ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE *PETROSIMONIA* BUNGE TÜRLERİNİN (AMARANTHACEAE) TAKSONOMİK REVİZYONU

Batıkan GÜNAL

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2019

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Batıkan GÜNAL tarafından hazırlanan **"Türkiye *Petrosimonia* Bunge Türlerinin (Amaranthaceae) Taksonomik Revizyonu"** adlı tez çalışması 27/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Emre YAPRAK
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı

Başkan: Prof. Dr. Gül Nilhan TUĞ
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı

Üye: Prof. Dr. Ahmet Emre YAPRAK
Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı

Üye: Doç. Dr. Aslı DOĞRU KOCA
Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM
Enstitü Müdür V.

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

27/06/2019

Batıkan GÜNAL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE *PETROSIMONIA* BUNGE TÜRLERİNİN (AMARANTHACEAE) TAKSONOMİK REVİZYONU

Batıkan GÜNAL

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Emre YAPRAK

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de bulunan *Petrosimonia* Bunge (Amaranthaceae) türlerinin morfolojik, karyolojik ve moleküler filogenetik metodlar kullanılarak revizyonunun yapılmasıdır. Morfolojik çalışmalarda hem arazi çalışmalarıyla toplanan materyaller hem de herbaryum örnekleri kullanılmıştır. Taksonlar için diagnostik karakterler belirlenmiş ve morfometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Morfolojik incelemeler sonucunda Türkiye'de *Petrosimonia* cinsine ait toplam 4 türün varlığı teyit edilmiştir. Karyolojik çalışmalarda arazi çalışmalarıyla toplanan tohum örnekleri çimlendirilmiş ve kök uçlarından kromozom sayımı yapılmış ve görüntülenmiştir. Karyolojik çalışmalar sonucunda taksonların temel kromozom sayısının (x) türe bağlı olarak 7 ile 8 arasında değiştiği, tamamının diploid (2n) sitotipte olduğu belirlenmiş ve hiçbir taksonda poliploidiye rastlanmamıştır. Moleküler filogenetik araştırmalar için yaprak örneklerinin kloroplast genomunun kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesi çalışılmıştır. Analizler Maksimum Likelihood, Maksimum Parsimoni ve Bayesian metodları ile gerçekleştirilmiştir. Dış grup olarak *Ofaiston monandrum* tanımlanmıştır. Moleküler verinin incelenmesi sonucunda *Petrosimonia* cinsinin monofiletik bir grup olduğu belirlenmiştir. Bir sonraki çalışmalar için protein kodlayan bir gen bölgesinin çalışılmasını ve elde etmiş olduğumuz veriyle karşılaştırılmasını öneriyoruz.

Haziran 2019, 87 sayfa

Anahtar Kelimeler: Filogeni**,** kloroplast, atpB-rbcL genler arası bölgesi, *Petrosimonia*, Türkiye, Amaranthaceae, Taksonomi, Revizyon, Kromozom sayısı

ABSTRACT

Master Thesis

THE TAXONOMICAL REVISION OF *PETROSIMONIA* BUNGE SPECIES (AMARANTHACEAE) IN TURKEY

Batıkan GÜNAL

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Biology Department

Süpervisor: Prof. Dr. Ahmet Emre YAPRAK

The aim of this study is to do the revision of *Petrosimonia* Bunge (Amaranthaceae) found in Turkey by using morphological, karyological and molecular phylogenetic methods. In morphological studies herbarium specimens and samples collected by field studies were used. Diagnostic characters were determined for taxa and morphometric measurements were performed. Morphological analysis showed the presence of 4 taxa belonging to the genus *Petrosimonia* in Turkey. Seed samples collected by field studies were germinated for karyological studies and chromosomes were counted and visualized. As a result of the karyological studies, the basic chromosome number (x) of the taxa ranged from 7 to 8 depending on the species and all species were diploid (2n) cytotypes. For the molecular phylogenetic research, the non-coding atpB-rbcL intergenic region of the chloroplast genome were studied. Analyzes were performed with Maximum Likelihood, Maximum Parsimony and Bayesian methods. *Ofaiston monandrum* were determineted as an out-group. As a result of the molecular phylogenetic analyzing, *Petrosimonia* was determined a monophyletic group. In the next studies, we recommend that studying a protein-encoding gene region and comparing it with the data we have obtained.

June 2019, 87 pages

Key Words: Phylogeny, chloroplast, atpB-rbcL intergenic spacer, *Petrosimonia*, Turkey, Amaranthaceae, Taxonomy, Revision, Chromosome number

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösterici olan, üzerimde büyük emeği bulunan danışman hocam sayın Prof. Dr. Ahmet Emre YAPRAK'a; bu tez çalışması esnasında desteklerini eksik etmeyen kıymetli hocalarım sayın Prof. Dr. Gül Nilhan TUĞ ve sayın Öğr. Gör. Dr. İsa BAŞKÖSE'ye; arazi ve laboratuvar çalışmaları esnasında yardımlarını esirgemeyen sevgili laboratuvar arkadaşlarım İnci Bahar ÇINAR'a, Gül AYYILDIZ'a, Merve YILDIRIM'a, Ali Murat KESER'e, Güliz DOĞAN'a, Gizem SAYGIN'a, Vildan TOPRAK'a ve Duru SANCAR'a; kromozom fotoğraflarının görüntülenmesinde laboratuvar imkanlarından faydalanmama izin veren bölümümüz öğretim üyelerinden sayın Prof. Dr. Nur Münevver PINAR ve Arş. Gör. Dr. Aydan ACAR ŞAHİN'e; verdiğim her kararda beni sonuna kadar destekleyen başta sevgili annem ve babam olmak üzere tüm aileme ve son olarak, beni sistematik botanik alanında yetiştiren, akademik çalışma hayatına ilk adımımı atmama vesile olan değerli hocam sayın Prof. Dr. Galip AKAYDIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Batıkan GÜNAL
Ankara, Haziran 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK ..... **i**

ÖZET ..... **ii**

ABSTRACT ..... **iii**

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **iv**

SİMGELER DİZİNİ ..... **vii**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **x**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **xiii**

1. GİRİŞ **1**

1.1 Cinse Ait Genel Bilgiler **1**

1.1.1 Cinsin temel morfolojik özellikleri **1**

1.1.2 Cinsin taksonomisi **2**

1.2 DNA Dizilerinin Bitki Moleküler Sistematiğinde Kullanımı **3**

2. KAYNAK ÖZETLERİ **10**

2.1 *Petrosimonia* Bunge cinsi hakkında yapılan morfolojik çalışmalar **10**

2.2 *Petrosimonia* Bunge cinsi hakkında yapılan sitolojik çalışmalar **11**

2.3 *Petrosimonia* Bunge cinsi hakkında yapılan moleküler filogeni çalışmaları **12**

2.3.1 Salicornioideae / Suaedoideae / Salsoloideae s.l. kladlarının filogenetik ilişkisi ve birden fazla DNA veri seti kullanarak Bienertia ve Alexandra'nın pozisyonlarını açıklama (Kapralov 2006) **12**

2.3.2 Kuzeybatı Çin taksonları ile ITS, psbB–psbH, ve rbcL DNA sekans verilerine dayanarak Salsoleae filogenesi (Chenopodiaceae) (Wen 2010) **13**

2.3.3 Chenopodiaceae familyasından *Petrosimonia* türlerinin moleküler-filogenetik çalışması (Feodorova ve Alexandrov 2015) **15**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **18**

3.1 Arazi Çalışmaları ve Örneklerin Herbaryum Materyali Haline Getirilmesi ve Saklanması **18**

3.2 Morfolojik ve Morfometrik Çalışmalar **19**

3.3 Tip Örneklerin İncelenmesi ve Diğer Örneklerle Karşılaştırılması **21**

3.4 Takson betimlerinin yazılması **23**

3.5 Karyolojik Çalışmalar İçin Kullanılacak Yöntem **23**

3.6 DNA Özütlemesi 24
3.7 Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) 26
3.8 Jel Elektroforezi 31
3.9 Dizileme 32
3.10 Dizi Hizalanması 32
3.11 Dizi verisinin Filogenetik Analizi 32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 33
4.1 Yayılış Bulguları 33
4.2 Morfolojik Bulgular 33
4.3 Karyolojik Bulgular 56
4.4 Moleküler Bulgular 57
4.4.1 Elektrospektrometrik ölçümler 57
4.4.2 Jel elektroforezi 58
4.4.3 Dizileme 58
4.4.4 Dizilerin hizalanması 62
4.4.5 Dizi verisinin filogenetik analizi 64
5. TARTIŞMA ve SONUÇ 77
6. KAYNAKÇA 82
ÖZGEÇMİŞ 87

SİMGELER DİZİNİ

Kısaltmalar:

A: Adenin Bazı

AEF: Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu

ANK: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu

BG: Batıkan GÜNAL

BI: Bayesian Analiz

C: Sitozin Bazı

CTAB: Cetyl Trimethylammonium Bromide

D: Doğu

ddNTP: Dideoksirnükleotidler

DMSO: Dimetil Sülfoksit

DNA: Deoksiriboz Nükleik Asit

dNTP: Deoksinükleotidler

EGE: Ege Üniversitesi Herbaryumu

ERC: Erciyes Üniversitesi Herbaryumu

f.: Fotoğraf

G: Guanin Bazı

GAZI: Gazi Üniversitesi Herbaryumu

HUB: Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu

ISTE: İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbayumı

K: Kuzey

M&N: Macharey-Nagel DNA İzolasyon Kiti

MCL: Maksimum Kompozit Liklelihood

MgCl2: Magnezyum Klorür

ML: Maksimum Likelihood

MP: Maksimum Parsimoni

NCBI: National Center of Biotechnology Information

PZR: Polimeraz Zincir Reaksiyonu

PzrH2O: PZR Suyu

T: Timin Bazı

Taq: *Thermus aquaticus*

TBE: Tris-Borat-EDTA

TBR: Tree-Bisection-Regrafting

TD-PZR: Touchdown PZR

VANF: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Herbaryumu

Birimler:

%: Yüzde

': Dakika

": Saniye

°: Derece

°C: Santigrad Derece

µl: Mikrolitre

µm: Mikrometre

bp: Baz Çifti

cm: Santimetre

dk: Dakika

gr: Gram

km: Kilometre

*ln*L: ML Değeri

m: Metre

mA: Miliamper

mg:	Miligram
ml:	Mililitre
mm:	Milimetre
mM:	Milimolar
n:	Haploid Kromozom Sayısı
2n:	Diploid Kromozom Sayısı
ng:	Nanogram
nm:	Nanometre
pmol:	Pikomol
rpm:	Dakikadaki Devir Sayısı
sn:	Saniye
U:	Unit
x:	Temel Kromozom Sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Türkiye Florası'na göre *Petrosimonia* cinsine ait türlerin yayılış alanı 3

Şekil 1.2 Polimeraz Zincir Reaksiyonu çalışma prensibi (Campell 2014) 5

Şekil 1.3 Boyama sonlandırmalı dizileme şeması (França vd. 2002). Orijinal yayından düzenlenmiştir 7

Şekil 1.4 *Haloxylon percicum* ve *Haloxylon ammodendron* türleri için tüm kloroplast genomu, gen bölgeleri ve işlevleri 8

Şekil 1.5 atpB-rbcL genler arası bölgesinin kloroplast DNA'sı üzerindeki yeri 9

Şekil 2.1 *Petrosimonia* cinsinin *Salsoloideae* alt familyasındaki yeri 12

Şekil 2.2 ITS dizilerinin ML analizine göre oluşturulan filogenetik ağaçta *Petrosimonia* cinsinin konumu. MP bootstrap değerleri dalların üstünde, Bayesian muhtemel olasılık değerleri dalların altında gösterilmektedir 13

Şekil 2.3 ITS ve psbB-psbH analizine göre oluşturulan filogenetik ağaçta *Petrosimonia* cinsinin konumu. MP bootstrap değerleri dalların üstünde, Bayesian muhtemel olasılık değerleri dalların altında gösterilmektedir 14

Şekil 2.4 psbB-psbH ve rbcL analizine göre oluşturulan filogenetik ağaçta *Petrosimonia* cinsinin konumu. MP bootstrap değerleri dalların üstünde, Bayesian muhtemel olasılık değerleri dalların altında gösterilmektedir 14

Şekil 2.5 ITS, rbcL ve psbB-psbH dizilerinin ML analizine göre oluşturulan filogenetik ağaçta *Petrosimonia* cinsinin konumu. MP bootstrap değerleri dalların üstünde, Bayesian muhtemel olasılık değerleri dalların altında gösterilmektedir 15

Şekil 2.6 Maksimum Parsimoni analizi ile oluşturulan ağaçta *Petrosimonia* cinsine ait türleri ve *Ofaiston monandrum* taksonu. Bootstrap değerleri dallarda verilmiştir 16

Şekil 2.7 Bayesian Analizi ile oluşturulan ağaçta *Petrosimonia* cinsine ait türleri ve *Ofaiston monandrum* taksonu. Muhtemel olasılık değerleri dallarda verilmiştir 16

Şekil 3.1 Türkiye'de yayılış gösteren *Petrosimonia* türlerinin tip örnekleri. A. *Petrosimonia brachiata* (Lektotip – İngiltere Doğa Tarihi Müzesi), B. *Petrosimonia nigdeensis* (İsotip – ANK), C. *Petrosimonia glauca* (Lektotip – İngiltere Doğa Tarihi Müzesi), D. *Petrosimonia squarrosa* (İsotip – İngiltere Doğa Tarihi Müzesi) 22

Şekil 4.1 *Petrosimonia* türlerinin tüy yapıları ve anter ek yapıları. A. *Petrosimonia squarrosa* türünün tüy yapısı, B. *Petrosimonia nigdeensis* türünün tüy

yapısı, C. *Petrosimonia nigdeensis* türünün anter ek yapısı (apendıç), D. *Petrosimonia squarrosa* türünün anter ek yapısı (apendıç) 35

Şekil 4.2 *Petrosimonia brachiata* (Pall) Bunge türünün dağılım haritası. 42

Şekil 4.3 *Petrosimonia brachiata* (Pallas) Bunge türünün morfolojik karakterleri. (A. Habitus, B. B'. Brakteol, C. C'. C" Brakte, D. Periant segmentleri, E. Stamenler, F. Anterler, G. Filamentler, H. H'. Pistil, J. Meyve, K. K'. Tohum) 43

Şekil 4.4 *Petrosimonia glauca* (Pall.) Bunge türünün dağılım haritası. 46

Şekil 4.5 *Petrosimonia glauca* (Pall.) Bunge türünün morfolojik karakterleri. (A. Habitus, B.B'. Brakteoller, C. Brakteler, D. Periant segmentleri, E. Stamen, F.F'. Anterler, G. Filament, H. Pistil, J. Meyve, K.K'.K". Tohumlar) 47

Şekil 4.6 *Petrosimonia nigdeensis* Aellen türünün dağılım haritası 51

Şekil 4.7 *Petrosimonia nigdeensis* Aellen türünün morfolojik karakterleri. (A. Habitus, B.B'. Brakteoller, C. Brakteler, D. Periant segmentleri, E. Stamen, F.F'. Anterler, G. Filament, H. Pistil, J. Meyve, K.K'. Tohumlar) 52

Şekil 4.8 *Petrosimonia squarrosa* (Schrenk) Bunge türünün dağılım haritası 54

Şekil 4.9 *Petrosimonia squarrosa* (Schrenk) Bunge türünün morfolojik karakterleri. (A. Habitus, B.B'. Brakteoller, C. Brakteler, D. Periant segmentleri, E. Stamen, F.F'. Anterler, G. Filament, H. Pistil, J. Meyve, K.K'.K" Tohumlar) 55

Şekil 4.10 Türkiye *Petrosimonia*'larının kromozom sayıları (A: *Petrosimonia brachiata*, B: *P. nigdeensis*, C: *P. glauca*, D: *P. squarrosa*) 56

Şekil 4.11 Agaroz jel elektroforezi sonucunda elde edilen görüntüler. K. Kontrol, CH 1491. *Petrosimonia glauca*, CH 1496. *Petrosimonia squarrosa*, CH 1488. *Petrosimonia nigdeensis*, CH 1489. *Petrosimonia brachiata* türlerini gösterir. (Yapılan 3 PCR çalışmasından elde edilen 3 farklı jel görüntülerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur.) 58

Şekil 4.12 *Petrosimonia* türlerine ait atpB-rbcL genler arası bölgesinin İleri (Forward) ve Geri (Reverse) dizilerin düzenlenmesinde kullanılan Bioedit programından örnek kare. 62

Şekil 4.13 *Petrosimonia* türleri ve *Ofaiston monandrum* türünün MEGAX programında hizalanması. Bu aşamada dizilerde kesim işlemi yapılmamıştır. 63

Şekil 4.14 *Petrosimonia* türleri ve *Ofaiston monandrum* türünün MEGAX programında hizalanması ve kesilmesi. 63

Şekil 4.15 *Petrosimonia* türlerine ait atpB-rbcL genler arası bölgesine ait moleküler farklılık örnekleri: A. Toplam nükleotid uzunluğu, B. Korunmuş (Conserved) karakterler, C. Değişken (Variable) karakterler, D. Parsimoni

bilgi verici (Parsimony informative) karakterler, E. Tek nükleotid farklılığı gösteren (Singleton) karakterler. 65

Şekil 4.16 *Petrosimonia* türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesinde rastlanan mutasyonlar. A. 1 nükleotidde gözlenen nokta indel mutasyonu, B. 1 nükleotidden daha fazla sayıda görünen indel mutasyonu, C. Transisyon mutasyonu (A – G), D. Transisyon mutasyonu (C – T), E. Transversiyon mutasyonu (A – C), F. Transversiyon mutasyonu (A – T), G. Transversiyon mutasyonu (G – C), H. Transversiyon mutasyonu (G – T)..... 67

Şekil 4.17 MEGAX programında yer alan evrimsel model seçimi algoritması. 68

Şekil 4.18 Sekanslar arasında alan başına baz farklılıkları (diyagonalin altı) ve standart sapma (diyagonalin üstü) değerleri. 70

Şekil 4.19 ML analizi için seçilen parametreler..... 70

Şekil 4.20 ML metodu ile oluşturulmuş *Petrosimonia* türlerinin arasındaki filogenetik ilişkiyi gösteren ağaç. Bootstrap değerleri dallarda verilmiştir. 71

Şekil 4.21 *Petrosimonia* türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesinde bulunan parsimoni bilgi verici alanlar..... 72

Şekil 4.22 MP analizi için seçilen parametreler..... 73

Şekil 4.23 MP metodu ile oluşturulmuş ve *Petrosimonia* türlerinin arasındaki filogenetik ilişki. Bootstrap değerleri dallarda verilmiştir. 74

Şekil 4.24 MEGAX programından NEXUS formatına çevrilmiş dosya 75

Şekil 4.25 MrBayes programında analiz için kullanılan GTR+I+Γ (G) evrimsel modeli parametreleri..... 76

Şekil 4.26 Bayesian Analizine göre *Petrosimonia* türleri ve *Ofaiston monandrum* türü arasındaki filogenetik ilişki. Nodyumlarda muhtemel olasılık değerleri verilmiştir. 76

Şekil 5.1 *Petrosimonia* türlerinin kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesinin NCBI veri tabanında bulunan DNA sekansları ile tez çalışması esnasında elde edilen DNA sekanslarının karşılaştırılması. A. *Petrosimonia nigdeensis*, B. *Petrosimonia glauca* 79

Şekil 5.2 Tez çalışması sonucu elde edilen Türkiye'de bulunan *Petrosimonia* türlerinin kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesinin moleküler filogenetik analizlerinin sonuçları. Dalların üstünde ML bootstrap değerleri, altında MP bootstrap değerler ve nodların karşısında Bayes muhtemel olasılık değerleri verilmiştir. 80

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 *P. nigdeensis* ve *P. triandra*'nın diagnostik karakterleri arasındaki farklılıklar (Freitag vd. 2014) 11

Çizelge 3.1 Morfolojik inceleme ve morfometrik ölçümler için kullanılan morfolojik ve sitogenetik karakterler ve fenolojik gözlemler 19

Çizelge 3.2 1. deney için hazırlanan gradient Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) reaksiyon karışımı 27

Çizelge 3.3 1. deneyde çalışılan türler, lokaliteleri ve kullanılan DNA miktarları 27

Çizelge 3.4 1. deneyde amplifikasyon için kullanılacak gradient PZR programı basamakları, sıcaklıkları ve süreleri 28

Çizelge 3.5 2. deney için hazırlanan Touchdown Polimeraz Zincir Reaksiyonu (TD-PZR) reaksiyon karışımı 28

Çizelge 3.6 2. deneyde çalışılan türler, lokaliteleri ve kullanılan DNA miktarları 29

Çizelge 3.7 2. deneyde amplifikasyon için kullanılacak TD-PZR (Touchdown PCR) programı basamakları, sıcaklıkları ve süreleri 29

Çizelge 3.8 3. deney için hazırlanan Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) reaksiyon karışımı 30

Çizelge 3.9 3. deneyde çalışılan örnekler, lokaliteleri ve kullanılan DNA miktarları 30

Çizelge 3.10 3. deneyde amplifikasyon için kullanılacak PZR programı basamakları, sıcaklıkları ve süreleri 31

Çizelge 4.1 Yapılan elektrospektrometrik ölçümlerin sonuçları 57

Çizelge 4.2 *Petrosimonia* cinsine ait türlerin atpB-rbcL genler arası bölgesinin dizileme sonuçları 59

Çizelge 4.3 Bioedit programında düzenlenen ve filogeni analizinde kullanılan atpB-rbcL genler arası bölgesinin dizileri 61

Çizelge 4.4 *Petrosimonia* türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesine ait moleküler farklılık parametreleri (Parametreler hesaplanırken dış grup incelemeye dahil edilmiştir.) 64

Çizelge 4.5 *Petrosimonia* türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesinin % nükleotid içeriği 65

Çizelge 4.6 *Petrosimonia* türlerinde atpB-rbcL genler arası bölgesinde gözlenen mutasyon tipleri ve sayısı (Parametreler hesaplanırken dış grup incelemeye dahil edilmemiştir.) 68

Çizelge 4.7 Veri setinin analizi için kullanılabilecek evrimsel modeller, bu modellerin içerdiği parametreler, Bayesian (BIC) değerleri, corrected Akaike (AICc) değerleri ve ML (*ln*L) değerleri 69

Çizelge 4.8 MrBayes programında kullanılan ana komutlar 75

1. GİRİŞ

1.1 Cinse Ait Genel Bilgiler

Petrosimonia Bunge cinsi klasik sistematikte *Chenopodiaceae* familyası içerisinde yer almaktadır (Davis 1964, 1988, 2000; Yaprak 2012). Ancak 1998 yılından itibaren gerçekleştirilen moleküler filogenetik çalışmalar sonucunda *Chenopodiaceae* familyası *Amaranthaceae* familyasının içine dâhil edilmiştir (Bremer 1988, Chase 2003, Reveal 2011, Byng 2016).

Amaranthaceae familyası dünyada yaklaşık 180 cinse ait 2500 türle temsil edilmektedir (Kadereit 2003). Familya üyeleri dünyada çöllerde, nehir ağızlarında veya alkali alanlarda, tropik ve ılıman bölgelerde yayılış göstermektedir.

Amaranthaceae familyası ülkemizde 32 cinse ait toplam 155 türle temsil edilmektedir (Güner 2012). Ülkemizdeki taksonlardan sadece 13 tanesi endemik olup endemizm oranı % 9.3'tür.

Familyaya ait türler özellikle vejetasyonda, rüzgâr kontrolünde, toprak fiksasyonunda ve su korumasında önemli rol oynar. İnsanlık için hayvansal yem ve tarım için değerli bir kaynaktır. *Petrosimonia* türleri ise deve ve sığırlar için sonbahar yemi olarak kullanılır ve tuzlu toprakları tercih eder (Feodorova ve Aleksandrov 2015).

1.1.1 Cinsin temel morfolojik özellikleri

Tek yıllık, yumuşak, çatallı tüylerle kaplı veya nadiren tüysüz otsular. Gövde genellikle çok dallı, silindirik. Yapraklar sesil, linear, silindirik ya da yarı silindirik, opposit ya da almaşık dizilimli, uç kısmı akut veya akuminat. Çiçekler aksillerde tek, hermafrodit, kayık şeklinde ve sarıcı 2 brakteli. Periant segmentleri 1, 2, 3 veya 5 li, ovat-lanseolat,

üst kısmı daralmış, zarsı veya yapraksı, kısmen sertleşmiş, ek yapı bulundurmaz tüysüz veya uçta yumuşak tüylü. Stamenler 1,3, (4) veya 5'li; filamentler uzun ve yassı; anterler oblong veya sagittat, perianttan dışarı sarkar; konnektif 2 veya 3 dişli ve uçları birleşik. Ovaryum yumurtamsı, yassı; stilüs silindirik; stigma 2 ipliksi. Perikarp zarsı ya da ince kağıtsı, biraz etli, tüysüz ve tohumda kalıcı. Tohum vertikal, küremsi ya da yarı küremsi, yassı. (Post, G. E. 1932, Komarov, V. L., & Schischkin, B. K. 1963, Rechinger, K. H., & Aellen, P. 1964, Davis, P. H. 1968, Takhtadzhyan, A. L., & Fedorov, A. A. 1972, Tan, K., Davis, P. H., Mill, R. R., & Kit, T. 1997, Zhu G.L., Mosyakin S.L., Steven E.C. 2003)

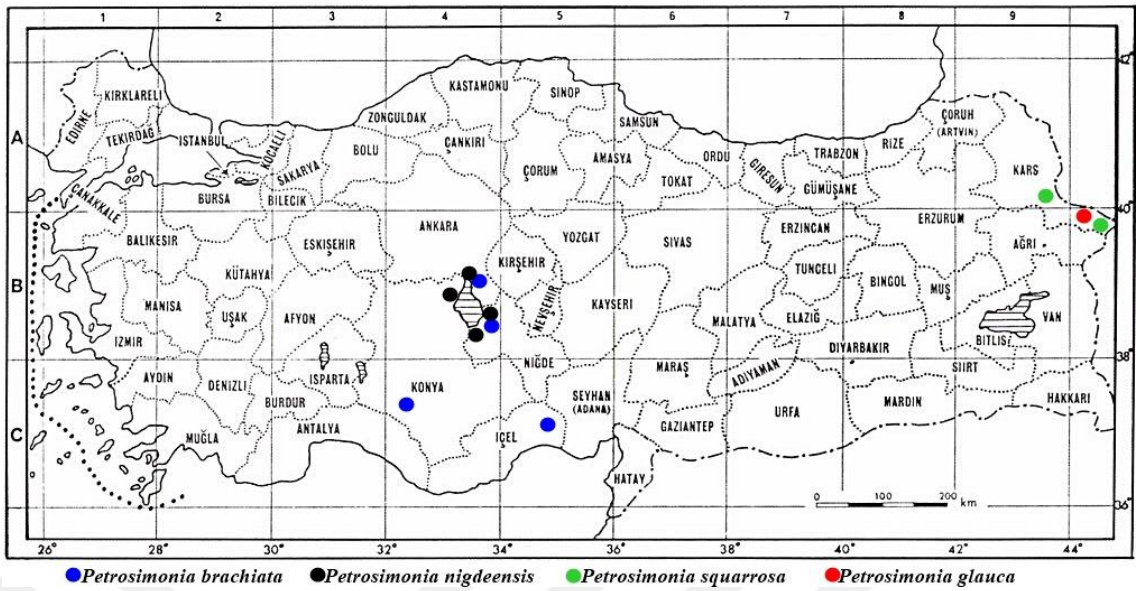
Petrosimonia cinsi *Amaranthaceae* familyası içindeki diğer cinslerden çatallı, yatık, 2 başlı tüyleri ile ayrılır. Cins içindeki türler ise birbirinden yaprak dizilişleri, periant segment sayısı ve anterlerdeki ek yapıların (apendıç) lob sayısı ile birbirlerinden ayrılırlar.

1.1.2 Cinsin taksonomisi

"*Petrosimonia*" ilk kez Alexandre von Bunge tarafından bilim dünyasına tanıtılmıştır ve cinsin adını Rus asıllı Alman botanikçi Peter Simon Pallas'a ithaf etmiştir (Bunge 1862).

Petrosimonia Bunge cinsi dünyada 12 [*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge, *P. brachyphylla* (Bunge) Iljin, *P. glauca* (Pall.) Bunge, *P. glaucescens* (Bunge) Iljin, *P. hirsutissima* (Bunge) Iljin, *P. litwinowii* Korsh., *P. monandra* (Pall.) Bunge, *P. oppositifolia* (Pall.) Litv., *P. sibirica* (Pall.) Bunge, *P. squarrosa* (Schrenk) Bunge, and *P. triandra* (Pall.) Simonk, *P. nigdeensis* Aellen.] türle temsil edilir (Akhani 2007).

Cins ülkemizde ise 4 türle [*Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge, *P. glauca* (Pall.) Bunge, *P. nigdeensis* Aellen, *P. squarrosa* (Schrenk) Bunge] temsil edilmektedir ve bu türlerden 1 tanesi [*P. nigdeensis* Aellen] endemiktir (Davis 1964, 1988, 2000; Yaprak 2012).



Şekil 1.1 Türkiye Florası'na göre *Petrosimonia* cinsine ait türlerin yayılış alanı

Petrosimonia cinsinin Türkiye Florası 2. Cildi'nde (Aellen 1967) yer alan tür anahtarı şöyledir:

1. Tüm yapraklar opposit; periant segmenti 5'li……...**P. brachiata**
1. Üst yapraklar alternat; periant segmenti 3'lü……..……**P. nigdeensis**

Petrosimonia glauca ve *Petrosimonia squarrosa* Türkiye Florası'nın 10. ve 11. cildinde yer almaktadır.

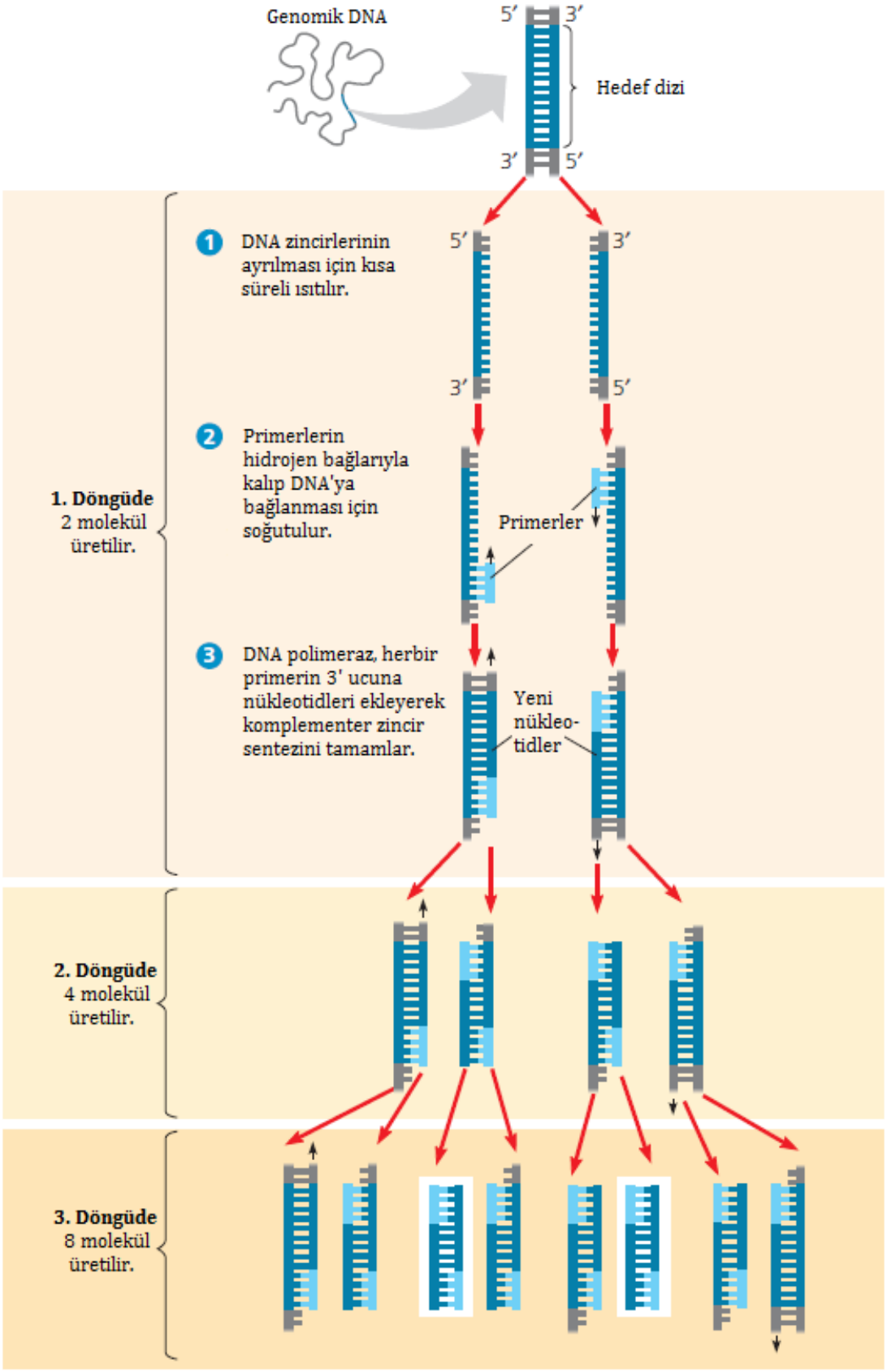
1.2 DNA Dizilerinin Bitki Moleküler Sistematiğinde Kullanımı

Metot incelenecek organizmalara ait hedef DNA (nüklear, kloroplast veya mitokondriyal) izolasyonuyla başlamaktadır.

Sonrasında elde edilen genomik DNA, spesifik DNA fragmentleri (primerler) kullanılarak Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) adı verilen bir metodla araştırılmak istenen gen bölgesine indirgenmektedir.

PZR; bir örnekten izole edilen ve saflaştırılan DNA, primerlerin çok sayıda kopyaları, serbest nükleotidler, DNA polimeraz enziminin ısıya dayanıklı bir formu (genellikle Taq polimeraz), tampon ve tuzlardan oluşan bir solüsyonun temel olarak üç adımda çalışılmasıyla uygulanır. İlk adımda, çoğaltılacak kalıp DNA 90-95°C'de denatüre edilerek tek zincirli hale getirilir. İkinci adımda, sıcaklık 50-70°C arasında bir değere düşürülerek primerlerin tek zincirli DNA'ya bağlanması sağlanır. Üçüncü adımda ise; reaksiyon karışımındaki Taq polimeraz, nükleotidleri 5'den 3'ne doğru ekleyerek primerlerin uzamasını sağlar ve hedef bölgenin komplementer dizisi sentezlenir.

Yukarıda bahsedilen üç adım bir reaksiyon döngüsünü tanımlar ve PZR bir zincir reaksiyonudur. Çünkü her döngüde sentezlenen DNA dizileri bir sonraki döngü için kalıp DNA görevi görmektedir. Bu sayede her döngüde yeni DNA zincirlerinin sayısı iki katına çıkmakta ve döngünün 25-30 kez tekrarlanması sonucu DNA kopya sayısı milyon kattan fazla olmaktadır. Bu işlem ısı döngücüsü adı verilen makinelerde önceden döngü sayısı ve sıcaklıkları ayarlanarak otomatik olarak gerçekleştirilmektedir (Şekil 2).

