

## Türkiye *Centaurea pseudoscabiosa* Boiss. & Buhse (yamankavgalaz) Alt Taksonlarında Karyotip Analizleri

Meryem Bozkurt\*, Kuddisi Ertuğrul, Tuna Uysal  
Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya, Turkey  
\*Sorumlu yazar / Correspondence: mbozkurt@selcuk.edu.tr

Geliş/Received: 12.10.2021 • Kabul/Accepted: 21.12.2021 • Yayın/Published Online: 31.12.2021

**Öz:** Bu çalışmada, *Centaurea pseudoscabiosa* türüne ait alt taksonların altı farklı popülasyonunun karyotipleri aseto-orsein yöntemi ile incelenmiştir. Tüm popülasyonlar aynı kromozom sayısına ( $2n=22$ ) ve temel kromozom sayısına ( $x=11$ ) sahiptir. Alt taksonların karyotipleri *C. pseudoscabiosa* subsp. *pseudoscabiosa* ve *C. pseudoscabiosa* subsp. *araratica*  $22m$ , *C. pseudoscabiosa* var. *sipikorensis*,  $20m+2sm$  ve *C. pseudoscabiosa* subsp. *glehnii*  $16m + 6sm$  olarak tespit edilmiştir. Alt taksonların karyolojik özelliklerini değerlendirmek için beş kantitatif asimetrik indeks kullanılmıştır. Asimetri indekslerine göre, *C. pseudoscabiosa* subsp. *glehnii* en asimetrik kromozomlara sahiptir ( $CV_{CI}:10$ ,  $AI:1,8$ ). Taksonomik açıdan karyolojik veriler *C. pseudoscabiosa*'nın önceki tür altı sınıflandırmasını doğrulamaktadır. Ayrıca karyolojik sonuçlar, Türkiye Florası'nda sinonim olarak kabul edilen *C. pseudoscabiosa* var. *sipikorensis* taksonunun alt tür olarak yeni bir taksonomik düzenlemeyle canlandırılması gerekliliğini desteklemektedir.

**Anahtar kelimeler:** Asteraceae, *Centaurea*, endemik, karyomorfoloji, Türkiye

## The Karyotype Analyses In Subtaxa of *Centaurea pseudoscabiosa* Boiss. & Buhse From Turkey

**Abstract:** In this study, karyotypes of six different populations of sub-taxa belonging to *Centaurea pseudoscabiosa* Boiss. & Buhse were investigated by aceto-orsein method. All populations have the same chromosome number ( $2n=22$ ) and basic chromosome number ( $x=11$ ). Karyotypes of sub-taxa *C. pseudoscabiosa* subsp. *pseudoscabiosa* and subsp. *araratica*, *C. pseudoscabiosa* var. *sipikorensis*, and *C. pseudoscabiosa* subsp. *glehnii* has been identified as  $22m$ ,  $20m+2sm$  and  $16m + 6sm$ , respectively. Five quantitative asymmetric indices were used to evaluate the karyological characteristics of sub-taxa. According to the asymmetry indices, *C. pseudoscabiosa* subsp. *glehnii* has the most asymmetric chromosomes ( $CV_{CI}:10$ ,  $AI:1.8$ ). From a taxonomic point of view, karyological data confirm the previous subspecies classification of *C. pseudoscabiosa*. In addition, the karyological results support the necessity of reviving the taxon *C. pseudoscabiosa* var. *sipikorensis*, which is accepted as a synonym in the Flora of Turkey, with a new taxonomic arrangement as a subspecies.

**Key words:** Asteraceae, *Centaurea*, endemic, karyomorphology, Turkey

## GİRİŞ

Peygamberçiçeği olarak bilinen ve Türkiye florası için korolojik açıdan önemli ve oldukça büyük bir cins olan *Centaurea* L. (Asteraceae), Avrasya'da, özellikle İran-Turan ve Akdeniz bitkicoğrafyası bölgelerinde dağılışı gösteren yaklaşık 250 tür içermektedir (Susanna ve García-Jacas, 2007). *Centaurea* cinsi, moleküler, karyolojik ve biyokimyasal yöntemlerin yaygın kullanımı sonucu son yıllarda taksonomik açıdan kapsamlı olarak yeniden ele alınmaya başlamıştır (Romaschenko vd., 2004; García-Jacas vd., 2006; Uysal vd., 2009 ve 2010; Hilpold vd., 2014). DNA dizilerinin karşılaştırılması sonucunda *Centaurea* s. str. monofiletik bir cins olduğu gösterilmiştir (García-Jacas vd., 2000 ve 2001). *Centaurea*, Türkiye'de en yüksek endemizm oranlarına sahip cinslerden biridir. Son verilere göre cins, Türkiye'de 120'si endemik olmak üzere toplam 210 taksonla temsil edilmektedir ve endemizm oranı yaklaşık %57'dir (Armağan ve Uysal 2018; Şirin vd., 2019, 2020, 2021; Özbek, 2021). Son yıllarda üzerinde yoğun bir şekilde çalışılan *Acrocentron* (Cass.) DC., *Centaurea* cinsinin en büyük seksiyonudur (García-Jacas vd., 2006; Font vd., 2002 ve 2009; Rahiminejad vd., 2010; Ranjbar ve Negaresh, 2013a; Negaresh, 2019) ve seksiyonda sürekli yeni taksonlar tanımlanmıştır (García-Jacas ve Susanna, 1993; García-Jacas, 1998; Zafer ve Vural,

