu yol ayrımı, 36°52'364"K, 031°15'761"D, 21 m, 16.3.2013, ZUG 486; ibid. ZUG 487-AAD; Serik'in 17 km güneyi, 16.8.1959, M. & D. Zohary 3092 (HUJ!).

İran Mazenderan: Mazenderan'dan Karaj'a gidiş, 2100 m, 21.9.2005, AAD 12541-M. Atoi-E. Esreti; Tehran: Firuz Kut'tan Emirir'e gidiş, 2188 m, 35°50'619"K, 052°56'437"D, 5.9.2006, AAD 14059-G. Zare & M. Suzani; sahil kenarı, 16.8.1960 Zohary & Zohary (HUJ No 862!).



Şekil 3.8.3. *Pyrus cordata* Türkiye yayılışı. *P. cordata* subsp. *cordata* (Δ); *P. cordata* subsp. *boissieriana* (Δ).

Pyrus cordata türü, İngiltere'den Portekiz'e kadar batı Avrupa'da yayılış gösteren, küçük, küremsi meyve ve dökülücü kalipse sahip bir türdür. Bu özellikler sayesinde *Pashia* seksiyonuna ait olan ve ülkemizde yayılış gösteren seksiyonun tek taksonudur. Morfolojik olarak dikkat çeken diğer özelliği de meyve sapının ince ve esnek yapısıdır. Browicz [55] bu özelliği de seksiyon ayırımına eklemiştir.

Boissier [3] ve Aldasoro ve diğ. [38], *P. cordata* türünün, *P. boissieriana* türüne morfolojik olarak çok benzer olduğunu vurgulamıştır. *P. boissieriana* ise Buhse tarafından yayınlanmış ve Türkiye'deki popülasyonları aşağıdaki taksonomik değişikliklere konu olmuştur:

P. boissieriana türünün Antalya'daki popülasyonu *P. boissieriana* subsp. *crenulata* ismi altında Browicz [1] tarafından alttür olarak ayrılmıştır. Daha sonra yaprak dişlenmesi, yaprak eni ve ağaç boyu özellikleri dikkate alınarak *P. serikensis* ismiyle tür seviyesine çıkartılmıştır [111].

Bu tez çalışmasında hem Türkiye'deki bireylerin tür seviyesine çıkartılması hem de *P. boissieriana* ve *P. cordata*'nın morfolojik benzerliği araştırılmıştır. Tip örneklerinin ve arazi örneklerinin incelenmesiyle ortaya iki önemli sonuç çıkmıştır.

Birincisi bu iki takson ismi aynı örnekleri temsil ederek taksonomik bir yanlışlığa sebep olmaktadır. Bu sorunu çözmek amacıyla tip yayınları Uluslararası Alg Mantar ve Bitki Adlandırma Yasası [85] bakımından incelenmiştir. *P. cordata* Desvaux tarafından 1818'de geçerli olarak yayınlandığından, yayın önceliği maddesi gereği (Madde 11-12) *P. cordata* geçerli isim olarak kabul edilmiştir.

İkincisi, Antalya'daki popülasyonlar yaprak dişlenmesi ve yaprak genişliği bakımından ayrı bir tür olarak kabul edilebilecek düzeyde farklılık içermemektedir. Bu sebeple *P. cordata* türüne ait bireyler olarak kalmaları gerekmektedir. Ancak Avrupa ve Türkiye popülasyonları arasında geçerli olan coğrafik izolasyon ve meyve boyutu farklılığı dikkate alınarak popülasyonlar iki alttür altında toplanmıştır [103].

P. cordata taksonu Avrupa'da, *P. boissieriana* ise Türkiye'nin güneyi, İran ve Afganistan'da yayılış göstermektedir [112, 113, 114]. Her iki ismin de tek popülasyona ait olduğu düşünüldüğünde ülkemiz Avrupa ve diğer yayılış alanı arasındaki bağlantıyı oluşturmaktadır. Ancak yapılan arazi çalışmaları bu bağlantının çok ilginç biçimde kopuk olduğunu göstermektedir. Daha önce Türkiye'de bu taksona ait sadece Antalya'daki dar bir alanda yayılış gösteren bireyler bilinmekteydi. Bu tez çalışmasında Kırklareli'nde de aynı taksona ait bireyler olduğu ortaya çıktı. Ancak bu iki lokalite dışında başka bir yerde taksona

ait bireyler bulunamadı. Bu durum taksonun güncel yayılışının belirlenmesi bakımından çok önemli ve filocoğrafyası açısından çok ilginçtir.

2. *Pyrus communis* L. Sp. Pl. 1: 479. 1753. Şekil 3.8.4 ve 3.8.5.

Lektotip: *Pyrus communis* L. var. *communis* (Amaral Franco ve Rocha Afonso tarafından seçildi; Rev. Fac. Ci. Univ. Lisboa, Sér. 2, C, Ci. Nat. 13: 177 (1965). Herb. Linn. No. 647.1 (LINN foto!)

≡ *Pyrus achras* Gaertn., Fruct. Sem. Pl. 2: 44, tab. 87 fig. 2, 1791. ≡ *P. communis* subsp. *achras* Gaertn. ex Syme, Sm., Engl. Bot. ed. 3[B] 3: 252, 1864. ≡ *P. pyrastrer* subsp. *achras* Gaertn. ex Stohr, Feddes Repert. 88(7/8): 419, 1977.

= *Pyrus communis* var. *pyrastrer* L., Sp. Pl. 1: 479. 1753. = *P. communis* subsp. *pyrastrer* (L.) Ehrh., Hannover. Mag. (14): 223, 1780. = *P. pyrastrer* (L.) Baumg., Fl. Lips. 263, 1790. = *P. balansae* Decne., Jard. Fruit. 319, tab. 6, 1871-72. Tip: Turkey, supra Khaba-Khor (Rize, Kabahor), 1700 m, 7. 9. 1866, Balansa s.n. (P foto!). = *P. hakkiarica* Browicz, Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 31(2): 322. 1972, (holotip E foto!, isotip K foto!) **syn. nov.**

Ağaç, 10–15 (-30) m, genellikle dikenli; genç sürgün ± tüylü, kırmızımsı, lentiselli. Yaprak ayası dairemsi ya da yumurtamsı, (3-) 4–8 × 3.5–5 cm, çiçekli dönemde her iki yüzeyde kısa tüylü, olgunlukta üst yüzey tüysüz, alt yüzey tüysüz ya da seyrek kısa tüylü, tabanda kalpsi, yarı kalpsi ya da yuvarlak, tepesi sivri ya da sivriye yakın, kenarı dişli ya da düz; yaprak sapı (1.5-) 3–6 cm. Çiçekdurumu pürçeksi, 10-20 çiçekli. Çiçek 25–35 mm çapında; çiçek sapı 3–7 cm, seyrek kısa tüylü. Brakte dar mızraksı, 7–10 × 1 mm, uzun tüylü. Hipantiyum dar tüpsü, kısa yoğun tüylü. Sepal üçgensel, 4–5 × 2–3 cm, tepesi sivri, her iki yüzeyde yoğun tüylü, meyvede kalıcı. Petal dairemsi, 15–16 × 8–10 mm, tepesi emerginat. Stamen 15-25. Stilus 2-5, taban ± tüylü. Meyve 1-3, armutsu ya da armutsuya yakın, nadiren küremsi, yeşil ya da sarımsı, 2.5–4 (-4.5) × 2.5–3 cm; meyve sapı 2–3 cm, kalın, bazen meyve tabanına doğru hafifçe şişkin. Tohum yumurtamsı, 5–8 × 4–6 mm,

koyu kahverengi ya da siyahımsı, yüzey süslenmesi çok köşeli hücrelerden oluşur, hücreler mukrolu veya düz. Polen basık küremsi ya da küremsi, trikolporat ve az sayıda tetrakolporat, uzun çizgili, geniş vadili, büyük sık delikli. Kromozom sayısı: $2n= 34$ [115].

1. Meyve boyu 5 cm'den fazla, etli subsp. *sativa*

1. Meyve boyu 4 cm'e kadar, sert subsp. *communis*

P. communis* subsp. *communis

Yayılış: Geniş yayılışlı (Şekil 3.8.6) Avrupa, Kuzey batı Afrika, Kafkaslar ve Anadolu.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Ekim.

Ekoloji: Orman açıklıkları, bahçe ve tarla kenarı, 500-1300 m.

Tehlike kategorisi [110]: LC.

YA: Söbe armut.

İncelenen Örnekler

Türkiye A1 Kırklareli: Kofçaz'dan Kırklareli'ye çıkış, köprü çevresi, 41°56'325"K, 027°09'363"D, 407 m, 17.7.2012, ZUG 338-AAD; Kofçaz'dan Ahlatlı'ya 13,8 km, 41°58'095"K, 027°10'531"D, 691 m, yol kenarı, *Quercus* sp. orman içi, 17.7.2012, ZUG 346-AAD; A4 Ankara: Env. of Ankara, 14.7.1963, *M. Zohary* 50916 (E foto!); Bolu: Mudurnu yolu, Hacıhalimler Köyü yol ayrımı karşısı, tarla kenarı, 7.5.2012, ZUG 229-AAD; A5 Amasya: Akdağ, Ormanözü Köyü üstü, *Quercus* açıklığı, 40°46'191"K, 035°51'575"D, 1300 m, 28.7.2012, ZUG 367-AAD; A8 Rize: Çamlıhemşin, Meydan Köyü aşağısı, 40°53'245"K, 040°55'768"D, 1041 m, 18.10.2012, ZUG 477-AAD; Trabzon: Çaykara, Karaçam'dan Bayburt'a 10 km, yüksek dağ çayırılığı, 22.9.2014, AAD 18882; B2 Kütahya: Eskigediz-Hisarcık yolu, Akkaya Köyü yol ayrımı, 39°03'997"K, 029°24'466"D, 875 m, 1.7.2011, ZUG 049-AAD; Kütahya: Prov. Kütahya between Gediz and Murat Dağı, 1000 m, 5. July. 1962, *Davis* 36877-Coode (E foto!), B3 Afyon: Kütahya yolu, Bayramgazi'den

Kütahya'ya 2. km, 38°53'436"K, 030°23'343"D, 1159 m, 30.6.2011, ZUG 021-AAD; Ankara: Beypazarı, Ayaş'tan Ankara'ya 6. km, 40°03'693"K, 032°22'690"D, 1180 m, 12.10.2012, ZUG 425-AAD; B4 Kırıkkale: Koçubaba Kasabası, Elmalı mevkii, bahçe kenarı, 29.4.2012, AAD 17881; B7 Erzincan: Refahiye, Şaip Köyü, dere kenarı, 39°55'870"K, 038°35'706"D, 1672 m, 26.5.2012, ZUG 268-AAD; B9 Iğdır: Iğdır'dan Aralık'a 17. km, tarla kenarı, 39°58'408"K, 044°14'963"D, 841 m, 29.5.2012, ZUG 294-AAD; C2 Denizli: Acıpayam, Ören Köyü ilerisi, 37°18'966"K, 029°21'388"D, 821 m, 2.7.2011, ZUG 074-AAD; Muğla: Fethiye, Seki Kasabası, Yaylaakıncılar Köyü, 36°46'259"K, 029°37'725"D, 1456 m 29.9.2012, ZUG 420-AAD; C4 Konya: Bozkır, Akçapınar Köyü'nden, Bozkır'a 1. km, 37°11'355"K, 032°13'132"D, 1188 m, 3.7.2011, ZUG 084-AAD.

Gürcistan Tiflis: Bakuriani Botanik Bahçesi, ZUG 395; Kutaisi, 28.5.1927, A. Makashvili s.n. (TBI!).

Bulgaristan Şumen, Virbitsa, 26.6.2011, ZUG 111.

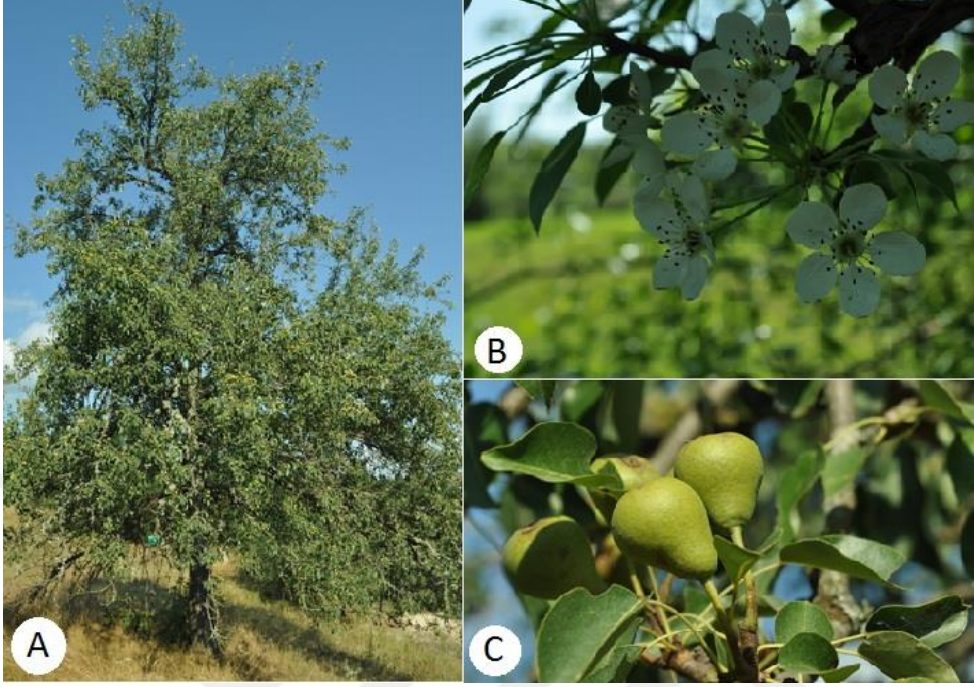
P. communis subsp. ***sativa*** (DC.) Hegi, III. Fl. Mittel-Eur. 4(2): 698 (1922).

Tip: Bilinmiyor.

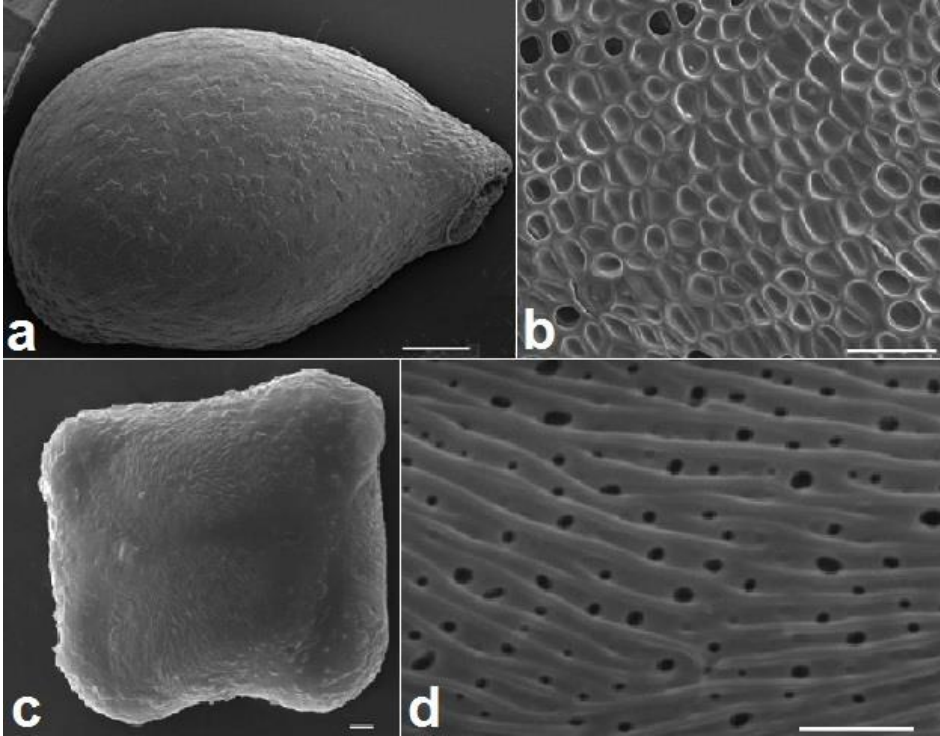
≡ *Pyrus communis* L. var. *sativa* DC. (DC. & Lamarck) Fl. Franc., ed. 3. 4(2): 430. 1815.

İncelenen örnekler

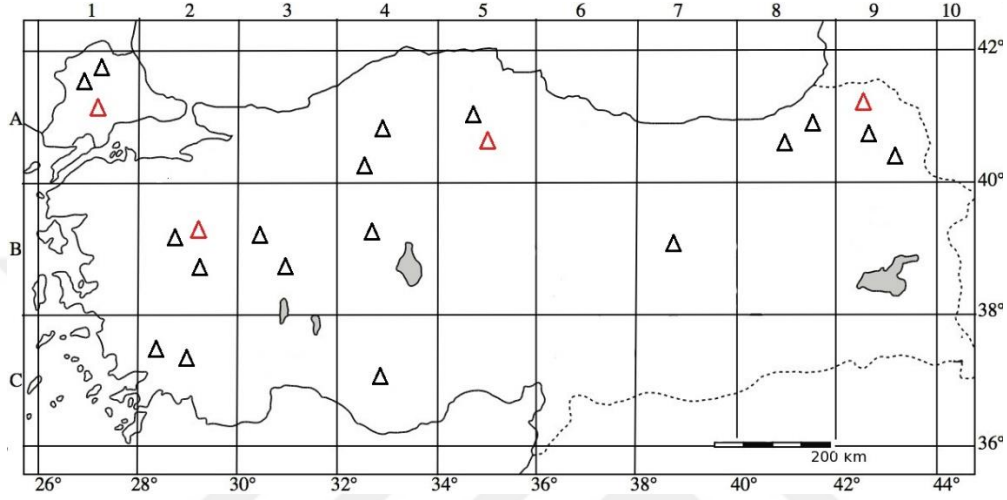
Türkiye A1 Kırklareli: Kofçaz, Ahmetler Köyü'nden Ahlatlı'ya 1. km, orman kenarı, 42°03'511"K, 027°13'165"D, 659 m, 17.7.2012, ZUG 347-AAD; A5 Ordu: Çambaşı yaylası, Taşbaşı obası yukarısı, 40°40'548"K, 037°57'900"D, 1491 m, 21.10.2012, ZUG 482-AAD; A9 Artvin: Borçka, Camili Köyü, bahçe, 394 m, 41°28'568"K, 041°53'951"D, 18.8.2013, AAD 18641; B2 Kütahya: Eskigediz-Hisarcık yolu, Akkaya Köyü yol ayrımı, 39°03'997"K, 029°24'466"D, 875 m, ZUG 143-AAD.



Şekil 3.8.4. *Pyrus communis* görünüm ve morfolojik özellikleri (ZUG 357):
A- genel görünüm; B- ayrıntılı çiçek; C- ayrıntılı meyve. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.5. *Pyrus communis* tohum ve polen özellikleri: a- tohumun genel görünüşü (Ölçek= 1 mm); b- yüzey hücreleri (a-b ZUG 134), (Ölçek= 10 µm); c- tetrakolporat polen (ZUG 214); d- yüzey süslenmesi (c-d Ölçek= 2 µm).

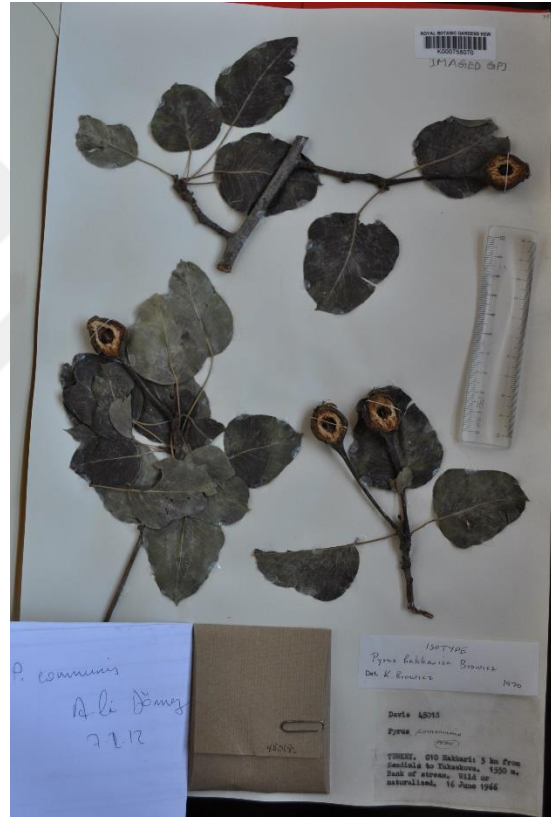


Şekil 3.8.6. *Pyrus communis* Türkiye yayılışı. *P. communis* subsp. *communis* (Δ); *P. communis* subsp. *sativa* (Δ).

Avrupa'da ve ülkemizde sıklıkla kültürü yapılan *P. communis*'e ait doğal bireyler yoğun biçimde yayılış göstermektedir. Özellikle kültürden kaçan bireyler taksonomik olarak bu taksonun anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada bu türün altında yeni sinonim olarak kabul edilen *Pyrus hakkiarica* ise cinsin yazarı olan Browicz [1] tarafından yeni tür olarak tanımlanmıştır. Bu takson *P. syriaca* türüne yakın tutulmuş ve yaprak şeklinin farklı olmasıyla bu taksondan ayrılmıştır. Yine aynı yayında, örneğin tam olmaması sebebiyle ayrımın net olmadığını vurgulamıştır.

En yakın takson olarak gösterilen *P. syriaca* taksonu yumurtamsı yaprak şekli ve meyve sapının tabanda belirgin şişkin olmasıyla cins içerisinde kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Bu örnekte ise meyve sapı ince ve tabanda şişkin değildir. Ayrıca bu yeni taksonun yaprak şekli *P. communis* üyelerinde görülen yaprak şekliyle aynıdır. Örneğin toplama tarihi ise Haziran ayıdır (16 June 1966) (Şekil 3.8.7), erken bir zaman olmasına rağmen Davis tarafından toplanan örneğin meyve

büyüklüğü doğal türlerin olgun meyvelerinin büyüklüğü kadardır. Bu nedenle Davis'in topladığı örneğin doğal bir tür değil, aşılanmış ya da kültürden kaçmış *P. communis* var. *sativa* meyvesi olduğu kolayca anlaşılmaktadır. Cins içerisinde bu tarihte bu derecede meyve gelişimi sadece *P. communis* türüne ait "yazlık armut" olarak bilinen bireylerde mümkündür. Yine meyve sap uzunluğu *P. communis* içerisinde görülebilecek varyasyon sınırları içerisinde. Tüm bu nedenlerden dolayı takson, *P. communis* altında sinonim olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3.8.7. *Pyrus hakkiarica*'nın holotipi (Holotip E).

3. *Pyrus pyraister* (L.) Burgsd., Anl. Erzieh. Holzart. 2: 193. 1787. Şekil 3.8.8.

Ağaç, 6–8 metre, dikenli; genç sürgün $\pm$ tüylü, kırmızımsı, lentiselli. Yaprak ayası ovat ya da $\pm$ ters yumurtamsı, (2.5-) 3–7 $\times$ (2-) 5 cm, çiçekli dönemde her iki yüzeyde yoğun kısa tüylü, olgunlukta tüysüz, tabanda kısa kamamsı, tepesi sivri ya da küt, kenarı belirgin dişli ya da uca doğru belirgin dişli; yaprak sapı (1.5-)

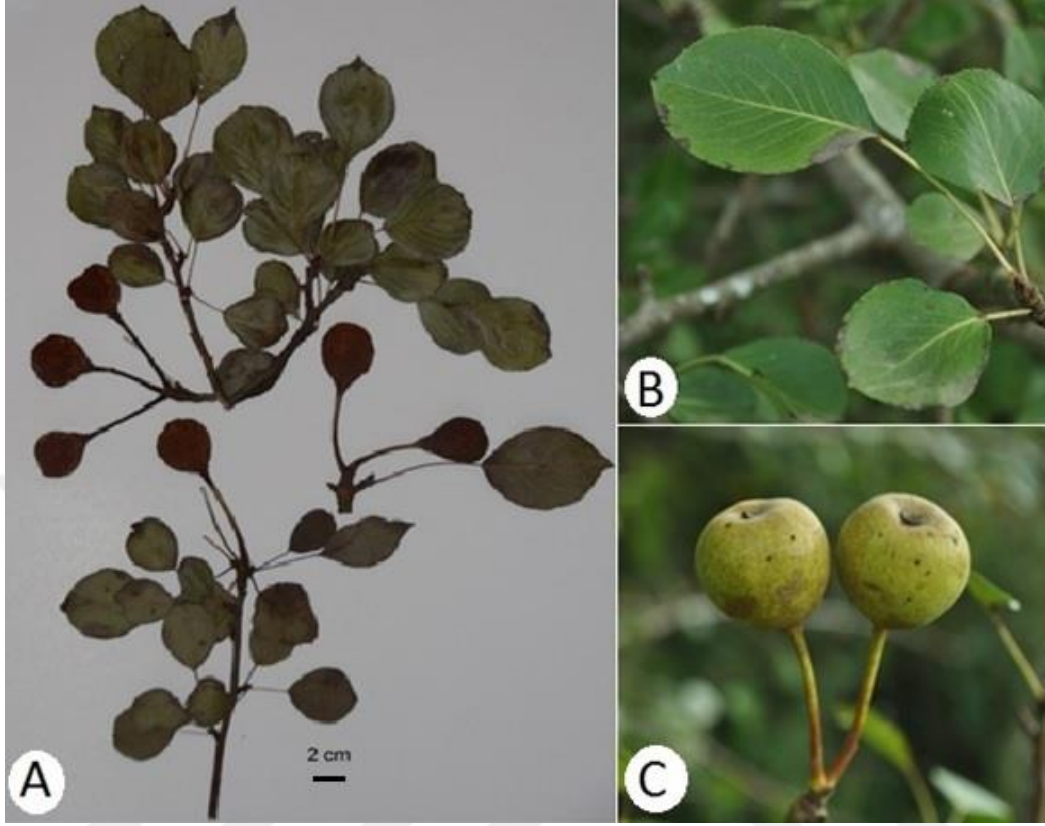
3–4.5 cm, tüysüz ya da az tüylü. Çiçek durumu pürçeksi, 8-12 çiçekli. Brakte 7–8 × 1 mm, dar, tüylü. Çiçek 15–20 mm çapında; çiçek sapı 1.5–3.5 cm, seyrek kısa tüylü. Hipantiyum fincansı, 5–8 × 3–6 mm, dışta yoğun kısa tüylü. Sepal oblong, 3–5 × 2–3 mm, her iki yüzeyde yoğun tüylü, çoğunlukla meyvede kalıcı. Petal ovat ya da genişçe ovat, 8–12 × 7–10 mm, tepesi yuvarlak. Stamen 20–22. Stilus 3–5, tabanda seyrek tüylü. Meyve 1–3, küremsi ya da küremsiye yakın, 2–3 (–3.5) × 1.5–2.5 (–3.5) cm, sarımsı; meyve sapı 3–3.5 (–5.5) cm, ± kalın. Tohum ovat, 4–6 × 3–4 mm, açıktan koyu kavrengiye doğru renkli. Kromozom sayısı: $2n = 34$ [116].

Yayılış: Geniş yayılışlı. Güneybatı ve Orta Avrupa, Türkiye'nin kuzeyi (Şekil 3.8.12), Kafkaslar.

Ekoloji: Açık arazi, yol kenarı.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Kasım.

Tehlike kategorisi [110]: VU; B1a.



Şekil 3.8.8. *Pyrus pyraster* genel görünüm ve morfolojik özellikleri (ZUG 466): A- genel görünüm; B- ayrıntılı yaprak; C- ayrıntılı meyve. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).

İncelenen örnekler

Türkiye A1 Kırklareli: Dereköy'den Şükrüpaşa'ya 5. km, 41°55'36"K, 027°24'690"D, 452 m, 14.10.2012, ZUG 466-AAD. Şekil 3.8.9.

Avusturya Niederosterretch, Thermenlinie, Traiskirchen, wenig nordlich der Mandlhohkapelle (= Kote 256) 16°16'13"E, 48°1'56"N, 243 m, 16.7.2011, Till W. 110863 (WU foto!). Niederosterretch, NSG Bisamberg, Eichenmischwald-Saum 16°21'46" E, 48°18'46" N, 360 m, 17.8.2011, Schumacher F., FS 110817/1 Tod F. (WU foto!).

Türkiye Florası'na yeni kayıt olarak ilk defa bu çalışmayla giren *Pyrus pyraster* türünün yayılış alanı güney Avrupa'dır. Ülkemizde ise Kırklareli ve civarında

yapılan arazi çalışmasında toplanmıştır. Yetiştği lokalite ayrıntılı olarak taranmış ve sadece iki bireyle temsil edildiği gözlenmiştir. Bu bireylerinde yol kenarında olması sebebiyle varlığı tehlike altındadır. Yaprak kenarının testere dişli olmasıyla diğer taksonlardan kolaylıkla ayrılmaktadır.

Pyrus pyraeaster, bazı yazarlar tarafından varyete ya da alttür olarak *P. communis*'in altında değerlendirilmiştir [55, 117]. Ancak son zamanlarda yapılan moleküler bir çalışma [7], *P. communis* taksonunun *P. caucasica* ve *P. nivalis*'le daha yakın durduğunu göstermiştir. Bu moleküler çalışma, Avrupa Florası ve incelediğimiz örnekler de dikkate alınarak bu takson tür seviyesinde kabul edilmiştir.

4. *Pyrus caucasica* Fed., Fl. Kavkaza [Grossheim] ed. 2, 5: 422. 1952. Şekil 3.8.9 ve 3.8.10.

Tip. Ermenistan: Circa urbem Dilizhan, in silva mixta frondosa, *An. Fedorov* s.n., 7.9.1936. (LE).

≡ *Pyrus communis* L. subsp. *caucasica* (Fed.) Browicz, Fl. Turkey 4: 163. 1972.

Ağaç, 7–12 m, genellikle dikenli; genç sürgün seyrek kısa tüylü, kırmızımsı, lentiselli. Yaprak ayası genişçe yuvarlak ya da yumurtamsı, (2.5-) 4–7 × 3–5 cm, genellikle yaprak undulalı, kurduğunda siyah ya da siyahımsı, çiçekli dönemde her iki yüzeyde yoğun tüylü, olgunlukta üst yüzey tüysüz, alt yüzey seyrek tüylü ya da tüysüz, tabanda kalpsi ya da nadiren kalpsiye yakın, tepesi aniden kesik, sivri, kenarı düz nadiren dişli, kenarda genellikle silli; yaprak sapı 3–6 cm, ± tüylü, ince. Çiçekdurumu pürçeksi, 5-15 çiçekli. Çiçek 25–35 mm çapında; çiçek sapı 2–7 cm, seyrek tüylü. Hipantiyum dar tüpsü, yoğun kısa tüylü. Sepal genişçe üçgensel, (3-) 6 × 1.5 (-3) cm, tepesi sivri, yoğun kısa tüylü, meyvede kalıcı. Petal dairemsi ya da küremsi, 11–14 × 10–12 mm. Stamen 15-22. Stilus 2-5, taban ± tüylü. Brakte dar mızraklı, 10–12 × 1 mm, uzun kahverengimsi tüylü. Meyve 2-4, armutsu ya da ± küremsi, 2–3.5 × (1.5-) 2.5–3 cm, koyu kahve ya da kırmızımsı; meyve sapı 2–3

cm, tabanda daha kalın. Tohum 5–8 × 4–6 mm, koyu kahve, siyahımsı. Polen tepeden basık, küremsi, trikolporat ve az sayıda tetrakolporat, yüzey süslenmesi uzun çizgili, küçük delikli. Kromozom sayısı: $2n= 34$ [118].

Yayılış: Türkiye'nin kuzeydoğusu (Şekil 3.8.12) ve Kafkaslar.

Ekoloji: Yaprak döken orman, vadi yamacı, bahçe ve tarla kenarı, 1000-1800 m.

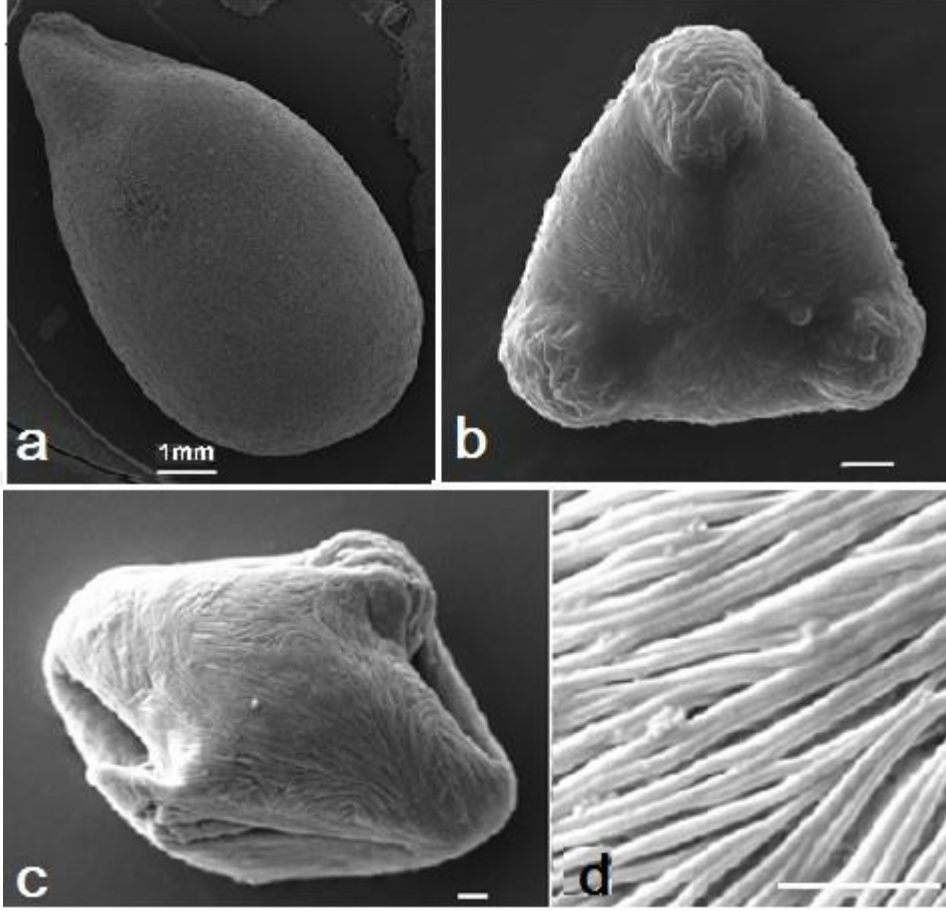
Fenoloji: Çiçeklenme Mayıs, meyve Ağustos-Ekim.

Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a.

YA: Panda (Artvin).



Şekil 3.8.9. *Pyrus caucasica* görünüm ve morfolojik özellikleri (AAD 18605): A- genel görünüm; B-C- yaprak ve meyve. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.10. *Pyrus caucasica* tohum ve polen özellikleri: a- tohum; b-c-d- polen yüzey süslenmesi (b-c-d ZUG 216), (Ölçek b-c-d= 1 µm).

İncelenen Örnekler

Türkiye A5 Bartın: Ulus, Soğuksu Dinlenme tesisleri arkası, yaprak döken orman, 41°24'295"K, 032°42'153"D, 665 m, 5.5.2012, ZUG 216-AAD; Samsun: Ladik, 1000 m, 10.7.1964, Tobey s.n. (E foto!); A8 Ardahan: Posof, Kumlukoz Köyü çevresi, Batak gölet etrafı 41°33'430"K, 042°47'764"D, 1497 m, 31.5.2012, ZUG 305-AAD; Türkgözü Köyü yol ayrımından Türkgözü'ne 12,6. km, 41°34'578"K, 042°48'516"D, 1315 m, 31.5.2012, ZUG 308-AAD; A9 Kars: Kağızman-Erzurum yol ayrımından Kars'a 19. km, 40°16'281 K, 042°57'781 D, 1737 m, tarla kenarı, 30.5.2012, ZUG 302-AAD; Kağızman, şehir içi, 1600-1700 m, 29. 6. 1986, N. Demirkuş 3729 (HUB!); B7 Gümüşhane: Torul, Limni Gölü'nden Zigana Köyü'ne 1,7. km, terk edilmiş bahçe, 1820 m, 40°36'766"K, 039°24'531"D, 16.8.2013, AAD

18628; Trabzon: Trabzon-Torul yolu, 1633 m, *Picea orientalis* açıklığı, 40°40'174"K, 039°25'203"D, 16.8.2013, AAD 18605; Şalpazarı, Geyikli Köyü, 1000 m, 27.4.2005, S. P. Uzun s.n. (KATO 16335!).

Azerbaycan İsmaili Rayonu, Sayrengah Köyü, 40°43'271"K, 048°20'79"D, 787 m, 18.9.2015, ZUG 585-AAD- *P. Garakhani*; Gence bölgesi, 1600 m, 5.8.1950, *Besvalova s.n.* (LE!).

Gürcistan Tiflis: Tzkhnehi, Tiflis'ten Gocari'ye 30 km, 41°40'130"K, 044°39'489"D, 1035 m, 10.8.2012, *Pinus kochiana* birliği, ZUG 385-AAD-L. *Jinjolia*; ibid. ZUG 386; Gocani, Kodzory Korhoglu Kilisesi, 41°38'554"K, 044°41'611"D, 1313 m, ZUG 386-AAD-L. *Jinjolia*; ibid. ZUG 387-AAD-L. *Jinjolia*; ibid. ZUG 388-AAD-L. *Jinjolia*.

Dağıstan Mahaçkale, 1953, (LE 235!).

Abhazya 15.6.1954, S. G. Tamamschian s.n. (LE!).

Ermenistan Sevan gölü etrafı, 23.6.1976, (LE!); Sevan, 1960 m, 16.8.2007, K. Tamamyan, G. Fayvush s.n. (ERE 165653 foto!).

Pyrus caucasica, Türkiye Florası'na, *P. communis*'in alttürü olarak yazılmıştır [1]. Kafkaslarda sıklıkla yayılış gösteren bu takson, Türkiye'de Doğu Karadeniz'de az sayıda bireyle temsil edilmektedir. Bu türe ait bireyler özellikle Gürcistan ve Azerbaycan'da doğal ortamında incelenmiş ve LE Herbaryumu'nda taksona ait örnekler görülmüştür. Yapılan incelemelere göre yaprak morfolojisi bakımından farklılık gösteren bir taksondur. Yaprak büyüklüğü ve şekli *P. communis* türüne yakındır ancak aniden sivrileşen yaprak ucu ve sadece yaprak kenarında uzun tüy bulundurmasıyla farklıdır. Ayrıca meyve büyüklüğü bakımından da *P. communis*'ten ayrılmaktadır.

Bu türün tip örneği LE Herbaryumu'nda gösterilmiştir [1]. Ancak herbaryum ziyareti sırasında tip örneğinin orada olmadığı tespit edilmiştir. Protologda tek bir tip

örneğinden bahsetmektedir ancak nerede korunduğu belirtilmemiştir. Tez süresince yapılan tüm araştırmalara rağmen bu taksonun tip örneği bulunamamıştır.

5. *Pyrus nivalis* Jacq., Fl. Austriac. 2: 4. 1774. Şekil 3.8.11.

Sintip. Austria. *Joseph von Jacquin s.n.* (BM000750814 foto!).

Homonim: *Pyrus nivalis* Lindl., Edwards's Bot. Reg. 18: t. 1484. 1832.

≡ *Pyrus salviifolia* DC., Prodr. 2: 634. 1825. ≡ *P. communis* subsp. *nivalis* (Jacq.) Gams, Hegi, Ill. Fl. Mitt.-Eur. 4(2): 697. 1922.

= *Pyrus armud* Hausskn. & Bornm., Mitt. Bot. Ver. Gesamthür. 9: 17. 1891. = *P. amygdaliformis* subsp. *salviifolia* (DC.) Bonnier & Layens, Tabl. Syn. Pl. Vasc. France: 103. 1894. = *P. austriaca* A. Kern., Sched. Fl. Exs. Austro-Hung. 7: 15, no. 2437. 1896. = *P. communis* subsp. *salviifolia* (DC.) Gams, Hegi, Ill. Fl. Mitt.-Eur. 4(2): 697. 1922. = *P. nivalis* subsp. *salviifolia* (DC.) Binz & Thommen, Binz, Fl. Suisse: 190. 1941.

Ağaç, 8–20 m, genellikle dikensiz; genç sürgün kısa tüylü, kırmızımsı, lentiselli. Yaprak ayası ters yumurtamsı, 5–9 × 3–4 cm, çiçekli dönemde her iki yüzeyde yoğun tüylü, olgunlukta alt yüzeyde yoğun kısa yünsü tüylü, üst yüzey tüysüz, tabanda dar kamamsı, tepesi küt, mukrolu, kenarı düz ya da belirsiz dişli; yaprak sapı 1–2 cm, yoğun kısa tüylü. Çiçekdurumu pürçeksi, 5-15 çiçekli. Çiçek 18–20 mm çapında; çiçek sapı 2–4 cm, yoğun tüylü. Sepal üçgensel, 6–8 × 3–4 mm, yoğun kısa tüylü, meyvede kalıcı. Petal ters yumurtamsı, 14–16 × 12–14 mm, kenarı emerginat. Stamen 15-22. Meyve küresel, (2.5-) 3–5 × 2–3 cm, sarımsı-kahverengi; meyve sapı 2–3 (-4) cm. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.

Yayılış: Türkiye (Bilecik) (Şekil 3.8.12), Güney Avrupa.

Ekoloji: Bozkır ve orman açıklıkları, 200-600 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Ekim.

