



Erarşlan, Z. B. and S. Kultur, *Doronicum* Cinsinin Taksonomisi, Geleneksel Kullanımı ve Terapötik Önemi: Derleme. J. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 2023. 6(2): p. 208-244. DOI: 10.38001/ijlsb.1228983

## ***Doronicum* Cinsinin Taksonomisi, Geleneksel Kullanımı ve Terapötik Önemi: Derleme**

Zeynep Busra Erarşlan<sup>1,2\*</sup> , Sukran Kultur<sup>3</sup> 

### **ÖZET**

Asteraceae familyası 485'i endemik olmak üzere içerdiği 1311 tür ile ülkemiz florasında bulunan tür sayısı bakımından en zengin familyadır. Familyanın Senecioneae tribusunda yer alan *Doronicum* L. cinsi son verilere göre ülkemizde 9 tür ve 1 alt tür ile temsil edilmekte olup endemizm oranı %40'tır. Ülkemizde bulunan türlerin genellikle yayılış alanları dardır. Çoğunlukla Kuzey ve Doğu Anadolu dağlarının nemli bölgelerinde yetişmektedir. Cins üzerinde en son kapsamlı çalışmalar 2000'li yılların başında gerçekleştirilmiş olup türler üzerinde yapılan bazı morfolojik ve moleküler çalışmalarla cinsin sistematigi aydınlatılmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda Türkiye'de yer alan bazı türler sinonim seviyesine düşürülmüştür. Avrupa'da *Doronicum* türlerinden halk arasında kalp hastalıkları, epilepsi, malarya, sindirim sistemi hastalıkları ve akrep-yılan zehirlenmeleri gibi çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde yararlanılmaktadır. Ülkemizde *D. orientale* (Acımık, Baylıkotu, Kaplanotu, Sarı papatya, Sarı çiçek) türünün taze kökleri kısırlık tedavisinde kullanılırken, topraküstü kısımlarının dekoksasyonu dahilen diüretik olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca büyük ve gösterişli çiçeklerinden dolayı Avrupa'da süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir. *Doronicum* türlerinin topraküstü kısımları ve kök ekstrelerinin pirolizidin alkaloidleri, flavonoidler, kumarinler, terpenler, benzofuranlar (tremeton türevleri) gibi bileşikler içerdiği birçok çalışma ile gösterilmiştir. Uçucu yağın içeriğinde ise seskiterpen ve monoterpen bileşikler öne çıkmaktadır. Günümüze kadar türler üzerinde antienflamatuvar, antioksidan, antimikrobiyal, antitümoral, hepatoprotektif, üreaz inhibitör,  $\alpha$ -amilaz inhibitör,  $\alpha$ -glukozidaz inhibitor ve kolinesteraz inhibitör aktivite çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Her ne kadar zehirli bitkiler olarak bilinseler de *Doronicum* türlerinin kanıtlanmış biyolojik aktiviteleri ve içerdikleri biyoaktif bileşikler ile bitkisel ilaç olarak kullanılabilecek aday molekülleri içerdikleri düşünülmektedir. Türler üzerinde gerçekleştirilecek ileri çalışmalar ile özellikle Alzheimer hastalığı ve çeşitli kanser türleri için tedaviyi destekleyecek yeni bileşiklerin keşfedilebileceği ümit edilmektedir.

### **MAKALE GEÇMİŞİ**

#### **Geliş**

03 Ocak 2023

#### **Kabul**

02 Şubat 2023

### **ANAHTAR KELİMELER**

Asteraceae,  
alzheimer,  
*Doronicum*,  
Senecioneae,  
taksonomi

<sup>1</sup> Medical Promotion and Marketing Program, Hamidiye Vocational School of Health Services, University of Health Sciences, 34668, Istanbul, Turkey

<sup>2</sup> Institute of Health Sciences, Istanbul University, Istanbul University, 34116, Istanbul, Turkey

<sup>3</sup> Department of Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmacy, Istanbul University, 34116, Istanbul, Turkey

\*Corresponding Author: Zeynep Büşra Erarşlan, e-mail: [zeynepbusra.erarslan@sbu.edu.tr](mailto:zeynepbusra.erarslan@sbu.edu.tr)

# Taxonomy, Traditional Use and Therapeutic Importance of Genus *Doronicum*: A Review

## ABSTRACT

Asteraceae family is the richest family in terms of the number of species in our country's flora, with 1311 species, 485 of which are endemic. Genus *Doronicum* L., which is in the tribe Senecioneae, is represented by 9 species and 1 subspecies in our country according to the latest literature, with the 40% endemism rate. The distribution areas of the species grown in Turkey are narrow and they mostly found in the humid regions of the North and East Anatolian mountains. The last comprehensive studies on the genus were carried out in the early 2000s, and the systematics of the genus were tried to be clarified with some morphological and molecular studies on the species. As a result of the data obtained, some species in Turkey have been reduced to synonymous. *Doronicum* species are used in the treatment of health issues such as heart diseases, epilepsy, malaria, digestive system diseases and scorpion-snake poisonings in Europe,. In our country, the fresh roots of *D. orientale* (Bitter, Baywort, Tigergrass, Yellow daisy, Yellow flower) are used in the treatment of infertility, while the decoction of the above-ground parts is used as a diuretic. It is also grown as an ornamental plant in Europe due to its large and spectacular flowers. The aerial parts and root extracts of *Doronicum* species have been shown in many studies to contain bioactive compounds such as pyrrolizidine alkaloids, flavonoids, coumarins, terpenes, benzofurans (tremetone derivatives). Sesquiterpene and monoterpene compounds are prominent in the content of essential oil. Anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial, antitumoral, hepatoprotective, urease inhibitor,  $\alpha$ -amylase inhibitor,  $\alpha$ -glucosidase inhibitor and cholinesterase inhibitor activity studies have been conducted up to the present days. Although they are known as poisonous plants, *Doronicum* species are thought to contain candidate molecules that can be used as herbal medicine with proven biological activities and bioactive compounds. It is anticipated that future studies will discover new compounds effective in the treatment of Alzheimer's disease and various types of cancer.

## ARTICLE HISTORY

### Received

3 January 2023

### Accepted

2 February 2023

## KEYWORDS

Asteraceae,  
alzheimer,  
*Doronicum*,  
Senecioneae,  
taxonomy

## Senecioneae Cass. Tribusu

Senecioneae tribusu Asteraceae familyasında yer alan en büyük tribuslardan biridir. Dünya'da içerdiği toplam 151 cins ve 3000'den fazla tür ile geniş yayılış gösterir. Özellikle Güney Afrika (25 cins), tribusta yer alan cins sayısı bakımından önde gelmektedir. Onu Meksika (18), Peru (17) ve Kolombiya (15) izlemektedir [1]. Ülkemizde ise Senecioneae tribusu 3 alt tribus ve 8 cins ile temsil edilmektedir [1]:

1- Alt tribus: Tussilagininae Dumort.

a) *Doronicum* L.

b) *Petasites* Mill.

c) *Tussilago* L.

d) *Ligularia* Cass.

2- Alt tribus: Tephroseridinae C.Jeffrey & Y.L.Chen

a) *Tephroseris* (Rchb.) Rchb.

3- Alt tribus: Senecioninae Dumort.

a) *Senecio* L.

b) *Crassocephalum* Moench

c) *Adenostyles* Cass.

Cassini'nin ilk çalışmasına göre Senecioneae tribusunda *Cacalia* L., *Cineraria* L., *Othonna* L. ve *Senecio* cinsleri yer almıştır [3]. Ancak son çalışmasında Cassini, tribusa *Arnica* cinsi ile birlikte *Doronicum* cinsini de ekleyerek tribusta yer alan toplam cins sayısını 35'e çıkarmıştır [4]. Bremer [1]'in çalışmasında tribusta toplam 120 cins yer almaktadır. Nordenstam [6] ise tribus altında toplam 151 cins olduğunu belirlemiştir. İlerleyen çalışmalarla birlikte Senecioneae tribusu altında çeşitli alt tribuslar tanımlanmıştır. Son verilere göre Blennospermatinae, Senecioninae ve Tussilagininae olmak üzere üç alt tribus bulunmaktadır [5,7]. Morfolojik açıdan bakıldığında tribusta yer alan türler kapitulumun etrafında yer alan braktelerin şekil ve pozisyonu bakımından karakteristiktir. Bu involukrum, genellikle şekil ve büyüklük bakımından aynı olan tek sıra braktelerden oluşmuştur. Buna karşın türler yaprak şekillerinde, tüy örtüsünde, çiçek durumunda ve çiçek renginde dikkat çekici bir morfolojik çeşitlilik göstermektedir [7]. Bremer [1] tribusun morfolojik çeşitliliğini ve tür sayısının fazlalığını türlerin zehirli pirolizidin alkaloidleri içermesine bağlamaktadır.

Yakın zamanda yapılan moleküler çalışmalarda *Doronicum* cinsinin Asteroideae alt familyasında Panero tarafından yeni tanımlanan *Doroniceae* Panero tribusu altında yer alması gerektiği önerilmiştir [8,9]. Hatta bazı çalışmalarda *Doronicum*'un Senecioneae tribusu altında yeni bir alt tribus olarak *Doronicinae*'ye yerleştirilmesi gerektiği önerilmiştir [1,9]. *Doronicum* cinsinin hangi tribusta yer alması gerektiği henüz kesinleşmemiş olmakla birlikte günümüzde Senecioneae tribusu altında değerlendirilmektedir [1].

### ***Doronicum* Cinsinin Genel Özellikleri**

Kısa ve genellikle yatay olan rizoma sahip çok yıllık otsu bitkilerdir. Taban yapraklar, eğer bulunuyorsa, ovat-kordat veya oblong, petiyollü; gövde yaprakları kısa petiyollü veya petiyolsüz, amplexikauldır. Kapitulum heterogam, radiattır. Bitki tek veya dallanmış gövdede genellikle 2-çok sayıda kapitulum taşır. İnvolutrum basık-yarı küremsi; fillariler 2-3 sıralı, hemen hemen birbirlerinin aynısı, otsudur. Reseptakulum

konveks, pilozdur. Kapitulumun çevresindeki çiçekler dilsî ve sarı renklidir. Kapitulumun ortasındaki çiçekler tüpsü ve sarı renklidir. Akenler oblong-turbinat, 10 adet çıkıntı bulunur. Dilsî çiçeklerin akenleri genellikle papus taşımazlar, tüpsü çiçeklerin akenleri ise genellikle ince skabrit tüylerden oluşan papus taşırlar [11]. *Doronicum* cinsinin sistematikteki yeri şu şekildedir [1,12,13]:

Kingdom: Plantae

Subkingdom: Tracheobionta

Divisio: Magnoliophyta

Classis: Magnoliopsida

Subclassis: Asteridae

Superorder: Asterales

Order: Asterales

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Asteroideae

Tribus: Senecioneae

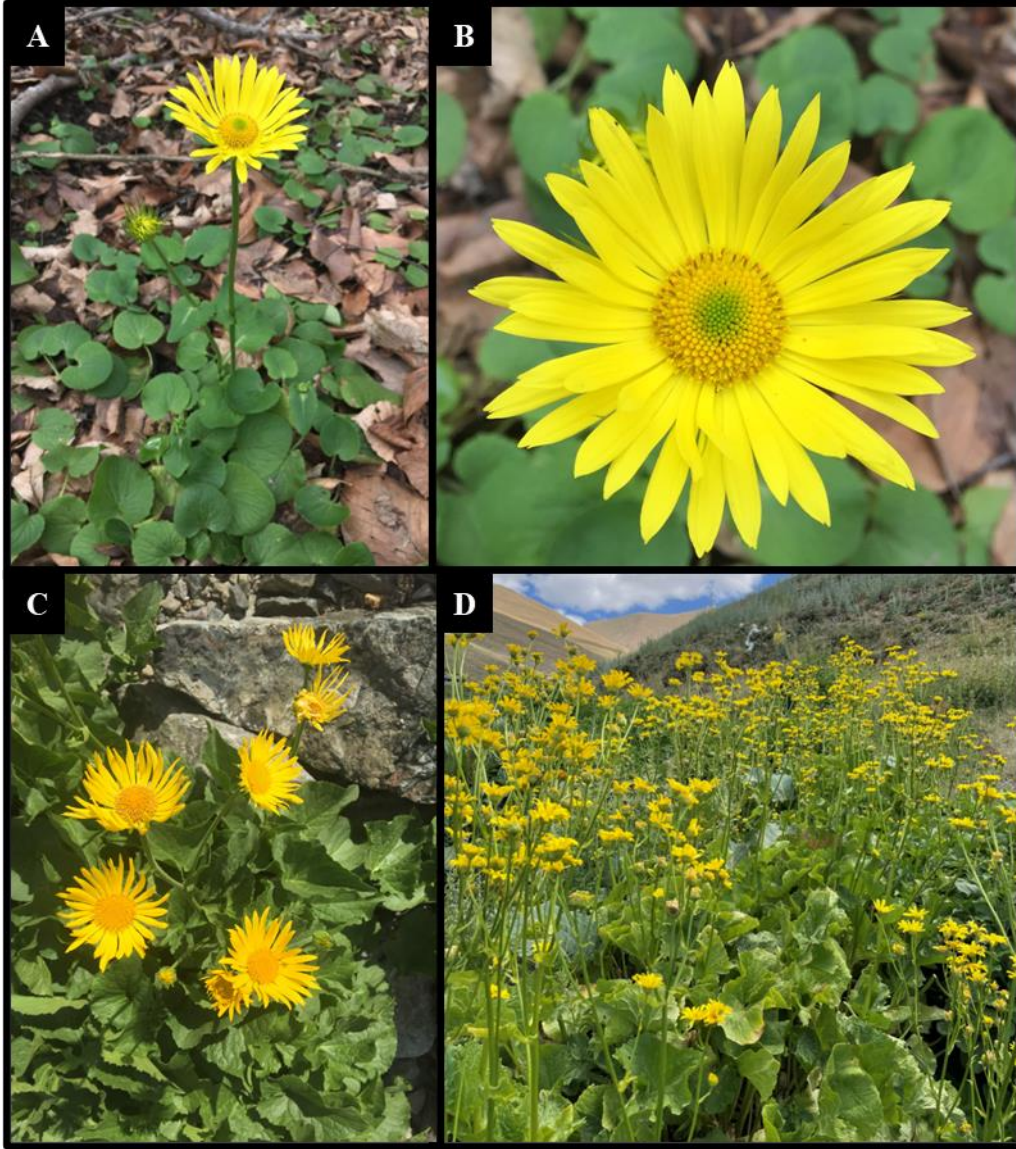
Genus: *Doronicum* (Şekil 1)

*Doronicum* türlerinde bulunan **rizomun** yapısı türler arasında ayırt edici karakter sağlamaktadır. Rizom etli veya odunsu veya bir miktar odunsu olabilir. Cavillier [14] tarafından türler rizom yapısına göre "tubèreux" (etli) ve "non tubèreux" (odunsu) olarak iki gruba ayrılmıştır. Avrupa'da yayılış gösteren türlerde etli rizom yapısı görülürken Asya'da yayılış gösteren türlerde genellikle odunsu rizom görülmektedir. Bazı türlerin rizomlarında kısa tüyler bulunabilir. *Doronicum orientale* Hoffm. gibi türlerde ise bu tüyler uzun, bol miktarda, karışık ve sarı-beyaz renkli olup rizomun büyük bir kısmını kaplamaktadır. Tüm *Doronicum* türlerinde **gövde** dik ve içi boş silindirik şeklindedir. Gövdede hafifçe boyuna yollar bulunur. *Doronicum austriacum* Jacq. gibi türlerde zikzaklı gövde görülebilmektedir. Bitkide eğer çok sayıda kapitulum bulunuyorsa gövde üst kısımlarda dallanma gösterir. Bitkide bulunan toplam kapitulum sayısı o tür için karakteristiktir [13].

