



Determination of genetic diversity of *Astragalus* L. species distributed in Erzincan and its surroundings by ISSR method

Engin DAĞ¹, Nalan YILDIRIM DOĞAN^{*1}, Mustafa KORKMAZ¹
ORCID: 0000-0002-6302-7222; 0000-0002-5344-5367; 0000-0001-6732-7874

¹Erzincan Binali YILDIRIM University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, Erzincan, Türkiye

Abstract

In this study, plant samples of *Astragalus* L. genus were collected from 42 different locations of Erzincan in the vegetation period of 2021. As a result of the plant identification studies, 12 taxa (*A. pennatulus*, *A. compactus*, *A. aduncus*, *A. xylobasis*, *A. angustifolius* subsp. *angustifolius*, *A. karamasicus*, *A. kurdicus*, *A. cancellatus*, *A. eriocephalus* subsp. *eriocephalus*, *A. lycius*, *A. microcephalus*, *A. lagurus*) were determined. 3 of them (*Astragalus pennatulus*, *Astragalus karamasicus*, *Astragalus lycius*) are endemic. The genetic relationship between the identified species was investigated with ISSR (inter-simple sequence repeat) molecular markers. 16 primers (UBC868, UBC817, UBC807, UBC812, UBC816, UBC825, UBC824, UBC830, UBC836, UBC840, UBC848, UBC855, UBS856, UBC841, UBC842, UBC61) were used in the ISSR method. According to the PCR results, the primers studied gave bands of 100-2000 bp in length. Polymorphism was calculated as 90.8% according to ISSR primers. Dendrograms were created using the ISSR data and the UPGMA method. While the highest genetic similarity was observed between *A. kurdicus* and *A. angustifolius* subsp. *angustifolius* taxa, the lowest genetic similarity was observed between *A. angustifolius* subsp. *angustifolius* and *A. pennatulus* taxa. These studied markers turned out to be suitable for characterizing genetic diversity between *Astragalus* species.

Keywords: *Astragalus*, Erzincan, genetic diversity, ISSR, taxonomy

----- * -----

Erzincan ve çevresinde yayılış gösteren *Astragalus* L. türlerinin genetik çeşitliliğinin ISSR yöntemi ile belirlenmesi

Özet

Bu çalışmada, 2021 yılının vejetasyon döneminde Erzincan'daki 42 farklı lokaliteden *Astragalus* L. cinsine ait bitki örnekleri toplanmıştır. Yapılan bitki tayini çalışmaları sonucunda 12 takson (*A. pennatulus*, *A. compactus*, *A. aduncus*, *A. xylobasis*, *A. angustifolius* subsp. *angustifolius*, *A. karamasicus*, *A. kurdicus*, *A. cancellatus*, *A. eriocephalus* subsp. *eriocephalus*, *A. lycius*, *A. microcephalus*, *A. lagurus*) belirlenmiştir. Bunlardan 3'ü (*Astragalus pennatulus*, *Astragalus karamasicus*, *Astragalus lycius*) endemiktir. Belirlenen türler arasındaki genetik ilişkiler ISSR moleküler markırları ile araştırılmıştır. ISSR (kısa dizi tekrarları arası) yönteminde 16 primer (UBC868, UBC817, UBC807, UBC812, UBC816, UBC825, UBC824, UBC830, UBC836, UBC840, UBC848, UBC855, UBS856, UBC841, UBC842, UBC61) kullanılmıştır. PCR sonuçlarına göre, çalışılan primerler 100-2000 bp uzunluğunda bantlar vermiştir. ISSR primerlerine göre polimorfizm % 90.8 hesaplanmıştır. ISSR verileri ile UPGMA yöntemi kullanılarak dendrogramlar oluşturulmuştur. En yüksek genetik benzerlik *A. kurdicus* ile *A. angustifolius* subsp. *angustifolius* taksonları arasında gözlenirken, en düşük genetik benzerlik *A. angustifolius* subsp. *angustifolius* ile *A. pennatulus* taksonları arasında gözlenmiştir. Çalışılan bu markerlar *Astragalus* türleri arasındaki genetik benzerliği karakterize etmede uygun markırlar olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Anahtar kelimeler: *Astragalus*, Erzincan, genetik çeşitlilik, ISSR, taksonomi

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +904462243032; Fax.: +904462243016; E-mail: : nyildirim@erzincan.edu.tr

