T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aethionema coridifolium DC. (Cruciferae) KÜMESİNİN MOLEKÜLER SİSTEMATİĞİ

Tuğba PENSE (CAMGÖZ)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Ocak-2015
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Tuğba PENSE (CAMGÖZ)

21.01.2015

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aethionema coridifolium DC. (Cruciferae) KÜMESİNİN MOLEKÜLER SİSTEMATİĞİ

Tuğba PENSE (CAMGÖZ)

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL

2015, 40 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL
Doç. Dr. Tuna UYSAL
Yrd. Doç. Dr. Eda ÖZEL

Bu çalışmada, Cruciferae familyasının taksonomik açıdan en zor cinslerinden biri olan *Aethionema* cinsi içerisinde, *Ae. coridifolium* tür kümesi içerisinde değerlendirilen, *Ae. coridifolium, Ae. armenum, Ae. grandiflorum* var. *grandiflorum* ve var. *sintenisii* taksonları ile küme içerisindeki taksonlarla yakın ilişkili olan *Ae. huber-morathii* ve *Ae. karamanicum* türleri arasındaki akrabalık ilişkileri, taksonomik, morfolojik ve moleküler yöntemlerle ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, bu çalışmayla çalışılan taksonların Türkiye Florasında verilen tanımlarındaki eksiklikler giderilmiştir. Küme içerisindeki taksonların akrabalık ilişkilerini belirlemek için ITS gen dizileri hizalanarak bir veri matrisi oluşturulmuş ve filogenetik bir ağaç üretilmiştir. Verilere göre *Aethionema* cinsi monofiletiktir. Önceleri *Moriera* cinsi içerisinde yer alan *Ae. spinosa* türünün *Aethionema* cinsi içerisinde değerlendirilmesi, *Ae. coridifolium* tür kümesi içerisinde yer alan tüm taksonların farklı birer takson olarak değerlendirilmesi kuvvetlice desteklenmektedir. Sonuçlar *Ae. armenum* kompleksi içerisinde değerlendirilen Kayseri-Pınarbaşı, Ankara-Yenice ve Karaman-Ermenek populasyonlarının farklı birer takson olarak tanımlanabileceğini öngörmektedir.

Anahtar Kelimeler: Brassicaceae, Filogeni, ITS, Kayagülü, Taksonomi, Türkiye

ABSTRACT

MS THESIS

MOLECULAR SYSTEMATICS OF *Aethionema coridifolium* DC. (Cruciferae) AGGREGATA

Tuğba PENSE (CAMGÖZ)

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN BIOLOGY

Advisor: Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL

2015, 40 Pages

Jury
Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL
Assoc. Prof. Dr. Tuna UYSAL
Asst. Prof. Dr. Eda ÖZEL

In this study, phylogenetic relationships between the *Ae. coridifolium* aggregata in which involves *Ae. coridifolium*, *Ae. armenum*, *Ae. grandiflorum* var. *grandiflorum* and var. *sintenisii*, and their close relatives, *Ae. huber-morathii* and *Ae. karamanicum*, assigned into the *Aethionema*, one of the difficult genus of Cruciferae, were revealed by taxonomical, morphological and molecular methods. The deficiency of descriptions for these taxa given with the Flora of Turkey were also completed. Sequence data from the ITS region were used to determine the phylogenetic relationships of *Ae. coridifolium* aggregata. Data support the monophyly of the genus *Aethionema*. The results fully support transferring of *Ae. spinosa* assigned before in the genus *Moriera*, to the genus *Aethionema* and accepting as a seperate taxon of which placed in *Ae. coridifolium* aggregata. Data also support that *Ae. armenum* populations distrubuted in Kayseri-Pınarbaşı, Ankara-Yenice and Karaman-Ermenek region should be assigned into different taxa.

Keywords: Brassicaceae, ITS, Phylogeny, Taxonomy, Turkey

ÖNSÖZ

Çalışma konusunun seçiminde ve araştırmanın yürütülmesinde destek ve yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Kuddisi ERTUĞRUL'a, laboratuar çalışmalarımda bilgi ve deneyimini esirgemeyen, beceri ve yorumlarından faydalandığım hocam Sayın Doç. Dr. Tuna UYSAL'a, ayrıca çalışmalarımda yardımcı olan Sayın Uzman Meryem BOZKURT ve Sayın Arş. Gör. Ela Nur ŞİMŞEK SEZER'e, laboratuar arkadaşlarıma ve Selçuk Üniversitesi 12201028 nolu proje ile çalışmamda maddi destek sağlayan Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (BAP) teşekkür ederim.

Ayrıca hayatım boyunca desteğini her zaman hissettiğim babam Yaşar CAMGÖZ, annem Naciye CAMGÖZ, ablam, abim ve eşim Salim PENSE'ye sonsuz teşekkür ederim.

Tuğba PENSE (CAMGÖZ)

KONYA-2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

1.1. rDNA ve ITS (Internal Transcribed Spacer) 5
1.1.1. rDNA bölgeleri 5
1.1.2. ITS bölgesi ve genel özellikleri 5
1.1.3. rDNA ve ITS bölgeleri arasındaki ilişki 6

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **8**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **14**

3.1. Materyal 14
3.2. Yöntem 15
3.2.1. Moleküler yöntem 15

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **18**

4.1. Cruciferae Familyasının Genel Özellikleri 18
4.2. *Aethionema* Cinsinin Genel Özellikleri 19
4.2.1. *Aethionema armenum* Boiss. 20
4.2.2. *Aethionema coridifolium* DC. 20
4.2.3. *Aethionema grandiflorum* Boiss. & Hohen. 21
4.2.4. *Aethionema grandiflorum* Boiss. & Hohen var. *sintenisii*. 22
4.2.5. *Aethionema huber-morathii* Davis & Hedge. 22
4.2.6. *Aethionema karamanicum* Ertuğrul & Beyazoğlu 23
4.3. Moleküler Bulgular 24

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **34**

KAYNAKLAR **35**

ÖZGEÇMİŞ **40**

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
AFLP	:	Çoğaltılmış Parça Uzunluk Polimorfizmi
Ark.	:	Arkadaşları
bp	:	Baz çifti
chs	:	Chalcone sentaz geni
CI	:	Tutarlılık indeksi
cm	:	Santimetre
cpDNA	:	Kloroplast DNA
CTAB	:	Setil Trimetil Amonyum Bromür
dk	:	Dakika
DNA	:	Deoksiribonükleik Asit
dNTP	:	dATP, dTTP, dCTP, dGTP
EN	:	Tehlikede
ETS	:	External Transcribed Spacer
H_2O	:	Su
IGS	:	Intergenic Spacer
ITS	:	Internal Transcribed Spacer (İç Transkribe Boşluklar)
IUCN	:	Dünya Koruma Birliği
LSU	:	Büyük alt birim
m	:	Metre
matK	:	Maturase K geni
Mg	:	Magnezyum
mm	:	Milimetre
mtDNA	:	Mitokondriyal DNA
NCBI	:	The National Center for Biotechnology Information
ndhF	:	NADH(Nicotinamide adenine dinucleotide) dehirogenaz F
NOR	:	Nükleolar Organizer Region
nrDNA	:	Nüklear ribozomal DNA
NTS	:	Non Transcribed Spacer
PCR	:	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PHYA	:	Fitokrom A
RAPD	:	Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA
rbcL	:	Ribuloz-bifosfat karboksilaz
rDNA	:	Ribozomal DNA
RFLP	:	Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi
RNA	:	Ribonükleik Asit
rRNA	:	Ribozomal RNA
S	:	Svedberg unit
SSCB	:	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
SSU	:	Küçük alt birim
s.str.	:	Sensu strikto
TE	:	Tris-EDTA
tRNA	:	Taşıyıcı RNA
Var.	:	Varyete
vb	:	Ve benzeri

18S (SSU)	:	18S (small subunit) (küçük alt birim)
28S (LSU)	:	28S (large subunit) (büyük alt birim)
µl	:	Mikrolitre
&	:	Ve
ºC	:	Santigrat derece
%	:	Yüzde

1. GİRİŞ

Monofiletik olan Cruciferae (Brassicaceae) familyası son düzenlemelere göre ihtiva ettiği, 49 oymak, 321 cins ve 3660 tür ile Angiospermlerin en geniş familyalarından biridir. Beş yıl öncesinde Brassicaceae familyası için tahmin edilen 25 oymak, 338 cins ve 3709 türden oluşan sayılar, güncel sayılarla karşılaştırıldığında Brassicaceae familyasının filogeni ve sistematiğiyle ilgili bilgilerin hızla ilerlediğini ortaya koymaktadır. Bu gelişmeler sadece moleküler filogenetik çalışmalarla değil, familya içerisindeki çok sayıda türler üzerine yapılan mukayeseli evolusyon ve genomik çalışmalarla başarılmıştır (Al-Shehbaz, 2012; Koch ve Marhold, 2012).

Brassicacea familyası, Antartika hariç, tüm kıtalarda yayılış gösterir (Koch ve Kiefer, 2006). Familya, Kuzey Yarımkürenin ılıman bölgelerinde geniş yayılış alanına sahip iken, Güney Yarımküre'de yer yer dağlık ve alpinik bölgeler hariç tropikal kuşakta nadir olarak bulunmaktadır. Familyanın en önemli farklılaşma merkezleri Iran-Turan (yaklaşık 150 cins ve 530'u endemik 900 tür) ve Akdeniz (yaklaşık 113 cins ve 290'ı endemik 630 tür) bitki coğrafyası bölgeleridir. Bu bölgeleri Kuzey Amerika (yaklaşık 99 cins ve 600'ü endemik 778 tür) ve Shero-Sindian (yaklaşık 65 cins ve 62'si endemik 180 tür) bölgeleri izler. Familya, Kuzey Yarımküre'de daha fazla türle temsil edilirken, Güney Yarımküre'de daha az türe sahiptir. Bu bölgede en fazla Güney Amerika'da yayılış göstermektedir (40 cins, 28 i endemik 340 tür), bu bölgeyi sırasıyla Güney Afrika (15 cins ve 100 tür), Avustralya ve Yeni Zellanda (19 cins ve 114 tür) takip etmektedir (Appel ve Al- Shehbaz, 2003).

Türkiye, Brassicaceae familyasına ait 97 cins ve 571 türle Dünya'da ikinci sırada yer alırken, ABD, 10 kat büyük toprağa sahip olmasına karşın sadece 653 tür ve 61 cins barındırmaktadır (Al-Shehbaz ve ark., 2007).

Brassicaceae familyası; ekonomik önemi olan birçok türün yanında, moleküler çalışmaların çoğunda model bir bitki olarak kullanılan *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. türünü barındırmasıyla, evolusyon çalışmaları için Angiospermlerin en önemli model bitki familyalarından biri haline gelmiştir (Al-Shehbaz, 2012; Koch ve Marhold, 2012).

Brassicaceae familyasına ait pek çok tür insanlık tarihinden bu yana yetiştirilmekte ve günümüzde dünyanın hemen hemen her tarafında kültürü yapılmaktadır. Familya; önemli süs bitkileri, endüstriyel bitkiler, yemeklik yağlar, hayvan yemi, baharatlar ve sebze gibi pek çok ekonomik öneme sahip ürünleri içermektedir (Al-Shehbaz ve ark., 2006). Familyanın önemli üyeleri *Brassica oleracea* L. (brokoli, brüksel lahanası, lahana, karnabahar, yer lahanası,

kıvırcık lahana), *B. juncea* (L.) Czern. (Hindistan hardalı), *B. nigra* (L.) K. Koch (siyah hardal), *B. napus* L. *ssp. rapifera* Metzg. (şalgam), *B. napus ssp. napus* (küçük şalgam) taksonlarını içine alan *Brassica* türleridir. Ekonomik öneme sahip türlere, *Lepidium sativum* L. (tere), *Armoracia rusticana* G. Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Raphanus sativus* L. (yabani turp), *Sinapis alba* L., *Nasturtium officinale* R. Br. (su teresi), *Eruca vesicaria* (L.) Cav. (roka) türleri de ilave edilebilir. *Brassica, Raphanus* ve *Sinapis* türleri, hem sebze olarak tüketilir, hem de bu türlerin tohumlarından endüstriyel yağlar elde edilir. *Isatis tinctoria* L. (Yabani çivitotu) bitkisinin taban yaprakları kök boyası yapımında kullanılmaktadır. Familyanın birçok üyesi, süs bitkisi olarak da kullanılmaktadır. En iyi bilinen örnekleri *Cheiranthus cheiri* L. (Şebboy), *Aubrieta deltoidea* (L.) DC. (Köşeli obrizya), *Erysimum cheiri* (L.) Crantz, *Hesperis matronalis* L., *Lunaria annua* L., *Matthiola incana* (L.) R. Br., *Lobularia maritima* (L.) Desv. ile *Aethionema* R. Br., *Arabis* L., *Alyssum* L., *Iberis* L., *Draba* L. ve *Moricandia* DC. cinsleri üyeleridir (Appel ve Al-Shehbaz, 2003).

Cruciferae familyasına ait kozmopolit bir bitki olan, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik, Türkiye'de ve dünyanın pek çok yerinde yetişmektedir. Tabandaki rozet yaprakları tazeyken salata olarak tüketilen veya pişirilerek yenen bu bitki, çeşitli tıbbi etkilere sahip olup (diüretik, antienflamatuar, antiülser, hemostatik vb), bitki üzerinde çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (Kılıç ve ark., 2007).

Aethionemeae Al-Shehbaz, Beilstein & E. A. Kellogg oymağı çoğunluğu Orta Doğu ve Avrupa'nın doğusunda yayılış gösteren iki cins ve 57 türü kapsar. Bu cinslerden *Aethionema* cinsinin gen merkezi Türkiye'dir; birkaç türün yayılış alanı, Doğuya doğru Türkmenistan'a, batıya doğru İspanya ve Fas'a kadar uzanır. *Moriera* cinsi ise Afganistan, İran ve Türkmenistan'da yayılış gösterir. Bu iki cins önceki sınıflamalarda *Thlaspi* ve *Lonopsidium* cinsleriyle birlikte Lepidieae oymağının Thlaspidinae alt oymağı içerisine yerleştirilmiştir. Son yıllarda yapılan moleküler çalışmalar bu iki cinsin, Brassicaceae familyasının diğer cinslerine göre bazal ve izole bir pozisyonda olduğunu, önceki cinslerle yakın bir ilişkisinin bulunmadığını göstermiş ve ayrı bir oymak içinde sınıflandırılmıştır (Al-Shehbaz ve ark., 2006).

Aethionema cinsinin bazı türleri Orta Doğuda yayılış gösteren, Brassicaceae ve Capparaceae familyaları arasında gidip gelen halen Cleomaceae familyasında monotipik bir cins olan *Dipterigium* Decne cinsine yüzeysel olarak benzerlik gösterir. Bu benzerliklerin

muhtemelen konvergensi sonucunda ortaya çıktığı ileri sürülmektedir (Al-Shehbaz ve ark., 2006).

Hall ve ark. (2002), *Aethionema* cinsinin sinonimi olarak değerlendirilen *Eunomia* DC. cinsine ait *Eunomia oppositifolium* (Pers) DC. türünün *Aethionema* ve *Iberis* cinsleriyle bir ilişkisinin olmadığını bu nedenle bu cinsin yeniden canlandırılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Ancak önceleri bu cins içerisinde yer alan çok sayıda türün taksonomik durumu henüz netlik kazanmamıştır (Al-Shehbaz ve ark., 2006).

Son yıllarda yapılan moleküler çalışmalar *Moriera* cinsinin *Aethionema* cinsi içerisinde sınıflandırılması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu durumda önceden iki cinsi kapsayan Aethionemeae oymağı günümüzde sadece *Aethionema* cinsi ile temsil edilmektedir.

Cruciferae familyasının en erken evrimleşmiş cinsi olan *Aethionema*, Dünya'da yaklaşık 50-60 türe sahiptir. Türlerin büyük çoğunluğu Türkiye'de, bir kısmı ise Güney ve Orta Avrupa ve Ortadoğu'da yayılış gösterir (Appel ve Al-Shehbaz, 2003).

Son kayıtlara göre *Aethionema* cinsi Türkiye'de 20'si endemik, 44 takson ile temsil edilmektedir (Ertugrul, 2012).

Aethionema cinsi, taksonomik açıdan Türkiye'deki en zor cinslerden birisidir. Tayin için hem çiçekli hemde meyveye sahip örnekler gerekli olması nedeniyle pek çok herbaryum materyali tayin için yeterli değildir. Cins içerisinde hibridizasyon ile ilgili kesin bir bilgi olmamasına rağmen, hibridizasyon *Aethionema* cinsinin taksonomistler için karmaşık bir grup olmasını sağlayan bir faktör olabilir. Bu cinsin gen merkezi Türkiye'dir ve Anadolu dışındaki türlerin sayısı oldukça azdır (Hedge, 1965).

Ülkemizde yaklaşık 40 türle temsil edilen *Aethionema* cinsi içerisinde *Ae. coridifolium* kümesi ve bu kümeye yakın türlerin teşhisinde kullanılan karakterlerin, türlerin coğrafi yayılışına göre değişkenlik göstermesi, türlerin kesin sınırlarının belirlenememesine ve dolayısıyla teşhiste birçok probleme yol açmaktadır.