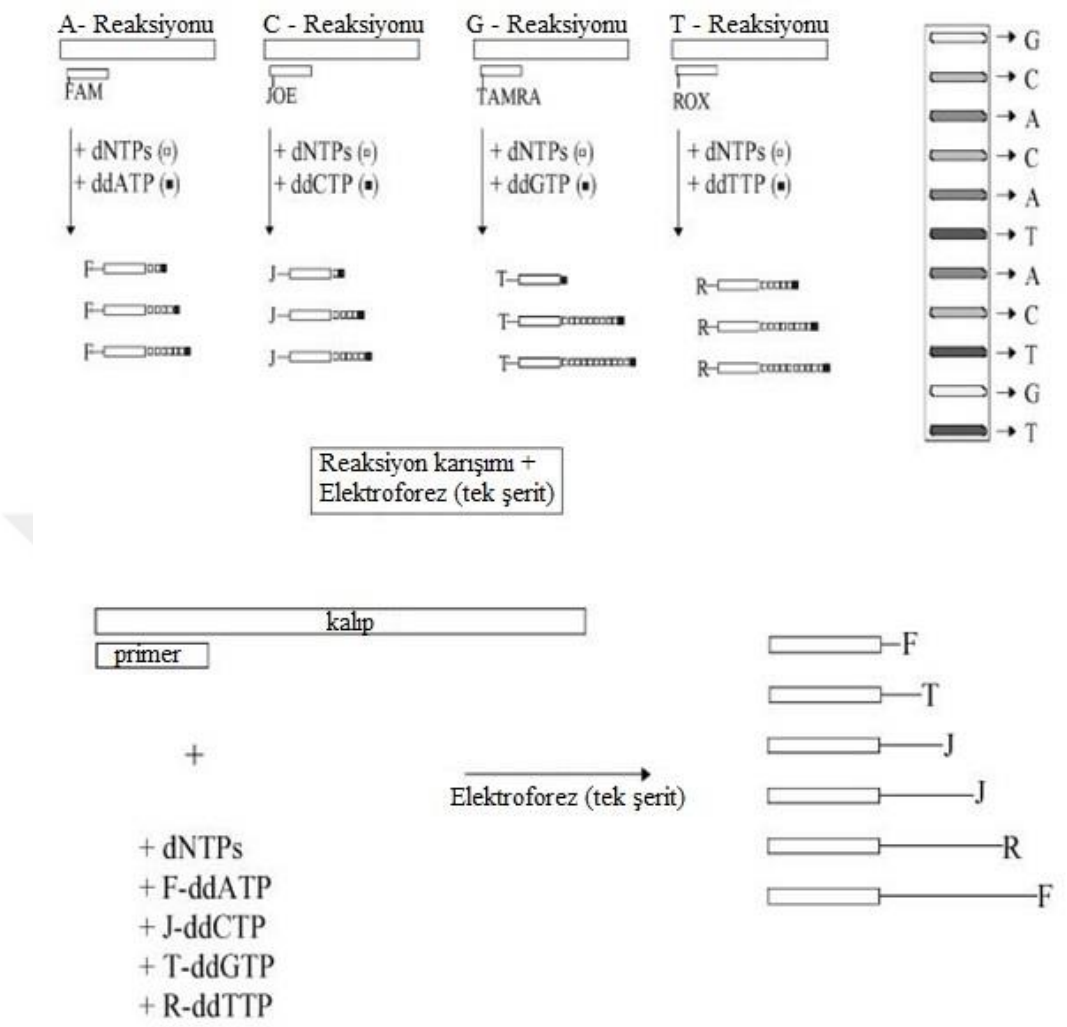


Şekil 1.2 Polimeraz Zincir Reaksiyonu çalışma prensibi (Campell 2014)

DNA dizileme işlemi 1970'lerin başlarında kullanılmaya başlanmış bir yöntemdir. 1985 yılına kadar genel olarak 2 metod kullanılmaktaydı. Birincisi, kimyasal bozunma metodu (Maxam ve Gilbert, 1980), ikincisi ise enzimatik metod (Sanger, 1977)'dur. Ancak bu metodlar hem çok pahalı, hem aşırı zaman alan hem de çok sayıda radyoizotopun kullanıldığı metodlardır (Llyod M. Smith, 1985).

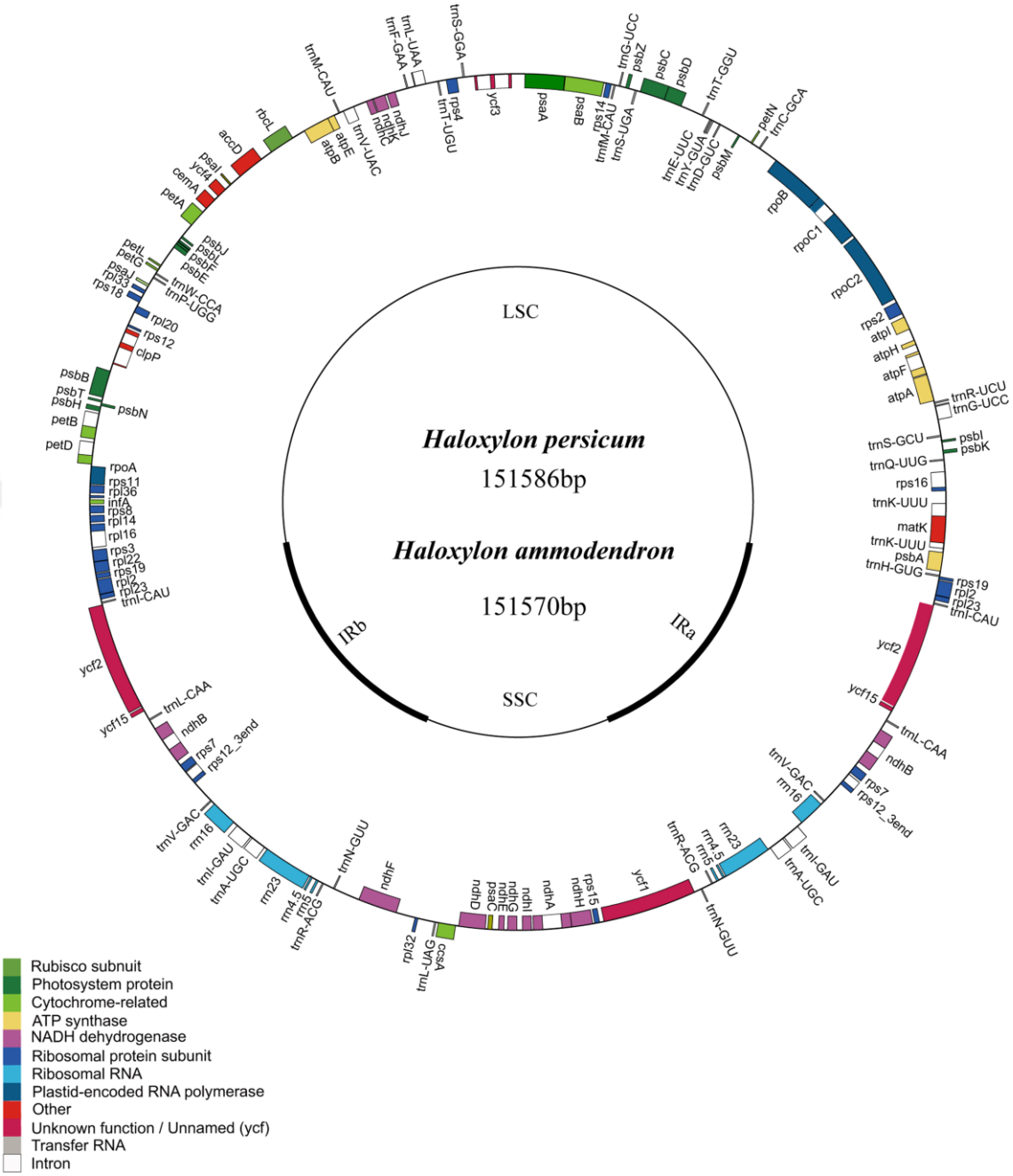
1985 yılında Smith ve arkadaşları yaptıkları çalışmayla boya sonlandırmalı dizileme metodunu geliştirdiler. Bu metotta kalıp DNA ipliğinin bir kopyası oluşturulur. Ancak dizileme işlemi için kullanılan solüsyon PZR için kullanılan solüsyondan farklılık gösterir. Dizileme solüsyonlarında serbest nükleotidlerin (dNTP) yanında dideoksinükleotidler (ddNTP) de bulunur. Dideoksinükleotidler hidroksil grupları olmayan her biri farklı bir florasan boyaya bağlanacak şekilde sentezlenmiş nükleotid benzeri bileşiklerdir. Hidroksil grupları olmadığı için zincir uzaması esnasında zincire eklenen ddNTP'ler uzamayı sonlandırır. Sonuç olarak reaksiyon tüpünde her biri farklı uzunluklarda ve ağırlıklarda olan son dizisi florasan boyalı binlerce DNA fragmenti oluşur (Şekil 3).

Bir sonraki aşama, oluşan bu fragmentlerin elektroforezidir. Elektroforez işlemi sırasında DNA fragmentleri boyut ve ağırlıklarına göre sıralanır. Her DNA ipliği özgün renkte florasan ışıma yapacak dideoksinükleotidle sonlandığı için elektroforez esnasında, yayılan ışığın dalga boyu belirlenir ve pik (tepe noktası) olarak kayıt edilir. (Smith 1985).



Şekil 1.3 Boyama sonlandırmalı dizileme şeması (França vd. 2002). Orijinal yayından düzenlenmiştir

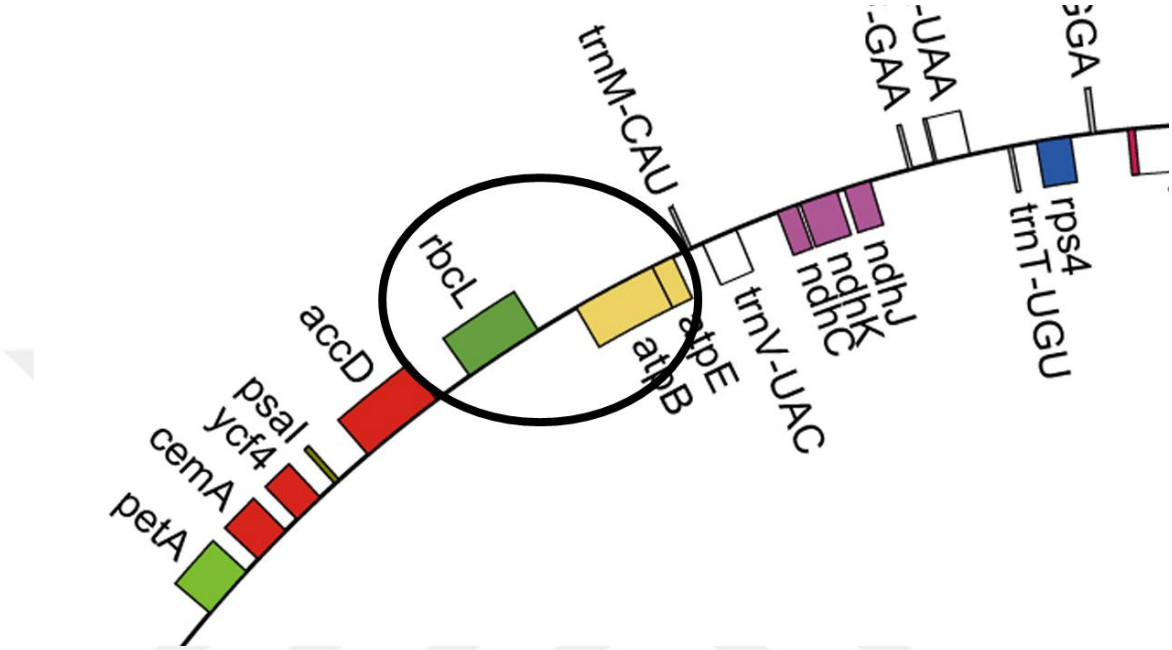
DNA dizilerinin hücresel kaynağı çekirdek, mitokondri ya da kloroplast organelleri olmak üzere çeşitlilik göstermektedir. Bu tez çalışmasında kloroplast kaynaklı DNA dizileri kullanılmıştır. Kloropast genomu dört temel bölümden oluşmaktadır. Bunlar; büyük tek kopya bölgesi, küçük tek kopya bölgesi, ters tekrar A ve ters tekrar B bölgeleridir (Şekil 4). Aşağıdaki görselde *Haloxylon* cinsine ait iki türün tüm genom değerlendirmesi sonucu kloroplast gen bölgeleri ve fonksiyonları gösterilmektedir (Dong 2006).



Şekil 1.4 *Haloxylon pericum* ve *Haloxylon ammodendron* türleri için tüm kloroplast genomu, gen bölgeleri ve işlevleri

Görselden de anlaşılabileceği üzere kloroplast genomunda genler ve genler arası bölgeler birlikte bulunmaktadır. Genler arası bölgeler transkripte olmamaktadır. Bu sebeple gen bölgelerine göre daha az korunmuş ve daha fazla mutasyon biriktiren bölgelerdir. Bu durum filogenetik çalışmalarda kodlanmayan bölgeleri, tür ve tür altı seviyelerdeki taksonomik analizler için daha kullanışlı yapmaktadır (Taberlet 1991).

atpB-rbcL genler arası bölgesi kloroplast genomunda "Büyük Tek Kopya Bölgesi" içerisindeki 1 genler arası bölgeyi temsil etmektedir (Şekil 5). atpB gen bölgesi ATP sentaz sentezinden, rbcL gen bölgesi Rubisko alt ünitelerinin sentezinden sorumludur.



Şekil 1.5 atpB-rbcL genler arası bölgesinin kloroplast DNA'sı üzerindeki yeri

NCBI verilerine göre atpB-rbcL genler arası bölgesi *Petrosimonia* cinsine ait 2 türde (*P. nigdeensis* ve *P. glauca*) çalışılmıştır. *Salsoloideae* alt familyasındaki pek çok taksona ait kıyaslanabilir verinin bulunması gerekçesiyle tez çalışmasında bu bölge tercih edilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 *Petrosimonia* Bunge cinsi hakkında yapılan morfolojik çalışmalar

Petrosimonia cinsi bilim dünyasına ilk kez Alexandre von Bunge tarafından 1862 yılında "Anabasearum Revisio" eserinde 7 türle tanıtılmıştır. Bu eserinde Anabasearum seksiyonunun revizyonunu çalışan Bunge 12 olan cins sayısını 16'ya çıkarmıştır (Bunge 1862).

P. Aellen 1974 yılında "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" çalışmasının 2. cildinde ülkemizde 2 *Petrosimonia* türünün varlığını bildirmiştir. Daha sonra 1988 yılında, aynı çalışmanın 10. cildinde 1 ve 2000 yılında 11. cildinde 1 tür daha yayınlanmıştır.

Herbaryum kayıtları incelendiğinde örnekler arasında *Petrosimonia triandra* ismine rastlanmıştır. Ancak örneklerin toplanma ve teşhis edilme tarihleri Türkiye Florası'nın yayınlanma tarihinden öncesine aittir. Flora çalışması için yapılan incelemelerde bu kayıtların farklı *Petrosimonia* türlerine ait oldukları belirlenmiş ve florada *Petrosimonia triandra* türüne yer verilmemiştir. Aynı zamanda Hegazy ve Lovett-Doust tarafından 2016 yılında yayınlanan "Plant Ecology in the Middle East" kitabında *Petrosimonia birandii*'den de bahsedilmektedir. Bu türün tip örneği ANK herbaryumundadır ve bu isim *Halanthium kulpianum* türünün sinonimidir.

Petrosimonia nigdeensis İran Florasında *Petrosimonia triandra* ile sinonim gösterilmektedir. Ancak Freitag vd. (2014) tarafından yapılan geniş çaplı incelemeler ve ölçümler bunun doğru olmadığını göstermiştir. Çizelge 1'de *P. nigdeensis* ve *P. triandra* arasındaki farklar verilmiştir.

Çizelge 2.1 *P. nigdeensis* ve *P. triandra*'nın diagnostik karakterleri arasındaki farklılıklar (Freitag vd. 2014)

Karakter	***P. nigdeensis***	***P. triandra***
Tepal uzunluğu (mm)	3.5-4	3-3.5
Tepal ucu	silli	tüysüz
Anter sayısı	5	3
Anter ek yapıları	3 loblu, belirgin orta loblu, bazen basit	2 loblu, belirgin bir orta lobu yok

2.2 *Petrosimonia* Bunge cinsi hakkında yapılan sitolojik çalışmalar

Amaranthaceae familyasına yönelik sitotaksonomik çalışmalar çok eskilere dayanır. İlk raporlar, ıspanağın kromozom sayısının Strasburger ve Stomas tarafından duyurulduğu 1910 ve 1911 yıllarına dayanır. Daha sonra Winge ve Dahlgreen tarafından 1916 ve 1917'de diğer türler için bazı raporlar yayınlanmıştır (Doulatyari vd. 2009).

Amaranthaceae familyasına ait türlerin temel kromozom sayısı (x) çoğunlukla 9'dur. Ancak *Petrosimonia* cinsine ait türlerde çoğunlukla x=8'dir. Bazı üyelerinde ise x=7'dir. Ayrıca şu ana kadar yapılan çalışmaların hiçbirinde türler için poliploidiye rastlanmamıştır (Doulatyari vd. 2009).

Cinse ait bazı türlerin kromozom sayıları şu şekildedir:

- *Petrosimonia brachiata*: 2n=2x=16 (Lomonosa 2005)
- *Petrosimonia glauca*: 2n=2x=16 (Doulatyari vd. 2009)
- *Petrosimonia crassifolia*: 2n=2x=16 (Fedorov 1974)
- *Petrosimonia triandra*: 2n=2x=14 (Fedorov 1974)

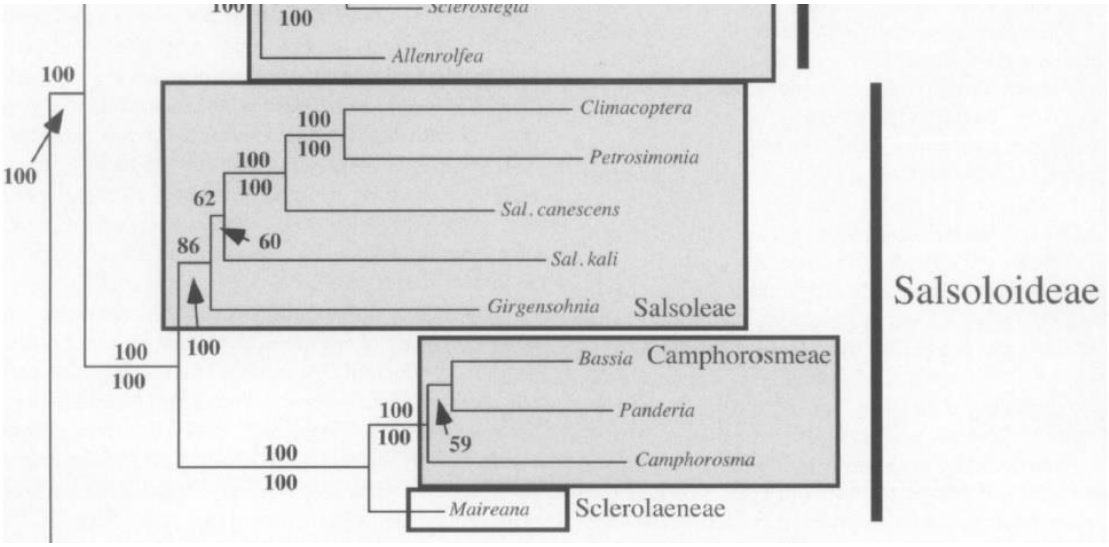
2.3 *Petrosimonia* Bunge cinsi hakkında yapılan moleküler filogeni çalışmaları

Moleküler filogeni çalışmalarında *Petrosimonia* cinsini içeren 3 çalışma vardır. Bu çalışmalar Kapralov vd. (2006), Zhi-Bin Wen vd. (2010) ile Feodorova ve Aleksandrov (2015) tarafından gerçekleştirilmiştir.

2.3.1 Salicornioideae / Suaedoideae / Salsoloideae s.l. kladlarının filogenetik ilişkisi ve birden fazla DNA veri seti kullanarak Bienertia ve Alexandra'nın pozisyonlarını açıklama (Kapralov 2006)

Kapralov ve arkadaşları (2006) herbaryumlardan ve arazi çalışmalarından elde ettikleri örneklerin nükleer DNA'da ITS, kromozomal DNA'da ise rbcL, matK, psbB-psbH, atpB-rbcL ve trnL-trnF gen bölgelerini çalışmışlardır. Elde edilen sonuçları Maksimum Parsimoni, Maksimum Likelihood ve Bayesian Analizi ile yorumlamıştır.

Yaptıkları bu çalışma sonucunda *Petrosimonia* cinsinin Salsoloideae alt familyasının Salsoleae kladına ait olduğunu göstermişlerdir (Şekil 6).

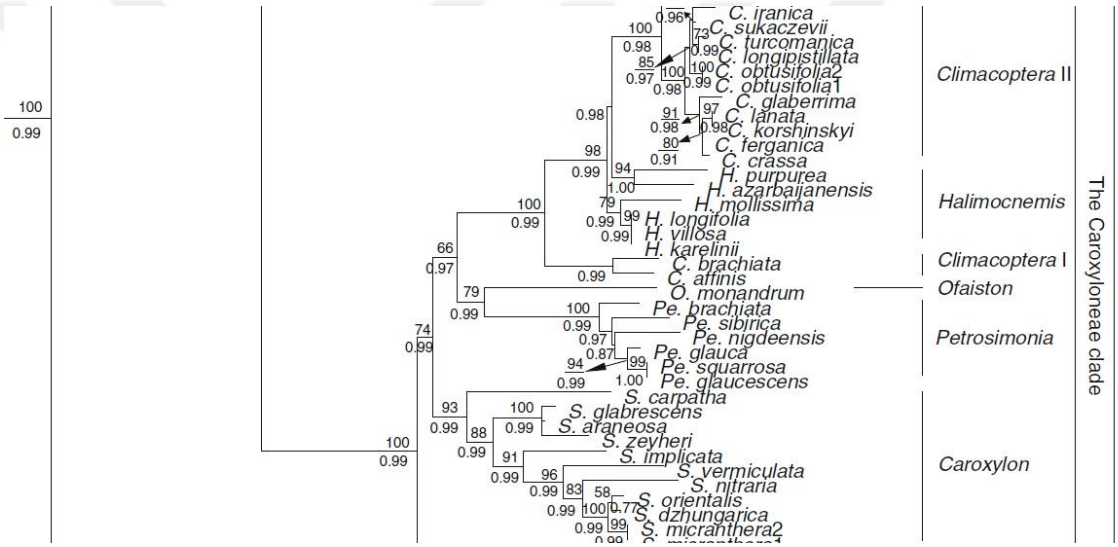


Şekil 2.1 *Petrosimonia* cinsinin *Salsoloideae* alt familyasındaki yeri

2.3.2 Kuzeybatı Çin taksonları ile ITS, psbB–psbH, ve rbcL DNA sekans verilerine dayanarak Salsoleae filogenesi (Chenopodiaceae) (Wen 2010)

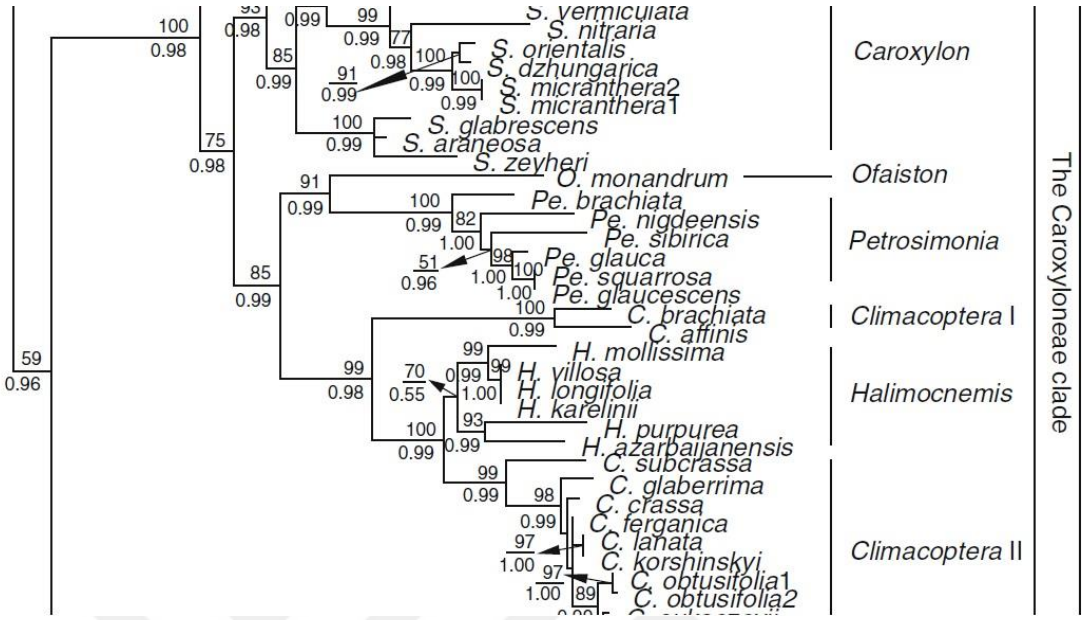
Bu çalışmada Çin'den örneklenen neredeyse tamamı Salsoleae'den olan toplamda 52 türün 3 gen bölgesi (nükleer DNA'da ITS, kromozomal DNA'da psbB-psbH ve rbcL) çalışılmıştır. Filogenetik analizler Maksimum Parsimoni, Maksimum Likelihood ve Bayesian Analizi ile yapılmıştır.

ITS dizilerinin ML analizine göre;



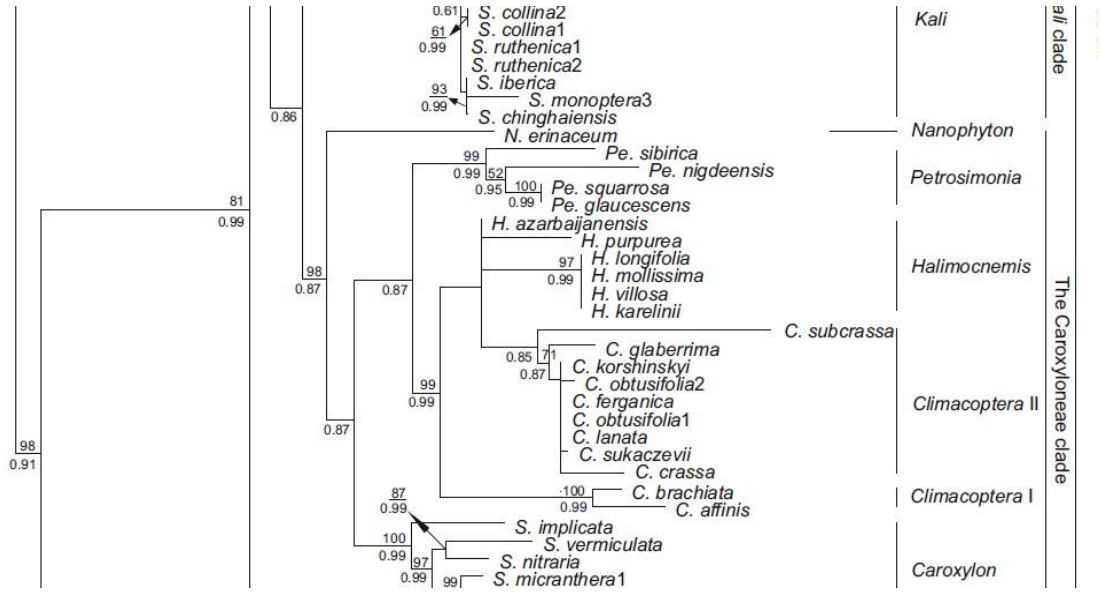
Şekil 2.2 ITS dizilerinin ML analizine göre oluşturulan filogenetik ağaçta *Petrosimonia* cinsinin konumu. MP bootstrap değerleri dalların üstünde, Bayesian muhtemel olasılık değerleri dalların altında gösterilmektedir

ITS ve psbB-psbH dizilerinin ML anazlizine göre;



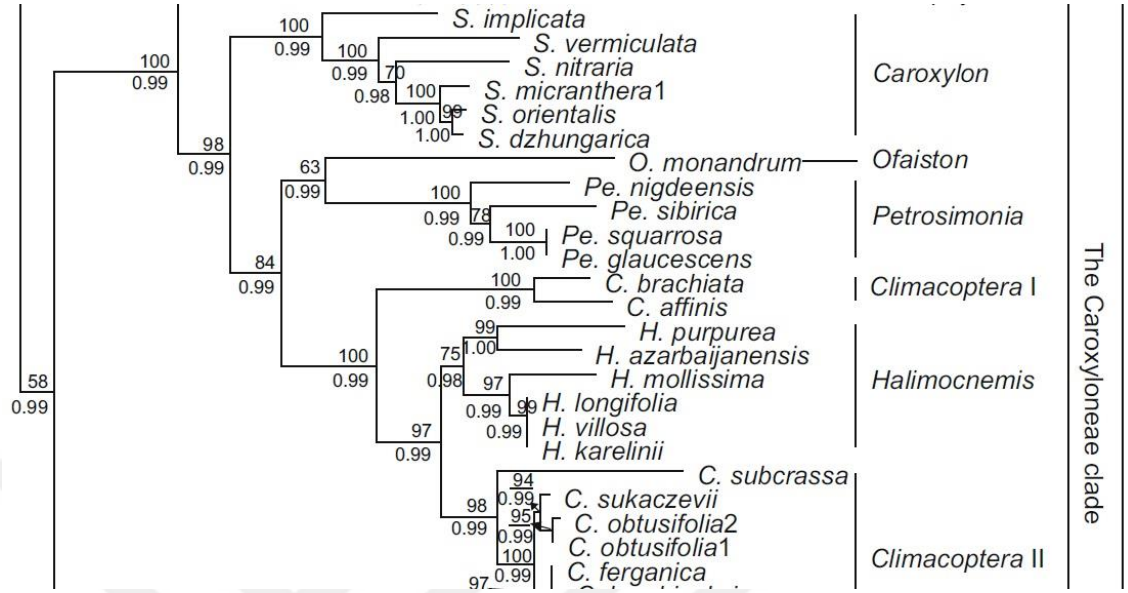
Şekil 2.3 ITS ve psbB-psbH analizine göre oluşturulan filogenetik ağaçta *Petrosimonia* cinsinin konumu. MP bootstrap değerleri dalların üstünde, Bayesian muhtemel olasılık değerleri dalların altında gösterilmektedir

psbB-psbH ve rbcL dizilerinin ML analizine göre;



Şekil 2.4 psbB-psbH ve rbcL analizine göre oluşturulan filogenetik ağaçta *Petrosimonia* cinsinin konumu. MP bootstrap değerleri dalların üstünde, Bayesian muhtemel olasılık değerleri dalların altında gösterilmektedir

ITS, rbcL ve psbB-psbH dizilerinin ML analizine göre;



Şekil 2.5 ITS, rbcL ve psbB-psbH dizilerinin ML analizine göre oluşturulan filogenetik ağaçta *Petrosimonia* cinsinin konumu. MP bootstrap değerleri dalların üstünde, Bayesian muhtemel olasılık değerleri dalların altında gösterilmektedir

Çalışmada yapılan analizler sonucu *Petrosimonia* cinsinin monofiletik bir grup olduğu ve aynı zamanda her 3 analize göre de *Salsoleae* alt familyasının Caroxyloneae kladına ait olduğu belirlenmiştir.

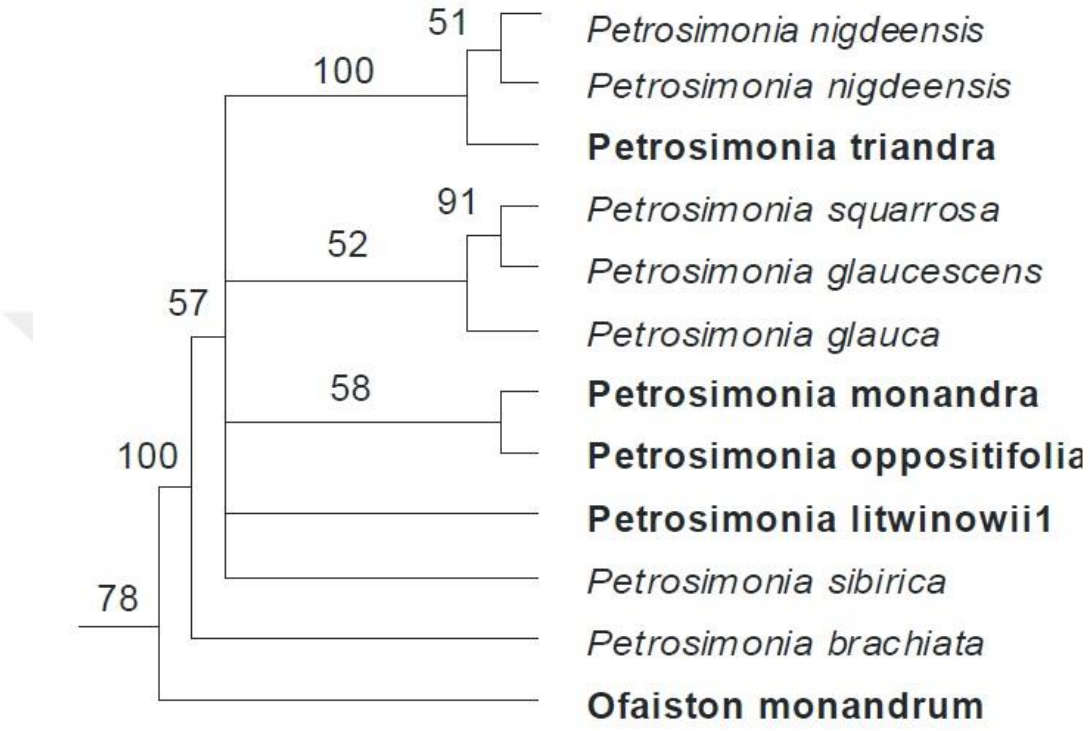
2.3.3 Chenopodiaceae familyasından *Petrosimonia* türlerinin moleküler-filogenetik çalışması (Feodorova ve Alexandrov 2015)

Bu çalışmada Avrasya'dan örneklenmiş *Petrosimonia* cinsine ait 10 tür (*Petrosimonia monandra, P. triandra, P. glauca, P. oppositifolia, P. litwinowii, P. brachiata, P. glaucescens, P. nigdeensis, P. sibirica* ve *P. squarrosa*) ve dış grup olarak *Ofaiston monandrum* kullanılmıştır.

Çalışmanın amacı ITS1,2 45S nrDNA ve NTS 5S nrDNA sekanslarından elde edilen verilerle farklı *Petrosimonia* türlerinin taksonomik ve sistematik sınıflandırılmasını yapmaktır.

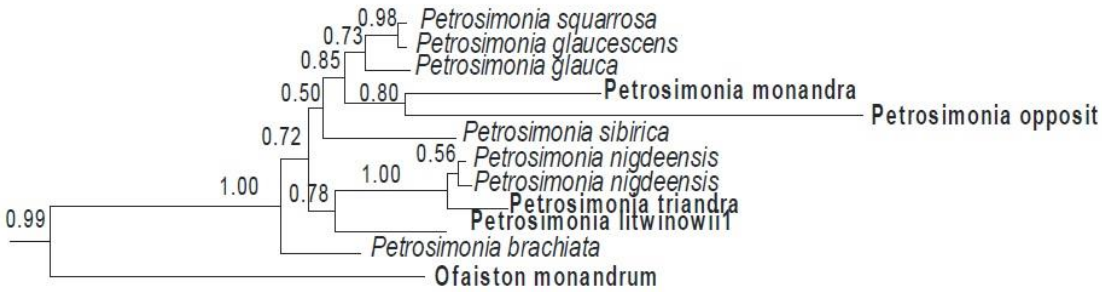
Filogenetik analizler için Maksimum Parsimoni ve Bayesian analizleri kullanılmıştır.