**Yapraklar** basit ve alternan dizilişlidir. Her ne kadar Cavillier tarafından [14] yaprak karakterleri cinsin taksonomisinde kullanılmış olsa da türler arasındaki ayırımıda sınırlı bilgi sağlamaktadır. Yaprak boyut ve şekli bazen tek bir türe ait bir örnekte bile değişiklik göstermektedir. Bu yüzden türlerin tayini için örneklerde hem taban yapraklarının hem

de gövde yapraklarının bulunması elzemdir. Gövde yaprakları gövdede buldukları yere göre alt, orta ve üst gövde yaprakları olarak ayırt edilmektedir. Bazı türlerde çiçeklenme zamanında taban yaprakları ve alt gövde yaprakları bulunmayabilir. Taban yaprakları petiyollü olup petiyolların boyları ve enleri türlerde farklılık gösterebilir. Gövde yapraklarında üst gövdeye doğru petiyolsüz yapraklar görülmeye başlar. Orta ve üst gövde yaprakları genellikle panduriform şekillidir. En üstte yer alan yapraklar ise genellikle küçük ve brakte benzeridir. **Kapitulum** radiat ve yarı küremsidir. Çiçekler hepsi aynı renkte olup sarı veya yeşilimsi sarı renklidir. Kapitulum çapı 8-15 mm'den 7-8 cm'e kadar değişebilir. Dilsî çiçekler sadece dişî organ bulundururken tüpsü çiçekler hermafrodittir. **Fillariler** otsu ve 2-3 sıralıdır. Dışta yer alan fillariler içtekilerden daha geniştir. Fillari şekli, kenarı, tepesi ve tüylülüğü türler arasında farklılık gösterir. Fillarilerin üst yüzeyleri tüm türlerde tüysüzdür [13].

Bazı *Doronicum* türlerinde dimorfik **sipsela** (aken) (heterokarpi) görülmektedir. Türkiye'de doğal olarak yetişen tüm *Doronicum* türlerinde heterokarpi görülür. Bu durumda dilsî çiçeklerin meyvesinde papus bulunmaz ve tüpsü çiçeklerin meyvesinden daha büyüktürler. Heterokarpi durumu *Senecio*, *Crepis* L., *Erigeron* L. gibi Asteraceae familyasında bulunan bazı türlerde ve Apiaceae, Poaceae, Caryophyllaceae familyalarında görülebilir [13]. Bir bitkinin meyvelerinin dimorfizm göstermesi türlerin farklı habitatlara yayılmasını kolaylaştıran bir özellik olarak görülmüştür. Örneğin papus taşıyan akenler rüzgar yolu ile dağılabilirken papussuz akenler ana bitkinin yakınında yayılış gösterebilir. Sipselalar silindirik-obovat şekillidir ve 10 adet çıkıntı taşırlar. Eğer meyve üzerinde tüy örtüsü varsa bu genellikle çıkıntılı kısımlarda yoğunlaşmıştır [13]. Meyvede görülen tüyler ikiz tüyler olup iki paralel hücre ve daha küçük bir taban hücresi olmak üzere toplam üç hücrelidirler. Bu tüyler Senecioneae tribusunda bulunan türlerin akenlerinde de yaygındır [1]. **Tüy örtüsü** Cavillier [14] tarafından tür seviyesinde önemli bir taksonomik karakter olarak kabul edilmiştir. Türlerde bulunan tüylerin tipleri ve bitkide dağılımları özellikle *Macrophylla* Cavill. alt seksiyonunda bulunan türlerin tayini için önemlidir [15]. Ancak tüy örtüsünün yoğunluğu aynı türde farklı örneklerde bile değişebileceğinden tayinde göz önünde bulundurulmamalıdır. *Doronicum* türlerine ait örneklerde tüy örtüsü genellikle bitkinin üst kısımlarında, yaprakların alt yüzeyinde, damar bölgesinde ve kenarlarında ayrıca dıştaki fillarilerin taban kısımlarında daha yoğundur [13].



Şekil 1 Bazı *Doronicum* türleri. A-B. *D. orientale*; C. *D. macrophyllum* subsp. *macrophyllum*; D. *D. maximum*

Fig 1 Some *Doronicum* species. A-B. *D. orientale*; C. *D. macrophyllum* subsp. *macrophyllum*; D. *D. maximum*

### ***Doronicum* Cinsinin Taksonomik Tarihçesi**

İlk olarak Linnaeus [16] tarafından Species Plantarum’da *Doronicum* cinsi altında dört tür tanımlanmış ancak günümüzde bu türlerden sadece *Doronicum pardalianches* L. ve *Doronicum plantagineum* L. bu cinste kabul edilmektedir. Diğer iki tür ise *Senecio* ve *Aster* cinslerinde yer almaktadır. Ayrıca, Linnaeus [16] tarafından tanımlanan *Arnica scorpioides* L., Lamarck [17] tarafından *Doronicum* cinsi altında isimlendirilmiştir.

Linnaeus öncesi bazı yazarlar *Senecio*, *Aster* ve *Arnica* L. cinslerine ait bazı türleri *Doronicum* ile karıştırmışlardır. Özellikle *Arnica* ile *Doronicum* arasındaki genel morfolojik benzerlik 1970'lere kadar cinslerin birbirine yakın olduğunu düşündürmüştür [13].

Bazı *Doronicum* türlerinde görülen sipsela dimorfizmi, cinsin taksonomik tarihinde önemli rol oynamıştır. Lamarck [17] heterokarpik türleri "arniques", homokarpik türleri ise "doronics" olarak adlandırarak iki grup altında toplamıştır. Necker [18], homokarpik türleri *Aronicum* Neck. cinsi altında sınıflandırmayı önermiş ve bu sınıflandırma 19. yüzyılda geniş kabul görmüştür. Ancak bazı yazarlar *Aronicum*'u *Doronicum*'un bir alt seksiyonu olarak kabul etmişlerdir [13]. Bentham ve Hooker [1] ise *Aronicum*'u *Doronicum* cinsinin sinonimi olarak kabul etmiştir ve günümüzde bu sınıflandırma geçerliliğini korumaktadır.

Cassini [1]'nin *Grammarthron* Cass. cinsi altında tanımladığı *Grammarthron biligulatuma* Cass. ve *Grammarthron scorpioides* (L.) Cass. türleri daha sonraki çalışmalarla *Doronicum*'a dahil edilmiştir. Candolle [21] monotipik bir cins olan *Fullartonia* DC.'yi *Fullartonia kamaonensis* DC. türü ile tanımlamıştır. Ancak bu tür de günümüzde *Doronicum kamaonense* (DC.) Alv. Fern. olarak kabul edilmiştir [10,13]. 1838 yılında Candolle, *Doronicum* cinsini iki seksiyona ayırmayı önermiştir. Bunlardan biri bazı *Senecio* türlerini de içeren *Eudoronicum* DC. seksiyonu, diğeri ise günümüzde *Senecio* cinsi altında tanımlanan *Doronicum linifolium* (Wall.) DC. türünü içeren monotipik *Chromochaeta* DC. seksiyonudur [13].

İlerleyen yıllarda Türkiye [11,15], İran [22], Ermenistan [23], İber yarımadası [24] ve Belçika [25] dahil olmak üzere *Doronicum* cinsi hakkında çeşitli bölgesel taksonomik çalışmalar yapılmıştır. Ancak tüm *Doronicum* cinslerini kapsayan detaylı revizyon çalışması ilk defa Cavillier [14,26] tarafından gerçekleştirilmiştir. Cavillier *Doronicum* cinsine ilişkin çalışmalarının ilkinin homokarpik türlere [26], ikincisini heterokarpik türlere [14] ayırmıştır. Ancak daha sonra Cavillier [14], bu karakterin doğal grupları sınırlandırmak için kullanışlı olmadığı sonucuna varmıştır. Cavillier, *Doronicum* cinsinde yer alan toplam 34 türü 3 seksiyon ve 7 alt seksiyon altında gruplandırmıştır:

- 1- Seksiyon *Doronicastrum* Cavill.
  - a) Alt Seksiyon *Corsica* Cavill. (*D. corsicum* Poir.)

- b) Alt Seksiyon *Grandiflora* Cavill. (*D. altaicum* Pall., *D. briquetii* Cavill., *D. viscosum* Nym., *D. grandiflorum* Lam., *D. portae* Chab., *D. glaciale* Nym., *D. clusii* (All.) Tausch., *D. thibetanum* Cavill.)
- c) Alt Seksiyon *Austriaca* Cavill. (*D. austriacum* Jacq.)
- d) Alt Seksiyon *Macrophylla* Cavill. (*D. macrophyllum* Fisch., *D. dolichotrichum* Cavill., *D. haussknechtii* Cavill., *D. maximum* Boiss. Et Huet., *D. macrolepis* Freyn et Sint., *D. balansae* Cavill., *D. cacaliaefolium* Boiss. & Heldr.)
- e) Alt Seksiyon *Plantaginea* Cavill. (*D. plantagineum* L., *D. longifolium* Griseb. et Schenk, *D. oblongifolium* DC., *D. falconeri* Clarke, *D. turkestanicum* Cavill.)
- f) Alt Seksiyon *Pardalianchia* Cavill. (*D. roylei* DC., *D. thirkei* Sch.Bip. emend. Cavill., *D. reticulatum* Boiss., *D. pardalianches* L., *D. atlanticum* Chab.)
- g) Alt Seksiyon *Cardiophylla* Cavill. (*D. carpetanum* Boiss., *D. orientale* Hoffm., *D. carpaticum* Nym., *D. cordatum* Sch.Bip.)
- 2- Seksiyon *Soulieastrum* Cavill. (*D. souliei* Cavill., *D. stenoglossum* Maxim.)
- 3- Seksiyon *Hookerastrum* Cavill. (*D. hookeri* Clarke)

Cavillier alt seksiyonları tanımlarken esas olarak taban yapraklarının şekli, yaprakların boyutları ve sipsela dimorfizminin varlığından yararlanmıştır. *Hookerastrum* Cavill. seksiyonunda yer alan *D. hookeri* C.B.Clarke ex Hook.f. türü son çalışmalarda *Nannoglottis hookeri* (Hook.f.) Kitam. türü altında sinonime düşürülmüştür [10,27]. Cavillier'in çalışmasından sonra Rusya Florası'nda da Willkomm ve Lange [28] tarafından önerilen sınıflandırma Cavillier'in yaptığı sınıflandırmadan yola çıkılarak oluşturulmuştur. Böylece Flora'da türler seksiyon *Aronicum* Cavill. ve seksiyon *Pardalianches* Cavill. olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Edmondson [22] da Cavillier'in sınıflandırmasını kabul ederek *Doronicum* seksiyonunda (= *Doronicastrum* seksiyonu) monotipik alt seksiyon olan *Isaurica* Edmondson'ı (*Doronicum cacaliifolium*) tanımlamıştır. Cavillier'in çalışmasında Türkiye'den toplam 11 adet *Doronicum* türü bulunmaktadır. Sonraki yıllarda Edmondson [15] tarafından *D. bithynicum* J. R. Edm., *Doronicum bithynicum* subsp. *sparsipilosum* J.R.Edm., *Doronicum tobeyi* J. R. Edm. ve



*Doronicum hakkiaricum* Edm. olmak üzere Türkiye’de doğal olarak yetişen 4 yeni takson tanımlanmıştır [15]. Türkiye'deki türlerin çoğunluğunu oluşturan alt seksiyon *Macrophylla* altında yer alan türlerin taksonomik açıdan kritik olduğu düşünülmüştür. Özellikle, tüy örtüsü bu alt seksiyonda yer alan türlerin teşhisi için önemli bir karakter olduğundan, Türkiye Florası’nda türler tanımlanırken tüylerin tipleri ve dağılımları ayrıntılı olarak açıklanmıştır [11]. Cavillier'in çalışmalarında da tüy örtüsünün önemi vurgulanmış olup türlerde bulunan tüylerin detaylı çizimleri verilmiştir [14,26].

*Doronicum* cinsindeki taksonomik problemi çözüme kavuşturmak amacıyla cins üzerinde 2000’li yılların başında morfolojik ve moleküler çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Alvarez Fernandez ve ark. [1] Cavillier’in alt seksiyonları tanımlamak için kullandığı karakterlerin cinsin sınıflandırmasında ayırt edici niteliğe sahip olmadığını düşünerek Avrupa ve Kuzey Afrika’da yayılış gösteren 26 tür ve 4 alt tür üzerinde üç farklı veri setine dayalı (morfoloji, ITS, trnL-F) filogenetik analiz gerçekleştirmiştir. Bu çalışma sonucunda *Doronicum* cinsinin Senecioneae tribusunda yer alması gerektiği kesinleştirilmiştir [1].

Alvarez Fernandez ve Nieto Feliner [27] morfometrik karakterlerin cinsin taksonomisindeki önemini değerlendirmek amacıyla Avrupa ve Kuzey Afrika’da yayılış gösteren 26 tür ve 4 alt tür üzerinde çok değişkenli varyans analizi ile cins, türlerin morfolojilerine ve coğrafik dağılımlarına göre 5 ana grup altında incelemiştir.

Cinsin sistematiğini aydınlatmaya yönelik en kapsamlı çalışmada ise Alvarez Fernandez [13] Dünya’da çeşitli herbaryumlarda yer alan *Doronicum* cinsine ait yaklaşık 4300 adet herbaryum örneğinin morfolojik karakterlerini stereomikroskop ve SEM yardımı ile inceleyerek türlerin son taksonomik durumlarını belirlemiştir. Bu çalışma ile Türkiyede’de yer alan bazı türler sinonime düşürülmüştür.

### ***Doronicum* Cinsinin Dünya’daki Yayılışı**

Son verilere göre *Doronicum* cinsi Dünya’da yaklaşık 40 tür ile temsil edilmektedir [29]. Bu türlerin yaklaşık yarısı Avrupa ve Kuzey Afrika’da yayılış göstermekte olup diğer türler Güneybatı Asya (İran, Irak, Kafkaslar ve Türkiye) ve Orta Asya’da (Türkistan, Altay, Çin, Himalayalar) doğal olarak yetişmektedir. *D. orientale* hariç cinste yer alan türlerin yayılışı genel olarak Avrupa, Güneybatı Asya veya Orta Asya olmak üzere üç bölgeden birinde sınırlanmıştır. *D. orientale* ise Avrupa ve Güneybatı Asya’da yayılış

göstermekle birlikte özellikle Doğu Akdeniz’de (Yunanistan, Türkiye’nin kuzeyi, İtalya’nın güneyi ve Lübnan-Suriye) görülme sıklığı artmaktadır (Şekil 2) [13,27]. *Doronicum* türlerinin ilk olarak Akdeniz havzasında görülmeye başlayarak Avrupa’daki nemli-ılıman habitatlara yayıldığı ve buradan Orta ve Doğu Asya’daki dağ habitatlarına dağıldığı düşünülmektedir [30]. Deniz seviyesinden 5000 m yüksekliğe kadar görülmekte olan *Doronicum* türlerinin yayılış alanını ormanların nemli alanları, açık kayalık yerler ve su kaynaklarına (dere, göl vs.) yakın yerler oluşturmaktadır [13].



