

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN ALKANNA TAUSCH
(BORAGINACEAE) CİNSİNE AİT TAKSONLARIN MOLEKÜLER
SİSTEMATİĞİ**

Belkıs YAPICI AKCA

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

ŞUBAT 2020

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN ALKANNA TAUSCH
(BORAGINACEAE) CİNSİNE AİT TAKSONLARIN MOLEKÜLER
SİSTEMATİĞİ**

Belkıs YAPICI AKCA

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

ŞUBAT 2020

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN ALKANNA TAUSCH
(BORAGINACEAE) CİNSİNE AİT TAKSONLARIN MOLEKÜLER
SİSTEMATİĞİ**

Belkıs YAPICI AKCA

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**(Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından 2014.03.0121.014 nolu proje ile desteklenmiştir)**

ŞUBAT 2020

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN *ALKANNA* TAUSCH
(BORAGINACEAE) CİNSİNE AİT TAKSONLARIN MOLEKÜLER
SİSTEMATİĞİ

Belkıs YAPICI AKCA

BİYOLOJİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez 03/02/2020 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

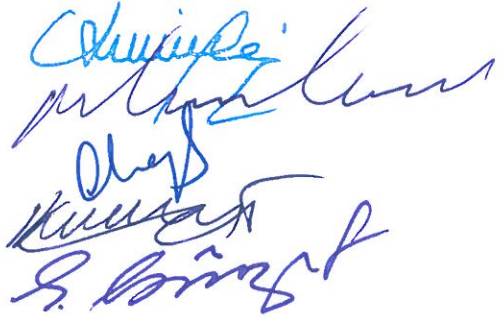
Prof. Dr. Hüseyin SÜMBÜL (Danışman)

Prof. Dr. Nedim MUTLU

Prof. Dr. Olcay DÜŞEN

Doç. Dr. Candan AYKURT

Doç. Dr. Rıza BİNİZET



ÖZET

TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN *ALKANNA* TAUSCH (BORAGINACEAE) CİNSİNE AİT TAKSONLARIN MOLEKÜLER SİSTEMATİĞİ

Belkıs YAPICI AKCA

Doktora Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin SÜMBÜL

Şubat 2020; 184 Sayfa

Alkanna Tausch cinsi dünya üzerinde yaklaşık 67 türden oluşan, Akdeniz ve İran-Turan bölgelerinde yayılış gösteren küçük bir cinstir. Dünya da yayılış gösteren *Alkanna* türlerinin yarıdan fazlası ülkemizde bulunmaktadır. Bu çalışmada ülkemizde yayılış gösteren *Alkanna* cinsinin filogenetik ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Türkiye’de kaydedilen 45 taksondan (39 tür) *A. viscidula* Boiss., *A. stribrnyi* Velen. ve *A. shattuckia* Post türleri toplanamadığı için 42 takson (36 tür) ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan arazi çalışmaları ile moleküler ve morfolojik verileri elde etmek için 100 farklı lokaliteden yaklaşık 250 örnek toplanmıştır. Bu örneklerden cpDNA *trnL*-F ve nrDNA *ITS* bölgelerinin dizileri edinilmiş ve edinilen bu DNA dizileri kullanarak maksimum parsimoni, maksimum olasılık ve Bayesian filogenetik analizleri gerçekleştirilmiştir. *ITS* dizileri ile yapılan çalışmada NCBI’den Türkiye’de yayılış gösteren türlere ait 25 sekans dizisi ile Türkiye Florası’nda bulunmayan *A. pindicola* Hausskn., *A. sandwithii* Rech.f. ve *A. scardica* Griseb. türleri de yer almıştır.

Alkanna cinsinin monofilisi hem *trnL*-F DNA bölgesi hem de *ITS* DNA bölgesi tarafından yüksek oranda desteklenmiştir. *ITS* bölgesi, *trnL*-F bölgesine göre daha bilgi verici bulunmuş, *Alkanna* taksonlarının filogenetik ilişkilerini daha iyi çözmüştür. *trnL*-F bölgesi *Alkanna* taksonlarının filogenetik ilişkilerini çözmede yetersiz kalmıştır.

ITS bölgesine göre yapılan analizler cins içerisinde Batı ve Doğu olmak üzere iki tür grubuna işaret etmektedir. Bu çalışma tür gruplarını göstermesi açısından da ilk çalışmadır. Buna göre *Alkanna* taksonlarının filogenetik ilişkileri ile yayılışları arasında paralel bir ilişki olduğu saptanmıştır. Doğu ve Batı tür gruplarını oluşturan taksonların ait oldukları fitocoğrafik bölgeler incelendiğinde birkaç istisna takson dışında, Doğu tür grubu genellikle İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait taksonlardan oluşurken, Batı tür grubunun Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait taksonlardan oluştuğu belirlenmiştir. Doğu ve Batı tür gruplarında habitat tercihinine göre de toprak ve kayalık alanda yetişen taksonlar olarak da bir ayırımın söz konusu olduğu belirlenmiştir.

Simpatrik yayılış gösteren farklı türler arası haplotip paylaşımı oldukça yaygın bulunmuştur. Bu durum lokal olarak farklılaşmayı desteklememektedir. Haplotip

paylaşımı türler arası gen havuzlarının birbirlerinden tam olarak ayrılmadığı görüşünü desteklemiştir.

Daha önce *A. angustifolia* Sümbül olarak yayınlanan ve sonrasında *A. verecunda* türü ile sinonim yapılan Akseki ve Taşkent *A. verecunda* populasyonlarının ITS dizilerinin aynı çıkması ve ortak haplotipe sahip olmaları aynı tür oldukları görüşünü desteklemektedir. Daha önce IUCN kırmızı listesinde ‘Yetersiz Verili (DD)’ sınıfında yer alan *A. amana* türü bu çalışma kapsamında 2015 yılında Amanos dağlarından yeniden toplanarak ‘Kritik (CR)’ tehlike kategorisi önerilmiştir.

Alkanna taksonlarının akrabalık ilişkilerinin ortaya konulması amacıyla moleküler verilerin yanında morfolojik verilerde kullanılmıştır. Morfolojik çalışmalar kapsamında *Alkanna* cinsine yeni eklenen türlerin de yer aldığı yeni bir teşhis anahtarı oluşturulmuş, cinsin betimi yapılmış ve türlerin tanıtımı verilmiştir. *Alkanna* cinsine ait 42 taksonda toplam 18 farklı morfolojik karakter belirlenerek maksimum parsimoni analizi gerçekleştirilmiştir. ITS bölgesinden elde edilen filogenetik ağaçlar *Alkanna cinsi* içerisinde fenotipik taksonların statülerini kısmi olarak desteklemiştir.

Bu çalışmada hem genetik hem de fenotipik veriler kullanılarak cinse ait taksonların statüleri sınanmıştır. Tez konusu kapsamında Türkiye’de yetişen *Alkanna* taksonları moleküler verilere göre filogenetik ilişkileri yönünden incelenmiştir. Filogenetik analizler akrabalık ilişkilerine ve yayılışlarına dair açıklayıcı bilgiler vermiştir. Bu bağlamda yapılan bu araştırma ülkemizde *Alkanna* cinsine ait taksonların filogenetik ilişkilerini iki farklı DNA bölgesine göre açıklamaya çalışan kapsamlı ilk çalışmadır. *Alkanna* cinsinin filogenetik ilişkilerinin bütünüyle çözülebilmesi için farklı gen bölgelerinin kullanılması gerektiği öngörülmüştür.

ANAHTAR KELİMELEER: *Alkanna*, Filogeni, ITS, trnL-F, Türkiye

JÜRİ: Prof. Dr. Hüseyin SÜMBÜL

Prof. Dr. Nedim MUTLU

Prof. Dr. Olcay DÜŞEN

Doç. Dr. Candan AYKURT

Doç. Dr. Rıza BİNİZET

ABSTRACT

MOLECULAR SYSTEMATIC ANALYSIS OF THE GENUS *ALKANNA* TAUSCH (BORAGINACEAE) TAXA DISTRIBUTED IN TURKEY

Belkıs YAPICI AKCA

PhD. Thesis in BIOLOGY

Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin SÜMBÜL

February 2020; 184 Pages

The *Alkanna* Tausch is a small genus consisting of 67 species in the world with a distribution in the Mediterranean and Iranian-Turanian regions. Turkey inhabits more than half of the *Alkanna* species present in the world. The aim of the study was to determine the phylogenetic relationships of the *Alkanna* genus, having country-wide distribution.

Because *A. viscidula* Boiss., *A. sibirnyi* Velen. and *A. shattuckia* Post could not be collected, instead of 45 taxa (39 species), 42 taxa (36 species) were studied. The plant material included 250 samples collected from 100 different geographic location to collect both morphological and molecular data. The partial gene sequences of chloroplast ‘cpDNA *trnL-F*’ and nuclear ‘nrDNA *ITS*’ were obtained from the samples and maximum parsimony, maximum likelihood and Bayesian phylogenetic analyzes were performed. In analysis of *ITS* region, sequences that belong to 25 species known to exist in Turkey and *A. pindicola* Hausskn., *A. sandwithii* Rech.f. and *A. scardica* Griseb., which do not exist in the country were also retrieved from NCBI.

Monophyly of the genus *Alkanna* is highly supported by both the *trnL-F* and the *ITS* DNA regions. The *ITS* region was found to be more informative than the *trnL-F* region and better resolved the phylogenetic relationships of *Alkanna* taxa. *trnL-F* region was insufficient to solve the phylogenetic relationships of *Alkanna* taxa.

Analyzes made according to the *ITS* gene sequence indicate two distinct groups in the genus, West and East. This is the first study identifying the groups of the species. Thus, relationship between the phylogenetic of *Alkanna* taxa and their geographic distributions has been determined. When the phytogeographical regions of the taxa that make up the Eastern and Western species groups are examined, with a few exceptions, the Eastern species group generally consists of taxa belonging to Iranian-Turanian phytogeographical region while the Western species group consisted of taxa belonging to Mediterranean phytogeographical region. According to habitat preference in eastern and western species groups, it is determined that there is a distinction as taxa growing in soil and rocky areas.

Haplotype sharing among different species with sympatric distribution was found quite common. This does not support local differentiation. Haplotype sharing supported the view that inter-species gene pools are not completely separated from each other.

The fact that the populations of Akseki and Taşkent *A. verecunda*, which were previously published as *A. angustifolia* Sümbül and later synonymed with *A. verecunda* species, have the same *ITS* gene sequences with a common haplotype and are considered to be the same species. *A. amana*, which was previously included in the ‘Data Deficient (DD)’ class in the IUCN red list, was re-collected from the Amanos mountains in 2015 and transferred to the ‘Critically Endangered (CR)’ category.

In order to reveal phylogenetic relationships of *Alkanna* taxa, morphological data are used in addition to molecular data. Within the scope of morphological studies, a new identification key including the newly added species to the *Alkanna* genus was created, the genus was described and the description of the species was given. A total of 18 different morphological characters were determined in 42 taxa belonging to the genus *Alkanna* and maximum parsimony analysis was performed. Phylogenetic trees obtained from the *ITS* region partially supported the status of phenotypic taxa within the genus *Alkanna*.

In this study, the statuses of taxa belonging to the genus were tested by using both genetic and phenotypic data. Within the scope of the thesis, *Alkanna* taxa grown in Turkey were examined in terms of phylogenetic relationships based on molecular data. Phylogenetic analysis shed light on kinship relationships and their distribution. In this context, this is the first comprehensive study to explain the phylogenetic relationships, based on two different gene regions, of taxa belonging to the *Alkanna* genus in Turkey. It is concluded that different gene regions should be included in order to fully resolve the phylogenetic relationships of the *Alkanna* genus.

KEYWORDS: *Alkanna*, *ITS*, Phylogeny, *trnL-F*, Turkey

COMMITTEE: Prof. Dr. Hüseyin SÜMBÜL

Prof. Dr. Nedim MUTLU

Prof. Dr. Olcay DÜŞEN

Assoc. Prof. Dr. Candan AYKURT

Assoc. Prof. Dr. Rıza BİNİZET

ÖNSÖZ

Anadolu doğal olarak yayılış gösteren birçok bitki türünün ev sahibidir. Bitki çeşitliliği açısından ılıman kuşak ülkeleri arasında önemli bir yere sahip olan Türkiye Florası'nın üçte birini endemik bitkiler oluşturmaktadır. Dünya da yaklaşık 67 tür ile temsil edilen ve Boraginaceae familyasında yer alan *Alkanna* cinsi, diğer ülkeler ile kıyaslandığında hem tür sayısı hem de endemizm oranı bakımından ülkemiz için oldukça önemlidir.

Geleneksel yöntemlerle morfolojiye dayalı olarak çalışılan sistematik biyoloji özellikle son dönemde, moleküler biyolojideki gelişmelere paralel olarak bir dönüşüm yaşamaya başlamıştır. Kolaylıkla elde edilen DNA dizileri filogenetik ilişkilerin saptanmasına olanak sağlamıştır. Tüm dünyada çiçekli bitkilerin sınıflandırılmasında filogenetik çalışmalar yapılmaktadır. Son yıllarda Angiosperm Filogeni Grubu tarafından modern sınıflandırma teknikleri kullanılarak yapılan çalışmalarda daha önce Lamiales takımı içinde yer alan Boraginaceae familyası, 2009 yılından 2016 yılına kadar hiçbir takıma yerleştirilememiştir. Farklı gen bölgeleri kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda ise 2016 yılında Boraginaceae familyası Boraginales takımı içinde yer almıştır. Bu da bize günümüzde objektif ve doğal bir sınıflandırma yapabilmemiz için Boraginaceae familyasının üzerinde çok sayıda gen bölgesinin kullanılmasının önemini göstermektedir. Fakat Angiosperm Filogeni Grubu'nun yaptığı bu çalışmalarda *Alkanna* cinsine ait çok az tür kullanılmıştır. Doğal bir sınıflandırma yapabilmek ve doğada var olan özellikleri olduğu gibi yansıtabilmek için doğada var olan tüm türlerin de eksiksiz olarak kullanılması gerekmektedir. Tez konusu kapsamında Türkiye'de yetişen *Alkanna* taksonları moleküler verilere göre filogenetik ilişkileri yönünden incelenmiştir. Bu bağlamda yapılan bu araştırma *Alkanna* cinsine ait taksonların filogenetik ilişkilerini iki farklı gen bölgesin göre açıklamaya çalışan kapsamlı ilk çalışmadır. Aynı zamanda bu araştırma temelde moleküler bir çalışma olmasının yanında, hem kıyaslama yapmak ve hem de *Alkanna* cins içi akrabalık ilişkilerini açıklaması açısından yararlılığının araştırılması için morfolojik karakterlerde kullanılmıştır. Çalışmanın ileride *Alkanna* cinsinin sınıflandırılması adına farklı gen bölgeleri kullanılarak yapılacak olan moleküler çalışmalara temel olması ve ışık tutması amaçlanmıştır.

Tez çalışmamın her aşamasında desteğini gördüğüm, değerli bilgisi ve tecrübesiyle beni yönlendiren, danışman hocam sayın Prof. Dr. Hüseyin SÜMBÜL'e (Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü), tez izleme komitesinde yer alan, yapıcı eleştiri ve önerileriyle değerli katkılarda bulunan sayın Doç. Dr. Candan AYKURT'a (Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü), tez izleme komitesinde yer alan, moleküler çalışmalar kapsamında değerli görüşleriyle büyük katkıları olan ve Tarımsal Biyoteknoloji Bölüm laboratuvarının olanaklarından yararlanmamı sağlayan sayın Prof. Dr. Nedim MUTLU'ya, (Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü), önerileriyle değerli katkılarda bulunan sayın Prof. Dr. Olcay DÜŞEN (Pamukkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü) ve sayın Doç. Dr. Rıza BİNZE'ye (Mersin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü), moleküler çalışmalar sırasında değerli görüşlerini ve desteğini benden esirgemeyen, özellikle DNA izolasyonu aşamasındaki yardımlarından dolayı sayın Dr. Öğretim Üyesi Hatice İKTEN'e (Akdeniz Üniversitesi,

Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü), değerli görüş ve önerilerinden yararlandığım sayın Dr. Öğretim Üyesi Cengiz İKTEN'e (Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü), önerileriyle değerli katkılarda bulunan, analizler sırasındaki yardımlarını ve desteğini benden esirgemeyen sayın Doç. Dr. Sarp KAYA'ya (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü), laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarından dolayı sayın Doktora Öğrencisi Cansu ŞİMŞEK'e (Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü) ve sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Yeliz YILMAZ'a, yurt dışındaki herbaryumlardan bazı örneklerin fotoğraflarını ve tez konusuyla ilgili kaynakları temin eden sayın Barış AKCA'ya (Goethe Universität, Biologie auf Lehramt), yazım aşamasındaki yardımlarından dolayı sayın Sinem OKTAY'a, sayın Bilge TEKİN'e ve sayın Kubilay BARAN'a, araştırmama maddi destek sağlayan Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje no: 2014.03.0121.014), tezimin başından sonuna kadar maddi ve manevi destekleriyle hep yanımda olan değerli annem ve babama, tez çalışmamın her aşamasında gösterdiği fedakarlık, sonsuz sabır, destek ve arazi çalışmalarındaki özverili yardımlarından dolayı değerli eşim Biyoloji Öğretmeni Mahir AKCA başta olmak üzere ailemin diğer fertlerine ve burada isimlerini veremediğim emeği geçen herkese en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
AKADEMİK BEYAN	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xx
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	6
2.1. Boraginaceae Familyasının Tarihçesi ve Taksonomisi.....	6
2.2. <i>Alkanna</i> Tausch Cinsinin Tarihçesi ve Taksonomisi.....	8
2.3. <i>Alkanna</i> Cinsinin Morfolojisi.....	9
2.4. <i>Alkanna</i> Cinsinin Yayılışı.....	10
2.5. <i>Alkanna</i> Cinsinin Kullanımı.....	15
2.6. <i>Alkanna</i> Cinsi İle İlgili Yapılan Morfolojik Çalışmalar.....	15
2.7. <i>Alkanna</i> Cinsi İle İlgili Yapılan Moleküler Çalışmalar.....	16
2.8. Moleküler Sistematik’de Kullanılan DNA Çeşitleri.....	17
2.8.1. nrDNA <i>ITS</i> bölgeleri.....	17
2.8.2. cpDNA <i>trnL-F</i> bölgeleri.....	18
3. MATERYAL VE METOD.....	20
3.1. Arazi Çalışmaları	20
3.2. Morfolojik Çalışmalar.....	20
3.2.1. Karakter araştırması.....	21
3.2.2. Karakter tiplerinin ve polarite kararının verilmesi.....	23
3.2.3. Karakterlerin takson karakter matriksi biçiminde kodlanması.....	23
3.2.4. Morfolojik verilere göre ağaç oluşturma.....	23
3.3. Moleküler Çalışmalar.....	26
3.3.1. Genomik DNA izolasyonu.....	26
3.3.2. PZR uygulamaları.....	32
3.3.3. Agaroz jel elektroforezi.....	34
3.3.4. Tanımlayıcı DNA veri analizleri.....	35
3.4. Filogenetik Analizler ve Sonuçların Değerlendirilmesi.....	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	39

4.1. Morfolojik Çalışmalar.....	39
4.1.1. <i>Alkanna</i> Tausch cinsinin morfolojik betimi.....	39
4.1.2. Tür teşhis anahtarı.....	40
4.1.3. Türkiye <i>Alkanna</i> Tausch türlerinin tanıtımı.....	44
4.1.3.1. <i>Alkanna amana</i> Rech.f.,.....	44
4.1.3.2. <i>Alkanna areolata</i> Boiss.....	46
4.1.3.3. <i>Alkanna attilae</i> P. H. Davis.....	50
4.1.3.4. <i>Alkanna aucheriana</i> A. DC.....	52
4.1.3.5. <i>Alkanna cappadocica</i> Boiss. & Balansa.....	54
4.1.3.6. <i>Alkanna confusa</i> Sam. ex. Rech. f.....	56
4.1.3.7. <i>Alkanna cordifolia</i> K. Koch.....	58
4.1.3.8. <i>Alkanna dumanii</i> Sümbül.....	60
4.1.3.9. <i>Alkanna froedinii</i> Rech. f.....	62
4.1.3.10. <i>Alkanna haussknechtii</i> Bornm.....	64
4.1.3.11. <i>Alkanna hirsutissima</i> (Bertol.) A. DC.....	66
4.1.3.12. <i>Alkanna hispida</i> Hub.- Mor.....	68
4.1.3.13. <i>Alkanna incana</i> Boiss.....	70
4.1.3.14. <i>Alkanna kotschyana</i> A. DC.....	72
4.1.3.15. <i>Alkanna macrophylla</i> Boiss. & Heldr.....	74
4.1.3.16. <i>Alkanna macrosiphon</i> Boiss. & Heldr.....	76
4.1.3.17. <i>Alkanna malatyana</i> Şenol & Yıldırım.....	78
4.1.3.18. <i>Alkanna megacarpa</i> A. DC.....	80
4.1.3.19. <i>Alkanna milliana</i> Sümbül.....	82
4.1.3.20. <i>Alkanna mughlae</i> H. Duman, Güner & Şağban.....	84
4.1.3.21. <i>Alkanna oreodoxa</i> Hub. – Mor.....	86
4.1.3.22. <i>Alkanna orientalis</i> (L.) Boiss.....	88
4.1.3.23. <i>Alkanna pamphylica</i> Hub.- Mor. & Reese.....	92
4.1.3.24. <i>Alkanna phrygia</i> Bornm.....	94
4.1.3.25. <i>Alkanna pinardii</i> Boiss.....	96
4.1.3.26. <i>Alkanna primuliflora</i> Griseb.....	98
4.1.3.27. <i>Alkanna pseudotinctoria</i> Hub.- Mor.....	100
4.1.3.28. <i>Alkanna punctulata</i> Hub.- Mor.....	102
4.1.3.29. <i>Alkanna saxicola</i> Hub.- Mor.....	104

4.1.3.30. <i>Alkanna sieheana</i> Rech. f.....	106
4.1.3.31. <i>Alkanna strigosa</i> Boiss. & Hohen.....	108
4.1.3.32. <i>Alkanna sumbulii</i> Yıld.....	110
4.1.3.33. <i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tausch.....	112
4.1.3.34. <i>Alkanna trichophila</i> Hub.- Mor.....	120
4.1.3.35. <i>Alkanna tubulosa</i> Boiss.....	124
4.1.3.36. <i>Alkanna verecunda</i> Hub.- Mor.....	126
4.1.4. Morfolojik verilerin analizleri.....	128
4.2. Moleküler Çalışmalar.....	134
4.2.1. <i>trnL-F</i> bölgesine ait filogenetik analizler.....	139
4.2.2. <i>ITS</i> bölgesine ait filogenetik analizler.....	148
5. SONUÇLAR	172
6. KAYNAKLAR	175
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Türkiye’de Yayılış Gösteren *Alkanna* Tausch (Boraginaceae) Cinsine Ait Taksonların Moleküler Sistematiği” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

03/02/2020

Belkıs YAPICI AKCA



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde
+	: Artı
Γ	: Gamma
°C	: Santigrad derece
μ l	: Mikrolitre
Cl	: Kloroform İzooamail
ddH ₂ O	: Çift distile su
gr	: Gram
H	: Hacim
L	: Litre
m	: metre
ml	: mililitre
M	: Molar
mM	: Milimolar
Mg	: miligram
MgCl ₂	: Magnezyum klorür
ml	: mililitre
mRNA	: Mesajcı Ribonükleik Asit
mtDNA	: Mitokondri DNA'sı
NaCl	: Sodyum klorür
ng	: Nanogram
pH	: Asit ölçer
UV	: Ultraviyole
~	: Yaklaşık

Kısaltmalar

A	: Adenin
AIC	: Akaike Information Criterion
AEF	: Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu
AKDU	: Akdeniz Üniversitesi Herbaryumu
ANK	: Ankara Üniversitesi Herbaryumu
APG	: Angiosperm Filogeni Grup
B	: Berlin Herbaryumu
bp	: Baz çifti
bç	: Baz çifti
BF	: Bayesian Filogenetik Analizi
Bkz	: Bakınız
C	: Sitozin
CI	: Consistency Index
cpDNA	: Kloroplast Deoksiriboz Nükleik Asit
CR	: Critically Endangered
CTAB	: Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide
DNA	: Deoksiriboz Nükleik Asit
dNTP	: Deoxynucleotidtrifosfat
E	: Edinburg Herbaryumu
EDTA	:Ethylenediaminetetraaceticacid
EGE	: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu
ERCH	: Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu
EtBr	: Etidyum Bromür
ETOH	: Etil alkol
FASTA	: Nükleotid sekansların diziminde kullanılan biyoinformatik format

G	: Guanin
G	: Cenevre Herbaryumu
G	: Gamma distribution
GAZI	: Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Herbaryumu
GOET	: Göttingen Herbaryumu
h	: Haplotip
HCL	: Hidroklorik Asit
HUB	: Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu
InL	: log-likelihood
ITS	: Internal Transcribed Spacers
ISTE	: İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu
ISTF	: İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu
IUCN	: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
K	: Kew Herbaryumu
Kb	: Kilobaz çifti
MEGA	: Molecular evolutionary genetics analysis
MO	: Maksimum olasılık
MÖ.	: Milattan Önce
MP	: Maksimum parsimoni
mt DNA	: Mitokondriyal Deoksiriboz Nükleik Asit
nrDNA	: Nüklear Deoksiriboz Nükleik Asit
P	: Paris Herbaryumu
PAUP	: Phylogenetic analysis using parsimony program
PVP	: Polivinil
PZR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RI	: Retention index

RNA	: Ribozomal N�kleikasit
Rpm	: Round per minute
T	: Timin
TBE	: Trise Borat EDTA
TBR	: Tree Bisection-Reconnection
ti	: Transisyon
tv	: Transversiyon
TVM	: Transversion Model
VANF	: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu
vd	: ve diğ�rleri
WU	: Viyana Üniversitesi Herbaryumu
yy.	: Yüz Yıl

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>Alkanna</i> cinsinin Akdeniz Havzası yayılış haritası.....	10
Şekil 2.2. <i>Alkanna</i> taksonlarının grid sistemine göre yayılışı.....	13
Şekil 3.1. cpDNA <i>trnL-F</i> bölgesi	32
Şekil 3.2. nrDNA <i>ITS</i> bölgesi	34
Şekil 4.1. <i>A. amana</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	45
Şekil 4.2. <i>A. amana</i> 'nın toplandığı lokalite.....	45
Şekil 4.3. <i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> 'nın genel görünüşü.....	48
Şekil 4.4. <i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	48
Şekil 4.5. <i>A. areolata</i> var. <i>sublaevis</i> 'in genel görünüşü.....	49
Şekil 4.6. <i>A. areolata</i> var. <i>sublaevis</i> 'in toplandığı lokalite.....	49
Şekil 4.7. <i>A. attilae</i> 'nin tip örneği.....	51
Şekil 4.8. <i>A. attilae</i> 'nin toplandığı lokaliteler.....	51
Şekil 4.9. <i>A. aucheriana</i> 'nın genel görünüşü.....	53
Şekil 4.10. <i>A. aucheriana</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	53
Şekil 4.11. <i>A. cappadocica</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	55
Şekil 4.12. <i>A. cappadocica</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	55
Şekil 4.13. <i>A. confusa</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	57
Şekil 4.14. <i>A. confusa</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	57
Şekil 4.15. <i>A. cordifolia</i> 'nın genel görünüşü.....	59
Şekil 4.16. <i>A. cordifolia</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	59
Şekil 4.17. <i>A. dumanii</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	61
Şekil 4.18. <i>A. dumanii</i> 'nin toplandığı lokalite.....	61
Şekil 4.19. <i>A. froedinii</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	63

Şekil 4.20. <i>A. froedinii</i> 'nin toplandığı lokaliteler.....	63
Şekil 4.21. <i>A. haussknechtii</i> 'nin genel görünüşü.....	65
Şekil 4.22. <i>A. haussknechtii</i> 'nin toplandığı lokalite.....	65
Şekil 4.23. <i>A. hirsutissima</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	67
Şekil 4.24. <i>A. hirsutissima</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	67
Şekil 4.25. <i>A. hispida</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	69
Şekil 4.26. <i>A. hispida</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	69
Şekil 4.27. <i>A. incana</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	71
Şekil 4.28. <i>A. incana</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	71
Şekil 4.29. <i>A. kotschyana</i> 'nın genel görünüşü.....	73
Şekil 4.30. <i>A. kotschyana</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	73
Şekil 4.31. <i>A. macrophylla</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	75
Şekil 4.32. <i>A. macrophylla</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	75
Şekil 4.33. <i>A. macrosiphon</i> 'nun genel görünüşü.....	77
Şekil 4.34. <i>A. macrosiphon</i> 'nun toplandığı lokalite.....	77
Şekil 4.35. <i>A. malatyana</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	79
Şekil 4.36. <i>A. malatyana</i> 'nın toplandığı lokalite.....	79
Şekil 4.37. <i>A. megacarpa</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	81
Şekil 4.38. <i>A. megacarpa</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	81
Şekil 4.39. <i>A. milliana</i> 'nın genel görünüşü.....	83
Şekil 4.40. <i>A. milliana</i> 'nın toplandığı lokalite.....	83
Şekil 4.41. <i>A. mughlae</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	85
Şekil 4.42. <i>A. mughlae</i> 'nin toplandığı lokaliteler.....	85
Şekil 4.43. <i>A. oreodoxa</i> 'nın genel görünüşü.....	87
Şekil 4.44. <i>A. oreodoxa</i> 'nın toplandığı lokalite.....	87

Şekil 4.45. <i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	90
Şekil 4.46. <i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> 'in toplandığı lokaliteler.....	90
Şekil 4.47. <i>A. orientalis</i> var. <i>leucantha</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	91
Şekil 4.48. <i>A. orientalis</i> var. <i>leucantha</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	91
Şekil 4.49. <i>A. pamphylica</i> 'nın genel görünüşü.....	93
Şekil 4.50. <i>A. pamphylica</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	93
Şekil 4.51. <i>A. phrygia</i> 'nın genel görünüşü.....	95
Şekil 4.52. <i>A. phrygia</i> 'nın toplandığı lokalite.....	95
Şekil 4.53. <i>A. pinardii</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	97
Şekil 4.54. <i>A. pinardii</i> 'nin toplandığı lokalite.....	97
Şekil 4.55. <i>A. primuliflora</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	99
Şekil 4.56. <i>A. primuliflora</i> 'nın toplandığı lokalite.....	99
Şekil 4.57. <i>A. pseudotinctoria</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	101
Şekil 4.58. <i>A. pseudotinctoria</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	101
Şekil 4.59. <i>A. punctulata</i> 'nın genel görünüşü.....	103
Şekil 4.60. <i>A. punctulata</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	103
Şekil 4.61. <i>A. saxicola</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	105
Şekil 4.62. <i>A. saxicola</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	105
Şekil 4.63. <i>A. sieheana</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	107
Şekil 4.64. <i>A. sieheana</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	107
Şekil 4.65. <i>A. strigosa</i> 'nın genel görünüşü.....	109
Şekil 4.66. <i>A. strigosa</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	109
Şekil 4.67. <i>A. sumbulii</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	111
Şekil 4.68. <i>A. sumbulii</i> 'nin toplandığı lokalite.....	111

Şekil 4.69. <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>anatolica</i> 'nın genel görünüşü.....	116
Şekil 4.70. <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>anatolica</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	116
Şekil 4.71. <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>glandulosa</i> 'nın genel görünüşü.....	117
Şekil 4.72. <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>glandulosa</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	117
Şekil 4.73. <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i> 'nın genel görünüşü ve çiçek.....	118
Şekil 4.74. <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	118
Şekil 4.75. <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> 'nın genel görünüşü.....	119
Şekil 4.76. <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	119
Şekil 4.77. <i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	122
Şekil 4.78. <i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i> 'in toplandığı lokaliteler.....	122
Şekil 4.79. <i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek	123
Şekil 4.80. <i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i> 'nın toplandığı lokalite.....	123
Şekil 4.81. <i>A. tubulosa</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	125
Şekil 4.82. <i>A. tubulosa</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	125
Şekil 4.83. <i>A. verecunda</i> : a- genel görünüşü, b- çiçek.....	127
Şekil 4.84. <i>A. verecunda</i> 'nın toplandığı lokaliteler.....	127
Şekil 4.85. Morfolojik karakterlerin maksimum parsimoni katı uyum özet ağacı	129
Şekil 4.86. Morfolojik karakterlerin maksimum parsimoni çoğunluk özet ağacı.....	130
Şekil 4.87. <i>Alkanna</i> cinsinin <i>trnL-F</i> bölgesi ile MP analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç	142
Şekil 4.88. <i>Alkanna</i> cinsinin <i>trnL-F</i> bölgesi ile MO analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç	143
Şekil 4.89. <i>Alkanna</i> cinsinin <i>trnL-F</i> bölgesi ile BF analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç	144
Şekil 4.90. <i>Alkanna</i> cinsinin <i>ITS</i> bölgesi ile MP analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç	152

Şekil 4.91. <i>Alkanna</i> cinsinin <i>ITS</i> bölgesi ile MO analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç.....	153
Şekil 4.92. <i>Alkanna</i> cinsinin <i>ITS</i> bölgesi ile BF analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç.....	154

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. <i>Alkanna</i> cinsinin önerildiği tribuslar ve otörleri	7
Çizelge 2.2. <i>Alkanna</i> Tausch cinsinin taksonomisi.....	9
Çizelge 2.3. Dünya <i>Alkanna</i> türleri ve yayılış gösterdikleri ülkeler.....	11
Çizelge 2.4. Ülkemizde kaydedilen <i>Alkanna</i> taksonları ve Türkiye yayılışları.....	14
Çizelge 3.1. Veri matrisinde kullanılan karakterler ve kodları.....	22
Çizelge 3.2. Kullanılan taksonlar ve belirlenen karakterlerin veri matrisi.....	24
Çizelge 3.3. DNA izolasyon çalışmaları yapılan ve PZR’da kullanılan taksonlara ait arazi numaraları, lokalite bilgileri ve örnek sayıları.....	28
Çizelge 3.4. cpDNA <i>trnL</i> -F bölgesine ait primer adı, sekansı ve baz çifti sayısı.....	32
Çizelge 3.5. cpDNA <i>trnL</i> -F bölgesi PZR koşulları	33
Çizelge 3.6. cpDNA <i>trnL</i> -F bölgesi çoğaltma şartları	33
Çizelge 3.7. nrDNA <i>ITS</i> bölgesine ait primer adı, sekansı ve baz çifti sayısı.....,.....	33
Çizelge 3.8. nrDNA <i>ITS</i> bölgesi PZR koşulları.....	34
Çizelge 3.9. nrDNA <i>ITS</i> bölgesi çoğaltma şartları	34
Çizelge 3.10. NCBI’den alınan dış grup olarak seçilen DNA dizileri.....	35
Çizelge 3.11. NCBI’ den alınan iç grup olarak seçilen nrDNA <i>ITS</i> dizileri.....	36
Çizelge 4.1. <i>Alkanna</i> taksonlarına ait örneklerin DNA spektrofotometrik değerleri...136	
Çizelge 4.2. <i>Alkanna</i> taksonlarının <i>trnL</i> -F bölgelerine ait haplotipler.....	140
Çizelge 4.3. <i>Alkanna</i> taksonlarının <i>ITS</i> bölgelerine ait haplotipler.....	149

1. GİRİŞ

Anadolu biyolojik çeşitlilik açısından dünyada önemli bir yere sahiptir. Bu biyolojik çeşitlilik, jeolojik tarihsel süreçte geçirdiği değişimler sonucu şekillenmiştir. Günümüz de Türkiye'nin dünya üzerindeki konumu, Batı Asya ve Doğu Avrupa arasında yer alması, üç tarafının denizlerle çevrili olması, üç farklı fitocoğrafik bölgenin (İran-Turan, Avrupa-Sibiry ve Akdeniz) kesişim noktasında bulunması, değişken iklimsel, topografik, jeomorfolojik özelliklere sahip olması, deniz seviyesinden 5000 m'lere kadar değişen yükselti farklılıkları ve zengin habitat çeşitliliği gibi etmenlerin bileşimi tür çeşitliliğine yansımıştır (Davis ve Hedge 1975; Atalay 1994; Şekercioğlu 2011).

Anadolu'nun sahip olduğu zengin bitki çeşitliliği geçmişten günümüze birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Anadolu florasında bulunan bitkileri ilk araştıran kişiler Hipokrat (MÖ. 460-377), Pedanius Dioskorides (I.yy), Galen (2.yy), İbn-i Baytar (13.yy) gibi genellikle hekim ve eczacılardır. Daha sonraki dönemlerde bitki toplamak amacıyla ilk gelen araştırmacılar Pierre Belon, Leonhard Rauwolf ve Joseph Pitton Tournefort olmuştur. Pierre Belon İstanbul, Ege Adaları, İzmir ve Uludağ, Leonhard Rauwolf Urfa, Antep, Joseph Pitton Tournefort ise İstanbul, Tokat, Erzurum, Ağrı, Van ve Trabzon civarlarından bitki örnekleri toplamışlardır. Rauwolf Anadolu'dan 338 örnekten oluşan ilk herbaryum örneklerini toplayan kişidir. Rauwolf'un topladığı örnekler Hollanda'da bulunan Rijks herbaryumunda muhafaza edilmiştir (Baytop 2000). Fransız Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708) Anadolu'ya özellikle floristik araştırma yapmak için gelen ilk botanikçi olarak kabul edilir (Yıldırım 2014). Anadolu'dan bitki toplayan bu araştırmacıları sonraki yıllarda İngiliz botanikçi William Sherard (1659-1728), J. C. Buxbaum (1693-1730), Linne'nin öğrencisi botanikçi J. P. Forsskal (1732-1763), John Sibthorp (1758-1796), P. M. R. Aucher-Eloy (1792-1838), F. W. Noe (1798-1858), H. F. Jaubert (1798-1874), Alman botanikçi E. Wiedemann (?-1844), G. C. de Montbret (1805-1837), K. H. E. Koch (1809-1879), T. C. M. Kotschy (1813-1866), B. Balansa (1825-1891), A. H. R. Grisebach (1814-1879), T. H. H. von Heldreich (1822-1902), Alman eczacı ve botanikçi H. K. Haussknecht (1838-1903), G. E. Post (1838-1909), P. E. E. Sintenis (1847-1907), Anadolu'dan bitki toplayan ilk kadın botanikçi olan F. A. Shepard (1856-1920), W. E. Siehe (1859-1928), J. F. N. Bornmueller (1862-1948) gibi araştırmacılar takip etmiştir (Baytop 2002, 2005, 2012; Yıldırım 2014).

Cumhuriyet öncesi İstanbul'da Dr. Salih Efendi (1816-1895), Dr. Esat Şerafettin (1866-1942), Dr. Mehmet Ali Paşa (1873-1914) ve Dr. Şerafettin Tervik Tertemiz (1879-1957) botanik dersleri vermişler ve Türkiye florasına katkı sağlayacak çalışmalar yapmışlardır (Baytop 2001).

Cumhuriyet'in ilanından sonraki yıllarda ise K. Krause (1883-1963), O. Schwarz (1900-1983), A. Heilbronn (1885-1961), H. K. Rechinger (1906-1998), C. A. von Regel (1890-1970), E. K. Balls (1892-1984), M. Zohary (1898-1983), O. A. K. Schwarz (1900-1983) Anadolu'dan bitki örnekleri toplayan diğer botanikçilerdir (Yıldırım 2014). Türkiye Florası üzerine en çok araştırma yapanların başında A. Huber-Morath (1901-1990) ve P. H. Davis (1918-1992) gelmektedir. Huber-Morath 1935-1969 yılları arasında ülkemize 16 gezi düzenlemiştir. Topladığı 30.000 bitki örneği günümüzde Cenevre herbaryumunda muhafaza edilmektedir. Davis ise ülkemize 1938-1966 yılları

arasında 11 gezi düzenlemiş ve Anadolu'dan 30.000 bitki örneği toplamıştır (Ekim vd. 1997).

Hikmet Birand (1904-1972), Kamil Karamanoğlu, Baki Kasaplıgil, Turhan Baytop (1920-2002), Asuman Baytop, Hüsnü Demiriz (1920-1999), Rıza Çetik (1922-1985) ve Necmettin Zeybek gibi araştırmacılarda Anadolu florasına çok önemli katkılarda bulunmuşlardır (Baytop 2001).

Ülkemiz florası ile ilgili ilk önemli eser İsviçreli botanikçi Pierre Edmond Boissier (1810-1885)'in altı ciltten oluşan "Flora Orientalis" (Doğu Ülkeleri Florası) adlı eseridir. Türkiye Florası üzerine yapılan en önemli eser ise P. H. Davis'in editörlüğünü yaptığı dokuz ciltlik "Flora of Turkey and the East Aegean Island"dır (Davis 1965-1985). Türkiye Florası'nın yayınlanmasından sonra çok sayıda yeni takson ortaya çıkarılmış ve bu taksonların yer aldığı ek bir cilt yayınlanmıştır (Davis vd. 1988). Daha sonra yapılan çalışmalarda Türkiye Florası'na ilave edilen yeni kayıt ve taksonlar için ikinci bir ek cilt yayınlanmıştır (Güner vd. 2000). Ülkemiz florası ile ilgili son kapsamlı eser ise Türk botanikçiler tarafından hazırlanan ve 2012 yılında yayınlanan "Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)"dir (Güner vd. 2012).

Floristik çalışmalarda her geçen gün tespit edilen yeni kayıt ve tanımlanan yeni türler Türkiye Florasının tam anlamıyla tamamlanmadığını göstermektedir. "Flora of Turkey and the East Aegean Island" adlı eserin yazılması sırasında sınırlı zaman ve materyal ile çalışıldığından dolayı birçok cinsteki eksiklikler yine bu eserde belirtilmiş, ancak çözüm getirilememiştir (Davis 1965-1985). Bitki örnekleri teşhis edilirken ki sorunlar, bazı cins hatta familyalardaki problemler, taksonların varyasyon sınırlarının ve yeni taksonların tespiti için genellikle cins düzeyinde revizyon çalışmalarına ağırlık verilmiştir.

Geleneksel bitki taksonomisi çalışmaları diğer organizmalarda olduğu gibi genellikle morfolojik karakterlere dayalı tanımlamaya dayanmaktadır. Fakat bu tanımlama çalışmaları da doğal bir sınıflandırma yapılması adına bitkilerin sistematik kategorilerini tanımlamaya bazen yeterli olmamaktadır. Bazen farklı habitatlarda yaşayan organizmalarda oldukça fazla değişiklikler meydana gelir, böylece aynı türlere ait organizmalar farklı morfolojik ve anatomik özellikler gösterirler. Doğal habitatlar içinde genomun yapısı üzerine çevre şartlarının etkisi olmaktadır. Bu nedenle genotip; fenotipten daha stabildir ve genetik özellikler taksonomide; morfolojik ve anatomik özellikleri kesinleştirmeye yardımcı olur (Guzow vd. 2001). Moleküler teknikler, diğer tekniklere göre daha fazla avantajlara sahip olup, çevresel faktörlerden etkilenmezler ve polimorfizm oranları yüksektir. Aynı zamanda pleiotropik ve epistatik etki göstermezler (Bretting ve Widrechner 1995; Javornik 2002).

Anadolu florasını oluşturan bitkileri üç grupta toplayabiliriz. Bunlar: buzul devirleri sırasında göç ederek Anadolu'ya sığınmış türler, Tersiyer'den günümüze kadar korunabilmiş türler, son olarak da yeni ortam koşullarına ve değişimlere uyum sağlamış veya farklı tür oluşum mekanizmaları sonucu oluşmuş türlerdir. Oluşan bu türler geçmişten günümüze kalmış kalıtsal bilgilerin taşıyıcılarıdır. Günümüzde moleküler tekniklerdeki gelişmeler türleşme öykülerinin tanımlanmasında kalıtsal veri edinmeyi olası kılmıştır. Aktarılan kalıtsal veri olan DNA kullanılarak türleşme örüntülerinin

tanımlanmasında geleneksel yaklaşımlarla yapılan çalışmalara göre daha işlevsel bilgi üretimine olanak vermektedir (Avise vd. 1987; Avise 2000).

Tüm dünyada çiçekli bitki familyalarının sınıflandırmalarının modernleştirilmesi ve revize edilmesi amacıyla filogenetik çalışmalar gerçekleştirilmektedir (APG 2003). Günümüzde, DNA dizi çalışmaları ve diğer modern sınıflandırma çalışmalarının artmasıyla yeni bilgilerin ortaya çıkardığı akrabalık durumu ile morfolojik benzerlik ve farklılığa dayanan sınıflandırmalar arasında bir çelişki ortaya çıkmıştır. Önceki sınıflandırma sistemlerinde çiçekli bitkilerin filogenetik akrabalığını tamamen yansıtmaması ve eski sınıflandırma düzenine başvurmanın zorlaşması nedeniyle, filogeni ve sistematik çalışanlar DNA dizi analizi ve diğer modern çalışmalara yönelmiştir. Özellikle 1990'lı yıllar çiçekli bitkilerin filogenisinin yeniden düzenlenmesi için bir başlangıç olmuştur. Günümüzde hızlıca elde edilen DNA sekanslarına ait veriler filogenetik gelişim teorisini çok daha ileriye götürmüş ve bu süreç çok büyük veri setleri analizlerinin yapılmasına imkân sağlamıştır. Bu amaç doğrultusunda kullanılan değişik metotlarla bireylerin filogenetik soyağacında yerleri belirtilmiş ve sınıflandırılmaları gerçekleştirilmiştir (Felsenstein 1985).

Son yıllarda filogeni çalışmalarında genom dizi verisinde tanımlanan belli genlerin varlığı ya da yokluğunu bir özellik olarak kullanılmaya başlanmıştır (Shedlock vd. 2004). Aynı analizde moleküler ve morfolojik karakterlerin bir kombinasyonunu ve tek ya da birkaç gen yerine birçok genden DNA dizisi kullanılması daha çok tercih edilmektedir (Rokas vd. 2003; Wahlberg vd. 2005).

Tez konusu olarak seçilen, Boraginaceae (Hodangiller) familyasının bir üyesi olan ve Lithospermeae tribusunda yer alan *Alkanna* Tausch cinsi çoğunlukla Doğu Akdeniz ve İran-Turan fitocoğrafik bölgelerinde yayılış gösteren ve gen havuzlarının birbirlerinden tam olarak ayrılmadığı düşünülen, türleri birbirine benzeyen ve dünyada yaklaşık 67 türe sahip küçük bir cinstir (Boisser 1867; Rechinger 1965; Sümbül 1994; Doğan ve Sümbül 1997).

Komşu ülkeler ve Avrupa ile kıyasladığımızda *Alkanna* cinsi hem tür sayısı hem de endemizm oranı bakımından ülkemiz için oldukça önemlidir. Dünyada yayılış gösteren *Alkanna* türlerinin yarıdan fazlasının sadece Türkiye'de yetişmesi ülkemizin *Alkanna* cinsi bakımından önemli bir gen merkezi olduğunu göstermektedir (Sümbül 1994).

Ülkemizde Boraginaceae Familyası içinde *Alkanna* cinsi, *Onosma* L. cinsinden sonra ikinci büyük cinstir (Binzet 2012; Aktaş 2012). *Alkanna* cinsine ait türler ülkemizde halk arasında "havaciva, eğnik, kızilenik, tüylüboya ve yerineği, tosağaotu, kanburuyan ve kurbağaotu, boyaoğu, kökboya ve karakök" gibi değişik yöresel isimlerle tanınmaktadır (Ertuğ 1999; Akçin vd. 2004).

Alkanna türleri ülkemizde deniz seviyesinden 2500 metreye kadar olan yükseltilerde ve genellikle kalkerli yamaçlar, kalkerli kayalık alanlar ve kaya üzerleri, orman ve maki açıklıkları ile step alanlarda yetişmektedirler (Huber-Morath 1978; Sümbül 1994).

Geçmişten günümüze kadar süregelen klasik sistematığın araştırmaları, özellikle morfolojik karakterlere dayalı rutin çalışmalar şeklinde yürütülmüştür. Ülkemizde yapılan çalışmalarda *Alkanna* cinsinin türleri çoğunlukla belirli morfolojik yapılardan geliştirilen karakterlere dayalı olarak tanımlanmıştır (Huber-Morath 1978; Sümbül 1991; Sümbül 1994; Doğan ve Sümbül 1997; Duman vd. 1999). Ancak ülkemizde yayılış gösteren *Alkanna* türlerini içeren moleküler özelliklere dayalı bir çalışma bulunmamaktadır. Türkiye Florası'nda bulunan teşhis anahtarı ihtiyaca cevap vermediği için Sümbül (1994) tarafından revizyonu yapılan *Alkanna* cinsinin, cins içi akrabalık ilişkileri de kesin olarak bilinmemektedir.

Yaşama alanını giderek genişleten insanoğlu, pek çok canlı türünün doğadan yok olmasına sebep olmaktadır. Biyolojik zenginliklerin korunması ile ilgili tedbirlerin alınması konusunda ilerlemenin sağlanabilmesi doğru teşhise ve bunun için de kapsamlı çalışmalara bağlıdır. Geçmişten günümüze sistematik çalışmaların amacı doğal bir sınıflandırma yapabilmektir. Günümüzde doğal sınıflandırma yapabilmek amacıyla filogenetik sistematik yaygın olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'de Boraginaceae familyasında ikinci büyük cins olan *Alkanna* Tausch cinsinin bu güne kadar yapılmış morfolojik revizyonu dışında taksonomisine katkı sağlayacak düzeyde kapsamlı, moleküler verilere dayalı filogenetik ilişkileri ele alan bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın Tez konusu olarak seçilmesinin nedenleri,

- 1) Dünya üzerinde yayılış gösteren yaklaşık 67 *Alkanna* türünden 39'unun ülkemizde doğal olarak yayılış göstermesi
- 2) Türkiye'de kaydedilen 45 *Alkanna* taksonundan 31 tanesinin endemik ve bunlardan bir kısmının lokal yayılışlı endemik olması, bu cinsin gen merkezinin Türkiye olduğunu ve gen kaynakları bakımından ne derece önemli olduğunu göstermesi (Sümbül 1994)
- 3) Morfolojik özellikleri birbirine çok benzeyen *Alkanna* türlerinin birbirinden ayrımının oldukça zor olması (Boisser 1867; Rechinger 1965; Huber-Morath 1978; Doğan ve Sümbül 1997)
- 4) *Alkanna* türlerinin gen havuzlarının birbirlerinden tam olarak ayrılmadığı, bu nedenle türlerin birbirlerinden yeterince farklılaşmadığı düşünülmesi (Boisser 1867; Rechinger 1965; Huber-Morath 1978; Sümbül 1994)
- 5) Yurt dışında *Alkanna* cinsinin içinde bulunduğu Boraginaceae familyası ve *Lithospermeae* Dumort. tribusuna ait pek çok cins üzerinde moleküler çalışmaların olması, fakat ülkemizde *Alkanna* cinsi üzerinde moleküler yöntemlerin kullanıldığı sistematik bir çalışmanın bulunmaması
- 6) Ülkemizde bulunan *Alkanna* türlerinin filogenetik ilişkilerine ait bilgilerimiz oldukça sınırlı olması olarak sıralayabiliriz.

Bu tezin amacı:

- 1) *Alkanna* taksonlarını moleküler verilere göre filogenetik ilişkileri yönünden incelemek, böylece bu türlerin evrimsel olarak değişiminin ortaya konulmasını sağlamak,
- 2) Kullanılacak primerlere (nrDNA *ITS* ve cpDNA *trnL-F* bölgeleri) bağlı olarak cins içi moleküler bilgilerin önemini sistematik açıdan ortaya çıkarmak,
- 3) *Alkanna* taksonlarına ait farklı genom bölgelerinin kullanılabilirliğinin ve filogenetik ilişkileri çözme yeterliliklerini ve etkinliklerini analiz etmek,
- 4) Birbirlerine çok benzeyen *Alkanna* taksonların morfolojik karakterleri de kullanılarak fenotipik özelliklerinin kullanılan DNA bölgesi özellikleri ile uyumunu araştırmaktır.

Tez çalışması çerçevesinde *Alkanna* cinsinin monofiletik olup olmadığı sorusuna cevap aranmış, taksonomisi morfolojik ve moleküler verilerle güçlendirilerek, günümüz çağdaş sistemlerinin temel sınıflandırma yaklaşımı doğrultusunda daha sağlıklı ve güvenilir bir çalışmanın gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Boraginaceae Familyasının Tarihçesi ve Taksonomisi

Boraginaceae (Hodangiller) A.L. de Jussieu familyası Angiosperm'lerin Magnoliopsida sınıfında yer alan büyük bir familyadır. Tüm dünyada tropikal, subtropikal ve ılıman bölgelerde yayılış gösteren bu familya yaklaşık olarak 145 cins ve 2300 tür ile temsil edilir (Cohen 2013).

Familya üyeleri tek, iki veya çok yıllık otsular, çalılar ve ağaçlardan oluşmaktadır. Gövde, yaprak ve bazen çiçek yapıları genellikle kaba, sert ve batıcı tüylerle örtülüdür. Yapraklar genellikle almaşlı, basit, tam kenarlı ve stipülsüzdür. Çiçek durumu akrepşi ya da helikoid yapılıdır. Sepaller 5, serbest veya kaidede birleşiktir. Petaller 5 ve birleşik, tüpsü ya da rotat, stamenler 5 ve korollaya bağlıdır. Pistil 1, ovaryum üst durumlu, 2 karpelli, dört ovüllüdür. Meyve genellikle findıksıdır (Cronquist 1981).

Geçen yüzyılda Boraginaceae familyası için farklı sınıflandırma sistemleri önerilmiştir. Arthur John Cronquist (1981)'in yayınladığı "An Integrated System of Classification of Flowering Plants" isimli çalışmasında Boraginaceae familyasını Magnoliopsida sınıfının Asteridae alt sınıfının Lamiales takımına yerleştirmiştir. Bu çalışmaya göre Lamiales takımı ile Boraginaceae familyası ginobazik stilus ve meyvenin 4 nutletli olması ile benzerken, yapısında pyrrolizidine alkaloid ve alkanin bulundurması (iridoid yok), gövdenin dört köşeli olmaması, yapraklarının karşılıklı olmaması, çiçeklerinin ışınsal olması ve 5 stamenli oluşu özellikleri ile ayrılmaktadır (Cronquist 1981).

1990'lı yıllardan sonra başlayan moleküler filogenetik çalışmalar Boraginaceae familyasının birçok farklı gruptan bağımsız olarak ortaya çıktığını göstermiştir. Sonraki yıllarda APG III (2009)'ün yaptığı düzenleme de Boraginaceae familyası (Eudicots-Asterids-Euasterids I) hiçbir takıma yerleştirilememiş ve yeri belirsiz familyalardan kalmıştır. Familya içi filogenetik ilişkileri de net olarak açıklanamamıştır (APG III 2009).

APG IV (2016)'ün yaptığı son düzenleme de ise moleküler verilerin ışığı altında Boraginaceae familyası Eudicots-Superasterids-Asterids-Lamiids kladları içinde oluşturulan Boraginales takımı içine yerleştirilmiştir (Chacon vd. 2016).

Günümüzde bazı sistematikçiler tarafından Boraginaceae familyasına ait 6 alt familya (Codonoideae, Wellstedioideae, Cordioideae, Ehretioideae, Heliotropioideae, Boraginoideae) kabul görmektedir. Bazı sistematikçiler tarafından, bahsettiğimiz 6 alt familyayı, Boraginaceae familyası yerine Boraginales takımı içinde yer alan 6 küçük familya (Codonaceae, Wellstediaceae, Cordiaceae, Ehretiaceae, Heliotropiaceae, Boraginaceae) olarak kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (Böhle ve Hilger 1997; Ferguson 1999; Stevens 2001, Gottschling vd. 2004, 2014; Hilger vd. 2005; Cohen 2013; Refulio-Rodriguez ve Olmstead 2014; Weigend 2014).

Geçmişten günümüze Boraginaceae familyası için farklı familya içi sınıflandırma sistemleri de önerilmiştir. Önerilen bu sistemlerden *Alkanna* cinsinin de

içinde yer aldığı tribuslar ve otörler Nazaire ve Hufford (2012) ve Chacon vd. (2016)'nin yapmış oldukları çalışmalardan yararlanılarak Çizelge 2.1'de kısaca özetlenmiştir. Familya içindeki filogenetik ilişkileri göstermeye çalışan öncül çalışmalarda ise familya içerisindeki cinsler farklı tribuslara yerleştirilmiştir. Özellikle tez konusu olan *Alkanna* cinsinin yer aldığı çalışmalara göre: Bentham (1876) *Alkanna*, *Anchusa*, *Borago*, *Lycopsis*, *Nonnea*, *Pulmonaria*, *Symphytum*, *Trachystemon*, *Trigocaryum* cinslerini, Gürke (1897) ise *Alkanna*, *Anchusa*, *Borago*, *Lycopsis*, *Nonnea*, *Pulmonaria*, *Symphytum*, *Trachystemon*, *Trigonocaryum* cinslerini Boragineae (= Anchuseae) tribusuna yerleştirmiştir. Baillon (1890) *Alkanna*, *Arnebia*, *Bothriospermum*, *Colsmannia*, *Lithospermum*, *Macromeria*, *Maharanga*, *Meratia*, *Mertensia*, *Moltkia*, *Myosotis*, *Onosma*, *Onosmodium*, *Pentalophus*, *Pumonaria*, *Stenosolenium* cinslerini Lithospermeae tribusuna yerleştirmiştir. Riedl (1968) yaptığı çalışmada *Aipyanthus*, *Alkanna*, *Ancistrocarya*, *Arnebia*, *Cerithe*, *Cystostemon*, *Echiochilon*, *Echium*, *Lithospermum*, *Macrotomia*, *Maharanga*, *Megacaryon*, *Moltkia*, *Onosma*, *Sericostoma*, *Vaupelia*, *Zwackhia* cinslerini Lithospermeae tribusuna yerleştirmiştir. Günümüzde ise Weigend vd. (2010) ve Chacon vd. (2016)'nin yapmış oldukları çalışmalarda *Alkanna*, *Arnebia*, *Buglossoides*, *Cerithe*, *Cystostemon*, *Echiochilon*, *Echium*, *Lasiarrhenum*, *Lithodora*, *Lithospermum*, *Lobostemon*, *Macromeria*, *Maharanga*, *Moltkia*, *Onosma*, *Onosmodium* cinsleri Lithospermeae tribusunda yer almıştır.

Çizelge 2.1. *Alkanna* cinsinin önerildiği tribuslar ve otörleri

Otör	Tribus
DeCandolle 1846	Lithospermeae
Bentham 1876	Boragineae (Anchuseae)
Baillon 1890	Boragineae (Anchuseae)
Gürke 1897	Boragineae (Anchuseae)
Johnston 1924	Lithospermeae
Popov 1953	Lithospermeae
Riedl 1968	Lithospermeae
Riedl 1997	Lithospermeae
Weigend vd. 2010	Lithospermeae
Chacon vd. 2016	Lithospermeae

2.2. *Alkanna* Tausch Cinsinin Tarihçesi ve Taksonomisi

Alkanna adı ilk kez Tausch tarafından verilmiştir (Huber-Morath 1978). Daha sonra *Alkanna* türleri ile ilgili çalışmalar Boissier (1867), Post ve Dinsmore (1932) ve Rechinger (1949) tarafından yapılmıştır. Türkiye florası ile ilgili ilk önemli yayını yapan Boissier'in "Flora Orientalis" isimli eserinde ülkemizde yetişen 17 *Alkanna* türü verilmiştir (Boisser 1867).

Bu cinse ait Avrupa türlerinin revizyonu Rechinger (1965) tarafından yapılmış, Türkiye Florası'nda yer alan *Alkanna* türleri ise 1978 yılında A. Huber-Morath tarafından hazırlanmıştır. Huber-Morath tarafından yapılan bu çalışmada *Alkanna* cinsi 31 tür 37 takson olarak tanımlanmıştır (Huber-Morath 1978).

Türkiye Florası'nda bulunan teşhis anahtarı ihtiyaca cevap vermediği için *Alkanna* cinsinin revizyonu Sümbül (1994) tarafından yeniden yapılmıştır. Sümbül (1994) yapmış olduğu morfolojik özelliklere dayalı revizyon çalışmasında *Alkanna* cinsini 35 tür 41 takson altında toplamış, daha önce yayınladığı *A. angustifolia* türünü *A. verecunda* Hub.-Mor. türünün sinonimi haline getirmiş, *A. dumanii* Sümbül ve *A. milliana* Sümbül olmak üzere 2 yeni türü ilave etmiştir (Sümbül 1991). Yapılan bu çalışmada sadece tip örneğinden bilinen *A. viscidula* Boiss. türü bulunamamış, *A. shattuckia* Post ve *A. haussknechtii* Bornm. türleri şüpheli kayıt olarak yer almıştır. Karaer ve Cansaran (1998) şüpheli kayıt olan *A. haussknechtii* türünü Amasya'dan toplamış ve üzerinde morfolojik ve anatomik çalışmalar yapmışlardır. Daha sonraları Duman, Güner & Şağban (1999) tarafından *A. mughlae* Duman, Güner & Şağban ülkemiz florasına kazandırılmıştır. İlave edilen bu yeni türler "Türkiye Florası" 11. cildinde yer almıştır (Güner 2000).

Son olarak Türkiye Bitkileri Listesi'nde *Alkanna* cinsi, 36 tür, 30'u endemik 41 takson olarak belirtilmiştir (Aktaş 2012). Bu son güncel listede ülkemizde bulunduğu bilinen *A. tinctoria* subsp. *anatolica* Hub.-Mor. yer almamaktadır. Yıldırım (2013)'nin yayınladığı *A. sumbulii* türü ile Yıldırım ve Şenol (2014)'un yayınladıkları *A. malatyana* türü, Yıldırım vd. (2017)'nin ülkemiz için yeni tür kaydı olarak yayınladığı *A. strigosa* Boiss. & Hohen. türü ve son güncel listede yer almayan *A. tinctoria* subsp. *anatolica* taksonu ile birlikte ülkemizdeki toplam kayıt altına alınan tür sayısı 39, takson sayısı ise 45 olmaktadır. Çizelge 2.2'de *Alkanna* cinsinin taksonomisi verilmiştir.

Çizelge 2.2. *Alkanna* Tausch cinsinin taksonomisi

Türkiye Florası'na Göre;		APG IV (2016)'e göre;	
Alem	Plantae	Alem	Plantae
Bölüm	Spermatophyta	Klad	Angiosperms
Alt Bölüm	Angiospermae	Klad	Eudicots
Sınıf	Dicotyledonae	Klad	Core Eudicots
Takım	Lamiales	Klad	Superasterids
Aile	Boraginaceae Juss.	Klad	Asterids
Cins	<i>Alkanna</i> Tausch	Klad	Euasterids I
		Takım	Boraginales
		Aile	Boraginaceae Juss.
		Alt Aile	Boraginoideae
		Tribus	Lithospermae
		Cins	<i>Alkanna</i> Tausch

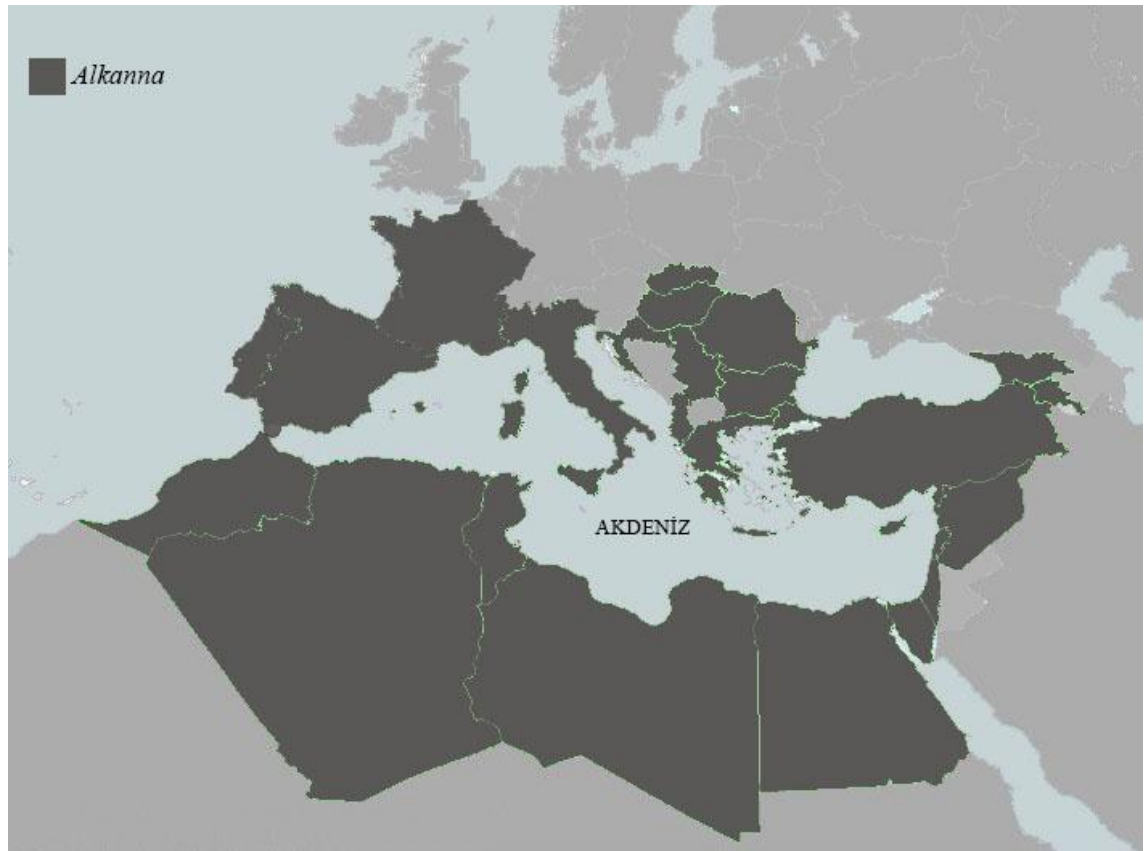
2.3. *Alkanna* Cinsinin Morfolojisi

Alkanna cinsi genellikle çok yıllık, nadiren tek veya iki yıllık, kökleri bazen boyalı, bazen boyasız, çiçekleri çoğunlukla güzel kokulu, tüy durumu oldukça değişken, zayıf, küçük salgılı tüylerden, uzun salgısız, zayıf ve güçlü, batıcı tüylere kadar değişen, yatık, yükselici veya dik gövdeli, bazen yastık oluşturan, boyları 5 cm'den 80 cm'ye kadar değişen bitkilerdir. *A. verecunda* türü dışında bütün türlerin taban yaprakları yeşil renkli ve çoğunlukla yaprak sapını andırırçasına daralan tipte; gövde yapraklarının tabanında ise genelde daralma söz konusu değildir. Çiçek durumu terminal, kimöz, bir veya çok sayıda braktelidir. Kaliks hemen hemen tabana kadar parçalı, meyveli halde biraz uzar ve tabanda genişler. Korolla huni şeklinde, mavi, mor, sarı, pembe bazen de beyaz loplu, çoğunlukla daha koyu tüplü; korolla boğazı halka şeklinde tüylü, pulsuz, bazen büzüşmüş ve daralmıştır. Yüzük küçük, tüysüz veya sillidir. Stamenler korolla tüpü içinde; filamentler çok kısa, korolla tüpünün ortasında veya ortasına yakın bir yerde spiral veya dairesel dizilişlidir. Stilus korolla tüpü içinde; stigma küçük düz kenarlıdır. Fındıksı meyveler 1-2 bazen de 4 tane, yarı böbreksiden oblik ovata değişir; kısıda olsa bir sapı vardır. Meyve yüzeyi tüberküllü, oluklu veya ağsı, çoğunlukla bunların kombinasyonu şeklinde ve nadiren düzdür. Gaga bazen düz ve yatay, bazen hafif dönük, bazen de ani bir şekilde geriye kıvrıktır. Meyve gagası geriye dönük olan türlerde sapla gaga arasında genellikle belirgin bir köprü vardır (Huber-Morath 1978; Sümbül 1994).

Ülkemizde yapılan morfolojik özelliklere dayalı çalışmalarda *Alkanna* cinsi genel görünüşüyle *Nonea* Medik. cinsine benzerlik göstermektedir. Bu iki cins yaşam süreleri, kaliksin parçalanma oranı, korolla boğazının yapısı, meyveli kaliksin şişkinlik miktarı ve meyve karakterleri ile rahatlıkla birbirinden ayrılmaktadır (Sümbül 1994). Avrupa’da yapılan belli gen bölgelerine ait karakterlere bağlı çalışmalarda ise *Podonosma* L. cinsine yakın olduğu bildirilmiştir (Nazaire ve Hufford 2012).

2.4. *Alkanna* Cinsinin Yayılışı

Alkanna Tausch cinsi dünya üzerinde genellikle Asya ve Avrupa da yayılış göstermesinin yanında birkaç tür ile Afrika’da da temsil edilir. En fazla yayılış gösterdiği alan Akdeniz Havzası’dır (Weigend vd. 2016; Anonymous 1). Şekil 2.1’de *Alkanna* cinsinin Akdeniz Havzası yayılış haritası verilmiştir.



Şekil 2.1. *Alkanna* cinsinin Akdeniz Havzası yayılış haritası (Anonymous 1’den değiştirilerek alınmıştır)

Avrupa Florası’nda *Alkanna* cinsinin revizyonu Rechinger tarafından 1965 yılında yapılmış ve Avrupa’da 17 tür olduğunu belirtmiştir (Rechinger 1965). Yakın dönemde Avrupa’da yapılan flora çalışmalarında *A. tubulosa* türünün ve ülkemizde endemik olarak bilinen *A. macrosiphon* türünün Avrupa’da yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Constantinidis 2013; Raab-Straube ve Raus 2015). *Alkanna* cinsi İran’da 10 türle, Suriye-Filistin ve Sina’da 6 türle temsil edilir (Post ve Dinsmore 1932; Rechinger 1949). Çizelge 2.3’de alfabetik sıraya göre dünya üzerinde isimlendirilen *Alkanna* türleri ve yayılış gösterdikleri ülkeler verilmiştir.