Maksimum parsimoni analizine göre oluşan ağaç;



Şekil 2.6 Maksimum Parsimoni analizi ile oluşturulan ağaçta *Petrosimonia* cinsine ait türleri ve *Ofaiston monandrum* taksonu. Bootstrap değerleri dallarda verilmiştir

Bayesian analizine göre oluşan ağaç;



Şekil 2.7 Bayesian Analizi ile oluşturulan ağaçta *Petrosimonia* cinsine ait türleri ve *Ofaiston monandrum* taksonu. Muhtemel olasılık değerleri dallarda verilmiştir

Çalışma için sonuç olarak “Kladdaki düşük bootstrap değerindeki dalların sebebi, ITS1,2 bölgelerinin polimorfik olmaması olabilir. Bundan dolayı bu cins için farklı DNA bölgeleri de çalışılmalıdır.” yorumuna varılmıştır.

Yapılan tüm çalışmalardan çıkarılan ortak sonuç ise *Petrosimonia* cinsinin monofiletik bir grup olduğudur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Arazi Çalışmaları ve Örneklerin Herbaryum Materyali Haline Getirilmesi ve Saklanması

Arazi çalışmalarının gerçekleştirmesi için yapılan literatür ve bazı herbaryum (ANK, GAZI, HUB) incelemeleri sonucunda *Petrosimonia* cinsi taksonlarının ülkemizde 5 coğrafik bölgede ve 27 ilde yayılış gösterdiği belirlenmiştir. Taksonların yayılış gösterdiği bölgeler ve iller ise şöyledir; Akdeniz Bölgesi (Antalya, Burdur, İçel, Isparta), Doğu Anadolu Bölgesi (Erzurum, Iğdır, Kars, Muş, Van), Ege Bölgesi (Afyon, Denizli, Manisa, İzmir, Muğla), İç Anadolu Bölgesi (Aksaray, Ankara, Eskişehir, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde, Sivas, Yozgat) ve Karadeniz Bölgesi (Amasya, Çorum). Arazi çalışmaları belirtilen bu bölgelerde ve illerde gerçekleştirilmiştir. Belirlenen bu yayılış alanlarından gerek çiçeklenme gerekse de tohumlanma dönemlerinde uygun örnekler toplanmıştır. Ayrıca habitat tanımları ışığında önceki kayıtlardan farklı lokalitelere yapılan arazi çalışmaları ile yeni lokalite kayıtları ve olası yeni dağılım alanları tespit edilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında cinse ait taksonların toplandığı lokalite bilgileri (yer, mevki, yükseklik, habitat özellikleri, toplama tarihi, koordinat bilgileri, toplayıcı numarası), bazı habitus özellikleri (periant sayısı, yaşam süresi, gövde dallanması, bitki boyu) ve popülasyon büyüklüğü gibi veriler toplama esnasında arazi not defterine kaydedilmiştir.

Araziden toplanan örnekler genel herbaryum kurallarına uygun olarak preslenip kurutulduktan sonra, böcek larva ve yumurtalarının öldürülmesi için derin dondurucuda bir hafta kadar bekletilmiştir. Daha sonra herbaryum materyali olarak hazırlanmış ve gerekli morfolojik karşılaştırmalar için kullanılmıştır. Bunların dışında kromozom sayımı için tohum örnekleri toplanarak ayıklanıp +4 ºC de saklanmıştır.

3.2 Morfolojik ve Morfometrik Çalışmalar

Morfolojik incelemeler için toplanan örneklerde taksonomik değere sahip olan tüm karakterler dikkate alınmıştır (Çizelge 2). Bu karakterler bir MS-Excel dosyasında düşey sütunlara yerleştirilmiş ve örnekler üzerinden alınan veriler kaydedilmiştir. Tüm ölçümler, her bir taksona ait popülasyonlardan rastgele seçilmiş 10-15 birey üzerinden yapılmıştır. Tüm ölçümlerin maksimum ve minimum değerleri ile ortalama değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 3.1 Morfolojik inceleme ve morfometrik ölçümler için kullanılan morfolojik ve sitogenetik karakterler ve fenolojik gözlemler

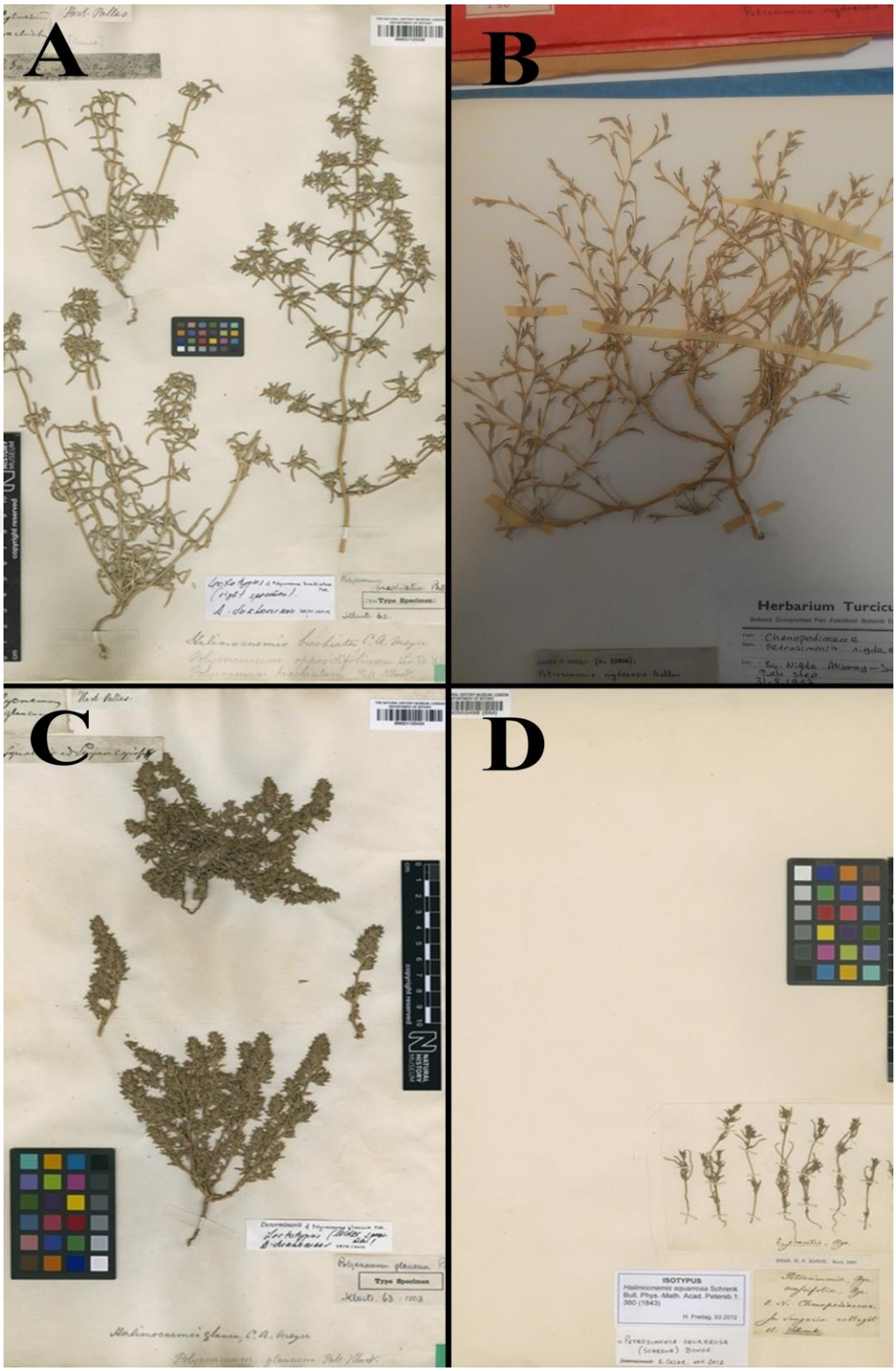
KARAKTERLER			
1. Yaşam Süresi		16	Gövde şekli
1	Tek yıllık	17	Gövde tüy tipi
2	Çok yıllık	18	Ana gövde dallanma tipi
2. Yaşam Formu		19	Gövde rengi
3	Otsu	**5. Yaprak Morfolojisi**	
4	Yarıçalı	**A-Yaprakların gövdedeki dizilişi**	
3. Bitki Görünüşü (Habitus)		20	Almaçlı
5	Dik	21	Karşılıklı
6	Yükselici	**B-Diğer karakterler**	
4. Gövde Morfolojisi		22	Ana gövde yaprak aya şekli
A-Gövde dallarının dizilişi tipi		23	Yan dalların yaprak aya şekli
7	Almaçlı	24	Yaprak uç şekli
8	Karşılıklı	25	Yaprak kenar şekli
B-Gövde dallarının şekli		26	Yaprak taban şekli
9	Silindirik	27	Yaprak aya uzunluğu
10	Yarı silindirik	28	Yaprak aya genişliği
C-Gövde nodyumlarındaki dal sayısı		29	Yaprak rengi
11	Tek dal	30	Yaprak parçalanması
12	İki dal	31	Yaprak yapısı
D-Gövde tüy durumu		32	Yaprak ömrü
13	Gövde seyrek tüylü	33	Yaprak tüy durumu
14	Gövde yoğun tüylü	34	Yaprak tüy tipi
E-Diğer karakterler		35	Yaprakların sap durumu
15	Gövde boyu		

Çizelge 3.1 Morfolojik inceleme ve morfometrik ölçümler için kullanılan morfolojik ve sitogenetik karakterler ve fenolojik gözlemler (devamı)

6. Çiçek Morofolojisi		65	Flamentlerin boyu
6.1. Çiçeklenme durumu		66	Flamentlerin şekli
A-Çiçeklenme durumu pozisyonu			**C-Pistil Morfolojisi**
36	Terminal	67	Pistil sayısı
37	Aksillar	68	Stigmanın sayısı
B-Diğer karakterler		69	Stigmanın şekli
38	Çiçeklenme durumu tipi	70	Stilusün şekli
39	Çiçeklenme zamanı	71	Stilusün sayısı
40	Çiçeklenme durumunda brakte varlığı	72	Ovaryumun şekli
41	Çiçeklenme durumunda brakte sayısı	73	Ovaryumun durumu
42	Çiçeklenme durumunda brakteol varlığı	74	Ovaryumun karpel sayısı
43	Çiçeklenme durumunda brakteol sayısı	75	Ovaryumun lokulus sayısı
44	Çiçeklerin eşey durumu	76	Ovaryumun tüy durumu
6.2 Çiçek morfolojisi		77	Plesentasyon tipi
A- Periant Morfolojisi			**7. Meyve Morfolojisi**
45	Periant segment şekli	78	Meyve tipi
46	Periant segmentlerinin durumu	79	Meyveli brakteolun yapısı
47	Periant segmentlerinin tüy durumu	80	Meyveli brakteolun tohuma göre büyüklüğü
48	Periant segmentlerinin kenar şekli	81	Meyveli brakteolun sap durumu
49	Periant segmentlerinin uç şekli	82	Meyve şekli
50	Periant segment sayısı	83	Meyve rengi
51	Periant segment rengi	84	Meyve eni
52	Periant segment eni	85	Meyve boyu
53	Periant segment boyu	86	Meyve yüzeyi
B-Stamenlerin Morfolojisi			**8. Tohum Morfolojisi**
54	Stamenlerin periant segmentine göre konumları	87	Tohum tipi
55	Stamenlerin durumu	88	Tohum pozisyonu
56	Stamen sayısı	89	Tohum şekli
57	Stamen uzunluğu	90	Tohum rengi
58	Anterlerin açılma tipi	91	Tohum yüzeyi
59	Anterlerin şekli	92	Tohum eni
60	Anterlerin boyu	93	Tohum boyu
61	Anterlerin rengi	94	Tohumlanma zamanı
62	Apendıç durumu		**9. Kromozom sayısı**
63	Apendiç lobu sayısı	95	2n=2x=16
64	Flamentlerin anterlere bağlanma tipi	96	2n=2x=14

3.3 Tip Örneklerin İncelenmesi ve Diğer Örneklerle Karşılaştırılması

Türkiye' de yayılış gösteren *Petrosimonia* cinsine ait türlerin üçünün tip materyalleri İngiltere'de yer alan Doğa Tarihi Müzesi'nde bulunmaktadır. Özellikle taksonomik revizyon çalışmalarında örneklerin kesin teşhislerin yapılabilmesi ve olası taksonomik hataların önlenmesi için taksonlara ait tip örneklerinin görülmesi gerekmektedir. Bu nedenle taksonların tip örneklerinin fotoğrafları, bulundukları herbaryumlardan temin edilmiştir. Elde edilen fotoğraflar dikkatlice incelenerek toplanmış diğer örneklerle karşılaştırılmıştır. Tip örneklerinin morfolojik özellikleri orijinal yayınları ile yeniden gözden geçirilerek morfolojik karakterlere ait özellikler kayıt altına alınmıştır (Şekil 13).



Şekil 3.1 Türkiye'de yayılış gösteren *Petrosimonia* türlerinin tip örnekleri. A. *Petrosimonia brachiata* (Lektotip – İngiltere Doğa Tarihi Müzesi), B. *Petrosimonia nigdeensis* (İsotip – ANK), C. *Petrosimonia glauca* (Lektotip – İngiltere Doğa Tarihi Müzesi), D. *Petrosimonia squarrosa* (İsotip – İngiltere Doğa Tarihi Müzesi)

3.4 Takson betimlerinin yazılması

Türkiye *Petrosimonia* cinsi taksonlarına ait betimlerin yazımı için Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası'na uygun standart bir yazım şekli izlenmiştir. Çalışma ile elde edilen veriler derlenmiş, taksonların betimlemeleri kapsamlı şekilde yeniden yazılmıştır. Betimle birlikte taksonların geçerli yayınlanmış adı, yazar adı, orijinal yayın yeri ve yılı, sinonimleri, tip örneğine ait bilgiler, habitatları, taksonların yayılış alanları da verilmiştir.

3.5 Karyolojik Çalışmalar İçin Kullanılacak Yöntem

Tohumların çimlendirilmesi ve kök uçlarına uygulanacak ön işlem;

Kromozom sayılarının tespiti için araziden toplanan tohum örnekleri ayıklanarak kâğıt zarflar içinde +4 ^{o}C'de en az bir hafta bekletilmiştir. Bu tohumlar, içinde distile su ile ıslatılmış ve sterilize edilmiş kurutma kâğıtları bulunan petri kutuları içinde 12 saat ışıklı, 12 saat karanlık ortamda (aydınlık dönem karanlık dönemden sıcak olacak şekilde) çimlendirilmiş ve her türden büyüme hızının yüksek olduğu dönemde örnek alınmıştır. Çimlendirmenin ardından 2 farklı kimyasal yöntem uygulanmıştır.

1. Kök uçları 0,002 M 8-Hidroksikinolin çözeltisinde +4 ^{o}C'de 24 saat bekletilerek ön işlemden geçirilmiş, daha sonra 24 saat +4 ^{o}C'de Carnoy (3:1, etil alkol-glasiyal asetik asit) çözeltisinde bekletilmiştir.
2. Örnekler 0,002 M 8-Hidroksikinolin çözeltisinde 25 ^{o}C 24 saat bekletilmiş ve ardından 25°C'de Piennars (6: etil alkol, 3: kloroform, 2: propiyonik asit) çözeltisi içerisinde 24 saat bekletilmiştir.

Bu iki kimyasal muamelenin ardında kök uçları, % 70'lik alkolde +4 °C'de boyama yapılıncaya kadar saklanmıştır.

Mitotik metafaz kromozomlarının boyanması ve görüntülenmesi;

- % 70'lik alkolde bekletilen kök uçları önce 1N hidroklorik asitte (HCI) 11-20 dakika arasında değişen sürelerde hidroliz edilmiştir. Sonra hidrolizi yapılan kök uçları Feulgen boyama yöntemine göre (Schiff's reagent boyası) 18-24 saat +4 °C'de boyamaya tabi tutulmuştur. Boyadan çıkarılan kök uçları lam üzerine alınarak iyice ezilmiş ve üzerine propiyonik orsein ilave edilerek lamel ile kapatılmıştır. Hazırlanan preparatlar Olympus marka CX21 model mikroskop altında incelenmiş ve Leica marka DM1000 model mikroskopta Leica DFC320 kamera ile Leica Application Suite görüntü işleme programı kullanılarak dijital fotoğrafları çekilmiştir.

3.6 DNA Özütlemesi

Silika jel de saklanmış yaprak örneklerinden total genomik DNA 2 farklı kit protokolü ile elde edilmiştir. Bu protokoller aşağıdaki gibidir;

- **"NucleoSpin Plant II - Macharey-Nagel" Kit**

1. Bitki dokuları (35-45 mg) havan ve havan eli kullanılarak steril ince kum içinde ince toz haline gelinceye kadar öğütülmüş, sonra bu doku tozu 1,5 ml'lik mikrosantrifüj tüplerine aktarılmıştır.
2. Hücreleri lize etmek için, tüplere "PL1" tamponu ve 10µl "RNase" eklenmiş ve vortekslenmiştir. Karışım 30 dakika 65 °C de inkübe edilmiş ve inkübasyon sırasında birkaç kez tüpler ters çevrilerek karıştırılmıştır.
3. Mor halkalı "NucleoSpin" filtreler, 2 ml'lik beyaz kolonlara yerleştirilmiş ve lizat yüklenmiştir. Lizat 13.000 rpm'de 2 dakika santrifüjlenerek hücre kalıntıları ve diğer presipitatlar uzaklaştırılmıştır.
4. Bu aşamada kolondan geçip toplama tüpünde biriken çözelti yeni bir 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüpüne aktarılmıştır ve 450 µl PC çözeltisiyle muamele edilip vortekslenmiştir.
5. Yeşil halkalı "NucleoSpin 2" filtreler, 2 ml'lik yeni beyaz kolonlara hazırlanmış ve maksimum 700 ml çözelti filtrelere yüklenerek 13.000 rpm'de 1 dakika santrifüje edilmiştir. (Solusyon 700 ml'den fazla olduğunda bu basamak tekrarlanmıştır.) Filteden süzülen çözelti atılmıştır.

6. Birinci yıkama aşamasında Yeşil halkalı "NucleoSpin 2" filtrelere 400 µl "PW1" tamponu eklenmiş ve 13.000 rpm'de 1 dakika santrifüje edilmiştir. Ardından filtreden süzülen çözelti atılmıştır.

7. İkinci yıkama aşamasında ise sırasıyla; 700 µl "PW2" tamponu eklenip 13.000 rpm'de 1 dakika santrifüje edilmiş ve süzüntü atılmış, ardından 200 µl "PW2 "tamponu eklenerek 13.000 rpm'de 2 dakika santrifüje edilmiş ve süzüntü tekrar atılmıştır.

8. Yeşil halkalı "NucleoSpin 2" filtreler yeni 5 ml'lik mikrosantrifüj tüplerine yerleştirilip, 65°C 50 µl "PE" çözeltisi eklendikten sonra 13.000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilmiştir.

9. 7. aşama bir kez daha tekrarlanmıştır.

10. Elde edilen 100 µl DNA ekstraktı -20°Cde muhafaza edilmiştir.

- **"Thermo" Kit**

a. Bitki dokuları (20-60 mg) havan ve havaneli kullanılarak ince kum içinde ince toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür.

b. 1,5 ml ependorf içine 350 µl "Lysis Buffer A" konur ve üzerine örnek aktarılarak hiç zaman kaybetmeden 10-20 saniye vortekslenmiştir.

c. Vorteksleme işleminin ardından çözeltinin üzerine 50 µl "Lysis Buffer B" ve 20 µl "RNase A" eklenmiştir.

d. Hazırlanan tüpler 10 dakika 65 ^{o}C'de inkübe edilmiştir.

Not: Bu süre boyunca tüp ara ara vortekslenmiştir.

e. İnkübasyondan alınan tüplerin üzerine 130 µl "Precipitation Solution" eklenmiş ve 2-3 kez elde çevrilerek karıştırılmıştır. Ardından 5 dakika buzda bekletilmiştir.

f. Buzdan alınan tüpler 6 dakika 13.000 rpm'de (≤ 20.000 xg) santrifüj edilmiştir.

g. Üstteki sıvı (süpernant, genelde 450-550 µl) alınmış ve temiz bir 1,5 mL'lik eppendorfa aktarılmıştır. Üzerine 400 µl "Plant gDNA Binding Solution" ve 400 µl %96 etanol eklenip iyice karışması sağlanmıştır.

h. Bu hazırlanan karışımın yarısı (600-700 µl) spin tüpüne (filtreli tüp) aktarılmış ve 1 dakika 8.000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Çıkan sıvı atılmış ve tüpe karışımdan geri

kalan sıvı eklenmiştir. Tekrar 1 dakika 8.000 rpm'de santrifüj edilmiş ve sıvı tekrar atılmıştır.

i. Santrifüjden alınan tüpe 500 µl "Wash Buffer 1" eklenmiştir. 10.000 rpm'de 1 dakika santrifüj edildikten sonra sıvı tekrar atılmıştır.

j. Tüpün üzerine 500 µl "Wash Buffer 2" eklenmiş 4 dakika 13.000 rpm'de santrifüj edilmiştir.

k. Sıvı döküldükten sonra filtreli tüp yeni bir 1,5 ml'lik ependorfa yerleştirilmiştir.

l. Filtreli tüpün tam ortasına gelecek şekilde 100 µl "Eloution Buffer" eklenmiştir. 5 dakika oda sıcaklığında inkübe edilmiş ve sonra 10.000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilmiştir.

m. 12. adımı tekrarlanmıştır.

n. Elde edilen 200 µl DNA ekstraktı -20^{o}C'de muhafaza edilmiştir.

Elde edilen DNA ekstraktının elektrospektrometrik ölçümleri yapılmıştır. Bu örnekler daha sonra yapılacak olan PZR çalışmaları için kullanılmıştır.

3.7 Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)

PZR dizileri aşağıda verilen atpB-rbcL genler arası bölgesinin ileri ve geri primerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

atpB-rbcL (ileri): 5'-GAA GTA GTA GGA TTG ATT CTC-3' ; Xu vd. 2000

atpB-rbcL(geri): 5' -CAA CAC TTG CTT TAG TCT CTG-3' ; Xu vd. 2000

Çalışılan türlerin vermiş olduğu farklı tepkiler nedeniyle 3 farklı çalışma gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan reaksiyon karışımları ve amplifikasyon için uygulanan PZR döngüleri aşağıdaki gibidir:

DENEY 1:

Çizelge 3.2 1. deney için hazırlanan gradient Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) reaksiyon karışımı

	Bir tüp için 50µl reaksiyon karışımı	**Konsantrasyon**
dNTPs	2 µl	0.2 mM
$MgCl_2$	3 µl	2.5 mM
Buffer	5 µl	-
Primer (İleri)	2 µl	1 pmol/µl
Primer (geri)	2 µl	1 pmol/µl
Taq	0,25 µl	0.025 U/µl
DNA	200 ng	-
DMSO	2 µl	4%(v/v)
pzrH_2O	*	-

* Reaksiyon karışımına ilave edilecek DNA miktarına bağlı olarak tüplere pzrH_2O eklenecektir.

Reaksiyon karışımına her bir tür için 200 ng DNA eklenmiştir. Aşağıdaki tabloda çalışılan örnekler ve kullanılan DNA miktarları (µl) gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 1. deneyde çalışılan türler, lokaliteleri ve kullanılan DNA miktarları

Lab. No	**Tür**	**Lokalite**	**Miktar(µl)**
CH 1362	*Petrosimonia brachiata*	İzmir	7,61
CH 1491	*P. glauca*	Iğdır	7,67
CH 1496	*P. squarrosa*	Erzurum	1,68

Çizelge 3.4 1. deneyde amplifikasyon için kullanılacak gradient PZR programı basamakları, sıcaklıkları ve süreleri

	Sıcaklık	**Süre**
1. Adım: Denatürasyon	95 ^{o}C	5 dk.
2. Adım: Bağlanma (35 Döngü)	95 ^{o}C	30 sn.
	56 ^{o}C	1 dk.
	57 ^{o}C	1 dk.
	58 ^{o}C	1 dk.
	59 ^{o}C	1 dk.
3. Adım: Uzama	72 ^{o}C	1 dk.
	10 ^{o}C	∞

PZR adımında çalışılan türlere ait DNA'lar 56-57-58-59 ^{o}C sıcaklıkları için tek bir çalışmada ayrı ayrı incelenmiştir. Amplifikasyon bittiğinde PZR ürünleri jel elektroforezi ile yürütülmüş, görüntülenmiş ve sonuç veren örnekler -20 ^{o}C'de saklanmıştır.

DENEY 2:

Çizelge 3.5 2. deney için hazırlanan Touchdown Polimeraz Zincir Reaksiyonu (TD-PZR) reaksiyon karışımı

	Bir tüp için 50µl reaksiyon karışımı	**Konsantrasyon**
dNTPs	2 µl	0.2 mM
$MgCl_2$	3 µl	2.5 mM
Buffer	5 µl	-
Primer (İleri)	2 µl	1 pmol/µl
Primer (geri)	2 µl	1 pmol/µl
Taq	0,25 µl	0.025 U/µl
DNA	200 ng	-
DMSO	2 µl	4%(v/v)
pzrH_2O	*	-

* Reaksiyon karışımına ilave edilecek DNA miktarına bağlı olarak tüplere pzrH_2O eklenecektir.

Reaksiyon karışımına her bir tür için 200 ng DNA eklenmiştir. Aşağıdaki tabloda çalışılan örnekler ve kullanılan DNA miktarları (µl) gösterilmiştir.

Çizelge 3.6 2. deneyde çalışılan türler, lokaliteleri ve kullanılan DNA miktarları

Lab. No	**Tür**	**Lokalite**	**Miktar(µl)**
CH 1489	*Petrosimonia brachiata*	Iğdır	8,95
CH 1488	*P. nigdeensis*	Kırıkkale	8,39
CH 1496	*P. squarrosa*	Erzurum	1,68

Çizelge 3.7 2. deneyde amplifikasyon için kullanılacak TD-PZR (Touchdown PCR) programı basamakları, sıcaklıkları ve süreleri

	Sıcaklık	**Süre**
1. Adım: Denatürasyon	95 °C	5 dk.
2. Adım: Touchdown (15 Döngü)	95 °C	30 sn.
	58 °C-60 °C	1 dk.
	72 °C	90 sn.
3. Adım: Bağlanma (20 Döngü)	95 °C	30 sn.
	66 °C	30 sn.
	72 °C	1 dk.
4. Adım: Uzama	72 °C	1 dk.
	10 °C	∞

Amplifikasyon bittiğinde PZR ürünleri jel elektroforezi ile yürütülmüş, görüntülenmiş ve sonuç veren örnekler -20 °C'de saklanmıştır.

DENEY 3:

Çizelge 3.8 3. deney için hazırlanan Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) reaksiyon karışımı

	Bir tüp için 50µl reaksiyon karışımı	**Konsantrasyon**
dNTPs	2 µl	0.2 mM
$MgCl_2$	3 µl	2.5 mM
Buffer	5 µl	-
Primer (İleri)	2 µl	1 pmol/µl
Primer (geri)	2 µl	1 pmol/µl
Taq	0,25 µl	0.025 U/µl
DNA	~50 ng	-
DMSO	2 µl	4%(v/v)
pzrH_2O	*	-

* Reaksiyon karışımına ilave edilecek DNA miktarına bağlı olarak tüplere pzrH_2O eklenecektir.

Reaksiyon karışımına her bir tür için yaklaşık 50 ng DNA eklenmiştir. Aşağıdaki tabloda çalışılan örnekler ve kullanılan DNA miktarları (µl) gösterilmiştir.

Çizelge 3.9 3. deneyde çalışılan örnekler, lokaliteleri ve kullanılan DNA miktarları

Lab. No	**Tür**	**Lokalite**	**Miktar(µl)**
CH 1489	*Petrosimonia brachiata*	Iğdır	2
CH 1496	***P. squarrosa*	Erzurum	4,5

***** P. squarrosa örneği nanodrop sonuçlarına göre 1 µl'de 119,214 ng DNA bulunmaktadır. Bu çalışmada reaksiyon karışımına 50 ng ekleneceği için DNA, reaksiyon karışımına eklenmeden önce seyreltilmiştir. 5 µl DNA üzerine 45 µl Thermo Kit Eloution Buffer eklenmiştir. Sonuç olarak elimizdeki çözeltinin 1 µl'sinde yaklaşık 12 ng DNA bulunmaktadır.

Çizelge 3.10 3. deneyde amplifikasyon için kullanılacak PZR programı basamakları, sıcaklıkları ve süreleri

	Sıcaklık	**Süre**
1. Adım: Denatürasyon	94 ^{o}C	3 dk.
2. Adım: Bağlanma (35 Döngü)	94 ^{o}C	30 sn.
	55 ^{o}C	30 sn.
	72 ^{o}C	90 sn..
3. Adım: Uzama	72 ^{o}C	10 dk.
	10 ^{o}C	∞

Amplifikasyon bittiğinde PZR ürünleri jel elektroforezi ile yürütülmüş, görüntülenmiş ve sonuç veren örnekler -20 ^{o}C'de saklanmıştır.

3.8 Jel Elektroforezi

Elde edilen PZR ürünleri %0,8'lik Agaroz jelde, 110 mA'de, 45 dakika yürütülmüştür. Örneklerin jele yüklenmesi işleminde, görüntüleme esnasında bantların görülmesi için bir Loading ve tahmini bant uzunluğunu anlatan bir Leader çözeltisi kullanılmıştır. Bunlara ek olarak reaksiyon karışımından bir örnek hazırlanarak "Kontrol" grubu oluşturulmuştur.

Agaroz jel hazırlanırken izlenen aşamalar şu şekildedir:

- 0,6 gr toz halindeki agaroza 75 mL 0,5'lik TBE eklenmiştir.
- Karışım kaynayana kadar ısıtılmıştır.

- Kaynadıktan sonra içine 0,75 µl Etidyum Bromid eklenmiştir.
- Sıcak haldeki çözelti tanka boşaltılmış ve donması beklenmiştir.

Jele DNA'ların yüklenmesi:

- Jeldeki her bir kuyucuğa tek bir örneğe ait 5 µl DNA konulmuş ve 2 µl Loading çözeltisi eklenmiştir.
- Kuyucuklardan 1 tanesine 1,5 µl Leader çözeltisi konulmuştur.

Yürütme tamamlandıktan hemen sonra jel görüntülemesi yapılmış ve DNA bandı görülen örnekler -20 ^{o}C'de muhafaza edilmiştir.

3.9 Dizileme

-20 ^{o}C'de derin dondurucuda saklanan PZR örnekleri, saflaştırma ve dizileme işlemi (dizileme cihazında okutulma) için hizmet alımı yapılacak laboratuvara gönderilmiştir.

3.10 Dizi Hizalanması

Elde edilen DNA dizi kromatogramları kontrol edilmiştir. Daha sonra elde edilen diziler ve gen bankalarından temin edilen diziler birbirleriyle hizalanmış ve manuel olarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

3.11 Dizi verisinin Filogenetik Analizi

Yukarıda açıklandığı gibi hizalanan dizilerin Maximum Parsimoni (MP), Maximum Likelihood (ML) ve Bayesian Analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucu elde edilen gruplandırmaların güvenilirliklerinin belirlenmesi için Bootstrap Analizi yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Yayılış Bulguları

Yapılan arazi ve herbaryum çalışmaları sonucunda; 4 lokaliteden bilinen *Petrosimonia brachiata* için 24 yeni lokalite, 4 lokaliteden bilinen *P. nigdeensis* için 16 yeni lokalite, 1 lokaliteden bilinen *P. glauca* için 4 yeni lokalite tanımlanmıştır. "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" çalışmasında *P. squarrosa* için 3 lokalite verilmiştir. İlk lokalite Sorger tarafından "A9: Aras vadisi, Kağızman Tuzluca arası, 1200 m." olarak verilmiştir. Ancak verilen lokalitede yapılan arazi çalışmaları esnasında bu türe hiç rastlanmamıştır. İkinci lokalite A. Baytop tarafından " B10: Kars, Iğdır Aralık arası, Iğdır'dan 25 km., 830 m." olarak verilmiştir. ISTE'de (İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi) bulunan bu örnek incelendiğinde, örneğin *P. glauca*'ya ait olduğu anlaşılmıştır. Son lokalite Davis tarından "B10 Kars: Iğdır'dan Aralığa doğru 27 km, 880 m." olarak verilmiştir. Bu lokalite 2. lokaliteyle aynı yeri göstermektedir. Verilen lokalitelerde yapılan arazi çalışmasında *P. squarrosa* türüne rastlanmamıştır. *Petrosimonia* türlerinin bulunabileceği alanlarda yapılan çalışmalar sonucunda 2 yeni lokalitede *P. squarrosa* türüne rastlanmıştır.

