



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**CREPIS FOETIDA L. SUBSP. RHOEADIFOLIA (M.BIEB) CELAK. (ASTERACEAE)'NİN
BAZI TÜRKİYE POPULASYONLARININ KARYOTİP VE AKIM SİTOMETRİK ANALİZİ**

Betül ERGİN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"YÜKSEK LİSANS (BİYOLOJİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 / 05 / 2017

Tezin Savunma Tarihi : 15 / 06 / 2017

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin İNCEER

Trabzon 2017

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Biyoloji Anabilim Dalında
Betül ERGİN Tarafından Hazırlanan**

**CREPIS FOETIDA L. SUBSP. RHOEADIFOLIA (M.BIEB.) ČELAK. (ASTERACEAE)'NİN
BAZI TÜRKİYE POPULASYONLARININ KARYOTİP VE AKIM SİTOMETRİK ANALİZİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 31 / 05 / 2017 gün ve 1704 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Sema AYAZ

.....

Üye : Prof. Dr. Hüseyin İNCEER

.....

Üye : Doç. Dr. Melahat ÖZCAN

.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“*Crepis foetida* L. subsp. *rhoeadifolia* (M.Bieb.) Čelak. (Asteraceae)’nın bazı Türkiye populasyonlarının karyotip ve akım sitometrik analizi” adlı bu tez çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmanın konusunun seçiminde, çalışmanın planlanması ve değerlendirilmesi aşamasında çok değerli bilgi birikimlerini benden esirgemeyen, her türlü konuda beni destekleyen sayın danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin İNCEER’e teşekkür ve şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim. Yüksek lisans süresince her konuda bana yardımcı olan, bilgi birikim ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocam sayın Prof. Dr. Sema AYAZ’a ve tezimle ilgili yardımlarından dolayı Arş. Gör. Nurşen AKSU’ya, her zaman yanımda olan, beni destekleyen sevgili aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu çalışma TÜBİTAK 112T132 nolu proje ile desteklenmiştir. TÜBİTAK Yönetim Kurulu Başkanı’na ve değerli üyelerine teşekkür ederim.

Betül ERGİN
Trabzon, 2017

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “*Crepis foetida* L. subsp. *rhoeadifolia* (M.Bieb.) Čelak. (Asteraceae)’nın bazı Türkiye populasyonlarının karyotip ve akım sitometrik analizi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Hüseyin İNCEER’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 15/06/2017

Betül ERGİN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Literatür Özeti.....	3
1.2.1. Asteraceae Familyasının Genel Özellikleri	3
1.2.2. <i>Crepis</i> L. Cinsinin Genel Özellikleri	4
1.2.3. <i>Crepis</i> L. Cinsinin Karyotip ve Nuklear DNA Özellikleri.....	6
1.2.4. <i>Crepis foetida</i> L. subsp. <i>rhoeadifolia</i> (M.Bieb.) Çelak.'nın Genel Özellikleri, Karyolojisi ve Nuklear DNA Miktarı.....	7
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. Materyal Temini	10
2.2. Morfolojik İncelemeler.....	12
2.3. Karyolojik İncelemeler	12
2.3.1. Ön Muamele	12
2.3.2. Materyalin Tespiti.....	12
2.3.3. Hidroliz.....	12
2.3.4. Boyama ve Daimi Preparat Hazırlama	12
2.3.5. Karyotip Analizi	13
2.3.5.1. Kromozom Ölçümleri.....	13
2.3.5.2. İdiogramların Hazırlanması.....	13

2.4.	Akım Sitometrik Analiz	14
2.5.	İstatistiksel Analiz	14
3.	BULGULAR	17
3.1.	Karyotip Analizi	17
3.1.1.	Trabzon Populasyonu	17
3.1.2.	Ankara Populasyonu.....	19
3.1.3.	Nevşehir Populasyonu	21
3.1.4.	Erzurum Populasyonu	23
3.1.5.	Ağrı Populasyonu	25
3.1.6.	Van Populasyonu	27
3.1.7.	Şanlıurfa Populasyonu	29
3.2.	Akım Sitometrik Analiz	31
3.2.1.	Trabzon Populasyonu	31
3.2.2.	Ankara Populasyonu.....	31
3.2.3.	Nevşehir Populasyonu	32
3.2.4.	Erzurum Populasyonu	32
3.2.5.	Ağrı Populasyonu	33
3.2.6.	Van Populasyonu	33
3.2.7.	Şanlıurfa Populasyonu	34
4.	TARTIŞMA.....	35
5.	SONUÇLAR.....	38
6.	ÖNERİLER	39
7.	KAYNAKÇA	40
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

CREPIS FOETIDA L. SUBSP. *RHOEADIFOLIA* (M.BIEB.) ČELAK.
(ASTERACEAE)'NİN BAZI TÜRKİYE POPULASYONLARININ KARYOTİP VE
AKIM SİTOMETRİK ANALİZİ

Betül ERGİN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Hüseyin İNCEER
2017, 47 Sayfa

Asteraceae (Compositae) familyasının Cichorieae tribusunda yer alan *Crepis* L. cinsi, genel olarak Kuzey Yarım Kürede yayılış göstermekle birlikte, bazı türleri tropikal Doğu Afrika, Güney Afrika ve Batı Afrika'da bulunmaktadır. Dünya genelinde 200'ün üzerinde türe sahiptir ve ülkemizde ise 40 takson ile temsil edilmektedir.

Bu çalışmada, *Crepis* cinsinin polimorfik türleri arasında yer alan *Crepis foetida* L. subsp. *rhoeadifolia* (M.Bieb.) Čelak.'ın ülkemiz florasındaki 7 populasyonunun (Trabzon, Ankara, Nevşehir, Erzurum, Ağrı, Van ve Şanlıurfa) ilk kez karyotip ve akım sitometrik analizleri yapılmıştır. Bu kapsamda, saha çalışmaları ile toplanan bitki materyalleri kullanılmıştır. Olgun akenlerin çimlendirilmesi sonucu elde edilen aktif kök uçları ve genç yapraklar kullanılarak karyotip ve akım sitometrik analizler yapılmıştır.

Yapılan karyolojik çalışmalar sonucu, *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın incelenen tüm populasyonlarında kromozom sayısının $2n = 2x = 10$ olduğu, karyotiplerin ise metasentrik ve submetasentrik kromozomlardan oluştuğu tespit edilmiştir. Akım sitometrisi ile yapılan analiz sonucu nuklear DNA miktarının alttür içinde 3,72 ile 4,35 pg arasında, monoploid genom büyüklüğünün ise 1,86 ile 2,18 pg arasında değiştiği ortaya konulmuştur. Alttür içerisinde karyotipde küçük farklılıklar, nuklear DNA miktarında ise önemli ölçüde varyasyonlar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Crepis*, Asteraceae, Karyotip, Nuklear DNA Miktarı, Akım Sitometrisi

Master Thesis

SUMMARY

KARYOTYPE AND FLOW CYTOMETRY ANALYSE OF SOME TURKISH POPULATIONS OF *CREPIS FOETIDA* L. SUBSP. *RHOEADIFOLIA* (M.BIEB.) ČELAK. (ASTERACEAE)

Betül ERGİN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Biology Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin İNCEER
2017, 47 Pages

The genus *Crepis*, belonging the tribe Cichorieae of the family Asteraceae (Compositae), is predominantly distributed in the Northern Hemisphere, while some species are found in tropical East Africa, South Africa and West Africa. It contains more than 200 species in worldwide and is represented by 40 taxa in our country.

In this study, karyotype and flow cytometric analyses of 7 populations of *Crepis foetida* L. subsp. *rhoeadifolia* (M.Bieb.) Čelak (Trabzon, Ankara, Nevşehir, Erzurum, Ağrı, Van and Şanlıurfa) one of the the polymorphic species of the genus *Crepis* were performed for the first time. In this context, plant materials collected with field studies were used. Karyotype and flow cytometric analyses were carried out using the actively growing root tips and young leaves obtained from germinated mature achenes.

As a result of the karyological studies, it was determined that the chromosome number of *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia* was $2n = 2x = 10$ in all populations examined, and its karyotypes composed of metacentric and submetacentric chromosomes. The results showed that the amount of nuclear DNA analysed by flow cytometry varied between 3.72 and 4.35 pg within the subspecies, while the monoploid genome size varied between 1.86 and 2.18 pg. It was determined that there were minor variations in the karyotype and significant variations in nuclear DNA content within this subspecies.

Key Words: *Crepis*, Asteraceae, Karyotype, Nuclear DNA content, Flow cytometry

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> . a. Genel görünüm b, c, d: Kapitulum e: Yapraklar	9
Şekil 2.	İncelenen <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> populasyonlarının toplandığı alanlar	11
Şekil 3.	Sentromerin yerine göre kromozom tiplerinin şematik olarak gösterilmesi	15
Şekil 4.	Genel bir kromozom şekli	15
Şekil 5.	Karyotip ve akım sitometrisi analizlerinde kullanılan bitki materyali a: Çimlendirilen akenler. b, c, d, e, f, g: <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın kültüre edilen örnekleri. h: <i>Zea mays</i> 'ın kültüre edilen örneği.....	16
Şekil 6.	<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Trabzon populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.	17
Şekil 7.	<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Ankara populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.	19
Şekil 8.	<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Nevşehir populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.	21
Şekil 9.	<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Erzurum populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.	23
Şekil 10.	<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Ağrı populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.	25
Şekil 11.	<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Van populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.	27
Şekil 12.	<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Şanlıurfa populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.	29
Şekil 13.	Trabzon populasyonunun akım sitometrik histogramı.....	31
Şekil 14.	Ankara populasyonunun akım sitometrik histogramı	31
Şekil 15.	Nevşehir populasyonunun akım sitometrik histogramı.....	32
Şekil 16.	Erzurum populasyonunun akım sitometrik histogramı	32

Şekil 17. Ağrı popülasyonunun akım sitometrik histogramı	33
Şekil 18. Van popülasyonunun akım sitometrik histogramı	33
Şekil 19. Şanlıurfa popülasyonunun akım sitometrik histogramı.....	34



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. İncelenen <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> populasyonlarının lokaliteleri	10
Tablo 2. <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Trabzon populasyonu karyotip verileri .	18
Tablo 3. <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Ankara populasyonu karyotip verileri...	20
Tablo 4. <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Nevşehir populasyonu karyotip verileri	22
Tablo 5. <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Erzurum populasyonu karyotip verileri	24
Tablo 6. <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Ağrı populasyonu karyotip verileri	26
Tablo 7. <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Van populasyonu karyotip verileri.....	28
Tablo 8. <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> 'nın Şanlıurfa populasyonu karyotip verileri	30
Tablo 9. <i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rhoeadifolia</i> populasyonlarının karyotip ve akım sitometrik analiz verileri	36

KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

subsp.:	Alt tür
vd.:	Ve diğerleri
DNA:	Deoksiribonükleik asit
µg:	Mikrogram
&:	Ve
No.:	Numara
mM:	Milimolar
µM:	Mikromolar
µm:	Mikrometre
°C:	Santigrat derece
M:	Molar
pg:	Pikogram
bp:	Baz çifti
mm:	Milimetre
ml:	Mililitre
cm:	Santimetre
%:	Yüzde
HCl:	Hidroklorik asit
sat:	Satellit
±:	Aşağı yukarı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Taksonomi, canlıların benzerlik ve farklılıklarından yola çıkarak, birbiriyle akrabalık ilişkilerini saptayan ve belli kurallara göre onları sınıflandıran bilim dalıdır. Bitkilerin sınıflandırması, en basit formuyla, Bitki Biyolojisi'nin birçok alanının (bitki morfolojisi, bitki taksonomisi, bitki fizyolojisi, tohum biyolojisi, ekoloji ve etnobotanik gibi) kurucusu olduğu düşünülen Theophrastus (371-286 B.Ö.) zamanında başlamıştır. Morfoloji bilgisi çok fazla olan Theophrastus, 500'e yakın bitkinin morfolojik özelliklerini resimleyerek ortaya koymuştur (McDiarmid, 1976; Morton, 1981; Evenari, 1984; Kiortsis, 1989; Thanos, 1994; Whiting vd., 2014). Theophrastus'dan günümüze kadar yaşayan bitki türlerinin sayısı konusunda veriler değişkendir ve her geçen gün yeni türler tanımlanmaya devam etmektedir (Hameed, 2016).

Önceleri taksonomik çalışmalarda sadece morfolojik karakterler kullanılmıştır. Morfoloji dışındaki karakterlerin tespiti hem çok daha fazla zaman aldığı için, hem de yüksek maliyetli laboratuvar ekipmanları gerektirdiği için çoğu sistematikçi tarafından tercih edilmemiştir (İnceer, 1998). Fakat günümüzde morfolojik karakterlerin yanı sıra anatomik, sitolojik, palinolojik, embriyolojik, kimyasal ve moleküler karakterler de yaygın olarak kullanılmaktadır. Morfolojinin tek başına yetersiz kaldığı, diğer karakterler de göz önünde bulundurulursa daha güvenilir ve daha ayrıntılı sınıflandırmalar yapılabileceği düşünülmektedir (Stace, 1989; İnceer, 1998).

Taksonomide, bitkilerin çiçek tipi, yaprak şekli, meyve tipi gibi morfolojik özelliklerinden sonra en çok kullanılanlar arasında anatomik ve sitolojik karakterler gelmektedir (Whiting vd., 2014). Sitolojik karakterler genel olarak kromozomlarla ilgili karakterlerdir. Bu karakterlerin başında kromozom sayısı, kromozom morfolojisi ve kromozomların mayoz bölünme sırasında göstermiş oldukları davranışlar gelmektedir (Elçi, 1994). Bir organizmanın karyotipini; kromozomların sayısı, şekli, büyüklüğü, simetrisi, sentromerin pozisyonu, kromozom kollarının birbirine oranı, satellitin olup olmaması ve hatta, kromozomlar üzerindeki heterokromatin ve ökromatin bölgelerin dağılımı ve genlerin düzenlenmesi oluşturur (Elçi, 1994). Karyotip, somatik

kromozomların genetik içeriği olmaktan ziyade, mitoz bölünmenin metafaz safhasındaki kromozomların fenotipik görünümüdür.

Karyotipin en belirgin ve muhtemelen en çok tartışılan özelliklerinden ikisi kromozom sayısı ve büyüklüğüdür. Toplam kromozom büyüklüğü DNA içeriğiyle direk olarak bağlantılı olmasına karşın, kromozom sayısının DNA içeriğiyle bir ilgisi yoktur. Her iki karakter de, angiospermiler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Kromozom sayısı, $n = 2$ 'den, $n = 300$ 'e kadar çeşitlilik gösterirken, genom büyüklüğü yaklaşık 2000 kat değişir (Grant, 1982; Masterson, 1994). Genom büyüklüğü, 2C değerinin ploidi seviyesine bölünmesidir. Bu durumda diploitlerde genom büyüklüğü 1C değerine karşılık gelmektedir. Başka bir deyişle, 1C değeri, bir organizmanın replike olmamış haploit nuklear genomundaki DNA miktarıdır (Bennett ve Leitch, 1997; Bennett vd., 1998).