Bu çalışmada, Cruciferae familyasının taksonomik açıdan en zor cinslerinden biri olan *Aethionema* W. T. Aiton cinsi içerisinde, *Ae. coridifolium* DC. tür kümesinde (Greuter ve ark., 1986) değerlendirilen; *Ae. coridifolium* DC., *Ae. armenum* Boiss. ve *Ae. grandiflorum* Boiss. & Hohen. var. *grandiflorum* ve *Ae. grandiflorum* Boiss. & Hohen. var. *sintenisii* (Hausskn. & Bornm.) Govaerts taksonları ile kümede yer almamasına rağmen küme içerisindeki türlerle yakın ilişkili olan *Ae. huber-morathii* Davis & Hedge ve *Ae.*

karamanicum Ertugrul & Beyazoglu türleri arasındaki akrabalık ilişkilerini, moleküler yöntemlerle ortaya koyarak, bu tür kümesinin sistematik problemlerine çözüm getirilmiştir.

Günümüzde sistematik problemlerin çözümünde moleküler çalışmaların önemli katkılar sağladığı bilinmektedir. Ayrıca morfolojik özellikleri birbirine çok yakın olarak görülen gruplar genetik olarak birbirinden çok farklı da olabilmektedir. Bu olumsuzlukları gidermek için geliştirilen moleküler genetik markırlar bitkilerdeki genetik çeşitliliğin ortaya konmasında, bitki türleri arasındaki taksonomik ve filogenetik ilişkilerin doğru bir şekilde belirlenmesinde başarıyla kullanılmaktadır (Yang ve Quiros, 1993). ITS bölgeleri ile yapılan çalışmalarda taksonların nrDNA (nüklear ribozomal DNA)'sına ait ITS bölgeleri PCR yöntemleri ile çoğaltılıp baz polimorfizmine bakılarak taksonlar arasındaki filogenetik ilişkiler belirlenebilmektedir.

Moleküler sistematik çalışmalarda hem çekirdeğe ait hem de organellere ait genom veri kaynağı olarak kullanılabilmektedir. Mitokondri DNA'sı oldukça değişken bir yapı gösterir. Bu nedenle bitki sistematiğinde daha çok çekirdek genomundaki ve kloroplast genomundaki özel bölgeler kullanılmaktadır. Moleküler veriler önceden bilinen klasik taksonomik yöntemlerle tam olarak aydınlatılamayan sistematik problemleri etkin bir şekilde çözmektedir. Bu amaçla kullanılan moleküler yöntemlerden birisi de nrDNA bölgesi üzerinde bulunan ITS bölgeleridir (Baldwin ve Markos, 1999). Bu bölge sistematik çalışmalarda son yıllarda sıklıkla kullanılan bir bölge haline gelmiştir (Froslev ve ark., 2005; Fior ve ark., 2006).

Moleküler sistematikte; DNA–DNA hibridizasyonu, protein markırları ve PCR'a dayalı yöntemler kullanılmaktadır. Son zamanlarda PCR'a dayalı tekniklerin kullanımı sistematik çalışmalarda oldukça yaygınlaşmıştır. Bunlardan bazıları; RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), AFLP (Amplified Fragments Length Polymorphysms) ve Mikrosatellit DNA'dır. PCR yardımıyla genomik DNA üzerinde bulunan ETS (External Transcribed Spacer), IGS (Intergenic Spacer), ITS ve cpDNA (kloroplast DNA) üzerinde bulunan *matK*, *trn*T-*trn*L bölgelerinin çoğaltılıp daha sonra bu bölgelerin dizi analizlerinin yapılması da sistematik çalışmalarda sıkça kullanılan yöntemler arasındadır.

1.1. rDNA ve ITS (Internal Transcribed Spacer)

1.1.1. rDNA bölgeleri

Küçük alt birim rDNA (ribozomal DNA)'sı yüksek derecede korunmuş bir bölgedir. Alem, şube ve sınıf seviyesindeki filogenetik çalışmaların yeniden inşaası için sıklıkla kullanılmaktadır (Baldwin, 1992).

Küçük alt birim rDNA baz sıraları, Mantarların sistematiğinde, Angiospermlerin sistematiğinde ve hayvanların sistematiğinde farklı taksonomik seviyelerde filogeninin yeniden inşaasında kullanılmaktadır (Freeman ve Herron, 1999).

5.8S rDNA tekrar birimleri içinde en küçük uzunluğa sahip olanıdır. Nükleotit içeriği ileri derecede korunmuş olan 5.8S rDNA büyük alt birimin bir parçasıdır. Bu bölgenin baz uzunluğu (163–164 bp) yeterince uzun olmadığından filogenetik çalışmalarda tek başına kullanılmamaktadır. Bu nedenle filogenetik analizlerde, ITS bölgeleriyle birlikte değerlendirilmektedir (Freeman ve Herron, 1999).

Büyük alt birim rDNA, küçük alt birim rDNA'ya göre daha uzundur ve baz içeriği açısından daha fazla varyasyon göstermektedir. rDNA genlerinin gösterdiği varyasyonlar akraba türlerin teşhisinde yeterli bilgi sunmamaktadır. Bu nedenle rDNA genlerinin gösterdiği varyasyonlardan, familya ve daha yukarı seviyelerde faydalanılmaktadır (Baldwin, 1992).

rDNA tekrarlarının ITS ve IGS (intergenik boşluk) bölgeleri, yüksek oranda varyasyon gösterdiğinden cinsler arasında, tür seviyesinde ve populasyon çalışmalarında karşılaşılan taksonomik problemleri çözmede kullanılmaktadır. Ancak IGS (4–5 kb) bölgelerinin ITS bölgelerine göre daha uzun parçalara sahip olması ve dizi analizindeki zorluk nedeniyle, filogenetik çalışmalarda çoğunlukla ITS bölgeleri kullanılmaktadır (Freeman ve Herron, 1999).

1.1.2. ITS bölgesi ve genel özellikleri

İki kopya bölgesi (ITS1 ve ITS2), yakın akraba olan taksonların karşılaştırılmasında oldukça kullanışlıdır. Bu nedenle 1990'lı yıllardan itibaren bu bölge Angiospermlerin sistematiğinde kullanılmaya başlanmıştır. ITS1 ve ITS2'de bölgelerinin varyasyon dereceleri bitki gruplarına göre farklılık göstermektedir. Araştırmalarda ITS dizinlerinin, cpDNA baz dizinlerinden çok daha fazla değişkenlik gösterdiği ve daha bilgilendirici olduğu sonucuna

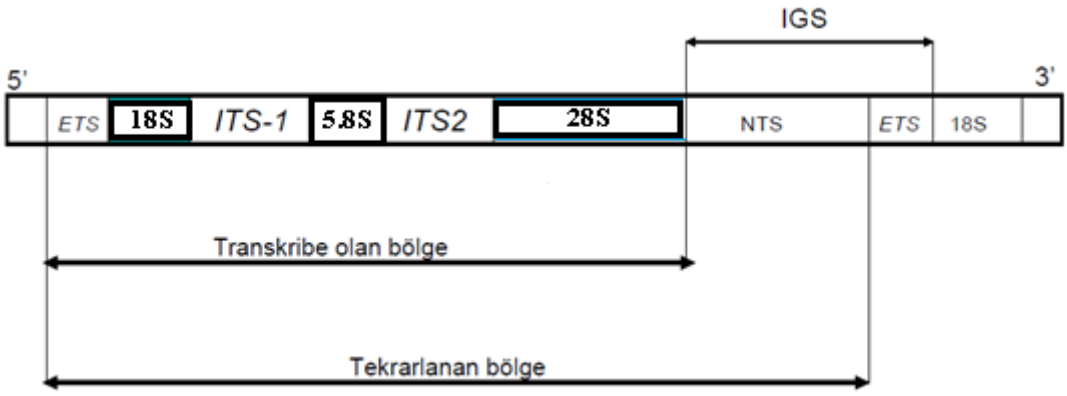
varılmıştır (Malyshev, 1997). ITS bölgesi ribozomal DNA (rDNA)'nın intergenik boşluk (IGS) ve dış transkribe olan boşluk bölgelerine (ETS) göre nispeten daha fazla korunmuştur (Baldwin ve ark., 1995; Goel ve ark., 2002). Filogenetik çalışmalarda ITS bölgesinin kullanılmasının nedenleri şunlardır (Şahin, 2011);

- Filogenetik çalışmalarda sağlıklı bilgiler verebilecek uzunluktadır (600–700 bp).
- Yüksek kopya sayısına sahiptirler.
- Cins ve tür içi seviyelerde ileri derecede korunmuş olan rDNA gen bölgelerine komşu pozisyonda bulunmaktadırlar.
- Cins ve tür seviyesinde açıklayıcı bilgiler sunmaktadır.
- rDNA gen bölgelerine göre daha hızlı varyasyon gösterirler.
- ITS1 ve ITS2 bölgelerine dayalı analizlerde ITS1 verileri, ITS2'ye göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir.
- rDNA'nın olgun 18S, 5.8S ve 28S alt birimlerinin oluşumu sürecinde görevlidir.
- ITS bölgeleri genellikle ökaryot canlılarda 5.8S gen bölgesi ile birlikte değerlendirilmektedir.
- ITS bölgesinin amplifikasyonu ve dizilenmesi için evrensel primerler kullanılabilmektedir. Primerler mantar (*Sacharomyces*), böcek (*Drosophila*) ve bitki (*Oryza sativa* ve *Hordeum vulgaris*) dizilerinden köken almıştır (Baldwin ve ark., 1995).

1.1.3. rDNA ve ITS bölgeleri arasındaki ilişki

Genomik DNA üzerindeki rDNA bölgeleri, çoklu genlerden oluşur ve ardışık sıralanmış tekrarlı diziler şeklindedir. rDNA tekrarları; genomik DNA'nın NOR (Nükleolar Organizer Region) bölgelerinde yerleşmiştir. 18S küçük alt birim, 5.8S ve 28S büyük alt birim rDNA'ları kodlayan genlerden meydana gelmiştir. ITS bölgeleri, rDNA tekrarları içinde yerleşmiştir. ITS bölgeleri, rDNA'nın alt birimleri ile transkribe edilir ve korunmuş bölgeleri (18S, 5.8S ve 28S) birbirinden ayıran iki kısımdan (ITS1 ve ITS2) oluşur (Elsevier, 2004). ITS bölgeleri, evrensel primerler kullanılarak PCR çalışmalarıyla kolayca elde edilebilir.

ITS bölgesi türlerin teşhis edilmesinde morfolojik verilere oranla büyük kolaylık sağlamaktadır ve filogenetik çalışmalarda çok tercih edilmektedir (Cerbah ve ark., 1998; Eddie ve ark., 2003).



Şekil 1.1. Çekirdek Ribozomal DNA (nrDNA)'sının Tekrarlı Üniteleri (Baldwin, 1992)

rDNA genleri, kopya edilmeyen bölgeler (IGS) ve ITS bölgeleri ile birbirinden ayrılmıştır. IGS bölgeleri (ETS ve NTS), komşu rDNA tekrar birimleri arasında bulunur. ETS, ribozomal mRNA ile kodlanan dış kopya bölgesidir. NTS (Non Transcribed Spacer) ise, tekrar birimleri arasında yerleşmiş kodlanmayan bölgelerdir (Baldwin ve ark., 1995). ITS1, 18S (SSU) ile 5.8S arasında yerleşmiştir. ITS2 bölgesi ise, 5.8S ile 28S (LSU) genlerini ayıran bölgedir (Şekil 1.1). Bu gen yapılarını içeren rDNA tekrarlarının ökaryotik organizmalardaki kopya sayısı, 200–30.000 arasında değişmektedir (Şahin, 2011).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Cruciferae familyası üzerine çalışan birçok araştırıcı (Al-Shehbaz, 1973; Hauser ve Crovello, 1982; Takhtajan, 1997), Alman araştırmacıların çalışmalarından etkilenerek (Hayek, 1911; Schulz, 1936; Janchen, 1942), Cruciferae familyasının Kuzey Amerika'nın batısında evrimleştiğine inanmaktaydı. Bu araştırıcıların kanıtları bazı *Clome* Linnaeus (Cleomaceae) türleriyle Thelypodieae oymağına ait türlerin çiçek morfolojisindeki, yüzeysel benzerliklere dayanmaktaydı. Ancak bu görüş 20 yıl önce Price ve ark. (1994) tarafından familyada ilk moleküler çalışmaların yapılmasıyla geçerliliğini yitirmiş, daha sonra yapılan çalışmalar da bu durumu desteklemiştir (Hall ve ark., 2002; Koch, 2003; Koch ve ark., 2003; Beilstain ve ark., 2006, 2008; Bailey ve ark., 2006; Franzke ve ark., 2009; Koch ve Al-Shehbaz, 2009). Mevcut görüşe göre Cruciferae familyası, familyanın diğer tüm cinslerine kardeş bir cins olan *Aethionema* cinsinin gen merkezine sahip olduğu ve en yüksek takson çeşitliliğine ulaştığı bölge olan Eski Dünyada, özellikle Güneybatı Asya'da ortaya çıkmış ve o bölgeden yayılmıştır (Al-Shehbaz, 2014).

De Candolle' nin (1821) familya (Cruciferae) için yaptığı klasik monografiden beri Cruciferae'nin sınırları çok değişmemiştir. Rodman ve ark. (1996), rbcL (ribuloz-bifosfat karboksilaz) genini kullanarak yaptığı moleküler çalışmalarda, Capparales ordosunda Cruciferae ve glukosinolat üreten diğer 16 familyanın monofiletik düzenlemesini yapmıştır. Son zamanlarda Hall ve ark. (2002), Cruciferae ve Capparaceae familyalarına ait cinslerinde bilinen 4 kloroplast markırı kullanmışlardır. Onların sonuçları 3 monofiletik ailenin Cruciferae, Cleomaceae (eskiden Cleomoideae'nin alt familyası Capparaceae), Capparaceae s.str. kardeş olduklarını ortaya koymuştur. Bu moleküler çalışmalar sayesinde familyanın genel sınırları kabul edilmiştir (Al-Shehbaz, 2014).

De Candolle'nin (1821), embriyo tiplerine, meyve uzunluk/genişlik oranına ve meyvenin açılmasına dayanan familya seviyesindeki ilk sınıflandırması, Cruciferae familyasında sonradan yapılan tüm oymaksal ayrımlar üzerine önemli bir etki yapmıştır. Schulz 'un (1936) oymak sınıflandırması, Janchen (1942) ve Al-Shehbaz (1984) tarafından bu sınıflandırmaya sonradan yapılan küçük modifikasyonlar, yaklaşık 10 yıl öncesine kadar bu familyayla çalışan tüm araştırıcılar tarafından takip edilmiştir. Önceki sınıflandırma sistemlerinde; oymak sınırları, özellikle embriyo ve meyve tipi gibi büyük ölçüde konvergensiye maruz kalmış bir veya birkaç karaktere dayanılarak belirlenmişti. Bunun

sonucu olarak, birden fazla cins ihtiva eden Schulz'un oymaklarının hemen hemen hepsi suni olarak belirlenmişti (Al-Shehbaz, 2014).

Beilstein ve ark. (2006), Cruciferae familyasına ait 100'den fazla cinsin kloroplastlarının *ndh*F genini örnekleyerek familyanın ilk kapsamlı filogenisini oluşturdular. Bu filogenide *Aethionema* cinsine kardeş olan üç büyük kladın varlığını ortaya koymuşlardır. Al-Shehbaz ve ark. (2006), bu filogeniye dayanarak Cruciferae familyası için yeni bir filogenetik oymak sınıflandırılması önermişlerdir. Al-Shehbaz ve arkadaşları, yalnızca dokuzu (Alysseae, Arabidea, Brassicaceae, Euclidieae, Heliophileae, Hesperidae, Lepidieae, Schizopetaleae ve Sisymbrieae) Schulz'un sınıflandırmasında ele alınan 25 oymak tanımlamışlardır. Daha sonra gerçekleştirilen mitokondrial *nad4* (Franzke ve ark., 2009), kloroplast *trn*L-F (Koch ve ark., 2007), nükleer markerlar ITS (Bailey ve ark., 2006) ve *PHYA* (Fitokrom A) (Beilstein ve ark., 2008) içeren diğer markırların kullanıldığı filogenetiğe dayalı çalışmalara dayanılarak, Al-Shehbaz ve arkadaşlarının 25 oymağının büyük çoğunluğunun monofiletik olduğu gösterilmiştir. Warwick ve ark. (2007, 2008), German ve ark. (2009) çalışmalarında Alysseae, Anchonieae, Euclidieae ve Al-Shehbaz ve arkadaşlarının (2006) kabul ettiği Camelineae oymaklarının örneklerini genişletmiş ve ilk üç oymağın parafiletik, son oymağın ise polifiletik olduğunu göstermiştir. Son oymak hariç diğer tüm oymaklardaki monofili, oymakların sınırlarının yeniden belirlenmesi ve birçok yeni oymağın tesis edilmesi ile yeniden canlandırılmıştır. Brassicaceae familyasının filogenisi ile ilgili çalışmalar hızla devam etmektedir. Al-Shehbaz (2012), familya içerisindeki oymak sayısını 25'ten 49'a çıkarmıştır. Tüm bu moleküler çalışmalar Schulz'un (1936) oymak sınıflandırmasının yapay olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Örneğin Shulz'un sadece angustiseptate meyvelerin varlığıyla desteklediği Lepidieae tribusunun monofilisi istatistiksel analizler tarafından (Beilstain ve ark., 2006) reddedilerek, bu oymağın cinsleri Al-Shehbaz ve arkadaşlarının (2006) yeni sınıflandırmasındaki 13 farklı oymağa dağıtılmıştır (Al-Shehbaz, 2014).