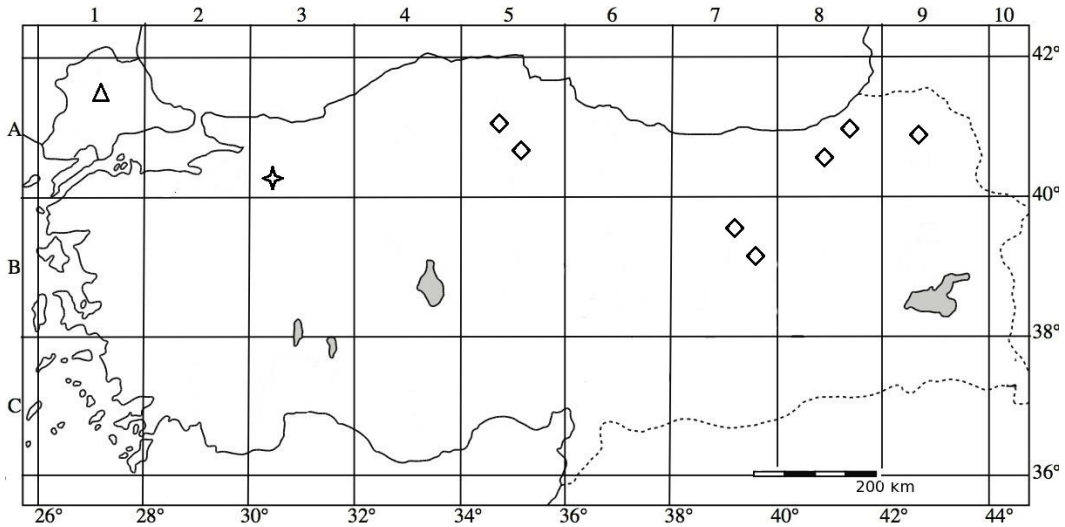
Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a.

İncelenen örnekler

Türkiye A3 Bilecik: Yenişehir, Okluca yol ayrımından Bilecik'e 1. km, 40°14'742"K, 026°52'165"D, 508 m, 12.10.2012, ZUG 435-AAD; ibid. ZUG 437.



Şekil 3.8.11. *Pyrus nivalis* genel görünüş: A- sintip; B- yaprak.



Şekil 3.8.12. *Pyrus pyraister*, *P. caucasica* ve *P. nivalis* Türkiye yayılışı. *P. pyraister* (Δ); *P. caucasica* ($\Diamond$), *P. nivalis* ($\star$).

Pyrus nivalis türünün Türkiye'deki valığı ilk Euro+Med Plantbase [117]'te yer almıştır. Bu tez çalışması kapsamında Balıkesir civarından toplanan iki örnek de Avrupa Florası'na göre, *P. nivalis* olarak teşhis edilmiştir. Tip örneğinin bulunduğu BM Herbaryumu'na gidilemediği için tip örneği sadece fotoğraftan görülebilmektedir. Avrupa'da yayılış gösteren bu türün farklı örneklerinin daha ayrıntılı incelenmesine ihtiyaç vardır.

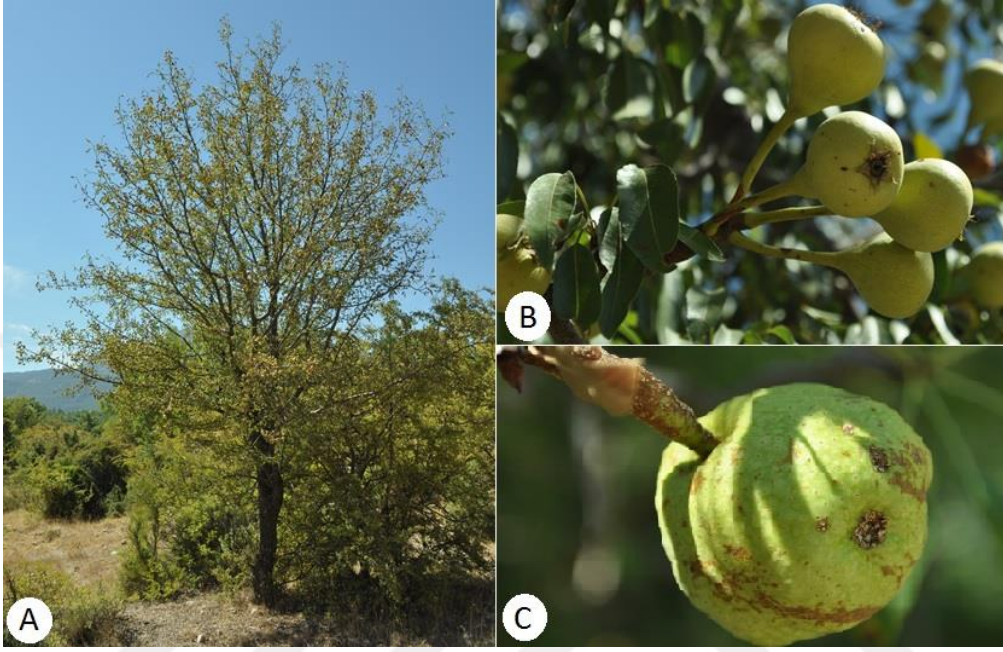
Pyrus cordata, *P. communis*, *P. pyraeaster*, *P. nivalis* türleri, cinsin batı taksonlarının Avrupa'da yayılış gösteren taksonlarıdır [63]. Türkiye *Pyrus* taksonlarına katılan *P. cordata* ve *P. pyraeaster* türleri [103] ve son zamanlarda eklenen *P. nivalis* ile [117] tüm Avrupa grubunda yer alan türlerin ülkemizde temsil edildiği görülmüştür.

6. *Pyrus syriaca* Boiss., Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 10: 1. 1849. Şekil 3.8.13 ve 3.8.14.

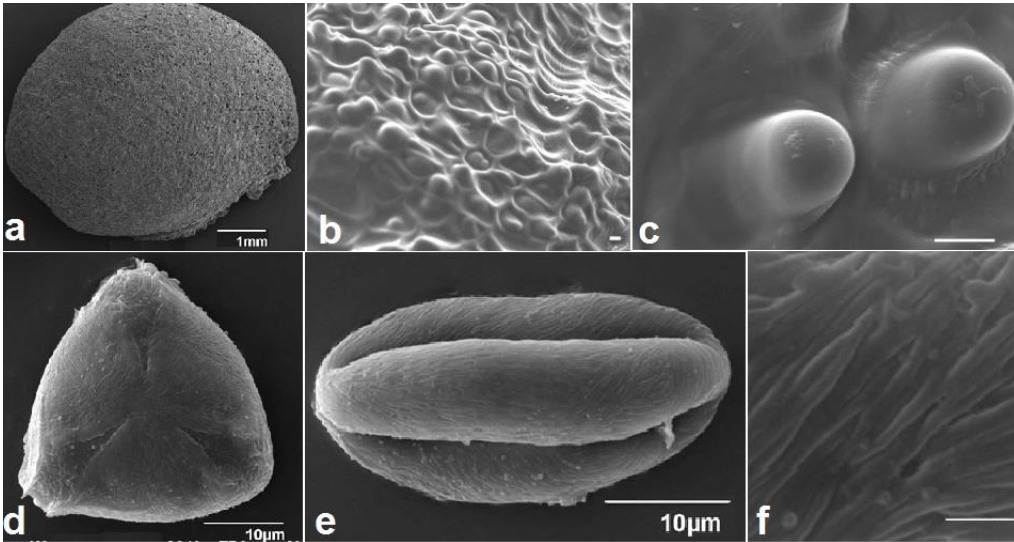
Sintip. Syria, monte Cassia (Cebel Akra, Keldağ), supra Cassab, Boissier (G foto!).

Ağaç, 10 metreye kadar boylanır, kısa kalın dikenli; genç sürgün seyrek tüylü, kırmızımsı-kahverengi, lentiselli. Yaprak ayası dardan geniş doğru mızraksı, 3–9 × 2–4 cm, çiçekli dönemde iki yüzeyde kısa tüylü, olgunlukta alt yüzey tüysüz, ya da seyrek tüylü, üst yüzey tüysüz, tabanda dar kamamsı, kayıcı, nadiren ± kayıcı, tepesi sivri, nadiren ± küt, kenar genellikle tüm yüzeyde dişli, siyah salgılı; yaprak sapı 3–5 cm, tüysüz. Çiçekdurumu pürçeksi, 5-15 çiçekli. Çiçek 20–35 mm çapında; çiçek sapı 1.5–5 cm, seyrek tüylü ya da tüysüz. Hipantiyum tüpsü, dışta yoğun tüylü. Brakte mızraksı, 7–10 × 1 mm, kahverengimsi uzun tüylü. Sepal üçgensel, (3-) 6 × 1 (-2) cm, uçta sivri, yoğun tüylü, kenar genellikle salgılı, meyvede kalıcı nadiren dökülücü. Petal yumurtamsı, 10–14 × 8–12 mm, tepesi yuvaklak ya da emerginat, pençe seyrek uzun tüylü. Stamen 15-25. Stilus 2-4, yarıya kadar tüylü. Meyve 2-4, çoğunlukla armutsu, nadiren yuvarlak, 2.5–4 × 2.5–5 cm, sarımsı; meyve sapı (1.5-) 3–5 × 2–3 cm, kalın, taban belirgin şişkin. Tohum yumurtamsı, 6–9 × 4–6 mm, koyu kahve ya da siyahımsı, yüzey hücreleri mukrolu ya da düz. Polen küremsi ya da basık küremsi, trikolparat az sayıda tetrakolparat,

yüzey süslenmesi kalın çizgili, dar vadili, küçük delikli. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.



Şekil 3.8.13. *Pyrus syriaca* görünüm ve morfolojik özellikleri: A- genel görünüş; B- meyve ve yaprak (AAD 18207); C- ayrıntılı meyve (AAD 18209). (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.14. *Pyrus syriaca* tohum ve polen özellikleri: a- tohumun genel görünüşü (ZUG 484); b-c- yüzey hücreleri (ZUG 484), (b-c ölçek= 10 µm); d-e- trikolporat polen (ZUG 207); f- yüzey süslenmesi (Ölçek= 1 µm).

1. Yaprak boyu en çok 3.5 cm var. *microphylla*
1. Yaprak boyu (3-) 3.5 cm'den fazla
 2. Yaprak boyu 3–7 cm; meyve sapı 3–5 cm var. *syriaca*
 2. Yaprak boyu 6–9 cm; meyve sapı 1.5–3 cm var. *pseudosyriaca*

P. syriaca* var. *syriaca

Yayılış: Geniş yayılışlı. Suriye, Lübnan, Irak, İran'ın güneyi, Türkiye (Şekil 3.8.16), Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Transkafkasların güneyi, İsrail'in güneyi.

Ekoloji: Kurak alan, bozuk orman açıklığı, yol kenarı, 400-1900 m.

Fenoloji: Çiçeklenme, Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Eylül.

Tehlike kategorisi [110] : LC.

İncelenen örnekler

Türkiye A2 Kocaeli: Gebze, TÜBİTAK-MAM arazisi, 16.7.2002, AAD 11096; A4 Karabük: Bahattin Gazi Türbesi'nden Karabük'e 6.5 km, 41°04'292"K, 032°32'931"D, 1204 m, 26.7.2012, ZUG 359-AAD; Keltepe, Çiğdemler köyü aşağısı, bahçe kenarı, 41°04'746"K, 032°33'790"D, 1047 m, ZUG 361-AAD; A5 Amasya: Akdağ, Ormanözü Köyü'nden Amasya'ya çıkış, bahçe kenarı, 40°45'649"K, 035°51'648"D, 1224 m, ZUG 372-AAD; Ormanözü Köyü üstü, *Quercus* açıklığı, 40°46'191"K, 035°51'575"D, 1300 m, ZUG 366-AAD; ibid. ZUG 368-AAD; Samsun: Vezirköprü, 41°14'107"K, 035°15'114"D, 241 m, 27.7.2012, ZUG 362-AAD; B2 Balıkesir: Konakpınar yol ayrımından Saruhan' a 15. km, 399 m, 39°21'694"K, 027°57'518"D, 26.7.2008, AAD 14995; B7 Erzincan: Kemah, Çiğdemli Köyü, 1334 m, 39°36'680"K, 038°44'361"D, 3.5.2013, AAD 18456; B9 Bitlis: Tatvan, Anayoldan Krater Gölü'ne 1. km, tarla kenarı, 1849 m, 38°32'544"K, 042°15'552"D, 26.6.2012, AAD 17989-M. Beilstein-J. Brock; Tatvan–Muş yol ayrımından Bitlis'e yeni yolda 6. km, tarla kenarı, 1697 m, 38°26'672"K, 042°08'792"D, 26.6.2012, AAD 17981-M. Beilstein-J. Brock; Sorgun, Van Gölü üstü, volkanik arazi, 1650-1750 m, 10.9.1972, H. Peşmen 3989 (HUB!); C3 Antalya: Cevizli, Bademli Kasabası aşağısı, kalker, 37°17'628"K, 031°43'369"D, 1225 m, 1.5.2013, ZUG 511-AAD; ibid. ZUG 515-AAD; ibid. ZUG 516-AAD;

Gazipaşa, Zeytinada'dan Anamur'a 2. km, *Pinus brutia* açıklığı, yol kenarı, 36°06'688"K, 032°31'175"D, 412 m, 9.11.2012, ZUG 484-AAD; C4 Antalya: Konyaaltı, Devrent Köyü, bahçe kenarı, 36°54'163"K, 030°28'252"D, 624 m, 27.9.2012, ZUG 397-AAD; ibid. ZUG 398-AAD; ibid. ZUG 399-AAD; ibid. ZUG 400-AAD; Beşkonak, Altinkaya Köyü girişi, korunmuş alan, 819 m, 37°13'464"K, 031°08'174"D, 26.9.2012, AAD 18208-Z. *Uğurlu*; Selge antik kentinden Beşkonak'a 3,5. km, yol kenarı, 653 m, 37°12'590"K, 031°09'351"D, 26.9.2012, AAD 18207-Z. *Uğurlu*; Konya: Beyşehir, Yeşildağ-Beyşehir yol ayrımından Gencek'e 8 km, 37°34'108"K, 031°32'566"D, 1212 m, ZUG 151-AAD; ZUG 153-AAD; Beyşehir, Yeşildağ-Beyşehir yol ayrımından Gencek'e 8 km, 37°33'743"K, 031°31'907"D, ZUG 154-AAD; Konya-Bozkır yol ayrımından Hadim'e 3 km, 37°10'088"K, 032°15'24"D, 1382 m, ZUG 169-AAD; Karaman: Ermenek, Başyayla yol ayrımından Taşkent'e 2. km, 36°41'142"K, 032°45'723"D, 874 m, *Quercus* ağaçlandırma alanı, 4.7.2011, ZUG 104-AAD; İçel: Anamur, Kaş Yaylası, 1150 m, 19.8.1994, AAD 4194-M. *Vural-N. Adıgüzel* (GAZI!); C5 Kahramanmaraş: Süleymanlı yol ayrımından Maraş'a 12,7. km, yol kenarı açıklık, 37°39'893"K, 036°41'735"D, 561 m, 22.4.2013, ZUG 502-AAD; C6 Kahramanmaraş: Hamancık tepesi, 712 m, 37°40'648"K, 036°49'463"D, 27.6.2001, AAD 9454; Süleymanlı, Avcılar köyü, *Pinus* ormanı, 800 m, 17.5.1978, B. *Yıldız* 1845 (HUB!); C8 Siirt: Pervari, Buhara Geçidi'nden Pervari'ye 1. km, *Quercus* ormanı çalılığı, 1350 m, 37°55'656"K, 042°18'373"D, 11.7.2001, AAD 9667-H. *Dönmez*; C9 Şırnak: Uludere yol ayrımından, Beytüşşebab'a 11. km, *Quercus* açıklığı, 1037 m, 37°23'188"K, 042°53'380"D, 17.6.2003, AAD 11223; Şırnak-Besta arası, 1000 m, 16.9.2002, M. *Vural* 8739-AAD (GAZI!); C10 Hakkari: Şemdinli, Durak Köyü'nden Yüksekova'ya 1. km, 1650 m, 37°24'199"K, 044°30'782"D, 12.7.2001, AAD 9700-H. *Dönmez*; Hakkari: Yüksekova yol ayrımından Hakkariye 12. km, yol kenarı, 29.6.2009, AAD 15492; Yüksekova-Şemdinli arası, 1750 m, 15.6.1966, *Davis* 45085 (ISTO 4976!).

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Girne: Güzelyurt-Girne-Kayalar, Kayalar Köyü yolu başlangıcı, 22.6.2011, AAD 17788-H. *Genç*; Akçiçek Köyü girişi, yol kenarı,

360 m, 35°18'010"K, 033°10'566"D, 20.6.2011, AAD 17756-D. *Genç*; Edremit, bahçe kenarı, 87 m, 35°19'849"K, 033°15'641"D, 20.6.2011, AAD 17763-D. *Genç*.

Lübnan Beyrut: Arz Barouk, *Cedrus* açıklığı, 8.6.2010, AAD 16997; Bekaa: Yammounek, kaya çatlağı, 1393 m, 34°07'984"K, 36°02'690"D, 10.6.2010, AAD 17047; *Jacobs M. s.n.*, 29 May 1871, (E00408562 foto!).

Irak Rayat çevresi, 1280 m, 4.10.1933, *M. Zohary s.n.* (HUJ 232!); Kopi, Karadağ, *Haines R. Wheeler s.n.* (E00408554 foto!).

İran Marivan, 5 May 1963, 1700-1900 m, *Post G.E.* 6488, (E00408588 foto!).

Suriye Souweida, 1250 m, 20.6.1932, *A. Rig-M. Zohary s.n.* (HUJ!).

İsrail Galilee, Manara yakınları, 9.9.1967, *M. Zohary s.n.* (HUJ!).

Pyrus syriaca* var. *microphylla Zoh. ex Browicz, Notes R.B.G. Edinb. 31:322 1972.

Tip. C3 Konya, Beyşehir, fields, 17.8.1959, *M. & D. Zohary* 2173 (HUJ!).

Yayılış: Endemik. Türkiye (Şekil 3.8.16).

Ekoloji: Yol ve bahçe kenarı, bozuk orman açıklığı, 800-1200 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Ekim.

Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a+B2a.

İncelenen örnekler

Türkiye C3 Antalya: Cevizli, Bademli Kasabası girişi, *Quercus* arası kalker, 37°18'094"K, 031°43'804"D, 1270 m, 1.5.2013, *ZUG* 529-AAD; Beşkonak, Altinkaya Köyü girişi, korunmuş alan, 819 m, 37°13'464"K, 031°08'174"D, 26.9.2012, AAD 18209-Z. *Uğurlu*; ibid. AAD 18210-Z. *Uğurlu*; C4 Karaman: Ermenek, Başyayla yol ayrımından Taşkent'e 2. km, 36°41'142"K, 032°45'723"D,

874 m, *Quercus* ağaçlandırma alanı, 4.7.2011, ZUG 102-AAD; ibid. ZUG 106-AAD; Konya: Beyşehir, Yeşildağ-Beyşehir yol ayrımından Gencek'e 8 km, 37°34'108"K, 031°32'566"D, 1212 m, ZUG 150-AAD; ibid. ZUG 155-AAD; Bozkır, Bozkır-Akseki yol ayrımı çevresi, 37°12'602"K, 032°11'154"D, 1360 m, ZUG 159-AAD; C5 Kahramanmaraş: Süleymanlı yol ayrımından Kayseri'ye 16. km, 37°52'117"K, 036°36'914"D, 1045 m, 22.4.2013, ZUG 504-AAD; C6 Kilis: Şahinbey, Şahinbey Anıtı'na Gaziantep'ten 2 km, marnlı toprak, 850 m, 1.6.2000, AAD 7792.

Pyrus syriaca var. ***pseudosyriaca*** (Gladkova) Uğurlu & Dönmez Turk J Bot, 39: 841-849, 2015. Şekil 3.8.15.

Holotip: Ermenistan, Azizbekov, Dzhermuk. 25.9.1985, N 8, Gladkova & Flatova s.n. (LE!).

Baziyonim: *Pyrus pseudosyriaca* Gladkova, Novosti Sist. Vyssh. Rast. 26: 107.1989.

Yayılış: Dar yayılışlı. Türkiye (Şekil 3.8.16), Transkafkasların güneyi, Ermenistan.

Ekoloji: Yüksek dağ kesimi, yol ve bahçe kenarı.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Haziran-Eylül.

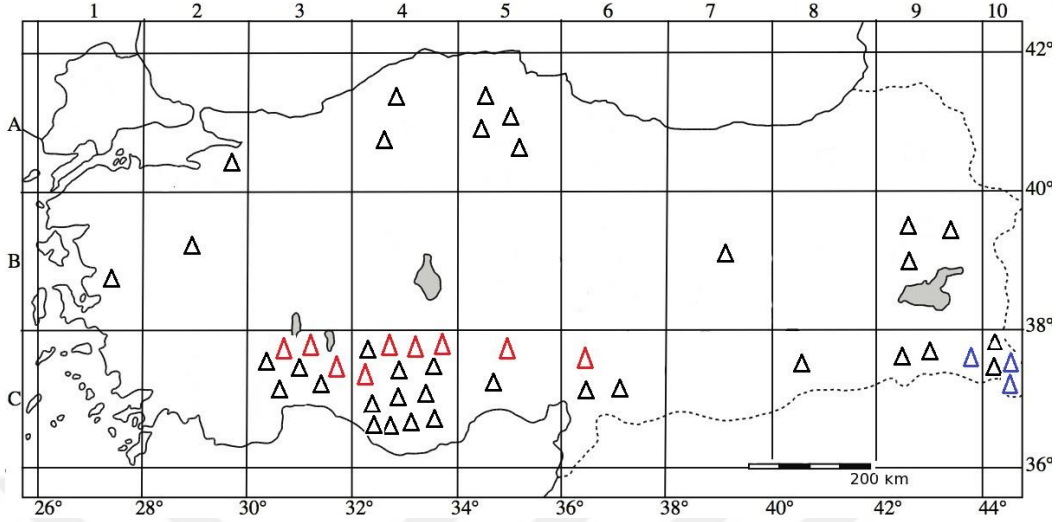
Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a+B2a.



Şekil 3.8.15. *Pyrus syriaca* var. *pseudosyriaca* görünüm ve morfolojik özellikleri: a- holotip (Gladkova & Flatova s.n.); b- meyve ve yaprak; c- ayrıntılı yaprak (b-c AAD 18798). (b-c: A.A. Dönmez tarafından çekildi).

İncelenen örnekler

Türkiye C10 Hakkari: Şemdinli'den Yüksekova'ya 6. km, *Quercus* çalılığı içi, 1765 m, 37°20'224"K, 044°32'862"D, 2.10.2001, AAD 10324; Şemdinli, Tekeli Köyü, Ulaklı mezrası, bahçe kenarı, 4.10.2013, AAD 18755-K. Özgişi; Günyazı Köyü'nden Şemdinli'ye gidiş, 4.10.2013, AAD 18777-K. Özgişi; Şemdinli'den Şapatan Geçidine 4.6. km, 4.10.2013, AAD 18797-K. Özgişi; ibid. AAD 18798-K. Özgişi.



Şekil 3.8.16. *Pyrus syriaca* Türkiye yayılışı. *Pyrus syriaca* var. *syriaca* (Δ); *P. syriaca* var. *microphylla* (Δ); *P. syriaca* var. *pseudosyriaca* (Δ).

Bu türün genel yayılış alanı Güney Batı Asya (Türkiye, İsrail, Lübnan, İran, Irak ve Ermenistan ve Pakistan) ve Avrupa’da dar bir alandır. Özellikle ilk alanda yaygın biçimde bulunmaktadır. Avrupa’da ise çoğunlukla kültürü yapılmaktadır [117]. Bu taksonun en tipik özelliği meyve sapının belirgin biçimde kalın ve tabanda şişkin olmasıdır. Tüm yayılış alanlarından toplanmış çok sayıda örnek bulunduran HUU Herbaryumu ziyaret edilerek taksona ait birçok örnek incelenmiştir.

Yakın zamanlarda yayınlanan *Pyrus pseudosyriaca* türü Gladkova tarafından Ermenistan’dan toplanarak *P. syriaca* türünden daha kısa pedisel, daha büyük yaprak ve küremsiye yakın meyve biçimi ile ayrılmıştır. Tip örneği ve yakın floralardan incelenmesinden sonra *P. pseudosyriaca* taksonunun Türkiye’nin doğusundan tez danışmanı tarafından toplandığı tespit edilmiştir. Ancak ayırım yapılan morfolojik karakterlerin yetersiz olduğu görülmüştür. Öncelikle meyve, *P. syriaca* türünde genellikle armutsudur fakat küremsi meyve nadir de olsa görülmektedir. Meyve sapı ise populasyon içinde oldukça değişkendir. Yaprak büyüklüğü, takson içerisinde en fazla varyasyon gösteren karakter durumudur.

Sonuç olarak, yeni tür ayırımında kullanılan karakter durumları aslında *P. syriaca* populasyonlarında gözlenen özelliklerdir. Bu nedenle daha önce Browicz [1]’in uyguladığı gibi yaprak büyüklüğü bakımından bu taksonun varyete düzeyinde

tutulmasına karar verilmiştir. Türkiye'deki varlığı ilk kez bu çalışmada görülen *P. pseudosyriaca* taksonu varyete seviyesinde *P. syriaca* türünün altında kabul edilmiştir. İlk kez tanımlandığı bölgeye yakın bir il olan Hakkari'den toplanmıştır. Araziden toplanan örnekler ve herbaryum örnekleri ile oluşturulan güncel yayılış alanı (Şekil 3.8.16) düşünüldüğünde ülkemizde en yaygın bulunan taksonlardan bir tanesidir.

Bu tür altında yayınlanan diğer bir endemik varyete *P. syriaca* var. *microphylla*'dır. Bu takson Konya'dan tanımlanmıştır ve tez süresince yapılan arazi çalışmalarıyla Konya civarından farklı lokalitelerden toplanabilmektedir.

7. *Pyrus spinosa* Forssk., Fl. Aegypt.-Arab. 211. 1775. Şekil 3.8.17 ve 3.8.18.

= *Pyrus amygdaliformis* Vill. Cat. Meth. Jard. Strasb. 323, 1807. = *P. parviflora* Desf. Ann. Mus. Natl. Hist. Nat. 12:52, tab.4, 1808. = *P. cuneifolia* Guss. Pl. Rar. 202, tab. 39, 1826. = *P. oblongifolia* Spach Hist. Nat. Vég. (Spach) 2: 128. 1834. = *P. angustifolia* Decne. Ann. Sci. Nat., Bot. sér. 2, 4: 359. 1835.

Tip: Imros & in littore Natoliae'den tanımlanmış (Tip örneği bulunamadı).

Ağaç, 6 metreye kadar boylu, dikenli; genç sürgün seyrek kısa tüylü, kırmızımsı, lentiselli. Yaprak ayası eliptik ya da ters yumurtası, genç sürgün ucundaki yaprak bazen 3 loblu, 2.5–4 (-6) × 1.5–3 cm, çiçekli dönemde tüylü, alt yüzey seyrek kısa tüylü ya da her iki yüzeyde tüysüz, tabanda dar kamamsı nadiren düz, kayıcı, tepesi küt ya da sivriye yakın, mukrolu, kenarı düz; yaprak sapı 1–3 cm. Çiçekdurumu pürçeksi, 5-18 çiçekli. Çiçek 20–35 mm çapında; çiçek sapı 1.5–5 cm, seyrek kısa tüylü ya da tüysüz. Hipantiyum fincansı, dışta yoğun kısa tüylü. Brakte mızraksı, 6–9 × 1 mm, yoğun kahverengimsi uzun tüylü. Sepal üçgensel, (3-) 6 × 1–2 cm, tepede sivri, yoğun kısa tüylü, çoğunlukla meyvede kalıcı. Petal yumurtamsı, 10–14 × 8–12 mm, tepesi yuvarlak. Stamen 18-22. Stilus 2-4, taban ± tüylü. Meyve 2-3, çoğunlukla küremsi, nadiren armutsu kahverengi, 1.5 × 2.5 cm; meyve sapı 1.5–2 (-3). Tohum yumurtamsı, 6–9 × 4–6 mm, koyu kahve ya da

siyahımsı, yüzey hücreleri mukrolu veya mukrolu-çizgili. Polen küremsi veya basık küremsi, trikolparat az sayıda tetrakolporat, yüzey süslenmesi kalın çizgili, geniş vadili, büyük delikli. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.

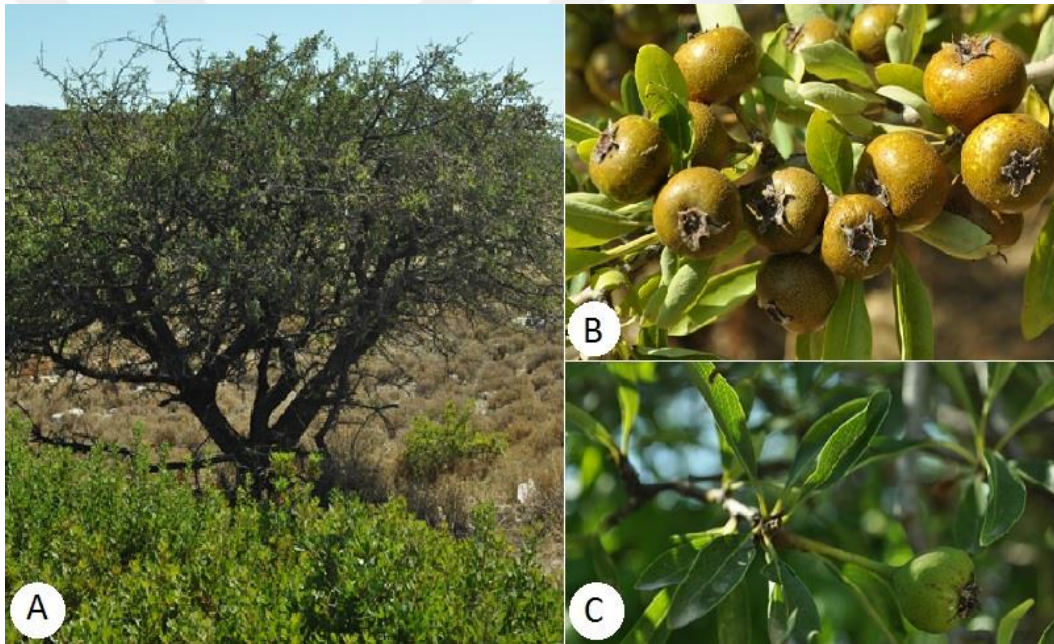
Yayılış: Türkiye'nin Ege ve Akdeniz kıyıları (Şekil 3.8.19), Ege adaları ve Avrupa.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Eylül.

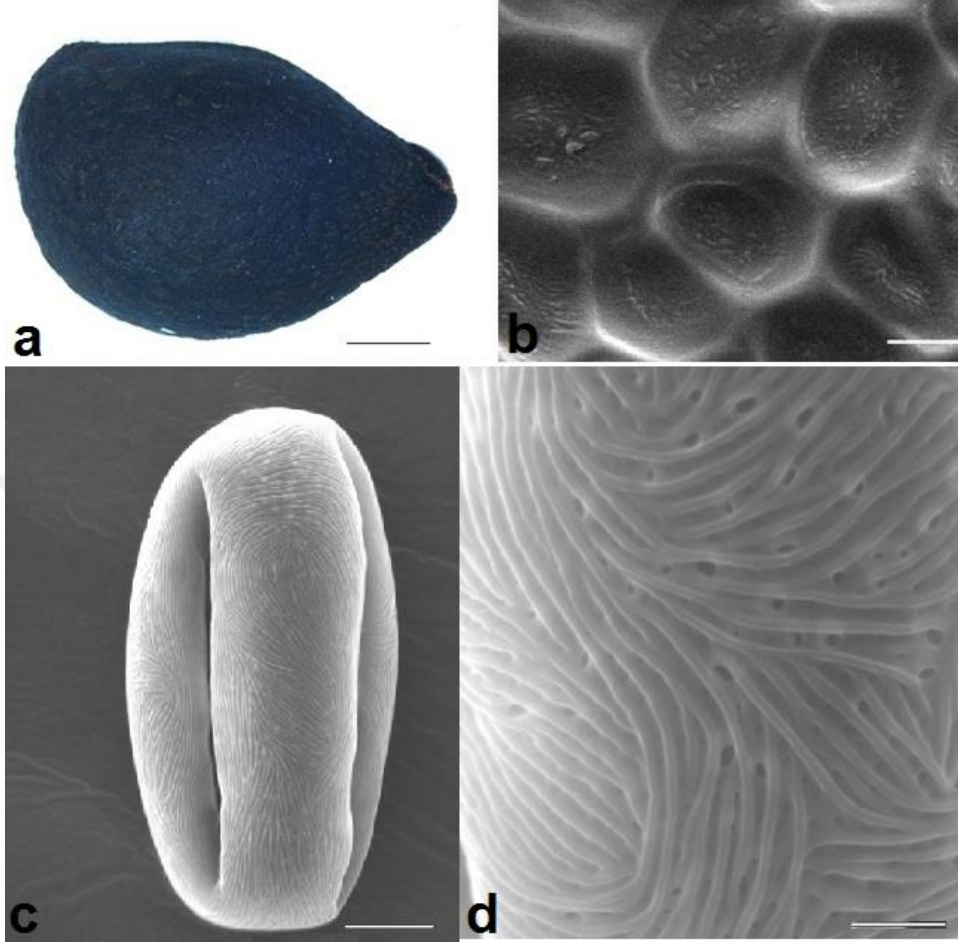
Ekoloji: Yaprak döken orman birliği, yamaçlar, bahçe ve tarla kenarı, 10-1000 m.

Tehlike kategorisi [110] : LC.

YA: Çalı armut (Acıpayam, Denizli civarında).



Şekil 3.8.17. *Pyrus spinosa* görünüm ve morfolojik özellikleri: A- genel görünüş; B- meyve ve yaprak (ZUG 483); C- ayrıntılı meyve (ZUG 187). (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



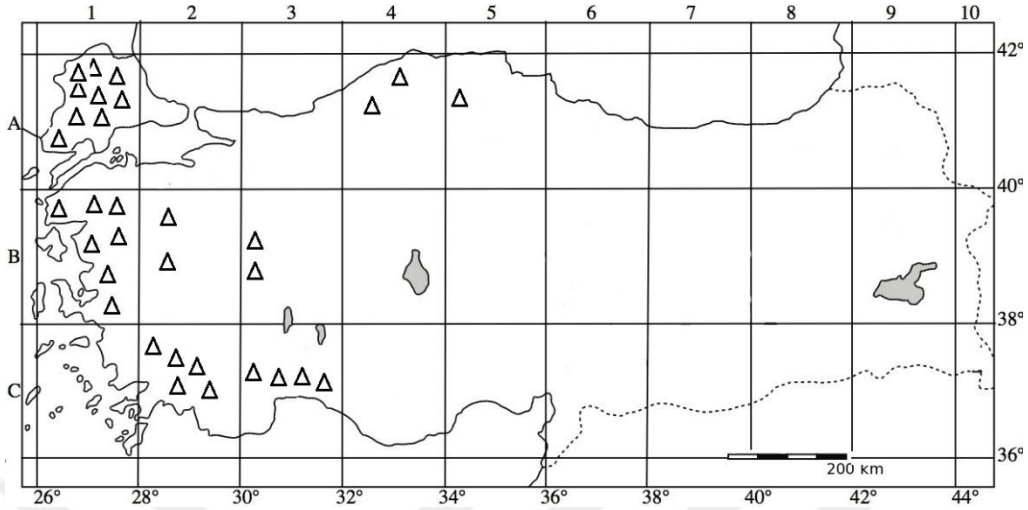
Şekil 3.8.18. *Pyrus spinosa* tohum ve polen özellikleri: a- tohumun genel görünüşü (Ölçek= 1 mm); b- yüzey hücreleri (ZUG 135); c- trikolporat polen (ZUG 187) (Ölçek b-c= 10 µm); d- yüzey süslenmesi (d Ölçek= 5 µm).

İncelenen örnekler

Türkiye A1 Çanakkale: Gelibolu'dan Keşan'a 36,6. km, 40°40'268"K, 026°48'116"D, 24 m, *Pyrus* açıklığı, 14.7.2012, ZUG 320-AAD; ibid. ZUG 322-AAD; ibid. ZUG 323-AAD; Gelibolu, Eceabat, Küçük Anafarta Köyü, tarla kenarı, 20 m, 17.9.1999, AAD 7629; Gökçeada, Demirkaya tepesi batısı, 300 m, 10.8.1976, Ö. Seçmen 2219-E.*Leblebici* (EGE 22057!); Edirne: Keşan, Mecidiye Askeri Kamp çevresi, kumsal, 1 m, 2.7.2003, AAD 7231-J. *Milton*; Lalapaşa, Küçükdöllük Köyü yol ayrımından Edirne'ye 1,5 km, 41°44'351"K, 026°39'109"D, 81 m, 12.10.2012, ZUG 439-AAD; ibid. ZUG 441-AAD; Kırklareli: Kofçaz'a 1 km,

bozkır, *Pyrus-Paliurus* açıklığı, 41°10'887"K, 026°24'243"D, 34 m, 17.7.2012, ZUG 334-AAD; A4 Karabük: Keltepe bölgesi, Bahattin Gazi türbesi çevresi, orman açıklığı, kalker, 41°03'138"K, 032°33'95"D, 1579 m, 18.10.2012, ZUG 471-AAD; Bartın: Ulus, Uluyayla, su içi, 950 m, 2.6.2001, AAD 9049; A5 Amasya: Akdağ, Eğribük Köyü, 1500 m, 14.8.1977, K. *Alpınar* 38454 (ISTE!); B1 İzmir: Karaburun'dan Mordoğan'a 1. km, 38°37'984"K, 026°31'038"D, 30 m, 2.9.2012, AAD 18198; Çeşme, Altinkum, *Juniperus oxycedrus* birliği, 15 m, 38°16'167"K, 026°16'426"D, 2.9.2012, AAD 18184; ibid. AAD 18191; Kuşadası, 8.5.1965, *Kayacık* s.n.-*Yaltırık* (ISTO 3435!); Balıkesir: Edremit-Balıkesir yolu, *Pinus brutia* ormanı, 380 m, 18.10.1970, A. *Baytop* 18809 (ISTE!); Manisa: Sipil Dağı, 38°33'282"K, 027°20'252"D, 1252 m, 14.7.2012, ZUG 317-AAD; Uşak: Eşme, tarla kenarı, 700 m, 21.6.1965, J. *Coode* 2811 (ISTO 3615!); B2 Kütahya: Gediz'den Hisarcık'a 27. km, 39°07'402"K, 029°20'218"D, 1013 m, ZUG 133-AAD; Balıkesir: Konakpınar yol ayrımından Saruhan'a 15. km, 39°21'694"K, 027°57'518"D, 25.7.2008, AAD 14995; B3 Uşak: Delihıdırlı-Karahallı arası, bahçe kenarı, 879 m, 030°19'951"K, 029°33'512"D, 19.8.2001, AAD 9928; Eşme'den Bozkır'a gidiş, Takmak göleti çevresi, 38°25'825"K, 028°58'995"D, 790 m, 20.4.2012, ZUG 186-AAD; C2 Denizli: Serinhisar, Serinhisar'dan Denizli'ye 2.km, 37°36'572"K, 029°16'417"D, 969 m, kalker yamaç, *Qercus coccifera* çalılığı, 2.7.2011, ZUG 059-AAD; ibid. ZUG 060-AAD; ibid. ZUG 065-AAD; Muğla: Kumluova yol ayrımından Kaş'a 300. m, 36°24'334"K, 029°17'417"D, 95 m, 28.12.2012, ZUG 407-AAD; Marmaris, Gelibolu Köyü, 200 m, S.*Oflas* s.n. (EGE 26984!); C3 Antalya: Söğüt-Kemer yolu, Kayabaş Köyü'ne 1 km kala, kalker yamaçları, 1550 m, 36°59'654"K, 029°48'500"D, 20.5.2001, AAD 8882; Kaş'tan Demre'ye 34. km, makilik, 36°15'958"K, 029°55'454"D, 573 m, 28.12.2012, ZUG 403-AAD; Cevizli, anayoldan Kuyucak Kasabası'na 300. m, 37°17'099"K, 031°43'617"D, 1179 m, 1.5.2013, ZUG 524-AAD; ibid. ZUG 526-AAD.

Yunanistan Kalymnos adası, 200-300 m, 15.10.1981, *Davis* 67884 (E foto!); Trikkala-Larissa yolu, 28.8.1960, N. *Feinbrun* s.n. (HUJ!); ibid. CONS 13278a!.



Şekil 3.8.19. *Pyrus spinosa* Türkiye yayılışı (Δ).

Pyrus spinosa, Türkiye Florası'na *P. amygdaliformis* olarak yazılan taksonun geçerli ismidir. Browicz [55] daha sonraki çalışmasında bu taksonu temsilen doğru isim olan *P. spinosa* ismini kullanmıştır. Tez çalışması sırasında, her iki isim altında toplanan örnekler ile Yunanistan'dan toplanıp *P. spinosa* olarak teşhis edilen bir örnek (CONS 13278a) incelenmiştir. Her iki isim altında toplanan örneklerin, aynı popülasyona ait olduğuna karar verilmiştir. Sonuçta Adlandırma Kuralları [85] yayında öncelik ilkesine göre *P. spinosa* isminin doğru ve geçerli isimdir.

Bu takson Ege kıyılarından tanımlanmıştır ve ülkemizde en fazla yayılış gösterdiği alan da yine Ege kıyılarıdır. Bunun dışında Avrupa'da yaygın biçimde bulunmaktadır. Bu türün genç yaprakları loblu olabilmektedir [63], bu özellik bizim topladığımız örneklerde de görülmüştür. Yaprığın loblu olma özelliği cins içerisinde ilkel bir karakter olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle *P. spinosa* taksonunun cins içerisinde daha önce farklılaştığı düşünülmektedir [7].

8. *Pyrus elaeagrifolia* Pall., Nova Acta Acad. Sci. Imp. Petrop. Hist. Acad. 7: 355 (-357; t. 10, Şekil 3.8.20). 1793. Şekil 3.8.21 ve 3.8.22.