Karyotipik karakterler ve özellikle toplam nuklear DNA miktarının, taksonomik etkisinin güçlü olduğu kanıtlanmıştır (Greilhuber ve Ehrendorfer, 1988). Tür içerisinde, genom büyüklüğü genellikle sabit olmakla birlikte, türler arasında önemli ölçüde değişebilmektedir (Greilhuber, 1998). Bu nedenle, genom büyüklüğündeki varyasyonlar türlerin sınırlandırılması için oldukça yararlı olabilir (Murray, 2005). Bununla birlikte, bir türün populasyonları arasında bu karakterlerle ilgili varyasyonların olması, üreme engelinin mümkün olabileceğine işaret ettiği için son derece önemlidir (Greilhuber ve Ehrendorfer, 1988). Eğer bir populasyon ve dolayısıyla gen havuzu coğrafik engeller tarafından bölünürse, üreme engeli oluşması neticesinde genom büyüklüğünde varyasyonlar meydana gelebilir (Greilhuber, 1998). Enke (2008)'ye göre eğer üreme engeli olmasaydı, genom büyüklüğü değişiklik göstermezdi. Diğer yandan, genom büyüklüğündeki varyasyonların türleşmeyi nasıl etkilediği ise hala tam olarak bilinmemektedir (Enke, 2008). Bununla birlikte, genom büyüklüğündeki varyasyonlar, genom çeşitliği ve adaptasyon yeteneğinin bir göstergesidir (Dolezel vd., 2007).

Angiospermilerdeki muazzam çeşitlilik, bitkilerin genomlarındaki büyük çeşitliliğin bir yansımasıdır (Idziak vd., 2014). Nuklear DNA miktarındaki farklılıkların en önemli sebebi kodlamayan veya tekrarlı DNA elementleridir (Enke vd., 2011). Aynı zamanda, kromozom sayısını değiştirmeyen ama karyotip varyasyonuna katkıda bulunan ilave küçük yapısal yeniden düzenlenmelerin yanı sıra, genom duplikasyonları bu çeşitliliğe neden olan diğer önemli etmenlerdir (Idziak vd., 2014).

Crepis L. cinsi, tür sayısı yönünden angiospermilerin yaklaşık olarak % 10'una denk gelen Asteraceae familyasının Cichorieae tribusunda yer almaktadır. Başta Avrupa olmak üzere ılıman Asya, tropikal Kuzey ve Güney Afrika, Kuzey ve Güney Amerika'da yayılış göstermektedir (Dimitrova vd. 2000; Yılmaz Sancar, 2012). *Crepis* türleri; dağlık alanlar, bataklıklar, düşük yükseklikteki çayırlar ve ormanlardan plajlara kadar uzanan farklı habitat türlerinde bulunmaktadır (Enke, 2008). Cinsin büyük olasılıkla Orta Asya'nın Pamir/Altay Bölgesinden orijinlendiği düşünülmektedir (Babcock, 1947a). Cichorieae tribusunun en büyük cinslerinden birisi olan bu cins, dünya genelinde 200'ün üzerinde türe sahiptir (Lack, 2007; Enke, 2008). "Kıski" olarak da bilinen bu cins (Ekim, 2012), son yapılan revizyon çalışmasına göre ülkemizde 40 taksonla temsil edilmektedir (İnceer vd., 2015).

Crepis cinsinde polimorfizmin oldukça yaygın olması ve tanımlayıcı morfolojik karakterlerinin eksikliği, başta adlandırma olmak üzere cins içerisinde çeşitli taksonomik problemlere neden olmuştur. Bununla birlikte, tür içi ve türler arasında kromozom sayısı ve morfolojisi ile nuklear DNA miktarında değişimler rapor edilmiştir (Babcock, 1947a,b; Dimitrova vd., 1999; Dimitrova ve Greilhuber, 2000; Enke, 2008, Enke ve Gemeinholzer, 2011; İnceer vd., 2016).

Crepis foetida L. subsp. *rhoeadifolia* (M.Bieb.) Čelak, *Crepis* cinsinin polimorfik taksonları arasında yer alır (Babcock, 1947b). Oldukça geniş yayılışlı olan bu takson üzerinde Bulgaristan'dan üç populasyon hariç (Dimitrova vd., 1999), detaylı bir karyotip ve nuklear DNA analizi henüz yapılmamıştır.

Yapılan bu tez çalışmasında, ülkemiz florasında oldukça geniş yayılışlı olan *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Trabzon, Ankara, Nevşehir, Erzurum, Ağrı, Van ve Şanlıurfa populasyonlarının karyotip ve nuklear DNA analizlerinin yapılması, elde edilecek olan verilerinin ekolojik parametrelerle (yükseklik, habitat, coğrafik konum) olan ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.2. Literatür Özeti

1.2.1. Asteraceae Familyasının Genel Özellikleri

Asteraceae (Compositae) familyası üyeleri, Magnoliopsida sınıfının en fazla değişkenlik gösteren üyelerinden biridir. Ayırıcı morfolojisine ek olarak, Asteraceae,

kozmpolit bir dağılıma sahiptir ve familyadaki türler, habitat tercihleri ve hayat formlarında oldukça çeşitlilik göstermektedir (Jansen vd., 1991). Özellikle Amerika'nın güneybatısı ve Meksika, Brezilya'nın güneyi, And Dağları boyunca, Akdeniz Bölgesi, Güneybatı Asya, Orta Asya, Güney Afrika ve Avustralya'da yoğun olarak bulunmaktadır (Arabacı, 2006). Dünya üzerinde yaklaşık olarak 1620 cins ve 23600 türe sahip olduğu bilinen Asteraceae (Compositae) familyası, tür sayısı yönünden angiospermilerin yaklaşık olarak % 10'una denk gelmektedir (Stevens, 2001; Yılmaz Sancar, 2012). Türkiye'de tanımlanmış 134 cins ve 1209 tür ile temsil edilmektedir. Familya tür sayısı bakımından ilk sırada yer alırken, cins sayısı bakımından Türkiye Florası'nın ikinci büyük familyasını oluşturmaktadır (Davis vd., 1988; Özhayat ve Kültür, 2006). Asteraceae familyasının coğrafik orijini ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. Orijin merkezi olarak bazı araştırmacılar Güney Amerikanın Kuzeyini, bazıları da And Dağları'nın Kuzeyini göstermektedirler (Raven ve Axelrod, 1974). Bremer (1993b)'ın yapmış olduğu kladistik çalışmalara göre ise Asteraceae familyasının orijin merkezi Güney Amerika ve Pasifik'tir.

Asteraceae familyası üyeleri; genellikle çok yıllık, çalı, yarı çalimsı ve otsu bitkiler, küçük ve orta büyüklükte veya bazen tek yıllık sarılıcı bitkilerdir. Yaprakları alternat veya opposit, basit ve tam ya da değişik şekillerde bölünmüş bileşik, stipulsuzdur. Reseptakulum çıplak ya da palealı, uzun tüylü ya da kılçıklıdır. Çiçekler (çiçekçikler) kapitulum (baş) halinde, epigin, sinpetal, hermafrodit veya tek eşeyli, aktinomorf veya zigomorftur. Kaliks tüp şeklini alarak pappus'u oluşturmuştur ya da tamamen körelmiştir. Korolla tüy veya dil şeklindedir, stamenler 5, filamentler serbest, anterler birleşik, anterler kenarlarından birleşerek stilusu silindir şeklinde sarar (singenezis). Ovaryum alt durumlu, iki karpelli, stigma iki parçalı, meyve aken (sipsela)'dir (Lamond, 1975; Cronquist, 1981; İnceer, 2003; Arabacı, 2006; Uysal, 2006).

1.2.2. *Crepis* L. Cinsinin Genel Özellikleri

Asteraceae familyasında yer alan Cichorieae Lam. & DC. tribusu, yaklaşık olarak 100 cins ile 1500 tür içermektedir (Bremer, 1994). Tribus üyeleri, başlıca Kuzey yarım kürede olmak üzere, tüm kıtalarda yayılış göstermektedir (Tomb, 1977). Cichorieae tribusunun Crepidinae alttribusunda yer alan *Crepis* L. cinsi, başta Avrupa olmak üzere ılıman Asya, tropikal Kuzey ve Güney Afrika, Kuzey ve Güney Amerika'da yayılış göstermektedir (Dimitrova ve Greilhuber, 2000; Sevgi ve Kızılarıslan, 2013). Cins,

muhtemelen Orta Asya'nın Pamir/Altay Bölgesinden orijinlenmektedir (Babcock, 1947a). Enke ve Gemeinholzer (2008), günümüzde çeşitliliğin merkezinin Akdeniz Bölgesi'nin çevresi olduğunu belirtmiştir. Dünya genelinde 200'ün üzerinde türe sahip olmasının yanı sıra, Cichorieae tribusunun en büyük ikinci cinsidir (Jones ve Brown, 1976; Lack, 2007). *Crepis* cinsi, Türkiye florasında ise 40 taksonla temsil edilmektedir (İnceer vd., 2015) ve halk arasında "Kıskı" olarak bilinmektedir (Ekim, 2012).

Son bilgilere göre *Crepis* cinsinin sistematikteki yeri ise şu şekildedir (Lamond, 1975; Cronquist, 1981; Thorne, 2000):

Regnum: Plantae

Subregnum: Tracheobionta

Divisio: Magnoliophyta

Classis: Magnoliopsida

Subclassis: Asteridae

Superordo: Asteranae

Ordo: Asterales

Family: Asteraceae (Compositae)

Tribus: Cichorieae

Subtribus: Crepidinae

Genus: *Crepis* L.

Tek yıllık, iki yıllık veya çok yıllık. Kökler birden çok, daima dallanmış, rizomlu ya da kazık köklü, gövdeli veya gövdesiz, otsu bitkiler. Gövdeler yapraklı ya da yapraksız. Yapraklar pinnat ya da bölünmemiş, kenarlar tam ya da dişli. Gövde, yapraklar ve involukrum bezeli veya bezesiz, basit tüylü ya da çıplak. Gövde 1 veya birkaç adet, dallı veya değildir. Bazal yapraklar genellikle rozet şeklinde, tam veya tüysü, saplı. Birleşik çiçek durumu korimbus, panikula ya da rasemoz, nadiren tek kapitulumlu. İnvolukrum silindir-çan veya testi şeklinde, brakteleri 2 seri dizilimli. Fillariler birkaç sıralı; dış fillariler $\pm$ kiremitsi, sentripetal, içteki fillarilerin 1/4-2/3 kadar ya da daha fazla uzun; iç fillariler genellikle eşit uzunlukta, linear-lanseolat, alt kısım basit ya da salgı tüylü, nadiren tüysüz, üst kısım tüysüz ya da ipeksi tüylü. Çiçek tablası düz veya konveks, nadiren konkav, çıplak. Akenler silindirik'ten fusiform'a kadar, 10-20 eşit ince dikenli ya da düz ve tüysüz damarlı, tepe bariz olarak daralmış ya da gagalı. Pappus 1 ya da daha fazla sıra

dizilimli, genellikle beyaz ve şeffaf, grimsi ve sarı, hassas tüylü (Lamond, 1975; Tutin vd., 1976; Yaltırık ve Efe, 1989; Shi vd., 2011).

1.2.3. *Crepis* L. Cinsinin Karyotip ve Nuklear DNA Özellikleri

Mitoz bölünmenin metafaz safhasındaki kromozomların fenotipik görünümü “karyotip” olarak tanımlanmaktadır (İnceer, 1998; Enke, 2008). Karyotip verilerinin ise başta adlandırma olmak üzere türleşme mekanizmasının açıklanması, filogenetik ilişkilerin ortaya konulmasında önemli bir yeri vardır (Rieseberg, 1997, Stace, 2000; Crawford vd., 2005). Metafaz safhasındaki kromozomların sayısı, şekli, büyüklüğü, simetrisi, sentromerin durumu, satellitin olup olmaması ve kromozom kollarının birbirine oranı başlıca karyolojik verileri oluşturur (İnceer, 1998; 2003; Enke, 2008).

Kromozom sayısı, bitki taksonomisi çalışmalarında kesin karar vermek için ve evolusyonu açıklamak için önemli bir karakterdir. Kromozom sayısı çoğunlukla tür içerisinde sabittir ve bu sayıya somatik sayı denilmektedir (White, 1963; Stace, 1980). Bununla birlikte, bazı türlerde kromozom sayısı büyük değişkenlik göstermektedir (İnceer, 2003). Kromozom morfolojisinin tanımlanması bitkilerde genomların karakterizasyonu açısından oldukça önemlidir (Stace, 2000; Crawford vd., 2005).

Crepis, kromozom sayısının nisbeten az olması ($2n = 2x = 6, 8, 10, 12$), çoğunlukla diploit türlere sahip olması, kromozomlarının çok iyi boyanabilmesi ve kromozom morfolojisinin iyi tanımlanabilmesi sayesinde sitolojik ve sitogenetik çalışmalar için model olmuştur. Bu sebeple bu yüzyılın ilk yarısı boyunca, *Crepis* türleri üzerinde çok sayıda sitolojik ve sitogenetik çalışma yapılmıştır (Hollingshead ve Babcock, 1930; Babcock ve Navashin, 1930; Babcock ve Cameron, 1934; Babcock vd., 1942; Babcock ve Jenkins, 1943; Kamari, 1976; Siljak-Yakovlev 1980, 1981, 1982; Sitjak-Yakovlev ve Cartier, 1982, 1986; Dimitrova vd., 1999; Enke, 2008). Yapılan bu çalışmalar sonucu, cinsin üyelerinin simetrik ve asimetrik karyotiplere sahip oldukları tespit edilmiştir. Cinsin taksonomisinde, tür içi ve türler arası fenotipik varyasyonların açıklanması ve filogenetik ilişkilerin ortaya konulmasında, kromozom sayısı ve morfolojisinin önemi ortaya konulmuştur.

Karyotip özelliklerinin yanı sıra, toplam nuklear DNA miktarı da sistematik amaçlı olarak günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (Dolezel vd. 2007). Nuklear DNA miktarı “C” ile gösterilir ve bu değer bir genotipin sahip olduğu replike olmamış haploid kromozom takımının içerdiği DNA miktarını ifade eder. Nuklear DNA miktarı pikogram

(pg) veya baz çifti ile gösterilir (Dolezel vd., 2007). Nuklear DNA miktarı mikrodensitometri veya akım sitometri ile tespit edilmektedir (Dolezel vd. 2007). Ancak günümüzde nuklear DNA analizlerinde, yüksek hızı ve hassasiyeti nedeniyle akım sitometrisi tercih edilmektedir. Akım sitometrisi (flow cytometry) akan bir sıvı içerisindeki hücrelerin özelliklerinin incelenmesi olarak tanımlanmaktadır (Dolezel vd., 2007; Ergin, 2016). Nuklear DNA miktarı tür için sabit olmakla birlikte, bazen aynı türün farklı popülasyonları veya bireyleri arasında çeşitli varyasyonlar görülebilir (Dolezel vd., 2007; Enke, 2008).

Leitch vd. (1998) ve Soltis vd. (2003)'nin genom büyüklüğü kategorilerine göre, *Crepis* türleri çok küçük ($1C \leq 1.4$ pg), küçük ($1.4 < 1C \leq 3.5$ pg) ve ara ($3.5 < 1C < 14$ pg) genom büyüklüklerine sahiptir (Dimitrova vd., 1999; Dimitrova ve Greilhuber, 2000; Enke vd., 2011; 2015; İnceer vd., 2016). Diğer yandan, gerek türler arasında gerekse aynı türün farklı popülasyonları arasında nuklear DNA miktarında varyasyonlar meydana gelmektedir (Dimitrova vd., 1999; Dimitrova ve Greilhuber, 2000; Enke vd., 2011). Bu durum özellikle polimorfik türlerde oldukça dikkat çekicidir (Dimitrova vd., 1999; Dimitrova ve Greilhuber, 2000; Enke vd., 2015).

