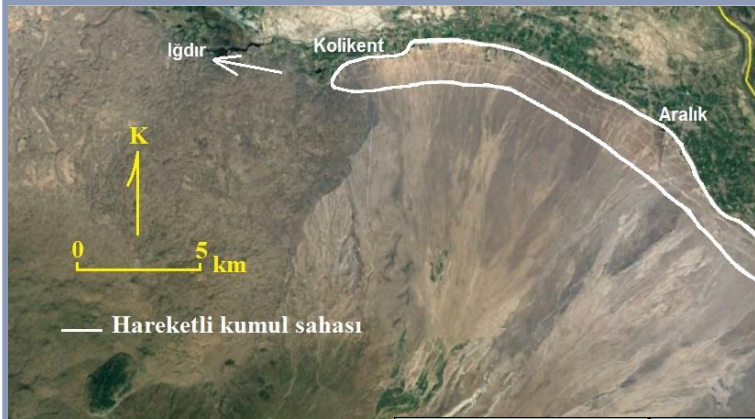


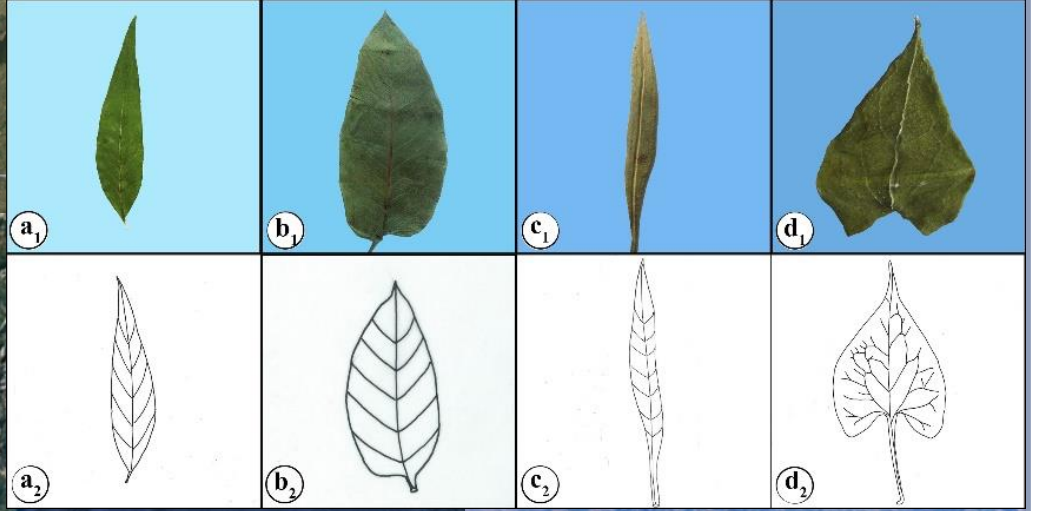
Türler ve Habitatlarda

e-ISSN: 2717-770X

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/turvehab>



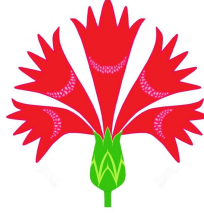
Bucur vd. (1957)		Ellenberg (1991)	
Zorunlu Halofitler	Euhalofitler	Halofitler	9 hypersalin/euhalin 8 euhalin
Fakültatif halofitler (tuzluluğa adapte olabilen bitkiler)	Neohalofitler		7 Polyhalin 6 α -mesohalin 5 α -mesohalin
Destekleyici (tuzluluğa toleranslı)		Halofit olmayanlar	4 α/β -mesohalin 3 β -mesohalin 2 Oligohalin 1 Tuza toleranslı 0 Tuzlu olmayan



yıl
2023

cilt
4

sayı
1



Türler ve Habitatlar

e-ISSN 2717-770X

Yıl 2023, Cilt 4, Sayı 1

Yılda 2 kez yayınlanır

Sahibi

Dr. Ergin Hamzaoglu

Yazışma Adresi

Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Hersek Binası
TR-06500, Emniyet Mahallesi, Yenimahalle, Ankara, Türkiye
Telefon: (+90) 535 404 29 49
E-posta: erginhamzaoglu@yahoo.com
Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/turvehab>

Baş Editör

Dr. Ergin Hamzaoglu

Editörler

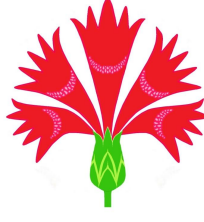
Dr. Hakan Allı - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla
Dr. Murat Koç - Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara
Dr. Ömer Faruk Kaya - Harran Üniversitesi, Şanlıurfa
Dr. Serdar Gökhan Şenol - Ege Üniversitesi, İzmir
Dr. Tahir Atıcı - Gazi Üniversitesi, Ankara
Dr. Tuna Uysal - Selçuk Üniversitesi, Konya

Türkçe Dil Editörü

Dr. Ferudun Hakan Özkan

İngilizce Dil Editörü

Burcu Arslaner Atalay



Türler ve Habitatlar

e-ISSN 2717-770X

Yıl 2023, Cilt 4, Sayı 1

İçindekiler

Araştırma Makaleleri

- Aralık Hareketli Kumul Vegetasyonunun Sintaksonomisi (İğdır, Türkiye)** 1–12
Syntaxonomy of the Aralık Mobile Dune Vegetation (İğdır, Türkiye)
Ergin Hamzaoğlu
- The Vascular Plants Diversity of the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute Aksu Campus** 13–28
Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Aksu Yerleşkesinin Damarlı Bitkileri
Fulya Yüceol, Ramazan Süleyman Göktürk
- Ortaca (Muğla) İlçesi Makrofungusları** 29–42
Macrofungi of Ortaca (Muğla)
Serdal Kuru, Hakan Allı
- Türkiye’de Yayılış Gösteren *Aconogonon*, *Bistorta* ve *Fallopia* (Polygonaceae) Üyelerinin Karşılaştırmalı Yaprak Morfolojisi** 43–59
The Comparative Leaf Morphology of *Aconogonon*, *Bistorta*, and *Fallopia* (Polygonaceae) Members
Distribution in Türkiye
Suzan Kundakçı, Serdar Makbul, Mutlu Gültepe, Kamil Coşkunçelebi

Derlemeler


- Halofitik Tohumlarda Adaptasyonlar** 60–78
Adaptations in Halophytic Seeds
Alper Durmaz, Hasan Korkmaz, Mehtap Boyraz



Araştırma Makalesi

https://doi.org/ 10.53803/turvehab.1214350

Aralık Hareketli Kumul Vejetasyonunun Sintaksonomisi (İğdır, Türkiye)

Ergin Hamzaoğlu 

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Gazi Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, TR-06500, Ankara, Türkiye

*Yazışmadan sorumlu yazar: Ergin Hamzaoğlu, erginhamzaoglu@gazi.edu.tr

Geliş: 04.12.2022

Kabul: 05.01.2023

Çevrimiçi Yayın: 15.06.2023

Özet

Bu çalışmada Aralık (İğdır, Türkiye) karasal hareketli kumul vejetasyonunun üst sintaksonomik birimlerinin analizi yapılmıştır. Bu kapsamda, Braun-Blanquet floristik metoduna uygun olarak kaydedilmiş olan 47 relevé yeniden değerlendirilmiştir. Sinoptik tabloda relevélere kaydedilen taksonların geçerli ve güncel isimleri kullanılmıştır. Değerlendirme sonucu, Aralık ilçesinde karasal hareketli kumul vejetasyonundan tanımlanan *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* alyansı, *Stipagrostietalia pennatae* ordosu ve *Stipagrostietea pennatae* sınıfına bağlanmıştır. Ayrıca, *Calligonum polygonoides* taksonunun *Ephedra distachya* olarak hatalı teşhis edilmesi sonucu önceden *Achilleo tenuifoliae-Ephedretum distachyae* olarak adlandırılan birlik, ICPN Madde 43 gereğince *Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis* şeklinde yeniden adlandırılmıştır. Bu sintaksonomik çalışma ile İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin orta kısmındaki (Orta İran) karasal hareketli kumulları karakterize eden *Stipagrostietalia pennatae* ordosu ve *Stipagrostietea pennatae* sınıfının Türkiye'nin doğu kesimini de kapsadığı belirlenmiştir. İğdır Ovası, sahip olduğu özel şartlar nedeniyle (kuraklık, sıcaklık, rüzgâr, volkanik kül ve tüf) bu ordo ve sınıfın dağılışı için uygun bir mikrohabitat oluşturmaktadır.

Anahtar kelimeler: Hareketli kumul, sintaksonomi, ICPN, İğdır, Türkiye

Syntaxonomy of the Aralık Mobile Dune Vegetation (İğdır, Türkiye)

Abstract

In this study, the analysis of the upper syntaxonomic units of the inland mobile dune vegetation of Aralık (İğdır, Turkey) was carried out. Within this scope, 47 relevés recorded in accordance with the Braun-Blanquet floristic method were re-evaluated. The valid and current names were used for the taxa recorded to the relevés in the synoptic table, defined from the Aralık mobile dune vegetation, it was connected to the *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* alliance, *Stipagrostietalia pennatae* order, and *Stipagrostietea pennatae* class. As a result of the evaluation, *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* alliance, which was identified from the inland mobile dune vegetation in the district of Aralık, was connected to *Stipagrostietalia pennatae* order and *Stipagrostietea pennatae* class. Furthermore, due to the misidentification of the *Calligonum polygonoides* taxon as *Ephedra distachya*, the association, which was previously named *Achilleo tenuifoliae-Ephedretum distachyae*, was renamed *Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis* according to Article 43 of the International Code of Phylogenetic Nomenclature (ICPN). This syntotaxonomic study showed that the distribution of the *Stipagrostietalia pennatae* order and *Stipagrostietea pennatae* class, which is characterized by mobile dune vegetation in the central section (Central Iran) of the Irano-Turanian phytogeographic region, has expanded to the east of Türkiye. The İğdır Plain, due to special conditions (drought, temperature, wind, volcanic ash, and tufa), has formed a suitable micro-habitat for the distribution of this order and class.

Keywords: Mobile dune, syntaxonomy, ICPN, İğdır, Türkiye

Önerilen Alıntı:

Hamzaoğlu, E. (2023). Aralık Hareketli Kumul Vejetasyonunun Sintaksonomisi (İğdır, Türkiye). *Türler ve Habitatlar* 4(1): 1–12.

GİRİŞ

Toprağı oluşturan parçacıkların rüzgâr gücüyle ayrışması, taşınması ve rüzgârın dindiği yerlerde birikmesi “rüzgâr erozyonu” olarak adlandırılır. Rüzgâr erozyonu genellikle düz veya az eğimli, kuru veya nem oranı düşük, bitki örtüsü seyrek, kumlu yapıya sahip gevşek toprakların bulunduğu, rüzgârın kuvvetli estiği alanlarda görülür. Toprağı oluşturan parçacıklardan büyüklüğü 2,0-0,02 mm arasında olanlar “kum” olarak adlandırılır (Aydın & Kılıç 2010). Uluslararası kabule göre, toprağın ilk 100 cm’inde en az %68 kum ve en fazla %18 kil bulunması içeren topraklar “kumlu” olarak sınıflandırılır (ISSS Working Group R.B. 1998). Bünyeyi oluşturan parçalar arasında geniş boşluklar olduğundan, kumlu topraklarda yıkanma hızlı ve fazladır. Kuru ve hafif olan bu toprakların su tutma kapasitesi oldukça düşüktür ve besleyici elementlerin miktarı azdır (Özen & Onay 2018; Okur 2021).

Kumlu toprağa sahip habitatlar “sürüklenen kumullar”, “hareketli kumullar”, “durağan kumullar” ve “tuzlu bataklıklar” olarak sınıflandırılırlar (Mahdavi vd. 2017). Kumun rüzgâr gücüyle hareket ettiği alanlar “hareketli kumul” olarak adlandırılırlar. Hareketli kumul habitatı bitkiler için oldukça zor bir yaşam alanıdır. Rüzgâr nedeniyle hareket eden kum taneleri nedeniyle, bitkiler sürekli kum altında kalma baskısı altındadır. Rüzgârla havalanan ve hızlanan kum taneleri bitkilerin tomurcuklarına çarparak zarar verir. Nanofanerofitler ve kamefitler yoğun dallanmış yuvarlağımsı öbekler yaparak, öbeğin iç kısmında kalan tomurcuklarını kum tanelerinden korumaya çalışırlar. Kumla örtülen kısımlarından sürekli yeni sürgünler vererek kumun üstüne çıkarlar. Yağışlı mevsimlerde su yapıştırıcı etki oluşturduğu için, kum tanelerinin hareketliliği azalır. Otsu hemikriptofit ve terofitlerin fenolojik döngüleri bu mevsimlerde oldukça hızlıdır. Bu türler hızlı bir şekilde çimlenme, çiçeklenme ve tohum üretme faaliyetlerini tamamlayarak bir sonraki vejetasyon dönemi için gerekli diasporlarını hazırlarlar.

Doğu Anadolu Bölgesi’nde bulunan Iğdır ilinde de bu hareketli kumullara rastlanılmaktadır. Iğdır ilinde rüzgâr erozyonuna maruz kalan sahanın toplam yüzölçümü 13.554 hektardır. Bu alanlarda etkili olan kumun kökeni volkanik kül ve tüflerdir (Karaoğlu 2018). Orta Anadolu kumlu bozkırlarının oluşumunda da benzer bir durum vardır (Çetik & Vural 1979; Vural vd. 1995; Bağcı vd. 1996; Atıcı & Türkecan 2017; Karadoğan vd. 2019; Hamzaoğlu 2022; Hamzaoğlu vd. 2022).

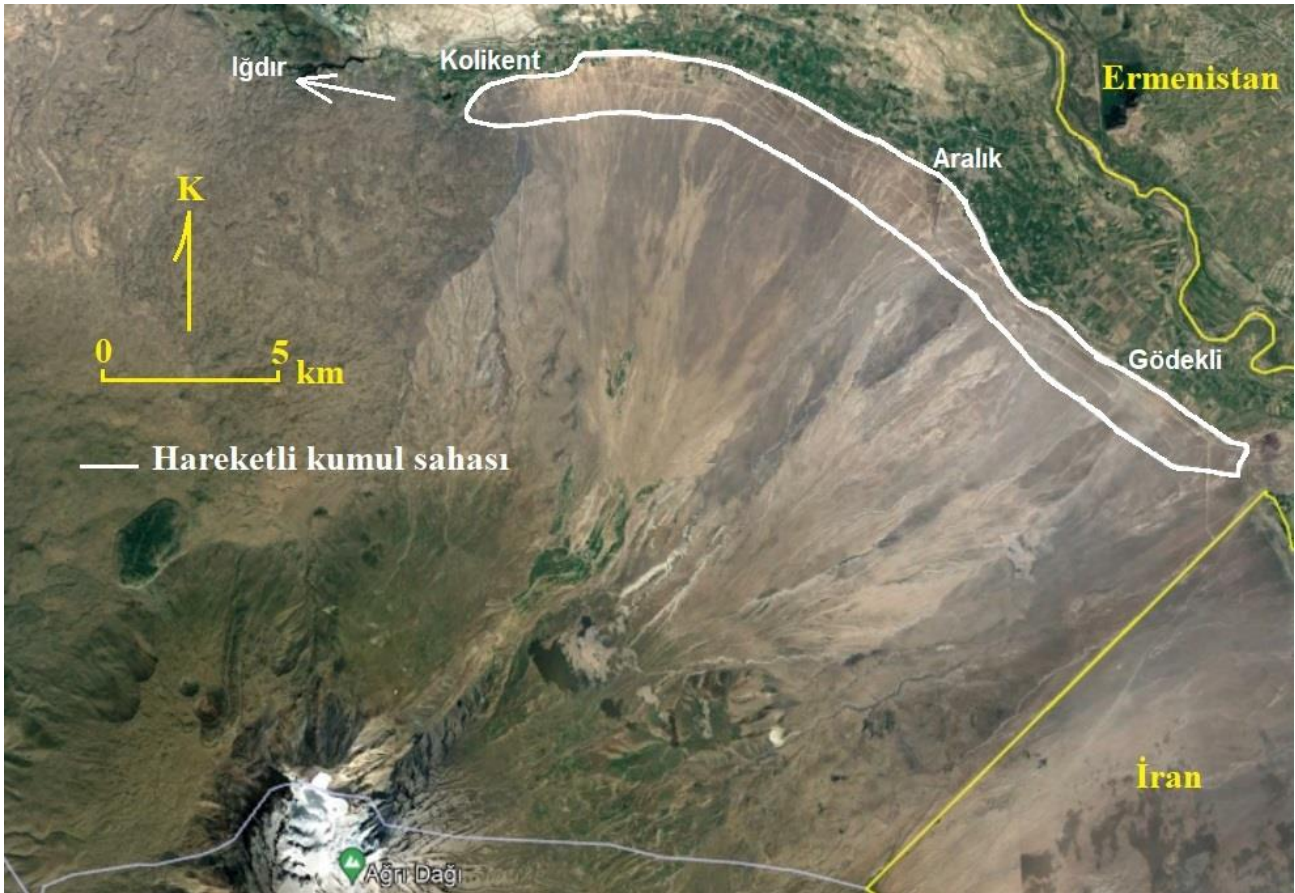
Türkiye’de karasal hareketli kumul vejetasyonu üzerine yapılan tek sintaksonomik çalışma Tatlı (1991) tarafından Aralık (Iğdır, Türkiye) rüzgâr erozyonu sahasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada tespit edilen bir alyans, üç birlik ve bir alt birlik, hareketli karasal kumul vejetasyonunu tanımlayan bir ordo ve sınıfa bağlanmamıştır. Tespit edilen sintaksonlar, alanda gözlenen *Noaea mucronata* (Forssk.) Asch. & Schweinf. varlığına dayanılarak Orta Anadolu bozkırlarını temsil eden *Onobrychido armenae-Thymetalia leucostomi* Akman, Ketenoğlu & Quézel 1985 ordosuyla ilişkilendirilmiştir. Bu ordo Orta Anadolu ve çevresinde, kurak ortama uyum sağlamış tüm bozkır topluluklarını kapsar. *Onobrychido armenae-Thymetalia leucostomi* ordosunun dağılışı gösterdiği alanlarda yükselti genellikle 600–1300 metre arasında değişir. Ordonun floristik kompozisyonu güney ve güneydoğu sınırlarını oluşturan Toros ve anti-Toroslardan farklıdır. Yükseklik farkı, yağış miktarı, ana kaya ve endemizm, bu farklılığın temel nedenleri arasında sayılabilir.

Bu çalışmada, Tatlı (1991) tarafından Aralık rüzgâr erozyonu sahasındaki karasal hareketli kumullarda tespit edilen sintaksonlar yeniden değerlendirilmiş ve bağlandığı üst sintaksonlar (ordo ve sınıf) yeniden düzenlenmiştir.

ÇALIŞMA ALANININ KISA TANIMI

Aralık ilçesi Türkiye’nin doğusunda, Iğdır il merkezinin doğu-güneydoğusunda Iğdır Ovası’nda bulunur. Ovanın kuzey ve kuzeydoğusunda Aras nehri (Ermenistan, Azerbaycan), güney ve

güneydoğusunda Ağrı Dağı ve İran sınırı bulunur (Şekil 1). Ağrı Dağı (5137 m) volkanizması sonucu oluşan külün ve ayrışan tüfün şekillendirdiği Iğdır Ovasında yükseklikler 800–1010 metre arasında değişir. Ağrı Dağı'ndan Taşburun köyü kuzeyine doğru akan lavlar, alanı “Batı Iğdır Ovası” ve “Doğu Iğdır Ovası” olarak iki kısma ayırır. Volkanik külün ve rüzgâr erozyonu sonucu kopan tüf parçacıklarının oluşturduğu hareketli kumullar yaklaşık 13500 hektarlık bir alan kaplar (Tatlı 1991). Iğdır Meteoroloji İstasyonundan alınan verilere göre; Iğdır ilinde yıllık ortalama sıcaklık 12,2 °C olup, en yüksek ve en düşük ortalama sıcaklıklar 25,9 ve –3,3 °C ile Temmuz ve Ocak aylarında görülür. Iğdır'da en yüksek ortalama yağış 46,9 mm ile Mayıs ayında ve en düşük ortalama yağış 9,8 mm ile Ağustos ayında görülmüştür (MGM 2022). Bu değerler Iğdır il merkezi ve çevresinin *kurak, alt çok soğuk Akdeniz* biyoiklim tipinin etkisi altında olduğunu göstermektedir (Akman 1990).



Şekil 1. Iğdır Ovası ve Aralık hareketli kumul habitata (“Google Earth Pro” dan uyarlandı, 25.10.2022).

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın materyalini Tatlı (1991) tarafından Aralık (Iğdır) rüzgâr erozyonu sahasında bulunan karasal hareketli kumul vejetasyonunda gerçekleştirilmiş sintaksonomik çalışma kapsamında kaydedilen 47 relevé ve toprak analizleri oluşturmaktadır. Çalışmada alyans ve alt sintaksonlarla ilgili Tatlı (1991) tarafından yapılan sintaksonomik analiz aynen korunmasına rağmen, mevcut veriler ışığında alyansın bağlandığı ordo ve sınıf Zohary (1963) ve Mahdavi vd. (2017) çalışmaları dikkate alınarak yeniden düzenlenmiştir. Tatlı (1991) tarafından yapılan çalışmada vejetasyonun sınıflandırılmasında floristik analizi temel alan Braun-Blanquet (1932) metodu kullanılmış olup, relevé genişlikleri 40 ve 100 m² olarak belirlenmiştir. Relevélere kaydedilen taksonların geçerli ve

güncel isimlerinin yazımında güvenilir taksonomi sitelerinden yararlanılmıştır (Euro+Med 2022; POWO 2022; WFO 2022). Yanlış olarak isimlendirilen sintakson adı ICPN (Theurillat vd. 2021) kuralları dikkate alınarak yeniden düzenlenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Asya hareketli kumul vejetasyonu *Stipagrostietea pennatae* Zohary 1963 sınıfı ile temsil edilmektedir (Zohary 1963; Mahdavi vd. 2017). Aralık karasal hareketli kumul habitatında tespit edilen bitki topluluklarının sintaksonomisi aşağıda verilmiştir.