2007; Kültür, 2010; Conti vd., 2011; Lopez vd., 2012; Ranjbar ve Negaresh, 2013a, b; Ranjbar vd., 2014; Bona, 2015; Ferrer-Gallego vd., 2016; Novaković vd., 2018). Bu seksiyonun türleri, *Centaurea* cinsi içerisindeki diğer seksiyon üyelerinden, nispeten büyük involukreler, sağlam bir omurgayla sonlanan dekurrent apendajlar ve dimorfik akenler ile ayrılmaktadır (Font vd., 2002 ve 2009; Ranjbar ve Negaresh, 2013a; Negaresh, 2019).

*Acrocentron* karyolojik olarak en iyi bilinen seksiyonlardan biridir (Guinochet ve Foissac, 1962; Gardou, 1969 ve 1975; Fernández Morales ve Gardou, 1975; Fernández Casas ve Fernández Morales, 1979; Valdés Bermejo ve Agudo Mata, 1984; Wagenitz ve Gamal-Eldin, 1985; Fernández Casas ve Susanna, 1986; Garcia-Jacas ve Susanna, 1992). Karyolojik özelliklere dayanarak, Türkiye ve Doğu Akdeniz bölgesinin *Acrocentron* seksiyonunun en eski türleşme merkezlerinden biri olduğu ileri sürülmüştür (Garcia-Jacas ve Susanna, 1992). Bu seksiyon,  $x=11$  (atasal) ve  $x=10$  (türetilmiş) olmak üzere iki farklı temel kromozom numarasına sahiptir (Uysal vd., 2009). Doğu Akdeniz bölgesindeki temel kromozom sayısı ( $x=11$ ) Batı Akdeniz bölgesindekilere ( $x=10$ ) göre daha yüksektir (Garcia-Jacas ve Susanna, 1992). Her ne kadar bazı araştırmalar temel kromozom sayısının oranının ( $x=11:10$ ) her iki tarafta da aynı olduğunu ileri sürmüş olsa da (Routsis ve Georgiadis, 1999), Doğu Akdeniz bölgesindeki  $x=11$  temel kromozom sayısına sahip olan tüm türlerin sayısı Batı Akdeniz türleşme merkezinden daha yüksektir (Uysal vd., 2009). Kromozomlar genellikle bitki taksonomisi hakkında önemli bilgiler verir. Özellikle, her hücredeki kromozom sayısı, kromozomların boyutu, sentromer pozisyonu ve kromozomların davranışı incelenmektedir. Hatta, bu kromozomal özellikler, taksonlar arası ve içi ilişkilerini anlamak için önemli parametrelerdir (Levitsky, 1931; Coutinho, 1952; Dewey, 1984; Hanelt ve Metin, 1989; Naruhashi ve Iwatsubo, 1991; Siljak-Yakovlev ve Peruzzi, 2012; Rad vd., 2017).

Türkiye ve dağılışı gösterdiği bölgelerde *Centaurea* cinsi için çok sayıda kromozomal ve morfolojik çalışma yapılmıştır (Garcia-Jacas vd., 1997; Romaschenko vd., 2004; Uysal vd., 2009). *Centaurea pseudoscabiosa* Boiss. & Buhse bu türlerden biridir ve türün kromozom sayısı tespit edilmiştir (Garcia Jacas vd., 1998; Ghaffari, 1999; Uysal vd., 2009). Ancak, türün tür altı taksonlarını içeren detaylı karyomorfolojik çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, *Centaurea pseudoscabiosa* Boiss. & Buhse subsp. *pseudoscabiosa* (yamankavgalaz), *C. pseudoscabiosa* subsp. *araratica* (Azn.) Wagenitz (enginkavgalaz), *C. pseudoscabiosa* var. *sipirokensis* Bornm. ve *C. pseudoscabiosa* subsp. *glehnii* (Trautv.) Wagenitz (goncakavgalaz) alt taksonlarının karyolojik verilerine katkıda sağlamaktır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

*C. pseudoscabiosa* alt taksonlarına ait bitki materyalleri Türkiye'nin farklı illerinden toplanmıştır (Tablo 1, Şekil 1). *C. pseudoscabiosa* alt taksonlarına ait tohumlar çimlendirilmiş ve ezme tekniği kullanılarak somatik metafazlarda kromozom sayımları yapılmıştır (Goldblatt, 1996). Çimlenen kök uçları, 8 saat boyunca 4 °C'de 0,002 M 8-hidroksikinolin ile ön işleme tabi tutulmuş ve daha sonra Carnoy fiksatifinde düşük sıcaklıklarda 24 saat sabitlenmiştir. Boyama için numuneler, oda sıcaklığında 1 saat boyunca 5 M hidroklorik asit (HCl) ile hidrolize edilmiş ve % 45 asetik asit eklenmiş % 1'lik aseto-orsein ile boyanmıştır. Tüm sayımlar için, farklı bireylerden en az beş metafaz plakası incelenmiştir. En iyi metafaz görüntüsü elde edildikten sonra Olympus BX53 mikroskobuna monte edilmiş Olympus DP72 digital kamera ile resimler çekilmiştir. Fotoğraflanan metafaz görüntülerinden KAMERAM programıyla karyotip ölçümleri gerçekleştirilmiş ve çeşitli simetri indeksleri kullanılarak karyomorfolojileri belirlenmiştir. Kromozomların morfolojilerine göre adlandırılması Levan (1964)'a göre, karyotip ölçümleri ve simetri indeks hesaplamaları ise Zarco (1986) ve Pazsko (2006)'ya göre gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 1.** *Centaurea pseudoscabiosa* alt taksonlarına ait lokaliteler.