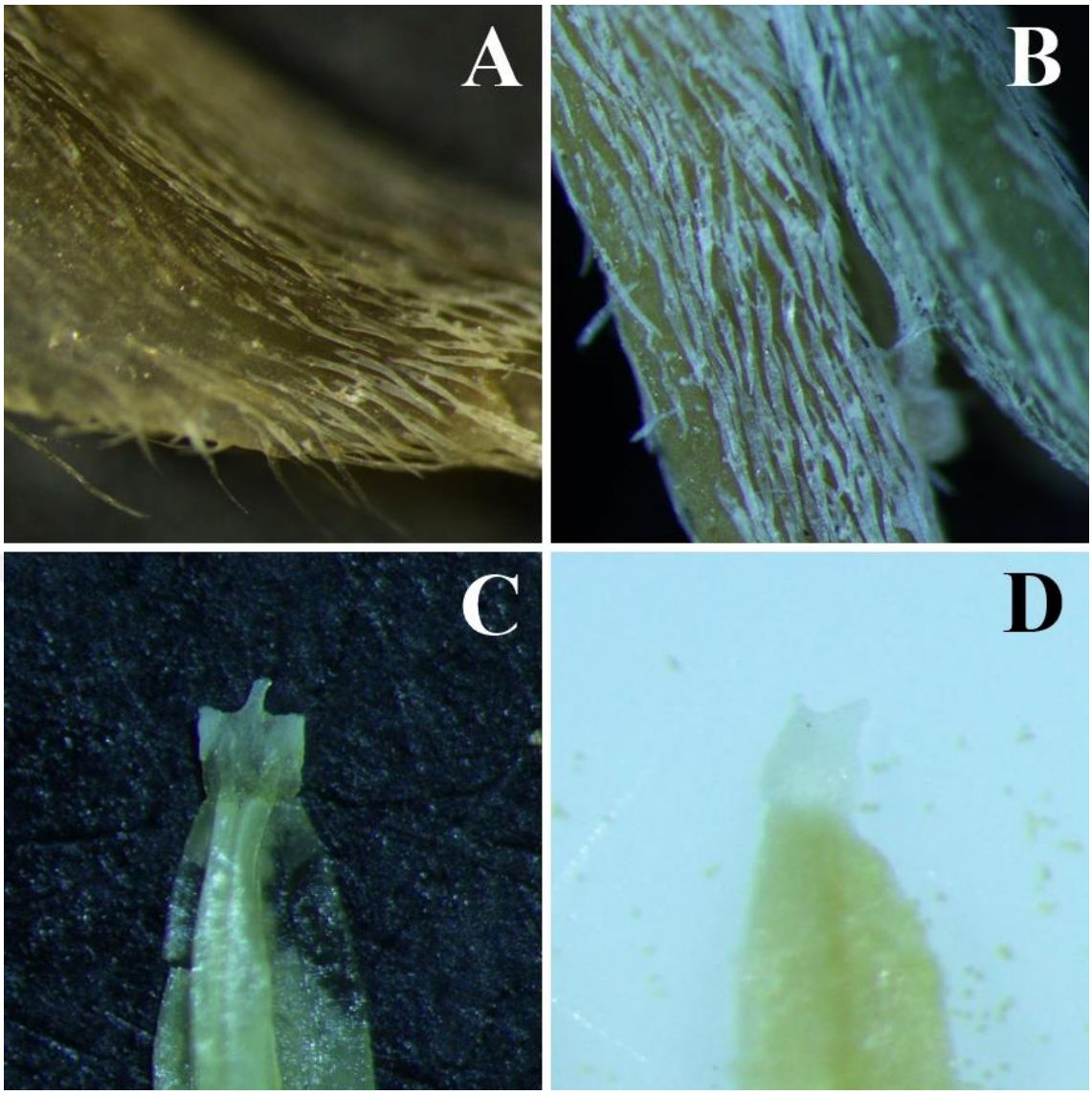
4.2 Morfolojik Bulgular

PETROSIMONIA Bunge, in Mém. Acad. Imp. Sci. Saint Pétersbourg, Sér. 7 4(11): 19. 1862

Yassı çatallı tüylü otsu, nadiren yarı çalı, dik veya yükselici, tek yıllık bitkiler. Gövde dalları almaşık veya karşılıklı dizilişli, dallar silindirik. Gövde nodyumları 1 ya da 2 dallı. Gövde çiçeklenme döneminde yoğun, meyve ve tohum dönemide seyrek yassı çatallı tüylü. Gövde çiçekte genelde yeşil, sarımsı yeşil veya mavimsi yeşil nadiren kırmızımsı tohumda genellikle saman sarısı nadiren kırmızımsı renkte. Gövde yaprağı yok. Brakteler yapraksı. Brakteler almaşık veya karşılıklı dizilişli, sesil, lineer, silindirik veya yarı silindirik, uçları sivri, genellikle koyu yeşil, yeşil veya mavimsi yeşil, nadiren

kırmızımsı. Brakteler basit ve düşücü değil. Brakteler çiçekte yoğun, meyve ve tohumda seyrek yassı çatallı tüylü. Çiçeklenme genellikle aksiller. Çiçekler 1 brakte ve 2 brakteollü. Periant segmentleri 3'lü veya 5'li, tabanda birleşik. 5 segmentlilerde segmentlerden 3 tanesi geniş 2 tanesi daha dar. Periantların alt kısmı sertleşmiş, yuvarlak veya yumurtamsı, üst kısmı yumuşak genellikle üçgenimsi, uç kısmı tüylü. Periant segmentlerinin kenarları tam, membranımsı. Stamen sayısı 5, tabanda ovaryumla birleşik, periant segmentlerine gömülü. Anterler membranımsı, 2 veya 3 loblu apendıçlı, tekalar tabanda serbest ve boyuna açılır; açılma döneminden önce kırmızı renkli, polenler olgunlaştıktan sonra sarı renkli. Filamentler ipliksi anterlere ortadan bağlı. Pistil sayısı 1. Stigma sayısı 2, ipliksi. Stilüs 1 tane, genellikle çok kısa nadiren yok. Ovaryum yumurtamsı, yuvarlak veya dikdörtgenimsi, tek karpelli, tek lokuluslu. Plasentasyon bazal. Meyve kuru, genellikle sarı nadiren kahverengimsi, Meyve yüzeyi seyrek yassı çatallı tüylü. Tohum dikey, orbikular nadiren ovat veya oval, yassı disk benzeri. Embriyo spiral, radikula saman sarısı, plumula koyu kahverengi testa zarsı.

Bu cinsin türleri yatık, 2 başlı çatallı tüyleri ile kolaylıkla tanınır.



Şekil 4.1 *Petrosimonia* türlerinin tüy yapıları ve anter ek yapıları. **A.** *Petrosimonia squarrosa* türünün tüy yapısı, **B.** *Petrosimonia nigdeensis* türünün tüy yapısı, **C.** *Petrosimonia nigdeensis* türünün anter ek yapısı (apendıç), **D.** *Petrosimonia squarrosa* türünün anter ek yapısı (apendıç)

Yaptığımız revizyon çalışmaları sonucunda ülkemizde dört *Petrosimonia* türünün yayılış gösterdiği teyit edilmiştir. Toplanan örneklerle oluşturulan dikotom tür teşhis anahtarı aşağıdaki gibidir.

1. Periant segmenti 5'li

2. Tüm yapraklar opposit……..…….....**P. brachiata**

2. Üst yapraklar alternat…….....**P. glauca**

1. Periant segmenti 3'lü

3. Anter ek yapısı 3 loblu…….....**P. nigdeensis**

3. Anter ek yapısı 2 loblu……...**P. squarrosa**

1. *Petrosimonia brachiata* (Pallas) Bunge in Anabas. Rev. 59 (1862).

Basionim: *Polycnemum brachiatum* Pall. in Ill. Pl. 62 1806.

Sinonim:

≡ *Halimocnemis brachiata* (Pall.) C.A.Mey. in Fl. Altaic. 1: 381 1829.

= *Anabasis conjugata* Hoffm. in Hort. Mosq. 184 1808.

= *Halimocnemis hohenackeri* C.Presl in Abh. Königl. Böhm. Ges. Wiss. V, 3: 539 1845.

= *Polycnemum conjugatum* M.Bieb. ex Ledeb. in Fl. Ross. 3: 843 1851.

Bitki tek yıllık, tek gövdeli veya az ya da çok dallanmış, genişlemiş, gür ve sık yatık çatallı tüylü. Gövde dik 6,5-50 cm'ye kadar uzamış, gövde dalları karşılıklı dizilişli, gövde ve yan dallar silindirik, gövde yassı çatalsı tüylü, yeşil veya nadiren kızıl renkli. Brakteler yapraksı ve 1-42 x 0,35-2,1 mm'ye kadar uzamış, sapsız, yeşil renkli, yarı silindrik, linear, tabanda genişlemiş, çiçeğin bulunduğu yerde kenarlar membranımsı, uç kısmı mukronat ve opposit brakteler tabanda birleşik. Çiçekler monoklin, tek ve braktelerin koltuklarında. Brakteoller her bir çiçekte 2 tane, 1,5-4 x 0,35-1,5 mm, uzun yumurtamsı sertleşmiş alt kısımlı, üs kısmı üçgenimsi, kayık şeklinde, kıvrık, kenarları

membranımsı. Periant segmenti 5'li, genellikle 3 tanesi geniş 2 tanesi dar, geniş segmentler 1,5-4 x 0,4-1,15 mm, dar segmentler 1,6-3,5 x 0,15-0,7 mm, tüm segmentler alt kısımda birleşik, her bir segmentin alt kısmı yumurtamsı, üst kısmı dar, oblong, uç kısmı tüysüz ya da zayıf tüy örtülü, membranımsı. Stamen 5 tane, periant segmentlerinin karşısında, tabanda segmentlerle birleşik; anterler uç kısımda birleşik, sarı renkli, mızrağımsı, 1,15-2 mm, 2 tekalı, tekalar üst kısımda birleşik, alt kısımda serbest, boyuna açılır, filamentler anterlere tekaların ayrım noktasından bağlı, anter ek yapısı (apendiç) 3 loblu, 0,1-0,5 mm, orta lob belirgin. Pistil 1 adet, 1 karpelli, 1 lokuluslu, 1,95-3,15 mm; stilüs çok kısa 0,4-1,1 mm veya yok; stigma 2 tane, iplik şeklinde, 0,4-1,5 mm, ovaryum üst durumlu, yuvarlak, dikdörtgenimsi nadiren yumurtamsı, membranımsı, tüysüz, 0,4-1,3 x 0,2-1,1 mm; plasentasyon bazal. Meyve kuru, sapsız, tohum zamanı sarı renkli ve sertleşir. Tohumlar dikey, orbikular, nadiren ovat veya oval, yassı disk benzeri, 1,5-2,7 x 1,3-2,3 mm, embriyo spiral, radikula saman sarısı veya açık kahverengi, plumula koyu kahverengi, testa zarsı. Kromozom sayısı 2n=2x=16. Çiçeklenme zamanı 8-10. aylar. Tohumlanma zamanı 9-11. aylar. Ülkemizde, daha iç bölgelerde bulunan çok tuzcul alanlarda, bazen de sahil kenarlarında, 0-1650 metreler arasında yayılış gösterir.

Tip: (Caspian) "In deserto Caspico et Tatarico australiore, usque ad Irtin fluvium, locis salsuginosis et aquosis…" (Herb. Pallas. No: 62 f.!)

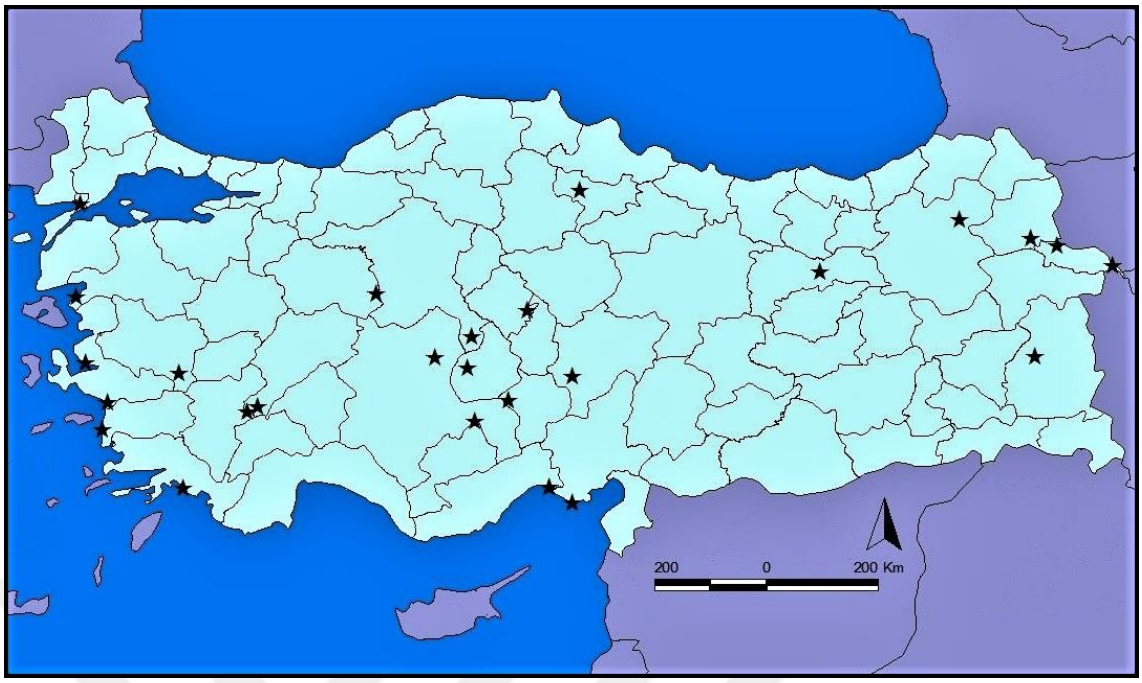
A1 Çanakkale: Çanakkale, Gelibolu, Evreşe, Kavak Çorağı, deniz seviyesi, 04.09.2002, A.E Yaprak 2002-053! (ANK). **A5 Amasya:** Amasya, Merzifon, Merzifon-Ankara yolu üzeri, Uzunyazı köyü, Kavlan Çukuru Mevkii, 537 m, 01.10.2004, K 40˚ 46.913'-D 035˚ 26.974', A.E. Yaprak 2004-303! ve 2005-304! (ANK). **A8 Erzurum:** Erzurum, Narman, Tuztaşı köyü, tuzla civarı, c. 1600 m, 09.07.2010, A.E. Yaprak 2010-478! (ANK). **A9 Iğdır:** Iğdır, Tuzluca, Tuz mağarası çevresi, tuzcul alanlar, 1075 m, 05.08.2011, K 040º 03.101'-D 043º 39.805', A.E. Yaprak 2011-479! ve 480! (ANK); Tuzluca, Tuz mağarası çevresi, tuzcul alanlar, 1075 m, 05.08.2011, K 040º 03.101'-D 043º 39.805', M.Çiçek 2012-40! ve 2012-42! (ANK); Iğdır, Tuzluca, Tuz Mağarası yol ayrımı, tuzcul yamaçlar, 1036 m, 38T 4434553 385963, 23.08.2017, BG 1061! (ANK). **A9 Kars:** Kars, Kağızman, Kağızman-Tuzluca Arası, Kağızman'dan 5 km sonra, çorak

alanlar, 1152 m, 03.09.2004, K 40˚ 09.044'-D 043˚ 13.245', A.E. Yaprak 2004-174! (ANK); Kağızman, Kağızman-Tuzluca arası, Devebük yakınları (3 km doğusu), 1200 m, 23.10.2007, A.E. Yaprak 2007-065! (ANK); Tuzluca, tuz mağaraları çevresi, tuzlu alanlar, 1075 m, 30.08.2014, K 40º 03.101'–D 43º 39.805', Başköse-2625! (ANK); Kars, Kağızman-Iğdır yolu 8. km, Aras Nehri, 1200 m, 23.09.1997, Freitag 28613 f.! (GAZI). **B1 Balıkesir:** Balıkesir, Ayvalık, Mitralyöz Burnu-Gümüşlü Burnu, 5 m, 02.09.1997, 74386 f.! (ISTE). **B1 İzmir:** İzmir, Çiğli, Çamaltı tuzlası, deniz seviyesi, 02.11.2000, A.E. Yaprak 2000-013! (ANK); Çiğli, Çamaltı Tuzlası, Kuş Cenneti, deniz seviyesi, 18.10.2004, K 38˚ 29.390'-D 026˚ 57.000', A.E. Yaprak 2004-354! (ANK); Menemen, Kuş Cenneti ziyaretçi merkezi çevresi, tuzcul alanlar, 8 m, 06.09.2013, K 038° 31.991'-D 026° 53.877', Başköse-2289! ve 2290! (ANK). **B3 Eskişehir:** Eskişehir, Günyüzü, Kavuncu Köyü Çorağı, 707 m, 20.09.2004, K 39˚ 24.609'-D 031˚ 57.068', A.E. Yaprak 2004-288! (ANK); Günyüzü, Kavuncu Köyü Çorağı, 707 m, 19.10.2016, K 39˚ 24.609'-D 031˚ 57.068', A.E. Yaprak 2016-1664! (ANK); Sivrihisar, Balık damı, Ahiler yolu üzeri, çorak alanlar, 822 m, 26.07.2011, K 039º 13.059'-D 031º 38.799', A.E. Yaprak 2011-205! (ANK). **B4 Aksaray:** Aksaray, Eskil, Eski Eskil-Yenikent yolu üzeri, yol kenarı, 905 m, 29.07.2011, K 038º 25.061'-D 033º 30.607', A.E. Yaprak 2011-297! (ANK); Merkez, Ulukışla kasabası, Tuz Gölü yakınları, 918 m, 20.09.2011, K 038º 31.804'-D 033º 44.463', A.E. Yaprak 2011-566! (ANK); Aksaray, Mezgit Kasabası, Tuz Gölü çevresi, tuzlu alanlar, 950 m, 23.08.1997, M. Aydoğdu 4109 f.! (ERC). **B4 Ankara:** Ankara, Şereflikoçhisar, Şereflikoçhisara 20-30 km kala, Tuz gölü kıyısı çorak alanlar, 910 m, 05.11.2010, A.E. Yaprak 2010-582! (ANK); Ankara, Ankara-Şereflikoçhisar yolu üzeri, çorak alanlar, 910 m, 28.07.2011, K 039º 07.982'-D 033º 20.585', A.E. Yaprak 2011-240! (ANK); Şereflikoçhisar-Aksaray yolu üzeri, Tuz gölü kıyısı, çorak alanlar, 914 m, 28.07.2011, K 038º 50.795'-D 033º 35.363', A.E. Yaprak 2011-242! (ANK); Şereflikoçhisar, Akın Köyü, tuz gölü çevresi, 918 m, 19.09.2011, K 039º 06.875'-D 033º 16.961', A.E. Yaprak 2011-553! (ANK); Şereflikoçhisar, Kaldırım tuzlası girişi, yol kenarı, tuzcul step, 910 m, 19.09.2011, K 038º 57.211'-D 033º 26.416', A.E. Yaprak 2011-560! (ANK); Şereflikoçhisar, çorak alanlar, *Halocnemum strobilaceum* topluluğu içleri, 22.09.2016, x: 33 º.4266 y: 39 º.0409, Başköse-3048! (ANK); Şereflikoçhisar, Aksaray yolu üzeri, Tuz gölü kıyısı, 01.08.2017, 36 S 565384-4272448, A.E. Yaprak 2017-49! (ANK); Ankara, Şereflikoçhisar, Adana karayolu 130.

km. Tuz Gölü çevresi, 900-1000 m, 09.10.1984, 4372! (HUB); Ankara, Şereflikoçhisar 30 km kala, Akin Köyü çevresi, Tuz Gölü Kenarı, 900-950 m, 17.10.1992, Aytaç 5637 f.! (GAZI); Ankara, Şereflikoçhisar 10 km kala, 920 m, 23.09.1996, M. Vural 7679 f.! (GAZI); . **B4 Konya:** Konya, Cihanbeyli, Bolluk Gölü çevresi, Alkim tesisleri yakını, tuzlu-alkali topraklar, 942 m, 21.09.2011, K 038º 33.042'-D 032º 55.528', A.E. Yaprak 2011-622! (ANK); Bolluk Gölü çevresi, Alkim tesisleri yakını, tuzlu-alkali topraklar, 942 m, 26.08.2015, K 038º 33.042'-D 032º 55.528', Başköse-2936! (ANK): Cihanbeyli, Yavşan Tuzlası girişi, çorak-tuzcul alanlar, 917 m, 31.07.2011, K 038º 45.657'-D 033º 06.562', A.E. Yaprak 2011-336! (ANK); Cihanbeyli, Yavşan Tuzlası girişi, çorak-tuzcul alanlar, 917 m, 21.09.2011, K 038º 45.657'-D 033º 06.562', A.E. Yaprak 2011-633! (ANK); Cihanbeyli, Yavşan Tuzlasına 1 km kala çorak-tuzcul alanlar, 915 m, 26.08.2015, Başköse-2934! (ANK); Yavşan Tuzlası girişi, çorak-tuzcul alanlar, 917 m, 06.10.2011, K 038º 45.657'-D 033º 06.562', A.E. Yaprak 2011-700! (ANK); Cihanbeyli, Yavşan Tuzlasına 2 km kala, göl kıyısı tuzcul step, 02.11.2016, x: 33º.0506 y: 38º.7971, A.E. Yaprak 2016-1697! (ANK); Cihanbeyli, Yavşan Tuzlası yolu tuzcul bataklık, 04.11.2016, x: 32º.9831 y: 38º.7365, A.E. Yaprak 2016-1703! (ANK); Cihanbeyli, Yavşan Tuzlası, 900 m, 18.07.1996, M. Vural 7551 f.! (GAZI); Çumra, Çatalhöyük, batı Çatalhöyük kazı alanı içi, 1012 m, 30.07.2011, K 037º 39.972'-D 032º 49.399', A.E. Yaprak 2011-319! (ANK); Çumra, Çatalhöyük, batı Çatalhöyük kazı alanı içi, 1012 m, 21.09.2011, K 037º 39.972'-D 032º 49.399', A.E. Yaprak 2011-608! (ANK); Konya- Ankara karayolu, Toros Tarım İç Anadolu bölge deposu yanı, tuzlu-alkali topraklar, 1000 m, 30.07.2011, K 038º 03.233'-D 032º 40.018', A.E. Yaprak 2011-330! (ANK); Konya-Ankara karayolu, Toros Tarım İç Anadolu bölge deposu yanı, tuzlu-alkali topraklar, 1000 m, 21.09.2011, K 038º 03.233'-D 032º 40.018', A.E. Yaprak 2011-617! (ANK); Gölyazı, Gölyazı'nın 7 km batısı, Tersakan gölü kenarları, 923 m, 15.11.2013, K 38º 32.098'–D 33º 06.968', Başköse-2444! (ANK); Konya, Konya-Karapınar arası, Tatlıcak Köyü, 1010 m, 27.09.1996, M. Vural 7734 f.! (GAZI); Konya, Cihanbeyli, Bolluk Gölü-Tersakan Gölü, 940 m, 25.09.1996, M. Vural 7727 f.! (GAZI). **B5 Kayseri:** Kayseri, Sindelhüyük-Yenihayat arası, tuzcul step, 1075 m, 08.10.2011, K 038º 17.957'-D 035º 19.967', A.E. Yaprak 2011-738! (ANK); Kayseri, Sultansazlığı, Camızgölü pompa istasyonu çevresi, 1071 m, 15.10.1994, 38091! (HUB); Sultansazlığı, Yeşilhisar ilçesi, Ovaçiftliği Köyü, Kuş Müzesi, kurutulmuş alan, 1071

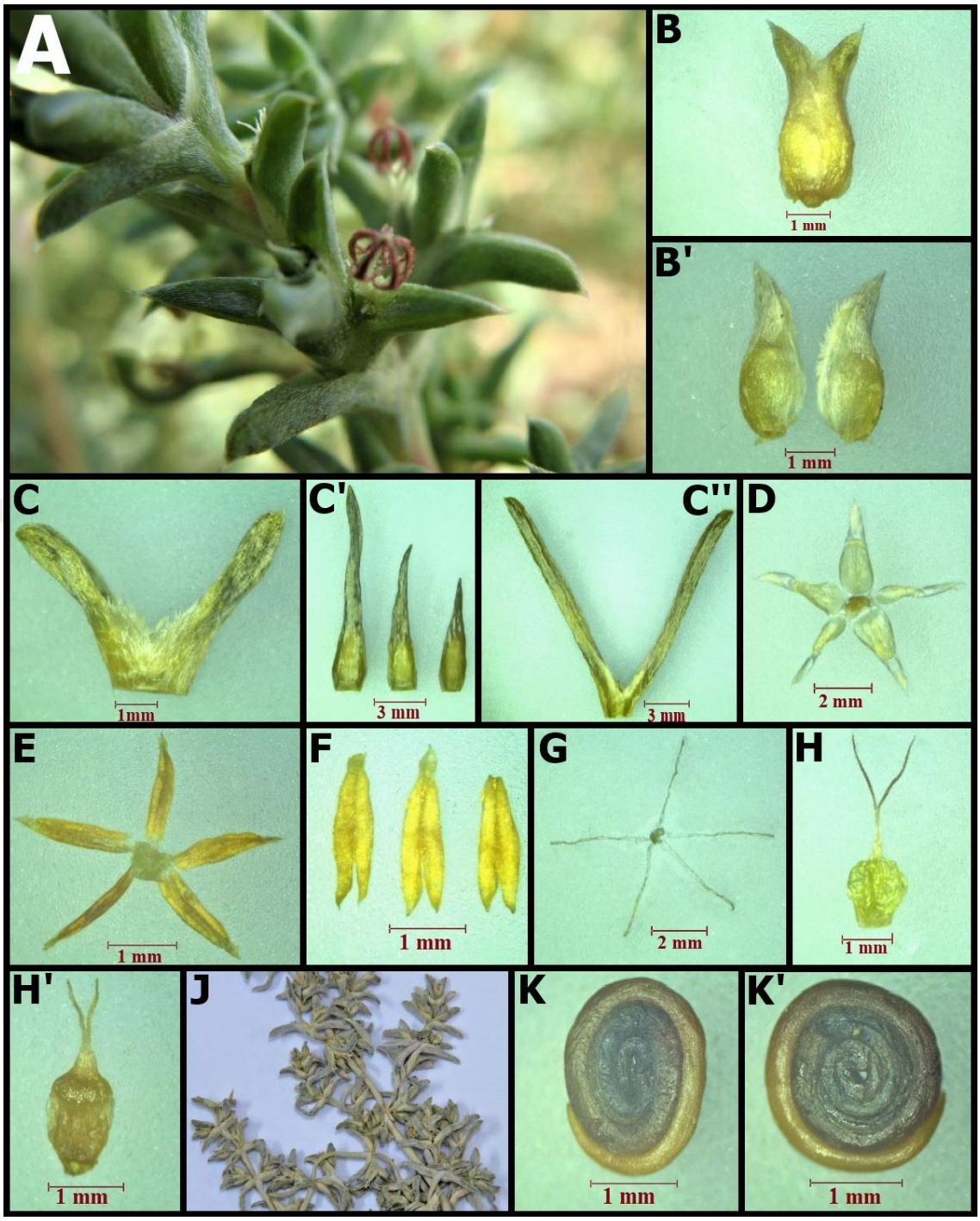
m, 25.09.1993, 38090! (HUB); Develi, Çayırözü-Dörtyol arası, Deri fabrikasının kuzeyi, tuzcul step, *Artemisia* kommunitesi içleri, 1080 m, 22.08.2013, K 038º 26.579'–D 035º 14.553', Başköse-2252! (ANK); Sultansazlığı, Yeşilhisar ilçesi, Ovaçiftliği Köyü, Sazlık girişi, kurutulmuş alan, 1071 m, 25.09.1993, 38076! (HUB); Erciyes Dağı, Yeni sanayi sitesi doğusu, 1054 m, 04.08.2000, C. Vural 2897 f.! (ERC). **B5 Kırşehir:** Kırşehir, TİGEM, D.Ü.Ç, Malya, 1119 m, 09.10.2011, K 039º 16.896'-D 034º 24.747', A.E. Yaprak 2011-752! (ANK); Boztepe, Eskidoğanlı köyü, Seyfe gölü kuzeyi, tuzcul alanlar, 30.07.2017, Başköse-4102! (ANK); Kırşehir, Kızıldağ Köyü güneyi, Seyfe Gölü çevresi, tuzcul step, 1127 m, 36S 633614 4338856, 01.10.2017 BG 1075! (ANK). **B7 Erzincan:** Erzincan, Erzincan-Erzurum Yolu 5. km, çorak alanlar, 1146 m, 31.08.2004, K 39˚ 42.624'-D 039˚ 35.457', A.E. Yaprak 2004-151! (ANK). **B9 Van:** Van, Van yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüsü içi, Fen Fakültesi çevresi, çorak alanlar, 1661 m, 03.08.2011, K 038º 34.075'-D 043º 17.041', A.E. Yaprak 2011-378! (ANK). **B10 Iğdır:** Iğdır, Aralık, Kazım Karabekir Devlet Üretme Çiftliği, çorak alanlar, 845 m, 04.09.2004, K 39˚ 47.151'-D 044˚ 37.102', A.E. Yaprak 2004-217! (ANK); Aralık, Ramazankent, çorak alanlar, 826 m, 04.09.2004, K 39˚ 57.207'-D 044˚ 27.421', A.E. Yaprak 2004-201! (ANK): Taşburun-Hasanhan arası, Hasanhan'a 1 km kala, direnaz kanal kenarları, çorak alanlar, 833 m, 05.08.2011, K 039º 57.705'-D 044º 19.671', A.E Yaprak 2011-440! ve 441! (ANK); Taşburun-Hasanhan arası, Babacan Köyü yol ayrımı, çorak alanlar, 833 m, 05.08.2011, K 039º 58.248'-D 044º 17'878', A.E. Yaprak 2011-455!, 456!, 459! ve 460! (ANK); Iğdır Aralık arası, Taşburun Hasanhan civarı, 1000m, 27.09.1984, 15256 f.! (AEF); Aralık, Aralık'tan Nahçivan sınır kapısına doğru, Devlet üretme çiftliği, Kurtömer karakolundan sonra, sulama kanalı çevresindeki çorak alanlar, 810 m, 17.09.2012, K 39° 44.247'-D 044° 39.607' M. Çiçek 2012-61! (ANK); Iğdır Aralık arası, Taşburun Hasanhan civarı, 1000 m, 27.09.1984 f.! (GAZI); Iğdır, Iğdır-Aralık yolu 25. km, 830 m, 13.07.1979, 42830 (ISTE). **C1 İzmir:** İzmir, Selçuk, Kuşadası İstikametinde Efes Yol ayrımını 1 km geçince, yolun solunda çorak alanlar, 10 m, 17.10.2004, K 37˚ 57.138'-D 027˚ 19.894', A.E. Yaprak 2004-347! (ANK); Selçuk, Pamucak, Pamucak-Efes yolu üzeri çorak alanlar, 10 m, 30.08.2006, A.E. Yaprak 2006-034! (ANK); İzmir, Menemen, Çamaltı tuzlası, 13.06.1955, 8777 f.! (AEF). **C1 Aydın:** Aydın, Söke, Akköy, Akköy-Tuzburgaz yolu, Tuzburgaz'a 4 km kala, tuzcul alanlar, 6 m, 08.09.2015, K 37˚ 34' 54.8"-D 027˚ 13' 31.6", Başköse-2960!

(ANK). **C2 Afyon:** Afyon, Dazkırı, Acıgöl kıyısı, çorak alanlar, 840 m, 11.09.2011, A.E. Yaprak 2011-531! (ANK). **C2 Denizli:** Denizli, Çardak, Acıgöl kıyısı, çorak alanlar, 835 m, 13.10.2004, K 37˚ 49.379'-D 029˚ 43.592', A.E. Yaprak 2004-316! (ANK); Denizli, Çardak, Acıgöl Kenarı, 800-810 m, 19.11.1993, Z. Aytaç 6647 f.! (GAZI). **C2 Manisa:** Manisa, Alaşehir, 28.06.1965, 31911 f.! (EGE). **C2 Muğla:** Muğla, Ortaca - Dalyan arası, İztuzu, Yıldırımlı Tepe eteği**,** 10 m, 01.11.1991, 4373! (HUB); Muğla, Ortanca-Dalyan arası, İztuzu, Yıldırımlı Tepe eteği, 10 m, 1.11.1991, A. Güner 10293 f.! (GAZI). **C4 Konya:** Konya, Karapınar, Meke Gölü çevresi, volkanik tuzlu çorak alanlar, 991 m, 30.07.2011, N 037º 41.390'-D 033º 38.189', A.E. Yaprak 2011-307! (ANK). **C5 Adana:** Adana, Karataş, Küçük Karataş köyü yolu, Akyatan gölü çevresi, tuzcul alanlar, deniz seviyesi, K 36˚ 34' 30.6"-D 035˚ 19' 48.5", Başköse-3008! (ANK); Adana, Seyhan, Adananın 35 km kuzeydoğusu, Zeynepli-Kaldırımlı yoluna yakın Yakı Gölünün Güneybatısı, 1 m, 10.10.1997, Freitag 28851 f.! (GAZI); Adana, Karataş, Kaldırımlı, 1 m, 20,09,1997, H. Şağban 1899 f.! (GAZI). **C5 Niğde:** Aksaray-Adana karayolu, Niğde-Altunhisar yol sapağından sonra, tuzcul step, 1053 m, 07.10.2011, K 037º 47.257'-D 034º 13.870', A.E. Yaprak 2011-715! (ANK). **C5 Mersin:** Mersin, Tarsus, Egemen Köyü-Irmak arası, alüvyonlu çorak alanlar, 5 m, 29.10.2002, K 36˚ 47.0151'-D 034˚ 55.756˚, A.E. Yaprak 2002-72! (ANK); Mersin, Silifke, Kurtuluş Köyü'nün 5 km güneyi, tuzcul alanlar, 2 m, 36S 591050 4019550, 5.12.2017, BG 1100! (ANK).



Şekil 4.2 *Petrosimonia brachiata* (Pall) Bunge türünün dağılım haritası.

Tür, dünya genelinde ise Azerbaycan, Ermenistan, Bulgaristan, Gürcistan, Yunanistan, Suriye, Lübnan, Moldova, Rusya, Ukrayna, Kırım, İran ve Irak'ta yayılış göstermektedir.



Şekil 4.3 *Petrosimonia brachiata* (Pallas) Bunge türünün morfolojik karakterleri. (A. Habitus, B. B'. Brakteol, C. C'. C" Brakte, D. Periant segmentleri, E. Stamenler, F. Anterler, G. Filamentler, H. H'. Pistil, J. Meyve, K. K'. Tohum)

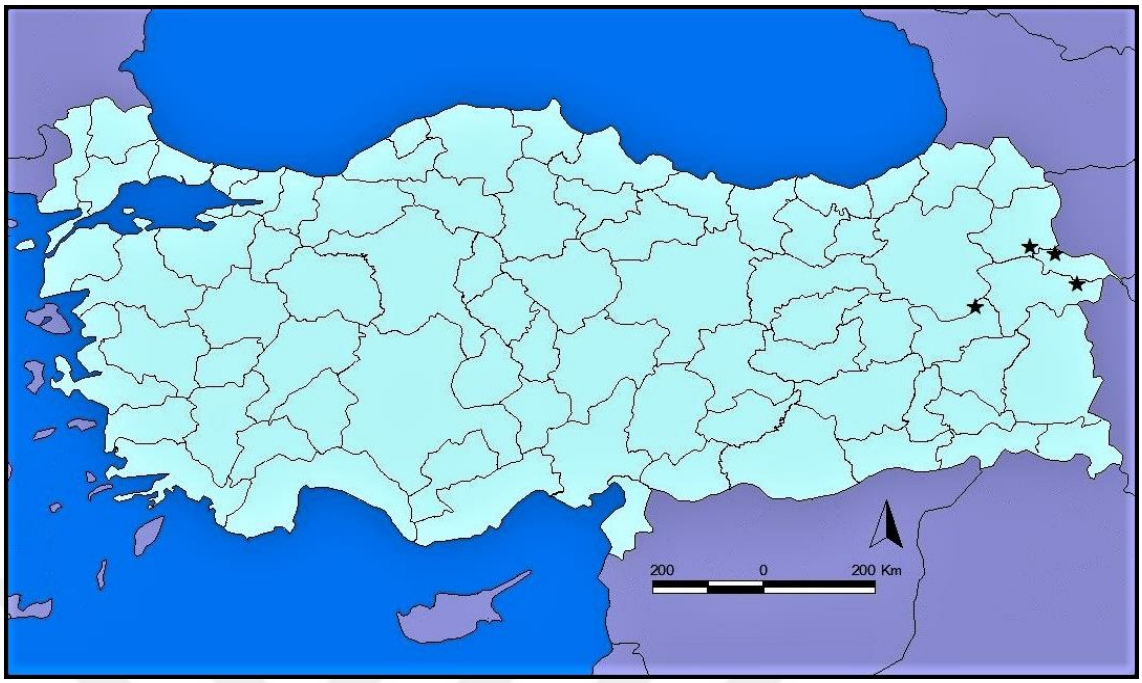
2. *Petrosimonia glauca* (Pall.) Bunge in Anabas. Rev. 58. 1862 [Mém. Acad. Imp. Sci. St.-Pétersbourg, Sér. 7, 4(11)]

Basionim: *Polycnemum glaucum* Pall. in Illustr. Pl.: 63. 1803

Bitki tek yıllık, tek gövdeli veya az ya da çok dallanmış, genişlemiş, gür ve sık yatık çatallı tüylü. Gövde dik 3,5-44 cm'ye kadar uzamış, dallar gövdenin alt kısmında karşılıklı, üst kısmında almaşık dizilişli, gövde ve yan dallar silindirik, gövde yassı çatalsı tüylü, mavimsi yeşil veya yeşil renkli. Brakteler yapraksı ve 4,0-28,28 x 0,36-1,73 mm'ye kadar uzamış, sapsız, mavimsi yeşil veya yeşil renkli, yarı silindrik, linear, tabanda genişlemiş, çiçeğin bulunduğu yerde kenarlar membranımsı, uç kısmı mukronat. Çiçekler monoklin, tek ve braktelerin koltuklarında. Brakteoller her bir çiçekte 2 tane, 2,5-5,05 x 0,5-1,3 mm, uzun yumurtamsı sertleşmiş alt kısımlı, üst kısmı üçgenimsi, kayık şeklinde, kıvrık, kenarları membranımsı. Periant segmenti 5'li, genellikle 3 tanesi geniş 2 tanesi dar, geniş segmentler 2,37-4 x 0,55-1,5 mm, dar segmentler 2-3,5 x 0,2-0,6 mm, tüm segmentler alt kısımda birleşik, her bir segmentin alt kısmı yumurtamsı, üst kısmı dar, oblong, uç kısmı tüysüz ya da zayıf tüy örtülü, membranımsı. Stamen 5 tane, periant segmentlerinin karşısında, tabanda segmentlerle birleşik; anterler uç kısımda birleşik, kızıl veya sarı renkli, mızrağımsı, 1,35-2 mm, 2 tekalı, tekalar üst kısımda birleşik, alt kısımda serbest, boyuna açılır, filamentler anterlere tekaların ayrım noktasından bağlı, anter ek yapısı (apendiç) 3 loblu, 0,15-0,45 mm, orta lob belirgin. Pistil 1 adet, 1 karpelli, 1 lokuluslu, 2,7–5,75 mm; stilüs çok kısa 0,2-1 mm veya yok; stigma 2 tane, iplik şeklinde, 0,9–2,8 mm, ovaryum üst durumlu, yuvarlak, dikdörtgenimsi nadiren yumurtamsı, membranımsı, tüysüz, 1,2–2,2 x 0,8-1,8 mm; plasentasyon bazal. Meyve kuru, sapsız, tohum zamanı sarı renkli ve sertleşir. Tohumlar dikey, orbikular veya oval, nadiren ovat, yassı disk benzeri, (1,3-)1,5-2,0(-2,2) x (1,0-)1,2-1,9 mm, embriyo spiral, radikula saman sarısı veya açık kahverengi, plumula koyu kahverengi, bazen saman sarısı, testa zarsı. Kromozom sayısı 2n=2x=16. Çiçeklenme zamanı 8-9. aylar. Tohumlanma zamanı 10-11. aylar. Ülkemizde, doğu bölgelerde bulunan çok tuzcul alanlarda veya tuzlalarda, 900-1600 metreler arasında yayılış gösterir.