Sınıf: *Stipagrostietea pennatae* Zohary 1963

Stipagrostietea pennatae sınıfı; İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin karasal hareketli kumullarını karakterize eder. Özellikle Orta İran'da egemen olan sınıfta, *Stipagrostis pennata* (Trin.) De Winter, *S. karelinii* (Trin. & Rupr.) H.Scholz, *S. plumosa* ve *Centropodia forskaolii* (Vahl) Cope gibi buğdaygil türleri ile hasırotugillerden *Cyperus eremicus* Kukkonen gibi baskındır. Sınıfın baskın türlerinden olan *Cyperus eremicus*, Akdeniz fitocoğrafik bölgesi hareketli kumullarını temsil eden *Ammophiletea* sınıfının baskın türlerinden *Cyperus capitatus* Vand.'ın İran-Turan fitocoğrafik bölgesindeki vikaryantı konumundadır (Mahdavi vd. 2017). Bu çalışma, *Stipagrostietea pennatae* sınıfının kesintili bir dağılışa sahip olduğunu ve dağılış sınırlarını Türkiye'nin doğusunda bir mikrohabitat konumunda olan Iğdır Ovası'na kadar genişlediğini göstermiştir.

Sınıfa ve tip ordosu *Stipagrostietalia pennatae*'ye ait ayırt edici taksonlar şunlardır (Türkiye'de de yetiştiği tespit edilen taksonlar kalın yazılmıştır); *Astragalus squarrosus* Bunge, *Bromus chrysopogon* Viv., ***Bromus tectorum* L.**, *Calligonum crinitum* Boiss., ***Calligonum polygonoides* L.**, *Centropodia forskaolii* (Vahl) Cope, *Cutandia dichotoma* (Forssk.) Trab., *Cyperus eremicus* Kukkonen, *Heliotropium arguzioides* Kar. & Kir., *Heliotropium dasycarpum* Ledeb. ex Eichw., ***Heliotropium dolosum* De Not.**, ***Salsola kali* L. subsp. *ragus* (L.) Čelak.**, ***Noaea mucronata* (Forssk.) Asch. & Schweinf.**, *Schismus barbatus* (L.) Thell., *Smirnowia turkestanica* Bunge, *Stipagrostis karelinii* (Trin. & Rupr.) H.Scholz, *Stipagrostis pennata* (Trin.) De Winter, ***Stipagrostis plumosa* Munro ex T.Anderson.**

Noaea mucronata, *Heliotropium dolosum*, *Euphorbia marschalliana* Boiss. subsp. *armena* (Prokh.) Oudejans (Tatlı 1991'de *E. armena*), *Oligochaeta divaricata* K.Koch ve *Erysimum hubermorathii* Polatschek (Tatlı 1991'de *E. torulosum* Hub.-Mor.) sınıf ve alt birimlerde yüksek devamlılığa sahip taksonlardır (Tablo 1). *Stipagrostietea pennatae* sınıfı Aralık hareketli kumul habitatında *Stipagrostis plumosa*, *Calligonum polygonoides* (Tatlı 1991'de *Ephedra distachya*), *Salsola kali* subsp. *ragus* (Tatlı 1991'de *Salsola ragus* L.), *Bromus tectorum* ile burada ilave edilen *Noaea mucronata* ve *Heliotropium dolosum* taksonlarıyla temsil edilir (Tablo 1). Bu türlerden *Noaea mucronata* ve *Heliotropium dolosum* baskın durumdadır, ancak bu türlerin her ikisi de sınıf karakter türleri arasına burada dâhil edilmiştir. Bu nedenle, baskın olmamasına karşın *Stipagrostietea pennatae* sınıfının özgün yayımında karakter tür olarak verilen *Stipagrostis plumosa* Aralık hareketli kumul vejetasyonu için belirteç tür konumundadır. Yoğun öbek oluşturan çok yıllık bu tür, Türkiye'de sadece Aralık karasal hareketli kumul habitatından bilinir (Tan 1985). Takson "hareketli kumul" habitatında *Calligonum polygonoides* ve *Ephedra major* Host gibi türlerle birlikte genellikle seyrek bir dağılış gösterir.

Noaea mucronata ve *Heliotropium dolosum*, Aralık hareketli kumullarında oldukça dikkat çekici bir baskınlık ve devamlılığa sahiptir (Tablo 1). *Noaea mucronata* Türkiye'den başka Kuzey

Afrika, Kafkasya ve Orta Asya’da kumlu ve taşlı bozkırlarda sıklıkla gözlenen dikenli bir yarıçalıdır (Aellen 1967). *Heliotropium dolosum* ise, Türkiye, Güney Avrupa, Güney Rusya, Güneybatı Asya’nın doğusuna doğru Afganistan’a kadar dağılışı olan tek yıllık bir türdür. Tür, deniz seviyesi ile 1640 metre aralığındaki kumlu alanları, tarlaları ve bozkırları tercih eder (Riedl 1978). Aralık hareketli kumul vejetasyonunda temsil gücünü artırdıkları için, *Noaea mucronata* ve *Heliotropium dolosum* ilk kez burada *Stipagrostietea pennatae* sınıfının karakter taksonları arasına dâhil edilmiştir (Madde 47, Theurillat vd. 2021).

Rüzgâr erozyonunu önleme çabalarının bir sonucu olarak, Aralık (İğdır, Türkiye) karasal hareketli kumul ve durağan kumul habitatları iç içedir (Karaoğlu 2018). Bu nedenle hareketli kumul habitatı içinde yer yer durağan kumul habitatlarına ait bitki topluluklarını temsil *Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis* Klika in Klika et Novák 1941 sınıfı ile ona bağlı *Festucetalia vaginatae* ordosuna ait ayırt edici taksonlar bulunur. Bu taksonlardan *Filago arvensis* L., *Erodium hoefftianum* C.A.Mey. ve *Poa bulbosa* L. yer yer yüksek bulunma derecesine ulaşır (Tablo 1).

Ordo: *Stipagrostietalia pennatae* Asri 2003

Stipagrostietea pennatae sınıfı tek bir ordo ile temsil edilir. *Stipagrostietalia pennatae* ordosunun ayırt edici türleri ve dağılış alanı sınıf ile aynıdır. Burada sınıfa karakter tür olarak ilave edilen *Noaea mucronata* ve *Heliotropium dolosum*, aynı zamanda ordoya da ilave edilmiştir (Tablo 1).

Alyans: *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* Tatlı 1991

(*lectotypus* (*hoc loco*) *Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis* Tatlı 1991 *nom. corr.* Hamzaoğlu 2022 *hoc loco* birliği *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* Tatlı 1991 alyansı için *lectotypus* olarak belirlendi (Hamzaoğlu). (Tablo 1).

Tanımlayıcı taksonlar: *Oligochaeta divaricata* K.Koch, *Euphorbia marschalliana* Boiss. subsp. *armena* (Prokh.) Oudejans, *Stipagrostis plumosa* Munro ex T.Anderson., *Erysimum huber-morathii* Polatschek, *Stipa hohenackeriana* Trin. & Rupr., *Lepidium vesicarium* L., *Trinia scabra* Boiss. & Noë.

Ekoloji ve koroloji: Bu alyans, Aralık rüzgâr erozyonu bölgesinde volkanik kül ve tüf kökenli kumların oluşturduğu karasal hareketli kumullar üzerinde gelişen bitki topluluklarını temsil eder. Alyans, Ağrı Dağı (5137 m) kuzey yamaçlarında yaklaşık 800–1000 metre aralığındaki düz veya az eğimli alanları tercih eder. Alanda *kurak, alt çok soğuk Akdeniz* biyoiklim tipi hâkimdir. Alyansın dağılış alanı güneyde Ağrı Dağı, kuzeyde tarım alanları ve yerleşim yerleri ile sınırlandırılmış dar bir şerit şeklindedir (Şekil 1). *Stipagrostis plumosa* ve *Erysimum huber-morathii* hariç, alyans karakter türlerinin tamamı İran-Turan fitocoğrafik bölge elementidir (Cullen 1965; Hedge 1965; Hedge & Lamond 1972; Wagenitz 1975; Radcliffe-Smith 1982; Scholz 1985; Tan 1985). Karakter türlerden devamlılığı yüksek olan *Oligochaeta divaricata* Transkafkasya, İran ve Türkiye’de (İğdır, Van, Şanlıurfa) kumlu ve/veya tuzlu topraklarda yetişen bir Asteraceae üyesidir (Wagenitz 1975; Abak & Akan 2014). *Euphorbia marschalliana* subsp. *armena* ise, Gürcistan (Borjomi), Ermenistan (Erivan) ve Türkiye’den (İğdır, Ağrı) bilinen, kumlu düzlükleri ve çakıllı bozkırları tercih eden bir türdür (Prokhanov 1974; Radcliffe-Smith 1982). Devamlılığı yüksek olmamasına karşın, *Stipagrostis plumosa* alyansın en göze çarpan karakter türüdür. Çünkü bu tür, özellikle Orta İran’da yaygın olan *Stipagrostietalia pennatae* ordosunun ve *Stipagrostietea pennatae* sınıfının en belirgin karakter türlerindedir (Mahdavi vd. 2017). Alyansın floristik kompozisyonunda baskınlık bakımından nanofanerofit ve kamefit, devamlılık bakımından ise hemikriptofit ve terofitler hâkimdir. Floristik kompozisyonu oluşturan 41 türden 17’si İran-Turan fitocoğrafik bölge elementidir (Tablo 1).

Alyansta endemik takson sayısı oldukça azdır ve sadece *Erysimum huber-morathii* ve *Trinia scabra* türleri endemiktir (Cullen 1965; Hedge & Lamond 1972).

Sintaksonomi: Alyans İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin karasal hareketli kumullarını karakterize eden *Stipagrostietea pennatae* sınıfı ve *Stipagrostietalia pennatae* ordosuna bağlanmıştır (Mahdavi vd. 2017). Burada eklenen türlerle birlikte (*Noaea mucronata*, *Heliotropium dolosum*), sınıf ve ordonun temsiliyeti takson sayısı bakımından iyileştirilmiştir (6 takson). Alyansın bağlanmasıyla, sınıf ve ordonun dağılışı alanı Türkiye'ye kadar (Aralık, Iğdır, Doğu Anadolu) genişlemiştir.

2009 ve 2012 yıllarında Aralık (Iğdır) civarında yapılan arazi gözlemlerinde, Tatlı (1991) tarafından *Ephedra distachya* L. olarak hatalı teşhis edilen taksonun *Calligonum polygonoides* L. olduğu tespit edilmiştir. Bu tespite dayanarak, Tatlı tarafından *Achilleo tenuifoliae-Ephedretum distachyae* olarak adlandırılan birlik, ICPN (Theurillat vd. 2021) Madde 43 gereğince *Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis* şeklinde yeniden adlandırılmıştır.

Birlik: *Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis* Tatlı 1991 **nom. corr.** Hamzaoğlu 2022 **hoc loco** (*Achilleo tenuifoliae-Ephedretum distachyae* Tatlı 1991 **nom. inept.**).

(*holotypus* relevé 47, tablo 3, relevé kapsamı 23, Tatlı 1991 makalesinde). (burada Tablo 1).

Holotip relevé özellikleri: Türkiye, Iğdır, Aralık, Kolikent ve Gödekli köylerinin güney ve güneybatısı, yükselti: 830 m; relevé genişliği: 100 m²; çalı örtüşü: %80; ot örtüşü: %40; tür zenginliği: 11.

Tanımlayıcı taksonlar: *Calligonum polygonoides* L., *Achillea tenuifolia* Lam., *Nepeta meyeri* Benth., *Astragalus shelkovnikovi* Grossh., *Scrophularia nachitschevanica* Grossh.

Baskın taksonlar: *Calligonum polygonoides*, *Achillea tenuifolia*, *Bromus tectorum* L., *Apera interrupta* (L.) P.Beauv.

Devamlı taksonlar: *Calligonum polygonoides* L., *Achillea tenuifolia* Lam., *Bromus tectorum* L., *Erodium hoefftianum* C.A.Mey., *Sisymbrium loeselii* L., *Apera interrupta* (L.) P.Beauv.

Ekoloji ve koroloji: Birlik volkanik bir arazi olan "Iğdır Ovası" güneyinde, Aralık ilçe sınırları içinde, Kolikent ve Gödekli köyleri güney ve güneybatısındaki karasal hareketli kumul habitatını temsil eder. Bölgede rüzgâr erozyonu sonucu oluşan hareketli kumulları işgal eden birlikte, toprağın 30–60 cm derinliğinden alınan örneklerde ortalama kum oranı %77,5 ve kil oranı %16,1'dir. Birlik, yükseltilerin 830–930 metre arasında değiştiği, kuzey ve kuzeydoğu bakıya sahip az eğimli alanları tercih eder. Birlikte çalı örtüşü %10–85, ot örtüşü %5–40 arasında değişir (Tatlı 1991).

Sintaksonomi: Birlik Aralık (Iğdır, Türkiye) karasal hareketli kumul vejetasyonundan tanımlanan *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* Tatlı 1991 alyansına bağlanmıştır.

Alt birlik. typicum Tatlı 1991 (*holotypus* relevé 47, tablo 3, relevé kapsamı 17, Tatlı 1991 makalesinde). (burada Tablo 1).

Holotip relevé özellikleri: Birlik ile aynı.

Tanımlayıcı taksonlar: Birlik ile aynı.

Baskın taksonlar: Birlik ile aynı.

Devamlı taksonlar: Birlik ile aynı.

Ekoloji ve koroloji: Birliğin tip altbirliğidir. Birlik ile aynı habitatta yaygın olarak gözlenir. Alt birlik üzerinde gözlenen en önemli antropojen etkiler, baskın olan *Calligonum polygonoides* türünün hayvan yemi ve yakacak olarak kullanılmasıdır. Tip alt birlik, yükseltilerin 830–870 metre arasında değiştiği kuzey ve kuzeydoğu bakıya sahip az eğimli alanları tercih eder. Alt birlikte çalı örtüşü %25–

85, ot örtüşü %10–40 arasında değişir (Tatlı 1991). Çalı örtüşünde *Calligonum polygonoides*'in, ot örtüşünde *Bromus tectorum*'un payı büyüktür (Tablo 1).

Sintaksonomi: *Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis* birliğinin tip altbirliğidir. Bağlandığı üst sintaksonlar birlik ile aynıdır.

Alt birlik: *atraxietosum spinosae* Tatlı 1991 (*holotypus* relevé 66, tablo 3, relevé kapsamı 6, Tatlı 1991 makalesinde). (burada Tablo 1).

Holotip relevé özellikleri: Türkiye, Iğdır, Aralık, Karahacılı ve Kolikent köylerinin güneyi, yükselti: 880 m; relevé genişliği: 100 m²; çalı örtüşü: %45; ot örtüşü: %5; tür zenginliği: 13.

Tanımlayıcı taksonlar: *Atraphaxis spinosa* L., *Helichrysum arenarium* (L.) DC. subsp. *rubicundum* (K.Koch) P.H.Davis & Kupicha.

Baskın taksonlar: *Atraphaxis spinosa*, *Calligonum polygonoides*.

Devamlı taksonlar: *Atraphaxis spinosa*, *Calligonum polygonoides*, *Achillea tenuifolia*, *Euphorbia marschalliana* subsp. *armena*, *Bromus tectorum*.

Ekoloji ve koroloji: Birlik ile aynı habitatta, ancak kumun az çok durağanlaştığı alanlarda gözlenir. Alt birlik, yükseltilerin 840–930 metre arasında değiştiği alanları tercih eder. Çalı örtüşü %10–65, ot örtüşü %5–25 arasında değişir (Tatlı 1991). Fizyonomiye *Atraphaxis spinosa* hâkimdir (Tablo 1).

Sintaksonomi: *Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis* birliğine bağlı bir alt birliktir. Bağlandığı üst sintaksonlar birlik ile aynıdır.

Birlik: *Stipagrostio plumosae-Ephedretum majoris* Tatlı 1991

(*holotypus* relevé 126, tablo 4, relevé kapsamı 10, Tatlı 1991 makalesinde). (burada Tablo 1).

Holotip relevé özellikleri: Türkiye, Iğdır, Aralık, Gödekli ve Emince köylerinin güneyi, yükselti: 895 m; relevé genişliği: 40 m²; çalı örtüşü: %25; ot örtüşü: %15; tür zenginliği: 9.

Tanımlayıcı taksonlar: *Ephedra major*, *Stipagrostis plumosa*.

Baskın taksonlar: *Ephedra major*.

Devamlı taksonlar: *Ephedra major*, *Euphorbia marschalliana* subsp. *armena*, *Noaea mucronata*, *Tribulus terrestris* L.

Ekoloji ve koroloji: Birlik Aralık ilçe sınırları içinde, Gödekli ve Emince köylerinin güneyindeki karasal hareketli kumullar üzerinde gelişir. Birliğin geliştiği alanlarda 5–75 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde ortalama kum oranı %85,2 ve kil oranı %11,3'tür. Birlik, yükseltilerin 860–900 metre arasında değiştiği kuzey bakıya sahip az eğimli alanları tercih eder. Birlikte çalı örtüşü %10–25, ot örtüşü %5–15 arasında değişir (Tatlı 1991).

Sintaksonomi: Birlik Aralık (Iğdır, Türkiye) karasal hareketli kumul vejetasyonundan tanımlanan *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* Tatlı 1991 alyansına bağlanmıştır.

Birlik: *Oligochaeto divaricatae-Lepidietum vesicarii* Tatlı 1991

(*holotypus* relevé 107, tablo 5, relevé kapsamı 14, Tatlı 1991 makalesinde). (burada Tablo 1).

Holotip relevé özellikleri: Türkiye, Iğdır, Aralık, Gödekli köyü güneyi, yükselti: 980 m; relevé genişliği: 40 m²; çalı örtüşü: %15; ot örtüşü: %15; tür zenginliği: 13.

Tanımlayıcı taksonlar: *Oligochaeta divaricata*, *Lepidium vesicarium* L.

Baskın taksonlar: *Noaea mucronata*.

Devamlı taksonlar: *Oligochaeta divaricata*, *Noaea mucronata*, *Heliotropium dolosum*, *Senecio vernalis*.

Ekoloji ve koroloji: Birlik Gödekli köyünün güneyindeki karasal hareketli kumul habitatını temsil eder. Birlikte toprağın 5–15 cm ve 5–30 cm derinliğinden alınan örneklerde ortalama kum oranı %76,8 ve kil oranı %16,8'dir. Birlik, yükseltelerin 880–1010 metre arasında değiştiği, kuzey ve kuzeybatı bakıya sahip ortalama eğimli alanları tercih eder. Birlikte çalı örtüşü %5–20, ot örtüşü %5–15 arasında değişir (Tatlı 1991).

Sintaksonomi: Birlik Aralık (Iğdır, Türkiye) karasal hareketli kumul vejetasyonundan tanımlanan *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* Tatlı 1991 alyansına bağlanmıştır.

Tablo 1. Aralık (Iğdır, Türkiye) hareketli kumul vejetasyonunun sinoptik tablosu.

Birlikler	AC	SE	OL	Hayat formu	Fitocoğrafik bölge	Endemizm
Ana kaya	Vkt	Vkt	Vkt			
Kum (% ortalama)	77,5	85,2	76,8			
Kil (% ortalama)	16,1	11,3	16,8			
Relevé genişliği (m ²)	100	40	40			
Relevé sayısı	23	10	14			
<i>Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis</i>						
<i>typicum</i>						
<i>Calligonum polygonoides</i>	V	I	.	Nf	.	.
<i>Achillea tenuifolia</i>	V	.	.	He	İT	.
<i>Nepeta meyeri</i>	II	.	I	Te	İT	.
<i>Astragalus shelkovnikovi</i>	I	.	.	He	İT	.
<i>Scrophularia nachitschevanica</i>	I	.	.	He	İT	.
<i>atraxietosum spinosae</i>						
<i>Helichrysum arenarium</i> subsp. <i>rubicundum</i>	I	.	II	He	İT	.
<i>Atraphaxis spinosa</i>	II	.	.	Ka	İT	.
<i>Stipagrostio plumosae-Ephedretum majoris</i>						
<i>Stipagrostis plumosa</i>	II	III	.	He	.	.
<i>Ephedra major</i>	.	V	.	Ka	.	.
<i>Oligochaeto divaricatae-Lepidietum vesicarii</i>						
<i>Oligochaeta divaricata</i>	III	I	V	Te	İT	.
<i>Lepidium vesicarium</i>	.	.	III	He	İT	.
<i>Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae</i>						
<i>Euphorbia marschalliana</i> subsp. <i>armena</i>	II	V	III	He	İT	.
<i>Erysimum huber-morathii</i>	II	III	II	Te	.	E
<i>Stipa hohenackeriana</i>	III	.	II	He	İT	.
<i>Trinia scabra</i>	II	.	II	He	İT	E
<i>Stipagrostietea pennatae ve Stipagrostietalia pennatae</i>						
<i>Noaea mucronata</i>	III	V	V	Ka	.	.
<i>Heliotropium dolosum</i>	II	II	V	Te	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	V	III	.	Te	.	.

<i>Salsola kali</i> subsp. <i>tragus</i>	.	I	I	Te	.	.
<i>Festucetalia vaginatae</i> (*) ve <i>Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis</i>						
<i>Filago arvensis</i>	II	.	IV	Te	.	.
<i>Poa bulbosa</i>	.	I	III	He	.	.
<i>Erodium hoefftianum</i> (*)	IV	.	.	Te	.	.
<i>Centaurea pulchella</i> (*) - aktarma	I	.	.	Te	İT	.
<i>Alhagi maurorum</i> subsp. <i>maurorum</i> (*) - aktarma	I	.	.	Ka	İT	.
İştirakçiler						
<i>Senecio vernalis</i>	I	III	V	Te	.	.
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	II	I	.	Te	.	.
<i>Bassia prostrata</i>	I	.	III	Ka	.	.
<i>Tribulus terrestris</i>	.	V	I	Te	.	.
<i>Sisymbrium loeselii</i>	IV	.	.	He	.	.
<i>Apera interrupta</i>	III	.	.	Te	AS	.
<i>Eremopyrum orientale</i>	I	.	.	Te	İT	.
<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>foetida</i>	I	.	.	Te	.	.
<i>Crepis sancta</i> subsp. <i>sancta</i>	I	.	.	Te	.	.
<i>Dysphania botrys</i>	I	.	.	Te	.	.
<i>Hordeum brevisubulatum</i>	I	.	.	He	İT	.
<i>Nonea caspica</i>	I	.	.	Te	İT	.
<i>Tripleurospermum elongatum</i>	I	.	.	He	.	.
<i>Ziziphora taurica</i>	I	.	.	Te	.	.
<i>Carex stenophylla</i> subsp. <i>stenophylla</i>	.	.	I	He	İT	.
<i>Dianthus crinitus</i>	.	.	I	He	.	.
<i>Schismus arabicus</i>	.	.	I	Te	.	.