Tip: Kırım'dan tanımlanmış, çizimden biliniyor. Şekil 3.8.20.

≡ *Pyrus elaeagrifolia* Pall. subsp. *elaeagrifolia* Ic: Decne, Jard. Fruit. 1: t. 17, 1871-1872.

= *Pyrus persica* Pers., Syn. Pl. [Persoon] 2(1): 40. 1806.

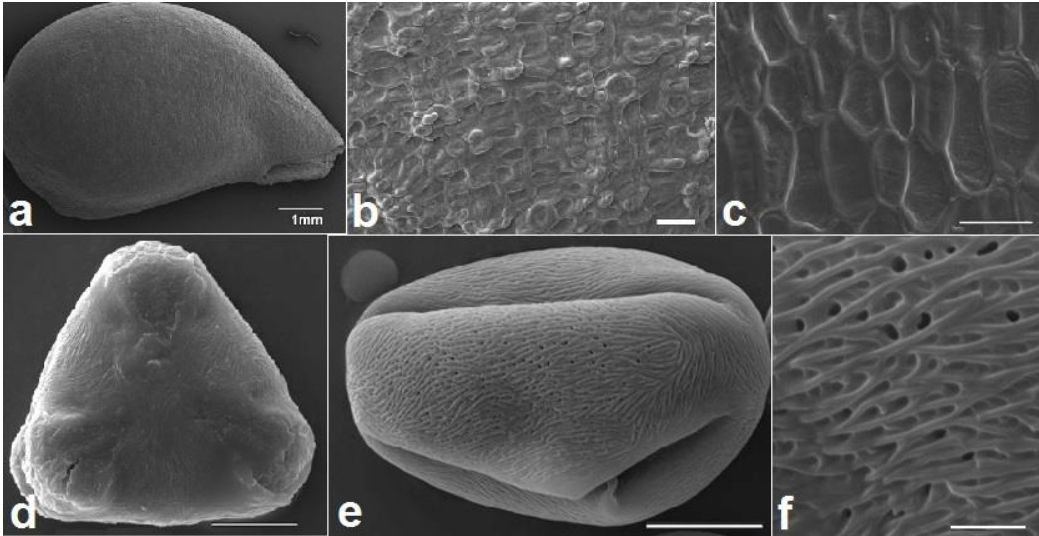
Ağaç, 6–10 m, dikenli; genç sürgünler yoğun gri-beyaz kısa tüylü. Yaprak ayası, dardan genişçe kadar eliptik, nadiren ± ters yumurtamsı, (3-) 4–6 (-8) × 1.5–2.5 cm, çiçekte her iki yüzeyde yoğun kısa tüylü, olgunlukta daha seyrek tüylü, tabanda dar kamamsı, kayıcı, genellikle tepesi sivri, nadiren sivriye yakın mukrolu, tepeye yakın ya da tüm kenar dişli; yaprak sapı 1–2 cm, yoğun kısa tüylü. Çiçekdurumu pürçeksi, 8-20 çiçekli. Çiçek 25–35 mm çapında; çiçek sapı 2–6 cm, tüylü. Hipantiyum dar fincansı, yoğun kısa tüylü. Brakte mızraksı, 7–8 × 1 mm, kahverengi uzun tüylü. Sepal üçgensel, 8–10 × 2–3 mm, yoğun kısa tüylü, meyvede kalıcı. Petal genişçe yumurtamsı, 12–15 × 8–10 mm, tepesi emerginat. Stamen 20-22 (-25). Stilus 2-5, tabandan orta kısma kadar yoğun kısa tüylü. Meyve 1-4, basık küremsi, nadiren armutsuya yakın, (1.5-) 3 × 2–3 cm, sarımsı; meyve sapı 2–3 (-5) cm, yoğun kısa tüylü. Tohum yumurtamsı, 4–7 × 3–4 mm, siyahımsı, hücre yüzeyi partiküllü ya da mukrolu. Polen basık küremsi ya da küremsi, trikolporat, az sayıda tetrakolporat, kısa çizgili, geniş vadili, büyük delikli. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.



Şekil 3.8.20. *Pyrus elaeagnifolia*'nın holotip örneği (LE Herbariumu).



Şekil 3.8.21. *Pyrus elaeagrifolia* görünüm ve morfolojik özellikleri: A- çiçek; B- meyve ve yaprak (ZUG 301); C- genç sürgün (ZUG 303); D- ayrıntılı meyve ve yaprak (ZUG 356). (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.22. *Pyrus elaeagrifolia* tohum ve polen özellikleri: a- tohumun genel görünüşü; b-c- yüzey hücreleri (ZUG 430), (Ölçek= b-c 50 µm); d-e- trikolporat polen (Ölçek d-e= 10 µm); f- yüzey süslenmesi (ZUG 208), (Ölçek= 2 µm).

1. Yaprak boyu en çok 6 cm, sapın boyu en çok 2 cm subsp. *elaeagrifolia*
1. Yaprak en az 6 cm, sapı belirgin, 3.5 cm'e kadar uzar subsp. *taochia*

P. elaeagrifolia* subsp. *elaeagrifolia

Yayılış: Geniş yayılışlı. Türkiye (Şekil 3.8.23), Bulgaristan, Gürcistan, Kırım, Ermenistan.

Ekoloji: Orman açıklığı, kurak bozkır, bahçe ve tarla kenarı, yüksek dağ yamacı, 500-2000 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Temmuz-Ekim.

Tehlike kategorisi [110] : LC.

YA: Ahlat, boz armut, taş armut, söbe armudu (İç Ege bölgesinde).

İncelenen örnekler

Türkiye A1 Kırklareli: Demirköy, 500 m, Ş. *Kültür-N. Sadıkoğlu s.n.* (ISTE 81060!); A2 İstanbul: Çerkezköy-Silivri, ağaçlandırma alanı, 41°12'073"K, 028°04'666"D, 14.5.2012, 144 m, ZUG 245-AAD; Bursa: Merkez, Uludağ Milli Park girişi, 1250 m, Ö.Seçmen & ark., 29.7.1984, (EGE 28814!); A3 Sakarya: Bilecik il sınırından 5,7. km, 40°18'389"K, 030°25'709"D, 672 m, 12.10.2012, ZUG 436-AAD; Zonguldak: Yedigöller Milli Parkı, 780 m, 5.8.1984, Ö.Seçmen & ark., (EGE 28815!); Bolu: Bolu çevresi, 14.9.1965, *Awishai s.n.* (HUJ!); A4 Ankara: Kızılcahamam, Soğuksu Milli Parkı, 1400 m, 03.08.1989, Ö. *Eyüboğlu* 1145 (GAZI!); Karabük: Keltepe, Sorgun yaylası, orman üstü açıklık, 41°05'245"K, 032°28'018"D, 1773 m, 18.10.2012, ZUG 476-AAD; A5 Amasya: Akdağ, Ormanözü Köyü'nden Amasya'ya çıkış, bahçe kenarı, 40°45'649"K, 035°51'648"D, 1224 m, 28.7.2012, ZUG 371-AAD; A7 Gümüşhane: Gümüşhane-Kelkit arası, 1500 m, 31.7.1962, *M. Zohary-D. Zohary s.n.* (HUJ 317215!); A8 Erzurum: Oltu'dan Erzurum'a 3. km, tarla kenarı, 40°31'959"K, 041°57'303"D, 1343 m, 31.5.2012, ZUG 309-AAD; Erzurum: Olur, 2100 m, 25.9.1983, *İ. Atalay s.n.* (ISTO 26552!); Kars: Kağızman-Erzurum yol ayrımından Kars'a 19. km, tarla kenarı,

40°16'281"K, 042°57'781"D, 1737 m, 31.5.2012, ZUG 299-AAD; B1 Balıkesir: Değirmenboğazı, 200 m, 27.4.1972, *F. Yaltırık s.n.* (ISTO 15320!); B2 Kütahya: Tavşanlı'dan Kütahya'ya 26. km, 39°30'737"K, 029°46'790"D, 1016 m, ZUG 032-AAD; B3 Ankara: Beypazarı, Ayaş'tan Ankara'ya 6. km, 40°03'693"K, 032°22'690"D, 1180 m, 12.10.2012, ZUG 425-AAD; Eskişehir, Mihaliççık, 1500 m, 1962, *Davis 37211-Coode* (E foto!); B5 Kayseri: İncesu, 1560 m, 1965, *S. Sümer 4468* (E foto!); B6 Kahramanmaraş: Göksun, Kırıkközü, Gözpinar Dağı, 1700 m, 22.8.1977, *B. Yıldız 1515* (HUB!); B7 Tunceli: Ovacık, Munzur Dağları, 1500-1800 m, 8.5.1979, *Ş. Yıldırım 1467* (HUB!); B8 Muş: Çaylar'dan Karlıova'ya 8 km, 1850 m, 10.6.1966, *Davis 46140* (E foto!); B9 Bitlis: Nemrut Dağı, 1900 m, 25.6.1972, *A. Tatlı* (ISTO 17307!); C3 Isparta: Eğridir, Yaka Köyü, *H. Peşmen 1637-A. Güner* (ANK!); C4 Antalya: Alanya, Konya sınırı, 36°44'540"K, 032°27'971"D, 1311 m, 4.7.2011, ZUG 101-AAD; Konya: Seydişehir-Gölyüzü köyü arası, ca. 1150 m, *H. Ocakverdi sn.* (ANK 1568!); İçel, Mut, Adras Dağı, 1500 m, 20.7.1977, *M. Vural 403* (GAZI!).

Gürcistan Tiflis: Tiflis'in 28 km batısı, 580 m, 15.7.2007, *A. Swida s.n.* (HUJ!).

Ukrayna Bakhchisaraj İstasyonu'nun 2 km kuzeyi, *Chater A.O. 175* (E00408495 foto!); Simferopol, *Callier A. 849* (E00408494 foto!).

***Pyrus elaeagrifolia* subsp. *taochia* (Woron.) Uğurlu & Dönmez comb. et stat. nov.**

Tip. In distr. Artvin inter pp. Ghurdzan et Khod (Hod), ubi a me a (LE!).

Baziyonim: *Pyrus taochia* (Woron.) Bull. Jard. Bot. Princ. URSS, xxvi. 609, 1927.

Yayılış: Dar yayılışlı. Türkiye (Şekil 3.8.23), Kırım.

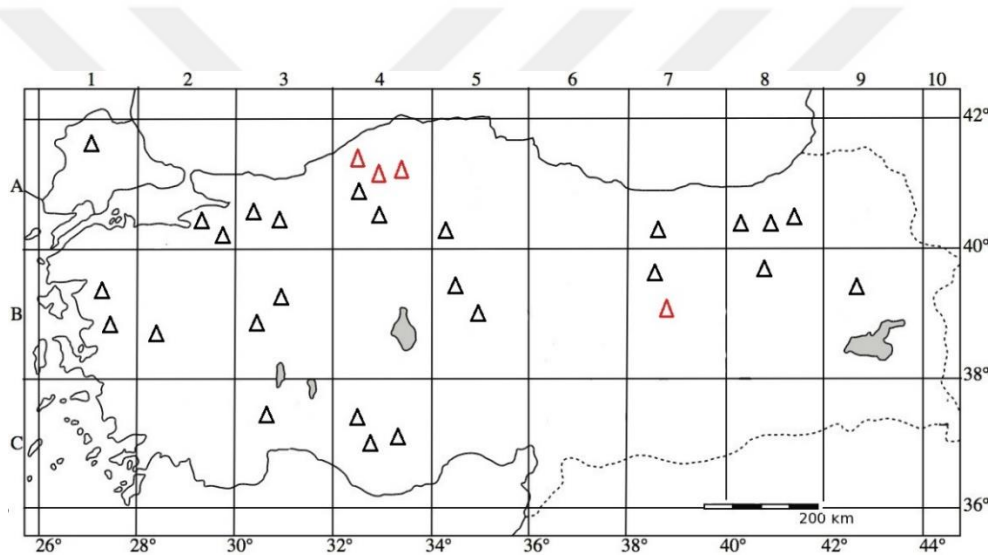
Ekoloji: Kurak bozkır, yüksek dağ yamacı, 500-2000 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Temmuz-Kasım.

Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a+B2a.

İncelenen örnekler

Türkiye A4 Kastamonu: Devrakani'den Çatalzeytin'e 19. km, terkedilmiş arazi, yol kenarı, yamaç, 41°42'980"K, 033°59'565"D, 1263 m, 15.6.2011, ZUG 011-AAD; Karabük: Belen-Sorgun yol ayrımından türbeye 5,6. km, 41°03'242"K, 032°31'482"D, 1293 m, 18.10.2012, ZUG 474-AAD; Keltepe bölgesi, Bahattin Gazi türbesinden Karabük'e 3,8. km, *Abies-Pinus* açıklığı, kalker, 41°03'257"K, 032°26'50"D, 1359 m, 26.7.2012, ZUG 357-AAD; B7 Bingöl: Solhan'a 16.6 km, *Quercus* açıklığı, 38°55'622"K, 040°46'066"D, 1347 m, 27.5.2012, ZUG 280-AAD.



Şekil 3.8.23. *Pyrus elaeagrifolia* Türkiye yayılışı. *P. elaeagrifolia* subsp. *elaegrifolia* (Δ); *P. elaeagrifolia* subsp. *taochia* (Δ).

Türkiye’de yoğun olarak yayılış gösteren *Pyrus elaeagrifolia* türü, Türkiye Florası’nda iki alttürle temsil edilmektedir: *P. elaeagrifolia* subsp. *kotschyana* ve *P. elaeagrifolia* subsp. *elaegrifolia*. Bu tez çalışmasında yapılan düzenlemeyle taksona farklı ve yeni bir alttür bağlanmış (*P. elaeagrifolia* subsp. *taochia*), daha önce yapılan *P. elaeagrifolia* subsp. *kotschyana* alttürü ise tür seviyesinde kabul edilmiştir [98]. Rus florasında tür seviyesinde kabul edilen bu alttür Karadeniz ve doğuya yakın kesimlerden toplanmıştır. Browicz ise Türkiye Florası’nda bu taksonu sinonim olarak *P. elaeagrifolia* altında kabul etmiştir [1]. Taksona ait tip örneği LE Herbaryumu’nda incelenmiş ve *P. elaeagrifolia*’ya morfolojik olarak

çok benzer olduğu yaprak ve meyve sapı bakımından farklılaştığı görülmüştür. Bu nedenle bu bireyler yeni bir kombinasyonla *P. elaeagrifolia* altında tutulmuştur.

Kırım'dan tanımlanan *Pyrus elaeagrifolia*, Türkiye, Bulgaristan ve Gürcistan'da yayılış gösteren [117] yaprak özellikleri bakımından morfolojik çeşitliliğe sahip bir taksondur. Türkiye'de bozkır vejetasyonda, vadi açıklıklarında ve tarla kenarlarında sıklıkla yetişen bireylere Gürcistan ve Azerbaycan'da yapılan arazi çalışmalarında benzer habitatlar taranmasına rağmen rastlanmamıştır. İncelenen tüm herbaryumlarda Türkiye dışında yayılış gösteren bölgelerden sınırlı sayıda örnek bulunduğu da ayrıca gözlenmiştir. Bu nedenle bu taksonun çeşitlenme merkezinin Türkiye olduğu düşünülmektedir.

9. *Pyrus turcicus* Uğurlu & Dönmez, sp. nov. Şekil 3.8.24.

Diagnoz: *Pyrus turcicus*, *P. elaeagrifolia*'dan genişçe eliptik yaprak biçimi ve daha kısa meyve sapıyla ayrılmaktadır.

Holotip. Türkiye. Konya: Bozkır, 37°09'07"K, 032°15'46"D, yol kenarı, 1495 m, 23.9.2011, ZUG 162-AAD (Holotip HUB, isotip HUB). Paratip: Konya, Bozkır, 24.4.2012, ZUG 210-AAD (HUB).

Ağaç, 2–4 m, dikenli; genç sürgünler yoğun gri-beyaz kısa tüylü. Yaprak ayası, genişçe eliptik, nadiren $\pm$ ters yumurtamsı, 4–6 $\times$ 2.5–4 cm, çiçekte her iki yüzeyde yoğun kısa tüylü, olgunlukta daha seyrek tüylü, tabanda kamamsı, kayıcı, tepesi sivri ya da sivriye yakın mukrolu, tepeye yakın ya da tüm kenar $\pm$ dişli; yaprak sapı 1.5–3 cm, yoğun kısa tüylü. Çiçekdurumu pürçeksi, 10-20 çiçekli. Çiçek 20–30 mm çapında; çiçek sapı 2–3 cm, tüylü. Hipantiyum dar fincansı, yoğun kısa tüylü. Brakte mızraksı, 7–8 $\times$ 1 mm, kahverengi uzun tüylü. Sepal üçgensel, 5–10 $\times$ 2–3 mm, yoğun kısa tüylü, meyvede kalıcı. Petal yumurtamsı, 10–14 $\times$ 8–10 mm, tepesi emerginat. Stamen 20-22. Stilus 2-4, tabandan orta kısma kadar yoğun kısa

tüylü. Meyve 1-4, küremsi, nadiren armutsuya yakın, (2-) 3 × 1.5–2 cm, sarı; meyve sapı 1 (-1.5) cm. Tohum yumurtamsı, 3–6 × 3–4 mm, siyahımsı.

Yayılış: Dar yayılışlı. Endemik (Şekil 3.8.30).

Ekoloji: Kurak bozkır, yol kenarı, 1200-1400 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Temmuz-Ekim.

Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a+B2a.



Şekil 3.8.24. *Pyrus turcicus*: A- genel görünüş; B- meyve ve yaprak. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).

İç Anadolu bölgesi *Pyrus* cinsi, özellikle *P. elaeagrifolia* üyeleri açısından zengin çeşitliliğe sahiptir. *Pyrus turcicus*'un meyveli ve çiçekli örnekleri Konya ve civarından toplanmıştır. Yapraklarının daha geniş olması ve meyve sapının çok daha kısa olmasıyla aynı alanda ve benzer habitatlarda yayılış gösteren *P. elaeagrifolia*'dan belirgin olarak ayrılmaktadır.

Meyve sapı uzunluğu cinsin taksonomisinde önemli morfolojik karakterlerden biridir. Bu yeni tür, ülkemizde yayılış gösteren *P. salicifolia* ve *P. demetrii* türleriyle beraber en kısa meyve sapına sahip taksondur. Morfolojik olarak en yakın taksonun *P. elaeagrifolia* seçilmesinin nedeni ise, tüylü olması, yaprak biçimin çok benzer olması ve ortak yayılış alanında bulunmalarıdır.

Ayrıca morfolojik olarak farklı duran bu örnek, ddRADseq yöntemiyle yapılan filogenetik incelemede ağaç üzerinde diğer taksonlardan ayrı ve tek başına durmuştur. Dal üzerinde en yakın durduğu takson ise *P. elaeagrifolia*'dır. Böylece morfolojik ve filogenetik olarak *P. elaeagrifolia* taksonundan ayrılan *P. turcicus* türü bu tez çalışması süresinde toplanmış ve tanımlanmıştır.

10. *Pyrus bulgarica* Kuth. & Sachok., Zametki Sist. Geogr. Rast. 26: 80.; Not. Syst. (Tbilisi), 1967. Şekil 3.8.25.

Tip. Bulgaria; Distr. Burgas. Jugum Strandzha. Inter pagos Wesselje et Jasna Poljana. Ad margines quereetorum, 16.6.1966, Bondev, Kuthatheladze & Sachokia s.n. (TBI!).

≡ *Pyrus elaeagrifolia* Pall. subsp. *bulgarica* (Khuth. & Sachok.) Vulev, Fl. Narodna Republ. Bulg. 5: 338. 1973.

Kısa boylu ağaç, 4–7 m, dikenli; genç sürgünler kısa tüylü. Yaprak ayası ters yumurtamsı, bazen kısa sürgünde eliptik, 2.5–4.5 × (1.5-) 3 cm, çiçekte her iki yüzeyde kısa yoğun tüylü, olgunlukta daha seyrek kısa tüylü, tabanda dar kamamsı, kayıcı, tepesi küt nadiren sivri, kenarı düz; yaprak sapı 1.5–3 cm, yoğun tüylü. Çiçekdurumu pürçeksi, 7-15 çiçekli. Çiçek 20–25 (-30) mm çapında; çiçek sapı 2–3 (-3.5) cm, yoğun tüylü. Hipantiyum fincansı, yoğun kısa tüylü. Sepal üçgensel, 5 × 2 mm, tepesi sivri, geriye dönük, yoğun kısa tüylü, meyvede kalıcı. Petal ters yumurtamsı, 10–12 × 6–8 mm. Stamen 20-25. Stilus 3-4, tabanda kısa seyrek tüylü. Brakte dar mızraksı, 5–8 × 1–2 mm, yoğun kahverengimsi tüylü. Meyve 2-5, küremsi nadiren armutsuya yakın, 1.5–2 × 2–2.5 cm, sarı; meyve sapı

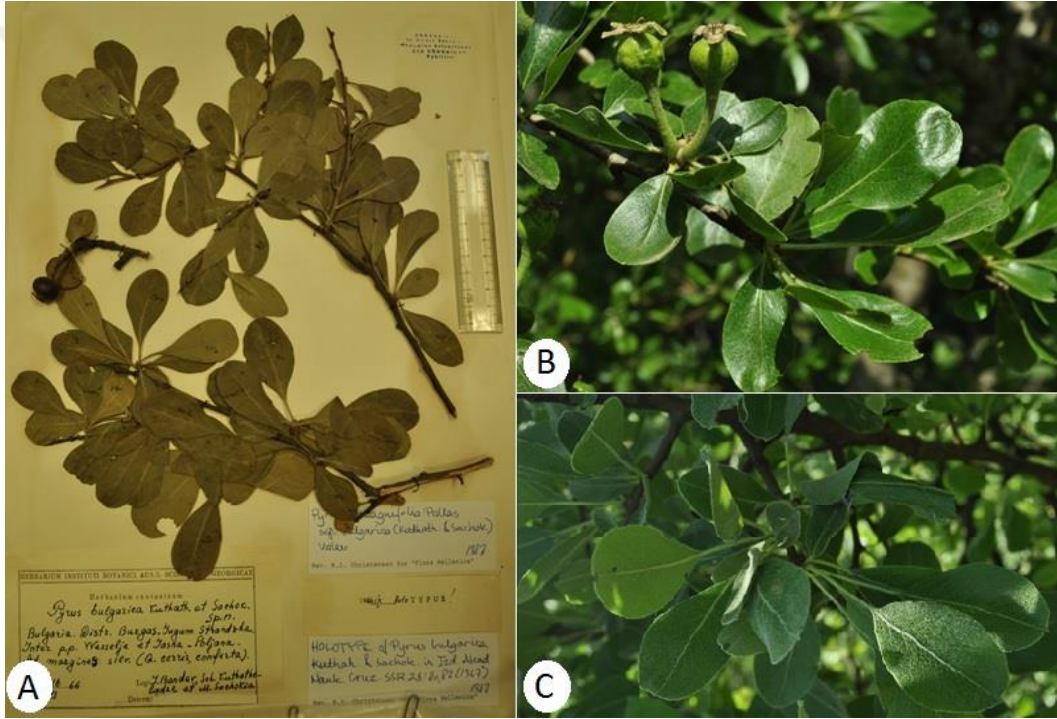
1–2 (-2.5) cm, kalın. Tohum 4–7 × 3–4.5 mm, koyu kahverengi. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.

Yayılış: Dar yayılışlı (Şekil 3.8.30). Türkiye'nin kuzey batısı, Bulgaristan, Romanya, Ukrayna.

Ekoloji: Kurak alan, bahçe ve tarla kenarı, 200-1200 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Kasım.

Tehlike kategorisi [110] : VU; B1a+B2a.



Şekil 3.8.25. *Pyrus bulgarica* görünüm ve morfolojik özellikleri: A- holotip (Bondev, Kuthatheladze & Sachokia s.n.); B- meyve ve yaprak (ZUG 257); C- yaprak (ZUG 244). (B ve C: A.A. Dönmez tarafından çekildi).

İncelenen örnekler

Türkiye A1 Edirne: Lalapaşa'dan Vaysal'a 3,5. km, 41°52'258"K, 026°45'856"D, 274 m, 12.10.2012, ZUG 455-AAD; Kırklareli: Demirköy'den İğneada'ya 13. km, *Quercus* ormanı, 41°51'740"K, 027°52'649"D, 244 m, 14.5.2012, ZUG 258-A. A. Dönmez; ibid. ZUG 259-AAD; Demirköy, Karadere'den Armutveren'e 2,7. km,

41°55'358"K, 027°31'854"D, 385 m, 14.10.2012, ZUG 468-AAD; İğneada'ya 9 km kala, *Quercus* ormanı altı, 41°52'820"K, 027°53'703"D, 80 m, 8.5.2001, ZUG 464-AAD; Demirköy'den İğneada'ya 1. km, *Quercus* ormanı, 41°56'523"K, 027°48'267"D, 303 m, 14.5.2012, ZUG 256-AAD; ibid. ZUG 257-AAD; Kula'dan Geçitağzı'na 500. m, 41°59'992"K, 027°17'654"D, 525 m, 14.10.2012, AAD 8782; Kofçaz'dan Ahlatlı'ya 3 km, 41°58'127"K, 027°09'610"D, 610 m, 17.7.2012, ZUG 343-AAD; Tekirdağ: Ganos Dağı, 500 m, 27.5.1981, *G. Elçin* s.n. (ISTO 24457!); A2 İstanbul: Çerkezköy-Silivri, İstanbul-Edirne TEM otoyol kavşağı, ağaçlandırma alanı, 41°12'073"K, 028°04'666"D, 14.5.2012, 144 m, ZUG 244-AAD; A6 Tokat: Reşadiye, Berekeli Köyüne 1 km kala, bahçe kenarı, 15.10.2013, AAD 18877; B2 Kütahya: Tavşanlı'dan Kütahya'ya 28 km kala, 39°30'786"K, 029°50'431"D, 1027 m, 30.6.2011, ZUG 025-AAD; ibid. ZUG 029-AAD; ibid. ZUG 031-AAD; Köprüören Köyü'nden Kütahya'ya 800 m, 39°30'737"K, 029°46'781"D, tarla kenarı, 21.9.2011, ZUG 118-AAD; ibid. ZUG 119-AAD; B3 Afyon: Kütahya yolu, Bayramgazi'den Kütahya'ya 2. km, 38°53'436"K, 030°23'343"D, 1159 m, 30.6.2011, ZUG 022-AAD.

Bulgaristan'dan tanımlanan, Yunanistan ve Türkiye'nin kuzey batısında yayılış gösteren bu takson bazı yazarlar tarafından *P. elaeagrifolia* altında tutulmaktadır [117]. Bunun sebebi ise *P. elaeagrifolia* taksonundaki yaprak varyasyonlarıdır. Bazı bireylerde yaprağın en geniş kısmı ortadan üste doğru kayarak ters yumurtamsı hale gelmektedir. Bu da tipik ters yumurta yapraklara sahip *P. bulgarica* taksonuyla karışmaktadır. Ancak *P. bulgarica* orjinal betiminde belirtildiği ve tip örneğinde de görüldüğü gibi yaprak kenarı düz ve meyve sapı kısa (en fazla 2.5 cm) bir örnektir. *P. elaeagrifolia* ise az da olsa yaprak kenarında dişlenme taşır ve meyve sapı en az 2 cm uzunluğundadır. Ayrıca her ikisi de Bulgaristan'da yayılış gösterse de, *P. bulgarica* ülkemizin kuzey batı kesiminde bulunurken, *P. elaeagrifolia* yoğun olarak iç kesimlerde bulunmaktadır. Tüm bu özellikler sebebiyle bu takson tür seviyesinde kabul edilmiştir.

11. *Pyrus anatolica* Browicz, Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 31(2): 323. 1972.
Şekil 3.8.26 ve 3.8.27.

Holotip. Türkiye, B2 Uşak: 7 km N. of Uşak, c. 1000 m, 18.7.1962, *M. & D. Zohary* 6315 (HUI!).

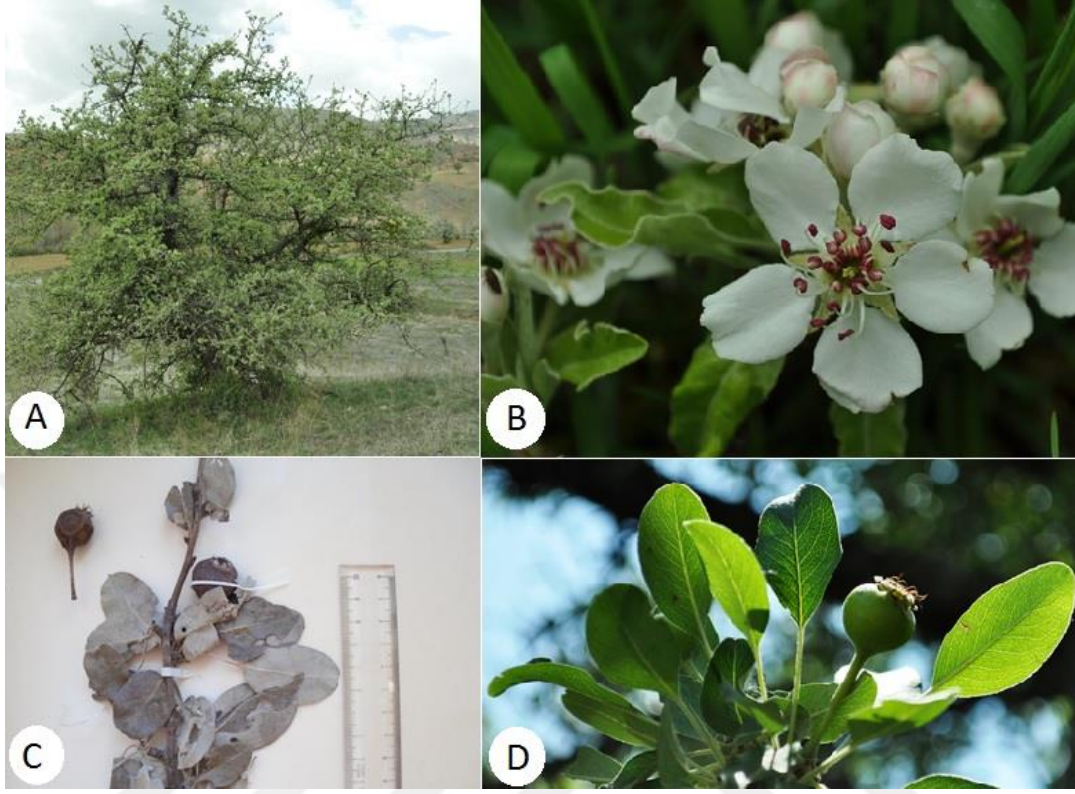
Ağaç, 3–8 m, dallanma dağınık, dallar grimsi, dikenli; genç sürgün. Yaprak ayası eliptik ya da genişçe eliptik, (2-) 3–4 × 2–3 cm, çiçekte her iki yüzeyde yoğun tüylü, olgunlukta üst yüzey tüysüz, alt yüzey kısa seyrek tüylü, tabanda dar kamamsı, kayıcı, tepesi genellikle küt, bazen mukrolu, kenarı düz ya da uçta belirsiz dişli; yaprak sapı 1.5–2.5 cm, yoğun tüylü. Çiçekdurumu pürçeksi, 5-15 çiçekli. Çiçek 18–25 (-30) mm çapında; çiçek sapı 1.5–2 (-3.5) cm, yoğun tüylü. Hipantiyum fincansı, dışta yoğun tüylü. Brakte mızraksı, 5–10 × 1–2 mm, sarımsı uzun tüylü. Sepal üçgensel, 3–4 × 1–2 mm, tepesi sivri, geriye yatık, dış yüzey yoğun grimsi kısa tüylü, meyvede kalıcı. Petal yumurtamsıdan genişçe yumurtamsıya kadar şekilli, 12–14 × 7–10 mm, tepesi yuvarlak nadiren kesik. Stamen 15-20 (-25). Stilus 3–4, tabanda kısa yoğun tüylü. Meyve 1–3, kahverengi, küremsi, 2–3 × 1.5–2 cm; meyve sapı (1.5-) 2–3 cm uzunluğunda, ± kalın, yoğun tüylü. Tohum 3–5 × 2–4 cm, kahverengi, yüzey süslenmesi mukrolu, çizgili ve mukrolu-çizgili. Polen trikolporat, küremsi, süslenme geniş vadili, kalın çizgili, büyük delikli. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.

Yayılış: Türkiye (Şekil 3.8.30). Endemik.

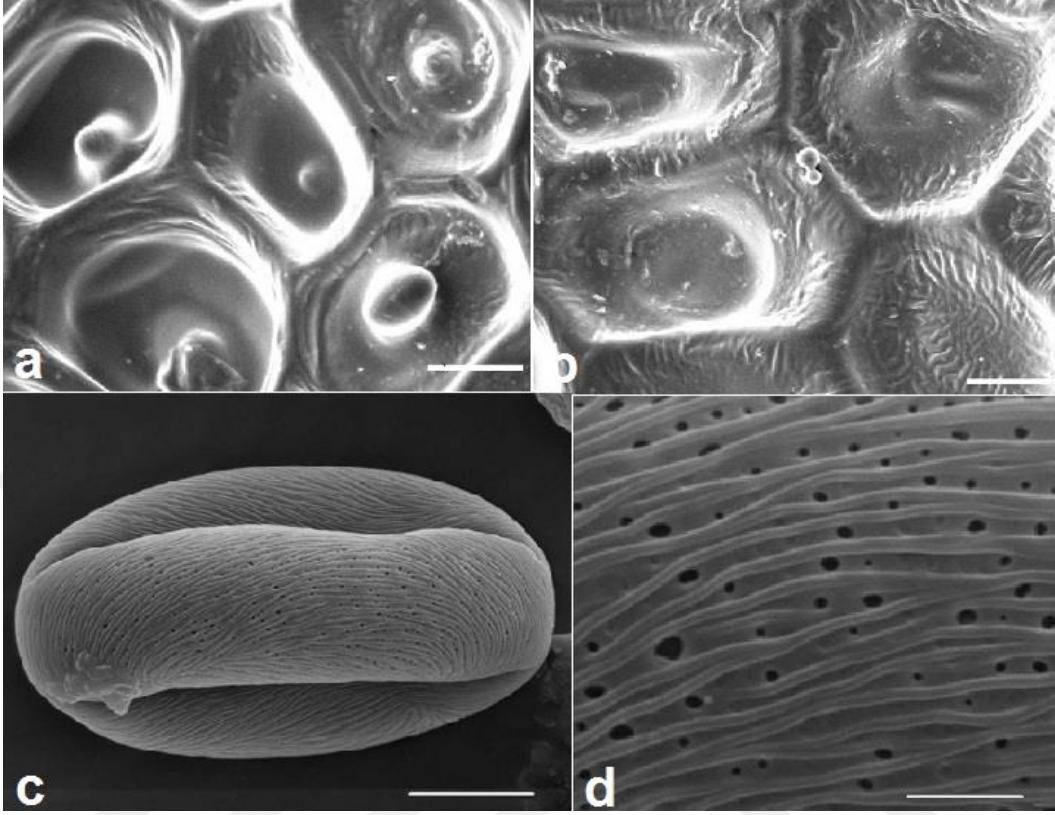
Ekoloji: *Quercus pubescens* orman açıklığı, kurak alanlar, 700-1000 m yükseklik.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Haziran-Ekim.

Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a+B2a.



Şekil 3.8.26. *Pyrus anatolica* görünüm ve morfolojik özellikleri: A- genel görünüş; B- çiçek (ZUG 194); C- holotipe ait yaprak ve meyve (M. & D. Zohary 6315); D- meyve ve yaprak (ZUG 050). (A-B-D: A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.27. *Pyrus anatolica* tohum ve polen özellikleri: a-b- yüzey hücreleri (ZUG 138), (Ölçek a-b-c= 10 µm); c- trikolporat polen (ZUG 195); d- yüzey süslenmesi (Ölçek= 2 µm).

İncelenen örnekler

Türkiye B2 Kütahya: Gediz-Uşak yolu, Yenikent Köyü, Kuruçay etrafı, 38°50'184"K, 029°16'180"D, 616 m, 1.7.2011, ZUG 040-AAD; Eskigediz-Hisarcık yolu, Akkaya Köyü yol ayrımı, 39°03'997"K, 029°24'466"D, 875 m, 1.7.2011, ZUG 047-AAD; ibid. ZUG 050; ibid. 21.4.2012, ZUG 194; ibid. ZUG 195; C4 Konya: Bozkır, Elmaağaç Köyü'nden, Bozkır'a 500 m, köy çıkışı, 37°07'944"K, 032°16'564"D, 1450 m, 3.7.2011, ZUG 085; Kütahya: Eskigediz-Hisarcık yolu, Akkaya Köyü yol ayrımı, 39°03'997"K, 029°24'466"D, 875 m, 21.9.2011, ZUG 138-AAD.

Tür seviyesinde endemik olan bu takson Türkiye (Uşak)'den tanımlanmıştır. Dar bir alandan bilinmesi sebebiyle herbaryumlarda tip örneği dışında toplanmış örnek

bulunmamaktadır. Bu çalışma süresince tip lokalitesi ve yakın yerlerden toplanmıştır. Neslini devam ettirebilmesi bakımından da herhangi bir tehitle karşı karşıya olmadığı gözlenmiştir.

12. *Pyrus kotschyana* Boiss. ex Decne, Jard. Fruit. 1: t. 18, 1859. Şekil 3.8.28 ve 3.8.29.

Baziyonim: *Pyrus kotschyana* Boiss. ex Decne, Jard. Fruit. 1: t. 18, 1859.

Holotip: Türkiye. Mush (Muş), ad radices australis Bimboell (Bingöl) montis ad Gumgum (Gümgüm) in districtu Wardo (Varto). Arbor frequens ad Pgum Koweg, 1500 m, 16. 8. 1859, *Kotschy* 533 (LE!, isotip K foto!, BM, S foto!).

= *Pyrus elaeagrifolia* Pallas var. *kotschyana* (Boiss.) Boiss. in Fl. Or. 2: 654, 1872.

= *P. elaeagrifolia* Pallas subsp. *kotschyana* (Boiss.) Browicz, Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 4: 160-168, 1972. **syn. nov.**

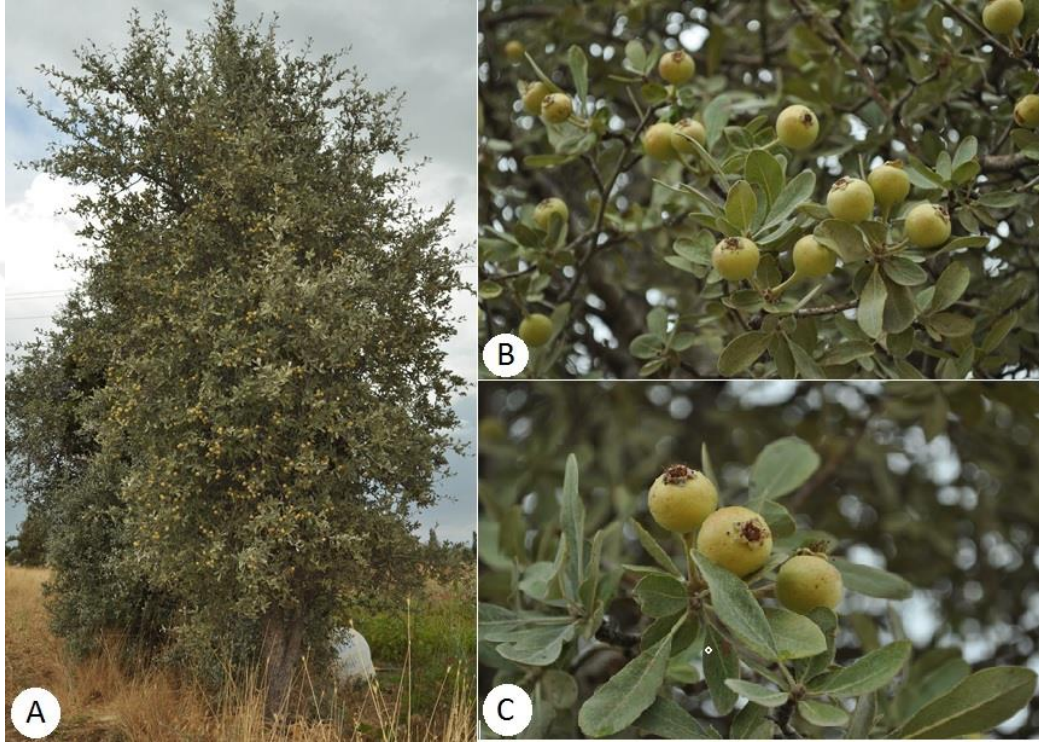
Ağaç, 6–12 m, dikensiz nadiren dikenli; genç sürgün yoğun beyaz tüylü. Yaprak ayası eliptik ya da dar ters yumurtamsı, 3–5 × 1.5–2.5 cm, iki yüzeyde yoğun beyazımsı yünsü tüylü, tabanda dar kamamsı, kayıcı ya da ± kayıcı, tepesi genellikle küt nadiren sivriye yakın, çoğunlukla mukrolu, kenar düz, belirsiz undulalı; yaprak sapı 1.5–4 cm, yoğun beyazımsı tüylü. Çiçekdurumu pürçeksi, 8–15 çiçekli. Çiçek 15–30 mm çapında; çiçek sapı 1–3.5 cm, yoğun kısa tüylü. Hipantiyum fincansı, dış yüzey yoğun kısa tüylü. Brakte mızrakı, 4–7 × 1 mm, kahverengi tüylü. Sepal üçgensel, 5–7 × 2–3 mm, her iki yüzeyde yoğun tüylü. Petal ters yumurtamsı ya da yumurtamsı, 6–12 × 5–8 mm. Stamen 15-20 (-25). Stilus 2-4, ortaya kadar yoğun kısa tüylü. Meyve 2–5, 1.2–2 × 1.5–2.5 cm, sarımsı, küremsi ya da ± küremsi; meyve sapı 0.8–2 cm. Tohum yumurtamsı, 5–8 × 3–5 mm, kahverengi, belirgin diyametrik hücreler mukrolu ya da mukrolu ve çizgili. Polen küremsi, trikolporat, kalın çizgili dar vadili, küçük delikli. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.