1. Giriş

Bitki zenginliği ve endemizm bakımından Doğu Anadolu bölgesi Türkiye'nin önemli bölgeleri arasındadır. Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu ve Orta Anadolu coğrafi bölgeleri arasında köprü konumunda olan Erzincan ili, zengin florası ile Türkiye'nin önemli alanları arasında gelmektedir [1]. Erzincan, Türkiye'nin 13 endemik bitki merkezinden 2'sine ve 6 önemli bitki alanına sahiptir [2]. Erzincan'da çok fazla mikroiklim görülmesi, dağların uzanış yönleri ve oluşma şekillerinden dolayı farklı habitatlara sahip olması nedeniyle bitki çeşitliliği açısından oldukça zengin bir bölgedir. Bölge Avrupa-Sibirya ve İran-Turan fitocoğrafi bölgelerinin kesişim noktasında ve Anadolu Çaprazı'nın (Anadolu Diyagonalı) geçiş noktaları üzerinde bulunmaktadır. Bu durum Erzincan'ın birçok endemik türe ev sahipliği yapmasına imkan sağlamıştır [3].

Astragalus L. Dünya üzerinde yaklaşık 3000 taksonu ile Fabaceae (Baklagiller) familyasının en büyük cinsidir [4, 5]. Türkiye'de de *Astragalus* en büyük cins olup cinse ait türler genel olarak İran –Turan bölgesinde yayılış göstermektedirler. Bu bölge *Astragalus* için çeşitlilik merkezi olarak bilinmektedir. Ülkemizde Geven olarak bilinen *Astragalus* cinsinin 485 taksonu bulunmaktadır. Bu taksonların içerisinde 224 tanesi endemik olup, endemizm oranı % 47'lerdedir [6]. *Astragalus* türleri günümüzde çok çeşitli amaçlar ile kullanılmakta olup çeşitli faydaları bulunmaktadır. Ülkemizin İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde *Astragalus* L. köklerinden hazırlanan sıvı karışım kanser ve yara iyileştirmede, geleneksel olarak tedavilerde kullanılır. *Astragalus*'un birkaç türü şifalı bitkiler olarak bilinir. Bu türler; analjezik, ağrı dindirici, mide ve bağırsak iltihabı ve tansiyon gibi hastalıklarda kullanılmaktadır. Örneğin *Astragalus gummifer* L. mukoza üzerine koruyucu etkisinden dolayı boğaz enfeksiyonlarında etkilidir [7]. Aynı zamanda bazı *Astragalus* türleri yakıt, sıvı yağlar, kereste, lif, gübre, bazı kimyasal maddelerin üretiminde ve bahçecilik alanında kullanılmaktadır [8]. Ayrıca insanlar ve hayvanlar tarafından gıda maddesi olarak kullanılan türleride vardır. Bazı türleri ilaç ve süs bitkisi olarak kullanılmaktadır [9]. Erzincan çevresinde yapılan bazı etnobotanik çalışmalarda da bazı *Astragalus* türlerinin yöresel kullanımına yer verilmiştir. Yörede *Astragalus microcephalus* Willd. gövde ve yapraklarından çay yapılarak iltihap sökücü ve tansiyon düşürücü olarak kullanıldığı, bitkinin yağı çıkarılarak mide ve solunum yolları rahatsızlıklarının, ağız yaralarının tedavisinde, kansere karşı ve yakacak olarak kullanıldığı bildirilmektedir. *Astragalus angustifolius* subsp. *pungens* ve *Astragalus plumosus* Lam. subsp. *kurugeanus* (Freyn & Bornm.) Ponert bitkileri yörede kozmetik ve tutkal yapımında kullanıldığı belirtilmekte, *Astragalus plumosus* Lam. subsp. *kurugeanus* (Freyn & Bornm.) ve *A. lagurus* Willd. taksonlarının arılar tarafından bal yapımında kullanıldığı ve bazı *Astragalus* taksonlarının hayvan yemi olarak kullanıldığı belirtilmektedir [10].

Astragalus cinsi, yıllık ve çok yıllık forma sahiptir. Morfolojik olarak otsu ve odunsu dikenli yastıklar şeklinde çeşitli gruplar içermektedirler. Bu kısa ömürlü bitkilerin yaşam alanı açık ve yarı kurak çöller, dağlık bozkırlar, Akdeniz bölgesi, Güneybatı Asya, Orta Asya ve Kuzey Amerika'nın dağlık alanlarıdır [11]. İklimin daha nemli ve daha soğuk olduğu Doğu Asya ve Kuzey Avrupa'da, *Astragalus* türleri nadir bulunmaktadır [4].