Açıklamalar: **AC:** *Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis*; **AS:** Avrupa-Sibirya bitki coğrafyası bölgesi; **E:** Endemik; **He:** Hemikriptofit; **İT:** İran-Turan bitki coğrafyası bölgesi; **Ka:** Kamefit; **Nf:** Nanofanerofit; **OL:** *Oligochaeto divaricatae-Lepidietum vesicarii*; **SE:** *Stipagrostio plumosae-Ephedretum majoris*; **Te:** Terofit; **Vkt:** Volkanik kül ve tüf.

TARTIŞMA

Aralık (Iğdır, Türkiye) rüzgâr erozyonu bölgesinde karasal hareketli kumullar üzerinde gelişen bitki toplulukları, EUNIS (2022) sınıflandırması temel alınarak analiz edilmiştir. Buna göre rüzgâr erozyonu bölgesinde, Ağrı Dağı volkanik kül ve tüflerinden kökenlenen karasal hareketli kumul habitatı “H6 - Recent volcanic features (Yakın zamandaki volkanik oluşumlar)” kapsamındaki “H6.25 - Volcanic ash and lapilli fields (Volkanik kül ve lapilli alanları)” habitat tipi olarak sınıflandırılmıştır. Şimdilik başka veri olmamasına karşın, benzer habitat ve bitki topluluklarının Doğu Anadolu’da bulunan diğer volkanik dağların (Tendürek, Nemrut ve Süphan) çevresinde bulunma ihtimali vardır (Atıcı & Türkecan 2017).

Aralık rüzgâr erozyonu bölgesinde tanımlanan *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* alyansı, Tatlı (1991) tarafından *Noaea mucronata* türünün varlığı gerekçe gösterilerek *Onobrychido*

armenae-Thymetalia leucostomi ordosuna bağlanmıştır. Oysaki bu ordo Orta Anadolu'da durağan topraklar üzerinde gelişen bozkır topluluklarını temsil eder (Akman vd. 2014). *Noaea mucronata*, Türkiye'den başka Kuzey Afrika (Fas, Cezayir, Tunus, Libya, Mısır), Orta Doğu (İsrail, Ürdün, Lübnan, Suriye, Irak, İran), Güney Kafkasya (Azerbaycan, Gürcistan, Ermenistan, Nahçıvan) ile Kıbrıs, Doğu Ege Adaları ve Yunanistan'da kurak ve yarı kurak alanlarda doğal dağılışa sahiptir. Dikenlere ve hoş olmayan bir tada sahip olduğu için, çiftlik hayvanları tarafından tercih edilmeyen istilacı bir türdür (Aellen 1967; CABI Digital Library 2022; Euro+Med 2022). Aşırı otlatmanın görüldüğü alanlarda sıklığı artar ve baskın hale geçer. Bu nedenle türün, Aralık rüzgâr erozyonu bölgesi gibi aşırı otlatmanın olduğu alanlarda yüksek bulunma derecesine sahip olması normal bir durumdur (Karaoglu 2018).

İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin karasal hareketli kumullarını karakterize eden *Stipagrostietea pennatae* sınıfı ve *Stipagrostietalia pennatae* ordosu, Aralık rüzgâr erozyonu bölgesinde özellikle *Stipagrostis plumosa* ve *Calligonum polygonoides* türleri ile temsil edilir. Yüksek bulunma derecesine sahip *Bromus tectorum* ile nadiren rastlanan *Salsola kali* subsp. *tragus*, sınıf ve ordonunun diğer karakter türleridir (Mahdavi vd. 2017). *Noaea mucronata*, Ortadoğu'da kumlu ve taşlı bozkırlarda sıklıkla gözlenen bir türdür. Kum oranı nispeten daha yüksek olan alüviyal düzlüklerde *Noaea mucronata* ve *Stipagrostis plumosa* türleri sıklıkla birlikte gözlenir. Örneğin; İran'da Tahran civarında gözlenen *Artemisia herba-alba-Salsola incanescens* ile Kirman civarında gözlenen *Stellera lessertii-Astragalus microphysa* ve *Astragalus jubatus-Astragalus microphysa* topluluklarında bu iki tür birlikte bulunur (Zohary 1963). Bu çalışmada, *Noaea mucronata* ve *Heliotropium dolosum* temsiliyeti güçlendirmek için sınıf ve ordonun karakter türü olarak değerlendirilmiştir.

Hareketli kumullar yerleşim ve tarım alanlarını tehdit ettiği için, bölgede rüzgâr erozyonunu önleme amacıyla yoğun teraslama ve ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaların doğal bir sonucu olarak, günümüzde rüzgâr erozyonu azalmış ve hareketli kumullar durağan hale gelmeye başlamıştır (Karaoglu 2018). Bu olgu, yakın gelecekte hareketli kumul habitatının kumlu bozkırlara evrilmesine temel teşkil edecek potansiyele sahiptir. Bölgede rüzgâr erozyonu ile mücadele sürdürükçe, alyansın mevcut dağılış alanının daralacağı söylenebilir. Aralık karasal hareketli kumul habitatının sintaksonomisi aşağıda özetlenmiştir;

Sınıf: *Stipagrostietea pennatae* Zohary 1963

Ordo: *Stipagrostietalia pennatae* Asri 2003

Alyans: *Euphorbio armenae-Oligochaetion divaricatae* Tatlı 1991

Birlik: *Achilleo tenuifoliae-Calligonetum polygonoidis* Tatlı 1991 **nom. corr.** Hamzaoglu 2022 **hoc loco** (*Achilleo tenuifoliae-Ephedretum distachyae* Tatlı 1991 **nom. inept.**).

Alt birlik: *typicum* Tatlı 1991

Alt birlik: *atraxaxietosum spinosae* Tatlı 1991

Birlik: *Stipagrostio plumosae-Ephedretum majoris* Tatlı 1991

Birlik: *Oligochaeto divaricatae-Lepidietum vesicarii* Tatlı 1991

YAZAR KATKI BEYANI

Bu makalede; sonuçların analizi, yorumlanması ve makale taslağının yazımı yazar tarafından yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abak, F. & Akan, H. (2014). The flora of Asteraceae family in Şanlıurfa/Turkey. *Biological Diversity and Conservation* 7(1): 68–78.
- Aellen, P. (1967). [Noaea Moq.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 2. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 335–336.
- Akman, Y. (1990). *İklim ve Biyoiklim*. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O. & Quézel, P. (1985). A new syntaxon from Central Anatolia. *Ecologia Mediterranea* 11(2-3): 111–221.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L. & Vural., M. (2014). *İç Anadolu Step Vejetasyonu*. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Asri, Y. (2003). *Plant diversity in Kavir Biosphere Reserve, Iran*. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran [Farsça].
- Atıcı, G. & Türkecan, A. (2017). Anadolu'nun Volkanları. *Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni* 22: 1–18.
- Aydın, M. & Kılıç, Ş. (2010). *Toprak Bilimi*. 2. Baskı. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Bağcı, Y., Tatlı, A. & Kargıoğlu, M. (1996). Konya Karapınar Bölgesinin Vejetasyonu [The Vegetation of Konya Karapınar]. *S.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi* 13: 97–113.
- Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant sociology: the study of plant communities*. Tercüme: Fuller, G.D. & Conard. H.S. McGraw-Hill, New York.
- CABI Digital Library (2022). CABI Compendium. *Noaea mucronata*. Author: Nick Pasiecznik. <https://www.cabidigitallibrary.org> [28.10.2022].
- Cullen, J. (1965). [*Erysimum* L.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 1. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 466–478.
- Çetik, R. & Vural, M. (1979). Ecological and Sociological Studies on the Vegetation of Afyon, Bayat- Köroğlubeli and its Environment. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara (C2)* 23: 1–44.
- EUNIS (2022). The European Nature Information System. Habitat types search. <https://eunis.eea.europa.eu/index.jsp> [28.10.2022].
- Euro+Med (2022). Euro+Med. Published on the Internet. <http://ww2.bgbm.org>. [28.10.2022].
- Hamzaoğlu, E. (2022). Orta Anadolu (Türkiye) ve Çevresindeki Kumlu Bozkır Vejetasyonunun Sintaksonomisi. *Türler ve Habitatlar* 3(1): 30–54.
- Hamzaoğlu, E., Ertuğrul, K. & Koç, M. (2022). An ignored habitat in Türkiye: Sandy steppes. *Anatolian Journal of Botany* 6(1): 49–54.
- Hedge, I.C. (1965). [*Lepidium* L.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 1. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 279–285.
- Hedge, I.C. & Lamond, J.M. (1972). [*Trinia* Hoffm.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 4. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 418–419.
- ISSS Working Group R.B. (1998). *World Reference Base for Soil Resources: Introduction* (Eds. Deckers, J.A., Nachtergaele, F.O. & Spaargaren, O.C.). First Ed. International Society of Soil Science (ISSS). ISRIC-FAO-ISSS-Acco, Leuven.
- Karadoğan, S., Arslan, H. & Şikoğlu, E. (2019). Nevşehir Çevresinde Volkanik Terselme Rölyefinin Peribacaların Oluşumuna Etkisi. *Researcher: Social Science Studies* 7(3): 190–210.

- Karaoğlu, M. (2018). Iğdır-Aralık'ta Rüzgâr Erozyonu Çalışmaları. *Journal of Agriculture* 1(2): 25–38.
- Mahdavi, P., Isermann, M. & Bergmeier, E. (2017). Sand habitats across biogeographical regions at species, community and functional level. *Phytocoenologia* 47(2): 139–165.
- MGM (2022). Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Resmi İstatistikler. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?> [20.10.2022].
- Okur, N. (2021). *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Özen, H.Ç. & Onay, A. (2018). *Bitki Fizyolojisi*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- POWO (2022). Plants of the World Online. Published on the Internet. <http://www.plantsoftheworldonline.org> [28.10.2022].
- Prokhanov, Ya.I. (1974). [*Euphorbia* L.] In: Schischkin, B.K. & Bobrov, E.G. (Eds.). *Flora of the USSR*. Vol. 14. Academy of Sciences of the USSR, Moscow & Leningrad (Translated from Russian, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem), pp. 233–378.
- Radcliffe-Smith, A. (1982). [*Euphorbia* L.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 7. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 571–630.
- Riedl, H. (1978). [*Heliotropium* L.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 6. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 326–376.
- Scholz, H. (1985). [*Stipa* L.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 9. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 568–569.
- Tan, K. (1985). [*Stipagrostis* Ness] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 9. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 568–569.
- Tatlı, A. (1991). Phytosociological investigation of vegetation of wind-eroded areas of Eastern Anatolia. *Ecologia Mediterranea* 17: 161–168.
- Theurillat, J.-P., Willner, W., Fernández-González, F., Bültmann, H., Čarni, A., Gigante, D., Mucina, L. & Weber, H. (2021). International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th edition. *Applied Vegetation Science*, 24, Article 12491. DOI: <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>.
- Vural, M., Duman, H., Adıgüzel, N. & Kol, Ü. (1995). Göreme Milli Parkı (Nevşehir) Vejetasyonu [Vegetation of Göreme National Park (Nevşehir)]. *Turkish Journal of Botany* 19(3): 389–400.
- Wagenitz, G. (1975). [*Oligochaeta* K.Koch] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 5. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 464–465.
- WFO (2022). World Flora Online. Published on the Internet. <http://www.worldfloraonline.org>. [28.10.2022].
- Zohary, M. (1963). On the Geobotanical Structure of Iran. Bulletin of the Research Council of Israel, Section D., Botany. Supplement. 113 pp.



Research Article

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1274779>

The Vascular Plants Diversity of the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute Aksu Campus

Fulya Yüceol ^{1,*}, Ramazan Süleyman Göktürk ²

¹South-West Anatolia Forest Research Institute, TR-07110, Antalya, Türkiye

²Department of Biology, Faculty of Science, Akdeniz University, TR-07070, Antalya, Türkiye

*Correspondence: Fulya Yüceol, yucelfly@gmail.com

Received: 31.03.2023

Accepted: 16.05.2023

Published Online: 15.06.2023

Abstract

This floristic research was carried out to determine the floristic composition of the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute campus located in Aksu district of Antalya (Türkiye). As a result of the field studies, total 225 plant taxa belonging to 61 families and 182 genera, of which 32 are cultivars, were identified. Only one endemic species was documented in the present study. The families which have the largest number of taxa in the research area are Fabaceae 31 (13.8%), Asteraceae 26 (11.6%), and Poaceae 18 (8.0%). In terms of phytogeographic region, taxa with Mediterranean (25.5%) and multi-regional elements or phytogeographically unknown (72.6%) are abundant. The biological spectrum of the flora according to Raunkiaer life forms shows that Theropyhtes (49.8%) are predominant.

Keywords: Flora, life form, Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya, Aksu

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Aksu Yerleşkesinin Damarlı Bitkileri

Özet

Bu floristik araştırma, Antalya (Türkiye) Aksu ilçesinde bulunan Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ait yerleşkenin floristik kompozisyonunu tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları sonucunda 32'si kültür bitkisi olan, 61 familya ve 182 cinse ait toplam 225 bitki taksonu tespit edilmiştir. Tespit edilen taksonlardan sadece bir tanesi endemiktir. Araştırma alanında en fazla taksona sahip familyalar Fabaceae 31 (%13.8), Asteraceae 26 (%11.6) ve Poaceae 18 (%8.0)'dir. Fitocoğrafik bölge açısından, Akdeniz (%25.4) ve çok bölgesel veya fitocoğrafik bölgesi bilinmeyen (%72.6) taksonlar sayıca çoktur. Raunkiaer yaşam formlarına göre floranın biyolojik spektrumu, terofitlerin (%49.8) baskın olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Flora, hayat formu, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, Aksu

INTRODUCTION

Batı Akdeniz Agricultural Research Institute is a public agricultural research institution located in the Antalya province of Türkiye. It operates under the General Directorate of Agricultural Research and Policies within the Ministry of Agriculture and Forestry of the Republic of Türkiye.

The institute was formed by the merger of five research institutions (the Mediterranean Agricultural Research Institute, the Biological Control Research Institute, the Citrus Research Institute, the Greenhouse Research Institute, and the Regional Cotton Research Institute) in Antalya that worked on different topics related to plant production at different times between 1933 and

Suggested Citation:

Yüceol, F. & Göktürk, R.S. (2023). The Vascular Plants Diversity of the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute Aksu Campus. *Türler ve Habitatlar* 4(1): 13–28.

2004. In 2004, a new institute emerged that encompassed all of the research areas of the five merged research institutions. This institute was renamed the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute (BAARI) and has been operating under this name ever since (BATEM 2022).

The study area has a typical Mediterranean climate, which dominates the coastal part of the Antalya basin, with hot and dry summers and mild and rainy winters. The annual mean temperature in the area is 18.6°C. The highest temperature, which is 28.7°C, occurs in July, while the lowest temperature, 9.9°C, occurs in January. The highest amount of precipitation, with an average of 225 mm, occurs in December. The mean annual precipitation is 1064 mm, and precipitation falls mainly in the form of rain during the spring and winter seasons (Anonymous 2002; Sarı et al. 2009).

The research area, BAARI Aksu Campus, is situated on the Mersin-Antalya highway, on the border of the Aksu district, which is located to the east of the Antalya province. The research site is located in the C3 square according to Davis' grid system (Davis 1965–1985) and has coordinates of 36°56' north latitude and 30°53' east longitude, with an altitude of approximately 40 meters (Figure 1).

Terra Rossa is a typical soil of the Antalya province and is rich in iron, as noted by Sayan (1990). This soil type has a clay-loam texture and contains a significant amount of lime due to the lime bedrock. The coastal lowlands of Antalya are characterized by gentle slopes due to the mountains moving away from the sea and the streams flowing down from the mountains. These plains are typically comprised of newly deposited alluvial soils from Quaternary deposits. The Aksu plain is also an example of a plain formed in this manner. The Aksu Basin's alluvial fill, characterized by marine detritus, exceeds a thickness of 1 km and spans from the Middle Miocene to the Quaternary (Wasoo & Koç 2021).

The research area is an agroecosystem where a significant portion is covered by tilled (arable) land. The flora of the area is constantly exposed to changes caused by agricultural activities and intense construction. Warm-climate cereals (corn, sorghum, etc.), cool-climate cereals, industrial plants (soybean, sesame, peanut, cotton, etc.), meadow-pasture and forage, and some medicinal aromatic plants (sage, herba origani, etc.) are mainly grown in the area. At the institute, research projects are continuously conducted for the breeding and cultivation of these plants. This study aims to determine the floristic composition of the campus area, which covers an open field area of approximately 1753 decares and has not been studied in detail before.

MATERIAL AND METHOD

The materials of this floristic investigation were collected from the agricultural campus area in 2014–2019. They were randomly surveyed from different parts (settlements, citrus orchards, edge of greenhouses, crop field margins and watercourse margins) of the area (Figure 1). At least one voucher specimen, for each taxon, if considered necessary, was deposited in the Herbarium of Batı Akdeniz Agricultural Research Institute. However, well-known plant specimens, such as common trees, shrub species, ornamental plants and weeds, were not collected during the fieldwork.

The identification of the collected plants was made according to “*Flora of Turkey and the East Aegean Islands*” (Davis 1965–1985; Davis et al. 1988; Güner et al. 2000) and its appendices, as well as other floristic books (Tuzlacı 2007; Anonymous 2008; Akkemik 2014; Güner et al. 2012; 2018). The taxon names were also written by checking the current websites such as the *International Plant Name Index* (IPNI 2020), *Plants of the World Online* (POWO 2020) and *The*

World Flora Online (WFO 2020). The biological spectrum of the flora was determined by the life forms, according to Raunkiaer (1934).

Taxonomic data were arranged using the APG IV (2016) system and presented in alphabetical order. Abbreviations used in the text are as follows: Ir.-Tur.: Irano-Turanian element, Medit.: Mediterranean element (inc. E. Medit.: East Mediterranean), Euro.-Sib.: Euro-Siberian element, cos. & oth.: cosmopolitan and other (multiple regions or unknown), cv: cultivated, P: Phanerophytes, Ch: Chamaephytes, H: Hemicryptophytes, C: Cryptophytes, T: Therophytes and Vp: Vascular parasites.

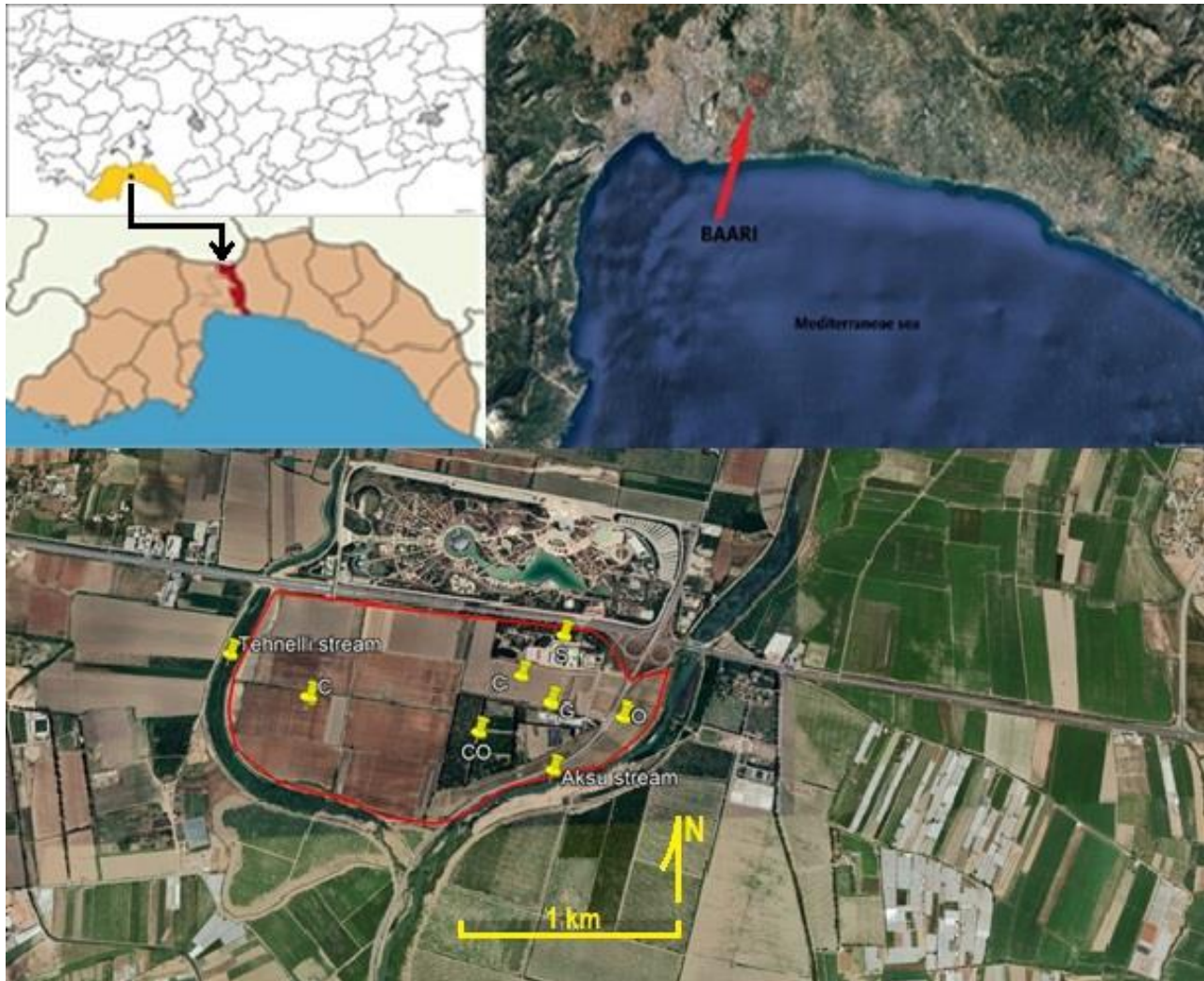


Figure 1. The research area's geographical location and the parts that were surveyed during the study.

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of this research, 225 taxa belonging to 61 families and to 182 genera were identified and represented in Appendix 1. In this investigation, the aim was to assess the floristic composition of the research area under semi-natural conditions in Antalya. The floristic composition of the area is summarised in Table 1. A total of 225 taxa were identified and classified of which 224 belong to Magnoliophyta and 1 to Pteridophyta. Thirty-two of these are cultivated in the area. The most

common families are Fabaceae (31 species.), Asteraceae (26 sp.), and Poaceae (18 sp.), in comparison to the other families (Table 2).