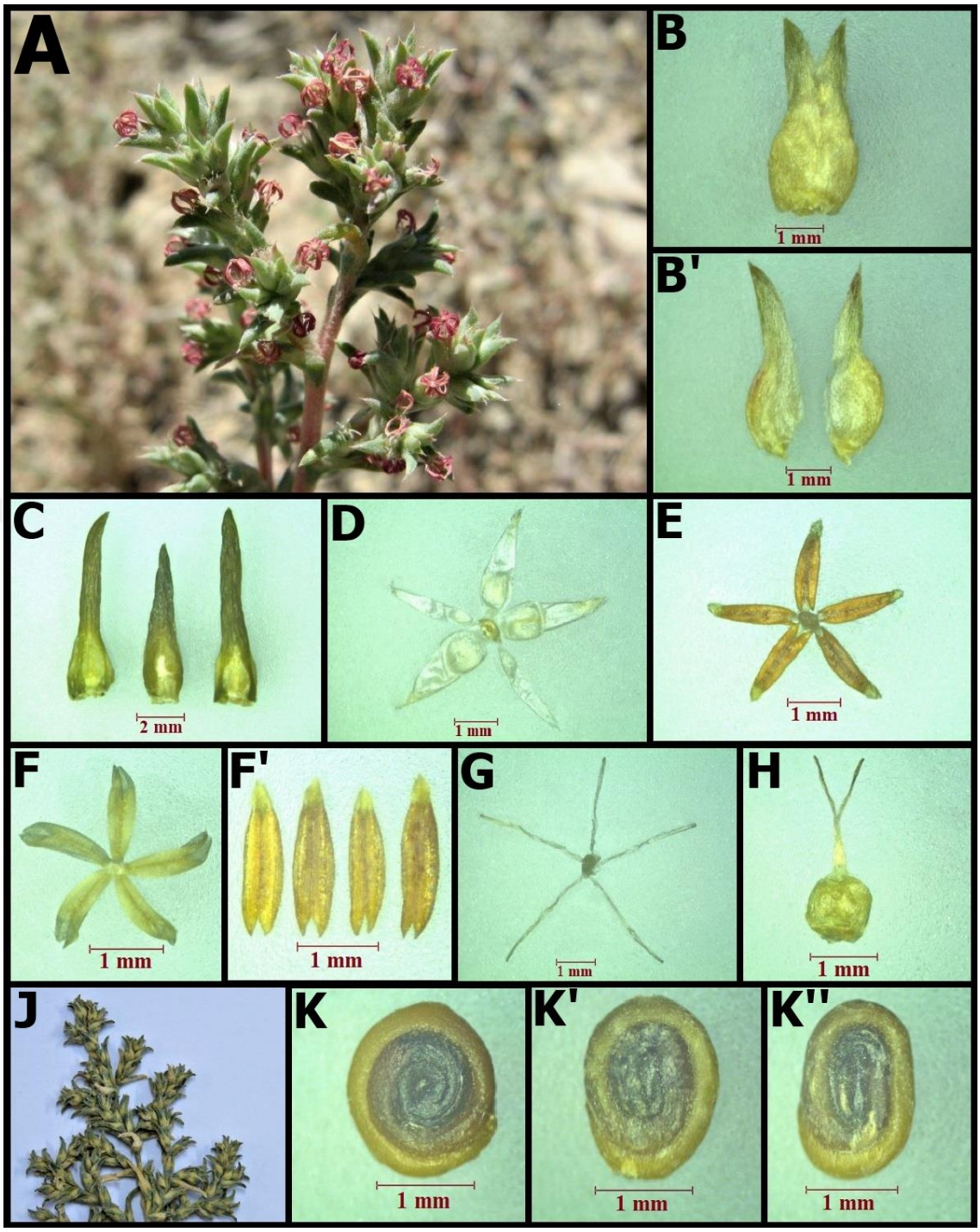
Tip: [prob. SE. European Russia, lower reaches of Volga] "A Sarpam in viarum trituras squalidis" Pallas (holo. LE) (f.!)

A9 Iğdır: Iğdır, Tuzluca, Tuz mağarası çevresi, tuzcul alanlar, 1075 m, 05.08.2011, K 040º 03.101'-D 043º 39.805', A.E. Yaprak, 2011-480! (ANK); Tuzluca, Tuzluca-Kağızman yolu, Tuzluca'nın 5 km kuzeyi, Kırmızı-Kalkerli tuzlu tepelikler ve arklar, 991 m, 06.08.2011, K 040º 06.411'-D 043º 38.879', A.E. Yaprak 2011-508! (ANK); Tuzluca, Tuzluca-Kağızman yolu 5. km, Tuzluca'nın kuzeyi Kırmızı-kalkerli tuzlu tepeler ve tepe yamaçları, arklar, 991 m, 30.08.2014 K 40º 06.411'–D 43º 38.878', Başköse-2623! (ANK); Iğdır, Tuzluca, Tuz Mağaraları etrafı, 1100 m, 06.10.2006, 85847 f.! (ISTE); Iğdır, Tuzluca, Tuz Mağarası yol ayrımı, tuzcul yamaçlar, 1036 m, 38T 4434553 385963, 23.08.2017, BG-1060 ve BG-1062! (ANK); Iğdır, Tuzluca, Tuz Mağarası çevresi, tuzcul tepeler, 1087 m, 38T 4434239 386141, 23/08/2017, BG 1066! ve BG-1067! (ANK). **A9 Kars:** Kars, Kağızman, Kağızman-Tuzluca Arası, Kağızman'dan 5 km sonra çorak alanlar, 1152 m, 03.09.2004, K 40˚09.044'-D 043˚13.245', A.E. Yaprak 2004-173! (ANK); Kağızman, Kağızman-Tuzluca Arası, Iğdır il sınırı yakınları, çorak alanlar, 1200 m, 03.09.2004, A.E. Yaprak 2004-180! (ANK). **B9 Muş:** Muş, Malazgirt, Aktuzla Köyü, Tuzla, tuzcul çorak alanlar, 1491 m, 06.09.2004, K 39˚19.985'-D 042˚17.180', A.E. Yaprak 2004-233! (ANK); Malazgirt, Aktuzla, Tuz havuzları çevresi tuzcul alanlar, 1463 m, 01.08.2014, K 039° 19.967'-D 042° 16.997', Başköse-2567! (ANK); Malazgirt, Aktuzla, Tuz havuzları çevresi tuzcul alanlar, 1463 m, 02.09.2014, K 039° 19.967'-D 042° 16.997', Başköse-2647! (ANK); Muş, Malazgirt, Aktuzla, 1600 m, 03.10.2004, l. Behçet 7128 f.! (VANF); Muş, Malazgirt, Aktuzla, havuz çevresi, 1600 m, 30.08.2000, S 1119 f.! (VANF). **B10 Iğdır:** Iğdır, Iğdır-Doğubeyazıt yolu, Ağrı dağı etekleri, çorak alanlar, 1538 m, 04.09.2004, K 39˚38.976'-D 044˚02.264', A.E. Yaprak 2004-226! (ANK); Iğdır Aralık arası, Taşburun Hasanhan civarı, çorak arazi, 1000 m, 27.09.1984, 15268 f.! (AEF).



Şekil 4.4 *Petrosimonia glauca* (Pall.) Bunge türünün dağılım haritası.

Tür, Dünya üzerinde ise Ermenistan, İran ve Rusya'da yayılış göstermektedir.



Şekil 4.5 *Petrosimonia glauca* (Pall.) Bunge türünün morfolojik karakterleri. (A. Habitus, B.B'. Brakteoller, C. Brakteler, D. Periant segmentleri, E. Stamen, F.F'. Anterler, G. Filament, H. Pistil, J. Meyve, K.K'.K''. Tohumlar)

3. *Petrosimonia nigdeensis* Aellen, Notes Royal Bot. Garden Edinburgh, 28:33 (1967).

Bitki tek yıllık, tek gövdeli veya az ya da çok dallanmış, genişlemiş, gür ve sık yatık çatallı tüylü. Gövde dik (3)5-47(54) cm'ye kadar uzamış, gövde dalları almaşık dizilişli, gövde ve yan dallar silindirik, gövde yassı çatalsı tüylü, yeşil veya nadiren kızıl renkli. Brakteler yapraksı ve 3,5-37 x 0,4-3(3,5) mm'ye kadar uzamış, sapsız, yeşil renkli, yarı silindrik, linear, tabanda genişlemiş, çiçeğin bulunduğu yerde kenarlar membranımsı, uç kısmı mukronat ve tabanda çiçekle birleşik. Çiçekler monoklin, tek ve braktelerin koltuklarında. Brakteoller her bir çiçekte 2 tane, 2-6(7) x 0,4-2,7 mm, uzun yumurtamsı, üs kısmı üçgenimsi, kayık şeklinde, kıvrık, kenarları membranımsı. Periant segmenti 3'lü, 1,8-4,5 x 0,4-1,9 mm, tüm segmentler alt kısımda birleşik, her bir segmentin alt kısmı yumurtamsı, üst kısmı dar, oblong, uç kısmı zayıf ya da sık tüy örtülü, membranımsı. Stamen 5 tane, periant segmentlerinin karşısında, tabanda ovaryumla birleşik; anterler uç kısımda birleşik, sarı veya kızıl (pembe) renkli, mızrağımsı, 1,4-3 mm, 2 tekalı, tekalar üst kısımda birleşik, alt kısımda serbest, boyuna açılır, filamentler anterlere tekaların ayrım noktasından bağlı, 0,5-5(-6,5) mm, anter ek yapısı (apendiç) 3 loblu, 0,15-0,60 mm, orta lob belirgin. Pistil 1 adet, 1 karpelli, 1 lokuluslu, (1,5-)2-4,5 mm; stilüs çok kısa, 0,25-1,2 mm veya nadiren yok; stigma 2 tane, iplik şeklinde 0,3-2(-3) mm, ovaryum üst durumlu, yumurtamsı nadiren dikdörtgenimsi, membranımsı, tüysüz, 0,4-2 x 0,25-1,8 mm; plasentasyon bazal. Meyve kuru, sapsız, tohum zamanı sarı renkli ve sertleşir. Tohumlar dikey, oval veya ovat, bazen orbikular, yassı disk benzeri, (1,8-)2,0-2,8 (-3,0) x (1,6-)1,8-2,7 mm, embriyo spiral, radikula saman sarısı veya kahverengi, plumula koyu kahverengi, testa zarsı. Kromozom sayısı 2n=2x=14. Çiçeklenme zamanı 8-9-10. aylar. Tohumlanma zamanı 9-10-11. aylar. Ülkemizde, iç bölgelerde bulunan çok tuzcul alanlarda, 480-1910 metreler arasında yayılış gösterir.

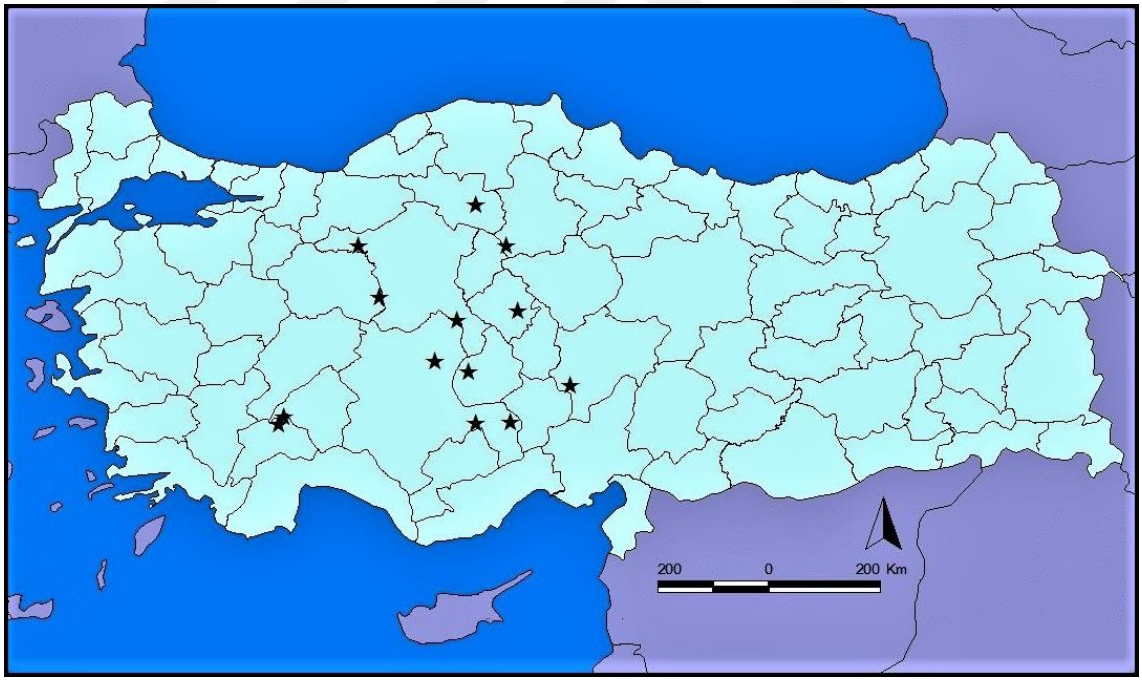
Tip: Türkiye. B4 Niğde, Tuz Gölü, NW of Ulukişla (NW of Aksaray), 900-950 m, Davis & Hedge, D. 32824 (holo. E [f.!]; iso. ANK!).

A3 Ankara: Ankara, Nallıhan, Davutoğlan Kuş cenneti, 481 m, 26.07.2011, jipsli-marnlı-tuzlu alanlar, N 040º 06.426',-D 031º 35.426', A.E. Yaprak 2011-219! (ANK). **A4 Çankırı:** Çankırı, Merkez, Karatekin Üniversitesi kuzey, hafif tuzlu step, 1910 m,

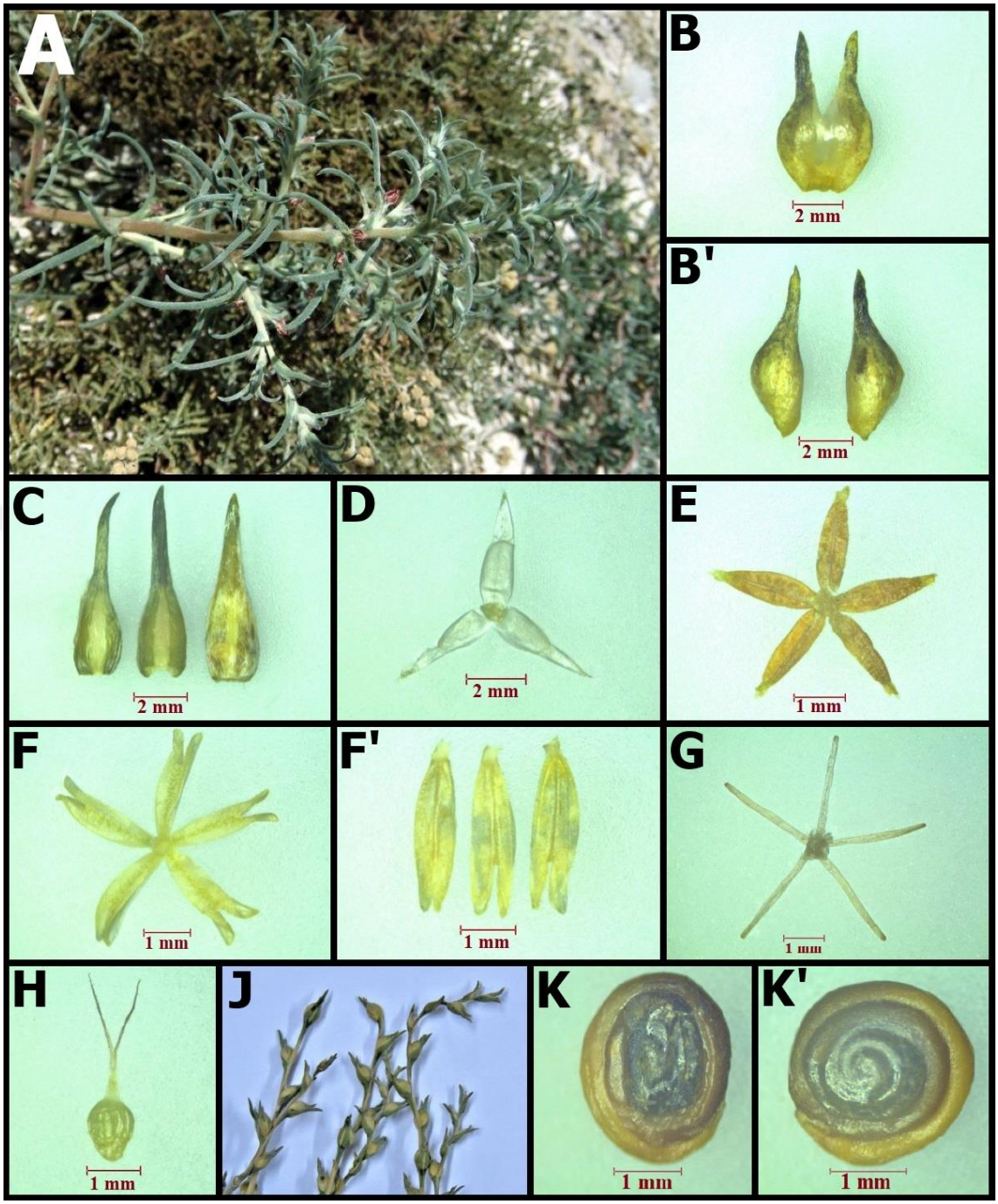
12.06.2017, 36 T 0553256-4498936, Başköse-3516! (ANK); Merkez, Balıbağ köyü altı, tuz mağarası çevresi tuzcul alanlar, 778 m, 16.06.2017, 36 T 0564896-4488559, Başköse-3776! (ANK); Merkez, Çatalelma köyü'nün 1 km batısı, tuzlu tepelik yamaçlar, 600 m, 16.06.2017, 36 T 0561631-4465906, Başköse-3845! (ANK). **A5 Çorum:** Çorum, Sungurlu, Bahşili Köyü, tuzlu göl kıyısı çorak alanlar, 11.08.2010, G.N. Tuğ ve A.E. Yaprak 2010-520! ve 522! (ANK); Sungurlu, Bahşili Köyü, çorak alanlar, 25.07.2013, A.E. Yaprak 2013-195! (ANK). Sungurlu, Kırıkkale-Sungurlu yolu, Bahşili Köyü'nün 2-3 km kuzeydoğusu, tuzlu çorak alanlar, 665 m, 08.08.2017, 36 T 597451-4440442, A.E. Yaprak 2017-72! (ANK); Sungurlu, Kırıkkale-Sungurlu yolu, Denizli köyü yolu sapağından 2,5 km sonra çorak alanlar, 08.08.2017, K 40.1457221°-D 34.1495363°, A.E. Yaprak 2017-76! (ANK). **B2 Burdur:** Burdur, Keçiborlu, Senir kasabası, Burdur Gölü Kuzeybatısı, tuzlu step, 900 m, 28.09.1994, Z. Aytaç 6778 f.! (GAZI). **B3 Eskişehir:** Eskişehir, Günyüzü, Kovuncu Köyü çorağı, çorak alan dış zonu, 710 m, 26.07.2011, K 039º 25.057'-D 031º 56.947', A.E. Yaprak 2011-192! (ANK); Günyüzü, Kovuncu Köyü çorağı, 710 m, 26.07.2011, K 039º 25.057'-D 031º 56.947', A.E. Yaprak 2016-1663! (ANK); Ankara, Polatlı, Günyüzü, Kavuncu Köyü, tuzlu topraklar, 720 m, 15.07.1997, M. Vural 7893 f.! (GAZI). **B4 Aksaray:** Aksaray, Eskil, Eski Eskil-Yenikent yolu üzeri, yol kenarı, 905 m, 29.07.2011, K 038º 25.061'-D 033º 30.607', A.E. Yaprak 2011-295! (ANK); Merkez, Ulukışla kasabası yolu üzeri, 928 m, 29.07.2011, K 038º 31.202'-D 033º 47.796', A.E. Yaprak 2011-255! (ANK); Merkez, Koçaş Tarım İşletmesi, 100 nolu parsel çevresi, 30.05.2013, K 038º 42.994-D 033º 88.917', A.E. Yaprak 2013-83! (ANK); Sultanhanı, Sağsak köyünün 4 km doğusu, çorak alanlar, 955 m, 18.08.2017, 36 S 532778-4238808, A.E. Yaprak 2017-111! (ANK); Yenikent, Yenikent'in 15 km batısı, çorak alanlar, 910 m, 26.09.2017, 36 S 551293-4247070, A.E. Yaprak 2017-117! (ANK); Eskil, Eskil'in 14 km doğusuı, Tuz gölünün güneyi, tuzcul-çorak alanlar, 910, 16.08.2017, 36 S 549771-4251145, A.E. Yaprak 2017-94! (ANK); Merkez, Yenikent, Yenikent'in 7 km güneybatısı, tuzcul çorak alanlar, 17.08.2017, K 38.297124°-D 33.5878815°, A.E. Yaprak 2017-99! (ANK); Aksaray, Ulukışla Köyü, Tuz Gölü, tuzlu topraklar, 940 m, 24.09.1996, M. Vural 7697 f.! ve M. Vural 7700 f.! (GAZI). **B4 Ankara:** Ankara, Şereflikoçhisar, Akın Köyü, tuz gölü kenarları, 918 m, 28.07.2011, K 039º 06.875'-D 033º 16.961', A.E. Yaprak 2011-233! (ANK): Ankara-Şereflikoçhisar yolu üzeri, Akın

köyü yol ayrımından sonra, çorak alanlar, 910 m, 28.07.2011, K 039º 07.982'-D 033º 20.585', A.E. Yaprak 2011-239! (ANK); Şereflikoçhisar-Aksaray yolu üzeri, Tuz gölü kıyısı, çorak alanlar, 914 m, 03.07.2012, K 039º 06.955'-D 033º 17.001', A.E. Yaprak 2012-1435! (ANK); Şereflikoçhisar, Akın Köyü, tuz gölü kenarları, 918 m, 30.05.2013, K 039º 06.875'-D 033º 16.961', A.E. Yaprak 2013-92! (ANK): Şereflikoçhisar, Akın Köyü, tuz gölü kenarları, 918 m, 30.05.2013, K 039º 06.875'-D 033º 16.961', A.E. Yaprak 2013-92! (ANK); Şereflikoçhisar, Tuz gölü kenarları, *Halocnemum strobilaceum* topluluğu içleri, 22.09.2016, x: 33º.426600, y: 39º.040900, Başköse-3047! (ANK); Ankara, Şereflikoçhisar yolu, Şereflikoçhisara 30 km kala, Tuz Gölü Kenarı, 26.07.1974, 30557 f.! (ISTE). **B4 Konya:** Konya, Çumra, Çatalhöyük-Küçükköy-Konya yolu, Dedemoğlu-Alemdar köy yolu sapağına 1,6 km. kala, yol ve tarla kenarları, 1008 m, 30.07.2011, K 037º 43.143'-D 032º 46.994', A.E. Yaprak 2011-326! (ANK); Aksaray-Ankara karayolu, Toros Tarım İç Anadolu bölge deposu yanı, tuzlu-alkali topraklar, 1000 m, 30.07.2011, K 038º 03.233'-D 032º 40.018', A.E: Yaprak 2011-331! (ANK); Cihanbeyli, Bolluk Gölü çevresi, Alkim tesisleri yakını, tuzlu-alkali topraklar, 942 m, 26.08.2015, K 038º 33.042'-D 032º 55.528', Başköse-2937! (ANK); Cihanbeyli, Gölyazı, gölyazının kuzeydoğusu, Tuz gölü çevresi, step-bataklık karışık alan, 910 m, 08.11.2016, x: 33.2075, y: 38.6172, A.E. Yaprak 2016-1711! (ANK); Konya, Cihanbeyli, Gölyazı, Balkar yaylası, tuzlu topraklar, 930 m, 23.09.2005, N. Adıgüzel 6372 f.! (GAZI); Konya, Konya-Karapınar arası, Tatlıcak Köyü tuzlu topraklar, 1010 m, 27.09.1996, M. Vural 7736 f.! (GAZI) . **B5 Kayseri:** Kayseri, Yeşilhisar, Ovaçiftlikköy'ün 6 km kuzeyi, çorak alanlar, 1070 m, 18.10.2017, K 35°.2196538-D 38°.2833613, A.E: Yaprak 2017-167! (ANK); Kayseri, Sultansazlığı, Sindelhöyük-Cibik (Yeni hayat) köyü arası, suyu çekilmiş alan, 1071 m, 1.10.1994, 38092! (HUB), Kayseri, Dörtyol-Develi arası, tuzlu topraklar, 1080 m, 19.09.1997, M. Vural 8006! (HUB); Kayseri, Develi, Sidelhöyük-Yenihayat arası, tuzlu topraklar, 1050 m, 20.09.1997, M. Vural 8027 f.! (GAZI); Kayseri, Dörtyol-Develi, tuzlu topraklar, 1080 m, 19.09.1997, M. Vural 8006 f.! (GAZI); Kayseri, Kayseri-Sarıoğlan arası, Palas Gölü (Gölova) göl kenarı, tuzlu topraklar, 1100 m, 21.09.1997, K 39°02'51"-D 35°51'32", M. Vural 8034 f.! (GAZI). **B5 Kırşehir:** Kırşehir, Boztepe, Eskidoğan köyü, Seyfe gölü kuzeyi, tuzcul alanlar, 1122 m, 30.07.2017, K 39°14'50.76"-D 34°21'40.30", Başköse-4101! (ANK), Mucur, Eskidoğanlı köyünün 6 km doğusu, D.Ü.Ç'nin güneyi,

Seyfe gölü kenarları tuzcul alanlar, 1120 m, 09.08.2017, 36 S 622113-4341774, A.E. Yaprak 2017-84! ve 85! (ANK); Mucur, Seyfe gölünün batı tarafı, büyük ada parseli, 1118 m, 10.08.2017, 36 S 625340-4339100, A.E. Yaprak 2017-88! (ANK); Kırşehir, Seyfe Gölü çevresi, tuzlu topraklar, 1100 m, 10.10.1997, M. Aydoğdu 4792 f.! (ERC); Kırşehir, Mucur-Seyfe Köyü arası, tuzlu topraklar, 1100 m, 04.07.1997, M. Vural 7876 f.! (GAZI); Kırşehir, Kızıldağ Köyü güneyi, Seyfe Gölü çevresi, tuzcul step, 1127 m, 36S 633614 4338856, 01.10.2017 BG 1074! (ANK). **C2 Isparta:** Isparta, Keçiborlu, Senir, Burdur Gölü kenarı, sodalı göl kenarı, 900-910 m, 17.11.1993, Z. Aytaç 6627 f.! (GAZI) **C3 Burdur:** Burdur, Burdur Gölü kıyısı, tuzcul alan, 20.10.1994, 4374! ve 4375! (HUB); Burdur, Esenevler Mahallesi, Burdur gölü çevresi, tuzcul alanlar, 856 m, K 37° 42.751 – D 30° 13.187, 16.10.2017, BG 1086! (ANK). **C4 Konya:** Konya, Karapınar, 15. km, tuzlu topraklar, 1000 m, 30.07.1997, M. Vural 7962 f.! (GAZI). **C5 Konya:** Konya, Zengen yakınları, Aksarayın 71 km. kuzeydoğusu, Adana-Aksaray yolunun batısı, ~1000 m, 9.10.1997, Freitag 28843a f.! (GAZI).



Şekil 4.6 *Petrosimonia nigdeensis* Aellen türünün dağılım haritası



Şekil 4.7 *Petrosimonia nigdeensis* Aellen türünün morfolojik karakterleri. (A. Habitus, B.B'. Brakteoller, C. Brakteler, D. Periant segmentleri, E. Stamen, F.F'. Anterler, G. Filament, H. Pistil, J. Meyve, K.K'. Tohumlar)

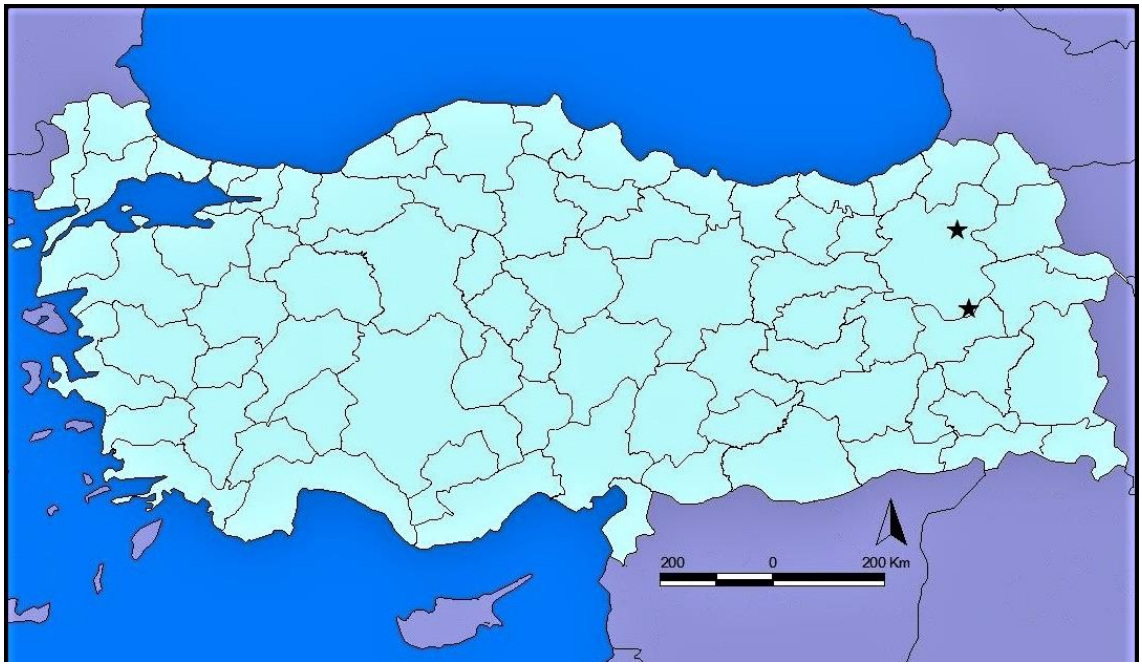
4. *Petrosimonia squarrosa* (Schrenk) Bunge in Anabas. Rev. 57. 1862 [Mém. Acad. Imp. Sci. St.-Pétersbourg, Sér. 7, 4(11)]

Sinonim: ≡ *Halimocnemis squarrosa* Schrenk, Bull. Cl. Phys.-Math. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg 1: 360 1843.

Bitki tek yıllık, tek gövdeli veya az ya da çok dallanmış, genişlemiş, gür ve sık yatık çatallı tüylü. Gövde dik 2,2-50 cm'ye kadar uzamış, gövde dalları tabanda karşılıklı, gövdenin orta ve üst kısımlarında almaşık dizilişli, gövde ve yan dallar silindirik, gövde yassı çatalsı tüylü, yeşil renkli. Brakteler yapraksı ve 4-28,3 x 0,5-2 mm'ye kadar uzamış, sapsız, yeşil renkli, yarı silindrik, linear, tabanda genişlemiş, çiçeğin bulunduğu yerde kenarlar membranımsı, uç kısmı mukronat ve tabanda çiçekle birleşik. Çiçekler monoklin, tek ve braktelerin koltuklarında. Brakteoller her bir çiçekte 2 tane, 3-6,5 x 0,4-1,8 mm, uzun yumurtamsı, üst kısmı üçgenimsi, kayık şeklinde, kıvrık, kenarları membranımsı. Periant segmenti 3'lü, 2,5-4,1 x 0,5-1,6 mm, tüm segmentler alt kısımda birleşik, her bir segmentin alt kısmı yumurtamsı, üst kısmı dar, oblong, uç kısmı zayıf ya da sık tüy örtülü, membranımsı. Stamen 5 tane, periant segmentlerinin karşısında, tabanda ovaryumla birleşik; anterler uç kısımda birleşik, sarı renkli, mızrağımsı, 1,3-2,2 mm, 2 tekalı, tekalar üst kısımda birleşik, alt kısımda serbest, boyuna açılır, filamentler anterlere tekaların ayrım noktasından bağlı, 0,5-4 mm, anter ek yapısı (apendıç) 2 loblu, 0,18-0,44 mm, orta lob belirgin. Pistil 1 adet, 1 karpelli, 1 lokuluslu, 2,15-4,9 mm; stilüs çok kısa, 0,34-1,2 mm veya nadiren yok; stigma 2 tane, iplik şeklinde 0,6-3,1 mm, ovaryum üst durumlu, yumurtamsı nadiren dikdörtgenimsi, membranımsı, tüysüz, 0,5-1,6 x 0,25-1,2 mm; plasentasyon bazal. Meyve kuru, sapsız, tohum zamanı sarı renkli ve sertleşir. Tohumlar dikey, orbikular, yassı disk benzeri, nadiren oval veya ovat, (1,8-)2,0-3,0 x (1,2-)1,5-2,5 mm, embriyo spiral, radikula saman sarısı veya açık kahverengi, plumula koyu kahverengi, testa zarsı. Kromozom sayısı 2n=2x=16. Çiçeklenme zamanı 8-9-10. aylar. Tohumlanma zamanı 9-10-11. aylar. Ülkemizde, iç bölgelerde bulunan çok tuzcul alanlarda, 1500-1600 metreler arasında yayılış gösterir.