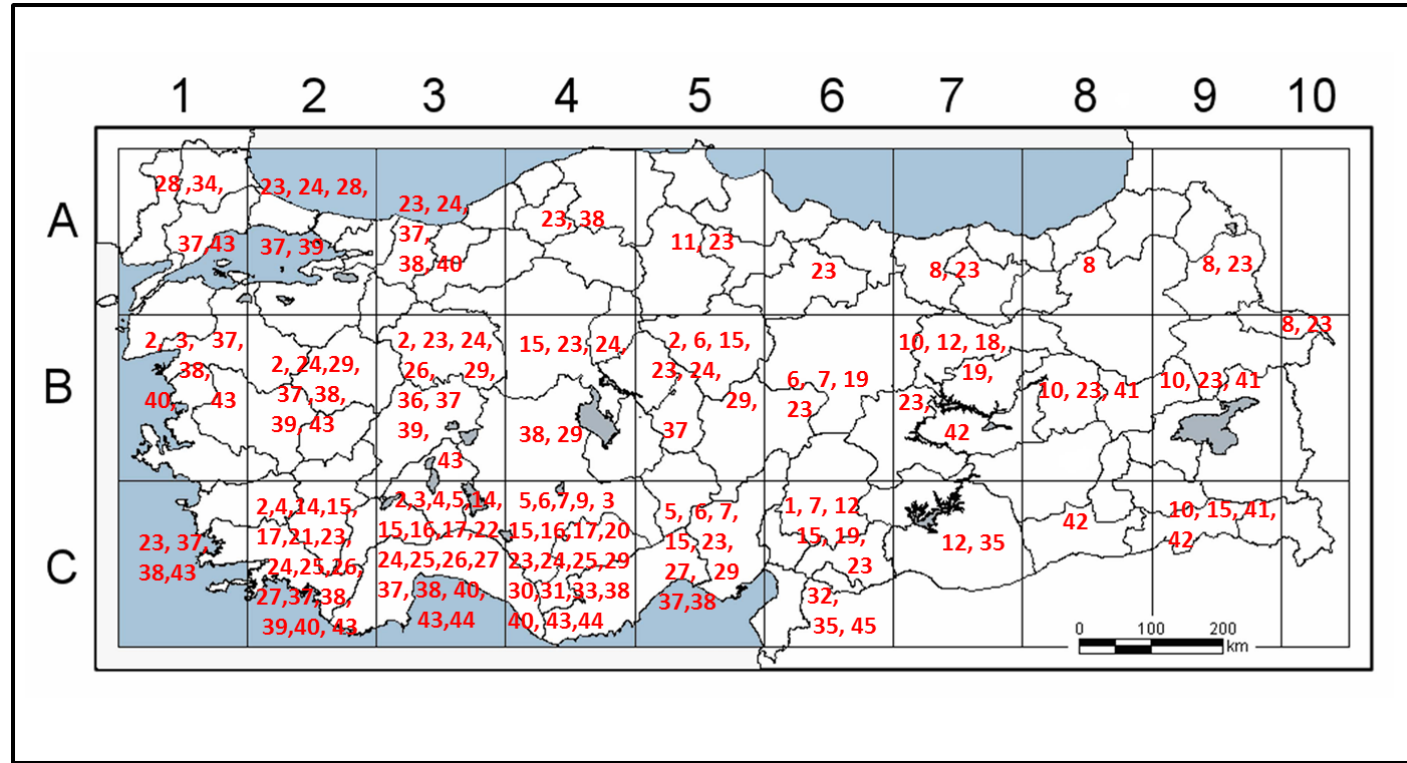
Çizelge 2.3. Dünya *Alkanna* türleri ve yayılış gösterdikleri ülkeler

	<i>Alkanna</i> Türleri	<i>Alkanna</i> Türlerinin Yayılış Gösterdiği Ülkeler
1	<i>A. amana</i> Rech.f.	Türkiye
2	<i>A. areolata</i> Boiss.	Doğu Ege Adaları –Yunanistan, Türkiye
3	<i>A. attilae</i> P. H. Davis	Türkiye
4	<i>A. aucheriana</i> A. DC.	Türkiye
5	<i>A. auranitica</i> Mouterde	Suriye
6	<i>A. bracteosa</i> Boiss.	İran
7	<i>A. caliensis</i> Heldr. ex Boiss.	Yunanistan
8	<i>A. cappadocica</i> Boiss. & Balansa	Türkiye
9	<i>A. chrysanthiana</i> Kit Tan	Yunanistan
10	<i>A. confusa</i> Sam. ex Rech.f.	Lübnan, Suriye, Türkiye
11	<i>A. cordifolia</i> K. Koch	Türkiye
12	<i>A. corcyrensis</i> Hayek	Yunanistan, Arnavutluk
13	<i>A. dumanii</i> Sümbül	Türkiye
14	<i>A. frigida</i> Boiss.	İran
15	<i>A. froedinii</i> Rech.f.	Türkiye
16	<i>A. galilaea</i> Boiss.	İsrail, Ürdün
17	<i>A. graeca</i> Boiss. & Spruner	Yunanistan
18	<i>A. jordanovii</i> St. Kozhukharov	Bulgaristan
19	<i>A. haussknechtii</i> Bornm.	Türkiye
20	<i>A. hellenica</i> (Boiss.) Rech.f.	Yunanistan, Yemen
21	<i>A. hirsutissima</i> (Bertol.) A. DC.	Lübnan, Suriye Türkiye
22	<i>A. hispida</i> Hub.-Mor.	Türkiye
23	<i>A. incana</i> Boiss.	Türkiye
24	<i>A. kotschyana</i> A. DC.	Lübnan, Suriye, Türkiye
25	<i>A. lehmanii</i> Forssk.	Kıbrıs
26	<i>A. leiocarpa</i> Rech.f.	Lübnan, Suriye
27	<i>A. leptophylla</i> Rech.f.	İran
28	<i>A. lutea</i> A. DC.	İtalya, İspanya, Fransa, Portekiz, Sardinya
29	<i>A. macrophylla</i> Boiss. & Heldr.	Türkiye
30	<i>A. macrosiphon</i> Boiss. & Heldr.	Türkiye, Yunanistan
31	<i>A. malatyana</i> Yıldırım & Şenol	Türkiye
32	<i>A. maleolens</i> Bornm.	Lübnan, Suriye
33	<i>A. megacarpa</i> A. DC.	Türkiye
34	<i>A. methanaea</i> Hausskn.	Yunanistan
35	<i>A. milliana</i> Sümbül	Türkiye
36	<i>A. mughlae</i> H. Duman, Güner & Şağban	Türkiye
37	<i>A. noneiformis</i> Griseb.	Yunanistan, Kosova, Sırbistan
38	<i>A. oreodoxa</i> Hub.-Mor.	Türkiye

Çizelge 2.3.'ün devamı

39	<i>A. orientalis</i> (L.) Boiss.	Azerbaycan, Bulgaristan, Cezayir, Doğu Ege Adaları, Ermenistan, Gürcistan, İsrail, Lübnan, Mısır, Suriye, Ürdün, Yunanistan, Türkiye
40	<i>A. pamphylica</i> Hub.-Mor. & Reese	Türkiye
41	<i>A. pelia</i> (Halácsy) Rech.f.	Yunanistan
42	<i>A. phrygia</i> Bornm.	Türkiye
43	<i>A. pinardii</i> Boiss.	Türkiye
44	<i>A. pindicola</i> Hausskn.	Yunanistan, Arnavutluk
45	<i>A. prasinophylla</i> Rech.f.	Lübnan, Suriye
46	<i>A. primuliflora</i> Griseb.	Bulgaristan, Yunanistan, Türkiye
47	<i>A. pseudotinctoria</i> Hub.-Mor.	Türkiye
48	<i>A. pulmonaria</i> Griseb.	Arnavutluk, Yunanistan
49	<i>A. punctulata</i> Hub.-Mor.	Türkiye
50	<i>A. sandwithii</i> Rech.f.	Arnavutluk
51	<i>A. sartoriana</i> Boiss. & Heldr.	Yunanistan
52	<i>A. saxicola</i> Hub.-Mor.	Türkiye
53	<i>A. scardica</i> Griseb.	Yunanistan, Kosova, Sırbistan
54	<i>A. shattuckia</i> Post	Türkiye?, Suriye
55	<i>A. sieberi</i> A. DC.	Karpatlar, Bulgaristan
56	<i>A. sieheana</i> Rech.f.	Türkiye
57	<i>A. sfikasiana</i> Kit Tan, Vold & Strid	Yunanistan
58	<i>A. stojanovii</i> St. Kozhukharov	Bulgaristan
59	<i>A. stribrnyi</i> Velen.	Bulgaristan, Yunanistan, Türkiye?
60	<i>A. strigosa</i> Boiss. & Hohen	İran, Irak, İsrail, Türkiye
61	<i>A. sumbulii</i> Yıld.	Türkiye
62	<i>A. syriaca</i> (Boiss. & Hohen.) Boiss	Suriye
63	<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch	Arnavutluk, Bosna Hersek, Bulgaristan, Cezayir, Fas, Ege Adaları, Fransa, Hırvatistan, İspanya, İsrail, İtalya, Libya, Lübnan, Karadağ, Kıbrıs, Kırım, Kosova, Macaristan, Makedonya, Malta, Mısır, Romanya, Sırbistan, Sicilya, Slovakya, Slovenya, Suriye, Tunus, Ukrayna, Ürdün, Yunanistan, Türkiye
64	<i>A. trichophila</i> Hub.-Mor.	İran, Irak, Türkiye
65	<i>A. tubulosa</i> Boiss.	Doğu Ege Adaları, Türkiye
66	<i>A. verecunda</i> Hub.-Mor.	Türkiye
67	<i>A. viscidula</i> Boiss.	Türkiye?

Alkanna türleri ülkemizde deniz seviyesinden 2500 metreye kadar olan yükseltilerde ve genellikle kalkerli yamaçlar, kalkerli kayalık alanlar ve kaya üzerleri, orman ve maki açıklıkları, step alanlarda yetişmektedirler (Huber-Morath 1978; Sümbül 1994). Çizelge 2.4'de alfabetik sıraya göre ülkemizde kayıt altına alınan *Alkanna* taksonları ve yayılış alanları verilmiştir. Şekil 2.2'de ki harita da ise ülkemizde kaydedilen *Alkanna* taksonlarının grid sistemine göre yayılış gösterdiği kareler verilmiştir.



Şekil 2.2. *Alkanna* taksonlarının grid sistemine göre yayılışı (1- *A. amana*, 2- *A. areolata* var. *areolata*, 3- *A. areolata* var. *sublaevis*, 4- *A. attilae*, 5- *A. aucheriana*, 6- *A. cappadocica*, 7- *A. confusa*, 8- *A. cordifolia*, 9- *A. dumanii*, 10- *A. froedinii*, 11- *A. haussknechtii*, 12- *A. hirsutissima*, 13- *A. hispida*, 14- *A. incana*, 15- *A. kotschyana*, 16- *A. macrophylla*, 17- *A. macrosiphon*, 18- *A. malatyana*, 19- *A. megacarpa*, 20- *A. milliana*, 21- *A. mughlae*, 22- *A. oreodoxa*, 23- *A. orientalis* var. *orientalis*, 24- *A. orientalis* var. *leucantha*, 25- *A. pamphylica*, 26- *A. phrygia*, 27- *A. pinardii*, 28- *A. primuliiflora*, 29- *A. pseudotinctoria*, 30- *A. punctulata*, 31- *A. saxicola*, 32- *A. shattuckia*, 33- *A. sieheana*, 34- *A. stribrnyi*, 35- *A. strigosa*, 36- *A. sumbulii*, 37- *A. tinctoria* subsp. *tinctoria*, 38- *A. tinctoria* subsp. *anatolica*, 39- *A. tinctoria* subsp. *glandulosa*, 40- *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa*, 41- *A. trichophila* var. *trichophila*, 42- *A. trichophila* var. *mardinensis*, 43- *A. tubulosa*, 44- *A. verecunda*, 45- *A. viscidula*)

Çizelge 2.4. Ülkemizde kaydedilen *Alkanna* taksonları ve Türkiye yayılış alanları

	<i>Alkanna</i> Taksonları	Türkiye Yayılış Alanları
1	<i>A. amana</i> Rech.f.	Amanos Dağları
2	<i>A. areolata</i> Boiss. var. <i>areolata</i>	Doğu Ege Adaları, Yunanistan, Türkiye
3	<i>A. areolata</i> Boiss. var. <i>sublaevis</i> Hub.-Mor.	Güney ve İç Batı Anadolu
4	<i>A. attilae</i> P. H. Davis	Antalya ve çevresi
5	<i>A. aucheriana</i> A. DC.	Akdeniz Bölgesi
6	<i>A. cappadocica</i> Boiss. & Balansa	İç Anadolu ve Güney Anadolu'nun iç kısımları
7	<i>A. confusa</i> Sam. ex Rech.f.	Güney Anadolu (Adana Bölümü)
8	<i>A. cordifolia</i> K. Koch	Kuzey Doğu Anadolu ve Doğu Anadolu (Erzurum-Kars ve Yukarı Murat-Van Bölümleri)
9	<i>A. dumanii</i> Sümbül	Ermenek
10	<i>A. froedinii</i> Rech.f.	Doğu Anadolu Bölgesi, Dicle Bölümü
11	<i>A. haussknechtii</i> Bornm.	Amasya
12	<i>A. hirsutissima</i> (Bertol.) A. DC.	Yukarı Fırat ve Orta Fırat Bölümleri
13	<i>A. hispida</i> Hub.-Mor.	Güney Anadolu
14	<i>A. incana</i> Boiss.	Güney Batı Anadolu
15	<i>A. kotschyana</i> A. DC.	Akdeniz Bölgesi ve Dicle bölümü
16	<i>A. macrophylla</i> Boiss. & Heldr.	Antalya Bölümü
17	<i>A. macrosiphon</i> Boiss. & Heldr.	Güney Anadolu
18	<i>A. malatyana</i> Yıldırım & Şenol	Malatya-Akçadağ
19	<i>A. megacarpa</i> A. DC.	Doğu Anadolu
20	<i>A. milliana</i> Sümbül	Mut
21	<i>A. mughlae</i> H. Duman, Güner & Sağban	Muğla
22	<i>A. oreodoxa</i> Hub.-Mor.	Antalya Akseki ve Manavgat çevresi
23	<i>A. orientalis</i> (L.) Boiss. var. <i>orientalis</i>	Güney Marmara, Karadeniz Bölgesi, Asıl Ege Bölümü, İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Adana Bölümünde
24	<i>A. orientalis</i> (L.) Boiss. var. <i>leucantha</i> (Bornm.) Hub.-Mor.	Güney Marmara, Yukarı Sakarya, Orta Kızılırmak Bölümleri
25	<i>A. pamphylica</i> Hub.-Mor. & Reese	Antalya Bölümü
26	<i>A. phrygia</i> Bornm.	İç Batı Anadolu, Konya Bölümü
27	<i>A. pinardii</i> Boiss.	Akdeniz Bölgesi
28	<i>A. primuliflora</i> Griseb.	Trakya
29	<i>A. pseudotinctoria</i> Hub.-Mor.	İç Anadolu Bölgesi
30	<i>A. punctulata</i> Hub.-Mor.	Güney Anadolu
31	<i>A. saxicola</i> Hub.-Mor.	Ermenek ve çevresi
32	<i>A. shattuckia</i> Post	Hatay
33	<i>A. sieheana</i> Rech.f.	Güney Anadolu
34	<i>A. stribrnyi</i> Velen.	Trakya
35	<i>A. strigosa</i> Boiss. & Hohen	Hatay, Urfa
36	<i>A. sumbulii</i> Yıld.	Eskişehir Sivrihisar
37	<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>tinctoria</i>	Trakya, Yukarı Sakarya Bölümü, Güney ve Batı Anadolu, Adalar
38	<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>anatolica</i> Hub.-Mor.	Batı Anadolu Bölgesi
39	<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>glandulosa</i> Hub.-Mor.	Güney ve Batı Anadolu
40	<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>subleiocarpa</i> (Hub.-Mor.) Hub.-Mor.	Güney Marmara, Ege Bölgesi, Antalya Bölümü
41	<i>A. trichophila</i> Hub.-Mor. var. <i>trichophila</i>	Dicle ve Yukarı Murat-Van Bölümleri
42	<i>A. trichophila</i> Hub. Mor. var. <i>mardinensis</i>	Hakkari ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi
43	<i>A. tubulosa</i> Boiss.	Ege Bölgesi, Ergene, Konya ve Antalya Bölümleri
44	<i>A. verecunda</i> Hub.-Mor.	Antalya ve Konya çevresi
45	<i>A. viscidula</i> Boiss.	Malatya

2.5. *Alkanna* Cinsinin Kullanımı

Alkanna cinsi eski çağlardan günümüze geleneksel halk ilacı olarak, tekstil, gıda ve kozmetikte renklendirici olarak ayrıca eczacılık sektöründe de kullanılmaktadır.

Tarihte *Alkanna* türlerinin kullanımına dair ilk kayıt Hipokrat (MÖ. 460-377)'ın çalışmalarında rastlanmıştır. Hipokrat *Alkanna tinctoria* bitkisini ülser tedavisinde kullanmıştır. Milattan önceki dönemlerde alkanetin kumaş boyamada kullanıldığı belirlenmiştir (Weigle 1974). Avrupa'da 17. yüzyılda alkanetin yara, ülser ve yanık tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Culpeper 1695).

Bir naftakinon türevi olan alkanin ve şikoninler *Alkanna* köklerine kırmızı rengi vermektedir. Alkanin ilk defa yurt dışında "alkanet" olarak bilinen *Alkanna tinctoria* bitkisinin köklerinden elde edilmiştir (Papageorgiou 1976). *Alkanna* türleri ile yapılan çalışmalarda pirolizidin alkaloidleri (Roeder vd. 1984), flavonoidler (El Sohly vd. 1997), yağ asitleri (Papageorgiou ve Assimopoulou 2003) ve naftokinon türevi bileşikler (Papageorgiou vd. 1979, 1980; Papageorgiou ve Digenis 1980; Afzal ve Muhammad 1983) elde edilmiştir. 1970'lerden günümüze kadar geçen sürede *Alkanna* türleri üzerine tıbbi yönden yapılan araştırmalar sonucunda *Alkanna* türlerinin sahip olduğu bu bileşiklerin antioksidan, antimikrobiyal, antitümör, antienflamatuar, antiseptik özellik gösterdiği, yara ve yanık tedavisinde etkili olduğu belirtilmiştir (Papageorgiou 1977, 1978; Michaelides vd. 1993; Papageorgiou vd. 1999; Kourounakis vd. 2002; Assimopoulou vd. 2003).

Ülkemizde yapılan etnobotanik çalışmalarda *A. froedinii*, *A. orientalis* ve *A. tinctoria* türlerinin yaprak ve çiçeklerinin gıda olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Metin 2009; Yüzbaşıoğlu 2010; Kaval 2011). *Alkanna* türlerinin köklerinin kırmızı olması ve renk vermesi nedeni ile *A. tinctoria* türüne "kızılrenk veya tüylü boya", *A. orientalis* için "kanburuyan", *A. pseudotinctoria* için "kökboya veya karakök", *A. cappadocica* için "boyaotu" gibi isimler verilmiştir. Özellikle Orta Anadolu'da halı, kilim ve iplik boyamada bitkisel boya olarak kullanılırlar (Baytop 1963, 1984, 1999).

2.6. *Alkanna* Cinsi İle İlgili Yapılan Morfolojik Çalışmalar

Ülkemizde yapılan çalışmalarda *Alkanna* cinsinin türleri çoğunlukla belirli morfolojik yapılardan geliştirilen karakterlere dayalı olarak tanımlanmıştır (Huber-Morath 1978; Sümbül 1991; Sümbül 1994; Doğan ve Sümbül 1997; Duman vd. 1999). Doğan ve Sümbül (1997) ülkemizde yetişen *Alkanna* türlerinin polen morfolojilerini incelemişlerdir. Endemik türlerimizden *A. haussknechtii* üzerinde Akçin vd. (2004) morfolojik ve anatomik, Kandemir ve Cansaran (2010) ise ekolojik çalışmalar yapmıştır. Özdemir ve Altan (2006) ise yine endemik olan *A. froedinii* ve *A. cordifolia* türlerini morfolojik ve anatomik yönden incelemişlerdir. Tugay 2008'de *A. verecunda* türünün yayılış alanlarını incelemiş ve morfolojik betimini yeniden yapmıştır.

2.7. *Alkanna* Cinsi İle İlgili Yapılan Moleküler Çalışmalar

Dünya üzerinde *Alkanna* cinsinin tüm türleri ele alan bölgesel veya ülkesel bir çalışmadan ziyade genel Boraginaceae üzerine yapılan çalışmalarda ya da farklı cinsler üzerine yapılan çalışmalarda *Alkanna* cinsine ait birkaç türün kullanıldığı çeşitli çalışmalar mevcuttur.

Yurt dışında *Alkanna* cinsine ait ülkemizde yetişen türlerden *A. orientalis* (L) Boiss., *A. tinctoria* (L.) Tausch *A. hirsutissima* (Bertol) A. DC., endemik olan *A. macrophylla* Boiss. & Heldr., *A. megacarpa* A. DC., *A. froedinii* Rech.f. ve *A. pinardii* Boiss. türlerinin de yer aldığı *ITS*, *trnL*, *trnL-trnF*, *matK* ve *ndhF* gibi farklı genom bölgelerinin kullanıldığı çeşitli moleküler ve filogenetik çalışmalar bulunmaktadır (Mansion vd. 2009; Cecchi ve Selvi 2009; Nazaire ve Hufford 2012; Cohen 2013).

Cecchi ve Selvi (2009)'nin yapmış olduğu çalışmada *ITS* ve *matK* bölgelerini kullanarak *A. hirsutissima*, *A. macrophylla*, *A. megacarpa*, *A. froedinii* ve *A. pinardii* türlerinin de yer aldığı çalışmada beş monofiletik klad tanımlanmıştır.

Nazaire ve Hufford (2012) *Mertensia* Roth cinsinin Boraginaceae familyası içerisindeki yerini belirlemek amacıyla nrDNA (*ITS*) ve cpDNA (*matK*, *ndhF*, *trnL-trnF*)'ya ait 14 primer kullanılarak filogenetik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada *A. tinctoria* ve *A. orientalis* türleri de kullanılmış ve bu türler *Podonosma orientalis* (L.) Feinburn ile birlikte ayrı bir kladda yer almıştır.

Mansion vd. (2009)'nin yapmış oldukları çalışmada moleküler verilere göre Korsika, Sardunya ve Kanarya adalarında yayılış gösteren Boraginaceae familyasının kökeni ve filogenetik ilişkileri araştırılmıştır. 30 cinse ait 89 tür, 14 primer kullanılarak 6 cpDNA bölgesi (*trnL* intron, *trnL-trnF*, *ndhF*, *rbcL*, *trnK* intron, *matK*) incelenmiştir. Bu çalışmada Akdeniz Havzası içinde özellikle Doğu Akdeniz Bölgesinin bitki evrimi için önemli bir olası rezerv bölge olduğunu ve *Anchusa* L., *Borago* L. ve *Echium* L. cinslerinin kökenin Anadolu olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada kullanılan moleküler saat uygulamasına göre *A. tinctoria* ve *A. orientalis* türlerinin Pliyosen'de ortaya çıktığı bildirilmiştir.

Weigend vd. (2009)'leri yeni dünyada yayılış gösteren *Lasiarrhenum*, *Macromeria*, *Nomosa*, *Onosmodium*, *Perittostoma*, ve büyük bir grup olan *Lithospermum* cinslerini hem mikromorfolojik karakterlerine göre hem de *ITS*, *trnL-F*-spacer, ve *trnS-G* spacer bölgelerine göre filogenetik ilişkilerini incelemişlerdir. *Nomosa*, *Onosmodium* cinsleri *Lithospermum* cinsi ile birlikte monofiletik bir klad oluşturmuştur. Bu çalışma da *A. tinctoria* ve *A. sieberi* A. DC. türleri de kullanılmış ve bu türler %66 bootstrap değeri ile desteklenen bir kladda *Podonosma* ile yer almıştır.

Türkiye *Symphytum* cinsi ile *ITS* ve *trnL-F* bölgeleri kullanılarak yapılan filogenetik çalışma monofiletik bir sonuç vermiştir. Bu çalışma da morfolojik karakterlerde kullanılmıştır. Dış grup olarak kullanılan *A. tinctoria*, *A. sieberi* türleri *Podonosma* türü ile %100 bootstrap değeri ile desteklenen *Lithospermum officinale* L. kladda yer almıştır (Hacıoğlu ve Erik 2011).

Cohen (2013) daha önceki çalışmaları’da içine alan Boraginaceae üyelerinin morfolojik ve moleküler karakterlerini kullanarak filogenetik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada kullanılan 224 tür içerisinde *Alkanna* türlerinden *A. orientalis*, *A. pinardii* ve *A. tinctoria* da yer almaktadır. Cohen morfolojik karakterlerin yanında nrDNA (*ITS4*, *ITS5*) ve cpDNA (*matK*, *ndhF*, *trnL-trnF*)’ya ait 30 farklı primer kullanmıştır. Moleküler analizlerde filogenetik ilişkileri çözen toplam bilgi verici karakter yüzdeleri sırasıyla *ITS* (%57.4), *matK* (%33.2), *trnL-F* (%29.7) *ndhF* (%26) olarak verilmiştir. Yapılan bu çalışmalarda *Alkanna* cinsine ait az sayıda tür kullanılmıştır.

2.8. Moleküler Sistematiği’de Kullanılan DNA Çeşitleri

Günümüzde sistematik problemlerin çözümünde moleküler çalışmaların önemli katkılar sağladığı bilinmektedir. Moleküler sistematik çalışmalar, çeşitli genetik belirteçlere dayanılarak gerçekleştirilmektedir. Bunlar birbiriyle yakından ilişkili türler arasında ya da diğer taksonomik düzeylerde var olan genetik varyasyonları karakterize etmekte kullanılmaktadır (Hedrick 2011). Morfolojik özellikleri birbirine çok yakın olarak görülen gruplar genetik olarak birbirinden çok farklı olabilmektedir. Bu olumsuzlukları gidermek için geliştirilen moleküler genetik belirteçler bitkilerdeki genetik çeşitliliğin ortaya konmasında, bitki türleri arasındaki taksonomik ve filogenetik ilişkilerin doğru bir şekilde belirlenmesinde oldukça başarılıdır (Yang ve Quiros 1993).

Farklı genetik belirteçler, farklı hızlarda biriken genetik değişiklikleri yansıtır. Nispeten hızlı bir şekilde değişime uğrayan belirteçler, populasyon farklılaşması veya güncel gen akışı gibi kısa dönem süreçlerini incelemek için kullanılabilirler. Farklılaşma gibi uzun dönem de işleyen süreçleri incelemek için ise, daha yavaş değişime uğrayan belirteçler uygundur (Parker ve Markwith 2007). Bitkilerin kalıtım biçimlerinde 3 farklı genom söz konusudur. Bilindiği gibi DNA, canlılarda hücre çekirdeğinin içinde ve çekirdeğin dışında yer alan mitokondri ile kloroplastta bulunur. Bu üç genomun mutasyon hızları ve kalıtım kalıpları farklıdır (Avisé 2009). Wolfe vd. (1987)’nin bildirdiğine göre belirtilen DNA’lardan çekirdek içinde yer alan nükleer DNA, bu genomun en büyük olanıdır ve bitkilerde bu 3 genomdan en hızlı değişime uğrayanıdır (Parker ve Markwith 2007). Bitkilerde mtDNA diğer iki genoma göre daha yavaş evrilir. Kalıtım süreci çekirdek genomunda biparental biçimde kalıtılırken, mtDNA gibi, cpDNA’da da çoğu türde tek ebeveynlidir ancak bu kalıbın detayları daha karmaşıktır. İstisnalar olmasına rağmen cpDNA’nın çoğu kapalı tohumlu bitkide (Angiospermae) anneden, çoğu açık tohumlu bitkide (Gymnospermae) ise babadan geldiğini söylemek mümkündür (Petit ve Vendramin 2007; Avisé 2009). Organel genomlarındaki kalıtımın uniparental doğasında rekombinasyonlar söz konusu olmadığı için filogenetik ve filocoğrafik çalışmalarda özellikli kılar. Bu nedenle evrimsel ilişkilerin belirlenmesinde kloroplast ve mitokondri tabanlı belirteçler daha yaygın kullanılır (Parker ve Markwith 2007).

2.8.1. nrDNA *ITS* bölgeleri (Internal transcribed spacers)

Bitki çekirdek genomu yani nrDNA, çok büyük bir çeşitliliğe sahiptir. Bu çeşitliliğin kaynakları arasında poliploidi, gen duplikasyonu veya silinmesi, mutasyonlar, genetik sürüklenme sayılabilir (Bennett ve Leitch 2003).

Moleküler biyoloji alanındaki son gelişmeler, türe özgü gen bölgelerinin belirlenmesiyle bitki türlerinin tanımlanmasına olanak sağlamıştır. Buna yönelik olarak rDNA'nın *ITS* bölgeleri, bitkilerdeki moleküler sistematik çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir. *ITS* sekanslama çalışmaları özellikle Angiosperm'lerde cins ve tür düzeyinde sınıflandırma çalışmalarında odak noktasıdır. Bu nedenle *ITS* sekansları Angiosperm'lerde yeniden filogenetik düzenlemelerin yapılmasında önemli bir yöntem olmuştur (Baldwin vd. 1995).

Genomik DNA üzerindeki nrDNA bölgeleri ardışık tekrarlı diziler şeklindedir. nrDNA tekrarları DNA'nın NOR (Nükleolar Organize Region) bölgelerine yerleşmiş durumdadır ve 18S küçük alt birim, 5.8S ve 26S büyük alt birimden oluşmaktadır. *ITS* bölgeleri buradaki DNA bölgeleri arasına yerleşmiştir. Bu bölgeler, rDNA'nın alt birimleri ile transkribe edilmektedir ve korunmuş bölgeleri (18S, 5.8S ve 26S) birbirinden ayıran iki kısımdan (*ITS1* ve *ITS2*) oluşur. Bu *ITS* bölgeleri, rDNA gen bölgelerine bağlanabilen evrensel primerler kullanılarak elde edilebilir. rDNA genleri, kopya edilemeyen bölgeler (IGS) ve *ITS* bölgelerinin varlığı ile birbirinden ayrılmaktadır. *ITS1*, 18S ile 5.8S arasına yerleşmiştir. *ITS2* ise 5.8S ile 26S genlerini ayıran DNA bölgesidir. Bu gen yapılarını içeren rDNA tekrarlarının ökaryotik organizmalardaki kopya sayısı, 2000-30.000 arasında değişmektedir (White vd. 1990; Baldwin 1992; Baldwin vd. 1995; Dhar vd. 2006).

2.8.2. cpDNA *trnL-F* bölgeleri

Kloroplast DNA'sı 1960'lı yıllarda çekirdek DNA'sından farklı özelliklere sahip bir molekül olarak ortaya çıkarılmıştır. Kloroplastlar her organelde kopya sayıları farklı olan halkasal bir DNA molekülüne sahiptirler. Kloroplast DNA'sının gen düzeni ve genom boyutu çok iyi bir şekilde korunmuştur. Bu organel genomunun korunmuş olması pek çok bitkide kodlanmayan bölgeleri amplifiye etmek için kullanılan, evrensel primer çiftlerinin tasarlanmasına olanak sağlamıştır (Taberlet vd. 1991).

cpDNA'sının kodladığı sayısız gen ürünü organel içindeki protein sürecinde işlev yapar. Düşük organizasyon seviyesindeki biryofitlerden yüksek organizasyonlu bitkilere kadar çeşitli bitkilerin cpDNA'sı birbirinden farklı sayıda gen ürünlerini kodlayabilmektedir. Genellemenin yapılacağı olursa cpDNA'sı üzerinde bulunan genler transkripsiyonda görevli olan RNA polimeraz enziminin alt ünitelerinin, translasyonda görevli olan tRNA'ların tümünün, kloroplast ribozomlarına özgün birçok ribozomal proteinin ve 4.5S, 5S, 16S ve 23S rRNA'ların (iki set halinde) şifrelenmesinden sorumludurlar. Diğer kloroplast genleri fotosentetik işleve özgüdür. Bunlardan bazıları fotosentezin ışık bağımlı reaksiyonlarına birlik oluşturan protein tabiatlı hücresel bileşenleri şifreler. Söz konusu genlerdeki mutasyonlar fotosentezi inaktive edebilirler (Dilsiz 2004). Kloroplast DNA'nın intron ve genler arası kesim bölgeleri gibi kodlanmayan kısımları, kodlanan kısımlarına göre değişime daha yatkındır (Xu vd. 2000). Zira bu kodlanmayan bölgelerin bilgi verici karakter potansiyelinin kodlanan bölgelere göre daha fazla olduğu ortaya konulmuştur, bu nedendir ki kodlama yapmayan bölgeler taksonlar arası filogenetik çalışmalarda daha çok tercih edilmektedir (Downie vd. 2000).

Kloroplast DNA sekans varyasyonları türler arası yapılan filogenetik çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat kloroplast genomunda genetik

kod içermeyen bölgelerin daha düşük taksonomik seviyelerde (intergeneric, interspesifik, intraspesifik) daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. İntron gibi non-coding bölgeler daha fazla varyasyon içerdiği için filogenetik çalışmalarda alt basamaklardaki taksonları ayırt etmede daha başarılıdır. Bu kodlanmayan bölgelerden biri olan; *trnT-trnF* bölgesi aile altı kategorilerin filogenetik akrabalıklarını belirlemede geniş ölçüde kullanıldığından dolayı en kapsamlı olarak çalışılmış cpDNA kısmıdır (Taberlet vd. 1991; Kelchner 2000). *trnT-F* bölgesi yüksek ölçüde korunmuş üç adet transfer RNA genlerinin birlikte bulunduğu kloroplast genomunun geniş tek kopya bölgesinde bulunur. Bu kısım *trnL* (UAA) geninden ve her iki yanında yer alan intergenik kesici bölgelerinden (IGS) oluşur. *trnL* geni yüksek oranda korunmuş iki ekzon içerir, bu ekzonlar grup I intron tarafından ayrılır. Bu ayrılımda her iki yanda bulunan kısımlar oldukça korunumlu iken merkezi kısım büyük ölçüde değişkendir (Taberlet vd. 1991; Bakker vd. 2000).

trnT (UGU) ve *trnF* bölgeleri arasındaki kısım tek kopya bölgelerindeki mutasyon oranının yüksek olması, türler arasında genlerin yeniden düzenlenmesinde gen kaybı olması, korunmuş *trn* genleri ve kodlanmayan bölgelerin yüzlerce baz çiftini içermesi gibi özelliklere sahip olduğu için evrimsel çalışmalarda kullanılmaya oldukça uygundur (Wolfe vd. 1987). *trnL-F* intergenik spacer ve *trnL* intron bölgesi tür içi ve türler arası taksonlardan başlayıp altfamilya ve tribus düzeylerine kadar kullanılmaktadır (Taberlet vd. 1991).

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2014-2019 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Materyal olarak ülkemizde yayılış gösteren *Alkanna* taksonlarına ait bireyler kullanılmıştır. Çalışmada belirlenen hedeflere ulaşmak amacı ile 4 aşamalı bir araştırma planı uygulanmıştır. İlk aşamada, araştırmaya konu olan *Alkanna* taksonlarına ait bireyleri toplamak için belirlenen lokalitelere gidilerek arazi çalışmaları yapılmıştır. İkinci aşamada morfolojik özellikler belirlenerek dikotomik teşhis anahtarı oluşturulmuş ve türlerin tanıtımı verilmiştir. Mevcut literatürde bulunan ve bu çalışma kapsamında gözlenen fenotipik karakterler kullanılarak kladistik analiz gerçekleştirilmiştir. Üçüncü aşamada, *Alkanna* taksonlarına ait örneklerden DNA izolasyonu gerçekleştirilip, PZR ile cpDNA *trnL-F* ve nrDNA *ITS* bölgeleri çoğaltılarak, hizmet alımı yolu ile çift yönlü olarak sekansları elde edilmiştir. Son aşamada, taksonların filogenetik analizleri yapılarak, tüm çalışmalar sonucunda elde edilen veriler bir araya getirilerek yorumlanmıştır.

3.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları için hedeflenen her bir taksonun fenolojik dönemlerinden özellikle çiçeklenme ve meyvelenme zamanlarına göre bitkilerin yayılış gösterdikleri alanlar başta Türkiye Florası olmak üzere, daha önce yapılan *Alkanna* türlerinin morfolojik özelliklerine dayalı yapılan revizyon çalışması ve flora çalışmaları ile tespit edilmiştir (Heywood ve Tutin 1972; Huber-Morath 1978; Sümbül 1991; Sümbül 1994; Duman vd. 1999; Yıldırım 2013; Yıldırım ve Şenol 2014). Gerçekleştirilen arazi çalışmaları için gidilen alanlar ve toplanan taksonların ayrıntılı lokalite bilgileri moleküler çalışmalar ile bulgular ve tartışma kısmında verilmiştir.

Çalışmada kullanılan bitki materyalleri 2014-2019 yıllarında vejetasyon dönemlerinde, Nisan-Eylül aylarında yayılış gösterdikleri alanlardan toplanmıştır. Arazide özellikle tam bitki örneğinin (kök, gövde, çiçek ve meyve) toplanmasına dikkat edilmiştir. Arazi çalışmalarında, uygulanacak metotlar için uygun bitki materyalleri (herbaryum örnekleri ve moleküler çalışmalar için brakte örnekleri) alınmıştır. Moleküler çalışmalar için brakte örnekleri silika jel içerisinde soğuk zincirle muhafaza edilmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında her bir materyalin toplandığı alanın yükseklik ölçümü yapılmış ve uygun dijital fotoğrafları çekilmiştir. Bitkinin yetiştirme ortamı özellikleri kaydedildikten sonra, oluşturulan arazi defterine ilgili notlar (numara, tarih, yükselti vb.) kaydedilmiştir. 100 lokaliteden 42 taksona (36 tür) ait yaklaşık 250 örnek toplanmıştır. Kayıtlarda Malatya Akdağ'da yayılış gösteren *Alkanna viscidula*, Tekirdağ'da yayılış gösteren *Alkanna stribrnyi* ve Osmaniye Amanos dağlarından kaydedilen *Alkanna shattuckia* türleri 2014-2019 yıllarında farklı aylarda aranmalarına rağmen toplanamamıştır.

3.2. Morfolojik Çalışmalar

Arazi çalışmaları sonucunda toplanan herbaryum örnekleri Türkiye Florası ve Sümbül (1994)'ün yapmış olduğu revizyon çalışması kullanılarak teşhis edilmiştir. Son yıllarda Türkiye Florası'na kazandırılan türlerin de yer aldığı dikotomik teşhis anahtarı oluşturulmuş ve yeni türlerin de eklendiği cinse ait betimleme yapılmıştır. Türkiye

Florası'nda şüpheli kayıt olarak yer alan *A. shattuckia*, daha önce yapılan çalışmalarda EX olduğu belirtilen *A. viscidula* ve yetersiz veriye sahip olan *A. stribrnyi* türleri arazi çalışmaları sırasında toplanamadığı için dikotomik teşhis anahtarında bu türlere yer verilmemiştir. Alfabetik sıraya göre türlerin (*A. shattuckia*, *A. viscidula*, *A. stribrnyi* türleri hariç), latince adı, yazar veya yazarların isimleri, yayınlanma tarihi, basıldığı kaynak, tip örneğinin toplandığı ülke, varsa karesi, ili, lokalitesi, toplama tarihi, toplayıcı adı, toplayan kişinin numarası, herbaryum adı ve numarası, varsa sinonim ya da sinonimleri, deskripsiyonu, çiçeklenme dönemi, meyvelenme dönemi, habitatı, yayılış yüksekliği, fitocoğrafik bölgesi, Türkiye yayılışı, tehlike kategorisi (Ekim vd. 2000), dünya yayılışı ve toplanan örneklerin lokalitesi verilmiştir.

Kullanılan karakterlerin özellikleri taksonların tanıtımında verilmiştir. Taksonların tanıtımında Resimli Türkiye Florası Cilt 1'de yer alan "Bitki Terimleri Sözlüğü" kullanılmıştır (Güner vd. 2014). Morfolojik özelliklere dayalı kladistik analizler için 42 *Alkanna* taksonu kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan karakterlerin özellikleri taksonların tanıtımında verilmiştir. *Alkanna* cinsinin akrabalık ilişkilerini saptamada dış grup metodu kullanılmıştır. Dış grup olarak Türkiye Florası'nda en yakın cins olan *Nonea* cinsinden *Nonea echioides* Roem.& Schult. türü seçilmiştir.

Analizde kullanılan taksonların akrabalık ilişkilerinin ifade edilebilmesi için sırası ile aşağıda belirtilen 4 yol izlenmiştir.

3.2.1. Karakter araştırması

Belirlenen *Alkanna* taksonlarının akrabalık ilişkilerini saptamak için bu taksonların morfolojileri incelenmiştir. Kullanılacak karakterler belirlenirken Türkiye Florası, Sümbül (1991, 1994) tarafından yapılan *Alkanna* türlerinin morfolojik özelliklerine dayalı yapılan revizyon çalışması ve daha önceden yapılan morfolojik çalışmalar ile yurt içinden Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'nda (AKDU), Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Herbaryumu'nda (GAZI), Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'nda (HUB), Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'nda (ANK), Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu'nda (AEF), Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'nda (EGE), İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'nda (ISTF), İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu'nda (ISTE), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'nda (VANF), Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'nda (ERCH), yurt dışından ise Edinburg Herbaryumu'nda (E), Kew Herbaryumu'nda (K), Cenevre Herbaryumu'nda (G), Viyana Üniversitesi Herbaryumu'nda (WU), Paris Herbaryumu'nda (P) bulunan örnekler dijital olarak incelenmiştir.

Seçilen morfolojik karakterlerin mevcut literatürde cinse ait türlerin tanımlanması ve teşhisinde yaygın olarak kullanılan, türün popülasyon varyasyonunu tanımlama potansiyeline sahip karakterler olmasına dikkat edilmiştir. Birbiriyle doğrudan bağlantılı olmayan 18 karakter saptanmış ve her karakterin durumu belirlenmiştir. Karakter ve karakter durumları belirlenirken en az iki durum bakımından varyasyon gösteren karakterler seçilmiştir. Kullanılan karakterler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Veri matrisinde kullanılan karakterler ve kodları

	Kullanılan karakter	Karakter kodu
1	Bitki ömrü	tek yıllık (0) çok yıllık (1)
2	Kökte naftakinonlar	yok (0) var (1)
3	Bitki boyu	en fazla 25 cm (0) 25 cm'den uzun (1)
4	Gövde durumu	yükselici (0) yatık (1) dik (2) yastık (3)
5	Steril sürgün	yok (0) var (1)
6	Bitkide salgı tüyü durumu	var (0) yok (1)
7	Basık tüy durumu	yok (0) yarı basık (1) basık (2)
8	Tüy tipi	Kıllı veya tüylü (0) havlı (1) kır tüylü (2) kaba tüylü (3) kırışık tüylü (4) kadifemsi (5) sitrigoz tüylü (6)
9	Yapraklarında sekonder damarlanma	belirgin değil (0) belirgin (1)
10	Kaliks loplarının bölünme oranı	en çok 1/3 (0) 1/3'den büyük (1)
11	Korolla lop rengi	beyaz veya krem (0) sarı (1) mavi, koyu mavi (2) gök mavisi (3) mor (4) күкүрт sarısı (5) pembe (6)
12	Korolla dış yüzeyinde tüy	yok (0) var (1)
13	Meyve yüzey süsü	ağsı (0) granüllü (1) tüberküllü (2) çukurcuklu (3) düz (4) buruşuk (5)
14	Meyve gaga yapısı	yok (0) ani kıvrılmış (1) hafifçe kıvrılmış (2) düz yatay (3)
15	Meyvede sap	yok (0) var (1)
16	Gaga ile meyve sapı arasında köprü	yok (0) az belirgin (1) çok belirgin (2)
17	Gaga ucunun meyve sapına göre konumu	diğer (0) gaga ucu sap hizasında (1) gaga ucu sap hizasından kısa (2) gaga ucu sap hizasından uzun (3) gaga ucu sapa paralel (4)
18	Meyvede tüy	yok (0) var (1)

3.2.2. Karakter tiplerinin ve polarite kararının verilmesi

Karakter polarizasyonu, dış grup olarak seçilen, Türkiye Florası'nda *Alkanna* cinsine en yakın olan *Nonea* cinsine ait *N. echioides* (L.) Roem. & Schult. türünün karakter durumlarına bakılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sırasında dış grup düğümündeki karakter durumu plesiomorfik, iç grup düğümündeki karakter düğümü apomorfik düğüm olarak işlem görmüştür.

3.2.3. Karakterlerin takson karakter matrisi biçiminde kodlanması

Belirlenen karakter durumlarının bilgisayar ortamına aktarılabilmesi için her karakter durumu ikili veya çoklu karakter olarak kodlanmıştır. Her karakter 0-6 rakamları kullanılarak kodlanmıştır. Bir karakter bakımından ikiden fazla durum içeren taksonlar polimorfik olarak değerlendirilmiştir. Her karakter durumu için yapılan kodlamalar bir karakter matrisinde toplanarak, cinsin türlerine ait morfolojik karakterler Mesquite 3.6 (Maddison ve Maddison 2018) programı yardımı ile veri matrisi haline dönüştürülmüştür. Oluşturulan matris Çizelge 3.2'de verilmiştir.

3.2.4. Morfolojik verilere göre ağaç oluşturma

Fenotipik verilere dayalı oluşturulan veri matrisi ile maksimum parsimoni analizi PAUP v.4.0a166 (Swofford 2002) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Takson sayısının fazla olduğu durumlarda olası ağaç sayısında oldukça büyük bir artış bulunmaktadır. Morfolojik verilere göre ağacın çizilmesi maksimum parsimoni analizi 'heuristic search' ağaç arama opsiyonu kullanılarak, 'stepwise addition' dal ekleme yöntemi uygulanmıştır. Analiz sonunda %50 çoğunluk ve katı uyum ağaçları elde edilmiştir.

Çizelge 3.2. Kullanılan taksonlar ve belirlenen karakterlerin veri matrisi

	Karakterler	1	2	3	4	5	6	7	8
Taksonlar									
1	<i>A. amana</i>	1	1	0/1	0/1	1	0	1	0
2	<i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i>	1	0/1	0/1	0/2	0	0	1	0/1
3	<i>A. areolata</i> var. <i>sublaevis</i>	1	0/1	0/1	0/2	0	0	1	0/1
4	<i>A. attilae</i>	1	0	0	0/1	1	1	1/2	0
5	<i>A. aucheriana</i>	1	1	0	3	1	0/1	1/2	2/3/5
6	<i>A. cappadocica</i>	1	1	0/1	0/2	0	0	0	0/1
7	<i>A. confusa</i>	1	0	1	0	0	0	0	0/2
8	<i>A. cordifolia</i>	1	0	0/1	0	0	0	1	0
9	<i>A. dumanii</i>	1	0	0/1	0	1	0	1/2	1
10	<i>A. froedinii</i>	1	0/1	0/1	0	1	0	1	0/1
11	<i>A. haussknechtii</i>	1	0	0	0/1	0	0	0	0/1
12	<i>A. hirsutissima</i>	1	0	0/1	2	0	0/1	0	0/1
13	<i>A. hispida</i>	1	1	0/1	0/1	0	0	0	0
14	<i>A. incana</i>	1	0/1	0/1	0/2	1	1	2	3/4
15	<i>A. kotschyana</i>	1	0	0/1	0/2	0	0	0	0/2
16	<i>A. macrophylla</i>	1	0	0/1	0	0/1	0	0	0/5
17	<i>A. macrosiphon</i>	1	0	0/1	0/1	0	0	0	0
18	<i>A. malatyana</i>	1	1	0	3	1	0	0	0
19	<i>A. megacarpa</i>	1	1	0/1	0	0	1	1/2	0/3/5
20	<i>A. milliana</i>	1	0	0	3	1	0	2	0
21	<i>A. mughlai</i>	1	0	0	3	1	0	0	3/4
22	<i>A. oreodoxa</i>	1	0	0	3	1	1	1	3/4
23	<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i>	1	1	1	0	1	0	0	0/1
24	<i>A. orientalis</i> var. <i>leucantha</i>	1	1	1	0	1	0	0	0/1
25	<i>A. pamphylica</i>	1	0	0/1	0	0	0	0	0
26	<i>A. phrygia</i>	1	0	0/1	0	1	0	1	1
27	<i>A. pinardii</i>	1	0/1	0	0	0	1	0	0/1
28	<i>A. primuliflora</i>	1	0	0/1	0/1	0	0	0	0/1
29	<i>A. pseudotinctoria</i>	1	1	0	0/2	0	0	1/2	0
30	<i>A. punctulata</i>	1	0/1	0/1	0/1	0	0	0	0
31	<i>A. saxicola</i>	1	1	0/1	3	1	1	2	3/4
32	<i>A. sieheana</i>	1	0	0	3	1	1	0	0/1
33	<i>A. strigosa</i>	1	1	0	0/1	0	0	0	0/6
34	<i>A. sumbulii</i>	1	1	0	2	0	0	2	0/1
35	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i>	1	1	0/1	0/1	0	0	0	0/1/2
36	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>anatolica</i>	1	1	0/1	0/1	0	0	1	0/1/2
37	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>glandulosa</i>	1	1	0/1	0/1	0	0	0	0/1
38	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i>	1	1	0/1	0/1	0	0	0	0/1
39	<i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i>	1	0	0/1	0	0	0	0	0/1
40	<i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i>	1	0	0/1	0	0	0	0	0/1
41	<i>A. tubulosa</i>	1	0	0/1	0	0	0	0	0/1
42	<i>A. verecunda</i>	1	0	0/1	2	0	0	1/2	0/1
43	<i>N. echioides</i>	0	0	0/1	0	0	0	0	0

Çizelge 3.2'nin devamı

	Karakterler	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Taksonlar											
1	<i>A. amana</i>	0	1	2/4	0	0/3	1	1	1	1/3	1
2	<i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i>	0	1	2/3/4	0	2	2	1	1	1/2	1
3	<i>A. areolata</i> var. <i>sublaevis</i>	0	1	2/3/4	0	2/4	2	1	1	1/2	1
4	<i>A. attilae</i>	0	1	3	0	2	2	1	0/1	3	1
5	<i>A. aucheriana</i>	0	1	2/4	0	2	3	1	0	4	1
6	<i>A. cappadocica</i>	0	1	2	0	0/3	2	1	1	1	1
7	<i>A. confusa</i>	0	1	1	0	0/3	1/2	1	2	1/3	1
8	<i>A. cordifolia</i>	0	1	1	0	0/3	2	1	2	1	1
9	<i>A. dumanii</i>	0/1	1	2	1	0/3	2/3	1	0/2	2/4	1
10	<i>A. froedinii</i>	0/1	1	1	0	0/3	1	1	2	1/2	1
11	<i>A. haussknechtii</i>	0	1	5	0	2	1	1	2	1	1
12	<i>A. hirsutissima</i>	0	1	1/2	0	0/3	2	1	2	1	1
13	<i>A. hispida</i>	0	1	2	0	0/3	2	1	1	1	1
14	<i>A. incana</i>	0	1	2/3/4	0	2	2	1	1	2	1
15	<i>A. kotschyana</i>	0	1	1	0	0/3	1	1	2	1	1
16	<i>A. macrophylla</i>	0/1	1	3	0	2	2	1	1	1/3	1
17	<i>A. macrosiphon</i>	0	1	0/4	0	0/3	1	1	2	2	1
18	<i>A. malatyana</i>	0	1	1	0	2	2/3	1	0/1	4	1
19	<i>A. megacarpa</i>	0	1	2	0	0/3	2	1	2	1/3	1
20	<i>A. milliana</i>	0	1	2/6	1	2	3	1	0	4	1
21	<i>A. mughlai</i>	0	1	1	0	2	3	1	0	4	1
22	<i>A. oreodoxa</i>	0	1	0	0	2	3	1	0	4	1
23	<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i>	1	1	1	0	1/2	1	1	2	1/2	1
24	<i>A. orientalis</i> var. <i>leucantha</i>	1	1	0	0	1/2	1	1	2	1/2	1
25	<i>A. pamphylica</i>	0	1	3/4	0	2	2	1	0/1	1	1
26	<i>A. phrygia</i>	0	1	2	0	2	1	1	0/1	1/3	1
27	<i>A. pinardii</i>	0	1	5	0	2/3	2	1	1	2	1
28	<i>A. primuliflora</i>	0	1	1	0	2	1	1	2	1	1
29	<i>A. pseudotinctoria</i>	0	1	2	0	0/3	2	1	1	2	1
30	<i>A. punctulata</i>	0	1	2/3	0	3/4	1	1	1	3	1
31	<i>A. saxicola</i>	0	1	2	1	2	3	1	0	4	1
32	<i>A. sieheana</i>	0	1	2	0/1	2	3	1	0	4	1
33	<i>A. strigosa</i>	0	1	2/4	0	0/3	2/3	1	0/1	1	1
34	<i>A. sumbulii</i>	0	1	2	0	3/5	3	1	0	4	1
35	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i>	0	1	2	0	0/2	1	1	2	2	1
36	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>anatolica</i>	0	1	2	0	0/2	1	1	2	2	1
37	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>glandulosa</i>	0	1	2	0	0/2	1	1	2	2	1
38	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i>	0	1	2	0	2/4	1	1	2	2	1
39	<i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i>	0	1	1	1	0/3	2	1	1	1	1
40	<i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i>	0	1	1	1	0/3	2	1	1	1	1
41	<i>A. tubulosa</i>	0	1	0/1	1	0/3	1	1	2	1/3	1
42	<i>A. verecunda</i>	0/1	1	2	0	2	2	1	1	3	1
43	<i>N. echioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.3. Moleküler Çalışmalar

Arazi çalışmaları sırasında elde edilen örneklerin cins içerisindeki filogenetik ilişkilerini saptamak amacı ile nrDNA ve cpDNA bölgeleri moleküler çalışmalar kapsamında elde edildi. Moleküler çalışmalar 4 adımda gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sırası ile örneklerden genomik DNA izolasyonu, istenilen gen bölgelerinin uygun primerler kullanılarak PZR ile çoğaltılması, agaroz jel elektroforezi, elde edilen PZR ürünlerinin hizmet alımı yoluyla çift yönlü olarak sekanslatılması ve istenilen *trnL-F* ve *ITS* bölgelerinin baz sıralarının hizalanması ile tanımlayıcı DNA veri analizleridir. Son olarak filogenetik analizler gerçekleştirilerek tüm sonuçlar değerlendirilmiştir. Genomik DNA izolasyonu ve PZR çalışmaları Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.3.1. Genomik DNA izolasyonu

DNA izolasyonu, araziden soğuk zincirle laboratuvara getirildikten sonra -20 °C’de muhafaza edilmiş, silika jel içerisinde kurutulmuş brakte örneklerinden CTAB/Kloroform-İzoamil alkol metodu (Doyle ve Doyle 1987; Doyle ve Dickson 1987; Cullings 1992) kullanılarak elde edilmiştir. İzolasyonu yapılan örnekler Çizelge 3.3’de verilmiştir.

DNA izolasyonunda kullanılan çözeltiler aşağıda verilmiştir.

CTAB çözeltisi: 1 L hazırlamak için pH’ı 0,8 olan 100 ml 1M Tris, 280 ml 5M NaCl, 40 ml 0,5 M EDTA, 20 gr CTAB karıştırılarak pH 0,8 olacak şekilde HCl ile hacim 1000 ml’ye tamamlanmıştır. Çözelti 121 °C’de 20 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir.

1M Tris çözeltisi: 121 gr Tris 700 ml ddH₂O içinde çözündürülerek pH 0,8 olacak şekilde HCl eklenerek çözelti 1L’ye tamamlanmıştır.

0,5 M EDTA çözeltisi: 186,12 gr EDTA 750 ml ddH₂O içinde çözündürülerek yaklaşık 20 gr NaOH eklenerek pH 0,8 olacak şekilde çözelti 1L’ye tamamlanmıştır.

7,5 M Amonyum asetat çözeltisi: 144,5 gr amonyum asetat 250 ml ddH₂O içinde çözündürülmüştür.

5 M NaCl çözeltisi: 292,2 gr NaCl 700 ml ddH₂O içinde çözündürülerek çözelti 1L’ye tamamlanmıştır

DNA ekstraksiyon çözeltisi 100 ml CTAB çözeltisi, 4 gr PVP-40 ve 500 µl β-mercaptoethanol eklenerek hazırlanmıştır.

Kloroform-İzoamil alkol: 24:1 h/h 96 ml kloroform / 4 ml izoamil alkol olacak şekilde hazırlanmıştır.

İzopropanol ise moleküler biyoloji çalışmalarına uygun saflıktadır.

20 X TBE çözeltisi: 216 gr Tris, 110 gr Borik asit, 80 ml pH’ı 0,8 olan 0,5 M EDTA 700 ml ddH₂O içinde çözündürülerek çözelti 1L’ye tamamlanmıştır. Çözelti 121 °C’de 20 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir.

Genomik DNA izolasyonu için aşağıdaki basamaklar takip edilmiştir.

1. 40-50 mg yaprak (brakte) örnekleri tartılarak 2 ml'lik tüplere konuldu.
2. Üzerine %2'lik PVP içeren 500 µl CTAB çözeltisi eklenerek, bitki örnekleri ezildi. Ezilen örnekler 65 °C'de sıcak su banyosunda 1 saat bekletildi.
3. Sıcak su banyosundan sonra tüplere 500 µl CI (24:1) eklenip 5-10 dakika yavaşça karıştırıldı.
4. Hazırlanan karışım 10 dakika 14.000 rpm'de santrifüj edildi.
5. Üst faz yeni tüplere aktarıldı. Basamaklardan 3. ve 4. basamak tekrar edildi.
6. Yeni tüpe aktarılan üst fazın üzerine her bir örnek için elde edilen hacmin 0,08 katı kadar 7,5M'lık amonyum asetat, amonyum asetat eklenmiş toplam hacmin 0,54 katı kadar soğuk izopropanol eklenerek yavaşça karıştırıldı ve -20 °C'de 1 gece bekletildi.
7. Örnekler 14.000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Pellete dikkat edilerek üst faz atıldı.
8. Tüplere %70'lik 700 µl soğuk EtOH eklenerek 14.000 rpm'de 1 dakika santrifüj edildi. Pellete dikkat edilerek üst faz atıldı.
9. Tüplere %95'lik 700 µl soğuk EtOH eklenerek 14.000 rpm'de 1 dakika santrifüj edildi. Pellete dikkat edilerek üst faz atıldı.
10. Tüpler yan yatırılarak kurumaya bırakıldı.
11. Son olarak tüplere 100 µl ddH₂O eklendi.

Elde edilen genomik DNA'lar PZR çalışmalarına kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.3. DNA izolasyon çalışmaları yapılan ve PZR’da kullanılan taksonlara ait arazi numaraları, lokalite bilgileri ve örnek sayıları

Takson Adı	Arazi No	Lokalite Bilgileri	Örnek Sayısı
<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (L.) Boiss	1837	C4 Karaman: Ermenek, Ermenek çevresi, kalkerli alanlar, 1316 m, 02.vii.2014	1
<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (L.) Boiss	1962	B9 Van: Akdamar adası, Akdamar kilisesi, step yamaçlar, 1650 m, 12.viii.2014	1
<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (L.) Boiss	1970	B7 Malatya: Akçadağ, Levent kanyonu, kalkerli kayalık alanlar, 1306 m, 14.viii.2014	1
<i>A. orientalis</i> (L.) Boiss. var. <i>leucantha</i> (Bornm.) Hub.-Mor.	4020	B5 Kayseri: Hacılar köyü, step alanlar, 1236 m, 26.v.2016	2
<i>A. orientalis</i> (L.) Boiss. var. <i>leucantha</i> (Bornm.) Hub.-Mor.	1979	B5 Nevşehir: Avanos kuzey yamaçları, step alanlar, 990 m, 16.viii.2014	2
<i>A. dumanii</i> Sümbül	1836	C4 Karaman: Ermenek Kuruseki mevki, kalkerli kayalık alanlar, 1315 m, 02.vii.2014	1
<i>A. froedinii</i> Rech.f.	1959	B9 Van: Gevaş Çadır dağı etekleri, step yamaçlar, 1846 m, 12.viii.2014	2
<i>A. froedinii</i> Rech.f.	1961	B9 Van: Gevaş, Pınarbaşı mahallesi, dere yatağı çevresi, 1835 m, 12.viii.2014	1
<i>A. froedinii</i> Rech.f.	1958	B9 Bitlis: Tatvan, Tatvan çevresi volkanik arazi, 1760 m, 11.viii.2014	2
<i>A. cordifolia</i> K. Koch	3582	A8 Artvin: Ardanuç, Gevhernik çevresi-orman yolu, taşlı yamaçlar, 646 m, 30.vii.2015	2
<i>A. cordifolia</i> K. Koch	3580	A8 Artvin: Ardanuç, Adakale mahallesi ve çevresi, yol kenarları, 510 m, 30.vii.2015	1
<i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i> Hub.-Mor.	1947	B8/B9 Siirt: Şirvan-Cevizli yol ayrımı, step alanlar, 985 m, 10.viii.2014	3
<i>A. trichophila</i> Hub.-Mor. var. <i>mardinensis</i> Hub. -Mor.	1939	C8 Mardin: Mardin-Kızıltepe yolu, step yamaçlar, 716 m, 09.viii.2014	2
<i>A. trichophila</i> Hub.-Mor. var. <i>mardinensis</i> Hub. -Mor.	1941	C8 Mardin: Çiftlikköy çevresi, üzüm bağlarının bulunduğu kalkerli alanlar, 704 m, 09.viii.2014	2
<i>A. trichophila</i> Hub.-Mor. var. <i>mardinensis</i> Hub. -Mor.	1964	B7 Diyarbakır: Ergani, Zülküf Dağı etekleri, kayalık arazi, 1088 m, 13.viii.2014	3
<i>A. kotschyana</i> A. DC.	1923	C5 İçel: Gülek boğazı, taşlık alanlar, 1229 m, 05.viii.2014	3
<i>A. kotschyana</i> A. DC.	3291	C4 İçel: Bozyazı çevresi, taşlık alanlar, 16 m, 01.v.2015	3

Çizelge 3.3'ün devamı

<i>A. confusa</i> Sam ex Rech.f.	1908	C5 İçel: Arslan köy, taşlık yamaçlar, 1496 m, 16.vii.2014	2
<i>A. confusa</i> Sam ex Rech.f.	1926	C6 Hatay: Yayladağ Şenköy arası, Hristiyan mezarlığı çevresi, kireçli yamaçlar, 869 m, 07.viii.2014	3
<i>A. confusa</i> Sam ex Rech.f.	1932	C6 Hatay: Samandağ, Samandağ girişi, taşlık yamaçlar, 172 m, 07.viii.2014	1
<i>A. confusa</i> Sam ex Rech.f.	1930	C6 Hatay: Yayladağ Samandağ yolu, makilik alanlar, 514 m, 07.viii.2014	1
<i>A. tubulosa</i> Boiss.	1759	A1 Tekirdağ: Işıklar köyü çevresi, dere yatağı karşısı yamaçlar, 200 m, 02.v.2014	1
<i>A. tubulosa</i> Boiss.	3351	C2 Denizli: Honaz dağı, orman açıklığı, yamaçlar, 1220 m, 23.v.2015	2
<i>A. tubulosa</i> Boiss.	3338	C2 Aydın: Geyre Tavas yolu, yamaçlar, 890 m, 20.v.2015	3
<i>A. hirsutissima</i> (Bertol.) A. DC.	1933	C6 Antep: Gaziantep Üniversite çevresi, bozkır alanlar, 890 m, 08.viii.2014	3
<i>A. hirsutissima</i> (Bertol.) A. DC.	1968	B7 Malatya: Elazığ yolu üstü, vericinin karşısındaki kireçli tepeler, 1076 m, 14.viii.2014	2
<i>A. hirsutissima</i> (Bertol.) A. DC.	1937	C6 Gaziantep: Nizip Günalı arası, step kurak alanlar, 503 m, 09.viii.2014	2
<i>A. primuliflora</i> Griseb.	1757	A1 Edirne: Süloğlu barajı çevresi, bozuk çalılıklar, 280 m, 01.v.2014	3
<i>A. haussknechtii</i> Bormm.	4064	A5 Amasya: Kaleköy Saraycık köyü arası, yol kenarı, kurak yamaçlar, 700 m, 14.vii.2016	1
<i>A. pinardii</i> Boiss.	1756	C3 Antalya: Lara falezlerin üstü, makilik taşlık alanlar, 40 m, 28.iv.2014	3
<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> (L.) Tausch	1758	A1 Edirne: Süloğlu çevresi, çayırılık alanlar, 250 m, 01.v.2014	2
<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> (L.) Tausch	1816	C3 Antalya: Isparta yolu, kurşunlu şelalesi çevresi, orman içi 100m, 01.vii.2014	3
<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>glandulosa</i> Hub.- Mor.	3342	C2 Aydın: Birgi-Bozdağ yolu, taşlı yamaçlar, 1174 m, 20.v.2015	3
<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>glandulosa</i> Hub.- Mor.	3319	C2 Muğla: Yılanlı dağı, orman açıklığı yamaçlar, 1334 m, 19.v.2015	1
<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>anatolica</i> Hub.- Mor.	1760	C3 Burdur: Mehmet Akif Üniversitesi kampüs çevresi, kalkerli tepeler, 1032 m, 08.vi.2014	3
<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>subleiocarpa</i> (Hub.- Mor.) Hub.- Mor.	1761	C3 Antalya: Lara plajı çevresi, kumul alanlar, 10 m, 01.vii.2014	3

Çizelge 3.3'ün devamı

<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>subleiocarpa</i> (Hub.-Mor.) Hub.-Mor.	3354	B2 Denizli: Pamukkale çevresi, kalkerli alanlar, 338 m, 23.v.2015	2
<i>A. megacarpa</i> A. DC.	1972	C6 Malatya: Sürgü Takaz mevkii, taşlık alanlar, 1345 m, 14.viii.2014	2
<i>A. megacarpa</i> A. DC.	1967	B7 Elazığ: Yalnızdamlar çevresi, kurak yamaçlar, 1231 m, 13.viii.2014	3
<i>A. megacarpa</i> A. DC.	1975	C6 Malatya: Doğanşehir, Reşadiye köyü çevresi, kalkerli yamaçlar, 1356 m, 14.viii.2014	1
<i>A. cappadocica</i> Boiss.& Balansa	4016	B5 Kayseri: Hacılar köyü, 1216 m, step yamaçlar, 26.v.2016	2
<i>A. cappadocica</i> Boiss.& Balansa	4014	B5 Kayseri: Talas Ali dağı, 1420 m, step yamaçlar, 26.v.2016	1
<i>A. cappadocica</i> Boiss.& Balansa	3379	B5 Kayseri: Kayseri çevresi, kurak yamaçlar, 1200 m, 11.vi.2015	2
<i>A. hispida</i> Hub.-Mor.	1888	C4 Karaman: Ermenek Kazancı yolu, kalkerli tepeler, 755 m, 11.vii.2014	3
<i>A. hispida</i> Hub.-Mor.	1890	C4 Karaman: Kazancı Gülnar yol ayrımından 2 km sonra, kalkerli yamaçlar, 931 m, 12.vii.2014	2
<i>A. pseudotinctoria</i> Hub.-Mor.	4005	B5 Aksaray: İhlara çevresi, taşlı step alanlar, 1277 m, 26.v.2016	3
<i>A. pseudotinctoria</i> Hub.-Mor.	1916	C4 Konya: Emirgazi, Karaören köyü, Örencik mevkii, step alanlar, 1377 m, 05.viii.2014	3
<i>A. pseudotinctoria</i> Hub.-Mor.	4316	B2 Denizli: Denizli-Dinar yolu, yamaçlar, 850 m, 19.v.2018	3
<i>A. macrosiphon</i> Boiss. & Heldr.	1825	C4 Antalya: Alanya kalesi yolu, kayalık yamaçlar, 36 m, 02.vii.2014	2
<i>A. amana</i> Rech.f.	3298	C6 Osmaniye: Amanos dağları, taşlık tepelik alanlar, 1998 m, 2.v.2015	1
<i>A. incana</i> Boiss.	1864	C3 Burdur: Çeltikçi kasabası çevresi, kaya çatlakları, 870 m, 05.vii.2014	3
<i>A. incana</i> Boiss.	1865	C3 Burdur: İnsuyu köyü, İnsuyu mağarası çevresi, kaya çatlakları, 1170 m, 05.vii.2014	2
<i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> Boiss.	3358	B3 Afyon: Karakuyu istasyonu çevresi, kayalık alanlar, 1014 m, 28.v.2015	3
<i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> Boiss.	3365	C3 Isparta: Eğirdir çevresi kalkerli kayalık yamaçlar, 1118 m, 5.vi.2015	1
<i>A. areolata</i> Boiss. var. <i>sublaevis</i> Hub.-Mor.	3347	B1 Manisa: Spil dağı, kayalık alanlar, 926 m, 21.v.2015	3

Çizelge 3.3'ün devamı

<i>A. phrygia</i> Bomm.	3603	C2 Denizli: Cankurtaran Honaz dağı, taşlı yamaçlar, 1900 m, 26.viii.2015	1
<i>A. attilae</i> P. H. Davis	4052	C3 Antalya: Bakır dağı, kayalık alanlar, 2200 m, 14.vi.2016	3
<i>A. pamphylica</i> Hub. -Mor. & Reese	1803	C3 Antalya: Korkuteli Mamatlar çevresi, taşlık alanlar, 1350 m, 01.vii.2014	3
<i>A. macrophylla</i> Boiss. & Heldr.	3220	C3 Antalya: Konyaaltı plaj yolu, kayaların üstü, 6 m, 19.iv.2015	3
<i>A. macrophylla</i> Boiss. & Heldr.	1868	C3 Antalya: Kaleiçi surların üstü, 15 m, 07.vii.2014	2
<i>A. aucheriana</i> A. DC.	1912	C5 İçel: Gözne, Gözne kalesi çevresi, 1012 m, 16.vii.2014	3
<i>A. sieheana</i> Rech.f.	1906	C4 İçel: Erdemli Lamas çayı çevresi, kayalık alanlar, 30 m, 16.vii.2014	3
<i>A. milliana</i> Sümbül	1882	C4 İçel: Mut, kaya çatlakları, 420 m, 11.vii.2014	3
<i>A. saxicola</i> Hub.-Mor.	1835	C4 Karaman: Ermenek çevresi, kalkerli kayalar, 1316 m, 02.vii.2014	3
<i>A. saxicola</i> Hub.-Mor.	1892	C4 Karaman: Ermenek, Pınarönü köyü, Göksu nehri çevresi, kalkerli kayalar, 745 m, 13.vii.2014	2
<i>A. oreodoxa</i> Hub.-Mor.	1871	C3 Antalya: Akseki, Erenyaka köyü çevresi, kaya çatlakları, 811 m, 08.vii.2014	3
<i>A. punctulata</i> Hub.-Mor.	3295	C4 İçel: Gülnar çevresi, kalkerli yamaçlar, 870 m, 01.v.2015	1
<i>A. punctulata</i> Hub.-Mor.	3292	C4 İçel: Silifke Gülnar arası, kalkerli yamaçlar, 810 m, 01.v.2015	1
<i>A. punctulata</i> Hub.-Mor.	3296	C4 İçel: Mut, Bozyaka çevresi, kalkerli yamaçlar, 990 m, 01.v.2015	1
<i>A. mughlae</i> H. Duman, Güner & Şağban	3304	C2 Muğla: Ortaca Okçular köyü çevresi, kaya üzeri, 13 m, 18.v.2015	3
<i>A. mughlae</i> H. Duman, Güner & Şağban	3306	C2 Muğla: Dalyan İztuzu plajı, kaya üzeri, 8 m, 18.v.2015	2
<i>A. malatyana</i> Yıldırım & Şenol	4024	B7 Malatya: Akçadağ Levent Kanyonu, kaya çatlakları, 1320 m, 27.v.2016	3
<i>A. sumbulii</i> Yıld.	4061	B3 Eskişehir: Sivrihisar, Aşağı Kepen köyü çevresi, kurak yamaçlar, 958 m, 13.vii.2016	1
<i>A. strigosa</i> Boiss. & Hohen.	4382	C7 Urfa: Maşuk köyü civarı, step alanlar, 650 m, 01.ix.2018	3
<i>A. verecunda</i> Hub.- Mor.	3360	C4 Konya: Taşkent, bahçe içleri, 1458 m, 30.v.2015	3
<i>A. verecunda</i> Hub.- Mor.	4352	C3 Antalya: Akseki, Emir Hasan Beli, bozuk <i>Abies cilicica</i> ormanı, 1550 m, 28.vii.2018	2

Genomik DNA'nın varlığı, miktarı (ng/mg) ve kirlilik derecesi (RNA, polisakkarit ve protein gibi DNA dışı organik molekül durumu) 260 ve 280 nM dalga boyunda spektrofotometre cihazı ve jel elektroforezi ile belirlenmiştir. Bu değerler bulgular ve tartışma kısmında verilmiştir. 1 X TBE çözeltisi kullanarak hazırlanan %1,5'luk agaroz jel EtBr hazırlanmıştır. DNA varlığını saptamak için %1,5'luk agaroz jel kullanılmış, 100 V'da 45 dakika yürütülmüştür. UV görüntüleme cihazında görüntülenerek DNA'ların varlığı tespit edilmiştir.

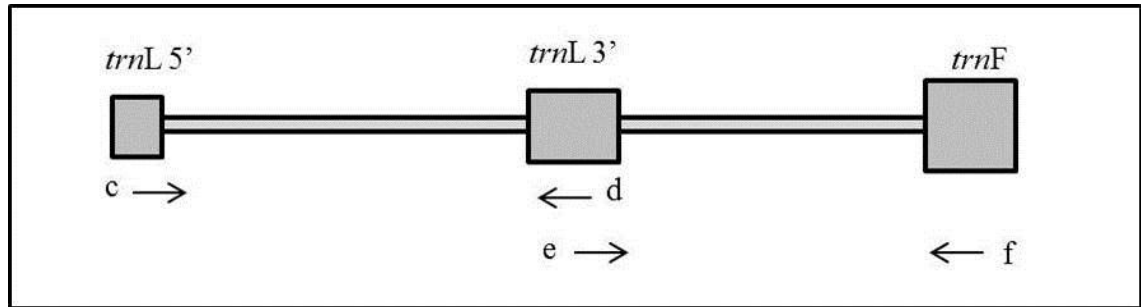
3.3.2. PZR uygulamaları

Taksonlar arası genetik farklılığın belirlenmesi ve filogenetik ağaçların oluşturulması için moleküler çalışmalarda sıklıkla kullanılan biri çekirdek diğeri kloroplastta yer alan iki gen bölgesi seçilmiştir. Başlangıçta amplifikasyon protokolünü oluşturmak için optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Amplifikasyonu etkileyen uygun DNA konsantrasyonu, Mg miktarı, kullanılan Taq miktarı, primer miktarı ve 'bağlanma (annealing)' sıcaklığı gibi faktörler belirlenmiştir.