Table 1. Batı Akdeniz Agricultural Research Institute floristic composition.

Systematic Unit	Families	Genera	Species	Subsp.	Varieties	Taxa
Pteridophyta	1	1	1	-	-	1
Magnoliophyta	60	181	186	-	-	-
Pinophytina	2	2	2	-	1	3
Magnoliophytina	58	179	184	25	12	221
Magnoliopsida	48	148	157	21	9	187
Liliopsida	10	31	27	4	3	34
Total						225

Table 2. The families containing the most taxa in the research area.

Family	Number of Taxa	Percentage (%)
Fabaceae	31	13.8
Asteraceae	26	11.6
Poaceae	18	8.0

The richest genus is *Trifolium* L. which has six taxa in the area. The genera *Vicia* L., *Medicago* L., *Euphorbia* L., *Malva* L., *Plantago* L., and *Veronica* L. come in second place with three taxa each (Table 3). The rest of the genera contain fewer taxa.

Table 3. The genus containing the most taxa in the research area.

Genus	Number of Taxa	Percentage (%)
<i>Trifolium</i>	6	2.7
<i>Vicia</i>	3	1.3
<i>Medicago</i>	3	1.3
<i>Euphorbia</i>	3	1.3
<i>Malva</i>	3	1.3
<i>Plantago</i>	3	1.3
<i>Veronica</i>	3	1.3

An evaluation of the taxa based on phytogeographic regions is presented in Table 4. It is seen that the cosmopolitan and other are represented with very high numbers (140 taxa) and ratios (72.6%) in the chorological spectrum of the study area. The fact that the phytogeographic regions of the plants distributed in the area are not clearly known, and that they are generally cosmopolitan and widely distributed, indicates their high ecological tolerance, and non-selectivity in terms of soil and climate. This abundance of ubiquitous plant species also suggests intense anthropogenic pressure in the area. Additionally, plants from the Mediterranean phytogeographic region are secondly present, which is an expected result given that the research area is located within the

Mediterranean region. The pantropical plants are alien species in the area. The cultivated plants are not included in these phytogeographic regions.

Table 4. Distribution of the taxa in the research area according to phytogeographic regions.

Phytogeographic region	Number of Taxa	Percentage (%)
Cosmopolitan and other	140	72.6
Mediterranean	38	19.7
East Mediterranean	11	5.7
Irano-Turanian	2	1.0
Pantropical	2	1.0

When the plant taxa are classified according to their Raunkiaer life forms, the biological spectrum shows that therophytes (49.8%) are the dominant life form in the area. They comprise approximately 50% of the total flora and are followed by hemicryptophytes (24.0%), phanerophytes (19.6%) and cryptophytes (4.9%), respectively (Table 5). Our biological spectrum study results are supported by many previous studies. It is known that the combination of the high percentages of therophytes and hemicryptophytes reflects common Raunkiaer life forms in the areas dominated by the Mediterranean climate (Akman & Ketenoglu 1987). The Mediterranean climate-type regions' biological spectra are characterized by high therophytes percentages that survive the dry summer in the form of seeds (Raunkiaer 1934). Therophytes are annual and particularly abundant in semi-arid climates and weed communities that develop where native vegetation is disturbed (Neffar et al. 2018).

Storkey et al. (2010) also reported that weeds are mainly characterized by therophytes. Thus, their high proportion suggests hyperdegradation due to human activities (Barbero et al. 1990; Pettit et al. 1995; Brofas et al. 2001). This is because annual species are more tolerant to disturbances, owing to their fast growth rate and early and abundant seed production, compared to perennial species that are relatively slow-growing and usually require several years to reach reproductive maturity (Grime 1974). The presence of chamaephytes (1.3%) and vascular parasites (0.4%) is negligible (Table 5).

Table 5. Distribution of the taxa in the research area according to Raunkiaer life forms.

Life forms	Number of Taxa	Percentage (%)
Therophytes	112	49.8
Hemicryptophytes	54	24.0
Phanerophytes	44	19.6
Cryptophytes	11	4.9
Chamaephytes	3	1.3
Vascular parasites	1	0.4

The study results were compared with four other studies conducted in similar areas with regard to the phytogeographic regions, endemism and the taxa richness, as presented in Table 6. Similar findings were reported across all of the compared studies. The number of cosmopolitan and other phytogeographic region elements has been found to be higher than the other phytogeographic regions in all the studies. This was followed by Mediterranean and Irano-Turanian phytogeographic

region elements, respectively. Additionally, considering that our study area is smaller than the others and subject to numerous human-induced factors that put pressure on plant species, the diversity in our area cannot be considered low.

Among the taxa determined in this study, there is only one endemic species (0.5%), represented by *Stachys cretica* L. subsp. *mersinaea* (Boiss.) Rech.f. This can be attributed to the study area low altitude, not being isolated geographically and lacking habitat diversity.

Numbers of Studies Compared

1. The Vascular Plants Diversity of the Batı Akdeniz Agricultural Research Institute Aksu Campus (this study).
2. A Research on the Flora of Antalya City (Göktürk 1994).
3. The Flora of Akdeniz University Campus (Antalya-Turkey) (Ünal & Gökçeoğlu 2003).
4. Natural Plant Species of Süleyman Demirel University Campus (Fakir et al. 2009).
5. Grassland Flora of Manisa Celal Bayar University Campus (Güler et al. 2017).

Table 6. Comparisons of the floristic studies carried out in similar areas concerning the phytogeographic regions, endemism and taxa.

Phytogeographic region	Compared Studies				
	1	2	3	4	5
Cosmopolitan and others (%)	72.6	58	54.53	42.24	38
Mediterranean (%)	25.4	36.8	40.93	18.63	33.1
Irano-Turanian (%)	1.0	2.65	2.65	15.53	3.9
Euro.-Sib. (%)	-	2.55	1.55	3.73	2
Endemism (%)	0.5	7.4	6.64	20.50	-
Total taxa	225	1065	452	161	51

In floristic studies conducted in the research area and its surroundings, the Fabaceae Asteraceae and Poaceae families have the most taxa (Table 7). It is not unusual for the Fabaceae and Asteraceae families to be among the most commonly observed taxa in floristic studies, given that they are some of the largest families in the Turkish flora.

The distribution of genera with the highest number of taxa in the research area and its surrounding regions is provided in Table 8. The top three genera with the highest number of taxa varied, possibly due to differences in habitat, elevation, soil characteristics, and anthropogenic effects.

Table 7. Comparison of families with the most taxa in the compared studies

Families	Compared Studies				
	1	2	3	4	5
Fabaceae (%)	13.8	11.58	10.60	14.91	39.2
Asteraceae (%)	11.6	10.50	15.23	13.04	3.9
Poaceae (%)	8.0	6.67	6.62	9.32	43.1
Lamiaceae (%)	4.0	5.50	6.62	6.21	-
Apiaceae (%)	3.5	3.24	3.09	-	2.0

Most of the natural plants in the study area are considered weeds on arable lands. There is little information on weed species. Weeds can reveal information about the soil properties such as pH, the presence of a hardpan, and particularly their nutritional status (EAP 1997). Clements (1920) suggested that each plant can serve as an indicator and is a product of the conditions under which it grows, thereby reflecting those conditions. Therefore, it is important to identify these weed species in our soil accurately.

Table 8. Comparison of genera with the most taxa in the study areas.

Study areas	Genus
1	<i>Trifolium</i> (6), <i>Euphorbia</i> (3), <i>Medicago</i> (3), <i>Malva</i> (3), <i>Vicia</i> (3), <i>Plantago</i> (3), <i>Veronica</i> (3)
2	<i>Euphorbia</i> (20), <i>Silene</i> (17), <i>Ranunculus</i> (16), <i>Medicago</i> (14), <i>Trifolium</i> (13), <i>Allium</i> (12), <i>Vicia</i> (9), <i>Hypericum</i> (9), <i>Astragalus</i> (8), <i>Trigonella</i> (8)
3	<i>Trifolium</i> (9), <i>Euphorbia</i> (8), <i>Erodium</i> (7), <i>Hypericum</i> (7), <i>Plantago</i> (6)
4	<i>Astragalus</i> (7), <i>Vicia</i> (4), <i>Adonis</i> (3), <i>Anthemis</i> (3), <i>Cerastium</i> (3), <i>Consolida</i> (3), <i>Verbascum</i> (3)
5	<i>Trifolium</i> (12), <i>Bromus</i> (8), <i>Medicago</i> (3)

Abutilon theophrasti Medik., collected from the edge of the cotton plantation in the area, is one of the most important weeds in the Mediterranean, Aegean, Marmara, Central, and Western Black Sea regions. It is not known when it was introduced to Türkiye, but it is believed to have been transported along with imported corn and soybean grains as seed contaminants, which are used for animal feed (Işık 2015). It has been found that two species, *Ipomoea hederacea* Jacq. and *I. triloba* L., are not recorded in the "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" or its supplement in the area. These species were reported as new weed species records in Türkiye and spread around cotton, soybean, groundnut, and sunflower cultivation areas. One of these, *Ipomoea hederacea* was recorded for the first time in the Çukurova region (Adana), and *I. triloba* was first recorded in Antalya (Gönen 1999; Yazlık et al. 2014). They are known as invasive weeds and grow gregariously, primarily in shady and wet conditions in the area. On the other hand, the species designated as cultivated plants are mostly used as ornamental plants in the landscape of the area.

This study is significant in that it shows the changes in the flora caused by agricultural activities in semi-natural habitats. The findings reveal that not only native plant species but also naturalized alien plants contribute to the vascular plant species richness in agricultural areas. These results will contribute to both floristic studies and the current literature on weed flora (segetal) in agricultural areas.

AUTHOR CONTRIBUTION STATEMENT

In this study; the study idea and design, data collection, analysis and interpretation of the results, and drafting of the article were made by the authors.

REFERENCES

Akkemik, Ü. (2014). *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları*. Cilt 1. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

- Akman, Y. & Ketenöglü, O. (1987). *Vejetasyon Ekolojisi*. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Ankara.
- Anonymous (2002). Antalya Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü İklim Verileri, Antalya.
- Anonymous (2008). *Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri*. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Çayır, Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara.
- APG IV (2016). An Update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181(1): 1–20.
- Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R. & Quézel, P. (1990). Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean Basin. *Vegetatio* 87(2): 151–173.
- BATEM (2022). Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü: Kısa Tarihçe. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Menu/52/Tarihce>. [15.04.2022].
- Brofas, G., Karetsos, G., Panitsa, M. & Theocharopoulos, M. (2001). The flora and vegetation of Gyalı island, SE Aegean, Greece. *Willdenowia* 31(1): 51–70. DOI: <https://doi.org/10.3372/wi.31.31104>.
- Clements, F.E. (1920). *Plant indicators: The Relation of Plant Communities to Process and Practice*. Carnegie Institution of Washington, Washington.
- Davis, P.H. (Ed.). (1965–1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 1–9. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (Eds.). (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 10 (Suppl. 1). Edinburgh University Press, Edinburgh.
- EAP (1997). Ecological Agriculture Projects: Weeds as Indicators of Soil Conditions. <https://www.eap.mcgill.ca/publications/EAP67.htm>. [13.03.2020].
- Fakir, H., Babalık, A.A. & Karatepe, Y. (2009). Natural Plant Species of Süleyman Demirel University Campus. *Süleyman Demirel University, Institute of Science Journal* 13(1): 33–39.
- Göktürk, R.S. (1994). Antalya Şehir Florası Üzerine Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Gönen, O. (1999). Çukurova Bölgesi Yazlık Yabancı Ot Türlerinin Çimlenme Biyolojileri ve Bilgisayar ile Teşhise Yönelik Morfolojik Karakterlerinin Saptanması (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Grime, J. (1974). Vegetation classification by reference to strategies. *Nature* 250: 26–31.
- Güler, B., Uğurlu, E. & Altan, Y. (2017). Grassland Flora of Manisa Celal Bayar University Campus. *Journal of Innovative Science and Engineering* 1(1): 17–24.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (Eds.). (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, İ. & Çimen, A.O. (2018). *Resimli Türkiye Florası [Illustrated Flora of Turkey]*. Cilt 1. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi, İstanbul.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (Eds.). (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 11 (Suppl. 2). Edinburgh University Press, Edinburgh.
- IPNI (2020). The International Plant Name Index (IPNI). <http://www.ipni.org/>. [13.03.2020].
- Işık, D. (2015). [*Abutilon theophrasti* Med.] In: Önen, H. (Ed.). *Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu*. TAGEM, Ankara, pp. 132–142.

- Neffar, S., Menasria, T. & Chenchouni, H. (2018). Diversity and functional traits of spontaneous plant species in Algerian rangelands rehabilitated with prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) plantations. *Turk J Bot* 42(4): 448–461. DOI: <https://doi.org/10.3906/bot-1801-39>.
- Pettit, N.E., Froend, R.H. & Ladd, P.G. (1995). Grazing in remnant woodland vegetation: changes in species composition and life form groups. *Journal of Vegetation Science* 6(1): 121–130. DOI: <https://doi.org/10.2307/3236263>.
- POWO (2020). Plants of the World Online (POWO). <http://www.plantsoftheworldonline.org/>. [13.03.2020].
- Raunkiaer, C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press, Oxford.
- Sarı, M., Sönmez N.K. & Altunbaş, S. (2009). Aksu Araştırma ve Uygulama İstasyonu Topraklarının Morfolojik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(2): 157–168.
- Sayan, M.S. (1990). Antalya Kenti Kıyı Bandının Gezi (Promenod) Alanı Olarak Değerlendirilmesi (Development of the Waterfront Area of Antalya City as a Promenade) (Yüksek lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Storkey, J., Moss, S.R. & Cussans, J.W. (2010). Using assembly theory to explain changes in a weed flora in response to agricultural intensification. *Weed Science* 58(1): 39–46. DOI: <https://doi.org/10.1614/WS-09-096.1>.
- Tuzlacı, E. (2007). *Dekoratif Türkiye Bitkileri*. Alfa Yayınları, İstanbul.
- Ünal, O. & Gökçeoğlu, M. (2003). Akdeniz Üniversitesi Kampus Florası (Antalya, Türkiye). *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16(2): 143–154.
- Wasoo, M.H. & Koç, A. (2021). Aksu Havzası'nın (Antalya, Türkiye) Neojen Stratigrafisi ve Yapısal Unsurları. *Geological Bulletin of Turkey* 64(1): 83–128. DOI: <https://doi.org/10.25288/tjb.682776>.
- WFO (2020). The World Flora Online (WFO). <http://www.worldfloraonline.org/>. [13.03.2020].
- Yazlık, A., Üremiş, İ., Uludağ, A., Uzun, K., Şenol, S.G. & Keskin, İ. (2014). A new alien plant species in Turkey: *Ipomoea triloba* L. *8th International Conference on Biological Invasions*, Antalya, Türkiye.

Appendix 1. The Floristic List of Aksu Campus.

PTERIDOPHYTA			
Family	Species	Life form	Floristic region
Equisetaceae	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	H	cos. & oth.
MAGNOLIOPHYTA			
Pinophytina			
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	P	cv.
Pinaceae	<i>Pinus pinea</i> L.	P	cv.
	<i>Pinus brutia</i> Ten. var. <i>brutia</i>	P	cv.

MAGNOLIOPHYTA			
Magnoliophytina			
Magnoliopsida			
Amaranthaceae	<i>Amaranthus albus</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Amaranthus viridis</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Chenopodium album</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	T	cos. & oth.
Apiaceae	<i>Ammi majus</i> L.	H	Medit.
	<i>Anethum graveolens</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Daucus carota</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	H	cos. & oth.
	<i>Scandix pecten- veneris</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn.	T	cos. & oth.
	<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link subsp. <i>arvensis</i>	H	cos. & oth.
<i>Tordylium apulum</i> L.	T	Medit.	
Apocynaceae	<i>Cynanchum acutum</i> L. subsp. <i>acutum</i>	H	cos. & oth.
	<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	P	cv.
	<i>Nerium oleander</i> L.	P	cos. & oth.
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia paecilantha</i> Boiss.	H	Medit.
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i> (Vaill.) L.	T	cos. & oth.
	<i>Carduus argentatus</i> L.	T	Medit.
	<i>Centaurea solstitialis</i> L. subsp. <i>solstitialis</i>	T	cos. & oth.
	<i>Cichorium intybus</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	H	cos. & oth.
	<i>Cota altissima</i> (L.) J.Gay	H	cos. & oth.
	<i>Crepis micrantha</i> Czerep.	T	cos. & oth.
	<i>Dittrichia graveolens</i> (L.) Greuter	T	Medit.
	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	Ch	Medit.
	<i>Echinops ritro</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Erigeron bonariensis</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Glebionis segetum</i> (L.) Fourr	T	cos. & oth.
	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub	T	cos. & oth.
	<i>Lactuca serriola</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Leontodon tuberosus</i> L.	H	Medit.
	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	T	cos. & oth.
<i>Notobasis syriaca</i> (L.) Cass.	T	Medit.	

	<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh. subsp. <i>dysenterica</i>	H	cos. & oth.
	<i>Scolymus maculatus</i> L.	T	Medit.
	<i>Senecio vulgaris</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	T	Medit.
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill. subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) Ball	T	cos. & oth.
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Tragopogon porrifolius</i> (Sch.Bip.) Greuter subsp. <i>longirostris</i>	T	cos. & oth.
	<i>Xanthium strumarium</i> L.	T	cos. & oth.
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don	P	cv.
Boraginaceae	<i>Anchusa azurea</i> Mill. var. <i>azurea</i>	H	cos. & oth.
	<i>Cynoglossum creticum</i> Mill.	H	cos. & oth.
	<i>Echium plantagineum</i> L.	H	Medit.
	<i>Heliotropium hirsutissimum</i> Grauer	T	E. Medit.
Brassicaceae	<i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.	T	cos. & oth.
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	T	cos. & oth.
	<i>Lepidium draba</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All. <i>Sinapis arvensis</i> L.	T	cos. & oth.
Capparaceae	<i>Capparis spinosa</i> L.	P	cos. & oth.
Caprifoliaceae	<i>Cephalaria transylvanica</i> (L.) Roem. & Schult.	T	cos. & oth.
	<i>Pterocephalus plumosus</i> (L.) Coulter	T	cos. & oth.
	<i>Valerianella discoidea</i> (L.) Loise	T	Medit.
Caryophyllaceae	<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L.	T	cos. & oth.
	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	T	Medit.
	<i>Spergularia bocconei</i> (Scheele) Asch. & Graebn.	T	cos. & oth.
Causarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	P	cv.
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	Vp	cos. & oth.
	<i>Ipomoea triloba</i> L.	T	pantropical
	<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq.	T	pantropical
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Ecballium elaterium</i> (L.) A.Rich.	H	Medit.
Ebenaceae	<i>Diospyros lotus</i> L.	P	cv.
	<i>Diospyros kaki</i> L.	P	cv.
Euphorbiaceae	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A.Juss.	T	cos. & oth.
	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	T	cos. & oth.

	<i>Euphorbia peplus</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	T	cos. & oth.
	<i>Mercurialis annua</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Ricinus communis</i> L.	P	cos. & oth.
	<i>Acacia saligna</i> (Labill.) Wendl.	P	cv.
	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	P	cv.
	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	P	cos. & oth.
	<i>Astragalus hamosus</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Erythrina crista-galli</i> L.	P	cv.
	<i>Glycyrrhiza echinata</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Lathyrus annuus</i> L.	T	Medit.
	<i>Lathyrus gorgoni</i> Parl. var. <i>gorgoni</i>	T	Medit.
	<i>Medicago intertexta</i> (L.) Heyn var. <i>ciliaris</i>	T	Medit.
	<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bart.	T	cos. & oth.
	<i>Medicago polymorpha</i> L. var. <i>polymorpha</i>	T	cos. & oth.
	<i>Melilotus albus</i> Medik.	H	cos. & oth.
	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	T	cos. & oth.
	<i>Onobrychis caput-galli</i> (L.) Lam	T	Medit.
Fabaceae	<i>Ononis spinosa</i> L. subsp. <i>leiosperma</i> (Boiss.) Širj.	H	cos. & oth.
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	P	cv.
	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	P	cv.
	<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Securigera parviflora</i> (Desv.) Lassen	T	E. Medit.
	<i>Securigera securidaca</i> (L.) Degen & Dorfl.	T	cos. & oth.
	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Trifolium nigrescens</i> Viv. subsp. <i>petrisavi</i> (Clem.) Holmboe	T	cos. & oth.
	<i>Trifolium repens</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Trifolium resupinatum</i> L. var. <i>resupinatum</i>	T	cos. & oth.
	<i>Trifolium spumosum</i> L.	T	Medit.
	<i>Trifolium tomentosum</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Vachellia karroo</i> (Hayne) Banfi & Galasso	P	cv.
	<i>Vicia cracca</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Vicia lutea</i> L. var. <i>hirta</i> (Balbis) Lois	T	cos. & oth.
	<i>Vicia sativa</i> L.	T	cos. & oth.

Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. subsp. <i>cutarium</i>	T	cos. & oth.
	<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.	T	Medit.
	<i>Geranium dissectum</i> L.	T	cos. & oth.
Gentianaceae	<i>Centaurium pulchellum</i> (Sw.) Druce	T	cos. & oth.
Hypericaceae	<i>Hypericum triquetrifolium</i> Turra	H	cos. & oth.
Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i> L. var. <i>amplexicaule</i>	T	cos. & oth.
	<i>Melissa officinalis</i> L.	H	E. Medit.
	<i>Mentha longifolia</i> (L.) L. subsp. <i>typhoides</i> (Briq.) Harley	H	cos. & oth.
	<i>Salvia verbenaca</i> L.	H	Medit.
	<i>Stachys cretica</i> L. subsp. <i>mersinaea</i> (Boiss.) Rech.f. (endemic)	H	E. Medit.
	<i>Satureja thymbra</i> L.	Ch	E. Medit.
	<i>Origanum onites</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Thymbra spicata</i> L. subsp. <i>spicata</i>	Ch	Medit.
	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	P	Medit.
	Lythraceae	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	P
<i>Lythrum maritimum</i> Kunth		T	cos. & oth.
Malvaceae	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	T	cos. & oth.
	<i>Alcea biennis</i> Winterl	H	cos. & oth.
	<i>Corchorus olitorius</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	P	cv.
	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	P	cv.
	<i>Hibiscus trionum</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Malva nicaeensis</i> All.	T	cos. & oth.
	<i>Malva punctata</i> (All.) Alef.	T	cos. & oth.
<i>Malva sylvestris</i> L.	H	cos. & oth.	
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	P	cv.
Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	P	cv.
	<i>Ficus carica</i> L. subsp. <i>carica</i>	P	cv.
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	P	cv.
Oleaceae	<i>Chrysojasminum fruticans</i> (L.) Banfi	P	Medit.
	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	P	cv.
	<i>Olea europaea</i> L. subsp. <i>europaea</i>	P	Medit.
Onagraceae	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	H	cos. & oth.
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	H	cos. & oth.
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Fumaria capreolata</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Fumaria parviflora</i> Lam.	T	cos. & oth.
Plantaginaceae	<i>Kickxia lanigera</i> (Desf.) Hand.-Mazz.	T	Medit.
	<i>Plantago lagopus</i> L.	T	Medit.