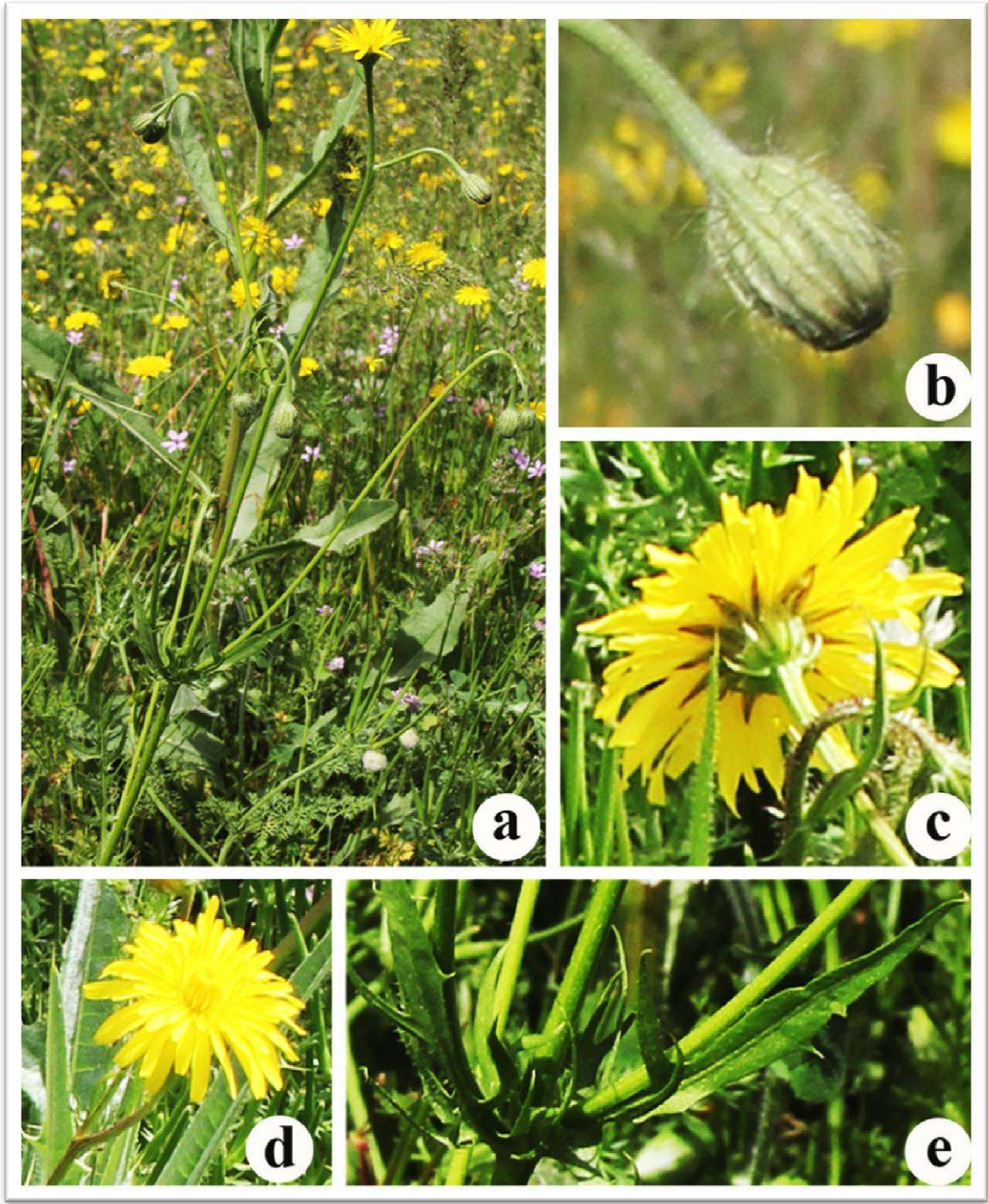
1.2.4. *Crepis foetida* L. subsp. *rhoeadifolia* (M.Bieb.) Çelak.'nın Genel Özellikleri, Karyolojisi ve Nuklear DNA Miktarı

Crepis cinsinin polimorfik taksonları arasında yer alan *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*, başlıca, Orta Avrupa, Balkanlar, Kafkaslar, Güney Rusya, Türkiye, İran, Kuzey Suriye, Orta Asya ve Himalayalar'da yayılış gösterir (Lamond, 1975). Ülkemizde oldukça geniş yayılışlı olup, halk arasında “Kakarot”, “Kohum”, “Koyunotu” ya da “Sütlü ot” olarak bilinir (Tuzlacı, 2011). Aynı zamanda, kalp problemlerinin geleneksel tedavisinde bitki çayı olarak kullanılır (Ertuğ, 2000; Çakılcıoğlu ve Türkoğlu, 2010; Altundağ ve Öztürk, 2011). Bununla birlikte, *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın yaprakları yüksek oranda A, E, C, B3, B6 ve B9 vitaminleri bakımından zengindir (Tuncer ve Karataş 2012). Çiçek özütü ise antioksidan ve antiproliferatif gibi önemli biyolojik etkilere sahiptir (Zengin vd., 2015).

Crepis foetida subsp. *rhoeadifolia*, fenotipik varyasyonların oldukça yoğun olarak görüldüğü alttürlerdendir ve 15 minor varyantı vardır (Babcock, 1947b). Başlıca genel morfolojik özellikleri: Tek yıllık, 10-70 cm boyunda, involukrum olgunlukta çan şeklindedir. Dıştaki brakteler yaklaşık olarak içteki braktelerin 2/3'ü kadar, genellikle üst

tarafa doğru dereceli ve belirgin şekilde daralan lanseolat şeklindedir, içteki brakteler genellikle lanseolat, $\pm$ hispid, açık renkli salgı tüysüz setoz; koralla 11-19 mm uzunluğunda, pubescent; anter tüpü yaklaşık 4x1.25 mm; filamentler 0.8 mm' den uzun; stilus kolları koyu yeşil veya bazen açık yeşil ya da sarı; çevresel akenler 5-7 mm uzunluğunda, koyu kahverengi veya kahverengimsi gri, çok kısa gagalı; merkezi akenler 12-16 mm uzunluğunda, kahverengi veya açık kahverengi; pappus 5-7 mm uzunluğundadır. Bu alttürün çiçeklenme periyodu ise haziran-eylül'dür (Şekil 1).

C. foetida subsp. *rhoadifolia*, $2n = 10$ kromozom sayısı ile metasentrik ve submetasentrik kromozomlara sahip diploid bir taksondur. Genom büyüklüğü (1C) ortalama olarak 1,98 pg.'dır. Diğer yandan, *C. foetida* subsp. *rhoadifolia*'nın farklı popülasyonlarının karyotipinde önemli değişimler meydana gelmezken, genom büyüklüğünde önemli ölçüde değişimler görülebilir (Dimitrova vd., 1999).



Şekil 1. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*. a. Genel görünüm b, c, d: Kapitulum e: Yapraklar

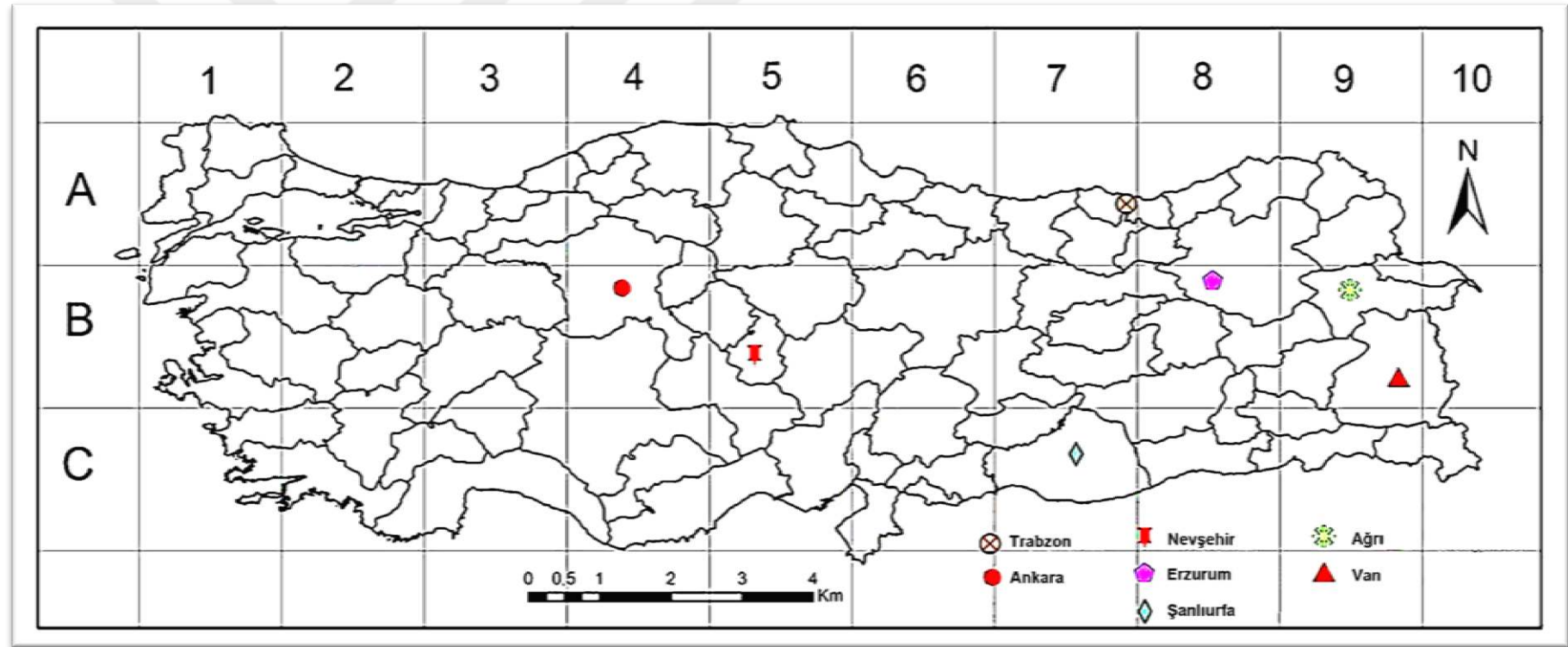
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal Temini

Çalışmada kullanılan *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren 7 farklı populasyonu, farklı floristik bölgelerden toplandı (Tablo 1 ve Şekil 2). Toplanan bitki örnekleri üzerinde olgun bir bitkiye ait olan kök gövde yaprak, çiçek ve meyve gibi organların bulunmasına dikkat edildi. Toplanırken numaralandırılan bitkiler preslenerek kurutuldu ve herbaryum materyali haline getirildi. Her bir populasyondan çalışmada kullanılmak üzere gerekli bitki materyali alındı. Örnekler, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Herbaryumu (KTUB)'nda muhafaza edildi.

Tablo 1. İncelenen *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia* populasyonlarının lokasyon bilgileri

Populasyon No.	Toplandığı Yer	Koleksiyon No.
1	A8 Trabzon: Trabzon-Rize arası Araklı çıkışı, yol kenarı, 07.vii.2014, 5 m.	Ergin 01
2	B4 Ankara: Aksaray-Ankara arası, Tuz Gölü civarı, yol kenarı, 06.vii.2013, 922 m.	İnceer 1040
3	B5 Nevşehir: Göreme, Ören yeri civarı, yol kenarı, 01.vii.2013, 1147 m.	İnceer 1020
4	B8 Erzurum: Ağrı havaalanı yol ayrımı civarı, yol kenarı, çayırılık alanlar, 25.ix.2011, 1900 m.	Aksu 125
5	B9 Ağrı: Suluçem-Balık Gölü arası, yol kenarı, çimenlik alanlar, 31.vii.1014, 2130 m.	İnceer 1107
6	B9 Van: Erciş, Erciş-Muradiye arası, Erciş çıkışı, yol kenarı, çayırılık alanlar, 20.vii.2015, 1665 m.	İnceer 1193
7	C7 Şanlıurfa: Akçakale-Suruç arası, Akçakale çıkışı, yol kenarı, kumluk alanlar, 10.vi.2014, 420 m.	İnceer 1088



Şekil 2. İncelenen *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia* populasyonlarının toplandığı alanlar

2.2. Morfolojik İncelemeler

Herbaryum materyali haline getirilen örneklerin tür teşhisleri Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası (Lamond, 1975) kullanılarak yapıldı.

2.3. Karyolojik İncelemeler

2.3.1. Ön Muamele

Olgun akenlerin çimlendirilmesiyle elde edilen meristematik kök uçları (Şekil 5), 0,002 M'lık 8 - hidroksikinolin çözeltisinde, 18 °C'de, 4 - 5 saat ön muameleye alındı (Zhmyleva ve Kondo, 2006; Zhang vd., 2007; Aksu, 2011).

2.3.2. Materyalin Tespiti

Ön muamele sonrasında kök uçları, 3:1 oranında % 96'lık alkol - asetik asit karışımı ile +4 °C'de 24 saat boyunca fikse edildi (Jones ve Rickards, 1990; İnceer ve Hayırlıoğlu-Ayaz, 2007; 2010).

2.3.3. Hidroliz

Alkolden alınan kök uçları, 3 kere saf su ile yıkanarak 60 °C 1N HCl'de 12 - 13 dakika hidroliz edildi (İnceer ve Beyazoğlu, 2004).

2.3.4. Boyama ve Daimi Preparat Hazırlama

Hidrolizden alınan kök uçları saf su ile 3 kere yıkandıktan sonra lakto - propiyonik orseinde 12 - 18 saat boyandı (İnceer ve Hayırlıoğlu-Ayaz, 2007). Kök uçlarının boyama sonrasında koyulaşmış meristematik uç kısımları kesilerek bir damla % 45'lik asetik asit ile ezme preparatları yapıldı. Hazırlanan preparatlar içerisinde etil alkol bulunan şalede 4 °C'de bir gece bekletildi. Bu işlemin sonunda preparatlar Entellan ile daimi hale getirildi (Elçi, 1994; İnceer ve Beyazoğlu, 2004).

2.3.5. Karyotip Analizi

Kromozom tipi ve sentromerin yeri Levan vd. (1964) 'nin geliştirdikleri metoda göre yapıldı (Şekil 3).

2.3.5.1. Kromozom Ölçümleri

Her populasyondan 5 bireye ait 5 farklı daimi preparattan kromozomları iyi dağılmış hücreler seçilerek kromozomları mikroskopta çizildi ve Leica DM 4000 (Leica DFC 490 kamera ataçmanlı) ışık mikroskobu yardımıyla fotoğrafları çekildi. Çizilen kromozomlar büyütülerek uzun ve kısa kollarının boyu mm cinsinden ölçüldü, ardından μm cinsinden hesaplandı. Her kromozomun aynı zamanda homoloğu da ölçüldüğünden, bir kromozom 10 defa ölçülmüş oldu. Daha sonra bu ölçümlerin ortalamaları alınarak elde edilen değerler tablolar haline getirildi. Her populasyon için karyotip formülü oluşturuldu (İnceer, 2003).