Yayılış: Türkiye. Endemik (Şekil 3.8.30).

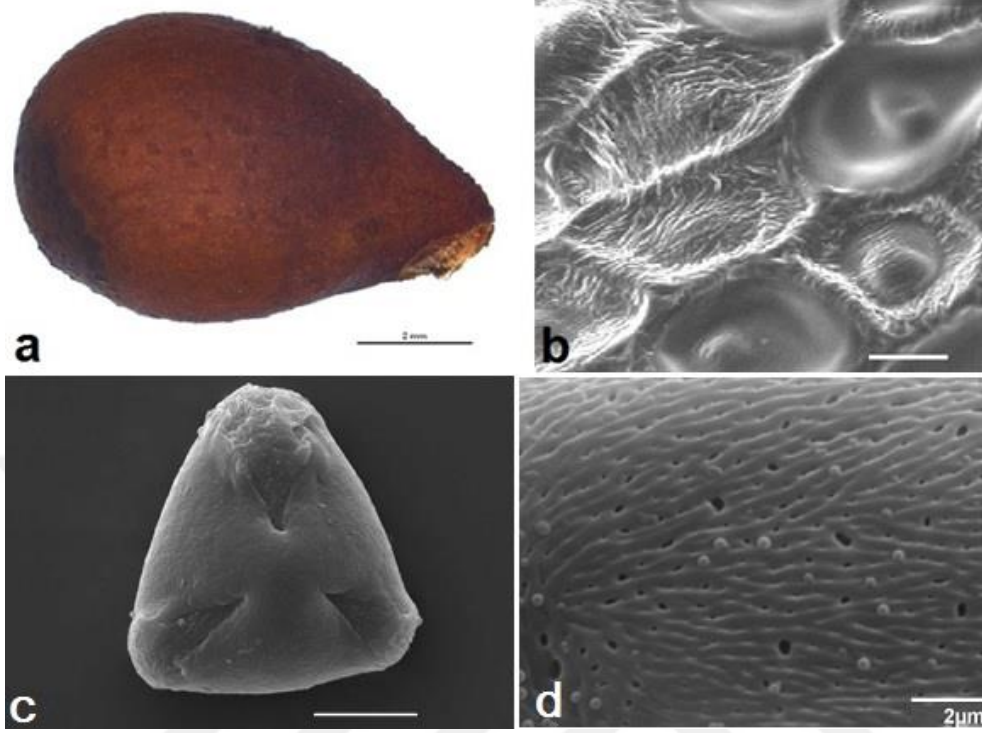
Ekoloji: Açık orman birliğı, kurak alanlar, 900-1900 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Haziran-Eylöl.

Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a.



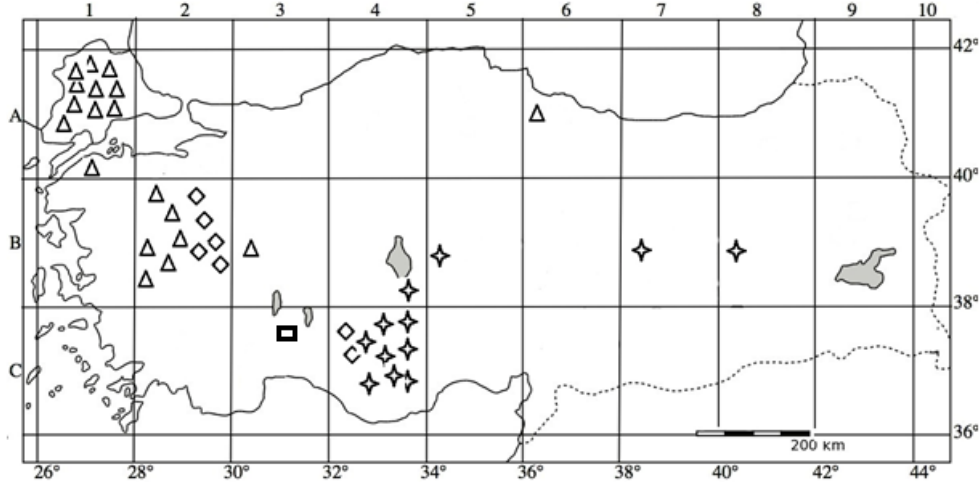
Şekil 3.8.28. *Pyrus kotschyana* görünüm ve morfolojik özellikleri (ZUG 148): A- genel görünüş; B-C- yaprak ve meyve. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.29. *Pyrus kotschyana* tohum ve polen özellikleri: a- tohumun genel görünüşü; b- yüzey hücreleri (ZUG 147), c- trikolporat polen; d- polen yüzeyi (Ölçek= 10 µm).

İncelenen örnekler

Türkiye B5 Kayseri, Develi Köyü etrafı, 1300 m, 25.8.1965, *M. Awishai s.n.* (HUJ No. 94!); B7 Erzincan, Kemaliye, Kabataş Köyü, 1912 m, 25.9.2006, *S. Yüzbaşıoğlu* 2849 (KNYA!); B8 Muş: Çaylar'dan Karlıova'ya 8. km, 1850 m, *D.* 46140 (E foto!); C4 Konya: Beyşehir, Derebucak Yolu, Beyşehir'den Derebucak'a 3. km, 37°39'045"K, 031°40'895"D, 1130 m, 22.9.2011, ZUG 148-AAD; Bozkır, Bozkır-Akseki yol ayrımı çevresi, 37°12'602"K, 032°11'154"D, 1360 m, 23.9.2011, ZUG 158-AAD; ibid. ZUG 160-AAD; ibid. ZUG 161-AAD; Bozkır, Yalnızca Köyü'nden Hadim'e 500 m, 37°09'075"K, 032°15'462"D, 1495 m, 23.9.2011, ZUG 163-AAD; ibid. ZUG 164-AAD; Bozkır, Harmanpınar Köyü'nden Seydişehir'e 1. km, 37°14'573"K, 032°09'777"D, 1208 m, 23.9.2011, ZUG 170-AAD; Beyşehir çevresi, 17.8.1959, *M. & D. Zohary s.n.* (HUJ No 21!).



Şekil 3.8.30. *Pyrus turcicus*, *P. bulgarica*, *P. anatolica* ve *P. kotschyana* Türkiye yayılışı. *Pyrus turcicus* (■), *P. bulgarica* (Δ); *P. anatolica* (◇) ve *P. kotschyana* (☆).

P. kotschyana, ilk olarak Boissier tarafından 1859 yılında Türkiye'nin doğusundan toplanarak yayınlanmıştır. Daha sonra Browicz [1] Türkiye Florası'na bu taksonu alttür seviyesinde yazmıştır. Bu taksonla ilgili en önemli problem araziden sınırlı sayıda toplanmış olmasıdır. Bu nedenle taksonun sahip olduğu tüm morfolojik özellikler incelenememiştir. Taksona ait tip örneğinin incelenmesi popülasyonların doğru tanımlanması açısından çok önemli olmuştur. Dikensiz olması ve beyazımsı yoğun kısa tüy taşımasıyla *P. elaeagrifolia* altında yer alan bu takson literatürün aksine dikenli bir örnektir ve eliptik yaprak şekli, yoğun beyazımsı kısa tüyü ve daha kısa meyve sapı ile tipik bir taksondur. Bunlar *P. elaeagrifolia* taksonundan tür seviyesinde farklılık gösteren özelliklerdir (Çizelge 3.8.1). Bu nedenle cins içerisinde daha önce olduğu gibi tür seviyesinde tutulmasına karar verilmiştir.

Çizelge 3.8. 1. *Pyrus kotschyana* ve *P. elaeagrifolia*'nin morfolojik karşılaştırması.

	<i>P. kotschayana</i>	<i>P. elaeagrifolia</i>
Yaprak biçimi	Eliptik ya da dar ters yumurta	Dar eliptik ya da ovattan oblonga kadar şekilli
Tüy örtüsü	Yoğun beyaz kısa tüylü	Yoğun kısa tüylü
Meyve eni	1.5–2.5 cm	2–3.5 cm
Meyve sapı	0.8–2 cm	3–5 cm

Arazi çalışmaları ve herbaryum örneklerinin bir araya getirilmesiyle Türkiye'nin iç kesimlerinde ve doğusunda yayılış gösteren populasyonun sınırları tespit edilmiştir. Özellikle Konya ve civarında sıklıkla yayılış gösteren sağlıklı bireyler bulunmuştur. Yine ülkemizden tanımlanan ve endemik olan bu türün tehdit baskısı altında olmadığı ve günümüzde de sağlıklı bireylere sahip olduğu görülmüştür.

13. *Pyrus georgica* Kuth., Zametki Sist. Geogr. Rast. 8: 13. Not. Syst. (Tbilisi), 1939. Şekil 3.8.31, 3.8.32 ve 3.8.33.

Tip: Gürcistan. Borshomi, p.p. Likani, 5.1.1937, *Kuthatheladze* s.n., (lektotip TBI 1025832!, paratip TBI!).

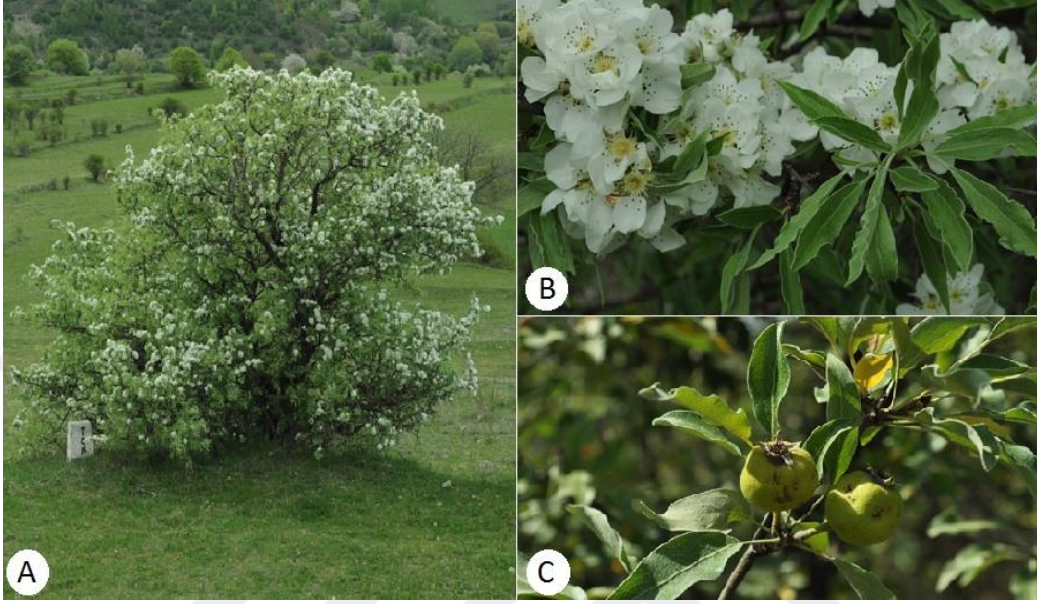
Ağaç, nadiren çalı, 3–9 m, taç yapısı küresel, dikenli; genç sürgünler grimsi kısa yoğun tüylü. Yaprak ayası eliptik ya da genişçe eliptik, (3-) 6–9 × 1.5–3 cm, çiçekte iki yüzeyde grimsi yoğun tüylü, olgunlukta daha seyrek tüylü, tabanda kamamsı, kayıcı, tepesi genellikle aniden sivrileşmekte, kenarı çoğunlukla düz nadiren dişli, belirgin undulalı; yaprak sapı 1.5–3 (-4.5) cm, yoğun kısa tüylü. Çiçekdurumu pürçeksi, 4-10 çiçekli. Çiçek 20–30 mm çapında; çiçek sapı 12–13.5 cm, yoğun tüylü. Sepal üçgensel, uçta sivri, geriye yatık, dış yüzey grimsi yoğun tüylü, 3–5 × 1–2 mm, meyvede kalıcı. Petal yumurtamsıdan genişçe yumurtamsıya kadar şekilli, 12–14 × 7–10 mm, tepesi küt nadiren emerginat. Stamen 15-20 (-25). Stilus 3-4, taban kısa tüylü. Hipantiyum fincansı, dışta yoğun kısa tüylü. Brakte mızraklı, 5–10 mm × 1.5–2.5 mm, sarımsı uzun tüylü. Meyve 1-2, küresel nadiren armutsu, yeşil, sarımsı ya da kahverengi, 1.5–2 × 2.5–3.5 cm, hafif sulu; meyve sapı 1–3 cm, ± kalın. Tohum yumurtamsı, 6–7 × 4–5 mm, koyu kahverengi, yüzey hücreli düzensiz izodiyametrik, mukrolu veya düz. Polen basık küresel, trikolporat az sayıda tetraolporat, yüzey süslenmesi kısa çizgili, geniş vadili, büyük delikli. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.

Yayılış: Türkiye (Şekil 3.8.40), Gürcistan, Azerbaycan ve Ermenistan.

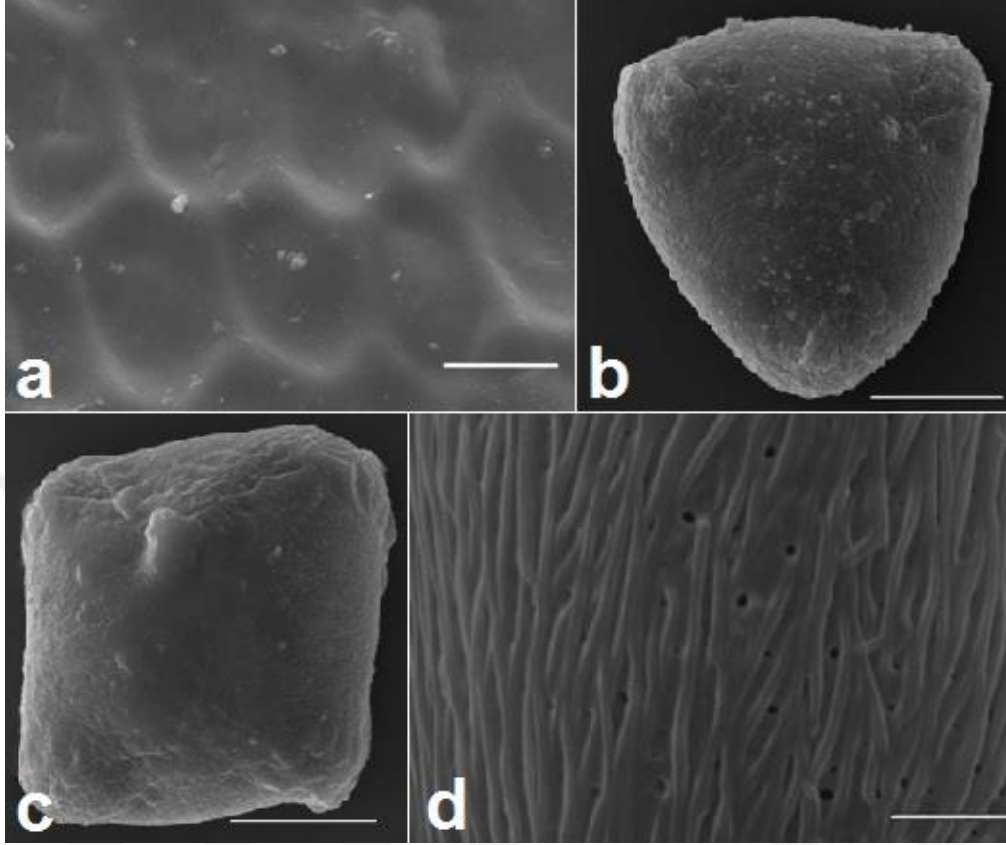
Ekoloji: Kurak açıklıklar, nadiren orman ve tarım arazilerinin kenarı, 800-1500 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Ekim.

Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a.



Şekil 3.8.31. *Pyrus georgica* görünüm ve morfolojik özellikleri: A- genel görünüş; B- ayrıntılı çiçek (AAD 18499); C- ayrıntılı yaprak ve meyve (ZUG 391). (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.32. *Pyrus georgica* tohum ve polen özellikleri: a- tohum yüzey hücreleri (ZUG 376) (Ölçek= 20 µm); b- trikolporat polen; c- tetralporat polen (Ölçek= 10 µm); d- yüzey süslenmesi (AAD 18499), (Ölçek= 2 µm).

İncelenen örnekler

Türkiye A9 Ardahan, Posof, Türközü'nden Eminbey Köyü'ne 0,6. km, yol kenarı. 41°33'430"K, 042°34'764"D, 1497 m, 31.5.2012, ZUG 305-AAD; ibid. 3.6.2013, AAD 18499; Posof, Posof-Türközü yol ayrımından Türközü'ne 12,6. km, 41°34'578" K, 042°48'516"D, 1315 m, 31. 5. 2012, ZUG 307-AAD.

Azerbaycan Bakü, Tixli Kentinden çıkış, Altıağaç Milli Parkı, 40°55'063"K, 049°01'20"D, 532 m, 14.9.2015, ZUG 576-AAD-P. *Garakhani*; ibid. ZUG 577 AAD-P. *Garakhani*.

Gürcistan Tiflis: Sagarejo, Gaze Kakheti, Khasmi Köyü, Davidgazeji, 41°44'825"K, 045°12'657"D, 844 m, 9.8.2012, ZUG 376-AAD-N. *Lachashrili*.

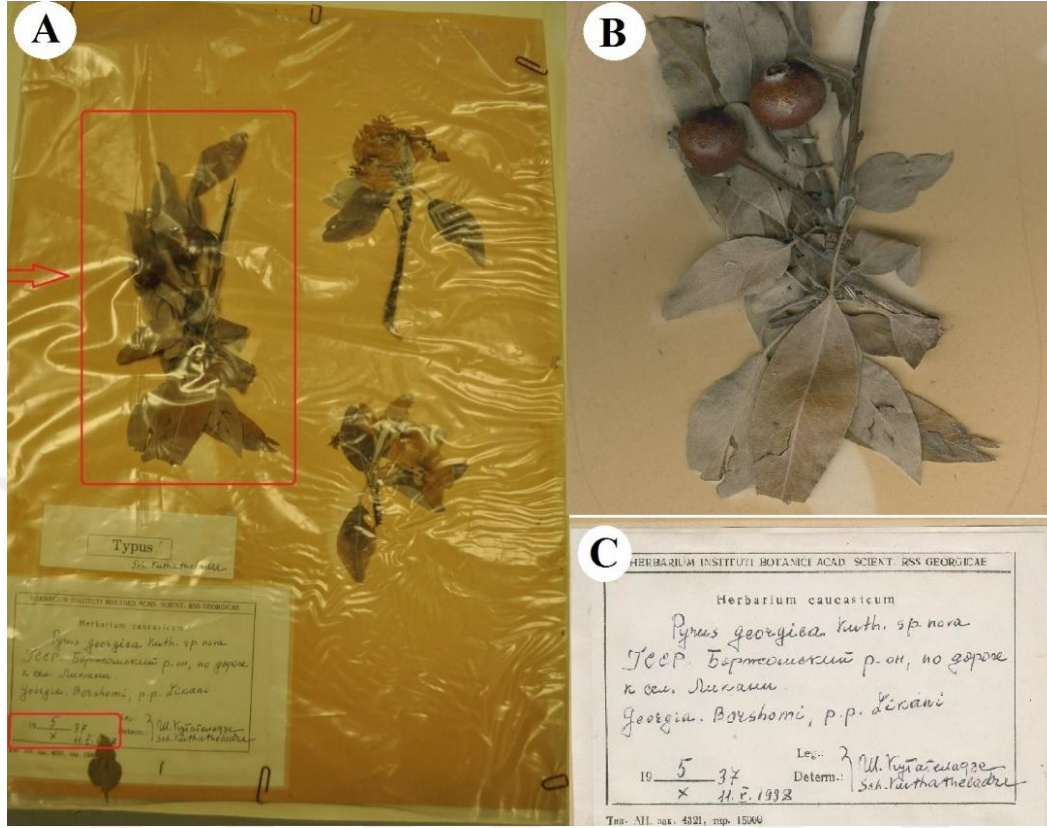
Gürcistan'dan tanımlanan bu taksonun Türkiye'deki varlığı ilk kez bu çalışmada ortaya çıkmıştır. Morfolojik olarak *P. elaeagrifolia* türüne yakındır ancak belirgin farklılıklar içerir (Çizelge 3.8.2). Meyve sapı bu iki takson arasındaki en önemli farklılardan birisidir.

Bu taksona ait bireyler Türkiye'nin yanı sıra Gürcistan'a yapılan arazi çalışmaları sırasında da toplanmıştır. Türkiye ve Gürcistan'daki lokaliteleri arasındaki uzaklık çok fazla olmasına rağmen habitat çok benzerdir. Bu nedenle gelecekte bu taksonun ülkemizdeki varlığını devam ettirmesi ve yayılış alanını genişletmesi mümkündür.

Çizelge 3.8. 2. *Pyrus georgica* ve *P. elaeagrifolia*'nın morfolojik karşılaştırılması.

	<i>P. georgica</i>	<i>P. elaeagrifolia</i>
Yaprak ucu	Aniden sivri	Küt ya da sivri
Yaprak tüyü	Alt yüzeyde yoğun kısa tüylü, üst yüzey seyrek tüylü	Her iki yüzeyde yoğun kısa tüylü
Yaprak kenarı	Undulalı	Düz
Meyve sapı (cm)	2-3 (-4)	3-5

Bu taksonla ilgili adlandırma bakımından tez kapsamında bazı düzenlemeler yapılmıştır. Kuthatheladze (1947), türü tanımlarken ayrıntılı bir betim vermiş ve sintipleri temsilen iki farklı örneği göstermiştir. Tip örneğine ait herbaryum kartonuna ise bu iki örneğide yapıştırarak, sadece toplama tarihlerini yazmıştır (Şekil 3.8.33). Adlandırma kuralları [85] göz önünde bulundurularak (Madde 8.2, 9.14), örneğin tek bir tiple temsil edilmesini ve herbaryum kartonunda yalnızca tipe ait materyal bulunmasını sağlamak amacıyla tipifikasyon çalışması yapılmıştır (basımda). Sonuçta TBI herbaryumunda korunan meyveli döneme ait örnek, teşhiste daha fazla yardımcı olduğundan lektotip olarak seçilmiştir.



Şekil 3.8.33. *Pyrus georgica* holotip: A- meyve ve çiçek bulunduran holotip; B- meyvenin ayrıntılı görünümü; C- iki farklı toplama tarihi yazılı holotip etiketi.

14. *Pyrus salicifolia* Pall., Reise iii. 734, t.N, f. 3A, B. 1773. Şekil 3.8.34 ve 3.8.35.

Tip. Ciscaucasia, between the Kura and Terek rivers, 'Dubki' hills near the Chervlenaya railroad station (LE!).

= *Pyrus argyrophylla* Diap., Notizbl. Bot. Gart. Berlin 11: 884 (1993). = *P. salicifolia* Pall. var. *serrulata* Browicz, Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 31(2): 323. 1972, **syn. nov.** Tip. C10 Hakkari: Bacirge, 1700-1800 m, (Holotip E foto!, K foto!).

Ağaç, 5–10 metre, nadiren çalı, dikenli; genç sürgün beyazımsı yoğun tüylü. Yaprak ayası dar mızraksı, 4–6 × (0.5-) 1–1.2 cm, üst yüzey beyazımsı tüylü, nadiren olgunlukta dökülücü, alt yüzey yoğun ± yatık, beyazımsı tüylü, tabanda dar kamamsı, kayıcı, tepesi küte yakın ya da sivri, mukrolu, kenar düz nadiren siyah salgılı; yaprak sapı 1–2 cm, kısa tüylü. Çiçekdurumu pürçeksi, 6-12 çiçekli. Brakte

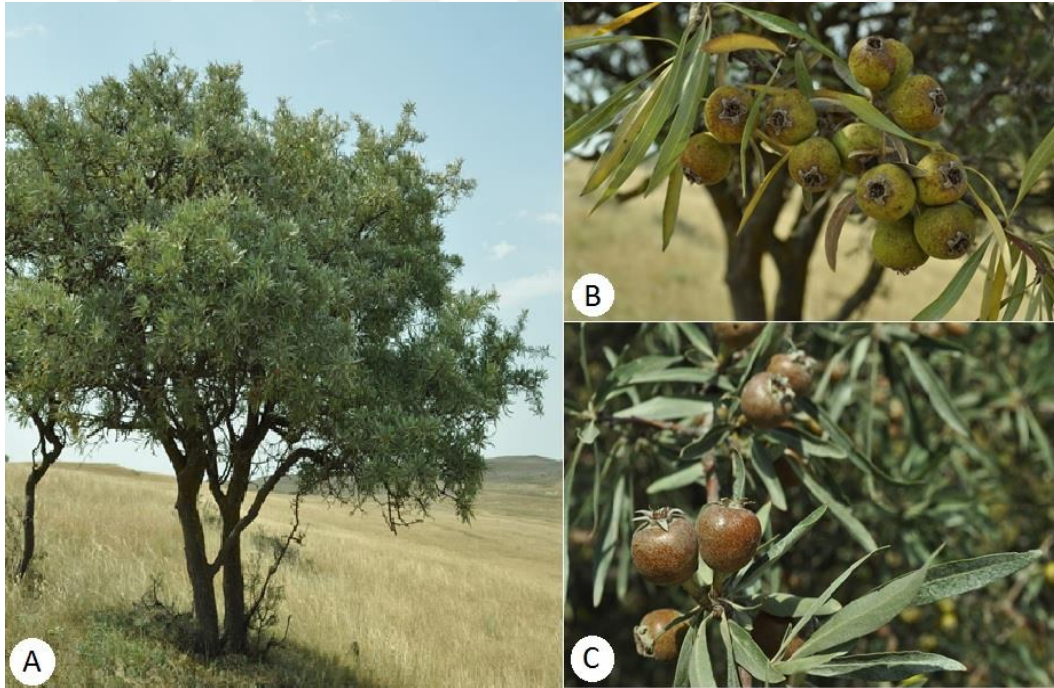
dar mızraksı, 10–12 × 1 mm, yoğun yatık kahverengi tüylü. Çiçek 15–25 mm çapında; çiçek sapı 1–2 (-3) cm. Hipantiyum dar fincansı, yoğun tüylü. Sepal dar üçgensel, 5–7 × 2–3 mm, yoğun tüylü, tepede mukrolu. Petal yumurtamsı, 8–10 × 5–6 mm, meyvede kalıcı. Stamen 18-22. Stilus 3-5, tabanda kısa tüylü. Meyve 1-3, küremsi, küremsiye yakın, nadiren armutsu, 1.5–2 × 1.5–2 cm, sarı; meyve sapı kısa, (0.5-) 1–1.5 (-2) cm, ± kalın. Tohum yumurtamsı, 4–6 × 3–5 cm, yüzey hücreli mukrolu, düz veya çizgili. Polen küremsi, trikolporat, kısa çizgili, geniş vadili, küçük delikli. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.

Yayılış: Dar yayılışlı. Türkiye'nin doğusu (Şekil 3.8.40), kuzey Kafkaslar, Ermenistan, İran.

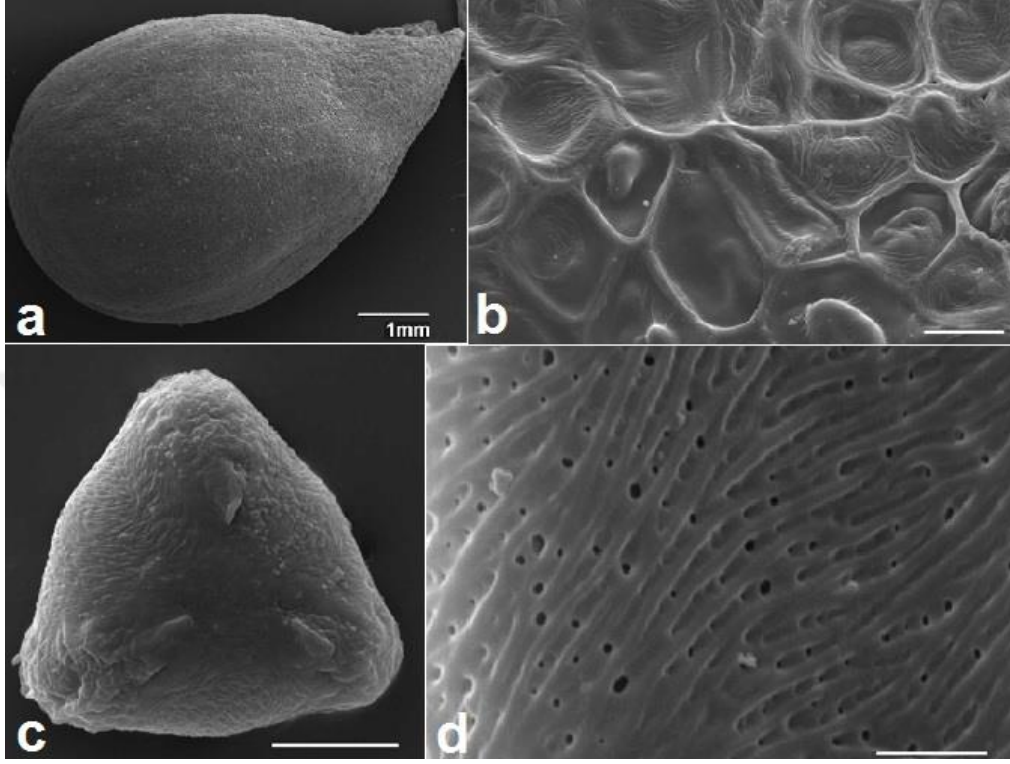
Ekoloji: Bozkır açıklığı, bozuk orman kenarı, yüksek dağ yamacı, 800-1900 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Ekim.

Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a.



Şekil 3.8.34. *Pyrus salicifolia* görünüm ve morfolojik özellikleri: A- genel görünüş; B- Türkiye'den toplanan örnekte meyve ve yaprak (AAD 18809); C- Gürcistan'dan toplanan örnekte meyve ve yaprak (ZUG 374). (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.35. *Pyrus salicifolia* tohum ve polen özellikleri: a- tohumun genel görünüşü; b- yüzey hücreleri (AAD 18809), (Ölçek b-c= 10 µm); c- trikolporat polen; d- yüzey süslenmesi (ZUG 313), (Ölçek= 2 µm).

İncelenen örnekler

Türkiye A8 Ağrı: Cumaçay'dan Ağrı'ya 6. km, 40°05'045"K, 43°16'747"D, 1797 m, killi yamaçlar, 4.10.2013, AAD 18809-K. *Özgişi*; A9 Erzurum: Oltu, Dutlu Köyü'ne 3 km kala, bozkır yamaçlar, 1285 m, 40°37'665"K, 042°05'695"D, 1.7.2002, AAD 11064; Kars: Kağızman, Değirmendere Köyü yol ayrımından Kağızman'a 1,6. km, 40°03'543"K, 042°51'163"D, 1331 m, kayalık yamaçlar, 5.5.2013, AAD 18485; Kağızman'ın yukarısı, bozkır, 40°06'683"K, 043°06'147"D, 1664 m, 5.5.2013, AAD 18497; B10 Kars: Ağrı Dağı'nın kuzeydoğusu, 1900 m, *Davis* 43775 (ISTO 14705!) C10 Hakkari: Bajirge'den Yüksekova'ya 10 km, 1900 m, 18.06.1966 *Davis* s.n. (E foto!).

Azerbaycan Bakü: Xizi yolu, Dizever Kenti, 40°53'622"K, 048°58'232"D, 857 m, 14.9.2015, ZUG 580-AAD-P. *Garakhani*; ibid. ZUG 581; Xizi, Beşparmak Dağları, dağın Hazar'a bakan yamacı, 40°57'215"K, 049°14'041"D, 450 m, 19.9.2015, ZUG 587-AAD; ibid. ZUG 588; ibid. ZUG 589; Goja Bel geçidi, 1800 m, *Rechinger K. H* 5078 (E00408536 foto!).

Gürcistan Tiflis: Sagarejo, Gaze Kakheti, Khasmi, Davidgazejii, 41°44'825"K, 045°12'657"D, 844 m, 9.8.2012, ZUG 374-AAD-N. *Lachashrili*; ZUG 377-AAD-N. *Lachashrili*; ZUG 378-AAD-N. *Lachashrili*; Garici, Udabno, 41°33'503"K, 045°20'555"D, 931 m, 9.8.2012, ZUG 379-AAD-N. *Lachashrili*; ibid. ZUG 380-AAD-N. *Lachashrili*; ibid. ZUG 381-AAD -N. *Lachashrili*; ibid. ZUG 383-AAD-N. *Lachashrili*; Mtzicheta Kilisesi, Schio-gvimii, 41°50'923"K, 044°38'169"D, 474 m, 10.8.2012, ZUG 392-AAD-L. *Jinjolia*; Sagarejo, 19.6.2003, *M. Khutsishvili s.n.* (TBI!).

Ermenistan Megri, 30.6.1929, *A. Schelkovnikov s.n.* (LE!); Artashat, 20.5.1966, *Mulkidzhanian s.n.* (W foto!).

İran Tebriz'in yaklaşık 20 km kuzeydoğusu, 1540 m, 2.7.1965, *A. Danin-U. Plitmann s.n.* (HUJ 651271!).

Bu takson teşhiste sıklıkla *P. elaeagrifolia* türüyle karışmaktadır. Türkiye'de geniş yayılışı olan *P. elaeagrifolia*'nın yaprak morfolojisinin değişkenliği bu karışıklığa sebep olmaktadır. Sıklıkla karıştırılan bu iki takson arasındaki en önemli taksonomik karakter meyve sapıdır. Bu karakter *P. salicifolia*'da çok kısa iken (1–1.5), *P. elaeagrifolia*'da daha uzundur.

Yayılış alanları karşılaştırıldığında ise sadece iki lokaliteden bilinen bu taksonla karşılaşmak oldukça güçtür. Ülkemizdeki yayılışın aksine *P. salicifolia* taksonu Gürcistan ve Azerbaycan'da yoğun biçimde bulunmaktadır. Tez çalışması sırasında ülkemizde sadece iki farklı lokaliteden toplanabilen *P. salicifolia*'ya ait Gürcistan ve Azerbaycan'dan çok sayıda örnek toplanmıştır. Bu örnekler sayesinde takson betimi ve habitat özellikleri daha iyi anlaşılmıştır. Yine yayılış

alanları dikkate alındığında *P. salicifolia* cinsin Kafkaslarda yayılış gösteren ve geniş popülasyonlara sahip tipik bir taksonudur. *P. elaeagrifolia* ise en fazla çeşitliliğe ülkemizde sahip olan ve Kafkaslarda çok nadir bulunan bir taksondur. Bu iki taksonun ortak bulunduğu tek alan ise ülkemizin doğusundaki yüksek dağ kesimleridir.

Ülkemizden, Gürcistan'dan ve Azerbaycan'dan toplanan tüm örnekler incelenmiş ve bazı yaprakların uca doğru testere dişli sahip olduğu görülmüştür. Hatta bu durum aynı ağacın farklı dallarındaki yapraklarında dahi gözlenebilmiştir. Bu sebeple yaprak dişlenmesi karakteri ile ayrı bir varyete olan *P. salicifolia* var. *serrulata* taksonu bu türün altında sinonim yapılmıştır. Aynı bireyde hem düz kenarlı hem testere dişli yaprakların olması popülasyon içindeki varyasyon olarak değerlendirilmiştir.

15. *Pyrus oxyprion* Woronow, Bull. Appl. BoL Pl. Breed. 14(3):86, t.2, 1924-25. Şekil 3.8.36.

Tip. A9 Kars in distr. Kaghyzman (Kağızman) prov. Kars, inter Daghirman (Değirmendere) et Zorab-khan a (Zaraphane), 1913. *G.N. Woronow* s.n. (LE!).

= *Pyrus syriaca* Boiss. var. *oxyprion* Diap. Feddes Repert. XXVI, 1933, 38. = *P. yaltirikii* Browicz, İst Üniv. Orman Fak. Derg. ser. A, 24(2):57, 1974. Şekil 3.8.37.
syn. nov. Tip. B8 Bingöl: Solkan (Solhan), 1200 m, 21 viii 1971, *F. Yaltirik* 14974 (holotip ISTO! Şekil 3.8.35, isotip KOR).

Ağaç, 3–6 m, dikenli; genç sürgün kısa yoğun tüylü. Yaprak ayası mızraksı ya da ters yumurtamsı, genellikle en geniş kısım ortada, (3.5-) 5 (-9) × 1–2 (-2.5) cm, çiçeklenmede her iki yüzeyde yoğun tüylü, olgunlukta tüysüz ya da sadece alt yüzeyde seyrek tüylü, tabanda kamamsı, kayıcı, tepesi sivri, kenar tüm yüzeyde ya da uca doğru testere dişli, belirsiz undulalı; yaprak sapı 0.5–2.5 cm. Çiçekdurumu pürçeksi, 7-15 çiçekli. Çiçek 20–25 mm çapında; çiçek sapı 2–3 cm. Sepal üçgensel, 4–6 × 2–3 mm, tepesi sivri, geriye dönük, dış yüzeyde yoğun tüylü,

meyvede kalıcı. Petal ovat, 8–12 × 6–10 mm. Stamen 15-20. Stilus 3-4. Brakte mızrakı, 5–10 × 1 mm, kahverengi uzun yoğun tüylü. Meyve 1-3, küresel ya da armutsu, (1.5-) 2 × 2.5 cm, kahverengi; meyve sapı 3–4 (-5) cm, ± kalın. Tohum yumurtamsı, 4–7 × 4–5 mm, kahverengi. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.

Yayılış: Dar yayılışlı (Şekil 3.8.40). Türkiye, Azerbaycan ve Ermenistan.

Ekoloji: Bozkır, 900-1500 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Mayıs, meyve: Ağustos-Ekim.

Tehlike kategorisi [110] : CR; B1a.



Şekil 3.8.36. *Pyrus oxyprion* görünüm ve morfolojik özellikleri: *P. oxyprion* (ZUG 297): A- genç sürgün; B-C-D- ayrıntılı meyve ve yaprak. (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.37. *Pyrus oxyprion* ve *P. yaltirikii*: A- *P. yaltirikii* holotip; B-C- *P. oxyprion* tip örneği.

Bu türün taksonomisine ilişkin bu çalışmada yapılan tek değişiklik *Pyrus yaltirikii* türünün yeni sinonim olarak taksonun altında yer almasıdır. Sinonim olan bu takson Browicz [1] tarafından yayınlanmış ve sadece tip lokalitesinden bilinmektedir. Ancak tip lokalitesi olan Değirmendere-Zaraphane arasında her iki-üç kilometrede bir durularak yapılan ayrıntılı arazi çalışmasına rağmen bulunamamıştır. *P. oxyprion* ise morfolojik olarak bu taksona en yakın tür olarak gösterilmiştir [1]. Bu tür, Türkiye’de dar bir alandan bilinen sınırlı sayıda bireye sahiptir ve sadece tek bir lokaliteden toplanabilmiştir. Buna rağmen Kafkaslarda daha geniş yayılışa sahiptir ve hem tip örneği hemde farklı alanlardan toplanan örnekler LE ve BAK herbaryumlarında incelenmiştir.

Her iki taksona ait tip örnekleriyle (Şekil 3.8.37) yapılan incelemeler sonunda yaprak dişlenmesi dışında morfolojik farklılık gözlenmemiştir. Yaprak dişlenmesi ise *P. oxyprion*’a ait aynı birey de dahi farklılık gösterebilmektedir. Bu sebeple *P. yaltirikii*, *P. oxyprion* altında sinonim yapılmıştır.

İncelenen örnekler

Türkiye A9 Kars: Kağızman'dan Kars'a çıkış, Aras vadisi yakınları, 40°10'815"K, 043°08'557"D, 1195 m, 30.5.2012, ZUG 295-AAD; ibid. ZUG 297-AAD; ibid. ZUG 298-AAD; Erzurum: Tortum, Aksu Köyü aşağısı, bahçe kenarı, 1684 m, 40°24'10"K, 041°33'12"D, 17.10.2014, AAD 19326.

Azerbaycan Nahçıvan, *Prilipka* s.n. (LE!).

16. *Pyrus demetrii* Kuth., Zаметки Sist. Geogr. Rast. 13: 25. 1947; Not. Syst. (Tbilisi). Şekil 3.8.38 ve 3.8.39.

Tip: Gürcistan. Gare-Kakhethia, 25.10.1938, *Kuthatheladze* s.n., (lektotip TBI 1025828!; isolektotip LE!).

= *Pyrus georgica* Kuth. var. *glabra* Kuth., Notulae Systematicae geographicae Instituti Botanici Tphilisiensis, Fasc. 8, 16, 1939.

Ağaç, 8 metreye kadar boylu, dikenli; genç sürgün tüysüz, kırmızımsı. Yaprak ayası genişçe mızraksı ya da ters yumurtamsı, 3–4 (-6) × 1.5–2 cm, çiçekli dönemde her iki yüzeyde tüylü, olgunlukta üst yüzey tüysüz, alt yüzey seyrek kısa tüylü, tabanda kamamsı, kayıcı, tepede sivri, mukrolu, kenar belirgin dişli ya da ± dişli, ± undulalı; yaprak sapı 1.5–2 cm. Çiçekdurumu pürçeksi, 4-10 çiçekli. Çiçek 15–20 mm çapında; çiçek sapı 2 (-3.5) cm, yoğun tüylü. Hipantiyum dar fincansı, dış yüzeyde kısa tüylü. Sepal dar üçgensel, 3–5 × 1–2 mm, tepede sivri, geriye dönük, dışta yoğun kısa tüylü, meyvede kalıcı. Petal ters yumurtamsı ya da genişçe yumurtamsı, 10–12 × 6–8 mm. Stamen 18-25. Stilus 2-4, tabanda yoğun tüylü. Brakte mızraksı, (5-) 8 × 1 mm, kahverengimsi uzun tüylü. Meyve 2-3, küremsi ya da küremsiye yakın, 1.2–1.5 × 1.5–2 cm, sarı, beyaz lentiselli; meyve sapı kısa, 0.5–1 cm, ± kalın. Tohum yumurtamsı, 3–6 × 2–4 mm, açık veya koyu kahverengi, yüzey hücreleri genellikle yuvarlak ya da diametrik, çөгerleri belirgin kalın, orta kısım ± şişkin. Kromozom sayısı: Bilinmiyor.