	<i>Plantago lanceolata</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Plantago major</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Veronica cymbalaria</i> Bodard	T	Medit.
	<i>Veronica polita</i> Fr.	T	cos. & oth.
Platanaceae	<i>Platanus orientalis</i> L.	P	cv.
Plumbaginaceae	<i>Limonium echiodides</i> (L.) Mill.	T	Medit.
Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Rumex crispus</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Rumex pulcher</i> L. subsp. <i>divaricatus</i> (L.) Murbeck	H	cos. & oth.
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	T	cos. & oth.
Primulaceae	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb. var. <i>arvensis</i>	T	cos. & oth.
	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb. var. <i>caerulea</i> (L.) Turland & Bergmeier	T	cos. & oth.
	<i>Lysimachia dubia</i> Willd.	T	E. Medit.
	<i>Ranunculus ficaria</i> L. subsp. <i>ficariiformis</i> Rouy & Fouc.	C	cos. & oth.
Ranunculaceae	<i>Ranunculus neapolitanus</i> Ten.	H	cos. & oth.
	<i>Potentilla reptans</i> L.	H	cos. & oth.
Rosaceae	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	P	cv.
	<i>Rubus sanctus</i> Schreb.	P	cos. & oth.
	<i>Sanguisorba verrucosa</i> (G.Don) Ces.	H	cos. & oth.
Rubiaceae	<i>Crucianella latifolia</i> L.	T	Medit.
	<i>Galium aparine</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Galium verum</i> L. subsp. <i>glabrescens</i> Ehrend	H	Ir.-Tur.
	<i>Sherardia arvensis</i> L.	T	Medit.
	<i>Theligonum cynocrambe</i> L.	T	cos. & oth.
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> L.	P	cv.
Salicaceae	<i>Populus alba</i> L.	P	cv.
Sapindaceae	<i>Acer campestre</i> L. subsp. <i>campestre</i>	P	cv.
	<i>Acer negundo</i> L.	P	cv.
	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	P	cv.
Scrophulariaceae	<i>Scrophularia canina</i> L. subsp. <i>bicolor</i> (Sm.) Greuter	H	E. Medit.
	<i>Verbascum sinuatum</i> L. subsp. <i>sinuatum</i> var. <i>adenosepalum</i> Murb.	H	Medit.
	<i>Datura stramonium</i> L.	T	cos. & oth.
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	T	cos. & oth.

Ulmaceae	<i>Ulmus minor</i> Mill. subsp. <i>canescens</i> Bartolucci & Galasso	P	E. Medit.
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	P	cv.
	<i>Phyla nodiflora</i> (L.) Greene	H	cos. & oth.
	<i>Verbena officinalis</i> L.	H	cos. & oth.
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	P	cos. & oth.
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i> L.	T	cos. & oth.
Liliopsida			
Amaryllidaceae	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	C	Medit.
	<i>Allium pallens</i> L. subsp. <i>pallens</i>	C	Medit.
	<i>Narcissus tazetta</i> L. subsp. <i>tazetta</i>	C	cos. & oth.
Araceae	<i>Arum dioscoridis</i> Sm. var. <i>dioscoridis</i>	C	E. Medit.
Arecaceae	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	P	cv.
	<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H.Wendl.	P	cv.
Asparagaceae	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	C	Medit.
	<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.	C	cos. & oth.
	<i>Muscari parviflorum</i> Desf.	C	Medit.
	<i>Prospero autumnale</i> (L.) Speta	C	Medit.
Cyperaceae	<i>Carex divulsa</i> Stokes	H	cos. & oth.
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	H	cos. & oth.
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilkin	C	cos. & oth.
Juncaceae	<i>Juncus bufonius</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Arundo donax</i> L.	H	cos. & oth.
	<i>Avena sterilis</i> L.	T	cos. & oth.
	<i>Avena wiesti</i> Steudel	T	cos. & oth.
	<i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng	H	cos. & oth.
	<i>Bromus intermedius</i> Guss.	T	cos. & oth.
	<i>Cornucopiae cucullatum</i> L.	T	E. Medit.
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers var. <i>dactylon</i>	H	cos. & oth.
	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop	T	cos. & oth.
	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	T	cos. & oth.
	<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link)		
	Arcang.	T	Ir.-Tur.
	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeusch.	H	cos. & oth.
	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin var. <i>rigidum</i>	T	cos. & oth.
	<i>Phalaris paradoxa</i> L.	T	Medit.
<i>Phleum subulatum</i> (Savi) Aschers & Graebn subsp. <i>subulatum</i>	T	cos. & oth.	
<i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss.	H	cos. & oth.	
<i>Poa annua</i> L.	T	cos. & oth.	
<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	T	cos. & oth.	
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	H	cos. & oth.	

Smilacaceae	<i>Smilax aspera</i> L.	P	cos. & oth.
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	C	cos. & oth.



Araştırma Makalesi

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1281885>

Ortaca (Muğla) İlçesi Makrofungusları

Serdal Kuru ^{1,*}, Hakan Allı ²

¹Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, TR-48000, Muğla, Türkiye

²Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, TR-48000, Muğla, Türkiye

*Yazışmadan sorumlu yazar: Serdal Kuru, skuru45@gmail.com

Geliş: 12.04.2023

Kabul: 18.05.2023

Çevrimiçi Yayın: 15.06.2023

Özet

Bu çalışmada Muğla ili Ortaca ilçesi makrofunguslarının tür zenginliğinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Makrofungus örnekleri 2014–2018 yılları arasında ilkbahar ve sonbahar aylarında araştırma bölgesinin farklı alanlarından toplanmıştır. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda 2 bölüm, 10 takım, 37 cins, 31 familyaya ait toplam 44 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin 5'i Ascomycota ve 39'u Basidiomycota bölümüne aittir. Morchellaceae (3), Geastraceae (3) ve Polyporaceae (3) en fazla takson içeren familyalar, *Geastrum* (3), *Morchella* (2), *Inocybe* (2), *Lycoperdon* (2), *Suillus* (2) ve *Tricholoma* (2) en fazla takson içeren cinslerdir.

Anahtar kelimeler: Ascomycota, Basidiomycota, makrofungus, sistematik, tür çeşitliliği

Macrofungi of Ortaca (Muğla)

Abstract

In this study, it has been aimed to reveal the species richness of macrofungi in Ortaca district, Muğla province. Macrofungus samples were collected from different parts of the research area in spring and fall months between 2014 and 2018. As a result of the field and laboratory studies, 2 divisions, 10 orders, 37 genera, and 44 species belonging to 31 families have been found out. Five of the identified species belong to Ascomycota division and 39 of those belong to Basidiomycota division. Morchellaceae (3), Geastraceae (3) and Polyporaceae (3) are the largest families. The largest genera are *Geastrum* (3), *Morchella* (2), *Inocybe* (2), *Lycoperdon* (2), *Suillus* (2) and *Tricholoma* (2).

Keywords: Ascomycota, Basidiomycota, macrofungi, systematic, biodiversity

GİRİŞ

Son zamanlarda ülkemiz makrofungusları ile ilgili çalışmalar hızlanmakta olup, bu çalışmalar araştırma bölgesinde bulunan türlerin tespiti ve onlardan yararlanma imkânları gibi konuları içermektedir (Sesli vd. 2020). Araştırma alanı olan Ortaca ilçesi (Muğla) Türkiye için turistik öneme sahiptir. Artan göç nedeniyle yaşanan nüfus artışına bağlı olarak turistik yerleşim için ormanlık ve makilik alanların tahrip edilmesi, imara açılması, tarım arazilerinin azalması ve yangın gibi antropojenik etmenler, ilçenin doğal zenginliklerini barındıran habitatlar üzerinde önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu durumdan, bu habitatlarda yaşayan makrofungus tür çeşitliliği de olumsuz yönde etkilenmektedir. Türkiye mikotası ile ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde, Ortaca ilçesini kapsayan konu ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmadığı görülmüştür. Çalışmada kapsamında Ortaca ilçesinin tüm köyleri araştırılmıştır. Çalışmayla Ortaca ilçe sınırları içerisinde doğal olarak

Önerilen Alıntı:

Kuru, S. & Allı, H. (2023). Ortaca (Muğla) İlçesi Makrofungusları. *Türler ve Habitatlar* 4(1): 29–42.

yetişen makrofunguslar tespit edilmiştir. Bu çalışmada tespit edilen türlerin her biri, Türkiye mikotasına yeni bir lokasyon kaydı olarak katkı sağlayacaktır.

Araştırma bölgesini oluşturan Ortaca ilçesi, Muğla ilinin güneyinde yer alır. İlçe doğuda Dalaman, batı ve kuzeyde Köyceğiz ilçeleri ve güneyde Akdeniz ile sınırlandırılmıştır. İlçenin kuzeyinde Batı Toros Dağları'nın uzantısı olan Sandras Dağı, Kızlan ve Çiçekbaba Dağı ile güneybatısında Çoban Dağı, Bozburun ve İncirlik Tepesi yer alır (Şekil 1–2). Araştırma alanının jeomorfolojisini ova ve yüksek olmayan dağlık alanlar oluşturur. Dağlık bölgeler Gökbel ve Sarıgerme mahalleleri arasındaki alan olup, en yüksek yeri Mergenli mahallesinde yer alan 623 metre yüksekliğindeki İncirlik Tepesi'dir. Alanın koordinatları ise 36° 50' kuzey paralelleri ile 28° 45' doğu boylamları arasındadır (Akan vd. 2018). Araştırma bölgesi Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Kış ayları bol yağışlı ve ılıman geçer. Yaz ayları ise, oldukça sıcak ve kuraktır (Ercan vd. 2017).



Şekil 1. Araştırma alanının Türkiye ve Muğla ilindeki yeri.

Ortaca ilçesi bitki coğrafyası açısından Akdeniz fitocoğrafik bölge özelliklerini taşımakta ve farklı mikroklima alanlarını içermektedir. Araştırma alanının orman vejetasyonunda baskın ağaç türü kızılçam (*Pinus brutia* L.)'dir. Alüviyal sulak alanlarda ve dere yatakları içerisinde endemik sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.), bölgenin kuzeyinde yüksek rakımlarda karaçam (*Pinus nigra* J.F.Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe), plantasyon yoluyla dikilmiş fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ve yarı sulak, bataklık arazileri kurutmak ve tarım arazisine dönüştürmek için 1970 yıllarda bölgeye getirilmiş okaliptüs (*Eucalyptus obliqua* L'Hér) bölgenin başlıca ağaç türleridir. Akarsu ve dere yatakları içerisinde çınar (*Platanus orientalis* L.) ve kızılçam ağaçları karışık halde bulunur. Bazı alanlarda ise fizyonomiye kızılğaç'ta (*Alnus glutinosa* L.) iştirak eder. Dişbudak (*Fraxinus* L. sp.) kimi yerlerde sığla ile karışık korular oluşturmaktadır. Orman vasfını yitirmiş zarar görmüş arazilerde meşe (*Quercus ilex* L., *Q. coccifera* L., *Q. aucheri* Jaub. & Spach), ardıç (*Juniperus communis* L.), yabani zeytin (*Olea europaea* L.), keçiboynuzu (*Ceratonia ciliqua* L.), sandal (*Arbutus*

unedo L.), menengiç (*Pistacia terebinthus* L.), defne (*Laurus nobilis* L.) vb. ağaççık formunda maki elemanları ile mersin (*Myrtus communis* L.), üzve (*Sorbus domestica* L.), böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.), tespih (*Styrax officinalis* L.), kuşburnu (*Rosa canina* L.), alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.), karamuk (*Berberis vulgaris* L.), karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.), ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), akçakesme (*Phillyrea latifolia* L.), sarmaşık (*Hedera helix* L.), sığır kuyruğu (*Verbascum thapsus* L.), püren (*Erica arborea* L.), papaz külâhı (*Euonymus europaeus* L.), kekik (*Thymus* L.) ve mine çiçeği (*Verbana officinalis* L.) gibi odunsu ve otsu türler bulunur (Anonim 2007).



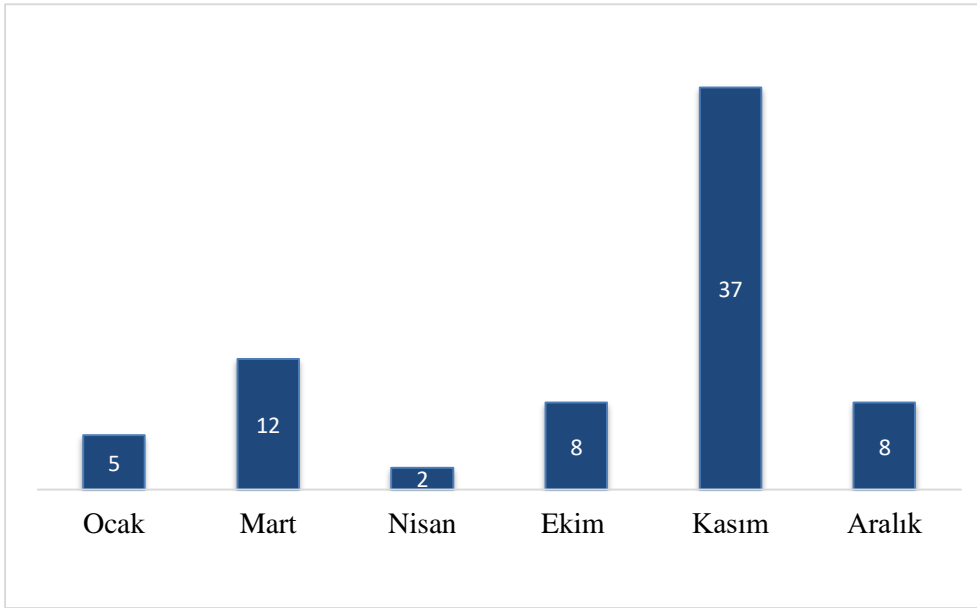
Şekil 2. Araştırma alanının uydu görünümü (“Google Earth Pro” dan uyarlandı, 15.03.2023).

Ortaca (Muğla) ilçesi ülkemizin en çok yağış alan yerlerinden biri olmasına rağmen, özellikle son yıllarda dünyadaki iklimsel krizle birlikte yıllık ortalama yağış miktarı gittikçe azalmış ve 1091 mm civarında olmuştur. Yılın en kurak ayları temmuz ve ağustos olup, en yağışlı dönemi ise 165.0–218.5 mm yağışla kasım ve şubat ayları arasındadır (Tablo 1).

Bu yağışlara bağlı olarak araştırma alanından en fazla makrofungus örneği mart ve kasım aylarında toplanmıştır (Şekil 3). Bölgenin en fazla ilkbahar ve sonbahar aylarında yağış alması ve sıcaklık değerlerinin istenilen seviyede olması nedeniyle makrofungus gelişimi için en uygun koşulların bu dönemlerde olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Aylık Yağışlı Gün Sayısı ve Toplam Yağış Ortalamaları (mm=kg/m²).

Parametre	AYLAR												YILLIK
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Aylık Yağışlı Gün Sayısı Ortalaması	13.5	14.0	12.6	9.4	8.4	3.7	0.6	0.8	2.5	7.7	9.8	12.0	95.5
Aylık Toplam Yağış Ortalaması	190.3	165.0	110.1	61.1	33.0	17.4	6.8	6.9	23.6	92.7	165.6	218.5	1091.0



Şekil 3. Tespit edilen türlerin aylara göre dağılımı.

MATERYAL VE METOT

Makrofungus örnekleri, Muğla ili Ortaca ilçesi sınırları içerisinde 2014–2018 yılları arasında uygun ekolojik koşulların olduğu ilkbahar ve sonbahar aylarında toplanmıştır. Toplanan örnekler numaralandırılmış ve makrofungus teşhisinde önemli olan renk, koku, tat gibi duyu özellikler, yetişme alanı, konum, rakım, substrat tipi ve toplama tarihi not edilmiştir. Her makrofungus örneği nem değişimini sağlamak amacıyla hava boşluğu bırakılmış kâğıt poşetlere sarılmış, arazi çalışmalarında kullanılan örnek toplama sepetine birbirine zarar vermeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Kurutma işlemi Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Fakültesi Kriptogam Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kurutulan örnekler boyutlarına uygun kilitli poşetlere koyularak Kriptogam Laboratuvarında muhafaza altına alınmıştır. Örneklerin teşhisi için kesit/parça alınmış, ışık mikroskobu kullanılarak sporların eni ve boyu ölçülmüş, 20–25 kez tekrarlanan ölçümün en küçük ve en büyük değeri arasındaki aralık boyut olarak belirlenmiştir. Sporların şekli, çeper kalınlığı, yüzey görünümü, rengi, por varlığı, bazidiyum üzerinde veya askus içindeki spor sayısı, himenyum tabakasında bulunan askus, bazidiyum, sistidya, seta gibi yapıların şekil ve boyutları teşhis aşamasında kullanılmak üzere fotoğflanmıştır. Ayrıca bazı örneklerin teşhisi için farklı kimyasallar kullanılmış (melzer, KOH, NaOH, Anilin mavisi vb.) ve örneklerin bu kimyasallara verdiği tepkiler kaydedilmiştir. Toplanan örneklerin tür teşhisleri Gillet (1874), Watling (1970; 1973; 1982), Moser (1983), Breitenbach & Kränzlin (1984–2000), Singer (1986), Watling & Gregory (1987; 1989), Ellis MB & Ellis JP (1990), Hansen & Knudsen (1992; 1997; 2000), Watling vd. (1993), Kränzlin (2005), Rayner (2005), Phillips (2006) ve Knudsen & Vesterholt (2012) gibi kaynaklardan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tespit edilen taksonların listelenmesinde güncel literatürler ve kabul gören taksonomi web siteleri takip edilmiştir (Sesli vd. 2020; Index Fungorum 2023). Araştırma alanı ve yakın yerlerde yapılmış çalışmalar arasındaki floristik benzerlik karşılaştırmasında “Sorensen Benzerlik İndeksi” kullanılmıştır (Tablo 4). Sorensen Benzerlik İndeksi “Bs: $2C/A+B$ ” formülü ile ifade edilir. Burada A: A alanındaki takson sayısını, B: B alanındaki takson sayısını, C: Her iki alandaki ortak takson sayısını ifade etmektedir (Southwood 1978). Örnek toplanan lokaliteler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Toplanan makrofungus örneklerinin lokaliteleri.

LOKALİTE	MEVKİİ	ENLEM	BOYLAM	LOKALİTE	MEVKİİ	ENLEM	BOYLAM				
1	Aşı koyu	36,724726	28,656719	5	Gölbaşı mevkii	36,857306	28,744510				
		36,726171	28,655260			36,860000	28,750000				
		36,732446	28,663849			36,860958	28,738612				
10	Sarigerme	36,716725	28,717181			36,861937	28,748299				
		36,884194	28,700281			36,860000	28,750556				
		36,884194	28,700281			36,844167	28,722778				
11	Tepe arası	36,879631	28,700773			6	Kemaliye mah.	36,845833	28,723333		
		36,873317	28,619864					36,843843	28,730522		
		36,888366	28,701862					36,842521	28,728709		
		36,873030	28,705135					36,841535	28,728530		
		36,871074	28,698086	36,843611	28,723056						
		36,868764	28,695776	36,840498	28,719119						
		36,870958	28,701550	36,857222	28,741111						
		36,884069	28,700344	36,845278	28,723611						
		2	Çaylı mahallesi	36,862639	28,808202			7	Kocabel mevkii	36,838372	28,720358
				36,860802	28,806614					36,875044	28,748625
36,858862	28,801852			36,870114	28,753923						
36,856585	28,791160			36,869290	28,757313						
36,861666	28,786906			36,871831	28,758257						
36,864310	28,807591			36,837778	28,669167						
36,856381	28,790114			36,835808	28,704058						
36,856463	28,791313			36,831922	28,702784						
36,855891	28,782995			36,832252	28,691671						
36,863177	28,799480			36,834156	28,689310						
3	Dalyan	36,864199	28,804781	8	Okcular mah.	36,835833	28,672500				
		36,847174	28,645387			36,834302	28,685426				
		36,775188	28,672726			36,834722	28,784722				
4	Gökbel mevkii	36,770195	28,674378	9	Örencik	36,834167	28,784167				
		36,768731	28,668017			36,836162	28,791338				
		36,786877	28,673420			36,834555	28,791894				
		36,787889	28,680150			36,837952	28,789160				
		36,782595	28,673065			36,837782	28,787976				
5	Gölbaşı mevkii	36,845556	28,731389			36,837610	28,790909				
		36,860278	28,752778			36,842632	28,790544				
		36,859383	28,735619			36,834647	28,784611				
		36,858068	28,737733								

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

2014–2018 yılları arasında araştırma bölgesinden Ascomycota ve Basidiomycota bölümleri içerisinde yer alan 31 familyaya ait 44 makrofungus türü tespit edilmiştir. Araştırma alanında tespit edilen türler aşağıda Bölüm–Familya–Tür düzeninde verilmiştir. Familya ve cinslerin yazımında alfabetik sıralamaya uyulmuştur.

Ascomycota Caval.-Sm.

Helvellaceae Fr.

1. *Dissingia leucomelaena* (Pers.) K.Hansen & X.H.Wang.

Lok. 10, 08.04.2017, SK 266, Lok. 4, 07.03.2017, SK 241.

Hypoxylaceae DC.

2. *Daldinia concentrica* (Bolton) Ces. & De Not.
Lok.11,15.03.2017, SK 256.

Morchellaceae Rchb.