Cruciferae familyasının en kapsamlı moleküler verileri nükleer ribozomal ITS bölgelerinde yapılan DNA dizilimlerine dayanır (German ve ark., 2009).

Filogenetik kanıtların tek kaynağı olarak ITS'de güven eksiklikleri olsa da (indel birikimi nedeniyle homoplasi, ortology/paralogy, birlikte evrim, hizalama sorunları) familyada tür düzeyinde filogenetik çıkarımlar oluşturmak için en sık kullanılan belirteçler olarak kullanılırlar (Koch ve ark., 2003; Warwick ve Sauder, 2005; Bailey ve ark., 2006;

Warwick ve ark., 2007, 2008; Khosravi ve ark., 2009). Cruciferae familyası içerisindeki bir çok cinsin taksonomik pozisyonu ITS markırları ile araştırılmıştır (Bailey ve ark., 2006; Warwick ve ark., 2007, 2008; German ve ark., 2009; Khosravi ve ark., 2009).

Koch ve ark. (2001), Cruciferae familyasının akrabalık ilişkilerini, oymak ve altoymak yapılarını analiz için 5 oymağın üyelerinde nükleer kodlanmış *chalcone sentaz geni* (*Chs*) nükleotid dizisi varyasyonu ve kloroplast geni *matK* kullanmışlardır.

Brassicaceae familyasında *Aethionema* cinsinin familyanın diğer cinslerinden ayrılma zamanı ile ilgili bir görüş birliği mevcut değildir. Bu süre 19-50 milyon yıl arasında değişiklik göstermektedir (Al-Shehbaz, 2014).

Aethionema ismi ilk defa eski Yunanca'da aithos ve nema kelimelerinden oluşmuştur. Aithos Yunanca'da yanmak nema ise tehdit anlamına gelmektedir (Bush, 1970).

Ülkemiz *Aethionema*'ları hakkında ilk toplu bilgiyi Boissier (1867) vermiştir. Bu araştırıcı Flora Orientalis adlı eserinde cinsi, silikulanın kanatlı olup olmayışına göre iki seksiyona ayırmıştır. Bu eserde ülkemizde mevcut olan 12 tür yer almaktadır.

Türkiye Florası ilk cildinde *Aethionema* cinsi 30 taksonla temsil edilmiştir (Hedge, 1965). Daha sonra yayınlanan 10. ciltte dokuz takson (Davis ve ark., 1988) ve 11. ciltte ise beş takson (Adıgüzel, 2000) ilavesiyle, Türkiye'de yayılış gösteren *Aethionema* taksonlarının sayısı 45'e ulaşmıştır. Govaerts (1995), *Ae. sintenisii* taksonunu, *Ae. grandiflorum* türünün varyetesi olarak kabul etmiştir. Khosravi ve ark. (2009), ülkemizde de yayılış gösteren *Ae. trinervium* türü ile ilgili yaptıkları moleküler analizler neticesinde bu türün, *Aethionema* cinsinin bir üyesi olmadığını ortaya koyarak, türü *Thlaspi* s.l soyundan ayrılmış *Vania* F. K. Mey cinsine aktarmışlardır. Son yıllarda yapılan bu düzenlemelerle Türkiye Bitkileri Listesinde *Aethionema* cinsine ait 43 takson listelenmiştir (Ertugrul, 2012). Karabacak ve ark. (2013), Güney Anadolu Bölgesinden *Ae. anatolicum* A. Duran & M. Öztürk türünü yayınlamışlardır. Bu türle birlikte ülkemizde *Aethionema* takson sayısı 44'e yükselmiştir. Bu taksonlardan 20'si endemiktir; dolayısıyla endemizim oranı % 46'dır. *Aethionema* cinsi, komşu ülkelerden Yunanistan'da ikisi endemik 6 tür (Strid ve Tan, 2002), Eski Sovyetler Birliğinde biri endemik 22 tür (Bush, 1970), İran'da 14 tür (Hedge, 1968), Irak'ta (Towsend, 1980) ve Avrupa Florasında (Chater, 1993) dokuzar takson ile temsil edilmektedir. Dünyada ve ülkemizde bu cinsin dağılımı göz önüne alındığında Türkiye'nin bu cins için gen merkezi olduğu görülmektedir (Alagöz, 2010).

Post (1932), Suriye ve Filistin Florası ile ilgili çalışmasında bölgeden 12 *Aethionema* türünü listelemiştir.

Bush (1970), Sovyetler Birliği Florasında, *Aethionema* cinsini, silikula ve tohum karakterlerine göre Isoptera, Moriera, Thlaspioides, Iberidella olmak üzere dört seksiyona ayırarak 22 türü listelemiştir.

Chater (1993), Avrupa'da yayılış gösteren dokuz *Aethionema* türünün kısa tanımlamalarını vermiştir.

Hedge (1968), İran'da yayılış gösteren 12 *Aethionema* türünün diagnostik özellikleriyle yayılış alanlarını vermiştir. Sonraki yıllarda yeni tanımlanan iki türle bu cinsin İran'daki tür sayısı 14'e yükselmiştir (Mozaffarian, 1996; Khosravi ve Joharchii, 2011).

İnceoğlu ve Karamustafa (1977), *Aethionema arabicum* ve *Aethionema armenum*'un polen morfolojilerini incelemişler, her iki türe ait polenlerin de trikolpat şekilli olduğunu, retikul gözlerin oldukça küçük olduğunu tesbit etmişler ve birkaç tür hariç, diğer bütün Cruciferae üyelerinde polen özelliklerinin birbirine benzediğini belirtmişlerdir.

Aethionema Cruciferae ailesinin erken evrimini anlamak için önemli yer tutmasına rağmen, bazal türler, aile içinde en bazal kılan genom büyüklüğü, kromozom sayısı ve morfolojisi hakkında çok az şey biliyoruz. Bütün bu konulardaki filogenetik çalışmalar devam etmektedir (Al-Shehbaz ve ark., 2006).

Aethionema çiçek yapısı (uzantıları olan veya olmayan), rengi, meyve morfolojisi, kromozom sayısı gibi pek çok yönden büyük bir varyasyon gösterir. *Aethionema*'nın bazı türleri yüzeysel olarak Ortadoğu'da *Dipterygium* Decne.'ye çok benzer (Cleomaceae) Cruciferae ve Capparaceae arasında dalgalanma gösteren monotipik bir cinstir (Hedge ve ark., 1980; Al-Shehbaz ve ark., 2006).

Ertugrul (1998), İç ve Güney Anadolu bölgesindeki *Ae. armenum* populasyonları üzerine yaptığı sayısal taksonomik analizde, Karaman-Ermenek yöresinde yayılış gösteren populasyonun Karaman-Ayrancı ve Kayseri Pınarbaşı yörelerinde yayılış gösteren örneklerden belirgin şekilde ayrıldığını ortaya koymuştur.

Aethionema cinsi üzerinde yapılan karyolojik çalışmalar cinse ait kromozom sayılarının 2n = 14, 16, 22, 24, 28, 36, 48, 60 şeklinde değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur (Warwick ve Al-Shehbaz, 2006).

Pınar ve ark. (2007), Türkiye de çeşitli bölgelerden alınan 17 *Aethionema* türünün tohumlarını elektron ve ışık mikroskobu ile incelemişlerdir. Bunun sonucunda farklı tohum

tipleri tanımlanmış, kıyaslanmış ve onların taksonomik önemleri tartışılmıştır.

Aethionema türleriyle ilgili olarak çok az sayıda anatomik çalışma yapılmştır. Vaughan (1971), *Ae. arabicum* ve *Ae. grandiflorum* türlerinin tohumlarını morfolojik ve anatomik yönden incelemiş ve tohumların şekil, büyüklük, yüzey şekli, renk, radikula ve kotiledonların duruş şekli, musilaj oluşumu, alt epidermis, palizat tabakası ve myrosin hücreleriyle ilgili özelliklerini vermiştir.

Akman ve Algan (1973), *Ae. armenum*'un kök anatomisini inceleyerek diğer step bitkileriyle mukayese etmişlerdir.

Aethionema türleriyle ilgili fitokimyasal çalışmalar yok denecek kadar azdır. Sadece *Ae. stylosum*'un tohumunda syanogenik glikozitlerin mevcut olduğu bildirilmiştir (Gibbs, 1974).

Oturgan (2007) çalışmasında Cruciferae familyasına özgü indol-3 karbinol ve glukosinolatları incelemiştir. İndol-3-karbinol Cruciferae familyasına spesifik, temel tedavi değeri olan maddelerden biridir. Bu madde, bitkilerin sıkılması ya da pişirilmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. İndol-3-karbinol, vücuttaki doğal detoksifikasyon enzimlerinin doğal antioksidanı ve güçlü bir uyarıcısıdır (Broadbent ve Broadbent, 1998a-b). İndol-3-karbinol, Cruciferae familyası bitkilerinde, temel antikarsinojen maddelerden birisidir (Stoewsand, 1995). Bu maddenin meme ve prostat kanserindeki tümör hücrelerinde etkili olduğu ve ayrıca serbest radikaller üzerinde tutma etkisi yaratarak antioksidan etki gösterdiği de yine bilimsel araştırmalarda saptanmıştır (Bradlow ve Ann., 1995; Arnao ve ark., 1996; Staub ve ark., 2002; Sarkar ve Li, 2004). İnsanlar da diyetle alınan indol-3-karbinol'ün estradiol mekanizmasında etkili olduğu ve östrojen kaynaklı hastalıklara karşı yeni bir chemopreventiv (kansere karşı koruyucu) özellik gösterebileceği kanıtlanmıştır (Michnovicz ve Bradlow, 1990). İndol-3-karbinol'ün akciğer kanserinin tedavisinde kullanılabilecek bir ajan olabileceği de gösterilmiştir (Riby ve ark., 2000). Genellikle, Cruciferae familyası bitkilerine özgü başka bir temel madde grubu da glukosinolatlardır. Bu grup maddeler bitkinin hücre duvarlarında bulunurlar ve bitkinin zedelenmesi anında ortaya çıkarlar. Birçok önemli farmokolojik etkilerinin yanında bu maddelerinde (Fahey ve ark., 1997) chemopreventiv etkileriyle ilgili çalışmalar bilimsel literatürde bulunmaktadır (Hect, 1995). Ayrıca glukosinolatların antioksidan etkileri yapılan çalışmalarla da kanıtlanmıştır (Chuanphongpanich ve ark., 2006). Bu maddelerin önemli etkilerden bir diğeri de: antimikrobiyal aktiviteleridir (Uda ve ark., 1993). Cruciferae bitkileri, tedavi değeri olabilecek birçok etkilerinin yanında, genel olarak

taşıdıkları indol-3-karbinol ve glukosinolat bileşikleri nedeniyle “antikanser” ve “antioksidan” etkileri ile ön plana çıkmaktadırlar. Günümüzde modern tıbbın çaresiz kaldığı, bahsedilen hastalıklarda etkin olabilecek bu bileşikler, bu bitkilerin daha derin ve detaylı araştırılması gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır (Oturgan, 2007).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Morfolojik ve moleküler çalışmalar, arazi çalışmalarında toplanan *Aethionema* örnekleri ile herbaryumdan alınan örnekler üzerinde gerçekleşmiştir. Aynı zamanda Gen Bankasından (NCBI) alınan bazı örneklere ait türlerin ITS dizileri alınarak veri matriksine eklenmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan *Aethionema* taksonları

No	Takson Adı	Toplayıcı	Lokalite
Ae 2	*Aethionema grandiflorum* var. *grandiflorum*	KE-4349	Erzurum, Aşkale-Çiftlik yolu-9.km, step, 1850 m, 04.06.11
Ae 11	*Aethionema armenum*	AYS 26	Ermenekten Anamur'a giderken 3.km, *Quercus coccifera* açıklığı, 1200-1290 m, 04.05.2012
Ae 14	*Aethionema armenum*	AYS 153	Karaman, Ermenek, Tekeçatı, Damlaçal mevkii, kaya üzerleri kireç taşlı yamaçlar, 1711 m, 17.06.2012
Ae 24	*Aethionema armenum*	KE-4176	Ankara, Yenice'den Haymana'ya 5.km, ekin tarlası kenarları-step alanlar 1380m, 21.05.11
Ae 26	*Aethionema huber-morathii*	KE-4561	Ulukışla-Pozantı, Şeker Pınar Tesisleri üstü, kaya üzeri, 600 m, 19.06.12
Ae 27	*Aethionema karamanicum*	KE-4571	Karaman, Kayaönü köyü Karaköy vadi, dik yamaçlar bozuk orman, 1500-1700 m, 20.06.12
Ae 30	*Aethionema grandiflorum* var. *sintenisii*	KE-4509	Erzurum İspir yolu 60.km, step, 2285 m, 21.08.11
Ae 31	*Aethionema cf. armenum*	KE-117	Kayseri, Pınarbaşı, Hınzırdağı, Kurudere mevkii, taşlı bayırlar, 1900 m, 5.7.1987
Ae 32	*Aethionema cf. dumanii*	Güner 12421	B6 Sivas: Kangal-Gürün yolu, 1600 m, marnlı step
Ae 33	*Aethionema cf. coridifolium*	Z. Aytaç 5173 H. Duman	B6 Kayseri sarız, Yalak, Binboğa Dağı, Tekke kayası mevkii, step, 2000-2200 m, 09.07.1992
Ae 34	*Aethionema coridifolium*	Z. Aytaç 5076 H.Duman	B6 Kahramanmaraş Göksun, Keklik oluk köyü çevresi, Binboğa dağı. 1600-1650 m 30.6.1992, kayalık
Ae 35	*Aethionema dumanii*	M.Vural 7348 N. Adıgüzel	A4 Ankara: Ayasbeli 1000 m, 30.06.1995, step, marnlı yerler.
DQ452067	*Aethionema grandiflorum*	NCBI	
FM180111	*Aethionema trinervium*	NCBI	
GQ497865	*Eunomia oppositifolia*	NCBI	
GQ424545	*Moriera spinosa*	NCBI	
KM014689	*Thlaspi aghricum*	NCBI	
KF849834	*Alliaria grandifolia*	NCBI	

3.2. Yöntem

Arazi çalışması süresince *Aethionema* cinsine ait taksonların yaprakları silika jel içerisine alınmıştır. Silika jel içerisinde kurutulmuş sağlıklı yapraklardan DNA izolasyon çalışmaları yapılmıştır.

3.2.1. Moleküler yöntem

Aethionema cinsine ait türlerin moleküler çalışmaları yapılırken, DNA Ekstraksiyonu, ITS amplifikasyonu bölümümüz laboratuarında gerçekleştirilmiştir. Dizileme reaksiyonu çalışmaları ve dizilerin okunması hizmet alımı yöntemiyle karşılanmıştır.

Total genomik DNA'nın ekstraksiyonu; toplanan ve silika jel içerisine kurutulmuş yapraklardan Soltis tarafından modifiye edilen Doyle ve Doyle (1987)'ın metodu kullanılarak yapılmıştır (Soltis ve ark., 1991; Cullings, 1992). Bazı durumlarda ise herbaryum materyali gerekli analizlerde kullanılmıştır. Çalışmalarımızda ITS bölgeleri, Soltis tarafından gerçekleştirilmiş aşağıdaki protokola göre PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) ile ayrı ayrı çoğaltılmıştır. PCR ürünleri QIAquick PCR saflaştırma Kiti (Qiagen Inc., Valencia, CA) ile saflaştırılmıştır. Nükleotit dizileri düzenlenerek hizalanmış ve filogenetik ağaçlar oluşturulmuştur.

3.2.1.1. DNA izolasyonu

0.01 gr yaprak materyali eppendorf tüpüne konulmuştur. Üzerine 500 µl CTAB (Setil Trimetil Amonyum Bromür) ekstraksiyon tamponu eklenir ve plastik çubukla homojen bir çözelti oluncaya kadar mekanik parçalama gerçekleştirilmiştir. Örneklerimiz 65 ºC'de 4 saat muamele edilmiş, 14000 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir. Üzerine 500 µl kloroform ilave edilmiş ve 5 dakika 14000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Sıvı kısım yeni bir eppendorf tüpüne aktarılmıştır. Üzerine tekrar 500 µl kloroform ilave edilip 5 dakika 14000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Açık krem renkli sıvı kısım tekrar yeni bir eppendorf tüpüne aktarılmış, üzerine amonyum asetat ve izopropanol eklenmiştir. 3 dakika 14000 rpm'de santrifüj edilmiş, sıvı kısım atılmış ve eppendorf tüpünün dibinde kalan pellete 1 ml % 70'lik etanol eklenmiştir. 3 dakika 14000 rpm'de santrifüj edilmiş, sıvı kısım atılmıştır. Pellet kısmının kuruması için

eppendorf tüpü 30 dakika vakumda bekletilmiştir. 30 dakikanın sonunda eppendorf tüpüne 50 µl 1xTE (Tris-EDTA) ilave edilmiştir. 15 dakika 65 ºC'de su banyosunda tutulup, daha sonra % 0.7'lik agaroz jele yüklenerek bantlar gözlenmiştir. DNA konsantrasyonu NANODROP 2000 spektrofotometre cihazı ile spektral ölçümler yapılmıştır.