Şekil 2 *Doronicum* cinsinin Dünya’daki yayılış alanları

Fig 2 Distribution areas of the genus *Doronicum*

### ***Doronicum* Cinsinin Türkiye Florası’ndaki Durumu**

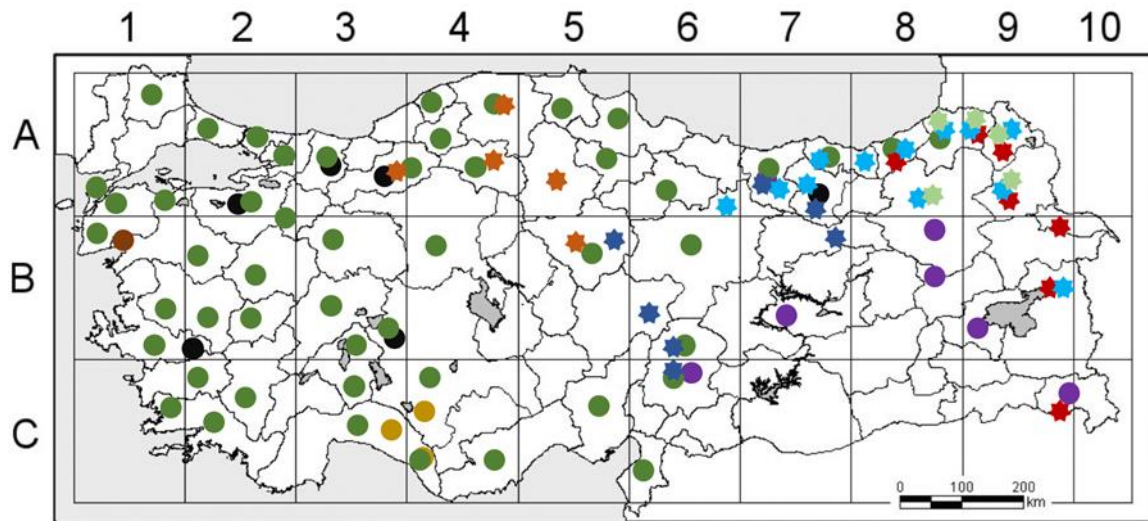
Flora of Turkey’de *Doronicum* cinsinin revizyonu Edmondson tarafından yapılmıştır. Edmondson [11]’a göre *Doronicum* cinsi Türkiye Florası’nda 14 tür (15 takson) ile temsil edilmektedir. Güney-Batı Asya’da büyük ölçüde dağınık bir dağılıma sahip olan *Doronicum* türleri en fazla Türkiye’nin doğusunda görülmektedir. Anadolu’da bulunan 15 taksondan 8’i endemiktir [31]. Endemizm oranının (%53) bu denli yüksek olması cinsin çeşitlilik merkezinin ülkemiz olduğunu düşündürmektedir. Flora of Turkey [11]’de türler seksiyonlara göre ayrılmamıştır. Ancak ülkemizde *Macrophylla* alt seksiyonunun yaygın olduğu belirtilmektedir. Bu alt seksiyonda yer alan türler morfolojik olarak birbirine çok benzemekle birlikte tüy örtüsü bu türlerin tayininde önem taşımaktadır. Ülkemizde bulunan türlerin genellikle yayılış alanları dar olup çoğunlukla Doğu Anadolu dağlarında nemli bölgelerde dağılım gösterirler. *D. orientale* türü ise diğer türlerden daha geniş yayılış alanına sahip olup ülkemizin özellikle batı ve kuzey kısımlarında yayılış

göstermektedir [11,15]. *Doronicum* cinsi üzerinde Alvarez Fernandez [13] tarafından gerçekleştirilen son sistematik çalışmada Türkiye’de doğal olarak yetişen bazı türler sinonime düşürülmüştür. Flora’da yer alan tür sayısı 14’den 9’a (takson sayısı 15’den 10’a) düşmüştür (Tablo 1). Buna göre ülkemizde 9 tür (10 takson) doğal olarak yetişmektedir ve endemizm oranı %40’tır (Şekil 3).

**Tablo 1** Türkiye’de *Doronicum* cinsinin son durumu ve sinonime düşürülen taksonlar [13]

**Table 1** The latest status of *Doronicum* genus in Turkey and synonymous taxa [13]

Takson	Sinonime Düşen Taksonlar
<i>Doronicum haussknechtii</i> Cavill. (Beritkaplanotu) - endemik	<i>Doronicum tobeyi</i> Edm. (Derekaplanotu)
<i>Doronicum maximum</i> Boiss. & A. Huet (Palankaplanotu)	
<i>Doronicum dolichotrichum</i> Cavill. (Ardahankaplanotu)	<i>Doronicum hakkiaricum</i> Edm. (Yaylakaplanotu)
<i>Doronicum macrophyllum</i> Fisch. subsp. <i>macrophyllum</i> (Kutulkaplanotu)	<i>Doronicum macrolepis</i> Freyn & Sint (Kocakaplanotu); <i>Doronicum balansae</i> Cavill. (Rizekaplanotu)
<i>Doronicum macrophyllum</i> Fisch. subsp. <i>sparsipilosum</i> (J. R. Edm.) Alv. Fern. (Ilgazdarınacı) - endemik	<i>Doronicum bithynicum</i> subsp. <i>sparsipilosum</i> J. R. Edm. (Ilgazdarınacı)
<i>Doronicum cacaliifolium</i> Boiss. & Heldr. (Kayakaplanotu) - endemik	
<i>Doronicum austriacum</i> Jacq. (Baylıkotu)	
<i>Doronicum orientale</i> Hoffm. (Kaplanotu)	
<i>Doronicum reticulatum</i> Boiss. (Egekaplanotu) - endemik	<i>D. bithynicum</i> J. R. Edm. subsp. <i>bithynicum</i> (Darınac)
<i>Doronicum oblongifolium</i> DC. (Kısakaplanotu)	



**Şekil 3** *Doronicum* türlerinin Türkiye’deki yayılış alanları. *D. haussknechtii* (★); *D. maximum* (●); *D. dolichotrichum* (★); *D. macrophyllum* subsp. *macrophyllum* (★); *D. macrophyllum* subsp. *sparsipilosum* (★); *D. cacaliifolium* (●); *D. austriacum* (●); *D. orientale* (●); *D. reticulatum* (●); *D. oblongifolium* (★)

**Fig 3** Distribution areas of *Doronicum* species in Turkey. *D. haussknechtii* (★); *D. maximum* (●); *D. dolichotrichum* (★); *D. macrophyllum* subsp. *macrophyllum* (★); *D. macrophyllum* subsp. *sparsipilosum* (★); *D. cacaliifolium* (●); *D. austriacum* (●); *D. orientale* (●); *D. reticulatum* (●); *D. oblongifolium* (★)

### ***Doronicum* Türleri Üzerinde Anatomik ve Mikromorfolojik Çalışmalar**

Yirminci yüzyılın başında anatomik çalışmaların ilerlemesiyle birlikte Asteraceae familyası, lateks kanalları ve reçine kanallarının taksonlar arası dağılımı açısından alt familyalara ayrıldı. Lateks kanalı içerenler Cichorioideae alt familyasında yer alırken lateks kanallarının nadiren görüldüğü fakat genellikle reçine kanalları taşıyanlar Asteroideae alt familyası altında gruplandırıldı [32]. Metcalfe ve Chalk [33] Asteraceae familyasında görülen salgı kanalları ve latisifer kanallar ile farklı tipte örtü ve salgı tüyleri ve sekonder kalınlaşma gibi bazı anatomik karakterlerin taksonomik değeri olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, Asteraceae familyasının öne çıkan anatomik özellikleri olarak değişik tipteki örtü ve salgı tüylerinin bulunması, yaprak alt epidermis yüzeyinde papillaların varlığı, anomositik, anizositik ve nadiren heliositik tip stoma görülmesi, hidatodların yer alması, hipodermisin bulunması, homojen veya heterojen mezofil, büyük hücrelerden oluşan parankimatik kınılı iletim demetleri bulunması sayılabilir [34]. Senecioneae tribusunda yer alan türler üzerinde yapılan anatomik çalışmalarda bazı türlerin gövde, yaprak ve köklerinde, bazen çiçek kısımlarında ve hatta kotiledonlarında reçine kanallarına sahip oldukları gösterilmiştir. Hem tussilaginoid hem de senecioid grupta bu özellik görülmektedir. Ayrıca akenlerin ovaryum duvarında sıklıkla kalsiyum oksalat kristalleri bulunur. Bu kristaller bazen prizmatik şekilde veya iğne şeklinde, bazen de druzlar şeklindedir [1].

Asteraceae familyasında, organların yüzeyinde bulunan salgı tüyleri ve organların iç kısmında yer alan salgı kanalları olmak üzere iki temel salgılama sistemi bulunmaktadır. Familyada bulunan salgı tüyleri genellikle iki sıralı (biseriat) bir sap ve bir veya çok hücreli bir baş kısmında oluşur. Salgı kanalları ise yaprak mezofilinde, gövde korteksinde ve genellikle kökte endodermis yakınında bulunur [33]. Tüyler ve kanallar salgı maddesi olarak uçucu yağlar, lipitler, reçineler, seskiterpen laktonlar, alkaloidler, pektin benzeri maddeler, tanenler ve flavonoidler içerebilirler. Salgı tüylerinin bitkileri otçul böcekler,

mantarlar, patojenler, yoğun ışık, UVB radyasyonu veya yüksek sıcaklık dahil olmak üzere çeşitli biyotik ve abiyotik faktörlerden koruma görevi bulunur. Hem salgı tüylerinin yoğunluğunun değişmesi hem de çeşitli kimyasal maddelerin sentezi ile bitki kendi savunmasını oluşturabilir [35].

*Doronicum* türleri üzerinde yapılmış az sayıda anatomik çalışma bulunmaktadır. Tibet’de yetişen *D. falconeri* türünün gövde, yaprak ve çiçek anatomisi çalışılmıştır [36]. Apiaceae, Asteraceae ve Lamiaceae gibi familyalarda meyve anatomisi birçok faydalı diagnostik ve taksonomik karakter sağladığı bilinmektedir [37]. *Doronicum* türlerinin sipselasının morfolojik, mikromorfolojik ve anatomik açıdan incelendiği çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sipsela (boyutu, yüzeyi, rengi, şekli), papus (yapısı, şekli, sayısı, rengi, boyutu) ve karpodyum (şekli, pozisyonu, çapı) yapılarının Senecioneae ve Anthemidae tribuslarında cins ve tür seviyesinde diagnostik karakterler sağladığı görülmüştür [38]. *D. falconeri* ve *D. kamaonense* meyveleri morfolojik ve mikromorfolojik [39], *D. austriacum* meyveleri morfolojik [40], *D. grandiflorum* meyveleri mikromorfolojik ve anatomik [41-43] açıdan incelenmiştir.

Türler üzerinde yapılmış anatomik ve mikromorfolojik çalışmalar özellikle *Doronicum* cinsi için tür seviyesinde en önemli taksonomik karakterlerden biri olan tüy örtüsü üzerinde yoğunlaşmıştır [13]. İlerleyen yıllarda *Doronicum* türlerinin tüy örtüsü araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Bu çalışmalardan birinde *D. orientale* ve *D. macrophyllum* türlerinin pedonkul ve fillarilerindeki tüyler morfolojik, anatomik ve histokimyasal olarak incelenmiştir. Üç tip salgı tüyü belirlenmiş olup bu tüyler iki sıralıdır. Birinci tip salgı tüyünün başı tek tabaka oluşturan 3-5 hücreden meydana gelir. İkinci tip salgı tüyünün başı tek tabaka oluşturan 2-3 hücreden; üçüncü tip salgı tüyünün başı ise 2 hücreden oluşur. Bu tüylerden birinci tip olanlar en uzun olup üçüncü tip salgı tüyleri en kısadır. *D. orientale*’de üç tip tüy bulunurken *D. macrophyllum*’da sadece 2 hücreli başa sahip uzun saplı salgı tüyleri görülmüştür. Basit örtü tüyleri de tespit edilmiştir [44]. Başka bir çalışmada ise *D. pardalianches* topraküstü kısımlarının yüzeyini kaplayan 3 tip salgı tüyü morfolojik, anatomik ve histokimyasal açıdan incelenmiştir [45]. Son olarak *D. orientale*, *D. pardalianches* ve *D. macrophyllum* türlerinin gövde yapraklarındaki tüyler morfolojik, anatomik ve histokimyasal olarak çalışılmıştır. İki tip salgı tüyü belirlenmiştir. Birinci tip salgı tüyü iki hücreli bir baş ve 8-10 hücre tabakasından oluşan uzun bir sap içerir. İkinci tip salgı tüyü ise iki hücreli bir

baş ve 5-6 hücre tabakasından oluşan kısa bir sap içerir. İki tip tüy de silindirik şekilli olup genellikle iki sıralıdır. Üç türde de aynı tip salgı tüyleri olmasına karşın tüylerin boyutlarında ve dağılımlarında türler arası farklılıklar bulunmuştur. Aynı zamanda türlerde ucu konik şekilli hücrelerden oluşmuş iki sıralı örtü tüyler ve kısa tek sıralı örtü tüyler tespit edilmiştir [46].

### ***Doronicum* Türleri Üzerinde Palinolojik Çalışmalar**

Angiosperm polenlerine ait en eski görüntüler Nehemiah Grew tarafından yazılan *Anatomy of Plants* adlı kitapta yer almaktadır [47]. Polen ilk olarak 1811'de Robert Brown tarafından ayırt edici bir taksonomik karakter olarak kabul edilmiştir, ancak Asteraceae familyası için ilk kullanımı 1864 yılındadır [48,49]. Polen morfolojisi alanında ilk önemli çalışmaları gerçekleştiren Wodehouse [50-52] ışık mikroskobu kullanarak günümüzün taramalı elektron mikroskobu görüntülerini anımsatan Asteraceae polen çizimleri sunmuş ve Asteraceae polenlerini üç grup altında toplamıştır: Psilat, ekinat ve lofat [49]. Wodehouse'dan sonra en önemli çalışma Stix [53] tarafından yapılmıştır. Dünyanın her yerinden Asteraceae familyasına ait 235 türün polenlerini incelemiştir. Bu çalışmaya göre Asteraceae poleni genel olarak izopolar (ekvator çevresinde simetrik) ve radyal simetrik olup, üç bileşik apertüre sahiptir [53]. Skvarla ve Larson [54] ve Skvarla ve Turner [55] Asteraceae familyası polenlerini ekzin tabakalarına göre Anthemoid, Helianthoid ve Senecioid olarak gruplara ayırmışlardır. 1970'lerden itibaren ise taramalı elektron mikroskobunun (SEM) yaygın olarak kullanılması yoluyla yüksek büyütme ve çözünürlükte üç boyutlu görüntülerin elde edilmesi palinolojik çalışmaların hızla artışına neden olmuştur [49]. Asteraceae familyasında bulunan taksonlara ait diğer polen morfolojisi çalışmalarının başlıcaları Erdtman ve ark. [56], Wagenitz [57], Perveen [58] ve Punt ve Hoen [59] tarafından gerçekleştirilmiştir.

Senecioneae tribusunda polen şekli oblat, prolat veya sferoidal, polar görünüşte yuvarlak veya üçgenimsi, ekvatorial görünüşte yuvarlak veya eliptik şekillidir. Polen trikolporat, kolpuslar birleşik değil, kolpus dardan geniş, ucu akut; tektum mikroperforat, ekinat; spinler az-çok sayıda, seyrek-yoğun, eşit dağılmış, konik ve künt (obtus) veya sivri uçlu, 2-7 µm, tabanı düz veya hafif şişkin, katı veya delikli (perforat); tektum kabarık değil, yuvarlak granüllü, striat (çizgili), retikulat (ağsı) veya areolat (adacıklı); lofat değil; internal foramina bulunur veya bazen bulunmaz; tamamen veya yer yer kavea bulunur. Senecioneae tribusundaki polen tanelerinde genellikle ekzin tabakasında internal

foramina bulunmaz. İnternal foramina bulunmayan polenler senecioid (senecionoid) polen tipi olarak adlandırılır. Küçük internal foramina bulunan helianthoid tipi polen ise Senecioneae tribusunda yer alan bazı cinslerde, özellikle *Doronicum*, *Farfugium* Lindl., *Gynura* Cass., *Pericallis* Webb & Berthel. ve *Packera* Á.Löve & D.Löve cinslerinde bulunur [49].