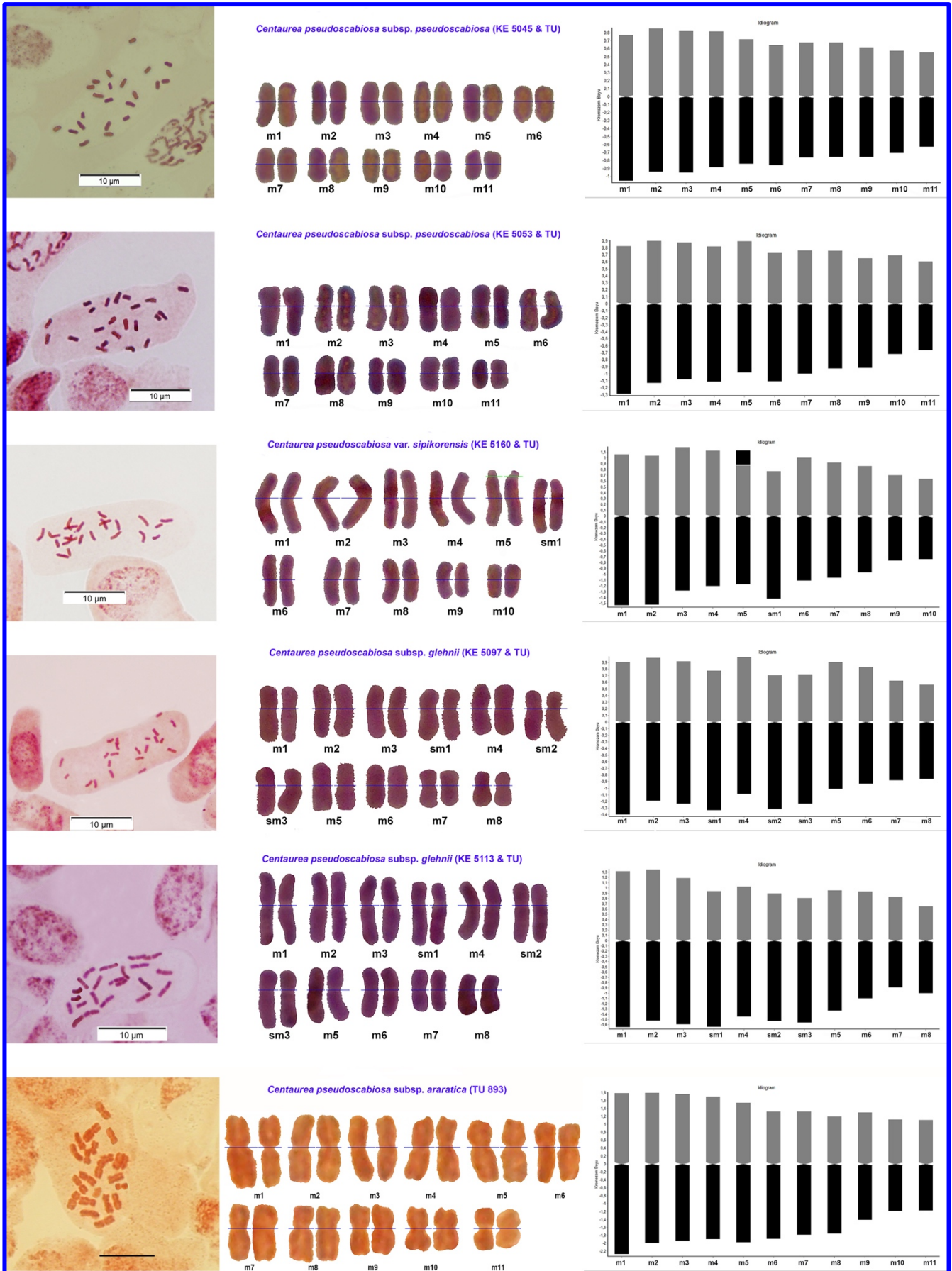
Takson	Lokalite
<i>Centaurea pseudoscabiosa</i> subsp. <i>pseudoscabiosa</i>	<b>Erzincan:</b> Erzincan-Tercan yolu, Tercan'dan Aşkale'ye 15 km kala, eğimli yamaçlar, 1950 m, <i>K. Ertuğrul</i> 5045 <i>T. Uysal</i> . <b>Erzurum:</b> Tortum'dan Oltu'ya, Aksu köyünden 8 km sonra, çam ormanlarına bakan vadi, taşlı bayırlar, 2100 m, <i>K. Ertuğrul</i> 5053 <i>T. Uysal</i> .
<i>C. pseudoscabiosa</i> var. <i>sipirokensis</i>	<b>Gümüşhane:</b> Kelkit-Belkaya, Karaçesme köyü civarı, ardiç açıklıkları, 1860 m, <i>K. Ertuğrul</i> 5160 <i>T. Uysal</i> .
<i>C. pseudoscabiosa</i> subsp. <i>glehnii</i>	<b>Ardahan:</b> Çıldır, Akçakale-Doğruyol köyü arası, taşlı bayırlar, 2000 m, <i>K. Ertuğrul</i> 5097 <i>T. Uysal</i> . <b>Ağrı:</b> Ağrı-Doğubayazıt yolu, Diyadin yol ayrımı, step, 1900 m, <i>K. Ertuğrul</i> 5113 <i>T. Uysal</i> .
<i>C. pseudoscabiosa</i> subsp. <i>araratica</i>	<b>Erzurum:</b> Erzurum-Varto arası, Varto'dan 13 km, 1700 m, Uysal 893, 31.vii.2004.