3.2.1.2. PCR-ITS (iç transkribe bölgelerin polimeraz zincir reaksiyonu ile çoğaltılması)

İzole edilen total DNA'nın 10 µl'si, 90 µl'lik PCR karışımına eklenmek suretiyle polimeraz zincir reaksiyonu için hazırlanmıştır. Karışımın içeriği (Mix) aşağıdaki gibidir. dNTP karışımı (16 µl), tampon (10 µl), Primer 1 (2 µl), Primer 2 (2 µl), H_2O (55 µl), Mg (5 µl). ITS bölgesi çoğaltılması için düz primer olarak ITS1 (düz) ve ITS4 (ters) primer olarak kullanılmıştır (White ve ark., 1990). Amplifikasyon 94 ºC'de 2 dk, 80 ºC'de 5 dakika devam ederken Polimeraz enzimi ilave edilmiştir.

Primerlerin birleşme basamağı için 50-60ºC arasında değişen sıcaklık uygulanmıştır. Diğer 30 döngülük aşama; 94 ºC' de 1.5 dakika, 57 ºC'de 2 dakika, 72 ºC'de 3 dakika (ilave uzama basamağı olarak 72 ºC'de 15 dakika) devam edilmiştir. PCR sonrası tüpler getirilerek örnekten 5 µl DNA çekilip; 2 µl distile su, 2 µl Bromofenol mavisi ile karıştırılarak % 1.2' lik agaroz jele yüklenmiştir. Yaklaşık 30 dakika yürütüldükten sonra, jel 10 dakika etidyum bromür içinde yıkanmış ve sonra 5 dakika saf suda tutulmuştur. Bu işlemden sonra, jellerin görüntüsü UVP GELDOC-IT 310 image systemden alınarak bantlar değerlendirilmiştir.

3.2.1.3. PCR ürününün saflaştırılması

PCR sonrası 100 µl DNA örneği yeni bir tüpe alınmış ve üzerine 500 µl PB tamponu eklenmiştir. Elde edilen total hacim yeni bir tüpe aktarılmış ve 13000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilmiştir. Alttaki sıvı kısım dökülmüş, üzerine 600 µl tam etanol ve 150 µl PE tamponu eklenmiştir. Sonra 1 dakika 13000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Sıvı kısım dökülerek tekrar aynı süre ve rpm'de santrifüj gerçekleştirmiştir. Santrifüj sonrası 40 µl EB eklenmiştir.

1 dakika beklenmiş ve sonra 1 dakika 13000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Sonuçta tüpümüzde 40 µl DNA kalmıştır. % 1.2'lik jele; 1 µl DNA, 4 µl H_2O, 2 µl bromofenol mavisi karıştırmak suretiyle yüklenmiştir. 30 dakikalık yürütmeden sonra bantları görmek için gerçekleştirilen aşama PCR'daki aşamanın tamamen aynısıdır.

3.2.1.4. Dizi analizi reaksiyonu

Dizi analizi reaksiyonu Macrogen tarafından hizmet alımı karşılığında yapılmıştır.

3.2.1.5. Filogenetik ağacın oluşturulması

Nükleotit dizileri Chromas Lite 2.1 programında düzenlenmiştir. Diziler kontrol edildikten sonra MEGA 6 ve BioEdit ile hizalanmıştır. Filogenetik analizlerde DNA dizileri görsel olarak baz çiftlerinin kıyaslanmasıyla hizalanarak ve veri matrisleri oluşturulmuştur (Swofford ve Olsen, 1990). Filogenetik ağ, Network ve Bayesian analizleri MrBayes programı ile gerçekleştirilmiştir. Parsimoni ve Maksimum Benzerlik analizleri PAUP 4.0 beta sürümü ile gerçekleştirilmiştir (Swofford, 1999).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Cruciferae Familyasının Genel Özellikleri

Hardal yağı glikozitleri (glukozinolatlar) ihtiva eden, tek, iki veya çok yıllık bitkiler, çalılar, yarı çalılar veya nadiren küçük ağaçlar veya sarılıcılar. Tüysüz veya basit, furkat, dendritik veya stellat, tek hücreli tüyler, nadiren tek veya çok hücreli salgı bezlerine sahip. Yapraklar alternat veya nadiren oppozit, bazen tabanda rozet şeklinde dizilmiş, stipulsuz, basit, tam veya pinnatisekte kadar değişen loplu, nadiren pinnat veya palmat; stoma genellikle anizositik. Çiçek durumu rasemoz veya nadiren başak, sıklıkla küme şeklinde, genellikle braktesiz. Çiçekler hipogin, aktinomorf veya nadiren zigomorf, tam veya çok nadiren eksik. Sepaller 4, imbrikat, hemen hemen daima serbest, genellikle gelişimin erken aşamalarında dökülücü; lateral (iç halkadaki) sepal çifti çoğunlukla keseli veya nadiren mahmuzlu. Petaller 4, nadiren yok, sepallerle alternatif dizilişli, serbest, genellikle klavlı, imbrikat, tam veya nadiren parçalanmış. Stamenler genellikle 6, nadiren 2 veya 4, veya az sıklıkla 8-24, genellikle dıştaki ikisi içteki dört stamenden daha kısa (tetradinam), nadiren eşit uzunlukta veya üç stamen çifti de farklı uzunlukta; filamentler filiform (ipliksi), bazen kanatlı veya tabanında appendajlı, serbest veya nadiren median çiftlerin filamentleri bitişik; anterler dört mikrospor keseli, içe veya dışa dönük. Nektar bezleri reseptakular, farklı şekil ve boyutlarda genellikle filament tabanlarının çevresinde görülür. Ginekeum iki karpelli, sinkarp, sapsız veya nadiren saplı, yalancı septumla ayrılmış 2 lokuluslu veya nadiren tek lokuluslu; ovüller 1-300, kampilotrop veya anatrop, bitegmik, krassinusellat veya seyrek olarak tenuinusellat, genellikle sarkık. Meyve silikuva veya silikula olarak adlandırılan, genellikle tabandan uzunlamasına açılan tipik iki kapaklı kapsül veya meyve açılmayan tipte; fındıksı, şizokarp, samara veya lomentum benzeri. Tohumlar çoğunlukla albuminsiz, kanatlı veya kanatsız, tohum kabuğu ıslandığında bazen musilajlı; embriyo yağlı, kuvvetli eğimli veya çeşitli şekilde katlanmış; çimlenme epigeal (Appel ve Al-Shehbaz, 2003).

Cruciferae familyasında cinslerin ayırımı meyve özelliklerine bağlıdır. Familyanın alt gruplara ayrılmasında meyve şeklinin yanı sıra kotiledonların düz veya kıvrık oluşu, radikulanın kotiledonlara göre duruş şekli, stigma ve stilusun gelişme farklılıkları, salgı tüylerinin varlığı, çiçekteki nektaryumların oluşumu, dağılışı, dokulardaki myrosin hücrelerinin dağılımı gibi karakterler dikkate alınmaktadır (Rendle, 1971).

4.2. *Aethionema* Cinsinin Genel Özellikleri

Aethionema W. T. Aiton Hortus Kew., ed. 2, 4: 80. 1812

Tip**:** *A. saxatile* (L.) W. T. Aiton

Sinonimler:

Acanthocardamum Thell.
Campyloptera Boiss.
Crenularia Boiss.
Diastrophis Fisch. & C. A. Mey.
Disynoma Raf.
Iondra Raf.
Lipophragma Shott & Kotschy ex Boiss.
Moriera Boiss.

Bitkiler tek veya çok yıllık, basit veya dallanmış otlar veya yarıçalılar. Gövde dik ya da yatık, genellikle tüy örtüsü yok, nadiren papilli, bazıları rizomlu. Yapraklar basit; linear, ovat, obovat, oblong, eliptik, lanseolat veya subulat şekilli; alternat veya oppozit dizilişli, sıklıkla ± etli. Çiçek durumları seyrek ya da sık kapitat veya rasemöz. Sepaller karşılıklı olarak iki dairede yer alır; dıştakilerin uçları aküt, tabanları keseli, içtekilerin tepeleri başlık şeklinde genişlemiş. Petaller homojen yapıda leylak, sarı, kırmızı, pembe veya beyaz renkte, bazıları tek parça diğerleri aya ve kılav (petalin daralan kaidesi) halinde farklılaşmış, tabanda tek ya da üç damarlı. İki dairede yer alan stamenlerin içteki dört tanesi uzun, filamentleri genellikle tabanda genişlemiş, bazıları bileşik, dıştaki iki tanesi kısa ve filamentleri genişlememiş; anterler genellikle apikulat, nadiren değil. Ovaryum genellikle iki, nadiren tek lokuluslu; herbir lokulus bir veya iki ovüllü; stilus kısa veya uzun; stigma bazen kapitat, nadiren belirsiz. Meyve silikula. Silikula septuma dik olarak basık, yassı, genellikle kanatlı, 1-2 veya 3-4 tohumlu; iki lokuluslu olanlar, olgunlukta septum boyunca açılır, tek lokuluslu olanlar ise açılmaz. Tohumlar besi dokusuz, besin maddesi kotiledonlarda toplanmış, testanın dış yüzü düz veya çıkıntılı, bazıları müsilajlı; radikula inkumbent, akkumbent veya yatık durumda (Ertuğrul, 1989).

Aethionema cinsi, Dünya'da en çok Türkiye, İran ve Kafkaslarda yüksek dağ steplerinde yayılış göstermektedir.

4.2.1. *Aethionema armenum* Boiss. in Ann. Sci. Nat. 17: 191 (1842).

Sinonimler:
A. polygaloides Ledeb., Fl. Ross. 1: 209 (1841).
A. pseudarmenum Stapf & Sprague, Bull. Misc. Inform. Kew 1916: 33 (1916).
A. recervum Hausskn. & Bornm. Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 10: 175 (1911).

Bitki çok yıllık, 9-16 cm boyunda, dik-yatık yükselen birden fazla basit gövdeli, tüy örtüsü yok, papil şeklinde küçük çıkıntılı. Yapraklar linear, 9-16 mm, ucu akût, yaprak sapı belirgin değil. Çiçek durumu meyveye geçince oldukça uzayan rasem. Sepallerin ortası koyu yeşil, kenarları şerit halinde mor renkli, 2.5-3.3x1.2-1.5 mm. Petaller pembe, 4.5-5.9x1.8-2.5 mm, tabanda üç damarlı, aya ve kılav kısmı az belirgin. Stamenlerin filamentleri serbest, içtekiler tabanda genişlemiş; anterler apikulat. Ovaryum iki gözlü; her gözde bir ovüllü. Meyve sapı geriye doğru oldukça kıvrık, 4.2-5 mm. Silikula sık dizilişli, obovat veya eliptik, 5.5-6.7x4.8-6 mm, tabanı kordat, uç kısmı V şeklinde, göbek 3.2-4x1.8-2.3 mm; sinus açıklığı 2-2.7 mm, kenarlar birbirinden uzak; stilus 0.5-0.7 mm; kanatlar 2-2.7 mm, kenarları krenat dişli. Tohum 2, üzeri papil şeklinde çıkıntılı; radikula akkumbent veya biraz yatık durumda (Ertuğrul, 1989).

Haziran-Temmuz aylarında çiçeklenir. Taşlık alçak dağ steplerinde 1350-2200 m'lerde yayılış gösterir.

Tip örneği: Türkiye, Doğu Anadolu Bölgesi, Aucher 344.

Türkiye'deki yayılışı Karadeniz Bölgesi; Orta ve Yukarı Kızılırmak Bölümleri; Güney Doğu Anadolu Bölgesi.

Dünya'da ise Anadolu, İran ve Transkafkasya'da yetişir. İrano-Turanian elementidir.

Habitatına göre oldukça değişken bir türdür. Çiçekli örnekler, çoğu kez linear yapraklı diğer türlerle karıştırılır. Türü diğerlerinden ayıran önemli özelliklerden birisi, petallerinin aya ve kılav kısımlarının kesin olarak belirgin olmamasıdır.

4.2.2. *Aethionema coridifolium* DC., Syst. 2: 561 (1821).

Çok yıllık, çoğunlukla basit, nadiren dallanmış çok sayıda gövdeli, çiçekli gövde yaklaşık 15-20 cm. Yapraklar ± etli, oblong-linear, obtuz ya da sub-apiculat, subsesil, çoğunlukla verimsiz gövdeler üzerinde sık, çiçekli gövdeler üzerinde seyrek dizilişli. Petaller pembe, 4-5.5x2.5-3 mm. Filamentler ne bitişik ne de dişli, tabanda biraz genişlemiş. Çiçek

durumu aşağı yukarı kapitat, seyrek bir meyve durumu şeklinde uzar. Ovaryum iki lokuluslu, her lokus 1 ovullü. Meyve pediseli spreading veya az veya çok geriye kıvrık, 3-5.5 mm. Silikula kuvvetli simbiform, ovat-orbikular, tabanda kordat, 6-8x5-6.5 mm; kanatlar 1-2 mm, undulat kenarlı, tam ya da düzensiz dişli; sinus 1-2 mm; stilus kısa, kanatlara yaklaşık 1 mm bitişik; septum 5x2-2.5 mm. Tohumlar 1-2, radikula inkumbent yada akkumbent.

Haziran-Temmuz aylarında çiçeklenir. Taşlık yamaçlarda, 1650-2700 m'lerde yayılış gösterir.

Taşlı yamaçlar (Hedge, 1965).

Tip örneği: [Lübnan] in Monte Libano, Labilladiére.

Türkiye'deki yayılışı Yukarı Fırat Bölümü; Adana Bölümü.

Dünya'da ise Türkiye, Lübnan ve Suriye'de yayılış gösterir.

Güçlü simbiform meyveleri ve meyvede uzamış seyrek meyve durumlarıyla tanınır. Çiçekliyken *Ae. grandiflorum*'dan çok zor ayırt edilir ve görünüş olarak bu türden ayırımı zordur. Türkiye'nin farklı bölgelerinden kayıtlar olmasına rağmen, yayılışı genellikle Adana ve Hatay çevresi, Anti-Toroslar ve Yukarı Fırat bölgeleriyle sınırlıdır.

4.2.3. *Aethionema grandiflorum* Boiss. & Hohen. in Boiss., Diagn. ser. 1 (8): 42 (1849).

Sinonimler:
Ae. coridifolium Boiss., Diagn. Pl. Orient. 8: 43 (1849).
Ae. pulchellum Boiss. & A. Huet, Diagn. Pl. Orient. II, 5: 43 (1856).
Ae. pallidiflorum Hausskn. & Bornm., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 10: 176 (1911).

Bitki çok yıllık, tabanda odunsu, basit çok sayda dik-yatık yükselen gövdeye sahip, 17-25 cm boyunda. Yapraklar gövde üzerinde seyrek dizilişli, dar lanseolat, sapı belirgin değil, ucu obtuz. Çiçek durumu meyveye geçince oldukça uzayan rasem. Sepallerin ortası yeşil, kenarları mor renkte, 3.3-3.5x1.2-1.6 mm. Petaller pembe renkli, 6.1-7x3.6-4.5 mm, tabanda üç damarlı, aya ve kılav halinde farklılaşmış, aya kısmı daha uzun, orbikular veya obovat şekilli. Stamenlerin filamentleri serbest, uzun olanlar tabanda genişlemiş, anterler apikulat. Ovaryum iki gözlü, her gözde bir ovüllü. Meyve sapı geriye doğru kıvrık, 5-7 mm. Silikula obovat veya eliptik, 8-10x7-8 mm, tabanı ve ucu kordat, genellikle kayık şekilli, göbek 6-6.5x2.5-3.5 mm, sinus açıklığı derin, 2-2.7 mm, kenarlar birbirine çok yakın; stilus 0.5 mm'den küçük; kanatlar 3.5-4.5 mm, uca doğru daha geniş, kenarları düz veya çok az sinuat. Tohum genellikle 2, yüzeyi küçük kabarcıklı; radikula inkumbent.

Haziran-Temmuz aylarında çiçeklenir. Kuru, taşlı ve derin topraklı dağ eteklerinde 2300-2600 m'lerde yayılış gösterir.

Tip örneği: İran, in fauce Schirdere montis Elburs, Kotschy 181 (E).

Türkiye'deki yayılışı Yukarı Fırat ve Erzurum-Kars Bölümleri; Orta Fırat Bölümü.

Dünyada, Anadolu, Irak, İran ve Kafkasya'da yetişir. Iran-Turan elementidir.

Bu tür, yetiştiği ortama göre farklılıklar göstermektedir. Bazı araştırıcılar görünüş olarak bu türe benzeyen, fakat çiçekleri daha küçük olan örnekleri *Aethionema pulchellum* olarak tanımlamışlardır. Bu iki türün ayrılabilmesi için sitolojiyi içine alan daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

4.2.4. *Aethionema grandiflorum* Boiss. & Hohen var. *sintenisii* inWorld Checklist Seed Pl. 1 (1): 6 (1994).