Kromozom ölçümlerinde kromozomun sadece kısa ve uzun kolları ölçüldü ve gerekli olan diğer hesaplamalar ise kromozomun bu iki kısmının uzunluğu üzerinden gerçekleştirildi (Şekil 4). Total kromozom boyu (T), bir kromozomdaki kısa (K) ve uzun kol boyunun (U) toplamı olarak hesaplandı. Ayrıca, satellite sahip olan kromozomların total boyları hesaplanırken, satellitin boyu total boya dahil edilmedi. Kromozom kol oranı (r), kromozomun uzun kol boyunun (U) kısa kol boyuna (K) bölünmesi ile hesaplandı. Kromozoma ait nisbi boy (NB), kromozomun total boyunun (T) o hücrede bulunan bütün kromozom boylarının toplamına (TKU) bölünüp, 100 ile çarpılması ile hesaplandı. Sentromerik indeks (SI) ise, kromozomun kısa kol boyunun (K) 100 ile çarpılıp, kromozomun total boyuna (T) bölünmesi yoluyla hesaplandı (Aksu, 2011).

2.3.5.2. İdiogramların Hazırlanması

Her populusyona ait kromozomlar, kısa ve uzun kol boylarının ortalama değerlerine bağlı olarak, büyükten küçüğe doğru dik çizgiler halinde sıralanmak suretiyle idiogramlar hazırlandı (Elçi, 1994; Aksu, 2011) (Şekil 6 - 12).

2.4. Akım Sitometrik Analiz

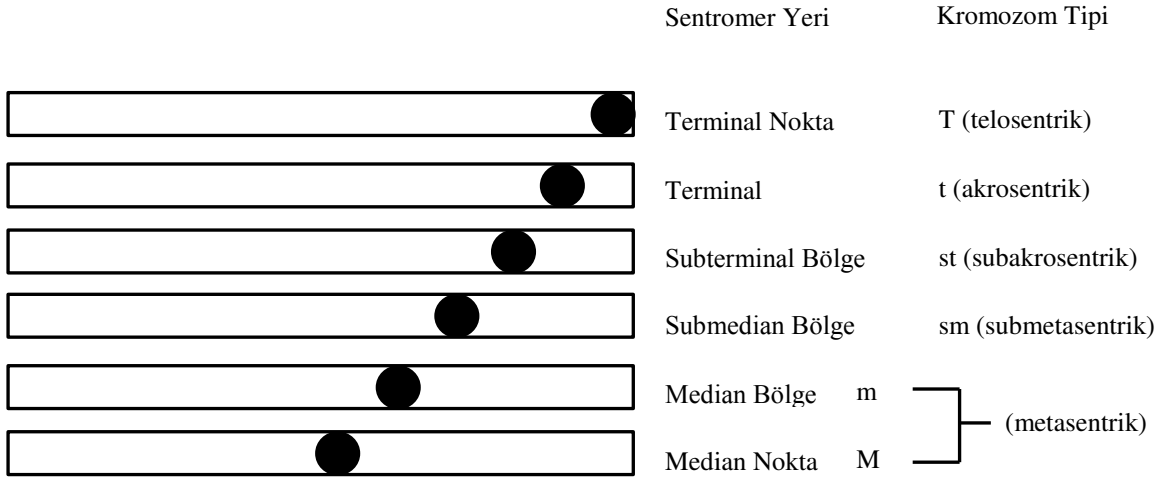
Akım sitometrik analizler için akenler etüvde çimlendirildikten sonra, küçük saksılarda akenler kültüre edildi (Şekil 5; a, b, c, d, e, f, g). Bununla birlikte, akım sitometrik analizlerde standart bitki olarak kullanılmak üzere küçük saksılarda mısır (*Zea mays*) yetiştirildi (Şekil 5; h). Üç farklı bireye ait genç yapraklar, 1 ml modifiye WPB (Loureiro vd., 2007) (0.2 M Tris HCl, 4 mM MgCl₂·6H₂O, 2 mM EDTA Na₂·2H₂O, 86 mM NaCl, 10 mM potasyum metabisülfid, 1 % PVP-30, 1 % (v/v) Triton X-100, pH 7.5) tamponu içerisinde, mekaniksel olarak keskin bir jilet yardımıyla küçük parçalara ayrıldı ve 30 µM naylon filtre ile süzüldü. Elde edilen nukleus süspansiyonu 10 µg/ml RNase ile muamele edildi ve 5 µg/ml propodium iodide (PI) ile boyandı (Dolezel vd., 2007). Akım sitometrisinde ölçümler yapıncaya kadar, deney tüpleri buz içerisinde muhafaza edildi. Daha sonra hazırlanan örnekler akım sitometrisi (BD Accuri C6) kullanılarak analiz edildi. Akım sitometrik analizler her örnek için 3 tekrarlı olarak yapıldı. Her bir örnekten en az 5000 nukleus sayıldı (Ergin, 2016). Bir örneğin DNA miktarı, G₁ piki ortalama değerlerine bağlı olarak hesaplandı (Dolezel ve Bartos, 2005):

$$\text{Örneğin 2C DNA değeri (pg)} = \frac{\text{Örneğin G}_1 \text{ pik ortalaması}}{\text{Standardın G}_1 \text{ pik ortalaması}} \times \text{Standardın 2C DNA değeri (pg)}$$

1pg = 978 Mbp (Dolezel vd., 2003)

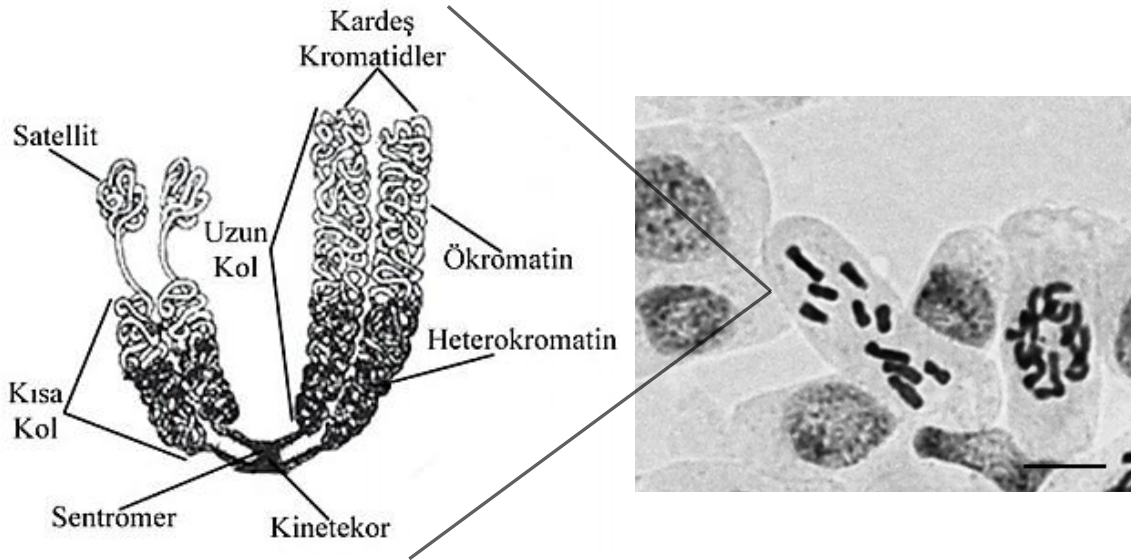
2.5. İstatistiksel Analiz

Akım sitometrik analizler sonucu elde edilen veriler, tek yönlü varyans analizi ile (Tablo 9) (ANOVA), nuklear DNA miktarı ve yükseklik arasındaki ilişki ise korelasyon analizi ile SPSS bilgisayar programında (versiyon 23) istatistiksel açıdan değerlendirildi.

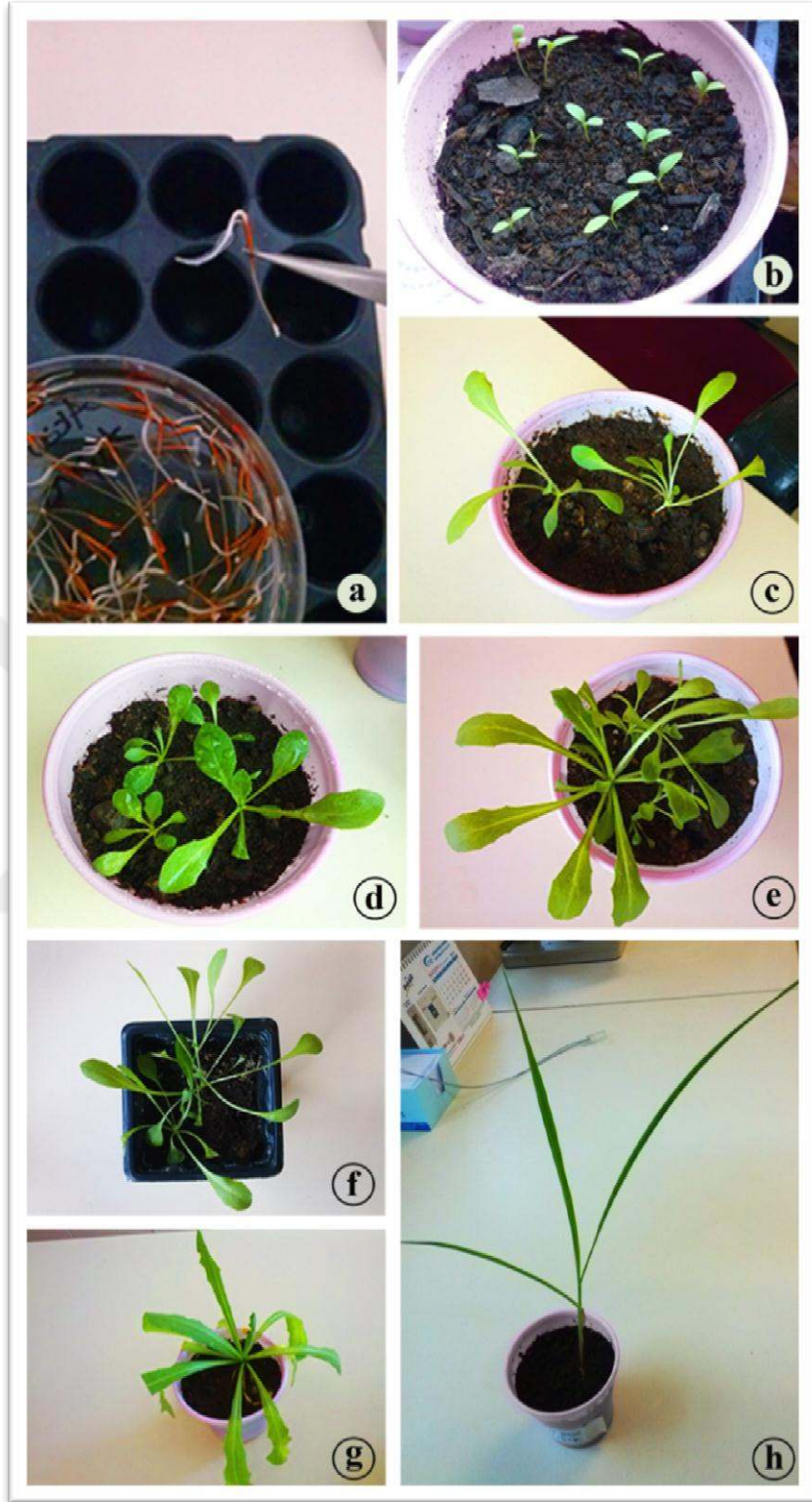


Kol Oranı	Uzun Kol		1,0	1,0	1,7	3,0	7,0
	Kısa Kol			ile	ile	ile	
				1,7	3,0	7,0	∞
			(M)	(m)	(sm)	(st)	(t)

Şekil 3. Sentromerin yerine göre kromozom tiplerinin şematik olarak gösterilmesi



Şekil 4. Genel bir kromozom şekli



Şekil 5. Karyotip ve akım sitometrisi analizlerinde kullanılan bitki materyali
 a: Çimlendirilen akenler. b, c, d, e, f, g: *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın kültüre edilen örnekleri. h: *Zea mays*'ın kültüre edilen örneği.

3. BULGULAR

Crepis foetida subsp. *rhoeadifolia*'nın Trabzon, Ankara, Nevşehir, Erzurum, Ağrı, Van ve Şanlıurfa populasyonlarının karyolojik özellikleri Tablo 2 - 8'de gösterilmiştir. Ayrıca her populasyonun somatik metafaz kromozom fotoğrafları ve bu kromozomlara ait idiogramlar Şekil 6 - 12'de verilmiştir. Buna ilave olarak, her populasyonun akım sitometrik nuklear DNA histogramları Şekil 13 - 19'de gösterilmiştir.

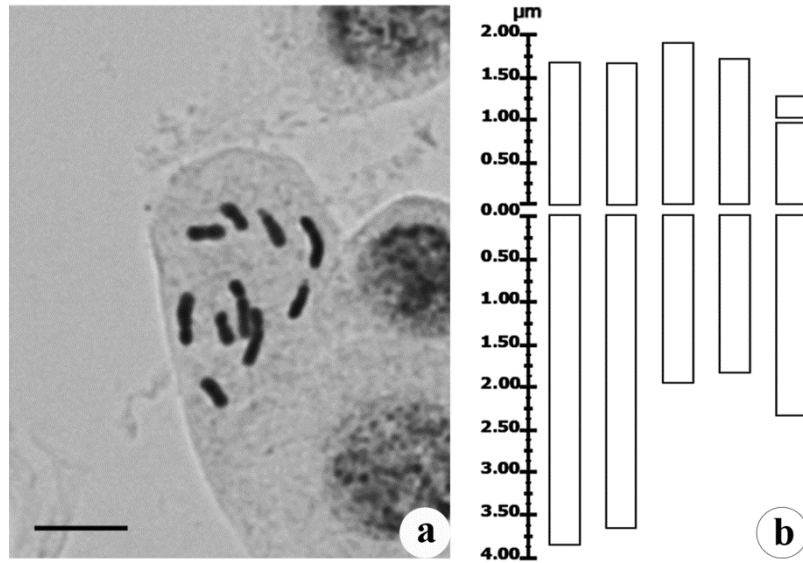
3.1. Karyotip Analizi

3.1.1. Trabzon Populasyonu

Kromozom sayısı $2n = 10$ 'dur. 1, 2, ve 5 numaralı kromozomlar submedian, 3 ve 4 numaralı kromozomlar median sentromerlidir. 5 nolu kromozomların kısa kolu üzerinde satellit mevcuttur. Kromozom uzunluğu $3,29 \mu\text{m}$ ile $5,51 \mu\text{m}$ arasındadır. Kromozomların sentromerik indeksi 28,88 ile 49,09, nisbi boyu ise 15,35 ile 25,71 arasında değişiklik gösterir (Şekil 6 ve Tablo 2) ve B kromozomu yoktur.

Karyotip formülü: $2n = 2x = 10 = 4m+4sm+2sm^{\text{sat}}$

Total karyotip uzunluğu: $21,43 \mu\text{m}$



Şekil 6. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Trabzon populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: $10 \mu\text{m}$, b: Haploid idiogram.