İzole edilecek total DNA'lardan kloroplast *trnL*-F bölgesini elde etmek için Çizelge 3.4'de verilen Tab c ve Tab f primerleri kullanılmıştır (Taberlet vd. 1991). Bu gen bölgesi Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. cpDNA *trnL*-F bölgesine ait primer adı, sekansı ve baz çifti sayısı

Primer adı	Sekans	Baz çifti	Referans
Tab c F	5'-CGAAATCGGTAGACGCTACG-3'	~900	Taberlet vd. 1991
Tab f R	5'-ATTTGAACTGGTGACACGAG-3'		



Şekil 3.1. cpDNA *trnL*-F bölgesi (Taberlet vd. 1991)

cpDNA üzerinde belirlenen bölgenin çoğaltılması için uygun PZR koşulları Çizelge 3.5'de verilmiştir. Yapılan PZR deneyleri sonucunda belirlenen en uygun çoğaltma şartları Çizelge 3.6'da verilmiş, 28-30 döngüde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.5. cpDNA *trnL*-F bölgesi PZR koşulları

Bileşenler	Final konsantrasyonu	Miktar
PZR tamponu	10X	5uL
MgCl ₂	25mM	1,5-3 uL
dNTP karışımı (Thermo Fisher Sci)	2,5-10mM	0,5-0,8 uL
Tabc F	10 pkmol	1 uL
Tabf R	10 pkmol	1 uL
Taq polimeraz (Thermo Fisher Sci, Ampliqon)	5U/μL	0,5-0,8 uL
DNA	50-200 ng	2,5-5 uL
ddH ₂ O (steril)	-	37,4-32,4 uL
Toplam		50 μL

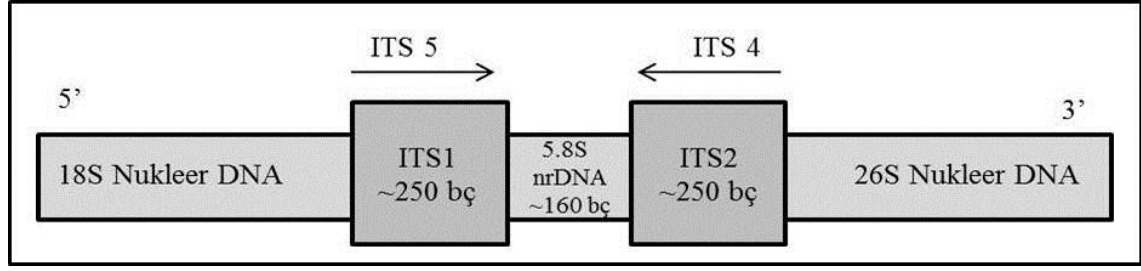
Çizelge 3.6. cpDNA *trnL*-F bölgesi çoğaltma şartları

Basamak	Sıcaklık	Zaman	Döngü sayısı
Ön denatürasyon	94 °C	5 dk	1 döngü
Denatürasyon	94 °C	30 sn	} 28-30 döngü
Bağlanma	50-55 °C	30 sn	
Uzama	72 °C	30 dk	
Son uzama	72 °C	10 dk	1 döngü

İzole edilen DNA'lardan *ITS* bölgelerinin çoğaltılması için Çizelge 3.7'de verilen evrensel *ITS4* ve *ITS5* primerleri kullanılmıştır (White vd. 1990). Bu primerler kullanılarak, nrDNA gen tekrarları arasında kalan *ITS1*, 5,8S ve *ITS2* bölgeleri PZR yoluyla çoğaltılarak, filogenetik açıdan daha fazla açıklayıcı bilgiler sunması nedeniyle Şekil 3.2'de verilen bu 3 bölge birlikte değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.7. nrDNA *ITS* bölgesine ait primer adı, sekansı ve baz çifti sayısı

Primer adı	Sekans	Baz çifti	Referans
<i>ITS4</i> R	5'- TCCTCCGCTTATTGATATGC -3'	~650	White vd. 1990
<i>ITS5</i> F	5'- GGA AGT AAA AGT CGT CGT AAC AAG G -3'		



Şekil 3.2. nrDNA *ITS* bölgesi

nrDNA üzerinde belirlenen bölgenin çoğaltılması için uygun PZR koşulları Çizelge 3.8’de verilmiştir. Yapılan PZR denemeleri sonucunda belirlenen en uygun çoğaltma şartları Çizelge 3.9’da verilmiş, 28-30 döngüde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.8. nrDNA *ITS* bölgesi PZR koşulları

Bileşenler	Final konsantrasyonu	Miktar
PZR tamponu	10X	5uL
MgCl ₂	25mM	1,5 uL
dNTP karışımı (Thermo Fisher Sci)	2,5-10mM	0,5 uL
<i>ITS5</i> F	10 pkmol	1 uL
<i>ITS4</i> R	10 pkmol	1 uL
Taq polimeraz (Thermo Fisher Sci, Ampliqon)	5U/μL	0,5 uL
DNA	50-200 ng	2,5-4 uL
ddH ₂ O (steril)	-	38-36,5 uL
Toplam		50 μL uL

Çizelge 3.9. nrDNA *ITS* bölgesi çoğaltma şartları

Basamak	Sıcaklık	Zaman	Döngü sayısı
Ön denatürasyon	94 °C	5 dk	1 döngü
Denatürasyon	94 °C	30 sn	28-30 döngü
Bağlanma	52-56 °C	30 sn	
Uzama	72 °C	1 dk	
Son uzama	72 °C	10 dk	1 döngü

3.3.3. Agaroz jel elektroforezi

PZR ürünlerinin elektroforezi, 5 μl yükleme tamponu (%50 gliserol, %0,05 bromofenolblue, 0,2 M EDTA) eklenerek agaroz jel ortamında yapılmıştır. Jel tepsisi

kullanılarak, %1-1,5'lik agarozda, 1X TAE (Trizma Base, Glacial Asetik Asid, EDTA) tamponunda 45 dakika süre ile 96 voltta yürütülerek örnekler, 0,25 µg/ml etidium bromid ile boyanmış ve UV ışığı altında görüntülenmiştir. Örnekler 1 kb DNA ladder ile karşılaştırılmıştır.

3.3.4. Tanımlayıcı DNA veri analizleri

Tez kapsamında çekirdek ve kloroplast genomlarına ait *ITS* ve *trnL-F* DNA bölgeleri cins içindeki taksonların filogenetik ilişkilerini belirlemek amacıyla çalışıldı. Amplifikasyonu yeterli olan PZR ürünlerinin saflaştırılması ve baz dizilemesi hizmet alımı (Macrogen) yoluyla gerçekleştirildi. Hizmet alımı yoluyla türlere ait ABI dosyaları, SEQUENCHER v.4.01 (Gene codes Corp.) ve Bioedit (Hall 2011) programıyla ileri ve geri primerlerin dizileri gözle kontrol edilerek her bir dizi için hizalamalar gerçekleştirildi. Elde edilen dizilerin doğruluğunu saptamak için NCBI (National Center for Biotechnology Information) veri tabanında BLAST edilerek *Alkanna* cinsinde istenilen bölgeye bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilmiştir.

3.4. Filogenetik Analizler ve Sonuçların Değerlendirilmesi

Taksonlar arası evrimsel ilişkilerin belirlenmesi kullanılan primerlerin yanı sıra uygun dış grupların seçilmesine de bağlıdır. *Alkanna* cinsi *Lithospermeae* tribusunda yer alır (Chacon vd. 2016). Başlangıçta her iki DNA bölgesi için dış grup olarak *Lithospermeae* tribusunda yer alan *Podonosma* ve *Lithospermum* cinslerine ait türler seçildi. Fakat *trnL-F* dizisine ait filogenetik ağaçlarda dış grup olarak seçilen *Podonosma* dizisi iç grupta yer aldığı için yerine yeterli doygunluğa sahip olan *Boragineae* tribusunda yer alan *Symphytum* dizisi kullanılmıştır. Elde edilen DNA dizileri NCBI veri tabanından alınan dış grup olarak seçilen DNA dizileri ile kombine edilerek analizler yapılmıştır. Bu diziler Çizelge 3.10'da verilmiştir. cpDNA *trnL-F* bölgesine ait DNA dizileri NCBI veri tabanından alınan ve iç grup olarak seçilen cpDNA *trnL-F* dizileri ile kombine edildiğinde hem çok sayıda indele neden olması sebebiyle veri kaybı yaratması hem de bu çalışmada elde edilen dizilerin ortaya koyduğu filogenetik ilişkiye ek bir çözünürlük sağlamadığı için kullanılmamıştır. Dış grupların yanı sıra NCBI veri tabanından alınan cinsin *ITS* bölgesine ait diziler filogenetik analizlerde kullanılmıştır. NCBI veri tabanından alınan iç grup olarak seçilen nrDNA *ITS* dizileri ise Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.10. NCBI'den alınan dış grup olarak seçilen DNA dizileri

Takson adı (Dış grup)	NCBI'den alınan <i>ITS</i> dizileri	NCBI'den alınan <i>trnL-F</i> dizileri	Referans
<i>Podonosma orientalis</i> (L.) Feinbrun	FJ763253		Weigend vd. 2009
<i>Lithospermum officinale</i> L.	FJ763189	FJ763254	Weigend vd. 2009
<i>Symphytum bornmuelleri</i> Buckn.		GQ285276	Weigend vd. 2010

Çizelge 3.11. NCBI'den alınan iç grup olarak seçilen nrDNA *ITS* dizileri

Takson adı (İç grup)	NCBI'den alınan <i>ITS</i> dizileri	Referans
<i>A. megacarpa</i>	EU919574	Cecchi ve Selvi 2009
<i>A. hirsutissima</i>	EU919572	Cecchi ve Selvi 2009
<i>A. strigosa</i>	MK321724	Chacon vd. 2019
<i>A. hirsutissima</i>	MK321709	Chacon vd. 2019
<i>A. pseudotinctoria</i>	MK321720	Chacon vd. 2019
<i>A. froedinii</i>	MK321707	Chacon vd. 2019
<i>A. cappadocica</i>	MK321705	Chacon vd. 2019
<i>A. tubulosa</i>	MK321726	Chacon vd. 2019
<i>A. kotschyana</i>	MK321711	Chacon vd. 2019
<i>A. scardica</i>	MK321723	Chacon vd. 2019
<i>A. sandwithii</i>	MK321721	Chacon vd. 2019
<i>A. trichophila</i>	MK321706	Chacon vd. 2019
<i>A. pindicola</i>	MK321719	Chacon vd. 2019
<i>A. tinctoria</i>	EU919577	Cecchi ve Selvi 2009
<i>A. tinctoria</i>	FJ763250	Weigend vd. 2009
<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i>	MK321725	Chacon vd. 2019
<i>A. pinardii</i>	EU919576	Cecchi ve Selvi 2009
<i>A. pinardii</i>	MK321718	Chacon vd. 2019
<i>A. saxicola</i>	MK321722	Chacon vd. 2019
<i>A. oreodoxa</i>	MK321715	Chacon vd. 2019
<i>A. macrophylla</i>	EU919573	Cecchi ve Selvi 2009
<i>A. macrophylla</i>	MK321714	Chacon vd. 2019
<i>A. pamphylica</i>	MK321717	Chacon vd. 2019
<i>A. incana</i>	MK321710	Chacon vd. 2019

Çizelge 3.11'in devamı

<i>A. areolata</i>	MK321704	Chacon vd. 2019
<i>A. orientalis</i>	EU919575	Cecchi ve Selvi 2009
<i>A. haussknechtii</i>	MK321708	Chacon vd. 2019
<i>A. orientalis</i>	MK321716	Chacon vd. 2019

Çift taraflı olarak hizalanan dizilerin konsensus dizileri veri matrislerini oluşturmak için fasta uzantılı olarak kaydedildi. Elde edilen diziler MEGA7 (Kumar vd. 2016) programı ile tek tek çağrılarak hizalanmadan fasta dosyası olarak kaydedildi. Bu verilerin çoklu hizalaması MAFFT v7.221 (Katoh ve Standley 2013) programı kullanılarak gerçekleştirildi. Çoklu hizalaması gerçekleştirilen ve her bir DNA bölgesinden elde edilen veri setinin sahip olduğu haplotipler DnaSP v5 (Librado ve Rozas 2009) programı kullanılarak hesaplandı. Elde edilen haplotipler doğrultusunda filogenetik analizler için kullanılacak dosya formları DnaSP v5, DAMBE v5.2.40 (Xia ve Xie 2001; Xia ve Lemey 2009), Mesquite 3.6 (Maddison ve Maddison 2018) programları ile oluşturuldu.

DNA veri setlerinde filogenetik ağaçların üretilmesinde algoritmaları farklı birçok analiz yöntemi kullanılmaktadır. Bu çalışma da yaygın olarak kullanılan maksimum parsimoni (MP), maksimum olasılık (MO) ve Bayesian filogeni (BF) yöntemleri kullanılmıştır.

Cinse ait taksonların arasındaki filogenetik ilişkiyi belirlemek için Maksimum parsimoni analizi PAUP v4.0a166 (Swofford 2002) programında 'heuristic search' ağaç arama obsiyonu ile TBR (tree bisection-reconnection) dal eleme metodu kullanılarak gerçekleştirildi. Parsimoni analizi sonucu elde edilen ağaçların katı uyum (strict consensus) ağacı hesaplandı. Parsimoni ağacının topolojik güvenilirliğini belirlemek amacıyla 100 tekrarlı 'non-parametric bootstrap' (Felsenstein 1985) analizi uygulandı. Her iki gen bölgesi kodlamaya yapmayan bölgeler oldukları için maksimum parsimoni analizleri bu DNA bölgelerinin içerdikleri indel pozisyonları 5. karakter olarak kodlanarak yapıldı. Haplotip matrislerinin filogetik analizler için uygun baz değişim (substitüsyon) modelleri MODELTEST v3.7 (Posada ve Crandall 1998) kullanılarak Akaike bilgi kriteri ve Bayesian hesaplamaları doğrultusunda hesaplandı. Her bir veri setine uygun mutasyon modelleri hesaplandıktan sonra cins içerisindeki taksonların taksonomik statülerini belirlemek amacıyla RAxML v8.0.0 (Stamatakis 2014) programı kullanılarak 1000 bootstraph Maksimum olasılık analizi gerçekleştirildi. MrBayes v3.2.6 (Ronquist vd. 2012) programı kullanılarak Bayesian analizi uygulandı. Simüle edilen 9 milyon jenerasyonun her 100'üncü jenerasyonunda örnekleme gerçekleştirildi. Bayesian 'posterior probability' dal destek olasılık değerlerini hesaplamak amacıyla oluşturulan

ağaçların %20'si yakıldı, geriye kalan ağaçlar %50 destek uyum ağacı posterior olasılık değerleri ile birlikte elde edildi.

Son olarak taksonlara ait moleküler verilerle elde edilen ağaçlar morfolojik verilerle birlikte değerlendirildi.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Morfolojik Çalışmalar

4.1.1. *Alkanna* Tausch cinsinin morfolojik betimi

Çok yıllık bitkiler. Kökler boyar madde ihtiva eder veya etmez. Gövde yatık, yükselici veya dik, bazen yastık formunda, 5–80 cm uzunluğunda; tabanda tek, az veya çok dallanan, steril sürgünlü veya değil. Tüy durumu oldukça değişken, zayıf, küçük salgılı tüylerden, uzun salgısız, cılız veya güçlü, batıcı veya yumuşak, kırıksık tüylü, kıllı, havlı, kısa havlı, kadifemsi, kır tüylü, kaba tüylü, strigoz, sivilceli batıcı tüylere kadar değişen tipte. Taban yaprakları yeşil (*A. verecunda* hariç, taban yaprakları klorofilsiz), şeritsi, mızraksı, ters mızraksı, şeritsi-mızraksı, yumurtamsı, ters yumurtamsı, dikdörtgensel, dikdörtgensel-mızraksı, dikdörtgenimsi-yumurtamsı, kaşıkı, eliptik, dikdörtgensel-kamamsı, şeritsi-ters mızraksı, mızraksı-yumurtamsı, tabanı yaprak sapını andırırçasına daralan tipte, kenarları genellikle tam, bazen fırfırlı veya az fırfırlı, ucu küt veya sivri, orta damar genellikle belirgin, bazen sekonder damarlanma belirgin. Gövde yaprakları dikdörtgensel, yumurtamsı, şeritsi, mızraksı, eliptik, şeritsi-mızraksı, şeritsi-dikdörtgenimsi, dikdörtgenimsi-yumurtamsı, dikdörtgenimsi-mızraksı, ters mızraksı, ters yumurtamsı, kaşıkı, dar mızraksı, yumurtamsı-dikdörtgensel, eliptik-dikdörtgensel, şeritsi-ters mızraksı, dikdörtgensel-kamamsı, mızraksı-yumurtamsı tiplerde, tabanı genellikle yarı sarı, kenarları genellikle tam, bazen az fırfırlı, ucu küt veya sivri, orta damar belirgin. Çiçek durumu terminal, kimöz. Brakteler yumurtamsı, şeritsi, mızraksı, eliptik, dikdörtgenimsi, şeritsi-mızraksı, şeritsi-dikdörtgenimsi, dikdörtgenimsi-mızraksı, yumurtamsı-üçgenimsi, yumurtamsı-mızraksı, eliptik dikdörtgensel ve yumurtamsı-dikdörtgenimsiye kadar değişen tiplerde. Çiçek sapı dik, meyvede uzar, hafifçe veya belirgin geriye kıvrık. Kaliks hemen hemen tabana kadar parçalı, meyveli halde biraz uzar ve loblar tabanda genişler. Korolla mavi, mor, krem, sarı, pembe, turuncu veya beyaz renkli; korolla boğazı halka şeklinde tüylü, pulsuz veya büzüşmüş ve daralmış; yüzük küçük, tüysüz veya silli; korolla lobu huni şeklinde; tüp rengi koyu. Stamenler korolla tüpü içinde; filamentler çok kısa, korolla tüpünün ortasında veya ortaya yakın bir yerde spiral veya dairesel dizilişli. Stilus korolla tüpü içinde; stigma küçük düz kenarlı. Meyveler fındıksı, 1-2 veya 4 tane, yarı böbreksiden, yamuktan yumurtamsıya değişen kahverengi, koyu kahverengi, açık kahverengi, gri, samansı veya krem renkli; her zaman saplı. Meyve yüzey süsü ağsı, granüllü, tüberküllü, çukurcuklu, buruşuk veya düz. Gaga düz ve yatay, bazen hafifçe dönük veya ani bir şekilde geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap hizasından kısa veya uzun, sapla gaga arasında köprü belirgin veya küçük, kısa ve dar veya yok.

4.1.2. Tür teşhis anahtarı

1. Korolla lopları krem, beyaz, sarı, turuncu veya pembe renkli
 2. Korolla dışı tüylü
 3. Gövde yastık formunda; meyveli çiçek durumu en çok 7 cm; korolla lopları pembe **19. milliana**
 3. Gövde yastık formunda değil; meyveli çiçek durumu en az 8-10 cm; korolla lopları krem veya sarı
 4. Uzun tüyler 2-3 mm; sadece korolla lopları tüylü **34. trichophila**
 4. Uzun tüyler 1-2 mm; korolla lopları ve tüpü tüylü **35. tubulosa**
 2. Korolla dışı tüysüz
 5. Gövde yastık formunda
 6. Köklerde boyar madde var; yapraklar yeşilimsi, kaba tüylü değil **17. malatyana**
 6. Köklerde boyar madde yok; yapraklar beyazımsı, kaba tüylü
 7. Korolla lopları beyaz, çapı 4-5 mm **21. oreodoxa**
 7. Korolla lopları sarı, çapı 7-10 mm **20. mughlae**
 5. Gövde yastık formunda değil
 8. Meyveli kaliks boyu 8-25 mm
 9. Meyveli brakte en çok kaliksin 2 katı uzunlukta; meyve çapı en çok 3,5 mm
 10. Taban yaprakları 7-20 cm; meyve yüzeyi granüllü tüberküllü **22. orientalis**
 10. Taban yaprakları en çok 7 cm; meyve yüzeyi ağsı çukurcuklu **6. confusa**
 9. Meyveli brakte en az kaliksin 2 katı uzunlukta; meyve çapı en az 3,5 mm

11. Çiçekli kaliks 6-8 mm; meyve çapı 3,5-4 mm **7. cordifolia**
11. Çiçekli kaliks 8-13 mm; meyve çapı 4-6 mm **9. froedinii**
8. Meyveli kaliks boyu en fazla 10 mm
12. Gövde dik veya dike yakın
13. Çiçekli kaliks boyu 5-7 mm; meyve çapı 3,5-5 mm **11. hirsutissima**
13. Çiçekli kaliks boyu 4-5 mm; meyve çapı 2-3,5 mm **14. kotschiana**
12. Gövde yatık, dal uçları yükselici
14. Salgılı tüy bulunmaz; meyve gagası hafifçe kıvrılmış **25. pinardii**
14. Salgılı ve salgısız tüyler bir arada; meyve gagası ani kıvrılmış
15. Korolla boyu 12-15 mm, loplari krem beyaz **16. macrosiphon**
15. Korolla boyu 7,5-12 mm, loplari altın veya kükürt sarısı
16. Korolla loplari kükürt sarısı; tüp altın sarısı
- 10. haussknechtii**
16. Korolla loplari ve tüp altın sarısı **26. primuliflora**
1. Korolla loplari mavi, gök mavi veya mor renkli
17. Korolla dışı tüylü
18. Gövde dik, 30-80 cm; taban yapraklari klorofilsiz **36. verecunda**
18. Gövde yatık, yükselici veya yastık formunda, 5-30 cm; taban yapraklari klorofilli
19. Gövde yükselici formda; taban yapraklari sekonder damarlanma belirgin; meyveli çiçek durumu 5-12 cm; meyve yüzeyi ağsı çukurcuklu
- 8. dumanii**
19. Gövde yastık formunda; taban taban yapraklari sekonder damarlanma belirgin değil; meyveli çiçek durumu 2,5-5 cm; meyve yüzeyi tüberküllü
20. Köklerde boyar madde var, tüyler beyazımsı; korolla çapı 4-6 mm

29. saxicola

20. Köklerde boyar madde yok, tüyler yeşilimsi; korolla çapı 6-10 mm

30. sieheana

17. Korolla dışı tüysüz

21. Meyve çapı 3-5 mm

22. Taban yaprakları meyveli bitkinin yarısından uzun; meyveli kaliks boyu

7-10 mm

27. pseudotinctoria

22. Taban yaprakları meyveli bitkinin yarısından kısa; meyveli kaliks boyu

9-15 mm

23. Taban yaprakları kaba tüylü, uzun tüyler 10-12 mm **18. megacarpa**

23. Taban yaprakları kaba tüylü değil, uzun tüyler en fazla 3 mm

24. Uzun tüyler batıcı; meyve çapı 4-5 mm

12. hispida

24. Uzun tüyler batıcı değil; meyve çapı 3-4 mm

25. Uzun tüyler yarı basık; çiçekli kaliks boyu 8-10 mm

1. amana

25. Uzun tüyler dağınık; çiçekli kaliks boyu 5-8 mm

5. cappadocica

21. Meyve çapı 1-3 mm

26. Meyve yüzeyi düzgün, oluksuz küçük çukurcuklu **28. punctulata**

26. Meyve yüzeyi oluklu çukurcuklu, ağsı veya tüberküllü (*A. areolata* var. *sublaevis* hariç)

27. Meyve yatay gagalı

28. Meyve yüzeyi ağsı buruşuk

32. sumbulii

28. Meyve yüzeyi tüberküllü

29. Köklerde boyar madde var; taban yaprakları beyazımsı, basık

kaba tüylü

4. aucheriana

29. Köklerde boyar madde yok; taban yaprakları yeşilimsi,
dağınık az çok yumuşak tüylü **30. sieheana**
27. Meyve kıvrılmış gagalı
30. Bitki tek tip tüylü **3. attilae**
30. Bitki iki tip tüylü
31. Bitki beyaz kaba tüylü **13. incana**
31. Bitki beyaz kaba tüylü değil
32. Gövde her zaman steril sürgünlü **24. phrygia**
32. Gövde her zaman steril sürgünlü değil
33. Yapraklar parlak, kadife tüylü **15. macrophylla**
33. Yapraklar parlak ve kadife tüylü değil
34. Meyve yüzeyi ağsı çukurcuklu
35. Bitki sitrigoz tüylü; meyveli kaliks tabanda 2-3
mm; korolla boyu 7-12 mm **31. strigosa**
35. Bitki kıllı tüylü; meyveli kaliks tabanda 3-4
mm; korolla boyu 12-15 mm **16. macrosiphon**
34. Meyve yüzeyi ağsı çukurcuklu değil
36. Bitki yoğun salgı tüylü **23. pamphylica**
36. Bitki seyrek salgı tüylü
37. Meyve yüzeyi ağsı tüberküllü, gaga ile sap
arası köprü belirgin **33. tinctoria**
37. Meyve yüzeyi tüberküllü, gaga ile sap
arası köprü belirgin değil **2. areolata**

4.1.3. Türkiye *Alkanna* Tausch türlerinin tanıtımı

4.1.3.1. *Alkanna amana* Rech.f., in Ann. Naturhist. Mus. Wien 58: 56 (1951).

(Şekil 4.1, 4.2)

Tip: [Turkey] C6 Hatay: Amanus, c. 1700 m, vi.1906, Haradjian 728 (holo. G, iso. E (foto!)).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövde yatık veya yükselici, 10–30 cm boyunda, tabanda seyrek dallanan, steril sürgünlü, çok sayıda kısa, dağınık salgılı veya salgısız tüylü. Taban yaprakları şeritsi-mızraksı, 4–13 x 0,6–2 cm, bazen bitkinin yarısından daha uzun, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı, yoğun yarı basık, 0,5–1,5 (–2) mm uzunluğunda salgısız ve az salgılı az çok yumuşak tüylü. Gövde yaprakları şeritsiden dikdörtgensiz-mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1,5–3,5 x 0,5–0,8 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı, dağınık salgılı ve salgısız az çok yumuşak tüylü. Çiçek durumu az veya çok dallı, meyvede 8–20 cm boyunda. Brakteler şeritsi-mızraksıdan dikdörtgensizye kadar değişen şekillerde, 1,5–3,5 x 0,4–0,8 cm, boyu meyveli kaliksten hafifçe uzun veya iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–4 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 8–10 mm uzunluğunda, meyvede 11–15 mm uzunluğunda, tabanda 4 mm eninde. Korolla 12–15 mm boyunda, loblar mavi veya mor, dışı tüysüz, dudak 6–14 mm çapında; tüp morumsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 3–3,5 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu, karın kısmı gagadan itibaren şişkin; gaga geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında veya biraz uzun, sap ve gaga arasında köprü az belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Mayıs-Haziran

Meyvelenme dönemi: Mayıs sonu-Temmuz

Habitatı: Orman açıklığı, taşlı yamaçlar.

Yayılış yüksekliği: 1700–2000 m’ler arası.

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Adana Bölümü (Amanos Dağları). Endemik (CR).

Dünya yayılışı: Türkiye.

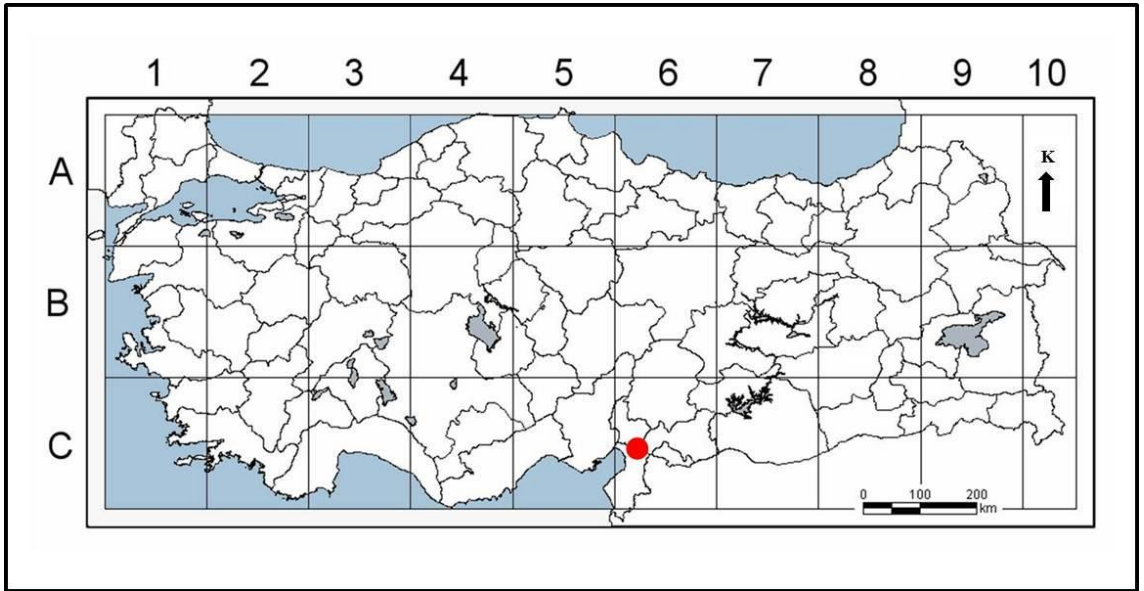
Toplanan örnekler:

C6 Osmaniye: Amanos dağları, taşlık tepelik alanlar, 1998 m, 02.v.2015, B. Y.

Akca (3298), M. Akca.



şekil 4.1. *A. amana*: a- genel görünüşü, b-   ek



şekil 4.2. *A. amana*'nın toplandığı lokalite

4.1.3.2. *Alkanna areolata* Boiss. Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 4: 45 (1844).

Çok yıllık; köklerde boyar madde az veya yok. Gövde dik veya yükselici, 15–45 cm boyunda, tabanda çok veya az dallanan, steril sürgünsüz, yeşilimsi 1–2 mm uzunluğunda basık veya dağınık az çok yumuşak tüylü veya dağınık kıllı ve kısa salgısız veya az sayıda salgılı tüylü. Taban yaprakları şeritsi-mızraksı, 2–8 x 0,3–2 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, genellikle tam kenarlı, bazen az fırfırlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsi-mızraksıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1–6 x 0,3–1,3 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 7–20 cm boyunda. Brakteler şeritsi-mızraksı, 0,7–2 x 0,1–0,7 cm, boyu kaliksin iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm, meyvede dik veya hafifçe kıvrılmış, 2–4 mm. Kaliks çiçekte 4–6 mm uzunluğunda, meyvede 6–8 mm uzunluğunda, tabanda 1,3–3 mm eninde. Korolla 9–12 mm boyunda, loblar mavi veya mor, erken safhalarda gök mavisi renginde, dışı tüysüz, dudak 5–8 mm çapında; tüp açık kahverengi veya morumsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 1,5–2,5 mm çapında, yüzeyi belirgin yoğun küt veya seyrek küçük tüberküllü, bazen düz; gaga kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü az belirgin.

1. Meyve yoğun ve belirgin küt tüberküllü

1. var. *areolata*

1. Meyve seyrek küçük tüberküllü ve hemen hemen düz

2. var. *sublaevis*

var. *areolata*

(Şekil 4.3, 4.4).

Tip: [Turkey] C2 Denizli: Cadmus (Honaz Da.) supra Colossam (Honaz köy), vi.1842, Boissier (holo G (foto!), iso GOET (foto!)).

Sinonim: *A. azurea* Boiss., Pl. Orient. Nov. 2: 7 (1875).

Çiçeklenme dönemi: Mart-Haziran

Meyvelenme dönemi: Nisan-Temmuz

Habitatı: Kalkerli kayalıklar, taşlı alanlar, step alanlar, garik, ibreli ormanlar.

Yayılış yüksekliği: 100–2000 m’ler arası.

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Ege Bölgesi; Antalya Bölümü; Orta Kızılırmak Bölümü

Dünya yayılışı: Ege Adaları

Toplanan örnekler:

- B3 Afyon:** Karakuyu istasyonu çevresi, kayalık alanlar, 1014 m, 28.v.2015, B. Y. Akca (3358), M. Akca.
- C3 Isparta:** Eğirdir çevresi kalkerli kayalık yamaçlar, 1118 m, 05.vi.2015, B. Y. Akca (3365), M. Akca.

var. *sublaevis* Hub.-Mor., Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 35: 297 (1977).

(Şekil 4.5, 4.6).

Tip: [Turkey] B1 Manisa: Magnesia (Manisa), in regione subalpina montis, Sipylos (Manisa Da.), 700-900 m, 10.vi.1906, Bornmüller 9807 p. p. (holo. B).

Çiçeklenme dönemi: Mart-Haziran

Meyvelenme dönemi: Nisan-Temmuz

Habitatı: Kalkerli kayalıklar, taşlı alanlar

Yayılış yüksekliği: 800-1000 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Asıl Ege Bölümü. Endemik (EN).

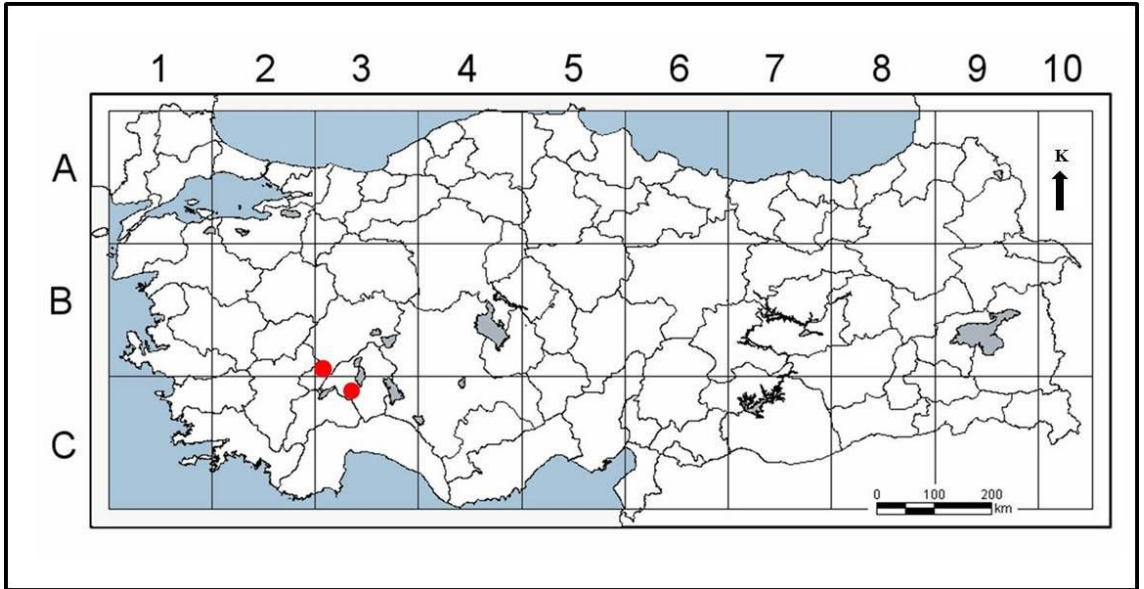
Dünya yayılışı: Türkiye.

Toplanan örnekler:

- B1 Manisa:** Spil dağı, kayalık alanlar, 926 m, 21.v.2015, B. Y. Akca (3347), M. Akca.



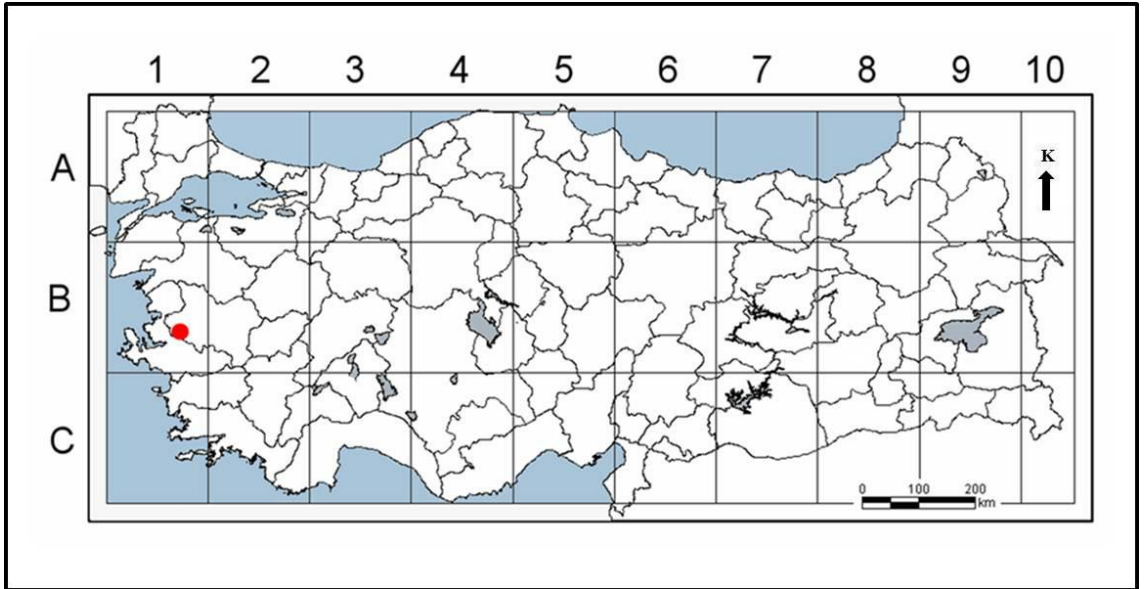
Şekil 4.3. *A. areolata* var. *areolata*'nın genel görünüşü



Şekil 4.4. *A. areolata* var. *areolata*'nın toplandığı lokaliteler



Şekil 4.5. *A. areolata* var. *sublaevis*'in genel görünüşü



Şekil 4.6. *A. areolata* var. *sublaevis*'in toplandığı lokalite

4.1.3.3. *Alkanna attilae* P. H. Davis, in Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 22: 81 (1956).
(Şekil 4.7, 4.8).

Tip: [Turkey] C3 Antalya: d. Kemer, Tahtalı Dağı, 2100-2300 m, 10.vii.1949, Davis,
Attila & Bilger [Karamanoğlu], D. 15059 (holo. K (foto!), iso. E (foto!)).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövdesi yatık veya yükselici, 3–24 cm boyunda, tabanda çok dallı, steril sürgünlü, tek tip, 0,3–1 mm uzunluğunda, çok sayıda, salgısız, basık veya yarı basık tüylü. Taban yaprakları ters mızraksı, 4–9 x 0,5–1,2 cm, bazen bitki boyunun yarısından kısa, bazen yarısından uzun, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsi-dikdörtgensi, 1–2,5 x 0,2–0,5 cm, tabanı yarı sarıcı, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 3–14 cm boyunda. Brakteler şeritsi - dikdörtgensi, 0,5–1,5 (–3) x 0,3–0,6 cm, boyu kaliks kadar veya kaliksten uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 1-2 mm, meyvede hafifçe kıvrılmış, 2-3 mm. Kaliks çiçekte 4–6 mm, meyvede 6–8 mm, tabanda 2–2,5 mm. Korolla 8–15 mm boyunda, loblar gök mavisi, dışı tüysüz, dudak 5–7 mm çapında; tüp morumsu kahverengi. Fındıksı meyve açık kahve veya kahverengi, 2–3 mm çapında, yüzeyi yoğun ve küçük, konikten yarı sivriye veya küte kadar değişen şekillerde tüberküllü; gaga kıvrık, gaga ucu sap hizasında veya biraz uzun, sap ve gaga arasında köprü belirgin değil veya yok.

Çiçeklenme dönemi: Mayıs-Haziran

Meyvelenme dönemi: Haziran-Temmuz

Habitatı: Kalkerli kayalıklar, taşlı yamaçlar

Yayılış yüksekliği: 800-2300 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Antalya Bölümü. Endemik (LR).

Dünya yayılışı: Türkiye.

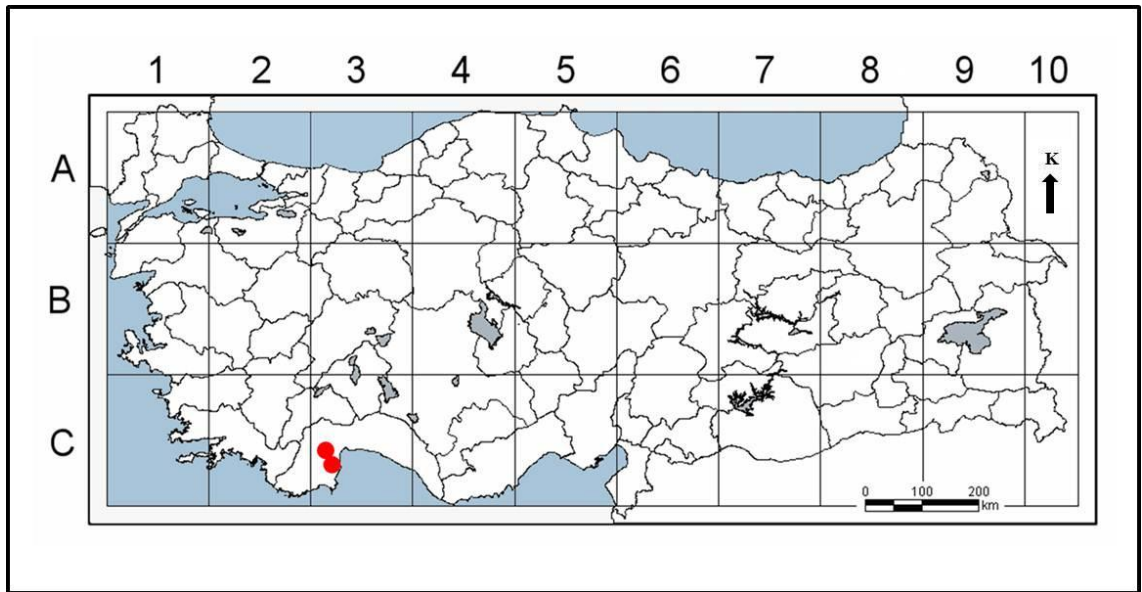
Toplanan örnekler:

C3 Antalya: Kemer Tahtalı dağı Beycik köyü üstü, orman içi, taşlı yamaçlar 998 m, 01.vii.2014, B. Y. Akca (1811), M. Akca.

Antalya: Bakır dağı, kayalık alanlar, 2200 m, 14.v.2016, B. Y. Akca (4052), M. Akca.



Şekil 4.7. *A. attilae*'nin tip örneği (Anonymous 2)



Şekil 4.8. *A. attilae*'nin toplandığı lokaliteler

4.1.3.4. *Alkanna aucheriana* A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 102 (1846).

(Şekil 4.9, 4.10).

Sintip: [Turkey] C4/5 İçel/Adana: in Monte Tauro, 1837, Aucher 2278 (G (foto!)); ad montes Ac-Dagh Cappadociae, Aucher 2128 (G). Aucher 2278 is also the type of *A. rostellata* Boiss.

Sinonim: *A. rostellata* Boiss., Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 11: 119 (1849).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövde yastık formunda, 4–20 cm boyunda, tabanda seyrek dallanan, steril sürgünlü, beyazımsı, salgılı veya salgısız kaba tüylü veya kır tüylü, yoğun kısa kırışik tüylü, basık veya yarıbasık, 2 mm'den uzun zayıf tüylü. Taban yaprakları dikdörtgensel veya tersmızraksı, 2–6 x 0,4–1,5 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı, beyazımsı kaba tüylü, basık, zayıf, 2 mm'den uzun ve kısa kırışik tüylü. Gövde yaprakları şeritsi veya şeritsi-mızraksı, 1–2,5 x 0,2–0,5 cm, tabanı yarı sarımsı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı, yeşilimsi, seyrek yarı basık veya dağınık tüylü. Çiçek durumu az dallı, meyvede 3–10 cm boyunda. Brakteler şeritsi-mızraksı, 0,3–2 x 1,5–5 cm, boyu kaliks kadar veya kaliksten uzun. Çiçek sapı çiçekte ve meyvede dik, 1–2 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–6 mm uzunluğunda, meyvede 5–7 mm uzunluğunda, tabanda 1–2 mm eninde. Korolla 8–15 mm boyunda, loblar mavi veya mor, bazen beyaz, dışı tüysüz, dudak 5–10 mm çapında; tüp kahverengi veya morumsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi veya taş rengi, 1,5–2,5 mm çapında, yüzeyi küt tüberküllü, gaga yatay ve düz, sap ve gaga arasında köprü yok.

Çiçeklenme dönemi: Mart-Temmuz

Meyvelenme dönemi: Nisan-Ağustos

Habitatı: Kalkerli kayalar

Yayılış yüksekliği: 250-2000 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Akdeniz Bölgesi. Endemik (LR).

Dünya yayılışı: Türkiye.

Toplanan örnekler:

C4 İçel: Anamur Kazancı yolu, Kızılalan mevki, kalkerli kayalar, 1349 m, 13.vii.

2014, B. Y. Akca (1898), M. Akca.

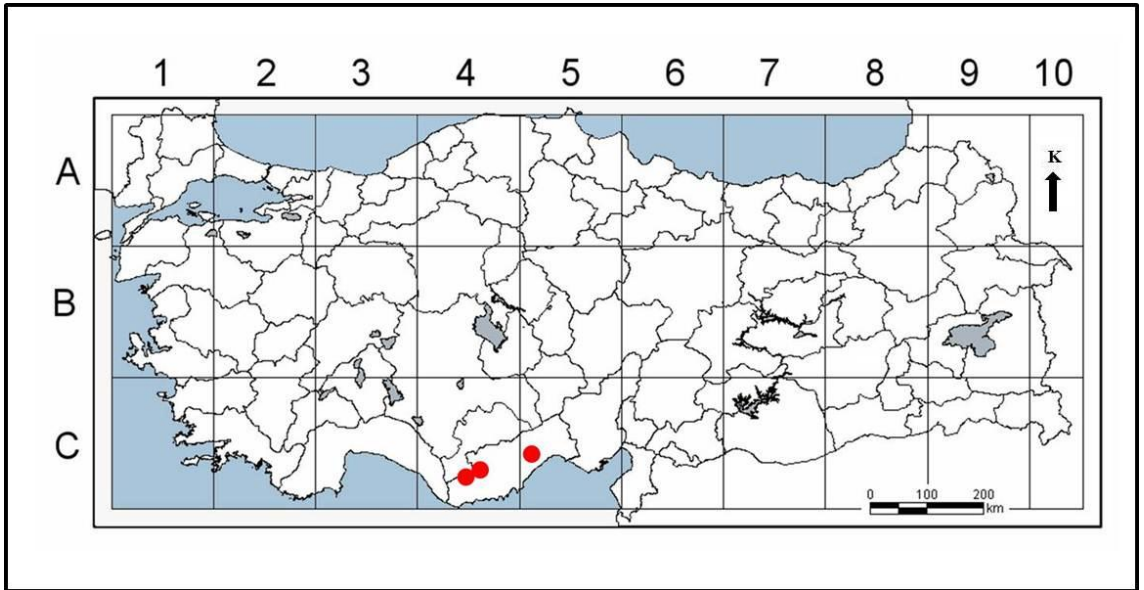
İçel: Anamur Kozağaç yaylası, kaya çatlakları, 1397 m, 13.vii.2014, B. Y. Akca

(1901), M. Akca.

C5 İçel: Gözne, Gözne kalesi çevresi, 1012 m, 16.vii.2014, B. Y. Akca (1912), M. Akca.



Şekil 4.9. *A. aucheriana*'nın genel görünüşü



Şekil 4.10. *A. aucheriana*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.5. *Alkanna cappadocica* Boiss. & Balansa, Diagn. Pl. Orient. ser. 2, 6: 123

(1859). (Şekil 4.11, 4.12).

Tip: [Turkey] B5 Kayseri: in monte Ali Dagh Cappadociae prope Caesaream (Ali Da., 5 km S.E. of Kayseri, VII. 1856, Balansa 521 (holo. G (foto!)).

Sinonimler: *A. megacarpa* Boiss., Fl. Orient. 4: 226 (1879); *A. reeseana* Hub.- Mor., in Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 52: 48 (1943).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövde dik veya yükselici, 10–40 cm boyunda, tabanda seyrek dallanan, steril sürgünsüz, yeşilimsi, kısa, dağınık, salgılı havlı, 1–3 mm boyunda salgısız kıllı tüylü. Taban yaprakları şeritsi-mızraksı, 3–18 x 0,4–2 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsi - mızraksıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 2–7 x 0,3–1,5 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı veya az dallı, meyvede 10–20 cm boyunda. Brakteler şeritsi - mızraksıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1–3 x 0,4–1 cm, boyu kaliks kadar veya kaliksin iki katı uzunlukta. Çiçek sapı çiçekte dik, 3 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 3–4 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 5–8 mm uzunluğunda, meyvede 9–13 mm uzunluğunda, tabanda 3–5 mm eninde. Korolla 12–15 mm, loblar mavi, dışı tüysüz, dudak 5–10 mm çapında; tüp açık kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 3–4 mm çapında, yüzeyi ağısı çukurcuklu, karın kısmı hafifçe şişkin; gaga hafifçe geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü dar ve belirgin değil.

Çiçeklenme dönemi: Mart-Temmuz

Meyvelenme dönemi: Nisan-Ağustos

Habitatı: Kurak yamaçlar, step alanlar

Yayılış yüksekliği: 500-1700 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılışı: Orta Kızılırmak Bölümü; Adana Bölümü. Endemik (LR).

Dünya yayılışı: Türkiye.

Toplanan örnekler:

B5 Kayseri: Kayseri çevresi, kurak yamaçlar, 1200 m, 11.vi.2015, B. Y. Akca (3379), M. Akca.

Kayseri: Talas Ali dağı, 1420 m, step yamaçlar, 26.v.2016, B. Y. Akca (4014),

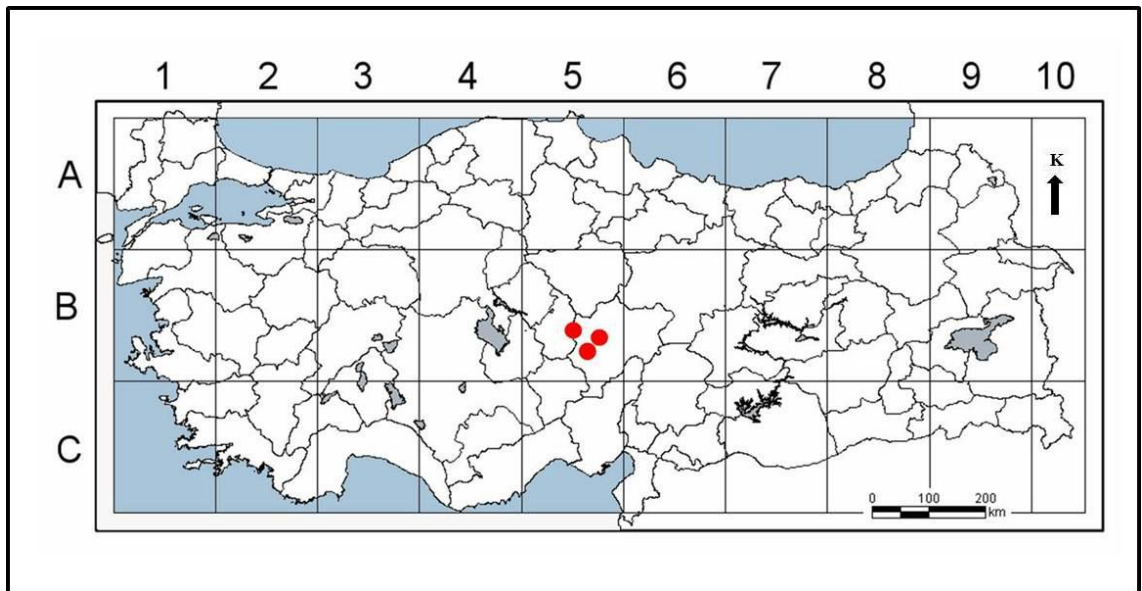
M. Akca.

Kayseri: Hacılar köyü, 1216 m, step yamaçlar, 26.v.2016, B. Y. Akca (4016),

M. Akca.



Şekil 4.11. *A. cappadocica*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.12. *A. cappadocica*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.6. *Alkanna confusa* Sam. ex. Rech. f., in Ark. Bot. ser. 2, 1: 316 (1950).

(Şekil 4.13, 4.14).

Tip: [Turkey] C6 Hatay: Cassius (Akra Da.), in glareosis prope Yaila (Yayladağ), 600 m, 23.v.1933, Samuelsson 5295 (holo. S).

Çok yıllık; köklerde boyar madde az veya bulunmaz. Gövde yükselici, 25–55 cm boyunda, tabanda seyrek dallı, steril sürgünsüz, grimsi, kısa salgılı veya salgısız, uzun 1–1,5 mm boyunda, sert, dağınık veya dik kıllı. Taban yaprakları şeritsi-mızraksıdan dikdörtgensi - kamamsıya kadar değişen şekillerde, 3–7 x 0,5–1,4 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları mızraksı veya dikdörtgensi, 2–5 x 0,5–1 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 15–30 cm boyunda. Brakteler mızraksı, 1,5–2,5 x 0,5–1,3 cm, kaliks boyu kadar veya biraz uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–3 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 3–4 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 7–10 mm uzunluğunda, meyvede 8–13 mm uzunluğunda, tabanda 4–6 mm eninde. Korolla 10–24 mm, loblar sarı, dışı tüysüz, dudak 6–15 mm çapında; tüp açık kahverengi. Fındıksı meyve koyu kahverengi, 2,8–3,5 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu; gaga ani veya hafifçe kıvrık, gaga ucu sap hizasında veya biraz uzun, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Mart-Temmuz

Meyvelenme dönemi: Nisan-Ağustos

Habitatı: Kalkerli yamaçlar, metamorfik taşlı yamaçlar, makilik alanlar

Yayılış yüksekliği: 500-1500 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Adana Bölümü

Dünya yayılışı: Türkiye, Lübnan, Suriye

Toplanan örnekler:

C5 İçel: Arslan köy, taşlık yamaçlar, 1496 m, 16.vii.2014, B. Y. Akca (1908), M.

Akca.

C6 Hatay: Yayladağ Şenköy arası, Hristiyan mezarlığı çevresi, kireçli yamaçlar, 869 m, 07.viii.2014, B. Y. Akca (1926), M. Akca.

Hatay: Yayladağ Samandağ yolu, makilik alanlar, 514 m, 07.viii.2014, B. Y.

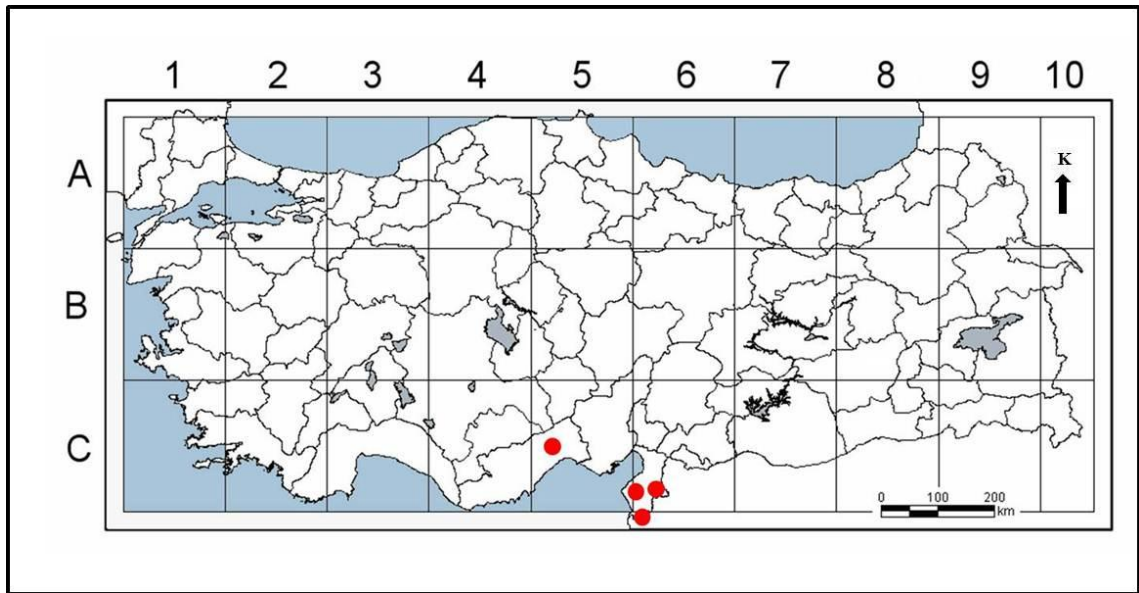
Akca (1930), M. Akca.

Hatay: Samandağ, Samandağ girişi, taşlık yamaçlar, 172 m, 07.viii.2014, B. Y.

Akca (1932), M. Akca.



Şekil 4.13. *A. confusa*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.14. *A. confusa*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.7. *Alkanna cordifolia* K. Koch, in Linnaea 22 (5): 640 (1849).

(Şekil 4.15, 4.16).

Tip: [Turkey] A8: im pontischen Hochgebirge, 1675 m, C. Koch (holo. B).

Çok yıllık; köklerde boyar madde var veya yok. Gövde yükselici, 15–40 cm boyunda, tabanda seyrek veya dallı, steril sürgünsüz, dik veya basık 1–2 mm uzunlukta, kıllı, salgısız veya seyrek salgılı cılız tüylü. Taban yaprakları şeritsi-mızraksı, 7–25 x 0,5–1,5 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları mızraksı, dikdörtgensel veya yumurtamsı, 2–7 x 0,8–1,8 cm, taban yapraklarından kısa, tabanı yarı sarı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 10–28 cm boyunda. Brakteler yumurtamsıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1–4 x 0,3–2,5 cm, boyu meyveli kalıksa eşit veya iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–3 mm uzunlukta, meyvede geriye kıvrılmış, 2–5 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 6–8 mm uzunlukta, meyvede 10–15 mm uzunlukta, tabanda 2,5–3 mm eninde. Korolla 8–14 (–17) mm boyunda, loblar sarı, dışı tüysüz, dudak 8–12 mm veya nadiren 17–20 mm çapında; tüp sarımsı kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi veya açık kahverengi, 3,5–4 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu; gaga geriye kıvrık, gaga ucu hemen hemen sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Haziran

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Habitatı: Kuru taşlı yamaçlar

Yayılış yüksekliği: 400-2000 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılışı: Doğu Karadeniz Bölümü; Erzurum-Kars, Yukarı Murat-Van Bölümleri. Endemik (LR) .

Dünya yayılışı: Türkiye

Toplanan örnekler:

A8 Artvin: Ardanuç, Adakale mahallesi ve çevresi, yol kenarları, 510 m,

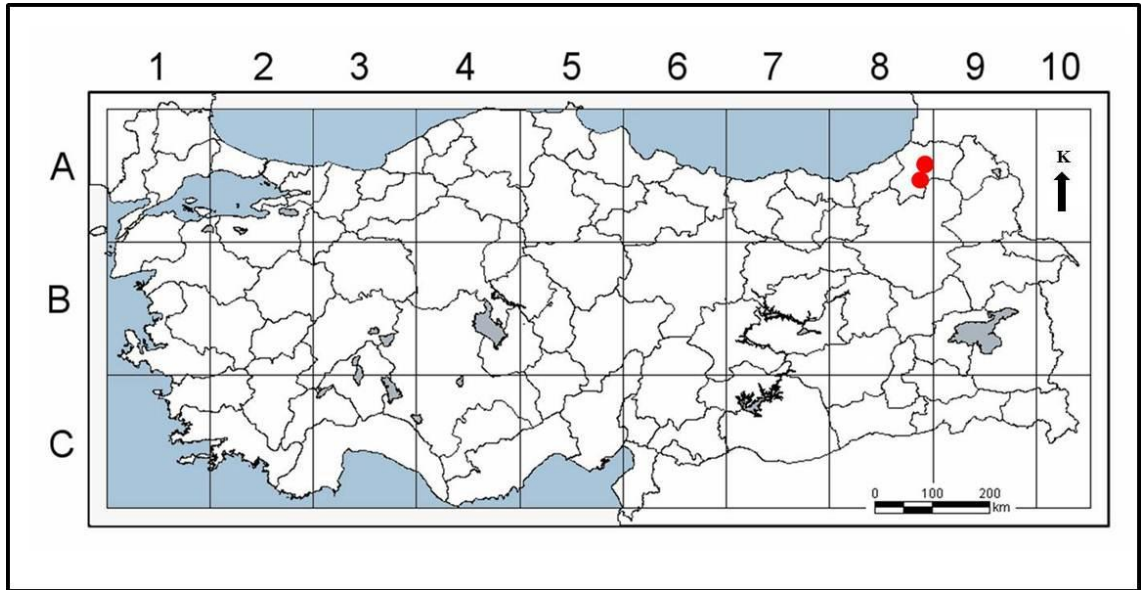
30.vii.2015, B.Y. Akca (3580), M. Akca.

Artvin: Ardanuç, Gevhernik çevresi-orman yolu, taşlı yamaçlar, 646 m,

30.vii.2015, B. Y. Akca (3582), M. Akca.



şekil 4.15. *A. cordifolia*'nın genel görünüşü



şekil 4.16. *A. cordifolia*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.8. *Alkanna dumanii* Sümbül, Edinburgh J. Bot. 48(1): 39 (1991).

(Şekil 4.17, 4.18).

Tip: [Turkey] C4 Konya: Ermenek, along the Ermenek-Mut road, Kuruseki districtclearing in *Quercus coccifera* wood, 1200-1300 m, 29.iv.1990, H. Duman 4456

(holo. HUB!; E (foto!), Herbarium of Gazi Univ.!).

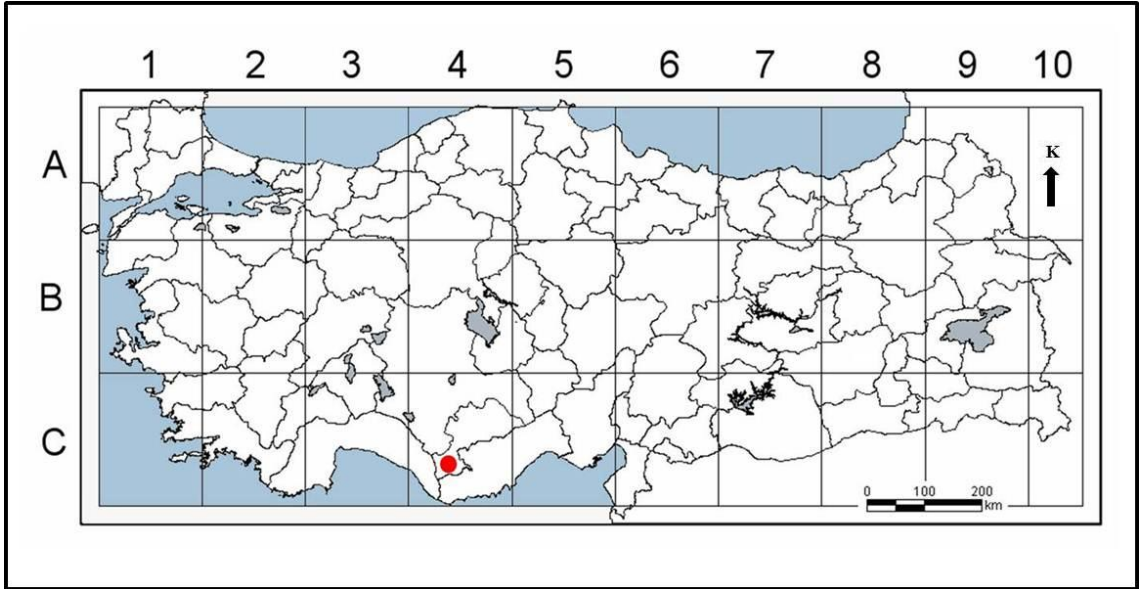
Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövde yükselici, 15–30 cm boyunda, tabanda çok dallı, steril sürgünlü, 0,5–1 mm boyunda, kısa, salgılı veya salgısız tüylü, ve 1–2 mm boyunda basık veya dağınık, zayıf uzun tüylü. Taban yaprakları şeritsi-mızraksı, 4–8 x 1–2 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, kenarları fırfırlı, küt uçlu, belirgin orta ve sekonder damarlı. Gövde yaprakları şeritsi-mızraksıdan yumurtamsıya kadar değişen şekillerde, 2,5–3,5 x 0,5–1,2 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam veya hafif fırfırlı kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 5–12 cm boyunda. Brakteler yumurtamsı-mızraksı, 1–2,5 x 0,5–1,2 cm, kaliksin iki katından uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–3 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 5 mm, meyvede 6–7 mm uzunluğunda, tabanda 3 mm eninde. Korolla 10–13 mm boyunda, loblar mavi, dışı tüysüz, dudak 5–7 mm çapında; tüp sarı. Fındıksı meyve açık kahverengi, 2–2,5 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu; gaga kıvrık veya düz yatay, gaga ucu sap hizasında veya kısa, sap ve gaga arasında köprü belirgin veya yok.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-HaziranMeyvelenme dönemi: Mayıs-TemmuzHabitatı: Kuru taşlı yamaçlarYayılış yüksekliği: 400-2000 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz ElementiTürkiye yayılışı: Antalya Bölümü. Endemik (CR).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:**C4 Karaman:** Ermenek Kuruseki mevkii, kalkerli kayalık alanlar, 1315 m,

02.vii.2014, B. Y. Akca (1836), M. Akca.



Şekil 4.17. *A. dumanii*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.18. *A. dumanii*'nin toplandığı lokalite

4.1.3.9. *Alkanna froedinii* Rech. f., in Ann. Naturhist. Mus. Wien 55: 13 (1947).

(Şekil 4.19, 4.20).

Tip: [Turkey] B9 Siirt: Südseite des Passes Aghzi Gedik 10 km nördlich von Mukus,

2500 m, 24.vi.1939, Frödin 147 (holo. WU (foto!), iso. UPS).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövde 20–60 cm boyunda, yükselici, tabanda seyrek dallı, steril sürgünlü, dik veya yarı basık, 1–4 mm boyunda, seyrek, salgılı veya salgısız kıllı. Taban yaprakları şeritsi-mızraksı, 4–20 x 0,5–2,5 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, çok belirgin orta damarlı, yarı basık, kısa, salgısız veya seyrek salgılı tüylü veya kıllı. Gövde yaprakları mızraksıdan eliptiğe kadar değişen şekillerde, 3–12 x 0,5–2,8 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 15–35 cm boyunda. Brakteler mızraksıdan yumurtamsıya kadar değişen şekillerde, 2–7 x 0,8–2,5 cm, boyu kaliksin iki katı veya iki katından uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–4 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 8–13 mm, meyvede 15–25 mm uzunluğunda, tabanda 3,5–7 mm eninde. Korolla 10–20 mm boyunda, lobları sarı, dışı tüysüz, dudak 5–8 mm çapında; tüp kahverengi veya açık kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 4–6 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu; gaga geriye kıvrık, uca doğru ani daralan, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Mayıs-TemmuzMeyvelenme dönemi: Haziran-AğustosHabitatı: Taşlı yamaçlar, kayalık yamaçlar step, meşe çalılıklarıYayılış yüksekliği: 1000-2500 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: İran-Turan ElementiTürkiye yayılışı: Yukarı Fırat Bölümü, Yukarı Murat-Van Hakkari bölümü; Dicle Bölümü. Endemik (LR).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:

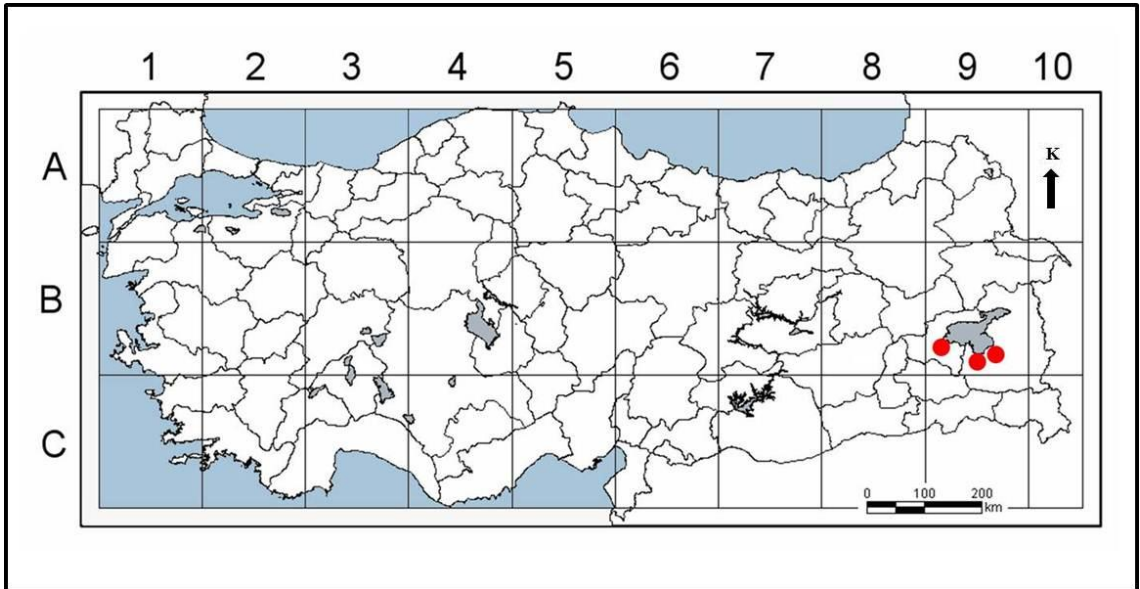
B9 Bitlis: Tatvan, Tatvan çevresi volkanik arazi, 1760 m, 11.viii.2014, B. Y. Akca (1958), M. Akca.

Van: Gevaş Çadır dağı etekleri, step yamaçlar, 1846 m, 12.viii.2014, B. Y. Akca (1959), M. Akca.

Van: Gevaş, Pınarbaşı mahalllesi, dere yatağı çevresi, 1835 m, 12.viii.2014, B. Y. Akca (1961), M. Akca.



şekil 4.19. *A. froedinii*: a- genel görünüşü, b- çiçek



şekil 4.20. *A. froedinii*'nin toplandığı lokaliteler

4.1.3.10. *Alkanna haussknechtii* Bornm., in Oesterr. Bot. Z. 44: 16 (1894).

(Şekil 4.21, 4.22).

Tip: [Turkey] A5 Amasya: in collibus apricis regionis inferioris montis Logman et in vinetis 'Kyrasdere' ad Amasia, 400-600 m, 10.v.1889, Bornmüller 745 (holo. B, iso. JE WU (foto!)).

Sinonim: *A. primuliflora* Hausskn. ex Bornm., in Oesterr. Bot. Z. 44: 16 (1894).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövde yatık veya yükselici, 7–20 cm boyunda, tabanda seyrek dallanan, steril sürgünsüz, çok sayıda ve salgılı kıllı tüylü. Taban yaprakları şeritsiden dikdörtgensi-mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1,5–3 x 0,2–0,5 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsiden dikdörtgensi- mızraksıya kadar değişen şekillerde, 2,2–2,8 x 0,2–0,5 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 3–8 cm boyunda. Brakteler mızraksı, 5–8 cm, boyu kaliks kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–3 mm uzunlukta, meyvede geriye kıvrılmış, 3–4 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–8 mm, meyvede 6–10 mm uzunluğunda, tabanda 3–3,5 mm eninde. Korolla 7,5–12 mm boyunda, loblar kükürt sarısı, dışı tüysüz, dudak 5–9 mm çapında; tüp altın sarısı. Fındıksı meyve açık kahverengi, 3,5–6 mm çapında, yüzeyi tüberküllü; gaga geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında veya kısa, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Mayıs

Meyvelenme dönemi: Haziran

Habitatı: Kurak yamaçlar, üzüm bağları, step

Yayılış yüksekliği: 300-700 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılışı: Orta Karadeniz Bölümü. Endemik (CR).

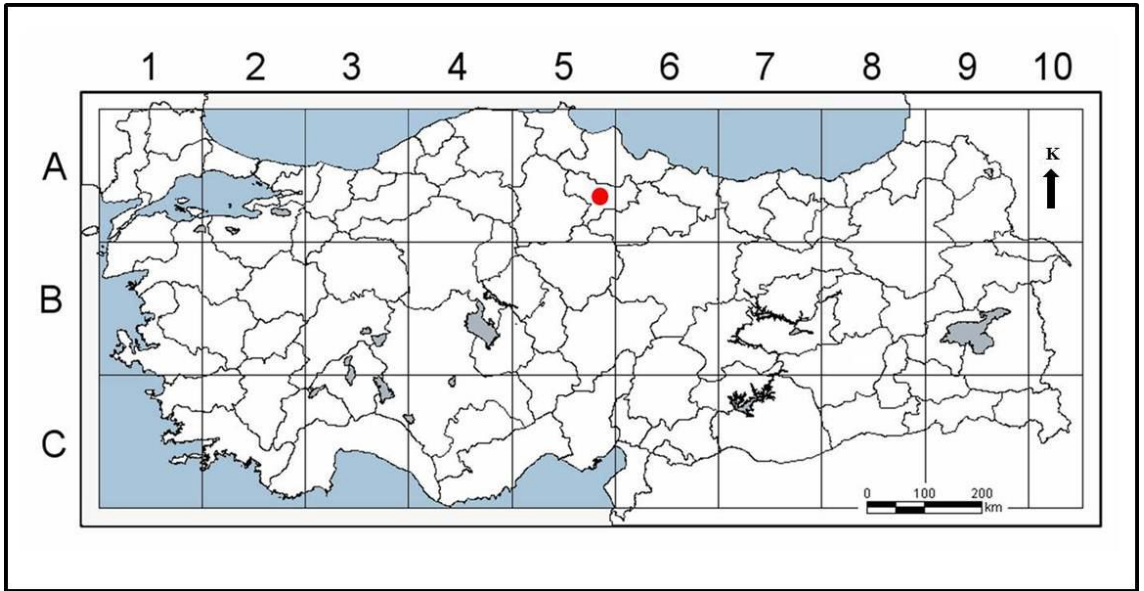
Dünya yayılışı: Türkiye

Toplanan örnekler:

A5 Amasya: Kaleköy Saraycık köyü arası, yol kenarı, kurak yamaçlar, 700 m, 14.vii.2016, B. Y. Akca (4064), M. Akca.