Yayılış: Dar yayılışlı (Şekil 3.8.40), Türkiye, Gürcistan ve Ermenistan.

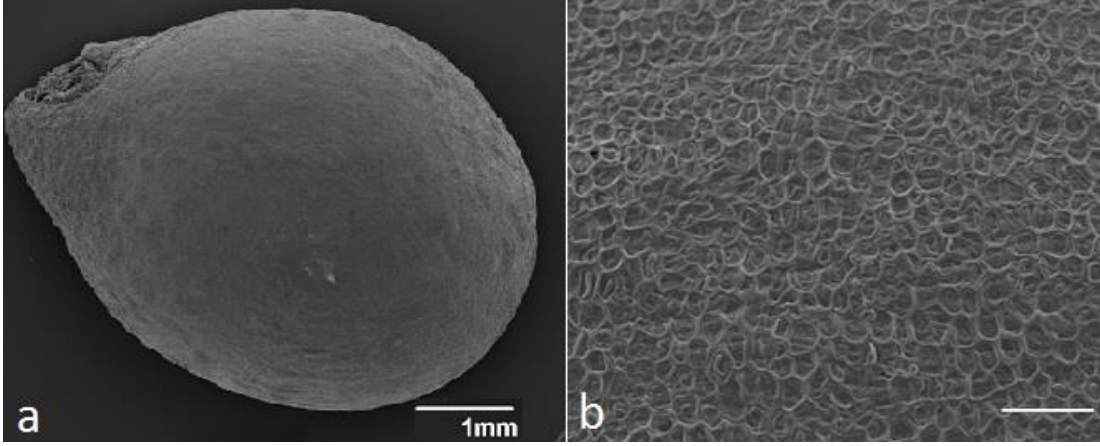
Ekoloji: Bozkır, orman açıklıkları, 700-1200 m.

Fenoloji: Çiçeklenme: Nisan-Haziran, meyve: Ağustos-Kasım.

Tehlike kategorisi [110] : EN; B1a.



Şekil 3.8.38. *Pyrus demetree* görünüm ve morfolojik özellikleri: A-B- Gürcistan'dan toplanan örnekte meyve ve yaprak (ZUG 373); C-D- Türkiye'den toplanan örnekte meyve ve yaprak (AAD 19237). (A.A. Dönmez tarafından çekildi).



Şekil 3.8.39. *Pyrus demetrii* tohum özellikleri (ZUG 373): a- tohumun genel görünüşü; b- yüzey süslenmesi.

İncelenen örnekler

Türkiye B6 Sivas, Sincan'dan Zara'ya 3.3 km, bozkır, ağaç döken çalılık, 39°28'913''K, 037°55'075''D, 1274 m, 2.10.2014, AAD 19237.

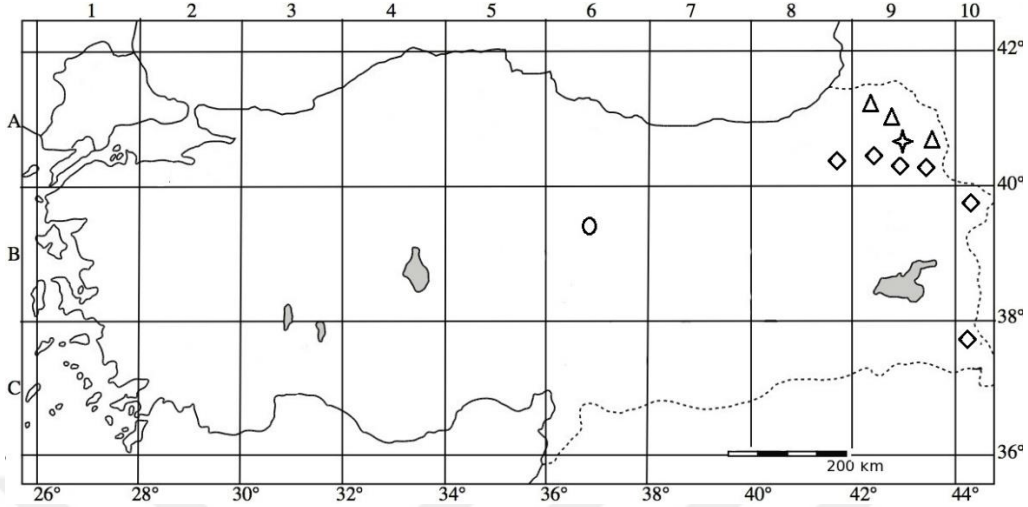
Gürcistan Tiflis: Sagaredzho, Gare-Kakhetia, Khasmi Köyü, Davidgazejii, 41°44'825''K, 045°12'657''D, 844 m, 9.8.2012, ZUG 373-AAD-N. *Lachashrili*.

Ermenistan Daralaghez, 6.9.1936, *Pojarkova s.n.* (LE!); Vayots Dzor etrafı, 21.9.2007, *Tamamyan K., Fayvush G. s.n.* (ERE foto!).

Bu çalışma sırasında Türkiye'den ilk kez toplanan bir diğer takson da *Pyrus demetrii*'dir. Sivas civarından toplanan örnekler Gürcistan'dan tanımlanan ve orada yapılan arazi çalışmalarında toplanan *P. demetrii* olarak teşhis edilmiştir.

Bu tür undulat yapraklarıyla *P. georgica* türüne, kısa meyve sapına sahip olmasıyla ise *P. salicifolia* türüne yakın durmaktadır. Bu iki tür dışında Türkiye *Pyrus* taksonları arasında bu kadar kısa meyve sapına (0.5–1.5 cm) sahip başka takson bulunmamaktadır.

Gürcistan'da yaygın olarak bulunan bu örnek Türkiye'den tek bir lokaliteden toplanabilmiştir. Türkiye'de yayılış gösterdiği habitat ile Gürcistan'daki habitatı son derece benzerdir ancak henüz yaygın biçimde bulunmamaktadır.



Şekil 3.8.40. *Pyrus georgica*, *P. salicifolia*, *P. oxyprion* ve *P. demetrii* Türkiye yayılışı. *P. georgica* (Δ); *P. salicifolia* (◊); *P. oxyprion* (✦); *P. demetrii* (○).

Kuthatheladze (1947), *P. georgica* taksonunda olduğu gibi *P. demetrii* içinde birden fazla örneği tip olarak göstermiştir. Ancak birçok herbaryum örneğinin incelenmesine rağmen sadece tek bir tip örneğine ait bireyler TBI ve LE herbaryumlarında görülebilmektedir. Bahsedilen diğer sintip bulunamamıştır. Bu sebeple tarafımızca yapılan lektotipifikasyon çalışmasıyla TBI herbaryumunda korunan örnek lektotip, diğer örnekte izolektotip olarak atanmıştır (basımda).

3.9. Moleküler Filogeni

3.9.1. Geomik DNA Miktarı ve PZR Başarısı

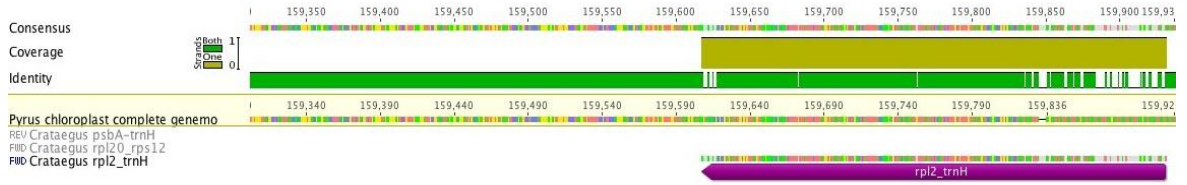
Pyrus taksonlarının yapraklarından elde edilen genomik DNA miktarı 15-93 ng arasında değişmektedir ve birçoğu 15–40 ng arasındadır (Çizelge 3.9.1.1). Genomik DNA miktarı fazla olmamasına karşın PZR için yeterli miktar elde edilmiştir.

Elde edilen genomik DNA'dan kloroplast ve çekirdekte bulunan hedef bölgeler çoğaltılmaya başlamıştır. Genel olarak, bitki mitokondri genomu en yavaş evrim hızına sahipken, kloroplast genom daha hızlı, çekirdek genomu ise en hızlı evrim gücüne sahiptir. İşlevsel bölgeler de, işlevsel olmayan bölgelere göre daha yavaş hıza sahiptir. Bu nedenle kloroplast DNA gen dizileri (Örn. *rbcL*, *atpB*, *matK* ve *ndhF*) genellikle familya ve üst düzeylerde kullanılır. Ancak işlevsel olmayan

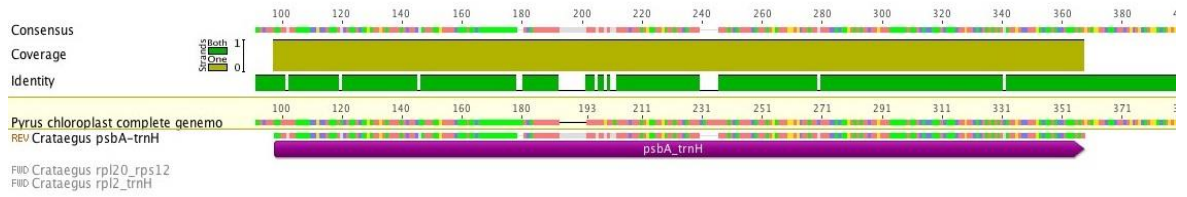
diziler, intronlar (*rpL16*, *trnL*, *trnK*) ya da gen arası bölgeler gibi (*trnL-trnF*, *psbA-trnH*) genellikle daha alt taksonomik basamaklarda kullanılırlar [119]. Bu nedenle tez çalışmasında kloroplastta bulunan *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* gen arası bölgeleri kullanılmıştır. Kloroplast bölgelerine ek olarak çekirdekteki *LFY2intron2* gen bölgesi de kullanılmıştır. Çekirdek bölgesine ait dizinin filogenide kullanılmasının sebeplerinden biri kloroplast DNA'dan bağımsız bir veri elde etmek, diğeri de özellikle düşük taksonomik seviyelerde hızlı evrimleşmeden kaynaklanan güvenilir bilgi sağlamaktır. Bu gen bölgelerinin cinsin genomu üzerinde tahmini olarak hangi baz çiftleri arasında yer aldığı ve yaklaşık baz uzunlukları Şekil 3.9.1.1, 3.9.1.2, 3.9.1.3 ve 3.9.1.4'te gösterilmiştir. Şekiller NCBI'dan indirilen cinse ait tüm sekans verisiyle *Crataegus* L. cinsine ait gen bölgesi verilerinin hizalaması yapılarak Geneious programında oluşturulmuştur.

Çizelge 3.9.1. 1. Moleküler filogeni çalışmasında kullanılan örnekler.

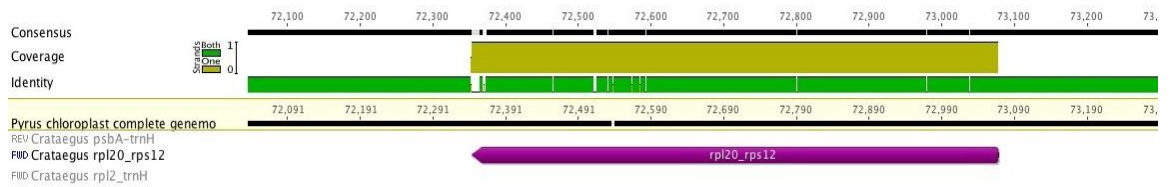
Örnek	DNA miktarı ng/μl	<i>trnH-rp12</i>	<i>psbA-trnH</i>	<i>rpl20-rps12</i>	<i>LFY2intron2</i>
<i>P. cordata</i> subsp. <i>boissieriana</i> -M.Zoh. & D.Zoh. 3092 (Holotip)	38	—	—	—	—
<i>P. cordata</i> subsp. <i>boissieriana</i> -AAD 18206	38	+	+	+	—
<i>P. caucasica</i> -ZUG 389	21	+	+	+	—
<i>P. communis</i> subsp. <i>communis</i> -AAD 18641	21.9	—	+	—	+
<i>P. communis</i> subsp. <i>sativa</i> -AAD 18674	24	—	+	—	+
<i>P. balansae</i> -ZUG 396	24	—	—	+	—
<i>P. elaeagrifolia</i> -ZUG 426	20	+	+	—	—
<i>P. elaeagrifolia</i> -ZUG 101	18	—	+	—	—
<i>P. elaeagrifolia</i> -AAD 18682	34	+	+	+	+
<i>P. bulgarica</i> -ZUG 257	93	+	+	+	—
<i>P. bulgarica</i> -Holotip -Kuth. s.n.	58	—	+	+	—
<i>P. salicifolia</i> -ZUG 379	25	+	+	+	+
<i>P. salicifolia</i> -AAD 18809	30	+	+	—	—
<i>P. salicifolia</i> -ZUG 392	26	—	+	—	—
<i>P. oxyprion</i> -AAD 18817	20	+	+	+	+
<i>P. oxyprion</i> -LE	57	—	—	+	—
<i>P. georgica</i> -ZUG 376	30	+	+	+	+
<i>P. georgica</i> -Sintip Kuth. s.n.	31	+	—	+	—
<i>P. georgica</i> -AAD 18491	15	—	+	+	—
<i>P. anatolica</i> -Zoh. & Zoh. 6315 (Holotip)	57	+	+	—	—
<i>P. anatolica</i> -ZUG 040	25	+	+	+	—
<i>P. syriaca</i> var. <i>syriaca</i> -ZUG 169	18	+	+	+	+
<i>P. syriaca</i> var. <i>syriaca</i> -ZUG 398	22	+	+	+	+
<i>P. syriaca</i> var. <i>microphylla</i> - M.Zoh. & D.Zoh. 2173 (Holotip)	37	—	—	—	—
<i>P. syriaca</i> var. <i>pseudosyriaca</i> -AAD 10324	29	—	+	+	—
<i>P. spinosa</i> -ZUG 318	18	+	+	+	+
<i>P. spinosa</i> -ZUG 416	23	+	+	+	+
<i>P. spinosa</i> -Cons. 13278a	15	—	+	—	+
<i>P. yaltirikii</i> -Yaltirik 14974 (Holotip)	28	—	+	—	—
<i>P. hakkiarica</i> -Davis 45018 (Holotip)	36	—	+	—	—



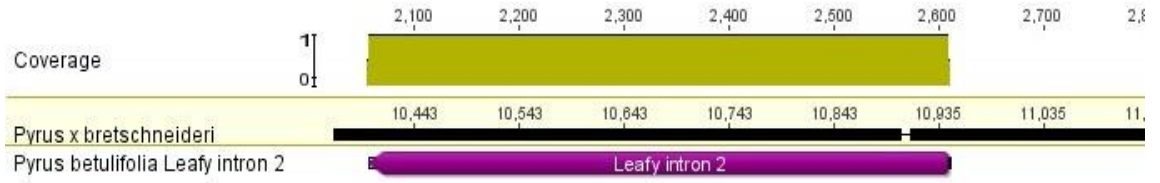
Şekil 3.9.1.1. *trnH-rpl2* gen bölgesine ait şekil. *Pyrus pyrifolia* (Burm.f.) Nakai tüm kloroplast sekansı (AP012207) *Crataegus dahurica* Koehne ex C.K.Schneid *trnH-rpl2* bölgesiyle (EF127179.1) hizalanmıştır.



Şekil 3.9.1.2. *psbA-trnH* gen bölgesine ait şekil. *Pyrus pyrifolia* (Burm.f.) Nakai tüm kloroplast sekansı (AP012207) *Crataegus pentagyna* Waldst. & Kit. ex Willd. *psbA-trnH* bölgesi ile (EU6827702.1) hizalanmıştır.

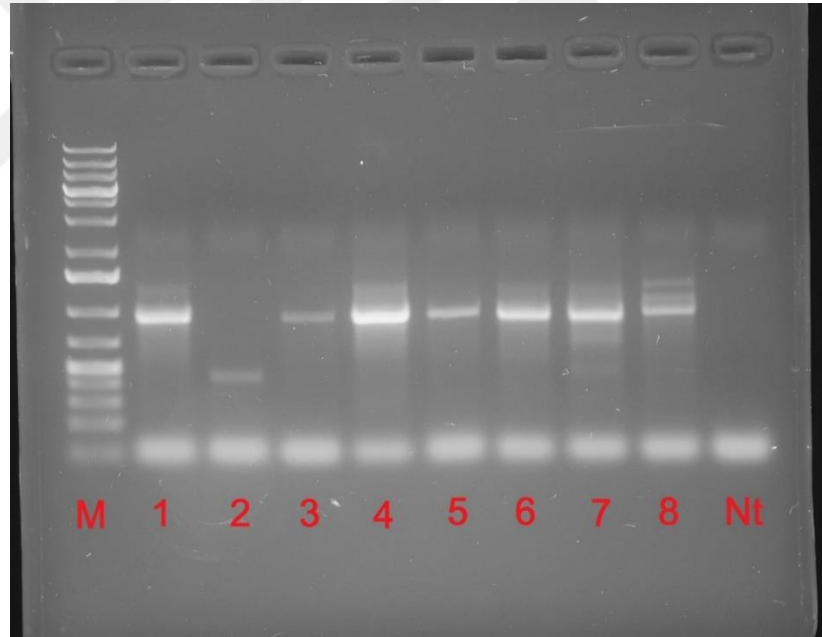


Şekil 3.9.1.3. *rpl20-rps12* gen bölgesi. *Pyrus pyrifolia* (Burm.f.) Nakai tüm kloroplast sekansı (AP012207) *Crataegus × killinica* K.I.Chr. *rpl20-rps12* (EU500340.1) bölgesiyle hizalanmıştır.



Şekil 3.9.1.4. *Pyrus x bretschneideri* Rehder ait tüm genom sekansından alınan *Leafy* bölgesi *Pyrus betulifolia* Asch. & Graebn. *LFY2intron2* bölgesiyle hizalanmıştır.

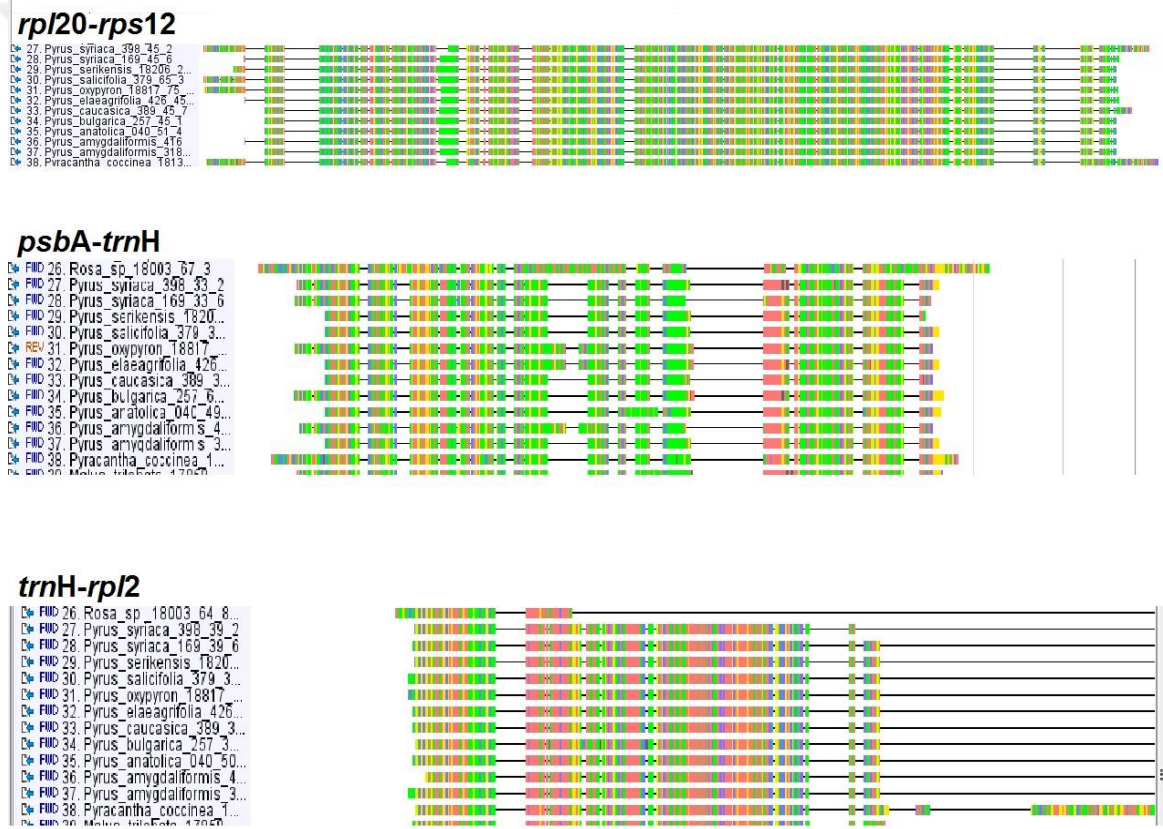
Bazı örneklerde PZR reaksiyonu başarı ile gerçekleşirken bazılarında ise hedef bölgeler çoğaltılamamıştır (Çizelge 3.9.1.1). Reaksiyon sonrasında oluşan ürünler agaroz jelde kontrol edilmiştir (Şekil 3.9.1.5).



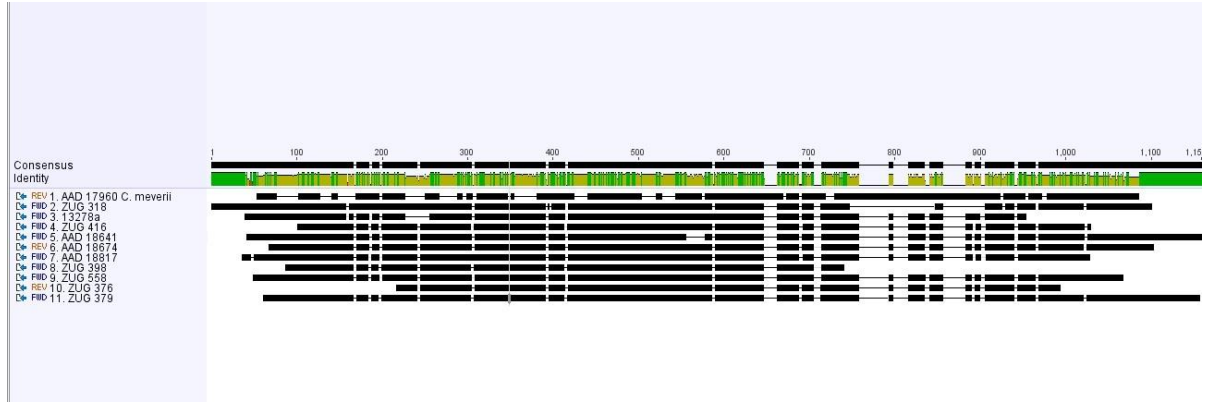
Şekil 3.9.1.5. PZR ürünlerinin yürütüldüğü *LFY2intron2* bölgesine ait jel görüntüsü (M: 1 kb DNA ladder, 1: *P. salicifolia*-AAD 18809; 2: *P. syriaca* var. *pseudosyriaca*-AAD 10324; 3: *P. salicifolia*-ZUG 379; 4: *P. oxyprion*-AAD 18817; 5: *P. syriaca* var. *syriaca*-ZUG 169; 6: *P. spinosa*-13278a; 7: *P. balansae*-ZUG 396; 8: *P. caucasica*-ZUG 389; Nt: Negatif kontrol).

3.9.2. DNA Dizilimlerinin Hizalanması

Dizileme işlemi sonucunda çoğaltılan gen bölgelerine ait dizilimler ham veri olarak alındı. Her bir çalışılan örneğe ait ileri ve geri dizilimi içeren bu veriler öncelikle 'De Nova Assemble' özelliği kullanılarak birleştirildi. İleri ve geri dizilimi birleştirilen örneklerin hergen bölgesi için toplu hizalama işlemine geçildi. Öncelikle üç kloroplast bölgesi ayrı ayrı hizalandı (Şekil 3.9.2.1) daha sonra *LFY2intron2* bölgesi dizimleri çoklu hizalama kullanılarak birleştirildi (Şekil 3.9.2.2).

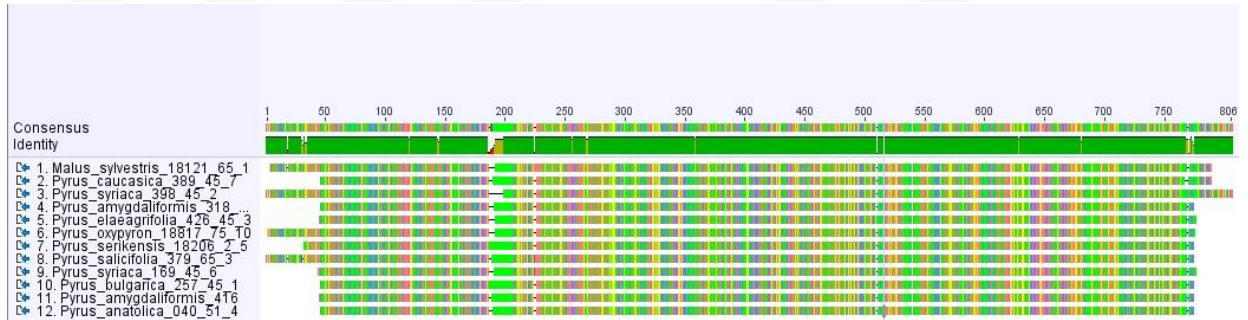


Şekil 3.9.2.1. *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* bölgelerine ait Geneious programında Muscle yöntemine göre çoklu hizalaması yapılmış örnekler.



Şekil 3.9.2.2. *LFY2intron2* bölgesine ait Geneious programında Muscle yöntemine göre çoklu hizalaması yapılmış örnekler.

Kloroplast bölgeleri ayrı ayrı hizalanmasına rağmen analizlerde her üç bölgeye ait dizi birleştirilerek kullanılmıştır. Analiz terminolojisinde ‘concatenate alignment’ olarak bilinen bu işlemle daha fazla sayıda hizalanmış DNA verisi elde etmemizi sağlamıştır (Şekil 3.9.2.3).



Şekil 3.9.2.3. *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* dizimlerinin birleştirilmiş görüntüsü.

Tüm bu işlem basamakları Geneious analiz programında otomatik olarak yapıldıktan sonra hizalanmış dosyalar uygun dosya formatlarında filogenetik analiz programlarına yüklenmiştir.

3.9.3. Analiz Sonuçları

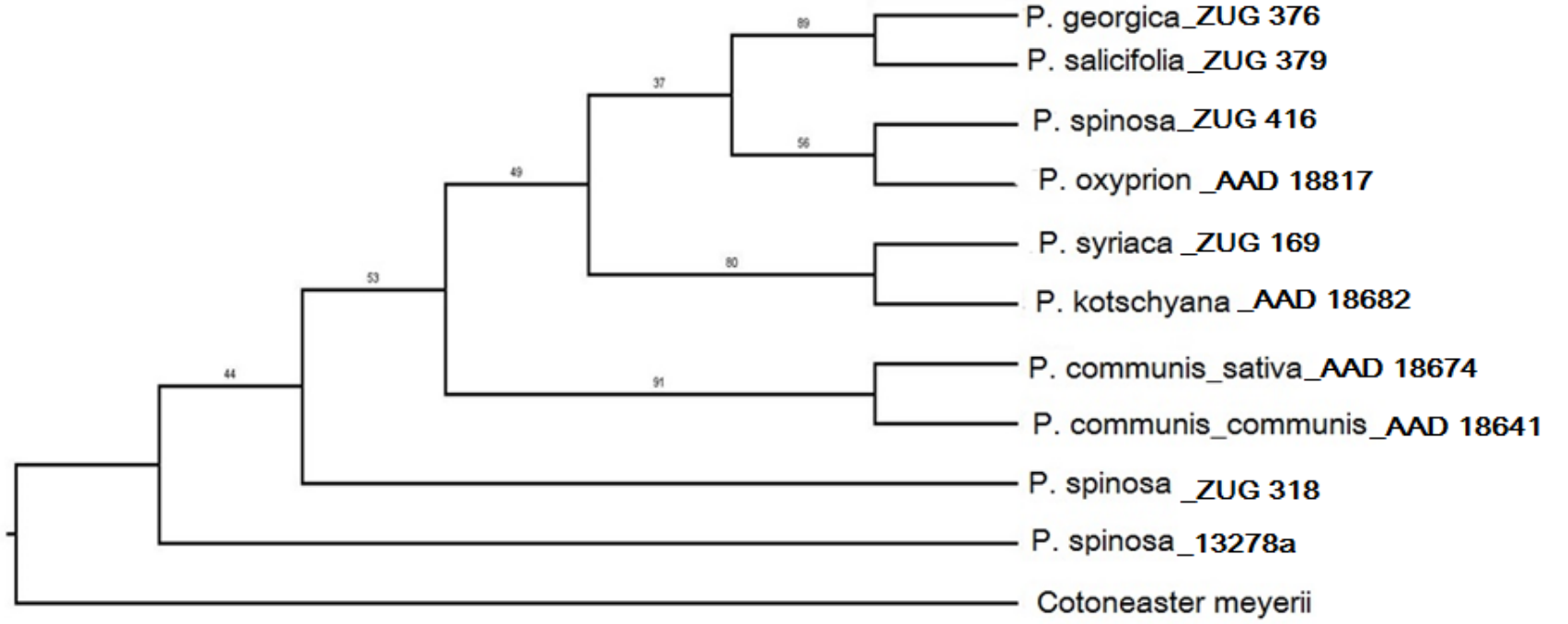
Kloroplast ve çekirdek bölgelerine ait hizalanmış veriler Maximum Likelihood ve Bayesian metoduna göre değerlendirilmiştir. Bu analiz yapılmadan önce

hizalanmış verilerin güvenilirliği test edilmiştir. Hizalanmış DNA verilerinde p-distance model uygulanarak MEGA 5 programında güvenilirliği ölçülmüştür. Bu değer çekirdek bölgesine ait dizilimlerde 0.09, kloroplast bölgelerine ait dizimde ise 0.02 çıkmıştır. Bu değer 0.33'ten büyük olması dizilim benzerliğinin %66'nın altında olduğunu gösterir. Bu da güvenilir bir ağaç elde edilebilmesi için düşük bir değerdir [120].

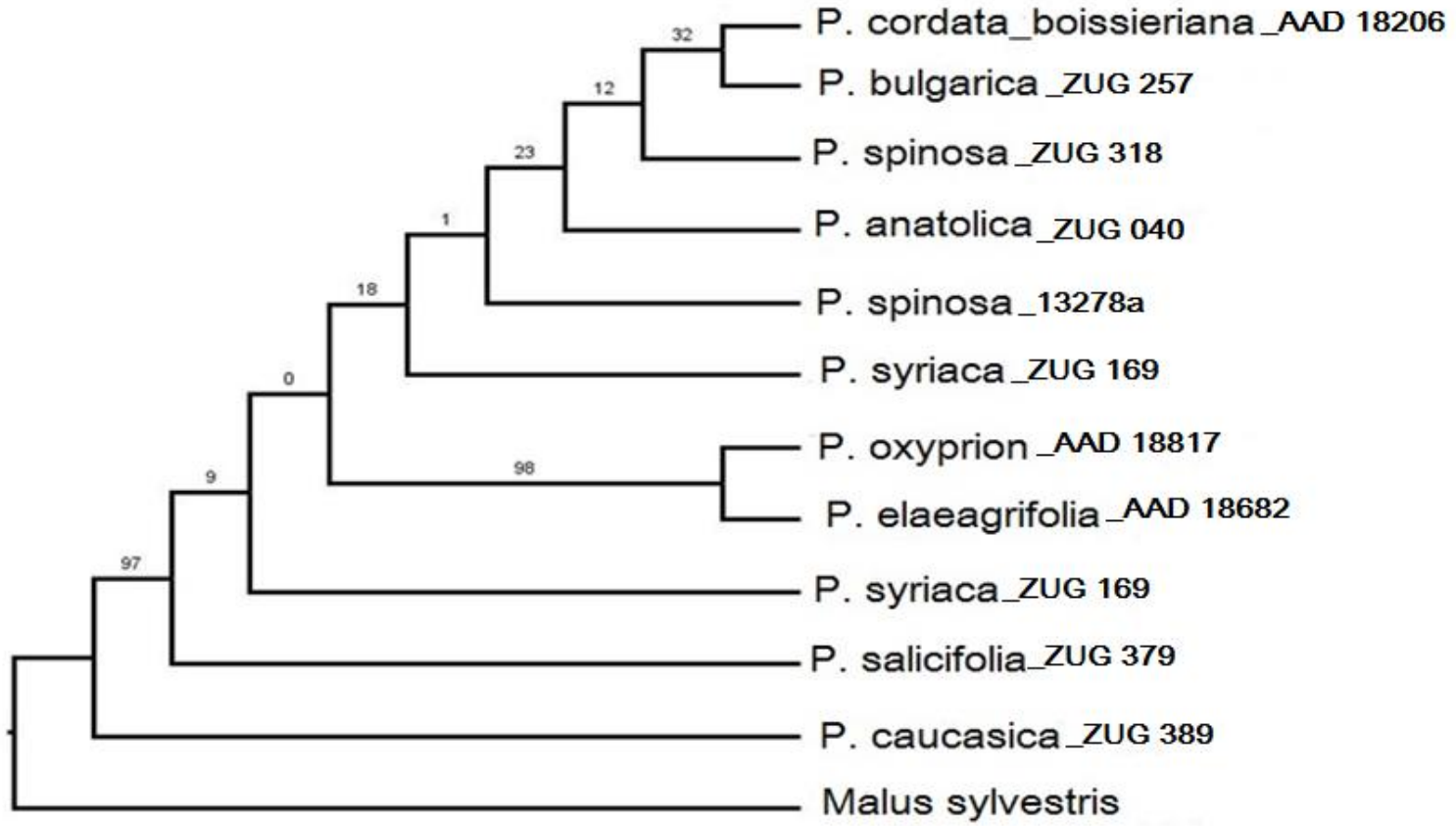
3.9.3.1. Maximum Likelihood Metodu

Bu analiz RaxML v8.0 [121] programı ile GTRGAMMA modeli kullanılarak 1000 replika ile yapılmıştır. Bu metod oluşturduğu ağaç topolojileri içinde en fazla benzerlik gösteren ağacı seçmektedir. RaxML programında Phylip formatında (.phy) yüklenen dosya çalıştırılmıştır.

Soy ilişkileri hakkında çıkarımlar yapılırken ağaçlardan yararlanılması, bu ağaçlara ne kadar güvenileceği sorusunu da beraberinde getirmiştir. Bu nedenle Felsenstein [122], ağaçlar için 'bootstrap' adı verdiği değerlerin kullanılmasını önermiştir. Bu analiz sonucunda elde edilen her iki ağaç üzerinde de bu değerler verilmiştir (Şekil 3.9.3.1.1 ve 3.9.3.1.2).



Şekil 3.9.3.1.1. *LFY2intron2* bölgesine ait Maximum likelihood analizi ile elde edilen filogenetik ağaç.

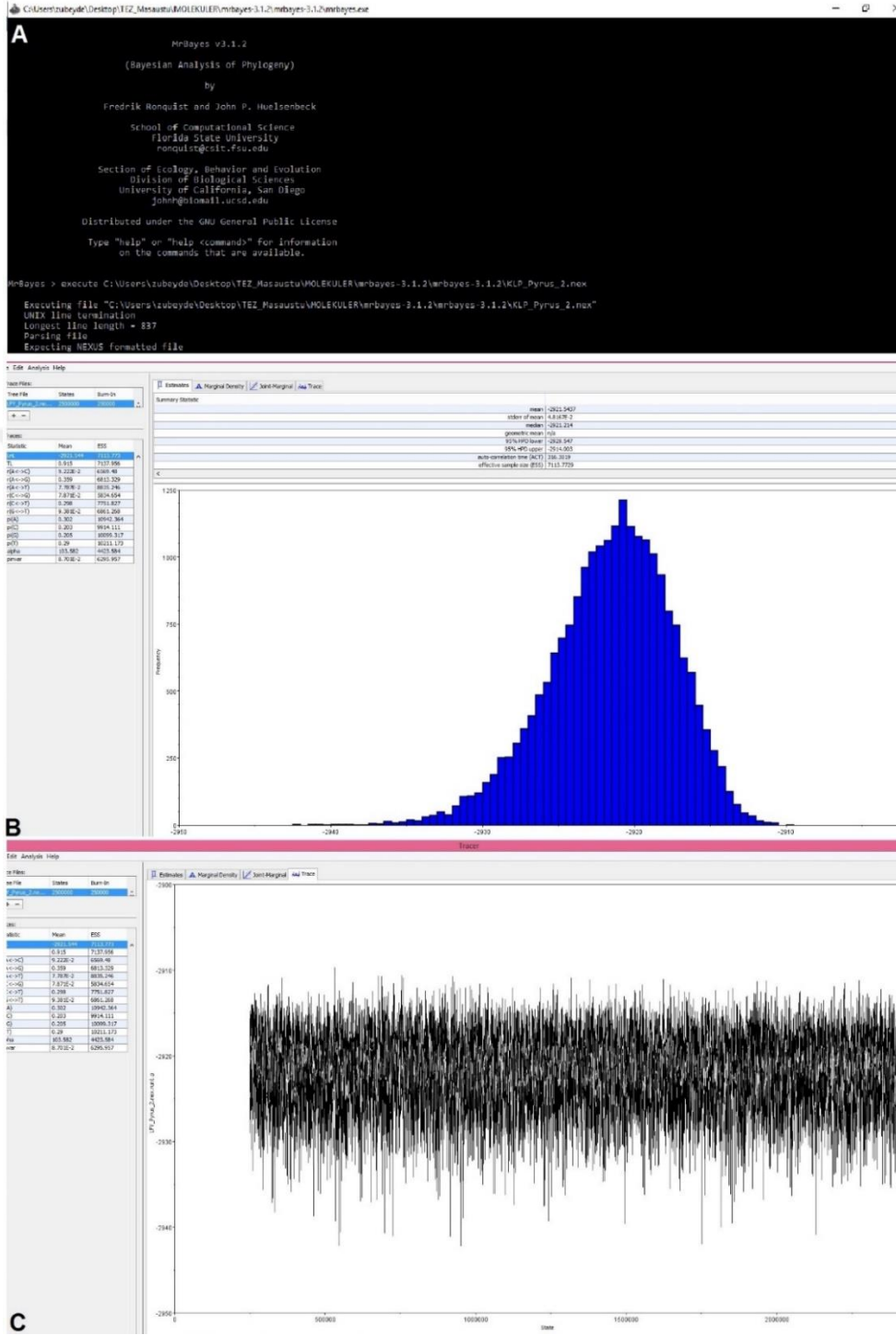


Şekil 3.9.3.1.2. *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* bölgelerine ait Maximum likelihood analizi sonucunda elde edilen filogenetik ağaç.

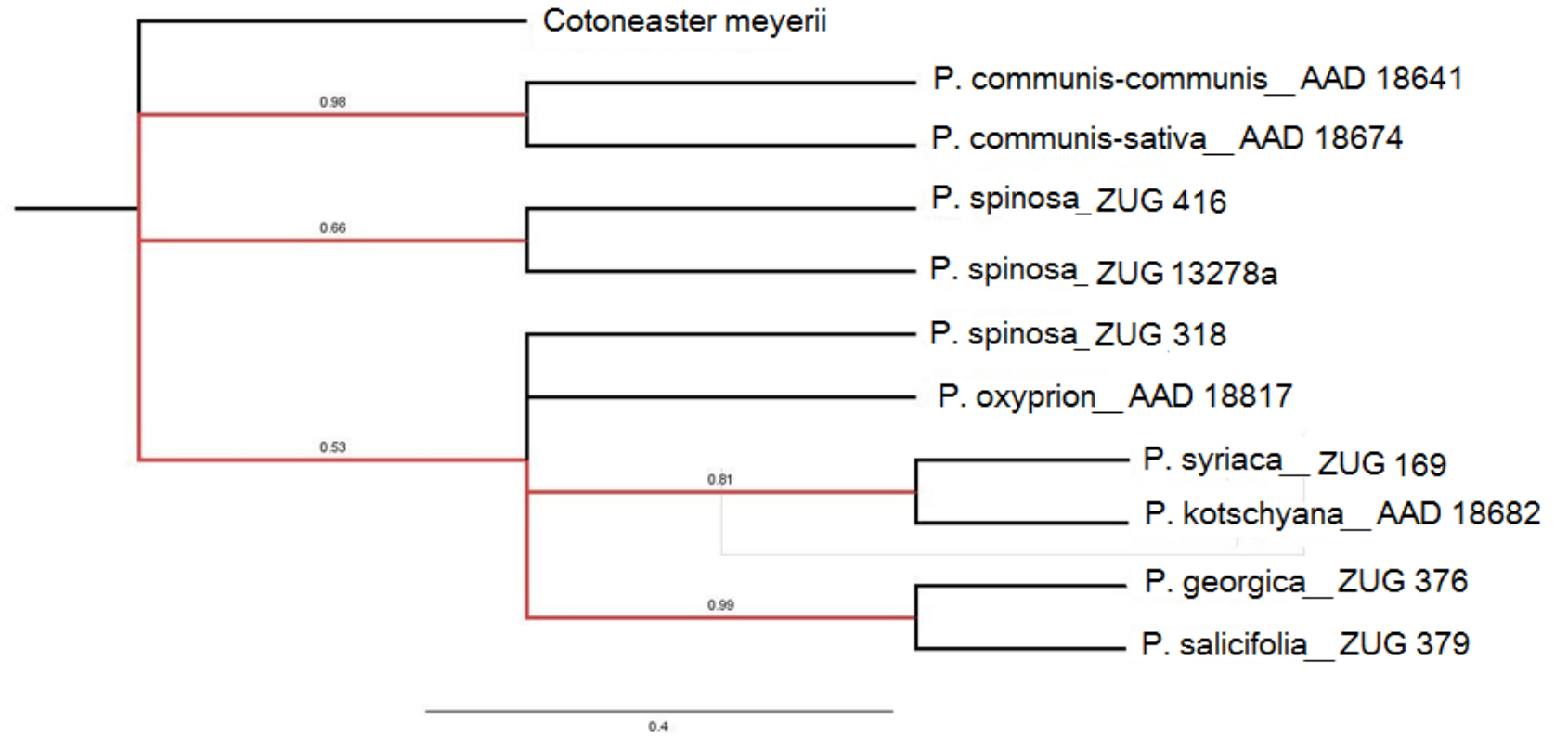
3.9.3.2. Bayesian Metodu

Bu analiz için MrBayes [95] programı kullanılmıştır. Bu analizin sonuçları 'posterior probability (pp)' adı verilen güvenilirlik değeri ile ifade edilmektedir. MrBayes programı, 'Markov chain Monte Carlo (MCMC)' metodunu kullanarak pp değerlerini belirlemektedir. Ağaç topolojisi her defasında değiştirilerek yeni oluşan topolojide destek değeri herbir veri için tek tek hesaplanmaktadır. Analiz sona erdiğinde değiştirilen herbir topolojide, verilere ait ağaç üzerinde aynı yerde bulunma sıklığı son ağaç üzerinde pp değeri olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, bu değer dal üzerinde %100 ise, analiz edilen o verinin oluşturulan farklı topolojilere rağmen her defasında yerinin orada olduğunu gösterir. Bu da filogenetik olarak, o verinin ağaç üzerindeki yerinin kesinlikle doğru olduğunu gösterir.