Tablo 2. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Trabzon popülasyonu karyotip verileri

Kromozom Çiftleri	Uzun Kol Uzunluğu (µm)	Kısa Kol Uzunluğu (µm)	Toplam Boy (µm)	Kol Oranı	Satellit	Sentromerik İndeks	Nisbi Boy (%)	Kromozom Tipi
1	3,85±0,14	1,66±0,13	5,51±0,23	2,32	-	30,13	25,71	submetasentrik
2	3,64±0,23	1,64±0,08	5,28±0,25	2,22	-	31,06	24,64	submetasentrik
3	1,95±0,09	1,88±0,05	3,83±0,12	1,04	-	49,09	17,87	metasentrik
4	1,83±0,11	1,69±0,14	3,52±0,21	1,08	-	48,01	16,43	metasentrik
5	2,34±0,11	0,95±0,09	3,29±0,14	2,46	+	28,88	15,35	submetasentrik

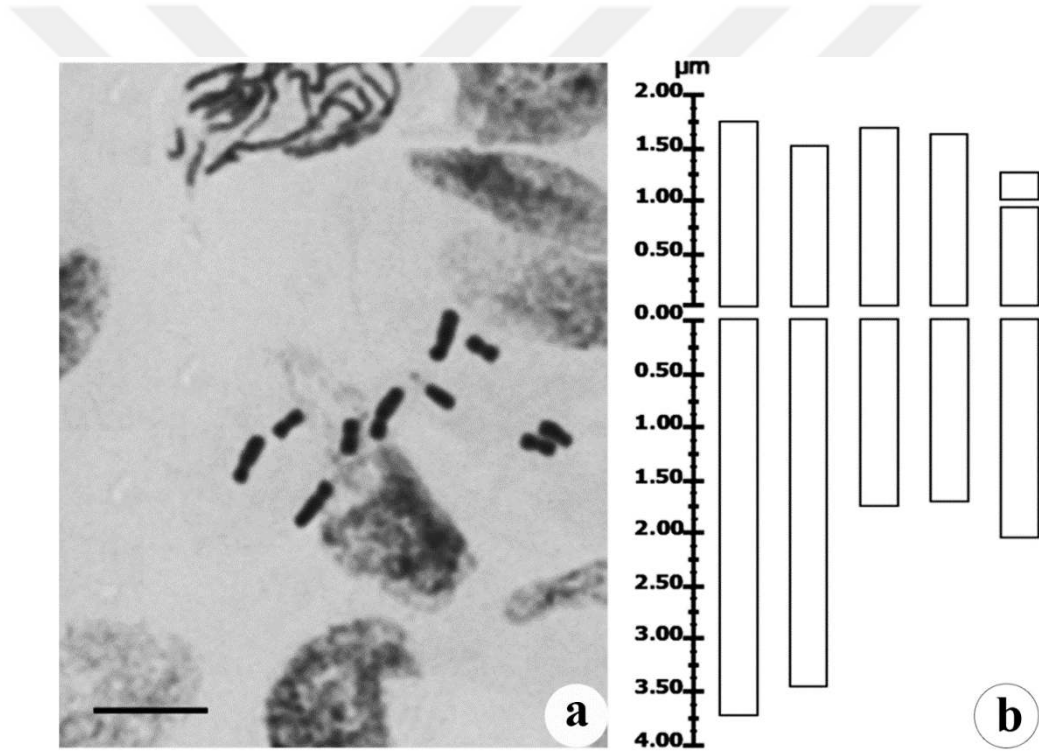
±: Standart sapma

3.1.2. Ankara Populasyonu

Kromozom sayısı $2n = 10$ 'dur. 1, 2, ve 5 numaralı kromozomlar submedian, 3 numaralı kromozom median nokta ve 4 numaralı kromozom median bölge sentromerlidir. 5 nolu kromozomların kısa kolu üzerinde satellit mevcuttur. Kromozom uzunluğu $2,97 \mu\text{m}$ ile $5,46 \mu\text{m}$ arasındadır. Kromozomların sentromerik indeksi 30,44 ile 48,83, nisbi boyu ise 14,75 ile 27,12 arasında değişiklik gösterir (Şekil 7 ve Tablo 3) ve B kromozomu yoktur.

Karyotip formülü: $2n = 2x = 10 = 4m+4sm+2sm^{\text{sat}}$

Total karyotip uzunluğu: $20,13 \mu\text{m}$



Şekil 7. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Ankara populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: $10 \mu\text{m}$, b: Haploid idiogram.

Tablo 3. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Ankara popülasyonu karyotip verileri

Kromozom Çiftleri	Uzun Kol Uzunluğu (µm)	Kısa Kol Uzunluğu (µm)	Toplam Boy (µm)	Kol Oranı	Satellit	Sentromerik İndeks	Nisbi Boy (%)	Kromozom Tipi
1	3,72±0,23	1,74±0,11	5,46±0,32	2,14	-	31,87	27,12	submetasentrik
2	3,45±0,22	1,51±0,16	4,96±0,29	2,29	-	30,44	24,64	submetasentrik
3	1,75±0,10	1,67±0,09	3,42±0,18	1,05	-	48,83	16,99	metasentrik
4	1,71±0,12	1,61±0,09	3,32±0,20	1,06	-	48,49	16,49	metasentrik
5	2,05±0,18	0,92±0,07	2,97±0,18	2,23	+	30,98	14,75	submetasentrik

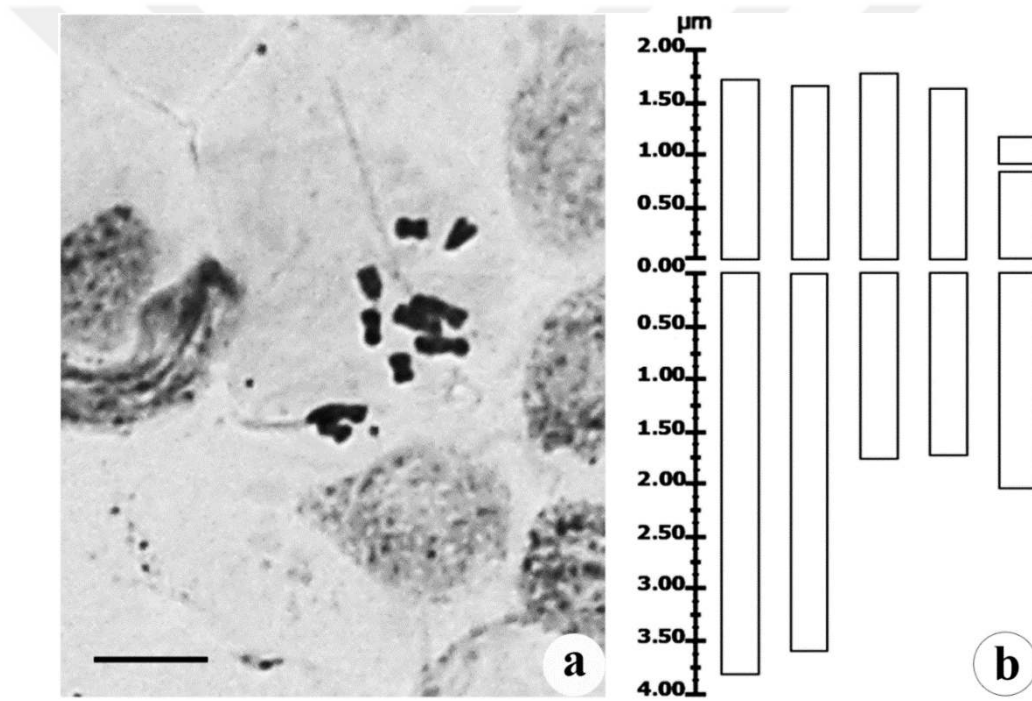
±: Standart sapma

3.1.3. Nevşehir Populasyonu

Kromozom sayısı $2n = 10$ 'dur. 1, 2, ve 5 numaralı kromozomlar submedian, 3 ve 4 numaralı kromozomlar median sentromerlidir. 5 nolu kromozomların kısa kolu üzerinde satellit mevcuttur. Kromozom uzunluğu 2,86 μm ile 5,50 μm arasındadır. Kromozomların sentromerik indeksi 28,67 ile 50,00, nisbi boyu ise 13,99 ile 26,91 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 8 ve Tablo 4) ve B kromozomu yoktur.

Karyotip formülü: $2n = 2x = 10 = 2M+2m+4sm+2sm^{sat}$

Total karyotip uzunluğu: 20,44 μm



Şekil 8. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Nevşehir populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.

Tablo 4. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Nevşehir popülasyonu karyotip verileri

Kromozom Çiftleri	Uzun Kol Uzunluğu (µm)	Kısa Kol Uzunluğu (µm)	Toplam Boy (µm)	Kol Oranı	Satellit	Sentromerik İndeks	Nisbi Boy (%)	Kromozom Tipi
1	3,80±0,44	1,70±0,21	5,50±0,64	2,23	-	30,91	26,91	submetasentrik
2	3,58±0,37	1,64±0,24	5,22±0,58	2,18	-	31,42	25,54	submetasentrik
3	1,76±0,18	1,76±0,18	3,52±0,36	1,00	-	50,00	17,22	metasentrik
4	1,73±0,23	1,61±0,22	3,34±0,43	1,07	-	48,20	16,34	metasentrik
5	2,04±0,21	0,82±0,06	2,86±0,23	2,48	+	28,67	13,99	submetasentrik

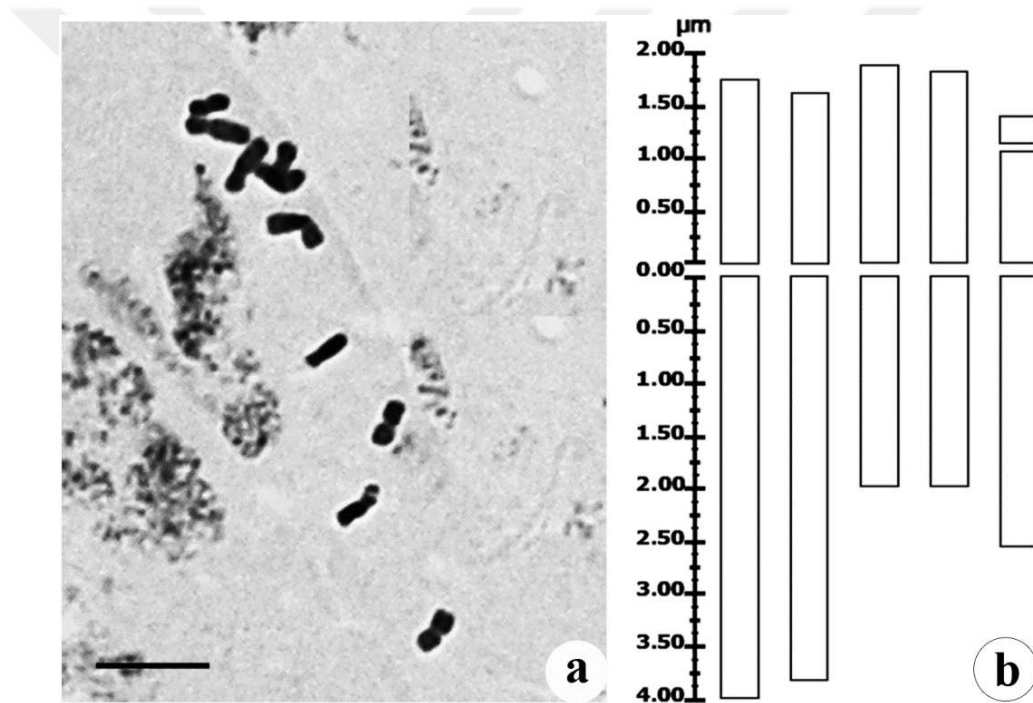
±: Standart sapma

3.1.4. Erzurum Populasyonu

Kromozom sayısı $2n = 10$ 'dur. 1, 2, ve 5 numaralı kromozomlar submedian, 3 ve 4 numaralı kromozomlar median sentromerlidir. 5 nolu kromozomların kısa kolu üzerinde satellit mevcuttur. Kromozom uzunluğu 3,60 μm ile 5,80 μm arasındadır. Kromozomların sentromerik indeksi 29,17 ile 48,57, nisbi boyu ise 16,04 ile 25,84 arasında değişlik göstermektedir (Şekil 9 ve Tablo 5) ve B kromozomu yoktur.

Karyotip formülü: $2n = 2x = 10 = 4m+4sm+2sm^{sat}$

Total karyotip uzunluğu: 22,45 μm



Şekil 9. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Erzurum populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.

Tablo 5. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Erzurum popülasyonu karyotip verileri

Kromozom Çiftleri	Uzun Kol Uzunluğu (µm)	Kısa Kol Uzunluğu (µm)	Toplam Boy (µm)	Kol Oranı	Satellit	Sentromerik İndeks	Nisbi Boy (%)	Kromozom Tipi
1	4,07±0,54	1,73±0,28	5,80±0,78	2,35	-	29,83	25,84	submetasentrik
2	3,81±0,57	1,61±0,26	5,42±0,80	2,37	-	29,70	24,14	submetasentrik
3	1,98±0,34	1,87±0,41	3,85±0,73	1,06	-	48,57	17,15	metasentrik
4	1,98±0,38	1,80±0,39	3,78±0,76	1,10	-	47,62	16,84	metasentrik
5	2,55±0,55	1,05±0,34	3,60±0,86	2,43	+	29,17	16,04	submetasentrik

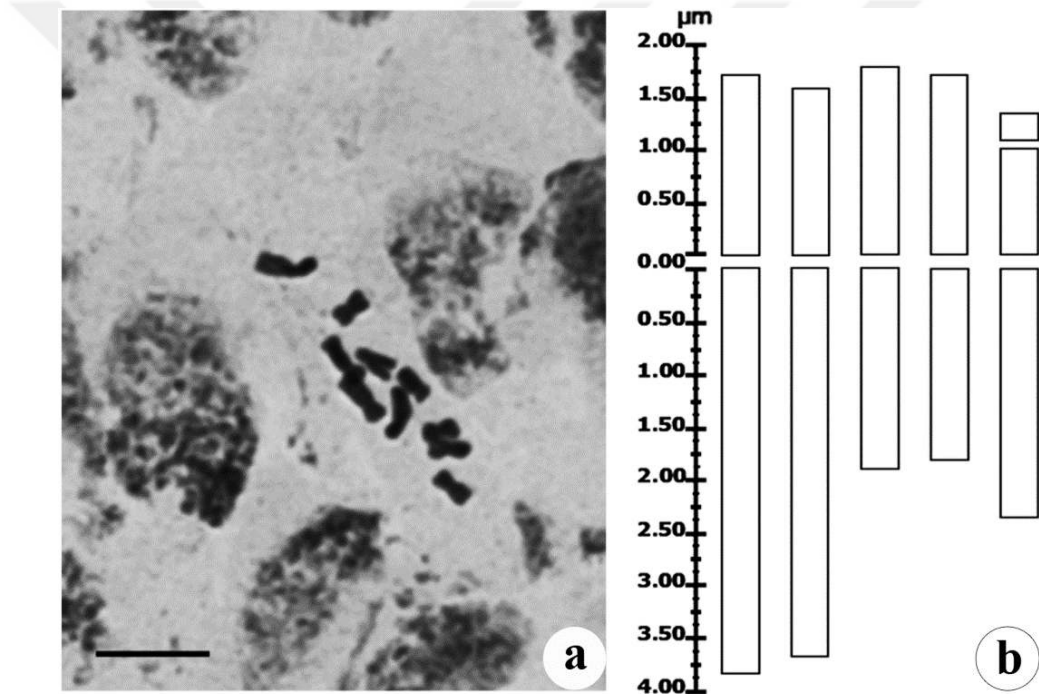
±: Standart sapma

3.1.5. Ağrı Populasyonu

Kromozom sayısı $2n = 10$ 'dur. 1, 2, ve 5 numaralı kromozomlar submedian, 3 ve 4 numaralı kromozomlar median sentromerlidir. 5 nolu kromozomların kısa kolu üzerinde satellit mevcuttur. Kromozom uzunluğu 3,35 μm ile 5,51 μm arasındadır. Kromozomların sentromerik indeksi 29,85 ile 48,57, nisbi boyu ise 15,75 ile 25,91 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 10 ve Tablo 6) ve B kromozomu yoktur.