Astragalus türlerinin, morfolojik sinapomorfiler tarafından desteklenmeyen, ancak cinste uzun yıllardır uygulanan alt jenerik konseptle yakından eşleşen on bir ana dal oluşturduğu gösterilmiştir. Şu anda cinste bilinen bu ana dallar gayri resmi olarak *Glottis*, *Phaca*, *Hamosa*, *Trimeniaeus*, *Conturtoplicata*, *Ophiocarpus*, *Cercidothrix*, *Astracantha*, *Diholcos*, *Hypoglottis* ve *Neo-Astragalus* olarak adlandırılır [12].

Türlerin genetik çeşitliliğini belirlemek amacı ile birçok yöntem kullanılmaktadır. Fakat son yıllarda en çok tercih edilen ve güvenilir sonuçlar veren tekniklerin başında moleküler markır yöntemleri gelmektedir. Büyük bir organizasyona sahip olan bitki genomlarının genetik çeşitliliği moleküler markır yöntemleri kullanılarak araştırılmaktadır. Moleküler markırlar bitki popülasyonları veya populasyon içindeki birey genotipleri arasındaki çeşitliliğin belirlenmesinde %100'e yakın güvenilirlikle sonuçlar vermektedir [13]. ISSR (kısa dizi tekrarları arası) yönteminde 2-5 arasında tekrarlanan nükleotitleri içeren primerler kullanılmaktadır. Tekniğin temel prensibi bu primerler kullanılarak iki mikrosatellit noktası arasındaki bölgenin çoğaltılmasıdır. ISSR yöntemi gen haritalama çalışmaları, genetik çeşitlilik ve taksonomik analizlerde kullanılabilir [14].

Erzincan ve çevresinde daha önce yapılan floristik çalışmalarda, bölgenin *Astragalus* (Geven) taksonlarının yayılışı bakımından oldukça zengin olduğu belirlenmiştir [15]. Çalışmamızda Erzincan ve çevresinde yayılış gösteren *Astragalus* L. türlerinin genetik çeşitliliği ISSR yöntemi ile belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışmada kullanılan bitkisel materyal

Erzincan ve çevresinde 2021 yılı vejetasyon döneminde yürütülen arazi çalışmalarında *Astragalus* L. cinsine ait taksonların toplanması için birçok lokaliteye gidilerek bitki örnekleri toplanmıştır. Her bir tür için iki ayrı numune toplanmış, toplanan örnekler numaralandırılmış ve lokaliteleri ile beraber kayda alınmıştır. Çalışmamızın materyalini oluşturan bu bitki örneklerinin bir numunesi laboratuvar çalışmaları için -80° C derecede muhafaza edilmiş, diğer numunesi de tür teşhisleri için muhafaza edilmiştir. Örnekler bilinen herbaryum metodları uygulanarak preslenmiş, kurutulmuş ve teşhise hazır hale getirilmişlerdir. Daha sonra Doç. Dr. Mustafa KORKMAZ tarafında tür teşhisleri

yapılan bitki örnekleri Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Herbariumunda muhafaza altına alınmışlardır.

2.2. DNA izolasyonu ve ISSR protokolü

DNA izolasyonu Lin et al. [16]'e göre yapılmıştır. DNA örneklerinin miktar ve kalite tayini Nanodrop spektrofotometre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ISSR analizi için 16 primer (UBC868, UBC817, UBC807, UBC812, UBC816, UBC825, UBC824, UBC830, UBC836, UBC840, UBC848, UBC855, UBS856, UBC841, UBC842, UBC61) kullanılmıştır. ISSR-PCR analizi için master mix karışımı; 2 µl PCR buffer (10 x), 1.15 µl MgCl₂ (50 mM), 0.3 µl mix dNTP (2 mM), 1 µl primer (60 ng/µl), 5 units Taq DNA polimeraz (0.20 µl), 14.05 µl steril saf su ile 20µl'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan karışımlar kullanılan primer bağlanma sıcaklığına göre Bio-Rad C1000 Touch PCR cihazında Başlangıç denatürasyonu 1 döngü 95 °C'de 2 dakika; 35 döngü 95 °C'de 30 saniye denatürasyon, primer bağlanma sıcaklığında 60 saniye ve 72 °C'de 120 saniye uzama; 1 döngü 72 °C'de 5 dakika olarak yapılmıştır. PCR işlemi sonrası elde edilen ürünler agaroz jel elektroforezinde yürütülmüştür. ISSR yöntemi için agaroz jel yoğunluğu % 1.5 olarak ayarlanmıştır. PCR örneklerinin yüklemesinin ardından elektroforez işlemi için 90 dakika boyunca 90 volta 60 amper de yürütülmüştür. Yürütme işleminin ardından görüntüleme cihazında görüntülenmiştir.