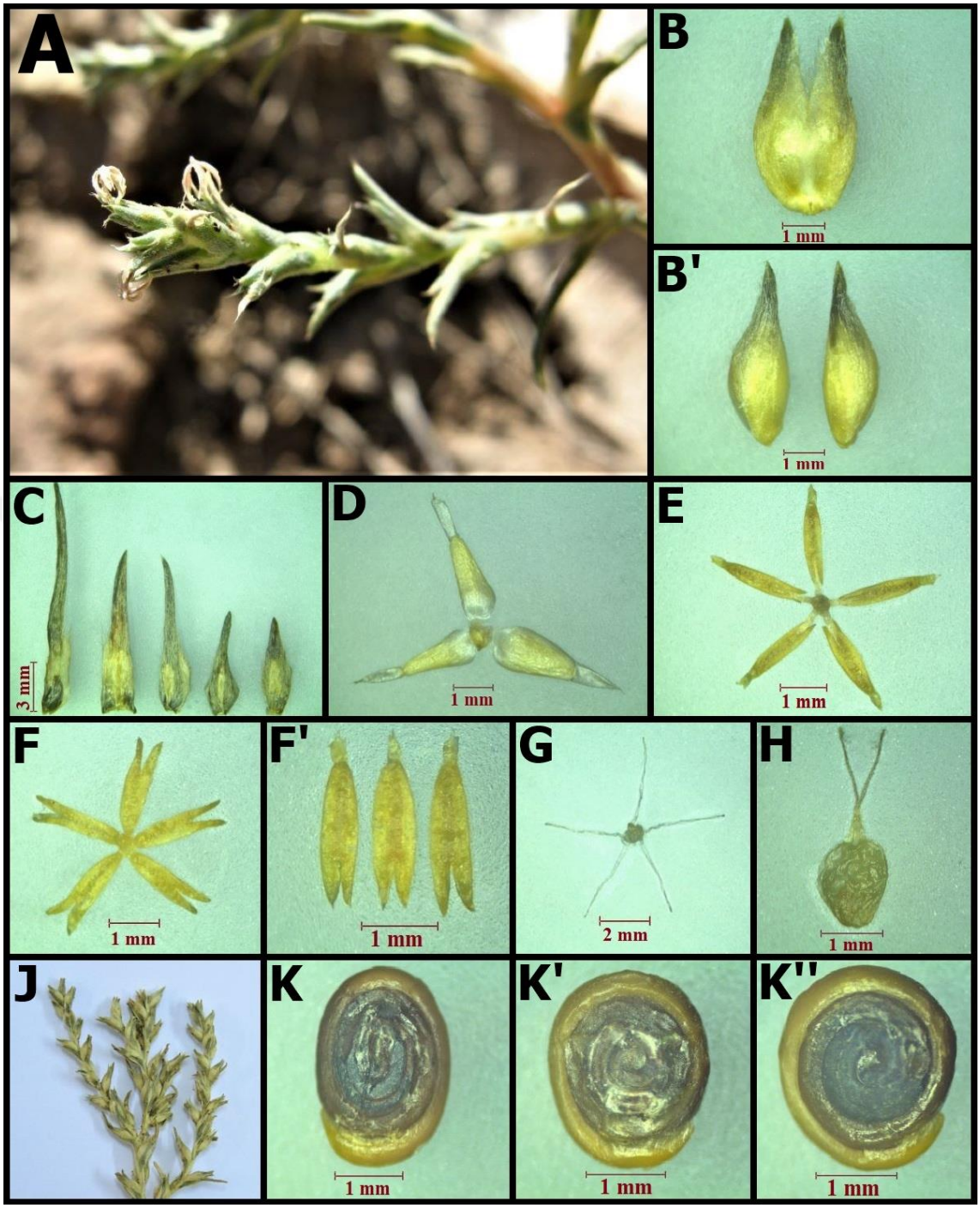
Tip: [U.S.S.R.] ad lacus salsos versus fl.Tschu, [31 iii 1843, Alexander Schrenk] (holo. LE f.!)

A8 Erzurum: Erzurum, Narman, Narman-Oltu yolu, Narman Çıkışı, Oltu'ya giderken yolun sol tarafı, 1570 m, 01.09.2004, K 40˚20.433'-D 041˚54.212', A.E. Yaprak 2004-165! (ANK); Narman, Oltu çıkışı, K 40˚ 20.425'-D 041˚ 54.170', A.E. Yaprak 2010-487! (ANK); Erzurum: Narman-Oltu yolu 3. km, çorak alanlar, 1575 m, 16.09.2012, K 40° 20.422'-D 041° 54.183', M. Çiçek 2012-29! ve 30! (ANK). **B9 Erzurum:** Erzurum, Karaçoban, Kırmızı tuzla, tuz havuzları çevresi, 1570 m, 17.08.2013, K 039º 17.377'-D 042º 06.333', Başköse-2237! (ANK); Karaçoban, Kırmızı tuzla, tuz havuzları çevresi, 1570 m, 01.08.2014, K 039º 17.377'-D 042º 06.333', Başköse-2573! (ANK); Karaçoban, Kırmızı tuzla, tuz havuzları çevresi, 1570 m, 02.09.2014, K 039º 17.377'-D 042º 06.333', Başköse-2650! (ANK); Erzurum, Karaçoban, Kırmızı Tuzla çevresi, 1576 m, K 39˚ 17' 412"-D 42˚ 06' 330", 10389 f.! (VANF); Erzurum, Karaçoban, Karaçoban Tuzlası, havuz çevreleri, tuzcul step, 1569 m, 38S 250314 4352895, 09.11.2017, BG 1094! (ANK).



Şekil 4.8 *Petrosimonia squarrosa* (Schrenk) Bunge türünün dağılım haritası

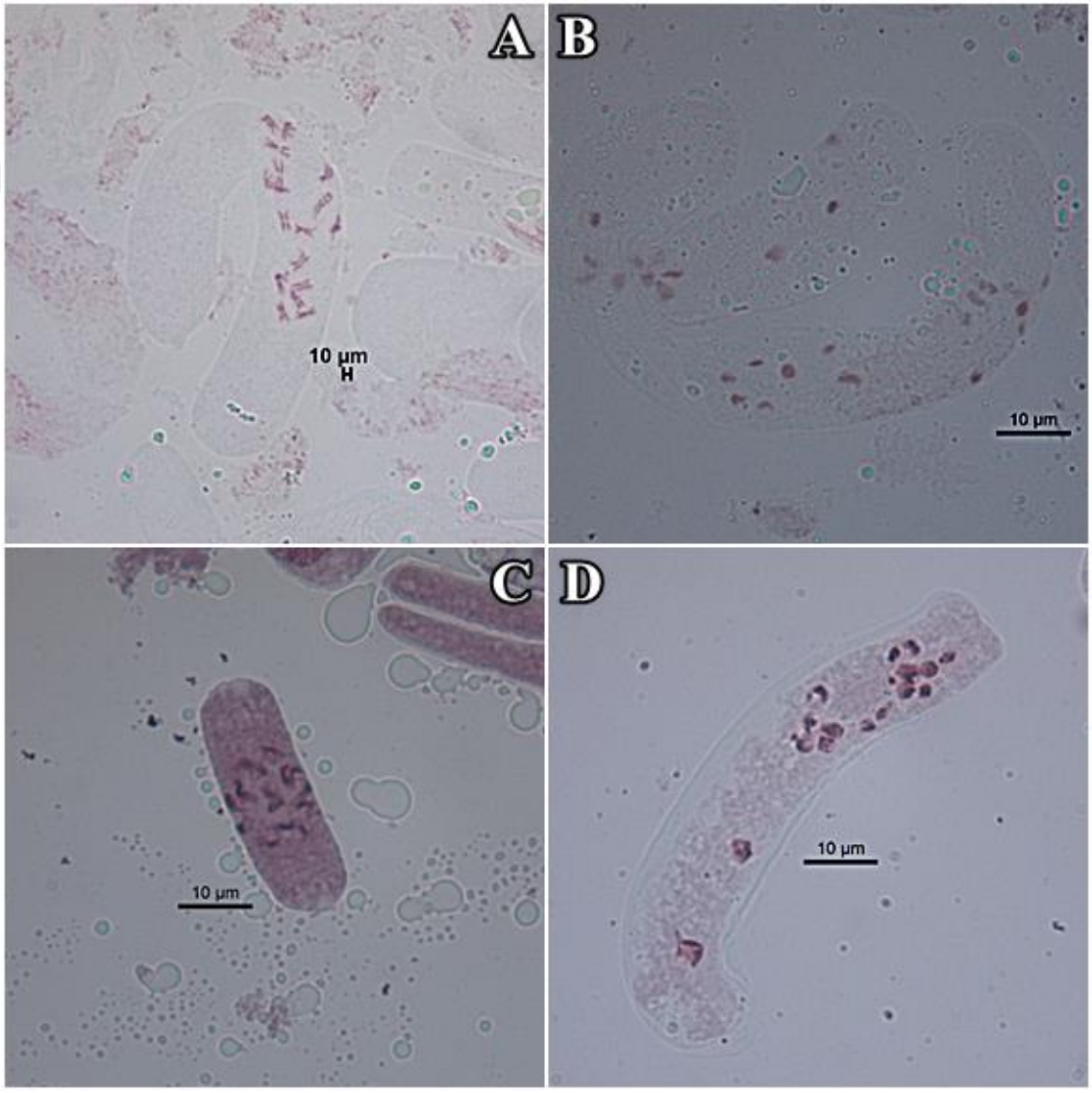
Tür, Dünya üzerinde ise Rusya ve Çin'de yayılış göstermektedir.



Şekil 4.9 *Petrosimonia squarrosa* (Schrenk) Bunge türünün morfolojik karakterleri. (A. Habitus, B.B'. Brakteoller, C. Brakteler, D. Periant segmentleri, E. Stamen, F.F'. Anterler, G. Filament, H. Pistil, J. Meyve, K.K'.K" Tohumlar)

4.3 Karyolojik Bulgular

Çalışma sonucunda, mevcut taksonlarda poliploidiye rastlanmamış ve tamamının diploid sitotipe sahip olduğu belirlenmiştir. Kromozom sayıları; *Petrosimonia brachiata, Petrosimonia glauca* ve *Petrosimonia squarrosa* türleri için **2n=2x=16**, *Petrosimonia nigdeensis* türü için **2n=2x=14** olarak tespit edilmiştir (Şekil 25).



Şekil 4.10 Türkiye *Petrosimonia*'larının kromozom sayıları (**A:** *Petrosimonia brachiata*, **B:** *P. nigdeensis*, **C:** *P. glauca*, **D:** *P. squarrosa*)

4.4 Moleküler Bulgular

4.4.1 Elektrospektrometrik ölçümler

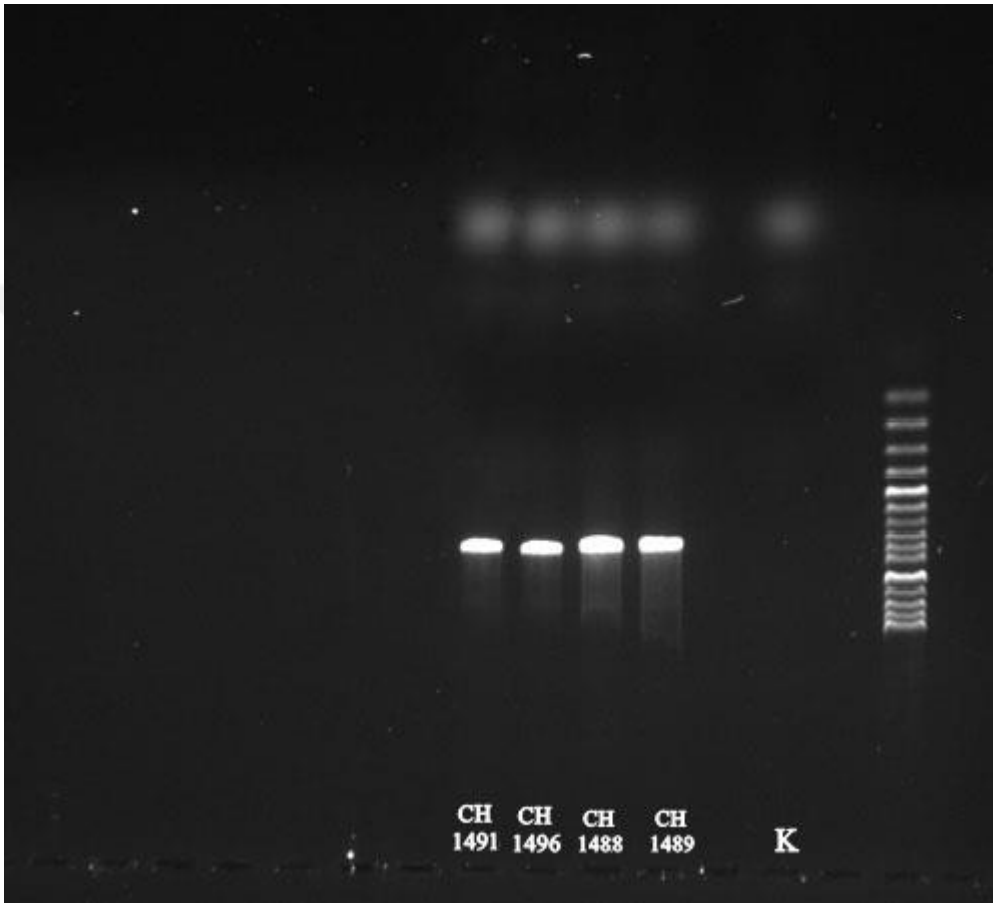
DNA izolasyonu sonucu elde edilen DNA ekstraktları ile yapılan elektrospektrometrik ölçümlerin sonucu Çizelge 12'de verilmiştir. İşaretli olan örnekler PZR işlemi için seçilen örneklerdir.

Çizelge 4.1 Yapılan elektrospektrometrik ölçümlerin sonuçları

Kit	Lab No	Toplayıcı No	Tür Adı	Miktar (mg)	Lokalite	Nükleik Asit (ng/uL)	A260/ A280	A260/ A230	A260	A280	Bazal Absorbans
M&N/2a	CH 966	Başköse 2573	*Petrosimonia squarrosa*	40	Erzurum	20.943	1.708	1.689	0.419	0.245	0.097
M&N/2a	CH 968	2017-84(2)	*Petrosimonia nigdeensis*	40	Kırşehir Seyfe Gölü	27.022	1.687	1.957	0.540	0.320	0.068
M&N/2b	CH 1225	BG-1070(6)	*Petrosimonia glauca*	40	Iğdır Tuzluca	13.829	1.463	1.521	0.277	0.189	0.185
M&N/2b	CH 1226	BG-1060(5)	*Petrosimonia glauca*	40	Iğdır Tuzluca	4.708	1.133	1.020	0.094	0.083	0.127
M&N/2a	CH 1291	BG-1070(3)	*Petrosimonia glauca*	40	Iğdır Tuzluca	6.984	1.403	6.080	0.140	0.100	0.003
Thermo Kit	CH 1361	Başköse 2289(1)	*Petrosimonia brachiata*	20	İzmir Kumlu	19.801	1.701	1.765	0.396	0.233	0.140
Thermo Kit	CH 1363	BG-1060(4)	*Petrosimonia glauca*	40	Iğdır Tuzluca	9.672	1.643	1.409	0.193	0.118	0.119
Thermo Kit	CH 1364	BG-1066	*Petrosimonia glauca*	40	Iğdır Tuzluca	13.306	1.760	1.634	0.266	0.151	0.145
Thermo Kit	CH 1389	BG-1066	*Petrosimonia glauca*	60	Iğdır Tuzluca	23.749	1.873	1.753	0.475	0.254	-0.055
Thermo Kit	CH 1488	2017-72	*Petrosimonia nigdeensis*	40	Kırıkkale	23.831	1.765	1.841	0.477	0.270	0.100
Thermo Kit	CH 1489	BG-1062	*Petrosimonia brachiata*	40	Iğdır	22.352	1.760	1.526	0.447	0.254	0.160
Thermo Kit	CH 1491	BG-1070(4)	*Petrosimonia glauca*	40	Iğdır	26.056	1.780	2.092	0.521	0.293	0.084
Thermo Kit	CH 1496	Başköse -2573	*Petrosimonia squarrosa*	50	Erzurum	119.214	1.822	2.185	2.384	1.308	0.138

4.4.2 Jel elektroforezi

PZR ürünleri %0,8'lik Agaroz jelde 110 mA'da 45 dakika yürütülmüş ve görüntülemeleri yapılmıştır (Şekil 24).



Şekil 4.11 Agaroz jel elektroforezi sonucunda elde edilen görüntüler. **K.** Kontrol, **CH 1491.** *Petrosimonia glauca*, **CH 1496.** *Petrosimonia squarrosa*, **CH 1488.** *Petrosimonia nigdeensis*, **CH 1489.** *Petrosimonia brachiata* türlerini gösterir. (Yapılan 3 PCR çalışmasından elde edilen 3 farklı jel görüntülerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur.)

4.4.3 Dizileme

Elde edilen PZR örnekleri saflaştırma ve dizileme işlemleri için hizmet alımıyla, ilgili laboratuvarlara gönderildi. Dizileme işlemi esnasında çift yönlü okuma yapılarak her bir

tür için biri "İleri (Forward)" diğeri " Geri (Reverse)" olmak üzere iki dizi elde edildi. Laboratuvardan gelen dizileme sonuçları Çizelge 13'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 *Petrosimonia* cinsine ait türlerin atpB-rbcL genler arası bölgesinin dizileme sonuçları

Tür	İleri Okuma	Geri Okuma
Petrosimonia brachiata	AATTTTCGAATCCAAAAAAAATATCCGATAA CAAATTGATCGATTAATTAAATAAGAAATAG GAGTTAGCAAGCCATTTTGTTAGTACCGTCCA AACGAATCCAATTCAATTGTTTCCTTTTTTGA ATTATTCTATTCAATTTCAATCCACTGACCAA AAATCCTGAGTAAAGTATTGTATTTGCCTATC ATTTTAGGCAATTCTTTCTATATTATCGACAG AAACCAAACCCGAACTCGAAACCTTCTTTTTT TTTTGATTCATTATTTCTATCGAACTGGGATT TAGTTCATATTTAGTATATAGATTTATGTCTA GCCTATTCTTTTACCCTTTCATGATGGAATTT CGGATATTTTCACATCTAGGATATACATATAC AACATATACCGCTGTCAAGGGTAATTTTCGA ATTATTAAGTTTTTTCAGTTCAAATGGGGGTA AGAAATTAGAAACTTGAAAAACAACGATTAC GGTTGGGTTGCGCCATATATATGAAAGAGTA TACAATAATGATGTATTTGGCGAATCAAATA CATGGTCTATTACTGAACCATTTTGATTAGTT GATAATATTAATTTAATTGAGAATTTTATGAG AGATTCCTGTAAAAGGTTTCATTAAGGCCTA ATTTATGTCGAGTAGACCTTGTTGTTTTGTTG TAAAAATTAAAAATTGAAGT	CACTTCATTTTTAATTTTTACAACAAAACA ACAAGGTCTACTCGACATAAATTAGGCCTT AATGAAACCTTTTACAGGAATCTCTCATAA AATTCTCAATTAAATTAATATTATCAACTA ATCAAAATGGTTCAGTAATAGACCATGTAT TTGATTCGCCAAATACATCATTATTGTATA CTCTTTCATATATATGGCGCAACCCAACCG TAATCGTTGTTTTTCAAGTTTCTAATTTCTT ACCCCCATTTGAACTGAAAAAACTTAATAA TTCGAAAATTACCCTTGACAGCGGTATATG TTGTATATGTATATCCTAGATGTGAAAATA TCCGAAATTCCATCATGAAAGGGTAAAAG AATAGGCTAGACATAAATCTATATACTAAA TATGAACTAAATCCCAGTTCGATAGAAATA ATGAATCAAAAAAAAAAGAAGGTTTCGAG TTCGGGTTTGGTTTCTGTCGATAATATAGA AAGAATTGCCTAAAATGATAGGCAAATAC AATACTTTACTCAGGATTTTTGGTCAGTGG ATTGAAATTGAATAGAATAATTCAAAAAA GGAAACAATTGAATTGGATTCGTTTGGACG GTACTAACAAAATGGCTTGCTAACTCCTAT TTCTTATTTAATTAATCGATCAATTTGTTAT CGGATATTTTTTTTGGATTCGAAAATTTTCG CAAAAAATTTCGACA
Petrosimonia glauca	TTAGTATGTCGAATTTTTTGCGAGAATTTTCG AATCCAAAAAAAAAAATGTTCGATAGCAAAT TGATCGATTAATTAAATAAGAATATAGGAGA GTTAGCAAGCCATTTTGTTAGTACCATCCAAA CGAATCCAATTCAATTGTTTCCTTTTTTTGAA TTATTCTAATTCTATTCAATTTCAATCCACTG ACCAAAAATCCTGAGAAAGTATTGTATTTGC CTATCATTTTAGGGAATGCTTTCTAGATTATC GACAGAAACCGAACCCAAACTCGAAACTTTC TTTTTTTTATGATTCAATTAATTATTTCTATCG AACTGGGATTTAGTTCATATTTAGTTAGTATA TAGATTTATGTCTAGCCTATTCTTTTCCCCTTT CATGACGGAATTTCGGATATTTTCACATCTAG GATATACATATACAACATATACCGCTGTCAA GGGTAAATTTCGAATTATTAAGTTTTTTCAAT TCAAATGGAGGTAAGAAATTAGAAACTTGAA AAACAAGGGTTACGGTTGGGTTGCGCCATAT ATATGAAAGAGTATACAATAATGATGTATTT GGCGAATCAAATACGTGGTCTATTACTGAAC CATTTTGATTTTGATTAGTTGATAATATTAAT TTAATTGAGAATTTTATGAGAGATTCCTGTAA AAGGTTTCATTAAGGCCTAATTTATGTCGAGT AGACCTTGTTGTTTTGTTGTAAAAATTTTAAA TTGAAGTTGTAGGGGAGGGACTTTATTGTCA CCACAAACAGGAGACTAAAGCAAAGTGTTGA A	AATTTTTACAACAAAACAACAAGGTCTACT CGACATAAATTAGGCCTTAATGAAACCTTT TACAGGAATCTCTCATAAAATTCTCAATTA AATTAATATTATCAACTAATCAAAATCAAA ATGGTTCAGTAATAGACCACGTATTTGATT CGCCAAATACATCATTATTGTATACTCTTT CATATATATGGCGCAACCCAACCGTAACCC TTGTTTTTCAAGTTTCTAATTTCTTACCTCC ATTTGAATTGAAAAAACTTAATAATTCGAA ATTTACCCTTGACAGCGGTATATGTTGTAT ATGTATATCCTAGATGTGAAAATATCCGAA ATTCCGTCATGAAAGGGGAAAAGAATAGG CTAGACATAAATCTATATACTAACTAAATA TGAACTAAATCCCAGTTCGATAGAAATAAT TAATTGAATCATAAAAAAAAGAAAGTTTC GAGTTTGGGTTCGGTTTCTGTCGATAATCT AGAAAGCATTCCCTAAAATGATAGGCAAA TACAATACTTTCTCAGGATTTTTGGTCAGT GGATTGAAATTGAATAGAATTAGAATAATT CAAAAAAAGGAAACAATTGAATTGGATTC GTTTGGATGGTACTAACAAAATGGCTTGCT AACTCTCCTATATTCTTATTTAATTAATCGA TCAATTTGCTATCGAACATTTTTTTTTTTTT GGGATTCGAAAATTTTCGCAAAAAAATTT

Çizelge 4.2 Petrosimonia cinsine ait türlerin atpB-rbcL genler arası bölgesinin dizileme sonuçları (devamı)

Petrosimonia nigdeensis	GTAAGTTGTCGATTTTTTGCGAATTTTTCGAA TCAAAAAAAAAAAAAAAAAAAGGCCCAATACC AATTTGTTCGTTTATTTAAAAAAAAAAAAAA TATGGGAAAGTTACCAACCCTTTTTGTTATTA TCTTCAAAACAAACCCAATTCAATTGTTCCCT TTTTTTAAATTTTTCTAATTCTTTTCAATTTCA ACCCCCTGCCCAAAAACCCGGAAAAAAGTTT TTCCCTTTCTTTTTGGGAAAGGTTTTCTAAATT TTCAACAAAACCCAACCCCAAACCCAAAATT TTTTTTTTTTTTATAATTCTTTTTTTCTTCCAAA CGGGGATTTATTCCATTTTTAGAATAAAAATT TTTGTATACCCTTTTTTTTCCCCTTTTCAGGAG GCATTTTCGGATTTTTCCCCTTCTGGGAAATA CATATACAACATATCCCCCTGCCAGGGGAAA ATTTCAAATTTTAAATTTTTTTCATTTCAAAG GGGGGAAAAAAATTAAAAACTTAAAAAACA GGGGTTCCGGGGGGGTTGCCCCATTTTTTTAA AAGAGTATACAATAATGATGTTTTGGGCAAA CCAAAAACGGGGCCTTTTCCGGACCCTTTTGG ATTTTGATTGGGGGAAAAAATAAATTTAATG GAAAATTTTAGGAAAAATCCCGGAAAAAGGG TTCCTTTAAGCCCTATTTTTGGTCGAATAAAA CCTTGGTTGTTTTGTGGAAAAATTTTAAAATT GAAATTTGGAGGGGGAGGGGACTTTTTTTCC CCCCCCAAACAAAAACAAAGCCAGGGGGTG GGGG	GTCTAGTCATCCTACACTTCATTTTAATTTT TACAACAAAACAACAAGGTCTACTCGACA TAAATTAGGCCTTAATGAAACCTTTTACAG GAATCTCTCATAAAATTATCAATTAAATTA ATATTATCACCTAATCAAAATCAAAATGGT TCAGTAATAGACCCTGTATTTGATTCGCCA AATACATCATTATTGTATACTCTTTCATATA TATGGCGCAACCCAACCGTAACCCTTGTTT TTCAAGTTTCTAATTTCTTACCTCCATTTGA ATTGAAAAAACTTAATAATTCGAAATTTAC CCTTGACAGCGGTATATGTTGTATATGTAT ATCCTAGATGTGAAAATATCCGAAATTGCA TCATGAAAAGGGAAAAGAATAGGCTATAC ATAAATCTATATACTAAATATGAACTAAAT CCCAGTTCGATAGAAATAATGAATCATAA AAAAAAGAAAGTTTCGAGTTCGGGTTCGG TTTCTGTCGATAATCTAGAAAGCATTGCCT AAAATGATAGGCAAATACTTTACTCAGGAT TTTTGGTCAGTGGATTGAAATTGAATAGAA TTAGAATAATTCAAAAAAAGGAAACAATT GAATTGGATTCGTTTAGATGATACTAACAA AATGGCTTGCTAACTCTCCTATATTCTATTC TTATTTAATTAATCGATCAATTTGCTATCG GACATTTTTTTTTTTTTTGGATCCGAAAAAT TTCCGCAAAAAATTCTCCGACATTACTTTT ACTATTATATTTATGGAGAATCCATCCCTA CACTCTCCCTTCA
Petrosimonia squarrosa	AATAAGATGTCGAATTTTTTGCGAATTTTTCG AATCAAAAAAAAAAAAAAAAGGCCCAATAC CAATTTGTCCATTTATTAAAAAAAAAAAAAA ATATGGGAAATTTACCACCCCTTTTTGTTATT ACCTTCAAACCAAACCCATTCCATTGGTTCCC TTTTTTTAAATTTTTCAATTTCTTTCCATTTCC ACCCCCCGGCCCAAAAACCCGGAAAAAAGTT TTTCCCTATCTTTTAGGGAAAGGTTTTCAAAA TTACCAACAAAACCCAACCCCAACCCCAAAC TTTTTTTTTTTTTATAATCCTTTTTTTCTACCA ACCGGGAATTTATTCCATTTTAAAAATAAAA ATTTTGGAAAACCCTTTTTTTTTCCCTTTCCAG AAGGAATTTCCGAATTTTTCCCCTTCTGGAAA AACAATAACCAACATACCCCCCTGCCGGGGG AAATTTCCAAATTATAAATTTTTTCCATTCCA AGGGAGGGAAAAAATTAAAAACTTTAAAAA ACAGGGGTCCGGGGGGGGTGGCCCCTTATAT TGAAAAAATTACACAAAATGGATGTTTTTGG GAAAAAAAAAAAAGGGGTTTTTTACGAACCC TTTTTGTTTTTGAATTGGGGGAAAAATTTAAT TTAATTGGAAAATTTTTAAAAAAAATCCCGG AAAAGGGGTTCCTTTAGGGCCCAATTTTTTTG CCAAAAAAACCCTTGGTGGTTTTGGTTGAAA AAATTTAAAATTTAAAGTTGAGGGGGGGGAA TTTTTTCCCCCCCCA	ATTTTTACAACAAAACAACAAGGTCTACTC GACATAAATTAGGCCTTAATGAAACCTTTT ACAGGAATCTCTCATAAAATTATCAATTAA ATTAATATTATCACCTAATCAAAATCAAAA TGGTTCAGTAATAGACCCTGTATTTGATTC GCCAAATACATCATTATTGTATACTCTTTC ATATATATGGCGCAACCCAACCGTAACCCT TGTTTTTCAAGTTTCTAATTTCTTACCTCCA TTTGAATTGAAAAAACTTAATAATTCGAAA TTTACCCTTGACAGCGGTATATGTTGTATA TGTATATCCTAGATGTGAAAATATCCGAAA TTGCATCATGAAAAGGGAAAAGAATAGGC TATACATAAATCTATATACTAAATATGAAC TAAATCCCAGTTCGATAGAAATAATGAATC ATAAAAAAAAGAAAGTTTCGAGTTCGGGT TCGGTTTCTGTCGATAATCTAGAAAGCATT GCCTAAAATGATAGGCAAATACTTTACTCA GGATTTTTGGTCAGTGGATTGAAATTGAAT AGAATTAGAATAATTCAAAAAAAGGAAAC AATTGAATTGGATTCGTTTAGATGATACTA ACAAAATGGCTTGCTAACTCTCCTATATTC TATTCTTATTTAATTAATCGATCAATTTGCT ATCGGACATT

İleri (Forward) ve Geri (Reverse) diziler Bioedit programı ile karşılaştırılmış ve tek bir dizi elde edilmiştir. Bu işlem esnasında uyumsuzluk gösteren nükleotid dizileri, kromatogramlar ve grafikler yardımıyla manuel olarak düzeltilmiştir (Şekil 25). Filogeni analizinde daha önce yapılmış çalışmalar doğrultusunda *Petrosimonia* türlerine dış grup olarak *Ofaiston monandrum* türü seçilmiş ve bu türün atpB-rbcL genler arası

bölgesinin dizileri NCBI veri tabanından (DQ499368) alınmıştır. Türlere ait düzenlenmiş ve filogeni analizinde kullanılan diziler Çizelge 14'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Bioedit programında düzenlenen ve filogeni analizinde kullanılan atpB-rbcL genler arası bölgesinin dizileri

Türler	**Düzenlenmiş Diziler**
Petrosimonia brachiata	AATTTTCGAATCCAAAAAAAATATCCGATAACAAATTGATCGATTAATTAAATAAGAAATAGG AGTTAGCAAGCCATTTTGTTAGTACCGTCCAAACGAATCCAATTCAATTGTTTCCTTTTTTGAAT TATTCTATTCAATTTCAATCCACTGACCAAAAATCCTGAGTAAAGTATTGTATTTGCCTATCATT TTAGGCAATTCTTTCTATATTATCGACAGAAACCAAACCCGAACTCGAAACCTTCTTTTTTTTTT GATTCATTATTTCTATCGAACTGGGATTTAGTTCATATTTAGTATATAGATTTATGTCTAGCCTA TTCTTTTACCCTTTCATGATGGAATTTCGGATATTTTCACATCTAGGATATACATATACAACATA TACCGCTGTCAAGGGTAATTTTCGAATTATTAAGTTTTTTCAGTTCAAATGGGGGTAAGAAATT AGAAACTTGAAAAACAACGATTACGGTTGGGTTGCGCCATATATATGAAAGAGTATACAATAA TGATGTATTTGGCGAATCAAATACATGGTCTATTACTGAACCATTTTGATTAGTTGATAATATT AATTTAATTGAGAATTTTATGAGAGATTCCTGTAAAAGGTTTCATTAAGGCCTAATTTATGTCG AGTAGACCTTGTTGTTTTGTTGTAAAAATTAAAAATGAAGT
Petrosimonia glauca	CGAATTTTTTGCGAAAATTTTCGAATCCAAAAAAAAAAAATGTTCGATAGCAAATTGATCGATTA ATTAAATAAGAATATAGGAGAGTTAGCAAGCCATTTTGTTAGTACCATCCAAACGAATCCAAT TCAATTGTTTCCTTTTTTTGAATTATTCTAATTCTATTCAATTTCAATCCACTGACCAAAAATCCT GAGAAAGTATTGTATTTGCCTATCATTTTAGGGAATGCTTTCTAGATTATCGACAGAAACCGAA CCCAAACTCGAAACTTTCTTTTTTTTTATGATTCAATTAATTATTTCTATCGAACTGGGATTTAGT TCATATTTAGTTAGTATATAGATTTATGTCTAGCCTATTCTTTTCCCCTTTCATGACGGAATTTC GGATATTTTCACATCTAGGATATACATATACAACATATACCGCTGTCAAGGGTAAATTTCGAAT TATTAAGTTTTTTCAATTCAAATGGAGGTAAGAAATTAGAAACTTGAAAAACAAGGGTTACGG TTGGGTTGCGCCATATATATGAAAGAGTATACAATAATGATGTATTTGGCGAATCAAATACGTG GTCTATTACTGAACCATTTTGATTTTGATTAGTTGATAATATTAATTTAATTGAGAATTTTATGA GAGATTCCTGTAAAAGGTTTCATTAAGGCCTAATTTATGTCGAGTAGACCTTGTTGTTTTGTTGT AAAAATT
Petrosimonia nigdeensis	GTAAGTTGTCGATTTTTTGCGAATTTTTCGAATCAAAAAAAAAAAAAAAATGTCCGATAGCAAAT TGATCGATTAATTAAATAAGAATAGAATATAGGAGAGTTAGCAAGCCATTTTGTTAGTATCATC TAAACGAATCCAATTCAATTGTTTCCTTTTTTTGAATTATTCTAATTCTATTCAATTTCAATCCAC TGACCAAAAATCCTGAGTAAAGTATTTGCCTATCATTTTAGGCAATGCTTTCTAGATTATCGAC AGAAACCGAACCCGAACTCGAAACTTTCTTTTTTTTTATGATTCATTATTTCTATCGAACTGGGAT TTAGTTCATATTTAGTATATAGATTTATGTATAGCCTATTCTTTTCCCTTTTCATGATGCAATTTC GGATATTTTCACATCTAGGATATACATATACAACATATACCGCTGTCAAGGGTAAATTTCGAAT TATTAAGTTTTTTCAATTCAAATGGAGGTAAGAAATTAGAAACTTGAAAAACAAGGGTTACGG TTGGGTTGCGCCATATATATGAAAGAGTATACAATAATGATGTATTTGGCGAATCAAATACAG GGTCTATTACTGAACCATTTTGATTTTGATTAGGTGATAATATTAATTTAATTGATAATTTTATG AGAGATTCCTGTAAAAGGGTTTCATTAAGGCCTAATTTATGTCGAGTAGACCTTGTTGTTTTGTT GTAAAAATTAAAATGAAGTGTAGGATGACTAGACTTTTTTTCCCCCCCCAAACAAAAACAAAG CCAGGGGGTGGGGG
Petrosimonia squarrosa	AATGTCCGATAGCAAATTGATCGATTAATTAAATAAGAATAGAATATAGGAGAGTTAGCAAGC CATTTTGTTAGTATCATCTAAACGAATCCAATTCAATTGTTTCCTTTTTTTGAATTATTCTAATTC TATTCAATTTCAATCCACTGACCAAAAATCCTGAGTAAAGTATTTGCCTATCATTTTAGGCAAT GCTTTCTAGATTATCGACAGAAACCGAACCCGAACTCGAAACTTTCTTTTTTTTTATGATTCATTA TTTCTATCGAACTGGGATTTAGTTCATATTTAGTATATAGATTTATGTATAGCCTATTCTTTTCC CTTTTCATGATGCAATTTCGGATATTTTCACATCTAGGATATACATATACAACATATACCGCTGT CAAGGGTAAATTTCGAATTATAAGTTTTTTCAATTCAAATGGAGGTAAGAAATTAGAAACTTGA AAAACAAGGGTTACGGTTGGGTTGCGCCATATATATGAAAGAGTATACAATAATGATGTATTT GGCGAATCAAATACAGGGTCTATTACTGAACCATTTTGATTTTGATTAGGTGATAATATTAATT TAATTGATAATTTTATGAGAGATTCCTGTAAAAGGTTTCATTAAGGCCTAATTTATGTCGAGTA GACCTTGTTGTTTTGGTTGTAAAAAT
Ofaiston monandrum (DQ499368)	TTTTTACAACAAAGCAACAAGGTCTACTCGACAGAAATTAGGCCTTAATGAAACCTTTTCCAGG AATTTTTCATAAAATTATTCTCAATTAATATTATCAACTAATCAAAATGGTTCATTAATAGATCA TGTATTTGATTCGCCAAATACATCATTATTGTATACTCTTTCATATATATGGCGCAACCCAACGA TAACCATTGTTTTTCAGGTTTCGAATTTGTTACCCCCATTTGAATTGAACGAACGAAATAATTCG AAATTTACCCTTGACAGCGGTATATGTTATATATGTATATCCTAGATGTGAATGAAAATATCCG AAATTTTATGGTAAAAGAATAGGCTAAACATAAATCTATATACTAAATACGAACTAAGTCCCA GTTCGATAAAAATAATGAATCATAAAAAAAAGGAAAGTTTAGAGTTCGAGTTTGATTTACGTC GATAATAGAGAAAGGATTGTCGAGACTGATAGGCAAATAAAATCCTTTTTCAAGATTTTTGGTC AGTGGATTGAATTTGAGATTTCATTCATTGAAATTTCATAGAAATAGAATAATTAAAAAAAGTA AATAATTGAATTGGATTCGTTTGGATGGTACCAACAAAATGGATTGCTAACTCCTATTTCTTAT TTAATTAATCGATCAATTTGCTATCGGAC