Karyotip formülü: $2n = 2x = 10 = 4m+4sm+2sm^{sat}$

Total karyotip uzunluğu: 21,27 μm



Şekil 10. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Ağrı populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.

Tablo 6. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Ağrı populasyonu karyotip verileri

Kromozom Çiftleri	Uzun Kol Uzunluğu (µm)	Kısa Kol Uzunluğu (µm)	Toplam Boy (µm)	Kol Oranı	Satellit	Sentromerik İndeks	Nisbi Boy (%)	Kromozom Tipi
1	3,82±0,49	1,69±0,19	5,51±0,64	2,26	-	30,67	25,91	submetasentrik
2	3,66±0,59	1,58±0,22	5,24±0,78	2,32	-	30,15	24,64	submetasentrik
3	1,90±0,31	1,77±0,26	3,67±0,56	1,07	-	48,23	17,25	metasentrik
4	1,80±0,32	1,70±0,24	3,50±0,55	1,06	-	48,57	16,46	metasentrik
5	2,35±0,38	1,00±0,12	3,35±0,47	2,35	+	29,85	15,75	submetasentrik

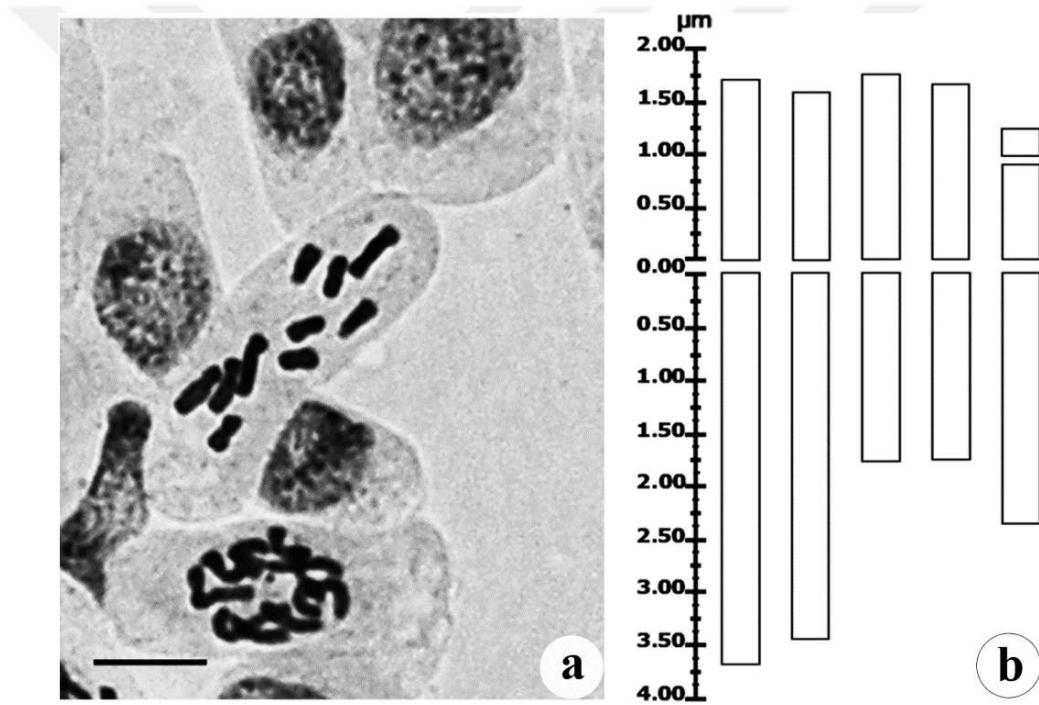
±: Standart sapma

3.1.6. Van Populasyonu

Kromozom sayısı $2n = 10$ 'dur. 1, 2, ve 5 numaralı kromozomlar submedian, 3 ve 4 numaralı kromozomlar median sentromerlidir. 5 nolu kromozomların kısa kolu üzerinde satellit mevcuttur. Kromozom uzunluğu 3,24 μm ile 5,37 μm arasındadır. Kromozomların sentromerik indeksi 27,47 ile 49,44, nisbi boyu ise 15,77 ile 26,13 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 11 ve Tablo 7) ve B kromozomu yoktur.

Karyotip formülü: $2n = 2x = 10 = 4m+4sm+2sm^{sat}$

Total karyotip uzunluğu: 20,55 μm



Şekil 11. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Van populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: 10 μm , b: Haploid idiogram.

Tablo 7. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Van populasyonu karyotip verileri

Kromozom Çiftleri	Uzun Kol Uzunluğu (μm)	Kısa Kol Uzunluğu (μm)	Toplam Boy (μm)	Kol Oranı	Satellit	Sentromerik İndeks	Nisbi Boy (%)	Kromozom Tipi
1	3,68 $\pm$ 0,09	1,69 $\pm$ 0,11	5,37 $\pm$ 0,15	2,18	-	31,47	26,13	submetasentrik
2	3,44 $\pm$ 0,17	1,58 $\pm$ 0,15	5,02 $\pm$ 0,27	2,18	-	31,47	24,43	submetasentrik
3	1,80 $\pm$ 0,09	1,76 $\pm$ 0,12	3,56 $\pm$ 0,21	1,02	-	49,44	17,32	metasentrik
4	1,74 $\pm$ 0,12	1,62 $\pm$ 0,09	3,36 $\pm$ 0,20	1,07	-	48,21	16,35	metasentrik
5	2,35 $\pm$ 0,11	0,89 $\pm$ 0,07	3,24 $\pm$ 0,18	2,65	+	27,47	15,77	submetasentrik

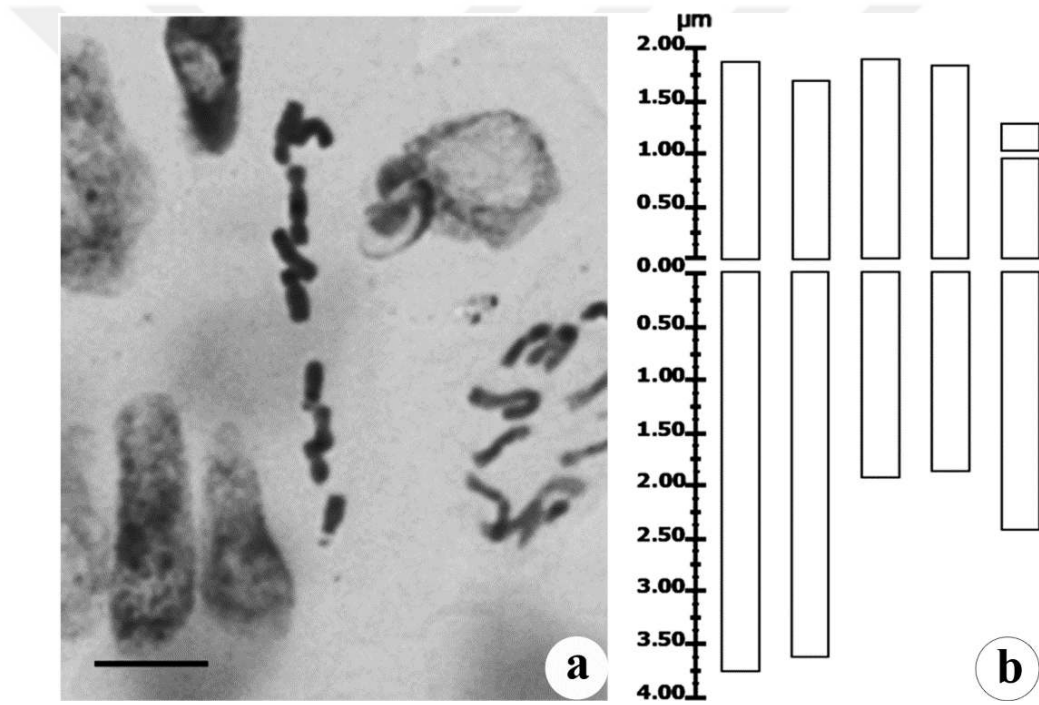
$\pm$: Standart sapma

3.1.7. Şanlıurfa Populasyonu

Kromozom sayısı $2n = 10$ 'dur. 1, 2, ve 5 numaralı kromozomlar submedian, 3 ve 4 numaralı kromozomlar median sentromerlidir. 5 nolu kromozomların kısa kolu üzerinde satellit mevcuttur. Kromozom uzunluğu $3,37 \mu\text{m}$ ile $5,60 \mu\text{m}$ arasındadır. Kromozomların sentromerik indeksi 27,89 ile 50,14, nisbi boyu ise 15,54 ile 25,83 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 12 ve Tablo 8) ve B kromozomu yoktur.

Karyotip formülü: $2n = 2x = 10 = 4m+4sm+2sm^{\text{sat}}$

Total karyotip uzunluğu: $21,68 \mu\text{m}$



Şekil 12. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Şanlıurfa populasyonu. a: Somatik metafaz ($2n = 10$). Ölçek: $10 \mu\text{m}$, b: Haploid idiogram.

Tablo 8. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Şanlıurfa populasyonu karyotip verileri

Kromozom Çiftleri	Uzun Kol Uzunluğu (µm)	Kısa Kol Uzunluğu (µm)	Toplam Boy (µm)	Kol Oranı	Satellit	Sentromerik İndeks	Nisbi Boy (%)	Kromozom Tipi
1	3,75±0,42	1,85±0,23	5,60±0,62	2,03	-	33,04	25,83	submetasentrik
2	3,61±0,49	1,68±0,19	5,29±0,65	2,15	-	31,76	24,40	submetasentrik
3	1,93±0,32	1,88±0,28	3,81±0,60	1,03	-	49,34	17,57	metasentrik
4	1,86±0,25	1,81±0,32	3,61±0,57	0,99	-	50,14	16,65	metasentrik
5	2,43±0,38	0,94±0,09	3,37±0,45	2,59	+	27,89	15,54	submetasentrik

±: Standart sapma

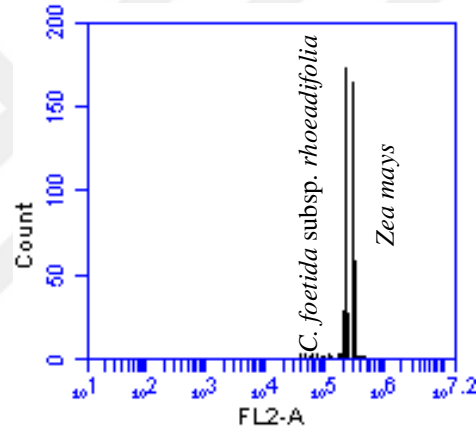
3.2. Akım Sitometrik Analiz

3.2.1. Trabzon Populasyonu

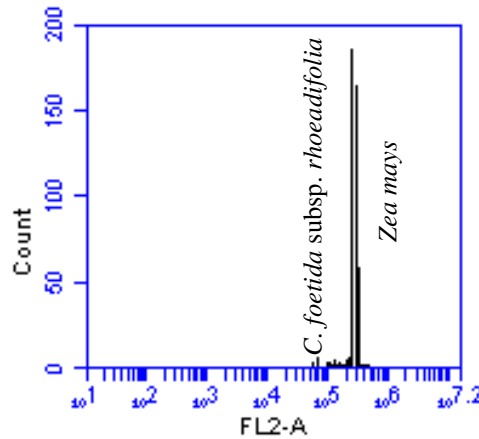
Nuklear DNA miktarı 2C değeri 3,83 pg olup 1C değeri 1,92 pg'dır. Nuklear DNA miktarı 2C değeri 3745,74 Mbp'ne karşılık gelmektedir.

3.2.2. Ankara Populasyonu

Nuklear DNA miktarı 2C değeri 4,16 pg olup 1C değeri 2,08 pg'dır. Nuklear DNA miktarı 2C değeri 4068,48 Mbp'ne karşılık gelmektedir.



Şekil 13. Trabzon populasyonunun akım sitometrik histogramı



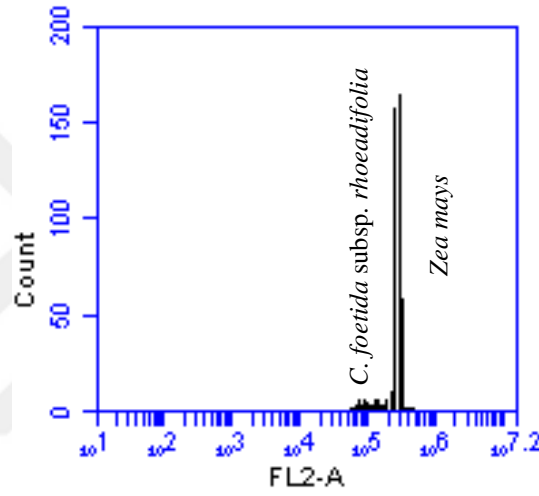
Şekil 14. Ankara populasyonunun akım sitometrik histogramı

3.2.3. Nevşehir Populasyonu

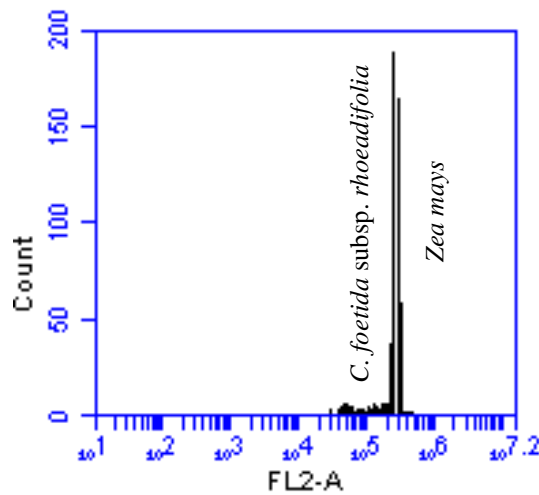
Nuklear DNA miktarı 2C değeri 4,35 pg olup 1C değeri 2,18 pg'dır. Nuklear DNA miktarı 2C değeri 4254,30 Mbp'ne karşılık gelmektedir.

3.2.4. Erzurum Populasyonu

Nuklear DNA miktarı 2C değeri 4,22 pg olup 1C değeri 2,11 pg'dır. Nuklear DNA miktarı 2C değeri 4127,16 Mbp'ne karşılık gelmektedir.