2.3. Veri analizi

ISSR primerlerinden elde edilen amplifikasyon ürünleri var (1) ya da yok (0) şeklinde değerlendirilmiş, veriler NTSYSpc 2.11V [17] (bilgisayar paket programında analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan genotipler için soyağaçları Jaccard [18] genetik benzerlik indeksine göre UPGMA yöntemi kullanılarak elde edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Erzincan ve çevresinden örneklenen *Astragalus* Türleri

Çalışmamızda Erzincan ve çevresinden toplanan *Astragalus* L. cinsine ait taksonlar herbarium tekniklerine uygun olarak preslenerek kurutulmuştur. Daha sonra teşhis çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalar sonucu belirlenen türler ve taksonomik özellikleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tür İsmi	Ömür	Rakım	Herb.Kodu	Lokalite	Habitat	Elementi	Endemizm
<i>Astragalus microcephalus</i>	Çok Yıllık	2050 m	EBYU-E.D. 10	Ergan Dağı, kayak tesisi, 2. istasyon. civarı	Kayalık alanlar	İran-Turan	
<i>Astragalus kurdicus</i>	Çok Yıllık	2293 m	EBYU-E.D. 7	Erzincan, Çayırılı, dağ yolu 32. km	Yamaçlar	İran-Turan	
<i>Astragalus lycius</i>	Çok Yıllık	2293 m	EBYU-E.D. 5	Erzincan, Çayırılı, dağ yolu 32. km	Kireçli step alanlar	Bilinmiyor	Endemik [21]
<i>Astragalus cancellatus</i>	Çok Yıllık	2280 m	EBYU-E.D. 4	Erzincan, Çayırılı, Yaylalar Köyü üstü, Aksu Deresi civarı	Dere yatağı kenarlıklar	İran-Turan	
<i>Astragalus compactus</i>	Çok Yıllık	1450 m	EBYU-E.D. 2	Ergan Dağı etekleri	Meyili step alanlar	İran-Turan	Endemik [22]
<i>Astragalus pennatulus</i>	Çok Yıllık	1550 m	EBYU-E.D. 11	Ergan Dağı etekleri, 5. Km	Meyili step alanlar	İran-Turan	Endemik [21]
<i>Astragalus angustifolius</i> subsp. <i>angustifolius</i>	Çok Yıllık	2100 m	EBYU-E.D. 9	Erzincan, Spikor Dağı	Zayıf vejetasyon gösteren step alanlar	Bilinmiyor	
<i>Astragalus aduncus</i>	Çok Yıllık	1450 m	EBYU-E.D. 12	Dedik Köyü yolu, Step	Akıntılı yamaçlar	İran-Turan	
<i>Astragalus eriocephalus</i> subsp. <i>eriocephalus</i>	Çok Yıllık	2250 m	EBYU-E.D. 1	Ergan Dağı, kayak tesisi, 2. istasyon civarı	Çayırılık step alanlar	İran-Turan	Endemik [22]
<i>Astragalus karamasicus</i>	Çok Yıllık	1850 m	EBYU-E.D. 3	Ergan Dağı, kayak tesisi, 1. istasyon civarı	Yol kenarı ve yamaçlar	İran-Turan	Endemik [21]
<i>Astragalus lagurus</i>	Çok Yıllık	1650 m	EBYU-E.D. 8	Binkoç Köyü üstleri	Yol kenarı step	İran-Turan	
<i>Astragalus</i>	Çok	2000 m	EBYU-	Erzincan, Spikor	Korunmuş	İran-Turan	Endemik [22]

<i>xylobasis</i>	Yıllık		E.D. 6	Dağı	alanlar		
------------------	--------	--	--------	------	---------	--	--

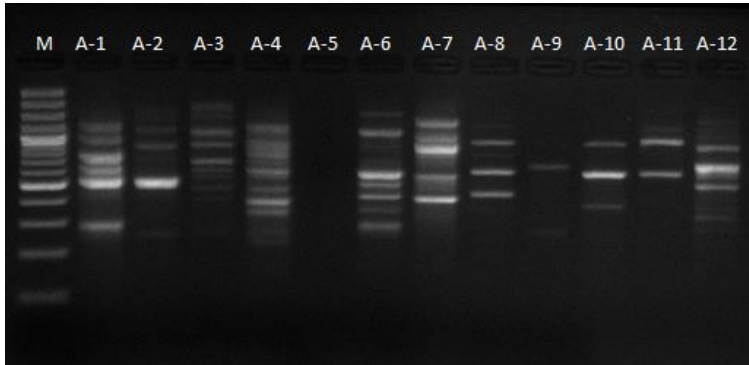
Tablo 1. Erzincan ve çevresinden toplanan *Astragalus* cinsine ait taksonlar