**Şekil 1.** A) *Centaurea pseudoscabiosa* subsp. *pseudoscabiosa*, B) *C. pseudoscabiosa* var. *sipirokensis* C) *C. pseudoscabiosa* subsp. *glehnii* genel görünümü

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İncelenen tüm *Centaurea pseudoscabiosa* alt taksonları diploiddir ( $2n = 2x = 22$ ). Sonuçlarımız, tüm popülasyonlarda temel kromozom sayısının  $x=11$  olduğunu göstermiştir. *C. pseudoscabiosa* alt taksonları için daha önce sayımlar bulunmakta olup (Garcia-Jacas vd., 1998; Ghaffari, 1999; Uysal vd., 2009), sonuçlarımızla uyumludur. *Acrocentron* seksiyonunda *C. pseudoscabiosa* subsp. *glehnii* ilgili önceki çalışmalarda  $x=9$  (Tonjan 1968 ve 1980; Avetisian ve Tonjan 1975) olarak verilen temel kromozom sayımları yanlış olarak bildirilmiştir (Garcia-Jacas ve Susanna 1992). Aynı alt tür ile Garcia-Jacas ve arkadaşları (1998) Ermenistan'dan çalıştıkları örneğin temel kromozom sayısı  $x=10$ 'dir. Sonucumuz, önceki çalışmalarla uyuşmamaktadır. Ancak, bu seksiyonda tespit edilen  $x=10$  ve  $x=11$  temel sayılarının uyumludur. *C. pseudoscabiosa* türüne ait diğer alt taksonların popülasyonlarının kromozom sayımları sonucunda, *Acrocentron* seksiyonun Türk-İran türleri arasında  $x=11$  temel sayının varlığını doğrulamaktadır (Garcia-Jacas ve Susanna, 1992; Ghaffari, 1999; Uysal vd., 2009). Ayrıca,  $x=11$  *Acrocentron* seksiyon içerisinde en çok rastlanılan temel kromozom sayısıdır. Doğu Akdeniz türü  $x=11$  temel sayısının arkaik özelliği Güneybatı Akdeniz de daha sık görülmekte olup, bu durum *Acrocentron* seksiyonun doğudan batıya doğru genişleme fikrine uyumludur (Garcia-Jacas ve Susanna 1992). Doğu Akdeniz bölgesinde  $x=11$  temel kromozom sayısına sahip olan türler arasında poliploidiye rastlanmadığı bildirilmiştir. Bunun olası nedeni bu türlerin sınırlı alana sahip güçlüce allopatrik olması, hibridizasyon ve allopoliploidi oluşturma olasılığının olmaması olarak vurgulanmıştır (Stebbins, 1950; Grant, 1981; Garcia-Jacas ve Susanna, 1992). Karyotip analizi, *C. pseudoscabiosa* subsp. *pseudoscabiosa* ve subsp. *araratica* alt türlerinin tamamı metasentrik kromozomlardan oluşurken, *C. pseudoscabiosa* var. *sipirokensis* ve *C. pseudoscabiosa* subsp. *glehnii* alt taksonları ise metasentrik ve submetasentrik kromozomlardan oluşmaktadır (Şekil 2, Tablo 2). *C. pseudoscabiosa* türünün alt taksonlarında yer alan tüm popülasyonlar nispeten benzer karyomorfolojilere sahip olsa da, kromozom boyutu ve varyasyonu açısından açıkça bazı farklılıklar göstermektedir. En kısa ve en uzun kromozom oranı  $1,54 \mu\text{m}$  (KE5045) ve (KE5160)  $1,87 \mu\text{m}$ 'ye kadar değişmektedir. Taksonlar arasında toplam haploid kromozom değerleri 16,86 ile 35,16 arasında değişmekte olup, en yüksek toplam haploid kromozom uzunluğuna *C. pseudoscabiosa* subsp. *araratica* alt türü sahiptir (TCL: 35,16). Taksonlar arasında asimetri asimetri (AI) değerleri 0,5-1,8, kromozom uzunluğu varyasyon katsayısı ( $CV_{CL}$ ) 13,54-18,63 ve sentromer indeks varyasyon katsayısı ( $CV_{CI}$ ) 3,87-10,51 arasında değişmektedir (Tablo 2). Tüm taksonların karyolojik verileri Tablo 2 ve 3'de verilmiştir.