3. *Morchella conica* Krombh.
Lok. 9, 08.03.2017, SK 248.
4. *Morchella esculenta* (L.) Pers.
Lok. 1, 27.03.2016, SK 233; Lok. 9, 07.03.2017, SK 240.
5. *Verpa conica* (O.F.Müll.) Sw.
Lok. 11,15.03.2017, SK 251.

Basidiomycota R.T. Moore

Agaricaceae Chevall.

6. *Macrolepiota excoriata* (Schaeff.) Wasser
Lok. 6, 23.11.2014, SK 71.

Amanitaceae R. Heim ex Pouzar

7. *Amanita ovoidea* (Bull.) Link
Lok 6, 23.11.2014, SK 65; Lok 4, 29.11.2015, SK 208.

Auriculariaceae Fr.

8. *Auricularia auricula-judae* (Bull.) Quél.
Lok. 2, 03.01.2015, SK 174.

Boletaceae Chevall.

9. *Rheubarbariboletus armeniacus* (Quél.) Vizzini, Simonini & Gelardi
Lok. 6, 23.11.2014, SK 67, Lok. 9, 09.11.2014, SK42, Lok. 9,31.10.2015, SK199.

Crepidotaceae Singer

10. *Crepidotus mollis* (Schaeff.) Staude
Lok. 8, 24.11.2014, SK 106, Lok. 8, 22.11.2014, SK 50, Lok. 6, SK 56.

Galeropsidaceae Singer

11. *Panaeolus subbalteatus* (Berk. & Broome) Sacc.
Lok. 5, 13.12.2014, SK140.

Geastraceae Corda

12. *Geastrum coronatum* Pers.
Lok. 9, 08.03.2017, SK 244-1.
13. *Geastrum rufescens* Pers.
Lok. 9, 08.03.2017, SK 244-2.
14. *Geastrum striatum* DC.
Lok. 9, 08.03.2017, SK 263.

Gomphidiaceae Maire ex Jülich

15. *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O.K.Mill.
Lok. 6, 23.11.2014, SK 68; Lok. 5, 13.12.2014, SK 125; Lok. 9, SK 238.

Hygrophoraceae Lotsy

16. *Cuphophyllus virgineus* (Wulfen) Kovalenko
Lok. 5, 13.12.2014, SK 137.
17. *Hygrocybe conica* (Schaeff.) P.Kumm.

Lok. 8, 22.11.2014, SK 54.

Hymenochaetaceae Imazeki & Toki

18. *Fuscoporia torulosa* (Pers.) T. Wagner & M.Fisch.

Lok. 1, 27.03.2016, SK 236.

Hymenogastraceae Vittad.

19. *Psilocybe coronilla* (Bull.) Noordel.

Lok. 9, 09.11.2014, SK37.

Incertae sedis

20. *Clitocybe vibecina* (Fr.) Quél.

Lok. 5, 13.02.2014, SK143.

21. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke

Lok. 2, 03.01.2015, SK171, Lok. 5, 23.01.2016, SK229.

Inocybaceae Jülich

22. *Inocybe lacera* (Fr.) P.Kumm.

Lok. 11, 29.10.2015, SK 223.

23. *Inocybe phaeoleuca* Kühner

Lok. 11, 29.10.2015, SK 222.

Lycoperdaceae Chevall.

24. *Lycoperdon perlatum* Pers.

Lok. 4, 01.01.2016, SK 226, Lok. 6, 23.11.2014, SK 66, Lok. 5, 13.12.2014, SK 141.

25. *Lycoperdon pratense* Pers.

Lok. 5, 14.12.2014, SK 156, Lok. 5, 24.11.2014, SK 117.

Mycenaceae Overeem

26. *Mycena seynii* Quél.

Lok. 7, 08.11.2014, SK 30,SK 31; Lok. 9, 24.11.2014, SK 83; Lok. 5, 13.12.2014, SK 130,SK131, 14.12.2014, SK148,SK158; Lok. 4, 29.11.2015, SK206; Lok. 11, 30.11.2015, SK224.

Omphalotaceae Bresinsky

27. *Gymnopus dryophilus* (Bull.) Murrill

Lok. 2, 26.10.2014, SK19.

Phallaceae Corda

28. *Clathrus ruber* P.Micheli ex Pers.

Lok. 4, 29.11.2015, SK 210; Lok. 11, 29.11.2015, SK 221; Lok. 1, SK 269.

Phanerochaetaceae Jülich

29. *Bjerkandera adusta* (Willd.) P.Karst.

Lok. 6, 24.11.2014, SK 95.

Pleurotaceae Kühner

30. *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm.

Lok. 2, 09.11.2014, SK45.

Pluteaceae Kotl. & Pouzar

31. *Volvopluteus gloiocephalus* (DC.) Vizzini, Contu & Justo

Lok. 3, 20.10.2018, SK272, Lok. 11, 30.11.2016, SK225.

Polyporaceae Fr. ex Corda

32. *Fomes fomentarius* (L.) Fr.

Lok. 2, 21.04.2019, SK 273, Lok.11, 15.03.2017, SK259, Lok. 8, 22.11.2014, SK62.

33. *Ganoderma lucidum* (Curtis) P.Karst.

Lok. 2, 26.10.2014, SK 14-15, Lok. 11,30.11.2016, SK 218; Lok. 11,15.03.2017, SK 253,SK261.

34. *Lentinus tigrinus* (Bull.) Fr.

Lok. 2, 09.11.2014, SK33, Lok. 8, 24.11.2014, SK101, Lok. 6, 30.10.2015, SK198.

Psathyrellaceae Vilgaly, Moncalvo & Redhead

35. *Candolleomyces candolleanus* (Fr.) D.Wächt. & A.Melzer

Lok. 6, 30.10.2015, SK182.

Rhizopogonaceae Gäum. & C.W.Dodge

36. *Rhizopogon luteolus* Fr.

Lok. 6, 08.11.2014, SK22-23.

Russulaceae Lotsy

37. *Lactarius deliciosus* (L.) Gray

Lok. 6, 23.11.2014,SK70,SK73, Lok. 5, 13.12.2014,SK138.

Schizophyllaceae Quél.

38. *Schizophyllum commune* Fr.

Lok. 9, 08.03.2017, SK247, Lok. 2, 03.11.2015, SK172.

Stereaceae Pilát

39. *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers.

Lok. 8, 24.11.2014, SK100, Lok. 2, 03.01.2015, SK170.

Suillaceae Besl & Bresinsky

40. *Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze

Lok. 7, 08.11.2014, SK27, Lok. 9, 24.11.2014, SK85.

41. *Suillus granulatus* (L.) Roussel

Lok. 7, 08.11.2014, SK25, Lok. 6, 08.11.2014, SK96.

Tubariaceae Vizzini

42. *Cyclocybe parasitica* (G.Stev.) Vizzini

Lok. 2, 09.11.2014, SK 35; 09.11.2014, SK 36.

Tricholomataceae Bresinsky

43. *Tricholoma terreum* (Schaeff.) P.Kumm.

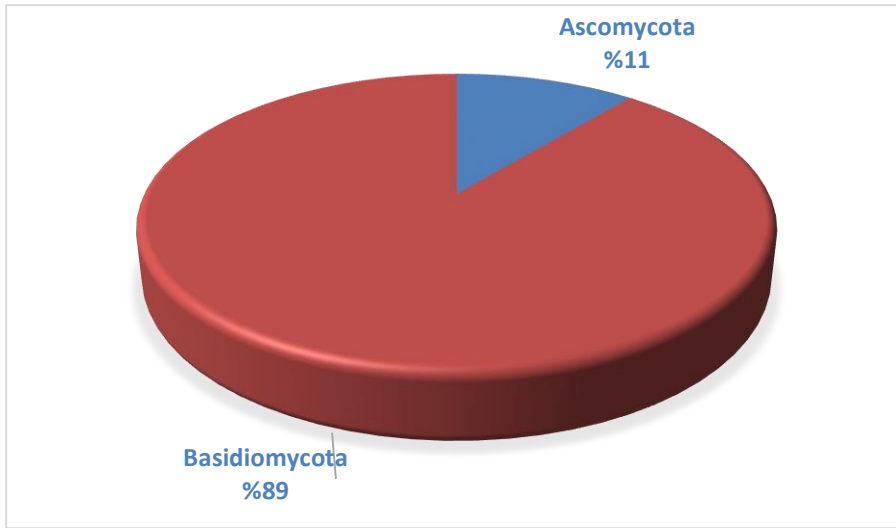
Lok. 9, 24.11.2014, SK86

44. *Tricholoma batschii* Gulden ex Mort. Chr. & Noordel.

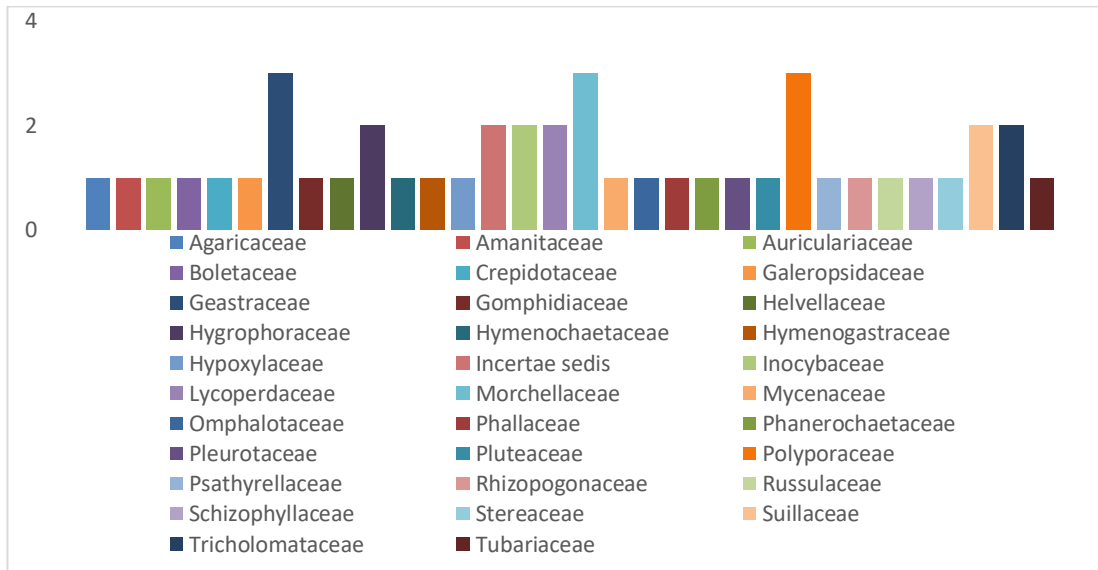
Lok. 9, 24.11.2014, SK87.

Tespit edilen türlerin 5'i Ascomycota; 39'u Basidiomycota bölümüne aittir. Tespit edilen türlerin ait oldukları bölümler içerisindeki oranları Şekil 4'te, türlerin familyalara göre alfabetik dağılımı ise Şekil 5'te verilmiştir. Morchellaceae (3), Geastraceae (3) ve Polyporaceae (3) en fazla takson içeren familyalar, *Geastrum* (3), *Morchella* (2), *Inocybe* (2), *Lycoperdon* (2), *Suillus* (2) ve *Tricholoma* (2) en fazla takson içeren cinslerdir. Araştırma alanında tespit edilen familyaların çoğunluğu tek tür ile temsil edilmektedir. Çalışmanın yapıldığı 2014–2018 yılları arasında elde edilen sonuçlara göre, makrofungus yönünden uygun olan bölgede yeterince örnek tespit edilememesinde iklimsel şartların oldukça etkili olduğu düşünülmektedir. Yağışların geç başlamasının ve soğuk hava nedeniyle mantarlar için uygun sıcaklığın oluşmamasının mantarın gelişmesini olumsuz etkilediği

düşünülmektedir. Ayrıca belli dönemlerde hava ve toprak sıcaklıklarındaki ani değişikliklerin de mantarların gelişimini engelleyerek, bölgede belirlenen makrofungus sayısının az olmasına neden olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Teşhis edilen türlerin ait oldukları bölümler içerisindeki oranları.



Şekil 5. Belirlenen makrofungus türlerinin familyalara göre dağılımı.

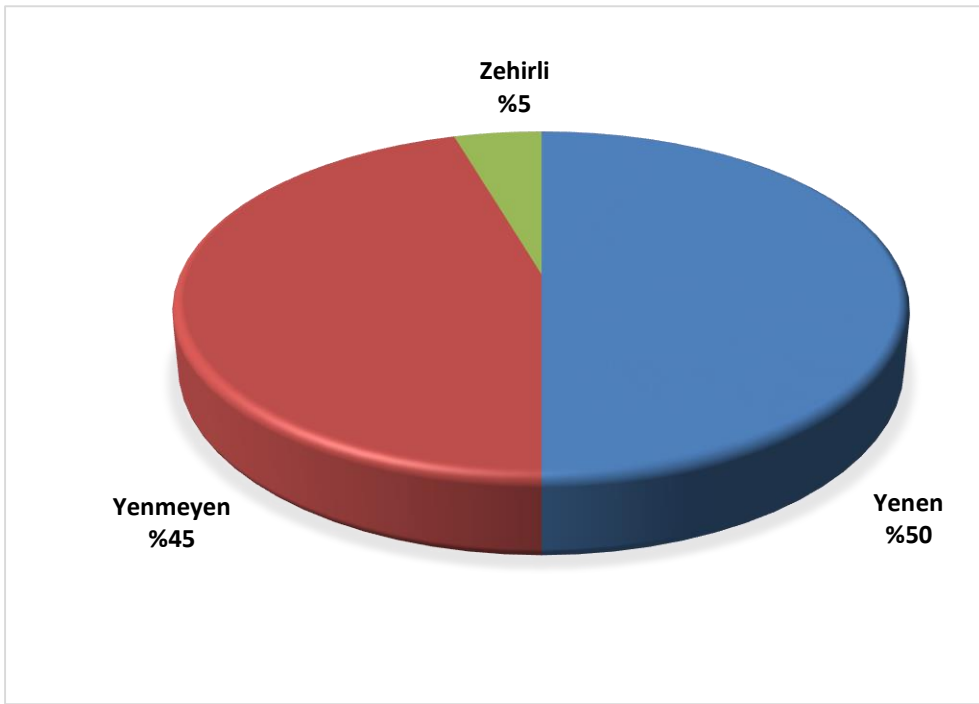
Araştırma bölgesinden tespit edilen türlerin habitatı, substrat ve beslenme tipi, gastrolojisi ile varsa tıbbi ve kimyasal özellikleri tablo 3'te verilmiştir. Araştırma alanında tespit edilen 44 türün 22'si yenilebilir, 20'si yenmeyen ve 2'si zehirlidir (Şekil 6).

Tablo 3. Toplanan makrofungusların habitat, substrat tipi, beslenme tipi, gastrolojisi, tıbbi ve kimyasal özellikleri.

Tür	Habitat	Substrat Tipi	Beslenme Tipi	Gastrolojisi	Tıbbi / Kimyasal Özellikleri
<i>Amanita ovoidea</i>	Çam ormanı	Toprak üzerinde	Mikorizal	Yenir	
<i>Auricularia auricula-judae</i>	Yaşlı yaprak dökken ağaçlarda	Ağaç üzerinde	Ektomikorizal	Yenir	Tıbbi.

<i>Bjerkandera adusta</i>	Çam ormanı	Canlı Ağaç üzerinde	Parazitik / Beyaz çürüklük	Yenmez	Tekstil sektöründe PAH giderimi.
<i>Chroogomphus rutilus</i>	<i>Pinus</i> türleri altında	Çimenlik alan	Ektomikorizal	Yenir	
<i>Clathrus ruber</i>	Çam ormanı	Toprak üzerinde	Saprofitik	Yenmez	
<i>Clitocybe vibecina</i>	Çam ormanı	Toprak üzerinde		Yenir	
<i>Collybia dryophila</i>	Ormanlık alan	Toprakta	Saprofitik	Yenir	Beta glukan içerir. Antienflamatuardır.
<i>Crepidotus mollis</i>	Ormanlık alan	Ağaç üzerinde	Parazitik	Yenmez	
<i>Cuphophyllus virgineus</i>	Otlaklar çimenler	Çayır çimenler üzerinde		Yenir	
<i>Cyclocybe parasitica</i>	Geniş yapraklı ağaçlarda	Odunsu yapı	Parazit/saprofit	Yenir	
<i>Daldinia concentrica</i>	Sığla ormanı	Ölü Ağaç üzerinde	Saprofitik	Yenmez	
<i>Fomes fomentarius</i>	Ağaç üzerinde	Canlı ve ölü ağaç üzeri	Parazit	Yenmez	
<i>Fuscoporia torulosa</i>	Ağaç üzerinde	Odun yapısı	Parazit / Beyaz çürüklük	Yenmez	
<i>Ganoderma lucidum</i>	Ağaç köklerinde	Odun yapısı	Parazit	Yenir / çayı içilir	
<i>Geastrum coronatum</i>	Çayırılık alanlar	Kozalaklı ağaç altında	Saprofitik	Yenmez	
<i>Geastrum striatum</i>	Çayırılık alanlar	Kozalaklı ağaç altında	Saprofitik	Yenmez	
<i>Geastrum rufescens</i>	Çayırılık alanlar	Kozalaklı ağaç altında	Saprofitik	Yenmez	
<i>Dissingia leucomelaena</i>	İğne yapraklı ormanlar	Toprakta		Yenmez	
<i>Hygrocybe conica</i>	İğne yapraklı ormanlar		Mikorizal	Yenmez	
<i>Inocybe lacera</i>	İğne ve geniş yapraklı ormanlar	Toprakta	Mikorizal	Zehirli / Muskarin Sendromu	
<i>Inocybe phaeoleuca</i>			Mikorizal	Zehirli	
<i>Lactarius deliciosus</i>	Çam ormanı	Toprakta	Mikorizal	Yenir	
<i>Lentinus tigrinus</i>	Ağaç Üzerinde	Sulak alanlarda ağaç üzerinde	Saprofitik	Yenmez	
<i>Lepista nuda</i>	Yaygın	Toprakta	Saprofitik	Yenir / Çiğ yenmez	
<i>Lycoperdon perlatum</i>	İğne ve geniş yapraklı ormanlar	Toprakta	Saprofitik	Gençleri yenir	Biyosorptive, antimikrobiyal. Antibakteriyel. Biyolojik indikatör.
<i>Lycoperdon pratense</i>	Çayırılık alanlar	Çayır çimenler üzerinde	Saprofitik	Gençleri yenilir	
<i>Macrolepiota excoriata</i>	Çayırılık alanlar	Toprakta	Saprofitik	Gençleri yenilir	
<i>Morchella conica</i>	Çimenlik alanlar Orman tabanları	Toprakta	Saprofitik	Yenir	Antimikrobiyal aktivite.
<i>Morchella esculenta</i>	Çimenlik alanlar Orman tabanları	Toprakta	Saprofitik	Yenir	Antimikrobiyal aktivite.
<i>Mycena seynesii</i>	...	Kozalak üzerinde	Saprofitik	Yenmez	
<i>Panaeolus cinctulus</i>	Çayırılık alanlar	Toprakta	Saprofitik	Psikoaktif / Yenmez	
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Geniş yapraklı ağaçlarda	Kesilmiş kütük üzerinde	Saprofitik	Yenir	
<i>Candolleomyces candolleanus</i>	Çimenlik alanlar Orman tabanları			Yenmez	
<i>Psilocybe coronilla</i>	Çayırılık alanlar	Toprakta	saprofitik	Yenmez	
<i>Rheubarbariboletus armeniacus</i>			ektomikorizal	Yenmez	

<i>Rhizopogon luteolus</i>	Ağaç köklerinin yakınında	Toprakta	ektomikorizal	Yenir	
<i>Schizophyllum commune</i>	Ağaçlarda	Ağaç üzerinde	Odunu çürütür	Yenmez	
<i>Stereum hirsutum</i>	Ağaçlarda	Kesilmiş kütük üzerinde	Parazit	Yenmez	
<i>Suillus collinitus</i>	<i>Pinus halepensis</i> ' in toprağa tutunmasında	Kalkerli asidik Topraklarda	mikorizal	Yenir	E vitamini içerir. Antioksidandır. Organik asitçe zengindir.
<i>Suillus granulatus</i>	Ormanlık alan	Toprakta kalkerli asidik.	mikorizal	Yenir	
<i>Tricholoma terreum</i>	İğne ve geniş yapraklı ormanlar	Toprakta	mikorizal	Yenir	
<i>Tricholoma batschii</i>	İğne ve geniş yapraklı ormanlar	Toprakta	mikorizal	Yenmez	
<i>Verpa conica</i>	İğne ve geniş yapraklı ormanlar	Toprakta	saprofitik	Yenilebilir / Lezzetsiz	Tıbbi. Antioksidant demir bağlayıcı özelliğe sahiptir.
<i>Volvopluteus gloiocephalus</i>	Çimenlik alanlar, Orman tabanları.	Toprak ve kompost üzerinde	Saprofitik	Yenilebilir / Lezzetsiz	



Şekil 6. Araştırma bölgesinde tespit edilen türlerin yenilebilirlik durumları.

Araştırma bölgesinden toplanan türlerin 22'si yenilebilir olmasına karşın, yöre halkı tarafından bunlardan sadece 6'sı bilinmekte ve tüketilmektedir. Zehirli türlerin yörede yeterince tanınmadığı tespit edilmiştir. Bölge halkından edinilen bilgiye göre, şimdiye kadar alanda mantar zehirlenmesi vakasına rastlanmamıştır. Yöre halkı tarafından tanınan ve tüketilen mantarlar; *Morchella esculenta*, *Morchella conica* (Göbek, Kuzugöbeği), *Pleurotus ostreatus* (kavak mantarı), *Lactarius deliciosus* (çıntar), *Rhizopogon luteolus* (domalan), *Lepista nuda* (mor mantar, mavi cincile) olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca bölgede *Fomes fomentarius* “kav mantarı” olarak isimlendirilmekte olup, mantarın geçmişte ateş yakmada tutuşturucu olarak kullanıldığı bildirilmiştir.

Ortaca ilçesi makrofungus florası ile bölgeye yakın alanlarda yapılmış çalışmalar tür çeşitliliği ve floristik benzerlik bakımından Tablo 4’te karşılaştırılmıştır. Buna göre en fazla benzerlik Datça’da yapılan çalışmada, en az benzerlik ise Marmaris’te yapılan çalışmada tespit edilmiştir.

Tablo 4. Araştırma bölgesine yakın yerlerde yapılmış çalışmalarla benzerlik durumu.