şekil 4.21. *A. haussknechtii*'nin genel görünüşü



şekil 4.22. *A. haussknechtii*'nin toplandığı lokalite

4.1.3.11. *Alkanna hirsutissima* (Bertol.) A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 101 (1846).

(Şekil 4.23, 4.24).

Tip: [Irak] ex rupibus prope castrum Sedjimkala e latere Mesopotamiae, iv.1836,

Chesney 75 (holo. G, İso. E (foto!) K (foto!) WU (foto!)).

Sinonimler: *Lithospermum hirsutissimum* Bertol., Misc. Bot. 1: 13 (1842); *Lithospermum dictyocarpum* DC. ex A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 85 (1846).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövde dik, 10–30 cm boyunda, tabanda dallanan, sık, 2–4 mm boyunda, salgısız kıllı, kısa salgısız veya nadiren salgılı az çok yumuşak tüylü. Taban yaprakları genellikle şeritsi, nadiren mızraksı, 1–5 x 0,3–1 cm, tabanı hafifçe daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsi veya mızraksı, 1–3 x 0,3–1 cm, tabanı hafifçe daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu az veya çok dallı, meyvede 10–15 cm. Brakteler şeritsi, 1–3 x 0,3–0,6 cm, kaliksten uzun veya kaliks kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–4 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 3–6 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 5–7 mm, meyvede 7–9 mm uzunluğunda. Korolla 5–10 mm boyunda, loblar sarı, erken safhalarda bazen mavi, dışı tüysüz, dudak 5–9 mm çapında; tüp mavi veya kahverengi. Fındıksı meyve açık kahverengi veya saman rengi, 3,5–5 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu; gaga hafifçe kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü kısa ve belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-HaziranMeyvelenme dönemi: Haziran-TemmuzHabitatı: Kurak kayalık yamaçlar, kalkerli yamaçlar, üzüm bağları, ekili alanlar, stepYayılış yüksekliği: 300-1100 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: İran-Turan ElementiTürkiye yayılışı: Yukarı Fırat Bölümü, Orta Fırat BölümüDünya yayılışı: Türkiye, Irak, Suriye, LübnanToplanan örnekler:

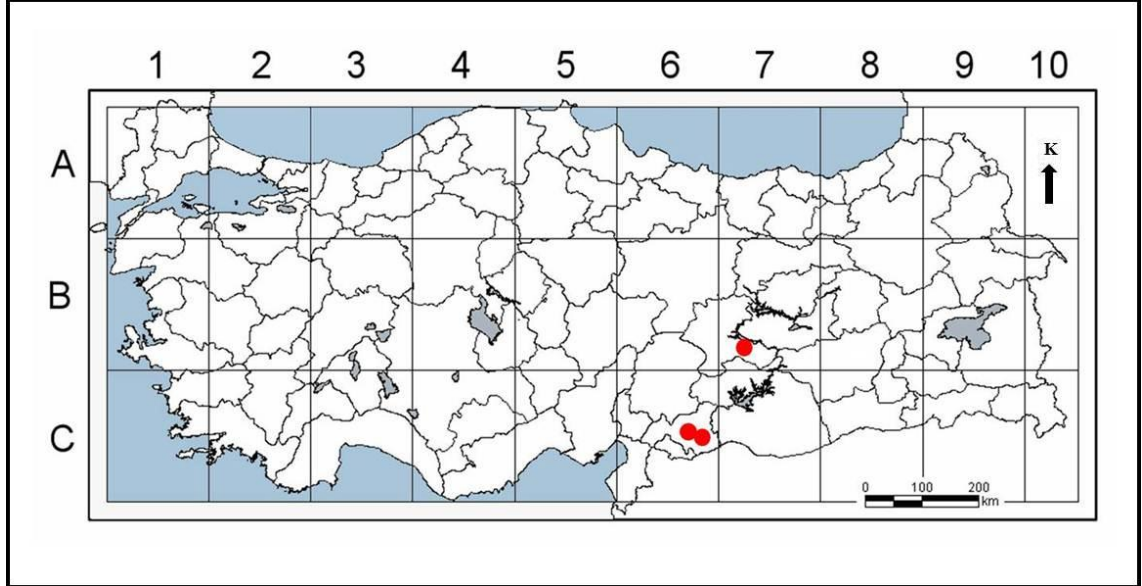
B7 Malatya: Elazığ yolu üstü, vericinin karşısındaki kireçli tepeler, 1076 m, 14.viii.2014, B. Y. Akca (1968), M. Akca.

C6 Gaziantep: Gaziantep Üniversite çevresi, bozkır alanlar, 890 m, 08.viii.2014, B. Y. Akca (1933), M. Akca.

Gaziantep: Nizip Günlütlü arası, step kurak alanlar, 503 m, 09.viii.2014, B. Y. Akca (1937), M. Akca.



Şekil 4.23. *A. hirsutissima*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.24. *A. hirsutissima*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.12. *Alkanna hispida* Hub.- Mor., in Bauhinia 4(2): 202 (1971).

(Şekil 4.25, 4.26).

Tip: [Turkey] C5 İçel: Gülnar-Ermenek, Kalkfelsen im Baumwacholder-Wald 61 km

nach Gülnar, 65 km vor Ermenek, 1230-1270 m, 11.vi.1950, Huber-Morath 9918

(holo. Hb. Hub.- Mor.).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövde yatık veya yükselici, 15–45 cm boyunda, tabanda seyrek veya çok dallı, steril sürgünsüz, 2–3 mm boyunda, dağınık dikenimsi tüylü, kısa salgılı veya salgısız tüylü. Taban yaprakları mızraksı, 5–13 x 0,7–2 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları mızraksıdan dikdörtgensiz-mızraksıya kadar değişen şekillerde, 2–5 x 0,5–1,5 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu seyrek dallı, meyvede 5–25 cm boyunda. Brakteler mızraksıdan yumurtamsıya kadar değişen şekillerde, 2–4,5 x 0,5–2 cm, kaliksin iki katı veya iki katından fazla. Çiçek sapı çiçekte dik, 3–4 mm uzunlukta, meyvede geriye kıvrılmış, 4–6 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 6–10 mm, meyvede 11–16 mm uzunluğunda, tabanda 4–6 mm eninde. Korolla 10–15 mm boyunda, lobları mavi, dışı tüysüz, dudak 5–6 mm çapında; tüp kahverengi. Fındıksı meyve açık kahverengi veya saman rengi, 4–5 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu; gaga geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü az belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-HaziranMeyvelenme dönemi: Haziran-TemmuzHabitatı: Kalkerli yamaçlar, kalkerli kayalıklar, ardıç ve çam ormanı açıklıkları, ekili alanlar,Yayılış yüksekliği: 600-1720 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz ElementiTürkiye yayılışı: Adana Bölümü. Endemik (EN).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:**C4 Karaman:** Gülnar Ermenek arası 65. km, kalkerli yamaçlar, 1264 m,

11.vii.2014, B. Y. Akca (1887), M. Akca.

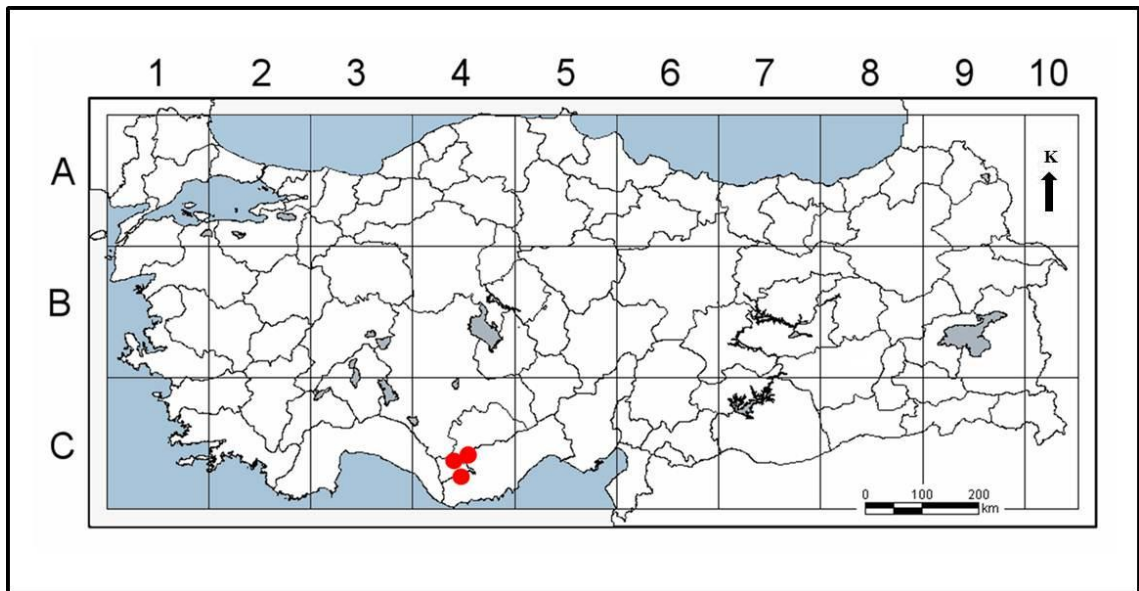
Karaman: Ermenek Kazancı yolu, kalkerli tepeler, 755 m, 11.vii.2014, B. Y.

Akca (1888), M. Akca

Karaman: Kazancı Gülnar yol ayrımından 2 km sonra, kalkerli yamaçlar, 931 m, 12.vii.2014, B. Y. Akca (1890), M. Akca.



Şekil 4.25. *A. hispida* a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.26. *A. hispida*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.13. *Alkanna incana* Boiss., Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 4: 85 (1844).

(Şekil 4.27, 4.28).

Tip: [Turkey] C2: infissuris rupium Cariae, 1843, Pinard (holo. G (foto!)).Sinonim: *Campylocaryum verrucosum* Boiss. ex A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 102 (1846).

Çok yıllık; köklerde boyar madde az veya yok. Gövde dik veya yükselici, 10–30 cm boyunda, tabanda dallanan, steril sürgünlü, beyazımsı, kaba tüylü, çok sayıda salgısız kısa kırışık tüylü ve yarı basık veya dağınık, 1–2 mm boyunda, seyrek veya çok sayıda, uzun tüylü. Taban yaprakları şeritsi mızraksıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 2–6 x 0,3–1,5 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsi, şeritsi-mızraksı veya yumurtamsı, 1,5–4 x 0,2–1,8 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 10–20 cm boyunda. Brakteler şeritsi-mızraksıdan, mızraksı veya yumurtamsıya kadar değişen şekillerde, 1–3 x 0,3–1,6 cm, kaliksin iki katı veya iki katından uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–3 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–6 mm, meyvede 6–8 mm uzunluğunda, tabanda 1,5–2 mm eninde. Korolla 8–11 mm boyunda, loblar gök mavisi veya mavi, bazen beyaz, dışı tüysüz, dudak 4–8 mm çapında; tüp morumsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 1,5–2 mm çapında, yüzeyi küt tüberküllü; gaga hafifçe kıvrık, gaga ucu sap hizasında veya kısa, sap ve gaga arasında köprü belirgin değil.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-HaziranMeyvelenme dönemi: Mayıs-TemmuzHabitatı: Kalkerli kayalıklar, makilik alanlarYayılış yüksekliği: 30-2000 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz ElementiTürkiye yayılışı: Antalya Bölümü. Endemik (LR).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:**C3 Burdur:** Çeltikçi kasabası çevresi, kaya çatlakları, 870 m, 05.vii.2014, B. Y.

Akca (1864), M. Akca.

Burdur: İnsuyu köyü, İnsuyu mağarası çevresi, kaya çatlakları, 1170 m

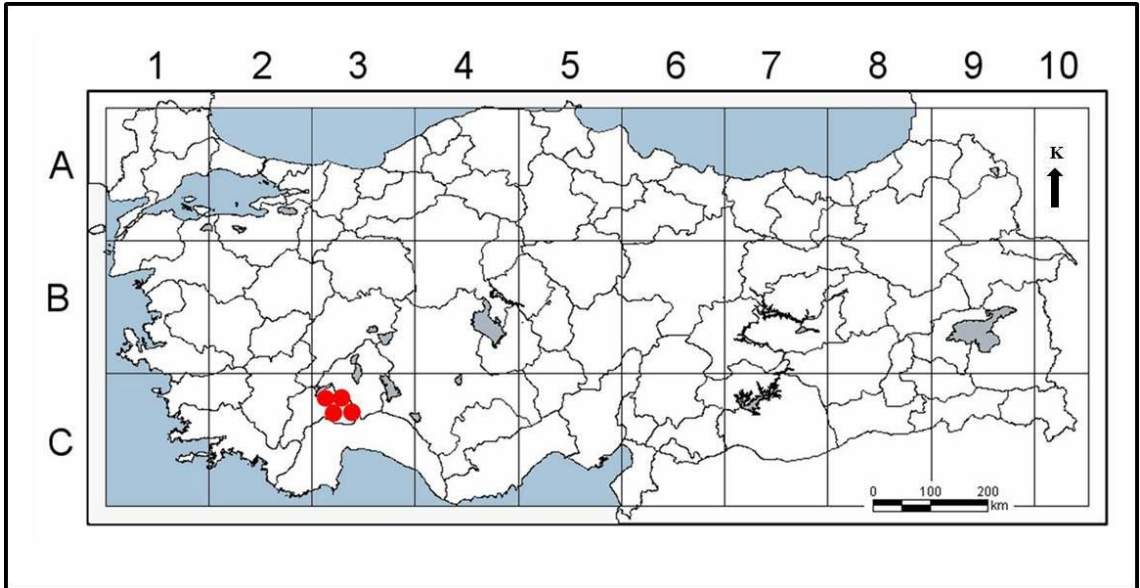
05.vii.2014, B. Y. Akca (1865), M. Akca.

Burdur: Bucak-Isparta yolu, kayalık alanlar, 811 m, 07.vii.2014, B. Y. Akca (1867), M. Akca.

Burdur: Bucak ilçesinin 4-5 km güneybatısı, kaya çatlakları 800 m, 08.vii.2014, B. Y. Akca (1870), M. Akca.



Şekil 4.27. *A. incana*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.28. *A. incana*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.14. *Alkanna kotschyana* A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 98 (1846).

(Şekil 4.29, 4.30).

Tip: [Turkey] C5 İçel: in monte Tauro [Gülek Mağara, 1675 m] aestate 1836, Kotschy

361 (holo. G (foto!) İso WU (foto!)).

Sinonimler: *A. amplexicaulis* A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 101 (1846); *A. bicolor* Boiss., Pl. Orient. Nov. 2: 7 (1875); *A. brachysolen* Boiss., Pl. Orient. Nov. 2: 7 (1875).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövdesi dik veya yükselici, 12–40 cm boyunda, tabanda dallı, steril sürgünsüz, (1–) 2–3 mm boyunda, seyrek, dik ve dağınık kıllı, kısa çok sayıda salgılı veya seyrek salgısız tüylü. Taban yaprakları dikdörtgensi - kamamsı, 2–5 x 0,5–1 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya yuvarlağımsı küt uçlu, belirgin orta damarlı, belirgin kıllı tüylü. Gövde yaprakları şeritsi - dikdörtgensi, 1,5–2,5 x 0,3–0,7 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu az dallı, meyvede 5–20 cm boyunda. Brakteler şeritsi-dikdörtgensi, 0,7–1,5 x 0,2–0,7 mm, kaliksten biraz uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–3 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–5 mm, meyvede 7–10 mm uzunluğunda, tabanda 2–3 mm eninde. Korolla 6–15 mm boyunda, loblar sarı, dışı tüysüz, dudak 4–6 mm çapında; tüp sarımsı kahverengi. Fındıksı meyve koyu kahverengi, 2–3,5 mm çapında, yüzey ağsı çukurcuklu; gaga geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-TemmuzMeyvelenme dönemi: Mayıs-AğustosHabitatı: Kalkerli kayalık yamaçlar, kireç taşlı alanlar, makilik alanlar, çam ormanıYayılış yüksekliği: 15-1700 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz ElementiTürkiye yayılışı: Akdeniz Bölgesi; Dicle Bölümü. Endemik (LR).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:

C4 İçel: Bozyazı çevresi, taşlık alanlar, 16 m, 01.v.2015, B. Y. Akca (3291), M. Akca.

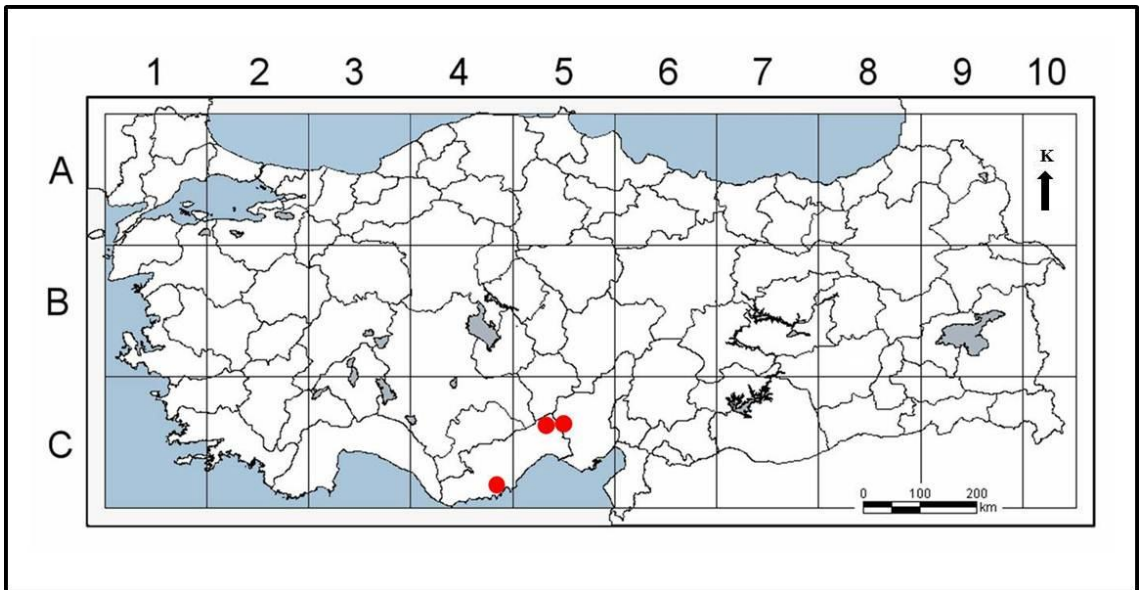
C5 Adana: Akçatekir, Akçatekir çevresi, taşlık alanlar, 1212 m, 05.viii.2014, B. Y.

Akca (1922), M. Akca.

İçel: Gülek boğazı, taşlı yamaçlar, 1229 m, 05.viii.2014, B. Y. Akca (1923), M. Akca.



Şekil 4.29. *A. kotschyana*'nın genel görünüşü



Şekil 4.30. *A. kotschyana*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.15. *Alkanna macrophylla* Boiss. & Heldr., Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 11: 120

(1849). (Şekil 4.31, 4.32).

Sintip: [Turkey] C3 Antalya: in muris amphitheatri Perge, iii.1845, Heldreich (E (foto!)),

G, WU (foto!)); Adalia (Antalya), 1846, Pestalozza (G).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövdesi yükselici, tabanda dallı, steril sürgünlü, gövde 15–60 cm, kadifemsi, parlak veya değil, yoğun kısa, salgısız veya az sayıda salgılı, 1–4 mm boyunda, dağınık az çok yumuşak tüylü. Taban yaprakları derimsi, mızraksıdan dikdörtgensiyeye veya ters mızraksıya kadar değişen şekillerde, 4–12 x 0,5–3 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, fırfırlı veya tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı, bazen belirgin sekonder damarlı. Gövde yaprakları mızraksıdan dikdörtgensiyeye veya ters mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1–7 x 0,5–3 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, az fırfırlı veya tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 10–60 cm boyunda. Brakteler şeritsi-dikdörtgensiden yumurtamsıya kadar değişen şekillerde, 0,7–4 x 0,4–1,5 cm, boyu kaliks boyu kadar, kaliksten kısa veya kaliksin iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–4 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 3–5 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–7 mm, meyvede 7–10 mm uzunluğunda, tabanda 1,5–2 mm eninde. Korolla 9–17 mm boyunda, loblar gök mavisi, bazen beyaz, dışı tüysüz, dudak 5–11 mm çapında; tüp sarı veya morumsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi veya açık kahverengi, 1,5–2,5 mm çapında, yüzeyi küt tüberküllü; gaga geriye kıvrık; gaga ucu sap hizasında veya uzun, sap ve gaga arasında köprü az belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Mart-MayısMeyvelenme dönemi: Nisan-HaziranHabitatı: Kalkerli kaya çatlakları, tarihi harabelerYayılış yüksekliği: 5-50 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz ElementiTürkiye yayılışı: Antalya Bölümü. Endemik (EN).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:**C3** **Antalya**: Aksu Perge Antik kenti, 40 m, 27.vi.2014, B. Y. Akca (1814), M.

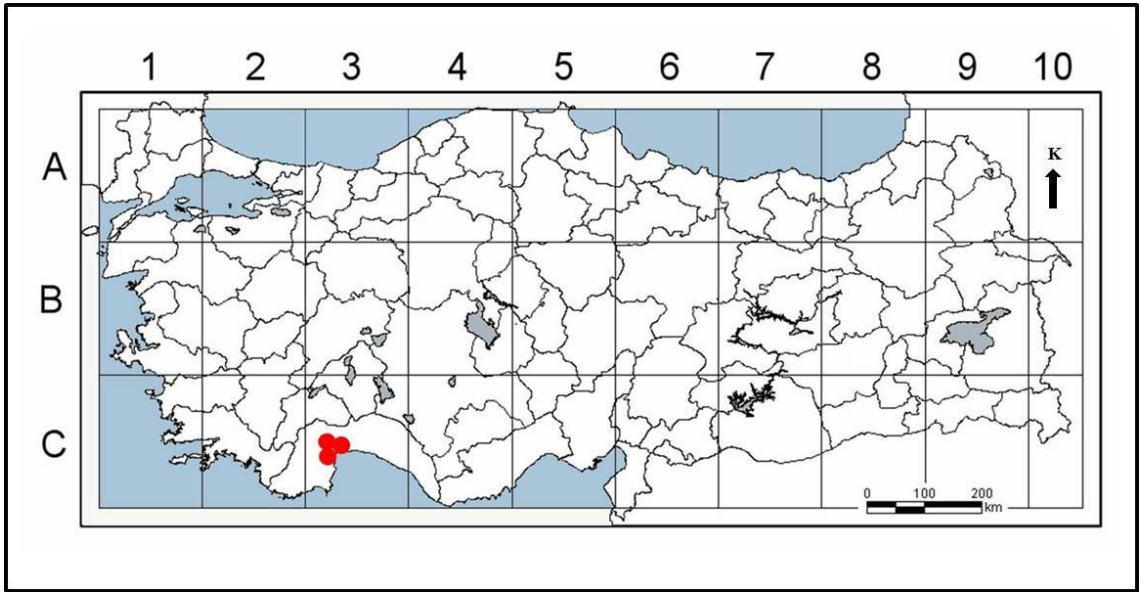
Akca.

Antalya: Kaleiçi surların üstü, 15 m, 07.vii.2014, B. Y. Akca (1868), M. Akca.

Antalya: Konyaaltı plaj yolu, kayaların üstü, 6 m, 19.iv.2015, B. Y. Akca
(3220), M. Akca.



Şekil 4.31. *A. macrophylla*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.32. *A. macrophylla*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.16. *Alkanna macrosiphon* Boiss. & Heldr., Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 11: 120

(1849). (Şekil 4.33, 4.34).

Tip: [Turkey] C4 Antalya: in rupestribus submontanis ad Alaya (Alanya) Pamphyliæ,

4.v.1845, Heldreich (holo. G (foto!)).

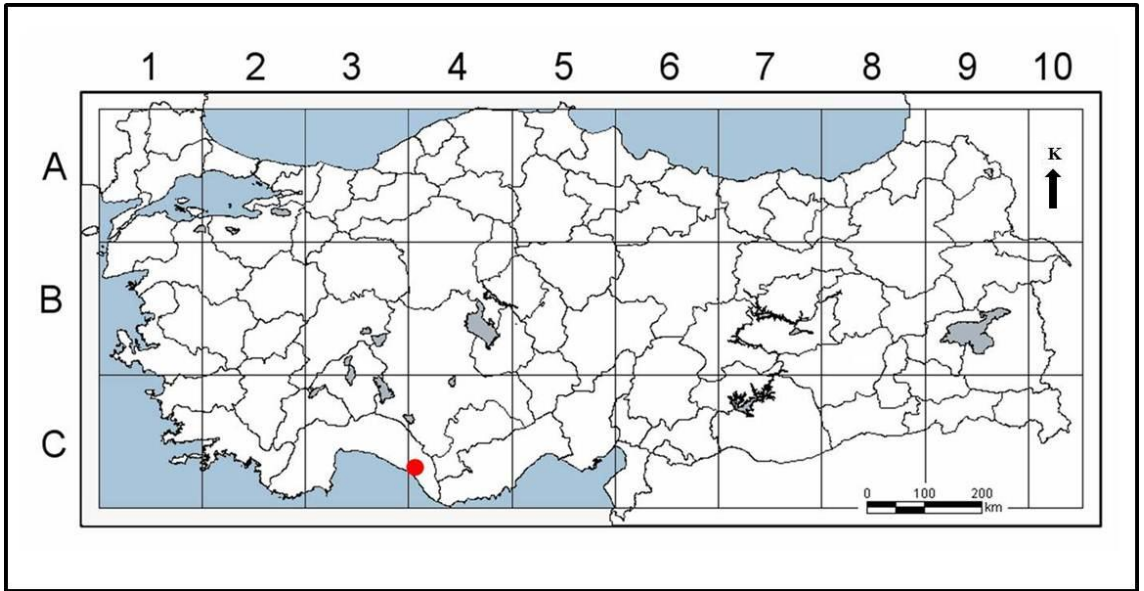
Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövde yatık veya yükselici, 15–70 cm boyunda, tabanda seyrek dallanan, steril sürgünsüz, 2–3 mm uzunluğunda, çok sayıda salgısız, dik veya dağınık kıllı, 0,1–0,5 mm uzunluğunda, kısa, çok sayıda salgılı veya salgısız yumuşak tüylü. Taban yaprakları mızraksı, 2–6,5 x 0,5–1,5 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, fırfırlı veya tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları mızraksı veya dikdörtgensi, 1,5–8 x 0,4–1,5 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, az fırfırlı veya tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 6–45 cm boyunda. Brakteler şeritsi veya şeritsi mızraksı, 0,5–2 x 0,2–0,7 mm, boyu kaliks boyuna eşit. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–4 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 4–6 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 6–8 mm, meyvede 8–10 mm uzunluğunda, tabanda 3–4 mm eninde. Korolla 12–15 mm, loblar krem-beyaz veya mor, dışı tüysüz, dudak 4–6 mm çapında; tüp sarımsı kahverengi veya morumsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 2–3 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu; gaga geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Mart-MayısMeyvelenme dönemi: Nisan-TemmuzHabitatı: Kalkerli kaya çatlakları, tarihi harabelerYayılış yüksekliği: 30-300 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz ElementiTürkiye yayılışı: Asıl Ege Bölümü; Antalya BölümüDünya yayılışı: Türkiye, YunanistanToplanan örnekler:**C4 *Antalya:*** Alanya kalesi yolu, kayalık yamaçlar, 36 m, 02.vii.2014, B. Y. Akca

(1825), M. Akca.



Şekil 4.33. *A. macrosiphon*'nun genel görünüşü



Şekil 4.34. *A. macrosiphon*'nun toplandığı lokalite

4.1.3.17. *Alkanna malatyana* Şenol & Yıldırım, Phytotaxa 164(2):124-132 (2014).

(Şekil 4.35, 4.36).

Tip: [Turkey] B7 Malatya: Akçadağ district, on calcareous rocky cliffs, 1320 m,

18.v.2011, H. Yıldırım, 1801 (holo EGE; iso EGE, GAZI!, ANK!, ISTE).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövde yastık formunda, 3–10 (–12) cm boyunda, tabanda dallanan, steril sürgünlü, yeşilimsi, salgılı veya salgısız kıllı ve dağınık, 1 mm uzunluğunda cılız tüylü. Taban yaprakları ters mızraksıdan kaşıkşıya kadar değişen şekillerde, 2–6 x 0,4–1,7 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı, salgılı veya salgısız kıllı ve tüylü. Gövde yaprakları dikdörtgensi, mızraksıdan eliptiğe kadar değişen şekillerde, 0,6–2,2 x 0,4–1,1 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı, salgılı veya salgısız kıllı ve tüylü. Çiçek durumu dallı, meyvede 4–8 cm. Brakteler mızraksıdan eliptiğe kadar değişen şekillerde, 5–20 x 2–8 mm, kaliksten biraz uzun veya kaliksin iki katından uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–3 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 5–6 mm, meyvede 6–7 mm uzunluğunda, tabanda 2–2,5 mm eninde. Korolla 10–12 mm boyunda, lobları altın sarısı, dışı tüysüz, dudak 5–7 mm çapında; tüp sarı renkli. Fındıksı meyve 2–3 mm eninde, krem veya açık kahverengi, yüzey tüberküllü; gaga hafifçe kıvrık veya düz, gaga ucu sap hizasında, köprü yok veya belirgin değil.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Mayıs

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Habitatı: Kalkerli kaya çatlakları

Yayılış yüksekliği: 1220-1400 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılışı: Yukarı Fırat Bölümü (Malatya). Endemik (VU).

Dünya yayılışı: Türkiye

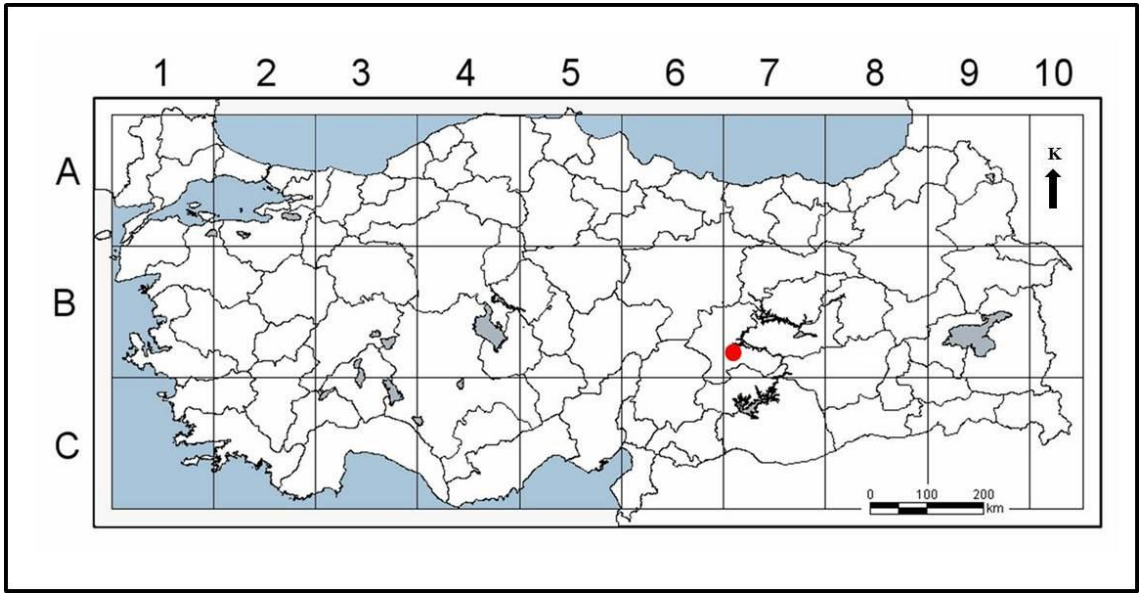
Toplanan örnekler:

B7 Malatya: Akçadağ Levent Kanyonu, kalkerli kaya çatlakları, 1320 m, 27.v.

2016, B. Y. Akca (4024), M. Akca.



Şekil 4.35. *A. malatyana*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.36. *A. malatyana*'nın toplandığı lokalite

4.1.3.18. *Alkanna megacarpa* A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 101 (1846).

(Şekil 4.37, 4.38).

Tip: [Turkey] B7 ? : in Cappadocia ad Euphratem , 1837, Aucher 2411 (holo. G, (foto!)).

Sinonim: *A. coquebertii* Rech. f., in Ann. Naturhist. Mus. Wien 55: 10 (1947).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövde yükselici, 15–40 cm boyunda, tabanda dallanan, salgısız çok sayıda kısa kaba tüylü ve 1–4 mm boyunda, uzun, dik ve dağınık kıllı. Taban yaprakları şeritsiden şeritsi - mızraksıya kadar değişen tiplerde, 5–18 x 0,5–1,5 cm, tabanı sap gibi daralan tipte, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı, çok sayıda kısa beyaz kadifemsi, uzun ve basık veya yarı basık kıllı, dip kısımlarda 10–12 mm uzunluğunda tüylü. Gövde yaprakları şeritsi - mızraksı, 2–4 x 0,3–1,2 mm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı, yarı basık tüylü. Çiçek durumu dallı, meyvede 5–20 cm boyunda. Brakteler genellikle şeritsi, yumurtamsı - üçgenimsiden yumurtamsı - mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1,5–3,5 x 0,5–1,5 cm, kaliksin iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 3–4 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 4–6 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 7–11 mm, meyvede 10–15 mm uzunluğunda, tabanda 3 mm eninde. Korolla 12–15 mm, lobları mavi, dışı tüysüz, dudak 9–15 mm çapında; tüp kahverengi. Fındıksı meyve açık kahverengi, 4–5 mm çapında, yüzeyi ağısı çukurcuklu; gaga hafifçe geriye kıvrık, gaga sap hizasında veya biraz uzun, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Meyvelenme dönemi: Haziran-Temmuz

Habitatı: Kalkerli tepeler, kurak yamaçlar, meşe çalılıkları

Yayılış yüksekliği: 700-1600 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılışı: Yukarı Fırat Bölümü; Yukarı Kızılırmak Bölümü. Endemik (LR).

Dünya yayılışı: Türkiye

Toplanan örnekler:

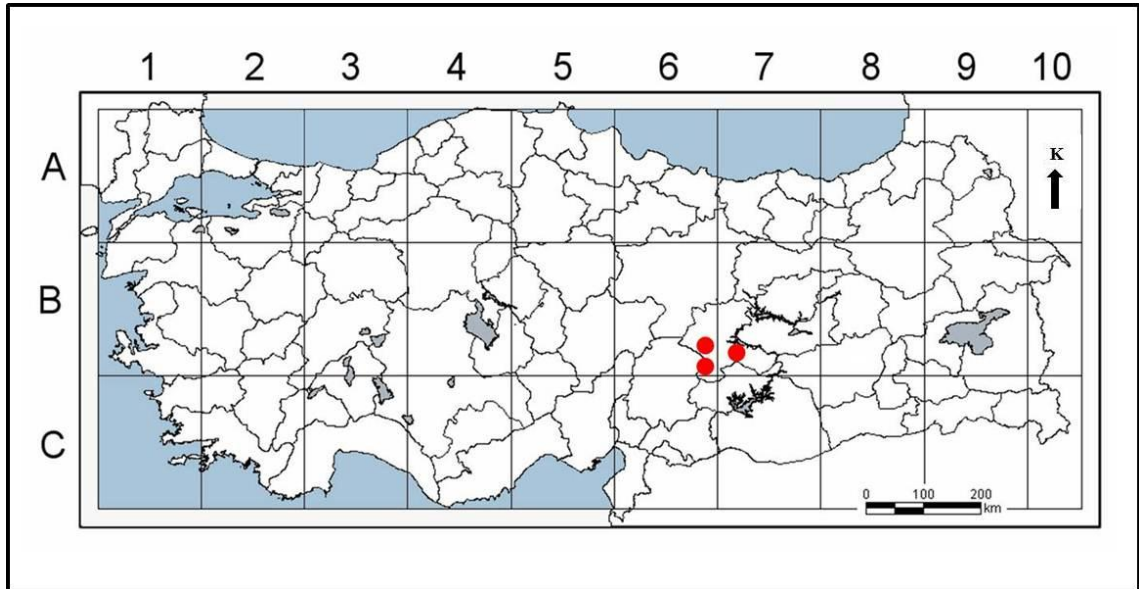
B7 Elazığ: Yalnızdamlar çevresi, kurak yamaçlar, 1231 m, 13.viii.2014, B. Y. Akca (1967), M. Akca.

C6 Malatya: Sürgü Takaz mevkii, taşlık alanlar, 1345 m, 14.viii.2014, B. Y. Akca (1972), M. Akca.

Malatya: Doğanşehir, Reşadiye köyü çevresi, kalkerli yamaçlar, 1356 m,
14.viii.2014, B. Y. Akca (1975), M. Akca.



Şekil 4.37. *A. megacarpa*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.38. *A. megacarpa*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.19. *Alkanna milliana* Sümbül, Edinburgh J. Bot. 48(1): 36 (1991).

(Şekil 4.39, 4.40).

Tip: [Turkey] C4 İçel: Mut, 3 km east of Mut, crevices of limestone rocks, 450

m, 7.vi.1990, H. Sümbül 3715 (holo. HUB!; iso. E (foto!), K (foto!), ANK.!).

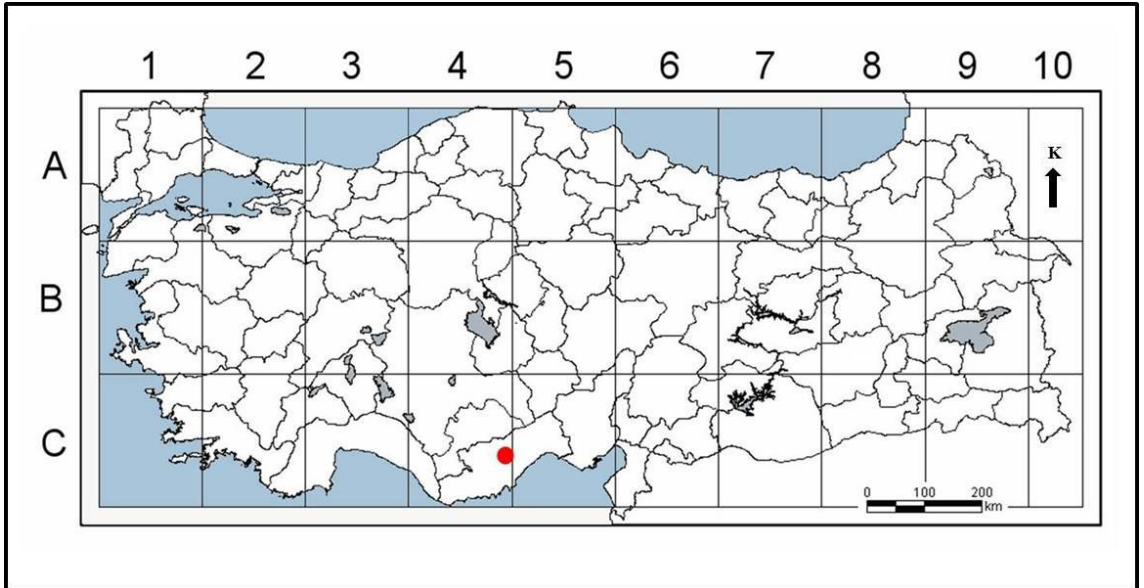
Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövde 50–60 cm çapında, yastık formunda, gövde 5–15 (–20) cm boyunda, tabanda dallı, steril sürgünlü, yeşilimsi, 0,3–0,5 mm uzunluğunda, kısa ve seyrek salgılı ve salgısız tüylü, 1–2 mm uzunluğunda basık kıllı. Taban yaprakları ters mızraksı, ters yumurtamsıdan kaşıkşıya kadar değişen şekillerde, 0,6–3 x 0,3–1,5 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları ters mızraksı, ters yumurtamsıdan kaşıkşıya kadar değişen şekillerde, 0,5–3 x 0,3–1,5 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu meyvede 3–7 cm boyunda. Brakteler yumurtamsıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1–1,5 x 0,3–0,8 cm, kaliksin iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–4 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 3–5 mm, meyvede 5–7 mm uzunluğunda, tabanda 1,5–2 mm eninde. Korolla 8–10 mm, loblar açık pembe veya mavi, dışı tüylü, dudak 4–8 mm çapında; tüp kahverengimsi kırmızı. Fındıksı meyve kahverengi veya saman rengi, 1–2 mm çapında, yüzeyi küt tüberküllü, gaga düz yatay, sap ve gaga arasında köprü yok.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-MayısMeyvelenme dönemi: Mayıs-HaziranHabitatı: Kalkerli kayalarYayılış yüksekliği: 400-450 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz ElementiTürkiye yayılışı: Adana Bölümü. Endemik (EN).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:

C4 İçel: Mut, Mut çevresi, kaya çatlakları, 420 m, 11.vii.2014, B. Y. Akca (1882),
M.Akca.



şekil 4.39. *A. milliana*'nın genel görünüşü



şekil 4.40. *A. milliana*'nın toplandığı lokalite

4.1.3.20. *Alkanna mughlæ* H. Duman, Güner & Şağban, Bot. J. Linn. Soc. 129(4): 340 (1999). (Şekil 4.41, 4.42).

Tip: [Turkey] C2 Muğla: Ortaca, Dalyan, İztuzu, 5-20 m, on limestone cliffs.

16.iii.1991, A. Güner 8128-H. Duman & H. Şağban (holo. Gazi! ; iso. E HUB! AIBU).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövde yastık formunda, 8–15 cm boyunda, tabanda çok dallanan, steril sürgünlü, beyazımsı, kaba tüylü ve çok sayıda kısa kırışık salgısız tüylü, dağınık, basık, salgılı ve salgısız cılız tüylü. Taban yaprakları eliptikten ters mızraksıya kadar değişen şekillerde, 2,5–5 x 0,5–1 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları eliptikten şeritsi-tersmızraksıya kadar değişen şekillerde, 1,5–3 x 0,3–0,8 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu meyvede 5 cm boyunda. Brakteler mızraksıdan eliptiğe kadar değişen şekillerde, 0,7–2 x 0,2–0,4 cm, kalikse eşit veya kaliksin iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 2 mm uzunlukta, meyvede geriye kıvrılmış, 2–4 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4,5–6 mm, meyvede 5–7 mm uzunluğunda, tabanda 1,3 mm eninde. Korolla 13–15 mm boyunda, lobları sarı, dışı tüysüz, dudak 7–10 mm çapında; tüp sarı. Fındıksı meyve saman rengi, 1,5–2 mm çapında, yüzeyi küt tüberküllü, gaga düz ve yatay, sap ve gaga arasında köprü yok.

Çiçeklenme dönemi: Mart-Mayıs

Meyvelenme dönemi: Nisan-Haziran

Habitatı: Kalkerli kayalar

Yayılış yüksekliği: 0-90 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Asıl Ege Bölümü. Endemik (EN).

Dünya yayılışı: Türkiye

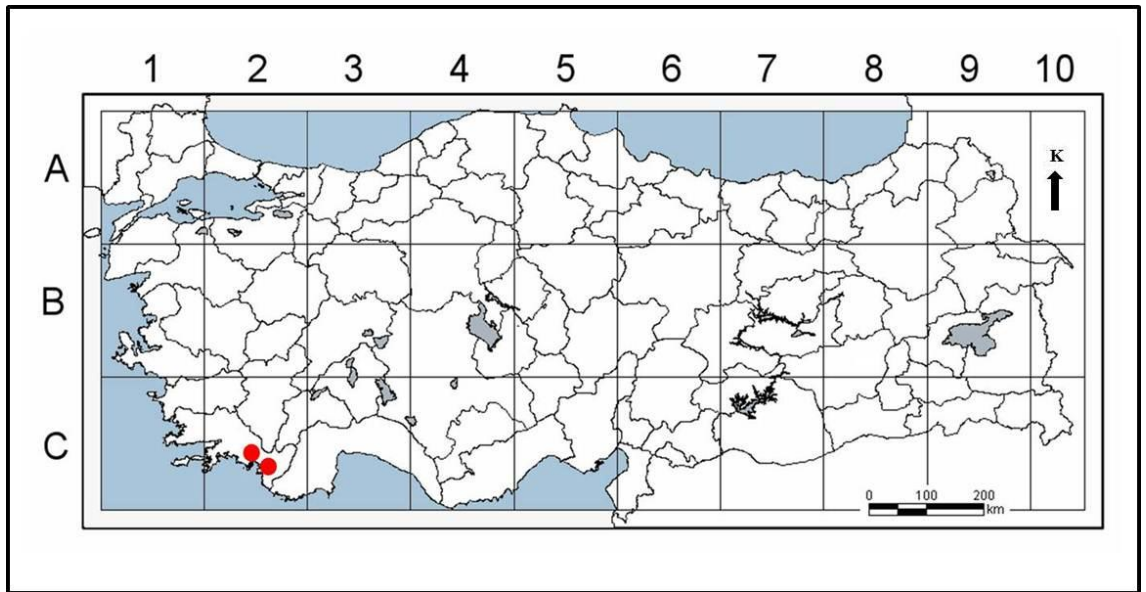
Toplanan örnekler:

C2 Muğla: Ortaca Okçular köyü çevresi, kaya üzeri, 13 m, 18.v.2015, B. Y. Akca (3304), M. Akca

Muğla: Dalyan İz tuzu plajı, kaya üzeri, 8 m, 18.v.2015, B. Y. Akca (3306), M. Akca.



Şekil 4.41. *A. mughlae*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.42. *A. mughlae*'nin toplandığı lokaliteler

4.1.3.21. *Alkanna oreodoxa* Hub.–Mor., in Bauhinia 4(2): 202 (1971).

(Şekil 4.43, 4.44).

Tip: [Turkey] C3 Antalya: Manavgat-Akseki, Kalkfelsen 25 km südlich von

Akseki, 560 m, 20.vi.1948, Huber-Morath 8266, Reese (holo. Hb. Hub.-

Mor. iso. Hb. Basler Bot. Ges.).

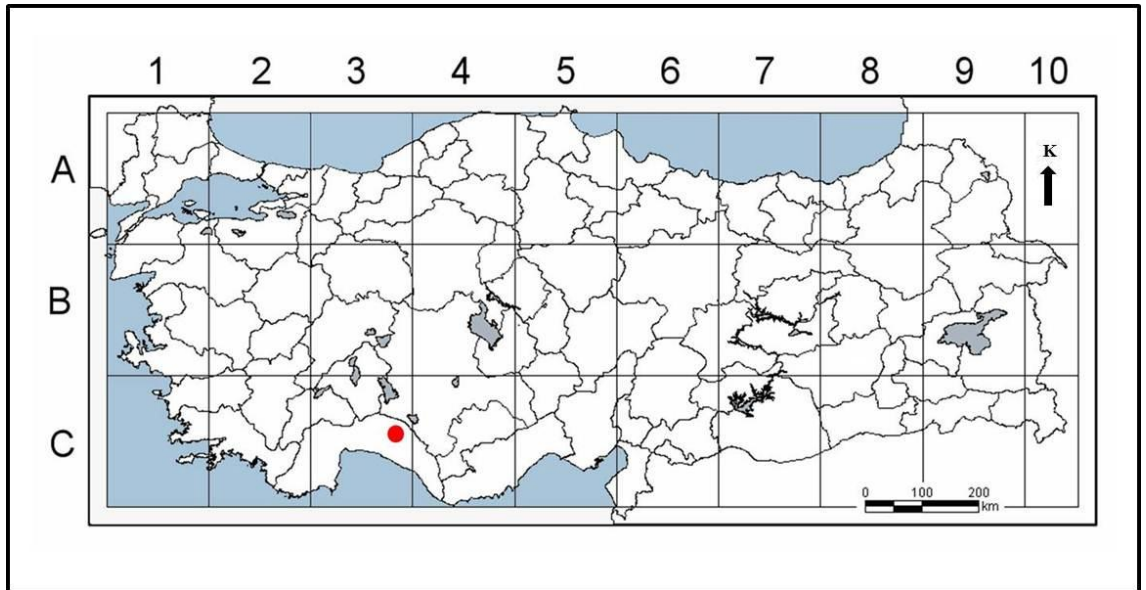
Çok yıllık; köklerde boyar madde yok. Gövdesi yastık formunda, gövde 10–25 cm boyunda, tabanda çok veya az dallı, steril sürgünlü, salgısız, kısa ve çok sayıda uzun, 1–2 mm boyunda karışık yarı basık cılız ve kaba tüylü. Taban yaprakları eliptikten ters mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1–6 x 0,5–1 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı, beyazımsı yoğun tüylü. Gövde yaprakları dikdörtgensel, 1–3 x 0,5–1 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt ve sivri uçlu, belirgin orta damarlı, yeşilimsi seyrek tüylü. Çiçek durumu meyvede 5–20 cm boyunda. Brakteler dikdörtgensiden şeritsi - mızraksıya kadar değişen şekillerde, 0,5–3 x 0,2–1 cm, kaliksten biraz uzun veya iki-dört katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–4 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 3–5 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 3,5–7 mm, meyvede 5–8 mm uzunluğunda, tabanda 1–2 mm eninde. Korolla 14–17 mm boyunda, loblar beyaz, dışı tüysüz, dudak 4–5 mm çapında; tüp koyu pembe, kırmızımsı kahverengi veya açık mavi. Fındıksı meyve kahverengi veya açık kahverengi, 1,5–2,2 mm çapında, yüzeyi küt tüberküllü; gaga düz yatay, sap ve gaga arasında köprü yok.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-MayısMeyvelenme dönemi: Mayıs-TemmuzHabitatı: Kalkerli kayalarYayılış yüksekliği: 475-1050 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz ElementiTürkiye yayılışı: Antalya Bölümü. Endemik (EN).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:**C3 Antalya:** Akseki, Erenyaka köyü çevresi, kaya çatlakları, 811 m, 08.vii.2014, B.

Y. Akca (1871), M. Akca.



Şekil 4.43. *A. oreodoxa*'nın genel görünüşü



Şekil 4.44. *A. oreodoxa*'nın toplandığı lokalite

4.1.3.22. *Alkanna orientalis* (L.) Boiss., Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 4: 46 (1844).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli Gövdesi yükselici, 30–80 cm boyunda, tabanda çok dallı, steril sürgünlü, yoğun kısa salgılı tüylü ve bazen seyrek kıllı bazen değil. Taban yaprakları mızraksı, dikdörtgensi veya yumurtamsı, 7–20 x 1–5 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, fırfırlı kenarlı, küt uçlu, belirgin orta ve sekonder damarlı. Gövde yaprakları dikdörtgensi veya yumurtamsı, 1–4 x 0,4–1,5 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu çok dallı, meyvede 12–25 cm boyunda. Brakteler yumurtamsı veya mızraksı, 1–4 x 0,6–2 cm, kaliksin boyu kadar veya kaliksin iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 3 mm uzunlukta, meyvede geriye kıvrılmış, 3–6 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 5–8 mm, meyvede 9–15 mm uzunluğunda, tabanda 3–4 mm eninde. Korolla 7–13 mm boyu, loblar sarı veya beyaz, dışı tüysüz, dudak 5–9 (–13) mm çapında; tüp sarı veya açık kahverengi. Fındıksı meyve saman rengi, 2,5–3,5 mm çapında, yüzeyi granüllü tüberküllü; gaga geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında veya kısa, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

1.Korolla loplari sarı

var. *orientalis*

1.Korolla loplari beyaz

var. *leucantha*

var. *leucantha* (Bornm.) Hub.- Mor., Flora of Turkey 6: 420 (1978). (Şekil 4.47, 4.48).

Tip: [Turkey] A2 Bilecik: ad Bilecik, in declivitatibus vallis fluvii Karasu, in

vinetis derelictis prope stationem, 300-400 m., 16.v.1929, Bornmüller

14434 (Holo. B, iso. G WU (foto!)).

Sinonim: *A. leucantha* Bornm., Magyar Bot. Lapok 30: 68 (1931).

Çiçeklenme dönemi: Mart-Ağustos

Meyvelenme dönemi: Nisan-Eylül

Habitatı: Kalkerli yamaçlar, volkanik arazi, step

Yayılış yüksekliği: 100-2450 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılışı: Güney Marmara Bölümü; Yukarı Sakarya Bölümü, Orta Kızılırmak Bölümü. Endemik (LR).

Dünya yayılışı: Türkiye

Toplanan örnekler:

B5 Nevşehir: Avanos kuzey yamaçları, step alanlar, 990 m, 16.viii.2014, B. Y.

Akca (1979), M. Akca.

Kayseri: Hacılar köyü, step alanlar, 1236 m, 26.v.2016, B. Y. Akca (4020), M. Akca.

var. *orientalis*

Sinonimler: *Anchusa orientalis* L., Sp. Pl. 133 (1753); *Lithospermum orientale* (L.) L., Syst. Nat., ed. 12, 2: 145 (1767); *Camptocarpus orientalis* (L.) K. Koch, Linnaea 17 (3): 304 (1844); *A. orientalis* var. *hellenica* Boiss., Fl. Orient. 4: 228 (1875); *A. hellenica* (Boiss.) Rech. f., in Ann. Naturhist. Mus. Wien 68: 198 (1965).

Çiçeklenme dönemi: Mart-Eylül

Meyvelenme dönemi: Nisan-Ekim

Habitatı: Kalkerli yamaçlar, volkanik arazi, step

Yayılış yüksekliği: 100-2450 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılışı: Güney Marmara Bölümü; Karadeniz Bölgesi; Asıl Ege Bölümü; İç Anadolu Bölgesi; Doğu Anadolu Bölgesi; Adana Bölümü

Dünya yayılışı: Azerbaycan, Bulgaristan, Cezayir, Ege Adaları, Ermenistan, Gürcistan, İsrail, Lübnan, Mısır, Suriye, Ürdün, Yunanistan, Türkiye

Toplanan örnekler:

B5 Kayseri: Talas Ali dağı, step alanlar, 1310 m, 26.v.2016, B. Y. Akca (4015), M.

Akca.

Kayseri: Hacılar köyü, step alanlar, 1223 m, 26.v.2016, B. Y. Akca (4019), M. Akca.

B6 Niğde: Ulukışla, step alanlar, 1469 m, 05.viii.2014, B. Y. Akca (1919), M.

Akca.

B7 Malatya: Akçadağ, Levent kanyonu, kalkerli kayalık alanlar, 1306 m, 14.viii.

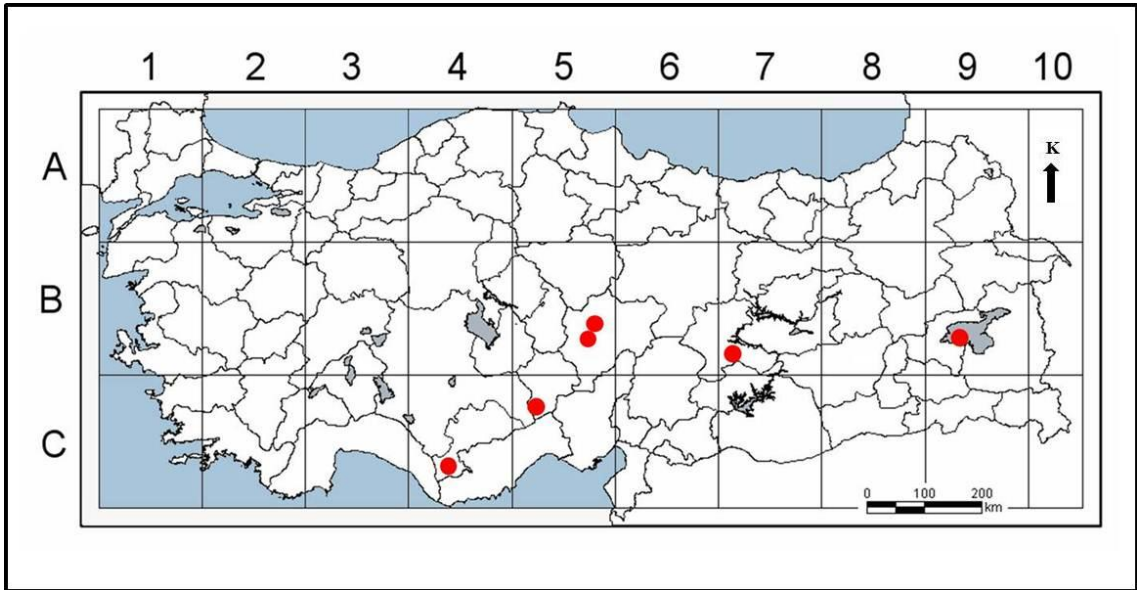
2014, B. Y. Akca (1970), M. Akca.

B9 Van: Akdamar adası, Akdamar kilisesi, step yamaçlar, 1650 m, 12.viii.2014, B. Y. Akca (1962), M. Akca.

C4 Karaman: Ermenek, Ermenek çevresi, kalkerli alanlar, 1316 m, 02.vii.2014, B. Y. Akca (1837), M. Akca.



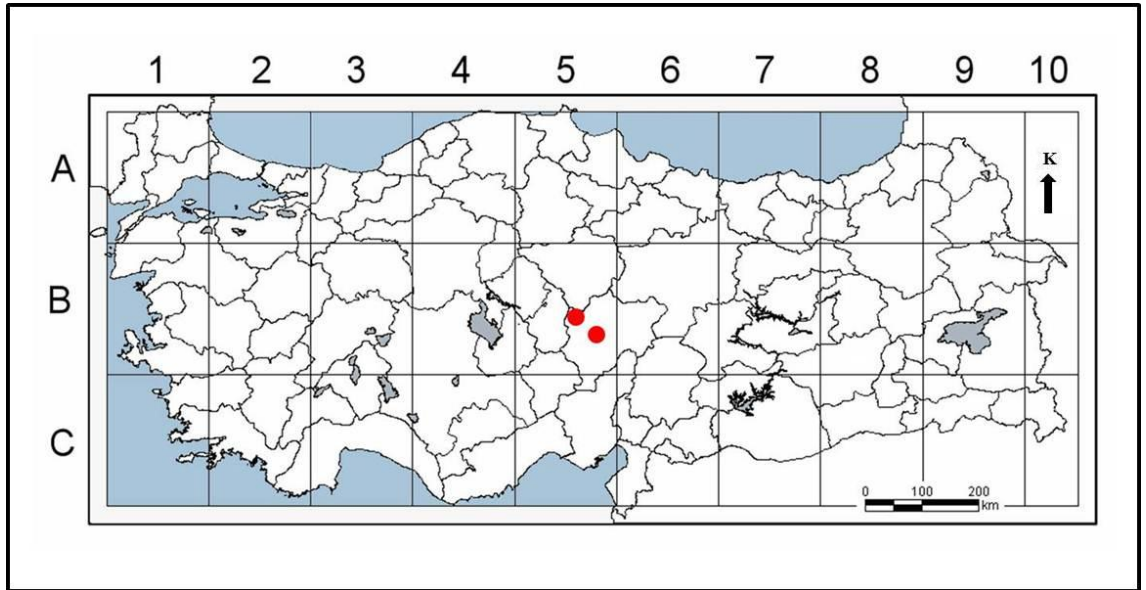
Şekil 4.45. *A. orientalis* var. *orientalis*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.46. *A. orientalis* var. *orientalis*'in toplandığı lokaliteler



Şekil 4.47. *A. orientalis* var. *leucantha*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.48. *A. orientalis* var. *leucantha*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.23. *Alkanna pamphylica* Hub.- Mor. & Reese, in Feddes Repert. Spec. Nov.

Regni Veg. 52: 50 (1943). (Şekil 4.49, 4.50).

Tip: [Turkey] C3 Antalya: Macchie auf der Passhöhe 2 km ob Hafis Paşa, 800

m, 11.vi.1938, H. Reese (holo. Hb. Basler Bot. Ges. iso. Hb. Hub.- Mor.).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövdesi yükselici, 20–60 cm boyunda, tabanda dallanan, steril sürgünsüz, salgılı veya salgısız kısa tüylü ve 2–2,5 mm boyunda uzun kıllı tüylü. Taban yaprakları mızraksı, dikdörtgensi veya ters mızraksı, 2–12 x 0,5–2 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, fırfırlı veya tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları yumurtamsı veya dikdörtgensi - mızraksı, 1,5–5 x 0,3–2 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, az fırfırlı veya tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu az veya çok dallı, meyvede 8–30 cm boyunda. Brakteler şeritsi veya şeritsi - dikdörtgensi, 0,5–2 x 0,2–0,6 cm, kaliksin iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 1,5–3 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–6 mm, meyvede 7–8 mm uzunluğunda, tabanda 2–2,5 mm eninde. Korolla 10–15 mm boyunda, loblar mor, mavi veya gök mavisi renginde, dışı tüysüz, dudak 4–7 mm çapında; tüp sütlü kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 1,5–2 mm çapında, yüzeyi küt tüberküllü; gaga geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü hemen hemen yok.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Mayıs

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Habitatı: Kalkerli yamaçlar, makilik alanlar, orman içi, kayalık taşlık alanlar, step

Yayılış yüksekliği: 600-1800 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Antalya Bölümü. Endemik (LR).

Dünya yayılışı: Türkiye

Toplanan örnekler:

C3 **Antalya:** Korkuteli Mamatlar çevresi, taşlık alanlar, 1350 m, 01.vii.2014, B. Y.

Akca (1803), M. Akca.

Antalya: Korkuteli Kızılaliler çevresi, kayalık alanlar, 1664 m, 01.vii.2014, B.

Y. Akca (1810), M. Akca

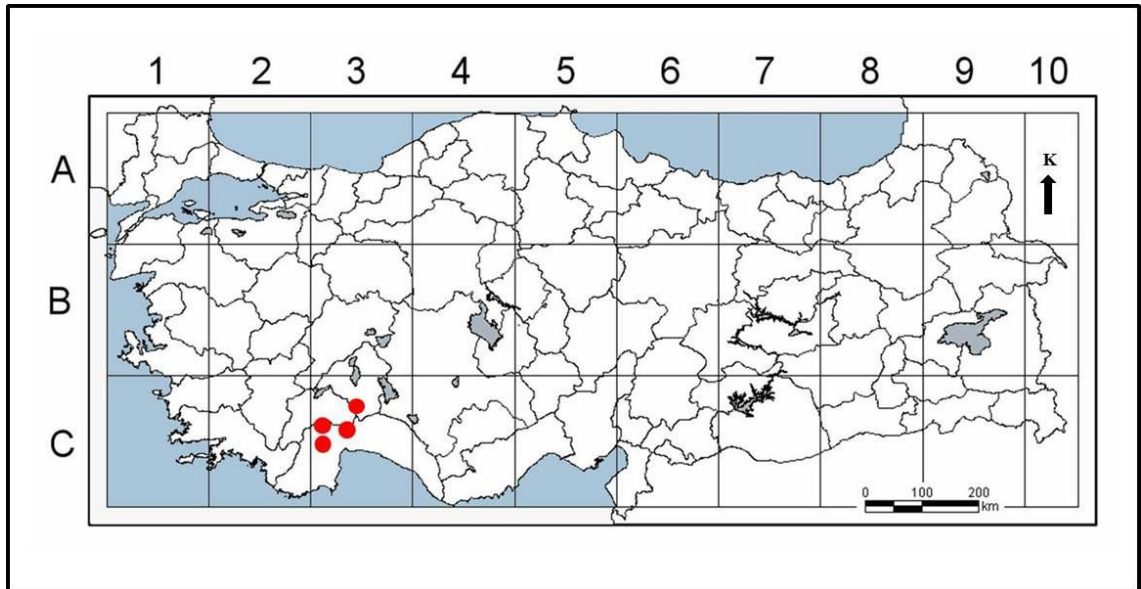
Antalya: Dağbeli güneyi, taşlı yamaçlar, 792 m, 19.iv.2015, B. Y. Akca (3215),

M. Akca

Isparta: Sütçüler çevresi, kayalık alanlar, 1800 m, 05.vi.2015, B. Y. Akca
(3367), M. Akca



Şekil 4.49. *A. pamphylica*'nın genel görünüşü ve çiçeği



Şekil 4.50. *A. pamphylica*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.24. *Alkanna phrygia* Bornm., Mitth. Thüning. Bot. Vereins n. f. 21: 81 (1906).

(Şekil 4.51, 4.52).

Tip: [Turkey] B3 Konya: Akscheher (Akşehir), in quercetis regionis alpinae

montis Sultandagh, in cacumine Engeli-Dagh dicto, 1750 m, 28.vi.1899,

Bornmüller 5320 (holo. B).

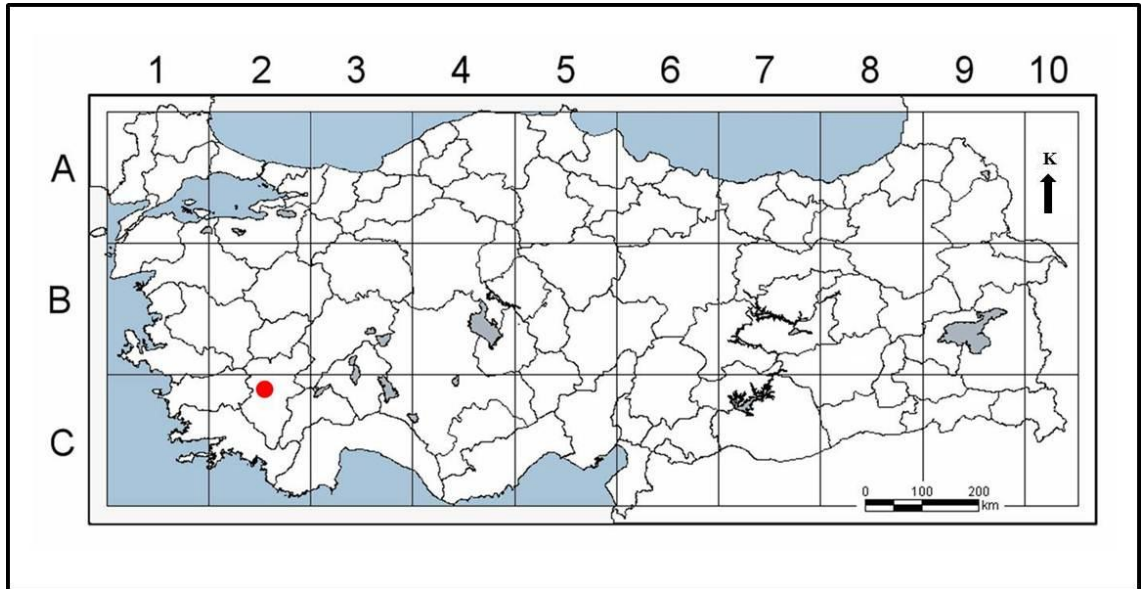
Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövdesi yatık veya yükselici, 20–50 cm boyunda, tabanda çok dallı, steril sürgünlü, çok sayıda kısa salgılı veya 1–1,5 mm boyunda, uzun dik, dağınık veya yarı basık salgısız tüylü. Taban yaprakları dikdörtgensi-mızraksı, 2–12 x 0,5–2 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı, yarı basık tüylerle kaplı. Gövde yaprakları dikdörtgensi-mızraksı, 2–8 x 0,5–2 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 8–30 cm. Brakteler dikdörtgensi-mızraksıdan şeritsi-mızraksıya kadar değişen şekillerde, nadiren yumurtamsı-dikdörtgensi, 2–3,5 x 0,5–1,6 cm, kaliksin iki katından daha uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 3–4 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–6 mm, meyvede 7–8 mm uzunluğunda, tabanda 2–3 mm eninde. Korolla 10–12 mm boyunda, loblar mavi, dışı tüysüz, dudak 4–7 mm çapında; tüp bordomsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 2,5–3 mm çapında, yüzeyi küt tüberküllü; gaga ani bir şekilde geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında veya biraz uzun, sap ve gaga arasında köprü az belirgin veya yok.

Çiçeklenme dönemi: Mayıs-HaziranMeyvelenme dönemi: Haziran-AğustosHabitatı: Kalkerli yamaçlar, meşelik alanlar, orman açıklığıYayılış yüksekliği: 1200-2000 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: İran-Turan ElementiTürkiye yayılışı: İç Batı Anadolu Bölümü; Konya Bölümü. Endemik (LR).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:**C2 Denizli:** Cankurtaran Honaz dağı, taşlı yamaçlar, 1900 m, 26.viii.2015, B. Y.

Akca (3603), M. Akca.



şekil 4.51. *A. phrygia*'nın genel görünüşü



şekil 4.52. *A. phrygia*'nın toplandığı lokalite

4.1.3.25. *Alkanna pinardii* Boiss., Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 4: 48 (1844).
(Şekil 4.53, 4.54).

Tip: [Turkey] C2: in Caria interiori, 1842, Pinard (holo. G (foto!)).

Sinonimler: *A. filaginoides* A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 98 (1846); *Campylocaryum smyrnaeum* Boiss. ex A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 98 (1846).

Çok yıllık; köklerde boyar madde var veya yok. Gövdesi yatık veya yükselici, 10–25 cm boyunda, tabanda çok veya az dallı, steril sürgünsüz, çok sayıda, 2 mm boyunda, kıllı ve kısa salgısız tüylü. Taban yaprakları şeritsiden dikdörtgensimzraksıya kadar değişen şekillerde, 1–8 x 0,2–0,7 cm, tabanı hafifçe daralan tipte, sapsız, az fırfırlı kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsiden dikdörtgensimzraksıya kadar değişen şekillerde, 1–6 x 0,2–0,7 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 5–17 cm boyunda. Brakteler mızraksı, 4–10 x 0,2–0,7 cm, boyu meyveli kaliksten bazen kısa veya biraz uzun, bazen eşit. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–3 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 5–7 mm, meyvede 7–9 mm uzunluğunda, tabanda 2–3 mm eninde. Korolla 8–11 mm boyunda, loblar kükürt sarısı, dışı tüysüz, dudak 6–10 mm çapında; tüp altın sarısı. Fındıksı meyve saman veya taş rengi, 2–2,5 mm çapında, yüzeyi çukurcuklu tüberküllü; gaga hafifçe kıvrık, gaga ucu saptan kısa, sap ve gaga arasında köprü az belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Mart-Nisan

Meyvelenme dönemi: Nisan-Mayıs

Habitatı: Kuru kumlu alanlar, makilik ve taşlık alanlar

Yayılış yüksekliği: 50-150 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Akdeniz Bölgesi. Endemik (EN).

Dünya yayılışı: Türkiye

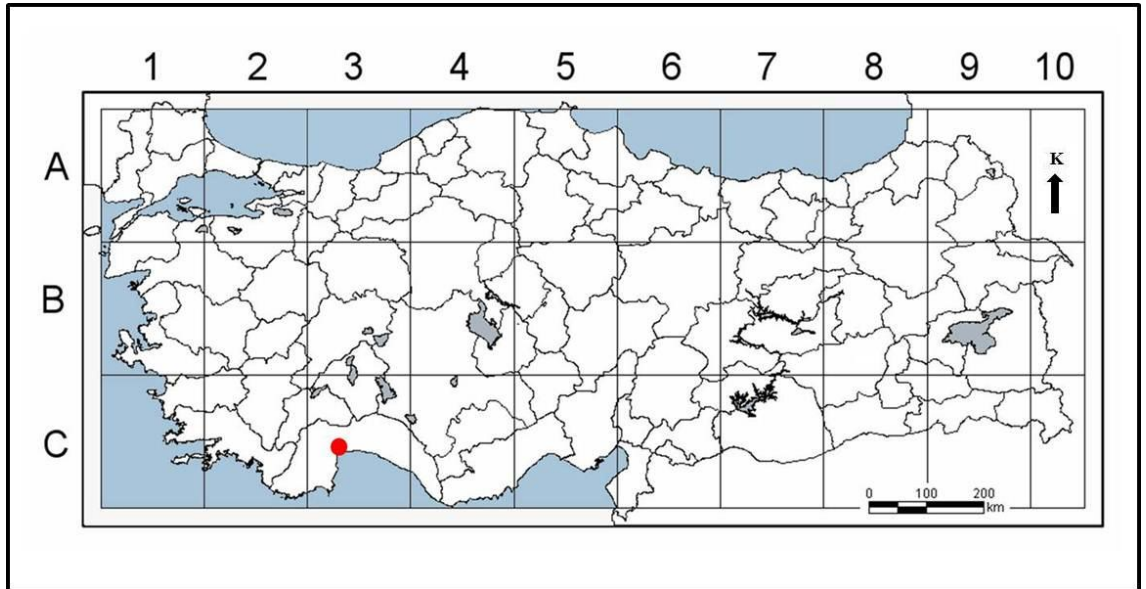
Toplanan örnekler:

C3 Antalya: Lara falezlerin üstü, makilik taşlık alanlar, 40 m, 28.iv.2014, B. Y.