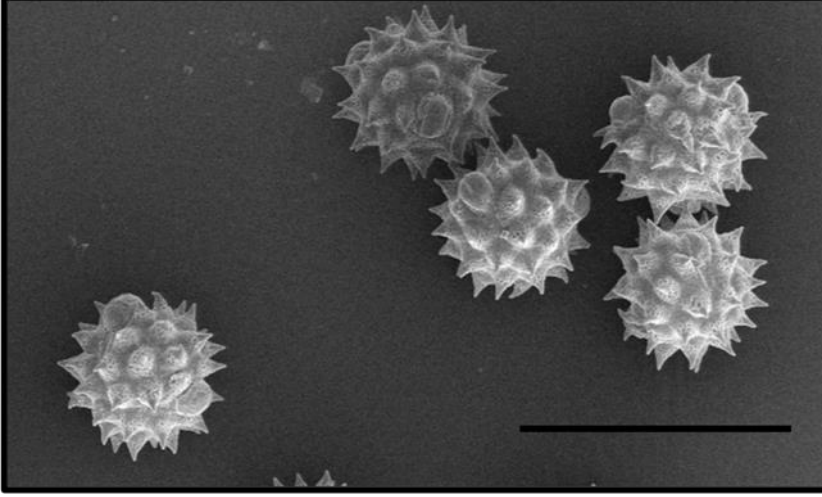
*Doronicum* türlerine ait polenler üzerinde yapılan az sayıda çalışma bulunmaktadır (Şekil 4). İnceoğlu ve Karamustafa [60] tarafından Ankara Beypazarı'ndan toplanan *D. orientale* polenleri ışık mikroskobu altında çalışılmıştır. Senecioneae tribusuna ait türlerin polenlerinin genel morfolojik özellikleri trikolporat, oblat-sferoidal, sferoidal, polar görünüşü sirkular, spinler konik veya konkav-konik olarak verilmiştir [60]. Pakistan'dan *D. hookeri* polenleri ışık mikroskobu altında incelenmiştir [61]. Punt ve Hoen [59] tarafından gerçekleştirilen *D. austriacum*, *D. pardalianches* ve *D. plantagineum* türlerinin polenlerinin morfolojik çalışmasında *Doronicum* polenleri *D. pardalianches* tipi ve *D. austriacum* tipi olmak üzere iki grup altında toplanmıştır. Ekin belirgin kubbe şeklinde ve üzerinde küçük kavite bulunuyor veya bulunmuyorsa; enine kesitte spin tabanında kolumella sayısı 4'den fazlaysa *D. pardalianches* tipi olarak tanımlanmıştır. Eğer ekin konik veya sadece hafifçe kubbe şeklinde ve üzerinde büyük üçgen kavite bulunuyor; enine kesitte spin tabanında kolumella sayısı 4 veya daha azsa *D. austriacum* tipi (*D. austriacum*, *D. plantagineum*) olarak tanımlanmıştır [59].

### ***Doronicum* Türleri Üzerinde Karyolojik Çalışmalar**

Nordenstam [62] tarafından tribus içerisinde morfolojik ve karyolojik karakterlere dayanan gruplandırma önerilmiştir. Buna göre Senecioneae tribusunda yer alan cinsler "senecioid" ve "cacalioid" olarak iki gruba ayrılmıştır. Daha sonra cacalioid adı yerine "tussilaginoid" ifadesi kullanılmaya başlanmıştır. Senecioneae tribusunda temel kromozom sayısı  $x = 10$  olarak kabul edilmektedir. Senecioid grubu için temel kromozom sayısı  $x = 10$  iken tussilaginoid grubu için  $x=30$  veya katlarıdır [1]. *Doronicum* cinsi için de önerilen temel kromozom sayısı  $x=30$ 'dur [5,13,63]. Fakat önceki çalışmalarda bazı araştırmacılar cins için temel kromozom sayısını  $x=10$  olarak kabul etmişlerdir [13,64]. Günümüze kadar karyolojik açıdan çalışılan *Doronicum* taksonları ve kromozom sayıları Tablo 2'de verilmiştir.

Cins üzerinde ilk karyolojik çalışma 1950 yılında Lindqvist tarafından gerçekleştirilmiştir. Lindqvist'e göre *Doronicum* türleri, kromozom sayıları yüksek ve

kromozomları küçük olduğu için sitolojik çalışma için elverişli değildirler. Kök uçlarında mitotik bölünmede bulunan kromozom sayıları sırasıyla *D. cordatum*'da  $2n=60$ , *D. pardalianches*'de  $2n=60$  ve *D. plantagineum*'de  $2n=±120$ 'dir. *D. plantagineum* kromozom boyları diğer iki türe göre daha kısa olduğu görülmüştür. Aynı zamanda *D. plantagineum* kromozomlarının 4 tanesinde satellit bulunduğu bildirilmiştir [65].



**Şekil 4** *D. macrophyllum* subsp. *sparsipilosum* polenleri (SEM) skala: 50 µm

**Fig 4** Pollens of *D. macrophyllum* subsp. *sparsipilosum* (SEM) scale: 50 µm

Alvarez Fernandez [13] tarafından yakın zamanda gerçekleştirilen ve materyal olarak rizomlardan elde edilen sekonder kök uçları ve olgunlaşmamış tüpsü çiçeklerin kullanıldığı çalışmada *D. carpetanum* subsp. *diazii* (Pérez Morales ve Penas) Alv.Fern. ve *D. carpetanum* subsp. *kuepferi* Alv.Fern. taksonlarında kromozom sayısı  $2n=60$  olarak belirlenmiştir.

Peruzzi ve ark. tarafından gerçekleştirilen karyolojik çalışmada İtalya'dan *D. columnae*, *D. x minutilloi* Peruzzi ve *D. orientale* türlerinin idiyogramları sunulmuştur. Üç türün de aynı kromozom sayısına ( $2n=60$ ) ve aynı ploidi düzeyine sahip oldukları görülmüştür [66]. Türkiye'den toplanan taksonlar üzerinde yapılan tek ve en güncel karyolojik çalışmada ise *D. haussknechtii*, *D. dolichotrichum*, *D. macrophyllum* subsp. *macrophyllum*, *D. maximum*, *D. oblongifolium*, *D. orientale* ve *D. reticulatum* taksonlarının somatik kromozom sayıları  $2n=60$  olarak bildirilmiştir [67].

*Doronicum* taksonlarının çoğunda bilinen kromozom sayılarının 30'un katları ( $2n = 60$ ) olması  $x = 30$  temel kromozom sayısını desteklemektedir (Tablo 2). Bazı taksonlarda ise her iki ploidi seviyesi de görülmektedir ki bu cinste poliploidinin yaygın olduğunu



gösterir. Bu taksonlar, *D. carpetanum* 2n=60, 120 [24,68]; *D. clusii* 2n=60, 120 [69-71]; *D. altaicum* 2n=30, 60 [72-75]; *D. macrophyllum* 2n=30, 60 [67,72,76]; *D. oblongifolium* 2n=40, 60 [67,72,77]. Gürcistan'dan *D. oblongifolium* kromozom sayısı 2n=40 olarak bildirilmiştir [77], ancak bu veri x=30 ile tutarsız olan tek çalışmadır ve yeniden sayılması gereklidir [13]. Alpin vejetasyonda ekstrem koşullara artan adaptasyon nedeniyle poliploid türlerin bu ortamlarda yaygın olduğu düşünülmektedir. *Doronicum* cinsinde poliploidi ve hibridizasyon yaygındır. Bu durum türlerin yüksek morfolojik varyasyonu ve sınırlı yayılışlarından kısmen sorumlu olabilir [71].

### ***Doronicum* Türlerinin Halk Arasında Kullanımı ve Etnobotanik Çalışmalar**

Cins ismine etimolojik olarak bakıldığında *Doronicum* isminin kökeni Arapça darânaj, darûnaj kelimelerine dayanmaktadır [98,99]. Theophrastus'un Historia Plantarum, IX isimli eserinde Skorpios isimli *Doronicum* cinsinde yer alan bitkiden bahsedilmektedir. Bitkinin kökleri akrebe benzediği için akrep sokmalarına karşı etkili olacağı bildirilmiştir [1]. İbn-i Sina tarafından yazılan "Kitab-ul-Adviyah-Qalbiyah" isimli eserde kalp hastalıklarının tüm yönleri anlatılmıştır ve kalp hastalıklarının tedavisinde kullanılan toplam 63 drog ismi verilmiştir. Eserde yer alan ve drog olarak kullanılan bitkilerden biri de *D. hookeri* (yöresel isim=Daroonaj) türüdür [101]. Aynı eserde *D. grandiflorum* (= *D. scorpioides* Lam.) kökleri güçlü kardiyotonik, canlandırıcı ve çarpıntıyı giderici olarak rapor edilmiştir [102]. İbn-i Sina'nın El-Kanun fi't-Tıb isimli eserinde bulunan ve duyuusal nöropatide analjezik etkili yağ olarak kullanılan bir bitki karışımı formülünde *D. pardalianches* türü de yer almaktadır [103].

Orta Çağ döneminde Doğu Akdeniz, Azerbaycan ve Şam'da *Doronicum* türlerinin kullanımı bulunmaktadır. Doğu Akdeniz'de *D. scorpioides* (yöresel isim=Leopard's-bane, Panther strangler) türünün köklerinin göz rahatsızlıkları ve cinsel arzuyu baskılayıcı olarak kullanıldığı kayıtlıdır [104]. Azerbaycan'da ise *D. macrophyllum* türünün kökleri tonik olarak kullanılmıştır. Bu toniğin karaciğer, kalp, sindirim ve duyu organlarını güçlendirdiğine inanılmıştır. Köklerinin dekoksasyonu aritmiye karşı reçete edilmiştir [105]. Osmanlı döneminde Şam'da *D. scorpioides* türünün göz hastalıkları, hayvan ısırıkları ve zehirlenmeleri, iç hastalıklar, ağrılar ve cilt hastalıkları için kullanıldığı bildirilmektedir [106].

**Tablo 2** *Doronicum* taksonları üzerinde gerçekleştirilen karyolojik çalışmalar ve kromozom sayıları

**Table 2** Karyological studies on *Doronicum* taxa and chromosome numbers

Takson	Kromozom Sayısı	Lokalite	Kaynak
<i>D. altaicum</i>	2n=30 2n=60	Rusya	[72-75]
<i>D. austriacum</i>	2n=60	Bulgaristan, Yunanistan, Ukrayna, İsviçre	[70,78-80]
<i>D. bargusiense</i> Serg.	2n=60	Rusya	[81]
<i>D. carpaticum</i>	2n=60	Ukrayna	[69,80]
<i>D. cordatum</i>	2n=60	Avrupa	[65]
<i>D. carpetanum</i>	n=30 2n=60, 120	İspanya	[68] [24]
<i>D. carpetanum</i> subsp. <i>diazii</i>	2n=60	İspanya	[13]
<i>D. carpetanum</i> subsp. <i>kuepferi</i>	2n=60	İspanya	[13]
<i>D. cataractarum</i> Widder	2n=60	İsviçre	[70]
<i>D. clusii</i>	2n=60 2n=120	İsviçre, İtalya Ukrayna	[69-71]
<i>D. columnae</i>	2n=60	Bulgaristan, Yunanistan, Almanya, İtalya, Bosna Hersek	[66,79,82-89]
<i>D. dolichotrichum</i>	2n=60	Türkiye	[67]
<i>D. glaciale</i> subsp. <i>glaciale</i>	2n=60	Slovenya, Avusturya	[71,90]
<i>D. glaciale</i> subsp. <i>calcareum</i>	n=30	Almanya	[91]
<i>D. grandiflorum</i>	2n=60	Alpler	[71]
<i>D. grandiflorum</i> var. <i>pyrenaicum</i>	n=30	Fransa	[92]
<i>D. haussknechtii</i>	2n=60	Türkiye	[67]
<i>D. hungaricum</i>	2n=60	Bulgaristan, Slovakya	[82,93]
<i>D. macrophyllum</i>	2n=30 2n=60	Gürcistan, Türkiye	[67,72,76]
<i>D. maximum</i>	2n=60	Türkiye	[67]
<i>D. x minutilloi</i>	2n=60	İtalya	[66]
<i>D. oblongifolium</i>	2n=40 2n=60	Gürcistan, Türkiye	[67,72,77]
<i>D. orientale</i>	2n=60	Yunanistan, İtalya, Türkiye	[66,67,94]
<i>D. pardalianches</i>	2n=60	Avrupa	[65]
<i>D. plantagineum</i>	2n=±120, 120	Avrupa, İspanya	[65,95]
<i>D. reticulatum</i>	2n=60	Türkiye	[67]
<i>D. roylei</i>	2n=60	Hindistan	[96,97]
<i>D. stiriacum</i> (Vill.) Dalla Torre	2n=120, c. 120	Slovakya, Avusturya	[71,93]

Geleneksel İran tıbbında *D. pardalianches* (yöresel isim=Daronaj, Daroanj Aghrabi) köklerinin kardiovasküler sistem hastalıklarının tedavisinde ve midevi olarak kullanıldığı bilinmektedir [107,108]. Yine geleneksel İran tıbbında *Doronicum* türleri dismenorede ve rahim ağrılarında kullanılmıştır [109]. İran'da *D. pardalianches* türünün kökleri halk arasında diüretik, yılan-akrep ısırılmalarının tedavisinde ve sinir toniği olarak

kullanılmaktadır [110]. İnan'da kardiyak şikayetlerde halk arasında kullanılan bir bitki karışımının içerisinde 20 g *D. grandiflorum* (= *D. scorpioides*) türünün rizom tozu yer almaktadır. Karışımında ayrıca 20 g *Anchusa italica* Retz. çiçekleri ve 10 g *Zingiber zerumbet* (L.) Roscoe ex Sm. topraküstü kısımları bulunmaktadır. Karışımın bal ile karıştırılarak her gün bir kaşık dolusu tüketildiği belirtilmektedir [111].

Geleneksel Hint tıbbında *D. pardalianches* sinir sistemi depresyonunda, melankolide, akrep ısırıklarına karşı ve kardiyak tonik olarak kullanılmıştır. *D. roylei* kökleri ise baş dönmesini önleyici olarak [112], *D. pardalianches* türü Hindistan'da yılan sokmalarına karşı kullanılmıştır [113]. Hindistan'da *D. falconeri* kökleri kardiyotonik olarak kullanılmaktadır [114]. Hindistan Nanda Devi Ulusal Parkı (biyosfer rezervi)'nda yapılan bir etnobotanik çalışmada *D. kamaonense* (= *D. roylei*) (yöresel isim=Buti) türünün sindirim sistemi rahatsızlıkları ve yılan-akrep sokmalarının tedavisinde kullanıldığı bildirilmektedir [115]. Geleneksel Hint tıbbında *D. hookeri* (yöresel isim=Darunaj-aqrabi) köklerinin kardiyak, sinir toniği, canlandırıcı, midevi ve gaz giderici olarak kullanıldığı bilinmektedir [116].

Bolivya'da eski zamanlarda *D. pardalianches*'in kaynatılmış yapraklarının gargara olarak, yaprak suyunun frengide görülen ülserleri yıkamak için ve taban yapraklarının lapa halinde ülserlere ve kangrenli yaralara uygulandığı kayıtlıdır. Çiçeklerinin *Arnica* çiçeği yerine kullanıldığı, köklerinin ise pişirildikten sonra akciğerlerde ve beyinde görülen damar tıkanıklıklarında kullanıldığı bildirilmiştir [117].

*D. grandiflorum* ve *D. pardalianches* türlerinin 16. ve 17. yy'da epilepsi ve malarya tedavisinde dahilen kullanıldıkları Avrupa herballerinde kayıtlıdır [118,119]. İspanya'da halk arasında *D. grandiflorum* (yöresel isim=Arnica) türünün çiçek başı losyon halinde haricen analjezik ve antienflamatuvar olarak palyatif ve semptomatik tedavide, çiçek başının çayı ise dahilen hipotansif olarak palyatif tedavide kullanılmaktadır [120]. Avrupa'da *D. orientale* türünden süs bitkisi olarak yararlanılmaktadır [121].