Şekil 2. *Centaurea pseudoscabiosa* alt taksonlarının karyomorfolojisi; metafaz, karyogram, idiogram

**Tablo 2.** *Centaurea pseudoscabiosa* alt taksonlarının kromozom özellikleri; D-Değişim katsayısı DO-En uzun kromozomun en kısa kromozoma oranı K KU-Kısa kol uzunluğu UKU-Uzun kol uzunluğu KU-Kromozom uzunluğu TKU- Toplam haploid kromozom uzunluğu SI-Sentromerik indeks KF- Karyotip formülü Ss-Standart sapma m-metasentrik sm-submetasentrik.

Koleksiyon numarası	Takson	2n	SC-LC (µm)	LC / SC	p (µm) (±SD)	q (µm) (±SD)	CL (µm) (±SD)	TCL (µm)	CI (±SD)	KF
K. Ertuğrul 5045 T. Uysal	<i>C. pseudoscabiosa</i> subsp. <i>pseudoscabiosa</i>	22	1,18 – 1,83	1,544	0,70 (±0,10)	0,83 (±0,12)	1,53 (±0,21)	16,86	46 (±0,02)	22m
K. Ertuğrul 5053 T. Uysal	<i>C. pseudoscabiosa</i> subsp. <i>pseudoscabiosa</i>	22	1,26 – 2,11	1,67	0,77 (±0,09)	0,99 (±0,17)	1,77 (±0,25)	19,415	44 (±0,03)	22m
K. Ertuğrul 5160 T. Uysal	<i>C. pseudoscabiosa</i> var. <i>sipikorensis</i>	22	1,38 – 2,59	1,879	0,95 (±0,18)	1,16 (±0,26)	2,11 (±0,39)	23,19	45 (±0,04)	20m + 2sm
K. Ertuğrul 5097 T. Uysal	<i>C. pseudoscabiosa</i> subsp. <i>glehnii</i>	22	1,42 – 2,30	1,619	0,81 (±0,14)	1,14 (±0,18)	1,94 (±0,26)	21,375	42 (±0,04)	16m + 6sm
K. Ertuğrul 5113 T. Uysal	<i>C. pseudoscabiosa</i> subsp. <i>glehnii</i>	22	1,65 – 2,96	1,797	0,99 (±0,21)	1,39 (±0,26)	2,38 (±0,41)	26,134	42 (±0,04)	16m + 6sm
T. Uysal 893	<i>C. pseudoscabiosa</i> subsp. <i>araratica</i>	22	2,27 – 4,05	1,783	1,44 (±0,26)	1,75 (±0,33)	3,20 (±0,57)	35,168	45 (±0,03)	22m

**Tablo 3.** *Centaurea pseudoscabiosa* alt taksonlarının karyotip indeksleri; A<sub>1</sub>-İntrakromozomal Asimetri A<sub>2</sub>-İnterkromozomal Asimetri CV<sub>CL</sub>-Kromozom Uzunluğu Varyasyon Katsayısı CV<sub>CI</sub>-Kromozomal İndeks Varyasyon Katsayısı AI: asimetri indeksi.

Koleksiyon numarası	Takson	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	CV <sub>CL</sub>	CV <sub>CI</sub>	AI
K. Ertuğrul 5045 T. Uysal	<i>Centaurea pseudoscabiosa</i> subsp. <i>pseudoscabiosa</i>	0,155	0,135	13,549	3,87	0,524
K. Ertuğrul 5053 T. Uysal	<i>Centaurea pseudoscabiosa</i> subsp. <i>pseudoscabiosa</i>	0,21	0,142	14,225	7,105	1,011
K. Ertuğrul 5160 T. Uysal	<i>Centaurea pseudoscabiosa</i> var. <i>sipikorensis</i>	0,167	0,186	18,632	9,278	1,729
K. Ertuğrul 5097 T. Uysal	<i>Centaurea pseudoscabiosa</i> subsp. <i>glehnii</i>	0,278	0,136	13,634	10,446	1,424
K. Ertuğrul 5113 T. Uysal	<i>Centaurea pseudoscabiosa</i> subsp. <i>glehnii</i>	0,277	0,174	17,413	10,517	1,831
T. Uysal 893	<i>Centaurea pseudoscabiosa</i> subsp. <i>araratica</i>	0,167	0,177	17,74	6,422	1,139