Bitki, dallanmamış, 15-20 cm boyunda çok yıllık birkaç gövdeli. Yapraklar dar, linear-oblong, sapsız, gövdede dengeli ve yoğun şekilde dağılmış. Petaller pembe, dar oblong, 5x1.5 mm. Filamentler ne bitişik ne de dentat, tabanda genişlemiş; anterler apikulat. Çiçek durumu seyrek rasemoz. Meyve pediselleri suberekt, 3-4 mm. Ovaryum iki lokuluslu, her lokulusta 1 ovullü. Silikula ovat, 7x6 mm; kanatlar 1.5-2 mm, kenarları tam; sinus 1.5-2 mm; stilus 0.5 mm. Tohum 1-2.

Haziran-Temmuz aylarında çiçeklenir. Taşlık yamaçlarda, yaklaşık 1000 m'lerde yayılış gösterir.

Tip örneği: [Türkiye A7 Gümüşhane] in montibus arenosis supra Aghakoei (c. 6 km SE of Gümüşhane), 20 vi ve 14 vii 1894, Sintenis 5934 (E! K!).

Endemik. IUCN kategorisi EN. İran-Turan elementi.

Ae. grandiflorum'a çok yakından benzer ve çok zor ayrılır. Petal genel şekli, petallerin 1 damarlı oluşu ve daha küçük meyve yapısıyla *Ae. grandiflorum*'dan ayrılır.

4.2.5. *Aethionema huber-morathii* Davis & Hedge in Fl. Turkey 10: 232 (1988).

Bitki yarıçalı, 19-27 cm; dallar zayıf, boğum yok. Yapraklar alternat, seyrek, etli değil, dar linear-oblanseolat, 10-12x1.5-1.7 mm, 1-damarlı. Çiçek durumu korimboz, kubbe şeklinde, 10-12 mm genişliğinde, çiçekler çok sayıda ve sıkı dizilmiş. Pediseller ince, 4-5

mm, dik, meyvede sıkı ve bir arada. Sepaller yaklaşık 2.5 mm, genel olarak eliptik, nadiren keseli, kenarı geniş zarsı, ortası yeşilimsi, yaklaşık 0.5 mm genişliğinde. Petaller pembemsi leylak, 4 mm, ortadan yukarı doğru biraz daralmış, asimetrik. Silikula suborbikular, 4.25x4.25 mm, ortadan yukarıda 1.5-2 mm genişliğinde; kenarlar tam, hemen hemen kenarlara kadar uzanan çok sayıda damarlı, stilus 0.2 mm. Tohumlar 2 ve 1.3 mm.

Mayıs-Haziran aylarında çiçeklenir. Kaya üzerlerinde, yaklaşık 600-870 m'lerde yayılış gösterir.

Tip örneği: Türkiye C5 Niğde: Ulukışla, Şekerpınar Kahve, 5 km ob Pozantı, 870 m, 10 vi 1953, A. Huber-Morath 12838 (holo. Hb. Hub.-Mor., iso.E!).

Türkiye'deki yayılışı Adana Bölümü.

Endemik. IUCN kategorisi EN. Akdeniz elementi.

Ae. coridifolium'a benzerlik gösterir.

4.2.6. *Aethionema karamanicum* Ertuğrul & Beyazoğlu in Turk. J. Bot. 21: 99, f.1-2 (1997).

Bitki çok yıllık, tabanı fazla odunlaşmış, 15-22 cm boyunda, yatık yükselen çok sayıda gövdeye sahip. Yapraklar dar lanseolat, 12-20x1.5-2 mm, sapı belirgin değil, ucu aküt verimsiz gövdelerde daha sık ve küçük. Çiçek durumu meyveye geçince biraz uzayan sık rasemöz. Çiçekler küçük. Sepaller 2-2.5x1.5-1.8 mm, ortası yeşil, kenarları mor, tepede başlık oluşturan karşılıklı iki sepal petalleri sıkıca kuşatmış durumda. Petaller dıştan görünmeyecek kadar sıkıştırılmış durumda, 2-2.5x0.8-1.2 mm, incelenmesi oldukça güç. Ovaryum iki gözlü; her gözde bir ovüllü. Stamenler diğer türlerden oldukça farklı, metamorfoza uğramış, filamentleri oldukça genişlemiş, anterler ise yuvarlak ve dış yüzeyleri pürüzlü, petallere bitişik durumda. Meyve sapı hemen hemen gövdeye bitişik, 3-5 mm boyunda. Silikulalar çok sık kiremitvari dizilmiş, başağı andıran yapıda, tabanı düz ucu V şeklinde, geniş obovat veya orbikular, 6.5-8x6.5-7.5 mm; kanatlanmış stamenler bazen olgun silikulalarla bitişik durumda; göbek 3.5-4.5x2.5-3 mm, sinus 2-2.5 mm, kenarlar birbirinden uzak; stilus 0.4-0.5 mm; stigma oldukça geniş; kanatlar 3-4 mm, kenarlar tam. Tohum 1 veya 2 tane, yüzeyi ince ve seyrek çıkıntılı, 2-2.5x1-1.5 mm; radikula inkumbent (Ertuğrul, 1989).

Haziran-Temmuz aylarında çiçeklenir. Derin topraklı küçük çakıllı yamaçlarda 1500-1600 m'lerde yayılış gösterir.

Tip örneği: Türkiye C4 Karaman: Ayrancı, 2 km W. of Kayaönü (Küçükkoraş) köyü. 1300 m. 6 vii 1988, K. Ertuğrul 1201 (fl.) (holo. KNYA!).

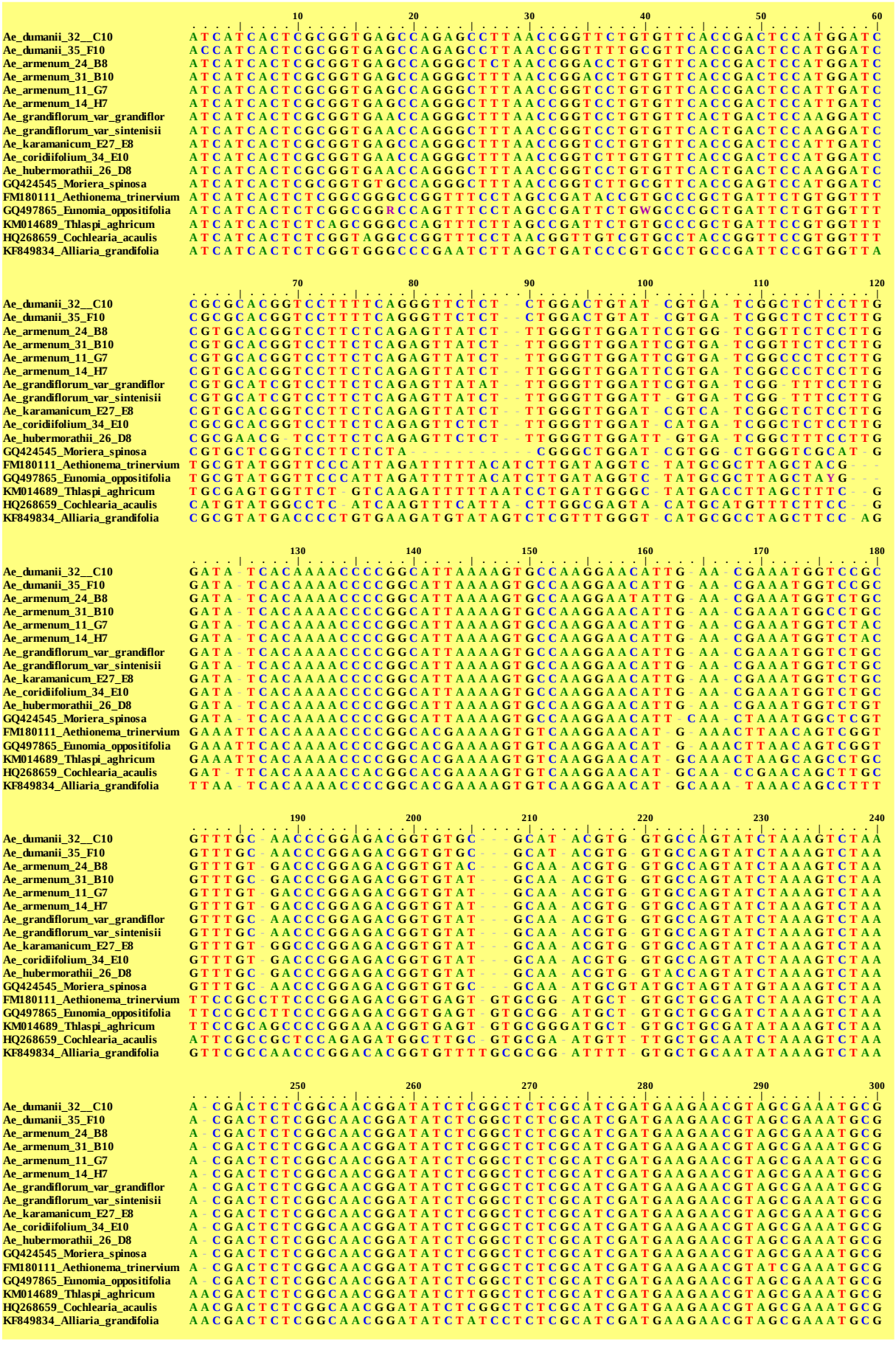
Türkiye'deki yayılışı Konya Bölümü.

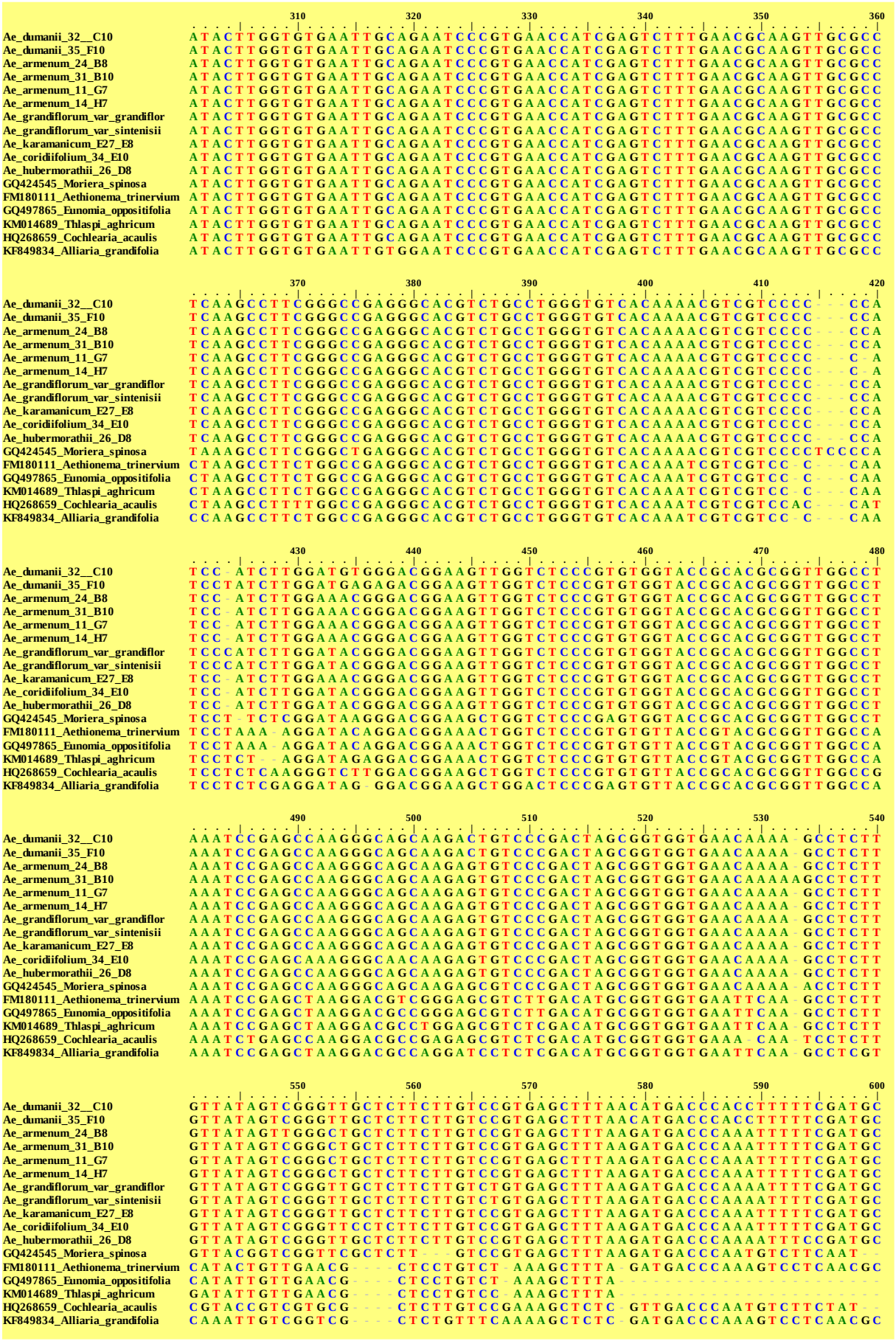
Endemik. IUCN kategorisi EN. Akdeniz elementi.

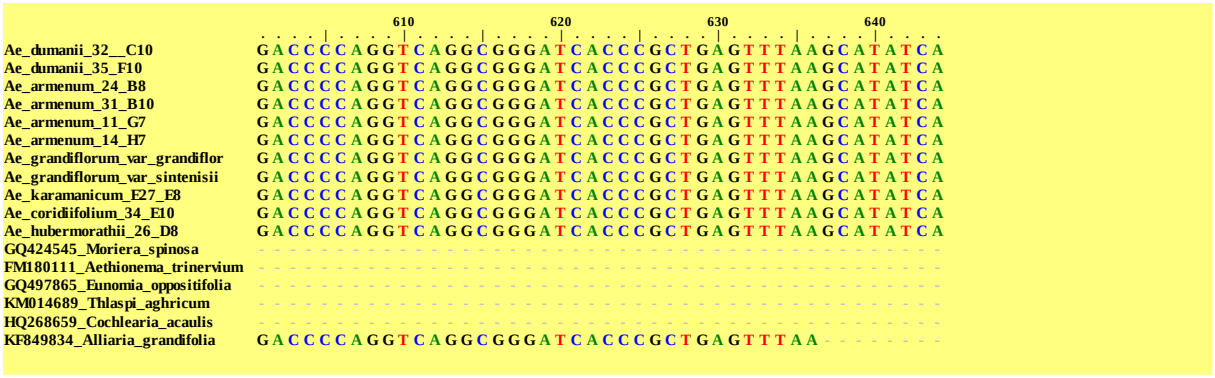
Ae. huber-morathii'ye benzerlik gösterir. Fakat küçük petalleri, uzamış meyve durumu, daha büyük silikula ve kanatlar ve uzun stilusuyla farklılık gösterir.

4.3. Moleküler Bulgular

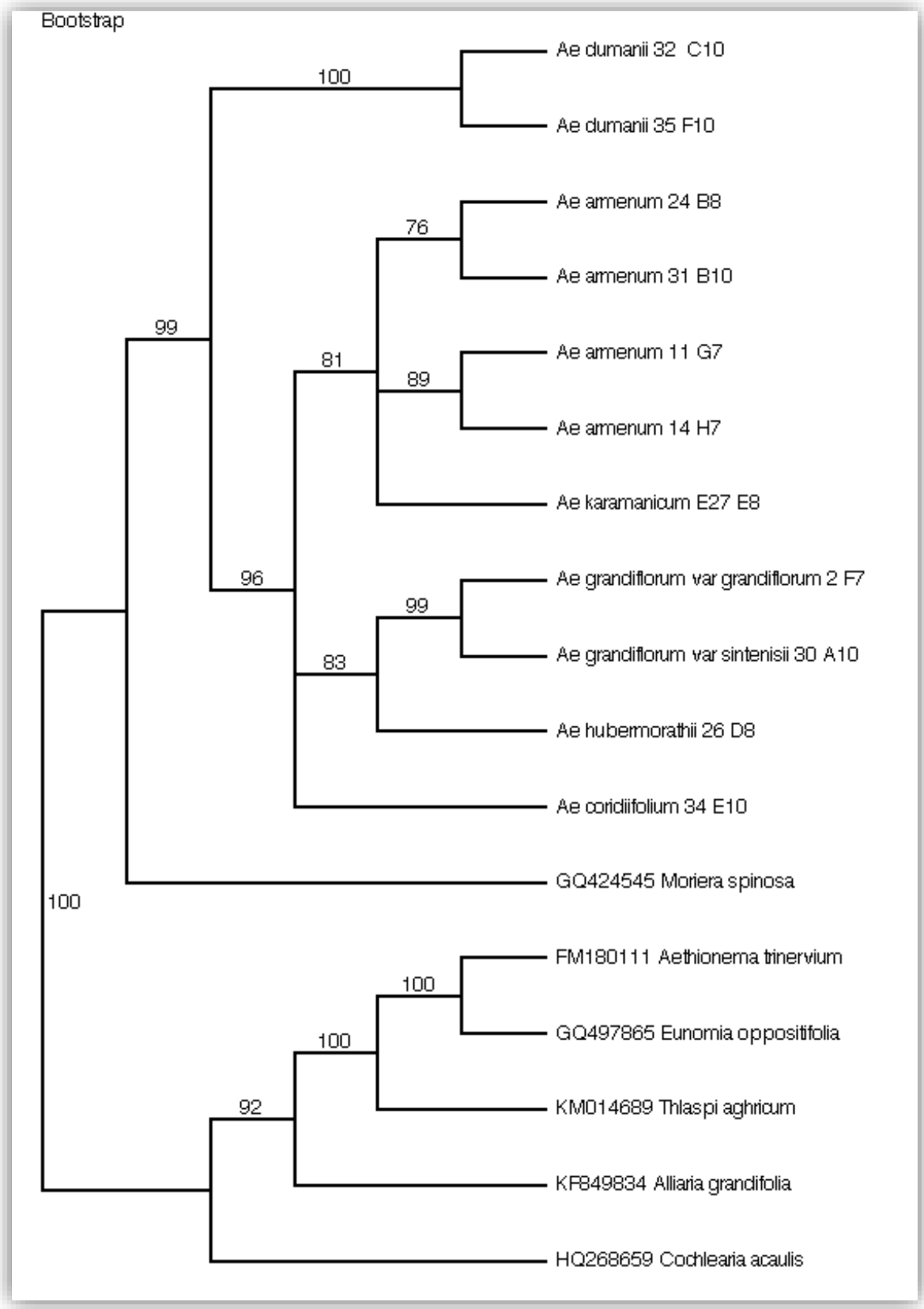
Çekirdek DNA'sına ait bir intron olan ITS gen bölgesi dizi analizlerimizden gelen 17 taksona ait hizalanan veri matriksinin toplam uzunluğu 644 olup, bu veri matriksine ait 426 karakter sürekli, 59 karakter ise değişkendir (Şekil 4.1). Parsimoni için bilgi verici karakter sayısı ise 159'dur. Parsimoni analizlerinden gelen tutumluluk indeksi (CI) 0.791, Tutarlılık indeksi 0.846, Homoplasi indeksi ise 0.209 olarak belirlenmiştir.