Ülkemizde ise sadece *D. orientale* türünün geleneksel tedavide kullanımı bulunmaktadır (Tablo 3). Halk arasında Acımık, Kaplanotu, Sarı papatya, Sarı çiçek isimleri ile bilinen bu türün taze kökleri kısırlık tedavisinde kullanılırken [31,122-124] topraküstü kısımlarının dekoksasyonu dahilen diüretik olarak kullanılmaktadır [125-127]. Hayvan hastalıklarında bitkinin topraküstü kısımları ezilir ve hayvanlarda görülen yaraların üzerinde serpilir. Fakat bitkinin zehirli olduğu ve ilkbahar ekinoksundan (22 Temmuz)

önce bitkiyi yiyen hayvanların hastalandığı veya öldüğü belirtilmiştir [128]. Bununla birlikte bitkinin taze çiçek ve yaprakları hayvan yemi olarak kullanımı da kayıtlıdır [129]. Ayrıca bitki Batı Karadeniz bölgesinde peyzaj amaçlı olarak kullanılmaktadır [130].

**Tablo 3** *Doronicum* taksonlarının ülkemizde geleneksel kullanımı

**Table 3** Traditional use of *Doronicum* taxa in our country

Tür	Yerel Ad	Kullanılan Kısım	Hazırlanış	Kullanım Şekli	Kullanım Amacı	Bölge [2]
<i>D. orientale</i>	Acımık, Kaplanotu, Sarı papatya, Sarıçiçek	Taze kökler	-	-	Kısırlık tedavisi	İzmir ve çevresinde [122]
		Topraküstü kısımları				Erzurum (Uzundere) [124]
			Dekoksiyon	Dahilen	Diüretik	Manisa (Yunt dağı) [126]
			Dekoksiyon	Dahilen	Diüretik	Isparta (Eğirdir-Göktaş) [125]
			Dekoksiyon	Dahilen (7-8 gün boyunca günde 1 çay bardağı içilir)	Diüretik	İzmir [127]
			Ezilmiş	Haricen	Hayvan hastalıkları (yaralar)	Denizli [128]
	Çiçek, yaprak	Taze	Dahilen	Hayvan yemi olarak	Afyonkarahisar [129]	

### ***Doronicum* Türleri Üzerinde Yapılmış Biyolojik Aktivite Çalışmaları**

*Doronicum* türlerinin antienflamatuar, antioksidan, antimikrobiyal, antitümoral, hepatoprotektif, üreaz inhibitör,  $\alpha$ -amilaz inhibitör,  $\alpha$ -glukozidaz inhibitör, kolinesteraz inhibitör aktiviteleri *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar ile araştırılmıştır (Tablo 4). Günümüze kadar yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

#### ***In vitro* çalışmalar**

*D. austriacum* metanol ekstresi fare fibroblast hücre kültürlerinin çoğalmasını tamamen inhibe etmiştir [131]. Kök diklorometan ekstresinin *in vitro* enzim testinde (Ellman'ın metodu) asetilkolinesteraz (AChE) inhibitör etkisi gösterilmiştir [132]. *D. austriacum*

köklerinin diklorometan ekstresi ve ana bileşiklerinin antiinflamatuvar ve antioksidan aktivitesinin değerlendirilmesi makrofajlar J774A.1 ve C6 astrositlerde gerçekleştirilmiştir. Nitrik oksit (NO) ve reaktif oksijen türleri (ROS) salınımının yanı sıra nitrotirozin oluşumu değerlendirilmiştir. Ekstre ve izole edilen 3 ana bileşiğin (tremeton-türevleri) (6,12-dihidroksil(--)-2S-tremeton, (S)-2-(5-asetil-6-hidroksi-2,3-dihidrobenzofuran-2-il)allilisobutirat, 2-((S)-5-asetil-6-hidroksi-2,3-dihidrobenzofuran-2-il)allil (S)-2-metilbutanoat) makrofajlardaki ve astrositlerdeki NO ve ROS salınmasını inhibe edebildikleri görülmüştür. Çalışmada *D. austriacum* ekstresinin antiinflamatuvar ve antioksidan aktivitesi *in vitro* yöntemlerle kanıtlanmıştır [133].

*Helicobacter pylori* tarafından salgılanan üreaz enzim aktivitesi üzerine inhibisyon etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, *D. bracteatum* Edm. topraküstü kısımları metanol ekstresi düşük seviyede üreaz inhibitör aktivitesi göstermiştir [134].

*D. glaciale* köklerinin farklı ekstreleri (petrol eteri, diklorometan ve etanol) antifungal ve antibakteriyel aktivite yönünden 0,5-256 µg/mL konsantrasyonlarda test edilmiştir, fakat mantarlara veya bakterilere karşı kabul edilebilir MİK (Minimum inhibitör konsantrasyonu) veya MFK (Minimum fungusit konsantrasyonu) değeri elde edilmemiştir [135].

*D. hookeri* kök diklorometan:metanol (1:1, v/v) ekstresi agar dilüsyon yöntemi kullanılan antimikrobiyal aktivite testinde *Streptococcus faecalis*, *Candida albicans* ve *Saccharomyces cerevisiae*'i inhibe etmiştir. *Bacillus subtilis* ve *Bordetella bronchiseptica*'a karşı ise zayıf inhibisyon göstermiştir [136]. Kök uçucu yağı inhibisyon zon çapları ölçülerek antibakteriyel (*Bacillus subtilis*) ve antifungal (*Ganoderma lucidum*) açıdan değerlendirilmiş fakat aktivite göstermediği saptanmıştır [137]. Kök metanol ve diklorometan ekstresinin *in vitro* antioksidan özellikleri karşılaştırılmıştır. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), ABTS (2,2-azinobis(3-etilbenzothiazollin-6-sulfonik asit), Süperoksit ve Nitrik oksit radikal süpürücü aktiviteleri, metal iyonu şelat aktivitesi, demir iyonu indirgeyen antioksidan gücü (FRAP) ve total antioksidan kapasitesi değerlendirilmiştir. Metanol ekstresi daha yüksek total fenol içeriği ile daha güçlü serbest radikal süpürücü ve azaltıcı aktivite göstermiştir. Total antioksidan kapasite ve FRAP değerleri de metanol ekstresinde yüksek bulunmuştur. Diklorometan ekstresi ise yüksek flavonoid içeriği ile güçlü metal iyonu şelat aktivitesi, süperoksit ve nitrik oksit radikal süpürücü aktiviteleri göstermiştir [138]. *D. hookeri* kök petrol eteri, metanol

ve diklorometan ekstralarının farklı mikroorganizmalar üzerinde (*Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Shigella flexneri*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis*, *Enterobacter aerogenes*, *Candida albicans*, *Aspergillus flavus*, *Phanerochaete chrysosporium*) antimikrobiyal aktiviteleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda disk difüzyon testinde 0.1 mg ekstreye eşdeğer 10 µl kök petrol eteri ekstresi ve diklorometan ekstresi güçlü antimikrobiyal etki gösterirken metanol ekstresi zayıf antimikrobiyal etki göstermiştir. Petrol eteri ekstresi *Escherichia coli* hariç diğer bakterilere zayıf-orta derece etki göstermiştir, *Shigella flexneri*'yi ise güçlü şekilde inhibe etmiştir. *Candida albicans*'a karşı petrol eteri ve metanol ekstresi zayıf etki göstermiştir, diklorometan ekstresi ise etki göstermemiştir. Diklorometan ise *Bacillus subtilis* hariç tümüne karşı inhibisyon gösterirken en güçlü etkiyi *Micrococcus luteus*'e karşı göstermiştir. Metanol ekstresi ise *Micrococcus luteus*, *Shigella flexneri*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Enterobacter aerogenes*'a karşı zayıf etki göstermiştir. MİK testinde ise diklorometan ekstresi 0.25 mg/ml konsantrasyonda diğer ekstralardan güçlü antimikrobiyal etki göstermiştir (*Micrococcus luteus*, *Proteus mirabilis*, *Shigella flexneri*). Metanol ekstresi ise 0.25 mg/ml konsantrasyonda *Bacillus subtilis* ve *Shigella flexneri*'yi güçlü inhibe etmişlerdir. Petrol eteri ekstresi ise sadece *Micrococcus luteus* (MİK 0.25 mg/ml) ve *Bacillus subtilis*'e (MİK 0.5 mg/ml) karşı inhibisyon göstermişlerdir. Üç ekstre de antifungal etki göstermemiştir (MİK  $\geq$  1.25 mg/ml) [139].

*D. macrolepis* türünün gövde, kök ve çiçeklerinin 3 farklı çözücü ile ekstralarının (etanol, metanol, etil asetat) antioksidan, enzim inhibisyon ( $\alpha$ -amilaz,  $\alpha$ -glukozidaz ve kolinesteraz) ve antimikrobiyal (MİK) aktiviteleri araştırılmıştır. Uçucu yağın kimyasal içeriği ve antimikrobiyal etkisi de değerlendirilmiştir. Antioksidan aktivite ABTS and DPPH testleri ile belirlenirken antimikrobiyal aktivite 19 adet mikroorganizmaya karşı mikrodilüsyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Enzim inhibisyon aktivitesi ise kolorimetrik metod ile ölçülmüştür. Çiçeklerin antioksidan aktivitesinin diğer bitki kısımlarından daha güçlü olduğu görülmüştür. Aynı zamanda total fenolik ve flavonoid içeriğinin çiçeklerde daha yüksek olduğu görülmüştür. En yüksek enzim inhibisyon aktiviteleri  $\alpha$ -amilaz (221.54 mmol ACAE/g ekstre) çiçek etilasetat ekstresinde,  $\alpha$ -glukozidaz (15.32 mmol ACAE/g ekstre) çiçek etanol ekstresinde, ve kolinesteraz (AChE: 2.4 ve BChE: 22.35 mg GALE/g ekstre) gövde etilasetat ekstresinde olarak

saptanmıştır. Uçucu yağın antimikrobiyal aktivitesi ekstrelerinkinden daha yüksek bulunmuştur [140].

*D. orientale* toprak üstü kısımlarının su, etanol ve metanol ekstrelerinin antibakteriyel (disk difüzyon ve agar well difüzyon metod) ve antitümoral (*Agrobacterium tumefaciens* ile indüklenen patates disk tümör metodu) aktiviteleri değerlendirilmiştir. Tüm ekstreler *Streptococcus pyogenes* ve *Staphylococcus aureus*, su ve etanol ekstreleri *Staphylococcus epidermidis*, etanol ve metanol ekstreleri *Escherichia coli* üzerinde antibakteriyel etki göstermiştir. Ekstreler çok az derecede antitümoral etki göstermiştir [141]. *D. orientale* bitkisinin sulu ekstresinin antioksidan aktivitesi gösterilmiştir. Çalışmada DPPH, Süperoksit ve Nitrik oksit radikal süpürücü aktivite testleri sonucunda IC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 66.34 µg mL<sup>-1</sup>, 219.70 µg mL<sup>-1</sup>, 436.14 µg mL<sup>-1</sup> olarak bulunurken toplam fenolik madde içeriği 47.26 mg GAE mL<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır [142]. Topraküstü kısımlarının etanol ve metanol ekstreleri disk difüzyon testinde balık patojenlerine (*Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida*, *Vibrio anguillarum*, *Yersinia ruckeri*, *Enterococcus faecalis*, *Lactococcus garvieae*, *Streptococcus agalactia*) karşı antibakteriyel aktivite göstermemiştir [143]. *D. orientale* yaprak metanol ekstresinin antioksidan aktivitesi DPPH ve ABTS testleri, CUPRAC (bakır(II) iyonu indirgeme esaslı antioksidan kapasite) yöntemi, FRAP yöntemi ve demirli iyon şelat aktiviteleri ile gösterilmiştir [144]. Topraküstü ve kök ekstreleri (heksan, etil asetat, etanol, etanol/su, su) antioksidan aktivitesi DPPH ve ABTS testleri ile gösterilmiştir. Bununla birlikte tüm ekstrelerin asetilkolinesterazı inhibe ettiği, su ekstreleri hariç diğer ekstrelerin butirilkolinesteraz inhibisyonu gösterdiği bulunmuştur [145].

*D. pardalianches* kök metanol ekstresi, modifiye edilmiş Ellman'ın metoduyla kolinesteraz (ChE) inhibe edici aktivitelerini değerlendirmek için n-heksan, kloroform ve etil asetat ile fraksiyonlarına ayrılmıştır. Sadece etil asetat fraksiyonunun asetilkolinesteraz (AChE) inhibitör etki gösterdiği (IC<sub>50</sub>: 172.21 µg/mL), hiçbir fraksiyonun butirilkolinesteraz (BChE) inhibe edici aktivite göstermediği saptanmıştır [146].

### ***In vivo* çalışmalar**

*D. austriacum* metanol ekstresi daha önce homolog meme karsinom hücreleri ile aşılınmış farelere enjekte edildiğinde hayvanların yaşam süresini önemli ölçüde uzatmayı başarmıştır [131].

*D. hookeri* kök etanol ekstresi 500 mg/kg dozda ratlarda karbon tetraklorür (CCl<sub>4</sub>) toksisitesine karşı doza bağımlı kısmi karaciğer koruyucu etki (hepatoprotektif) göstermiştir. Aynı zamanda etanol ekstresinin *in vitro* ve *in vivo* antioksidan aktivitesinin sulu ekstreden daha güçlü olduğu görülmüştür [147]. *D. macrophyllum* köklerinden izole edilen kumarinler (umbelliferon ve glikoziti) ratlerde antiaritmik etki göstermiştir [148].

### ***Doronicum* Türlerinin Fitokimyasal İçeriği**

*Doronicum* türlerinin topraküstü kısımları ve kök ekstrelerinin pirolizidin alkaloidleri, flavonoidler, terpenler (timol türevleri) ve benzofuranlar (tremeton türevleri) gibi bileşikler içerdiği birçok çalışma ile gösterilmiştir. Tiyofen türevleri ve kumarinler de bazı türlerde bulunmuştur [133, 145, 146, 149-167]. Uçucu yağı ise seskiterpenler ve monoterpenler bakımından zengindir [142, 168-171].

Bitkiler aleminde en çok Asteraceae, Boraginaceae ve Fabaceae familyaları bitkilerinde bulunan pirolizidin alkaloidleri (PA), bitkiler tarafından üretilen en toksik bileşiklerden biridir. Bu alkaloidleri bulunduran bitkiler otçul hayvanlara karşı kimyasal bir savunma mekanizmasına sahip olur. Özellikle hepatoksik etki gösteren bileşiklerle uzun süreli maruziyet durumunda kalp, akciğerler ve böbreklerde ciddi hasar görülebilir, hatta ölüme yol açabilir. Komisyon E tarafından izin verilen maksimum PA dozu oral olarak uygulanan bitkisel ürünlerde (infüzyonlar ve çaylar) günde 10 µg, bitki ekstresinde ise 1 µg'dır [172].

Avusturya gibi bazı ülkelerde ise senesionin veya senkirkin içeren herhangi bir bitkisel ürün onay alamaz. Pirolizidin alkaloidleri, pirolizidin halkası içeren büyük bir alkaloid grubunu oluşturur. Senecioneae tribusu aminoasit ornitinden türeyen makrosiklik senesionin tip pirolizidin alkaloidleri ile karakterizedir [1,149]. Yapılan çalışmalarda *Doronicum* türlerinden otosenin, floridanin, doronin ve senkirkin izole edilmiştir [149]. Poliasetilenler Asteraceae familyasında yaygın olarak bulunmasına karşın Senecioneae tribusunda görülmez. Ancak istisna olarak *Doronicum* türlerinde varlığı gösterilmiştir [1]. *Doronicum* türlerinde ve Asteraceae familyasının birçok üyesinde bulunan poliasetilenlerin fototoksik etkiden sorumlu olduğu bilinmektedir [150]. *Doronicum* türleri, seski- ve triterpenler, timol ve tremeton türevleri (bazı *Senecio* türleri gibi) ve özellikle pirolizidin alkaloidleri içermesiyle fitokimyasal olarak tribusta yer alan diğer türlere yakınlık göstermektedir [1].