Şekil 15. Nevşehir populasyonunun akım sitometrik histogramı



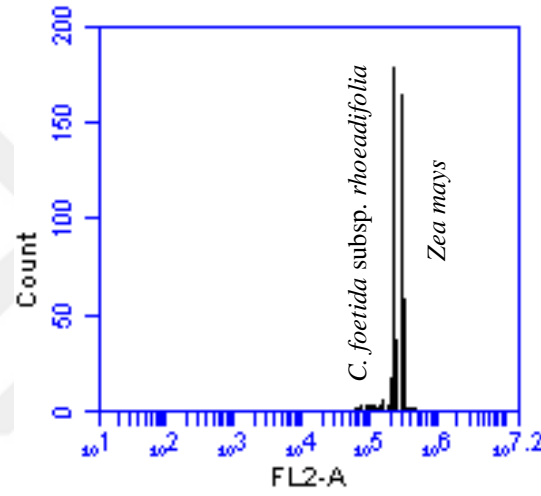
Şekil 16. Erzurum populasyonunun akım sitometrik histogramı

3.2.5. Ağrı Populasyonu

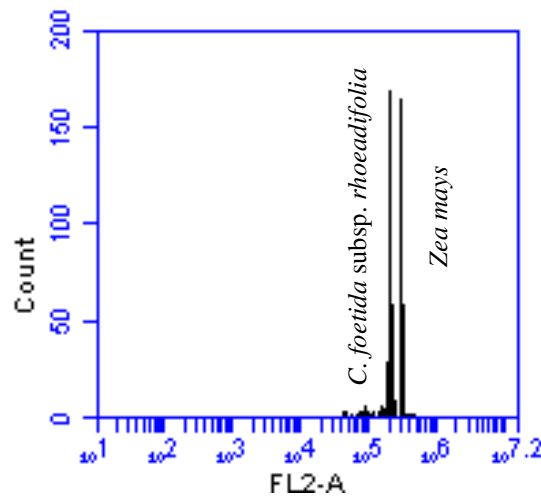
Nuklear DNA miktarı 2C değeri 4,27 pg olup 1C değeri 2,14 pg'dır. Nuklear DNA miktarı 2C değeri 4176,06 Mbp'ne karşılık gelmektedir.

3.2.6. Van Populasyonu

Nuklear DNA miktarı 2C değeri 3,72 pg olup 1C değeri 1,86 pg'dır. Nuklear DNA miktarı 2C değeri 3638,16 Mbp'ne karşılık gelmektedir.



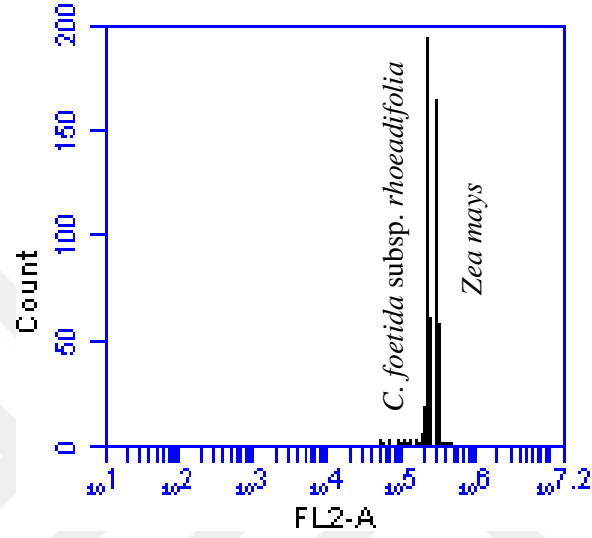
Şekil 17. Ağrı populasyonunun akım sitometrik histogramı



Şekil 18. Van populasyonunun akım sitometrik histogramı

3.2.7. Şanlıurfa Populasyonu

Nuklear DNA miktarı 2C değeri 3,96 pg olup 1C değeri 1,98 pg'dır. Nuklear DNA miktarı 2C değeri 3872,88 Mbp'ne karşılık gelmektedir.



Şekil 19. Şanlıurfa populasyonunun akım sitometrik histogramı

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Trabzon, Ankara, Nevşehir, Erzurum, Ağrı, Van ve Şanlıurfa populasyonlarının karyotip ve akım sitometrik analizleri ilk kez yapılmıştır ve elde edilen verilerin ekolojik parametrelerle (yükseklik, habitat, coğrafik konum) olan ilişkisi araştırılmıştır. Her populasyonun karyotip analiz verileri Tablo 2 - 8'de verilmiştir. Aynı zamanda tüm populasyonların karyolojik özellikleri ve populasyonlar arası nuklear DNA miktarında meydana gelen değişimler Tablo 9' da özetlenmiştir.

Yapılan bu tez çalışmasında, *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın ülkemizdeki 7 populasyonunun kromozom sayısı $2n = 2x = 10$ olarak tespit edilmiştir. B kromozomuna rastlanılmamıştır. Bu alttürün incelenen populasyonları arasında kromozom sayının değişmediği görülmektedir (Şekil 6 - 12). Elde edilen bu sonuçlar ilgili literatür verileri ile uygunluk göstermektedir (Babcock, 1947b; Dimitrova, 1999; Dimitrova vd. 1999).

Crepis foetida subsp. *rhoeadifolia*'nın kromozom sayısı ile ilgili olarak çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen, kromozom morfoloji ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın detaylı kromozom morfolojisi Dimitrova (1999) ve Dimitrova vd. (1999) tarafından Bulgaristan populasyonlarından rapor edilmiştir ve populasyonlar arasında karyotipin değişmediği belirtilmiştir. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın incelenen 7 Türkiye populasyonunun karyolojik özelliklerinin, satellitli kromozomlar hariç, büyük ölçüde Bulgaristan populasyonları ile benzer olduğu görülmektedir. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Bulgaristan populasyonlarının karyotiplerinde 3. kromozomda satellit bulunurken (Dimitrova vd., 1999), bu alttürün incelenen Türkiye populasyonlarının karyotiplerinde ise satellit 5. kromozomda yer almaktadır. Diğer yandan, *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın incelenen 7 Türkiye populasyonundan sadece Nevşehir populasyonunda median nokta sentromerli kromozomlar vardır (Tablo 9), diğer tüm populasyonlarda ise kromozomlar median ve submedian bölge sentromerlidir. Elde edilen bu sonuçlar, incelenen Türkiye populasyonlarında bu alttürün karyotipinin büyük ölçüde değişmediğini göstermektedir. Bu alttürün Bulgaristan populasyonları ise median ve submedian bölge sentromerli kromozomlara sahiptir.

Tablo 9. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia* populasyonlarının karyotip ve akım sitometrik analiz verileri

Populasyon	2n	Karyotip Formülü	Kromozom Uzunluğu (µm)	Kol Oranı	Toplam Karyotip Uzunluğu (µm)	Nuklear DNA Miktarı (2C) pg
Trabzon (A8)	10	4m+4sm+2sm ^{sat}	3,29-5,51	1,82	21,43	3,83±0,08 ^{ab}
Ankara (B4)	10	4m+4sm+2sm ^{sat}	2,97-5,46	1,75	20,13	4,16±0,28 ^{cd}
Nevşehir (B5)	10	2M+2m+4sm+2sm ^{sat}	2,86-5,50	1,80	20,44	4,35±0,29 ^d
Erzurum (B8)	10	4m+4sm+2sm ^{sat}	3,60-5,80	1,86	22,45	4,22±0,35 ^d
Ağrı (B9)	10	4m+4sm+2sm ^{sat}	3,35-5,51	1,81	21,27	4,28±0,13 ^d
Van (B9)	10	4m+4sm+2sm ^{sat}	3,24-5,37	1,82	20,55	3,72±0,21 ^a
Şanlıurfa (C7)	10	4m+4sm+2sm ^{sat}	3,37-5,60	1,76	21,68	3,96±0,20 ^{bc}

P = 0,05

Dolaysıyla, gerek Türkiye populasyonları, gerekse Türkiye ile Bulgaristan populasyonları arasında karyotipte tespit edilen bu küçük değişimler, alttür içerisindeki coğrafik varyasyonları temsil edebilir. Benzer şekilde, *Crepis* cinsinin diğer üyeleri (Dimitrova, 1998) ile *Tripleurospermum* cinsinde de küçük karyotip varyasyonlarına rastlanılmıştır (İnceer ve Beyazoglu, 2004).

Dimitrova vd. (1999) Feulgen mikrodensitometrisi ve akım sitometrisi ile yapmış oldukları çalışmada *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Bulgaristan populasyonlarında genom büyüklüğünü (1C) sırasıyla 2,15 ve 2.17 pg olarak tespit etmişlerdir. Bu tez kapsamında yapılan akım sitometrik analizler ile *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın nuklear DNA miktarının (2C) populasyonlar arasında 3,72 ile 4,35 pg, monoploid genom büyüklüğünün (1C) ise 1,86 ile 2.18 pg arasında değiştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, populasyonlar arasında nuklear DNA miktarında önemli ölçüde varyasyonlar tespit edilmiştir (Tablo 9). Elde edilen nuklear DNA verileri bu alttürün küçük bir genoma sahip olduğunu göstermektedir. Diğer yandan, bu taksonun gerek Türkiye populasyonları gerekse Türkiye ile Bulgaristan populasyonları arasında tespit edilen genom büyüklüğündeki varyasyonların, bu alttürün farklı ekolojik ortamlara adaptasyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Kapalı tohumlu bitkilerin bazı üyelerinde nuklear DNA miktarı ile ekolojik faktörlerden yükseklik arasında pozitif veya negatif bir ilişki tespit edilmiştir (Godella vd. 1993; Cerbah vd. 1999; Temsch ve Greilhuber, 2001; Garcia vd. 2005). Bu çalışmada, *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın incelenen populasyonlarında, nuklear DNA miktarı ile yükseklik arasında önemli bir ilişkiye ($P = 0,05$) rastlanmamıştır. Diğer yandan, bu alttürün Ağrı ve Van populasyonları aynı coğrafik alan (B9 karesinde) ve fitocoğrafik bölgede (İran-Turan) yer almasına rağmen, nuklear DNA miktarında önemli ölçüde varyasyonlar tespit edilmiştir (Tablo 9). Tespit edilen bu genom varyasyonlarının incelenen populasyonların alpin veya alpin olmayan bölgelerde yer almasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇLAR

1. Bu çalışmada, *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın ülkemizdeki 7 popülasyonu (Trabzon, Ankara, Nevşehir, Erzurum, Ağrı, Van ve Şanlıurfa) detaylı olarak ilk kez karyolojik ve akım sitometrik yönden incelenmiştir.
2. İncelenen popülasyonların kromozom sayısı $2n = 2x = 10$ olarak tespit edilmiştir. Popülasyonlar arasında kromozom sayısında herhangi bir değişme gözlenmemiştir.
3. İncelenen popülasyonların karyotiplerinin metasentrik ve submetasentrik kromozomlardan oluştuğu tespit edilmiştir. Popülasyonlar arasında kromozom morfolojisinin önemli ölçüde değişmediği belirlenmiştir.
4. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın incelenen popülasyonlarda nuklear DNA miktarının (2C) 3,72 ile 4,35 pg arasında, monoploid genom büyüklüğünün (1C) ise 1.86 ile 2.18 pg arasında değiştiği tespit edilmiştir.
5. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın incelenen popülasyonları arasında nuklear DNA miktarında önemli ölçüde varyasyonlar tespit edilmiştir. Nuklear DNA miktarındaki varyasyonların, bu alttürde yükseklikle ilişkili olmadığı, ancak aynı coğrafik alanda yer alan alpin veya alpin olmayan bölgelerde bulunan popülasyonlar arasında ise nuklear DNA varyasyonlarının önemli olduğu ortaya konulmuştur.
6. Elde edilen veriler ile *Crepis* cinsinin kromozom ve nuklear DNA verileri ile ilgili bilgi birikimine katkılar sağlanmıştır.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmada, *C. foetida* subsp. *rhoeadifolia*'nın Trabzon, Ankara, Nevşehir, Erzurum, Ağrı, Van ve Şanlıurfa populasyonlarının karyotip ve akım sitometrik analizleri yapılmış ve populasyonlar arasında karyotip ve nuklear DNA miktarındaki varyasyonlar ile bu varyasyonların bazı ekolojik faktörlerle olan ilişkisi araştırılmıştır. Bu polimorfik taksonunun genomunda meydana gelen değişmeler, kromozom bantlaşması, *in situ* hibridizasyon teknikleri ve moleküler markörler ile detaylı bir şekilde araştırılabilir. Genomda meydana gelen varyasyonların fenotipik plastisite üzerine olan etkisi belirlenebilir. Böylece alttür içinde olası varyantlar tespit edilebilir.

7. KAYNAKÇA

- Aksu, N., 2011. Bazı *Achillea* L. (Asteraceae) Taksonlarının Karyolojik Analizi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Altundağ, E. ve Öztürk, M., 2011. Ethnomedicinal Studies on The Plant Resources of East Anatolia, Turkey, Procedia Social and Behavioral Sciences, 19, 756-777.
- Arabacı, T., 2006. Türkiye’de Yetişen *Achillea* L. (Asteraceae) Cinsinin Revizyonu, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Babcock, E. B., 1947b. The Genus *Crepis* II: Systematic Treatment, University of California Publications 22, University of California Press, Berkeley & Los Angeles.
- Babcock, E., B. ve Cameron, D., R., 1934. Chromosomes and Phylogeny in *Crepis* II. The Relationships of One Hundred Eight Species, University of California Publications in Agricultural Science, 6, 287-324.
- Babcock, E., B. ve Jenkins, J., A., 1943. Chromosomes and Phylogeny in *Crepis*, III: The Relationships of One Hundred and Thirteen Species, University of California Publications in Agricultural Science, 18, 241-292.
- Babcock, E., B. ve Navashin M., S., 1930. The genus *Crepis*. Bibliographia Genetica, 6, 1-90.
- Babcock, E., B., Systematics, 1942. Cytogenetics and Evolution in *Crepis*, The New York Botanical Garden, 8, 3, 139-190.
- Babcock, E., B., 1947a. The Genus *Crepis* I: The Taxonomy, Phylogeny, Distribution and Evolution of *Crepis*, University of California Publications 21, University of California Press, Berkeley & Los Angeles.
- Bennett, M., D. ve Leitch, I., J., 1997. Nuclear DNA amounts in angiosperms - 583 new estimates, Annals of Botany, 80, 169-196.
- Bennett, M., D., Leitch, I., J., ve Hanson, L., 1998. DNA Amounts in Two Samples of Angiosperm Weeds, Annals of Botany, 82, 1, 21-234.
- Bremer, K., 1993b. Ancestral areas-a cladistic reinterpretation of the center of origin concept, Systematic Biology, 41, 436-445.