Ae_dumanii_32__C10
Ae_dumanii_35_F10
Ae_armenum_24_B8
Ae_armenum_31_B10
Ae_armenum_11_G7
Ae_armenum_14_H7
Ae_grandiflorum_var_grandiflor
Ae_grandiflorum_var_sintenisii
Ae_karamanicum_E27_E8
Ae_coridiifolium_34_E10
Ae_hubermorathii_26_D8
GQ424545_Moriera_spinosa
FM180111_Aethionema_trinervium
GQ497865_Eunomia_oppositifolia
KM014689_Thlaspi_aghricum
HQ268659_Cochlearia_acaulis
KF849834_Alliaria_grandifolia

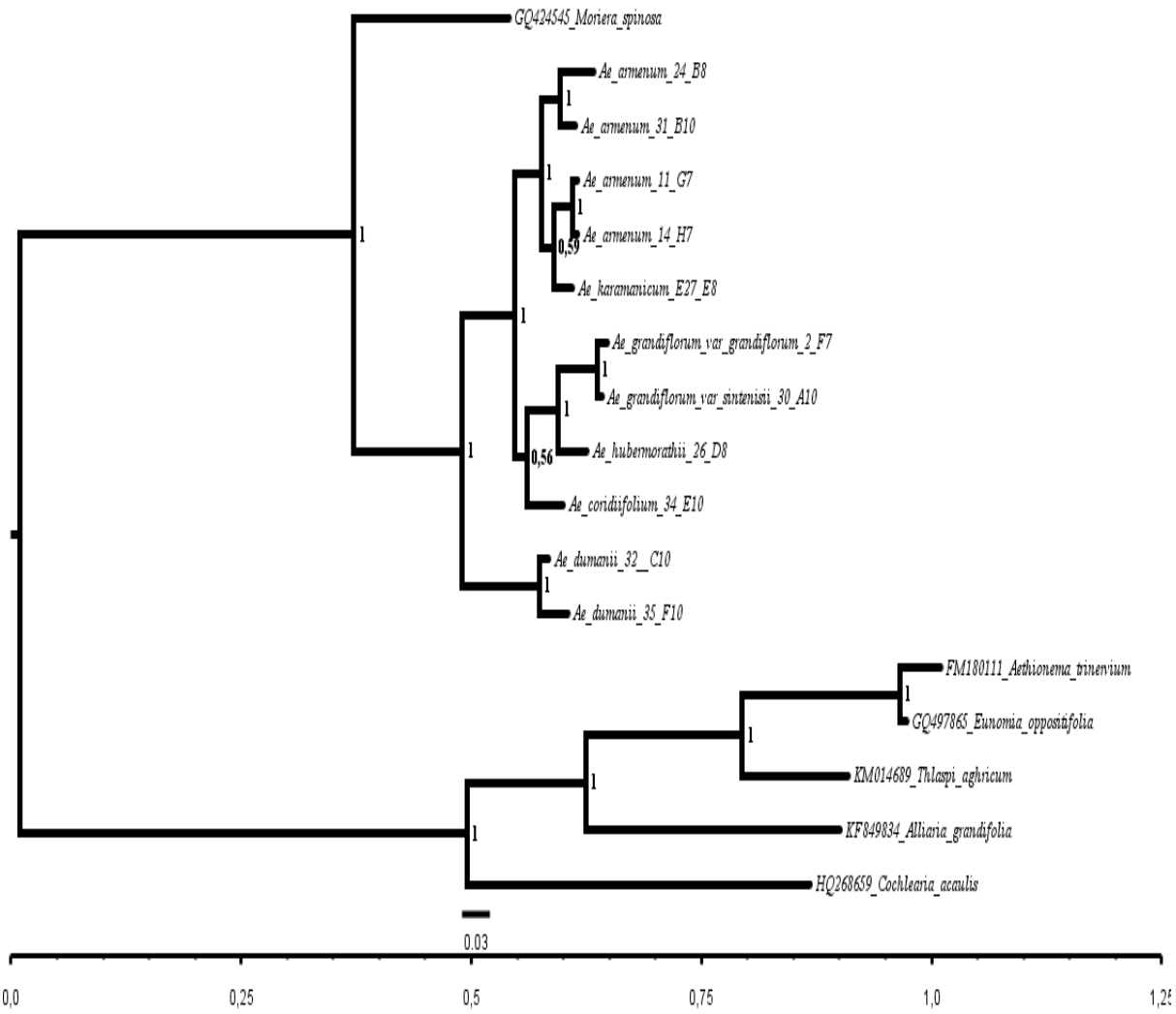

310 320 330 340 350 360
Ae_dumanii_32__C10 ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_dumanii_35_F10 ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_armenum_24_B8 ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_armenum_31_B10 ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_armenum_11_G7 ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_armenum_14_H7 ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_grandiflorum_var_grandiflor ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_grandiflorum_var_sintenisii ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_karamanicum_E27_E8 ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_coridiifolium_34_E10 ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
Ae_hubermorathii_26_D8 ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
GQ424545_Moriera_spinosa ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
FM180111_Aethionema_trinervium ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
GQ497865_Eunomia_oppositifolia ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
KM014689_Thlaspi_aghricum ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
HQ268659_Cochlearia_acaulis ATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
KF849834_Alliaria_grandifolia ATACTTGGTGTGAATTGTGGAATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAACGCAAGTTGCGCC
370 380 390 400 410 420
Ae_dumanii_32__C10 TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---CCA
Ae_dumanii_35_F10 TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---CCA
Ae_armenum_24_B8 TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---CCA
Ae_armenum_31_B10 TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---CCA
Ae_armenum_11_G7 TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---C-A
Ae_armenum_14_H7 TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---C-A
Ae_grandiflorum_var_grandiflor TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---CCA
Ae_grandiflorum_var_sintenisii TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---CCA
Ae_karamanicum_E27_E8 TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---CCA
Ae_coridiifolium_34_E10 TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---CCA
Ae_hubermorathii_26_D8 TCAAGCCTTCGGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCC---CCA
GQ424545_Moriera_spinosa TAAAGCCTTCGGGCTGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAAACGTCGTCCCCTCCCCA
FM180111_Aethionema_trinervium CTAAGCCTTCTGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAATCGTCGTCC-C---CAA
GQ497865_Eunomia_oppositifolia CTAAGCCTTCTGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAATCGTCGTCC-C---CAA
KM014689_Thlaspi_aghricum CTAAGCCTTCTGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAATCGTCGTCC-C---CAA
HQ268659_Cochlearia_acaulis CTAAGCCTTTTTGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAATCGTCGTCCAC---CAT
KF849834_Alliaria_grandifolia CCAAGCCTTCTGGCCGAGGGCACGTCTGCCTGGGTGTCACAAATCGTCGTCC-C---CAA
430 440 450 460 470 480
Ae_dumanii_32__C10 TCC-ATCTTGGATGTGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_dumanii_35_F10 TCCTATCTTGGATGAGAGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_armenum_24_B8 TCC-ATCTTGGAAACGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_armenum_31_B10 TCC-ATCTTGGAAACGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_armenum_11_G7 TCC-ATCTTGGAAACGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_armenum_14_H7 TCC-ATCTTGGAAACGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_grandiflorum_var_grandiflor TCCCATCTTGGATACGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_grandiflorum_var_sintenisii TCCCATCTTGGATACGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_karamanicum_E27_E8 TCC-ATCTTGGAAACGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_coridiifolium_34_E10 TCC-ATCTTGGATACGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
Ae_hubermorathii_26_D8 TCC-ATCTTGGATACGGGACGGAAGTTGGTCTCCCGTGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
GQ424545_Moriera_spinosa TCCT-TCTCGGATAAGGGACGGAAGCTGGTCTCCCGAGTGGTACCGCACGCGGTTGGCCT
FM180111_Aethionema_trinervium TCCTAAA-AGGATACAGGACGGAAACTGGTCTCCCGTGTGTTACCGTACGCGGTTGGCCA
GQ497865_Eunomia_oppositifolia TCCTAAA-AGGATACAGGACGGAAACTGGTCTCCCGTGTGTTACCGTACGCGGTTGGCCA
KM014689_Thlaspi_aghricum TCCTCT--AGGATAGAGGACGGAAACTGGTCTCCCGTGTGTTACCGTACGCGGTTGGCCA
HQ268659_Cochlearia_acaulis TCCTCTCAAGGGTCTTGGACGGAAGCTGGTCTCCCGTGTGTTACCGCACGCGGTTGGCCG
KF849834_Alliaria_grandifolia TCCTCTCGAGGATAG-GGACGGAAGCTGGACTCCCGAGTGTTACCGCACGCGGTTGGCCA
490 500 510 520 530 540
Ae_dumanii_32__C10 AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGACTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
Ae_dumanii_35_F10 AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGACTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
Ae_armenum_24_B8 AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGAGTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
Ae_armenum_31_B10 AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGAGTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAAAGCCTCTT
Ae_armenum_11_G7 AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGAGTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
Ae_armenum_14_H7 AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGAGTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
Ae_grandiflorum_var_grandiflor AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGAGTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
Ae_grandiflorum_var_sintenisii AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGAGTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
Ae_karamanicum_E27_E8 AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGAGTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
Ae_coridiifolium_34_E10 AAATCCGAGCAAAGGGCAACAAGAGTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
Ae_hubermorathii_26_D8 AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGAGTGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-GCCTCTT
GQ424545_Moriera_spinosa AAATCCGAGCCAAGGGCAGCAAGAGCGTCCCGACTAGCGGTGGTGAACAAAA-ACCTCTT
FM180111_Aethionema_trinervium AAATCCGAGCTAAGGACGTCGGGAGCGTCTTGACATGCGGTGGTGAATTCAA-GCCTCTT
GQ497865_Eunomia_oppositifolia AAATCCGAGCTAAGGACGCCGGGAGCGTCTTGACATGCGGTGGTGAATTCAA-GCCTCTT
KM014689_Thlaspi_aghricum AAATCCGAGCTAAGGACGCCTGGAGCGTCTCGACATGCGGTGGTGAATTCAA-GCCTCTT
HQ268659_Cochlearia_acaulis AAATCTGAGCCAAGGACGCCGAGAGCGTCTCGACATGCGGTGGTGAAA-CAA-TCCTCTT
KF849834_Alliaria_grandifolia AAATCCGAGCTAAGGACGCCAGGATCCTCTCGACATGCGGTGGTGAATTCAA-GCCTCGT
550 560 570 580 590 600
Ae_dumanii_32__C10 GTTATAGTCGGGTTGCTCTTCTTGTCCGTGAGCTTTAACATGACCCACCTTTTTCGATGC
Ae_dumanii_35_F10 GTTATAGTCGGGTTGCTCTTCTTGTCCGTGAGCTTTAACATGACCCACCTTTTTCGATGC
Ae_armenum_24_B8 GTTATAGTTGGGCTGCTCTTCTTGTCCGTGAGCTTTAAGATGACCCAAATTTTTCGATGC
Ae_armenum_31_B10 GTTATAGTCGGGCTGCTCTTCTTGTCCGTGAGCTTTAAGATGACCCAAATTTTTCGATGC
Ae_armenum_11_G7 GTTATAGTCGGGCTGCTCTTCTTGTCCGTGAGCTTTAAGATGACCCAAATTTTTCGATGC
Ae_armenum_14_H7 GTTATAGTCGGGCTGCTCTTCTTGTCCGTGAGCTTTAAGATGACCCAAATTTTTCGATGC
Ae_grandiflorum_var_grandiflor GTTATAGTCGGGTTGCTCTTCTTGTCTGTGAGCTTTAAGATGACCCAAAATTTTCGATGC
Ae_grandiflorum_var_sintenisii GTTATAGTCGGGTTGCTCTTCTTGTCTGTGAGCTTTAAGATGACCCAAAATTTTCGATGC
Ae_karamanicum_E27_E8 GTTATAGTCGGGTTGCTCTTCTTGTCCGTGAGCTTTAAGATGACCCAAATTTTTCGATGC
Ae_coridiifolium_34_E10 GTTATAGTCGGGTTCCTCTTCTTGTCCGTGAGCTTTAAGATGACCCAAATTTTTCGATGC
Ae_hubermorathii_26_D8 GTTATAGTCGGGTTGCTCTTCTTGTCCGTGAGCTTTAAGATGACCCAAATTTTCCGATGC
GQ424545_Moriera_spinosa GTTACGGTCGGTTCGCTCTT---GTCCGTGAGCTTTAAGATGACCCAATGTCTTCAAT--
FM180111_Aethionema_trinervium CATACTGTTGAACG----CTCCTGTCT-AAAGCTTTA-GATGACCCAAAGTCCTCAACGC
GQ497865_Eunomia_oppositifolia CATATTGTTGAACG----CTCCTGTCT-AAAGCTTTA----------
KM014689_Thlaspi_aghricum GATATTGTTGAACG----CTCCTGTCC-AAAGCTTTA----------
HQ268659_Cochlearia_acaulis CGTACCGTCGTGCG----CTCTTGTCCGAAAGCTCTC-GTTGACCCAATGTCTTCTAT--
KF849834_Alliaria_grandifolia CAAATTGTCGGTCG----CTCTGTTTCAAAAGCTCTC-GATGACCCAAAGTCCTCAACGC



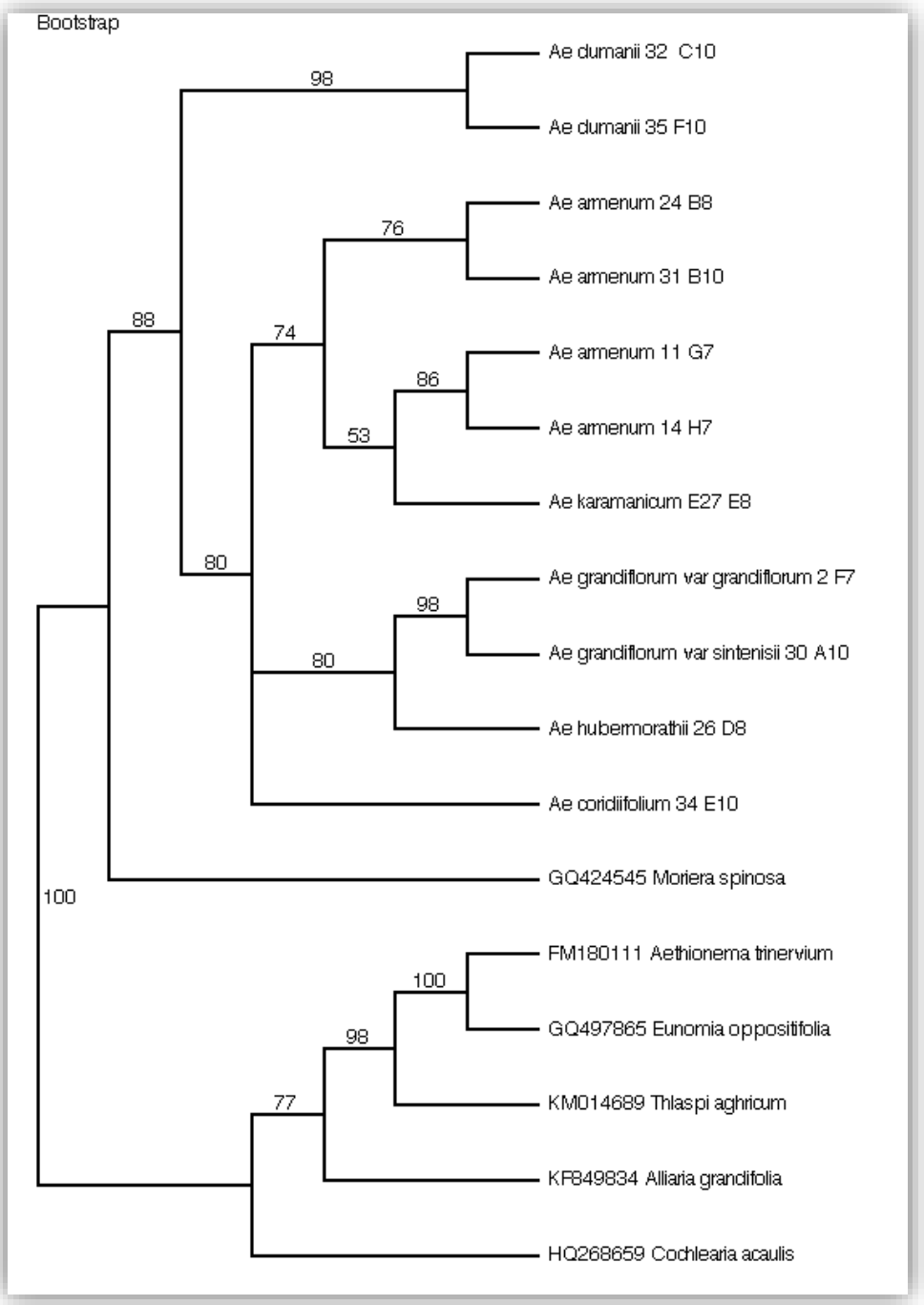
Şekil 4.1. *Aethionema* taksonlarının Bioedit programı ile hizalanmış ITS dizileri