**Tablo 4** *Doronicum* türleri üzerinde gerçekleştirilen biyoaktivite çalışmaları

**Table 4** Bioactivity studies on *Doronicum* species

Tür	Kullanılan kısım/ekstre	Çalışma tasarımı	Aktivite [2]
<i>D. austriacum</i>	Köklerin diklorometan ekstresi	<i>In vitro</i>	Antiinflamatuvar ve antioksidan aktivite [133]
	Bitkinin tamamının metanol ekstresi	<i>In vitro/In vivo</i>	Antitümoral aktivite [131]
	Kök diklorometan ekstresi	<i>In vitro</i>	Asetilkolinesteraz (AChE) inhibitör etkisi [132]
<i>D. bracteatum</i>	Topraküstü metanol ekstresi	<i>In vitro</i>	Üreaz inhibitör aktivitesi [134]
<i>D. glaciale</i>	Kök petrol eteri, diklorometan ve etanol ekstreleri	<i>In vitro</i>	Antifungal ve antibakteriyel aktivite (-) [135]
<i>D. hookeri</i>	Kök uçucu yağı	<i>In vitro</i>	Antifungal ve antibakteriyel aktivite (-) [137]
	Kök metanol ve diklorometan ekstresi	<i>In vitro</i>	Antioksidan aktivite [138]
	Kök petrol eteri, metanol ve diklorometan ekstreleri	<i>In vitro</i>	Antifungal (-) ve antibakteriyel aktivite [139]
	Kök diklorometan:metanol ekstresi	<i>In vitro</i>	Antimikrobiyal aktivite [136]
	Kök etanol ekstresi	<i>In vivo</i>	Hepatoprotektif etki [147]
<i>D. macrolepis</i>	Gövde, kök ve çiçeklerinin etanol, metanol, etil asetat ekstreleri, uçucu yağ	<i>In vitro</i>	Antioksidan aktivite, antimikrobiyal aktivite, $\alpha$ -amilaz, $\alpha$ -glukozidaz, kolinesteraz inhibitör etkisi [147]
<i>D. macrophyllum</i>	Köklerinden izole edilen kumarinler	<i>In vivo</i>	Antiarritmik aktivite [148]
<i>D. orientale</i>	Bitkinin tamamının sulu ekstresi	<i>In vitro</i>	Antioksidan aktivite [148]
	Topraküstü su, etanol ve metanol ekstreleri	<i>In vitro</i>	Antibakteriyel aktivite Antitümoral aktivite [141]
	Yaprak metanol ekstresi Kök ve topraküstü heksan, etil asetat, etanol, etanol/su, su ekstreleri	<i>In vitro</i>	Antioksidan aktivite [144,145] Asetilkolinesteraz inhibitör etkisi Butirilkolinesteraz inhibitör etkisi (-) [145]
	Topraküstü etanol ve metanol ekstreleri	<i>In vitro</i>	Antibakteriyel aktivite (-) [143]
<i>D. pardalianches</i>	Kök metanol ekstresi	<i>In vitro</i>	Kolinesteraz (ChE) inhibitör etkisi [146]

Seskiterpen laktonlar tribus için çok önemli fitokimyasal belirteçler olarak kabul edilir. Çok çeşitlilik göstermeleri ve kimyasal yapılarındaki varyasyonlar tribus içindeki ve cinsler arasındaki sınıflandırma içinde yararı olabileceklerini düşündürmektedir [1]. *D. orientale* ve *D. macrophyllum* pedonkul ve fillarilerindeki salgı tüylerinin fenolik

maddeler, terpenoidler ve seskiterpen laktonlar taşıdığı floresan mikroskobu ile gösterilmiştir [44]. *Doronicum* türlerinin ve uçucu yağlarının üzerinde yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

*D. austriacum* köklerinden benzofuranlar ve timol türevleri izole edilmiştir [151]. *D. austriacum* kök diklorometan ekstresinden bilinen 3 dihidrobenzofuran türevi 6,12-dihidroksitremeton-12-*O*-isobutirat; 6,12-dihidroksitremeton-12-*O*-(2-metil)butirat ve 6,12-dihidroksitremeton izole edilmiştir. Aynı zamanda kök metanol ekstresinden iki bilinmeyen tremeton türevi 12-*O*- $\beta$ -D-glukopiranosil-6,12-dihidroksitremeton, 12-*O*- $\beta$ -D-[6-(3-hidroksi-3-metil-glutaril)-glukopiranosil]-6,12-dihidroksi-tremeton ve 3 yeni diterpen asit türevi 4-karboksi-2-*O*- $\beta$ -D-[2-(3-isopropil-malat-1-metil-ester)-glukopiranosil]-atraktiligenin, 4-karboksi-2-*O*- $\beta$ -D-[2-(3-isopropil-malat-1-metil-ester)-isoramnosil]-atraktiligenin ve 2-*O*- $\beta$ -D-[2-(3-isopropil-malat-1-metil-ester)-glukopiranosil]-atraktiligenin elde edilmiştir [132]. *D. austriacum* kök diklorometan ekstresinde tremeton türevleri olarak 6,12-hidroksi(-)-2*S*-tremeton, (*S*)-2-(5-asetil-6-hidroksi-2,3-dihidrobenzofuran-2-il)allil isobutirat ve 2-((*S*)-5-asetil-6-hidroksi-2,3-dihidrobenzofuran-2-il)allil (*S*)-2-metilbutanoat tespit edilmiş ve bileşiklerin antioksidan ve antiinflamatuvar etkileri gösterilmiştir [133]. Tremeton türevleri toksik maddeler olarak bilinmekte ve süte geçebilmektedir. Ancak kurutulmuş bitki ve bitki ekstraktlarında tremeton kararsızdır ve toksik olmayan dehidrotremetona dönüşmektedir [152]. *Doronicum columnae* Ten. yapraklarından pirolizidin alkaloidlerinden senkirkin izole edilmiştir [153]. *D. grandiflorum* gövde ve yapraklarından p-hidroksiasetofenon türevi olarak bilinen iki bileşik ilk defa izole edilmiştir. Birinci bileşik 2-senesioil-4-(1-hidroksietil)-fenol, ikinci bileşik ise 2,2 dimetil-6-(1-hidroksietil)-kroman-4-on'dur [154]. *D. grandiflorum* flavonoidlerinden kersetin 3-*O*-(6"-*O*-asetilglukozit) [155,156] 8-hidroksiapigenin ve 8-hidroksiluteolin türevleri saptanmıştır [157-159]. *D. grandiflorum* yaprak ve çiçeklerinin flavonoid içeriği ile *D. 6corsicum*, *D. pardalianches* ve *D. orientale* türlerinin flavonoid içeriği karşılaştırılmıştır [157].

*D. hookeri* çiçeklerinin metanol ekstresinden flavon glikozit yapısında bileşikler 5,7,4'-trihidroksi-6-metoksiflavon, 5-hidroksi-3,7,4'-trimetoksi flavon ve 7,3'-dihidroksi-5,4',5'-trimetoksi isoflavon izole edilmiştir [159]. *D. hungaricum* köklerinden benzofuranlar ve timol türevleri izole edilmiştir. Timol ve benzofuranların cins için karakteristik olduğu düşünülmektedir [160].

*D. macrophyllum* köklerinden otosenin, floridanin ve doronin olarak isimlendirilen yeni bir pirolizidin alkaloidi ilk kez izole edilmiştir [161]. Kök metanol ekstresinden yeni bir diterpen glikozit olan doronikozit D izole edilmiştir [162]. *D. macrophyllum* köklerinden tremeton türevleri elde edilmiştir [163]. Yine köklerinden kumarinlerden umbelliferon ve 7-O- $\alpha$ -D-glukopiranosil kumarin izole edilerek antiaritmik etkileri gösterilmiştir [148]. *D. macrophyllum* topraküstü kısmından flavonoidlerden apigenin, kersetin, astragalın, isokersitrin, rutin izole edilirken *D. oblongifolium* topraküstü kısmından kersetin ve isokersitrin izole edilmiştir [165].

*D. orientale* bitkisinin topraküstü ve kök ekstrelerinde (heksan, etil asetat, etanol, etanol/su, su) ortak olarak 5-kafeoil kinik asit (2.52–337.05  $\mu\text{g/g}$ ), 3,5-dikafeoil kinik asit (3.12–299.36  $\mu\text{g/g}$ ), rutin (0.03–114.77  $\mu\text{g/g}$ ), hiperozit (0.04–66.74  $\mu\text{g/g}$ ), kersitrin (0.03–9.53  $\mu\text{g/g}$ ) ve kersetin (0.04–1.17  $\mu\text{g/g}$ ) bulunduğu bildirilmiştir [145]. *D. pardalianches* kök ve topraküstü kısımlarından timol ve tremeton türevleri ile p-hidroksiasetofenon türevi yeni bir bileşik izole edilmiştir. Seskiterpen alkol yapısında yeni bir bileşik daha bulunmuştur [165]. Rajagopalan ve Negi [166] tarafından *D. pardalianches* köklerinden pirolizidin alkaloidlerinden otosenin izole edilmiştir. *D. pardalianches* kuru drogunda yüksek seviyede toksik tiyofen türevleri tespit edilmiştir [167]. *D. pardalianches* köklerinden formononetin 7-O- $\beta$ -D-glukopiranozit (ononin) izole edilmiştir [146].

Yapılan çalışmalara göre *Doronicum* türlerinin uçucu yağında seskiterpenler öne çıkmaktadır. *D. altaicum* topraküstü kısmının uçucu yağında major bileşikler olarak benzopiran türevlerinden öpatoriokromen (%38.02), 8-asetil-7-hidroksi-2,2-dimetil-2H-kromen (%8.2), ödesma-4(15),7-dien-1-ol (%6.0), ve heksahidrofarnesil aseton (%3.4) bulunduğu bildirilmiştir. Seskiterpenlerin de %24.9 oranında bulunduğu ve çoğunlukla oksijenlenmiş halde bulunduğu, monoterpenlerin (%5.4) ve az miktarda hidrokarbonlar, asitler ve esterlerin (%11.0) uçucu yağın bileşiminde yer aldığı saptanmıştır [168].

*D. austriacum* Jacq. subsp. *giganteum* (Griseb.) Stoj. et Stef. topraküstü kısımları uçucu yağında majör bileşikler olarak germakren D (%50.8),  $\beta$ -karyofillen (%9.1),  $\alpha$ -humulen (%5.5) ve (Z,E)- $\alpha$ -farnesen (%5.2) bulunmuştur. Uçucu yağda başlıca terpenoidlerden (%93.6) seskiterpen hidrokarbonların (%81.6) olduğu görülmüştür [169].

*Doronicum corsicum* (Loisel.) Poir. topraküstü kısmı uçucu yağı seskiterpen hidrokarbonlar (%38.2) ve oksijenlenmiş monoterpenler bakımından zengindir. Ana

bileşenler olarak modhefen (%11.6), (E)- $\beta$ -karyofillen (%9.8), 10-isobutiriloksi-8,9-epoksitimidil anjelat (%9.9) ve timil anjelat bulunmuştur (%8.7). Aynı zamanda yeni timol türevlerinin yapısı aydınlatılmıştır [170]. *D. macrolepis* çiçek, gövde ve kök ekstralarının (etil asetat, etanol, metanol) total fenolik ve flavonoid içeriklerinin yüksek olduğu görülmüştür. Uçucu yağında ise yüksek oranda (E,E)- $\alpha$ -farnesen (%21.5), *trans*- $\beta$ -osimen (%12.8),  $\delta$ -kadinen (%9.5), karyofillen oksit (%8.2) ve timol (%4.4) bulunduğu bildirilmiştir [147].

*D. orientale*, *D. bithynicum* subsp. *sparsipilosum* ve *D. macrolepis* taksonlarının çiçek, yaprak ve gövdesinden elde edilen uçucu yağlarda seskiterpenlerin ana bileşikler olduğu görülmüştür. *D. orientale* ve *D. bithynicum* subsp. *sparsipilosum*'da (E)- $\beta$ -farnesen; *D. macrolepis*'de ise (E)-karyofillen öne çıkmaktadır [171].

## Sonuç ve Öneriler

Birçok araştırmacı tarafından sistematik açıdan problemlili bir cins olarak kabul edilmesi, ülkemizde bulunan türler ile alakalı kapsamlı bir revizyon çalışmasının bulunmaması ve türler üzerinde anatomik, mikromorfolojik ve palinolojik çalışmaların yapılmamış olması gibi nedenlerden ötürü Türkiye'de yayılış gösteren *Doronicum* türleri üzerinde güncel çalışmalar yapılarak cinsin taksonomisinin aydınlatılması gerektiği düşünülmüştür. *Doronicum* türleri her ne kadar pirolizidin alkaloidleri ve tremeton türevleri gibi toksik etkili bileşikleri içeriyor olsa da türler üzerinde gerçekleştirilen biyolojik aktivite çalışmalarında özellikle antitümoral ve antibakteriyel etkiler dikkat çekicidir. Bununla birlikte asetilkolinesteraz inhibitör etkileri nedeniyle Alzheimer hastalığını önleyici aday ilaç moleküllerinin bu türlerden izole edilebileceği umulmaktadır. Türkiye'de halk arasında kullanımının kısıtlı olması ancak özellikle Avrupa'da geleneksel tedavide kullanılan türlerin bulunması ve çeşitli aktivite çalışmaları ile tıbbi kullanımının destekleniyor olması nedeniyle farklı ekstreler ve saf bileşikler üzerinde yapılacak olan araştırmaların artarak devam etmesinin farklı bilim alanlarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Birçok araştırmacı tarafından sistematik açıdan problemlili bir cins olarak kabul edilmesi, ülkemizde bulunan türler ile alakalı kapsamlı bir revizyon çalışmasının bulunmaması, güncel yayılış alanlarının saptanmasının gerekliliği ve özellikle sinonime düşürülen türlerin taksonomik durumlarının kesinleştirilmesinin gerekmesi gibi nedenlerle *Doronicum* türleri üzerinde güncel çalışmalar yapılarak cinsin sistematik durumunun çözüme kavuşturulması gerekmektedir. Türler üzerinde

gerçekleştirilecek olan anatomik, mikromorfolojik, palinolojik ve kemotaksonomik incelemeler cinsin sistematğine katkıda bulunacaktır.

#### **Acknowledgments / Teşekkürler**

We are grateful to the Istanbul University Scientific Research Projects Fund for financial support. İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine mali destekleri için teşekkürlerimizi sunarız.

#### **Funding / Fon desteği**

This study was financially supported by Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University funds, Project No: (2019-35458).

Bu çalışma T.C. İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Proje No: (2019-35458) ile desteklenmiştir.

#### **Data Availability statement / Veri Kullanılabilirliği bildirim**

The authors confirm that data supporting the findings of this study are available in the article.

Yazarlar, bu çalışmanın bulgularını destekleyen verilerin makalede mevcut olduğunu onaylamaktadır.

#### **Conflict of interest / Çıkar çatışması**

The authors declare no conflict of interest.

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### **Ethical standards / Etik standartlar**

The study is proper with ethical standards.

Bu çalışma etik standartlara uygundur.

#### **Authors' contributions / Yazar katkıları**

Zeynep Büşra ERARSLAN conceived and designed the study. All authors contributed to the preparation of the manuscript.

Çalışma Zeynep Büşra ERARSLAN tarafından planlanmış ve tasarlanmıştır. Tüm yazarlar makalenin hazırlanmasına katkıda bulunmuşlardır.