Karyotip asimetri indeksleri, bitkilerde kromozomal evrimin mekanizmaları hakkında varsayımlarda bulunmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Zarco, 1986; Paszko, 2006; Peruzzi vd., 2009; Uysal vd., 2016, 2017; Demirci Kayıran ve Özhatay, 2017). Simetrik karyotipler yaklaşık olarak aynı boyutta olan metasentrik ve submetasentrik kromozomlardan oluşur. Genel olarak, "ilkel" kabul edilen türler simetrik karyotiplere sahipken, daha asimetric karyotiplere sahip türler daha fazla "türemiş" olarak kabul edilmektedir. Asimetrik karyotipler kromozomal indeks artıkça (CV<sub>CI</sub>), karyotip asimetrisi de artmaktadır. Kromozomlar, asimetriyi artıran perisentrik inversiyonlar, düzensiz translokasyonlar, fisyonlar ve merkezli füzyonlar gibi yeniden düzenlemelerle morfolojilerini değiştirebilir. Bu nedenle, karyotip değişkenliği, bitkilerdeki evrimsel, kromozomal mekanizmaları tanımlamak için kullanılabilir (Stebbins, 1958; Paszko, 2006). *C. pseudoscabiosa* subsp. *glehnii* metasentrik ve submetasentrik kromozomlardan oluşmakta olup, alt taksonlar içerisinde en asimetric karyotipe sahip alt türdür. Karyotip asimetrisi, sentromer yavaş yavaş ortadan son konuma doğru yer değiştirdikçe artar (Zuo ve Yuan, 2011). Aynı zamanda, simetrik karyotipe sahip olan *C. pseudoscabiosa* subsp. *pseudoscabiosa* alt türünün tüm kromozomları metasentriktir ve kromozom uzunluğunda çok az değişikliklerle birlikte boyutta kademeli bir azalma bulunmaktadır. *C. pseudoscabiosa* subsp. *araratica* alt türü kromozomları da tamamen metasentriktir. Ancak, kromozom uzunluklarında ve kısa/uzun kol oranlarındaki değişimler *C. pseudoscabiosa* subsp. *pseudoscabiosa* alt türüne göre farklılık göstermekte ve *C. pseudoscabiosa* subsp. *araratica* alt türünü subsp. *pseudoscabiosa* göre daha asimetric bir konuma getirmektedir.

Aynı zamanda, bu iki alt tür diğer alt taksonlara göre morfolojik olarak daha benzer olup, *C. pseudoscabiosa* subsp. *araratica* küçük kapitulalı olması ile diğer taksondan ayrılmaktadır.

Sonuç olarak, *C. pseudoscabiosa* alt taksonun altı popülasyonunun kromozom sayıları, karyotipleri, idiogramları ve karyotip asimetri dereceleri belirlenmiştir. Bu taksonların karyotipleri ilk kez bu çalışmada rapor edilmiştir. Ayrıca, karyolojik sonuçlar Türkiye Florasında sinonim olarak kabul edilen *C. pseudoscabiosa* var. *sipikorensis* alt tür kategorisinde yeniden canlandırılmaya uygun olabileceğini desteklemektedir. Bu nedenle takson canlandırılmış ve *C. pseudoscabiosa* subsp. *sipirokensis* olarak yeniden düzenlenmiştir.

*Centaurea pseudoscabiosa* Boiss. & Buhse subsp. *sipirokensis* Ertuğrul & Uysal **yeni statü ve kombinasyon (stat. & comb. nov.)**

Sinonim: *Centaurea pseudoscabiosa* Boiss. & Buhse var. *sipikorensis* Bornm., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih. 89: 381 (1944).

## KAYNAK LİSTESİ

- Armağan, M. ve Uysal, T. (2018). *Centaurea kirmacii* (Asteraceae), a new species from southwestern Anatolia, Turkey. *Phytotaxa*, 362: 233–238.
- Avetisian, E. M. ve Tonjan, T. R. (1975). Palynomorphology and number of chromosomes of some of the species of subtribe Centaureinae Less. *Akad. Nauk Arm. SSSR*, 16, 45–49.
- Bona, M. (2015). *Centaurea goksiuriensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. *Phytotaxa* 203(1): 63–68.
- Conti, F., Giordano, C., Moraldo, B. ve Ricceri, C. (2011). Contributions to the taxonomy of the Italian and Northern Balkanic taxa in the *Centaurea rupestris* group (Asteraceae). *Ann. Bot. Fenn.* 48(3): 193–218.
- Coutinho, L.A. (1952). Possibilitades taxonomicas da citogenetica. *Genetica Iber* 4: 21–42.
- Demirci Kayıran, S. ve Özhatay, F. N. (2017). A karyomorphological study on the genus *Muscari* Mill. growing in Kahramanmaraş (Turkey). *Turk. J. Bot.* 41: 289–298.
- Dewey, D.R. (1984). The genomic system of classification as a guide to intergeneric hybridization with the perennial Triticeae. Şu eserde: Gustafson, J.P. (ed.). *Gene Manipulation In Plant Improvement*. Plenum Publish Corp, New York.
- Ferrer-Gallego, P. P., Rosello, R., Mansanet-Salvador, C. J.; Gomez, J., Totta, C., Laguna, E. ve Peris, J. B. (2016). *Centaurea inexpugnabilis*, una nueva especie de la seccion Acrocentron para la flora iberica. *Collect. Bot. Barcelona* 35: 6.
- Fernández Morales, M.J. ve Gardou, C. (1975). Caryosystematic study of some species of the genus *Centaurea* in the western Mediterranean basin. Şu eserde: Walters, S. M., (ed.): European floristic and taxonomic studies, s. 61–75.
- Fernández Casas, J. ve Fernández Morales, M.J. (1979). *Centaurea lainzii*, un triploide natural. *Mem. Soc. Bot. Genève* 1: 115–122.
- Fernández Casas, J. ve Susanna, A. (1986). Monografía de la sección *Chamaecyanus* Willk. del género *Centaurea* L. *Treballs Inst. Bot. Barcelona* 10.
- Font, M., Garnatje, T., Garcia-Jacas, N. ve Susanna, A. (2002). Delineation and phylogeny of *Centaurea* sect. *Acrocentron* based on DNA sequences: a restoration of the genus *Crocodylium* and indirect evidence of introgression. *Pl. Syst. Evol.* 234: 15–26.
- Font, M., Garcia-Jacas, N., Vilatersana, R., Roquet, C. ve Susanna, A. (2009). Evolution and biogeography of *Centaurea* section *Acrocentron* inferred from nuclear and plastid DNA sequence analyses. *Ann. Bot.* 103: 985–997.
- Ghaffari, S.M. (1999). Chromosome studies of some species of *Centaurea* section *Acrocentron* (Asteraceae) from Iran. *Pak J Bot.* 31: 301–305.
- García-Jacas, N. ve Susanna, A. (1992). Karyological notes on *Centaurea* sect. *Acrocentron* (Asteraceae). *Pl. Syst. Evol.* 179: 1–18.
- García-Jacas, N. ve Susanna, A. (1993). *Centaurea xaveri* (Compositae), a new species from North Africa. *Willdenowia* 23: 97–102.
- García-Jacas, N., Susanna, A., Ilarslan, R. ve Ilarslan, H. (1997). New chromosome counts in the subtribe Centaureinae (Asteraceae, Cardueae) from West Asia. *Bot. J. Linn. Soc.* 125: 343–349.
- García-Jacas, N., Susanna, A., Vilatersana, R. ve Guara, M. (1998). New chromosome counts in the subtribe Centaureinae (Asteraceae, Cardueae) from West Asia, II. *Bot. J. Linn. Soc.* 128: 403–412.
- García-Jacas, N., Susanna, A., Mozaffarian, V. ve Ilarslan, R. (2000). The natural delimitation of *Centaurea* (Asteraceae: Cardueae): ITS sequences analysis of the *Jacea* group. *Pl. Syst. Evol.* 223: 185–199.
- García-Jacas, N., Susanna, A., Garnatje, T. ve Vilatersana, R. (2001). Generic delimitation and phylogeny of the subtribe Centaureinae (Asteraceae): a combined nuclear and chloroplast DNA analysis. *Ann. Bot.* 87: 503–515.
- García-Jacas, N., Uysal, T., Romaschenko, K., Suárez-Santiago, V.N., Ertuğrul, K. ve Susanna, A. (2006). *Centaurea* revisited: A molecular survey of the *Jacea* group. *Ann. Bot.* 98: 741–753.