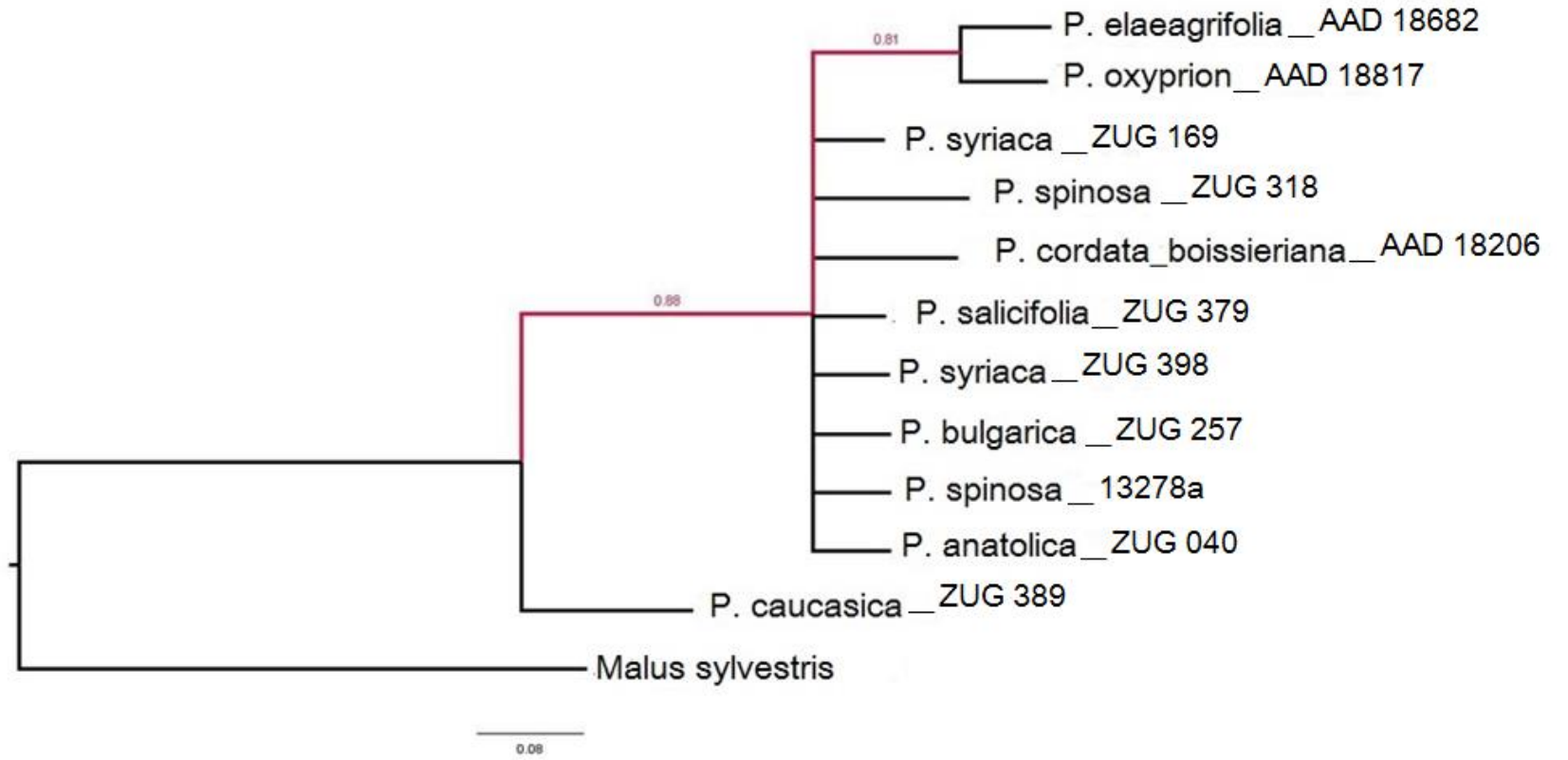
Analiz Nexus formatında dosya yüklendikten sonra elle yazılan komutla çalıştırılmıştır (Şekil 3.9.3.2A). Analiz sonunda oluşan dosya (.con uzantılı) Tracer v1.6 [123] programında açılarak özellikle 'Effective Sample Sizes (ESSs)' değerlerine bakılmıştır (Şekil 3.9.3.2B-C). Sol sütunda yer alan bu değer 100'ün altında olduğunda tamamen kırmızı ile gösterilmektedir. Bu yeterli örnekle çalışılmadığı ve pp değerlerinin iyi bir dağılım göstermediği anlamına gelir. Analiz sonucunda oluşan ağaç FigTree v1.4.2 programında görüntülenmiş ve '%50 Majority Rule' uygulandıktan sonra aşağıdaki ağaçlar elde edilmiştir (Şekil 3.9.3.3 ve 3.9.3.4).



Şekil 3.9.3.2. Bayesian analizi ve sonuçları: A- *Pyrus* taksonları MrByes programında analiz edilirken alınan ekran görüntüsü; B-C- MrBayes programına ait çıktıların Tracer programında analiz edilmesiyle elde edilen veriler.



Şekil 3.9.3.3. *LFY2intron2* bölgesine ait Bayesian analizi sonucunda oluşan filogenetik ağaç.



Şekil 3.9.3.4. *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* bölgelerine ait Bayesian analizi sonucunda oluşan filogenetik ağaç.

Kloroplast genomu fonksiyonel olarak protein kodlayan genler, intronlar, genlerarası bölgeler olarak sınıflandırılır. Son iki kısma kodlanmayan bölgeler denir. Kloroplast genomunda bulunan kodlanmayan bölgeler moleküler sistematik, filoğrafya ve populasyon genetiği çalışmalarında kullanılan temel kaynaklardır [124]. Filogeni araştırmalarında kloroplast DNA kullanmanın avantajları arasında boyutunun küçük olması, fazla sayıda kopya içermesi, basit yapıya sahip olması daha korunmuş olması sayesinde daha kolay primer tasarlanması sayılabilir [124].

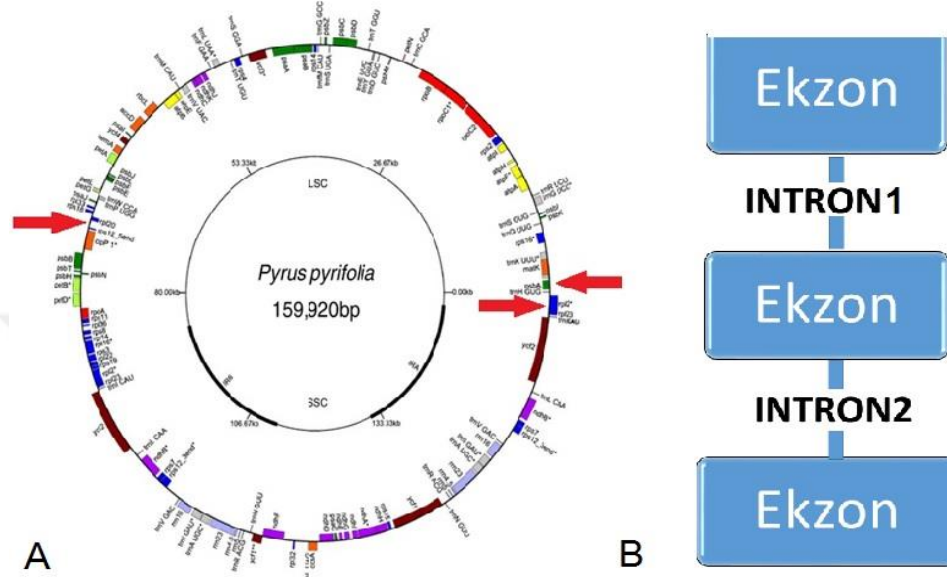
Buna rağmen bazı kodlanmayan bölgeler ya da *matK* ve *ndhF* gibi hızlı evrilen genler dışında kloroplast DNA yavaş evrimleşme hızı sebebiyle filogenetik çalışmalarda kullanımı sınırlıdır. Çekirdek DNA daha elverişli olmasına rağmen çok yakın türlerin ayrımında iyi sonuçlar vermemektedir [125].

Ayrıca kloroplast DNA'nın genellikle dişi kalıtmı olması hibritleşmenin sıklıkla bitkilerde görülmesi nedeniyle kullanımını daha da kısıtlanmıştır. Hibritleşmenin söz konusu olduğu taksonlarda bu yapı hibrit türle ilgili doğru bilgi vermemektedir. Çekirdek DNA yapısında çift eşeye ait kalıtım bulunmasına rağmen hibrit türleşmede paralog genlerin bulunması bu bölgelerin iyi belirleyici olmasını engellemektedir [126].

Bu çalışmada kullanılan kloroplast bölgeleri (Şekil 3.9.2.5), *Pyrus* ve yakın cinslerin yer aldığı filogeni çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır [35, 127]. Bu tez kapsamında çalışılan kloroplast bölgelerine ait filogenetik ağaç çok düşük oranda çözülmüştür. Bu sorunun temel nedeni düşük dizilim farklılaşma oranıdır (PI değeri %99). *LFY2int2* bölgesinden elde edilen veriler de bu değer daha yüksektir (PI %82). Kloroplast bölgesine ait verilerin çekirdek bölgesindeki dizilim verilerinden daha düşük çıkması daha öncede karşılaşılmış bir durumdur [7, 35]. Bunun *Maloideae* taksonlarının çekirdek bölgesinde daha fazla korunmuş bölgeye sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [7].

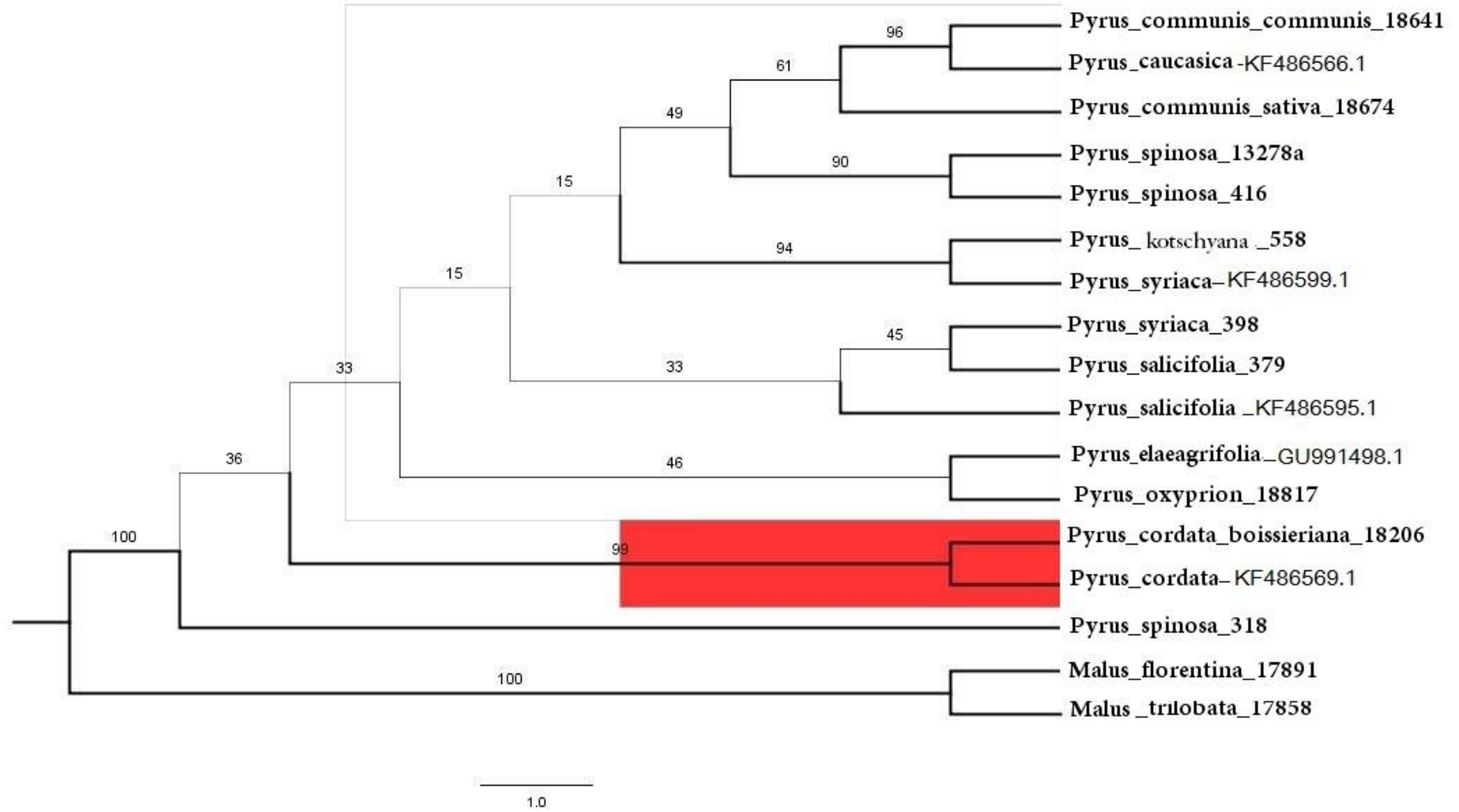
Pyrus cinsinde çekirdek bölgesine ait sıklıkla kullanılan genlerden ilki ITS'dir. Ancak yapılan çalışmalarda yüksek çözünürlüklü ağaç elde edilememiştir [76, 128]. Bu duruma alternatif olarak 'low-copy nuclear genes' olarak bilinen dizilimlerin ITS ya da plastid DNA'dan daha fazla bilgi verici olduğu

kanıtlanmıştır. Bu genlerden biri olan *LEAFY* bölgesine ait ikinci intron *Pyraea* taksonlarının türler arası filogenetik ilişkilerini anlamada bilgi sağlamıştır [127, 129]. Dahası, *LFY2int2* (Şekil 3.9.3.5) bölgesinin *Pyrus* cinsinde türler arası filogenetik çalışmalar için en iyi çekirdek markırı olduğu düşünülmektedir [76].

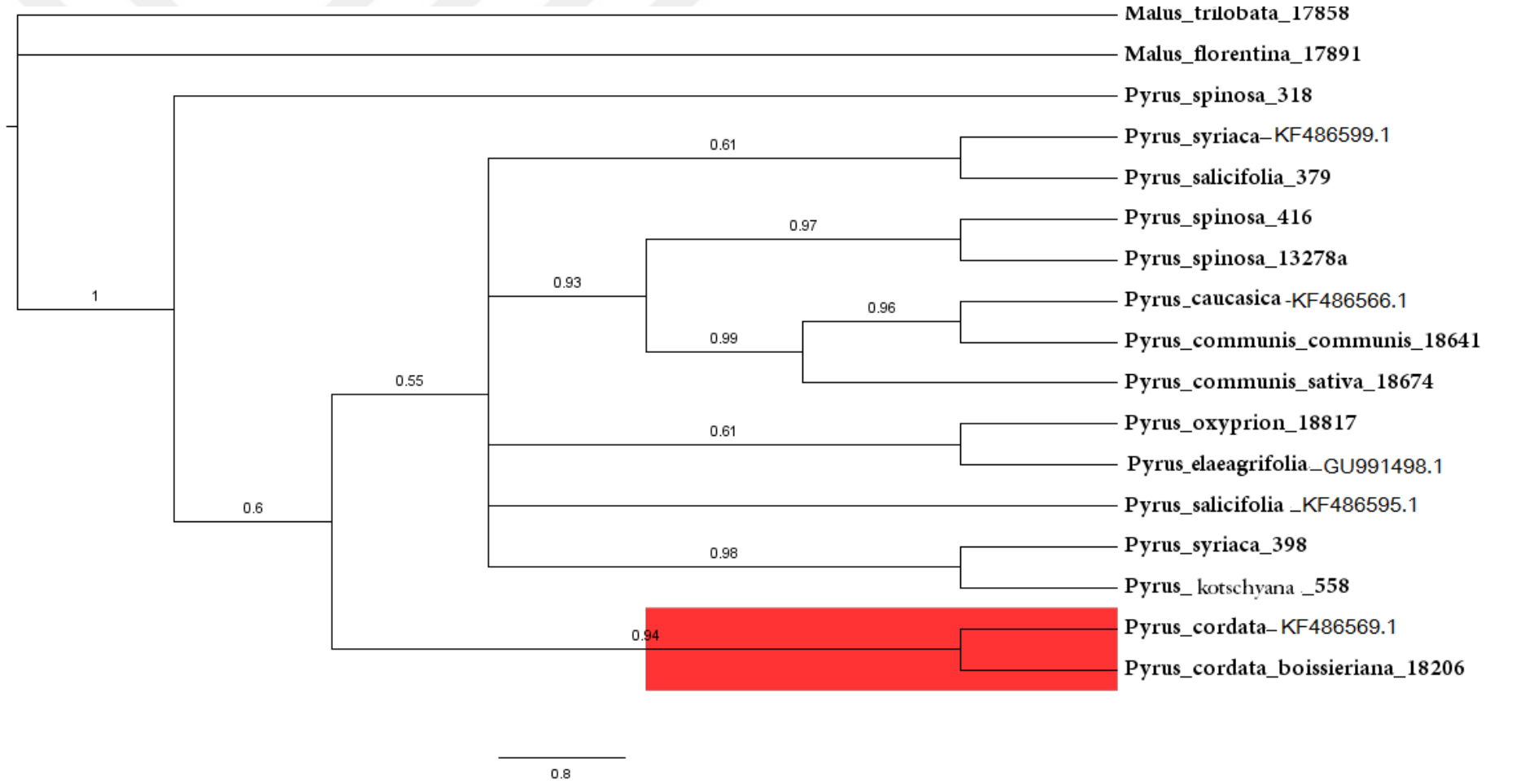


Şekil 3.9.3.5. Çalışılan gen bölgelerinin şematik gösterimi. A- *Pyrus* taksonlarında çalışılan üç kloroplast bölgesinin kloroplast genomu üzerinde yerleşimi (Kırmızı oklarla gösterilmektedir); B- *LEAFY* gen bölgesi.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlardan ilki *LFY2int2* (LN) gen bölgesinin kloroplastta bulunan *trnH-rpl2*, *psbA-trnH*, *rpl20-rps12* bölgelerine göre filogenetik olarak daha fazla bilgi verici olduğudur. LN sonuçlarında ilk dikkat çeken ve desteklenen (pp: 0.81, bv: 80) yakınlık ilişkisi *P. syriaca* ve *P. kotschyana*'ya aittir. Morfolojik olarak birbirinden çok farklı olan bu türlerin benzerliği çok ilginçtir. Diğer bir benzerlik ise *P. georgica* ve *P. salicifolia*'ya aittir (pp: 0.99, bv: 89). *P. georgica-salicifolia* ve *elaeagrifolia* grubu morfolojik ve yayılış bakımından yakın türlerdir. Bu nedenle sonuç son derece anlamlı durmaktadır. Ancak analizlerde *P. elaeagrifolia*'nın olamayışı durumun tam olarak değerlendirilmesini engellemektedir. Filogenetik ilişkiyi daha doğru ve güvenilir olarak anlayabilmek için NCBI'da yeralan bazı taksonlara ait LN dizilim verileri de alınarak Maximum likelihood ve Bayesian yöntemine göre analizler yeniden yapılmıştır (Şekil 3.9.3.6 ve 3.9.2.7).



Şekil 3.9.3.6. Maximum Likelihood yöntemine göre elde edilen filogenetik ağaç.



Şekil 3.9.3.7. Bayesian yöntemine göre elde edilen filogenetik ağaç.

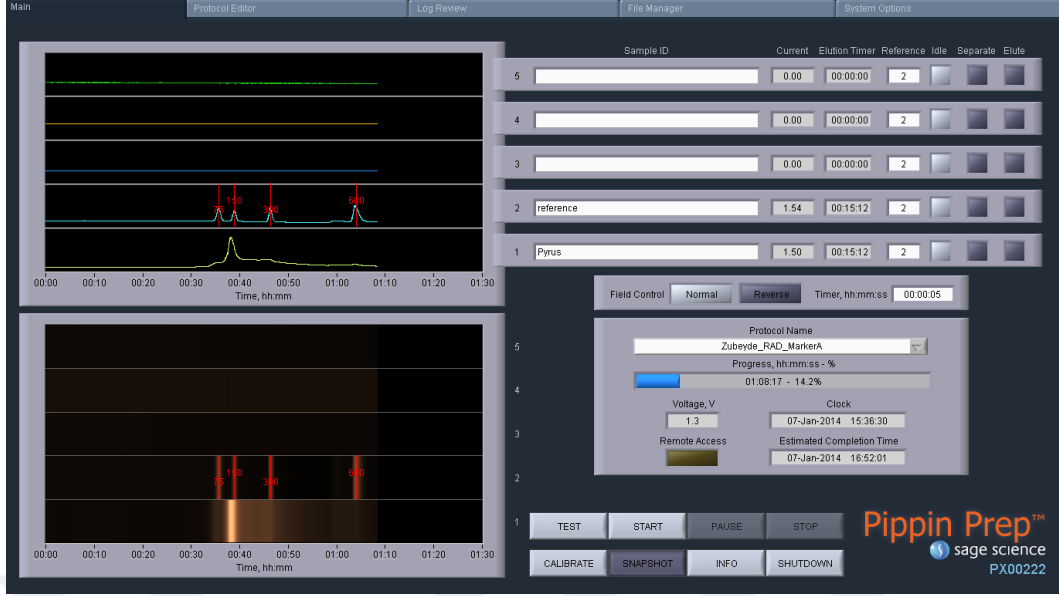
Bu tez çalışmasında kullanılan örnekler ile NCBI'dan alınan DNA verilerinin birleştirilmesiyle oluşturulan örnek setine ait Maximum likelihood ve Bayesian yöntemlerine ait ağaç topolojileri oldukça benzerdir. Her ik ağaçta da elde edilen önemli bulgulardan birisi *Pashia* seksiyonuna ait analizdeki tek takson olan *P. cordata*'nın diğer *Pyrus* seksiyonu üyelerinden ayrı durmasıdır. Bu durum morfolojik olarak da desteklenmektedir. *P. syriaca* taksonuna ait bireyler *P. elaeagrifolia* ve *P. salicifolia* ile yakın durmuştur. Ancak bu taksonlar morfolojik olarak birbirinden farklıdır. *P. oxyprion* ise *P. elaeagrifolia* ile yakındır ancak bu iki taksonda morfolojik olarak benzer değildir. Muhtemelen akrabalık ilişkilerinin morfolojik benzerliklerden farklı olmasını sağlayan *P. elaeagrifolia* ve yakın taksonların gösterdiği morfolojik varyasyonlardır.

3.9.4. ddRADseq Filogeni

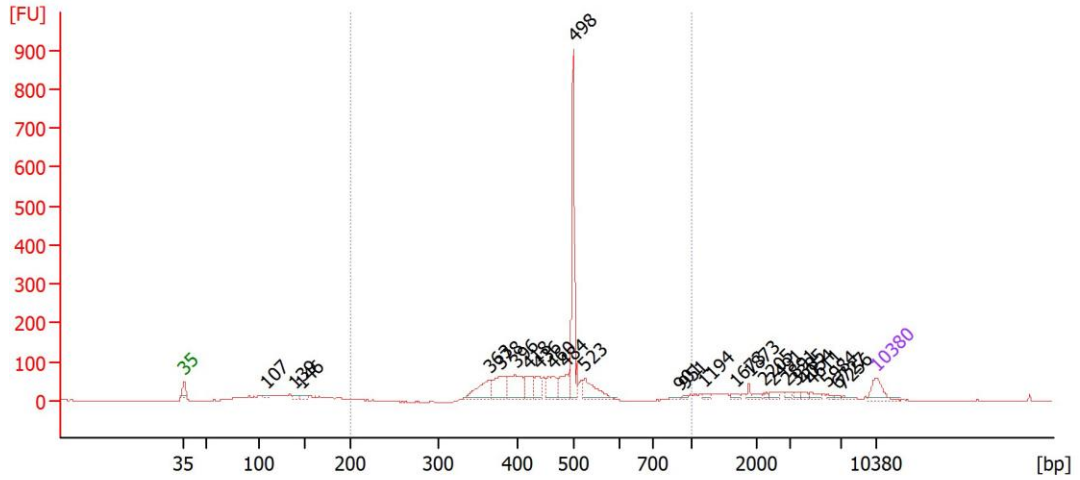
Pyrus cinsine ait 48 birey ddRADseq yöntemi kullanılarak filogenetik açıdan araştırılmıştır.

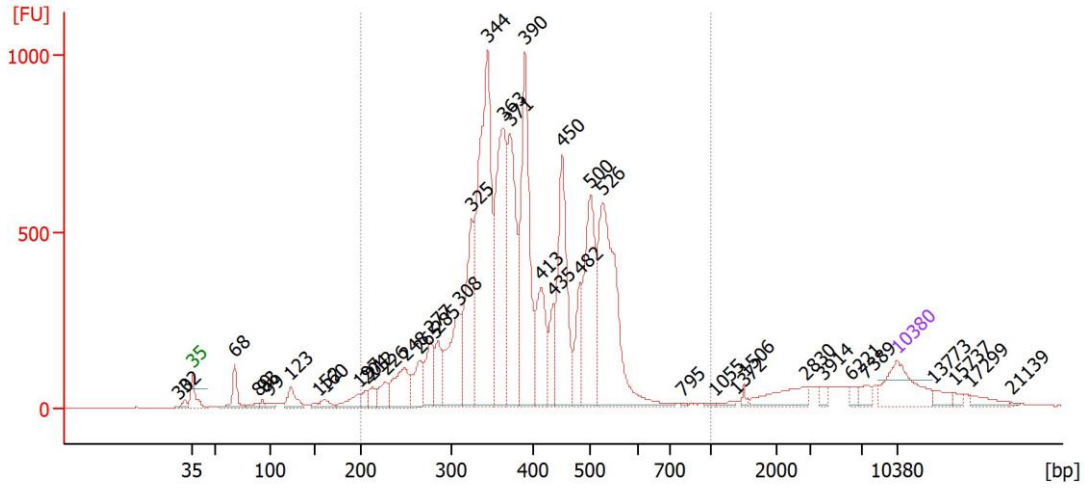
Genomik DNA'nın çift enzimle (EcoR1 ve Mse1) kesilerek fragmentlere ayrılması, adaptörlerin eş dizilimleriyle bağlanması ve fragmentlerle adaptörlerin ligasyonu Gereç ve Yöntem kısmında ayrıntılandırıldığı gibi gerçekleştirilmiştir.

Oluşan ürünlerde 200-500 bp çifti arasındaki fragmentlerde seçildikten sonra (Şekil 3.9.4.1) bazı basamakların ve son ürünün kontrolü için bioanaliz sonuçları alınmıştır (Şekil 3.9.4.2 ve 3.9.4.3).



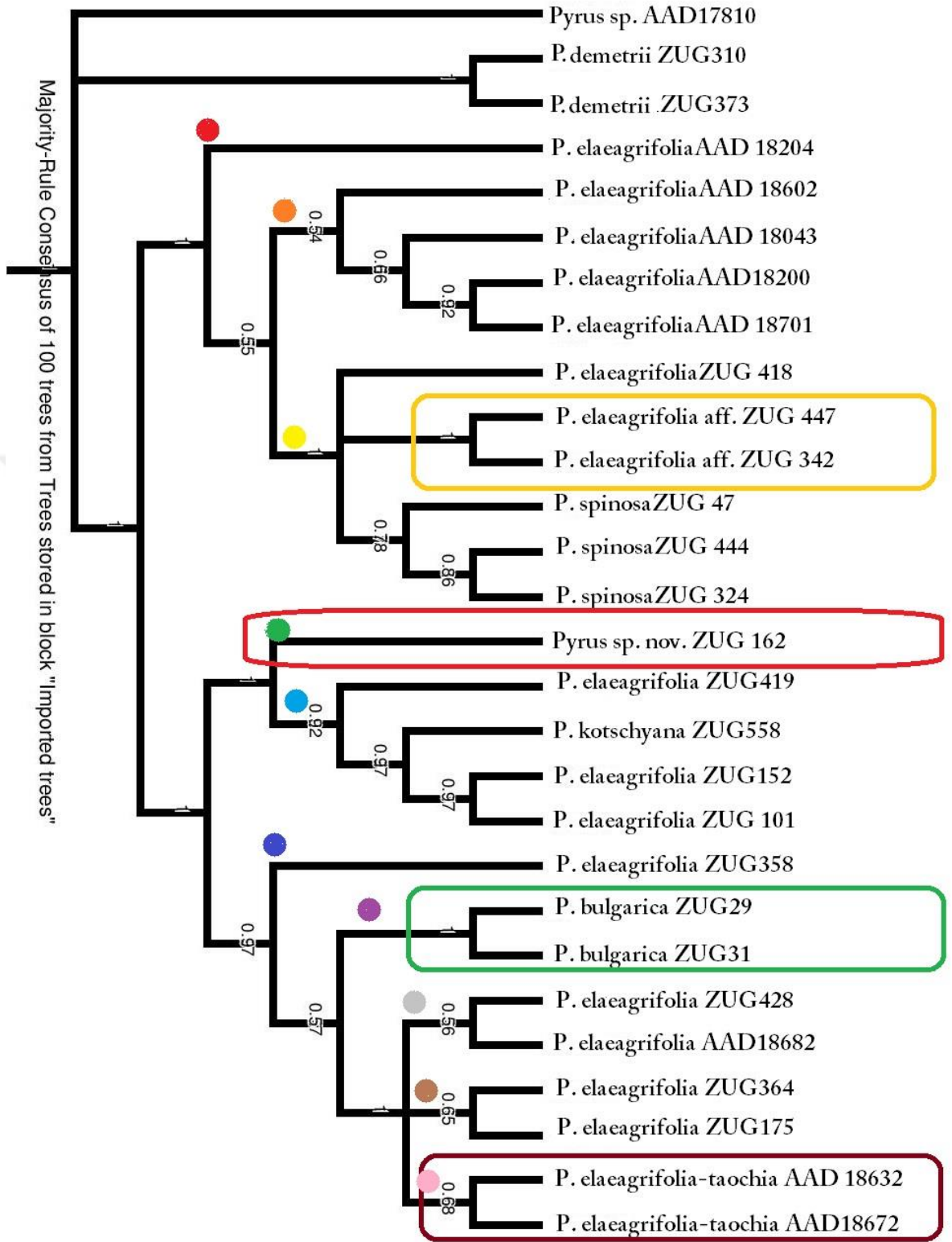
Şekil 3.9.4.1. Fragment büyüklükleri seçilme reaksiyonu yürürken çekilmiş ekran fotoğrafı.





Şekil 3.9.4.3. Dizileme için hazır olan DNA fragmentlerinin bioanaliz görüntüsü.

Çift enzimle kesme sonrasında elde edilen ve PZR reaksiyonuyla çoğaltılan 200-600 bp çifti arasındaki DNA parçalarının bioanaliz görüntüsü başarılı biçimde alındıktan sonra örnekler dizileme gönderilmiştir. Dizileme sonrasında analiz edilen *Pyrus* taksonlarına ait ağaç Şekil 3.9.4.4'te verilmiştir. Bazı örnekler yeterli veri sağlanamadığından analize katılamamıştır.



Şekil 3.9.4.4. Maximum likelihood analizi sonucunda elde edilen ağaç.

Bu tez kapsamında yapılan ddRADseq çalışması özellikle ülkemizde çok fazla varyasyona sahip *P. elaeagrifolia* ve yakın taksonlara ait veri sağlayabilmek amacıyla yapılmıştır. Bu nedenle ağaç üzerinde *P. elaeagrifolia*'ya daha uzak olan *P. demetrii* bireyleri ilk olarak ayrılmıştır. Ağaç içerisinde *P. elaeagrifolia* üyeleri bir arada bulunmak yerine dağınık bir düzen göstermektedir.

Bu analize göre ülkemizin doğu ve kuzey doğu bölgesinde dar bir alanda yayılış gösteren ve *P. elaeagrifolia* subsp. *taochia* olarak *P. elaeagrifolia* taksonundan ayrılan bireyler *P. elaeagrifolia* örneklerinden ayrı ve birarada durmuştur. Bu durum bu tez çalışmasında oluşturulan cins taksonomisini desteklemektedir.

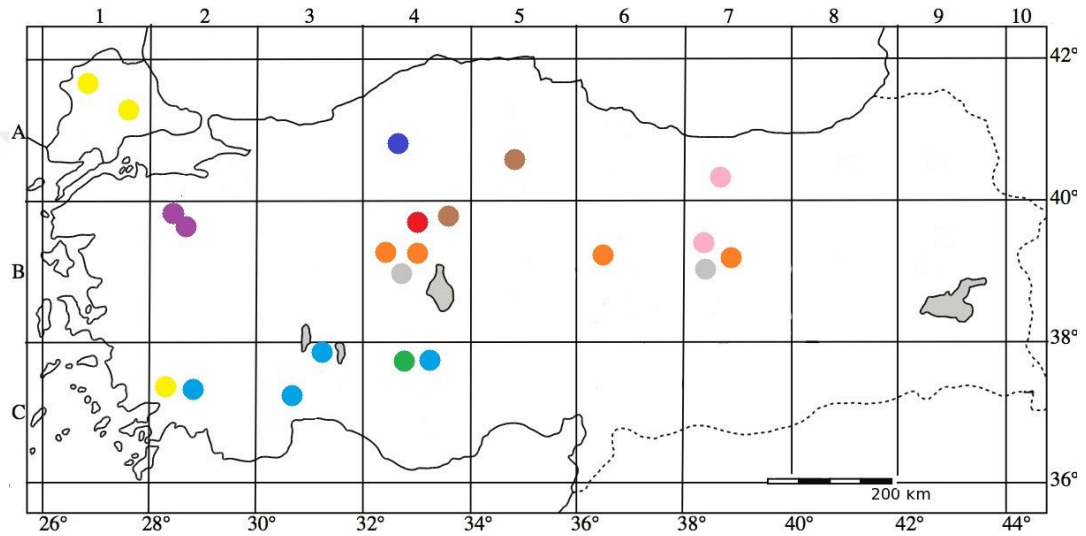
P. elaeagrifolia ve *P. bulgarica* taksonlarının ayrımları tartışmalıdır (Bkz. Taksonomi). Filogenetik ağaçta *P. bulgarica*'ya ait iki birey bir arada ve *P. elaeagrifolia* grubundan tür seviyesinde farklılaşmaya yetecek derecede ayrı durmuştur.

Arazi çalışmaları sırasında özellikle karasal iklimden uzaklaştıkça *P. elaeagrifolia* üyelerinde tüy yoğunluğunda azalma hatta tamamen tüysüz bireyler gözlemlenmiştir. Bu morfolojik varyasyonun genetik olarak farklılaşma sağlayıp sağlamadığını anlamak amacıyla analize iki örnek katılmıştır (ZUG 447, ZUG 418 ve ZUG 342). Bu örnekler *P. elaeagrifolia* bireyleri yerine tüy taşımayan *Pyrus spinosa* türüne daha yakın ve bir arada durmuştur. Ayrıca tüy taşımayan tüm bu örnekler ağaç üzerinde ayrı durmaktadır. Buna göre tüy karakterinin *Pyrus* cinsi için önemli bir karakter olduğu söylenebilir. Yine bu sonuca göre bu örneklerin taksonomik olarak *P. elaeagrifolia*'dan ayrı tutulması daha uygun gözükmemektedir.

Daha önce *P. elaeagrifolia* altında tutulan [1] ancak son zamanlarda ayrı tür olarak kabul edilen *P. kotschyana* [103] taksonuda ağaç üzerinde *P. elaeagrifolia* bireylerinden ayrı bir yerde durmaktadır. Bu sonuçta tez çalışmasında kabul edilen taksonomik kararı desteklemektedir.

Konya ve civarında yapılan arazi çalışmalarında morfolojik olarak *P. elaeagrifolia* taksonuna yakın ancak belirgin farklılıklar içeren bireyler toplanmıştır (ZUG 162). Analiz sonucuna göre bu örnek morfolojik olarak farklı olduğu kadar filogenetik olarak da *P. elaeagrifolia* bireylerinden ayrı ve

tek başına durmuştur. Analizde kullanılan bazı *Pyrus* örneklerinin toplanma lokaliteleri harita üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 3.9.4.5). Yeni tür lokalitesine yakın yerlerden *P. elaeagrifolia* ve *P. kotschyana* bireyleri de toplanmıştır ve bunlar analizde bir arada durmaktadır. Yeni tür ise yakın lokalitelerden toplanan örneklerin bulunduğu grup içerisinde ancak belirgin farklı durmuştur. Hem morfoloji hemde moleküler sonuçlara göre bu örnek *Pyrus* cinsi için yeni tür olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3.9.4.5. ddRADseq çalışmasında kullanılan *Pyrus* örneklerinin lokaliteleri.

Ağaç üzerinde grup oluşturan *P. elaeagrifolia* ve yakın taksonlar genel olarak yakın lokalitelerden toplanmıştır. Sadece tüy bulundurmeyan *P. elaeagrifolia* üyeleri birbirinden farklı (●) lokalitelerde bulunmaktadırlar. Bunun nedeni ise yukarıda açıklandığı gibi bu bireylerin karasal iklimden uzaklaştıkça tüy özelliğini kaybetmeleridir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu tez çalışması Türkiye'deki *Pyrus* taksonlarının revizyonunu yapmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çoğunluğu Türkiye'den olmak üzere Gürcistan ile Azerbaycan'dan toplam 590 bitki toplanarak herbaryum materyali haline getirilmiştir. Araziden toplanan bitkiler ile birlikte daha önceki araştırmacıların topladığı herbaryum örnekleri de morfolojik olarak incelenmiştir. Toplamda

bine yakın *Pyrus* örneği görülmüştür. Birçok taksonun tip örneklerinin incelenmesi, taksonları morfolojik olarak doğru tanımlamada yardımcı olmuştur.

İncelenen tüm taksonlar tek bir istisna dışında ağaç formunda gözlenmiştir. Azerbaycan'da yayılış gösteren *P. salicifolia* türüne ait birkaç birey çalı formunda gözleendiğinden taksonomik olarak kullanışlı değildir. Bu takson hem ağaç hemde çalı formunda gözlenmiştir. Ayrıca bitkinin boyu, diken varlığı gibi özellikler betim açısından önemli ancak ayırıcı değildir.