3.2. ISSR PCR analizi

ISSR-PCR tekniğinde 12 *Astragalus* türü üzerinden 16 ISSR primeri (UBC868, UBC817, UBC807, UBC812, UBC816, UBC825, UBC824, UBC830, UBC836, UBC840, UBC848, UBC855, UBC856, UBC841, UBC842, UBC861) çalışılmıştır. Bant büyüklükleri 100-2000 bp arasında gözlenmiştir. Toplamda 141 bant elde edilirken, polimorfik bant sayısı 128 ve yüzde polimorfizm % 90.8 olarak hesaplanmıştır. En fazla bant veren primerler UBC848, UBC836, UBC817 (12 bant) olurken, en düşük bant veren primer UBC824 nolu primer (3 bant) olmuştur. ISSR primerlerinin meydana getirdiği bant büyüklüğü, bant sayısı ve polimorfizm oranları Tablo 2.' de verilmiştir. UBC848 primerine ait jel görüntüsü Şekil 1. de verilmiştir.

Tablo 2. ISSR primerlerinin meydana getirdiği bant büyüklüğü, bant sayısı ve polimorfizm

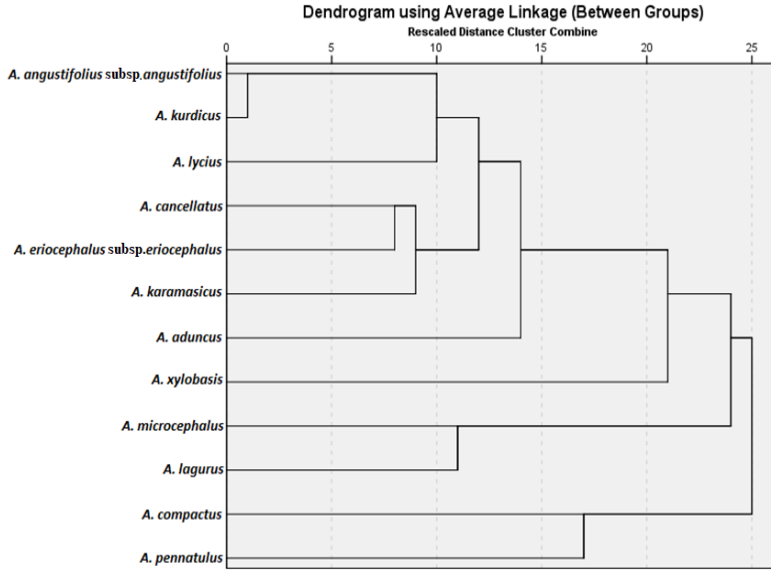
Primer adı	Molekül büyüklüğü (bp)	Toplam bant sayısı	Polimorfik bant sayısı	% Polimorfizm
UBC807	600-2000	9	8	88.8
UBC812	400-1500	8	8	100
UBC816	500-1500	8	7	87.5
UBC817	300-2000	12	10	83.3
UBC824	900-1500	3	3	100
UBC868	100-400	5	4	80
UBC825	400-1500	11	10	90.9
UBC830	250-1000	9	8	88.8
UBC836	150-1200	12	10	83.3
UBC840	200-1500	11	10	90.9
UBC848	250-2000	12	12	100
UBC855	300-1200	10	9	90
UBC856	200-800	6	5	83.3
UBC841	200-2000	11	11	100
UBC842	100-1000	9	8	88.8
UBC861	250-500	5	5	100
Toplam	100-2000	141	128	90.8



Şekil 1. UBC848 primerine ait jel görüntüsü

-1	<i>A. microcephalus</i>	A-7	<i>A. pennatulus</i>
-2	<i>A. lagurus</i>	A-8	<i>A. karamasicus</i>
-3	<i>A. aduncus</i>	A-9	<i>A. kurdicus</i>
-4	<i>A. xylobasis</i>	A-10	<i>A. cancellatus</i>
-5	<i>A. angustifolius</i> subsp. <i>angustifolius</i>	A-11	<i>A. eriocephalus</i> subsp. <i>eriocephalus</i>
-6	<i>A. compactus</i>	A-12	<i>A. lycius</i>