Akca (1756), M. Akca.



şekil 4.53. *A. pinardii*: a- genel görünüşü, b- çiçek



şekil 4.54. *A. pinardii*'nin toplandığı lokalite

4.1.3.26. *Alkanna primuliflora* Griseb., Spic. Fl. Rumel. 2(4): 89 (1844).

(Şekil 4.55, 4.56).

Tip: [Bulgaria]: prope Philippopolin (Plovdiv), Frivaldski.

Sinonimler: *Anchusa primuliflora* (Griseb.) K. Krause, Deutschl. Fl. ed. 2, 11: 67 (1903); *A. primuliflora* var. *thracica* St. Kozhukharov, in Fl. Nar. Republ. Bulgaria 9: 505 (1989).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövdesi yatık veya yükselici, 5–30 cm boyunda, tabanda dallanan, steril sürgünsüz, salgılı veya salgısız kısa tüylü ve 2–3 mm boyunda, uzun kıllı. Taban yaprakları şeritsi veya dikdörtgensi - mızraksı, 1,5–6 x 0,2–0,7 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsi veya dikdörtgensi - mızraksı, 1,2–5 x 0,2–0,7 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 5–15 cm boyunda. Brakteler mızraksı, 1–1,5 x 0,3–0,6 cm, boyu kaliks kadar veya kaliksten biraz uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–3 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–5 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–6 mm, meyvede 6–10 mm uzunluğunda, tabanda 2 mm eninde. Korolla 8–12 mm boyunda, loblar altın sarısı, dışı tüysüz veya bazen ince sık tüylü, dudak 5–10 mm çapında; tüp altın sarısı. Fındıksı meyve açık kahverengi, 2–2,5 mm eninde, yüzeyi düzensiz tüberküllü, gaga geriye ani kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Mayıs

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Haziran

Habitatı: Kayalık alanlar, meşe çalılıkları

Yayılış yüksekliği: 300-400 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Trakya

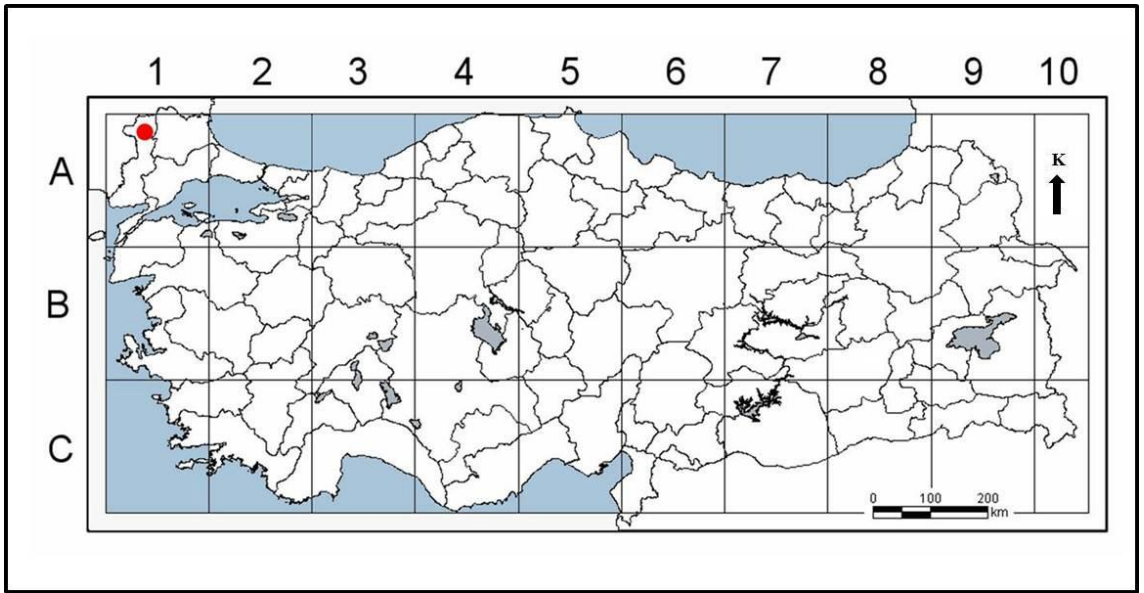
Dünya yayılışı: Türkiye, Bulgaristan, Yunanistan

Toplanan örnekler:

A1 Edirne: Süloğlu barajı çevresi, bozuk çalılıklar, 280 m, 01.v.2014, B. Y. Akca (1757), M. Akca.



Şekil 4.55. *A. primuliiflora*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.56. *A. primuliiflora*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.27. *Alkanna pseudotinctoria* Hub.- Mor., in Bauhinia 4(2): 203 (1971).

(Şekil 4.57, 4.58).

Lektotip: [Turkey] C5 Konya: Berge über Farasch, auf dem Weg nach Jajaly,

1900 m, viii.1911, Siehe 369 (WU (foto!) iso. E (foto!)).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövde dik, 5–25 cm boyunda, tabanda az dallanan, steril sürgünsüz, yeşilimsi, salgılı veya salgısız kısa yumuşak tüylü ve 1–2 mm boyunda, salgısız basık veya yarı basık kıllı. Taban yaprakları şeritsi - mızraksıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 3–17 x 0,5–2 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsi - mızraksıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 2–4 x 0,2–1,3 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu çok dallı, meyvede 3–15 cm boyunda. Brakteler şeritsi - mızraksıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 1–3 x 0,2–1,3 cm, kaliksten biraz uzun veya kaliksin 2–3 katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–3 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 3–4,5 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 5–6 mm, meyvede 7–10 mm uzunluğunda, tabanda 3–3,5 mm eninde. Korolla 9–12 mm boyunda, lobları mavi, dışı tüysüz, dudak 4–7 mm çapında; tüp kahverengi. Fındıksı meyve saman rengi, 3–3,5 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu, gaga geriye doğru hafifçe kıvrık düz, gaga ucu sap hizasını geçmez, sap ve gaga arasında köprü az belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-HaziranMeyvelenme dönemi: Mayıs-TemmuzHabitatı: Kurak tepeler, kalkerli yamaçlar, ekili alanlar, stepYayılış yüksekliği: 850-2000 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: İran-Turan ElementiTürkiye yayılışı: Yukarı Sakarya, Orta Kızılırmak. Endemik (LR).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:**B2 Denizli:** Denizli–Dinar yolu, yamaçlar, 850 m, 19.v.2018, B. Y. Akca (4316),

M. Akca.

B4 Nevşehir: Nevşehir çevresi, kalkerli yamaçlar, 1326 m, 10.vi.2015, B. Y. Akca

(3374), M. Akca.

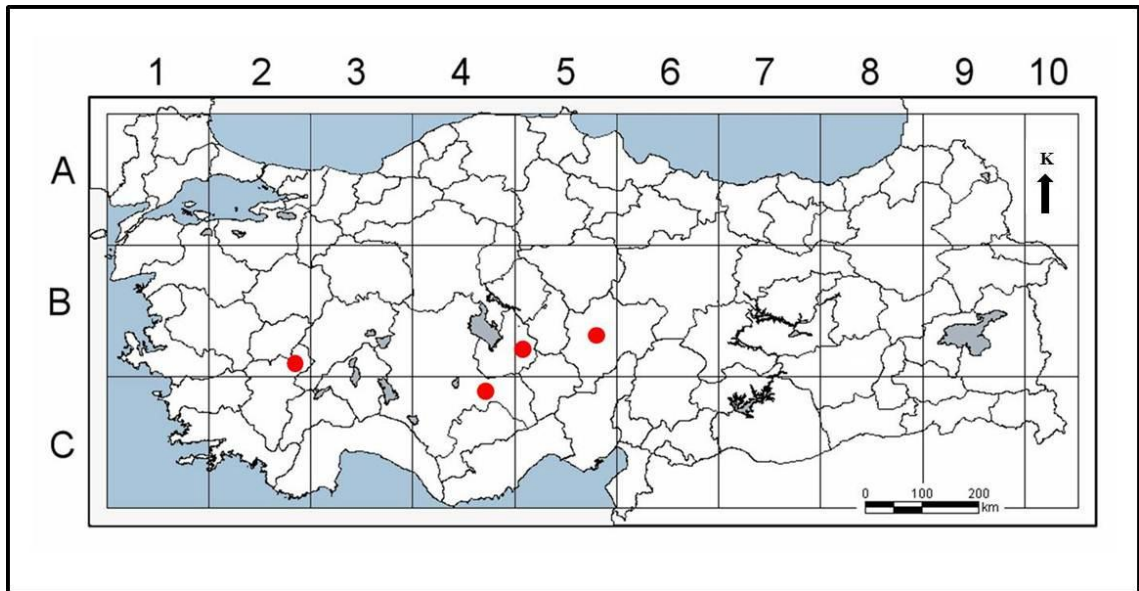
B5 Aksaray: İhlara çevresi, taşlı step alanlar, 1277 m, 26.v.2016, B. Y. Akca

(4005), M. Akca.

C4 Konya: Emirgazi köyü, Örencik mevki, step alanlar, 1377 m, 05.viii.2014, B. Y. Akca (1916), M. Akca.



Şekil 4.57. *A. pseudotinctoria*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.58. *A. pseudotinctoria*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.28. *Alkanna punctulata* Hub.- Mor., in Bauhinia 4(2): 204 (1971).

(Şekil 4.59, 4.60).

Tip: [Turkey] C4 İçel: Gülnar-Ermenek Kalkfelsen im *Pinus pallasiana*- Wald

78 km nach Gülnar, 48 km vor Ermenek, 8 km südlich von Kazanlı, 1400

m, 11.vi.1950, Huber-Morath 9910 (holo. Hb. Hub.-Mor.).

Çok yıllık; köklerde boyar madde var veya yok. Gövde yatık veya yükselici, 20–45 cm boyunda, tabanda dallanan, steril sürgünsüz, yeşilimsi, 2 mm boyunda uzun dağınık salgısız, kıllı ve 0,1–0,5 mm boyunda, kısa salgılı veya salgısız tüylü. Taban yaprakları ters mızraksı, kaşıkı veya dikdörtgensi, 5–10 x 0,7–2 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları mızraksı veya dikdörtgensi, 1–5,5 x 0,3–1 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 5–25 cm boyunda. Brakteler mızraksıdan yumurtamsı - dikdörtgensiye veya şeritsiye kadar değişen şekillerde, 0,5–3,5 x 0,2–1,4 cm, boyu kaliksin iki katı kadar veya eşit. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış 2–3,5 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 3–5 mm, meyvede 4–7 mm uzunluğunda, tabanda 3–4 mm eninde. Korolla 8–10 mm boyunda, lobları gök mavisi veya mavi, dışı tüysüz, dudak 2,5–4 mm çapında; tüp kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 1,5–2,5 mm eninde, yüzeyi düz küçük çukurcuklu; gaga geriye doğru ani kıvrık, gaga ucu sap hizasından uzun, sap ve gaga arasında köprü dar.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Mayıs

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Haziran

Habitatı: Kalkerli yamaçlar, kalkerli kayalar, meşe çalılıkları, çam ormanı

Yayılış yüksekliği: 800-1400 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Adana Bölümü. Endemik (VU).

Dünya yayılışı: Türkiye

Toplanan örnekler:

C4 İçel: Silifke Gülnar arası, kalkerli yamaçlar, 810 m, 01.v.2015, B. Y. Akca (3292), M. Akca.

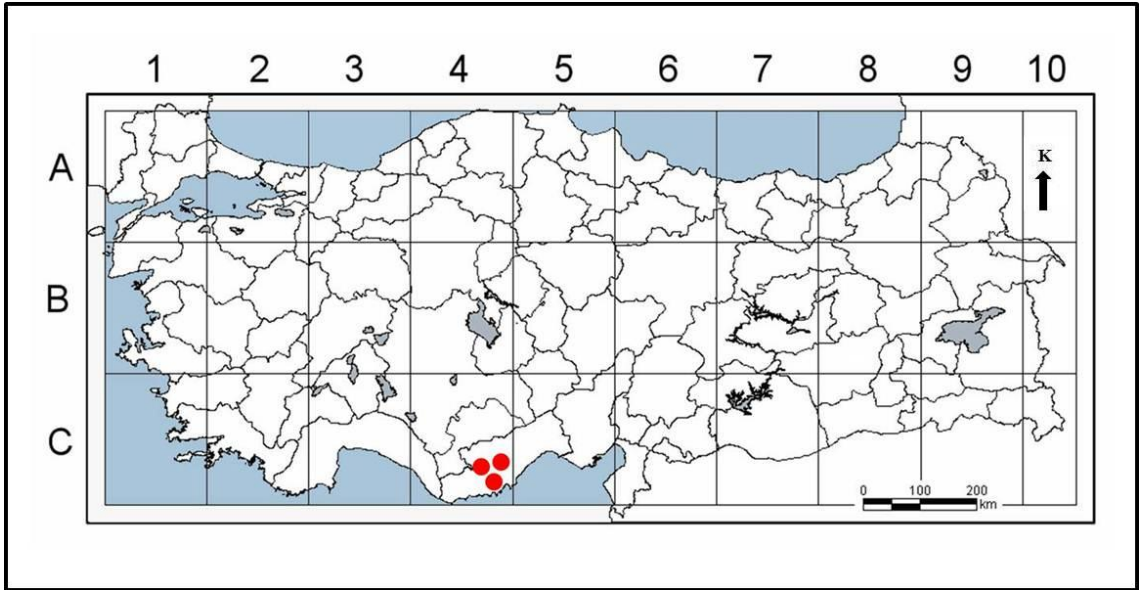
İçel: Gülnar çevresi, kalkerli yamaçlar, 870 m, 01.v.2015, B. Y. Akca (3295),

M. Akca.

İçel: Mut, Bozyaka çevresi, kalkerli yamaçlar, 990 m, 01.v.2015, B. Y. Akca
(3296), M. Akca.



Şekil 4.59. *A. punctulata*'nın genel görünüşü ve çiçek



Şekil 4.60. *A. punctulata*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.29. *Alkanna saxicola* Hub.- Mor., in Bauhinia 4(2): 205 (1971).

(Şekil 4.61, 4.62).

Tip: [Turkey] C4 Konya: Kalkfelsen 3-5 km südlich von Ermenek, an der Hub.-

Strasse nach Anamur, 1200-1290 m, 11.vi.1948, Huber- Morath 8265, Reese

(holo. Hb. Mor. Iso. Hb. Basler Bot. Ges.).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövde yastık formunda, 3–25(–30) cm boyunda, tabanda çok dallanan, steril sürgünlü, salgısız beyaz kaba tüylü ile yoğun kırışık tüylü ve 2 mm boyunda salgısız, dağınık zayıf tüylü. Taban yaprakları yumurtamsıdan ters mızraksıya veya kaşaksıya kadar değişen şekillerde, 1–5 x 0,4–1,2 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları yumurtamsı veya mızraksı, 1–6,5 x 0,5–1,8 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu tek veya dallı, meyvede 2,5–5 cm boyunda. Brakteler yumurtamsı - mızraksı, 0,7–2,5 x 0,4–1 cm, boyu kalikse eşit veya kaliksin iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–4 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış 3–5 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–6 mm, meyvede 6–11 mm uzunluğunda, tabanda 2 mm eninde. Korolla 9–13 mm boyunda, lobları mavi, dışı tüylü, dudak 4–6 mm çapında; tüp morumsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 2–2,5 mm çapında, yüzeyi konik tüberküllü, gaga düz yatay, sap ve gaga arasında köprü yok.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Haziran

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Habitatı: Kalkerli kayalar

Yayılış yüksekliği: 700-1500 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Adana Bölümü. Endemik (EN).

Dünya yayılışı: Türkiye

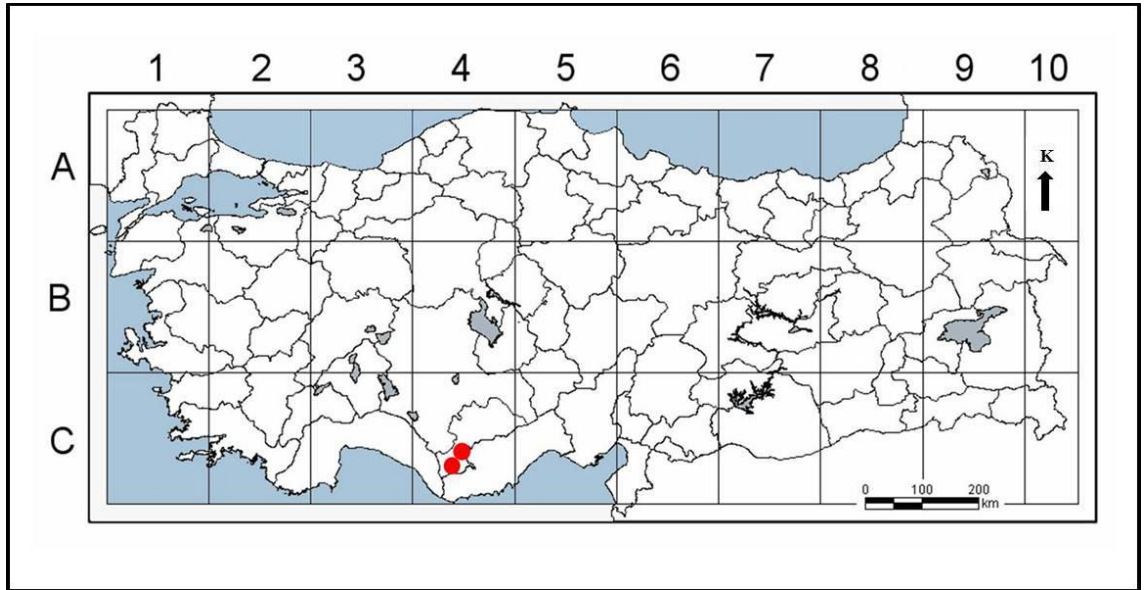
Toplanan örnekler:

C4 Karaman: Ermenek çevresi, kalkerli kayalar, 1316 m, 02.vii.2014, B. Y. Akca (1835), M. Akca.

Karaman: Ermenek Kazancı kasabası Pınarönü köyü, Göksu nehri çevresi, kalkerli kayalar, 745 m, 13.vii.2014, B. Y. Akca (1892), M. Akca.



Şekil 4.61. *A. saxicola*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.62. *A. saxicola*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.30. *Alkanna sieheana* Rech. f., in Ann. Naturhist. Mus. Wien 55: 11 (1947).

(Şekil 4.63, 4.64).

Tip: [Turkey] C4 İçel: Felsen der Lamas-Schlucht (Lamas çayı) bei den Katarakten

unweit Mara, 1600 m, vi.1909, Siehe 481 (holo. W (foto!)).

Çok yıllık; köklerde boyar madde bulunmaz. Gövde yastık formunda, gövde 5–15 cm boyunda, tabanda çok dallı, steril sürgünlü, yeşilimsi, salgısız, 0,2–0,5 boyunda, dağınık ve kısa havlı ile 2 mm boyunda, uzun, dağınık az çok yumuşak tüylü. Taban ve gövde yaprakları şeritsi - mızraksı veya dikdörtgensel, 0,5–3 x 0,4–0,8 cm. Taban yaprakları tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları tabanı yarı sarımsı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri veya küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu tek veya dallı, meyvede 5 cm boyunda. Brakteler yumurtamsıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 0,5–2 x 0,3–0,6 cm, boyu kaliks kadar veya kaliksin iki katından daha az. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–3 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış, 2–4 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–5 mm, meyvede 6–8 mm boyunda, tabanda 1–1,5 mm eninde. Korolla 8–13 mm boyunda, loblar mavi, bazen beyaz, dışı ince sık tüylü veya tüysüz, dudak 6–10 mm çapında; tüp morumsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 2–2,8 mm eninde, yüzeyi yoğun konik ve küt tüberküllü, gaga düz, yatay, sap ve gaga arasında köprü yok.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Haziran

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Habitatı: Kalkerli kayalar

Yayılış yüksekliği: 30-1400 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Adana Bölümü. Endemik (LR).

Dünya yayılışı: Türkiye

Toplanan örnekler:

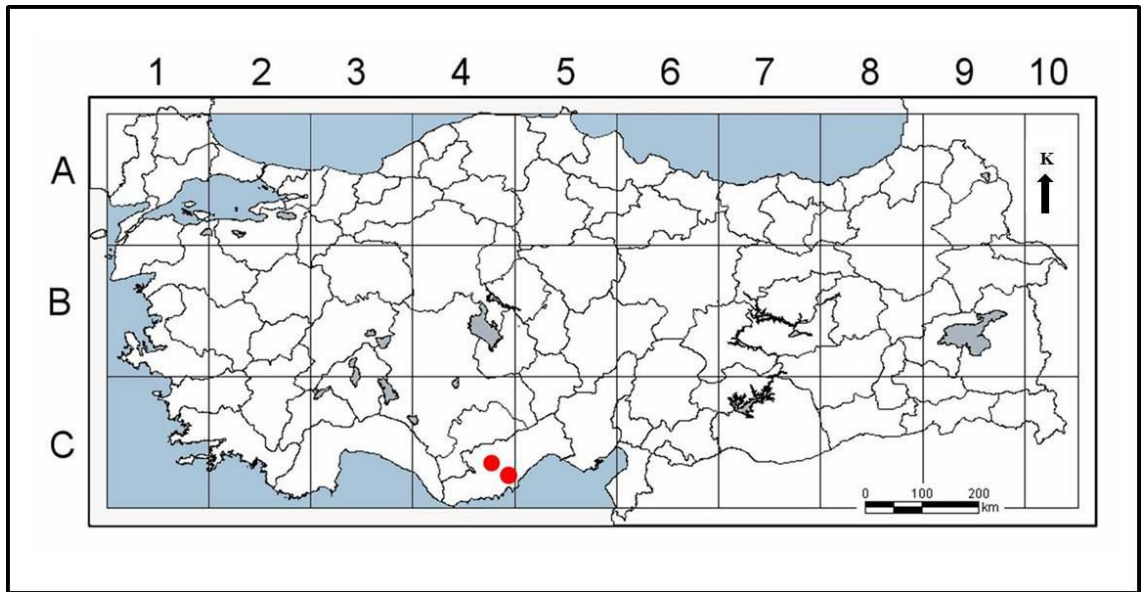
C4 İçel: Mut Eğri dağı, kaya çatlakları, 420 m, 10.vii.2014, B. Y. Akca (1879),

M. Akca.

İçel: Erdemli Lamas çayı çevresi, kayalık alanlar, 30 m, 16.vii.2014, B. Y. Akca (1906), M. Akca.



Şekil 4.63. *A. sieheana*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.64. *A. sieheana*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.31. *Alkanna strigosa* Boiss. & Hohen., Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 4: 46 (1844).

(Şekil 4.65, 4.66).

Tip: [Palestina (Filistin)]: Jarulsalem, iv.1846, Boissier (holo. G; iso. K001085751).

Sinonim: *A. syriaca* Boiss., Fl. Orient. 4: 226 (1875).

Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövdesi dik veya yükselici, 3–20 cm boyunda, tabanda çok dallı, steril sürgünsüz, 3 mm'ye kadar uzayan tabanı sivilceli sitrigoz ile sert kısa kıllı, kısa sitrigoz ve seyrek salgılı tüylerle kaplı. Taban yaprakları şeritsi - ters mızraksı veya şeritsi, 2–8 x 0,3–0,9 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsi veya dar mızraksı - eliptik, 1–5 x 0,2–0,7 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 2–10 cm boyunda. Brakteler mızraksı veya eliptik, 5–15 x 1,5–5 mm, boyu kaliksten biraz uzun veya iki katından uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış 2–5 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 4–6 mm, meyvede 5–8 mm uzunluğunda, tabanda 2–3 mm eninde. Korolla 7–12 mm boyunda, loblar mavi veya koyu mavi, bazen pembemsi mor, dışı tüysüz, dudak 7–12 mm çapında; tüp kahverengi. Fındıksı meyve saman renginde, 2,5–3 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu, gaga hafifçe kıvrık veya yatay, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü az belirgin.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Haziran

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Habitatı: Açık yamaçlar, step, ekili alanlar

Yayılış yüksekliği: 230-750 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılışı: Güney Doğu Anadolu Bölgesi.

Dünya yayılışı: Türkiye, İran, Irak, İsrail

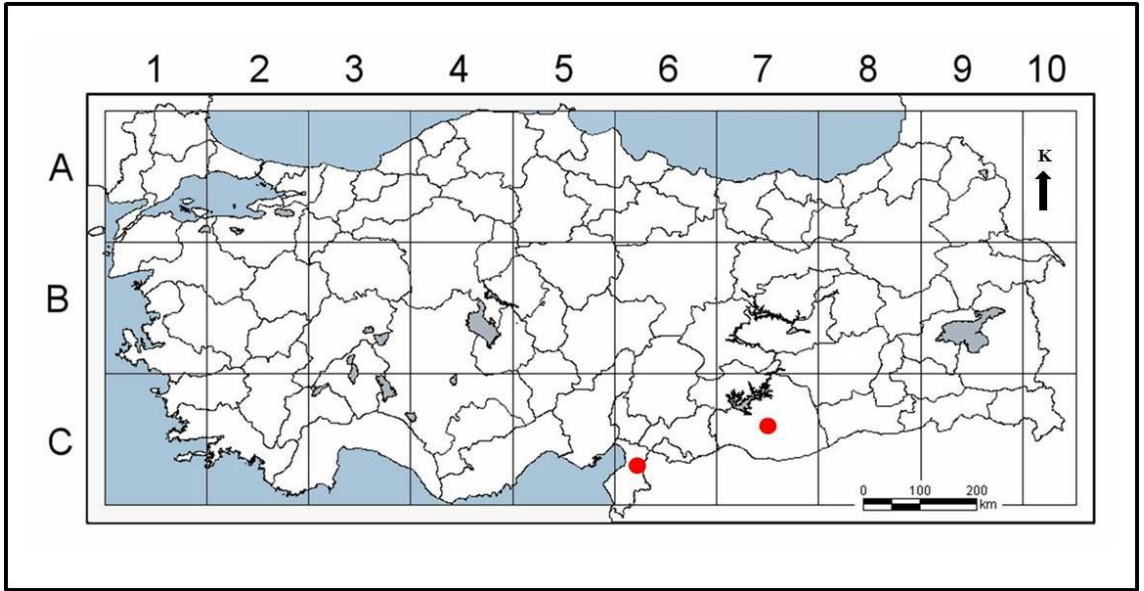
Toplanan örnekler:

C6 Hatay: Kırıkhan ilçesi, İncirli köyü Ceylan koruma sahası, taşlık yamaçlar, 234 m, 31.viii.2018, B. Y. Akca (4380), M. Akca.

C7 Urfa: Maşuk köyü civarı, step alanlar, 650 m, 01.ix.2018, B. Y. Akca (4382), M. Akca.



Şekil 4.65. *A. strigosa*'nın genel görünüşü



Şekil 4.66. *A. strigosa*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.32. *Alkanna sumbulii* Yıld., OT Sist. Bot. Derg. 20(2): 1-10 (2013).

(Şekil 4.67, 4.68).

Tip: [Turkey] B3 Eskişehir: Sivrihisar, Aşağı Kepen köyü yakını, jipizli ve kireçli

yerler, bozkır, tepe, bayır, c.1000 m, 18.05.2013, Ş. Yıldırımli 38873 & H.İşıl

Yıldırımli (Holo. Yıldırımli Otluk'u; iso HUB!).

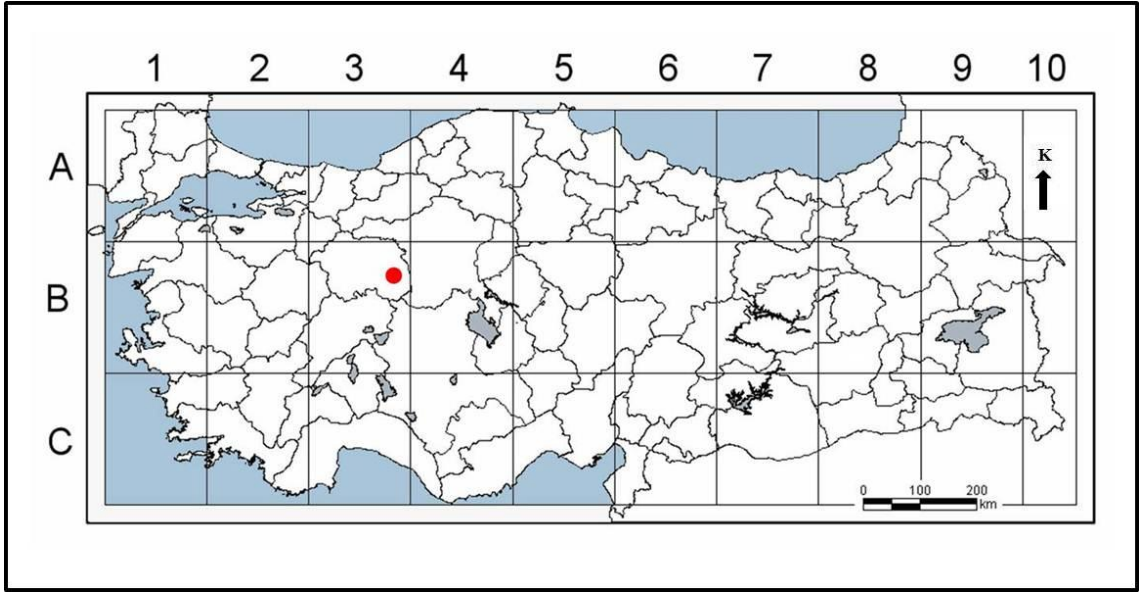
Çok yıllık; kökler boyar maddeli. Gövdesi yatık, 10–15cm boyunda, tabanda çok dallı, steril sürgünlü, dağınık, yarı basık uzun kıllı ve yoğun, salgılı kısa tüylü. Taban yaprakları şeritsi - ters mızraksı, 2,5–4,5 x 0,3–0,8 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları yumurtamsı - dikdörtgensi veya eliptik - dikdörtgensi, 15–20 x 6–8 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 5 cm boyunda. Brakteler yumurtamsı - dikdörtgensi veya eliptik - dikdörtgensi, 10 x 4 mm. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış 2–3 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 5–6 mm, meyvede 6–7 mm uzunluğunda, tabanda 1–1,5 mm eninde. Korolla 10–2 mm boyunda, loblar mavi, dışı tüysüz, dudak 2–4 mm çapında. Fındıksı meyve kahverengi, 3 mm çapında, yüzeyi buruşuk çukurcuklu, gaga düz yatay, köprü yok.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-MayısMeyvelenme dönemi: Mayıs-TemmuzHabitatı: Açık kalkerli yamaçlar, stepYayılış yüksekliği: 1000 mFitocoğrafik bölgesi: İran-Turan ElementiTürkiye yayılışı: Eskişehir. Endemik (CR).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:**B3 Eskişehir:** Sivrihisar, Aşağı Kepen köyü çevresi, kurak yamaçlar, 958 m,

13.vii.2016, B. Y. Akca (4061), M. Akca.



şekil 4.67. *A. sumbulii*: a- genel görünüşü, b-   ek



şekil 4.68. *A. sumbulii* 'nin toplandığı lokalite

4.1.3.33. *Alkanna tinctoria* (L.) Tausch, in Flora 7: 234 (1824).

Çok yıllık; köklerde boyar maddeli, bazen değil. Gövde yatık veya yükselici, 5–40 cm boyunda, tabanda çok dallı, steril sürgünsüz, yeşilimsi veya beyazımsı, çok sayıda dağınık veya yarı basık 1–2 mm boyunda kıllı ve çok sayıda kısa salgısız veya salgılı havlı. Taban ve gövde yaprakları şeritsiden dikdörtgensel - mızraksiya kadar değişen şekillerde, 1–7 x 0,3–1 cm. Taban yapraklarının tabanı daralan tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 5–30 cm boyunda. Brakteler şeritsiden dikdörtgensel - mızraksiya kadar değişen şekillerde, 0,5–1,5 x 0,1–0,5 cm, boyu kalikse eşit veya kaliksin iki katı kadar. Çiçek sapı çiçekte dik, 1–2 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış 1–3 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 3–6 mm, meyvede 5–9 mm uzunluğunda, tabanda 1–2,5 mm eninde. Korolla 5–12 mm boyunda, loblar mavi, koyu mavi, bazen beyaz, dışı tüysüz, dudak 4–10 mm çapında; tüp kahverengi veya morumsu kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 2–3 mm çapında, yüzeyi ağsı tüberküllü veya düz, çıkıntılı, gaga geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasını geçmez, sap ve gaga arasında köprü belirgin.

1. Bitki seyrek tüylü, salgı tüyleri çok sayıda

2. subsp. *glandulosa*

1. Bitki sık tüylü, salgı tüysüz veya seyrek salgı tüylü

2. Meyveler düz, seyrek, düzensiz, tabanda birleşik, grup halinde dizilmiş

çıkıntılı

3. subsp. *subleiocarpa*

2. Meyveler yoğun, düzensiz ağsı tüberküllü

3. Bitki yeşilimsi, dağınık kıllı ve yoğun havlı; meyveli kimöz 5-10 cm

4. subsp. *tinctoria*

3. Bitki beyazımsı, yarı basık kıllı ve seyrek havlı; meyveli kimöz 10-20 cm

1. subsp. *anatolica*

subsp. *anatolica* Hub.- Mor., in Bauhinia 4: 206 (1971).

(Şekil 4.69, 4.70).

Tip: [Turkey] C2 Burdur: Steppe auf dem Kalkmergel-Hügel 3 km südlich von

Burdur, 1020 m, 30.vi.1948, Huber- Morath 8264 (holo. Hb. Hub.- Mor.).

Çiçeklenme dönemi: Mart-Haziran

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Habitatı: Kalkerli yamaçlar, step, makilik alanlar, kumul alanlar

Yayılış yüksekliği: 10-1300 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Güney Anadolu, Batı Anadolu

Dünya yayılışı: Türkiye, Ege Adaları

Toplanan örnekler:

B2 Denizli: Denizli Çardak arası step alanlar, 1112 m, 23.v.2015, B. Y. Akca (3355), M. Akca.

C3 Burdur: Mehmet Akif Üniversitesi kampüs çevresi, kalkerli tepeler, 1032 m, 08.vi.2014, B. Y. Akca (1760), M. Akca.

subsp. *glandulosa* Hub.- Mor., in Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh 35: 298 (1977).

(Şekil 4.71, 4.72).

Tip Örneği: [Turkey] B2 Kütahya: Uşak to Çivril, Brachfeld 43 km S.E. von Uşak, 1100 m, 15.vi.1954, Huber-Morath 12521 (holo. Hb. Hub.- Mor.).

Çiçeklenme dönemi: Mart-Haziran

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Habitatı: Kalkerli yamaçlar, step, ekili alanlar

Yayılış yüksekliği: 50-1350 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Çatalca-Kocaeli Bölümü; İç Batı Anadolu. Endemik (LR).

Dünya yayılışı: Türkiye

Toplanan örnekler:

C2 Aydın: Birgi-Bozdağ yolu, taşlı yamaçlar, 1174 m, 20.v.2015, B. Y. Akca (3342), M. Akca.

C2 Muğla: Yılanlı dağı, orman açıklığı yamaçlar, 1334 m, 19.v.2015, B. Y. Akca (3319), M. Akca

subsp. *subleiocarpa* (Hub.- Mor.) Hub.- Mor., in Davis Fl. Turkey 6: 426 (1978).

(Şekil 4.73, 4.74).

Tip: [Turkey] C3 Antalya: 6 km westlich von Antalya, 10 m, 23.iv.1936, Tengwall (holo. Hb. Hub.- Mor.).

Sinonim: *A. subleiocarpa* Hub.- Mor. in Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 52: 49 (1943).

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Mayıs

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Haziran

Habitatı: Kumul alanlar, step, çam ormanı

Yayılış yüksekliği: 10-1800 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Güney Marmara Bölümü; Ege Bölgesi; Antalya Bölümü

Dünya yayılışı: Türkiye, Ege Adaları

Toplanan örnekler:

B2 Denizli: Pamukkale çevresi, kalkerli alanlar, 338 m, 23.v.2015, B. Y. Akca (3354), M. Akca.

C3 Antalya: Lara plajı çevresi, kumul alanlar, 10 m, 01.vii.2014, B. Y. Akca (1761), M. Akca.

subsp. *tinctoria*

(Şekil 4.75, 4.76).

Tip: [Fransa] Montpellier (Hb. Linn. 182/4 photo as *Anchusa tinctoria*).

Sinonimler: *Lithospermum tinctorium* L., Sp. Pl. 132 (1753); *Anchusa tinctoria* (L.) L., Sp. Pl. Ed. 2: 192 (1762); *Anchusa tuberculata* Forssk., Fl. Aegyp-Arab. 41 (1775); *Buglossum tinctorium* (L.) Lam., Fl. Franc. 2: 278 (1778); *A. matthiolii* Tausch, in Flora 7: 235 nom. nov. (1824); *Anchusa bracteolata* Viv., Fl. Lib. 10, tab 4 (1824); *Baphorhiza tinctoria* (L.) Link, Handbuch 1: 578 (1829); *Anchusa rhizochroa* Viv., Pl. Aegyp. Dec. 20 (1830); *A. lehmannii* (Tineo) A. DC., in Candolle, Prodr. 10: 588 (1846); *A. tinctoria* subsp. *lehmannii* (Tineo)Nyman, Consp. Fl. Eur. 517 (1881); *A. bracteolata* Greuter, in Exsicc. Genav. Conserv. Bot. Distrib. Fasc. 38, nom. nov. (1972).

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Mayıs

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Haziran

Habitatı: Kumul alanlar, step, çam ormanı

Yayılış yüksekliği: 10-1800 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Güney Batı Anadolu

Dünya yayılışı: Türkiye, Arnavutluk, Bosna Hersek, Bulgaristan, Cezayir, Fas, Ege Adaları, Fransa, Hırvatistan, İspanya, İsrail, İtalya, Libya, Lübnan, Karadağ, Kıbrıs, Kırım, Kosova, Macaristan, Makedonya, Malta, Mısır, Romanya, Sırbistan, Sicilya, Slovakya, Slovenya, Suriye, Tunus, Ukrayna, Ürdün, Yunanistan

Toplanan örnekler:

A1 Edirne: Süloğlu çevresi, çayırılık alanlar, 250 m, 01.v.2014, B. Y. Akca (1758),

M. Akca.

Edirne: Küküler çevresi, çalılık alanlar, 224 m, 23.iv.2015, B. Y. Akca (3246),

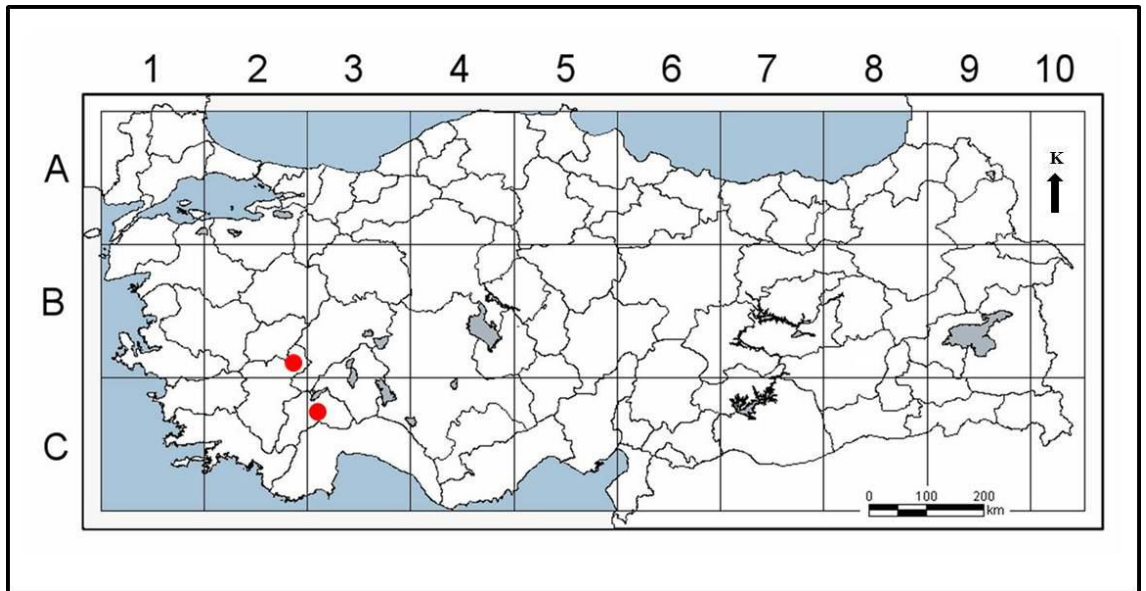
M. Akca.

C3 Antalya: Antalya Isparta yolu, ormanlık alan, 100 m, 01.vii.2014, B. Y. Akca

(1816), M. Akca.



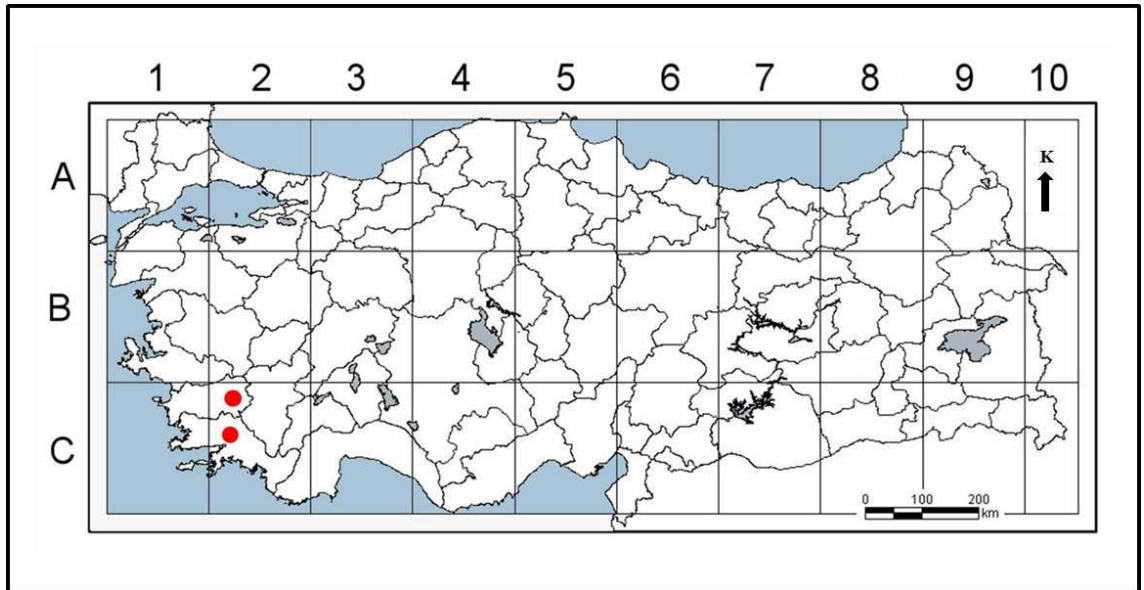
Şekil 4.69. *A. tinctoria* subsp. *anatolica*'nın genel görünüşü



Şekil 4.70. *A. tinctoria* subsp. *anatolica*'nın toplandığı lokaliteler



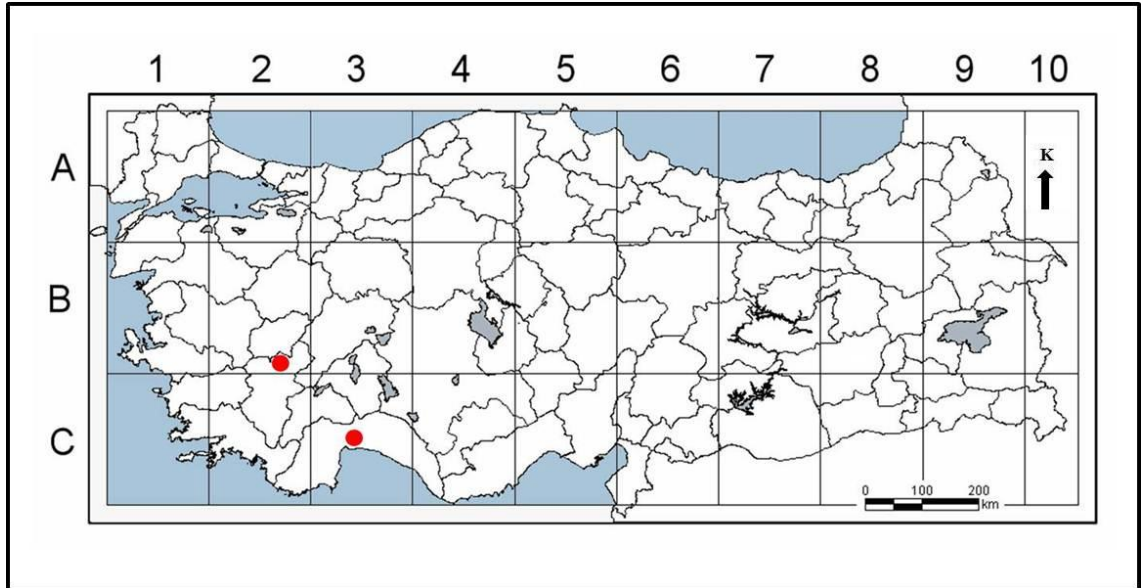
Şekil 4.71. *A. tinctoria* subsp. *glandulosa*'nın genel görünüşü



Şekil 4.72. *A. tinctoria* subsp. *glandulosa*'nın toplandığı lokaliteler



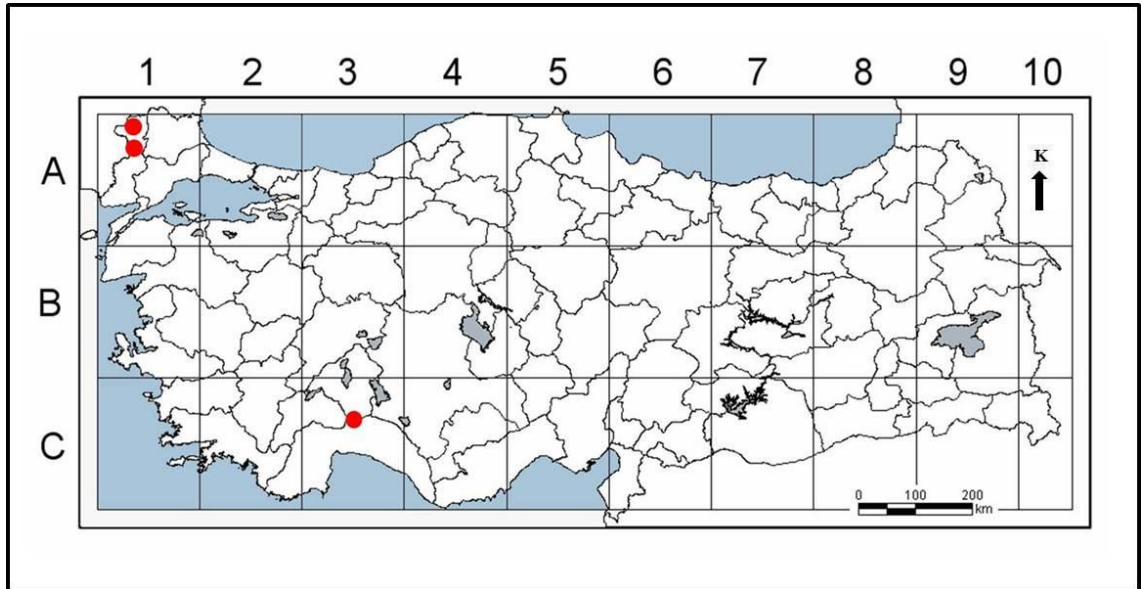
Şekil 4.73. *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa*'nın genel görünüşü



Şekil 4.74. *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa*'nın toplandığı lokaliteler



Şekil 4.75. *A. tinctoria* subsp. *tinctoria*'nın genel görünüşü



Şekil 4.76. *A. tinctoria* subsp. *tinctoria*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.34. *Alkanna trichophila* Hub.- Mor., in Bauhinia 2: 201 (1963).

Çok yıllık; köklerde boyar madde yok. Gövde yükselici, 15–55 cm boyunda, tabanda dallanan, steril sürgünsüz, yoğun, dik veya dağınık 2–3 mm boyunda, salgısız kıllı ve 1 mm boyunda salgılı veya salgısız havlı. Taban yaprakları şeritsi - mızraksıdan mızraksıya veya dikdörtgenimsi - mızraksıya kadar değişen şekillerde, 5–15 x 0,5–1,5 cm, tabanı daralan tipte, sapsız, tam veya az fırfırlı kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Gövde yaprakları şeritsi - mızraksıdan mızraksıya kadar değişen şekillerde, 2–8 x 0,3–1,5 cm, tabanı yarı sarıcı tipte, sapsız, tam kenarlı, küt veya sivri uçlu, belirgin orta damarlı. Çiçek durumu dallı, meyvede 10–28 cm boyunda. Brakteler şeritsi - mızraksıdan yumurtamsıya kadar değişen şekillerde, 1,5–4 x 0,6–2,3 cm, boyu kaliksten biraz uzun veya iki katından daha uzun. Çiçek sapı çiçekte dik, 2–3 mm uzunlukta, meyvede hafifçe geriye kıvrılmış 2–5 mm uzunlukta. Kaliks çiçekte 6–13 mm, meyvede 11–16 mm uzunluğunda, tabanda 3–6 mm eninde. Korolla 7–14 mm boyunda, loblar sarı, dışı tüylü, dudak 3–4 (–8) mm çapında; tüp kahverengi veya sarımsı kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 3–6 mm çapında, yüzeyi ağsı çukurcuklu, gaga hafifçe geriye kıvrık, gaga ucu sap hizasında, sap ve gaga arasında köprü az belirgin.

1. Bitki yoğun salgı tüylü, uzun ve kısa tüyler arasında geçiş formu oluşturan tüyler var;
meyveli kaliks loplari tabanda 4-6 mm eninde 1. var. *mardinensis*
2. Bitki seyrek salgı tüylü, uzun ve kısa tüyler arasında geçiş formu oluşturan tüyler
yok; meyveli kaliks loplari tabanda 3-4 mm eninde 2. var. *trichophila*

var. *mardinensis*, in Bauhinia 2: 202 (1963).

(Şekil 4.77, 4.78).

Tip: [Turkey] C8 Mardin: Distr. Mardin, Kızıltepe-Mardin, steinige Steppe 5 km unter-
haib Mardin, 730 m, 23.v.1956, Huber-Morath 13546 (holo. Hb. Hub.-Mor.).

Çiçeklenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Meyvelenme dönemi: Haziran-Ağustos

Habitatı: Kalkerli yamaçlar, taşlı yamaçlar, step, bağlar

Yayılış yüksekliği: 300-2100 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılımı: Hakkari Bölümü; Güneydoğu Anadolu Bölgesi. Endemik (LR).

Dünya yayılımı: Türkiye

Toplanan örnekler:

B7 Diyarbakır: Ergani, Zülküf Dağı etekleri, kayalık arazi, 1088 m, 13.viii.2014, B. Y. Akca (1964), M. Akca.

C8 Mardin: Mardin –Kızıltepe yolu, step yamaçlar, 716 m, 09.viii.2014, B. Y. Akca (1939), M. Akca.

Mardin: Çiftlikköy çevresi, üzüm bağlarının bulunduğu kalkerli alanlar, 704 m, 09.viii.2014, B. Y. Akca (1941), M. Akca.

var. *trichophila*

(Şekil 4.79, 4.80).

Tip: [Turkey] C8 Siirt: Distr. Kurtalan, Silvan-Kurtalan steppe zwischen Batman-Fluss und Kozluk, 920 m, 03.vii.1951, Huber-Morath 11054, Renz, Simon (holo Hb. Hub.- Mor. iso Hb. Basler Bot. Ges.).

Çiçeklenme dönemi: Mayıs-Temmuz

Meyvelenme dönemi: Haziran-Ağustos

Habitatı: Kalkerli yamaçlar, taşlı yamaçlar, step, bağlar

Yayılım yüksekliği: 300-2100 m’ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: İran-Turan Elementi

Türkiye yayılımı: Dicle Bölümü; Yukarı Murat-Van Bölümü

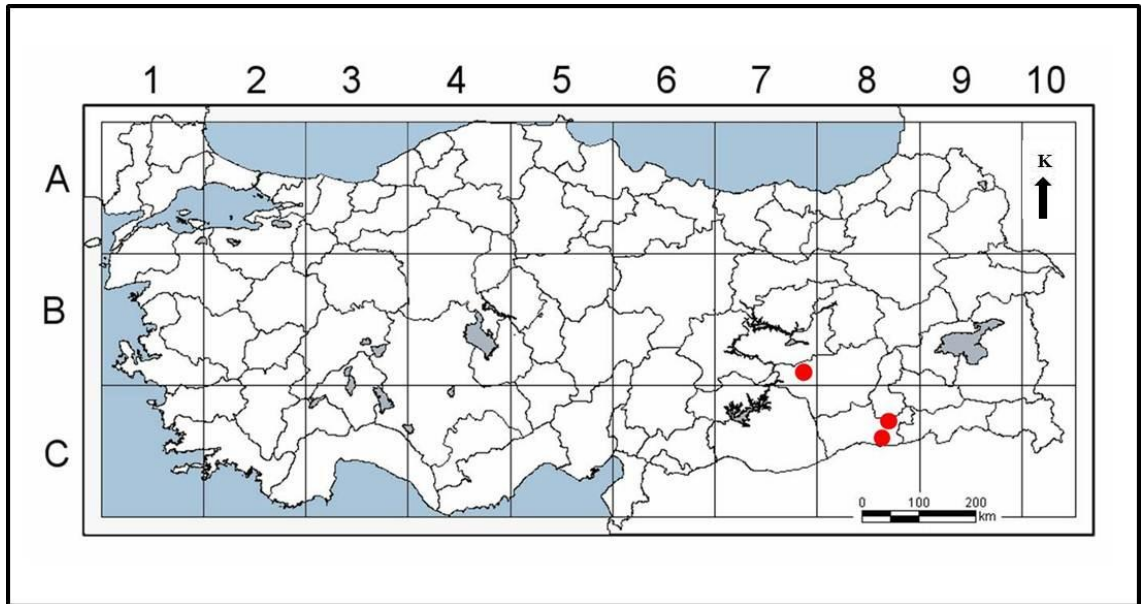
Dünya yayılımı: İran, Irak, Türkiye

Toplanan örnekler:

B8/B9 **Siirt:** Şirvan –Cevizli yol ayrımı, step alanlar, 985 m, 10.viii.2014, B. Y. Akca (1947), M. Akca.



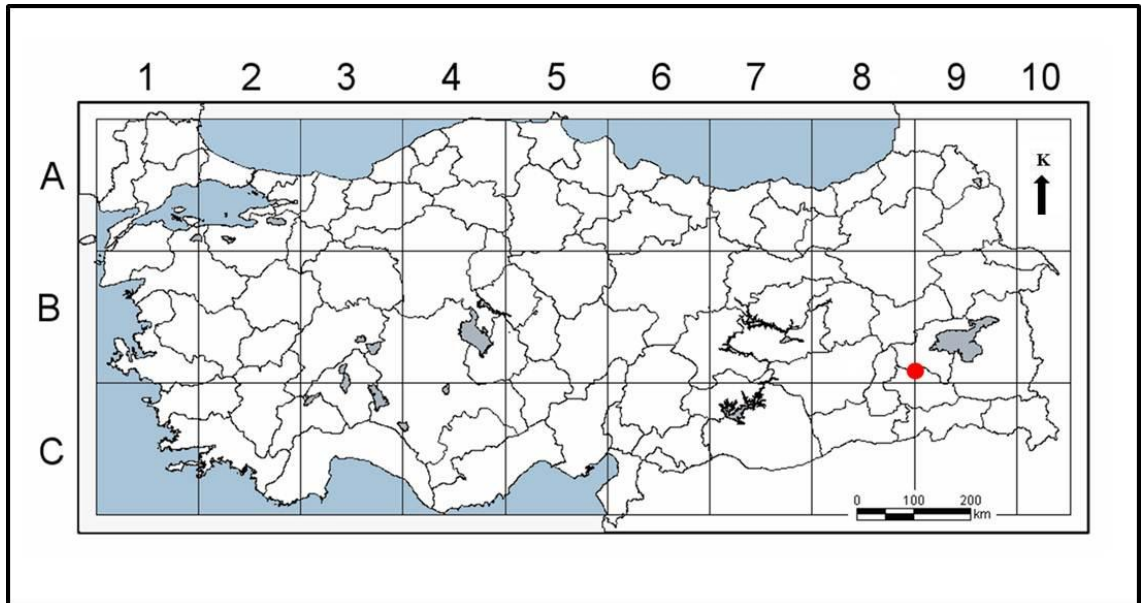
Şekil 4.77. *A. trichophila* var. *mardinensis*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.78. *A. trichophila* var. *mardinensis*'in toplandığı lokaliteler



Şekil 4.79. *A. trichophila* var. *trichophila*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.80. *A. trichophila* var. *trichophila*'nın toplandığı lokalite

4.1.3.35. *Alkanna tubulosa* Boiss., Diagn. Pl. Orient. ser. 1, 4: 48 (1844).

(Şekil 4.81, 4.82).

Lektotip: [Turkey] C2 Denizli: in Cadmo inter Gheyra & Denisleh, vi.1842,

Boissier (G (foto!)).

Sintip: [Turkey] C2 Aydın: in sylvaticis regionis montanae Cariae inter Yenidje

et Gheyra, vi.1842, Boissier (G (foto!)).

Çok yıllık; köklerde boyar madde yok. Gövde yükselici, tabanda az veya çok dallanan, steril sürgünsüz, 15–75 cm, grimsi veya yeşilimsi, yoğun kısa salgılı veya salgısız havlı ve 1–2 mm boyunda, dağınık veya seyrek kıllı. Taban yaprakları dikdörtgensi - kamamsıdan şeritsi - mızraksıya kadar değişen şekillerde, 3–6 x 0,3–0,8 cm, kenarları düz, ucu sivri veya küt, sekonder damarlanma belirgin değil. Gövde yaprakları dikdörtgensi - kamamsı veya mızraksı, 2–5 x 0,5–1 cm, kenarları düz, ucu sivri veya küt. Çiçek durumu dallı, meyvede 8–25 cm boyunda. Brakteler şeritsi - mızraksı veya dikdörtgensi - mızraksı, 1–5 x 0,3–0,9 cm, boyu kaliksten uzun veya kaliksin iki veya üç katı kadar. Kaliks çiçekte 5–8 mm, meyvede 8–15 mm uzunluğunda, tabanda 2,5–4 mm eninde. Korolla 10–15 mm boyunda, loblar sarı veya krem, dışı tüylü, dudak 3–8 mm çapında; tüp kahverengi veya mavimsi kahverengi. Fındıksı meyve kahverengi, 3–5 mm eninde, yüzey ağsı çukurcuklu, gaga kıvrık, sap ve gaga arasında köprü belirgin, gaga ucu sap hizasında.

Çiçeklenme dönemi: Nisan-Mayıs

Meyvelenme dönemi: Mayıs-Haziran

Habitatı: Kalkerli alanlar, kayalık alanlar, taşlı yamaçlar, meşelik alanlar, ekili alanlar, çam ve sedir ormanı

Yayılış yüksekliği: 400-2000 m'ler arası

Fitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz Elementi

Türkiye yayılışı: Ergene Bölümü; Ege Bölgesi; Konya Bölümü; Antalya Bölümü

Dünya yayılışı: Türkiye, Ege Adaları

Toplanan örnekler:

- A1 Tekirdağ**: Işıklar köyü çevresi, dere yatağı karşısı yamaçlar, 200 m, 02.v.2014, B. Y. Akca (1759), M. Akca.
- C2 Muğla**: Yılanlı dağı, orman açıklığı, yamaçlar, 1288 m, 19.v.2015, B. Y. Akca (3327), M. Akca.

C2 Aydın: Yenice çevresi, taşlı alanlar, 1153 m, 20.v.2015, B. Y. Akca (3335), M. Akca.

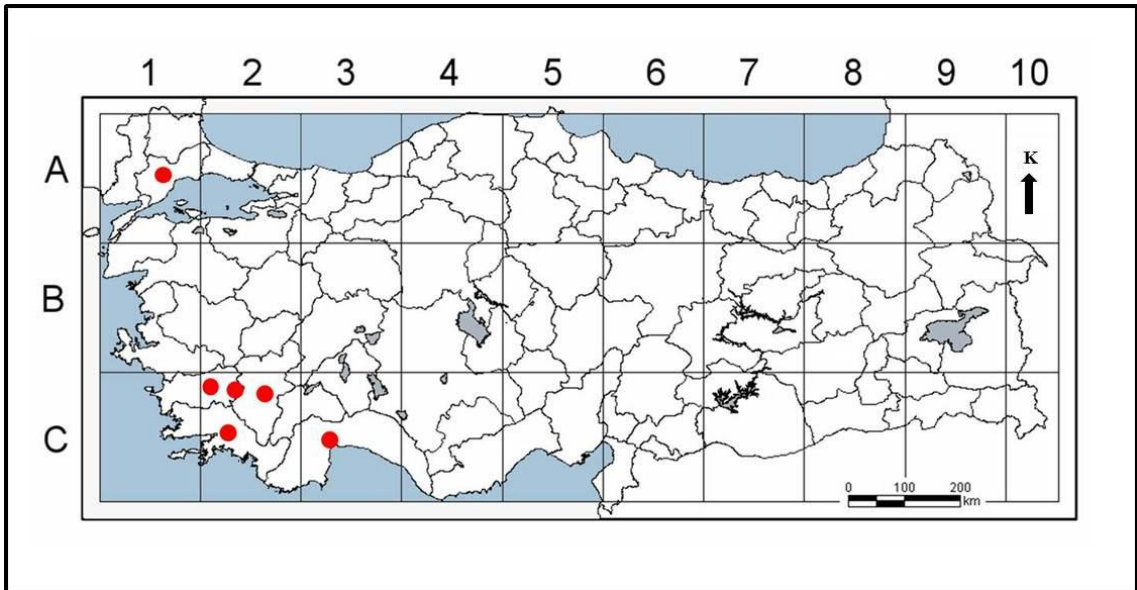
Aydın: Geyre Tavas yolu, yamaçlar, 890 m, 20.v.2015, B. Y. Akca (3338), M. Akca.

C2 Denizli: Honaz dağı, orman açıklığı, yamaçlar, 1220 m, 23.v.2015, B. Y. Akca (3351), M. Akca.

C3 Antalya: Beycik köyü üstü, *Cedrus libani* orman içi, 996 m, 01.vii.2014, B. Y. Akca (1812), M. Akca.



Şekil 4.81. *A. tubulosa*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.82. *A. tubulosa*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.3.36. *Alkanna verecunda* Hub.- Mor., in Bauhinia 4(2): 207 (1971).

(Şekil 4.83, 4.84).

Tip: [Turkey] C4 Konya: distr. Hadim, Kalkfelsen gegenüber Taşkent, 1550 m,

16.vi.1948, Huber- Morath 8268 (holo. Hb. Hub.- Mor.).

Sinonim: *A. angustifolia* Sümbül, Edinburg J. Bot. 48:36 (1991).

Çok yıllık; köklerde boyar madde yok. Gövdesi dik, yeşilimsi, 30–80 cm boyunda, tabanda çok dallanan, steril sürgünsüz, seyrek, dağınık, kısa salgılı veya salgısız havlı ve 0,5–1 mm boyunda, seyrek, dağınık, basık veya yarı basık az çok yumuşak tüylü. Taban yaprakları yeşilimsi veya klorofilsiz, dikdörtgensi - mızraksı veya mızraksı - yumurtamsı, 1–3 x 0,6–1,5 cm, kenarları düz, ucu sivri, sekonder damarlanma belirgin; gövde yaprakları mızraksı, şeritsi - mızraksı, dikdörtgensi, veya mızraksı - yumurtamsı, 2,5–10 x 0,5–2,5 cm, kenarları düz, ucu sivri, sekonder damarlanma belirgin veya değil. Çiçek durumu çok dallı, meyvede 5–40 cm boyunda. Brakteler mızraksı veya şeritsi-mızraksı, 2–7 x 0,5–2,2 mm, kaliks boyunun iki ila beş katı kadar. Kaliks çiçekte 5–12 mm, meyvede 8–14 mm, tabanda 2 mm eninde. Korolla 13–20 mm, loblar mavi, dışı seyrek tüylü veya nadiren tüysüz, dudak 6–8 mm çapında; tüp sarı. Fındıksı meyve kahverengi, 1,7–2,5 mm eninde, yüzey küt tüberküllü, tabanda birleşmemiş, gaga geriye kıvrık, sap ve gaga arasında köprü az belirgin, gaga ucu sap hizasını biraz geçer.

Çiçeklenme dönemi: Mayıs-HaziranMeyvelenme dönemi: Haziran-TemmuzHabitatı: Kalkerli kayalıklak, taşlık alanlarYayılış yüksekliği: 1450-1550 m'ler arasıFitocoğrafik bölgesi: Doğu Akdeniz ElementiTürkiye yayılışı: Antalya Bölümü; Konya Bölümü. Endemik (VU).Dünya yayılışı: TürkiyeToplanan örnekler:**C3** **Antalya:** Akseki, Emir Hasan Beli, bozuk *Abies cilicica* ormanı, 1550 m,

28.vii.2018, B. Y. Akca (4352), M. Akca.

Antalya: Akseki Seydişehir yolu, taşlı yamaçlar, 1550 m, 28.vii.2018, B. Y.

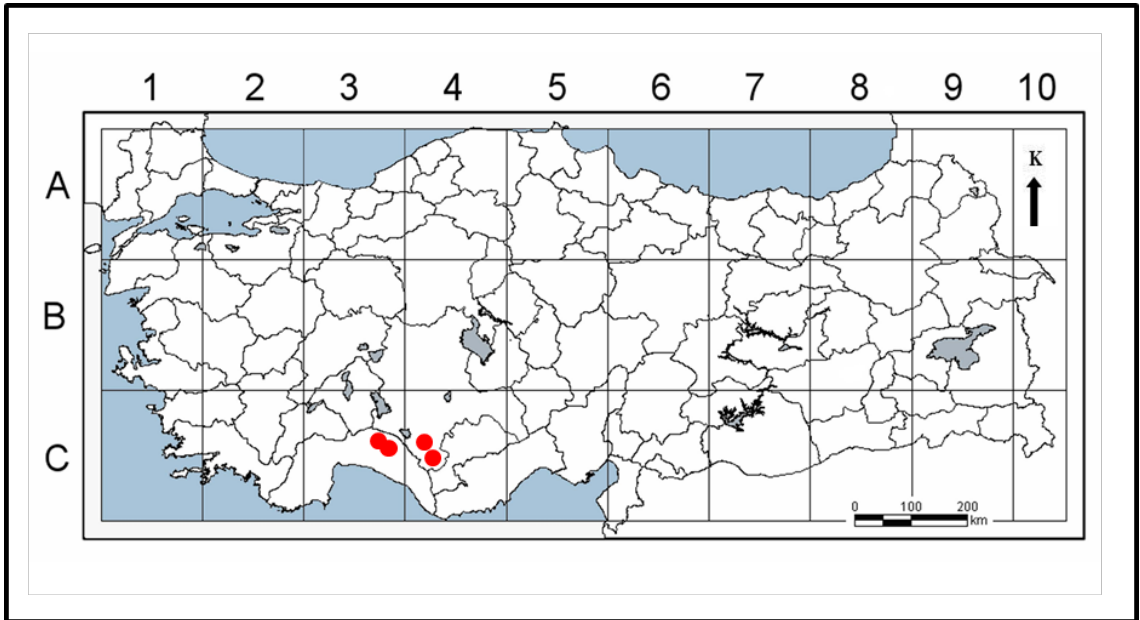
Akca (4355), M. Akca.

C4 Konya: Taşkent çevresi, kayalıkların altı, yamaçlar, 1470 m, 30.v.2015, B. Y. Akca (3359), M. Akca.

Konya: Taşkent, bahçe içleri, 1458 m, 30.v.2015, B. Y. Akca (3360), M. Akca.



Şekil 4.83. *A. verecunda*: a- genel görünüşü, b- çiçek



Şekil 4.84. *A. verecunda*'nın toplandığı lokaliteler

4.1.4. Morfolojik verilerin analizleri

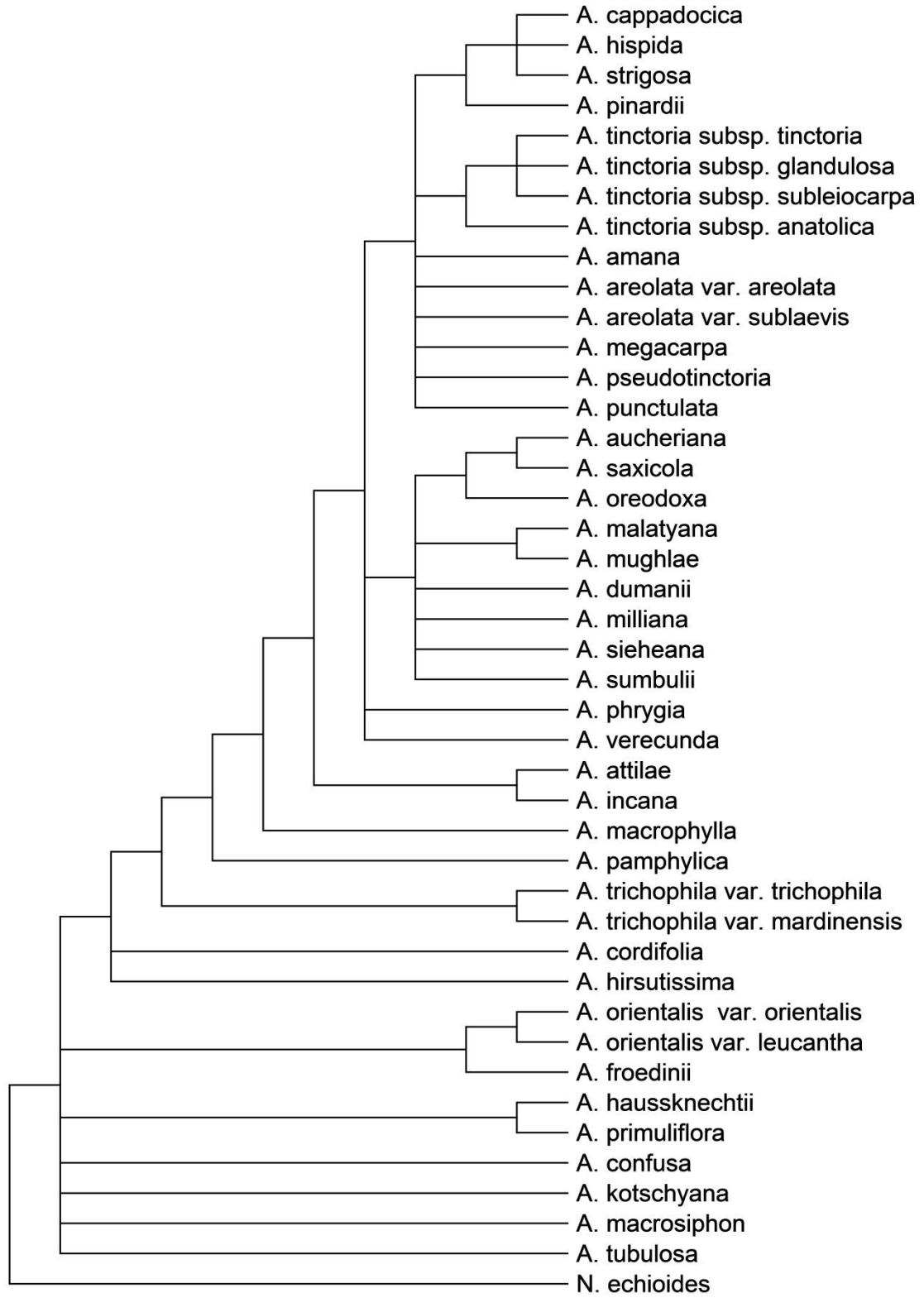
Alkanna cinsinin dünya da yaklaşık 67 kadar türü bilinmektedir. Günümüze kadar Türkiye’de 45 *Alkanna* taksonu kaydedilmiştir. Bu çalışmada Türkiye’de yayılış gösteren 42 taksona ulaşılmıştır. Türkiye *Alkanna* cinsi ile ilgili şimdiye kadar akrabalık ilişkilerini ele alan bir çalışma mevcut değildir. Akrabalık ilişkileri yeni tür tanımları ve tanımlanan yeni türün en fazla benzerlik gösterdiği türlere değinmek gibi bir boyut ile sınırlıdır. Bu nedenle bu çalışmada morfolojik özelliklere dayalı kladistik analizi Türkiye *Alkanna* cinsi için ilk defa yapılmaktadır. Bu çalışmada yapılan morfolojik karakterlere dayalı kladistik analizin amacı Türkiye *Alkanna* taksonları arasındaki akrabalık ilişkilerini saptamak ve saptanan bu veriler bazında cins içindeki tür gruplarını belirlemek olarak tanımlanabilir.