Yaprak biçimi, yaprak tabanı, tüy özellikleri ve yaprak dişlenmesi tür ayrımında önemli karakter durumlarını oluşturmaktadır. Genç yaprakların tam ya da loblu olması ise filogenetik açıdan önemlidir. Bunun sebebi, cinse ait ve ülkemizde bulunmayan *P. regelii* taksonunun ilkel bir özellik olarak kabul edilen parçalı yapraklara sahip olmasıdır. Zaman içerisinde tam yaprak özelliğinin ortaya çıktığı ve parçalı yaprağı kısmen taşıyan taksonların daha ilkel olduğu kabul edilmektedir [61, 63]. Bu özellik taksona ait tüm bireylerde ortaya çıkmadığından tespit etmek kolay değildir. Örneğin Challice ve Westwood [63] çalışmalarında sadece *P. koehnei* taksonunu üç loblu olarak göstermiş, *P. spinosa* taksonunu gözden kaçırmıştır. Bu tez çalışmasında bu taksonunda genç yapraklarında lob taşıyabildiği görülmüştür. İlginç olan ise, loblu yaprak bulunduran bu iki taksonun biyocoğrafik bakımdan çok uzak olmalarıdır. Asya kökenli olan ve Çin'de yayılış gösteren *P. koehnei* ile İran, Türkiye'nin sadece Akdeniz kıyıları ve Güney Avrupa'dan bilinen *P. spinosa* ilk bakışta çok uzak bir yayılış alanına sahiptir. Özellikle ülkemizin doğusunda ve Kafkaslarda *P. spinosa* bulunmadığından coğrafik olarak bir kopukluk varmış gibi gözükabilir. Bu konuyu ayrıntılı inceleyecek olursak, öncelikle Çin cins için önemli bir çeşitlenme merkezidir ve ülkemiz bu bölgedeki bazı taksonların Avrupa'ya geçişlerinde bağlantı görevi görmektedir. Sadece bu bağlantının daha kısa mesafe olan Kafkaslar üzerinden değil Hazar Gölü'nün altından ve İran üzerinden olması daha muhtemeldir. Yüksek dağ kesimlerinde bulunmayan, daha çok kurakçıl özellikte olan taksonlar için muhtemelen Kafkaslar uygun yayılış alanı değildir. *P. spinosa* dışında *P. cordata* ve *P. pashia*'nında bu şekilde yayıldıklarını düşünmekteyiz. Bu görüşün oluşmasını sağlayan temel neden *P. pashia* ve *P. cordata*'nın güncel yayılış alanlarıdır. *P. pashia* Kuzey

Vietnam ve Tayland, Çin, Hindistan, Pakistan'ın kuzeyi, Doğu Afganistan ve İran'da yayılış göstermektedir [54, 61, 130]. Güncel yayılışını İtalya'ya kadar genişletmiştir (= *P. vallis-demonis* Raimondo & Schicchi **syn. nov.**; Uğurlu Aydın ve Dönmez 2016 işlemde) (Şekil 4.1). Bu takson *P. cordata*'ya morfolojik olarak çok benzemektedir, tek farklılık yaprak biçimidir. Ayrıca tür seviyesinde ayırımına ilişkin şüpheler bulunmaktadır [130]. *P. cordata* Çin'de bulunmadığından muhtemelen bu takson henüz bilinmeyen bir zamanda *P. pashia*'dan ayrılmış ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya doğru yayılışını genişletmiştir. Güncel yayılış bilgilerine göre [103], *P. pashia* ise İran üzerinden Avrupa'ya yayılmıştır (Uğurlu Aydın ve Dönmez 2016 işlemde).



Şekil 4.1. *Pyrus pashia* ve *P. cordata*'nın dünya yayılışı (● *P. pashia*; ● *P. cordata*).

Cinsin yaprak morfolojisi Işık mikroskobu ve SEM kullanılarak incelenmiştir. Türlerin Türkiye'de yayılış gösteren örneklerine ait ilk kez yapılan bu çalışmada alt ve üst epidermis süslenmesi, stoma ve tüy yapısı hakkında gözlem yapılabilmektedir. Bulgulara göre üst epidermisin ağsı ya da çizgili olma özelliği türlere özgüdür. Morfolojik olarak yakın olan taksonlarla epidermiste görülen süslenmenin bağlantılı olduğuna ilişkin bir veri elde edilememiştir ancak süslenmenin taksonlara özgü olduğunu vurgulayan başka çalışmalar da vardır [131, 132]. Alt epidermiste ise stoma etrafında çizgili ve granüllü olmak üzere iki çeşit süslenme görülmüştür. Granüllü süslenmenin oluşmasını sağlayan

tamamıyla kristaloidlerin yapısı ve organizasyonudur. Bu yapıya *Amelanchier ovalis* türünün alt epidermisinde de rastlanmıştır [132]. Granüllerin dışında daha küçük ve farklı şekillere sahip kristalize yapılar da gözlenmiştir.

Oluşan kristaloidlerin büyük bir kısmının şekil ve organizasyonu sistematik açıdan büyük önem taşımaktadır [131]. Bu nedenle *Pyrus* cinsi de dahil olmak üzere aynı tribusta yer alan *Cydonia*, *Malus*, *Crataegus* ve *Amelanchier* cinsleri de epidermis morfolojisi bakımından incelenmiştir [132, 133]. Tüm bu çalışmalar ve bu tez çalışması birleştirildiğinde ortaya çıkan en önemli sonuçlardan bir tanesi çalışılan tüm örnekler, tek ve basit tüy morfolojisine sahiptir. Metcalfe ve Chalk [46], *Rosaceae* ailesinde görülen az sayıdaki ortak özelliklerden ikisinin stoma tipi ve basit tüy yapısı olduğunu söylemektedir. Son zamanlarda yapılan bu çalışmalar da bu durumu doğrular niteliktedir. Bu bulgular familyanın kökeni açısından son derece önemlidir.

Ortaya çıkan diğer bir ortak sonuçta stomalara sadece alt epidermiste rastlanmasıdır. Ancak bizim çalışmamızla, *Pyrus* cinsinin İran popülasyonları arasında yapılan çalışma [134] bu açıdan farklılık içermektedir. Bu çalışmada, *P. salicifolia* taksonunda üst epidermiste stoma gözlenirken, tez çalışmasında üst epidermiste stoma bulunamamıştır.

Sklereidlerin kümeler halinde bulunması *Pyrus* ve *Cydonia* cinslerinin yakın olduğunu düşündürmektedir [30]. Yaprak epidermisi açısından düşünüldüğünde üst epidermis görüntüsü farklı olmasına rağmen alt epidermis bazı *Pyrus* taksonlarıyla benzerdir. Ancak sadece bu benzerlik her iki cinsin yakın olduğu söylemek için yeterli değildir.

Stomalar gibi kristaloid yapılar da yaprak yüzeyinin yapısal elementleridir. Bu yapılar bitki ve çevresi arasındaki iletişimi anlamada önemlidir. Tüm kristaloid yapılar zorlu koşullarda adaptasyon avantajı sağlamakta ve su kaybını önlemektedir. Bu avantajın, takson yayılışına olumlu etkisinin olduğu düşünülmektedir [131].

Taksonomik açıdan çiçek karakterleri yaprak kadar önem taşımamaktadır. Avrupa Florası'nın *Pyrus* cinsine ait anahtarda Terpo ve Franco [135] petal ve stilus özelliklerini kullanmıştır ancak bu yapıların cinsin taksonomisinde çok etkin olmadığı görülmüştür. Petal sayısı ve rengi her taksonda aynıdır, cinsin

petal büyüklüğü de tür ayrımında yetersizdir. Petal şekli bakımından sadece *P. cordata* türü belirgin farklılık içerir. Bu türün farklı bir seksiyona dahil olması sebebiyle bu karakter seksiyon ayrımında kullanılabilir.

Meyve ise taksonomik olarak en önemli organdır. Meyvenin bu derece önemli bir organ olmasını sağlayan özellikleri meyve biçimi, kaliksin meyvede kalıcılığı ve meyve sapıdır. Meyve rengi, büyüklüğü gibi veriler aynı popülasyon içerisinde değişken olabildiğinden güvenilir değildir. Genel olarak taksonlar armutsu ya da yuvarlak meyve biçimine sahiptir ancak bazı türlerin nadirde olsa her iki meyve biçimine de sahip olduğu görülmüştür. Bu duruma en iyi iki örnek *P. syriaca* ve *P. spinosa*'dır. *P. syriaca* türünün nadir de olsa yuvarlak meyveye sahip bireyleri ayrı bir tür olarak da değerlendirilmiştir (*P. pseudosyriaca* Galdkova).

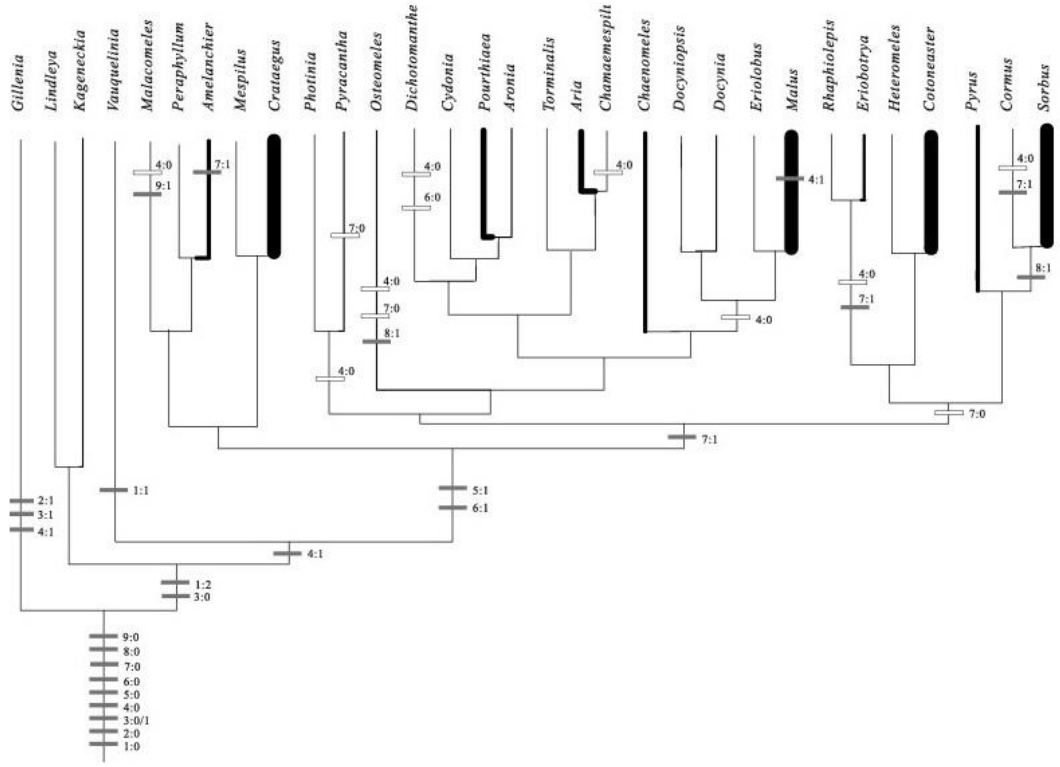
Kaliksin dökülücü olması seksiyon seviyesinde ayrım sağlamaktadır. *Pashia* seksiyonu üyelerinde kaliksin dökülücü olduğu kolayca fark edilmektedir. *Pyrus* seksiyonuna ait diğer taksonlarda kaliks kalıcıdır. Ancak *P. syriaca* türüne ait çok nadir de olsa bazı örneklerin dökülücü kalikse sahip olduğu gözlenmiştir. *Pashia* seksiyonuna ait taksonlar ile *P. syriaca*'nın morfolojik olarak yakınlığına işaret eden başka hiçbir veri yoktur. Ayrıca her iki taksonda çok tipik karakterlere sahiptir ve süreç içerisinde çok farklılaşmışlardır. Bu sebeple kaliks dökülücülüğünün taksonomik olarak kullanışlı bir karakter olduğu, ancak çevresel faktörlerin etkisinin olması nedeniyle akrabalık ilişkisi açıdan bilgi verici olmadığını düşünmekteyiz.

Bu tez çalışması, *Pyrus* cinsi taksonlarına ait ayrıntılı tohum morfolojisinin araştırıldığı ilk çalışmadır. Tohumlar ışık mikroskobu ve SEM altında incelenmiştir. Tohumların boyutu, şekli ve renk özellikleri tespit edilmiştir. Bu özellikler bakımından türler arasında ayırıcı bir farklılık görülmemiştir. Özellikle tohum biçimi tüm taksonlarda aynıdır. Yumurtamsıdan yuvarlağa kadar olan genel tohum biçimi altaile içerisinde yer alan diğer cinslerin de ortak özelliğidir [52]. Aynı şekilde renk bakımından da bir ayrım görülemedi. Tohum boyutlarına ait ortalama değerler birbirine çok yakın çıkmıştır, bu durum aynı oymakta bulunan *Sorbus* cinsi tohumlarında da gözlenmiştir [136].

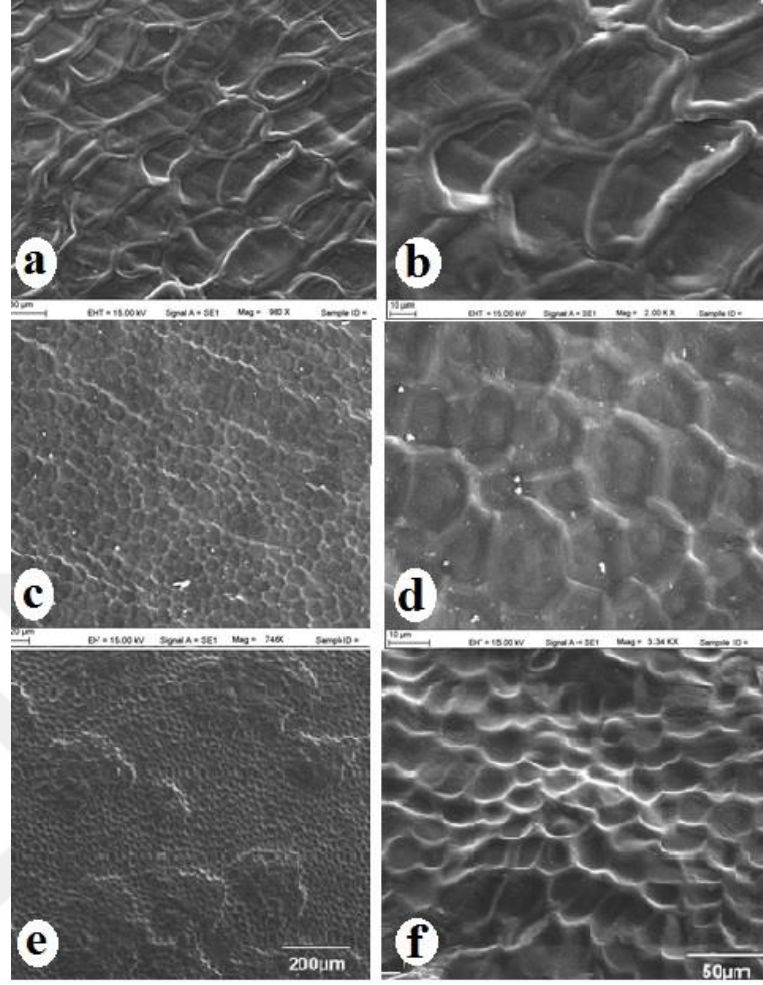
Genel özelliklerinin aksine tohumların yüzey süslenmeleri birbirinden farklıdır. Genel olarak poligonal şekilli hücreler farklı süslenmeler gösterebilmektedir. Ancak bu süslenmeler varyasyon göstermektedir. Aynı taksonda birden fazla süslenme görülmüştür. Ancak tohum yüzeyi bakımından sadece *P. syriaca* tohumları büyük mukrolu hücrelere sahiptir ve bu özellik diğer hiçbir tohumda gözlenmemiştir (Bkz. Taksonomi, Şekil 3.8.14). Yine sadece *P. spinosa* mukrolu hücreler üzerinde küçük noktalı bir yapı göstermektedir ve diğer tohumlarda bu özelliğe rastlanmamıştır (Bkz. Taksonomi, Şekil 3.8.18). *P. spinosa* taksonunun daha ilkel kabul edilmesinden yola çıkacak olursak bu tohum karakterinde cinse ait ilke bir karakter olduğunu söyleyebiliriz.

Yuvarlağa yakın şekilli ve poligonal hücrelerin yanı sıra daha uzun ve dörtgensiyeye yakın hücre biçimi *P. elaeagrifolia*'nın bazı üyelerinde görülmüştür (Bkz. Taksonomi, Şekil 3.8.21.). Tohum yüzeyi bakımından birbirine en benzer iki takson ise *P. salicifolia* ve *P. kotschyana*'dır. Her iki taksonda yüzeylerinde mukrolu ve düz kısa çizgili iki tip hücre bulundurmaktadır. Morfolojik olarak tüylü örnekler olmaları dışında iki taksonun başka benzerliği bulunmamaktadır. Daha önce *P. elaeagrifolia* altında tutulan, sonrasında tür seviyesinde kabul edilen *P. kotschyana*, tohum yüzeyi bakımından *P. elaeagrifolia*'ya benzememektedir. Bu durum, taksonun tür seviyesine çıkarılmasını desteklemektedir.

Pyrus ve yakın cinslerin moleküler filogenetik ilişkilerinin incelendiği bir çalışmada [35], morfolojik karakterlerin de analize katılmasıyla akrabalık ilişkilerini içeren bir ağaç elde edilmiştir (Şekil 4.2). Buna göre *Pyrus*'a en yakın *Cormus* ve *Sorbus* cinsleridir. Bu sonuca tohum morfolojisi açısından bakacak olursak (Şekil 4.3), poligonal şekilli hücreler üç cins içinde benzerdir ancak *Pyrus*'ta olduğu gibi kümelenmiş ve genellikle mukrolu hücrelerden oluşan öbeklere rastlanmamıştır. Bu süslenme özelliğiyle yakın olduğu diğer cinslerden ayrı durmaktadır. Cins sınırlarının net olmadığı oymak içerisinde bu tohum karakteri belirgin biçimde cinsin üyelerini ayırmaktadır. *Pyrus*'ta olduğu gibi diğer cinslerinde tohum yüzeyi bakımından cins düzeyinde ayırım sağlayabilecek karakterlere sahip olması muhtemeldir.



Şekil 4.2. Morfolojik karakterlerle kloroplast ve çekirdek ITS bölgesine ait ML ağacının birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkan akrabalık ilişkileri [34]. (Uçların çizgi kalınlığı, analize katılan örnek sayısı ile doğru orantılı olarak artmaktadır).



Şekil 4.3. *Cormus*, *Sorbus* ve *Pyrus* cinsine ait örneklerde tohum yüzeyi. a-b- *S. torminalis* (AAD 18253); c-d- *S. aucuparia* (AAD 18267); e-f- *P. cordata* (ZUG 483).

Rosaceae ailesine ait meyve yapısı sıklıkla araştırmacıların dikkatini çekmiştir ancak tohum morfolojisine ilişkin fazla sayıda yayınlanmış çalışma yoktur. *Pyrus* cinsinde dahil olduğu yakın cinslerle yaptığımız tohum morfolojisi çalışmalarında (TÜBİTAK-KBAG Proje No: 111 T 850) tohum yüzey süslenmesinin cins ayırımında önemli bir karakter olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Yine *Sorbus* tohumlarıyla yapılan çalışmada [136], yüzey hücreleri aynı biçimde poligonal gözük müştür ancak süslenme farklıdır. Aynı çalışmada bazı taksonların yüzey süslenmesi bakımından varyasyon gösterdiği vurgulanmış ve bunun sebebinin poliploididen kaynaklanabileceği söylenmiştir. *Pyrus* cinsinin tohum yüzeyine en yakın duran takson ise *S. torminalis* olmuştur. Bu yakınlığın filogenetik bir bağlantıyla ilgisini açıklamak

zordur çünkü Aldasoro ve diğ., [38] tohum karakterlerinin seleksiyon baskısı altında olduğunu, bu nedenle filogenetik öneminin azaldığını söylemektedir.

Pyrus cinsine ait polenlerde genel polen tipi trikolporattır. Polenin sahip olduğu kolpus sayısı kapalı tohumlu filogenisinde ayrıca önem taşımaktadır. Kapalı tohumlu olarak tanımlanan birçok bitki günümüzde filogenetik olarak 'trikolpotlar' ya da 'eudicot' içerisinde yer almaktadır. Üç apertürlü polene sahip bitkilerden oluşan bu grup kapalı tohumluların en geniş grubudur ve evrimsel bakımından sıklıkla araştırılmıştır [137]. Donoghue ve Doyle [138] ilk kez 'trikolpatlar' terimini kullansa da zaman içerisinde 'eudicot' [139] kelimesi daha fazla yaygınlaşmıştır. Evrimsel sürecin tek apertürlülerden üç apertürlülere doğru olduğu ayrıca fazla apertür sayısının hayatta kalma bakımından daha avantajlı olduğu düşünülmektedir [140].

Cinse ait polenlerde nadirde olsa karşılaşılan bir diğer polen tipi de tetrakolporattır. Aynı örnekte hem tri- hemde tetrakolporat örnekler görülmüştür ve görülme yüzdeleri belirlenmiştir. Polen apertür sayısında görülen bu çeşitlilik (polen heteromorfizmi) uzun zamandır bilinmektedir ve kapalı tohumluların yaklaşık üçte birinde görülmektedir [141]. *Pyrus* cinsiyle aynı oymakta bulunan *Crataegus* cinsinin de aynı örnekte farklı apertür tipleri rapor edilmiştir [51], ancak *Pyrus* cinsinin İran populasyonlarında yapılan çalışmada [99] bu yönde bir veri belirtilmemiştir. Bu tez çalışması, *Pyrus* cinsinde birçok taksonda polen heteromorfizmi olduğunu söyleyen tek çalışmadır. Polen tipi yüzdelerinin bulunduğu grafikte taksonları temsilen fazla sayıda populasyonların çalışmaya dahil edildiği tüm taksonlarda polen heteromorfizmi belirlenmiştir. Tetrakolporat polenlerin nadiren görülmesi sebebiyle tek populasyonun çalışılabildiği örneklerde bu polen tipine rastlanmamıştır. Bu zamana kadar yapılan çalışmalarda da muhtemelen yeterli birey sayısı ile çalışılamadığından heteromorfizm görülememiştir.

Kaynaklara göre ploidi seviyesindeki değişkenliğin polen heteromorfizmine neden olduğu düşünülmektedir [142, 143]. Bu değişkenliğin aynı zamanda polen boyutunu da etkilemesi beklenmektedir ancak *Pyrus* cinsine ait polen boyutlarında anormal polen büyüklüğüne rastlanmamıştır.

Rosaceae ailesindeki birçok cinsin apertür yapısı ekvatorial por ve kolpustan oluşmuştur [51, 144]. *Pyrus* polenlerindeki genel apertür yapısı da bu şekildedir. Bununla birlikte diğer cinslerde olduğu gibi ekzin süslenmesi farklılıklar içermektedir. Cinsin polenleri genel olarak çizgili ve delikli yüzey süslenmesine sahiptir. Familya içerisinde çizgili-büyük delikli polenler, Erdtman [145] tarafından üç alt kategoriye ayrılmıştır. Çalıştığımız örneklerin kesin olarak hangi alt kategoride olduğu çok net değildir. Hebda ve Chinnappa [144] Kanada'da bulunan birçok *Rosaceae* üyesiyle yaptıkları çalışmada *Pyrus* polenlerinin yüzey süslenmesini çizgili ve büyük delikli (0.1-0.2 µm) olarak göstermişlerdir. Ancak yaptığımız incelemelerde aynı polen üzerinde farklı büyüklüklerde deliklerin olduğu görülmüştür (Bkz. Morfoloji, Şekil 3.3.5). Bu nedenle çalışmamızda delik büyüklüğüne değil çizgilerin belirginliğine ve kalınlığına daha fazla önem verilmiştir. Özellikle *P. cordata* polenleri bu bakımdan belirgin biçimde ayrılmıştır. Bu ayrım *P. cordata*'nın farklı bir seksiyonda oluşunu desteklese de İran popülasyonundaki çalışmalar, tam tersi biçimde belirsiz çizgilere sahip olduğu gösterilmiştir [99]. Polen yüzeyinde bulunan delik sayısı ise taksonlar arasında değişkenlik göstermektedir. En sık delik sayısına *P. cordata*, *P. elaeagrifolia* ve *P. demetrii*'de rastlanmıştır.

Cinsin polenleri genellikle belirgin çizgilere sahip olsada, sadece *P. salicifolia* ve *P. georgica* polenlerinde çizgiler benzer biçimde belirsizdir. Her ikisinde tüylü olan bu örneklerin habitat ve ekolojik istekleri de benzerdir.

Sonuçta, *Rosaceae* polenlerinin cins üstü seviyede taksonomik olarak bilgi verdiği düşünülse de bu durum *Pyrus* ve yakın cinsleri için hem tür hemde cins düzeyinde geçerli değildir. Ayrıca farklı türlerde aynı süslenme tiplerinin olduğu ya da aynı taksonun farklı süslenmeler gösterdiği bazı kaynaklarda [144] ve bu çalışmada tespit edilmiştir.

Polenlerin sahip olduğu karakterlerin bu cinsin filogenisini açıklamada kullanıldığı bir kaynağa rastlanmamıştır. Ancak Kalkman [13] familya içi sınıflandırmada operkulum bulunduran polenleri değerlendirmiş ve birçok grupta bulunmasını plesiomorfik karakter olarak, operkulum bulunmamasını ise apomorfi olarak kabul etmiştir. Buna göre *Pyrus* ve yakın cinslerin operkulum bulundurmadığından evrilmiş karaktere sahip olduğu söylenebilir.

Filogenetik varsayımlar canlının akrabalık ilişkilerini anlamada çok önemli rol oynamaktadır ancak gen duplikasyonları ve kayıpları, hibritleşme gibi genetik süreçler bu varsayımların oluşmasını engellemektedir ya da yanıltıcı olmaktadır [146]. Ayrıca sınırlı sayıda gen bölgesi kullanılarak yapılan filogenetik analizlerde ilişkilerin tam olarak çözülmesi mümkün olmamaktadır [147].

Son yirmi yıldır moleküler tekniklerin gelişmesi ve hızlı dizileme yöntemleri filogenetik analizlerin kullanımını ve etkinliğini arttırmıştır [148]. Günümüzde genomik veriyi analizlere katma başarısı oldukça yüksek olduğundan filogenetik varsayımları çok daha sağlam biçimde oluşturmak mümkündür. Özellikle RADseq yöntemi [149, 150] bu açıdan oldukça kullanışlıdır [151, 152].

Sanger Sekanlama tekniklerinin kullanıldığı klasik yöntemlerin filogenetik ilişkileri çözmede yetersiz kaldığı örneklerde RADseq yöntemi kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir [153, 154, 155]. Massatti ve diğ. [147], çekirdek ve kloroplast bölgelerinden elde ettiği verilerin filogenetik analiziyle RADseq yöntemiyle elde ettiği verileri analiz etmiş ve *Carex* cinsi filogenisinde RADseq yönteminin çok daha yüksek güvenilirlik değerlerine sahip ağaçlar oluşturduğunu açıkça ortaya koymuştur.

Pyrus cinsi üyelerine ait filogenetik ilişkileri anlamak için ddRADseq yöntemi ilk kez bu tez çalışmasında kullanılmıştır. Ortaya çıkan filogenetik ağacın destek değerleri güvenilirlik sınırları içerisinde. Bu analiz sonucunda taksonomik olarak ortaya çıkan en önemli sonuç morfolojik bakımdan farklı olan ve yeni tür olduğuna karar verilen bir örneğin, filogenetik olarakta desteklenmesidir.

Bu çalışmayla *Pyrus* cinsi taksonomik olarak iki seksiyon altında kabul edilmiştir: sect. *Pyrus* ve sect. *Pashia*. Seksiyonların içerikleri ise zaman içerisinde değişkenliğe uğramıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4. 1. *Pyrus* cinsi seksiyonlarına ait karakterler.

	<i>Pyrus</i>	<i>Pashia</i>
Koehne (1890)	Kalıcı sepale sahip meyve; stilus 5.	Beyazımsı lentisel taşıyan dökülücü sepale sahip meyve; stilus 2-5.
(Schönbeck-Temesy 1969)	Soluk ya da kahverengi lentisel bulundurmeyen kalıcı sepale sahip meyve; stilus 3-5 (genellikle 4); yuvarlağa yakın ya da genişçe oval ve düzden küt dişliye kadar değişen yaprak.	Soluk ya da kahverengi lentisel taşıyan meyve; stilus 2-5 (genellikle 4); küt ya da sivri dişlenmeye sahip, yuvarlak ya da genişçe yumurtamsı yaprak.
Browicz (1993)	Beyazımsı lentisel taşımayan kalıcı sepale sahip meyve, kısa, daha kalın meyve sapı; stilus 5.	Beyazımsı lentisel taşıyan dökülücü sepale sahip meyve, ince ve esnek meyve sapı; stilus 2-5.
Bu tez çalışması (2016)	Belirgin renkte olmayan lentisellere sahip, çoğunlukla kalıcı sepal bulunduran meyve.	Beyazımsı çok sayıda küçük lentisel taşıyan, çoğunlukla dökülücü sepale sahip meyve.

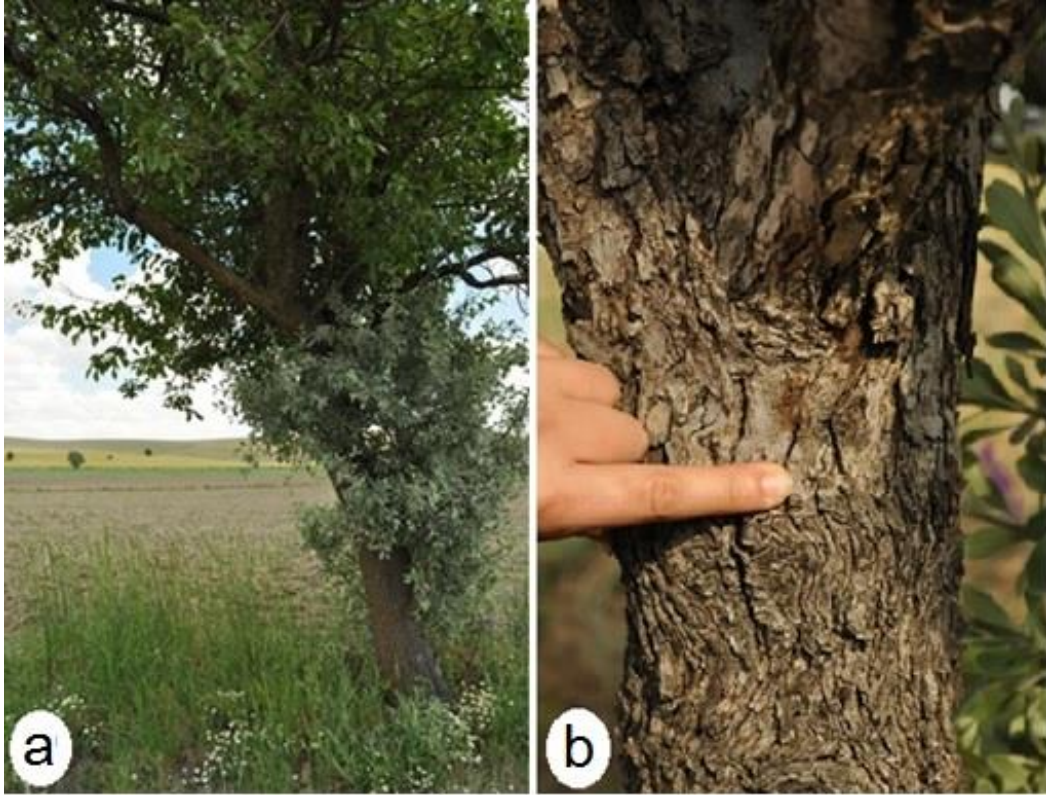
Cinse ait ilk seksiyon basamağı Koehne [29] tarafından tanımlanmıştır. Sonrasında seksiyonu tanımlayan taksonomik karakterler birçok araştırmacı tarafından tartışılmış, ayırıcı karakterler artırılmış ya da azaltılmıştır [55]. Bu tez çalışmasında incelenen örnekler belirgin ve çoğunlukla beyazımsı renkte lentisel taşıyan dökülücü kalikse sahip meyvenin seksiyon ayrımında en güvenilir karakterler olduğunu göstermiştir. Sadece *Pashia* seksiyonuna dahil olmamasına rağmen çok nadir bazı *P. syriaca* örneklerinde dökülücü kalikse rastlanmıştır. Bu örnekte meyve olgunlaştıktan sonra kaliks muhtemelen çevrenin etkisiyle dökülmektedir. *Pashia* seksiyonlarında ise kaliks çok daha erken evrede kalıtsal bir özellik olarak dökülmektedir.

Birçok araştırmacı tarafından kullanılan stilus sayısının taksonlar arasında olduğu gibi aynı taksonun farklı bireyleri arasında da değişken olduğu gözlenmiştir (Örn. *P. syriaca*-ZUG 586). Bu nedenle seksiyon ayrımına dahil edilmemiştir.

Pyrus taksonları içerisinde ülkemizde geniş yayılışı ve popülasyonu zengin olan türler sırasıyla *P. communis*, *P. elaeagnifolia*, *P. syriaca* ve *P. spinosa*'dır. Ülkemizde geniş yayılışa sahip taksonların bulunmasının önemli bir nedeni de yükseklik ve habitat istekleri bakımından uygun alanların olmasıdır. Genellikle yol ve tarla kenarlarında, açık alanlarda ve bozuk orman vejetasyonunda bulunan bireyler deniz yüksekliğinden 2000 metreye kadar geniş bir aralıkta gözlenebilmektedir.

Bunların içerisinde özellikle *P. elaeagrifolia*'nın çeşitlenme merkezinin Türkiye olduğunu düşünmekteyiz. Bu tür Toros Dağları'nın İç Anadolu bölgesine bakan yamaçlarında çok fazla bireyle temsil edilmektedir. Türkiye dışında ise birkaç kayıttan bilinmektedir.

Türkiye'de ve dar bir alanda yayılış gösteren iki takson, *P. kotschyana* ve *P. anatolica*'dır. Arazi gözlemleri, her iki türün populasyonlarının sağlıklı bireylerden oluştuğu ve bu türlerin büyük tehlike altında olmadığını göstermiştir. Ayrıca yapılan arazi çalışmalarında hem kayıtlı lokalitelerden hem de farklı yerlerden örnekleri toplanmıştır. Cinse ait tüm taksonların yayılışlarının incelenmesiyle oluşturulan tehlike kategorilerine göre yok olma tehtidiyle karşı karşıya olan bir takson bulunmamaktadır. Ancak yabani türlerinin aşı yapılarak (Şekil 4.4) halk tarafından kullanılması, anaç olarak kullanılan bireyin yaşamını olumsuz etkilemekte ve meyve verimliliğini sona erdirmektedir.



Şekil 4.4. Aşılanmış *Pyrus* türü. a- *P. elaeagrifolia* üzerine aşılanmış *P. communis* türü; b- aşı izi.

Baytop [156], cinsin halk tarafından bilinen isimlerini derlemiş ve takson belirtmeksizin alfabetik sırayla şu isimleri bildirmiştir: Ahlet, Aklap, Alfai, Alhat, Argun, Banda, Banta, Çakal armudu, Çördük, Çötür, Çövür, Dığdığı, Dızdağı, Halfat, Haliç, Kerte, Kertme, Kialmas, Kokoz, Panta (Şavşat-Artvin), Üngölüz, Zingit. Ayrıca *P. elaeagrifolia* için 'ahlat' ismini, *P. spinosa* içinse 'Çögür' ismini kaydetmiştir.

Yapılan arazi çalışmaları sırasında örnek toplanırken aynı zamanda yerel isimlerde mümkün olduğunca tarafımızca kayıt altına alınmıştır (Çizelge 4.2). En fazla yerel isme sahip olan takson İç Anadolu'da geniş yayılışı bulunan *P. elaeagrifolia*'dır. Dar bir alanda yayılış göstermesine rağmen *P. cordata* subsp. *boissieriana* türü ise halk tarafından bilinmektedir ve Antalya'nın iki farklı ilçesinden iki farklı isim kaydedilmiştir.

Çizelge 4. 2. Tez çalışması süresince kayıt altına alınan yerel isimler.

Takson	Yerel isim
<i>P. communis</i> subsp. <i>communis</i>	Çördük
<i>P. caucasica</i>	Panda
<i>P. communis</i> subsp. <i>sativa</i>	Armut
<i>P. elaeagrifolia</i>	Ahlat, boz armut, taş armut, söbe armut
<i>P. spinosa</i>	Çalı armut, çakal armut
<i>P. cordata</i> subsp. <i>boissieriana</i>	Gurmut, Zingit

Tüm bu bilgiler ışığında cinsin Türkiye taksonlarına ait güncel revizyon çalışması tür seviyesinde 16 taksonla tamamlanmıştır. Ortaya çıkan yeni durum, Türkiye Florası ve Türkiye *Pyrus* türleriyle yapılan taksonomik bir çalışma ile [157] karşılaştırmalı olarak aşağıda özetlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4. 3. Bu tez çalışmasında yer alan *Pyrus* cinsi taksonomisinin Türkiye Florası ve [157] ile karşılaştırması.

Türkiye Florası	Aslan (2012)	Bu tez çalışması (2016)	Değişiklik
<i>Pyrus serikensis</i>	<i>Pyrus serikensis</i>	<i>P. cordata</i> subsp. <i>boissieriana</i>	Sinonim
-	-	<i>P. cordata</i> subsp. <i>boissieriana</i>	Kombinasyon ve statü değişikliği
-	-	<i>P. cordata</i> subsp. <i>cordata</i>	Kombinasyon ve statü değişikliği

<i>P. communis</i> subsp. <i>communis</i>	<i>P. communis</i> subsp. <i>communis</i>	<i>P. communis</i> subsp. <i>communis</i>	–
<i>P. communis</i> subsp. <i>sativa</i>	<i>P. communis</i> subsp. <i>sativa</i>	<i>P. communis</i> subsp. <i>sativa</i>	–
<i>P. communis</i> subsp. <i>caucasica</i>	<i>P. communis</i> subsp. <i>caucasica</i>	<i>P. caucasica</i>	Tür seviyesinde kabul edildi.
<i>P. amygdaliformis</i> var. <i>amygdaliformis</i>	<i>P. amygdaliformis</i> var. <i>amygdaliformis</i>	<i>P. spinosa</i>	Sinonim olarak kabul edildi.
<i>P. amygdaliformis</i> var. <i>lanceolata</i>	<i>P. amygdaliformis</i> var. <i>lanceolata</i>	<i>P. spinosa</i>	Sinonim
<i>P. syriaca</i> var. <i>syriaca</i>	<i>P. syriaca</i> var. <i>syriaca</i>	<i>P. syriaca</i> var. <i>syriaca</i>	–
<i>P. syriaca</i> var. <i>microphylla</i>	<i>P. syriaca</i> var. <i>microphylla</i>	<i>P. syriaca</i> var. <i>microphylla</i>	–
–	–	<i>P. syriaca</i> var. <i>pseudosyriaca</i>	Yeni kayıt, yeni kombinasyon ve statü
<i>P. hakkiarica</i>	<i>P. hakkiarica</i>	<i>P. communis</i> subsp. <i>communis</i>	Sinonim
<i>P. anatolica</i>	<i>P. anatolica</i>	<i>P. anatolica</i>	–
<i>P. bulgarica</i>	<i>P. elaeagnifolia</i> subsp. <i>bulgarica</i>	<i>P. bulgarica</i>	–
<i>P. elaeagnifolia</i> subsp. <i>elaeagnifolia</i>	<i>P. elaeagnifolia</i> subsp. <i>elaeagnifolia</i>	<i>P. elaeagrifolia</i> subsp. <i>elaeagrifolia</i>	–
–	–	<i>P. elaeagrifolia</i> subsp. <i>taochia</i>	Kombinasyon ve statü değişikliği
<i>P. elaeagnifolia</i> subsp. <i>kotschyana</i>	<i>P. elaeagnifolia</i> subsp. <i>kotschyana</i>	<i>P. kotschyana</i>	Tür seviyesinde kabul edildi.
<i>P. salicifolia</i> var. <i>salicifolia</i>	<i>P. salicifolia</i> var. <i>salicifolia</i>	<i>P. salicifolia</i>	Sinonim
<i>P. salicifolia</i> var. <i>serrulata</i>	<i>P. salicifolia</i> var. <i>serrulata</i>	<i>P. salicifolia</i>	Sinonim
<i>P. oxyprion</i>	<i>P. oxyprion</i>	<i>P. oxyprion</i>	–
<i>P. yaltirikii</i>	<i>P. yaltirikii</i>	<i>P. oxyprion</i>	Sinonim
–	–	<i>P. georgica</i> .	Yeni kayıt
–	–	<i>P. demetrii</i>	Yeni kayıt
–	–	<i>P. pyraeaster</i>	Yeni kayıt
–	<i>P. nivalis</i>	<i>P. nivalis</i>	–
		<i>P. turcicus</i>	Yeni tür

Türkiye *Pyrus* taksonları genel morfolojik özelliklerinin yanı sıra tohum ve polen özellikleri bakımından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Polen morfolojisinin tür ayrımında yetersiz olduğu gösterilmiş ve yakın cinslerde mevcut olan polen heteromorfizmi bu cins için ilk kez bildirilmiştir. Ayrıca cinse ait birçok taksonun tohum morfolojisi ilk kez çalışılmıştır. Tohum süslenmesinin taksonlar arasında fazlaca varyasyon gösterdiği ancak cins ayrımında önemli olabileceği gösterilmiştir.

Moleküler filogeni kapsamında değerlendirilen çekirdek bölgesi kloroplast bölgesine göre daha iyi sonuç vermiştir. Ancak bu bölgeye ait PZR başarısı düşük olduğundan fazla sayıda takson çalışmaya katılamamıştır. Morfolojik ve moleküler sonuçlar cinsin seksiyon düzeyinde ayrımını desteklemektedir.

İleri moleküler tekniklerden birisi olan ddRADseq yöntemi ilk kez *Pyrus* taksonları üzerinde denenmiştir. *P. elaeagrifolia* ve yakın taksonlar üzerinde önemli sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma ve morfolojik gözlemlere dayanarak bazı örneklerin *P. elaeagrifolia*'dan ayrılarak tür seviyesinde yeni olduğuna karar verilmiştir.

Yeni kayıtlardan *P. georgica* ve *P. demetrii* Gürcistan'dan, *P. pseudosyriaca* ise Ermenistan'dan bilinen örneklerdir. Diğer yeni kayıt ise Avrupa'da yayılış gösteren *P. pyraster*'dir. Türkiye'nin konumu cinsin Dünya yayılışı sebebiyle oldukça önemlidir. Çünkü, taksonların büyük bir kısmı Kafkaslarda ve Avrupa'da yayılış göstermektedir. Ülkemiz, Kafkas ve Avrupa taksonlarının yaşamı için uygun ekolojik koşullara sahiptir. Bu nedenle Kafkaslar ve Avrupa'da yayılış gösteren örnekleri bulundurabilmektedir.

Kafkaslar ayrıca birçok *Pyrus* taksonunun çeşitlenme merkezi olduğu bu çalışmayla da. Örn. *P. salicifolia*'nın Gürcistan ve Azerbaycan'da bir çok popülasyonu ve morfolojik varyasyon gösteren örnekleri vardır. Bu takson ülkemizde sadece iki lokaliteden bilinmektedir. *P. salicifolia* ve bu çalışmada tespit edilen Kafkas yayılışlı taksonların ilerleyen zamanlarda ülkemizde daha fazla örneklerle temsil edilmesi muhtemeldir.