- Gardou, C. (1969). Caryosystème des Centaurées de la section *Acrocentron* Cass. (Hoffmann, 1897). *Bull. Soc. Bot. France* 166: 29–38.
- Gardou, C., (1975). Quelques vues synthétiques sur les Centaurées de la section *Acrocentron* (Cass.) O. Hoffm. dans la flore méditerranéenne. *Coll. Int. C. N. R. S.* 235: 537–546.
- Goldblatt, P. (1996). *Index to Plant Chromosome Numbers 1992-1993*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. 58: 1–276.
- Guinochet, M. ve Foissac, J. (1962). Sur les caryotypes de quelques espèces du genre *Centaurea* L. et leur signification taxonomique. *Rév. Cytol. Biol. Vég.* 25: 373–389.
- Grant, V., 1981: Plant speciation. New York: Columbia University Press.
- Hanelt P, Mettin D (1989) Biosystematics of the genus *Vicia* L. (Leguminosae). *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 20: 199–223
- Hilpold, A., Vilatersana, R., Susanna, A., Meseguer Andrea, S., Boršić, I., Constantinidis, T., Filigheddu, R., Romaschenko, K., Suárez-Santiago, V.N., Tugay, O., Uysal, T., Pfeil Bernard, E. ve García-Jacas, N. (2014). Phylogeny of the *Centaurea* group (*Centaurea*, Compositae): geography is a better predictor than morphology. *Mol. Phylogenet. Evol.* 77: 195–215.
- Kültür, Ş. (2010). *Centaurea nerimaniae* sp. nov. (Asteraceae) from south Anatolia, Turkey. *Nord. J. Bot.* 28: 613–616.
- Levan, A., Fredga, K. ve Sandberg, A.A. (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201–220.
- Levitsky, G.A. (1931). The karyotype in systematics. *Bull Appl Bot Gene Plant Breed*, 27: 220–240.
- Lopez, E., Devesa, J. A. ve Arnelas, I. (2011). Taxonomic study in the *Centaurea longei* complex (Asteraceae). *Ann. Bot. Fenn.* 48: 1–12.
- Naruhashi, N. ve Iwatsubo, Y. (1991). Cytotaxonomic study on two putative hybrids in the genus *Duchesnea* (Rosaceae). *Bot Mag Tokyo* 104: 137–143.
- Negaresh, K. (2019). Taxonomic notes on *Centaurea pseudoscabiosa* (Asteraceae, Cardueae–Centaureinae) from Iran. *Feddes Repert.* 130: 237–246.
- Novaković, J., Zlatković, B., Lazarević, M., Garcia-Jacas, N., Susanna, A.; Marin, P. D.; Lakušić, D. ve Janačković, P. (2018). *Centaurea zlatiborensis* (Asteraceae, Cardueae–Centaureinae), a new endemic species from Zlatibor mountain range, Serbia. *Nord. J. Bot.* 36(6): 1–8.
- Özbek, M.U. (2021). *Centaurea kirikkalensis* (Asteraceae), a new species from Turkey. *Nord. J. Bot.*, e03235.
- Paszko, B. (2006). A critical review and a new proposal of karyotype asymmetry indices. *Pl. Syst. Evol.* 258: 39–48.
- Rad, A.C., Salehi, H. ve Mohsenzadeh, F. (2017). Karyomorphological Analysis on Several Diploid Populations of *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae) from Iran. *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci.* 87:173–180.
- Ranjbar, M. ve Negaresh, K. (2013a). A contribution to *Centaurea* sect. *Acrocentron* (Asteraceae) from Iran. *Phytotaxa*, 149: 50–60.
- Ranjbar, M. ve Negaresh, K. (2013b). Taxonomic notes on *Centaurea* sect. *Acrocentron* (Asteraceae) in Iran, with the description of a new species. *Ann. Bot. Fenn.* 50: 239–48.
- Ranjbar, M., Negaresh, K. ve Joharchi, M. R. (2014) Novelty in *Centaurea* sect. *Acrocentron* (Asteraceae, Cardueae) from Iran. *Feddes Repert.* 124: 116–121.
- Romaschenko, K., Ertugrul, K. ve Susanna, A. (2004) New chromosome counts in the *Centaurea jacea* group (Asteraceae, Cardueae) and some related taxa. *Bot. J. Linn. Soc.* 145: 345–352.
- Routsis, E. ve Georgiadis, T. (1999). Cyto geographical study of *Centaurea* L. sect. *Acrocentron* (Cass.) DC. (Asteraceae) in Greece. *Bot. Helv.* 109: 139–152.
- Siljak-Yakovlev, S. ve Peruzzi, L. (2012). Cytogenetic characterization of endemics: past and future. *Plant Biosyst.* 146: 694–702
- Susanna, A. ve García-Jacas, N. (2007). Tribe Cardueae Cass. Şu eserde: Kadereit, J.W. ve Jeffrey, C. (edlr.) *Kubitzki's The Families And Genera of Vascular Plants* 8: 123-147. Springer, Berlin Heidelberg.
- Stebbins, G.L. (1950). *Variation And evolution In Plants*. Columbia University Press. New York.
- Şirin, E., Çeçen, Ö., Bozkurt, M. ve Ertuğrul, K. (2019). *Centaurea uysalii* (Cyanus/Asteraceae), a new species from Turkey. *Turk. J. Bot.* 43: 809–816.
- Şirin, E., Uysal, T., Bozkurt, M. ve Ertuğrul, K. (2020). *Centaurea akcadaghensis* and *C. ermenekensis* (Asteraceae), two new species from Turkey. *Mediterr. Bot.* 41: 173–179.
- Şirin, E., Yıldırım, H., Uysal T. ve Ertuğrul, K. (2021). A new species of *Centaurea* L. subgen. *Cyanus* Mill. (Asteraceae) from Turkey. *Bot. Serbica* 45 (1): 13-22.
- Tonjan, T.R. (1968). The chromosome number of some species of the genus *Centaurea*. *Biologiceskij Zurnal Armenii* 21: 86-96.
- Tonjan, T.R. (1980). Relation between chromosome number and some morphological signs of Centaureinae Less. Representatives. *Biologiceskij Zurnal Armenii* 33: 552-554.
- Uysal, T., Ertugrul, K., Susanna, A. ve García-Jacas, N. (2009) New chromosome counts in the genus *Centaurea* (Asteraceae) from Turkey. *Bot. J. Linn. Soc.* 159: 280–286.