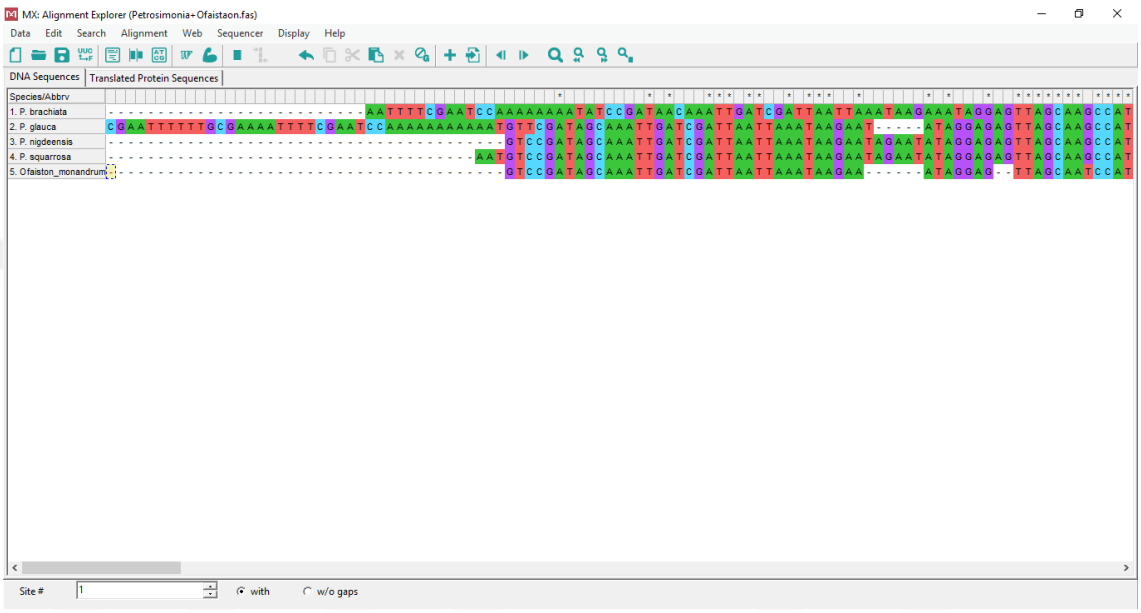


Şekil 4.12 *Petrosimonia* türlerine ait atpB-rbcL genler arası bölgesinin İleri (Forward) ve Geri (Reverse) dizilerin düzenlenmesinde kullanılan Bioedit programından örnek kare.

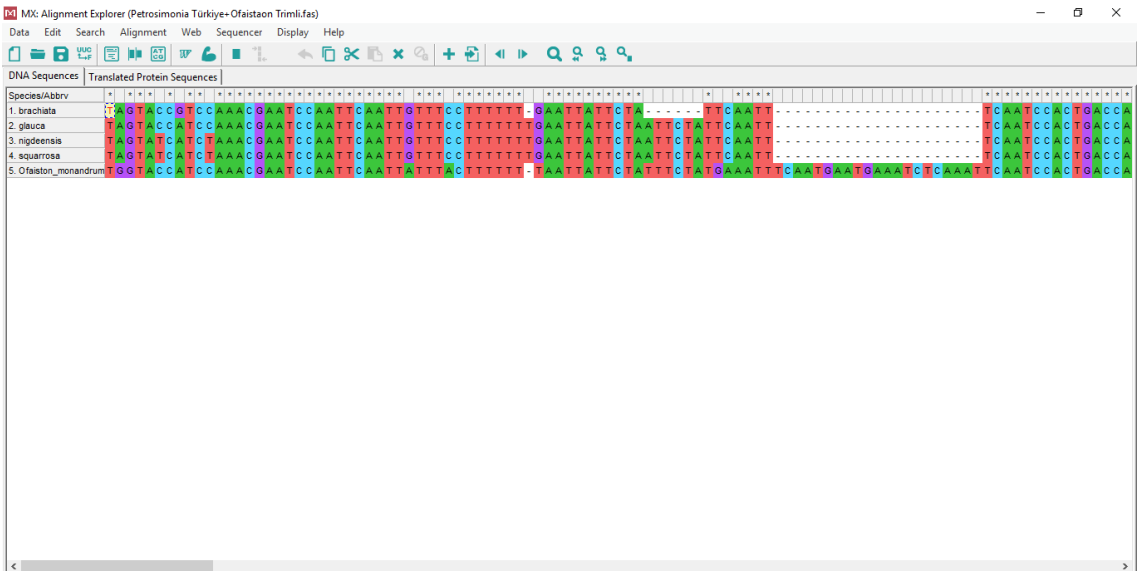
4.4.4 Dizilerin hizalanması

Elde edilen DNA dizi kromatogramları kontrol edilip düzenlendikten sonra MEGAX programıyla hizalanmıştır (Şekil 26). Hizalama esnasında programın algoritması kullanılmıştır ancak dizilerin bazı bölgelerinin hizalanması elle manuel olarak da yapılmıştır.

Hizalama sonrasında dizilerin başlangıç ve bitiş bölgelerindeki düşük okuma gözlenen kısımlar yapılacak olan analizi etkilememeleri için kesilmiştir (Şekil 27). Hizalama ve kesim işlemleri sonunda dizilerin Maksimum Likelihood (ML), Maksimum Parsimoni (MP) ve Bayesian Analizleri MEGAX ve MrBayes programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.13 *Petrosimonia* türleri ve *Ofaiston monandrum* türünün MEGAX programında hizalanması. Bu aşamada dizilerde kesim işlemi yapılmamıştır.



Şekil 4.14 *Petrosimonia* türleri ve *Ofaiston monandrum* türünün MEGAX programında hizalanması ve kesilmesi.

4.4.5 Dizi verisinin filogenetik analizi

Hizalama ve kesme işlemlerden sonra düzenlenen verilerin ML ve MP analizleri MEGAX, Bayesian analizleri MrBayes programı ile yapılmıştır.

Analizlerde hizalama sonrasında atpB-rbcL genler arası bölgesinin toplam uzunluğu 633 baz çifti (bp) olarak tespit edilmiştir. Bu dizilerden 530 baz çifti her bir tür için aynı nükleotidi (Conserved) içermekte, 68 baz çifti türler içinde farklılık (Variable) göstermekte, 54 baz çifti tek nükleotid farklılığı (Singleton) içermekte, 10 baz çifti ise Parsimoni analizi için bilgi taşımaktadır (Parsimony informative) (Çizelge 15), (Şekil 30).

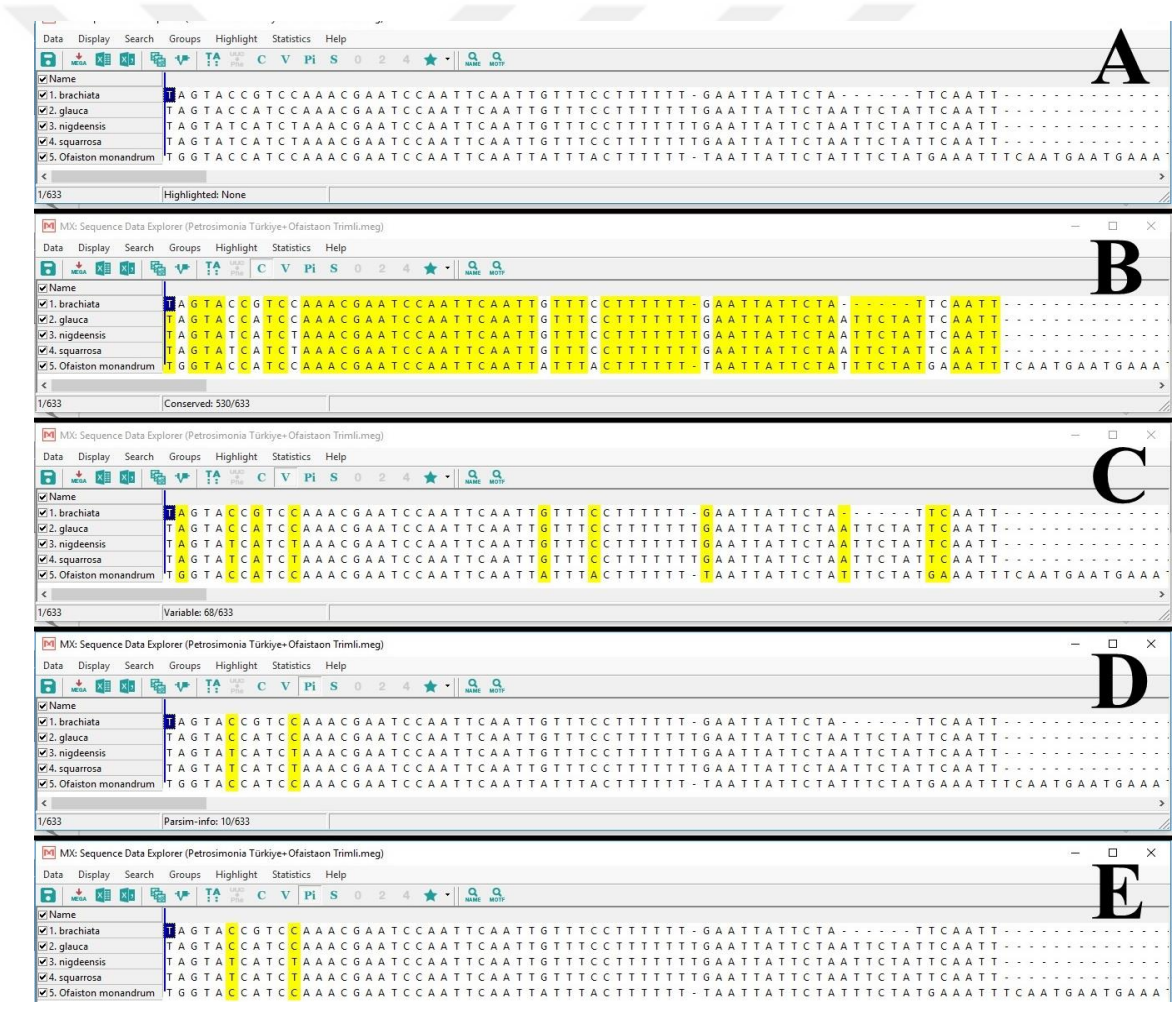
Çizelge 4.4 *Petrosimonia* türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesine ait moleküler farklılık parametreleri (Parametreler hesaplanırken dış grup incelemeye **dahil edilmiştir.**)

	atpB-rbcL (bp)
Toplam nükleotid uzunluğu	633
Korunan (Conserved) karakter	530
Değişken (Variable) karakter	68
Tek nükleotid farklılığı gösteren (Singleton) karakter	54
Parsimoni bilgi verici (Parsimony informative) karakter	10

Dizi analizi sonuçlarına bakıldığında; incelenen tüm atpB-rbcL genler arası bölgesinin ortalama %38,3 Timin (T), %14,9 Sitozin (C), %31,8 Adenin (A) ve %15 Guanin (G) içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 16).

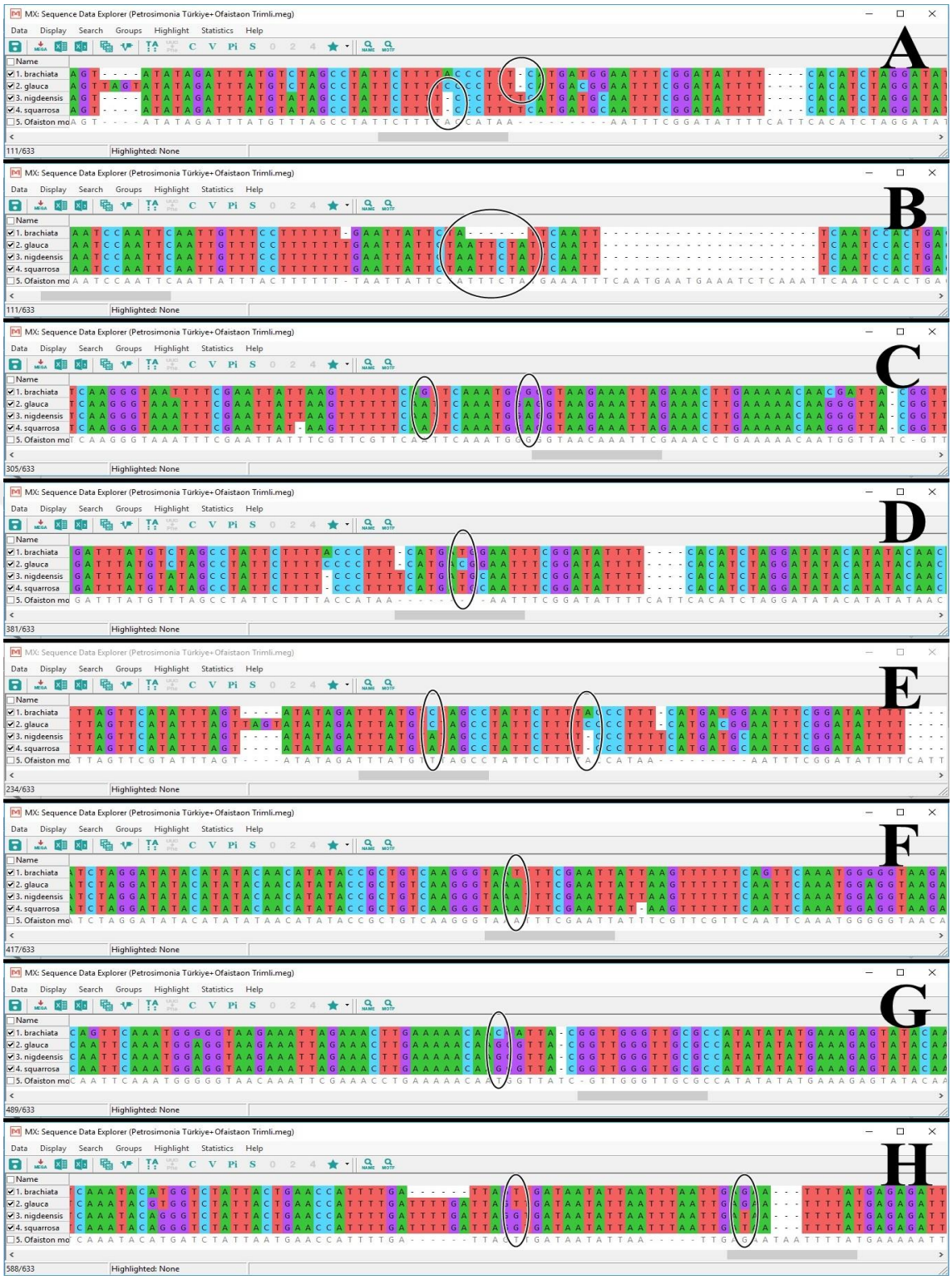
Çizelge 4.5 *Petrosimonia* türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesinin % nükleotid içeriği

	T (%)	**C (%)**	**A (%)**	**G (%)**	**Toplam**
Petrosimonia brachiata	38,3	15,2	31,3	15,2	**579**
Petrosimonia glauca	38,2	14,7	31,7	15,5	**600**
Petrosimonia nigdeensis	38,5	14,5	31,7	15,3	**587**
Petrosimonia squarrosa	38,4	14,5	31,7	15,4	**586**
Ofaiston monandrum	38,0	15,5	32,8	13,7	**600**
Ortalama	**38,3**	**14,9**	**31,8**	**15,0**	**590,4**



Şekil 4.15 *Petrosimonia* türlerine ait atpB-rbcL genler arası bölgesine ait moleküler farklılık örnekleri: A. Toplam nükleotid uzunluğu, B. Korunmuş (Conserved) karakterler, C. Değişken (Variable) karakterler, D. Parsimoni bilgi verici (Parsimony informative) karakterler, E. Tek nükleotid farklılığı gösteren (Singleton) karakterler.

Petrosimonia türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesinde biriken mutasyonlar incelendiğinde; 5 bölgede tek nükleotid, 5 bölgede daha fazla nükleotidden oluşmuş toplam 10 tane indel mutasyonu, 7 bölgede A – G, 4 bölgede C – T olmak üzere toplam 11 tane transisyon ve 2 bölgede A – C, 2 bölgede A – T, 3 bölgede G – C ve 5 bölgede G – T olmak üzere toplam 12 tane transversiyon mutasyonların olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 17), (Şekil 29).

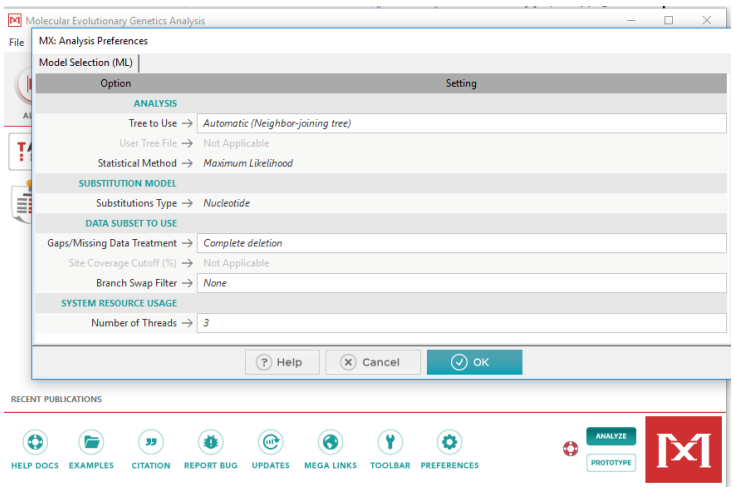


Şekil 4.16 *Petrosimonia* türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesinde rastlanan mutasyonlar. **A.** 1 nükleotidde gözlenen nokta indel mutasyonu, **B.** 1 nükleotidden daha fazla sayıda görünen indel mutasyonu, **C.** Transisyon mutasyonu (A – G), **D.** Transisyon mutasyonu (C – T), **E.** Transversiyon mutasyonu (A – C), **F.** Transversiyon mutasyonu (A – T), **G.** Transversiyon mutasyonu (G – C), **H.** Transversiyon mutasyonu (G – T)

Çizelge 4.6 *Petrosimonia* türlerinde atpB-rbcL genler arası bölgesinde gözlenen mutasyon tipleri ve sayısı (Parametreler hesaplanırken dış grup incelemeye dahil edilmemiştir.)

Gözlenen Mutasyon Tipi		**Mutasyon Sayısı**
İndel	**Tek Nükleotid**	5 bölgede
	Daha Fazla Sayıda Nükleotid	5 bölgede
Transisyon	**A – G**	7 bölgede
	C – T	4 bölgede
Transversiyon	**A – C**	2 bölgede
	A – T	2 bölgede
	G – C	3 bölgede
	G – T	5 bölgede

Maksimum Likelihood (ML) analizinde ilk olarak bir evrimsel model seçimi yapılmıştır. Bunun için MEGAX programında bulunan bir algoritma kullanılmıştır (Şekil 30). Bu algoritmaya göre uygulanabilecek evrimsel modeller listelenmiştir (Çizelge 18). Bu listeden parametre sayısı en fazla olan "GTR+G+I" modeli analiz için kullanılmıştır.



Şekil 4.17 MEGAX programında yer alan evrimsel model seçimi algoritması.

Çizelge 4.7 Veri setinin analizi için kullanılabilecek evrimsel modeller, bu modellerin içerdiği parametreler, Bayesian (BIC) değerleri, corrected Akaike (AICc) değerleri ve ML (*ln*L) değerleri

Model	**Parametreler**	**BIC değeri**	**AICc değeri**	***ln*L değeri**
T92	9	2148,890995	2095,682483	-1038,808395
T92+I	10	2155,473236	2096,359995	-1038,139837
T92+G	10	2155,546784	2096,433544	-1038,176611
HKY	11	2162,291758	2097,275261	-1037,58942
T92+G+I	11	2163,46614	2098,449643	-1038,176611
HKY+I	12	2168,893906	2097,975626	-1036,930816
HKY+G	12	2168,968511	2098,05023	-1036,968118
TN93	12	2169,725364	2098,807083	-1037,346545
TN93+I	13	2176,268622	2099,450033	-1036,658496
TN93+G	13	2176,323565	2099,504976	-1036,685967
HKY+G+I	13	2176,887867	2100,069277	-1036,968118
GTR	15	2182,945071	2094,330295	-1032,077364
GTR+G	16	2184,222928	2089,712277	-1028,756614
TN93+G+I	14	2184,243145	2101,525724	-1036,686079
GTR+I	16	2189,713597	2095,202947	-1031,501949
GTR+G+I	17	2192,142291	2091,737247	-1028,756618
JC	7	2228,152768	2186,758121	-1086,358637
K2	8	2230,797211	2183,494897	-1083,721181
JC+I	8	2234,588683	2187,286369	-1085,616917
JC+G	8	2234,610906	2187,308592	-1085,628028
K2+I	9	2237,105326	2183,896813	-1082,91556
K2+G	9	2237,154427	2183,945914	-1082,94011
JC+G+I	9	2242,530554	2189,322042	-1085,628174
K2+G+I	10	2245,074719	2185,961478	-1082,940578

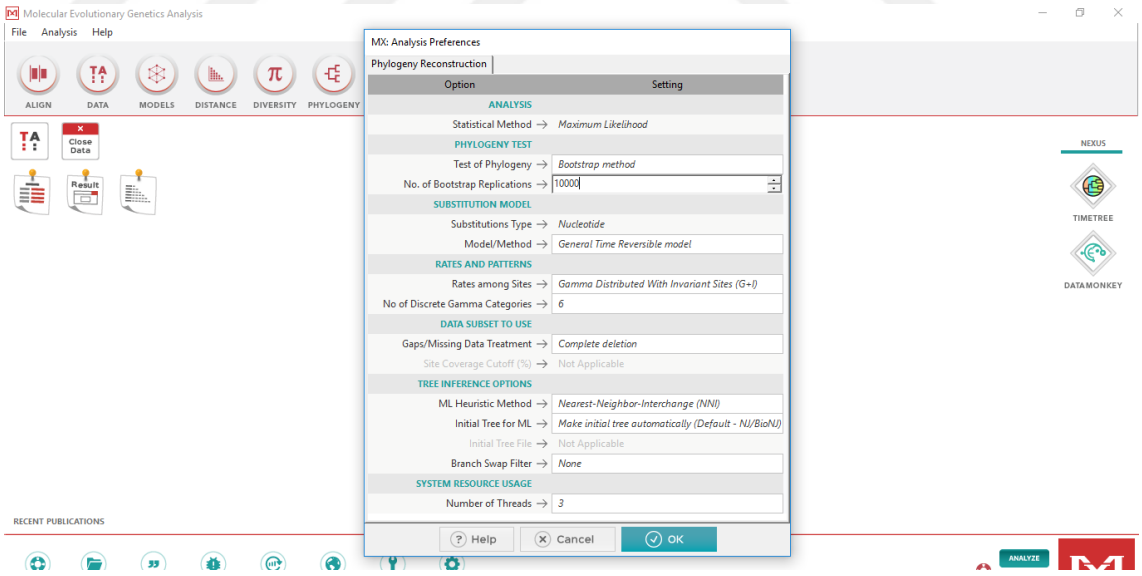
ML analizi için evrimsel model seçildikten sonra nükleotid dizi verilerine dayanarak türler arasındaki ikili mesafe hesaplamaları yapılmıştır. Bunun için MEGAX programının kendi içinde yer alan algoritma kullanılmıştır (Şekil 31). Bu değerler bir

bootstrap prosedürü (1000 tekrar) ile elde edilmiştir. Alanlar arasındaki oran değişimi, bir gama dağılımı ile modellenmiştir. Boşluklar (gapler) ve eksik veri içeren tüm pozisyonlar elenmiştir. Sonuç olarak veri setinde toplam 550 nükleotid pozisyonu kalmıştır.

	1	2	3	4	5
1. brachiata		0.0068660215	0.0080683844	0.0080683844	0.0142952041
2. glauca	0.0259649029		0.0054760709	0.0054760709	0.0147944026
3. nigdeensis	0.0317535110	0.0166049979		0.0000000000	0.0152228675
4. squarrosa	0.0317535110	0.0166049979	0.0000000000		0.0152228675
5. Ofaiston monandrum	0.0922472582	0.0923501424	0.0968747787	0.0968747787	

Şekil 4.18 Sekanslar arasında alan başına baz farklılıkları (diyagonalin altı) ve standart sapma (diyagonalin üstü) değerleri.

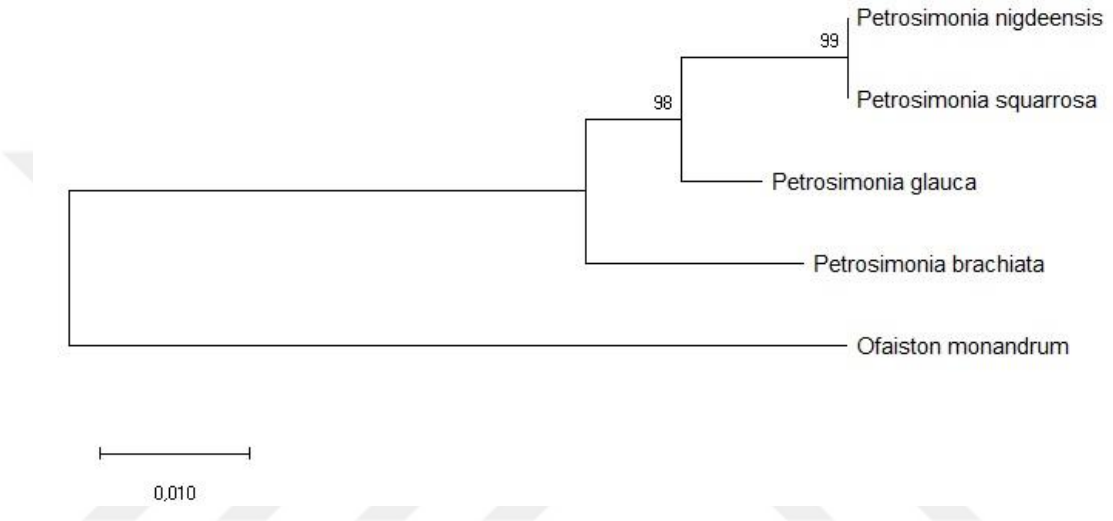
Yukarıda anlatılan adımlardan sonra ML analizi yapılmıştır. Filogeni testi bootstrap metodu ile 10.000 tekrarla yapılmıştır. Gap (boşluk) içeren alanlar analize dahil edilmemiştir (Şekil 32).



Şekil 4.19 ML analizi için seçilen parametreler.

ML analizinde türlerin evrimsel tarihi GTR evrimsel modeli kullanılarak çıkarılmıştır. Oluşturulan ağacın en yüksek likelihood değeri -1028,76'dir. İlgili taksonların bir araya toplandığı ağaçların yüzdesi, dalların yanında gösterilir. Höristik arama için ilk ağaç

veya ağaçlar, Maksimum Kompozit Likelihood (MCL) yaklaşımı kullanılarak tahmin edilen ikili mesafeler matrisine Neighbor-Join and BioNJ algoritmaları uygulanarak otomatik olarak elde edildi ve sonra yüksek likelihood değeri olan topoloji seçilmiştir. Alanlar arasındaki evrimsel oran farklılıklarını modellemek için bir Gamma dağılımı kullanılmıştır (6 kategori (+ G, parametre = 0,1505)). Ağaç, alan başına nükleotid farklılıkları sayısında ölçülen dal uzunluklarıyla ölçeklendirilmiştir.

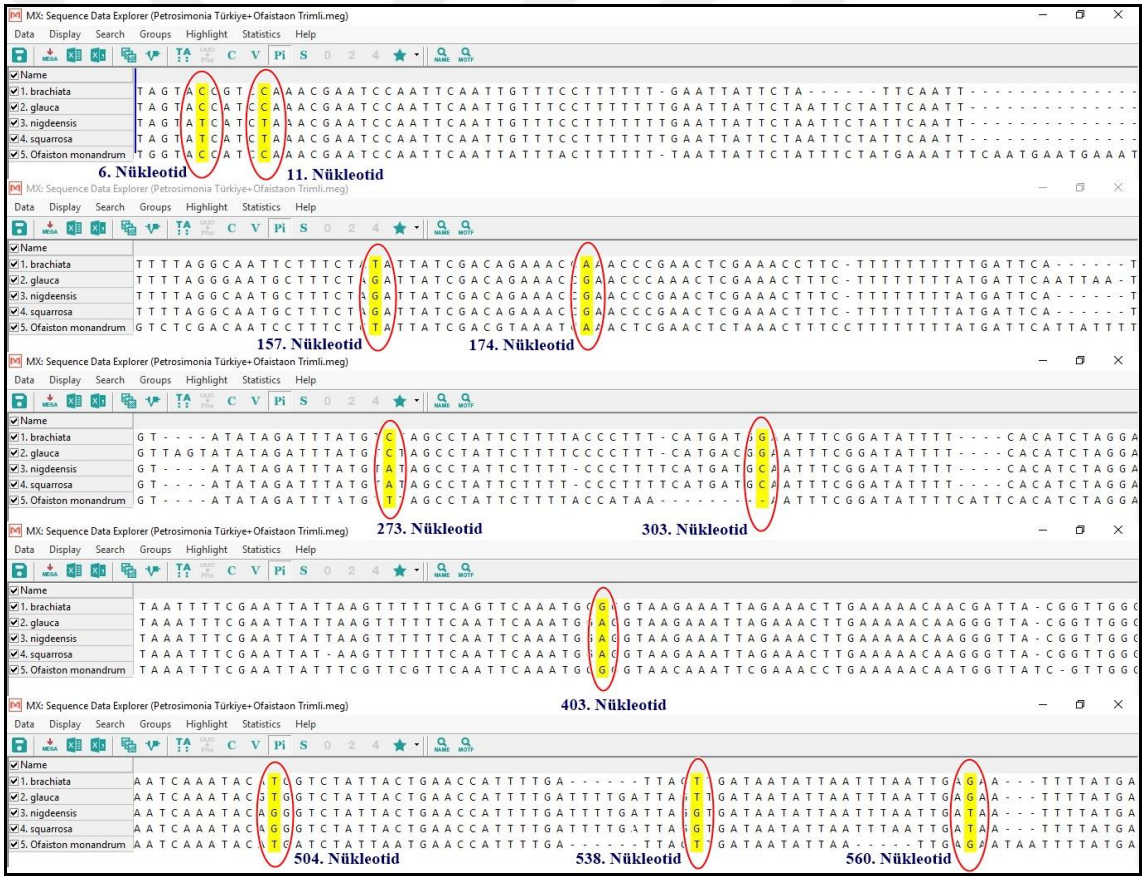


Şekil 4.20 ML metodu ile oluşturulmuş *Petrosimonia* türlerinin arasındaki filogenetik ilişkiyi gösteren ağaç. Bootstrap değerleri dallarda verilmiştir.

Maksimum Parsimoni (MP) analizi için MEGAX programından faydalanılmıştır. ML analizi için hizalanan ve kesilen diziler MP analizinde de kullanılmıştır.