Özellikle meyve ve çiçek morfolojilerine göre yapılan Boraginaceae sınıflandırılmasında tüy, meyve ve çiçek tiplerine göre sınıflandırılan taksonların, günümüzde yapılan moleküler çalışmalar ile meyve evrimi incelenmiş ve Boraginaceae familyasındaki soy ağacındaki dallanmaların meyve ve çiçek morfolojisi ile benzerlik içerdiği gösterilmiştir (Cohen 2013).

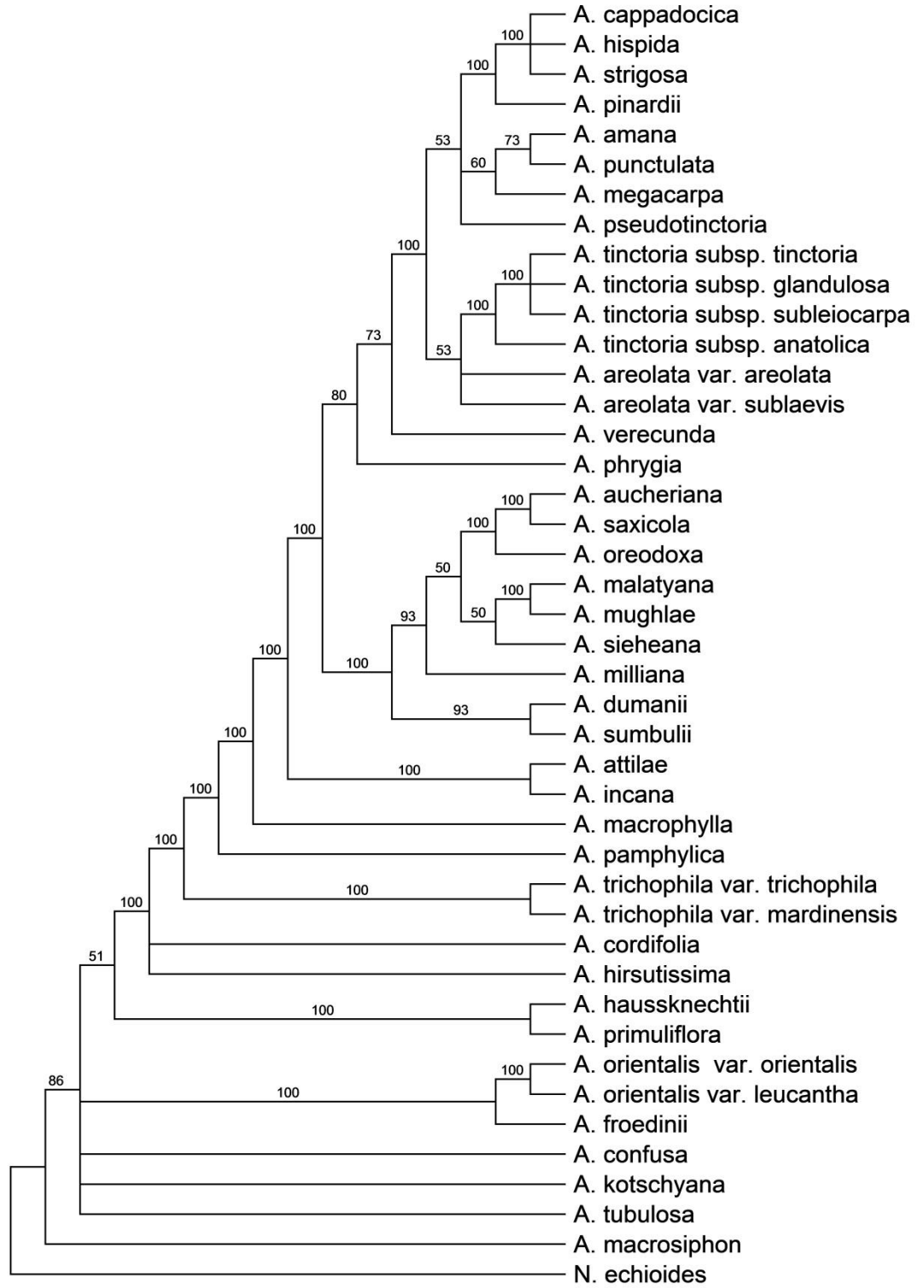
Morfolojik özelliklerine dayalı çalışmada *A. stribrnyi*, *A. viscidula* ve *A. shattuckia* türleri toplanamadığı için yer verilmemiştir. *A. viscidula* türü tarafımızca ve başka araştırmacılar tarafından farklı sene ve dönemlerde aranmasına rağmen toplanamaması bu türün doğadan yok olduğu izlenimi vermektedir. “Türkiye Bitkileri Kırmızı Listesinde” de EX kategorisinde yer almaktadır (Ekim vd. 2000; Kandemir 2009). Hatay’da arazi çalışmaları sırasında farklı sene ve dönemlerde aranmasına rağmen bulunamayan *A. shattuckia* türünün varlığı ise şüpheli kayıt olarak kalmıştır. Türkiye Bitkileri Listesi’nde verilen *A. stribrnyi* türü tarafımızca farklı sene ve dönemlerde aranmasına rağmen bulunamamış ve yetersiz verili olarak değerlendirilmiştir.

Morfolojik özelliklere göre karakterler seçilirken stabil olan, büyük varyasyonlar göstermeyen, ortam modifikasyonlarından etkilenmeyen, birbiri ile doğrudan bağlantılı olmayan karakterler belirlenmiştir. *Alkanna* cinsine ait 42 taksonda toplam 18 farklı morfolojik karakter belirlenmiştir. Bu karakterlerden 10 tanesi ikili diğer 8 karakter ise çoklu durumudur. Çoklu durumlu karakterler düzensiz karakterler olarak analize dahil edilmiştir. Doğada bazı *Alkanna* türlerinin az sayıdaki örneği gözlemlendiği için karakterlerin belirlenmesinde başta Türkiye Florası (Huber-Morath 1978) ve Sümbül (1994)’ün yapmış olduğu revizyon çalışması olmak üzere farklı literatürler kullanılmıştır.

Dış grupta beraber 43 takson ve 18 karakterden oluşan data seti üzerinde maksimum parsimoni analizi gerçekleştirilmiştir. Takson sayısının fazla olduğu durumlarda olası ağaç sayısında büyük bir artış olmaktadır. Bu nedenle analiz sürecini kısaltması dolayısıyla ‘heuristic search’ prosedürü kullanılmıştır. Analiz sonrasında bulunan eşit uzunluktaki birden fazla ağacın hangisini tercih edeceğimize dair güçlü sebepler bulunmaması nedeni ile uyumluluk ağacı denilen özet ağaçlar kladistik hipotez olarak sunulmuştur. Uyumluluk ağaçlarının tespit edilmesinde ‘katı uyum özet ağacı’ ve ‘çoğunluk uyum ağacı’ metodu kullanılmıştır. Analiz sonucu oluşan ağaçlar Şekil 4.85 ve Şekil 4.86’da verilmiştir.



Şekil 4.85. Morfolojik karakterlerin maksimum parsimoni katı uyum özet ağacı



Şekil 4.86. Morfolojik karakterlerin maksimum parsimoni çoğunluk uyum özet ağacı

Veri matrisi ile yapılan maksimum parsimoni analizi 4799 eş derece parsimonik ağaçta durmuştur. (Ağaç uzunluğu= 78, CI= 0,408, RI= 0,729, HI= 0,592, RC= 0,297, f value= 1818). Analiz sırasında elde ettiği indekslerle her bir karakterin gösterdiği performansa bakılarak karakter ağırlıklandırılması yapılmış ve bulunan eş derece tutumlu ağaçların ‘katı uyum’ ve ‘çoğunluk uyum’ sonuç ağaçları verilmiştir.

Çalışmada elde edilen eşit parsimonik ağaçların %50’sinin uyduğu dallanmalar çoğunluk uyum özet ağacında (Şekil 4.86) gösterilmiştir. Katı uyum ağacı (Şekil 4.85) ile benzer topolojik yapıya sahip olduğu görülmektedir. Çoğunluk uyum özet ağacın topolojisine bakıldığında genel olarak dalların bazı dallar dışında yüksek destek aldığı görülmektedir. İç grup türlerde oluşan gruplara bazı türler bazal olarak bağlanırken, bazı taksonlar politomi meydana getirmiştir. Ağaçta dış gruba en yakın *A. macrosiphon* türü görülmektedir. Daha sonra morfolojik olarak özellikle çiçek ve meyve yapıları birbirine benzeyen *A. kotschyana*, *A. confusa* türleri, literatürde (Sümbül 1994) *A. kotschyana* türü ile akraba olduğu bildirilen *A. tubulosa* türü politomi oluşturmuştur. *A. macrosiphon* türü *A. tubulosa* türüne yakın olduğu belirtilmiş, korolla dışının tüysüz olması ile bu türden ayrılmaktadır. Katı uyum ağacında ise *A. macrosiphon*, *A. tubulosa*, *A. kotschyana* ve *A. confusa* türleri politomi oluşturmuştur.

Her iki ağaç topolojisinde taksonomik olarak *A. cordifolia* türüne yakın olan *A. orientalis* varyeteleri ile *A. froedinii* türü bir grup olarak önerilmiştir. Korolla renginin sarı olması, dış yüzünün tüysüz olması, köklerinde boyar madde bulundurması, gövde yapısının yükselici olması, gaga ile sap arasında belirgin köprü yapısı ile *A. orientalis* ve *A. froedinii* türleri birbirlerine benzemektedir. Bu grup *A. tubulosa*, *A. kotschyana* ve *A. confusa* türleri ile politomi oluşturmuştur.

Morfolojik olarak birbirine benzeyen *A. haussknechtii* ve *A. primuliflora* türleri de ayrı bir grup oluşturmuştur. Bu türlere morfolojik yönden yakın olan *A. pinardii* türü uzak bir grupta yer almıştır. *A. haussknechtii* ve *A. primuliflora* türleri tüberküllü meyve yüzey süsü, meyve gaga yapısı, gaga ile sap arasında belirgin köprü oluşturması ile birbirlerine benzerken, salgı tüylerinin yoğun oluşu ile *A. pinardii* türünden ayrılırlar.

A. kotschyana türü ile yakın olduğu belirtilen *A. trichophila* varyeteleri yüksek dal destek değeri olarak küçük bir grup oluşturmuş, bu gruba dışardan *A. cordifolia* ve *A. hirsutissima* türleri bazal olarak bağlanmıştır. *A. orientalis* ile akraba olduğu bildirilen *A. cordifolia* türünün *A. trichophila* varyeteleri ile yakın dallarda bulunması literatürlerde belirtilen taksonomik sıralama ile uyumlu bulunmuştur. Önceki çalışmalarda *A. hirsutissima* türüne Türkiye’de yakın akraba tür bulunmadığı bildirilmiştir (Huber-Mortah 1978). Gövde formu ve basık tüy yapısı dışında kullanılan karakterlere göre *A. cordifolia* ve *A. hirsutissima* türleri birbirlerine yakın bulunmuştur.

Her iki ağaçta da *A. trichophila* varyetelerinin bulunduğu grup, *A. pamphylica* türünün bulunduğu dala, *A. pamphylica* türü de *A. macrophylla* türünün bulunduğu dala, *A. macrophylla* türünde *A. attilae* ve *A. incana* türlerinin oluşturduğu iç gruba yüksel dal destek değeri olarak dışarıdan bağlanmıştır. *A. pamphylica*, *A. macrophylla* ve *A. attilae* türleri literatürlerde verilen taksonomik sıralama ile uyumlu bulunmuştur.

A. attilae ve *A. incana* türlerinin oluşturduğu grup her iki ağaçta da dikotomi oluşturan gruba bağlanmıştır. Dikotomi oluşturan ilk grup meyve gaga yapıları yatay

olan endemik *A. dumanii*, *A. sumbulii*, *A. aucheriana*, *A. oreodoxa*, *A. saxicola*, *A. sieheana*, *A. milliana*, *A. malatyana* ve *A. mughlae* türlerinden oluşur. Buna göre çoğunluk uyum özet ağacında bu grup yüksek dal destek değeri olarak ((*A. dumanii*+*A. sumbulii*) + (*A. milliana* + (((*A. aucheriana*+*A. saxicola*) + *A. oreodoxa*) + ((*A. malatyana* + *A. mughlae*) + *A. sieheana*)))) olarak önerilmiştir. Katı uyum ağacında ise *A. dumanii*, *A. milliana*, *A. sieheana*, *A. sumbulii* türleri bazal politomi oluşturmuştur. Bu ağaçta çoğunluk uyum özet ağacının da olduğu gibi (*A. malatyana* + *A. mughlae*) ve ((*A. aucheriana* + *A. saxicola*) + *A. oreodoxa*) iç gruplarını önermiştir.

Dikotomi oluşturan ikinci grup çoğunluk uyum özet ağacında endemik *A. phrygia* türü ile başlar. *A. phrygia* türü *A. verecunda* türünün bulunduğu klada dışarıdan bağlanır. *A. phrygia* türünün *A. areolata* ve *A. attilae* türlerine, *A. verecunda* türünde *A. areolata* türüne yakın olduğu bildirilmiştir (Sümbül 1994). *A. verecunda* türü de dikotomi oluşturan iç gruba bağlanır. Dikotomi oluşturan ilk iç grup *A. areolata* varyeteleri ile *A. tinctoria* alttürlerinden oluşur.

İkinci iç grup ise *A. pseudotinctoria* ile başlar. *A. pseudotinctoria* türünün *A. megacarpa* türü ile akraba olduğu bildirilmiştir. *A. pseudotinctoria* ve *A. megacarpa* türlerinin korollanın mavi renkli olması ve dış yüzünün tüysüz oluşu ve meyve yüzey süsünün ağısı çukurcuklu olması, gaganın hafifçe kıvrılması ile birbirlerine benzerken, gaga ucunun meyve sapına göre konumu ve köprü yapısı ile birbirlerinden ayrılır. *A. megacarpa* türü *A. amana* ve *A. punctulata* türünün bulunduğu küçük iç gruba bağlanır. Literatürlerde *A. punctulata* türünün *A. incana*, *A. areolata*, *A. pamphylica* ve *A. phrygia* türleri ile akraba olduğu bildirilmiş (Huber-Morath 1978; Sümbül 1994), çoğunluk uyum özet ağacında *A. punctulata* türüne yakın bulunmuştur. *A. amana* türü *A. pseudotinctoria* ve *A. megacarpa* türü ile aynı iç grupta yer alarak literatürle (Sümbül 1994) uyumlu bulunmuştur. *A. pinardi* türü ise *A. hispida*, *A. cappadocica* ve *A. strigosa* türleri ile küçük bir iç grup oluşturur. Literatürlerde *A. pinardi* türü *A. haussknechtii* ve *A. primuliflora* türlerine yakın olduğu bildirilmesine rağmen uzak kladlarda yer almışlardır. *A. hispida* ve *A. cappadocica* türleri çoğunluk uyum özet ağacında yakın çıkarak, literatürlerde verilen evrimsel sıralama ile uyumlu bulunmuştur. Katı uyum ağacında ise çoğunluk uyum özet ağacından farklı olarak *A. amana*, *A. areolata* varyeteleri, *A. megacarpa*, *A. pseudotinctoria* ve *A. punctulata* taksonları bazal politomi oluşturmuştur. Katı uyum ağacında *A. tinctoria* alttürleri çoğunluk uyum özet ağacı ile benzer şekilde önerilmiştir. Katı uyum ağacı, çoğunluk uyum özet ağacı ile uyumlu olarak *A. pinardi*, *A. hispida*, *A. cappadocica* ve *A. strigosa* türlerini küçük bir iç grup olarak önermiştir.

Kullanılan karakterlerden bitki ömrü CI/RI=1,000/0, kökte naftakinon varlığı CI/RI=0,200/0,733, bitki boyu CI/RI=1,000/1,000, gövde durumu CI/RI=0,500/0,750, steril sürgün durumu CI/RI=0,200/0,733, bitkide salgı tüyü durumu CI/RI=0,200/0,333, basık tüy durumu CI/RI=0,222/0,563, tüy tipi CI/RI=0,400/0,400, yapraklarında sekonder damarlanma CI/RI=1,000/1,000, kaliks loplarının bölünme oranı CI/RI=1,000/0, Korolla lop rengi CI/RI=0,500/0,750, korolla dış yüzeyinde tüy durumu CI/RI=0,250/0,400, meyve yüzey süsü CI/RI=0,286/0,706, meyve gaga yapısı CI/RI=0,500/0,850, meyvede sap CI/RI=1,000/0, gaga ile meyve sapı arasında köprü CI/RI=0,400/0,870, gaga ucunun meyve sapına göre konumu CI/RI=0,571/0,824, meyvede tüy CI/RI=1,000/0 olarak bulunmuştur.

Literatürlerde genellikle çok yıllık bireylere sahip olduğu belirtilen *A. orientalis*, *A. kotschyana* ve *A. macrosiphon* türlerinin iki yıllık bireyleri de bulunduğu, *A. pamphylica* türü genellikle çok yıllık olmasının yanında iki ve tek yıllık bireylerinin de gözlemlendiği bildirilmiştir (Sümbül 1994). Fakat yapılan bu çalışma da *Alkanna* cinsine ait taksonların çok yıllık bireyleri gözlenmiş, tek ve iki yıllık bireylere rastlanılmamıştır.

Boraginaceae türlerinin birçoğu naftakinon adı verilen sekonder metabolitler üretir (Papageorgiou vd. 1980). Naftakinonlar köke boyama özelliği vermektedir. Bu türlerin kökleri kırmızı ya da mor renklindedir. Naftakinon varlığı da *Alkanna* türleri için sinapomorfiktir.

Yapılan gözlemlerde *A. sumbulii*, *A. malatyana*, *A. aucheriana*, *A. sieheana*, *A. milliana*, *A. oreodoxa*, *A. attilae*, *A. strigosa*, *A. haussknechtii*, *A. pseudotinctoria*, *A. mughlae* türlerinin gövde boyu en fazla 25 cm olarak belirlenmiştir. *A. saxicola* ve *A. incana* türlerinin boyu literatürlerde 25 cm olarak verilmesine rağmen bazı bireylerde yaptığımız ölçümlerde 25 cm'den uzun bulunmuştur.

Gövde durumu yükselici, dik, yatık ve yastık olarak polimorfik özellik göstermektedir. *A. malatyana*, *A. saxicola*, *A. aucheriana*, *A. sieheana*, *A. milliana* ve *A. oreodoxa* türlerinde gövde yastık formunda, *A. verecunda* ve *A. hirsutissima* ise dik gövde yapısına sahipken diğer *Alkanna* türleri yatık veya yükselici gövde formuna sahiptir. Bazı türlerde birden fazla gövde durumu bulunduğu için bu türler bu karakter için polimorfik olarak kodlanmıştır. Gövdede steril sürgün varlığı da sinapomorfiktir.

Boraginaceae türlerinde tüy durumları oldukça değişkendir. *Alkanna* türleri genellikle kıllı tüylü tüy örtüsü ile kaplıdır. Kır tüylü, kaba tüylü, kadifemsi veya sitrigoz gibi bazı tüy durumları bazı türler için karakteristiktir. Bitki tüy durumunun basık olup olmaması da ayırt edici bir özellik olarak kullanılmaktadır (Huber-Morath 1978; Yıldırım vd. 2017).

Alkanna türlerinin çoğunda belirgin bir orta damar bulunur. *A. orientalis*, *A. froedinii*, *A. macrophylla* ve *A. verecunda* türlerinde orta damarın yanında ve sekonder damarlarda oldukça belirgindir. Bitkiler daha fazla fotosentez yapabilmek, su, mineral madde ve besin iletimi için yapraklarında sekonder damar sayısını arttırarak bir adaptasyon geliştirmişlerdir (McKown vd. 2010).

Kaliks tüm *Alkanna* türlerinde hemen hemen tabana kadar bölünmüştür. *Nonea echionides* türünde ise kaliks en fazla 1/3 oranında bölünmüştür (Huber-Morath 1978).

Boraginaceae üyelerinde olduğu gibi *Alkanna* cinsinde de çiçek ve meyve özellikleri bitki teşhisinde büyük öneme sahiptir. Korolla loplarının rengi ve korolla dışında tüy durumu türlerin teşhisinde kullanılmaktadır. Korolla rengi oldukça değişkendir. Yedi farklı korolla rengi belirlenmiştir. Korolla rengi polimorfik olarak değerlendirilmiştir. Bazı türlerde renk stabil bazılarında değişkenlik göstermektedir. *A. haussknechtii* ve *A. pinardii* türünün korolla loplari kükürt sarısı, merkez sarı ise renkli, *A. macrosiphon* korolla rengi bazen krem sarı bazen mavi renklidir. *A. incana*, *A. macrophylla*, *A. sieheana* gibi türlerin bazı populasyonlarında tarafımızca ilk defa albino bireyler gözlenmiştir. *A. incana*, *A. macrophylla*, *A. sieheana* populasyonlarında sadece tek bir bireyde albino özellik gözlemlendiği için analiz dışı tutulmuştur. Bazı

literatürlerde *A. strigosa* ve *A. hirsutissima* gibi bazı türlerin genç ve yaşlı dönemlerde farklı korolla renkleri geliştirdiği belirtilmiştir (Sümbül 1994, Yıldırım vd. 2017).

A. dumanii, *A. trichophila*, *A. tubulosa*, *A. milliana*, *A. saxicola* türlerinin korolla dışı tüylü iken *A. verecunda* ve *A. sieheana* türlerinin korolla loblarının dışı bazen tüylü bazen tüysüzdür. Diğer *Alkanna* türlerinin korolla dışı tüysüzdür. Korolla dış yüzeyinin tüylü olup olmaması da ayırt edici bir karakter olarak kullanılmaktadır.

Alkanna türlerinde meyve fındıksıdır ve bu cins için paylaşılan bir karakterdir. Ülkemizde yetişen *Alkanna* cinsi *Nonea* cinsinden meyvesinde tüy bulunmaması ve saplı olması ile ayrılır. Meyve yapısı, yüzeyi ayırt edici özelliktedir. Tür tanımlamada oldukça önemli olan ağsı, çukurcuklu, düz, tüberküllü ve kırışık olmak üzere beş farklı meyve yüzey süsü belirlenmiştir. Meyvede gaga yapısının düz veya kıvrık olması, gaganın meyve sapına göre konumu, gaga ile sap arasındaki köprü yapısı ayırt edici bir özellik olarak kullanılmaktadır (Huber-Morath 1978; Sümbül 1994).

4.2. Moleküler Çalışmalar

Boraginaceae familyasında geçmiş yıllarda sorunlu ve çözümlenmesi konusunda hem fikir olunmuş bazı taksonların, moleküler çalışmalar ile yeniden revizyona gidilmesi gerekliliği oldukça açıktır. Bu aşamada çalışmanın asıl amacı *Alkanna* taksonları üzerinde yapılan ayrıntılı moleküler çalışmalar ile cinsin taksonları arasındaki akrabalık ilişkilerinin aydınlatılmasıdır.

Bitki örneklerinin genomik DNA'ları CTAB/Kloroform-İzoamil alkol protokolü uygulanarak izole edilmiştir (Doyle ve Doyle 1987; Doyle ve Dickson 1987; Cullings 1992). İzole edilen örneklerden istenilen DNA kalitesine ve miktarına sahip olan örneklerin *ITS* ve *trnL-F* dizileri PCR ile çoğaltılmıştır.

Moleküler sistematik gibi DNA temelli çalışmalarda yüksek kaliteli DNA eldesi oldukça önemlidir. Bitki organlarında bulunan sekonder metabolitler DNA izolasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda *Alkanna* türlerinde alkanin, şikonin gibi naftakinon türevleri, yağ asitleri, flavonoidler, prolizidin alkaloidleri bildirilmiştir (Papageorgiou 1977, 1978; Papageorgiou vd. 1979, 1980; Papageorgiou ve Digenis 1980; Afzal ve Muhammad 1983; Roeder vd. 1984; El Sohly vd. 1997; Papageorgiou ve Assimopoulou 2003). Sekonder bileşikler DNA'nın çözülmesini engelleyerek daha sonra yapılacak olan aşamaların çalışmamasına neden olmaktadır. Bu nedenle *Alkanna* örneklerinin DNA izolasyonu sırasında kaliteli DNA eldesi için farklı izolasyon yöntemleri uygulanmıştır. *Alkanna* örneklerine ait bazı taksonlarda farklı yöntemler uygulanmasına rağmen DNA saflığı ve miktarı konusunda istenilen değerlerin altında kalmıştır. *Alkanna* taksonlarında bulunan sekonder bileşiklerin DNA kalitesini olumsuz yönde etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Elde edilen genomik DNA'ların varlığı, miktarı (ng/mg) ve kirlilik derecesi spektrofotometre cihazı ve jel elektroforezi ile belirlenmiştir. Bu değerlerden bazıları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Alkanna örnekleri ile yapılan PZR çalışmaları sırasında amplifikasyon sorunları da yaşanmıştır. Bu sorunlar %1 ile %5 arasında değişen DNA konsantrasyonu, Mg⁺

miktarı, dNTP konsantrasyonu, miktarı ve bağlanma sıcaklığındaki değişimlerle deneme çalışmaları yapılarak bazı örneklerde olumlu sonuç alınırken bazılarında sonuç alınamamıştır. Farklı araştırmacıların farklı bitki örnekleri kullanılarak yapmış oldukları sekonder metabolit içeriği ve miktarı ile ilgili çalışmalarda sekonder metabolitlerin çiçeklenme dönemi en yüksek seviyeye ulaştığı, bitki örneklerinin farklı organlarının ve saklama koşullarının sekonder metabolit içerik ve miktarını etkilediği, hatta aynı türün bütün popülasyonlarında sekonder metabolitlerin aynı olmadığı, genetik ve ekolojik faktörlerden etkilendiği belirtilmiştir (Kastner 1969; Robert ve Passet 1973; McGimpsey vd. 1994; Venskutonis vd. 1996). Buna göre materyal metotta belirtildiği gibi aynı türe ait farklı popülasyonların kullanılması, örneklerin özellikle çiçeklenme dönemi toplanması, her ne kadar soğuk zincir ile muhafaza edilmiş olsa da silika jel içerisinde kurutulmuş örneklerin kullanılması DNA izolasyonu ve PZR çalışmalarını etkilediği düşünülmektedir. Sekans analizine gönderilen bazı örnekler sekans sonuçları istenildiği kalitede olmadığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Analizler sırasında aynı lokaliteden toplanan ve aynı haplotipe sahip olan bazı taksonlara ait bireyler işlem hacmini azaltmak amacıyla tek örnek veya iki örnek konsensusu ile temsil edilmiştir. Ağaçlarda karmaşıklık yaratmaması için farklı tür veya taksonlar ile farklı lokalitelerden toplanan aynı tür veya aynı taksonlara ait paylaşılan haplotipler kullanılarak filogenetik analizler gerçekleştirilmiştir. Filogenetik ağaçlarda paylaşılan haplotipler ‘yıldız işareti (*)’ ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. *Alkanna* taksonlarına ait örneklerin DNA spektrofotometrik değerleri

Spektrofotometrik Değerler	A260	A280	A260/ A280	DNA miktarı ng/µl
Takson Adları (Arazi numaraları)				
<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (L.) Boiss. (1837)	0,017	0,007	2,429	170,00
<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (L.) Boiss (1962)	0,725	0,339	2,166	717,0
<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (L.) Boiss (1970)	0,290	0,297	0,969	218,0
<i>A. orientalis</i> (L.) Bois. var. <i>leucantha</i> (Bornm.) Hub.-Mor. (4020)	0,177	0,083	2,146	176,0
<i>A. orientlis</i> (L.) Bois. var. <i>leucantha</i> (Bornm.) Hub.-Mor. (1979)	0,188	0,100	2,128	166,0
<i>A. dumanii</i> Sümbül (1836)	0,047	0,027	2,111	38,00
<i>A. froedinii</i> Rech.f. (1959)	0,534	0,526	1,421	27,00
<i>A. froedinii</i> Rech.f. (1961)	0,068	0,027	2,139	77,00
<i>A. froedinii</i> Rech.f. (1958)	0,177	0,085	2,136	173,0
<i>A. cordifolia</i> K. Koch (3582)	0,082	0,040	2,077	81,00
<i>A. cordifolia</i> K. Koch (3580)	0,246	0,116	2,161	242,0
<i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i> Hub.- Mor. (1947)	0,228	0,186	1,298	183,0
<i>A. trichophila</i> Hub.- Mor. var. <i>mardinensis</i> Hub. -Mor. (1939)	0,114	0,241	0,417	91,00
<i>A. trichophila</i> Hub.- Mor. var. <i>mardinensis</i> Hub. -Mor. (1941)	0,164	0,107	1,626	148,0
<i>A. trichophila</i> Hub.- Mor. var. <i>mardinensis</i> Hub. -Mor. (1964)	0,167	0,089	2,013	155,0
<i>A. kotschyana</i> A. DC. (1923)	0,091	0,043	2,116	91,00
<i>A. kotschyana</i> A. DC. (3291)	0,078	0,075	1,053	60,00
<i>A. confusa</i> Sam ex Rech.f. (1908)	0,040	0,019	2,000	42,00
<i>A. confusa</i> Sam ex Rech.f. (1926)	0,191	0,180	1,647	28,00
<i>A. confusa</i> Sam ex Rech.f. (1932)	0,319	0,184	1,849	294,0
<i>A. confusa</i> Sam ex Rech.f. (1930)	0,226	0,112	2,017	114,0
<i>A. tubulosa</i> Boiss. (1759)	0,127	0,061	2,179	122,0
<i>A. tubulosa</i> Boiss. (3351)	0,132	0,060	2,180	133,0
<i>A. tubulosa</i> Boiss. 3338	0,170	0,160	1,625	26,00
<i>A. hirsutissima</i> (Bertol.) A. DC. (1933)	0,076	0,044	1,727	76,00
<i>A. hirsutissima</i> (Bertol.) A. DC. (1968)	0,163	0,160	1,028	110,0

Çizelge 4.1'in devamı

<i>A. hirsutissima</i> (Bertol.) A. DC. (1937)	0,075	0,049	1,929	54,00
<i>A. haussknechtii</i> Bornm. (4064)	0,224	0,202	1,122	203,0
<i>A. pinardii</i> Boiss. (1756)	0,112	0,076	1,562	100,0
<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> (L.) Tausch (1758)	0,033	0,015	2,059	35,00
<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> (L.) Tausch (1816)	0,029	0,008	2,105	40,00
<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>glandulosa</i> Hub.- Mor. (3342)	0,162	0,097	1,956	133,0
<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>glandulosa</i> Hub.- Mor. (3319)	0,128	0,070	2,018	115,0
<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>anatolica</i> Hub.- Mor. (1760)	0,034	0,021	2,000	26,00
<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>subleiocarpa</i> (Hub.- Mor.) Hub.- Mor. (1761)	0,072	0,035	2,121	70,00
<i>A. tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>subleiocarpa</i> (Hub.- Mor.) Hub.- Mor. (3354)	0,097	0,047	2,111	95,00
<i>A. megacarpa</i> A. DC. (1972)	0,039	0,020	2,000	38,00
<i>A. megacarpa</i> A. DC. (1967)	0,040	0,030	1,833	22,00
<i>A. megacarpa</i> A. DC. (1975)	0,058	0,031	1,871	58,00
<i>A. cappadocica</i> Boiss.& Balansa (4016)	0,272	0,136	2,097	260,0
<i>A. cappadocica</i> Boiss.& Balansa (4014)	0,220	0,108	2,131	211,0
<i>A. cappadocica</i> Boiss.& Balansa (3379)	0,161	0,137	1,231	128,0
<i>A. hispida</i> Hub.-Mor. (1888)	0,080	0,054	1,619	68,00
<i>A. hispida</i> Hub.-Mor. (1890)	0,188	0,090	2,114	186,0
<i>A. pseudotinctoria</i> Hub.- Mor. (4005)	0,133	0,084	1,671	122,0
<i>A. pseudotinctoria</i> Hub.- Mor. (1916)	0,167	0,082	2,149	159,0
<i>A. pseudotinctoria</i> Hub.- Mor. (4316)	0,101	0,067	1,540	97,00
<i>A. macrosiphon</i> Boiss. & Heldr. (1825)	0,128	0,063	2,204	119,0
<i>A. incana</i> Boiss. (1864)	0,087	0,044	2,132	81,00
<i>A. incana</i> Boiss. (1865)	0,325	0,223	1,557	285,0
<i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> Boiss. (3358)	0,328	0,157	2,187	315,0
<i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> Boiss. (3365)	0,171	0,095	2,027	150,0
<i>A. areolata</i> Boiss. var. <i>sublaevis</i> Hub.- Mor. (3347)	0,086	0,044	1,840	92,00

Çizelge 4.1'in devamı

<i>A. phrygia</i> Bomm. (3603)	0,371	0,267	1,717	249,0
<i>A. attilae</i> P.H.Davis (4052)	0,166	0,145	1,913	44,00
<i>A. amana</i> Rech.f. (3298)	1,327	1,232	1,720	227,0
<i>A. pamphylica</i> Hub. -Mor. & Reese (1803)	0,300	0,157	2,014	284,0
<i>A. primuliflora</i> Griseb. (1757)	0,144	0,083	1,836	134,0
<i>A. macrophylla</i> Boiss. & Heldr. (3220)	0,133	0,098	1,486	107,0
<i>A. macrophylla</i> Boiss. & Heldr. (1868)	0,166	0,204	0,734	105,0
<i>A. verecunda</i> Hub.- Mor. (3360)	0,565	0,520	1,134	380,0
<i>A. verecunda</i> Hub.- Mor. (4352)	0,082	0,044	2,118	72,00
<i>A. aucheriana</i> A. DC. (1912)	0,030	0,015	2,000	30,00
<i>A. sieheana</i> Rech.f. (1906)	0,195	0,184	1,099	122,0
<i>A. milliana</i> Sümbül (1882)	0,119	0,059	2,154	112,0
<i>A. saxicola</i> Hub.-Mor. (1835)	0,486	0,286	1,797	451,0
<i>A. saxicola</i> Hub.-Mor. (1892)	0,402	0,365	2,121	70,00
<i>A. oreodoxa</i> Hub.-Mor. (1871)	0,221	0,202	1,128	168,0
<i>A. punctulata</i> Hub.-Mor. (3295)	0,155	0,090	1,823	144,0
<i>A. punctulata</i> Hub.-Mor. (3292)	0,101	0,049	2,130	98,00
<i>A. punctulata</i> Hub.-Mor. (3296)	0,333	0,217	1,789	263,0
<i>A. mughlae</i> H. Duman, Güner & Sağban (3304)	0,053	0,026	2,125	51,00
<i>A. mughlae</i> H. Duman, Güner & Sağban (3306)	1,125	0,628	1,980	1004,0
<i>A. malatyana</i> Yıldırım & Şenol (4024)	0,073	0,035	2,152	71,00
<i>A. sumbulii</i> Yıld. (4061)	0,200	0,498	0,370	175,0
<i>A. strigosa</i> Boiss. & Hohen. (4382)	0,031	0,015	2,231	29,00

4.2.1. *trnL-F* bölgesine ait filogenetik analizler

Tez kapsamında *Alkanna* taksonlarına ait örneklerden cpDNA *trnL-F* dizisi elde edilmiştir. *trnL-F* bölgesine ait dizilerin ikili hizalamaları sonrası uzunlukları 990-903 baz çifti arasında değişmektedir. Hizalanan ve yönleri kontrol edilen dizilerin *trnL-F* bölgesine ait olup olmadığı nükleotid BLAST yapılarak kontrol edildi. NCBI'dan alınan iki dış grup dizisi dahil toplam 94 *trnL-F* dizisi elde edildi. *trnL-F* dizileri en kısa olana göre kesildikten sonra 903 baz çifti uzunluğunda veri seti elde edildi. Bu diziler SEQUENCHER, MEGA ve DnaSP programları kullanılarak analizlerde kullanılacak dosya formatları haline dönüştürüldü. Toplamda 903 baz çifti uzunluğunda, iç gruba ait 33 farklı haplotipte nükleotitlerin 803'ü korunmuş, 99'u varyasyonel, 24'ü parsimonik bilgi vericidir. Belirlenen haplotipler Çizelge 4.2'de, bu haplotiplere göre oluşturulan ağaçlar ise Şekil 4.87, Şekil 4.88 ve Şekil 4.89'da verilmiştir.

Cins içerisinde hem aynı türün farklı lokalitelerine ait örnekler arasında hem de taksonlar arası haplotip paylaşımları saptanmıştır (Çizelge 4.2). Aynı türün farklı lokalitelerden toplanan örnekleri arasında haplotip paylaşımları *A. macrophylla*, *A. hispida*, *A. megacarpa*, *A. cappadocica*, *A. cordifolia* türlerinde saptandı. *A. macrophylla*'nın Antalya Kaleiçi ve Varyant lokalitelerine ait örnekleri arasında haplotip paylaşımı görülmektedir. *A. hispida* türünde Ermenek çevresinde farklı lokalitelerden toplanan örneklerinde aynı haplotipi paylaştıkları tespit edilmiştir. Artvin'den iki farklı lokaliteden toplanan *A. cordifolia* bireyleri arasında haplotip paylaşımı belirlenmiştir. Malatya Sürgü ve Elazığ'dan toplanan *A. megacarpa* türüne ait bireylerin ortak haplotipe sahip olduğu saptanmıştır. Kayseri, Talas ve Hacılar *A. cappadocica* örnekleri de ortak haplotiple temsil edilmektedir. Farklı taksonlar arasında haplotip paylaşımı Amanos'lardan toplanan *A. amana* ve Taşkent'den toplanan *A. verecunda* türleri arasında (h3), Tatvan'dan toplanan *A. froedinii* ve Diyarbakır Ergani'den toplanan *A. trichophila* var. *mardinensis* taksonları arasında (h4), Konya ve Denizli'den toplanan *A. pseudotinctoria*, farklı lokalitelerden toplanan *A. orientalis* varyeteleri, Amasya'dan toplanan *A. haussknechtii*, Ermenek'den toplanan *A. dumanii* ve Antalya'dan toplanan *A. pinardii* taksonları arasında (h6), Urfa'dan toplanan *A. strigosa*, Mut'dan toplanan *A. punctulata*, Aksaray Ihlara'dan toplanan *A. pseudotinctoria*, Malatya ve Antep lokalitelerinden toplanan *A. hirsutissima*, Gülek'den toplanan *A. kotschyana*, Şenköy ve Samandağ lokalitelerinden toplanan *A. confusa* türleri arasında (h10), Akseki'den toplanan *A. verecunda*, Siirt Şirvan'dan toplanan *A. trichophila* var. *trichophila*, Karakuyu ve Eğirdir lokalitelerinden toplanan *A. areolata* var. *areolata*, Burdur'dan toplanan *A. incana*, farklı lokalitelerden toplanan *A. tinctoria* alt türleri, Mersin'den toplanan *A. sieheana*, Ermenek'den toplanan *A. saxicola* ve *A. orientalis*, Alanya'dan toplanan *A. macrosiphon* taksonları arasında (h18), Malatya Levent'den toplanan *A. malatyana* ve Gevaş'dan toplanan *A. froedinii* türleri arasında (h26) saptanmıştır. Haplotip çeşitlilik oranı 0,9124 olarak bulunmuştur.

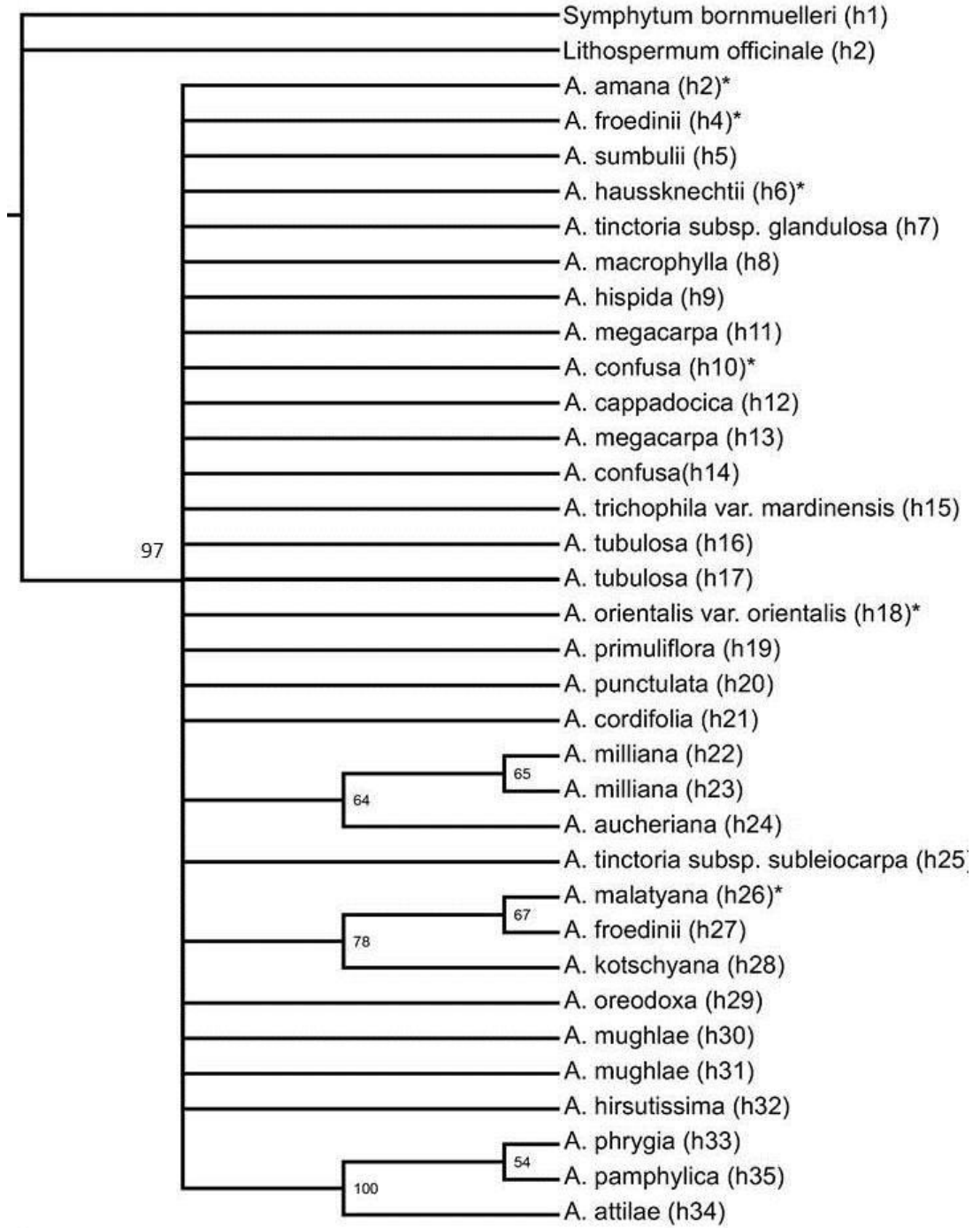
Alkanna taksonları arasında *trnL-F* dizisine göre haplotip paylaşımı oldukça yaygın bulunmuştur. Bu duruma göre *trnL-F* bölgesinin yavaş mutasyon biriktirdiği düşünülmektedir. Haplotip paylaşımı, Sümbül (1994)'ün yapmış olduğu revizyon çalışmasında belirtildiği gibi türler arası gen havuzlarının birbirlerinden tam olarak ayrılmadığı görüşünü desteklemektedir.

Çizelge 4.2. *Alkanna* taksonlarının *trnL-F* bölgelerine ait haplotipler

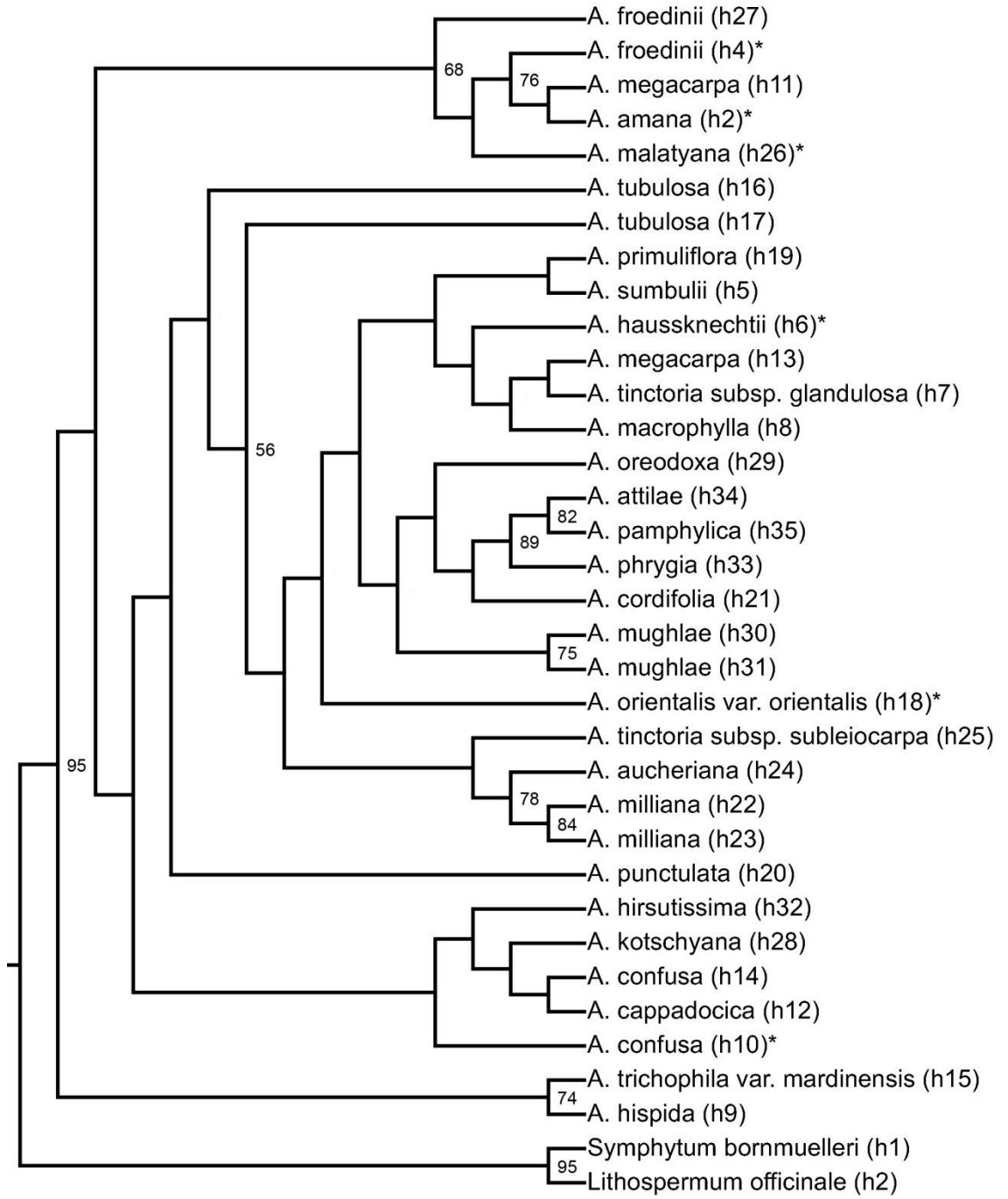
Haplotip no	Birey sayısı	Taksonlar ve lokaliteleri
h1	1	<i>Symphytum bornmuelleri</i>
h2	1	<i>Lithospermum officinale</i>
h3	2	<i>A. amana</i> (Amanoslar), <i>A. verecunda</i> (Konya Taşkent)
h4	2	<i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i> (Diyarbakır Ergani), <i>A. froedinii</i> (Gevaş Pınarbaşı)
h5	1	<i>A. sumbulii</i> (Eskişehir, Sivrihisar)
h6	11	<i>A. pseudotinctoria</i> (Konya), <i>A. pseudotinctoria</i> (Denizli), <i>A. pseudotinctoria</i> (Denizli2), <i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (Ermenek), <i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (Akdamar), <i>A. orientalis</i> var. <i>leucantha</i> (Avanos), <i>A. orientalis</i> var. <i>leucantha</i> (Hacılar), <i>A. haussknechtii</i> (Amasya), <i>A. dumanii</i> (Ermenek), <i>A. pinardii</i> (Antalya1), <i>A. pinardii</i> (Antalya2)
h7	1	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>glandulosa</i> (Muğla)
h8	2	<i>A. macrophylla</i> (Antalya Kaleiçi), <i>A. macrophylla</i> (Antalya Varyant)
h9	2	<i>A. hispida</i> (Kazancı-Gülнар), <i>A. hispida</i> (Kazancı-Ermenek)
h10	10	<i>A. strigosa</i> (Urfa1), <i>A. strigosa</i> (Urfa2), <i>A. punctulata</i> (Mut), <i>A. pseudotinctoria</i> (Ihlara), <i>A. hirsutissima</i> (Malatya), <i>A. hirsutissima</i> (Antep), <i>A. kotschyana</i> (Gülek1), <i>A. kotschyana</i> (Gülek2), <i>A. confusa</i> (Şenköy), <i>A. confusa</i> (Samandağ)
h11	2	<i>A. megacarpa</i> (Reşadiye), <i>A. megacarpa</i> (Sürgü)
h12	3	<i>A. cappadocica</i> (Kayseri), <i>A. cappadocica</i> (Talas), <i>A. cappadocica</i> (Hacılar)
h13	1	<i>A. megacarpa</i> (Elazığ)
h14	1	<i>A. confusa</i> (Yayladağ)
h15	2	<i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i> (Mardin Kızıltepe), <i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i> (Mardin Çiftlik)
h16	1	<i>A. tubulosa</i> (Denizli Honaz)
h17	2	<i>A. tubulosa</i> (Aydın Geyre1), <i>A. tubulosa</i> (Aydın Geyre2)

Çizelge 4.2.'nin devamı

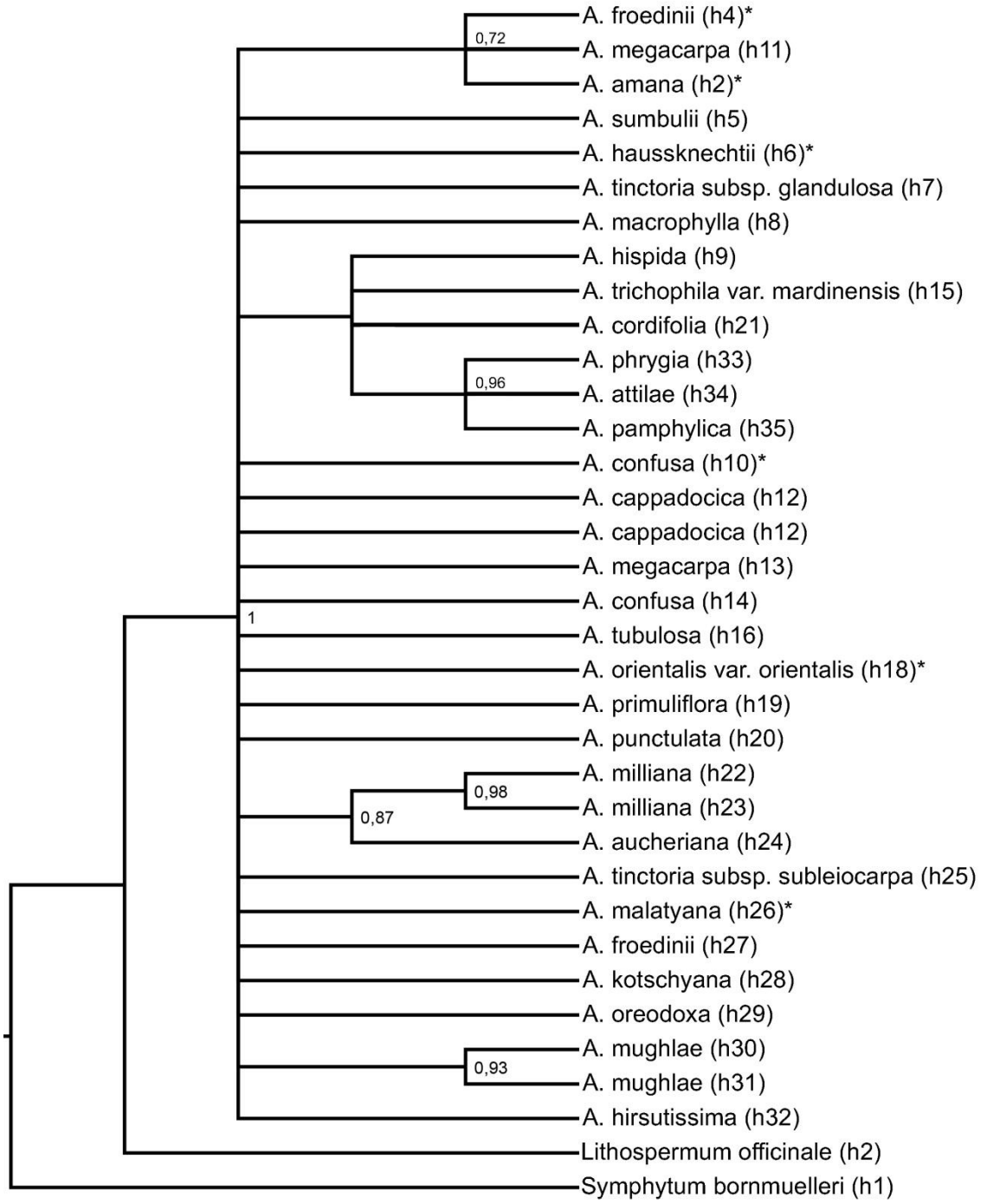
h18	23	<i>A. verecunda</i> (Akseki), <i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i> (Siirt Şirvan1), <i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i> (Siirt Şirvan2), <i>A. areolata</i> var. <i>sublaevis</i> (Manisa), <i>A. incana</i> (İnsuyu), <i>A. incana</i> (Çeltikçi1), <i>A. incana</i> (Çeltikçi2), <i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> (Karakuyu1), <i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> (Karakuyu2), <i>A. tinctoria</i> var. <i>tinctoria</i> (Edirne1), <i>A. tinctoria</i> var. <i>tinctoria</i> (Edirne1), <i>A. tinctoria</i> var. <i>subleiocarpa</i> (Pamukkale), <i>A. tinctoria</i> var. <i>glandulosa</i> (Birgi), <i>A. tinctoria</i> var. <i>anatolica</i> (Burdur), <i>A. tinctoria</i> var. <i>tinctoria</i> (Isparta1), <i>A. tinctoria</i> var. <i>tinctoria</i> (Isparta2), <i>A. sieheana</i> (Erdemli1), <i>A. sieheana</i> (Erdemli2), <i>A. saxicola</i> (Pınarönü1), <i>A. saxicola</i> (Ermenek), <i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (Malatya), <i>A. macrosiphon</i> (Alanya1), <i>A. macrosiphon</i> (Alanya2),
h19	2	<i>A. primuliflora</i> (Edirne Süloğlu1), <i>A. primuliflora</i> (Edirne Süloğlu2)
h20	1	<i>A. punctulata</i> (Mersin Gülnar)
h21	2	<i>A. cordifolia</i> (Artvin Ardanuç1), <i>A. cordifolia</i> (Artvin Ardanuç2)
h22	1	<i>A. milliana</i> (Mut2)
h23	1	<i>A. milliana</i> (Mut1)
h24	2	<i>A. aucheriana</i> (Mersin Gözne1), <i>A. aucheriana</i> (Mersin Gözne2)
h25	1	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i> (Antalya Lara)
h26	3	<i>A. malatyana</i> (Malatya Levent1), <i>A. malatyana</i> (Malatya Levent2), <i>A. froedinii</i> (Van Gevaş)
h27	1	<i>A. froedinii</i> (Bitlis Tatvan)
h28	1	<i>A. kotschyana</i> (Mersin Bozyazı)
h29	2	<i>A. oreodoxa</i> (Akseki Erenyaka1), <i>A. oreodoxa</i> (Akseki Erenyaka2)
h30	1	<i>A. mughlae</i> (Muğla İztuzu)
h31	2	<i>A. mughlae</i> (Muğla Ortaca1), <i>A. mughlae</i> (Muğla Ortaca2)
h32	1	<i>A. hirsutissima</i> (Nizip)
h33	1	<i>A. phrygia</i> (Denizli Honaz)
h34	2	<i>A. attilae</i> (Beydağları1), <i>A. attilae</i> (Beydağları2)
h35	2	<i>A. pamphylica</i> (Korkuteli1), <i>A. pamphylica</i> (Korkuteli2)



Şekil 4.87. *Alkanna* cinsinin *trnL-F* bölgesi ile MP analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç (h: haplotip Bkz. Çizelge 4.2, * farklı taksonlara ait paylaşılan haplotip)



Şekil 4.88. *Alkanna* cinsinin *trnL-F* bölgesi ile MO analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç (h: haplotip Bkz. Çizelge 4.2, * farklı taksonlara ait paylaşılan haplotip)



Şekil 4.89. *Alkanna* cinsinin *trnL-F* bölgesi ile BF analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç (h:haplotip Bkz. Çizelge 4.2,* farklı taksonlara ait paylaşılan haplotip)

Eskişehir Sivrihisar'dan toplanan *A. sumbulii*, Muğla'dan toplanan *A. tinctoria* subsp. *glandulosa*, Reşadiye'den toplanan *A. megacarpa*, Yayladağ çevresinden toplanan *A. confusa*, Denizli Honaz'dan toplanan *A. tubulosa*, Edirne Süloğlu'ndan toplanan *A. primuliflora*, Gülnar'dan toplanan *A. punctulata*, Mersin Gözne'den toplanan *A. aucheriana*, Antalya Lara'dan toplanan *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa*, Bitlis Tatvan'dan toplanan *A. froedinii*, Mersin Bozyazı'dan toplanan *A. kotschyana*, Akseki'den toplanan *A. oreodoxa*, Nizip'den toplanan *A. hirsutissima*, Antalya'dan toplanan *A. attilae*, İztuzu lokalitesinden toplanan *A. mughlae* ve Ortaca lokalitesinden toplanan *A. mughlae* taksonları kendilerine özgü haplotipe sahiptir.

Mersin Mut lokalitesinden toplanan *A. milliana* türüne ait iki farklı bireyde *trnL-F* bölgeleri iki farklı haplotip önermiştir. Buna göre aynı türe ait, aynı lokalitelerde yayılış gösteren iki farklı bireyin kloroplast *trnL-F* bölgesinde diğer lokalitelerde yayılış gösteren türlere göre daha hızlı mutasyon biriktirdiği düşünülmektedir.

Filogenetik analizlerde NCBI'dan alınan *Lithospermum officinale* L. ve *Symphytum bornmuelleri* Buckn. türleri iç gruba yeterli uzaklıkta olmaları nedeniyle uygun dış gruplar olarak seçildiler. Dış grupla birlikte 94 *trnL-F* dizisine ait toplam 35 haplotip saptanmış ve filogenetik analizlerde kullanılmıştır.

İkisi dış grup olmak üzere 35 haplotipten oluşan matrikse uygulanan MP yaklaşımı ile uygulanan 100 tekrarlı seç bağla analizinden elde edilen ağaç her bir düğümde alınan destek değerleri ile Şekil 4.87'de verilmiştir. Cinsin monofilisi yüksek oranda (%97) desteklenmiş, fakat iç düğümler düşük seç bağla değeri alarak bazal politomi oluşturmuş ve türler arası akrabalık ilişkilerini çözmede birkaç tür dışında yetersiz bulunmuştur. MP ağacında Mersin Mut lokalitesinden toplanan *A. milliana* örneklerine ait iki haplotip ve Mersin Gözne lokalitesinden toplanan *A. aucheriana* türü bir iç grup oluşturmuş ve %64 seç bağla destek değeri almıştır. Literatürlerde kaya üzerinde yastık oluşturan ve meyve gaga yapısı yatay olan *A. milliana* ve *A. aucheriana* türlerinin akraba olduğu bildirilmiştir (Sümbül 1994). *A. milliana* türü, *A. aucheriana* türünden geniş yastık oluşturan gövde formu, yumurtamsı veya ters yumurtamsı yaprak tipi ve korolla dış yüzeyinin tüylü oluşu ile ayrılır. Malatya lokalitesinden toplanan *A. malatyana* ve Van Gevaş lokalitesinden *A. froedinii* türlerine ait haplotip, Bitlis Tatvan lokalitesinden toplanan *A. froedinii* örneklerine ait haplotip ve Mersin Bozyazı lokalitesinden toplanan *A. kotschyana* türü ile %78 seç bağla değeri alarak iç grup oluşturmuştur. Malatya Levent köyünden 2014 yılında Türkiye Florası'na kazandırılan *A. malatyana* türünün *A. mughlae* türü ile yakın olduğu bildirilmiştir (Yıldırım ve Şenol 2014). *A. froedinii* türü ise literatürlerde *A. cordifolia* ile akraba olduğu belirtilmiştir (Huber-Morath 1978, Sümbül 1994). MP ağacında *trnL-F* dizisine göre *A. malatyana* türü Van Gevaş lokalitesinden toplanan *A. froedinii* örneği ile aynı haplotipi paylaşmış ve Bitlis Tatvan *A. froedinii* örneğine ait haplotiple de yakın çıkmıştır. MP ağacında yüksek seç bağla destek değeri alarak Denizli Honaz'dan toplanan *A. phrygia*, Antalya'dan toplanan *A. attilae* ve Antalya Korkuteli'nden toplanan *A. pamphylica* türleri ayrı bir grup oluşturmuştur. Yüksek kesimlerde yayılış gösteren bu grubun akrabalık ilişkisi *A. attilae* + (*A. phrygia* + *A. pamphylica*) olarak önerilmiş ve literatürlerde verilen taksonomik evrimsel sıralamayla uyumlu bulunmuştur.

MODELTEST veri seti Akaike bilgi kriterine (AIC: Akaike Information Criterion) göre TVM+G modelini (lnL= 1535,4469, nst = 6, gamma shape = 0,1440) en

uygun nükleotit değişim modeli olarak önerdi. Bu modele göre $\text{titv} = 1,2262$, baz frekansları adenin (A) = 0,3651, sitozin (C) = 0,1744, guanin (G) = 0,1550, timin (T) = 0,3055 olarak belirlendi. Substitusyon modelinin önerdiği baz değişim oranları R (a) [A-C] = 0,3822, R (b) [A-G] = 1,1431, R (c) [A-T] = 0,1248, R (d) [C-G] = 0,4877, R (e) [C-T] = 1,1431, R (f) [G-T] = 1,0000 olarak hesaplandı.

Önerilen model ve parametreler doğrultusunda MO filogenetik analizi yapıldı. MO analizi sonucu elde edilen filogenetik ağaç ve dal destek değerleri Şekil 4.88’de verilmiştir. Cinsin monofilisi %95 seç bağla değeri ile yüksek oranda desteklenmiştir. Fakat iç düğümler bazı uç düğümler dışında düşük seç bağla değeri almıştır. MO ağacından ilk olarak Mardin Kızıltepe *A. trichophila* var. *mardinensis* örneklerine ait haplotip ve Ermenek Kazancı *A. hispida* örneklerine ait haplotip %74 seç bağla destek değeri olarak ayrılmıştır. *A. trichophila* varyetelerinin *A. kotschyana* türü ile akraba olduğu bildirilmiştir (Sümbül 1994). *A. trichophila* türü *A. kotschyana* türünden korolla dışının tüylü oluşu ve meyve çapı (3,5-4,5 mm) ile ayrılır. *A. trichophila* türü *trnL-F* dizisine göre literatürlerden farklı olarak *A. hispida* türü ile yakın bulunmuştur. Daha sonra iç grupla düşük seç bağla değeri alan Bitlis Tatvan’dan toplanan *A. froedinii* örneklerine ait haplotip, Van Gevaş’dan toplanan *A. froedinii* ve Malatya Levent’den toplanan *A. malatyana* türlerine ait haplotip, Van Pınarbaşı’ndan toplanan *A. froedinii* ve Diyarbakır Ergani’den toplanan *A. trichophila* var. *mardinensis* taksonlarına ait haplotip, Malatya Sürgü ve Elazığ lokalitelerinden toplanan *A. megacarpa* örneklerine ait haplotip, Konya Taşkent’den toplanan *A. verecunda* ve Amanoslar’dan toplanan *A. amana* türlerine ait haplotip %68 seç bağla değeri olarak bir grup oluşturmuştur. Aydın Geyre lokalitesinden toplanan *A. tubulosa* örneklerine ait haplotip iç gruba %56 seç bağla dal destek değeri olarak bazal olarak bağlanmıştır. Mersin Mut’dan toplanan *A. milliana* örneklerine ait haplotipler ile Mersin Gözne’den toplanan *A. aucheriana* örneklerine ait haplotip %78 seç bağla değeri olarak bir iç grup oluşturmuştur. Literatürlerde *A. milliana* türünün *A. aucheriana* türüne akraba olduğu bildirilmiştir. Muğla iztuzu ve Ortaca lokalitelerinden toplanan *A. mughlae* örneklerine ait haplotipler %75 seç bağla değeri olarak küçük bir grup oluşturmuştur. MO ağacında iç grupta yer alan ve akrabalık durumu *A. phrygia* Denizli + (*A. attilae* Antalya + *A. pamphylica* Korkuteli) olarak önerilmiş ve %89 seç bağla değeri ile desteklenmiştir. Düşük seç bağla değerleri ile Artvin Ardanuç *A. cordifolia* örneklerine ait haplotip ve Antalya Akseki *A. oreodoxa* örneklerine ait haplotip bu iç gruba bağlanmıştır. Diğer düğümler düşük oranda desteklenmiş ve cinse ait diğer *Alkanna* taksonlarının filogenetik ilişkilerini çözmede yetersiz bulunmuştur.

MrBayes v.3.2.6 programı yardımıyla 35 haplotipe uygulanan Bayesiyan analizinden elde edilen %50 çoğunluk uyum ağacı posterior olasılık değerleriyle birlikte Şekil 4.89’da verilmiştir. BF ağacı diğer filogenetik analizler gibi cinsin monofilisine yüksek son olasılık değeri (1) ile destek vermiştir. Fakat MP ve MO ağaçlarında olduğu gibi bazı türler dışında diğer türlerin filogenetik ilişkilerini çözmede yetersiz kalmış, MP ağacındaki gibi bazal politomi oluşturmuştur. BF ağacında Van Pınarbaşı’ndan toplanan *A. froedinii* ve Diyarbakır Ergani’den toplanan *A. trichophila* var. *mardinensis* taksonlarına ait haplotip, Malatya Sürgü ve Elazığ lokalitelerinden toplanan *A. megacarpa* örneklerine ait haplotip, Konya Taşkent’den toplanan *A. verecunda* örneklerine ait haplotip 0,72 son olasılık değeri olarak politomi oluşturmuştur. Denizli Honaz *A. phrygia* örneğine ait haplotip, Antalya Beydağları *A. attilae* örneklerine ait

haplotip ve Antalya Korkuteli *A. pamphylica* örneklerine ait haplotipten oluşan iç grubun monofilisi yüksek son olasılık değeri ile desteklenmiştir. Bu iç grup Ermenek Kazancı çevresinden toplanan *A. hispida*, Mardin Kızıltepe’den toplanan *A. trichophila* var. *mardinensis* ve Artvin Ardanuç çevresinden toplanan *A. cordifolia* türleri 0,66 son olasılık değeri olarak bazal politomi oluşturmuştur. Mersin Mut lokalitesinden toplanan *A. milliana* örneklerine ait haplotipler ile Mersin Gözne *A. aucheriana* örneklerine ait haplotip 0,87 son olasılık değeri olarak bir iç grup oluşturmuştur. Muğla İztuzu ve Ortaca lokalitelerinden toplanan *A. mughlae* örneklerine ait haplotipler yüksek son olasılık değeri (0,93) olarak küçük bir grup oluşturmuştur. BF ağacı cinse ait diğer *Alkanna* taksonlarının filogenetik ilişkilerini çözmede yetersiz kalmıştır.

Birbirlerine çok yakın lokalitelerde yayılış gösteren (Muğla İztuzu ve Ortaca) ve iki ayrı haplotipe sahip olan *A. mughlae* tür grubu MO ve BF ağaçlarında yüksek değer olarak bir iç grup oluştururken, MP ağacında bazal olarak bağlanmıştır.

A. milliana ve *A. aucheriana* türleri her üç ağaçta da küçük bir grup oluşturmuştur. Mersin çevresinde yayılış gösteren, kayalar üzerinde yetişen ve meyve yapıları birbirine benzeyen bu iki endemik türün literatürlerde taksonomik olarak yakın olduğu belirtilmiştir. *A. milliana* türü *A. aucheriana* türünden geniş yastık oluşturan gövde formuna sahip olması, yapraklarının yumurtamsı, tersyumurtamsı veya tersmızaksı oluşu ile ayrılmaktadır.

MP ağacında *A. malatyana* ve *A. froedinii* (Van Gevaş) türlerinin paylaştığı haplotip, *A. froedinii* (Bitlis Tatvan), *A. kotschyana* (Mersin Bozyazı) türleri bir grup oluştururken, BF ağacında diğer haplotiplerle politomi oluşturmuştur. MO ağacında *A. froedinii* (Bitlis Tatvan) türüne ait haplotip, Gevaş Pınarbaşı’ndan toplanan *A. froedinii* ve Diyarbakır Ergani’den toplanan *A. trichophila* var. *mardinensis* örneklerine ait haplotip, Sürgü ve Reşadiye lokalitelerinden toplanan *A. megacarpa* örneklerine ait haplotip, *A. malatyana* ve Van Gevaş *A. froedinii* türlerine ait haplotip, *A. amana* ve Taşkent *A. verecunda* türlerine ait haplotip bir grup oluşturmuştur. Bu grupta yer alan Gevaş Pınarbaşı’ndan toplanan *A. froedinii* ve Diyarbakır Ergani’den toplanan *A. trichophila* var. *mardinensis* örneklerine ait haplotip, *A. amana* ve Taşkent *A. verecunda* türlerine ait haplotip ile Sürgü ve Reşadiye lokalitelerinden toplanan *A. megacarpa* örneklerine ait haplotip BF ağacında küçük bir grup oluştururken, diğer haplotipler politomi oluşturmuştur. *A. froedinii* ve *A. trichophila* var. *mardinensis* taksonları dışında diğer türler literatürlerde belirtilen taksonomik sıralama ile uyumlu bulunmamıştır. Grupları oluşturan bu taksonlara bakıldığında birbirlerine yakın lokalitelerde yayılış gösterdiği, *A. amana* ve *A. kotschyana* türleri dışında İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait türler olduğu görülmektedir.

MP, MO ve BF ağaçlarında *A. phrygia*, *A. attilae* ve *A. pamphylica* türlerini bir grup olarak önermiştir. Endemik olan ve yüksek rakımda yetişen bu türlerin birbirlerine yakın olduğu bildirilmiştir (Sümbül 1994). Yayılışlarına baktığımızda üç türünde Güney ve Batı Anadolu’dan yayılış gösterdiği görülmektedir. Buzul dönemlerinde türlerin düşük rakıma sahip habitatlara doğru genişlerken, ısınma dönemlerinde yüksek rakıma sahip habitatlara doğru genişleyebilmektedir. Bu durum yüksek rakımlı habitatlarda yayılış gösteren *Alkanna* türlerinin ısınma süreci sırasında lokal olarak bulunmalarını açıklamaktadır.