#### **Kaynakça**

1. Nordenstam, B., et al., Senecioneae, in Systematics, Evolution and Biogeography of Compositae, V.A. Funk, et al., Editors. 2009, International Association for Plant Taxonomy. Vienna: Austria. p. 503-526.
2. Budak Ü., "Türkiye *Senecio* L. (Asteraceae) Türlerinin Taksonomisi" PhD diss., Erciyes Üniversitesi, 2009.
3. Cassini, H., Troisième mémoire sur les Synanthérées. Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts, 1816. 82: p. 116-146.
4. Cassini, H., Tableau synoptique des Synanthérées. Annales des Sciences Naturelles, 1829. 17: p. 387-423.
5. Bremer, K., Asteraceae: Cladistics and Classification. 1994, Oregon, USA: Timber Press.
6. Nordenstam, B., Senecioneae, in The Families and Genera of Vascular Plants, Vol. 8, Flowering Plants, Eudicots, Asterales, J.W. Kadereit and C. Jeffrey, Editors. 2007, Springer. Berlin: Germany. p. 208-241.
7. Pelsner, P.B., et al, An ITS phylogeny of tribe Senecioneae (Asteraceae) and a new delimitation of *Senecio* L. Taxon, 2007. 56: p. 1077-1104.
8. Panero, J.L., New combinations and infrafamilial taxa in the Asteraceae. Phytologia, 2005. 87: p. 1-14.
9. Fu, Z.X., et al., A comprehensive generic-level phylogeny of the sunflower family: Implications for the systematics of Chinese Asteraceae. Journal of Systematics and Evolution, 2016. 54(4): p. 416-437.
10. Alvarez Fernandez, I., et al., A phylogenetic analysis of *Doronicum* (Asteraceae, Senecioneae) based on morphological, nuclear ribosomal (ITS), and chloroplast (trnL-F) evidence. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2001. 20(1): p. 41-64.

11. Edmondson, J.R., *Doronicum* L., in Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vol 5, P.H. Davis, Editor. 1975, Edinburgh Press. Edinburgh. p. 137-145.
12. Cronquist A., An Integrated System of Classification of Flowering Plants. 1981, New York, USA: Columbia University Press.
13. Alvarez Fernandez, I., Systematics of Eurasian and North African *Doronicum* (Asteraceae: Senecioneae). Annals of the Missouri Botanical Garden, 2003. 90(3): p. 319-389.
14. Cavillier, F., Nouvelles études sur le genre *Doronicum*. Annuaire du Conservatoire & du Jardin Botaniques de Geneve, 1911. 13-14: p. 195-368.
15. Edmondson, J.R., Notes on *Doronicum* L. in SW Asia. Notes From The Royal Botanic Garden, 1973. 32: p. 255-258.
16. Linnaeus, C., *Species Plantarum*. 1753, Stockholm, Sweden: Holmiae, Impensis L. Salvii.
17. Lamarck, J.B.A.P., Encyclopédie Méthodique. Botanique. 1786, Paris, France: Liège, Panckoucke.
18. Necker, N.J., *Elementa Botanica*. 1790, Neuwied, Germany: Apud Societatem Typographicam.
19. Bentham, G. and J.D. Hooker, Genera Plantarum, Vol. 2. 1873, London, England: A. Black
20. Cassini, H., Aperçu des genres ou sous-genres nouveaux forms par M. Henri Cassini dans la famille des Synanthérées. Bulletin des sciences de la Société Philomatique de Paris, 1817. 1817: p. 151-154.
21. Candolle, A.P., Prodrromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis, Vol. 5. 1836, Paris, France: Sumptibus Sociorum Treuttel et Würtz.
22. Edmondson, J.R., The genus *Doronicum* L. in Iran. Notes From The Royal Botanic Garden, 1978. 32: p. 67-73.
23. Avetisyan, V.E., Rod *Doronicum* L. v Armenii (*Doronicum* L. genus in Armenia). Biologicheskii Zhurnal Armenii, 1980. 33: p. 532-534.
24. Chacón Aumente, R., Contribución al estudio taxonómico del género *Doronicum* L. (Compositae) en la península Ibérica. Anales del Jardín Botánico de Madrid, 1987. 43: p. 253-270.
25. Duvigneaud, J., Le genre *Doronicum* L. en Belgique et dans les régions voisines. Natura Mosana, 1992. 45: p. 81-92.
26. Cavillier, F., E'tude sur les *Doronicum* a'fruits homomorphes. Annuaire du Conservatoire & du Jardin Botaniques de Geneve, 1907. 10: p. 177-251.
27. Alvarez Fernandez, I., and G. Nieto Feliner, A multivariate approach to assess the taxonomic utility of morphometric characters in *Doronicum* (Asteraceae, Senecioneae). Folia Geobotanica, 2001. 36: p. 423-444.
28. Willkomm, H.M. and J.M.C. Lange, Prodrromus Florae Hispanicae, Vol 2. 1870, Stuttgart, Germany: Schweizerbart.
29. Kadereit, J.W. and C. Jeffrey, The Families and Genera of Vascular Plants, Vol. 8, Flowering Plants, Eudicots, Asterales. 2007, Berlin, Germany: Springer.
30. Skof, S., et al., Phylogeny and biogeography of the narrowly endemic *Doronicum cataractarum* (Asteraceae) from the eastern European Alps: Pleistocene origin from Alpine ancestors rather than Tertiary relic with southwest Asian affinity. Plant Systematics and Evolution, 2019. 305(2): p. 139-149.
31. Güner, A., et al., *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. 2012, İstanbul, Turkey: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
32. Bonifacino J.M., et al., A history of research in Compositae: early beginnings to the Reading Meeting (1975), in Systematics, Evolution and Biogeography of Compositae, V.A. Funk, et al., Editors. 2009, International Association for Plant Taxonomy. Vienna: Austria. p. 3-38.
33. Metcalfe, C.R. and L. Chalk, Anatomy of the Dicotyledons. Vol. 2. 1957, Oxford, England: Clarendon Press.
34. Metcalfe, C.R. and L. Chalk. Anatomy of Dicotyledons: Systematic Anatomy Of The Leaf And Stem, With A Brief History Of The Subject, Vol 1. 1979, Oxford, England: Clarendon Press

35. Muravnik, L.E., The structural peculiarities of the leaf glandular trichomes: A review, in *Plant Cell and Tissue Differentiation and Secondary Metabolites*, K.G. Ramawat, H.M. Ekiert, and S. Goyal, Editors. 2021, Springer. India. p. 63-97.
36. Kletter C. and N. Kriechbaum, *Tibetan Medicinal Plants*. 2001, Stuttgart, Germany: Medpharm Sci. Publs.
37. Cutler, D.F., T. Botha, and D.W. Stevenson, *Plant Anatomy: An Applied Approach*. 2007, Australia: Blackwell Publishing Ltd.
38. Janačković, P., A. Susanna, and P.D. Marin, Micromorphology and anatomy in systematics of Asteraceae An old-fashioned approach?. *Biologica Nyssana*, 2019. 10(2): p. 77-85.
39. Abid, R., and N. Ali, Cypselar morphology and its taxonomic significance for the tribe Senecioneae (Asteraceae) from Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 2010. 42: p. 117-133.
40. Idu, M. and A.C. Omonhinmin, Seed morphology of some taxa of Asteraceae. *Journal of Economic & Taxonomic Botany*, 2001. 19: p. 1-30.
41. Jana, B.K. and S.K. Mukherjee, Cypselar characters of some species of the tribe-Senecioneae (Asteraceae), on the basis of morphological study. *International Journal of Pharmaceutical Research and Bio-Science*, 2013. 2(1): p. 261-266.
42. Jana, B.K. and S.K. Mukherjee, Pappus structure of some species of Compositae. *Journal of Economic and Taxonomic Botany*, 2013. 37(3): p. 480-493.
43. Jana, B.K. and S.K. Mukherjee, Distribution of trichomes on the mature cypselar surface of some species of Compositae. *Journal of Economic and Taxonomic Botany*, 2014. 38(2): p. 369-383.
44. Kostina, O.V. and L.E. Muravnik, Structure and chemical content of the trichomes in two *Doronicum* species. *Modern Phytomorphology*, 2014. 5: p. 167-171.
45. Mosina, A.A., O.V. Kostina, and L.E. Muravnik, Morphology and ultrastructure of the glandular trichomes of vegetative and reproductive organs in *Doronicum pardalianches* (Asteraceae). XIV. *Modern Dünyada Botanik Kongresi, Rusya*, 2018: p. 188.
46. Muravnik, L.E., O.V. Kostina, and A.A. Mosina, Glandular trichomes of the leaves in three *Doronicum* species (Senecioneae, Asteraceae): morphology, histochemistry, and ultrastructure. *Protoplasma*, 2019. 256(3): p. 789-803.
47. Grew, N., *The Anatomy of Plants With an Idea of a Philosophical History of Plants and Several Other Lectures Read Before the Royal Society*. 1682, London, England: W. Rawlins.
48. Steetz, J., *Crystallopollen and Ambassa*, in *Naturwissenschaftliche Reise nach Mossambique auf Befehl seiner Majestät des Königs Friedrich Wilhelm IV*, W.C. Peters, Editor. 1864, Georg Reiner. Berlin: Germany. p. 363-367.
49. Blackmore, S., et al., Evolution of pollen in Compositae, in *Systematics, Evolution and Biogeography of Compositae*, V.A. Funk, et al., Editors. 2009, International Association for Plant Taxonomy. Vienna: Austria. p. 101-130.
50. Wodehouse, R.P., Pollen grain morphology in the classification of the Anthemideae. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 1926. 53: p. 479-485.
51. Wodehouse, R.P., The phylogenetic value of pollen grain characters. *American Journal of Botany*, 1928. 42: p. 891-934.
52. Wodehouse, R.P., *Pollen grains. Their Structure, Identification and Significance in Science and Medicine*. 1935, New York, USA: Mc.Graw-Hill.
53. Stix, E., *Pollen morphologische untersuchungen an Compositen*. Grana, 1960. 2(2): p. 41-104.
54. Skvarla, J.J. ve D. A. Larson, An electron microscopic study of pollen morphology in the Compositae with special reference to the Ambrosiinae. *Grana Palynologica*, 1965. 6: p. 210-269.
55. Skvarla, J.J. ve B.L. Turner, Systematic implications from electron microscopic studies of Compositae pollen—a review. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1966. 53: p. 220-256.
56. Erdtman, G., B. Berglund, and J. Praglowski, *An introduction to a Scandinavian pollen flora*. Grana Palynologica, 1961. 2(2): p. 3-92.

57. Wagenitz, G., Systematics and phylogeny of Compositae (Asteraceae). *Plant Systematic and Evolution*, 1976. 125: p. 29-46.
58. Perveen, A., Contributions to the pollen morphology of the family Compositae. *Turkish Journal of Biology*, 1999. 23: p. 523-535.
59. Punt, W. And P.P. Hoen, The Northwest European Pollen Flora, 70. Asteraceae - Asteroideae. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2009. 157(1-2): p. 22-183.
60. İnceoğlu, Ö. and F. Karamustafa, The pollen morphology of plants in Ankara region I: Compositae. *Faculté de Sciences de l'Université d'Ankara, Ankara-Turquie, Série C2, Botanique, Tome*, 1977. 21: p. 77-100.
61. Meo, A.A., Palynological studies of selected genera of the tribes of Asteraceae from Pakistan. 2005, Quaid-i-Azam Universitesi, Biyoloji Bölümü, Doktora Tezi, Islamabad, Pakistan.
62. Nordenstam, B., Senecioneae and Liabeae-systematic review, in *The Biology and Chemistry of the Compositae*, Vol. 2., V.H. Heywood, J.B. Harborne and B.L. Turner, Editors. 1977, Academic Press. London: England. p. 799-830.
63. Robinson, H., et al., Chromosome numbers in Compositae, XVII: Senecioneae III. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1997. 84(4): p. 893-906.
64. Ornduff, R., et al., Chromosome numbers in Compositae. III. Senecioneae. *American Journal of Botany*, 1963. 50(2): p. 131-139.
65. Lindqvist, K., Some results of a cytological investigation of *Doronicum*. *Hereditas*, 1950. 36: p. 94-102.
66. Peruzzi, L., G. Bedini, and A. Andreucci, Homoploid hybrid speciation in *Doronicum* L. (Asteraceae)? Morphological, karyological and molecular evidences. *Plant Biosystems*, 2012. 146(4): p. 867-877.
67. Güven, S., Ü. Umdu Topsakal, and O. Beyazoğlu, Chromosome counts of some *Doronicum* (Asteraceae: Senecioneae) taxa from Turkey. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 2020. 4: p. 605-610.
68. Löve, Á., IOPB chromosome number reports. XXII. *Taxon*, 1969. 18(4): p. 433-442.
69. Tassenkevitch, L.A., E.I. Vysotskaja, and N.K. Vorobetz, N.K., Chromosome numbers in rare and endemic species of vascular plants from the Ukrainian Carpathians. *Botanicheskii Zhurnal (Moscow & Leningrad)*, 1989. 74: p. 1669-1670.
70. Huber, W. and M. Baltisberger, IOPB chromosome data 4. *International Organization of Plant Biosystematists Newsletter*, 1992. 18: p. 6-8.
71. Pachschwöll, C., et al., Polyploidisation and geographic differentiation drive diversification in a european high mountain plant group (*Doronicum clusii* aggregate, Asteraceae). *PLoS ONE*, 2015. 10(3): p. 1-30.
72. Zhukova, P.G., Karyology of some plants, cultivated in the Arctic-Alpine Botanical Garden, in *Plantarum in Zonam Polarem Transportatio II.*, N.A. Avrorin, Editor. 1967, Nauka. Leningrad: Russia. p. 139-149.
73. Rostovtseva, T.S., Chromosome numbers of some species of the family Asteraceae Dumort. *Botanicheskii Zhurnal SSSR*, 1979. 64(4): p. 582-589.
74. Stepanov, N.V., Chromosome numbers of some higher plants taxa of the flora of Krasnoyarsk region. *Botanicheskii Zhurnal (Moscow & Leningrad)*, 1994. 79(2): p. 135-139.
75. Marhold, K. and J. Kučera, IAPT chromosome data 28. *Taxon*, 2018. 67(6): p. 1235-1245.
76. Davlianidze, M.T., *Investigatio cytogeographics speciorum nonnullarum altimontanarum e Caucaso*. *Notas Systematic Georgia Institute Botany Tbilissi*, 1984. 40: p. 56-66.
77. Davlianidze, M.T., Chromosome numbers in the representatives of the flora from Georgia. *Botanicheskii Zhurnal SSSR*, 1985. 70(5): p. 698-700.
78. Löve, Á., IOPB chromosome number reports XLI. *Taxon*, 1973. 22(4): p. 459-463.
79. Strid, A. and R. Franzen, Chromosome numbers in flowering plants from Greece. *Willdenowia*, 1983. 13: p. 329-333