Araştırma Bölgesi	Çalışmada tespit edilmiş tür sayısı	Ortaca ilçesinde tespit edilen tür sayısı	Ortak tür sayısı	Benzerlik oranı
Datça (Tırpan vd. 2018)	99	44	21	%29
Köyceğiz (Demirel & Allı 2019)	133	44	22	%25
Marmaris (Merdan 2007)	44	44	10	%23

Yakın alanlarda yapılan çalışmaların, tür çeşitliliği ve floristik açıdan araştırma bölgesine çok fazla benzerlik göstermediği tespit edilmiştir (Tablo 4). Benzer iklim koşullarına ve bitki örtüsüne sahip olmasına rağmen, Ortaca ilçesinin yüz ölçümü olarak yakın alanlardan küçük olmasının, yeryüzü şekil çeşitliliğinin az olmasının (genellikle çok ova ve tarım alanları), mikroklima bakımından çok değişkenlik göstermemesinin ve antropojenik etkilerin fazla olmasının tür çeşitliliği ve floristik benzerlik üzerinde olumsuz etkileri olduğu söylenebilir. Sonuç olarak; yapılan bu çalışmayla Ortaca (Muğla) ilçesinin makrofungus florası hakkında ilk veriler toplanmış ve belirlenen yeni lokaliteler ile Türkiye mikotasına katkı sağlanmıştır.

YAZAR KATKI BEYANI

Bu makalede; çalışma fikri ve tasarımı, veri toplama, sonuçların analizi ve yorumlanması, makale taslağının yazımı aşamaları Serdal Kuru ve Hakan Allı tarafından yapılmıştır. Yazarlar sonuçları gözden geçirmiş, baskı öncesi makalenin son halini kontrol etmiş ve onaylamıştır.

KAYNAKLAR

- Akan, H., Öz, A. & Pekmez, H. (2018). Ortaca (Muğla) yöresinde halk arasında kullanılan bazı bitkiler. *Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology* 6(9): 1168–1174. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i9.1168-1174.1981>.
- Anonim (2007). Köyceğiz–Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi Biyolojik Zenginliğinin Tespiti ve Yönetim Planının Hazırlanması. Proje Kesin Raporu. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı, Ankara, pp. 111–112.
- Breitenbach, J. & Kränzlin, F. (1984). *Fungi of Switzerland*. Vol. 1. Ascomycetes, Verlag Mykologia, Luzern.
- Breitenbach, J. & Kränzlin, F. (1986). *Fungi of Switzerland*. Vol. 2. Nongilled Fungi, Verlag Mykologia, Luzern.
- Breitenbach, J. & Kränzlin, F. (1991). *Fungi of Switzerland*. Vol. 3. Boletes and Agarics 1. Part, Verlag Mykologia, Luzern.
- Breitenbach, J. & Kränzlin, F. (1995). *Fungi of Switzerland*. Vol. 4. Agarics 2. Part, Verlag Mykologia, Luzern.
- Breitenbach, J. & Kränzlin, F. (2000). *Fungi of Switzerland*. Vol. 5. Agarics 3. Part, Verlag Mykologia, Luzern.

- Demirel, G.N. & Allı, H. (2019). Macrofungi Determined in Köyceğiz (Muğla) District. *Mantar Dergisi* 10(2): 133–142. DOI: <https://doi.org/10.30708mantar.570810>.
- Ellis, M.B. & Ellis, J.P. (1990). *Fungi Without Gills (Hymenomyces and Gasteromyces)*. Chapman and Hill, London.
- Ercan, F., Dalgın, T. & Atak, O. (2017). Muğla Ortaca İlçesinin Kırsal Turizm Potansiyelini Değerlendirmeye Yönelik Bir SWOT Analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi* 10(52): 1416–1424.
- Gillet, C. (1874). *Les Hymenomyces ou Description De Tous Les Champignons*. Ch. Thomas, Paris.
- Hansen, L. & Knudsen, H. (1992). *Nordic Macromycetes*. Vol. 2. Polyporales, Boletales, Agaricales and Russulales. Nordsvamp, Copenhagen.
- Hansen, L. & Knudsen, H. (1997). *Nordic Macromycetes*. Vol. 3. Heterobasidoid, Aphyllophoroid, and Gastromycetoid Basidiomycetes. Nordsvamp, Copenhagen.
- Hansen, L. & Knudsen, H. (2000). *Nordic Macromycetes*. Vol. 1. Ascomycetes. Nordsvamp, Copenhagen.
- Index Fungorum (2023). Index Fungorum. <https://www.indexfungorum.org/names/names.asp> [15.03.2023].
- Knudsen, H. & Vesterholt, J. (2012). *Funga Nordica*. Nordsvamp, Copenhagen.
- Kränzlin, F. (2005). *Fungi of Switzerland*. Vol. 6. Russulaceae 2. Verlag Mykologia, Luzern.
- Merdan, O. (2007). Marmaris İlçesi Makrofungusları Üzerinde Taksonomik Çalışmalar (Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Muğla.
- Moser, M. (1983). *Keys to Agarics and Boleti*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Phillips, R. (2006). *Mushrooms*. Pan Books Ltd., London.
- Rayner, R.W. (2005). *British Fungus Flora: Agarics and Boleti*. Vol. 8. Russulaceae: Lactarius. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- Sesli, E., Asan, A., Selçuk, F. (Eds.). Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocağ, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., Yoltaş, A. (2020). *Türkiye Mantarları Listesi*. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını, İstanbul.
- Singer, R. (1986). *The Agaricales in Modern Taxonomy*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Southwood, T.R.E. (1978). *Ecological Methods, with Particular Reference to the Study of Insect Populations*. Chapman & Hall, London.
- Tırpan, E., Çöl, B., Şen, İ. & Allı, H. (2018). Macrofungi of Datça Peninsula (Turkey). *Biological Diversity and Conservation* 11(3): 90–98
- Watling, R. & Gregory, N.M. (1987). *British Fungus Flora: Agarics and Boleti*. Vol. 5. Strophariaceae & Coprinaceae p.p.: Hypholoma, Melanotus, Psilocybe, Stropharia, Lacymaria, & Panaeolus. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- Watling, R. & Gregory, N.M. (1989). *British Fungus Flora: Agarics and Boleti*. Vol. 6. Crepidotaceae and other pleurotoid agarics. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- Watling, R. (1970). *British Fungus Flora: Agarics and Boleti*. Vol. 1. Boletaceae, Gomphidiaceae, Paxillaceae. Royal Botanic Garden, Edinburgh.

- Watling, R. (1973). *Identification of the larger fungi*. Hulton Educational Publications Ltd., Amersham.
- Watling, R. (1982). *British Fungus Flora: Agarics and Boleti*. Vol. 3. Bolbitiaceae: Agrocybe, Bolbitius, Conocybe. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- Watling, R., Gregory, N.M. & Orton, P.D. (1993). *British Fungus Flora*. Agarics and Boleti. Vol. 7. Cortinariaceae p.p.: Galerina, Gymnopilus, Leucocortinarius, Phaeocollybia, Phaeogalera, Phaeolepiota, Phaeomarasmius, Pleuroflammula, Rozites & Stagnicola. Royal Botanic Garden, Edinburgh.



Araştırma Makalesi

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1287489>

Türkiye’de Yayılış Gösteren *Aconogonon*, *Bistorta* ve *Fallopia* (Polygonaceae) Üyelerinin Karşılaştırmalı Yaprak Morfolojisi

Suzan Kundakçı¹, Serdar Makbul^{1,*}, Mutlu Gültepe², Kamil Coşkunçelebi³

¹Biyoloji Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, TR-53100, Rize, Türkiye

²Ormancılık Bölümü, Dereli Meslek Yüksekokulu, Giresun Üniversitesi, TR-28950, Giresun, Türkiye

³Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, TR-61080, Trabzon, Türkiye

*Yazışmadan sorumlu yazar: Serdar Makbul, serdar.makbul@erdogan.edu.tr

Geliş: 25.04.2023

Kabul: 23.05.2023

Çevrimiçi Yayın: 15.06.2023

Özet

Bu çalışmada *Aconogonon* (*A. alpinum*), *Bistorta* (*B. carnea* ve *B. officinalis*) ve *Fallopia* (*F. convolvulus* ve *F. dumetorum*) taksonları yaprak makro ve mikromorfolojik özellikleri açısından ayrıntılı şekilde incelenmiş ve taksonomik açıdan değerlendirilmiştir. Çalışmalar, türlerin doğal yayılış gösterdiği alanlardan 2021 ve 2022 yılları arasında haziran-ekim aylarında toplanan ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Biyoloji Bölümü Herbariumunda saklanan örnekler üzerinde, ışık mikroskobu (IM) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İncelenen tüm taksonlarda yaprak şekillerinin geniş veya dar lanceolat, ovat ve kalpsi olduğu belirlenmiştir. *Aconogonon* ve *Bistorta* taksonlarının amfistomatik, *Fallopia* türlerinin ise hipostomatik olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber incelenen taksonların yaprak adaksiyal yüzeylerinde çizgili ve çizgili-granüllü epikutikular mum tabakası mevcut iken abaksiyal yüzeylerin ise çizgili, granüllü, çizgili-granüllü ve kristalli olduğu ayrıca tespit edilen bu özelliklerin incelenen taksonları ayırt etmede önemli katkı sağladığı sayısal analizler kullanarak ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: *Aconogonon*, *Bistorta*, *Fallopia*, morfoloji, Türkiye, yaprak

The Comparative Leaf Morphology of *Aconogonon*, *Bistorta*, and *Fallopia* (Polygonaceae) Members Distribution in Türkiye

Abstract

In this study, *Aconogonon* (*A. alpinum*), *Bistorta* (*B. carnea* and *B. officinalis*) and *Fallopia* (*F. convolvulus* and *F. dumetorum*) taxa were examined in detail in terms of macro and micromorphology properties of leaves and taxonomically evaluated. The studies were carried out using light microscopy (IM) and scanning electron microscopy (SEM) on plant materials collected from the natural habitats of the species in June-October between 2021 and 2022 and stored in the Herbarium of the Department of Biology of Recep Tayyip Erdogan University. It was determined that the shape of leaves was broadly or narrowly lanceolate, ovate and cordate in all taxa examined. The leaves were observed as amphistomatic in the taxa of *Aconogonon* and *Bistorta*, and hypostomatic in *Fallopia* species. At the same time, it was determined that the epicuticular wax layer on the adaxial surface of the leaves was striate and striate-granulate, while it was striate, granulate, striate-granulate and crystal on the abaxial surfaces, and it was also revealed that these features make a significant contribution to the differentiation of the taxa examined using numerical analyses.

Keywords: *Aconogonon*, *Bistorta*, *Fallopia*, leaves, morphology, Türkiye

Önerilen Alıntı:

Kundakçı, S., Makbul, S., Gültepe, M. & Coşkunçelebi, K. (2023). Türkiye’de Yayılış Gösteren *Aconogonon*, *Bistorta* ve *Fallopia* (Polygonaceae) Üyelerinin Karşılaştırmalı Yaprak Morfolojisi. *Türler ve Habitatlar* 4(1): 43–59.

GİRİŞ

Polygonaceae familyasında yer alan *Aconogonon* (Meisn.) Rchb., *Bistorta* (L.) Scop. ve *Fallopia* Adans. cinsleri ılıman bölgelerden kutup bölgelerine kadar geniş bir coğrafyada yayılış göstermektedir (Sanchez & Kron 2008; Sanchez vd. 2011). *Aconogonon* ve *Bistorta* üyeleri daha çok nemli alpin çayırlarda yayılış gösterirken; *Fallopia* üyeleri tırmanıcı bitkiler olup fundalık, orman içi açıklık, yol kenarları ile ekili alanları tercih etmektedir (Coode & Cullen 1966).

Polygonaceae ile ilgili ilk taksonomik bilgiler klasik morfolojiye dayalı olarak Meissner (1826) tarafından ortaya konulmuştur. Meissner *Aconogonon* Meisn., *Bistorta* (Mill.) DC. ve *Tiniaria* Meisn. taksonlarını *Polygonum* L. s.l. cinsi içerisinde seksiyon olarak değerlendirmiştir. Bu görüş daha sonra farklı bilim adamları tarafından da kabul görmüştür (Meissner 1857; Bentham & Hooker 1880; Watson 1873; Danser 1927; Steward 1930). Buna karşılık, Polygonaceae familyası taksonomisiyle ilgilenen birçok araştırmacı morfoloji, polen ve anatomik karakterlere göre *Aconogonon*, *Bistorta* ve *Fallopia* (=seksiyon *Tiniaria*) gruplarının ayrı cinsler olarak ele alınması gerektiğini ileri sürmüşlerdir (Perdrigeat 1900; Gross 1913a; 1913b; Laubengayer 1937; Hedberg 1946; Nowicke & Skvarla 1977; Haraldson 1978). Son zamanlarda yapılan detaylı filogenetik çalışmalarda da bu taksonlar cins düzeyinde değerlendirilmiştir (Frye & Kron 2003; Sanchez vd. 2009; 2011; Schuster vd. 2015).

Dünya genelinde *Aconogonon* 25, *Bistorta* 30 ve *Fallopia* 10 takson ile temsil edilirken (Hong 1994; Oh & Kim 1996; Yonekura & Ohashi 2001), Türkiye’de *Aconogonon* 1, *Bistorta* 2 ve *Fallopia* 2 takson ile temsil edilmektedir (Coode & Cullen 1966). Türkiye’de yayılış gösteren bu cinslere ait türlerle ilgili ilk kapsamlı taksonomik çalışma Coode & Cullen (1966) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, *Aconogonon*, *Bistorta* ve *Fallopia* cinsleri *Polygonum* s.l. içerisinde seksiyon olarak değerlendirilmiştir. Coode & Cullen’den sonra Türkiye *Aconogonon*, *Bistorta* ve *Fallopia* taksonları üzerinde yapılan en detaylı çalışma Leblebici (1990)’ye aittir. Leblebici yaptığı çalışmada Coode & Cullen tarafından yapılan seksiyonel değerlendirmeyi kabul ederek, herhangi ilave bir taksonomik değerlendirmede bulunmamıştır. Güner vd. (2012) “*Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*” adlı eserde de bu görüşü aynen muhafaza ederek ülkemizde yayılış gösteren taksonları *Polygonum* s.l. altında listelemiştir.

Bu çalışmada incelenen cinsler, halk arasında geniş kullanıma sahip çok sayıda takson içermektedir (Sarper vd. 2009). Çimen eveleği olarak tanınan *Bistorta carnea* Kom. taksonunun nişasta ve tanen içeriği bakımından zengin olan kök kısımları çorba, gövde kısımları ise kurutulmuş ekmek yapımında kullanılmaktadır (Demiray vd. 2009). Benzer şekilde *Aconogonon* taksonlarının sürgün ile yaprak kısımları çorba ve pilav yapımında kullanılmaktadır (Sher vd. 2020). Yine *Fallopia* cinsinin farklı ve zengin fenolik içeriğe sahip olduğu için bitkisel ilaç yapımında sıklıkla tercih edildiği bilinmektedir (Meng vd. 2021).

Yaprak makro ve mikromorfolojisi çalışmaları son yıllarda hem türlerin biyosistemik özelliklerinin tespiti hem de sistematik problemlerin çözümünde sıklıkla kullanılmaktadır (Ashafa vd. 2008; Chwil vd. 2015; Erden & Menemen 2017; Kodak vd. 2017; Rojas-Leal vd. 2017; Song vd. 2020). Polygonaceae ailesinde yaprak üzerinde yapılan mikromorfolojik çalışmalar daha çok epidermis hücrelerinin şekli, stoma tipi ve tüyler üzerinde gerçekleştirilmiştir (Haraldson 1978; Lersten & Curtis 1992; Yasmin vd. 2010; Moon vd. 2011; Paul & Chowdhury 2021). Ayodele ve Olowokudejo (2006) tarafından yapılan araştırmada, Batı Afrika’da yayılış gösteren Polygonaceae üyesi 8 cinse ait 19 takson, yaprak yüzey özelliklerine göre incelenmiş olup epidermis hücre şekli, antiklinal çeper, stoma tipi ve tüy özellikleri gibi mikromorfolojik karakterlerin önemi ortaya

konulmuştur. *Fallopia*'ya ait 4 taksonu tüy morfolojisine göre çalışan Moon vd. (2011), tüy tipinin salgı, konikal tek hücreli ve tek sıralı filiform özellikte olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar epikutikular mum şekli ile kalınlık derecesi ve stoma boyutlarının çevresel koşullara bağlı olarak taksonlar arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Yasmin vd. (2009a), *Aconogonon* üyelerinde salgı tüylerinin 2–4 hücreli, *Bistorta* üyelerinde ise 1–2 hücreli olduğunu belirtmişlerdir. Yaprak makro ve mikromorfolojik özellikleri Polygonaceae ailesindeki yakın türlerin karşılaştırılması (Kong & Hong 2019; Paul & Chowdhury 2021) ya da taksonların ayırımına katkı sağlanması amacı ile taksonomik bir karakter olarak (Bunawan vd. 2011; Paul vd. 2016) sıklıkla kullanılmıştır. Ancak Türkiye’de yayılış gösteren *Polygonum* s.l. taksonları üzerinde yaprak morfolojisine dayalı taksonomik bir çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Sadece ülkemizde yayılış gösteren ve yakın zamanda yeni tür olarak verilen *Polygonum istanbulicum* Keskin türünün yaprak yüzey özellikleri çalışılmış ve yaprak üst yüzeylerinde orta damarın belirgin, stoma şeklinin yuvarlak ve orta damardan uzak mesafelerde konumlandığı, epidermis hücre yüzeylerinin ise yoğun çıkıntılı-pürüzlü bir görünüme sahip olduğu tespit edilmiştir (Keskin vd. 2021).

Bu çalışmada *Aconogonon*, *Bistorta* ve *Fallopia* cinslerine ait taksonların yaprak makro ve mikromorfolojik özelliklerinin belirlenerek taksonlar arasındaki değişimlerinin ortaya konulması ve söz konusu taksonların ayırımına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma materyalini, yayılış gösterdikleri doğal ortamlarından 2021–2022 yılları arasında toplanan ve standart herbaryum tekniklerine göre hazırlanarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Herbaryumunda (RUB) muhafaza altına alınan bitki örnekleri oluşturmaktadır. Makro ve mikromorfolojik incelemelerde 5 taksona ait 3 farklı popülasyondan alınmış yaprak örnekleri incelenmiştir. Ancak çalışma içerisinden bu popülasyonları temsil eden ve tabloda “*” ile belirtilen popülasyona ait yaprak morfolojik fotoğrafları kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan taksonların Türkçe isimleri ve lokalite bilgileri.

No	Takson	Türkçe Adları	Lokalite
1	<i>Aconogonon alpinum</i> (All.) Schur	Elayaz	A8 Trabzon: Soğanlı geçidi-Bayburt arası, alpin alan, 2717 m, N 40° 30' 15,2", E 040° 24' 11,0", Makbul & Kundakçı 224 (RUB); * A9 Ardahan: Yalnızçam Dağı, zirve yolu, <i>Pinus sylvestris</i> orman açıklığı, 2223 m, K 41° 02', D 042° 30', Kundakçı 272 & Makbul (RUB); A9 Kars: Arpaçay, Taşbaşı köyü civarı, alpin çayırlar, 1975 m, N 40° 56' 05,1", E 043° 16' 44,6", Makbul & Kundakçı 264 (RUB).
2	<i>Bistorta carnea</i> Kom.	Dağ lahanası	A8 Gümüşhane: Kürtün, Söğüteli üstleri, Kazıkbeli yaylasına doğru, 1903 m, N 40° 32' 25,6", E 038° 58' 04,5", Makbul & Kundakçı 235 (RUB); A8 Rize: Sıraköy, çayırılık alan, 1943 m, N 40° 47' 54,7", E 040° 55' 00,9", Makbul & Kundakçı 218 (RUB); * A9 Artvin: Murgul, Başköy, Mağara Yaylası, çayırılık dağ yamacı, 965 m, K 41° 18', D 041° 32', Kundakçı & Makbul 526 (RUB).
3	<i>Bistorta officinalis</i> Delarbre	Çimen eveleği	A9 Kars: Kağızman-Karaurgan arası, Handere, alpin çayırlar, 2301 m, N 40° 16' 52,3", E 042° 28' 10,0", Makbul & Kundakçı

			252 (RUB); Sarıkamış-Selim yol ayrımı, alpin çayırlar, 2014 m, N 40° 17' 37,2", E 042° 39' 25,5", Makbul & Kundakçı 251 (RUB); * B7 Erzincan : Sakaltutan Geçidi civarı, alpin çayırlar, 2138 m, K 38° 52', N 039° 07', Kundakçı & Makbul 238 (RUB).
4	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A.Löve	Yayılgan	* A6 Ordu : Perşembe, Bolaman virajı, yol kenarı, 9 m, K 41° 06', N 037° 47', Kundakçı & Makbul 506 (RUB); A9 Artvin : Şavşat-Karagöl arası, yol kenarı taşlık yamaç, 1335 m, N 41° 17' 13,6", E 042° 25' 38,8", Makbul & Kundakçı 278 (RUB); B3 Afyon : Sandıklı, Sorkun köyü, tarla kenarı, 1001 m, N 38° 26' 52,8", E 030° 04' 56,0", Makbul & Kundakçı 405 (RUB).
5	<i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Holub	Çiyanotu	A5 Sinop : Kurtkuyusu, yol kenarı çalılık alan, 23 m, N 42° 04' 25,8", E 034° 57' 20,2", Makbul & Kundakçı 513 (RUB); A9 Ardahan : Posof, Ilgar geçidi, yol kenarı, 1454 m, N 41° 29' 44,7", E 042° 43' 49,4", Makbul & Kundakçı 447 (RUB); * A9 Artvin : Şavşat-Karagöl arası, yol kenarı taşlık yamaç, 1335 m, N 41° 17' 13,6", E 042° 25' 38,8", Kundakçı & Makbul 277 (RUB).