4.2.2. ITS bölgesine ait filogenetik analizler

Tez kapsamında *Alkanna* taksonlarına ait örneklerden nrDNA ITS dizisi elde edilmiştir. ITS bölgesine ait dizilerin ikili hizalamaları sonrası uzunlukları 758-627 baz çifti arasında değişmektedir. Hizalanan ve yönleri kontrol edilen dizilerin ITS bölgesine ait olup olmadığı nükleotid blast yapılarak kontrol edildi. NCBI'dan alınan iki dış grup ve 28 *Alkanna* dizisi dahil toplam 126 ITS dizisi elde edildi. ITS dizileri en kısa olana göre kesildikten sonra 627 baz çifti uzunluğunda veri seti elde edildi. Bu diziler SEQUENCHER, MEGA ve DnaSP programları kullanılarak analizlerde kullanılacak dosya formatları haline dönüştürüldü. Toplamda 627 baz çifti uzunluğunda, iç gruba ait 61 farklı haplotipte, nükleotitlerin 401'i korunmuş, 196'sı varyasyonel, 106'sı parsimonik bilgi vericidir. Bu veri setine göre ITS bölgesi içerisinde en varyasyonel bölge 3' ve 5' uçlarına yakın olan kısımlar olup, en korunumlu bölge ise genin 5.8 S bölgesine denk gelen orta kısımlarıdır. Belirlenen haplotipler Çizelge 4.3'de, bu haplotiplere göre oluşturulan ağaçlar ise Şekil 4.90, Şekil 4.91 ve Şekil 4.92'de verilmiştir.

Cins içerisinde hem aynı türün farklı lokalitelerine ait örnekler arasında hem de türler arası haplotip paylaşımları saptanmıştır (Çizelge 4.3). Aynı türün farklı lokalitelerden toplanan örnekleri arasındaki haplotip paylaşımları *A. verecunda*, *A. tubulosa*, *A. mughlae*, *A. cordifolia*, *A. megacarpa*, *A. hispida*, *A. areolata*, *A. froedinii*, *A. cappadocica* türlerinde saptandı. *A. verecunda* türünün Antalya Akseki ve Konya Taşkent lokalitelerinden toplanan örnekleri arasında haplotip paylaşımları görülmektedir. *A. tubulosa* türünde Anadolu'da yayılış gösteren Aydın Geyre ve Denizli Honaz lokalitelerine ait örnekler ile NCBI'dan alınan sekans aynı haplotipe sahipken, Tekirdağ lokalitesine ait örneğin kendine özgü haplotipe sahip olduğu saptanmıştır. *A. mughlae* türünün Muğla İztuzu ve Ortaca'dan toplanan örnekleri ortak haplotiplere sahiptir. Artvin'de iki farklı lokaliteden toplanan *A. cordifolia* örnekleri arasında haplotip paylaşımı belirlenmiştir. Malatya Sürgü, Reşadiye ve Elazığ *A. megacarpa* örneklerinin ortak haplotipe sahip olduğu saptanmıştır. *A. hispida* türünün Ermenek çevresinde farklı lokalitelerden toplanan örnekleri arasında haplotip paylaşımı tespit edilmiştir. Eğirdir ve Afyon lokalitelerinden toplanan *A. areolata* var. *areolata* örnekleri arasında haplotip paylaşımı belirlenmiştir. *A. froedinii* türünün Tatvan ve Gevaş lokalitelerine ait örnekleri ortak haplotipe sahiptir. Kayseri, Talas ve Hacılar lokalitelerinden toplanan *A. cappadocica* örnekleri de ortak haplotipi paylaşmaktadır. Aynı türün tür altı kategorilerindeki haplotip paylaşımları *A. tinctoria* alttürleri arasında, *A. orientalis* varyeteleri arasında ve *A. trichophila* var. *mardinensis*'in farklı lokalitelerine ait örnekleri arasında saptandı. Farklı türler arasında haplotip paylaşımı *A. confusa*, *A. punctulata* ve *A. kotschyana* türleri arasında, *A. tinctoria* alttürleri ve *A. pinardi* taksonları arasında, *A. hirsutissima* ve *A. strigosa* türleri arasında saptanmıştır. Haplotip çeşitlilik oranı 0,9831 olarak bulunmuştur.

Çalışılan ITS bölgesi dizisi bakımından cinsin taksonları ve bazı taksonların popülasyonları genetik çeşitlilik göstermektedir. Cins içerisindeki haplotipler taksonlara ve lokal popülasyonlara özgü olmasının yanında, haplotip paylaşımı farklı taksonlar arası ve parçalı yayılış gösteren taksonlara ait popülasyonlar arasında görülmektedir.

Çizelge 4.3. *Alkanna* taksonlarının ITS bölgelerine ait haplotipler

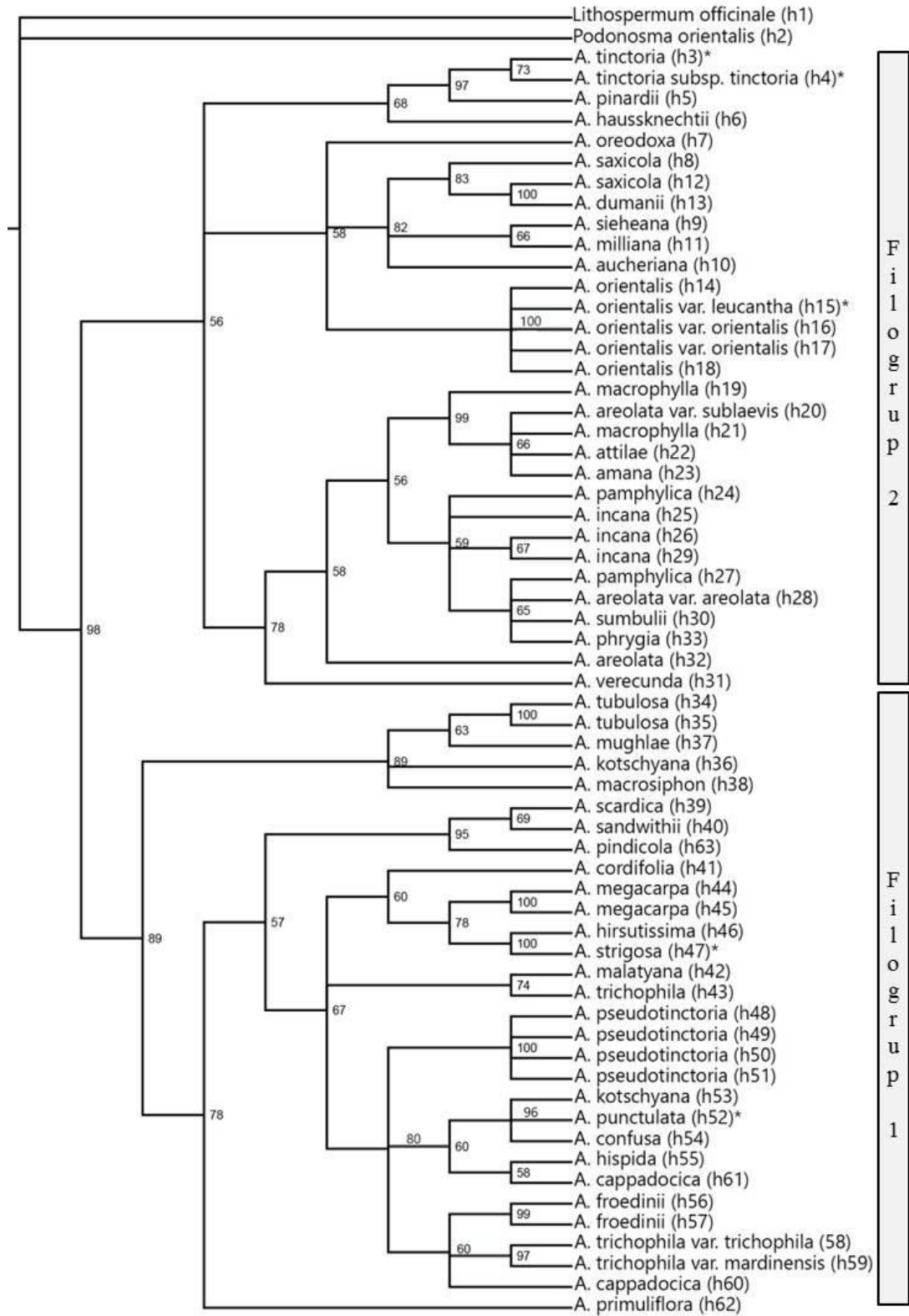
Haplotip no	Birey sayısı	Taksonlar ve lokaliteleri
h1	1	<i>Lithospermum officinale</i>
h2	1	<i>Podonosma orientalis</i>
h3	9	<i>A. tinctoria</i> (EU919577), <i>A. tinctoria</i> (FJ763250), <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i> (MK321725), <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i> (Pamukkale), <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i> (Antalya1), <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>subleiocarpa</i> (Antalya2), <i>A. pinardii</i> (Antalya1), <i>A. pinardii</i> (Antalya2), <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>glandulosa</i> (Birgi)
h4	5	<i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> (Isparta), <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>anatolica</i> (Burdur), <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> (Edirne1), <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>tinctoria</i> (Edirne2), <i>A. tinctoria</i> subsp. <i>glandulosa</i> (Muğla)
h5	2	<i>A. pinardii</i> (EU919576/Antalya), <i>A. pinardii</i> (MK321718/Antalya)
h6	2	<i>A. haussknechtii</i> (MK321708), <i>A. haussknechtii</i> (Amasya)
h7	3	<i>A. oreodoxa</i> (MK321715), <i>A. oreodoxa</i> (Akseki1), <i>A. oreodoxa</i> (Akseki2),
h8	1	<i>A. saxicola</i> (MK321722)
h9	2	<i>A. sieheana</i> (Erdemli1), <i>A. sieheana</i> (Erdemli2)
h10	2	<i>A. aucheriana</i> (Gözne1), <i>A. aucheriana</i> (Gözne2),
h11	2	<i>A. milliana</i> (Mut1), <i>A. milliana</i> (Mut2),
h12	2	<i>A. saxicola</i> (Pınarönü1), <i>A. saxicola</i> (Pınarönü2)
h13	1	<i>A. dumanii</i> (Ermenek)
h14	1	<i>A. orientalis</i> (EU919575/Gümüşhane)
h15	3	<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (Malatya Levent), <i>A. orientalis</i> var. <i>leucantha</i> (Hacılar), <i>A. orientalis</i> var. <i>leucantha</i> (Avanos)
h16	1	<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (Akdamar)
h17	1	<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (Ermenek)
h18	1	<i>A. orientalis</i> var. <i>orientalis</i> (MK321716/Almanya)
h19	2	<i>A. macrophylla</i> (EU919573), <i>A. macrophylla</i> (MK321714)
h20	2	<i>A. areolata</i> var. <i>sublaevis</i> (Manisa1), <i>A. areolata</i> var. <i>sublaevis</i> (Manisa2)
h21	2	<i>A. macrophylla</i> (Antalya1), <i>A. macrophylla</i> (Antalya2)

Çizelge 4.3'ün devamı

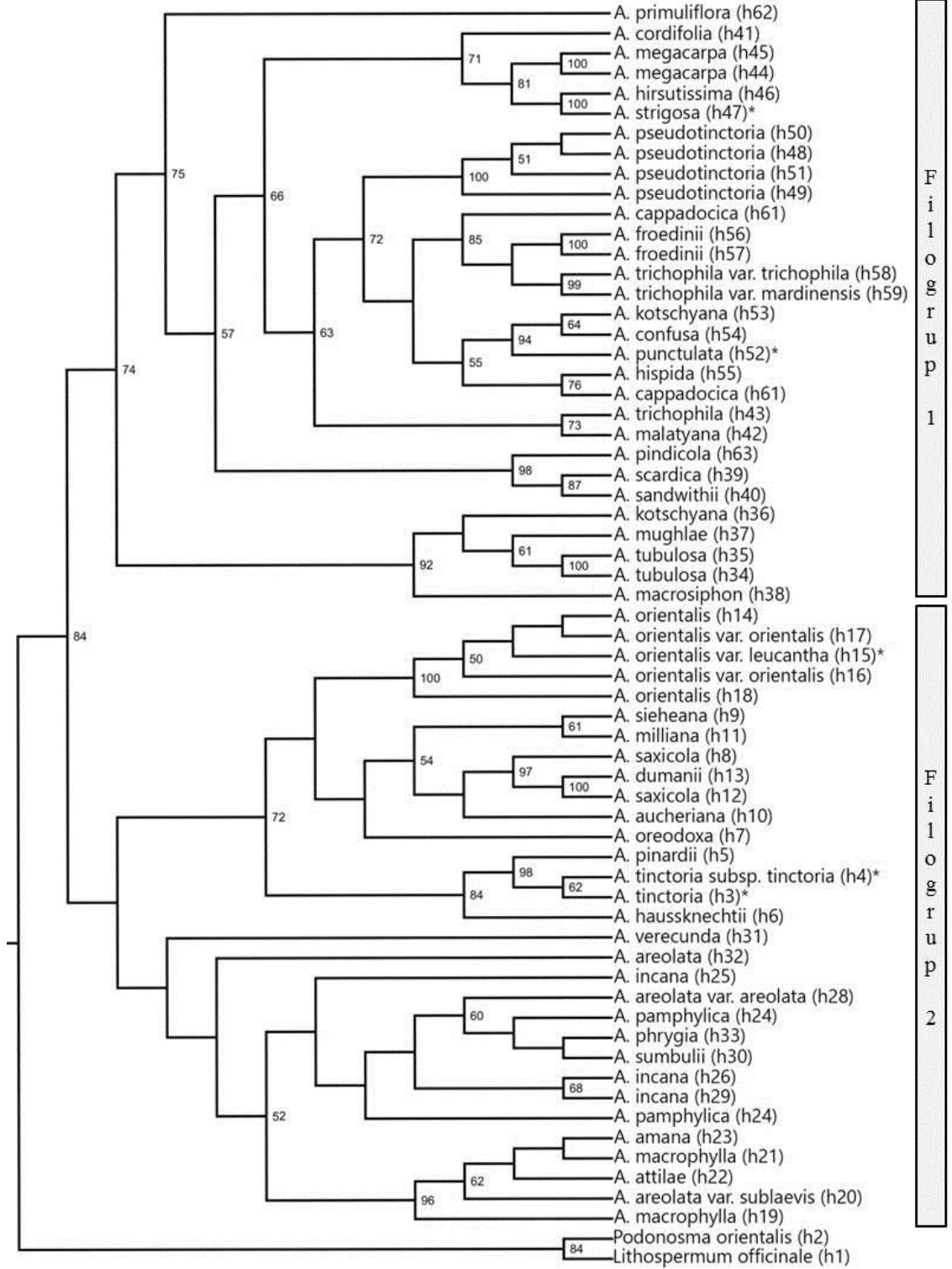
h22	2	<i>A. attilae</i> (Beydağları1), <i>A. attilae</i> (Beydağları2)
h23	1	<i>A. amana</i> (Amanoslar)
h24	1	<i>A. pamphylica</i> (MK321717/Antalya)
h25	1	<i>A. incana</i> (İnsuyu)
h26	1	<i>A. incana</i> (MK321710/Burdur)
h27	2	<i>A. pamphylica</i> (Korkuteli1), <i>A. pamphylica</i> (Korkuteli2)
h28	2	<i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> (Karakuyu), <i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> (Eğirdir)
h29	2	<i>A. incana</i> (Çeltikçi1), <i>A. incana</i> (Çeltikçi2)
h30	1	<i>A. sumbulii</i> (Sivrihisar)
h31	3	<i>A. verecunda</i> (Taşkent1), <i>A. verecunda</i> (Taşkent2), <i>A. verecunda</i> (Akseki)
h32	1	<i>A. areolata</i> var. <i>areolata</i> (MK321704/Konya)
h33	1	<i>A. phrygia</i> (Honaz)
h34	4	<i>A. tubulosa</i> (MK321726), <i>A. tubulosa</i> (Geyre1), <i>A. tubulosa</i> (Geyre2), <i>A. tubulosa</i> (Honaz)
h35	1	<i>A. tubulosa</i> (Tekirdağ)
h36	1	<i>A. kotschyana</i> (MK321711/Amasya)
h37	3	<i>A. mughlae</i> (Ortaca1), <i>A. mughlae</i> (Ortaca2), <i>A. mughlae</i> (İztuzu),
h38	2	<i>A. macrosiphon</i> (Alanya1), <i>A. macrosiphon</i> (Alanya2)
h39	1	<i>A. scardica</i> (MK321723)
h40	1	<i>A. sandwithii</i> (MK321721)
h41	2	<i>A. cordifolia</i> (Ardanuç1), <i>A. cordifolia</i> (Ardanuç2)
h42	2	<i>A. malatyana</i> (Malatya1), <i>A. malatyana</i> (Malatya2)
h43	1	<i>A. trichophila</i> (MK321706/İsfahan)
h44	1	<i>A. megacarpa</i> (EU919574/Malatya)
h45	3	<i>A. megacarpa</i> (Elazığ), <i>A. megacarpa</i> (Reşadiye), <i>A. megacarpa</i> (Sürgü)
h46	1	<i>A. hirsutissima</i> (EU919572)

Çizelge 4.3'ün devamı

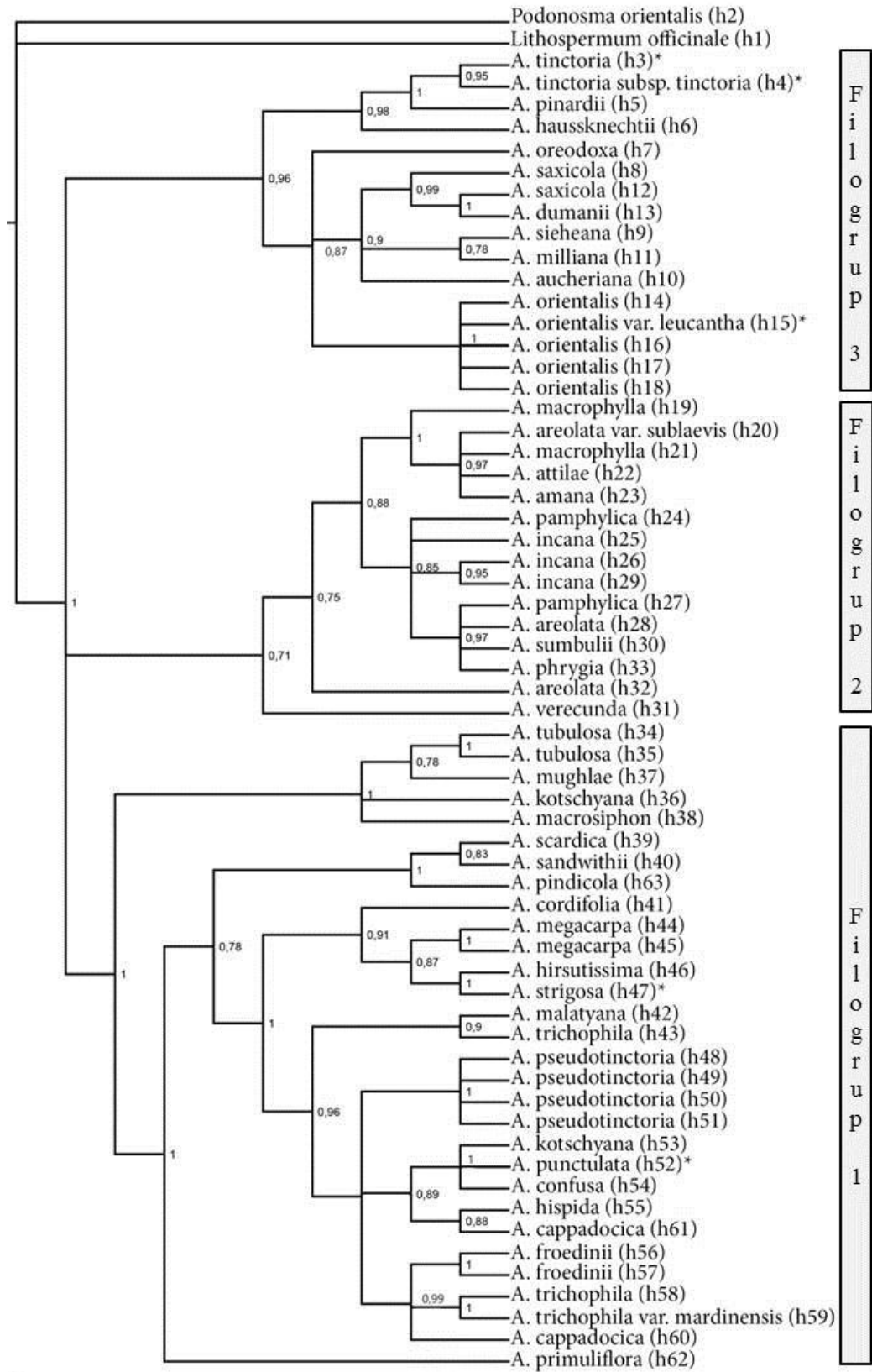
h47	7	<i>A. hirsutissima</i> (Nizip), <i>A. hirsutissima</i> (Antep), <i>A. hirsutissima</i> (Malatya), <i>A. hirsutissima</i> (MK321709/Suriye), <i>A. strigosa</i> (MK321724/İsrail), <i>A. strigosa</i> (Maşuk1), <i>A. strigosa</i> (Maşuk2),
h48	1	<i>A. pseudotinctoria</i> (MK321720)
h49	1	<i>A. pseudotinctoria</i> (Konya Karaören)
h50	1	<i>A. pseudotinctoria</i> (Ihlara)
h51	2	<i>A. pseudotinctoria</i> (Denizli1), <i>A. pseudotinctoria</i> (Denizli2)
h52	6	<i>A. punctulata</i> (Mut), <i>A. punctulata</i> (Gülner), <i>A. kotschyana</i> (Mersin Bozyazı), <i>A. confusa</i> (Samandağ), <i>A. confusa</i> (Şenköy), <i>A. confusa</i> (Yayladağ-Şenköy)
h53	2	<i>A. kotschyana</i> (Gülek1), <i>A. kotschyana</i> (Gülek2)
h54	1	<i>A. confusa</i> (Mersin Aslanköy)
h55	2	<i>A. hispida</i> (Kazancı-Gülner), <i>A. hispida</i> (Kazancı-Ermenek),
h56	1	<i>A. froedinii</i> (MK321707)
h57	3	<i>A. froedinii</i> (Gevaş), <i>A. froedinii</i> (Gevaş-Pınarbaşı), <i>A. froedinii</i> (Tatvan)
h58	2	<i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i> (Şirvan1), <i>A. trichophila</i> var. <i>trichophila</i> (Şirvan2),
h59	3	<i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i> (Ergani), <i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i> (Mardin Çiftlikköy), <i>A. trichophila</i> var. <i>mardinensis</i> (Mardin Kızıltepe)
h60	3	<i>A. cappadocica</i> (Kayseri), <i>A. cappadocica</i> (Talas), <i>A. cappadocica</i> (Hacılar)
h61	1	<i>A. cappadocica</i> (MK321705)
h62	2	<i>A. primuliflora</i> (Edirne Süloğlu1), <i>A. primuliflora</i> (Edirne Süloğlu2)
h63	1	<i>A. pindicola</i> (MK321719)



Şekil 4.90. *Alkanna* cinsinin ITS bölgesi ile MP analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç (h: haplotip Bkz. Çizelge 4.3, * farklı taksonlara ait paylaşılan haplotip)



Şekil 4.91. *Alkanna* cinsinin ITS bölgesi ile MO analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç (h: haplotip Bkz. Çizelge 4.3, * farklı taksonlara ait paylaşılan haplotip)



Şekil 4.92. *Alkanna* cinsinin ITS bölgesi ile BF analizi sonucu oluşturulan filogenetik ağaç (h: haplotip Bkz. Çizelge 4.3, * farklı taksonlara ait paylaşılan haplotip)

Yakın lokalitelerde yayılış gösteren *A. confusa* (Hatay), *A. punctulata* (Mersin), *A. kotschyana* (Mersin) türlerine ait örnekler arasında haplotip paylaşımına rastlanmıştır. *A. confusa* ve *A. kotschyana* türleri birbirlerine morfolojik olarak benzemelerine rağmen, *A. punctulata* türünün meyve yapısı oldukça farklıdır. İzolasyon bariyerleri nedeniyle bu türler arasındaki haplotip paylaşımı geçmişten gelen polimorfizm veya geçmişte yaşanmış türler arası gen akışı ile açıklanabilir. Batı Anadolu’da yayılış gösteren *A. tinctoria* alt türleri ve *A. pinardii* popülasyonları arasında da haplotip paylaşımı belirlenmiştir. *A. pinardi* ve *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa* taksonlarına ait Antalya Lara lokalitesine ait örnekler kullanılmıştır. Simpatrik yayılış gösteren türler arasında haplotip paylaşımı atasal polimorfizm kalıntısı, taksonlar arası gen akışı ve geçmişte yaşanmış hibritleşmeye işaret etmektedir. Güney Doğu’da yayılış gösteren *A. strigosa* (İsrail, Urfa), *A. hirsutissima* (Suriye, Malatya, Nizip, Antep) türleri arasında da haplotip paylaşımı görülmektedir. Arazi çalışmaları sırasında örneklenen *A. strigosa* ve *A. hirsutissima* türlerinin aynı haplotipi paylaşması ilk başta örneklem hatasını akla getirmesine rağmen NCBI’den alınan *A. strigosa* İsrail ve *A. hirsutissima* Suriye örneklerinin de çalışılan gen bölgesi bakımından aynı haplotipi paylaşması örneklem hatası olmadığına işaret etmektedir. Buna göre günümüz haplotip paylaşımı izolasyon nedeniyle olasılıkla güncel olmayan, geçmişte yaşanmış gen geçişleri veya atasal polimorfizm ile açıklanabilir. Aynı haplotipi paylaşan türler arasındaki mevcut durumu açıklığa kavuşturabilmek için, türlere ait farklı popülasyonlar, çok sayıda örnek ve farklı primerlerle çalışılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Farklı lokalitelerden toplanan *A. areolata* var. *areolata* (Afyon ve Eğirdir), *A. verecunda* (Akseki ve Taşkent), *A. mughlae* (Ortaca ve İztuzu), *A. megacarpa* (Elazığ, Sürgü ve Reşadiye), *A. froedinii* (Gevaş ve Tatvan) ve *A. cappadocica* (Kayseri, Talas ve Hacılar) taksonlarının kendilerine özgü haplotipe sahip oldukları belirlenmiştir. *A. megacarpa* veya *A. verecunda* gibi popülasyonları allopatrik yayılış gösteren türlere ait farklı lokalitelerden toplanan örneklerinin aynı haplotipi paylaşması ve lokal bir alanda bulunması bu türlere ait popülasyonların ortak ataya sahip olduğuna ve geçmişte parçalanmış bir popülasyonun kalıntıları olduğuna işaret etmektedir. *A. mughlae*, *A. froedinii* veya *A. cappadocica* gibi popülasyonları simpatrik yayılış gösteren bu türlere ait farklı lokalitelerden toplanan örneklerinin aynı haplotipi paylaşması geçmişte yaşanmış gen akışı ve yakın zamanda yayılış genişlemesinin sonucu ile açıklanabilir.

A. incana (Çeltikçi ve İnsuyu), *A. tubulosa* (Tekirdağ ve Anadolu), *A. orientalis* (Almanya, Gümüşhane, Akdamar, Ermenek, Malatya), *A. areolata* varyeteleri (Konya, Afyon, Eğirdir ve Manisa), *A. pseudotinctoria* (Denizli, Konya Karaören, Aksaray Ihlara), *A. pamphylica*, *A. macrophylla* taksonlarının farklı lokalitelerinden toplanan örnekleri arasında haplotip paylaşımı oldukça azdır. Aynı taksona ait popülasyonlar tek veya az sayıda nükleotidle birbirlerinden ayrılmaktadırlar.

A. oreodoxa, *A. amana*, *A. haussknechtii*, *A. attilae*, *A. milliana*, *A. malatyana* gibi dar yayılışlı olan, az sayıda veya tek popülasyonla temsil edilen türlerin buzul dönemlerinden sonra kalıntı türler veya yakın zamanda oluşmuş türler olduğu düşünülmektedir.

Filogenetik analizlerde NCBI’den alınan *Podonosma orientalis* (L.) Feinbrun ve *Lithospermum officinale* L. türleri iç gruba yeterli uzaklıkta olmaları nedeniyle uygun

dış gruplar olarak seçildiler. Dış grupla birlikte toplam 126 *ITS* dizisine ait toplam 63 haplotip saptanmış ve filogenetik analizlerde kullanılmıştır.

İkisi dış grup olmak üzere toplam 63 haplotipten oluşan matrikse uygulanan MP yaklaşımı ile uygulanan 100 tekrarlı seç bağla analizinden edinilen ağaç her bir düğümde alınan destek değerleri ile Şekil 4.90'da verilmiştir. Cinsin monofilisi yüksek oranda (%98) desteklenmiştir. MP seç bağla ağacı cins içerisinde iki filogrup önermiştir. Her iki filogrup %50'nin üzerinde seç bağla (bootstrap) değerleri ile desteklenmektedir. İlk filogrup %89 seç-bağla destek değeri almıştır. Bu filogrup *A. tubulosa*, *A. mughlae*, *A. macrosiphon* ve NCBI'dan alınan *A. kotschyana* haplotiplerinin oluşturduğu iç filogrup ile başlar. *A. primuliflora* haplotipi alt filogrupla %78 oranında destek alarak bazal olarak bağlanmıştır. İç filogrup monofilisi %50'nin üzerinde (%57) destek almıştır. İç filogrupta %95 ile yüksek oranda desteklenen *A. scardica*, *A. sandwithii*, *A. pindicola* haplotipleri Balkan tür grubunu oluşturmaktadır. Sonraki basamakta yer alan iç filogrup %67 seç-bağla desteği alarak bazal trikotomi ile başlar. İç filogrupta %60 seç bağla değeri ile desteklenen *A. cordifolia* haplotipi, NCBI'dan alınan *A. megacarpa* haplotipi, Malatya Sürgü, Reşadiye ve Elazığ lokalitelerinden toplanan örnekler için *A. megacarpa* haplotipi, NCBI'dan alınan *A. hirsutissima* haplotipi, NCBI'dan alınan İsrail *A. strigosa*, Suriye *A. hirsutissima*, Urfa *A. strigosa*, Antep, Malatya ve Nizip lokalitelerine ait *A. hirsutissima* örneklerinin paylaştığı haplotip bazal trikotominin ilk grubunu oluşturur. Bazal trikotominin ikinci grubunda %74 seç-bağla değeri ile desteklenen *A. malatyana* ve NCBI'dan alınan İran İsfahan *A. trichophila* türlerine ait haplotipler yer alır. Bazal trikotominin üçüncü grubu %80 seç-bağla destek değeri alarak kendi içinde bazal trikotomi oluşturmuştur. İlk iç grup %60 seç-bağla değeri ile desteklenen, NCBI'dan alınan *A. froedinii*, Gevaş ve Tatvan *A. froedinii* örneklerine ait haplotipler, *A. trichophila* varyetelerine ait haplotipler ile Kayseri çevresinden toplanan *A. cappadocica* örneklerine ait haplotiplerin oluşturduğu iç gruptan oluşmaktadır. İkinci iç grup %60 seç-bağla destek değeri alan, *A. kotschyana*, *A. punctulata*, *A. confusa*, *A. hispida* ve NCBI'dan alınan *A. cappadocica* haplotipleri yer alır. İkinci iç grupta %96 seç-bağla desteği alan, Mersin Gülek'den toplanan *A. kotschyana* örneklerine ait haplotip, Mersin Aslanköy'den toplanan *A. confusa* örneğine ait haplotip ile aynı haplotipi paylaşan Mersin *A. punctulata*, Mersin Bozyazı *A. kotschyana* ve Hatay *A. confusa* örnekleri küçük bir grup oluşturur. Bu grupla %58 seç-bağla desteği alan Ermenek'den toplanan *A. hispida* örneklerine ait haplotip ile NCBI'dan alınan *A. cappadocica* haplotipinden oluşan küçük grup dikotomi meydana getirir. Üçüncü iç grup %100 seç-bağla desteği alan ve bazal politomi meydana getiren Denizli, Konya Karaören, Aksaray İhlara ve NCBI'dan alınan *A. pseudotinctoria* haplotiplerinden oluşur.

İkinci filogrup %56 seç-bağla destek değeri alan ve üç alt filogruptan oluşan trikotomi ile başlar. İlk alt filogrubu %78 dal destek değeri alarak monofilisini desteklemiştir. Konya Taşkent ve Antalya Akseki lokalitelerinden toplanan *A. verecunda* örneklerine ait haplotip alt filogruba bazal olarak bağlanmıştır. NCBI'dan alınan *A. areolata* haplotipi iç filogrupla %58 destek değeri alarak dikotomi oluşturmuştur. İç filogrup da %56 destek alarak dikotomi meydana getirmiştir. İlk grup %59 seç-bağla destek değeri almıştır. NCBI'dan alınan *A. pamphylica* haplotipi ve Burdur İnsuyu'ndan toplanan *A. incana* örneklerine ait haplotip diğer iç gruplara bazal olarak bağlanmıştır. NCBI'dan alınan ve Burdur Çeltikçi'den toplanan *A. incana* türüne

ait haplotipler %67 seç-bağla desteği alarak küçük bir iç grup oluşturmuştur. Antalya Korkuteli *A. pamphylica*, Afyon Karakuyu *A. areolata* var. *areolata*, Eskişehir Sivrihisar *A. sumbulii* ve Denizli Honaz *A. phrygia* türlerine ait haplotipler %65 destek değeri alarak bazal politomi meydana getirmiştir. İkinci grup %99 seç-bağla destek değeri almıştır. NCBI'dan alınan *A. macrophylla* iç gruba bazal olarak bağlanmıştır. Manisa Spil'den toplanan *A. areolata* var. *sublaevis*'e ait örneklerin haplotipi, Antalya'dan toplanan *A. macrophylla* örneklerine ait haplotip, Antalya Beydağları lokalitesinden toplanan *A. attilae* örneklerine ait haplotip ve Amanos dağları'ndan toplanan *A. amana* türüne ait haplotip bazal politomi oluşturmuş ve %66 seç-bağla destek değeri almıştır. İkinci alt filogrup %58 seç-bağla destek değeri almıştır. NCBI'dan alınan *A. oreodoxa* ve Akseki Erenyaka lokalitesinden toplanan *A. oreodoxa* türüne ait örnekler aynı haplotipi paylaşmış ve alt filogruba bazal olarak bağlanmıştır. Seç-bağla destek değeri %82 olan gruba Mersin Gözne lokalitesinden toplanan *A. aucheriana* türüne ait örneklerin haplotipi bazal dal oluşturarak bağlanmıştır. Mersin Erdemli *A. sieheana* türüne ait haplotip ve Mersin Mut *A. milliana* türüne ait haplotip %66 seç-bağla destek değeri alarak iç grup oluşturmuştur. NCBI'dan alınan *A. saxicola* haplotipi, Ermenek Pınarönü *A. saxicola* ve Ermenek *A. dumanii* türlerine ait haplotipler %83 destek değeri alarak küçük bir iç grup oluşturmuştur. NCBI'dan alınan Gümüşhane ve Almanya, Kayseri Hacılar, Nevşehir Avanos, Malatya Levent, Van Akdamar ve Karaman Ermenek *A. orientalis* varyetelerine ait haplotipler bazal politomi meydana getirmiş ve monofilisi %100 desteklenmiştir. Üçüncü alt filogrup %68 seç-bağla destek değeri alarak Amasya ve NCBI'dan alınan *A. haussknechtii* türüne ait haplotip, NCBI'dan alınan *A. pinardii* haplotipi, aynı haplotipleri paylaşan Antalya Lara *A. pinardi*, Antalya ve Denizli Pamukkale *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa* alttürü, İzmir Birgi *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* alttürü ve NCBI'dan alınan *A. tinctoria*, aynı haplotipe sahip Edirne ve Isparta *A. tinctoria* subsp. *tinctoria*, Burdur *A. tinctoria* subsp. *anatolica*, Muğla *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* alttürleri iç grubu oluşturur.

MODELTEST veri seti Akaike bilgi kriterine (AIC: Akaike Information Criterion) göre SYM+G modelini (lnL= 2979,2904, nst = 6, gamma shape = 0,4190) en uygun nükleotit değişim modeli olarak önerdi. Bu modele göre titv = 1,2975, baz frekansları adenin (A) = 0,2456, sitozin (C) = 0,2584, guanin (G) = 0,2647, timin (T) = 0,2313 olarak belirlendi. Substitusyon modelinin önerdiği baz değişim oranları R (a) [A-C] = 0,7398, R (b) [A-G] = 1,0811, R (c) [A-T] = 0,9754, R (d) [C-G] = 0,3113, R (e) [C-T] = 2,9129, R (f) [G-T] = 1,0000 olarak hesaplandı.

Önerilen model ve parametreler doğrultusunda MO filogenetik analizi yapıldı. MO analizi sonucu elde edilen filogenetik ağaç ve dal destek değerleri Şekil 4.91'de verilmiştir. Cinsin monofilisi %84 oranında desteklenmiştir. MO ağaç filogenisi MP ağacına benzer şekilde cins içerisinde iki filogrup önermiştir. Fakat dal destek değerleri bazı düğümlerde düşük çıkmıştır. İlk filogrup %74 dal destek değeri almıştır. İlk alt filogrup Alanya *A. macrosiphon* türüne ait haplotip, NCBI'dan alınan *A. kotschyana* haplotipi, Muğla Ortaca ve İztuzu lokalitelerinden toplanan *A. mughlae* örneklerine ait haplotip, Tekirdağ *A. tubulosa* türüne ait haplotip, aynı haplotipe sahip Aydın Geyre, Denizli Honaz ve NCBI'dan alınan *A. tubulosa*'dan oluşmaktadır. Bu grubun akrabalık ilişkisi *A. macrosiphon* + (*A. kotschyana* + (*A. mughlae* + (*A. tubulosa* Tekirdağ + *A. tubulosa*))) olarak önerilmiştir. İkinci alt filogruba %75 dal destek değeri alarak ilk Tekirdağ *A. primuliflora* türüne ait haplotip bazal dal olarak ayrılmıştır. NCBI'dan

alınan *A. pindicola*, *A. scardica*, *A. sandwithii* haplotipleri %98 dal destek değeri olarak Balkan tür grubunu oluşturur. Sonraki basamakta %66 dal destek değeri olarak iki gruba ayrılır. İlk grup %71 dal destek değeri alan Artvin *A. cordifolia* örneklerine ait haplotip, NCBI'dan alınan *A. megacarpa* haplotipi, Malatya Sürğü, Reşadiye ve Elazığ örneklerine ait *A. megacarpa* haplotipi, NCBI'dan alınan *A. hirsutissima* haplotipi, NCBI'dan alınan ve aynı haplotipi paylaşan İsrail *A. strigosa*, Suriye *A. hirsutissima*, Urfa *A. strigosa*, Antep, Malatya ve Nizip lokalitelerinden toplanan *A. hirsutissima* örneklerinden oluşur. İkinci grup %63 dal destek değeri olarak dikotomi oluşturur. Bu gruptan ilk olarak %73 dal destek değeri alan Malatya Levent lokalitesinden toplanan *A. malatyana* türüne ait örneklerin haplotipi ve NCBI'dan alınan İran İsfahan *A. trichophila* örneğine ait haplotipten oluşan grup ayrılır. İkinci olarak dikotomi oluşturan ve %72 dal destek değeri alan grup ayrılır. İlk iç grup yüksek dal destek değeri alan *A. pseudotinctoria* haplotiplerinden oluşur. Monofilisi yüksek oranda desteklenen *A. pseudotinctoria* tür grubunun akrabalık ilişkisi Konya + (Denizli + (Aksaray + NCBI haplotipi)) olarak önerilir. İkinci iç grup düşük dal destek değeri ile dikotomi oluşturur. İlk %85 seç-bağla değeri ile desteklenen, NCBI'dan alınan *A. froedinii* haplotipi, Gevaş ve Tatvan lokalitelerinden toplanan *A. froedinii* örneklerine ait haplotipi, *A. trichophila* örneklerine ait haplotipler ile Kayseri çevresinden toplanan *A. cappadocica* örneklerine ait haplotipin oluşturduğu alt iç grupta yer alır. Bu alt iç grubun akrabalık ilişkisi *A. cappadocica* + ((*A. trichophila* var. *trichophila* + *A. trichophila* var. *mardinensis*) + (*A. froedinii* + *A. froedinii*NCBI)) olarak önerilir. İkinci alt iç grup %55 dal destek değeri olarak, Mersin Gülek *A. kotschyana* örneklerine ait haplotip, Mersin Aslanköy *A. confusa* örneklerine ait haplotip, aynı haplotipi paylaşan Mersin *A. punctulata*, Mersin Bozyazı *A. kotschyana*, Hatay *A. confusa* türleri, NCBI'dan *A. cappadocica* popülasyonuna ait haplotip, Ermenek *A. hispida* popülasyonuna ait haplotipten oluşur. Mersin Gülek *A. kotschyana* örneklerine ait haplotip, Mersin Aslanköy *A. confusa* popülasyonuna ait haplotip, aynı haplotipi paylaşan Mersin Mut ve Gülnar *A. punctulata* örnekleri, Mersin Bozyazı *A. kotschyana* türü, Hatay Samandağ, Şenköy ve Yayladağ lokalitelerinden toplanan *A. confusa* türü %94 dal destek değeri olarak küçük bir grup oluşturmuştur. İkinci küçük grup %73 dal destek değeri olarak NCBI'dan alınan *A. cappadocica* dizisi, Ermenek lokalitelerinden toplanan *A. hispida* türüne ait haplotipten oluşur.

İkinci filogrup düşük dal destek değeri almış ve bazal dikotomi önermiştir. İlk alt filogruba, Konya Taşkent ve Antalya Akseki lokalitelerinden toplanan *A. verecunda* türü örneklerine ait haplotip bazal olarak yer alır. NCBI'dan alınan *A. areolata* haplotipi düşük destek değeri olarak iç filogruba bağlanmıştır. Sonraki basamakta Burdur İnsuyu lokalitesinden toplanan *A. incana* haplotipi düşük dal destek değeri olarak bazal olarak bağlanmıştır. NCBI'dan alınan *A. pamphylica* haplotipi de çok düşük destek değeriyle iç gruba bağlanır. Burdur Çeltikçi *A. incana* örneklerine ait haplotip ve NCBI'dan alınan *A. incana* haplotipi %68 dal destek değeri olarak iç grup oluşturur. Bu iç gruba Afyon Karakuyu *A. areolata* var. *areolata*, Antalya Korkuteli *A. pamphylica*, Eskişehir Sivrihisar *A. sumbulii* ve Denizli Honaz *A. phrygia* türlerine ait haplotipler düşük dal destek değeri ile bağlanmıştır. Bu iç grubun akrabalık ilişkisi *A. areolata* + (*A. pamphylica* + (*A. phrygia* + *A. sumbulii*)) şeklinde önermiştir. Amanos dağları *A. amana* örneğine ait haplotip, Antalya *A. macrophylla* örneğine ait haplotip, Antalya Bey dağları *A. attilae* örneğine ait haplotip, Manisa Spil dağı *A. areolata* var. *sublaevis* örneğine ait haplotip ve NCBI'dan alınan *A. macrophylla* haplotipi %96 dal destek

değeri olarak iç grup oluşturur. Bu grubun akrabalık ilişkisini *A. macrophylla* NCBI + (*A. areolata* var. *sublaevis* + (*A. attilae* + (*A. amana* + *A. macrophylla*))) olarak önermiştir. İkinci alt filogrup %72 dal destek değeri olarak bazal dikotomi ile başlar. İlk grup %84 dal destek değeri alan aynı haplotipe sahip NCBI'dan alınan *A. haussknechtii* ve Amasya *A. haussknechtii* örneği, NCBI'dan alınan *A. pinardii* haplotipi, aynı haplotipleri paylaşan Antalya Lara *A. pinardii*, Antalya ve Denizli Pamukkale *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa*, İzmir Birgi *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* taksonlarına ait örnekler ve NCBI'dan alınan *A. tinctoria*, aynı haplotipe sahip Edirne ve Isparta *A. tinctoria* subsp. *tinctoria*, Burdur *A. tinctoria* subsp. *anatolica*, Muğla *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* örneklerinden oluşmaktadır. İkinci grup düşük dal destek değeri alan iki iç gruptan oluşur. İlk iç gruba aynı haplotipi paylaşan NCBI'dan alınan *A. oreodoxa* ve Akseki *A. oreodoxa* haplotipi bazal olarak bağlanır. İç grup Mersin Erdemli *A. aucheriana* haplotipi ve Mersin Mut *A. milliana* haplotipi %61 dal destek değeri olarak *A. aucheriana* + *A. milliana* olarak önerilir. Akseki ve NCBI'dan alınan *A. oreodoxa* haplotipi ve *A. saxicola* haplotipi, Ermenek Pınarönü *A. saxicola* ve Ermenek *A. dumanii* türlerine ait haplotipler düşük destek değeri olarak küçük bir iç grup oluşturmuştur. Bu grubun akrabalık ilişkisi *A. oreodoxa* + (*A. aucheriana* + (*A. saxicola* + (*A. dumanii* + *A. saxicola*))) olarak önerilir. İkinci iç grup *A. orientalis* NCBI'dan alınan Gümüşhane haplotipi, Karaman Ermenek örneğine ait haplotip, Malatya Levent örneğine ait haplotip, Van Akdamar örneğine ait haplotip, NCBI'dan alınan Almanya örneğine ait haplotipten oluşmaktadır. *A. orientalis* grubunun monofilisi yüksek dal destek değeri almış ve akrabalık ilişkisi Almanya +(Akdamar + (Malatya + (Gümüşhane + Ermenek))) olarak önerilmiştir.

MrBayes v.3.2.6 programı yardımıyla 63 haplotipe uygulanan Bayesiyen analizinden elde edilen %50 çoğunluk uyum ağacı posterior olasılık değerleriyle birlikte Şekil 4.92'de verilmiştir. BF ağacı diğer filogenetik analizler gibi cinsin monofilisine yüksek son olasılık değeri ile destek vermiştir. BF ağacı cins içinde üç ana filogrup önermiştir. Her üç ana filogrup da 0,70'in üzerinde son olasılık değerleri ile desteklenmektedir. İlk ana filogrup yüksek son olasılık değeri (1) almıştır. Bu filogrup *A. tubulosa*, *A. mughlae*, *A. macrosiphon* ve NCBI'dan alınan *A. kotschyana* haplotiplerinin oluşturduğu alt filogrup ile başlar. Denizli Honaz, Aydın Geyre ve NCBI'dan *A. tubulosa* örneklerine ait haplotip ve Tekirdağ *A. tubulosa* örneğine ait haplotipin oluşturduğu grubun monofilisi yüksek son olasılık değeri (1) ile desteklenmiş, ve bu gruba Muğla İztuzu ve Ortaca lokalitelerinden toplanan *A. mughlae* türüne ait haplotip yüksek son olasılık değeri ile bağlanmıştır. Bu alt filogruba Alanya *A. macrosiphon* türüne ait haplotip ve NCBI'dan alınan Amasya *A. kotschyana* dizisi bazal olarak bağlanmıştır. Bir sonraki basamakta Edirne Süloğlu *A. primuliflora* örneklerine ait haplotip alt filogrupla yüksek (1) son olasılık değeri olarak bazal olarak bağlanmıştır. İç filogrup düğümünde 0,78 son olasılık değeri ile bağlanan *A. scardica*, *A. sandwithii*, *A. pindicola* dizileri Balkan tür grubunu oluşturmaktadır. Balkan tür grubunun akrabalık ilişkisi *A. pindicola* + (*A. scardica* + *A. sandwithii*) olarak 1 son olasılık değeri ile önerilir. Sonraki basamakta 1 son olasılık değeri olarak iki gruba ayrılır. İlk grup yüksek son olasılık değeri (0,91) alan Artvin *A. cordifolia* örneklerine ait haplotip, NCBI'dan alınan *A. megacarpa* dizisi, Malatya Sürgü, Reşadiye ve Elazığ örneklerine ait *A. megacarpa* haplotipi, NCBI'dan alınan *A. hirsutissima* dizisi, NCBI'dan alınan ve aynı haplotipi paylaşan İsrail *A. strigosa*, Suriye *A. hirsutissima*, Urfa *A. strigosa*, Antep, Malatya ve Nizip lokalitelerinden toplanan *A. hirsutissima*

türünden oluşur. İkinci grup 0,96 son olasılık destek değeri olarak dikotomi oluşturur. Bu gruptan ilk olarak 0,9 son olasılık destek değeri alan Malatya Levent *A. malatyana* türüne haplotipi ve NCBI'dan alınan İran İsfahan *A. trichophila* türüne ait haplotipten oluşan grup ayrılır. Diğer grup yüksek son olasılık değeri (1) olarak trikotomi oluşturur. İlk ayrılan düğüm 0,99 son olasılık değeri ile desteklenen, NCBI'dan alınan *A. froedinii* dizisi, Gevaş ve Tatvan *A. froedinii* örneklerine ait haplotip, *A. trichophila* örneklerine ait haplotipler ile Kayseri çevresinden toplanan *A. cappadocica* örneklerine ait haplotip alt iç grubu oluşturur. Bu alt iç grubun akrabalık ilişkisi MO ve MP ağaçlarında olduğu gibi *A. cappadocica* + ((*A. trichophila* var. *trichophila* + *A. trichophila* var. *mardinensis*) + (*A. froedinii* + *A. froedinii*NCBI)) olarak önerilir. İkinci iç grup 0,89 son olasılık değeri olarak, Mersin Gülek *A. kotschyana* popülasyonuna ait haplotip, Mersin Aslanköy *A. confusa* örneklerine ait haplotip, aynı haplotipi paylaşan Mersin çevresinden toplanan *A. punctulata*, Mersin Bozyazı'dan toplanan *A. kotschyana*, Hatay çevresinden toplanan *A. confusa* türleri ile NCBI'dan *A. cappadocica* dizisine ait haplotip, Ermenek *A. hispida* örneklerine ait haplotipten oluşur. Mersin Gülek *A. kotschyana* türüne ait haplotip, Mersin Aslanköy *A. confusa* türüne ait haplotip, aynı haplotipi paylaşan Mersin Mut ve Gülnar *A. punctulata* örnekleri, Mersin Bozyazı'dan *A. kotschyana* türü, Hatay Samandağ, Şenköy ve Yayladağ'dan toplanan *A. confusa* türü yüksek son olasılık destek değeri (1) olarak küçük bir grup oluşturmuştur. İkinci küçük grup 0,88 son olasılık destek değeri olarak NCBI'dan alınan *A. cappadocica* dizisine ait haplotip ve Ermenek *A. hispida* türüne ait haplotipten oluşur. Üçüncü iç grup MP ağacındaki gibi yüksek son olasılık değeri (1) alan ve bazal politomi meydana getiren Denizli, Konya Karaören, Aksaray İhlara ve NCBI'dan alınan *A. pseudotinctoria* haplotiplerinden oluşur.

İkinci ana filogrup 0,71 son olasılık değeri almış ve bu gruptan ilk olarak Konya Taşkent ve Antalya Akseki *A. verecunda* örneklerine ait haplotip ayrılmıştır. Bir sonraki basamakta NCBI'dan alınan *A. areolata* dizisi 0,75 son olasılık değeri olarak iç filogruba bağlanmıştır. İç filogrup 0,88 son olasılık değeri olarak dikotomi oluşturur. İlk grup 0,85 son olasılık destek değeri almış ve Burdur İnsuyu *A. incana* örneğine ait haplotip ile NCBI'dan alınan *A. pamphylica* dizisi bazal olarak bağlanmıştır. Burdur Çeltikçi *A. incana* örneklerine ait haplotip ve NCBI'dan alınan *A. incana* dizisinin bulunduğu küçük grup 0,95 son olasılık değeri olarak desteklenmiştir. Afyon Karakuyu *A. areolata* var. *areolata*, Antalya Korkuteli *A. pamphylica*, Eskişehir Sivrihisar *A. sumbulii* ve Denizli Honaz *A. phrygia* türlerine ait haplotipler 0,97 son olasılık destek değeri olarak politomi oluşturmuştur. İkinci grup yüksek son olasılık değeri almış ve NCBI'dan alınan *A. macrophylla* haplotipi iç gruba dışardan bağlanmıştır. Amanos dağları *A. amana* örneğine ait haplotip, Antalya *A. macrophylla* örneklerine ait haplotip, Antalya Bey dağları *A. attilae* örneklerine ait haplotip, Manisa Spil dağı *A. areolata* var. *sublaevis* örneklerine ait haplotip 0,97 son olasılık destek değeri olarak politomi oluşturmuştur.

Üçüncü ana filogrup 0,96 son olasılık değeri almış ve bu ana gruptan ilk olarak 0,98 son olasılık değeri alan aynı haplotipe sahip NCBI'dan alınan *A. haussknechtii* ve Amasya *A. haussknechtii*, NCBI'dan alınan *A. pinardii*, aynı haplotipleri paylaşan Antalya Lara'dan toplanan *A. pinardii*, Antalya ve Denizli Pamukkale lokalitelerinden *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa*, İzmir Birgi'den toplanan *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* ve NCBI'dan alınan *A. tinctoria* dizileri, aynı haplotipe sahip Edirne ve

Isparta lokalitelerinden toplanan *A. tinctoria* subsp. *tinctoria*, Burdur'dan toplanan *A. tinctoria* subsp. *anatolica*, Muğla'dan toplanan *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* ayrılmıştır. Bir sonraki basamak trikotomi oluşturmuş ve 0.87 son olasılık değeri almıştır. İlk olarak NCBI'dan alınan *A. oreodoxa* ve Akseki Erenyaka *A. oreodoxa* örnekleri aynı haplotipi paylaşarak iç gruba bazal olarak bağlanmıştır. İkinci olarak 0,9 son olasılık değeri alarak trikotomiden oluşmuştur. İlk basamağında Mersin Gözne *A. aucheriana* örneklerine ait haplotip bazal dal oluşturarak yer alır. Daha sonra Mersin Erdemli'den toplanan *A. sieheana* örneklerine ait haplotip ve Mersin Mut'dan toplanan *A. milliana* örneklerine ait haplotip 0,78 son olasılık destek değeri alarak iç grup oluşturmuştur. Üçüncü basamağında NCBI'dan alınan *A. saxicola* dizisi, Ermenek Pınarönü *A. saxicola* ve Ermenek *A. dumanii* örneklerine ait haplotipler yüksek olasılık değeri alarak iç grup oluşturmuştur. Üçüncü olarak *A. orientalis* NCBI'dan alınan Gümüşhane haplotipi, Karaman Ermenek örneğine ait haplotip, Malatya Levent örneğine ait haplotip, Van Akdamar örneğine ait haplotip, NCBI'dan alınan Almanya dizisine ait haplotip yüksek olasılık değeri ile desteklenerek politomi oluşturur.

nrDNA *ITS* bölgesi kullanılarak yapılan filogenetik analizlerin tümü *Alkanna* cinsinin monofilisini yüksek seç-bağla ve son olasılık değerleri ile desteklemişlerdir. Ancak farklı algoritmalarla üretilen ağaçların her biri cinsin kökünde farklı dallanmalara işaret etmiştir. Filogenetik analizlerde MO ve MP ağaçları iki ana filogrup önerirken, BF ağacı üç ana filogrup önermiştir.

Üç ağaçta da ilk ana filogrupta *A. tubulosa*, *A. mughlae*, *A. kotschyana*, *A. macrosiphon* türleri yüksek destek alarak ilk alt filogrubu oluşturur. MO ağacında akrabalık ilişkisi *A. macrosiphon*Alanya. + (*A. kotschyana*NCBI + (*A. mughlae*İztuzu-Ortaca+ (*A. tubulosa*Tekirdağ + *A. tubulosa*Geyre-Honaz))) önerilirken, MP ve BF ağacında MO ağacından farklı olarak *A. macrosiphon* ve *A. kotschyana* haplotipleri alt filogrubu bazal olarak bağlanmıştır.

Batı Anadolu, NCBI ve Trakya'dan toplanan *A. tubulosa* örnekleri iki ayrı haplotip önermiş, türün monofilisi her üç ağaçta da desteklenmiştir. Tekirdağ dizisine ait haplotip diğer *A. tubulosa* dizilerine ait ortak haplotipten 591. (G-A) baz sırası ile tek bazlık mutasyonla ayrılır. *A. tubulosa* türü literatürlerde *A. kotschyana* ve *A. trichophila* taksonları ile akraba olduğu, korolla dışının tüylü olması ile *A. kotschyana* türünden, yapraklarının yoğun salgılı, seyrek veya orta derecede kıllı olması ile de *A. trichophila* taksonlarından ayrıldığı belirtilmiştir (Sümbül 1994). Ağaç topolojilerine bakıldığında bu türlerle aynı ana filogrupta fakat NCBI'dan alınan *A. kotschyana* haplotipi dışında uzak dallarda yer aldığı saptanmıştır. Gülek ve Bozyazı *A. kotschyana* dizilerine ait haplotipler, NCBI *A. kotschyana* haplotipinden farklı olarak uzak bir dalda yer almaktadır.

Muğla İztuzu ve Ortaca'dan toplanan *A. mughlae* örnekleri *ITS* gen dizileri bakımından aynı haplotipe sahiptir. *A. mughlae* türü taksonomik açıdan Duman vd. (1999)'leri tarafından *A. pinardii* ve *A. saxicola* türü ile yakın akraba tür olduğunu belirtilmesine rağmen bu türlerden oldukça uzakta, ayrı ana filogruplarda yer almıştır. *ITS* dizilerine göre *A. mughlae* türü *A. tubulosa* ve *A. macrosiphon* türleri ile aynı grupta yer almıştır.

A. macrosiphon türü kendine özgü haplotipe sahip olup Türkiye Florası'nda *A. tubulosa* türü ile akraba olduğu belirtilmiştir (Huber-Morath 1978). Sümbül (1994)'ün revizyon çalışmasında *A. macrosiphon* türü korolla dışının tüysüz oluşu, korolla renginin bazen mor mavi oluşu ile bu türden ayrıldığı belirtilmiştir. Her üç ağaçta da *A. macrosiphon* türü *A. tubulosa* ile aynı tür grubunda bulunması, bu türle akraba olduğu görüşünü desteklemektedir. *A. tubulosa* türü dışında diğer türlere göre düşük rakımda yetişen *A. mughlae* ve *A. macrosiphon* türlerinin aynı grupta yer alması dikkat çekicidir. Daha önce ülkemiz için endemik olan bu tür, Yunanistan'da 140 m'den toplandığı bildirilmiştir (Raab-Straube ve Raus 2015). Bu durum türleşmede yükseltinin etkili olduğunu göstermektedir.

Edirne ve çevresinde yayılış gösteren *A. primuliflora* türüne ait haplotip ilk ana filogrupta bulunup, bu gruba bazal olarak bağlanmıştır. Avrupa Balkan türleri olan *A. scardica* Griseb., *A. pindicola* Hausskn. ve *A. sandwithii* Rech.f. türlerine yakın çıkmıştır. Aynı coğrafyada yayılış gösteren türlerin birbirleriyle akraba olması bu türlerin coğrafya etkisi altında geliştiğini kanıtlamaktadır.

Orta ve Doğu Anadolu türlerinin bulunduğu ana filogrupta *A. tubulosa*, *A. macrosiphon*, *A. mughlae* gibi batı yayılışlı türlerle birlikte Balkan yani Avrupa türlerinin de yer alması geçmişte bu türlerin bir arada bulunduğunu ve daha sonra tekrar ayrıldığı senaryosunu oluşturmaktadır.

Üç ağaçta da ilk ana filogrupta meyve yüzey süsleri ağsı çukurcuklu olan *A. cordifolia*, *A. megacarpa*, *A. hirsutissima*, *A. strigosa* türleri yüksek destek alarak grup oluşturmuştur. MO, MP ve BF ağaçlarında akrabalık ilişkisi *A. cordifolia* + (*A. megacarpa*NCBI + *A. megacarpa*Sürgü-Elazığ-Reşadiye) + (*A. hirsutissima*NCBI + *A. hirsutissima*-*A. strigosa*) olarak önerilmiştir.

Morfolojik taksonomiye göre evrimsel açıdan *A. orientalis*'e akraba olan *A. cordifolia* türü özellikle morfolojik teşhiste çok önemli olan meyve yüzey süsü bakımından oldukça farklıdır (Huber-Morath 1978; Sümbül 1994, Özdemir ve Altan 2006). Artvin Ardanuç *A. cordifolia* türüne ait haplotip, *ITS* bölgesi dizisine göre *A. hirsutissima*, *A. strigosa* ve *A. megacarpa* türlerine ait haplotiplerle daha yakın olduğu saptanmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında Malatya Sürgü, Reşadiye ve Elazığ'dan toplanan ve aynı haplotipi paylaşan örnekler ile NCBI'dan alınan ve yine Malatya'dan toplanan *A. megacarpa* dizisi birbirlerine yakın çıkmıştır. *A. megacarpa* türü *A. cappadocica* türüne yakın olduğu belirtilmesine rağmen yapmış olduğumuz analizlerde ayrı iç dallarda yer almış, *A. hirsutissima*, *A. strigosa* ve *A. cordifolia* ile aynı grupta bulunmuştur.

Revizyon çalışmasında (Sümbül 1994) hiçbir *Alkanna* türü ile yakın olmadığı belirtilen *A. hirsutissima* türünün *A. strigosa* türüne yakın akraba çıkmasının yanında, Suriye, Antep, Malatya ve Nizip *A. hirsutissima* örneklerine ait haplotipin, Urfa ve İsrail *A. strigosa* örneklerine ait haplotip ile aynı çıkması oldukça dikkat çekicidir. Yıldırım vd. (2017)'leri tarafından yeni kayıt olarak yayınlanan *A. strigosa* türü, *A. tinctoria* türü ile yakın akraba tür olduğu, sivilceli sitrigoz tüy yapısı, korollanın daha büyük olması ve ağsı çukurcuklu meyve yüzeyine sahip olması ile birbirlerinden ayrılmıştır. Fenotipik olarak farklı olmalarına rağmen çalışılan DNA bölgesi bunu

yansıtmayabilir. Aynı bölgelerden toplanan farklı türlerin *ITS* bölgesi bakımından aynı olması coğrafik ve ekolojik faktörlerin genotip üzerinde etkisi olduğunu düşündürmektedir. Farklı türlerin aynı haplotipe sahip olması geçmişte yaşanmış gen geçişleri veya atasal polimorfizm ile açıklanabilir.

Üç ağaçta da ilk ana filogrupta yer alan ve yüksek destek alan *A. malatyana* ve *A. trichophila* türleri küçük bir grup oluşturmıştır. Malatya Levent kanyonunda 1320 metrede yayılış gösteren *A. malatyana* türü Yıldırım ve Şenol (2014) tarafından yakın zamanda yeni bir tür olarak tanıtılmış, tüberküllü meyve yüzey süsü, eliptik, dikdörtgensiz mızraksı gövde yaprağı, bitki boyu gibi fenotipik özellikleri bakımından batıda yayılış gösteren *A. mughlae* türü ile yakın akraba olduğu belirtilmesine rağmen NCBI'dan alınan, doğuda yayılış gösteren ve rakımı 1500 metre olan İran'ın İsfahan şehri *A. trichophila* örneğine ait haplotip ile yakın bulunmuştur.

BF, MO ve MP ağaçlarında ilk ana filogrupta yer alan *A. trichophila* varyeteleri, *A. cappadocica* ve *A. froedinii* türlerinin akrabalık ilişkisi *A. cappadocica* + ((*A. trichophila* var. *trichophila* + *A. trichophila* var. *mardinensis*) + (*A. froedinii* + *A. froedinii*NCBI)) olarak önerilmiştir.

Siirt Şirvan-Cevizli *A. trichophila* var. *trichophila* taksonuna ait haplotip ve Mardin Kızıltepe, Çiftlik, Diyarbakır Ergani'den toplanan *A. trichophila* var. *mardinensis* taksonuna ait ortak haplotipten 377. (C-T) baz sırası ile tek bazlık farkla ayrılır. *A. trichophila* taksonları literatürde (Sümbül 1994) *A. kotschyana* türü ile yakın akraba olduğu belirtilmesine rağmen aynı ana filogrubun farklı iç gruplarında yer almıştır. *A. trichophila* varyetelerinin *A. cappadocica* ve *A. froedinii* türlerine daha yakın olduğu saptanmıştır.

NCBI'dan alınan *A. froedinii* haplotipi, Gevaş ve Tatvan *A. froedinii* örneklerine ait haplotip yüksek seç-bağla ve son olasılık değerleriyle desteklenerek aynı iç grupta yer almaktadır. NCBI'dan alınan *A. froedinii* haplotipi, Gevaş ve Tatvan *A. froedinii* popülasyonlarına ait ortak haplotipten 466. (A-G) baz sırası ile tek bazlık mutasyonla ayrılır. *A. froedinii* türü literatürlerde *A. cordifolia* türü ile yakın akraba olduğu belirtilmiş, fakat her üç ağaçta da aynı ana filogrupta fakat uzak iç gruplarda yer almıştır. *A. froedinii* türü korolla renginin sarı olması, ağsı çukurcuklu meyve yüzey süsü ve gaga ucunun sap hizasında oluşu ile *A. cordifolia* türüne benzerken, meyveli kaliks boyunun 15-25 mm, meyvenin 4-6 mm çapında oluşu ve gaganın geriye ani şekilde kıvrık olmasıyla ayrılır.

Kayseri, Hacılar ve Talas'tan toplanan *A. cappadocica* örneklerinin *ITS* bölgesi dizisi aynı çıkmıştır. Kayseri, Hacılar ve Talas'dan toplanan *A. cappadocica* türüne ait haplotip ve NCBI'dan alınan *A. cappadocica* haplotipi aynı ana filogrupta fakat ayrı iç gruplarda yer almıştır. NCBI'dan alınan *A. cappadocica* örneği *A. hispida* türü ile yakın çıkarken, Kayseri, Hacılar ve Talas'tan toplanan *A. cappadocica* türü *A. froedinii* türü ve *A. trichophila* varyetelerine yakın bulunmuştur. Kayseri, Hacılar ve Talas'tan toplanan ve *A. cappadocica* türü olarak belirlenen örneklerin *ITS* dizilerinin de aynı haplotipe sahip olması, moleküler ve morfolojik açıdan çalışmanın güvenilirliğini desteklemektedir. *A. cappadocica* türünün birbirinden uzak iki farklı haplotipe sahip olması, NCBI'dan alınan örnekte çalışma hatası yoksa, bu türde *ITS* dizisinin varyasyonel olduğu düşünülmektedir.

Ermenek Kazancı ve çevresinden örneklenen *A. hispida* türüne ait diziler aynı haplotipe sahiptir. *A. hispida* türü meyve yapısı ve yüzey süsünün ağsı çukurcuklu olması, korolla renginin mavi olması ile Anadolu dışında Suriye’de yayılış gösteren *A. strigosa* türü ile akraba olduğu bildirilmiştir (Huber-Morath 1978). *ITS* dizileriyle oluşturulan üç ağaçta da *A. strigosa* türü ile aynı ana filogrupta fakat *A. punctulata*, *A. kotschyana* ve *A. confusa* türlerinin bulunduğu uzak bir iç grupta, NCBI’den alınan *A. cappadocica* türü ile aynı iç grupta yer almıştır.

NCBI’den alınan *A. cappadocica* ve *A. hispida* haplotiplerinin bulunduğu grupta yer alan Mersin Arslanköy *A. confusa* örneğine ait haplotip, Mersin Gülek *A. kotschyana* örneklerine ait haplotip, Mersin Bozyazı’ndan toplanan *A. kotschyana* türü, Mersin çevresinden toplanan *A. punctulata* türü, Hatay Samandağ, Şenköy ve Yayladağ çevresinden toplanan *A. confusa* türüne ait haplotip (h52) aynı iç grupta bulunmaktadır. *A. punctulata* türü Türkiye Florası’nda *A. areolata* ve Suriye’de yayılış gösteren *A. leiocarpa* ile yakın olduğu belirtilmiş (Huber-Morath 1978), daha sonra yapılan revizyon çalışmasında ise *A. areolata*, *A. phrygia*, *A. incana* ve *A. pamphylica* türlerine yakın olduğu bildirilmiştir (Sümbül 1994). Her üç ağaçta da *A. punctulata* türü *A. confusa* ve *A. kotschyana* ile aynı iç grupta yer almış, farklı lokalitelerden toplanan bu türlerin *ITS* gen dizisi bakımından aynı haplotipe sahip olduğu belirlenmiştir. *A. punctulata* türü özellikle korolla renginin mavi olması, meyve yüzey yapısının düz ve küçük çukurlu olması ile *A. confusa* ve *A. kotschyana* türlerinden morfolojik olarak ayrılmaktadır. *A. confusa* ve *A. kotschyana* türleri gövde boyu, sarı korolla rengi, ağsı çukurcuklu meyve yüzeyi, meyve çapı gibi morfolojik özellikleri bakımından birbirlerine benzerken, çiçekli kaliks boyu, korolla boyu, korolla çapı gibi morfolojik özellikleri ile ayrılırlar. *A. kotschyana* türü *A. trichophila*’ya yakın (Huber-Morath 1978), *A. confusa* türü ile akraba olduğu bildirilmiştir (Sümbül 1994). *A. confusa* türü ise literatürlerde *A. kotschyana* ile yakın olduğu bildirilmiştir (Huber-Morath 1978, Sümbül 1994). Her üç ağaçta da *A. kotschyana* türü *A. trichophila* türü ile aynı grupta yer almış, simpatrik yayılış gösterdiği *A. confusa* ve *A. punctulata* örnekleri ile aynı haplotipe sahip olduğu saptanmıştır. *A. punctulata* ve özellikle *A. confusa* ve *A. kotschyana* türlerinin aynı haplotipe sahip olması, yakın zamanda birbirlerinden ayrıldığını ve geçmişte yaşanmış gen geçişleri ile açıklanabilir.

İlk ana filogrupta yer alan, *A. pseudotinctoria* örneklerine ait haplotipler BF ve MP ağaçlarında bazal politomi oluştururken, her üç ağaçta da yüksek seç bağla ve son olasılık değerleriyle desteklenmiştir. NCBI’den alınan *A. pseudotinctoria* haplotipi, Aksaray İhlara örneklerine ait haplotip, Denizli örneklerine ait haplotip ve Konya Karaören örneğine ait haplotip bir iç grup oluşturmuştur. *A. pseudotinctoria* haplotipleri 103. (T-C), 104. (G-T) ve 619. baz sıralarındaki mutasyonlarla birbirlerinden ayrılır. *A. pseudotinctoria* türü Huber-Morath (1978) tarafından *A. megacarpa* türüne akraba olduğu bildirilmiştir. *A. pseudotinctoria* türü korolla renginin mavi olması, ağsı çukurcuklu meyve yüzey süsü ile *A. megacarpa*’ya benzerken, korollanın 9-12 mm olması, meyvenin 3-3,5 mm ile daha küçük olması gibi morfolojik karakterlerle ayrılır. *A. pseudotinctoria* haplotipi *A. megacarpa* haplotipleri ile aynı ana filogrupta fakat farklı iç gruplarda yer almıştır.

MP ve MO ağaçta da ikinci ana filogrubun ilk alt filogrubu, BF ağacının ikinci ana filogrubu *A. verecunda*, *A. areolata* varyeteleri, *A. macrophylla*, *A. attilae*, *A.*

amana, *A. pamphylica*, *A. incana*, *A. sumbulii*, *A. phrygia* taksonlarına ait haplotiplerden oluşmaktadır.

Konya Taşkent ve Antalya Akseki lokalitelerinden toplanan *A. verecunda* türüne ait haplotip MP ve BF ağaçlarında yüksek seç bağla ve son olasılık değerleri ile desteklenirken, MO ağacında düşük seç bağla desteği alarak iç filogruba en dıştan bağlanmıştır. Daha önce Sümbül (1991) tarafından *A. angustifolia* türü olarak yayınlanan ve daha sonra *A. verecunda* türü ile sinonim yapılan Akseki ve Taşkent *A. verecunda* örneklerinin ITS gen dizileri aynı çıkmış ve ortak haplotipe (h31) sahip oldukları belirlenmiştir. Akseki ve Taşkent *A. verecunda* örneklerinin aynı haplotipe sahip olması aynı tür oldukları fikrini desteklemektedir. *A. verecunda* türünün literatürlerde *A. areolata* türüne yakın olduğu bildirilmiştir (Huber-Morath 1978, Sümbül 1994). Üç ağaçta da *A. verecunda* türü NCBI'dan alınan Konya *A. areolata* haplotipine yakın, Manisa Spil'den toplanan *A. areolata* var. *sublaevis* örneklerine ait haplotipi, Afyon Karakuyu ve Isparta Eğirdir lokalitelerinden toplanan *A. areolata* var. *areolata* örneklerine ait haplotipiyle farklı iç gruplarda fakat aynı ana filogrupta olduğu belirlenmiş ve literatür bilgilerini kısmen desteklemiştir.