Şekil 4.2.Türkiyede doğal olarak yayılış gösteren bazı *Aethionema* taksonlarının ITS gen bölgesine göre filogenetik ilişkilerinin gösteren Parsimoni temelli dendogram



Şekil 4.3. Türkiyede doğal olarak yayılış gösteren bazı *Aethionema* taksonlarının ITS gen bölgesine göre filogenetik ilişkilerinin gösteren Bayeziyan temelli dendogram



Şekil 4.4. Türkiyede doğal olarak yayılış gösteren bazı *Aethionema* taksonlarının ITS gen bölgesine göre filogenetik ilişkilerinin gösteren Maksimum Benzerlik temelli dendogram

ITS gen bölgesinin hizalanmış nükleotit dizilerinden oluşturulan veri matriksinden yapılandırılmış soyağacına göre, *Aethionema* cinsine ait taksonlar monofiletik bir kladda yer almakta olup bu klad içerisinde yer alan taksonların filogenetik ilişkileri güçlüce desteklenmiş görülmektedir (BS % 100; PP: 1; ML % 100). Dendogramda, daha önce *Morieria* cinsi

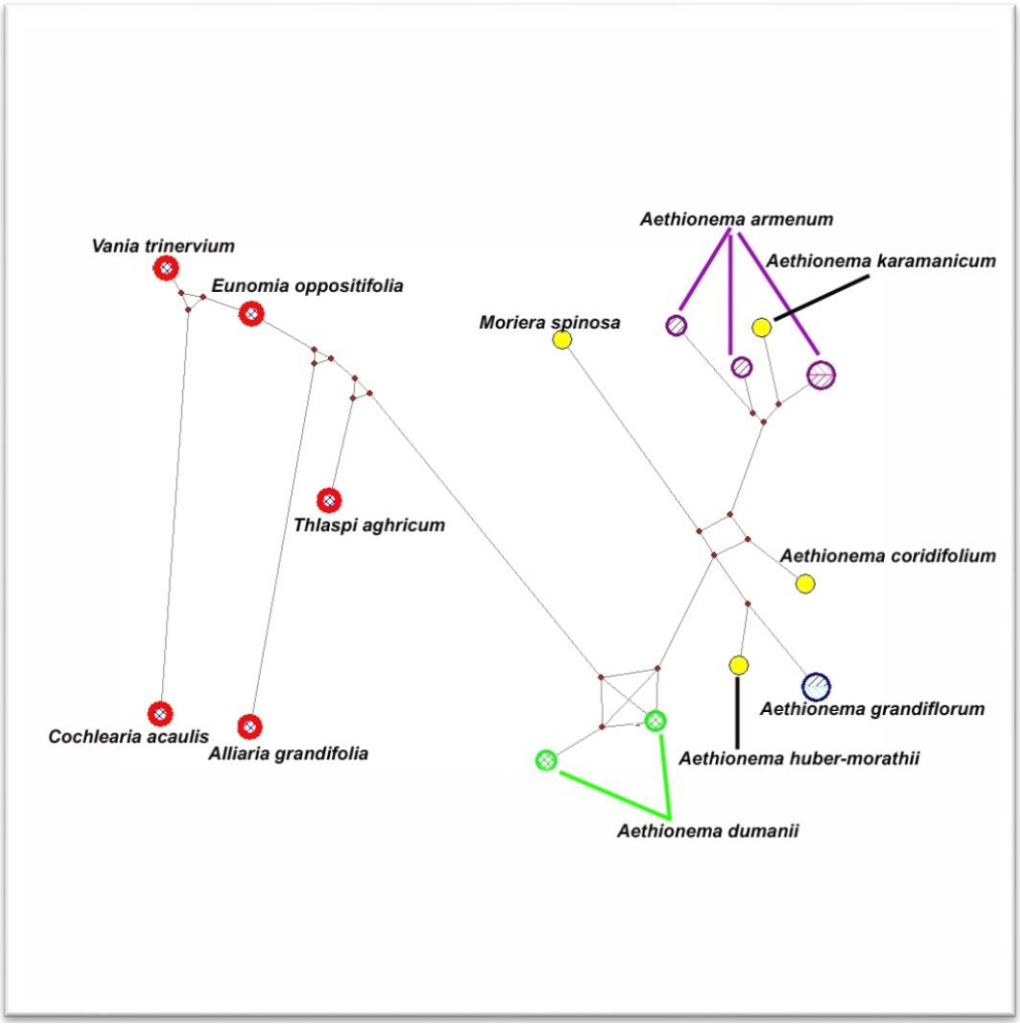
içerisinde değerlendirilen *M. spinosa* türünün bazal *Aethienoma* kladı içerisinde yer alması, bu taksonun filogenetik açıdan *Aethionema* cinsi içerisinde yer alması gerekliliğini ortaya koymaktadır (BS % 100; PP: 1; ML % 100). *Aethionema* cinsiyle ilgili son filogenetik çalışmalarda *M. spinosa* türü *Ae spinosa* olarak *Aethionema* cinsine aktarılmıştır (Al-Shehbaz, 2012).

Diğer ana klad, güçlüce desteklenen üç alt klada ayrılmakta olup, bu alt kladların birinde meyvesi tek septumlu, lokal endemik bir tür olan *Ae. dumanii*'nin iki ayrı populasyonunun yüksek parsimonili bir durumla birlikte yer aldığı görülmektedir (BS % 100; PP: 1; ML % 98).

İkinci ana klad içerisinde başta *Ae. armenum* kompleksine ait populasyonlar olmak üzere: *Ae. karamanicum*, *Ae. grandiflorum*, *Ae. huber-morathii* gibi nadir ve endemik taksonlar yer almaktadır. Bu taksonların filogenetik ilişkileri güçlüce desteklenmektedir (BS % 96; PP: 1; ML % 80). *Ae. armenum* kompleksine ait populasyonların yer aldığı alt klad içinde lokal endemik *Ae. karamanicum* türü aynı pozisyonda yer almakta olup, *Ae. armenum* kompleksi filogenetik ilişkileri bakımından hem parsimoni hemde bayeziyan analizleri ile güçlüce desteklenmektedir (BS % 81; PP: 1). *Ae. armenum* kompleksi içerisinde yer alan populasyonların ITS gen bölgeleri açısından coğrafik dağılımlarıyla uyumlu olarak belirgin bir seviyede farklılaşmış olduğu görülmektedir. Kayseri-Pınarbaşı ve Ankara-Yenice yöresinden toplanan, *Ae. armenum* olduğu düşünülen populasyonların parsimoni analizlerine göre ayrı bir takson olarak değerlendirilecek kadar farklılaştığı görülmektedir (BS % 76). Bayesiyan analizleri ise bu populasyonlar arası filogenetik ilişkileri güçlüce desteklemekle beraber, Karaman-Ermenek populasyonlarının *Ae. karamanicum* türü ile aynı filogenetik pozisyonda yer aldığına işaret etmektedir (PP: 1). Bununla birlikte bu filogenetik pozisyon içerisinde taksonların ilişkisi zayıfca desteklenmektedir (PP: 0.56). Ermenek populasyonlarının aralarında filogenetik açıdan fazla farklılaşma göstermediği ve daha yakın ilişkili olduğu belirlenmiştir (BS % 89; PP: 1).

Diğer alt kladda *Ae. grandiflorum* ve *Ae. huber-morathii* taksonları birlikte yer almakla birlikte (BS % 83) bu gruba dış bir alt kladdan *Ae. coridifolium* bağlanmaktadır. *Ae. grandiflorum* türüne ait varyetelerin aralarında güçlü bir filogenetik ilişki olduğu görülmektedir (BS % 99). Bu tür ile morfolojik açıdan yakın ilişkili olduğu düşünülen *Ae. huber-morathii*'nin filogenetik açıdanda yakın ilişkili bir takson olduğu çıkarımı yapılabilir.

Khosravi ve ark. (2009), ülkemizde de yayılış gösteren *Ae. trinervium* türü ile ilgili yaptıkları moleküler analizler neticesinde bu türün, *Aethionema* cinsinin bir üyesi olmadığını ortaya koyarak, türü *Thlaspi* s.l soyundan ayrılmış *Vania* F. K. Mey cinsine aktarmışlardır. Çalışmamızda oluşturulan filogenetik ağaçta da *Ae. trinervium* türü, önceki transferi destekler şekilde, diğer *Aethionema* taksonlarından ayrı bir kladda yer almıştır. Benzer bir düzenlemenin, halen birçok çeklist ve florada *Aethionema* cinsi içerisinde değerlendirilen *Ae. oppositifolium* türü için de yapılması gerekmektedir. Filogenetik ağaçta, bu takson da *Ae. trinervium* gibi *Aethionema* kladının dışında yer almıştır. Hall ve ark. (2002), bu taksonun *Aethionema* ve *Iberis* cinsleriyle bir ilişkisinin olmadığını, bu nedenle *Eunomia oppositifolium* (Pers) DC. türünün yeniden canlandırılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir (Şekil 4.2-Şekil 4.4).



Şekil 4.5. Türkiye de doğal olarak yayılış gösteren bazı *Aethionema* taksonlarının ITS gen bölgesine göre filogenetik ilişkilerinin gösteren ağ

Aethionema taksonları arası filogenetik ilişkileri gösteren ağ ile taksonların taksonomik ilişkileri ve coğrafik yayılışları oldukça uyumlu görülmektedir. Ağa göre *Ae. armenum* kompleksi taksonlarının Ankara-Yenice ve Kayseri-Pınarbaşı yöresinde yayılış gösteren populasyonların ileri seviyede ribotip bakımından farklılaştığı görülmektedir. Bununla birlikte, Ermenek yöresinden toplanan populasyonların aynı ribotipi paylaştıkları sonucu çıkmaktadır. Lokal yayılışlı endemik tür *Ae. karamanicum*'un ise bu ortak ribotip'den köken aldığı görülmektedir. Filogenetik analizlere göre *Aethionema* bazal kladı içerisinde yer aldığı düşünülen *Morieria spinosa* türü ağda da benzer bir durum göstermektedir.

Ağa göre *Ae. coridifolium*, *Ae. grandiflorum* ve *Ae. hubermorathii* bilinmeyen ortak bir soydan köken almış yakın ilişkili taksonlar olarak değerlendirilebilir. OTU sayısının artırılarak bu durumun ileride açıklığa kavuşturulabileceği düşünülmektedir.

Ele alınan taksonlar arasında, ağda ayrı bir düzlemde yer alan *Ae. dumanii* türünün filogenetik açıdan bu cins içerisinde en farklı tür olduğu açıkça görülmektedir. Bu türe ait farklı populasyonlar olduğu düşünülen örneklerin filogenetik açıdan farklılaşmış olduğu ağda açıkça görülmekte olup yeni taksonomik bir düzenlemenin yapılabilmesi için bu durumu daha da aydınlatacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Filogenetik ağaçta *Aethionema* kladından ayrı bir kladda yer alan *Ae. trinervia* ve *Ae. oppositifolium* taksonlarının farklı cinsler içerisinde yer alması gerektiği oluşturulan ağda da açıkça görülmektedir (Şekil 4.5).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmayla, Cruciferae familyasının taksonomik bakımdan en zor cinslerinden biri olan *Aethionema* cinsinde taksonomik bakımdan problemli taksonları barındıran *Ae. coridifolium* kümesinin filogenetik ilişkileri morfolojik ve moleküler yöntemlerle ortaya çıkarılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre *Aethionema* cinsinin monofiletik olduğu, daha önce ayrı bir cins olan *Moriera* cinsinin *Aethionema* cinsi sınırları içerisinde yer alması gerektiği teyid edilmiştir.

Araştırma sonuçları, ayrıca daha önce *Aethionema* cinsi içerisinde sınıflandırılan *Eunomia oppositifolia* ve *Ae. trinervium* taksonlarının bu cinse ait türlerle yakın ilişkisinin olmadığını, dolayısıyla bu taksonların başka cinslere aktarılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara dayanarak *Ae. armenum* taksonu sınırları içerisinde değerlendirilen Kayseri-Pınarbaşı, Ankara-Yenice ve Karaman-Ermenek populasyonlarının üzerinde taksonomik düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

Elde ettiğimiz sonuçlar, şüphesiz *Aethionema* cinsinin küçük bir parçasını oluşturan tür kümesinin taksonomisindeki problemlerin giderilmesi açısından oldukça önemlidir. Ancak, sınırlı sayıda taksonu kapsayan bu çalışma, ülkemizde 44 taksonla temsil edilen ve gen merkezi Türkiye olan *Aethionema* cinsinin filogenetik durumu hakkında kesin bir bilgi vermeyecektir. İleride yapılacak, cinsin tüm taksonlarını kapsayan moleküler bir çalışma, bu cinsin tüm taksonlarının filogenetik ilişkilerinin ortaya çıkarılmasına imkân verecektir. Böyle bir çalışma, cinsin Brassicaceae familyasındaki akraba cinslerle ve cinsin kendi sınıflandırılmasına da önemli katkılar sağlayacaktır. Bu nedenle bu cinsin karyolojiyi de içine alan morfolojik ve moleküler yöntemlerle yeniden revize edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Adıgüzel, N., 2000, *Aethionema* R. Br.-In: Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K. H. C. (Eds.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Suppl. II, Vol 11, 31-34, Edinburgh, *Edinburgh University Press*.

Akman, Y., Algan, G., 1973, The morphological anatomical features of some rupicolous plant roots in Central Anatolia, *Comm. Fac. Sci. Univ*., Ank., 165-183.

Alagöz, A. S., 2010, Konya Çevresindeki bazı *Aethionema* R. Br. (Cruciferae) Türleri Üzerine Karyolojik Araştırmalar, Yüksek Lisans, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-36.

Al-Shehbaz, I. A., 1973, The biosystematics of the genus *Thelypodium* (Cruciferae), *Taxon*, 31, 421-422.

Al-Shehbaz, I. A., 1984, The tribes of Cruciferae (Brassicaceae) in the southeastern United States, *J. Arnold Arbor*, 65, 343-373.

Al-Shehbaz, I. A., Beilstein, M. A., Kellogg, E. A., 2006, Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview, *Plant Systematics and Evolution*, 259, 89-120.

Al-Shehbaz, I. A., Mutlu, B., Dönmez, A. A., 2007, The Brassicaceae (Cruciferae) of Turkey, updated, *Turkish Journal of Botany*, 31, 327-336.

Al-Shehbaz, I. A., 2012, A generic and tribal synopsis of the Brassicaceae (Cruciferae), *Taxon*, 61, 931-936.

Al-Shehbaz, I. A., 2014, Systematics and Phylogeny of the Mustard Family (Brassicaceae), http://www.mobot.org/MOBOT/Research/brassicaceae/welcome.shtml [Ziyaret tarihi: 25.04.14].

Appel, O., Al-Shehbaz, I. A., 2003, Cruciferae in Kubitzki, K., Bayer, C. (Eds.), The Families and Genera of Vascular Plants, Vol 5, Berlin, Heidelberg, *Sprinter-Verlag*, 75-174.

Arnao, M. B., Sanchez-Bravo, J., Acosta, M., 1996, Indole-3-carbinol as a scavenger of free radicals, *Biochemistry and Molecular Biology International*, 39, 1125-1134.

Bailey, C. D., Koch, M. A., Mayer, M., Mummenhoff, K., O'Kane Jr, S. L., Warwick, S. I., Windham, M. D., Al-Shehbaz, I. A., 2006, Toward a Global Phylogeny of the Brassicaceae, *Molecular Biology and Evolution*, 23, 2142-2160.

Baldwin, B. G., 1992, Phylogenetic Utility of the Internal Transcribed Spacers of Nuclear Ribosomal DNA in Plants: an Example from the Compositae, *Mol. Biol. Evol*., 1, 3.