Jaccard [18] genetik benzerlik indeksine göre UPGMA yöntemi kullanılarak elde edilen dendrogram Şekil 2’de verilmiştir. Dendrogram verilerine göre çalışılan türler 2 grupta toplanmıştır. 1. Grupta *A. pennatulus* ve *A. compactus* yer alırken, 2. Grup 2 alt gruba ayrılmıştır. 1. Alt grupta *A. aduncus*, *A. xylobasis*, *A. angustifolius* subsp. *angustifolius*, *A. karamasicus*, *A. kurdicus*, *A. cancellatus*, *A. eriocephalus* subsp. *eriocephalus* ve *A. lycius* yer alırken, 2. Alt grupta *A. microcephalus* ve *A. lagurus* yer almıştır. En yüksek genetik benzerlik *A. kurdicus* ile *A. angustifolius* subsp. *angustifolius* türleri arasında olurken, en düşük genetik benzerlik *A. angustifolius* subsp. *angustifolius* ile *A. pennatulus* arasında olmuştur.



Şekil 2. ISSR yöntemi ile elde edilen Erzincan ve çevresinde yayılış gösteren 12 *Astragalus* türü arasındaki genotipik bağlantı

Çalışılan türlerde yapılan genetik benzerlik indeksine göre *A. angustifolius* subsp. *angustifolius* ile *A. kurdicus* arasındaki genetik benzerlik 0.09 olurken, *A. angustifolius* subsp. *angustifolius* ile *A. pennatulus* arasındaki genetik benzerlik 0.967 olarak hesaplanmıştır.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Dünya’da ve Türkiye’de *Astragalus* taksonlarının farklı özelliklerini ortaya koymak amacıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bunlardan bazıları taksonomik içerikli [19, 20], fenolojik bileşik ve biyoaktivite içerikli [21], kullanım alanları ve önemi [7], karyolojik [22] ve anatomik, palinolojik [23] çalışmalardır. Floristik bakımdan oldukça zengin olan ülkemiz, jeolojik yapısı, coğrafik konumu ve topoğrafik yapısı ile her çeşit toprak türünü bulundurmaktadır. Çeşitli toprak yapısına sahip olması, farklı iklim türlerinin oluşması ve aynı zamanda İran-Turan kökenli bitki türlerinin gen merkezi olması ile çok değişik vejetasyon tiplerini barındırmaktadır [24, 25].

Yapılan bu çalışmada Erzincan ve çevresinde toplanan *Astragalus* L. türleri arasındaki genetik çeşitlilik ISSR moleküler markır yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Erzincan ve çevresinde *Astragalus* cinsine ait 42 farklı lokaliteden örnekler toplanmıştır. Bu örneklerden 3’ü endemik (*Astragalus pennatulus*, *Astragalus karamasicus*, *Astragalus lycius*) olmak üzere toplam 12 farklı takson belirlenmiştir. Bu taksonlar; *Astragalus microcephalus* (Erzincan-Ergan Dağı), *Astragalus kurdicus* (Erzincan-Çayırılı), *Astragalus lycius* (Erzincan-Çayırılı), *Astragalus cancellatus* (Erzincan-Çayırılı Yaylalar köyü), *Astragalus compactus* (Erzincan-Ergan dağı), *Astragalus pennatulus* (Erzincan-Ergan Dağı), *Astragalus angustifolius* subsp. *angustifolius* (Erzincan-Spikor Dağı), *Astragalus aduncus* (Erzincan- Dedek köyü), *Astragalus eriocephalus* subsp. *eriocephalus* (Erzincan-Ergan Dağı), *Astragalus karamasicus* (Erzincan-Eran Dağı), *Astragalus lagurus* (Erzincan-Binkoç köyü), *Astragalus xylobasis* (Erzincan- Spikor Dağı) olarak teşhis edilmiştir. Çalışılan 12 taksondan ikisi (*Astragalus microcephalus* ve *Astragalus compactus*) sinonim olmuşlardır. Bu taksonların geçerli isimleri *Astragalus microcephalus* Willd. subsp. *microcephalus* ve *Astragalus compactus* Lam. subsp. *compactus* olmuştur. Çalışılan taksonların endemizm durumları araştırıldığında TÜBİVES (Türkiye Bitkileri Veri Servisi) [26] kaynağına göre altı tür (*Astragalus pennatulus*, *Astragalus karamasicus*, *Astragalus lycius*, *Astragalus eriocephalus* subsp. *eriocephalus*, *Astragalus compactus* ve *Astragalus xlobasis*) endemik olarak verilmesine karşın, Bizim Bitkiler [27] adlı sitede üç tür (*Astragalus pennatulus*, *Astragalus karamasicus*, *Astragalus lycius*) endemik olarak verilmektedir.