- Bremer, K., 1994. *Compositae: Cladistics and Classification*, Timber Press. Portland, Oregon: U.S.A.
- Cerbah, M., Coulaud, J., Brown, S., C. ve Siljak-Yakovlev, S., 1999. Evolutionary DNA variation in the genus *Hypochaeris*, Heredity, 82, 261-266.
- Crawford, D., J., Mort, M., E., ve Archibald, J., K., 2005. Biosystematics, chromosomes and molecular data: melding the old and the new, Taxon, 54, 285-289.
- Cronquist, A., 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*, 1021-1028, Columbia University Press, New York.
- Çakılcioglu, U. ve Türkoğlu, I., 2010. An ethnobotanical survey of medicinal plants in Sivrice (Elazig, Turkey), Journal of Ethnopharmacology, 132, 165-75.
- Davis, P., H., Mill, R., R. ve Tan, K., 1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol.10, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Dimitrova, D. ve Greilhuber, J., 2000. Karyotype and DNA-content evolution in ten species of *Crepis* (Asteraceae) distributed in Bulgaria, Botanical Journal of the Linnean Society, 132, 281-297.
- Dimitrova, D., 1998. Reports (754-756). In: Kamari, G., Felber, F., Garbari, F. (ed.), *Mediterranean chromosome number reports*. Flora Medihma, 8, 287-290.
- Dimitrova, D., 1999. Report (754-756). In: Kamari, G., Felber, F., Garbari, F. (ed.), *Mediterranean chromosome number reports*. Flora Medihma 9: 323-387.
- Dimitrova, D., Ebert, I., Greilhuber, J. ve Kozhuharov, S., 1999. Karyotype constancy and genome size variation in Bulgarian *Crepis foetida* s. 1. (Asteraceae), Plant Systematics and Evolution, 217, 245-257.
- Dolezel, J. ve Bartos, J., 2005. Plant DNA Flow cytometry and estimation of nuclear genome size, Annals of Botany, 95 (1), 99-110.
- Dolezel, J., Bartos, J., Voglmayr, H. ve Greilhuber, J., 2003. Nuclear DNA content and genome size of trout and human, Research Gate, 51, 2, 127-8.
- Dolezel, J., Greilhuber, J. ve Suda, J., 2007. *Flow Cytometry with Plant Cells*, Federal Republic of Germany.
- Dolezel, J., Greilhuber, J. ve Suda, J., 2007. Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry, Nat. Protoc., 2, 9, 2233-44.

- Ekim, T., 2012. *Crepis*, In: Güner, A., (ed.), Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. T., Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, 140-211.
- Elçi, Ş., 1994. Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler, 100. Yıl Üniversitesi Yayınları, Van, 238 s.
- Enke, N. ve Gemeinholzer, B., 2008. Babcock revisited: New insights into generic delimitation and character evolution in *Crepis* L. (Compositae: Cichorieae) from ITS and *matK* sequence data, Taxon, 57, 3, 756-768.
- Enke, N., Fuchs, J. ve Gemeinholzer, B., 2011. Shrinking genomes? Evidence from genome size variation in *Crepis* (Compositae), Plant Biology, 13, 185-193
- Enke, N., Kunze, R., Pustahija, F., Glockner, G., Zimmermann, J., Oberländer, J., Kamari, G. ve Siljak-Yakovlev, S., 2015. Genome size shifts: karyotype evolution in *Crepis* section *Neglectoides* (Asteraceae), Plant Biology, 17, 775-786.
- Enke, N., 2008. Phylogeny and Character Evolution in the Genus *Crepis* L. (Cichorieae, Compositae), Doctoral Thesis, Eingereicht im Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie, der Freien Universität Berlin.
- Ergin, T., 2016. *Allium cepa* L. Meristematik Kök Hücreleri Üzerine *Rosa canina* L. İnfüzyonlarının Antimutajenik Etkisinin Araştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon,.
- Ertuğ, F., 2000. An ethnobotanical study in central Anatolia (Turkey), Economic Botany, 54, 155-82.
- Evenari, M., 1984. Seed physiology: its history from antiquity to the beginning of the 20th century, The Botanical Review, 50, 2, 119-142.
- Garcia, S., Inceer, H., Garnatje, T. ve Valles, J., 2005. Genome size variation in some representatives of the genus *Tripleurospermum*, Biologia Plantarum, 49, 3, 381-387.
- Godelle, B., Cartier, D., Marie, D., Brown, S., C. ve Siljak-Yakovlev, S., 1993. Heterochromatin study demonstrating the non-linearity of fluorometry useful for calculating genomic base composition, Cytometry, 14, 618-626.
- Grant, V., 1982. Periodicities in the chromosome numbers of the angiosperm. Botanical Gazette, 143, 379-389.

- Greilhuber, J. ve Ehrendorfer, E., 1988. Karyological approaches to plant taxonomy. ISI Atlas Science, Animal Plant Sci. 1, 289-297.
- Greilhuber, J., 1998. Intraspecific variation in genome size: a critical reassessment, Annals of Botany, 82, 27-35.
- Hameed, M., A., 2016. Vascular Plant Taxa Of Hujran Basın Erbil / Iraq, Master Thesis, Epartment of Bioengineering and Sciences, Kahramanmaraş-Turkey.
- Hollingshead, L. ve Babcock, E., B., 1930. Chromosomes and phylogeny in *Crepis*, 6: 1-52, University of California Publications in Agricultural Science.
- Idziak, D., Hazuka, I., Poliwczak, B., Wiszynska, A., Wolny, E. ve Hasterok, R., 2014. Insight into the karyotype evolution of *brachypodium* species using comparative chromosome barcoding, Plos One, 9, 3.
- İnceer, H. ve Beyazoglu, O., 2004. Karyological studies in *Tripleurospermum* (Asteraceae, Anthemideae) from North-East Anatolia, Botanical Journal of the Linnean Society, 146, 427-438.
- İnceer, H. ve Hayirlioglu-Ayaz, S., 2007. Chromosome numbers in the tribe Anthemideae (Asteraceae) from north-east Anatolia, Botanical Journal of the Linnean Society, 153, 203-211.
- İnceer, H. ve Hayirlioglu-Ayaz, S., 2010. Chromosome numbers in *Tripleurospermum* Sch. Bip. (Asteraceae) and closely related genera: relationships between ploidy level and stomatal length, Plant Systematics Evolution, 285, 3-4, 149-157.
- İnceer, H., Aksu-Kalmuk, N., İmamoğlu, K., V., Duman, Ö., Hayirlioglu-Ayaz, S. ve Arslan, G., 2016. Micromorphological, anatomical and cytogenetical studies in endemic *Crepis macropus* Boiss. & Heldr. (Asteraceae) from Turkey, Acta Botanica Croatica, 75, 2, 173-178.
- İnceer, H., Ayaz, S., Aksu Kalmuk, N., İmamoğlu, K. V., Arslan, G., Duman, Ö. ve Güner, G., 2015. Türkiye *Crepis* L. (Asteraceae) Taksonlarının Morfolojik, Anatomik, Sitogenetik ve Moleküler Karakterizasyonu, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Proje No: 112T132, Ankara.
- İnceer, H., 1998. Bazı *Lilium* L. (Liliaceae) Türlerinin Karyotip Analizleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- İnceer, H., 2003. Doğu Karadeniz Bölgesi *Tripleurospermum* sch. Bip. (Asteraceae) Türlerinin Morfolojik ve Sitotaksonomik Yönden İncelenmesi, Karadeniz

Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Trabzon.

- Jansen, R., K., Michaels, H., J. ve Palmer, J., D., 1991. Phylogeny and character evolution in the Asteraceae based on chloroplast DNA restriction site mapping, Systematic Botany, 16, 98-115.
- Jones, R., N. ve Brown, L., M., 1976. Chromosome Evolution and DNA Variation in *Crepis*, Department of Agricultural Botany, University College of Wales, Aberystwyth, Heredity, 36, 1, 91-104
- Jones, R., N. ve Rickards, G., K., 1990. Practical Genetics, Open Universtiy Press, Buckingham.
- Kamari, G., 1976. Cytotaxonomic Study of the *Crepis neglecta* Complex in Greece. Ph.D. Thesis, University of Patras.
- Kiortsis, B., 1989. Aristotle the Founder of Biology. Biology, Philosophy, Science, Perspectives (in Greek). Hellenic Society of Biological Sciences, Athens.
- Lack, H., W., 2007. Tribe Cichorieae Lam. & DC. (1806). In: Kadereit, J. W. and Jeffrey, C. (eds), The Families and Genera of Vascular Plants. Vol. VIII. Asterales. Springer, 180-199.
- Lamond, J., M., 1975. *Crepis*, In: Davis, P., H. (ed.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Press, 5, 823-840, Edinburgh University.
- Leitch, I., J., Chase, M., W. ve Bennett, M., D., 1998. Phylogenetic analysis of C-DNA values provides evidence for a small ancestral genome size in flowering plants, Annals of Botany, 82, 85-94.
- Levan, A., Fredga, K. ve Sandberg, A., A., 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes, Hereditas, 52, 2, 201-220.
- Loureiro, J., Rodriguez, E., Dolezel, J. ve Conceição, S., 2007. Two new nuclear isolation buffers for plant DNA flow cytometry: a test with 37 species, Annals of Botany, 100, 875-888.
- Masterson, J., 1994. Stomatal size in fossil plants: evidence for polyploidy in majority of angiosperm. Science, 264, 421-424.
- McDiarmid, J., B., 1976. Theophrastus, In Gillispie, C., C. (ed.), 13, 328-334, Dictionary of scientific biography, New York.

- Morton, A., G., 1981. History of Botanical Science: an Account of The Development of Botany From Ancient Times to The Present Day, Press 3, Academic Press.
- Muratova, E., N., Sedelnikova, T., S., Pimenov, A., V., Karpjuk, T., V., Sizikh, O., A. ve Kvitko, O., V., 2007. Karyological analysis of larch species from Siberia and the far east of Russia, Forest Science and Technology, 3, 2, 89-94.
- Murray, B., G., 2005. When does intraspecific C-value variation become taxonomically significant?, Annals of Botany, 95, 119-125.
- Özhayat, N. ve Kültür, Ş., 2006. Check- list of additional taxa to the supplement Flora of Turkey III, Turkish Journal of Botany, 30, 249-316.
- Pavone, P., Terrasi, C., M., ve Zizza, A., 1981. In chromosome number reports LXXII., Taxon, 30, 695-696.
- Raven, P., H. ve Axelrod, D., I., 1974. Angiosperm Biogeography And Past Continental Movements, Annals of the Missouri Botanical Garden, 61, 539-673.
- Rieseberg, L., H., 1997. Hybrid origin of plant species, Annual Review of Ecology and Systematics, 28, 359-389.
- Sevgi, E. ve Kızılarşlan, Ç., 2013. Bir İsim Çok Bitki-Mayasıl Otu, Avrasya Terim Dergisi, 1, 1, 17-29.
- Shi, Z., Ge, X. J., Kilian, N., Kirschner, J., Štěpanek, J., Sukhorukov, A. P., Mavrodiev, E., V. ve Gottschlich, G., 2011. Flora of China; Asteraceae, In: Wu, Z., Y., Raven, P., H. ve Hong, D. Y., (ed.), Missouri Botanical Garden Press, 20-21, 195-353.
- Siljak-Yakovlev, S. ve Cartier, D., 1982. Comparative analysis of CBand karyotypes in *Crepis praemorsa* subsp. *praemorsa* and subsp. *dinarica*. Plant Systematics and Evolution, 141, 85-90.
- Siljak-Yakovlev, S. ve Cartier, D., 1986. Heterochromatin patterns in some taxa of *Crepis praemorsa* complex, Caryologia, 39, 27-32.
- Siljak-Yakovlev, S., 1980. IOPB chromosome number reports LXVII., Taxon, 29, 347.
- Siljak-Yakovlev, S., 1981. IOPB chromosome number reports LXXIII., Taxon, 30, 843-844.
- Siljak-Yakovlev, S., 1982. IOPB chromosome number reports LXXVII., Taxon, 31, 768.

- Soltis, D., E., Soltis, P., S., Bennett, M., D. ve Leitch, I., J., 2003. Evolution of genome size in the angiosperms, American Journal of Botany, 90, 1596-1603.
- Stace, C., A., 2000. Cytology and cytogenetics as a fundamental resource for the 20th and 21th centuries, Taxon, 49, 451-477.
- Stace, C., A., 1989. Plant Taxonomy and Biosystematics, 2. Baskı, Cambridge.
- Stace, C., A., 1980. Plant Taxonomy and Biosystematics, Edward Arnold (published) Ltd., London.
- Stevens, P. F., 2001. Angiosperm Phylogeny Website. Version 8, June 2007 [and more or less continuously updated since]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/Apwe> (Accessed March 27, 2008).
- Temsch, E., M. ve Greilhuber, J., 2001. Genome size in *Arachis duranensis*-a critical study, Genome, 44, 826-830.
- Thanos, C., A., 1994. Aristotle and Theophrastus on plant-animal interactions, Springer, 31, 3-11.
- Thorne, R., F., 2000. The Classification and geography of the flowering plants: dicotyledons of the class Angiospermae, The Botanical Review, 66, 4, 441-647.
- Tomb, A., S., 1977. Lactuceae. A Systematic Review. In Heywood, V., H., Harborne, J., B. ve Turner, B., L., (Eds), The Biology and Chemistry of the Compositae, 2, 1067-1080, Acad. Press, London.
- Tuncer, H. ve Karataş, F., 2012. *Crepis foetida* subsp. *rhoeadifolia* (M. Bieb) Čelak. Bitkisinin Yapraklarındaki Vitaminler ve Glutasyon Miktarının Araştırılması, New World Sciences Academy-Physical Sciences, 7, 115-121.
- Tutin, T., G., Heywood, V., H. ve Burges, N., A., 1976. Flora Europaea: Plantaginaceae to Compositae (and Rubiaceae), Volume 4, Cambridge University Press, London.
- Tuzlacı, E., 2011. Türkiye Bitkileri Sözlüğü. (A Dictionary of Turkish Plants), 2nd ed. Alfa Yayınları, İstanbul.
- Uysal, T., 2006. *Centaurea* Cinsinin *Cheirolepis* (Boiss.) O. Hffm. Seksiyonun Morfolojik, Karyolojik ve Moleküler Revizyonu, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- White, M., J., 1963. The Chromosomes, Methuen and Co., Ltd., London.

- Whiting, D., Connor, A., O., Jones, J., McMulkin, L. ve Potts, L., 2014. Taxonomic Classification. Colorado State University Extension. CMG GardenNotes. Research Report. 122, 1-8.
- Yaltırık, F. ve Efe, A., 1989. Otsu Bitkiler Sistematığı, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- Yılmaz-Sancar P., 2012. *Artemisia Spicigera* K. Koch Türünün Van Gölü Çevresindeki Populasyonlarının Morfolojik ve Sitogenetik Yönden Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fırat.
- Zengin, G., Sarıkürkcü, C., Uyar, P., Aktumsek, A., Uysal, S., Kocak, M., S. ve Ceylan, R., 2015. *Crepis foetida* L. subsp. *rhoeadifolia* (Bieb.) Čelak as a source of multifunctional agents: Cytotoxic and phytochemical evaluation, Journal of Functional Foods, 17, 698-708.
- Zhang, J., W., Sun, H. ve Nie, Z., L., 2007. Karyological studies on the Sino - Himalayan endemic *Soroseris* and two related genera of the tribe Lactucaceae (Asteraceae), Botanical Journal of the Linnean Society, 154, 79-87.
- Zhmyleva, A., P. ve Kondo, K., 2006. Comparison of somatic chromosomes in some species of *Chrysanthemum* Sensu Lato in Russia, Chromosome Botany, 1, 13-22.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında İspir’ de doğdu. 2007 yılında Süleyman Demirel Lisesi’ nden mezun oldu. 2009-2013 yılları arasında KTÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’ nde lisans eğitimi gördü. 2014 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’ nda Yüksek Lisans Programı’ na başladı. Yabancı dili İngilizcedir.