Botanik adlandırma kuralları [85] bakımından incelenen bu taksonların dört tanesi için kombinasyon ve statü değişikliği yapılmıştır. Ayrıca dört takson Türkiye için yeni kayıt olarak teşhis edilmiştir. Bu yeni kayıtlardan iki tanesinde (*P. georgica* ve *P. demetrii*), Melborn Kod'u dikkate alınarak lektotipifikasyon çalışması yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Browicz, K., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 4, (ed: Davis, P.H.) UK: Edinburgh University Press, Edinburgh, 160-168, **1972**.
- [2] Bentham, G., Hooker, J.D., *Genera plantarum ad exemplaria imprimis in herbariis kewensibus servata definite*, Londini A. Black, **1862-1883**.
- [3] Boissier, E., *Flora Orientalis*, Vol. 2, Geneva et Basileae, Geneva, 653, **1872**.
- [4] Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K., *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 10 (Supp. I.), Edinburgh University Press, Edinburgh, 138, **1988**.
- [5] Zielinski, J., *Pyrus L.*, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 11 (Supp. 2.), (eds: Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C.), Edinburgh University Press, Edinburgh, 115, **2000**.
- [6] Robertson, K.R., Phipps, J.B., Rohrer, J.R., Smith, P.G., A Synopsis of Genera in Maloideae (Rosaceae), *Systematic Botany*, 16-2, 376-394, **1991**.
- [7] Zheng, X., Cai, D., Potter, D., Postman, J., Liu, J., Teng, Y., Phylogeny and evolutionary histories of *Pyrus L.* revealed by phylogenetic trees and networks based on data from multiple DNA sequences, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 80, 54-65, DOI: 10.1016/j.ympev.2014.07.009, **2014**.
- [8] Linnaeus, C., *Species Plantarum*, 475-480, Stockholm, **1753**.
- [9] Adanson, M., *Familles des plantes*, Vincent, Paris, **1763**.
- [10] Jussieu, A.L., *Genera Plantarum, secundum ordines naturales disposita juxta methodum in Horto Regio Parisiensi exaratam*, **1789**.
- [11] Chase, M.W., Soltis D. E., Olmstead, R.G., Morgan, D., Les D.H., Mishler, B.D., Duvall, M.R., Price, R.A., Hills, H.G., Qiu, Y-L. ve diğ., Phylogenetics of Seed Plants: an Analysis of Nucleotide Sequences from the Plastid Gene *rbcL*, *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 80, 528-580, **1993**.
- [12] APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105-121. **2009**.
- [13] Kalkman, C., The phylogeny of the Rosaceae, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 98,1, 37-59, **1998**.
- [14] Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellog, E. A., Stevens, P.F., *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*, Sunderland, Amerika, **1999**.
- [15] Kalkman, C., Rosaceae. *The families and genera of vascular plants*, Vol. 6, (ed: Kubitzki, K.) Springer, Berlin, 343-386, **2004**.
- [16] Judd, W.S., Olmstead, R.G., A survey of tricolpate (eudicot) phylogenetic relationships, *American Journal of Botany*, 91, 1627-1644, **2004**.
- [17] Hummer, K.E., Janick, J., *Gardiner Genetics and Genomics of Rosaceae*, (eds: Kevin, M.F., Susan, E.) Springer Press, 2-17, **2009**.
- [18] APW. 2015, Angiosperm Phylogeny Website, Version 7, <http://www.mobot.org/> (Mayıs, **2006**.)

- [19] Mabberley, D.J., *The Plant Book*, Cambridge University Press, **1987**.
- [20] Crepet, W.L., Friis, E.M., Gandolfo, M.A., Fossil evidence and phylogeny: The age of major angiosperm clades based on mesofossil and macrofossil evidence from Cretaceous deposits, *American Journal of Botany*, 91, 1666-1682, **2004**.
- [21] Wikström, N., Savolainen, V., Chase, M.W., Evolution of the angiosperms: Calibrating the family tree, *Proc. Roy. Soc. B*, 268, 2211-2220, **2001**.
- [22] Hohmann, N., Wolf, E.M., Lysack, M.A., Koch, M.A., A time-calibrated road map of *Brassicaceae* species radiation and evolutionary history. *Plant Cell*, 27, 10, 70-84, doi: 10.1105/tpc.15.00482, **2015**.
- [23] Morgan, D.R., Soltis, D.E., Robertson, K.R., Systematic and evolutionary implications of *rbcl* sequence variation in Rosaceae, *American Journal of Botany* 81, 890-903, **1994**.
- [24] Potter, D., Gao, F., Bortiri, P.E., Oh, S., Baggett, S., Phylogenetic relationships in Rosaceae inferred from chloroplast *matK* and *trnL-trnF* nucleotide sequence data, *Plant Systematic Evolution*, 231, 77-89, **2002**.
- [25] Campbell, C., Evans, R.C., Morgan, D.R., Dickinson, T.A., Arsenault, M.P., Phylogeny of subtribe Pyrinae (formerly the Maloideae, Rosaceae): Limited Resolution of a Complex Evolutionary History, *Plant Systematic Evolution*, 266, 119-145, **2007**.
- [26] Schulze-Menz, G.K., Rosaceae, A. *Engler's: Syllabus der Pflanzenfamilien*, Volume II, 12th edition, (Eds: H. Melchior), Gebrüder Borntraeger, Berlin, 209-218, **1964**.
- [27] Takhtajan, A., *Diversity and classification of flowering plants*, ISBN 0-231-10098-1, **1997**.
- [28] Focke, W.O., Rosaceae, *Nat. Pflanzen fam Leipzig*, (eds: Engler, H.G.A., Prantl, K.A.E.), Leipzig, **1894**.
- [29] Koehne, E., *Die Gattungen der Pomaceen*, Berlin, 243-246, **1890**.
- [30] Rohrer, J.R., Robertson, K.R., Phipps, J.B., Floral Morphology of Maloideae (Rosaceae) and its Systematic Relevance, *American Journal of Botany*, 81,5, 574-581, **1994**.
- [31] Potter, D., Eriksson, T., Evans, R.C., Oh, S., Smedmark, J.E.E., Morgan, D.R., Kerr, M., Robertson, K.R., Arsenault, M., Dickinson, T.A., Campbell, C.S., Phylogeny and classification of Rosaceae, *Plant Systematic and Evolution*, 266, 5-43, DOI 10.1007/s00606-007-0539-9, **2007**.
- [32] Hutchinson, J., Dicotyledons, *The genera of flowering plants*, vol. 1, Clarendon Press, Oxford, **1964**.
- [33] Sax, K., The origin and relationships of Pomoideae, *Journal of the Arnold Arboretum*, 12, 3–22, **1931**.
- [34] Li, Y., Guow., Liaow-B, Macklinj, A., Li, J-H, Generic limits of Pyrinae: Insights from nuclear ribosomal DNA sequences, *Botanical Studies*, 53, 151-164, **2012**.

- [35] Lo, E.Y.Y., Donoghue, M. J., Expanded phylogenetic and dating analyses of the apples and their relatives (Pyreae, Rosaceae), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 63,230-243, **2012**.
- [36] Lawrence, G.H.M., *Taxonomy of vascular plants*, Macmillan, New York, **1951**.
- [37] Bold, H.C., Alexopoulos, C.J., Delevoryas, T., *Morphology of Plants and Fungi*, Harpercollins College Div., **1987**.
- [38] Aldasoro, J.J., Aedo, C., The genus *Sorbus* (Maloideae, Rosaceae) in Europe and in North Africa, Morphological Analysis and Systematics, *Systematic Botany*, 23,2, 189-212, **1998**.
- [39] Dickinson, T.A., Campbell C.S., Population Structure and Reproductive Ecology in the Maloideae (Rosaceae), *Systematic Botany*, 16,2, 350-362, **1991**.
- [40] Challice, J.S., Westwood, M.N., Phenolic compounds of the genus *Pyrus*, *Phytochemistry*, 11,37-44, **1972**.
- [41] Phipps, J.B., Robertson, K.R., Rohrer, J.R., Smith, P.G., 1991. Origins and evolution of subfamily Maloideae (Rosaceae), *Systematic Botany*, 16, 303-332.
- [42] Robertson, K.R., Phipps, J.B., Rohrer, J.R., Summary of Leaves in the Genera of Maloideae (Rosaceae), *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 79,1, 81-94, **1992**.
- [43] Evans, R. C., Campbell, C.S., The origin of the apple subfamily (Maloideae; Rosaceae) is clarified by DNA sequence data from duplicated GBSSI genes, *American Journal of Botany*, 89, 1478-1484, **2002**.
- [44] Velasco R., Zharkikh A., Affourtit J., Dhingra A., Cestaro A., Kalyanaraman A., Fontana P., Bhatnagar S.K., Troggio M., Pruss D., The genome of the domesticated apple (*Malus × domestica* Borkh.), *Nature Genetics*, 42, 833-839, doi:10.1038/ng.654, 2010.
- [45] Gorshkov, I.S., Wide hybridization in tree- and soft-fruit crops, Wide hybridization of plants, (ed. Tsitsin N.V.), Translated from the Russian. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations. 33-38, **1962**.
- [46] Metcalfe, C.R., Chalk, L., *Anatomy of the Dicotyledons*, vol:1, The Clarendon Press, Oxford, 539-553, **1950**.
- [47] Zhang, S.Y., Bass, P., Wood Anatomy of Trees and Shrubs from China, III. Rosaceae, *IAWA Bulletin*, 13,1, 21-91, **1992**.
- [48] Schweingruber, F.H., *Anatomy of European Woods*, Haupt Press, Stuttgart. **1990**.
- [49] Hebda, R.J., Chinappa, C.C., Studies on pollen morphology of Rosaceae in Canada, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 64, 103-108, **1990**.
- [50] Eide, F., Key for northwest European Rosaceae pollen, *Grana*, 20, 101-118, **1981**.
- [51] Oybak Dönmez, E., Pollen morphology in Turkish *Crataegus* (Rosaceae), *Botanica Helvetica*, 118, 59-70, **2008**.

- [52] Pechoutre, F., Contribution à l'étude du développement de l'ovule et des graines des Rosacées, *Annales des Sciences Naturelles VIII*, 16, 1-158, **1902**.
- [53] Aldasoro, J.J., Aedo, C., Navarro, C., Phylogenetic and phylogeographical relationships in *Maloideae* (Rosaceae) based on morphological and anatomical characters, *Blumea*, 50, 3-15, **2005**.
- [54] Decaisne, J., *Le Jardin fruitier du Museum* Vol. 1, Paris, 306-340, **1871-72**.
- [55] Browicz, K., Concept and chorology of the genus *Pyrus* L. *Arboretum. Kornickie*, 38, 17-33, **1993**.
- [56] Rehder, A., *Bibliography of cultivated trees and shrubs hardy in the cooler temperate regions of the Northern Hemisphere*, Arnold Arboretum of Harvard Univ., **1949**.
- [57] Federov, A.A., *Dereva I kustarniki*, SSSR Vol. 3, (eds: Sokolov, S.J.), Leningrad, 378-414, **1954**.
- [58] Tuz, A.S., K voprosu klassifikatsii roda *Pyrus* L. (Up-to-date systematics of the genus *Pyrus* L.) *Trudy po Prikladnoi Botanike i Seleksii*, 46, 70-91, **1972**.
- [59] Yu, T., Ku, T., *Rosaceae (1). Spiraeoideae-Maloideae. Flora Reipublicae Popularis Sinicae*, 36, Science Press, Beijing, **1974**.
- [60] Cuizhi, C., Spongberg, S. A., *Pyrus* L., *Flora of China*, 9, 173-179, **2003**.
- [61] Rubtsov, G.A., Geographical distribution of the genus *Pyrus* and trends and factors in its evolution, *The American Naturalist*, 78, 358-366, **1944**.
- [62] The International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org> (4 Augustos 2015), **2012**.
- [63] Challice, J.S., Westwood, M.N., Numerical taxonomic studies of the genus *Pyrus* using both chemical and botanical characters, *Botanical Journal of the Linnean Society*, 67, 121-148, **1973**.
- [64] Zou, L., Zhang, X., Zhang, Z., Sun, B., Guo, S., Studies on the systematic relationship of some of the species in the genus *Pyrus* based on pollen grain morphology (in Chinese with English summary), *Acta Horticulturae Sinica*, 13, 219-224, **1986**.
- [65] Jang, J.T., Tanabe, K., Tamura, F., Banno, K., Identification of *Pyrus* species by leaf peroxidase isozyme phenotypes (in Japanese with English summary), *The Japanese Society for Horticultural Science*, 61, 273-286, **1992**.
- [66] Iketani, H., Manabe, T., Matsuta, N., Akihama, T., Hayashi, T., Incongruence between RFLPs of chloroplast DNA and morphological classification in east Asian pear (*Pyrus* spp.), *Genetic Resources and Crop Evolution*, 45, 533-539, **1998**.
- [67] Kawata, A., Itai, K., Tanabe, F., Tamura, Genetic variation in *Pyrus* species by RFLP analysis of genomic of DNA (in Japanese), *The Japanese Society for Horticultural Science*, 61, 148-149, **1995**.
- [68] Teng, Y., Tanabe, K., Tamura, F., Itai, A., Genetic relationships of *Pyrus* species and cultivars native to East Asia revealed by randomly

- amplified polymorphic DNA markers, American Society for Horticultural Science, 127, 262-270, **2002**.
- [69] Bao, K., Chen, D., Zhang, Y., Cao, T., Yamamoto, Y., Teng., Genetic diversity and similarity of pear (*Pyrus* L.) cultivars native to East Asia revealed by SSR (simple sequence repeat) markers, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 959-971, **2007**.
- [70] Cao Y., Tian L., Gao Y., Liu F., Genetic diversity of cultivated and wild Ussurian pear (*Pyrus ussuriensis* Maxim.) in China evaluated with M13-tailed SSR markers, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1, 9-17, **2012**.
- [71] Erfani, J., Ebadi, A., Adollahi, H., Fatahi, R. Genetic diversity of some pear cultivars and genotypes using simple sequences repeat (SSR) markers, *Plant Molecular Biology Reporter*, 5, 1065-1072, **2012**.
- [72] Bao, L., Chen, K., Zhang, D., Li, X., Teng, Y., An assessment of genetic variability and relationships within Asian pears based on AFLP (amplified fragment length polymorphism) markers, *Scientia Horticulturae*, 116, 374-380, **2008**.
- [73] Monte-Corve, L., Cabrita, C., Oliveira, J., Leita, Assessment of genetic relationships among *Pyrus* species and cultivars using AFLP and RAPD markers, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 47, 257-265, **2000**.
- [74] Kimura T., Iketani H., Kotobuki K., Matsuta N., Ban Y., Hayashi T., Yamamoto T., Genetic characterization of pear varieties revealed by chloroplast DNA sequences, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78, 241-247, **2003**.
- [75] Katayama, H., Adachi, S., Yamamoto, T., Uematsu, C., A wide range of genetic diversity in pear (*Pyrus ussuriensis* var. *aromatica*) genetic resources from Iwate, Japan revealed by SSR and chloroplast DNA markers, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 1573-1585, **2007**.
- [76] Zheng, X., Cai, D., Yao, L., Teng, Y., Non-concerted ITS evolution, early origin and phylogenetic utility of ITS pseudogenes in *Pyrus*, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48, 892-903, **2008**.
- [77] Zheng, X., Hu, C., Spooner, D., Liu, J., Teng, Y., Molecular evolution of *Adh* and *LEAFY* and the phylogenetic utility of their introns in *Pyrus* (Rosaceae), *BMC Evolutionary Biology*, 11, 255, **2011**.
- [78] Ekblom, R., Galindo, J., Applications of next generation sequencing in molecular ecology of non-model organisms, *Heredity* 107, 1-15, **2010**.
- [79] Lerner, H.R.L., Fleischer, R.C., Prospects for the use of next-generation sequencing methods in ornithology, *The Auk* 127, 4-15, **2010**.
- [80] Daveyand, J.W., Blaxter, M.L., RADSeq: next-generation population Genetics, *Briefings in Functional Genomics*, Vol 9, 5, 416-423, **2010**.
- [81] McCormack, J.E., Hird, S.M., Amanda ,J.Z., Bryan, C.C., Robb, T.B., Applications of next-generation sequencing to phylogeography and phylogenetics, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, doi:10.1016/j.ympev.2011.12.007, **2012**.

- [82] Peterson, B.K., Weber, J.N., Kay, E.H., Fisher, H.S., Hoekstra, H.E., Double Digest RADseq: An Inexpensive Method for De Novo SNP Discovery and Genotyping in Model and Non-Model Species, *PLoS ONE* 7(5): e37135, **2012**.
- [83] De Candolle, A., *Origin of Cultivated Plants*, Cornell University Library, **1892**.
- [84] Zohary, D., Hopf, M., *Domestication of plants in the Old World 3rd edn*, New York, Oxford University Press, **2000**.
- [85] McNeill, J., Barrie, F.R., Buck, W.R., Demoulin, V., Greuter, D.L., Hawksworth, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S., Marhold, K., Prado, J., Prud'Homme Van Reine, W.F., Smith, J.F., Wiersema, J.H. (eds.), *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code)* Regnum Vegetabile 154. Königstein: Koeltz Scientific Books **2012**. (Türkçe Çeviri: Menemen Y., Dönmez A.A., Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2015).
- [86] Brummitt, R.K., Powell, C. E. (editors), *Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard form of their names including abbreviations*, Royal Botanic Gardens, Kew, **1992**.
- [87] Wodehouse, R.R., *Pollen Grains*, New York, McGraw-Hill, **1935**.
- [88] Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S., Thomas, L.A., Glossary of pollen and spore terminology, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143, 1-81, **2007**.
- [89] Hesse, M., Halbritter, H., Weber, M.R., Buchner, A., Frosch-Radivo, S., Zetter, U.R., *Pollen Terminology: An illustrated handbook*, Springer-Verlag, Austria, **2009**.
- [90] Kovach, W.L., *MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Kovach Computing Services*, Pentraeth, Wales, U.K, **2007**.
- [91] Sang, T., Crawford, D.J., Stuessy, T.F., Chloroplast DNA phylogeny, reticulate evolution and biogeography of *Paeonia* (Paeoniaceae), *American Journal of Botany*, 84: 1120-1136, **1997**.
- [92] Vaillancourt, R.E., Jackson, H.D., A chloroplast DNA hypervariable region in eucalypts, *Theoretical and Applied Genetics*, 101: 473-477, **2000**.
- [93] Hamilton, M. B., Four primer pairs for the amplification of chloroplast intergenic regions with intraspecific variation. *Molecular Ecology* 8: 521-523, **1999**.
- [94] Frohlich, M.W., Meyerowitz, E.M., The search for homeotic gene homologs in basal angiosperms and Gnetales: a potential new source of data on the evolutionary origin of flowers. *International Journal of Plant Science*, 158, 131-142, **1997**.
- [95] Huelsenbeck, J.P., Ronquist, F., MRBAYES: Bayesian inference of phylogenetic trees, *Bioinformatics Applications Note*, Vol 17, 8, 754-755, **2001**.
- [96] Catchen, J.M., Amores, A., Hohenlohe, P.A., Cresko, W.A., Postlethwait, J.H., *Stacks: building and genotyping loci de novo from shortread sequences*, *G3*, 1,171-182, **2011**.
- [97] Chong, Z., Ruan, J. Wu, C-I., Rainbow: an integrated tool for efficient clustering and assembling RAD-seq reads, *Bioinformatics*, 28, 2732-2737, **2012**.

- [98] Eaton, D.A.R., PyRAD: assembly of de novo RADseq loci for phylogenetic analyses, *Bioinformatics Advance Access*, 20, 1-6, doi: 10.1093/bioinformatics/btu121, **2014**.
- [99] Zamani, A., Attar, F., Maroofi, H., A synopsis of the genus *Pyrus* (Rosaceae) in Iran *Nordic Journal of Botany*, 30: 310-332, **2012** doi: 10.1111/j.1756-1051.2011.00989.x,
- [100] Swearingen, J., Reshetiloff, K., Slattery, B., Zwicker, S., *Plant Invaders of Mid-Atlantic Natural Areas*, National Park Service and U.S. Fish & Wildlife Service, Washington, D.C., 82, **2002**.
- [101] Culley, T.M., Hardiman, N.A., The Beginning of a New Invasive Plant: A History of the Ornamental Callery Pear in the United States, *BioScience*, Vol. 57, 11, 956-964, *American Institute of Biological Sciences*, doi:10.1641/B571108, **2007**.
- [102] Zamani, A., Attar, F., Maroofi, H., Pollen morphology of the genus *Pyrus* (Rosaceae) in Iran, *Acta Biologica Szegediensis*, Volume 54(1), 51-56, **2010**.
- [103] Uğurlu Aydın, Z., Dönmez, A. A. Taxonomic and nomenclatural contributions to *Pyrus* L. (Rosaceae) from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 39, 841-849. doi:10.3906/bot-1411-34, **2015**.
- [104] Vance, C., Kirk, T.K., Sherwood, R.T., Lignification as a Mechanism of Disease Resistance, *Annual Review of Phytopathology* 18(1), 259-288, **2003**.
- [105] Wang, B.P., A genetic study on brachyscelereids in pear fruit flesh, *Journal of Zhejiang Forestry College*, 2, 29-32, **1985**.
- [106] Zhang, Z.M., Hu, H.G., Study on stone cell content of the different pear variety, *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 13, 28-29, **2007**.
- [107] Tian, L.M., Cao, Y.F., Gao, Y., Dong, X.G., Effect of stone cells size and flesh texture in pear cultivars, *Acta Hortic. Sin.*, 38 (7), 1225-1234, **2011**.
- [108] Miller P., *The Gardeners Dictionary*, ed. 8. **1768**.
- [109] Johnson, M.A.T., Brandham, P.E., New chromosome numbers in petaloid monocotyledons and in other miscellaneous angiosperms, *Kew Bulletin* 52(1): 121-138, **1997**.
- [110] IUCN **2016**. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-1*, <http://www.iucnredlist.org>, (Son erişim: 5 Ağustos 2016).
- [111] Güner, A., Duman, H. Critics on *Pyrus boissieriana* Buhse subsp. *crenulata* Browicz. *Karaca Arboretum Magazine* 2, 166-170, **1994**.
- [112] Maleev, V.P., *Pyrus* L. *Flora USSR*, vol. 9, Botanicheskij Institut Akademii Nauk SSSR, (eds: Komarov, V.L., Yuzepchuk, S.V.), Moscow and Leningrad (Translated from Russian by Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem 1971), 259-274, **1939**.
- [113] Khatamsaz, M. *Pyrus* L. (eds: Assadi, M., Khatamsaz, M., Maassoumi, A.A.) *Flora of Iran. No. 6: Rosaceae*, 181-199, **1992**.
- [114] Zamani, A., Attar, F., Maroofi, H.A. Synopsis of the genus *Pyrus* (Rosaceae) in Iran. *Nordic Journal of Botany* 30: 310-332, **2012**.

- [115] Chen, R. y. (editor), *Chromosome Atlas of Chinese Fruit Trees and Their Close Wild Relatives*, Chromosome Atlas Chin. Princ. Econ. Pl. 1, **1993**.
- [116] Druskovic, B., Lovka, M., IOPB chromosome data 9. Int. Organ. Pl. Biosyst. Newslett. (Zurich) 24, 15-19, **1995**.
- [117] Kurtto, A. (continuously updated) Euro+Med Plantbase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity [online]. <http://www.emplantbase.org/>, **2009**.
- [118] Gladkova, V.N., Sveschnikova, L. I., On the cytosystematics of the genus *Pyrus* (Rosaceae). Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad) 75: 1261-1264, **1990**.
- [119] Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G. Bouvet, J., Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Molecular Biology*, 17, 5, 1105-1109. DOI: 10.1007/BF00037152. **1991**.
- [120] Kumar, S., Filipski, A., Multiple sequence alignment: In pursuit of homologous DNA positions, *Genome Research*, 17:127-135, **2007**.
- [121] Stamatakis, A., RAxML Version 8: A tool for Phylogenetic Analysis and Post-Analysis of Large Phylogenies, *Bioinformatics*, doi: 10.1093/bioinformatics/btu033, **2014**.
- [122] Felsenstein, J., Confidence Limits on Phylogenies: An Approach Using the Bootstrap, *Evolution*, 39, 783-791, **1985**.
- [123] Rambaut, A., Suchard, M.A., Xie, D., Drummond, A.J., Tracer v1.6, <http://beast.bio.ed.ac.uk/Tracer>, **2014**.
- [124] Shaw, J., Lickey, E., Beck, J.T., Farmer, S.B., Liu, W., Miller, J., Siripun, K.C., Winder, C.T., Schilling, E.E., Small, R.L., The tortoise and the hare II: relative utility of 21 noncoding chloroplast DNA sequences for phylogenetic analysis, *American Journal of Botany*, 92, 142-166, **2005**.
- [125] Soltis, D., Soltis, P.S. Choosing an approach and an appropriate gene for phylogenetic analysis, *Molecular Systematics of Plants*. II. DNA Sequencing (eds: Soltis, D., Soltis, P., Doyle, J.), Boston: Kluwer Academy Publications, **1998**.
- [126] Wendel, J.F., Schnabel A., Seelanan, T. Bi-directional interlocus concerted evolution following allopolyploid speciation in cotton (*Gossypium*). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92, 280-284, **1995**.
- [127] Lo, E.Y.Y., Stefanović, S., Christensen, K.I., Dickinson, T.A., Evidence for genetic association between East Asian and Western North American *Crataegus* L. (Rosaceae) and rapid divergence of the Eastern North American lineages based on multiple DNA sequences, *Molecular Phylogenetic Evolution*, 51, 157-168, **2009**.
- [128] Bailey, C.D., Doyle, J.J., Potential phylogenetic utility of the low-copy nuclear gene *pistillata* in Dicotyledonous Plants: Comparison to nrDNA ITS and trnL intron in *Sphaerocardamum* and other Brassicaceae, *Molecular Phylogenetic Evolution*, 13, 20-30, **1999**.

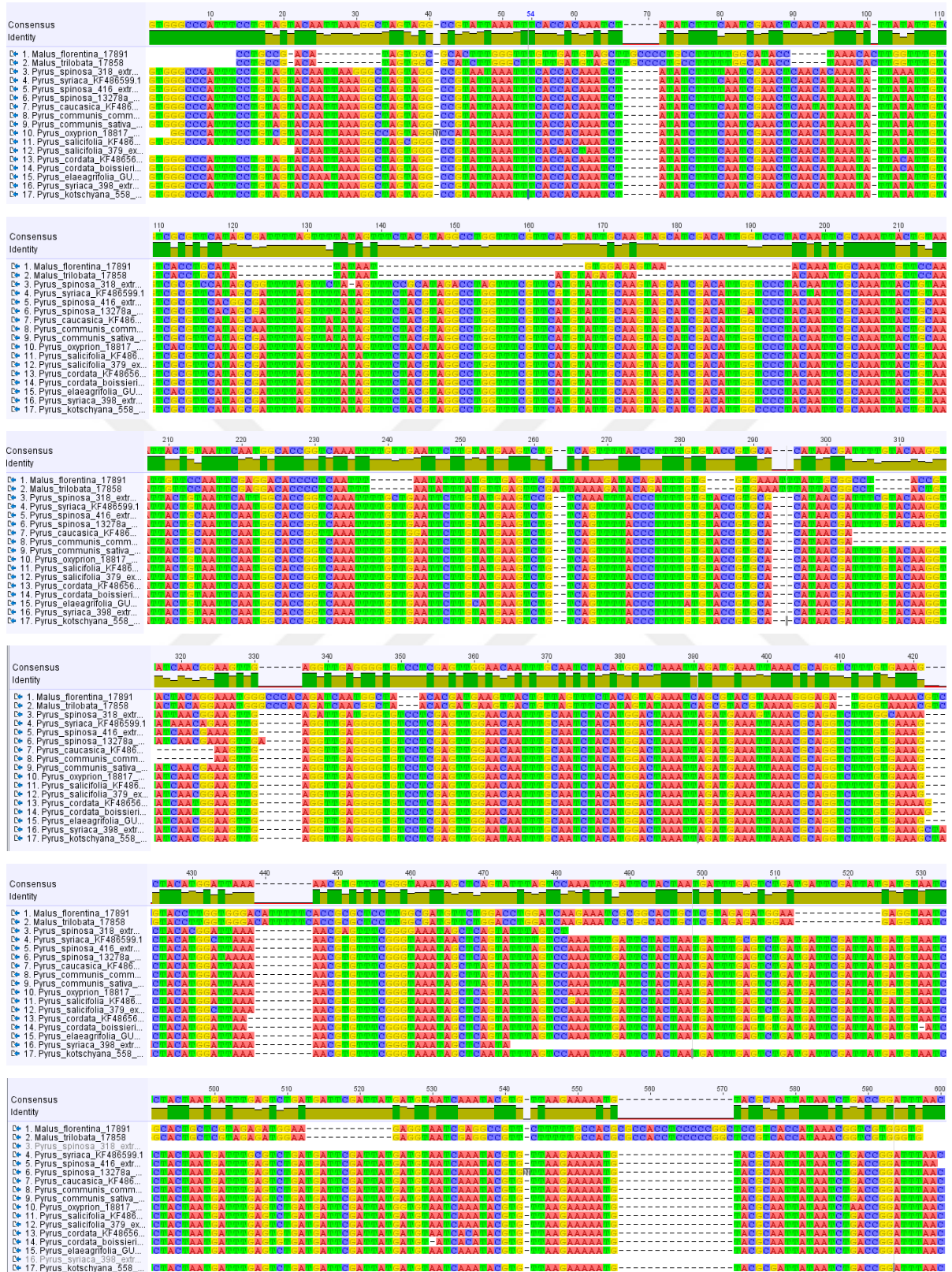
- [129] Oh, S.H., Potter, D., Phylogenetic utility of the second intron of LEAFY in *Neillia* and *Stephanandra* (Rosaceae) and implications for the origin of *Stephanandra*, *Molecular Phylogenetic Evolution*, 29, 203-215, **2003**.
- [130] Zamani, A., Attar, F., Joharchi, M.R., *Pyrus pashia* (Rosaceae), a new record for the flora of Iran, *The Iranian Journal of Botany*, 15(1), 72-75, **2009**.
- [131] Barthlott, W. Scanning electron microscopy of the epidermal surface in plants. (eds: Claugher D.) *Scanning electron microscopy in taxonomy and functional morphology*. Oxford: Clarendon Press 573 pp. ISBN 0-7167-0697-0. **1990**.
- [132] Ganeva, T., Uzunova, K. Comparative leaf epidermis study in species of genus *Malus* Mill. (Rosaceae), *Botanica Serbica*, 34 (1), 45-49, **2010**.
- [133] Ganeva, T. Leaf Epidermis Structure in *Cydonia Oblonga* Mill. (Rosaceae), *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23:sup1, 965-967, DOI:10.1080/13102818.2009.10818582, **2009**.
- [134] Zamani, A., Attar, F., Civeyrel L., Leaf epidermis characters of Iranian *Pyrus* L. (Rosaceae) and their taxonomic implications, *Genetic Resources and Crop Evolution*, DOI 10.1007/s10722-015-0341-4. **2015**.
- [135] Terpó, A., Franko, A.J., *Pyrus* L., (eds: Tutin, T.G., Heywood, V.M., Borges, N.A., Valentine, D.M., Walters, S.M., Webb, D. A.), *Flora Europaea*, 2, Cambridge, 65-66, **1968**.
- [136] Bednorz, L., Walkowiak, R., Maciejewska-Rutkowska, I., Moliński, K., Seed variability of the Polish species of the genus *Sorbus* (Rosaceae), *Dendrobiology*, 55, 3-9, **2006**.
- [137] Banks, H., Klitgaard, B., Lewis, G., Crane, P., Bruneau, A., *Pollen and the systematics of the tribes Caesalpineae and Cassieae (Caesalpinioideae: Leguminosae)*, (eds: Klitgaard, B.B., Bruneau, A.), *Advances in legume systematics*. P. 10, Higher level systematics, Kew: R. Bot. Gard., 95-122, **2003**.
- [138] Donoghue, M.J., Doyle, J.A., *Phylogenetic analysis of angiosperms and the relationships of Hamamelidae*. In P. R. Crane and S. Blackmore [eds.], *Evolution, systematics, and fossil history of the Hamamelidae*, vol. 1, *Introduction and "lower" Hamamelidae*. Systematics Association Special Volume 40A, 17-45. Clarendon Press, Oxford, UK. **1989**.
- [139] Doyle, J.A., Hotton, C.L., *Diversification of early angiosperm pollen in a cladistic context*. (eds: Blackmore S., Barnes, S.H.), *Pollen and spores: patterns of diversification*, Clarendon Press, Oxford, UK, 165-195, **1991**.
- [140] Furness, C.A., Rudal, P.J., Pollen aperture evolution – a crucial factor for eudicot success, *Trends in Plant Science*, 9, 3, **2004**.
- [141] Erdtman, G., Pollen and Spore Morphology/Plant Taxonomy, *Feddes Repertorium*, Volume 73, 3, 238, **1966**.
- [142] Dajoz, I., Mignot, A., Hoss, C., Till-Bottraud, I., Pollen Aperture Heteromorphism is not Due to Unreduced Gametophytes, *American Journal of Botany*, Vol. 82, 1, 104-111, **1995**.

- [143] Borsch T. and Wilde V. *Pollen variability within species, populations, and individuals, with particular reference to Nelumbo*. (eds: Harley, M.M., Morton, C.M., Blackmore, S.). Pollen and spores: morphology and biology, Royal Botanic Gardens, Kew, 285-299, **2000**.
- [144] Hebda, R.J., Chinnappa, C.C., Studies on pollen morphology of Rosaceae, *Acta Botanica Gallica*, 141,183-193, **1994**.
- [145] Erdtman, G., *Pollen morphology and plant taxonomy; an introduction to palynology*, Hafner, New York, **1972**.
- [146] Maddison, W.P., Gene Trees in Species Trees, *Systematic Biology*, 46 (3): 523-536. doi: 10.1093/sysbio/46.3.523, **1997**.
- [147] Massatti, R., Reznicek, A.A., Knowless, L.L., Utilizing RADseq data for phylogenetic analysis of challenging taxonomic groups: A case study in *Carex* sect. *Racemosae*, *American Journal of Botany*, 103(2), 337-47. doi: 10.3732/ajb.1500315, **2016**.
- [148] Peters, R.S., Meyer, B., Krogmann, L., Borner, J., Meusemann, K., Schütte, K., Niehaus, O., Misof, B., The taming of an impossible child: a standardized all-in approach to the phylogeny of Hymenoptera using public database sequences. *BMC Biology* 9, 55-68, **2011**.
- [149] Baird, N.A., Etter, P.D., Atwood, T.S., Currey, M.C., Shiver, A.L., Lewis, Z.A., Selker, E.U., Rapid SNP discovery and genetic mapping using sequenced RAD markers, *PLoS One* 3: e3376, **2008**.
- [150] Rowe, H.C., Renaut, S., Guggisberg, A., RAD in the realm of next generation sequencing technologies, *Molecular Ecology* 20, 3499-3502, **2011**.
- [151] Eaton, D.A.R., Ree, R. H., Inferring phylogeny and introgression using RADseq data: an example from flowering plants (*Pedicularis*: *Orobanchaceae*), *Systematic Biology*, 62, 689-706, **2013**.
- [152] Hipp, A.L., Eaton, D.A.R., Cavender-Bares, J., Fitzek, E., Nipper, R., Manos, P. S., A framework phylogeny of the American oak clade based on sequenced RAD data, *PLoS One* 9, e93975, **2014**.
- [153] Jones, J.C., Fan S., Franchini, P., Scharl, M., Meyer, A., The evolutionary history of Xiphophorus fish and their sexually selected sword: A genome-wide approach using restriction site-associated DNA sequencing. *Molecular Ecology* 22, 2986-3001, **2013**.
- [154] Escudero, M., Eaton, D.A.R., Hahn, M., Hipp, A.L., Genotyping-by-sequencing as a tool to infer phylogeny and ancestral hybridization: A case study in *Carex* (*Cyperaceae*), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 79, 35-367, **2014**.
- [155] Mort, M.E., Crawford, D.J.J., Kelly, K., Santos-Guerra, A., de Sequeira, M.M., Moura, M., Caujape-Castells, J., Multiplexed-shotgun-genotyping data resolve phylogeny within a very recently derived insular lineage, *American Journal of Botany* 102, 634-641, **2015**.
- [156] Baytop. A., *Türkçe Bitki Adları Sözlüğü*, Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara, **1994**.

- [157] Aslan, S. *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*, (Editors: Güner A., Aslan S., Ekim, Vural, M. & Babaç), *Pyrus*, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, **2**



EK 1. *Pyrus* taksonlarında *LFY2intron2* gen bölgesine ait hizalanmış DNA dizileri.



The figure displays three panels of genomic tracks, each representing a different region of the *Malus domestica* genome. Each panel includes a 'Consensus Identity' track at the top, followed by 12 individual species tracks, and a 'Consensus' track at the bottom. The tracks are color-coded by nucleotide: A (green), C (blue), G (red), and T (yellow). Gaps are represented by dashes.

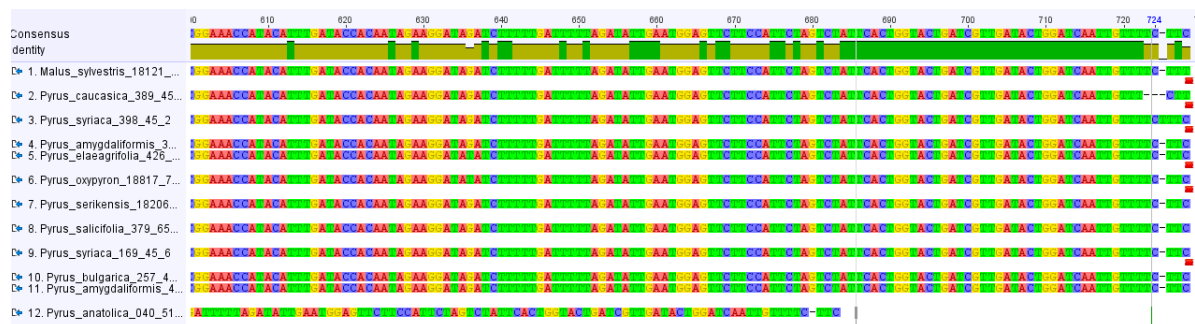
Panel 1 (Top): Region 130-260 kb. The tracks show a high degree of conservation across all species, with very few gaps. The consensus track at the bottom is mostly green (A) and blue (C).

Panel 2 (Middle): Region 290-390 kb. This region shows more variation and some gaps, particularly in the *Malus* species tracks. The consensus track at the bottom shows a mix of nucleotides.

Panel 3 (Bottom): Region 520-640 kb. This region also shows some variation and gaps. The consensus track at the bottom shows a mix of nucleotides.

The species tracks are labeled as follows:

- 1. *Malus sylvestris*_18121_...
- 2. *Pyrus caucasica*_389_45_...
- 3. *Pyrus syriaca*_398_45_2
- 4. *Pyrus amygdaliformis*_3_...
- 5. *Pyrus elaeagnifolia*_426_...
- 6. *Pyrus oxyprun*_18817_7_...
- 7. *Pyrus serikensis*_18206_...
- 8. *Pyrus salicifolia*_379_65_...
- 9. *Pyrus syriaca*_169_45_6
- 10. *Pyrus bulgarica*_257_4_...
- 11. *Pyrus amygdaliformis*_4_...
- 12. *Pyrus anatolica*_040_51_...



ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Zübeyde UĞURLU AYDIN

Doğum Yeri: Eskişehir

Medeni Hali: Evli

E-posta: zubeydeugurlu@gmail.com

Adresi: Yukarıyurtçu Mahallesi, TOKİ Turkuaz Konutları, AK-6 Blok, K:4, D:22,
Etimesgut-Ankara

Eğitim:

Lisans: 2004-2008 Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Tümleşik Yüksek Lisans ve Doktora: 2009-2016 Hacettepe Üniversitesi Fen

Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümü

2004-2008 Ege Üniversitesi Biyoloji

Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce-İyi

İş Deneyimi

–

Deneyim Alanları

Bitki sistematigi, Moleküler Biyoloji

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

Türkiye'deki *Pomeae* (*Rosaceae*) Cinslerinin (*Crataegus* L. hariç) Revizyonu-
195.264,00

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Uğurlu Aydın Z, Dönmez A.A. 2015. Taxonomic and nomenclatural contributions to *Pyrus* L. (*Rosaceae*) from Turkey. Turk J Bot (2015) 39: 841-849. doi:10.3906/bot-1411-34.

Uğurlu Aydın Z., Dönmez A.A. 2016. Lectotypification of three names in *Pyrus* (*Rosaceae*). Kew Bulletin (Basımda), DOI 10.1007/S12225-016-9647-4.

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

Uğurlu, Z. and Dönmez A.A. 2013. Seed Morphology and Its Taxonomic Implications in *Pyrus* L. (*Rosaceae*) Taxa in Turkey, XIV. OPTIMA (Organization for the Phyto-Taxonomic Investigation of the Mediterranean Area) Meeting. İtalya, Palermo, 09-15. 09. 2013.





HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 08.08.2016

Tez Başlığı / Konusu: TÜRKİYE *PYRUS L. (ROSACEAE)* CİNSİNİN TAKSONOMİK REVİZYONU VE MOLEKÜLER FİLOGENİSİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 223 sayfalık kısmına ilişkin, 08.08.2016 tarihinde tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 4'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

15.08.2016

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: ZÜBEYDE UĞURLU AYDIN

Öğrenci No: N09166625

Anabilim Dalı: BİYOLOJİ

Programı:

Statüsü: ☐ Y.Lisans ☐ Doktora ☒ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Ali A. DÖNMEZ

(Unvan, Ad Soyad, İmza)