Jie vd. [28]. tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada *Astragalus membranaceus*'un 8 popülasyonu arasındaki genetik ilişkiyi analiz etmek için ISSR yöntemini kullanmışlardır. UPGMA kümelemesinin sonuçlarına göre 2 grup oluşturmuşlardır. Bu çalışmada *A. membranaceus*' un genetik çeşitliliğini belirlemede ISSR yönteminin uygun olduğunu göstermişlerdir. Baykal Gölü bölgesine özgü nadir bir tür olan *Astragalus sericeocanus*'un altı popülasyonunda genetik çeşitlilik ve popülasyonun genetik yapısını değerlendirilmek amacı ile ISSR belirteçleri kullanıldığı çalışmada Mantel (Nathan Mantel)'in testi ile *A. sericeocanus* popülasyonları arasında genetik uzaklık ile coğrafi uzaklık arasında anlamlı bir ilişki görülmüştür [29]. Kayseri'nin Erciyes Dağı'nda yetişen, nesli kritik tehlike altında olan endemik tür *A. argaeus*'un 4 popülasyonundaki genetik çeşitliliği tespit etmek için ISSR belirteçleri kullanılmıştır [30]. Aynı şekilde 2011 yılında İspanya'nın güneydoğusunda endemik ve nesli tükenmekte bir tür olan *Astragalus nitidiflorus*' un 5 popülasyonundaki genetik çeşitliliği ve popülasyon yapısını değerlendirmek için yapılan çalışmada ISSR belirteçleri kullanılmıştır. İstatistiksel sonuçlar, popülasyon ve tür düzeyinde düşük bir genetik çeşitlilik olduğunu gösterirken, popülasyonlar arasında ise düşük bir genetik farklılaşma seviyesi tespit etmişlerdir [31]. Çin'in farklı eyaletlerinden toplanan *Astragalus sinicus* L.'nin 22 türü arasındaki genetik çeşitliliği belirlemek amacı ile ISSR belirteçlerinin kullanıldığı çalışmada UPGMA analiz sonuçlarına göre *Astragalus sinicus* L.'nin 22 türünün 4 farklı gruba ayrıldığı saptanmıştır [32]. Sonuç olarak yapılan literatür araştırmasında, Erzincan ve çevresinde *Astragalus* türleri ile ilgili genetik çeşitlilik üzerinde bir çalışma bulunmamıştır. Bu çalışma ile bölgedeki *Astragalus* türleri arasındaki genetik çeşitlilik ISSR yöntemi kullanılarak detaylı bir şekilde araştırılmış ve bu yöntemin *Astragalus* türleri üzerinde genetik çeşitliliği belirlemede ideal bir yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- [1] Yücel, C. (2002). Turizmde yükselen değer: Ekoturizm. *TÜRSAB Dergisi*, 219, 1-7.
- [2] Korkmaz, M., Özçelik, H., Kandemir, A., & İlhan, V. (2013). Erzincan ve çevresinde yayılış gösteren doğal Gül (*Rosa L.*) taksonları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 49-59.
- [3] Kandemir, A., Sevindi, C., Korkmaz, M., & Çelikoğlu, Ş. (2015). Erzincan Türkiye'a özgü endemik bitki taksonlarının IUCN tehdit kategorileri. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 2(1), 43-65.
- [4] Podlech, D. (2013). Zarre Sh. A taxonomic revision of the genus *Astragalus* L.(Leguminosae) in the Old World. Vienna, 1.
- [5] Fırat M., 2005. "Contributions To The Check-List Of *Astragalus* Species in Van, Turkey ", *International Symposium 7 th Plant Life of South West Asia*, Eskişehir, Türkiye, 25 Haziran 2005 - 29 Haziran 2007, pp.65-65.
- [6] Chamberlain, D. F., & Matthews, V. (1970). *Astragalus* L. Flora of Turkey and the East Aegean islands, 3, 49-254.
- [7] Kadioğlu, B., Kadioğlu, S., & Turan, Y. (2012). Gevenlerin (*Astragalus* sp.) farklı kullanım alanları ve önemi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 14(1), 17-26.
- [8] Lewis, G., Schrire, B., Mackinder, B., & Lock, M. (2005). *Legumes of the world*. Royal botanic gardens. Kew, Surrey, UK.
- [9] Seçmen, Ö., Gemici, Y., Gök, G., Bekât, L., & Leblebici, E. (2008). Tohumlu Bitkiler Sistematığı, *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi*, No: 116, 286.
- [10] Korkmaz, M., Karakuş, S., Selvi, S., Çakılcioglu, U. (2016). Traditional knowledge on wild plants in Üzümlü (Erzincan-Turkey). *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 15(4), 538-545.
- [11] Podlech, D. (1986). Taxonomic and phytogeographical problems in *Astragalus* of the Old World and South-West Asia. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences*, 89, 37-43.
- [12] Azani, N., Babineau, M., Bailey, C. D., Banks, H., Barbosa, A. R., Pinto, R. B., ... & Zimmerman, E. (2017). A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny: The Legume Phylogeny Working Group (LPWG). *Taxon*, 66(1), 44-77.
- [13] Gülşen, O., & Mutlu, N. (2005). Bitki biliminde kullanılan genetik markırlar ve kullanım alanları. *Alatarım*, 4(2), 27-37.
- [14] Başçiftçi, Z., Olgun, M., Sunar, S., Yıldırım, N., Ayter, N., & Açar, G. (2021). Determination of genetic divergence in some bread wheat varieties by IRAP and ISSR analyses. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 14(1), 35-39.
- [15] Korkmaz, M., & Karacan, S. (2015). Erzincan'ndaki bazı erozyonlu alanlar ve bu alanların dominant bitki türleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2), 12-23.
- [16] Lin, Z. X., He, D., Zhang, X. L., Nie, Y., Guo, X., Feng, C., & Stewart, J. M. (2005). Linkage map construction and mapping QTL for cotton fibre quality using SRAP, SSR and RAPD. *Plant Breeding*, 124(2), 180-187.
- [17] Rohlf, F. J. (2004). NTSYSpc version 2.11 w. Applied Biostatistics. Inc. Port Jefferson, NY.
- [18] Jaccard, P. (1908). Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 44, 223-270.
- [19] Ekici, M., Akan, H., & Aytac, Z. (2015). Taxonomic revision of *Astragalus* L. section *Onobrychoidei* DC. (Fabaceae) in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 39(4), 708-745.
- [20] Castillón, E. E., González-Elizondo, M. S., & Quintanilla, J. Á. V. (2016). A new species of *Astragalus* (Fabaceae, Faboideae) from Durango, Mexico. *Phytotaxa*, 288(1), 91-95.