80. Pashuk, K.T., Chromosome numbers in species of subalpine belt of Chernogora (Ukrainian Carpatians). *Botanicheskii Zhurnal*, 1987. 72: p. 1069-1074.
81. Belaeva, V.A. and V.N. Siplivinsky, Chromosome numbers and taxonomy of some species of Baikal flora. *Botanicheskii Zhurnal* (Moscow & Leningrad), 1975. 60(6): p. 864-872.
82. Kuzmanov, B.A., S.B. Georgieva, and V.A. Nikolova, Chromosome numbers of Bulgarian flowering plants. I. Fam. Asteraceae. *Fitologia*, 1986. 31: p. 71-74.
83. Löve, Á., Chromosome number reports LXIX. *Taxon*, 1980. 29(5-6): p. 703-730.
84. Löve, Á., IOPB Chromosome number reports LXXV. *Taxon*, 1982. 31(2): p. 342-368.
85. Lippert, W. and G.R. Heubl, Chromosomenzahlen von Pflanzen aus Bayern und angrenzenden Gebieten: [Teil 1]. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 1988. 59: p. 13-22.
86. Baltisberger, M., Numeri cromosomici per la flora Italiana: 1208-1230. *Informatore Botanico Italiano*, 1990. 22: p. 216-226.
87. Baltisberger, M., Cytological investigations of some Greek plants. *Flora Mediterranea*, 1991. 1: p. 157-173.
88. Garbari, F., P. Miceli, and G. Monti, Numeri cromosomici per la Flora Italiana, 676-682. *Informatore Botanico Italiano*, 1980. 12: p. 107-111.
89. Aquaro, G., L. Peruzzi, and G. Cesca, Chromosome numbers of 20 flowering plants from ex-Yugoslav countries. *Bocconea*, 2007. 21: p. 303-312.
90. Löve, Á., IOPB chromosome number reports XXXVI. *Taxon*, 1972. 21(2): p. 333-346.
91. Polatschek, A., Cytotaxonomische Beiträge zur Flora der Ostalpenländer, II. *Österreichische Botanische Zeitschrift*, 1966. 113(1): p. 101-147.
92. Löve, Á. And O.T. Solbrig, IOPB chromosome number Reports II. *Taxon*, 1964. 13(6): p. 201-209.
93. Murin, A., Index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part 6. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica*, 1978. 26: p. 1-42.
94. Strid, A. and I.A. Andersson, Chromosome numbers of Greek mountain plants. An annotated list of 115 species. *Botanische Jahrbücher für Systematik*, 1985. 107: p. 203-228.
95. Ruíz de Clavijo, E., Números cromosómicos para la flora Española 664-690. *Lagascalia*, 1993. 17: p. 161-172.
96. Jee, V., U. Dhar, and P. Kachroo, Cytogeography of some endemic taxa of Kashmir Himalaya. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 1989. 55: p. 177-184.
97. Mehra, P.N. and P. Remanandan, Cytological investigations on Indian Compositae. IV. Tribes Senecioneae, Eupatorieae, Vernonieae, and Inuleae. *Nucleus*, 1975. 18: p. 6-19.
98. Kong, Y.C. and D.S. Chen, Elucidation of Islamic drugs in Hui Hui Yao Fang: A linguistic and pharmaceutical approach. *Journal of Ethnopharmacology*, 1996. 54(2-3): p. 85-102.
99. Mikaili, P., et al., A Review on pharmacognotic and pharmaceutical terms originated from islamic sources. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2012. 2(4): p. 3235-3241.
100. Scarborough, J., Theophrastus on herbals and herbal remedies. *Journal of the History of Biology*, 1978. 11(2): p. 353-385.
101. Naseer, M., M. Anwar, and M.Y. Siddiqui, Cardioprotective drugs with especial reference to Kitab Al-Adwiyah Al-Qalbiyah : A review. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2016. 5(9): p. 2453-2462.
102. Sobhani, Z., et al., Medicinal plants targeting cardiovascular diseases in view of Avicenna. *Current Pharmaceutical Design*, 2017. 23(17): p. 2428-2443.
103. Setayesh, M., et al., New candidates for treatment and management of carpal tunnel syndrome based on the Persian Canon of Medicine. *Integrative Medicine Research*, 2018. 7(2): p. 126-135.
104. Lev, E., Botanical view of the use of plants in medieval medicine in the Eastern Mediterranean according to the Cairo Genizah. *Israel Journal of Plant Sciences*, 2015. 62(1-2): p. 122-140.
105. Alakbarov, F.U., Medicinal plants used in medieval Azerbaijan phytotherapy. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 2001. 1(3): p. 35-49.

106. Lev, E., Reconstructed materia medica of the Medieval and Ottoman al-Sham. *Journal of Ethnopharmacology*, 2002. 80(2-3): p. 167-179.
107. Babaeian, M., et al., Herbal remedies for functional dyspepsia and traditional Iranian medicine perspective. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 2015. 17(11): p. 1-8.
108. Zarshenas, M.M., S. Jamshidi, and A. Zargarani, Cardiovascular aspects of geriatric medicines in traditional Persian medicine; a review of phytochemistry and pharmacology. *Phytomedicine*, 2016. 23(11): p. 1182-1189.
109. Ghafari, S., et al., The Herbal medicine proposed by Iranian traditional medicine (Persian Medicine) for treatment of primary dysmenorrhea: A review. *Traditional and Integrative Medicine*, 2018. 3(1): p. 30-42.
110. Amiri, M.S., and M.R. Joharchi, Ethnobotanical investigation of traditional medicinal plants commercialized in the markets of Mashhad, Iran. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 2013. 3(3): p. 254-271.
111. Miraldi, E., S. Ferri, and V. Mostaghimi, Botanical drugs and preparations in the traditional medicine of West Azerbaijan (Iran). *Journal of Ethnopharmacology*, 2001. 75(2-3): p. 77-87.
112. Khare, C.P., *Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary*. 2007, Berlin, Germany: Springer.
113. Houghton, P.J. and I.M. Osibogun, Flowering plants used against snakebite. *Journal of Ethnopharmacology*, 1993. 39(1): p. 1-29.
114. Kala, C.P., Medicinal plants of the high altitude cold desert in India: Diversity, distribution and traditional uses. *International Journal of Biodiversity Science and Management*, 2006. 2(1): p. 43-56.
115. Rana, C.S., et al., An ethnobotanical study of plant resources in the Nanda Devi Biosphere Reserve (a world heritage site), Uttarakhand, India. *The Journal of Ethnobiology and Traditional Medicine*, 2013. 120: p. 591-601.
116. Bharti, R., et al., A review on medicinal plants having antioxidant potential. *Journal of Pharmacy Research*, 2012. 5(8): p. 4278-4287.
117. La Barre, W., *Materia Medica of the Aymara: Lake Titicaca Plateau, Bolivia*. Webbia, 1959. 15(1): p. 47-94.
118. Adams, M., et al., Malaria in the renaissance: Remedies from European herbals from the 16th and 17th century. *Journal of Ethnopharmacology*, 2011. 133(2): p. 278-288.
119. Adams, M., et al., Epilepsy in the Renaissance: A survey of remedies from 16th and 17th century German herbals. *Journal of Ethnopharmacology*, 2012. 143(1): p. 1-13.
120. Agelet, A., and J. Vallès, Studies on pharmaceutical ethnobotany in the region of Pallars (Pyrenees, Catalonia, Iberian Peninsula). Part III. Medicinal uses of non-vascular plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 2003. 84(2-3): p. 229-234.
121. Vogl-Lukasser, B. and C.R. Vogl, Ethnobotanical research in homegardens of small farmers in the alpine region of Osttirol (Austria): An example for bridges built and building bridges. *Ethnobotany Research and Applications*, 2004. 2: p. 111-137.
122. Baytop, T., *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi*. (2nd ed.). 1999, İstanbul, Turkey: Nobel Tıp Kitabevleri- In Turkish.
123. Tuzlacı, E., *Türkiye Bitkileri Sözlüğü, (Genişletilmiş 2. baskı)*. 2011, İstanbul, Turkey: Alfa Yayınları- In Turkish.
124. Başaran, M.A., et al., Natural and aromatic plants that make natural distribution in some forest recreation sites in Erzurum province. *International Congress on Medicinal and Aromatic Plants*, 2017. p: 354-365.
125. Tuzlacı, E. and M.K. Erol, Turkish folk medicinal plants. Part II: Eğirdir (Isparta). *Fitoterapia*, 1999. 70: p. 593-610.
126. Uğurlu, E. and O. Seçmen, O., Medicinal plants popularly used in the villages of Yunt Mountain (Manisa-Turkey). *Fitoterapia*, 2008. 79(2): p. 126-131.
127. Uğulu, I., et al., The investigation and quantitative ethnobotanical evaluation of medicinal plants used around Izmir province, Turkey. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2009. 3(5): p. 345-367.

128. Kargioğlu, M., et al., Traditional uses of wild plants in the middle Aegean region of Turkey. *Human Ecology*, 2010. 38: p. 429-450.
129. Ari, S., et al., Ethnobotanical survey of plants used in Afyonkarahisar-Turkey. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2015. 11: p. 1-15.
130. Sarıbaş, M., et al., The use of some natural plant species from the Western Black Sea Region of Turkey for landscape design. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2007. 16(2): p. 193-205.
131. Petricic, J., et al., Alkaloid concentrate from *Doronicum austriacum* inhibits the growth of mouse fibroblasts in vitro and the growth of mouse mammary carcinoma *in vivo*. *Acta Pharmaceutica Jugoslavica*, 1991. 41(2): p. 169-173.
132. Schwaiger, et al., New results on the phytochemistry and pharmacology of *Doronicum austriacum* Jacq. *Planta Medica*, 2008. 74(9): p. 90.
133. Marzocco, S., et al., Anti-inflammatory and anti-oxidant potential of the root extract and constituents of *Doronicum austriacum*. *Molecules*, 2017. 22(6): p. 1-13.
134. Nabati, F., et al., Large scale screening of commonly used Iranian traditional medicinal plants against urease activity. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2012. 20: p. 1-9.
135. Hamed, A., K. Zomorodian, and F. Safari, Antimicrobial activity of four medicinal plants widely used in Persian folk medicine. *Research Journal of Pharmacognosy*, 2015. 2(1): p. 25-33.
136. Kumar, V.P., et al., Search for antibacterial and antifungal agents from selected Indian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 2006. 107(2): p. 182-188.
137. Hanif, M.A., et al., Antibacterial and antifungal activities of essential oils extracted from medicinal plants using CO<sub>2</sub> supercritical fluid extraction technology. *Asian Journal of Chemistry*, 2010. 22(10): p. 7787-7798.
138. Gupta, D., B. Bleakley, and R.K. Gupta, Phytochemical analysis and antioxidant activity of herbal plant *Doronicum hookeri* hook F. (Asteraceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 2011. 5(13): p. 2736-2742.
139. Gupta, D., Phytochemical investigation & pharmacological evaluation of medicinal plants for anti-microbial, anti-oxidant, anti-inflammatory activities & nephrotoxicity. 2011, Guru Gobind Singh Indraprastha Üniversitesi, Biyoteknoloji Bölümü, Doktora Tezi, Hindistan.
140. Özcan, K., Antibacterial, antioxidant and enzyme inhibition activity capacities of *Doronicum macrolepis* (FREYN&SINT): An endemic plant from Turkey. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 2020. 28(1): p. 95-100.
141. Usta, C., A.B. Yıldırım, and A.U. Türker, Antibacterial and antitumour activities of some plants grown in Turkey. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 2014. 28(2): P. 306-315.
142. Karadeniz, A., et al., Antioxidant activity of some Turkish medicinal plants. *Natural Product Research*, 2015. 29(24): p. 2308-2312.
143. Türker, H. ve A.B. Yıldırım, Screening for antibacterial activity of some turkish plants against fish pathogens: A possible alternative in the treatment of bacterial infections. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 2015. 29(2): p. 281-288.
144. Arumugam, R., C. Sarıkürkçü, and M.S. Özer, Comparison of methanolic extracts of *Doronicum orientale* and *Echium angustifolium* in terms of chemical composition and antioxidant activities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2021. 33: p. 1-6.
145. Zengin, G., et al., A comparative study of chemical profiling and biological effects of *Doronicum orientale* extracts. *Chemistry & Biodiversity*, 2022. 19(4): p. 1-11.
146. Manayi, A., et al., Phytochemical investigation and biological activity of *Doronicum pardalianches* L. roots against Alzheimer's disease. *Natural Product Research*, 2021. p. 1-5.
147. Syed, S., Study to evaluate the antioxidant and hepatoprotective activities of roots extracts of *Doronicum hookeri* in CCl<sub>4</sub> treated rats. *European Journal of Medicinal Plants*, 2014. 4(6): p. 675-685.
148. Aбышев, A.Z., et al., Coumarins of roots of *Doronicum macrophyllum* Fisch. ex Horten and their antiarrhythmic activity. *Rastitel'nye Resursy*, 1982. 18(2): p. 249-252.

149. Badalamenti, N., et al., Chemical constituents and biological properties of genus *Doronicum* (Asteraceae). *Chemistry & Biodiversity*, 2021. 18(12): p. 1-18.
150. Towers, G.N.H., et al., Phototoxic polyacetylenes and their thiophene derivatives [effects on human skin]. *Contact Dermatitis*, 1979. 5(3): p. 140-144.
151. Bohlmann, F. and C. Zdero, Neue benzofuranderivate aus *Doronicum austriacum* Jacq. *Tetrahedron Letters*, 1970. 11(41): p. 3575-3576.
152. Lee, S. T., et al., Tremetone and structurally related compounds in white snakeroot (*Ageratina altissima*): a plant associated with trembles and milk sickness. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2010. 58(15): p. 8560-8565.
153. Mroczek, T., K. Glowniak, and A. Wlaszczyk, Simultaneous determination of N-oxides and free bases of pyrrolizidine alkaloids by cation-exchange solid-phase extraction and ion-pair high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 2002. 949(1-2): p. 249-262.
154. Reynaud, J., M. Becchi, and J. Raynaud, p-Hydroxyacetophenone derivatives from *Doronicum grandiflorum*. *Journal of Natural Products*, 1985. 48(2): p. 331-331.
155. Reynaud, J., M. Becchi, and J. Raynaud, Présence de (6 "-O-acétyl) glucosyl-3-quercétine chez *Doronicum grandiflorum* Lam. (Compositae). *Pharmazie*, 1985. 40(2): 132-133.
156. Reynaud, J. and J. Raynaud, Les flavonoïdes de *Doronicum grandiflorum*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 1986. 14(2): p. 191-193.
157. Reynaud, J. and J. Raynaud, Sur la présence d'Onopordum chez *Doronicum grandiflorum* Lam. (Compositae). *Die Pharmazie*, 1984. 39: p. 126.
158. Reynaud, J., J. Raynaud and B. Voirin, Sur la présence de deux flavone méthoxyles rares chez *Doronicum grandiflorum* Lam. (Compositae). *Die Pharmazie*, 1983. 38: p. 628-629.
159. Clarke, C.B., R.N. Yadava, and G. Patil, Isolation and characterization of a new allelochemical from flower of *Doronicum hookeri*. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 2013. 17: p. 22-25.
160. Bohlmann, F., A.K. Dhar, and M. Ahmed, Thymol derivatives from *Doronicum hungaricum*. *Phytochemistry*, 1980. 19(8): p. 1850-1851.
161. Alieva, S.A., et al., Alkaloids of *Doronicum macrophyllum*. *Chemistry of Natural Compounds*, 1976. 12(2): p. 173-175.
162. Alieva, S.A., et al., A diterpene glycoside - Doronicoside D - from *Doronicum macrophyllum*. *Chemistry of Natural Compounds*, 1978. 13(5): p. 546-549.
163. Bohlmann, F. and M. Grenz, Neue tremeton-derivate aus *Doronicum macrophyllum*. *Phytochemistry*, 1979. 18: p. 179-181.
164. Alieva, S.A., V.B. Omurkamzinova, and Glyzin, V.I., Flavonoids of *Doronicum macrophyllum* and *D. oblongifolium*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 1979. 91(2): p. 498-501.
165. Bohlmann, F. and W.R. Abraham, Ein neuer sesquiterpenalkohol und andere inhaltsstoffe aus *Doronicum pardalianches*. *Phytochemistry*, 1979. 18(4): p. 668-671.
166. Rajagopalan, T.R. and R.K.S. Negi, Alkaloids from *Doronicum pardalianches* Linn. *Indian Journal of Chemistry Section B-Organic Chemistry Including Medicinal Chemistry*, 1985. 24(8): P. 882-882.
167. Tosi, B., et al., Screening for toxic thiophene compounds from crude drugs of the family compositae used in Northern Italy. *Phytotherapy Research*, 1991. 5(2): p. 59-62.
168. Shaimerdenova, Z.R., et al., Volatile Constituents of *Doronicum altaicum*. *Chemistry of Natural Compounds*, 2019. 55(5): p. 968-969.
169. Lazarević, J., et al., Chemical composition of the essential oil of *Doronicum austriacum* Jacq. subsp. *giganteum* (Griseb.) Stoj. Et Stef. (Compositae) from Serbia. *Journal of Essential Oil Research*, 2009. 21(6): p. 507-510.
170. Paolini, J., et al, Thymol derivatives from essential oil of *Doronicum corsicum* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 2007. 22(6): p. 479-487.
171. Akpınar, K., et al., Volatile constituents of the flowers and leaves-stems of three *Doronicum* taxa from Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 2009. 21(2): p. 1225-1229.

172. Nedelcheva, A., N. Kostova, and A. Sidjimov, Pyrrolizidine alkaloids in *Tussilago farfara* from Bulgaria. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 2015. 29: p. 1-7.