A. areolata varyeteleri her üç ağaçta da aynı ana filogrupta fakat farklı iç gruplarda yer almıştır. NCBI'dan alınan Konya *A. areolata* dizisi MP ve BF ağaçlarında sırası ile %58 seç bağla ve 0,75 son olasılık değeri ile destek alarak iç gruba bağlanmıştır. Afyon Karakuyu ve Isparta Eğirdir *A. areolata* var. *areolata* örneklerinin ITS bölgesi dizisi aynı çıkarak ortak haplotiple (h28) temsil edilmektedir. Manisa Spil *A. areolata* var. *sublaevis* örneklerine ait haplotip *A. areolata* var. *areolata* haplotiplerinden uzak bir iç grupta yer almıştır. Afyon Karakuyu ve Isparta Eğirdir *A. areolata* var. *areolata* örneklerine ait haplotip 4. (T-C), 52. (C-T), 53. (C-G), 71. (G-T), 418. (A-C), 462. (T-A), 567. (A-C), 583. (T-G) ve 621. (T-A) baz sıralarındaki farklılıklarla Manisa Spil *A. areolata* var. *sublaevis* örneklerine ait haplotipten ayrılmaktadır. Afyon Karakuyu ve Isparta Eğirdir'den toplanan *A. areolata* var. *areolata* taksonu ağaçlarda *A. pamphylica*, *A. phrygia* türleri ile yakın çıkarak literatür bilgilerini desteklerken, NCBI'dan alınan Konya *A. areolata* dizisi uzak çıkmıştır. Manisa Spil *A. areolata* var. *sublaevis* varyetesi *A. pamphylica*, *A. phrygia* türleri ile farklı iç grupta, *A. attilae* türü ile aynı iç grupta yer alarak literatür bilgilerini kısmen desteklemiştir. Manisa Spil *A. areolata* var. *sublaevis* taksonu ağaçlarda *A. attilae* türü dışında *A. macrophylla* ve *A. amana* türlerine de yakın bulunmuştur. *A. incana* türüyle de yakın olduğu bildirilen *A. areolata* varyeteleri farklı iç gruplarda ama aynı ana filogrupta yer almıştır.

Burdur Çeltikçi *A. incana* örneklerine ait haplotip ile NCBI'dan alınan *A. incana* dizisi küçük bir iç grup oluşturmuştur. Burdur İnsuyu'ndan toplanan *A. incana* örneği bu küçük iç gruptan ayrı bir kladda yer almıştır. Burdur Çeltikçi *A. incana* örneklerine ait haplotip ve NCBI'dan alınan *A. incana* dizisi 567. (C-T) baz sırasındaki mutasyonla ayrılmaktadır. MP ve MO ağaçlarında sırasıyla %68 ve %67 seç bağla değerleriyle, BF ağacında ise yüksek son olasılık değeri (0,95) ile NCBI'dan alınan *A. incana* haplotipi ve Burdur Çeltikçi *A. incana* örneklerine ait haplotipin oluşturduğu iç grubun monofilisi desteklenmiştir. Burdur Çeltikçi *A. incana* örneklerine ait haplotip ve Burdur İnsuyu *A. incana* örneğine ait haplotip 26. (G-T), 32. (A-G), 78. (T-C), 231. (C-T) baz sıralarındaki mutasyonlarla ayrılır. *A. incana* türünün literatürlerde *A. areolata* türü ile yakın olduğu belirtilmiş ve *A. areolata* varyeteleri ile aynı grupta yer almıştır. Burdur

İnsuyu *A. incana* örneği ve NCBI'dan alınan *A. pamphylica* dizisi MP ve BF ağaçlarında bazal olarak bağlanmıştır. Ağaçlarda *A. incana* türü ile *A. pamphylica*, *A. areolata* var. *areolata* ve *A. phrygia* taksonlarının birbirlerine yakın oldukları belirlenmiştir.

NCBI'dan alınan *A. pamphylica* dizisi ile Korkuteli *A. pamphylica* örneklerine ait haplotip aynı grupta yer almasına rağmen farklı dallarda yer almıştır. Literatürlerde *A. areolata* türüne yakın olduğu belirtilen *A. pamphylica* türü, bu türden yoğun salgılı tüylü oluşu ile ayrılmaktadır. *A. pamphylica* türü üç ağaçta da Afyon Karakuyu ve Isparta Eğirdir lokalitelerden toplanan *A. areolata* var. *areolata* varyetesine, Burdur çevresinden toplanan *A. incana* ve Denizli Honaz'dan toplanan *A. phrygia* türlerine yakın olduğu saptanmıştır.

Denizli Honaz *A. phrygia* örneğine ait haplotip, BF ağacında 0,97 son olasılık değeri ve MP ağacında %65 seç bağla değeri olarak Karakuyu ve Eğirdir *A. areolata* var. *areolata* türü, Korkuteli *A. pamphylica* türü ve *A. sumbulii* ile bazal politomi oluşturmuştur. MO ağacında ise akrabalık ilişkisi *A. areolata* var. *areolata*(h28) + (*A. pamphylica* + (*A. sumbulii* + *A. phrygia*)) olarak önerilmiştir. Literatürlerde *A. phrygia* türü *A. attilae* ve *A. areolata* türlerine yakın olduğu bildirilmiştir (Huber-Morath 1978, Sümbül 1994). Ağaçlarda *A. areolata* var. *areolata* ile aynı iç grupta yer almasına rağmen *A. attilae* türü ile farklı iç gruplarda yer almıştır.

Eskişehir Sivrihisar Aşağıkepen *A. sumbulii* örneğine ait haplotip Denizli Honaz *A. phrygia*, Karakuyu ve Eğirdir'den toplanan *A. areolata* var. *areolata* ve Korkuteli *A. pamphylica* ile BF ve MP ağaçlarında bazal politomi oluşturmuştur. MO ağacında düşük seç bağla değeri olarak Denizli Honaz *A. phrygia* türü ile küçük bir grup oluşturmuştur. Yıldırım tarafından (2013) *A. aucheriana* türüne yakın bulunan *A. sumbulii* türü ITS dizisi ağaçlarında *A. aucheriana* türü ile uzak gruplarda yer almıştır. Moleküler çalışmalar sırasında genellikle bir lokaliteden en az iki veya üç örnek kullanılırken, *A. sumbulii*'nin kurutulmuş örnekleri kullanıldığı için ve bünyesinde yer alan sekonder metabolitlerin olumsuz etkilerinden dolayı sadece tek bir örnek ile çalışma yapılmıştır. Genel bir değerlendirme yapılmadan önce güvenilir bir sonuç elde etmek için birden fazla *A. sumbulii* örneği kullanılarak, farklı gen bölgeleri ile çalışılmanın daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Antalya *A. macrophylla* örneklerine ait haplotip ve NCBI'dan alınan *A. macrophylla* haplotipi aynı iç grupta fakat uzak dallarda yer almıştır. Antalya'dan toplanan *A. macrophylla* türü üç ağaçta da *A. amana*, *A. attilae*, *A. areolata* var. *sublaevis* ile bir iç grup oluşturmuştur. MP ve BF ağaçlarında sırası ile %66 seç bağla ve 0,97 son olasılık değeri olarak, *A. amana*, *A. attilae*, *A. areolata* var. *sublaevis* taksonları ile bazal politomi oluşturmuştur. Oluşan bu bazal politomiye NCBI'dan alınan *A. macrophylla* dizisi dışarıdan bağlanmıştır. MO ağacında ise akrabalık ilişkileri %96 seç bağla destek değeri olarak *A. macrophylla*NCBI + (*A. areolata* var. *sublaevis* + (*A. attilae* + (*A. amana* + *A. macrophylla*Antalya))) olarak önerilmiştir. Literatürlerde *A. macrophylla* türünün *A. amana* türü ile yakın olduğu bildirilmiştir (Huber-Morath 1978). Antalya'dan toplanan *A. macrophylla* türünün ağaçlardaki konumu literatürü desteklerken, NCBI'dan alınan *A. macrophylla* dizisi aynı iç grupta fakat uzakta yer alarak kısmen desteklemiştir.

Amanoslar *A. amana* örneğine ait haplotip *A. macrophylla*, *A. attilae*, *A. areolata* var. *sublaevis* ile bir iç grup oluşturmuştur. Literatürlerde (Huber-Morath 1978, Sümbül 1994) *A. megacarpa* ve *A. pseudotinctoria* türlerine yakın olduğu bildirilmesine rağmen üç ağaçta da farklı filogruplarda yer almıştır. *A. amana* örneklerinin bünyesinde yer alan sekonder metabolitlerin olumsuz etkilerinden dolayı sadece bir örnekle çalışma yapılmıştır. Güvenilir bir sonuç elde etmek amacıyla birden fazla *A. amana* örneği kullanılarak, farklı gen bölgeleri ile çalışılmanın daha uygun olacağı düşünülmektedir.

A. attilae türü literatürler de *A. phrygia* ve *A. areolata* türleri ile akraba olduğu bildirilmiştir (Sümbül 1994). Bu türlerden tüylerinin tek tip oluşu ve korola boyunun 12-15 mm oluşu ile ayrılır. Her üç ağaçta da *A. attilae* türü *A. areolata* var. *sublaevis* ile aynı iç grupta yer alırken, *A. areolata* var. *areolata* ve *A. phrygia* türleri ile aynı filogrupta fakat ayrı gruplarda yer aldığı saptanmıştır. Antalya Beydağları'ndan toplanan *A. attilae*, Antalya'dan toplanan *A. macrophylla*, Amanos dağları'ndan toplanan *A. amana* ve Manisa Spil'den toplanan *A. areolata* var. *sublaevis* taksonları MP, MO ve BF ağaçlarında yüksek destek alarak bir grup oluşturmuştur. Dağ katmanında yayılış gösteren *A. amana*, *A. areolata* ve *A. attilae* türlerinin akrabalık ilişkilerinin yükseltiye bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir.

Filogenetik ağaçların topolojisine bakıldığında düşük yükseltide yayılış gösteren *A. macrophylla* türü dışında Amanos dağlarında yayılış gösteren *A. amana* türü, Beydağları'da yayılış gösteren *A. attilae* türü, Denizli Honaz'dan yayılış gösteren *A. phrygia* türü, Korkuteli çevresinde 1350 m'lerde yayılış gösteren *A. pamphylica* türü, 1000 m'lerde yayılış gösteren *A. areolata* varyeteleri ve *A. sumbulii* türünün aynı filogrupta yer aldığı saptanmıştır. Bazı *Alkanna* türlerinde yüksekliğe bağlı oluşan izolasyonun türleşmede etkili olduğunu düşüncesine göre birden fazla hipotez şekillenmektedir. Birinci hipotez bu türlerin ortak bir atadan geldiği ve buzul dönemlerinden sonra Batı ve Güney Anadolu'ya doğru yayılış gösterdiği ve yüksek kesimlerde rekombinasyon ve mutasyonlar sonucu farklılaştığı görüşüdür. İkinci hipotez ise bu türler farklı atalardan gelmiş ve Miyosen'den günümüze kadar olan iklimsel değişimler sırasında, buzul dönemlerinde Güney-Batı Anadolu'yu sığınak olarak kullanıp etkileşime geçmiş ve buzul dönemleri sonrasında ise yayılışını tekrar genişleterek coğrafik izolasyon sonucu farklılaşmışlardır.

MP ve MO ağaçta da ikinci ana filogrubun ikinci alt filogrubu, BF ağacının üçüncü ana filogrubu *A. tinctoria* alt türleri, *A. pinardii*, *A. haussknechtii*, *A. orientalis* varyeteleri, *A. oreodoxa*, *A. saxicola*, *A. dumanii*, *A. sieheana*, *A. aucheriana* ve *A. milliana* taksonlarına ait haplotiplerden oluşmaktadır.

Her üç ağaçta da ilk olarak NCBI'dan alınan *A. tinctoria* dizileri, NCBI'dan alınan dizi ile Pamukkale ve Antalya'dan toplanan *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa*, Birgi'den toplanan *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* ve Antalya Lara *A. pinardii* örneklerine ait haplotip, Edirne ve Isparta'dan toplanan *A. tinctoria* subsp. *tinctoria*, Burdur'dan toplanan *A. tinctoria* subsp. *anatolica*, Muğla'dan toplanan *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* örneklerine ait haplotip, NCBI'dan alınan *A. pinardii* dizilerine ait haplotip, Amasya'dan toplanan *A. haussknechtii* örneğine ait haplotip ve NCBI'dan alınan *A. haussknechtii* dizisi bir grup oluşturarak filogrupta yer alır. Grup MP ağacında

%68 ve MO ağacında %84 seç bağla değeri ile desteklenirken, BF ağacında 0,98 son olasılık değeri ile en yüksek değeri almıştır.

NCBI'dan alınan *A. haussknechtii* ile Amasya *A. haussknechtii* örneklerine ait diziler ortak haplotipe (h6) sahiptir. Literatürlerde *A. pinardii* ve *A. primuliflora* türleri ile akraba olduğu bildirilmiştir (Huber-Morath 1978, Sümbül 1994). *A. haussknechtii* türü *A. pinardii* türünden yoğun salgı tüylü oluşu ve gaganın ani şekilde kıvrılması ile ayrılırken, *A. primuliflora* türünden ise yapraklarının 1-5 cm oluşu, korolla loplarının kükürt sarısı oluşu ile ayrılır. *A. haussknechtii* Amasya ve çevresi, *A. pinardii* Akdeniz Bölgesi ve *A. primuliflora* Trakya bölgesinde yayılış gösterir. Bu türler yayılış alanlarının farklı olmasıyla da birbirlerinden ayrılmaktadır. Filogenetik ağaçlarda *A. haussknechtii* türü *A. primuliflora* türü ile farklı filogruplarda yer alırken, *A. pinardii* türü ile aynı iç grupta yer almıştır. *A. haussknechtii* ile *A. pinardii* türleri şeritsi, dikdörtgensiz-mızraksı yaprak tipi, korolla boyu, korolla loplarının kükürt sarısı, korolla tüpünün koyu sarı olması, meyve çapı ve şekli gibi özellikleri ile birbirlerine benzerlik göstermektedir. Hem fenotipik benzerlikleri hemde ağaçlarda yakın kladdlarda yer almaları bu iki türün geçmişte parçalanmış bir popülasyonun kalıntıları olma olasılığını düşündürmektedir. *A. pinardii* türünün Antalya ve Mersin çevresinde, *A. haussknechtii* türünün Amasya ve çevresinde dar bir yayılışa sahip olması kalıntı tür oldukları görüşünü desteklemektedir.

A. pinardii türü filogenetik analizlerde iki haplotiple temsil edilmektedir. NCBI'dan alınan dizilere ait haplotip (h5), NCBI'dan alınan *A. tinctoria* dizileri, Pamukkale ve Antalya'dan toplanan ve NCBI'dan alınan *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa*, Birgi'den toplanan *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* ile Antalya Lara'dan toplanan *A. pinardii* türüne ait ortak haplotip (h3) yüksek seç bağla ve son olasılık değerleri ile desteklenen bir iç grupta yer alır. *A. pinardii* türünün farklı haplotiplere sahip olması *ITS* gen bölgesinin genomik DNA üzerinde ardışık tekrarlar şeklinde olup, diğer gen bölgelerine göre daha hızlı nükleotid baz değişimi göstermesiyle, Antalya Lara'da simpatrik yayılış gösteren *A. pinardii* türü ile *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa* *ITS* bölgesinin dizisinin aynı çıkması geçmişte yaşanmış gen geçişleri veya polimorfizm ile açıklanabilir.

Filogenetik ağaçlarda *A. tinctoria* alt türleri iki farklı haplotiple temsil edilmektedir. NCBI'dan alınan *A. tinctoria* dizileri, NCBI'dan alınan *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa* dizisi, Antalya Lara ve Denizli Pamukkale *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa* örneklerine ait diziler, İzmir Birgi *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* örneklerine ait diziler ve Lara *A. pinardii* örneklerine ait dizi haplotip3'ü, Isparta ve Edirne *A. tinctoria* subsp. *tinctoria* örneklerine ait diziler, Burdur *A. tinctoria* subsp. *anatolica* örneklerine ait dizi, Muğla Yılanlı dağı *A. tinctoria* subsp. *glandulosa* örneklerine ait dizi haplotip4'ü oluşturmaktadır. Üç ağaçta da *A. tinctoria*'ya ait dört alttür aynı iç grupta yer almasına rağmen çalışılan *ITS* bölgesine ait diziler alt türleri ayırmada yetersiz kalmıştır.

MP ve MO ağaçta da ikinci ana filogrubun ikinci alt filogrubunda, BF ağacının üçüncü ana filogrubunda bulunan *A. oreodoxa* türü, *A. orientalis*, *A. saxicola*, *A. dumanii*, *A. sieheana*, *A. aucheriana* ve *A. milliana* türleri ile aynı grupta yer alır. NCBI'dan alınan *A. oreodoxa* dizisi ile Akseki'den toplanan *A. oreodoxa* örneklerine ait dizi aynı çıkmış ve haplotip7'de verilmiştir. *A. oreodoxa* türü literatürlerde *A. saxicola*

türü ile akraba olduğu belirtilmiştir. *A. saxicola* türünden köklerinin boyasız oluşu, korolla dış yüzünün tüysüz oluşu ve loblarının krem beyaz oluşu ile ayrılır. Filogenetik ağaçlarda *A. oreodoxa* türü *A. saxicola* ile aynı grupta yer alarak literatür bilgilerini desteklemiştir.

Mersin Gözne'den toplanan *A. aucheriana* türü *A. saxicola*, *A. dumanii*, *A. sieheana* ve *A. milliana* türlerinin bulunduğu gruba bazal olarak bağlanmıştır. *A. aucheriana* türü literatürlerde *A. sieheana* türü ile akraba olduğu bildirilmiştir (Sümbül 1994). *A. aucheriana* türü, *A. sieheana* türünden sık ve basık tüy yapısı, korolla dış yüzünün her zaman yüysüz olması ile ayrılır.

NCBI'dan alınan *A. saxicola* dizisi, Ermenek Pınarönü'nden toplanan *A. saxicola* türüne ait haplotip ve Ermenek *A. dumanii* türüne ait haplotip küçük bir iç grup oluşturmuştur. Grubun akrabalık ilişkisi *A. saxicola*NCBI + (*A. saxicola*Pınarönü. + *A. dumanii*Ermenek) olarak önerilmiştir. Literatürlerde *A. saxicola* türünün *A. oreodoxa* türüne yakın olduğu bildirilmiştir. Üç ağaçta da *A. oreodoxa* türü ile aynı grupta yer almış, fakat simpatrik yayılış gösteren *A. dumanii* türü ile daha yakın olduğu belirlenmiştir. Pınarönü *A. saxicola* örneğine ait haplotip, Ermenek *A. dumanii* örneğine ait haplotipten 39. (A-T) baz sırasındaki tek nükleotid mutasyonla ayrılır. Aynı yayılış alanına sahip *A. dumanii* türünün *A. saxicola* türüne yakın olması yakın geçmişte yaşanan gen geçişleri veya hibritlikle açıklanabilir.

Mersin Erdemli *A. sieheana* türüne ait haplotip ve Mersin Mut *A. milliana* türüne ait haplotip küçük bir iç grup oluşturarak, MP, MO ve BF ağaçlarında sırası ile %66, %61 seç bağla değerleri ve 0,78 son olasılık değeri ile desteklenmiştir. *A. sieheana*, *A. milliana* ve *A. aucheriana* türlerinin akraba olduğu belirtilmiştir. Bu türlerle aynı iç grupta yer alması literatürlerde verilen taksonomik evrimsel sıralamayı desteklemiştir. *A. sieheana* türü *A. aucheriana* türünden yeşilimsi, dağınık tüylü oluşu, korolla dışının bazen tüylü oluşu ile ayrılırken, *A. milliana* türünden salgısız, yapraklarının şeritsi-mızraksı veya dikdörtgensel oluşu ile ayrılır. *A. milliana* türü ise *A. sieheana* ve *A. aucheriana* türlerinden geniş yastık oluşturan gövde formuna sahip oluşu, yapraklarının yumurtamsı ve ters yumurtamsı oluşu ile ayrılır.

Alkanna orientalis varyeteleri beklendiği gibi kendi içinde ayrı bir tür grubu oluşturmuştur. *Alkanna orientalis* haplotipleri MP ve BF ağaçlarında yüksek destek alarak bazal politomi oluşturmuş, MO ağacında ise yüksek seç bağla değeri alarak akrabalık ilişkisi Almanya + (Akdamar + (Malatya/Kayseri/Nevşehir + (Gümüşhane + Ermenek))) olarak önerilmiştir. *A. orientalis* türü kozmopolit bir tür olup geniş bir yayılış alanına sahiptir. Coğrafi uzaklığa bağlı olarak az sayıda nükleotid değişimleri tespit edilmiştir. MO ağacında *A. orientalis* tür grubuna en dıştan bağlanan, coğrafi olarak en uzakta bulunan ve NCBI'dan alınan Almanya örneğidir. Daha sonra Van Akdamar adasında izole olmuş *A. orientalis* var. *orientalis*'in bulunduğu klada bağlanmıştır. Malatya lokalitesinden toplanan *A. orientalis* var. *orientalis* örneği ile aynı diziye sahip olan Kayseri ve Nevşehir lokalitelerinden toplanan *A. orientalis* var. *leucantha* örneklerine ait dizi haplotip15 ile temsil edilir. Lokalite olarak birbirlerine uzak olan Gümüşhane ve Ermenek örneklerine ait diziler düşük seç bağla destek değeri ile küçük bir grup oluşturmuştur.

ITS veri matrisine göre oluşturulan ağaçlarda *Alkanna* cinsinin monofilisi yüksek oranda desteklenmiştir. MP ve MO ağaçları iki filogrup önerirken, BF ağacı üç filogrup önermiştir (Şekil 4.90, Şekil 4.91, Şekil 4.92). MP ve MO ağaçlarında önerilen filogrup 1 ile BF ağacında önerilen filogrup 1 aynı taksonlardan oluşmaktadır. BF ağacında filogrup 2 ve filogrup 3 olarak önerilen gruplar MP ve MO ağacında filogrup 2 olarak önerilmiştir. Bu gruplar incelendiğinde taksonların ağaçlarda genel olarak iki ana grup altında toplandığı saptanmıştır. Buna göre *Alkanna* cinsinin filogenetik ilişkileri ile taksonların yayılışları arasında paralel bir ilişki olduğu görülmektedir. Türleşmenin coğrafya etkisi altında geliştiği, taksonların istisna türler dışında Batı ve Doğu tür grupları olarak ayrıldığı saptanmıştır. Doğu ve Batı tür gruplarının ait oldukları fitocoğrafik bölgeler incelendiğinde, Doğu tür grubu genellikle İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait taksonlardan oluşurken, Batı tür grubu birkaç istisna takson dışında Akdeniz (Doğu Akdeniz) fitocoğrafik bölgesine ait taksonlardan oluştuğu görülmektedir.

Doğu tür grubu her üç ağaçta da filogrup 1 ile temsil edilmektedir. Doğu tür grubu bazı türler dışında Orta Anadolu, Güney Doğu ve Doğu Anadolu'da yayılış gösteren taksonlardan oluşmaktadır. Bu grupta *A. cordifolia* (Artvin), *A. megacarpa* (Malatya Sürgü, Malatya Reşadiye, Elazığ), *A. hirsutissima* (Antep, Nizip, Malatya), *A. strigosa* (Urfa), *A. malatyana* (Malatya Levent), *A. trichophila* var. *trichophila* (Siirt Şirvan), *A. trichophila* var. *mardinensis* (Diyarbakır Ergani, Mardin Kızıltepe, Mardin Çiftlik), *A. froedinii* (Van Gevaş, Van Pınarbaşı, Tatvan) gibi Anadolu'nun doğusunda yayılış gösteren taksonlar ile Orta Anadolu'da yayılış gösteren *A. cappadocica* (Kayseri, Talas, Hacılar), *A. pseudotinctoria* (Konya Karaören, Aksaray İhlara), Akdeniz Bölgesi Adana Bölümü'nde yayılış gösteren *A. confusa* (Samandağ, Şenköy, Şenköy-Yayladağ, Mersin Arslanköy), *A. kotschyana* (Mersin Gülek, Mersin Bozyazı), *A. punctulata* (Mersin Gülnar, Mersin Mut), *A. hispida* (Karaman Ermenek, Kazancı) bulunmaktadır. Doğu tür grubunda istisna olarak batıda yayılış gösteren Balkan tür grubu (*A. pindicola*, *A. scardica*, *A. sandwithii*), *A. primuliflora* (Edirne), *A. pseudotinctoria* (Denizli), *A. tubulosa* (Geyre, Honaz, Tekirdağ), *A. mughlae* (Muğla), *A. macrosiphon* (Alanya) türleri de bulunmaktadır. Boraginaceae türleri ile ilgili yapılan çalışmalarda çeşitlenmenin %50'sinin Miyosen'de ortaya çıktığı bildirilmiştir (Chacon 2017). Bu durum buzul dönemleri öncesinde Batı Anadolu, Avrupa ve Kuzey de yayılış gösteren bazı *Alkanna* türlerinin, buzul dönemlerinde Güney ve Kuzeyden gelerek, doğuda karıştığı ve daha sonra tekrar ekolojik koşullara bağlı olarak yayılış gösterdiği hipotezine işaret etmektedir. Bu grupta *A. tubulosa*, *A. mughlae*, *A. macrosiphon*, *A. kotschyana*, *A. punctulata*, *A. confusa* ve *A. hispida* dışında diğer taksonlar İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde yayılış gösteren taksonlardır. Doğu tür grubu Balkan tür grubu ile birlikte toplam 21 taksondan oluşmaktadır. Doğu grubunda yer alan ve ülkemizde yayılış gösteren 18 taksonun 11 tanesi endemiktir.

Batı tür grubu MP ve MO ağaçlarında filogrup 2, BF ağacında ise filogrup 2 ve filogrup 3 ile temsil edilir. Batı tür grubu Batı Anadolu ve Güney Anadolu'da yayılış gösteren taksonlardan oluşmaktadır. Bu grupta *A. tinctoria* alt türleri, *A. pinardii* (Antalya), *A. haussknechtii* (Amasya), *A. phrygia* (Denizli Honaz), *A. sumbulii* (Eskişehir Sivrihisar) ile kayalar üzerinde yetişen *A. oreodoxa* (Antalya Akseki), *A. saxicola* (Karaman Ermenek), *A. dumanii* (Karaman Ermenek), *A. sieheana* (Mersin Erdemli), *A. milliana* (Mersin Mut), *A. aucheriana* (Mersin Gözne) türleri, kozmopolit

yayılış gösteren *A. orientalis* varyeteleri, genellikle kayalık veya taşlık alanları tercih eden *A. macrophylla* (Antalya), *A. areolata* varyeteleri, *A. attilae* (Antalya), *A. amana* (Antalya), *A. pamphylica* (Antalya Korkuteli), *A. incana* (Burdur İnsuyu, Burdur Çeltikçi), *A. verecunda* (Antalya Akseki, Konya Taşkent) türleri bulunur. *A. haussknechtii*, *A. orientalis* varyeteleri, *A. phrygia* ve *A. sumbulii* türleri dışında diğerk taksonlar Akdeniz (Doğru Akdeniz) fitocoğrafik bölgesinde yayılış gösteren taksonlardır. Bu taksonlardan *A. tinctoria* subsp. *tinctoria*, *A. tinctoria* subsp. *anatolica*, *A. tinctoria* subsp. *subleiocarpa*, *A. orientalis* var. *orientalis* ve *A. areolata* var. *areolata* taksonları dışında diğerk taksonların tamamı endemiktir. Batı tür grubunda yer alan 24 taksondan 19 tanesi endemiktir. Bu endemik taksonlar genellikle az parçalı ve dar yayılış gösterirler. Batı tür grubunda bulunan taksonların Teke yöresi ve Mersin çevresinde toplandıkları görölmektedir. Miyosen’de 35 milyon yıl öncesinden günümüze kadar meydana gelen iklim değışiklikleri birçok bitki soyunu etkilemiş ve günümüz bitki çeşitliliğini oluşturmuştur (Arakaki vd. 2011; Nagalingum vd. 2011). İklimsel değışimlerin yanısıra tektonik, topografik ve jeomorfolojik değışimler de çiçekli bitkilerin soy gelişimini etkilemiştir (Potter ve Zsathmari 2009; Luebert ve Weigend 2014; Wen vd. 2014). Miyosen döneminde abiyotik ve biyotik süreçlerin kombinasyonu sonucu yeni biyomlar oluşmuş, sıcaklık ve yağışlardaki aşırı dalgalanmalar yaygın yok oluşlara ve göçlere neden olduğu bildirilmiştir (Arakaki vd. 2011; Donoghue ve Edward 2014; Otero vd. 2019). Buna göre *Alkanna* taksonlarının buzul dönemlerinde Teke yöresi ve Mersin çevresini sığınak olarak kullandıkları, dar bir alana sıkışarak çeşitlenmeye devam ettikleri düşünölmektedir. Endemik tür sayısının fazla olması, habitat tercihleri, morfolojik benzerlikleri ve çalışılan *ITS* dizileri bakımından birbirlerine yakın olmaları, yakın geçmişte meydana gelen mutasyonlar, gen alışverişleri veya coğrafik izolasyonla açıklanabilir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Türkiye’de yayılış gösteren *Alkanna* taksonlarının filogenetik ilişkilerini nrDNA *ITS* ve cpDNA *trnL-F* dizilerine göre tespit etmek amaçlanmıştır. Türkiye’de kaydedilen 39 tür 45 taksondan *A. viscidula*, *A. stribrnyi* ve *A. shattuckia* türleri toplanamadığı için 36 tür 42 takson ile çalışma gerçekleştirilmiştir. *ITS* dizileri ile yapılan çalışmada NCBI’den Türkiye’de yayılış gösteren türlere ait 25 sekans dizisi ile Türkiye Florası’nda bulunmayan *A. pindicola*, *A. sandwithii* ve *A. scardica* türlerine ait sekans dizileri kullanılmıştır.

Kullanılan her iki DNA bölgesi de *Alkanna* cinsinin monofilisini desteklemiştir. Çekirdek genomunda bulunan *ITS* bölgesi, *trnL-F* bölgesine göre daha bilgi verici olup *Alkanna* taksonlarının filogenetik ilişkilerini daha iyi çözmüştür. Kloroplast genomunda bulunan *trnL-F* bölgesi *ITS* bölgesine göre daha uzun olmasına rağmen, daha az varyasyona sahiptir. *trnL-F* bölgesi *Alkanna* taksonlarının filogenetik ilişkilerini çözmede yetersiz kalmıştır. Bunun sebebi kloroplast da yer alan ve kodlama yapmayan bu DNA bölgesinin evrimsel süreçte taksonların çeşitlenmesi ile uyumlu olmayan bir mutasyon birikim ritmi göstermesidir. Bu DNA bölgesinde indel mutasyonları substitüsyonlara oranla daha fazladır. Bu durum filogenetik sinyalin bu DNA bölgesinde varyasyonun düşük olmasına sebep olmaktadır.

Simpatrik yayılış gösteren türler arası haplotip paylaşımı oldukça yaygın bulunmuştur. Bu durum lokal olarak farklılaşmayı desteklememektedir. Haplotip paylaşımı türler arası gen havuzlarının birbirlerinden tam olarak ayrılmadığı görüşünü desteklemiştir. Aynı zamanda bu durum gen akışına işaret etmektedir. Ancak bu gen akışı kısmen farklılaşan türler arasında gen alışverişinin yakın geçmişte yaşandığı düşünülmektedir. Bazı türlerin veya bir türe ait farklı alanlarda yayılış gösteren bireylerin morfolojik olarak birbirlerine benzemeleri ve moleküler olarak aynı veya yakın haplotiplere sahip olmaları, türleşmenin hala devam ettiğini göstermektedir.

ITS bölgesinden elde edilen filogenetik ağaçlar *Alkanna* cinsi içerisinde fenotipik türlerin statülerini kısmi olarak desteklemiştir. Fenotipik türlerin her iki DNA bölgesi ile desteklenmemesi bazı türlerin farklılaşmalarının bu DNA bölgelerinin fenotipik farklılaşmalardan daha yavaş mutasyon biriktirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

ITS bölgesinin önerdiği filogenetik ilişki morfolojik karakterlerden çok ekolojik ve coğrafik şartların etkili olduğuna işaret etmektedir. Bu durum morfolojik karakterlerin çok sayıda olası homoplasi içerdiğini göstermektedir.

nrDNA *ITS* bölgesine göre *Alkanna* cinsinin monofilisi yüksek oranda desteklenmiştir. Cins içerisinde iki tür grubuna işaret etmektedir. Her bir *Alkanna* türünün belli bir coğrafya da yayılış gösterdiği, türleşmenin coğrafya etkisi altında geliştiği, çalışılan DNA bölgesine göre taksonların Doğu ve Batı tür grupları olarak ayrıldığı belirlenmiştir. Bunlardan ilk tür grubu *A. cordifolia*, *A. megacarpa*, *A. hirsutissima*, *A. strigosa*, *A. malatyana*, *A. trichophila* var. *trichophila*, *A. trichophila* var. *mardinensis*, *A. froedinii*, *A. cappadocica*, *A. pseudotinctoria*, *A. confusa*, *A. kotschyana*, *A. punctulata*, *A. hispida*, *A. primuliflora*, *A. tubulosa*, *A. mughlae*, *A. macrosiphon* taksonlarını içerirken, diğer tür grubu iki alt grup içerir ve *A. tinctoria* alt

türleri, *A. pinardii*, *A. haussknechtii*, *A. phrygia*, *A. sumbulii*, *A. oreodoxa*, *A. saxicola*, *A. dumanii*, *A. sieheana*, *A. milliana*, *A. aucheriana*, *A. orientalis* varyeteleri, *A. macrophylla*, *A. areolata* varyeteleri, *A. attilae*, *A. amana*, *A. pamphylica*, *A. incana*, *A. verecunda* taksonlarından oluşur. Bu çalışma tür gruplarını göstermesi açısından da ilk çalışmadır. Batı tür grubu birkaç istisna takson dışında Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde yayılış gösteren taksonlardan, Doğu tür grubunun ise genellikle İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde yayılış gösteren taksonlardan oluştuğu saptanmıştır. Filogenetik akrabalık ile türlerin yayılış alanları arasında paralel bir ilişki olduğu görülmektedir. Taksonlar günümüzde Orta Toroslarda toplanmıştır. Özellikle türlerin yayılışına baktığımızda Batı Anadolu kökenli oldukları söylenebilir.

Doğu ve Batı tür gruplarında habitat tercihi göre de toprak ve kayalık alanda yetişen taksonlar olarak da bir ayrımın söz konusu olduğu belirlenmiştir. Doğu tür grubunda yer alan taksonlar genellikle daha geniş alanlarda yayılış gösterirken, Batı tür grubu daha dar ve genellikle lokal yayılış gösteren taksonlardan oluşmuştur. Buzul dönemlerinde habitat tercihi toprak olan taksonlar daha güneye Suriye ve İran üstünden yayılış gösterirken habitat tercihi kayalık ve taşlık alanlar olan taksonlar, Antalya, Burdur, Isparta, Muğla, Denizli'yi içine alan Teke yöresi ve Mersin çevresini sığındıkları, dar bir alana sıkıştıkları ve çeşitlenmeye devam ettikleri düşünülmektedir. Bu durum Teke ve Mersin çevresinde bulunan endemik *Alkanna* türlerin yayılışını açıklamaktadır.

Alkanna cinsine ait *A. amana*, *A. attilae*, *A. phrygia*, *A. areolata* var. *sublaevis*, *A. pamphylica* ve *A. verecunda* gibi bazı türlerin yayılış ve ekolojik tercihlerinin yükselti ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yüksek rakımlarda lokal veya parçalı yayılış gösteren bu türlerin buzul dönemlerinde Toroslarda sığınak olarak kullandıkları, ısınma döneminden kalma kalıntı türler olduğu ve yükseltinin bu türler için türleşmede bir bariyer görevi gördüğü düşünülmektedir.

A. orientalis gibi geniş yayılış alanına sahip türlerin genetik çeşitliliğinin diğer türlere göre daha yüksek bulunması, farklı popülasyonlarının farklı ekolojik özelliklere sahip alanlarda yayılış göstermesini ve tür olarak varlığını sürdürmesini açıklamaktadır. *A. tinctoria* alttürleri, *A. tubulosa*, *A. pseudotinctoria*, *A. pamphylica* ve *A. areolata* gibi taksonların çok çeşitli habitat tiplerinde yaşayabilmesi ve popülasyonlar arası mutasyonlara sahip olmaları bu taksonların yayılış açısından diğer taksonlara göre daha az tehlike altında olduğunu göstermektedir. Farklı habitat tercihleri ve tür içi genetik çeşitlilik türlerin korunması açısından olumlu bir sonuç olarak düşünülmektedir.

Sümbül tarafından daha önce *A. angustifolia* türü olarak yayınlanan ve sonrasında *A. verecunda* türü ile sinonim yapılan Akseki ve Taşkent *A. verecunda* popülasyonlarının ITS dizilerinin aynı çıkması ve ortak haplotipe sahip olmaları aynı tür oldukları görüşünü desteklemektedir.

Alkanna taksonlarının akrabalık ilişkilerinin ortaya konulması amacıyla moleküler verilerin yanında morfolojik verilerde kullanılmıştır. Morfolojik çalışmalar kapsamında *Alkanna* cinsine yeni eklenen türlerin de yer aldığı yeni bir teşhis anahtarı oluşturulmuş, cinsin betimi yapılmış ve türlerin tanıtımı verilmiştir.

Dünyada yayılış gösteren *Alkanna* türlerinin yarısından fazlası ülkemizde bulunmaktadır. Türkiye Bitkileri Listesi'nde endemik olarak belirtilen *A. macrosiphon* türünün Yunanistan'da da yayılış gösterdiği bildirilmiştir. Türkiye Bitkileri Listesi'nde yer almayan ve son yıllarda yayınlanan endemik *A. malatyana* ve *A. sumbulii* türleri de Türkiye *Alkanna* cinsine eklenmiştir. Buna göre bu çalışmada *Alkanna* cinsine ait ülkemizde kaydedilen 31 endemik taksondan, *A. viscidula* türü dışında 30 endemik taksona ulaşılmıştır.

Daha önce 2000 yılında yayınlanan IUCN kırmızı listesinde “Yetersiz Verili (DD)” sınıfında yer alan *A. amana* türü bu çalışma kapsamında tek populasyondan 2015 yılında yeniden toplanarak, yapılan gözlemler sonucu “Kritik (CR)” kategorisine aktarılması gerekli görülmüştür.

Alkanna cinsine ait 42 taksonda toplam 18 farklı morfolojik karakter belirlenerek maksimum parsimoni analizi gerçekleştirilmiştir. *ITS* bölgesine göre oluşturulan ağaçlar ile kullanılan 18 morfolojik karaktere göre oluşturulan ağaçlar kısmen uyumlu bulunmuştur. Morfolojik ve ekolojik adaptasyonların bitki morfolojisinde varyasyonları meydana getirdiği bilinmektedir. *Alkanna* türlerinin teşhisinde kullanılan birçok morfolojik karakter geniş bir varyasyon göstermekte ve bazen farklı türlerdeki varyasyonlarla örtüşmektedir. Bu nedenle karakterlerin ekolojik koşullara bağlı olarak hızlı değiştiği ve taksonomik kullanımında dikkatli olunması gerektiği düşünülmektedir.

Morfolojik çalışmalar sırasında *A. sieheana*, *A. incana* ve *A. macrophylla* türlerine ait bazı populasyonlar da albino bireyler ilk kez gözlenmiştir. Bu bireylerin populasyon içindeki durumunun açıklık kazanması için takibinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

Doğal bir sınıflandırma yapabilmek ve doğada var olan özellikleri olduğu gibi yansıtabilmek için taksonlara ait fenotipik ve genetik verilerin birlikte kullanılması gerekir. Bu çalışmada hem genetik hem de fenotipik veriler kullanılarak cinse ait taksonların statüleri sınanmıştır. Tez konusu kapsamında Türkiye'de yetişen *Alkanna* taksonları moleküler verilere göre filogenetik ilişkileri yönünden incelenmiştir. Filogenetik analizler akrabalık ilişkilerine ve yayılışlarına dair açıklayıcı bilgiler vermiştir. Bu bağlamda yapılan bu araştırma ülkemizde *Alkanna* cinsine ait taksonların filogenetik ilişkilerini iki farklı DNA bölgesine göre açıklamaya çalışan kapsamlı ilk çalışmadır. *Alkanna* cinsinin filogenetik ilişkilerinin bütünüyle çözülebilmesi için türlerin farklı populasyonlarına ait çok sayıda örnek ve farklı gen bölgelerinin kullanılması gerektiği öngörülmektedir.

ITS bölgesinin evrimsel açıdan ilişkileri açıklamada güçlü değerler vermiş olması *Alkanna* cinsinin akrabalık ilişkilerinin araştırılması bakımından ileride yapılacak olan çalışmalara temel oluşturacağı inancındayız.

6. KAYNAKLAR

- Afzal, M. and Muhammad, N. 1983. Shikonin-dimethylacrylate: A component of *Alkanna hirsutissima*, *Agricultural and Biological Chemistry*, 47(2): 411-412 pp.
- Akçin, Ö. E., Kandemir, N. and Cansaran, A. 2004. A morphological and anatomical studies on endemik *Alkanna haussknechtii* (Boraginaceae) critically endangered in Turkey. *Doğa Tr. J. Of Botany*, 28, 591-598.
- Aktaş, K. 2012. *Alkanna* Tausch. In: Güner, A. et al. (eds.). Türkiye Bitkileri Listesi, (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, pp. 220–223.
- Anonymous 1: http://euromed.luomus.fi/euromed_map.php?taxon=435306&size=medium [Son Erişim Tarihi 23.12.2019].
- Anonymous 2: <http://apps.kew.org/herbcat/getImage.do?imageBarcode=K001085844> [Son Erişim Tarihi 23.12.2019].
- Angiosperm Phylogeny Group II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *J. Linn. Soc. Bot.* 141: 399-436.
- Angiosperm Phylogeny Group III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III, *Bot. J. Linn. Soc.* 161: 105-121.
- Angiosperm Phylogeny Group IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV, *Bot. J. Linn. Soc.* 181: 1-20.
- Arakaki, M., Christin, P.A., Nyffeler, R., Lendel, A., Eggli, U., Ogburn, R.M., Spriggs, E., Moored, M.J. and Edwards, E.J. 2011. Contemporaneous and recent radiations of the world's major succulent plant lineages. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 108, 8379–8384.
- Assimopoulou, A.N., Boskou, D. and Papageorgiou, V.P. 2003. Antioxidant activities of alkannin, shikonin and *Alkanna tinctoria* root extracts in oil substrates, *Food Chemistry*, 87: 433–438 pp.
- Atalay, İ. 1994. Türkiye vejetasyon coğrafyası. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, Türkiye, 352 ss.
- Avice, J.C., Arnold, J., Ball, R. M., Bermingham, E., Lamb, T. and Neigel, J. E. 1987. Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 18: 489-522 pp.
- Avice, J.C. 2000. Phylogeography, the history and formation of species, Harvard Univ. Press.
- Avice, J.C. 2009. Phylogeography: retrospect and prospect. *Journal of Biogeography* (J. Biogeogr.). 36, 3–15.

- Bakker, F.T., Culham, A., Gomez-Martinez, R., Carvalho, J., Compton, J., Dawtrey, R. and Gibby, M. 2000. Patterns of nucleotide substitution in angiosperm cpDNA trnL-(UAA)-trnF (GAA) regions. *Molecular Biology Evolution*, 17: 1146-1155.
- Baillon, H. 1890. Boraginaceae. In *Histoire des Plantes* ed. H. Baillon. Paris Librairie Hatchette & Cie, Paris, 343-402.
- Baldwin, B.G. 1992. Phylogenetic utility of the internal transcribed spacers of nuclear ribosomal DNA in plants: An example from the Compositae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 1/1:3.
- Baldwin, B. G., Sanderson, M. J., Porter, J. M., Wojciechowoski, M. F., Campell, C .S. and Donoghue, M.J. 1995. The ITS region of nuclear ribosomal DNA: A valuable source of evidence on angiosperm phylogeny, *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 250-272 pp.
- Baytop, T. 1963. Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri. İsmail Akgün Matbaası, İstanbul.
- Baytop, T. 1984. İstanbul Üniversitesi Ecz. Fakültesi herbaryumundaki Türkiye Bitkileri: I. *Doğa Bilimleri Dergisi*, Ser. A2, 8(1): 147-149.
- Baytop, T. 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri, II. Baskı ISBN: 975-420-021- 1. İstanbul, 480 ss.
- Baytop, T. 2000. Anadolu Dağlarında 50 Yıl. Nobel Tıp Kitabevleri, 2. Baskı. İstanbul.
- Baytop, T. 2001. Türkiye Florasının tanınmasına katkıda bulunan araştırmacılar (1839-1965). Özhatay, N. (ed.) *Plants of the Balkan Peninsula: Into the next Millenium. Proceeding of the 2nd Balkan Botanical Congress*, 133-138 pp, İstanbul.
- Baytop, T. 2002. İstanbul Florası Araştırmaları (1553-1965). Eren yayıncılık, İstanbul.
- Baytop, T. 2005. XIX. Yüzyılın ilk yarısında Anadolu'da bir bitki toplayıcısı: R. Aucher-Eloy (1793-1838). *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*. 6(2): 71-78.
- Baytop, T. 2012. Anadolu'nun dar bir yöresinden örnek toplamış olan bitki toplayıcıları. *Osmanlı Bilimi Araştırmaları* 14(1): 1-16.
- Bennet, M. D. and Leitch, I. J. 2003. Plant DNA c-value database. *Royal Botanical Gardens*, Kew, West Sussex, UK.
- Bentham, G. 1876. Boragineae. in: Bentham, G. & Hooker, J.D. (eds.), *Genera plantarum*, vol2(2). Londini: venit apud Lovell Reeve. London, 832-865 pp.
- Binzet, R. 2012. *Onosma* L. In: Güner, A. et al. (eds.). Türkiye Bitkileri Listesi, (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, pp. 234-240.
- Boissier, E. 1867. *Flora Orientalis*. Vol.4. 224-234.
- Böhle, U.R. and Hilger, H.H. 1997. Chloroplast DNA systematics of Boraginaceae and related families: a goodbye to the old and familiar concept of five subfamilies. *Scripta Botanica Belgica* 15: 30.
- Bretting, P. K. and Widrlechner, M. P. 1995. Genetic markers and plant genetic resource management. *Plant Breed Rev.*, 31: 11-86.

- Cecchi, L. and Selvi F. 2009. Phylogenetic relationships of the monotypic genera *Halacsya* and *Paramoltkia* and the origins of serpentine adaptation in circum-mediterranean Lithospermeae (*Boraginaceae*): insights from ITS and *matK* DNA sequences. *Taxon*, 58: 700-714.
- Chacon, J., Luebert, F., Hilger, H., Ovcinnikova, S., Selvi, F., Cecchi, L., Guiliams, C.M., Hasenstab-Lehman, K., Sutory, K.K., Simpson, M.G. and Weigend, M. 2016. A revised infrafamilial classification of the borage family (*Boraginaceae* s.str.) based on a molecular phylogeny with an emphasis on the placement of some enigmatic genera. *Taxon*, 65 (3): 523-546 pp.
- Chacon, J., Luebert and F., Weigend, M. 2017. Biogeographic events are not correlated with diaspore dispersal modes in *Boraginaceae*. *Front. Ecol. Evol.* 5.
- Chacon, J., Luebert, F., Selvi, F., Cecchi, L. and Weigend, M. 2019. Phylogeny and historical biogeography of *Lithospermeae* (*Boraginaceae*): Disentangling the possible causes of Miocene diversifications. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 141.
- Cohen, J. 2013. A phylogenetic analysis of morphological and molecular characters of *Boraginaceae*: evolutionary relationships, taxonomy, and patterns of character evolution. *Cladistics*, (2013) 1–31.
- Constantinidis, T. 2013. The flora of the Kastellorizo island group (East Aegean Islands, Greece): new records and comments. *Flora Mediterranea*, 23: 69-86 pp.
- Cullings, K.W. 1992. Design and testing of a plant-specific PCR primer for ecological and evolutionary studies. *Molecular Ecology*, 1: 233-240 pp.
- Culpeper, N. 1965. The English Physitian Enlarged, *Churchill*, 3-4, London.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press. New York. pp 1262.
- Davis, P.H. 1965-1985. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Vol. 1-9)*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H. and Hedge, I.C. 1975. The Flora of Turkey: Past, present and future. *Candolea*, 30: 331-351.
- Davis, P.H. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. (Supplement)*, 10, Edinburgh University Press, Edinburgh, 1988.
- DeCandolle, A. 1846. *Prodromus systematic naturalis regni vegetabilis*. Vol. 10 Paris: Masson.
- Dhar, M.K., Friebe, B., Kaul, S. and Gill, B. 2006. Characterization and physical mapping of ribosomal RNA gene families in *Plantago*. *Annals of Botany*, 97/4: 54.
- Dilsiz, N. 2004. Moleküler Biyoloji, *Palme Yayıncılık*, Ankara.
- Doğan, C. ve Sümbül, H. 1997. Türkiye'nin Bazı *Alkanna* Tausch Türlerinin Polen Morfolojisi. *Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, (18): 19-34 ss.

- Donoghue, M.J., Edwards, E.J. 2014. Biome Shifts and Niche Evolution in Plants. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 45, 547–572.
- Doyle, J. J. and J. L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19: 11-15.
- Doyle, J. J. and Dickson, E.E. 1987. Preservation of plant samples for DNA restriction endonuclease analysis. *Taxon*, 36: 715-722 pp.
- Downie, S. R., Katz-Downie, D. S. and Watson, M.F. 2000. A phylogeny of the flowering plant family Apiaceae based on chloroplast DNA rp116 and rpoC1 intron sequences towards a suprageneric classification of subfamily Apioideae. *American Journal of Botany* 87: 273-292.
- Duman, H., Güner, A. and Şağban, H. 1999. A new species of *Alkanna* Tausch (Boraginaceae) from south-west anatolia. - *Bot. J. Linn. Soc.* 129: 339-343.
- Ekim, T., Güner, A., Koyuncu, M. and Karaca, H. 1997. A floristic trip to the central Taurus and western Black Sea regions. *Karaca Arbor. Mag.* 3(4): 147-182.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. ve Adıgüzel, N. 2000. Türkiye bitkileri kırmızı kitabı (*eğrelti ve tohumlu bitkiler*), Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara.
- El-Sohly, H.N., El-Ferally, F.S., Joshi, A.S. and Walker, L.A. 1997. Antiviral flavonoids from *Alkanna orientalis*, *Planta Medica*, 63(4): 384 pp.
- Ertuğ, F. 1999. Plants used in domestic handicrafts in Central Turkey, *OT Sistematiik Botanik Dergisi*, 6:57-68 pp.
- Felsenstein, J. 1985. Confidance limits on phylogenies an approach using the bootstrap. *Evolution*, 39: 783-791.
- Ferguson, D.M. 1999. Phylogenetic analysis and relationships in Hydrophyllaceae based on ndhF sequence data. *Systematic Botany*, 23: 253-268 pp.
- Gottschling, M., Diane N., Hilger, H.H. and Weigend, M. 2004. Testing hypotheses on disjunctions present in the primarily woody Boraginales: Ehretiaceae, Cordiaceae and Heliotropiaceae, inferred from ITS1 sequence data. *International Journal of Plant Science*, 165: 123-135 pp.
- Gottschling, M., Luebert, F., Hilger, H.H. and Miller, J.S. 2014. Molecular delimitations in the Ehretiaceae (Boraginales). *Molec. Phylogen. Evol.* 72: 1–6.
- Guzow, B., Garniak, M. K. and Wegrzyn G. 2001. Molecular determination keys: construction of keys for species identification based on restriction fragment length polymorphism. *Int.Arch Biosci.* 1057-1067.
- Güner, A. 2000. *Alkanna* Tausch. In: Güner et al. (eds.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands 11. Edinburgh University Pres. Edinburgh, 190–191 pp.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. and Başer, K.H. 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands 11. Edinburgh University Pres. Edinburgh, 656 pp.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. (edlr.) 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.

- Güner, A., Ekim, T. (edlr.). 2014. *Resimli Türkiye Florası*, Vol. 1, Ali Nihat Gökyiğit Vakfı, Flora Araştırmaları Derneği ve Türkiye İş Bankası Kültür Yayını, İstanbul.
- Güner, A., Karabacak, E., Çıngay, B., Eker, İ., Güneş, F., Keskin M., Körüklü, T. ve Öztekin, M. 2014. Bitki terimleri. Şu eserde: Güner, A., Ekim, T. (edlr.). *Resimli Türkiye Florası*, Vol. 1, Ali Nihat Gökyiğit Vakfı, Flora Araştırmaları Derneği ve Türkiye İş Bankası Kültür Yayını, İstanbul.
- Gürke, M. 1897. Boraginaceae (Asperifoliaceae) in Die natürlichen Pflanzenfamilien vol 4, 3a eds. A. Engler and K. Prantl. Leipzig: Englemann, 71-131 pp.
- Hall, T. 2011. <http://www.mbio.ncsu.edu/bioedit/page2.html>.
- Hedrick, P.W. 2011. *Genetics of Populations*, Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers.
- Heywood, V. H. and Tutin, G. T. 1972. *Flora Europaea*, vol III:95.
- Hilger, H.H., Gottschling, M., Selvi, F., Bigazzi, M., Langström, E., Zippel, E., Diane, N. and Weigend, M. 2005. The Euromed treatment of Boraginaceae in Willdenowia 34- a response. *Willdenowia*, 35: 43-48 pp.
- Huber-Morath, A. 1978. *Alkanna* Tausch. In: Davis, P.H. (ed.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 6. Edinburgh University Press. Edinburgh, pp. 414 –434.
- Javornik, B. 2002. Molecular tools for determining genetic variability report of a working group on medicinal and aromatic plants pp. 146 First meeting, 12-14 September 2002, Gozd. Martuljek, Slovenia.
- Johnston, I. M. 1924. Studies in the Boraginaceae, III. *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University*, 73: 2-78.
- Kandemir, A. 2009. The Rediscovery of Some Taxa Thought to Have Been Extinct in Turkey, *Türk J. Bot.* 33: 113-122 pp.
- Kandemir, N. ve Cansaran, A. 2010. An Autecological Investigation on Endemic *Alkanna haussknechtii* Bornm.(Boraginaceae) Critically Endangered in Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(5): 613-618.
- Karaer, F. and Cansaran A. 1998. Boraginaceae (*Alkanna haussknechtii* Bornm.). *The Karaca Arboretum Magazine*, 4: 183-184.
- Kastner, G. 1969. The dependence of yield and quality of Thyme grown as a two year crop on the date of harvesting and the cutting height in the Autumn of the year of sowing. *J. Pharmazie*, 24: 226-35, 274-90-350-7.
- Katoh, K. and Standley, D.M. 2013. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular Biology and Evolution*, (30)4: 772-780.
- Kaval, İ. 2011. Geçitli ve çevresinin etnobotanik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Kelchner, S. A. 2000. The evolution of non-coding chloroplast DNA and its application in plant systematics. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 87:482-498.

- Kourounakis, A.P., Assimopoulou, A.N., Papageorgiou, V.P., Gavalas, A. and Kourounakis, P.N. 2002. Alkannin and Shikonin: Effect on free radical processes and on inflammation a preliminary pharmacochemical investigation, *Archiv der Pharmazie* (Weinheim), 335 (6): 262-266.
- Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. 2016. MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0. for bigger datasets. *Molecular and Biology and Evolution*, 33(7): msw054.
- Librado, P. and Rozas, J. 2009. DnaSP v5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics Application note*, vol. 25 no: 11, 1451-1452.
- Luebert, F. and Weigend, M. 2014. Phylogenetic insights into Andean plant diversification. *Front. Ecol. Evol.* 2, 27.
- Maddison, W.P. and Maddison, D.R. 2018. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.6. <http://mesquite.wikispaces.com>.
- Mansion, G., Selvi, F., Guggisberg, A. and Conti, E. 2009. Origin of Mediterranean insular endemics in the Boraginales: integrative evidence from molecular dating and ancestral area reconstruction. *Journal of Biogeography*. 36, 1282–1296.
- McGimpsey, J.A., Douglas, M.H., Van Klink, J.W., Beauregard, D.A., and Perry, N.B. 1994. Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized *Thymus vulgaris* L. in New Zealand. *J. Flavour Fragrance* 9, 347–352.
- McKown, A.D., Cochard, H., Sack, L. 2010. Decoding leaf hydroulious with spatially explicit model: principles of venation architecture and implications for its evolution. *Am. Nat.* 175, 447-460.
- Metin, A. 2009. Mut Çevresinde Yetişen Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Michaelides, C., Striglis, C., Panayotou, P. and Ioannovich, I. 1993. *Ann. Medit. Burns Club*, VI, 24-25 pp.
- Nagalingum, N.S., Marshall, C.R., Quental, T.B., Rai, H.S., Little, D.P., Mathews, S. 2011. Recent synchronous radiation of a living fossil. *Science* 334, 796–799.
- Nazaire, M., and Hufford, L. 2012. A broad phylogenetic analysis of Boraginaceae: implications for the relationships of *Mertensia*. *Systematic Botany* 37: 758-783.
- Otero, A., Jiménez-Mejías, P., Valcárcel, V., Vargas, P. 2019. Being in the right place at the right time? Parallel diversification bursts favored by the persistence of ancient epizoochorous traits and hidden factors in Cynoglossoideae. *Am. J. Bot.* 106: 438–452.
- Özdemir, C. and Altan, Y. 2006. Morphological and anatomical investigation of some endemic *Alkanna* species. *Pak. J. Bot.*, 38(3): 527-537.
- Papageorgiou, V.P. 1976. DSc. Thesis, School of Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki.
- Papageorgiou, V.P. 1977. A new pigment of *Alkanna tinctoria* having naphthaquinone structure, *Planta Medica*, 31(4): 390-394 pp.

- Papageorgiou, V.P. 1978. Wound healing properties of naphthaquinone pigments from *Alkanna tinctoria*, *Experientia*, 34(11): 1499-1501 pp.
- Papageorgiou, V.P. Winkler, A., Sagredos, A.N. and Digenis, G.A. 1979. Studies on the relationship of structure to antimicrobial properties of naphthaquinones and other constituents of *Alkanna tinctoria*, *Planta Medica*, 35(1): 56-60 pp.
- Papageorgiou, V.P. and Digenis, G.A. 1980. Isolation of two new alkannin esters from *Alkanna tinctoria*, *Planta Medica*, 39(1): 81-84 pp.
- Papageorgiou, V.P. Mellidis, A.S. and Sagredos, A.N. 1980. Study on the antibiotic fraction of *Alkanna tinctoria* Tausch, *Chimik Chronika*, 9(1): 57-63 pp.
- Papageorgiou, V.P. Assimopoulou, A.N., Couladouros, E.A., Hepworth, D. and Nicolaou, K.C. 1999. The Chemistry and Biology of, Shikonin and Related Naphthazarin Natural Products, 38th ed. Angewandte Chemie International, 270–300 pp.
- Papageorgiou, V.P. and Assimopoulou, A. 2003. Lipids of the hexane extract from the roots of medicinal boraginaceous species, *Phytochemical Analysis*, 14(4):251-258 pp.
- Popov, M. G. 1953. Boraginaceae. in Shishkin, B. K. (ed *Flora of the USSR* vol. 19, Moskva, Leningrad: Izdatel'stvo Akademii Nauk. SSSR.73-508 pp.
- Parker, K. and Markwith, S. 2007. "Expanding biogeographic horizons with genetic approaches", *Geography Compass*, 1 (3): 246–274.
- Petit, R. J. and Vendramin G. G. 2007. "Phylogeography of organelle DNA in plants: An introduction", *Phylogeography of Southern European Refugia* (Eds. Weiss S. and Ferrand N.), *Springer*, 23-97 pp.
- Posada, D. and Crandall, K.A. 1998. Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics*. 14:817-818.
- Post, G. E. and Dinsmore, J. E. 1932. Flora of Syria, Paletsine, Sinai, I, 241-245.
- Potter, P.E., Szatmari, P. 2009. Global Miocene tectonics and the modern world. *Earth Sci. Rev.* 96, 279–295.
- Raab-Straube E. and Raus T.H. (edlr.) 2015. Euro-Med-Checklist Notulae, 5, *Willdenowia*, 45 (3): 449-464.
- Rechinger, von K. H. 1949. Flora Iranica, 4, 231.
- Rechinger, von K. H. 1965. Zur Kenntnis der Europäischen Arten der Gattung *Alkanna*, *Ann. Naturhistor Mus.*, 68, 191-220.
- Refulio-Rodriguez, N.F. & Olmstead, R.G. 2014. Phylogeny of Lamiidae, *Amer. J. Bot.* 101: 287-299.
- Riedl, H. 1968. Die neue Tribus Trigonotideae und das System der Boraginoideae. *Österr. Bot. Z.* 115: 291-321 pp.
- Riedl, H. 1997. Boraginaceae, in P. Baas, R. W. J. M. van der Ham, Hegnauer, R. And Spitteler, N. (eds.) *Flora Malesiana Ser. I. I. vol. 3*, Leiden: Publications Department Rijksherbarium, 43-144 pp.

- Robert, G. and Passet, J. 1973. *Thymus vulgaris* native of France Chemical Varieties and Chemotaxonomy. *J. Phytochemistry*. 12. 7, 1683-89.
- Roeder, E., Wiedenfeld, H. and Schraut, R. 1984. Pyrrolizidine alkaloids from *Alkanna tinctoria*, *Phytochemistry*, 23 (9): 2125-2126 pp.
- Rokas, A., Williams, B. L., King, N. and Carroll, S. B. 2003. Genome-scale approaches to resolving incongruence in molecular phylogenies. *Nature*. 425(6960):798-804.
- Ronquist, F., Teslenko, M., van der Mark, P., Ayres, D.L., Darling, A., Hohna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M.A. and Huelsenbeck, J.P. 2012. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Syst. Biol.* 61:539-542.
- Shedlock, A. M., Pietsch, T.W., Haygood, M. G., Bentzen, P. and Hasegawa, M. 2004. Molecular systematics and life history evolution of anglerfishes (Teleostei: Lophiiformes): Evidence from mitochondrial DNA. *Steenstrupia* 28 (2): 129–144.
- Stamatakis, A. 2014. RAxML v8: A tool for phylogenetic analysis and post analysis of large phylogenies. *Bioinformatics* 30: 1312-1313.
- Stevens, P.F. 2001. Angiosperm phylogeny website, version 12, July 2012 [and more or less continuously updated since]
- Sümbül, H. 1991. Ten New Species From Anatolia and Two New Records For The Flora Of Turkey. *Edinburgh J. Bot.* 48 (1): 27-40.
- Sümbül, H. 1994. Türkiye'nin *Alkanna* Tausch Türleri Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma, TBAG 929. 141 syf.
- Şekercioğlu, Ç.H., Anderson, S., Akçay, E., Bilgin, R., Can, E.Ö., Semiz, G., Tavşanoğlu, Ç., Yokeş, M.B., Soyumert, A., İpekdağ, K., Sağlam, İ.K., Yücel, M. ve Dalfes, H.N. 2011. Turkey's globally important biodiversity in crisis. *Biological Conservation*, 144: 2752-2769.
- Swofford, D.L. 2002. PAUP: Phylogenetic analysis using parsimony and other methods, v4.0a.166. Sunderland (MA): Sinauer Associates.
- Taberlet, I., Gielly, L., Pautou, G. and Bouvet, J. 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant. Mol. Biol.* 17, 1105–1109.
- Tarıkahya Hacıoğlu, B. and Erik, S. 2011. Phylogeny of *Symphytum* L. with special emphasis on Turkish species, *African Journal of Biotechnology*, vol 10(69): 15483-15493 pp.
- Tausch, I.F. 1824. *Alkanna* Tausch. *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 7 (1): 234-235.
- Tugay, O. 2008. *Alkanna verecunda*'nın yayılışı: Konya ve Antalya'nın Endemik Bir Türü. *S.Ü. Fen. Ed. Fak. Fen Derg.*, Konya, 31: 21-25 pp.
- Venskutonis, R., Poll, L. and Larsen, M. 1996. *Thmus vulgaris* of essential oil. *J. Flavour Fragrance* 11: 123–128.

- Wahlberg, N., Braby, M. F., Brower, A. V. Z., De Jong, R., Lee, M.-M. and Nylin, S., Pierce, N., Sperling, F. A., Vila, R. A., Warren, D. & Zakharo, E. 2005. Synergistic effects of combining morphological and molecular data in resolving the phylogeny of butterflies and skippers. *Proceedings of the Royal Society of London Series B Biological Sciences* 272: 1577-1586 pp.
- Weigle, P. 1974, Ancient Dyes for Modern Weavers, Watson-Guption, New York, 50-52 pp.
- Weigend, M., Gottschling, M., Selvi, F. and Hilger, H.H. 2009. Marble-seeds are gromwells-Systematics and evolution of *Lithospermum* and allies based on molecular and morphological data. *Molec. Phylogen. Evol.* 52: 755-768 pp.
- Weigend, M., Gottschling, M., Selvi, F. and Hilger, H.H. 2010. Fossil and extant Western Hemisphere Boraginaceae and the polyphyly of "Trigonotideae" Riedl (Boraginaceae: Boraginoideae). *Syst. Bot.* 35: 409-419 pp.
- Weigend, M. and Luebert, F., Gottschling, M., Couvreur, T.L.P., Hilger, H.H. & Miller, J.S. 2014. From capsules to nutlets – Phylogenetic relationships in the Boraginales. *Cladistics* 30: 508–518.
- Weigend, M., Selvi, F., Thomas, D.C. and Hilger, H.H. 2016. Boraginaceae, in: Kadereit, J.W., Bittrich, V. (Eds.), The families and genera of vascular plants, vol. 14. Flowering plants: Eudicots; Aquifoliales, Boraginales, Bruniales, Dipsacales, Escalloniales, Garryales, Paracryphiales, Solanales (except Convolvulaceae), Icacinaceae, Metteniusaceae, Vahliaceae. *Springer-Verlag GmbH, Heidelberg*, pp. 41–102.
- Wen, J., Zhang, J.-Q., Nie, Z.-L., Zhong, Y. and Sun, H. 2014. Evolutionary diversifications of plants on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Front. Genet.* 5, 4.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. pp. 315-322 in PCR protocols: a guide to methods and applications. M. Innis, D. Gelfand, J. Snisky and T. J. White (eds.). *Academic Press*, San Diego, USA.
- Wolfe, K.H., Li, W.H. and Sharp, P.M. 1987. Rates of nucleotide substitutions vary greatly among plant mitochondrial, chloroplast and nuclear DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 84: 9054-9058.
- Xia, X. and Xie, Z. 2001. DAMBE: software package for data analysis in molecular biology and evolution. *J. Hered.*, 92(4): 371-373.
- Xia, X. and Lemey, P. 2009. Assessing substitution saturation with DAMBE. In the phylogenetic handbook: A practical approach to DNA and protein phylogeny, 2nd ed. (ed. by P. Lemey, Salemi & A. M. Vandamme), pp 615-630. Cambridge University Press.
- Xu, D.H., Abe, J., Sakai, M., Kanazawa, A. and Shimamoto, Y. 2000. Sequence variation of noncoding 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: 724-732.
- Yang, X. and Quiros, C. 1993. Identification and classification of celery cultivars with RAPD markers, *Theor. Appl. Genet.*, 86, 205.

- Yıldırım, H. and Şenol, S.G. 2014. *Alkanna malatyana* (Boraginaceae), A new species from East Anatolia, Turkey. *Phytotaxa*, 164 (2): 124–132.
- Yıldırım, H., Altıoğlu, Y. ve Balos M.M. 2017. Bağbahçe Bilim Dergisi Resimli Türkiye Florası'na Katkılar 3: *Alkanna strigosa* Boiss. & Hohen. (Boraginaceae) türünün Türkiye'de varlığı üzerine. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 4(3) 2017: 1-6 pp.
- Yıldırım, Ş. 2013. Two new species from Kepen, Sivrihisar, Eskişehir, Turkey. *Ot Sistemik Botanik Dergisi*, 20 (2): 1-10.
- Yıldırım, Ş. 2014. Anadolu botanik tarihi. Şu eserde: Güner, A., Ekim, T. (edlr.), *Resimli Türkiye Florası*, cilt. 1, Ali Nihat Gökyiğit Vakfı, Flora Araştırmaları Derneği ve Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları Yayını, İstanbul.
- Yüzbaşıoğlu, S. 2010. Reşadiye ve çevresinin etnobotaniği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

ÖZGEÇMİŞ

Belkıs YAPICI AKCA

blksypc@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora	Akdeniz Üniversitesi
2010-2020	Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Antalya
Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2007-2010	Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi
1998-2002	Fen Fakültesi, Biyoloji, Antalya

ESERLER

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

- 1) Yapıcı Akca, B. and Sümbül, H. (2018). Some geophytes of Kocaaliler town. International Ecology Symposium Kastamonu/Turkey, 19-23 June, pp. 989. (Abstract/Poster)
- 2) Yapıcı Akca, B. and Sümbül, H. (2018). Medicinal Plants Consumed as herbal tea growing in Çamlık village. MESMAP4 Antalya/Turkey, 18-22 April, pp. 145. (Abstract/Poster)
- 3) Yapıcı Akca, B. and Sümbül, H. (2018). Some endemic plants of Cremna Ancient City, Turkey. ICABS Eskişehir/Turkey, 3-5 May, pp. 177. (Abstract/Poster)

- 4) İkten, H., Yılmaz, Y., Yapıcı Akca, B., Doğan, A., Ertan, B. and Erkan, M. (2018). Molecular characterization of locally grown melli fig genotypes, comparison with common cultivars. 30. International HC. İstanbul/Turkey, 12-16 August, pp. (Abstract/Oral presentation)
- 5) Yapıcı Akca, B. and Sümbül, H. (2017). Some endemic plants of Bucak district. International Ecology Symposium Kayseri/Turkey, 11-13 May, pp. 766. (Abstract/Poster)
- 6) Yapıcı Akca, B. and Sümbül, H. (2017). Plants used in desiccation of Melli fig with natural methods. International Ecology Symposium Kayseri/Turkey, 11-13 May, pp. 725. (Abstract/Poster)

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

- 1) Yapıcı Akca, B. ve Sümbül, H. (2018). Çamlık Köyünün Bazı Kazmofitik Bitkileri. 3. Ulusal Uygulamalı Biyolojik Bilimler Kongresi, Eskişehir/Türkiye, 3-5 Mayıs, ss. 40 (Özet Bildiri/Poster)
- 2) Yapıcı Akca, B., İkten, H., Mutlu, N. and Sümbül, H. (2016). The Comparision Of Different Genomics DNA Isolation Methods On Some *Alkanna* Tausch (Boraginaceae) Taxa. 5. Ulusal Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji Kongresi, Konya/Turkey, 18-21 Temmuz, pp. 72. (Özet Bildiri/Poster)
- 3) Yapıcı, B., Ünal O. ve Ay S.T. (2009). "*Sideritis libanotica* Labill. subsp. *linearis* (Bentham) Bornm. (Lamiaceae)'in Doğal ve Kültür Formlarının Uçucu Yağ İçeriği Yönünden Karşılaştırılması", IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Özet Kitabı, Nevşehir, Türkiye, 7-10 Ekim, ss. 400. (Özet Bildiri/Poster)
- 4) Yapıcı, B., Ünal O. ve Ay S.T. (2009). "*Sideritis pisidica* Boiss. & Heldr. (Lamiaceae)'nın Doğal ve Kültür Formlarının Uçucu Yağ İçeriği Yönünden Karşılaştırılması", IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Nevşehir, Türkiye, 7-10 Ekim, ss. 401. (Özet Bildiri/Poster)
- 5) Yapıcı, B., Ünal O. ve Ay S.T. (2009). "*Sideritis argyrea* P.H. Davis (Lamiaceae)'nın Doğal ve Kültür Formlarının Uçucu Yağ İçeriği Yönünden Karşılaştırılması", IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Nevşehir, Türkiye, 7-10 Ekim, ss.160. (Özet Bildiri/Poster)
- 6) Yapıcı, B. ve Ünal O. (2008). "*Sideritis pisidica* Boiss. & Heldr (Lamiaceae)'nın Doğal ve Kültür Formlarının Morfolojik ve Ekolojik Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması", 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, Trabzon, Türkiye, 23-27 Haziran, ss. 391-392. (Özet Bildiri/Poster)
- 7) Yapıcı, B. ve Ünal O. (2008). "*Sideritis argyrea* P.H. Davis (Lamiaceae)'nın Doğal ve Kültür Formlarının Morfolojik ve Ekolojik Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması", 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, Trabzon, Türkiye, 23-27 Haziran, ss. 391-291. (Özet Bildiri/Poster)

8) Ünal, O. ve Yapıcı, B. (2008). "*Sideritis libanotica* Labill. subsp. *linearis* (Bentham) Bornm. (Lamiaceae)'in Doğal ve Kültür Formlarının Morfolojik ve Ekolojik Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması", 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, Trabzon, Türkiye, 23-27 Haziran, ss. 390-391. (Özet Bildiri/Poster)