- Uysal, T., Arslan, E., Tugay, O. ve Ertugrul, K. (2010) Determination of the relationship between some *Centaurea* species based on SDS-PAGE. *Turk. J. Biol.* 34: 125–131.
- Uysal, T., Şimşek Sezer, E.N., Bozkurt, M., Tugay O., Ertuğrul, K., Demirelma, H. ve Dural, H. (2016). Karyomorphological study of five Turkish endemic *Rhaponticoides* Vaill. (Asteraceae, Cardueae) species. *Caryologia*, 69: 207-214.
- Uysal, T., Bozkurt, M., Tugay, O., Ertuğrul, K., Şimşek Sezer, E.N. ve Köse Y.B. (2017). Karyomorphology of Turkish species in *Centaurea* sections *Centaurea* and *Phalolepis* (Asteraceae) and implications for taxonomy. *Plant Biosyst.* 151: 949–964.
- Valdés, Bermejo, E. ve Agudo Mata, M.P. (1984). Estudios cariológicos en especies ibéricas del género *Centaurea* L. (Compositae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 40: 119-142.
- Wagenitz, G. ve Gamal-Eldin, E. (1985). Zur Kenntnis der griechischen *Centaurea*-Arten der Sektion *Acrocentron*. *Botanische Jahrbücher für Systematik* 107: 95-127.
- Zafer, K. ve Vural, M. (2007). A new species of *Centaurea* sect. *Acrocentron* (Asteraceae) from Turkey. *Novon* 17(2): 198–201.
- Zarco, C.R. (1986). A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon* 35: 526-530.
- Zuo, J. ve Yuan, G. (2011). The difference between the heterogeneity of the centromeric index and intrachromosomal asymmetry. *Plant Syst. Evol.* 297: 141–145