Baldwin, B. G., Sanderson, M. J., Porter, J. M., Wojciechowski, M. F., Donoghue, M. J., 1995, The ITS region of nuclear ribosomal DNA: A valuable source of evidence on Angiosperm phylogeny, *Ann. Mo. Bot. Gard*., 82, 247.

Baldwin, B. G., Markos, S., 1999, Phylogenetic utility congruence of ETS and ITS trees of Calycadenia, *Mol. Phyl. Evol*., 10, 449.

Beilstein, M. A., Al-Shehbaz, I. A., Kellogg, E. A., 2006, Brassicaceae phylogeny and trichome evolution, *American Journal of Botany*, 93, 607-619.

Beilstein, M. A., Al-Shehbaz, I. A., Mathews, S., Kellogg, E. A., 2008, Brassicaceae phylogeny inferred from phytochrome A and *ndh*F sequence data: tribes and trichomes revisited, *American Journal of Botany*, 95, 1307-1327.

Boissier, E., 1867, Flora Orientalis, Vol 1, *Geneva and Basel*.

Bradlow, H. L., Ann, N. Y., 1995, Indole-3-carbinol. A novel approach to breast cancer prevention, *Acad Sci*., 768, 180-200.

Broadbent, T. A., Broadbent, H. S., 1998a, The chemistry and pharmacology of indole-3-Carbinol, *Current Medicinal Chemistry*, 5, 337-352.

Broadbent, T. A., Broadbent, H. S., 1998b, The chemistry and pharmacology of indole-3-carbinol Part II, *Current Medicinal Chemistry*, 5, 469-491.

Bush, N., 1970, *Aethionema* R. Br in Komarov, V (ed.) Flora of U. S. S. R., Vol 8, *Jerusalem*, 413-422.

Cerbah, M., Souza-Chies, T., Jubier, M. F., Lejeune, B., Siljak-Yakovlev, S., 1998, Molecular Phylogeny of the Genus Hypochaeris Using Internal Transcribed Spacers of Nuclear rDNA: Inference for Chromosomal Evolution, *Mol. Biol. Evol*., 15, 345.

Chater, A. O., 1993, *Aethionema* R. Br.-In: Tutin, T. G., Burges, N. A., Chater, A. O., Edmondson, J. R., Heywood, V. H., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., Webb, D. A. (eds.), Flora Europaea, 2. ed vol.1, 388-390, *Cambridge University Press*, Cambridge.

Chuanphongpanich, S., Phanichphant, S., Bhuddasukh, D., Suttajit, M., Sirithunyalug, B., 2006, Bioactive glucosinolates and antioxidant properties of broccoli seeds cultivated in Thailand, *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 28, 55-61.

Cullings, K. W., 1992, Design and testing of a plant-specific PCR primer for ecological and evolutionary studies, *Molecular Ecology*, 1, 233–240.

Davis, P. H., Mill, R. R., Tan, K., 1988, Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 10, 35-39, *Edinburgh University Press*, Edinburgh.

De Candolle, A. P., 1821, Memoire sur la famille des Cruciferes, *Mem. Mus. Natl. Hist. Nat*., 7, 169-252.

Doyle, J. J., Doyle, J. L., 1987, A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemical Bulletin, *Botanical Society of America*, 19, 11–15.

Eddie, W. M. M., Gaskin, T. S. J., Haberle, R. C., Jansena, R. K., 2003, Phylogeny of Campanulaceae S. Str. Inferred from ITS Sequences of Nuclear Ribosomal DNA, *Annals of Missouri Botanical Garden*, 90, 554.

Elsevier, B. V., 2004, Determination of the total flavonoid-content of *S. coronata, S. wolffii* and *S. tinctoria* by spectrophometry, *J. Fitoterapia*, 75, 162.

Ertugrul, K., 1989, İç Anadolu Bölgesinin Bazı *Aethionema* R. Br. (Cruciferae) Türleri Üzerine Taksonomik Araştırmalar, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-42.

Ertugrul, K, 1998, XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, 7-10 Eylül 1998, Samsun, Cilt 1, 255-264.

Ertugrul, K., 2012, *Aethionema* Aiton-In: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. T. (eds.), Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını,* İstanbul, 246-248.

Fahey, J. W., Zhang, Y., Talaly, P., 1997, Brocoly sprouts: An excepttionally rich source of inducers of enzymes that protect againts chemical carcinogens, *Proc. Natl. Acad. Sci*., 94, 10366-10372.

Fior, S., Karis, P. O., Casazza, G., Minuto, L., Sala, F., 2006, Molecular phylogeny of the Caryophyllaceae inferred from chloroplast *matK* and nuclear rDNA ITS sequences, *American Journal of Botany*, 93, 399.

Franzke, A., German, D., Al-Shehbaz, I. A., Mummenhoff, K., 2009, *Arabidopsis* family ties: molecular phylogeny and age estimates in the Brassicaceae, *Taxon*, 58, 425-437.

Freeman, S., Herron, J. C., 1999, Evrimsel Analiz, Çıplak, B., Basıbüyük, H. H., Karaytug, S., Gündüz, İ., *Palme Yayıncılık*.

Froslev, T. G., Matheny, P. B., Hibbett, D. S., 2005, Lower Level Relationships in the mushroom genus Corinarius a comparison of Rpb1, Rpb2 and ITS phylogenies, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37, 602.

German, D. A., Friesen, N., Neuffer, B., Al-Shehbaz, I. A., Hurka, H., 2009, Contribution to ITS phylogeny of the Brassicaceae, with special reference to some Asian taxa, *Plant Systematics and Evolution*, 283, 33-56.

Gibbs, R. D., 1974, Chemotaxonomy of flowering plants, Vol III, *Mc-Gill-Quen's University Press*, Montreal.

Goel, S., Raina, S. N., Ogihara, Y., 2002, Molecular evolution and phylogenetic ITS sequences of nuclear ribosomal DNA in the Phaseolus vigna complex, *Mol. Biol. Evol*., 22, 1.

Govaerts, R., 1995, World checklist at seed plants, vol 1; part 2, 122-123.

Greuter, W., Burdet, H. M., Long, G., 1986, Med-Checklist, Vol. 3, *Conservatoire et Jardin botaniques*, Genève.

Hall, J. C., Systsma, K. J., Iltis, H. H., 2002, Phylogeny of Capparaceae and Brassicaceae based on chloroplast sequence data, *American Journal of Botany*, 89, 1826-1842.

Hauser, L. A., Crovello, T. J., 1982, Numerical Analysis of Generic Relationships in Thelypodieae (Brassicaceae), *Systematic Botany*, 7, 249-268.

Hayek, A., 1911, Entwurf eines Cruciferen-Systems auf phylogenetischer Grundlsge, *Beih. Bot. Centralbl*., 27, 127-335.

Hect, S. S., 1995, Chemoprevention by isothiocyanates, *J. Cell. Biochem*., 22, 195-209.

Hedge, I. C., 1965, *Aethionema* R. Br. in: Davis P. H. (Ed.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 1, 341-330, Edinburgh, *Edinburgh University Press*.

Hedge, I. C., 1968, *Aethionema* R. Br.-In: Rechinger, K. H. (ed.), Flora Ironica, vol.57, 102-110, *Akademische Druck- und Verlagsanstalt*, Graz.

Hedge, I. C., Kjaer, A., Malver, O., 1980, Dipterygium: Cruciferae or Capparaceae?, *Notes Roy. Bot. Gard.*, Edinburgh, 38, 247-250.

İnceoğlu, Ö., Karamustafa, F., 1977, The polen morphology of plants in Ankara region 2, Cruciferae, *Comm. Fac. Sci. Univ*., Ank., C2, 21, 3.

Janchen, E., 1942, Das System der Cruciferen, *Oesterr. Bot. Z.*, 91, 1-28.

Karabacak, O., Öztürk, M., Duran, A., 2013, *Aethionema anatolica* (Brassicaceae), a new species from South Anatolia, Turkey, *Ann. Bot. Fennici*, 50, 183-186.

Khosravi, A. R., Mohsenzadeh, S., Mummenhoff, K., 2009, Phylogenetic relationships of Old World Brassicaceae from Iran based on nuclear ribosomal DNA sequences, *Biochemical Systematic and Ecology*, 37, 106-115.

Khosravi, A. R., Joharchi, M. R., 2011, *Aethionema sabzevaricum* (Brassicaceae), a new species from Iran, *Iran Journ. Bot*., 17 (1), 120-124.

Kılıç, C. S., Aslan, S., Kartal, M., Coşkun, M., 2007, *Capsella Bursa-Pastoris* (L.) *Medik* (Cruciferae) Tohumlarının ve Köklerinin Sabit Yağ İçerikleri Açısından Karşılaştırılması, *Ankara Ecz. Fak. Derg.*, 36, 1-7.

Koch, M., Haubold, B., Mitchell-Olds, T., 2001, Molecular systematics of the Brassicaceae: evidence from coding plastidic *matK* and nuclear *Chs* sequences, *American Journal of Botany*, 88, 534-544.

Koch, M., 2003, Molecular phylogenetics, evolution and population biology in Brassicaceae, In: Sharma AK, Sharma A, editors. Plant genome: biodiversity and evolution, Vol. 1: phanerograms. Enfield (NH): *Science Publishers Inc. P*. 1-35.

Koch, M., Al-Shehbaz, I. A., Mummenhoff, K., 2003, Molecular Systematics, Evolution, and Population Biology in the Mustard Family (Brassicaceae), *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 90, 151-171.

Koch, M. A., Kiefer, C., 2006, Molecules and migration: biogeographical studies in Cruciferous Plants, *Plant Systematics and Evolution*, 259, 121-142.

Koch, M. A., Dobes, C., Kiefer, C., Schmickl, R., Klimes, L., Lysak, M. A., 2007, Supernetwork Identifies Multiple Events of Plastid trnF$_{(GAA)}$ Pseudogene Evolution in the Brassicaceae, *Molecular Biology and Evolution*, 24, 63-73.

Koch, M. A., Al-Shehbaz, I. A., 2009, Molecular systematics and evolution of "wild" Crucifers (Brassicaceae or Cruciferae), In: Grupta SK (ed) Biology and breending of Crucifers, *Taylor and Francis Group*, Boca Raton, 1-19.

Koch, M. A., Marhold, K., 2012, Phylogeny and systematics of Brassicaceae, *Taxon*, 61 (5), 929-930.

Malyshev, S., 1997, Molecular markers in mapping plant genome, *Molecular Biology*, 31, 163.

Michnovicz, J. J., Bradlow, H. L., 1990, Induction of estradiol metabolism by dietary indole-3-carbinol in humans, *Journal of the National Cancer Institute*, 82, 947-949.

Mozaffarian, V., 1996, Studies of the flora of Iran, new species, new combination and new records, *Iranian Journal of Botany*, 7 (1), 127-142.

Oturgan, M. H., 2007, Cruciferae familyasına ait bazı türlerde biyolojik aktivite çalışmaları, Yüksek lisans, *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 1-42.

Pınar, N. M., Adıgüzel, N., Geven, F., 2007, Seed coat macrosculpturing in some Turkish *Aethionema* R. Br. (Brassicaceae), *Pakistan Journal of Botany*, 39, 1025-1036.

Post, G. E., 1932, Flora of Syria, Palestine and Sınai (2nd ed. revised by J. E. Dinsmore), *American Press*, Beirut.

Price, R. A., Palmer, J. D., Al-Shehbaz, I. A., 1994, Systematic relationships of Arabidopsis: a molecular and morphological approach, In: Meyerowitz E., Somerville C. (eds.) *Arabidopsis*, *Cold Spring Harbor Press*, Cold Spring Harbor, NY, 7-19.

Rendle, A. B., 1971, The classification of flowering plants, Vol 2, Dicotyledons, *Univ. Press*., Cambridge.

Riby, J. E., Feng, C., Chang, Y. C., Schaldach, C. M., Firestone, G. L., Bjeldanes, L. F., 2000, The major cyclic trimeric product of indole-3-carbinol is a strong agonist of the estrogen receptor signaling pathway, *Biochemistry*, 39 (5), 910-918.

Rodman, J. E., Karol, K. G., Price, R. A., Systma, K. J., 1996, Molecules, morphology, and Dahlgren's expanded order Capparales, *Systematic Botany*, 21, 289-307.

Sarkar, F. H., Li, Y., 2004, Indole-3-carbinol and prostate cancer, *J. Nutr*., 134, 3493-3498.

Schulz, O. E., 1936, Cruciferae, In: Engler, A., Prantl, K. (eds.), Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2.baskı, Vol 17b, Leipzig, *W. Engelmann*, 227-658.

Soltis, D. E., Collier, T. G., Edgerton, M. L., 1991, The Heuchera group (Saxifragaceae): Evidence for chloroplast transfer and paraphyly, *American Journal of Botany*, 78, 1091-1112.

Staub, R. E., Feng, C., Onisko, B., Bailey, G. S., Firestone, G. L., Bjeldanes, L. F., R. E., 2002, Fate of indole-3-carbinol incultured human breast tumor cell, *Chem.Res Toxicol*., 15, 101-109.

Stoewsand, G. S., 1995, Bioactive organosulfur phytochemicals in *Brassica oleracea* vegetables, *Food Chemical Toxicology*, 33, 537-543.

Strid, A., Tan, K. (eds), 2002, Flora Hellenica, vol 2, *A. R. G. Gantner Verlag K. G*.

Swofford, D. L., Olsen, G. J., 1990, Phylogeny reconstruction. Molecular Systematics, Hillis ve Moritz, *Sinauer Associates*, Sunderland, MA:411-501.

Swofford, D. L., 1999, PAUP 4.0: Phylogenetic Analysis Using Parsimony (And Other Methods), *Sinauer Associates Inc*, Sunderland, MA.

Şahin, N., 2011, Türkiye'de yetişen *Serratula* L. (Asteraceae) cinsine ait taksonların ITS nrDNA ve TRNL-F cpDNA dizileriyle moleküler sistematik analizi, Yüksek lisans, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir, 1-76.

Takhtajan, A., 1997, Diversity and classification of flowering plants, *Columbia University Press*, New York.

Towsend, C. C., 1980, *Aethionema* R. Br.-In: Towsend, C. C. (ed.), Flora of Iraq, 4, 915-922, *Ministry of Agriculture*, Baghdad.

Uda, Y., Matsuoka, H., Shima, H., Kumagami, H., Maed, Y., 1993, Antimicrobial activity of water-soluble products derived from radish mustard oil and identification of an active component Therein, *Nip. Shok. Kogyo. Gak*., 40, 801-806.

Vaughan, J. G., Whitehouse, J. N., 1971, Seed scructure and the taxonomy of the Cruciferae, *Bot. J. Linn. Soc.*, 64, 383-409.

Warwick, S. I., Sauder, C., 2005, Phylogeny of tribe Brassiceae (Brassicaceae) based on chloroplast restriction site polymorphisms and nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast *trnL* intron sequences, *Canad. J. Bot.*, 83, 467-483.

Warwick, S. I., Al-Shehbaz, I. A., 2006, Brassicaceae: Chromosome number index and database on CD-Rom, *Pl. Syst. Evol*., 259, 237-248.

Warwick, S. I., Sauder, C. A., Al-Shehbaz, I. A., Jacquemoud, F., 2007, Phylogenetic relationships in the tribes Anchonieae, Chorisporeae, Euclidieae, and Hesperideae (Brassicaceae) based on nuclear ribosomal ITS DNA sequences, *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 94, 56-78.

Warwick, S. I., Sauder, C. A., Al-Shehbaz, I. A., 2008, Phylogenetic relationships in the tribe *Alysseae* (Brassicaceae) based on nuclear ribosomal ITS DNA sequences, *Botany-Botanique*, 86, 315-336.

White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J., 1990, Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics, PCR Protocols: a Guide to Methodsand Applications, Innis, M. A., Gelfand, D. H., Sninsky, J. J., White, T. J. *Academic Press*, San Diego, 315-322

Yang, X., Quiros, C., 1993, Identification and classification of celery cultivars with RAPD markers, *Theor. Appl. Genet.*, 86, 205.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Tuğba PENSE (CAMGÖZ)

Uyruğu : T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi : KONYA/ 1988

Telefon : 05056548995

e-mail : tugbacamgoz@gmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Selçuklu Atatürk Lisesi, Konya	2003-2005
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji, Konya	2006-2010
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Biyoloji, Konya	2010-2015
Pedagojik Formasyon:		Selçuk Üniversitesi, Eğitim Fak., Konya	2010-2011

UZMANLIK ALANI: Moleküler Bitki Biyolojisi

YABANCI DİLLER: İngilizce

PROJE

"*Aethionema coridifolium* DC. (Cruciferae) kümesinin moleküler sistematiği" 12201028 nolu Selçuk Üniversitesi BAP Projesi, 2015.

YAYINLAR

Bilimsel Toplantıda Sunulan Poster Sunumu

Uysal, T., Tugay, O., Ertuğrul, K., Bozkurt, M., Şimşek, E. N., Camgöz, T., Tekkanat, B. S., "*Centaurea demirizii* ve *C. leptophylla* (Asteraceae) Türlerinin Kromozom Sayı ve Morfolojisi", *21. Ulusal Biyoloji Kongresi*, İzmir/Türkiye, 3-7 Eylül 2012.

Katıldığı Bilimsel Toplantılar

21. Ulusal Biyoloji Kongresi (Uluslararası katılımlı), İzmir Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji, 3-7 Eylül 2012.