- [21] Işık, N. (2012) Bazı Astragalus (Geven) L. türlerinin tohum yağ asidi kompozisyonlarının araştırılması (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [22] Martin, E., Karaman Erkul, S., & Aytaç, Z. (2015). Karyological studies on Oxytropis (Fabaceae) from Turkey. *Caryologia*, 68(4), 357-362.
- [23] Özbek, F. (2012). Türkiyedeki Astragalus L.(Fabaceae) cinsine ait Uliginosi gray ve Ornithopodium bunge seksiyonları üzerinde anatomik ve palinolojik araştırmalar. *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 172s.
- [24] Davis, P. H. (1970). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3. Edinburgh University Press.
- [25] Ekici, M., Aytac, Z., Akan, H., & Pinar, M. (2008). A new species of Astragalus L.(section Onobrychoidei DC.: Fabaceae) from Turkey. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 157(4), 741-747.
- [26] Tüvives, 194.27.225.161, 06.08.2022.
- [27] Bizim bitkiler. 'Damarlı Bitkiler', *Bizimbitkiler.org.tr*, 06.08.2022.
- [28] Cui, J., Wang, D., Wang, Q., Chen, T., Zhang, F., & Qin, X. (2019). ISSR system optimization and genetic diversity analysis of Astragalus membranaceus produced in Shanxi and Inner Mongolia. *Natural Product Research and Development*, 31(11), 1941-1948.
- [29] Selyutina, I. Y. E., Konichenko, E. S., Dorogina, O. V., & Sandanov, D. V. (2016). Genetic diversity of the endangered endemic milkvetch Astragalus sericeocanus Gontsch., Fabaceae from the Lake Baikal region. *Biochemical Systematics and Ecology*, 68, 163-169.
- [30] Atasagun, B., Aksoy, A., & Gürcan, K. (2018). Genetic diversity in Astragalus argaeus, a critically endangered species from Turkey. *Biologia*, 73, 927-936.
- [31] Vicente, M. J., Segura, F., Aguado, M., Migliaro, D., Franco, J. A., & Martínez-Sánchez, J. J. (2011). Genetic diversity of Astragalus nitidiflorus, a critically endangered endemic of SE Spain, and implications for its conservation. *Biochemical Systematics and Ecology*, 39(3), 175-182.
- [32] Zhang, H., Jichen, C. H. E. N., & Xinjian, L. I. N. (2014). Genetic Variability of Astragalus sinicus L. Based on ISSR Markers. *Agricultural Science & Technology*, 15(8).