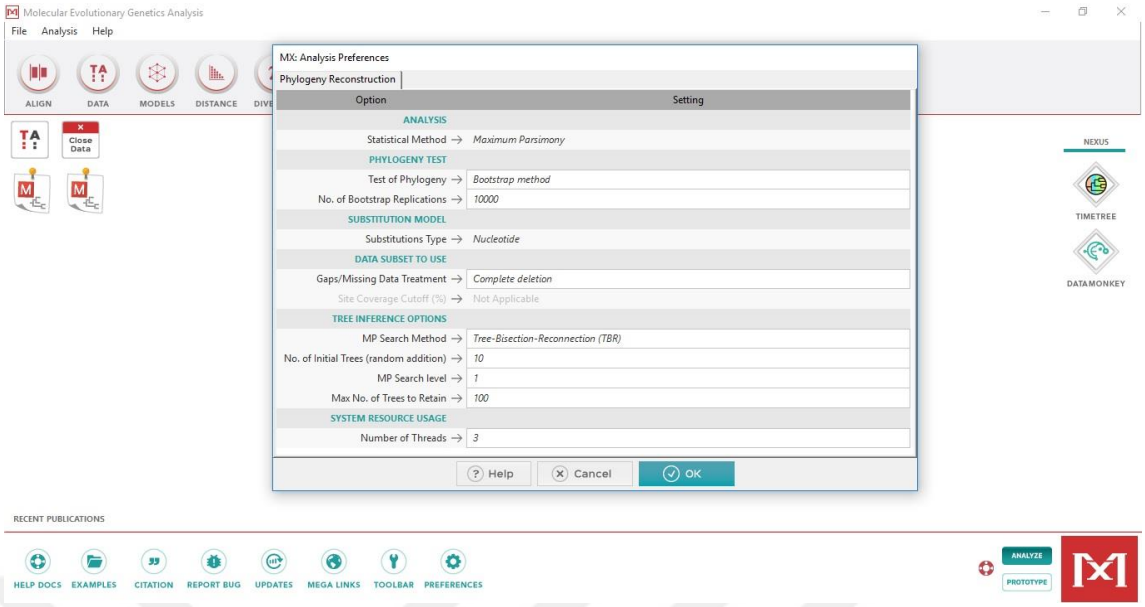
Petrosimonia türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesinde toplam 10 parsimoni bilgi verici alan bulunmaktadır. Şekil 34'te bu alanlar gösterilmiştir. 6. ve 11. nükleotid bölgesinde *P. brachiata, P. glauca* ve *Ofaiston monandrum* türlerinde Sitozin (C) nükleotidi bulunurken; *P. nigdeensis* ve *P. squarrosa* türlerinde Timin (T) nükleotidi yer almaktadır. 157. nükleotid bölgesinde *P. brachiata* ve *O. monandrum* türlerinde Timin (T) nükleotidi yer alırken; *P. glauca, P. nigdeensis* ve *P. squarrosa* türlerinde Guanin (G) nükleotidi yer almaktadır. 174. nükleotid bölgesinde *P. brachiata* ve *O. monandrum* türlerinde Adenin (A) nükleotidi bulunurken; *P. glauca, P. nigdeensis* ve *P. squarrosa* türlerinde Guanin (G) nükleotidi yer almaktadır. 273. nükleotid bölgesinde *P.*

brachiata ve *P. glauca* türlerinde Sitozin (C) nükleotidi yer alırken; *P. nigdeensis* ve *P. squarrosa* türlerinde Adenin (A) nükleotidi; *O. monandrum* türünde ise Timin (T) nükleotidi yer almaktadır. 403. nükleotid bölgesinde *P. brachiata* ve *O. monandrum* türlerinde Guanin (G) nükleotidi bulunurken; *P. glauca*, *P. nigdeensis* ve *P. squarrosa* türlerinde Adenin (A) nükleotidi yer almaktadır. 504 ve 538. nükleotid bölgesinde *P. brachiata*, *P. glauca* ve *O. monandrum* türlerinde Timin (T) nükleotidi bulunurken; *P. nigdeensis* ve *P. squarrosa* türlerinde Guanin (G) nükleotidi yer almaktadır. Son olarak 560. nükleotid bölgesinde *P. brachiata*, *P. glauca* ve *O. monandrum* türlerinde Guanin (G) nükleotidi bulunurken; *P. nigdeensis* ve *P. squarrosa* türlerinde Timin (T) nükleotidi yer almaktadır.



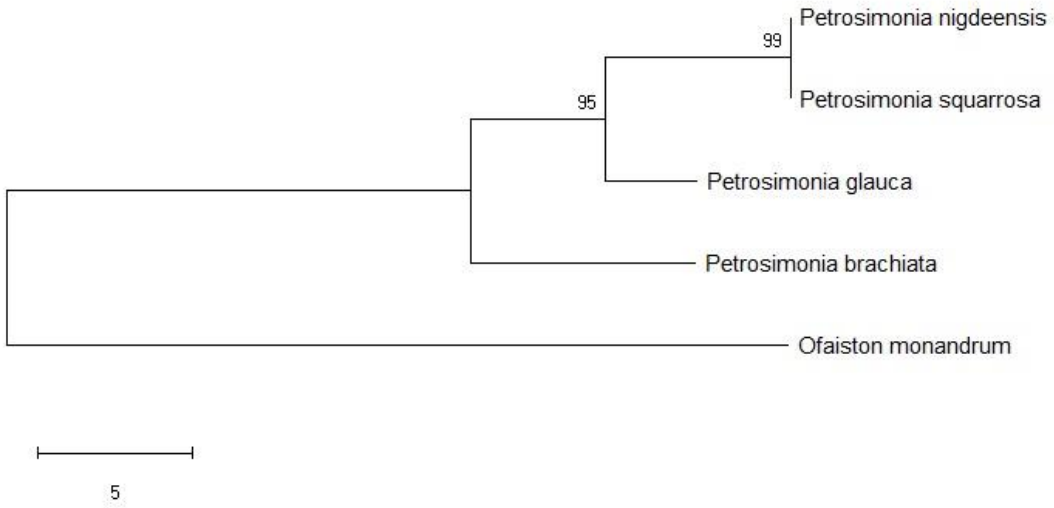
Şekil 4.21 *Petrosimonia* türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesinde bulunan parsimoni bilgi verici alanlar

MP analizi 10.000 bootstrap tekrarı ve Tree-Bisection-Regrafting (TBR) algoritması ile gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılan tüm parametreler Şekil 35'te gösterilmiştir.



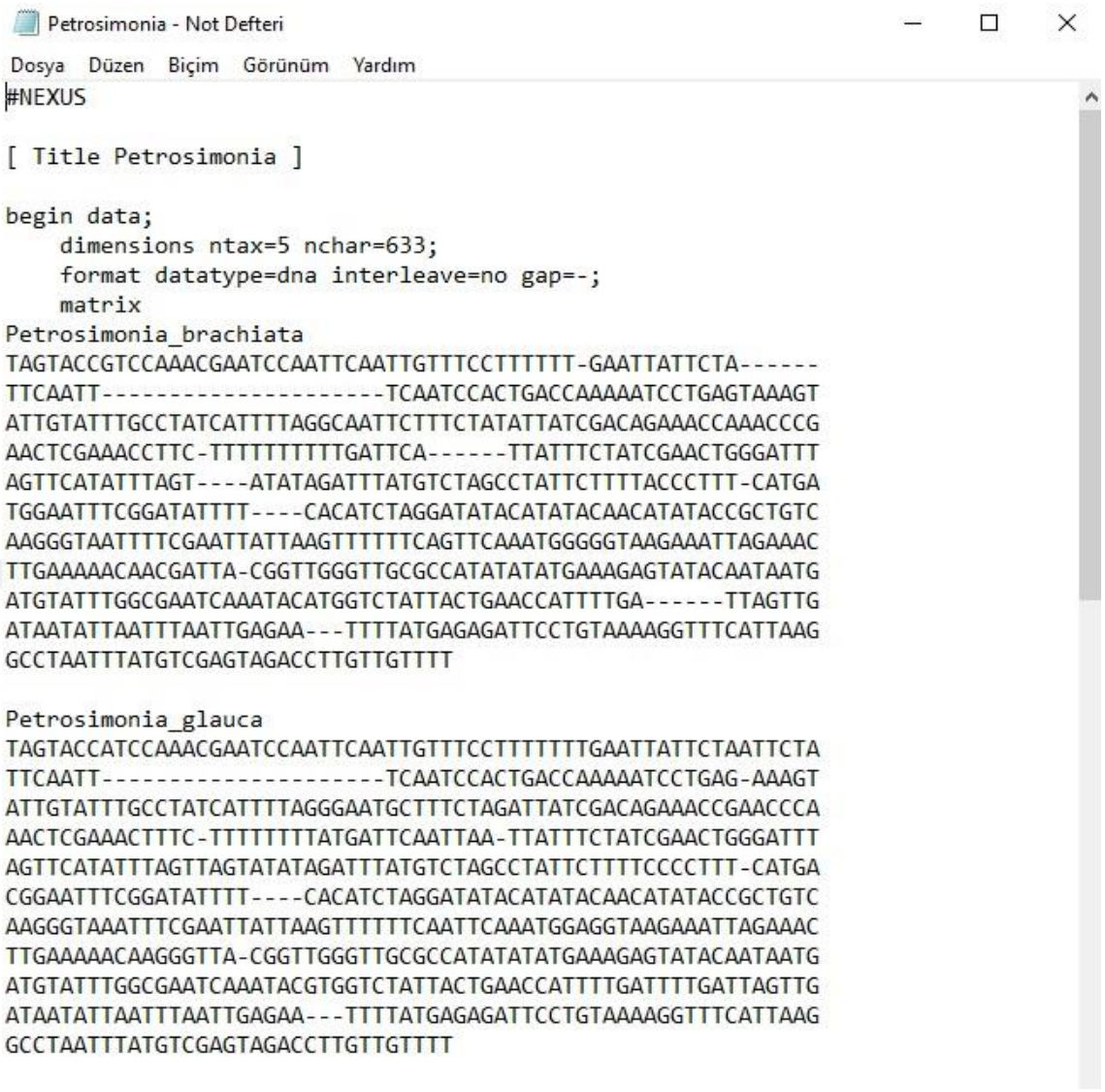
Şekil 4.22 MP analizi için seçilen parametreler

Yukarıda verilen parametreler doğrultusunda MP analizi ile türlerin evrimsel tarihini gösteren ağaç oluşturulmuştur. Şekil 36'da gösterilen ağaç, analizde en yüksek parsimoni değerine sahip ağaçtır. İlişkili taksonların bootstrap testinde (10000 tekrar) bir araya getirildiği kopya ağaçların yüzdesi, dalların yanında gösterilmektedir. MP ağacı iç dallara sekansların rastgele eklenmesiyle (10 tekrar) elde edilen Tree-Bisection-Regrafting (TBR) algoritması kullanılarak elde edilmiştir. Analizde boşluklar (gap) ve eksik veri içeren tüm pozisyonlar elenmiştir (Complete Deletion seçeneği).



Şekil 4.23 MP metodu ile oluşturulmuş ve *Petrosimonia* türlerinin arasındaki filogenetik ilişki. Bootstrap değerleri dallarda verilmiştir.

Bayesian Analizi MrBayes programıyla yapılmıştır. ML ve MP analizleri için MEGAX programında düzenlenen veriler NEXUS formatına çevrilmiş (Şekil 37) ve MrBayes programına aktarılmıştır.



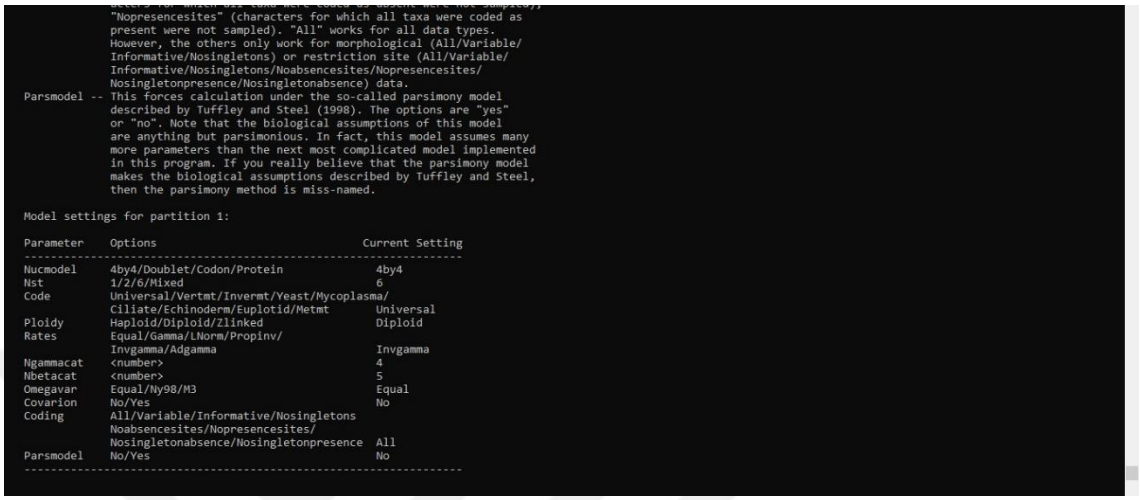
Şekil 4.24 MEGAX programından NEXUS formatına çevrilmiş dosya

Bu program manuel olarak komutlarla çalışır. Kullanılan komutlar ve anlamları Çizelge 19'da verilmiştir.

Çizelge 4.8 MrBayes programında kullanılan ana komutlar

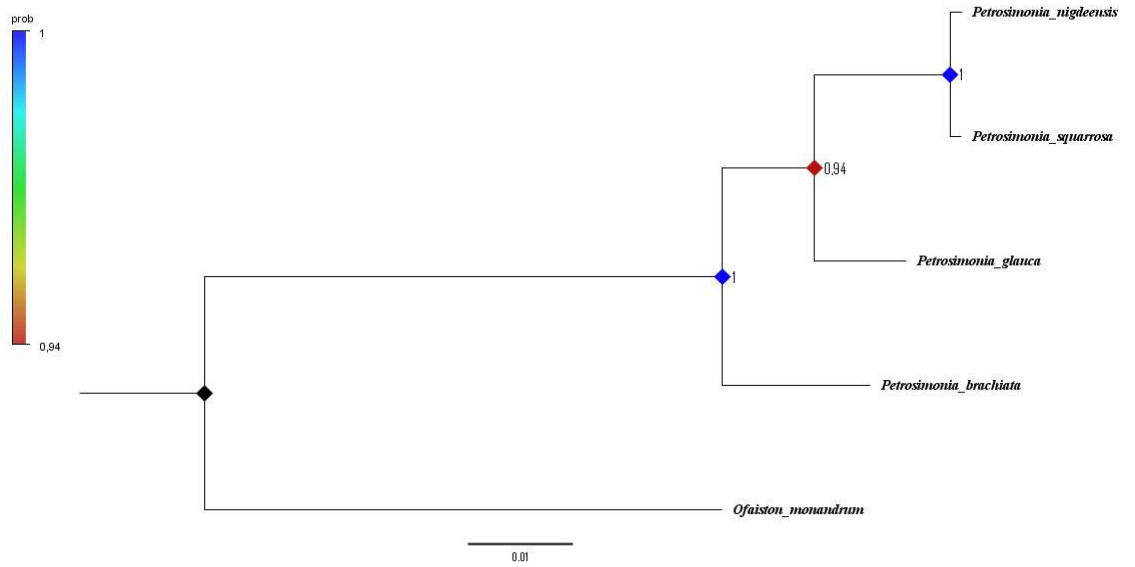
Komut	**Yaptığı İşlem**
exe	Nexus formatındaki dosyayı ve içindeki verileri programa aktarır.
showmodel	Uygulanmak istenen evrimsel model ayarlarını gösterir.
lset	Evrimsel model yapısını tanımlamak için kullanılır.
prset	Evrimsel model parametreleri üzerindeki olasılık dağılımlarını tanımlamak için kullanılır.
mcmc	Analizi başlatır.

Analizde evrimsel model olarak GTR+I+ Γ (G) modeli kullanılmıştır. Model programa manuel olarak girilmiş ve analiz başlatılmıştır (Şekil 38). Analizde 1.000.000 nesil incelenmiştir.



Şekil 4.25 MrBayes programında analiz için kullanılan GTR+I+Γ (G) evrimsel modeli parametreleri

Analiz sonunda MrBayes ".TRE" uzantılı bir filogenetik ağaç dosyası oluşturmuştur. Bu dosyalar FigTree programı ile görüntülenmiş ve düzenlenmiştir (Şekil 39).



Şekil 4.26 Bayesian Analizine göre *Petrosimonia* türleri ve *Ofaiston monandrum* türü arasındaki filogenetik ilişki. Nodyumlarda muhtemel olasılık değerleri verilmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye'de bulunan *Petrosimonia* türlerinin taksonomik revizyonu ilk kez bu tez çalışmasında yapılmıştır. Revizyon çalışmasında; morfolojik ve karyolojik karakterler kullanılmış ve DNA dizi verilerine dayalı moleküler filogenetik analizler gerçekleştirilmiştir.

Morfolojik çalışmalar için farklı popülasyonlardan aynı türlere ait bireyler arazi çalışmalarında toplanmış ve herbaryum materyali haline getirilmiştir. Aynı zamanda türlerin tip örnekleri ve **ANK, GAZI, HUB, AEF, EGE, ISTE, ISTF** herbaryumlarının kayıtları incelenmiştir. Tüm popülasyonlardan bireyler olacak şekilde türlerin morfometrik ölçümleri yapılmış ve önce türlerin sonra cinsin geniş bir deskripsiyonu çıkarılmıştır. Morfometrik ölçümlerde bitkilerin tüm morfolojik karakterleri mikroskop ve görüntüleme sistemleri yardımıyla ölçülmüş ve tüm ölçümler kayıt altına alınmıştır.

Yapılan arazi çalışmaları sonucu *Petrosimonia* cinsine ait türlerinin yaşam alanı olarak yüksek tuz konsantrasyonuna sahip ve genellikle kurak alanları seçtikleri gözlenmiştir.

Morfometrik incelemeler sonucunda *Petrosimonia* türlerinde bulunan yassı ve çatalsı tüylerin bu cinsi *Amaranthaceae* familyası içerinde bulunan diğer cinslerden ayıran en büyük morfolojik karakter olduğu gözlenmiştir. Ayrıca incelemeler sonucunda cinse ait türlerde gövde yaprağına rastlanmamıştır. Gövde üzerinde bulunan yaprak benzeri yapıların brakte oldukları anlaşılmıştır. Braktelerin ve yan dalların almaşık ya da karşılıklı dizilişi *Petrosimonia* türleri arasındaki ayrımlardan biridir. *Petrosimonia brachiata* brakte ve yan dalların karşılıklı dizilişiyle cinse ait diğer türlerden ayrılır.

İncelemeler sonucunda *Petrosimonia* türlerinde çiçek örtüsünün membranımsı bir yapıda olduğu, tek halkadan oluştuğu ve 3 veya 5 parçalı olduğu tespit edilmiştir. Çiçek halkasının parça sayısı cins içinde bulunan türler için ayırıcı bir özelliktir. *Petrosimonia brachiata* ve *Petrosimonia glauca* türleri 5 parçalı (Bunlardan 3 tanesi geniş 2 tanesi

nispeten daha dardır.) çiçek halkası bulundururken, *Petrosimonia nigdeensis* ve *Petrosimona squarrosa* 3 parçalı çiçek halkası bulundururlar.

Petrosimonia cinsi içinde bulunan bir diğer diagnostik karakter ise anterlerde bulunan ek yapıların (apendıçların) lob sayısıdır. İncelemelerde anter ek yapılarının 2 veya 3 loblu oldukları saptanmıştır. *Petrosimonia* cinsi içerisinde yer alan türlerden sadece *Petrosimonia squarrosa* türünde 2 loblu anter ek yapısı gözlenmiştir.

Petrosimonia türlerinde bazı karakterlerin türler arasında ortak özellikler taşıdıkları saptanmıştır. Brakte sayısı, brakteol sayısı, pistil sayısı, ovaryum, stilüs ve stigma sayıları ve şekilleri, stamen sayıları, anterlerin açılma şekilleri, spiral embriyolu tohum yapısı bu karakterlerdir. Gövde ve yaprak renkleri ise tür içinde bile farklılıklar gösterebilmektedir.

Karyolojik araştırmalar, arazi çalışmalarında toplanan tohumların çimlendirilmesi ve kök ucu örneklerinin incelenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma Feulgen metoduyla yapılmıştır. Yaptığımız çalışma öncesinde *Petrosimonia brachiata* ve *Petrosimonia glauca* türlerinin kromozom sayıları önceki çalışmalarla (Lomonosa 2005, Doulatyari vd. 2009) belirlenmişti. Bu tez çalışmasında ise *Petrosimonia nigdeensis* ve *Petrosimonia squarrosa* türlerinin kromozom sayıları ilk kez bilim dünyasına kazandırılmıştır.

Yapılan karyolojik çalışmalar sonucunda ülkemiz *Petrosimonia* türlerinin temel kromozom sayılarının (x) *P. brachiata, P. glauca* ve *P. squarrosa* için 8, *P. nigdeensis* için 7 olduğu saptanmıştır. Cinsin temel kromozom sayısının 8 olduğu ve *P. nigdeensis*'in evrimsel süreçte 1 temel kromozomunu kaybetmiş olabileceği düşünülebilir. *Petrosimonia* türlerinin tamamının diploid sitotipte (2x=2n) olduğu belirlenmiş ve hiçbirinde poliploidiye rastlanmamıştır.

Tezin moleküler filogenetik çalışmalarında Türkiye'de bulunan *Petrosimonia* türlerinin ilk kez atpB-rbcL kodlanmayan genler arası bölgeleri analiz edilmiş ve bu verilere

dayanarak akrabalık dereceleri incelenmiştir. Bu konuda yapılan kaynak araştırmasında *Petrosimonia* cinsinin kloroplast genomunun kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesine ait herhangi geniş çaplı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak yapılmış olan 2 çalışmada *Petrosimonia nigdeensis* ve *Petrosimonia glauca* türlerinin kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesinin DNA sekansları çalışılmıştır. Moleküler filogeni çalışmaları sonuçlarına göre; Türkiye'de yayılış gösteren *Petrosimonia* taksonlarından *P. brachiata* türünün kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesinin 579 bp, *P. glauca* türünün 600 bp, *P. nigdeensis* türünün 587 bp ve *P. squarrosa* türünün 586 bp uzunluğunda olduğu tespit edilmiştir. Cinsin kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesinin ortalama uzunluğu 590,4 bp olarak gözlemlenmiştir. Dış grup olarak belirlenen ve kodlanmayan atpB-rbcL genler arası DNA sekansı NCBI veri tabanından alınan *Ofaiston monandrum* türünün kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesinin uzunluğu ise 600 bp'dir.

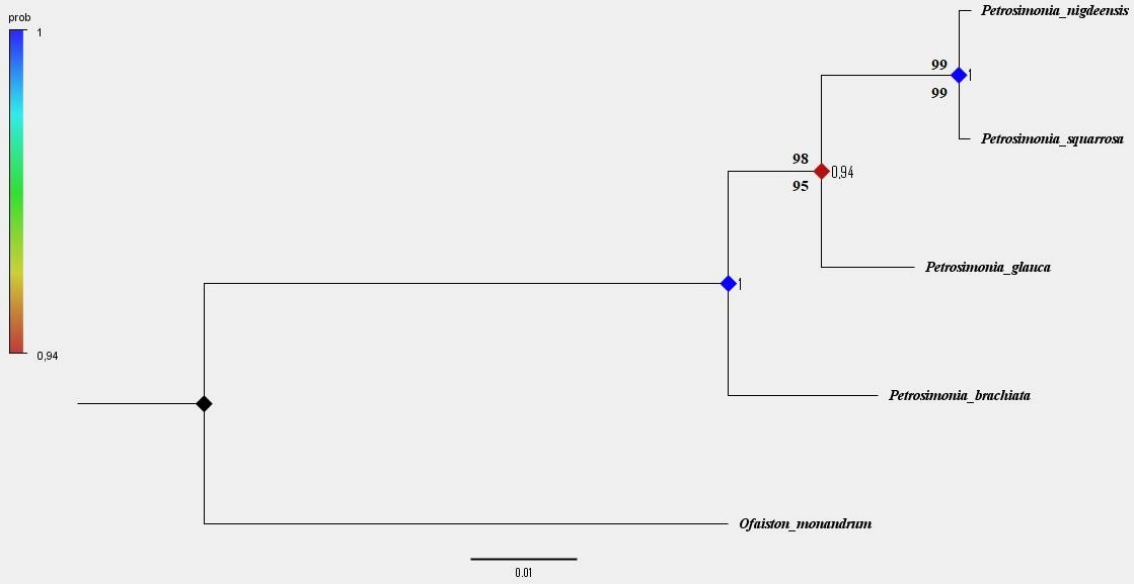
Elde ettiğimiz moleküler verileri daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştıracak olursak; Akhani, H. vd (2006) çalışmasında kullanılan *Petrosimonia glauca* ve *Petrosimonia nigdeensis* türlerinin atpB-rbcL genler arası bölgesi ile tez çalışması sonucunda elde ettiğimiz DNA sekansları %100 benzerlik göstermektedir (Şekil 40).



Şekil 5.1 *Petrosimonia* türlerinin kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesinin NCBI veri tabanında bulunan DNA sekansları ile tez çalışması esnasında elde edilen DNA sekanslarının karşılaştırılması. A. *Petrosimonia nigdeensis*, B. *Petrosimonia glauca*

Feodorova, T.A. ve Aleksandrov O.S. (2015) çalışmasında ise *Petrosimonia* cinsine ait 10 türün (*Petrosimonia monandra, P. triandra, P. glauca, P. oppositifolia, P. litwinowii, P. brachiata, P. glaucescens, P. nigdeensis, P. sibirica* ve *P. squarrosa*) nükleer DNA bölgesi olan ITS1,2 gen bölgesi kullanılarak moleküler filogenetik çalışması yapılmış ve dış grup olarak *Ofaiston monandrum* türü kullanılmıştır. Çalışmada türler arasındaki filogenetik ilişki Maksimum Parsimoni ve Bayesian metodları ile ortaya konmuştur. Çalışma sonunda her iki analiz için düşük bootstrap değerleri nedeniyle başka bir gen bölgesinin çalışması gerektiği önerilmiştir.

Bu tez çalışmasında kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesi ile Türkiye'de bulunan *Petrosimonia* türlerinin filogenetik ilişkisi çalışılmış ve analizler Maksimum Likelihood, Maksimum Parsimoni ve Bayesian Analizleri kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada dış grup olarak *Ofaiston monandrum* türü seçilmiştir. Çalışma sonunda ML ve MP analizleri ile elde edilen filogenetik ağaçlar yüksek bootstrap değeri vermiş ve Bayesian analizi ile elde edilen ağaç diğer iki analizle uyum sağlamıştır (Şekil 41).



Şekil 5.2 Tez çalışması sonucu elde edilen Türkiye'de bulunan *Petrosimonia* türlerinin kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesinin moleküler filogenetik analizlerinin sonuçları. Dalların üstünde ML bootstrap değerleri, altında MP bootstrap değerleri ve nodların karşısında Bayes muhtemel olasılık değerleri verilmiştir.

Yapılan bu tez çalışması ile Türkiye'de bulunan *Petrosimonia* türlerinin morfolojik, karyolojik revizyonu ve moleküler filogenetik incelemesi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak;

- Türkiye'de *Perosimonia* cinsine ait 4 taksonun varlığı ve bunlardan *Petrosimonia brachiata* 15 kare 26 lokalitede, *Petrosimonia nigdeensis* 11 kare 14 lokalitede, *Petrosimonia glauca* 3 kare 4 lokalitede ve *Petrosimonia squarrosa* 2 kare 2 lokalitede yayılış gösterdiği,
- Türkiye'de bulunan *Petrosimonia* taksonlarının tamamının diploid sitotipte olduğu ve temel kromozom sayısının (x) *Petrosimonia brachiata*, *Petrosimonia glauca* ve *Petrosimonia squarrosa* için 8, *Petrosimonia nigdeensis* için 7 olduğu,
- Türkiye'de yayılış gösteren *Petrosimonia* taksonlarının kodlanmayan atpB-rbcL genler arası bölgesinin Maksimum Likelihood (ML), Maksimum Parsimoni (MP) ve Bayesian analizine göre monofiletik bir grup olduğu tespit edilmiştir.

Daha sonra yapılacak olan çalışmalar için çok sayıda kloroplast ve çekirdek gen ya da genler arası bölgelerin çalışılmasını ve elde etmiş olduğumuz veriyle karşılaştırılmasını öneriyoruz.

6. KAYNAKÇA

Aellen, P. 1967. Petrosimonia. In: Davis, P. H., Mill, R. R. ve Kit Tan. 1967. Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 2, 337-338, Edinburgh University Press, Edinburgh.

Akhani, H., Edwards, G. ve Roalson, E. H. 2007. Diversification of The Old World Salsoleae S.L. (Chenopodiaceae): Molecular Phylogenetic Analysis Of Nuclear And Chloroplast Data Sets And A Revised Classification. International Journal of Plant Sciences, 168 (6), 931-956.

Bremer, K., Chase M. W., ve Stevens, P. F. 1988. An Ordinal Classification For The Families Of Flowering Plants. Annals of the Missouri Botanical Garden, 85 (4), 531-553.

Bunge, A. 1862. Anabasearum Revisio. Mémoires De L'academie Imperiale Des Sciences De St.-Petersburg, 11.

Byng J. W., Chase M. W., Christenhusz M. J. M., Fay M. F., Judd W. S., Mabberley D. J., Sennikov A. N., Soltis D. E., Soltis P. S. ve Stevens P. F. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181, 1–20.

Chase, M. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society, 141, 399–436.

Davis, P. H., Mill, R. R. ve Kit Tan. 1967. Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 2, Edinburgh University Press, Edinburgh.

Davis, P. H., Mill, R. R. ve Kit Tan. 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 10, Edinburgh University Press, Edinburgh

Davis, P. H., Mill, R. R. ve Kit Tan. 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 11, Edinburgh University Press, Edinburgh

Dong, W., Xu, C., Li, D., Jin, X., Li, R., Lu, Q., ve Suo, Z. 2016. Comparative analysis of the complete chloroplast genome sequences in psammophytic Haloxylon species (Amaranthaceae). PeerJ, 4, e2699.

Doutlatyari, A., Ghaffari, S. M. ve Akhani, H. 2009. A Cytological Study of Fourteen Halophytic Species of Tribes Caroxyloneae and Salsoleae (Chenopodiaceae) from Iran. Cytologia, 74(1), 79-87.

Doyle J. J. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. The Phytochemical Section of the Botanical Society of America, 19, 11-15.

Fedorov, A. A. 1969. Chromosome numbers of flowering plants. The Academy of Sciences of the USSR, 419-429.

Feodorova T. A. ve Aleksandrov O. S. 2015. The Molecular-Phylogenetic Study of Petrosimonia Species of Chenopodiaceae Juss. Family. Rusya Devlet Tarım Üniversitesi Moskova Tarım Akademisi Bilimsel Teori Dergisi, 5, 54-60

França L. T. C., Carrilho E. ve Kist T. B. L. 2002. A review of DNA sequencing techniques, Quarterly reviews of biophysics, 35(2), 169-200.

Freitag, H. 2000. Petrosimonia. In: Davis, P. H., Mill, R. R. ve Kit Tan. 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 11, 65-65, Edinburgh University Press, Edinburgh.

Freitag, H., Vural, M., & Adıgüzel, N. 2014. A remarkable new Salsola and some new records of Chenopodiaceae from Central Anatolia, Turkey. Willdenowia, 29(1/2), 123-140.

Gielly, L., Taberlet, P. 1994. The use of chloroplast DNA to resolve plant phylogenies: noncoding versus rbcL sequences. Molecular Biology and Evolution, 11, 769-777.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. Ve Baba., M. T. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi: Damarlı Bitkiler. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul

Kaderheit, G., Borsch T., Weising K., ve Freitag H. 2003. Phylogeny of Amaranthaceae And Chenopodiaceae And The Evolution of C4 Photosynthesis,

Kapralov M. V., Akhani H., Voznesenskaya E. V., Edwards G. , Franceschi V., ve Eric H. Roalson. 2006. Phylogenetic Relationships in the Salicornioideae / Suaedoideae / Salsoloideae s.l. (Chenopodiaceae) Clade and a Clarification of the Phylogenetic Position of Bienertia and Alexandra Using Multiple DNA Sequence Datasets. Systematic Botany, 31 (3), 571-585.

Komarov, V. L., & Schischkin, B. K. 1963. Flora of the USSR:(Flora SSSR). Jerusalem [etc.]

Lomonosova, M. N., Krasnikova, S. A., Krasnikov, A. A., Sukhorukov, A. P., Bananova, V. A. ve Pavlova, N. S.. 2005. Chromosome numbers of Chenopodiaceae species from Russia and Kazakhstan. Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad). 90(7), 1132–1134.

Maxam, A.M. & Gilbert, W. 1980. Sequencing end-labeled DNA with base-specific chemical cleavages. Methods in Enzymology. 65, 499-560.

Post, G. E. 1932. Flora of Syria, Palestine, and Sinai (Vol. 1). Рипол Классик.

Rechinger, K. H., & Aellen, P. 1964. Flora of lowland Iraq (p. 637). Weinheim: J. Cramer.

Reveal, J. L. ve Chase, M. W. 2011. APG III: Bibliographical Information and Synonymy of Magnoliidae. PHYTOTAXA, 19, 71–134.

Sanger, F., Nicklen, S. & Coulson, A. R. 1977. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 74 (12), 5463-5467

Smith, L. M., Fung, S., Hunkapiller, M. W., Hunkapiller, T. J. & Hood, L. E. 1985. The synthesis of oligonucleotides containing an aliphatic amino group at the 5' terminus: synthesis of fluorescent DNA primers for use in DNA sequence analysis. Nucleic Acids Research, 13, 2399-2412.

Strasburger, E. 1910. Chromosomenzahl. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung. 100 (3), 398-446.

Takhtadzhyan, A. L., & Fedorov, A. A. 1972. Flora of Erevan.

Tan, K., Davis, P. H., Mill, R. R., & Kit, T. 1997. Chenopodiaceae. Flora hellenica, 1, 108-137.

Wen, Z. B., Zhang, M. L., Zhu, G. L., ve Sanderson, S. C. 2010. Phylogeny of Salsoleae sl (Chenopodiaceae) based on DNA sequence data from ITS, psbB–psbH, and rbcL, with emphasis on taxa of northwestern China. Plant Systematics and Evolution, 288(1-2), 25-42.

Xu, D. H., Abe, J., Sakai, M., Kanazawa, A., ve Shimamoto, Y. 2000. Sequence variation of non-coding regions of chloroplast DNA of soybean and related wild species and its implications for the evolution of different chloroplast haplotypes. Theoretical and Applied Genetics, 101(5-6), 724-732.

Xue, JuanJuan ve MingLi Z. 2011. Monophyly and infrageneric variation of Corispermum L.(Chenopodiaceae), evidence from sequence data psbB-psbH, rbcL and ITS. Journal of Arid Land, 3(4), 240-253.

Yaprak, A.E., 2012. Petrosimonia. In: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (edr.) Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul

Zhu G.L., Mosyakin S.L., Steven E.C. 2003. Flora of China, vol. 5, Science press, Beijing

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Batıkan GÜNAL
Doğum Yeri: Iğdır / Karakoyunlu
Doğum Tarihi: 23/04/1993
Medeni Hali: Bekar
Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise: İ.M.K.B. Kazım Karabekir Anadolu Lisesi, IĞDIR (2010)

Lisans: Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen Matematik Alanları Bölümü, Biyoloji Anabilim Dalı, ANKARA (2016)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü (Ankara) (Devam Ediyor)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Araştırma Görevlisi: Pamukkale Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı, DENİZLİ (2018 – Devam Ediyor)

<u>Yayınlar:</u>

Uluslararası Kongre Bildirileri:

1. **Günal B.,** Başköse İ., Yaprak A.E. (Mayıs 2018). Türkiye'de Yayılış Gösteren Petrosimonia (Chenopodiaceae) Taksonlarının Karyolojik Analizi (Poster Bildirisi). *1. Uluslararası Bitki Biyolojisi Kongresi*, Konya, Türkiye

2. **Günal B.,** Başköse İ., Yaprak A.E. (Temmuz 2018). New Distribution Records of Petrosimonia Bunge (Chenopodiaceae) in Turkey (Poster Bildirisi). *The 4th International Symposium on EuroAsian Biodiversity*, Kiev, Ukrayna