Morfolojik karakterler Leica S6D stereo-binoküler mikroskop altında incelenmiş ve ayırmda önemli olduğu düşünülen yaprak şekilleri fotoğraflanmıştır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) incelemesi için seçilen yapraklardan uygun büyüklüklerde (1 cm²) alınan parçalar herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan üzerinde çift taraflı yapıştırıcı karbon bant bulunan staplar üzerine binoküler altında yerleştirilmiştir (Raei Niaki vd. 2019). Daha sonra stap üzerine yerleştirilen yapraklar SC502 marka kaplama cihazı yardımıyla 12-15 nm kalınlığında altınla kaplanarak JEOL-JSM 6610 marka elektron mikroskobunda (SEM) incelemeye hazır hale getirilmiştir. Makro ve mikromorfolojik karakterler SEM altında incelenmiş ve ayırmda önemli olduğu düşünülen tüylenme, stoma durumu, papilla, epidermal hücre şekli ve epikutikular mum detay özellikleri farklı büyütme ölçeklerinde (x100, x500 ve x1000) ve 10 kV'de fotoğraflanmıştır. Mikromorfolojik incelemelerde Barthlott (1998) ve Raei Niaki vd. (2019) tarafından takip edilen terminoloji kullanılarak oluşturulan karakter ve karakter durumları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İncelenen taksonlara ait yaprak karakterleri ve karakter durumları.

Kod	Karakter	Karakter durumları
X ₁	Yaprak şekli	Geniş lanseolat:0, dar lanseolat:1, ovat:2, kalpsi:3
X ₂	Yaprak kenarı	Düz:0, dalgalı:1, alta doğru kıvrık:2
X ₃	Yaprak ucu	Akut:0, akuminat:1
X ₄	Yaprak tabanı	Kamamsı:0, kesik:1, oksu:2
X ₅	Tüy tipi (adaksiyal)	Salgı tüylü:0, basit ve salgı tüylü:1
X ₆	Stoma durumu (adaksiyal)	Var:0, yok:1
X ₇	Epidermis hücreleri (adaksiyal)	Belirsiz:0, dikdörtgenimsi-dairesi:1, düzensiz şekilli:2
X ₈	Antiklinal yüzey (adaksiyal)	Dış bükey:0, iç bükey:1, düz:2
X ₉	Epikutikular mum (adaksiyal)	Çizgili:0, çizgili-granüllü:1
X ₁₀	Tüy tipi (abaksiyal)	Salgı tüylü:0, basit ve salgı tüylü:1
X ₁₁	Papilla durumu (abaksiyal)	Var:0, yok:1

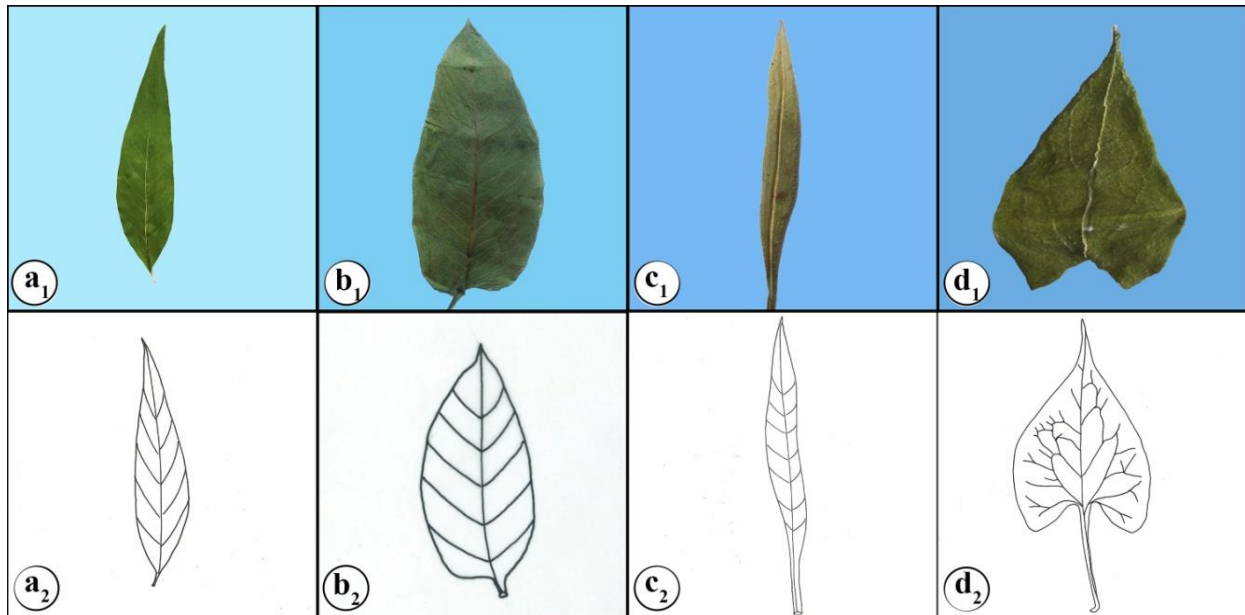
X ₁₂	Epidermis hücreleri (abaksiyal)	Belirsiz:0, düzensiz:1
X ₁₃	Antiklinal yüzey (abaksiyal)	Dış bükey:0, iç bükey:1
X ₁₄	Epikutikular mum (abaksiyal)	Çizgili:0, granüllü:1, çizgili-granüllü:2, kristalli:3

Yaprak makro ve mikromorfolojik incelemelerinden elde edilen ve fenetik analizlere tabi tutulan ham veri seti, sekizi iki durumlu (binary) altısı çok durumlu (multistate) olmak üzere toplam 14 karakterden oluşmaktadır. Belirlenen karakter durumlarının oluşturduğu veri matrisine MVSP 3.1 paket programları kullanılarak kümeleme analizi (KA) ve temel bileşenler analizi (TBA) analizleri uygulanmıştır (Kovach 2007).

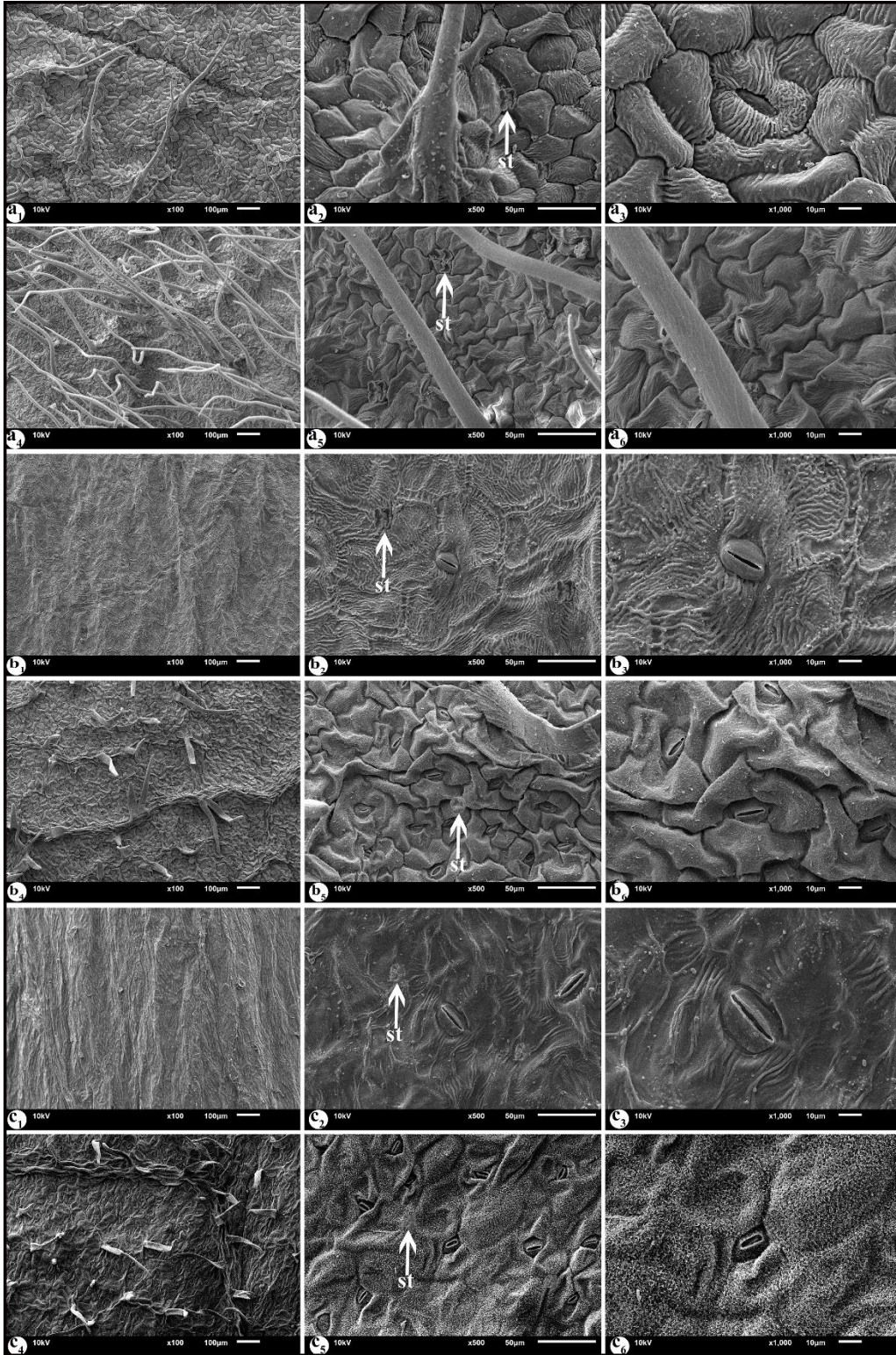
KA'da ilk olarak ham verilerden yararlanarak her türün diğer türlere (OTU=işlevsel taksonomik birim) olan uzaklığı (benzemezlik) hesaplanmıştır. KA, Gower (1971), benzerlik katsayısına göre yapılmıştır. Daha sonra bu mesafe verisi kullanılarak kümeleme analizlerinden en çok kullanılan UPGMA (tartılı olmayan çiftleştirilmiş grup metodu aritmetik ortalaması) yöntemi ile en yakın olan türler belirlenerek sonuçlar fenogram haline dönüştürülmüştür. Çalışılan taksonlar arasındaki varyasyonu en iyi açıklayan karakterleri belirlemek amacı ile TBA uygulanmıştır. TBA, standardize edilmeden ham veriler kullanılarak hesaplanmıştır. Kovaryans değerleri kullanılarak her değişkeni iyi tanımlayan “*eigen vektörleri*” ve bu vektörlerin “*eigen değerleri*” hesaplanmıştır (Podani 1993). Son olarak çalışılan taksonlardaki varyasyonu en iyi açıklayan bileşenler ve değerleri, bu bileşenler üzerinde en etkili olan karakterler belirlenerek grafik olarak sunulmuştur.

BULGULAR

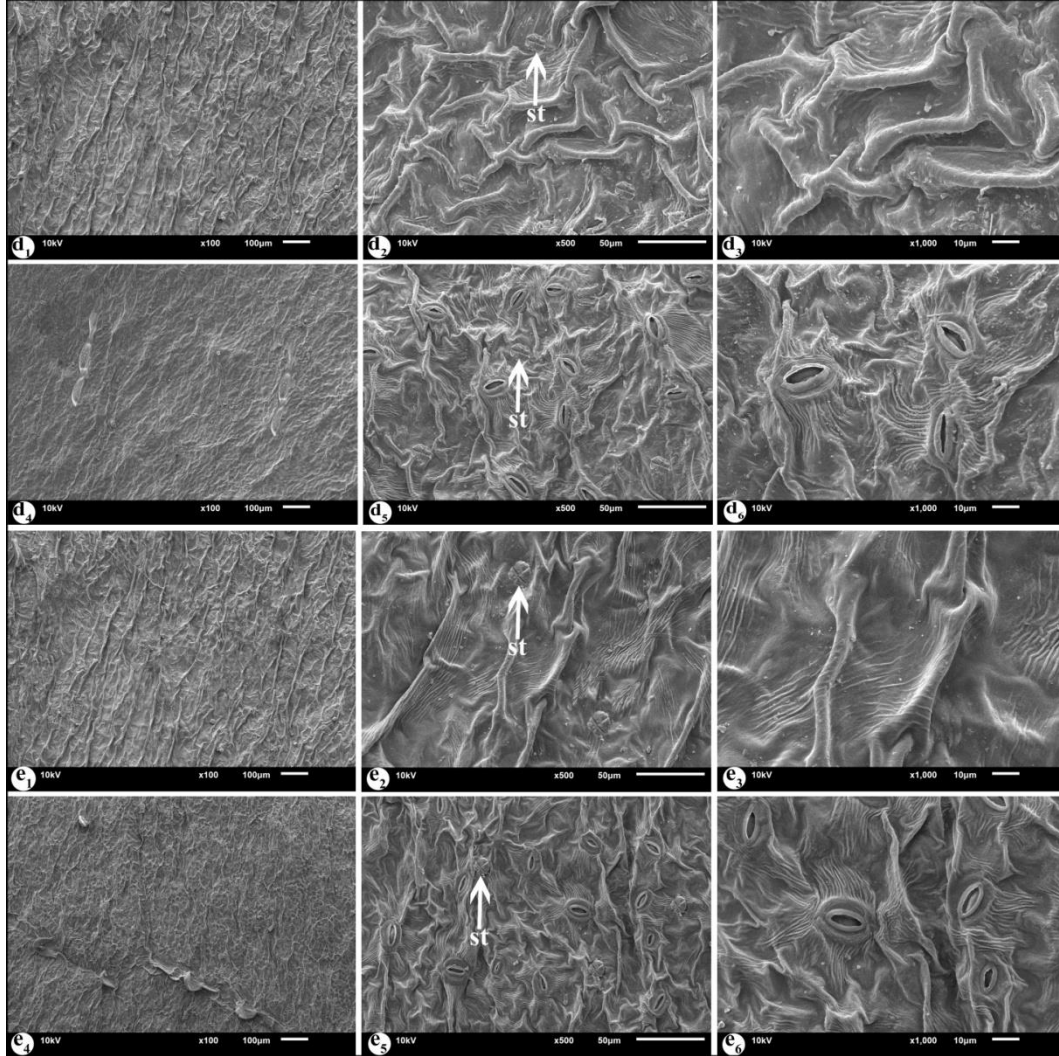
İncelenen taksonlara ait temel yaprak şekilleri Şekil 1’de, mikromorfolojik özellikleri temsil eden fotoğraflar ise farklı büyütme dikkate alınarak Şekil 2–3’te verilmiştir. İncelenen beş türün gerek yaprak makromorfolojik ve gerekse mikromorfolojik özelliklere göre hazırlanan betimleri, teşhis anahtarı ve sayısal analizlerden elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Çalışılan taksonlarda görülen temel yaprak ayası şekilleri. a. Geniş lanseolat, b. Ovat, c. Dar lanseolat, d. Kalpsi.



Şekil 2. Çalışılan taksonlara ait yaprakların SEM mikrofotografaları. a- *Aconogonon alpinum*: a₁-a₃ Yaprak üst yüzey (×100, ×500, ×1000), a₄-a₆ Yaprak alt yüzey (×100, ×500, ×1000); b- *Bistorta carnea*: b₁-b₃ Yaprak üst yüzey (×100, ×500, ×1000), b₄-b₆ Yaprak alt yüzey (×100, ×500, ×1000); *Bistorta officinalis*: c₁-c₃ Yaprak üst yüzey (×100, ×500, ×1000), c₄-c₆ Yaprak alt yüzey (×100, ×500, ×1000) (st: salgı tüyü).



Şekil 3. Çalışılan taksonlara ait yaprakların SEM mikrofotografaları. *Fallopia convolvulus*: d₁-d₃ Yaprak üst yüzey (×100, ×500, ×1000), d₄-d₆ Yaprak alt yüzey (×100, ×500, ×1000); *Fallopia dumetorum*: e₁-e₃ Yaprak üst yüzey (×100, ×500, ×1000), e₄-e₆ Yaprak alt yüzey (×100, ×500, ×1000) (st: salgı tüyü).

Aconogonon alpinum (All.) Schur

Yapraklar geniş lanseolat, kenarları dalgalı (undulate), ucu sivri (acute), tabanı kamamsı (cuneate) (Şekil 1; a₁-a₂); amfistomatik, her iki yüzeyi seyrek salgı tüylü (glandular), adaksiyal yüzey seyrek, abaksiyal yüzey yoğun kılsı tüylü (pilose), basit tüylerin yüzey süslemesi seyrek çizgili (striate). Yaprak adaksiyal ve abaksiyal yüzey epidermis hücreleri dikdörtgenimsi-dairemsi ya da düzensiz şekilli; antiklinal yüzeyler iç bükey (konkav), düz ya da dalgalı; periklinal yüzeyler dış bükey (konveks), çizgili; epikutikular mum çizgili (striate) (Şekil 2; a₁-a₆).

Bistorta carnea Kom.

Yapraklar ovat, kenarları alta doğru kıvrık (revolute), ucu sivri (acute), tabanı kesik (truncate) (Şekil 1; b₁-b₂), amfistomatik, her iki yüzeyi seyrek salgı tüylü (glandular), adaksiyal yüzey tüysüz abaksiyal yüzey yoğun kısa kıvrık tüylü (crisped), basit tüylerin yüzey süslemesi çizgili-oluklu (striate-sulcate). Yaprak adaksiyal ve abaksiyal yüzey epidermis hücreleri dikdörtgenimsi-dairemsi ya da düzensiz şekilli; antiklinal yüzeyler düz, çizgili ya da iç bükey (konkav), dalgalı; periklinal yüzeyleri dış bükey

(konveks), çizgili ya da düz; epikutikular mum çizgili-granüllü (striate-granulate) ya da granüllü (granulate) (Şekil 2; b₁-b₆).

Bistorta officinalis Delarbre

Yapraklar dar lanseolat, kenarları alta doğru kıvrık (revolute), ucu sivri (acute), tabanı kesik (truncate) (Şekil 1; c₁-c₂), amfistomatik, her iki yüzeyi seyrek salgı tüylü (glandular), adaksiyal yüzey tüysüz abaksiyal yüzey yoğun kısa kıvrık tüylü (crisped), basit tüylerin yüzey süslemesi çizgili-oluklu (striate-sulcate). Yaprak adaksiyal ve abaksiyal yüzey epidermis hücreleri belirsiz şekilli antiklinal yüzeyler düz, çizgili ya da dış bükey (konveks); periklinal yüzeyleri dış bükey (konveks), düz ya da iç bükey (konkav); epikutikular mum çizgili-granüllü (striate-granulate) ya da kristalli (crystal) (Şekil 2; c₁-c₆).

Fallopia convolvulus (L.) A.Löve

Yapraklar kalpsi (cordate), kenarları düz (entire), ucu sivri (acuminate), tabanı oksu (sagitate), kenarlar ve damarlar boyunca papillalı (Şekil 1; d₁-d₂), hipostomatik, her iki yüzeyi seyrek salgı tüylü (glandular) ya da tüysüz (glabrous). Yaprak adaksiyal ve abaksiyal yüzey epidermis hücreleri düzensiz şekilli; antiklinal yüzeyleri dış bükey (konveks), düz; periklinal yüzeyler dış bükey (konveks), düz; epikutikular mum çizgili-granüllü (striate-granulate) (Şekil 3; d₁-d₆).

Fallopia dumetorum (L.) Holub

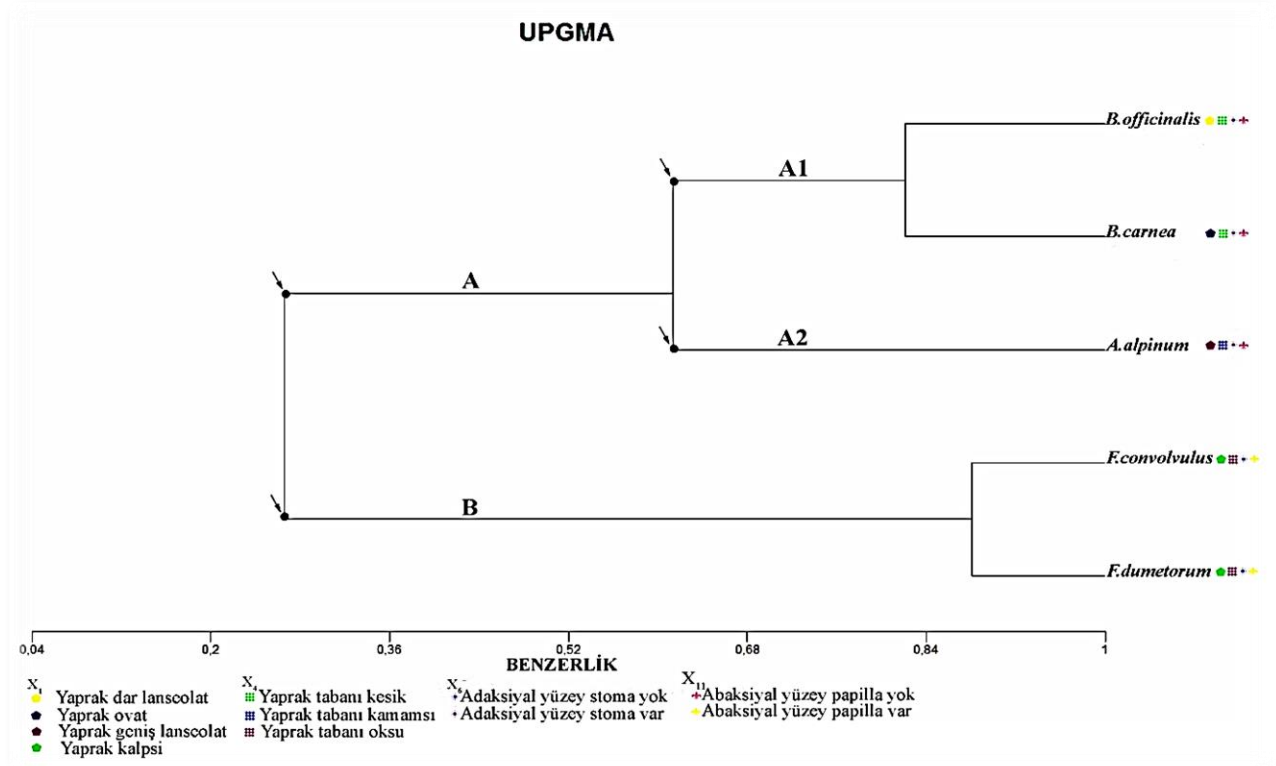
Yapraklar kalpsi (cordate), kenarları düz (entire), ucu sivri (acuminate), tabanı oksu (sagitate), kenarlar ve damarlar boyunca papillalı (Şekil 1; d₁-d₂), hipostomatik, her iki yüzeyi seyrek salgı tüylü (glandular) ya da tüysüz (glabrous). Yaprak adaksiyal ve abaksiyal yüzey epidermis hücreleri düzensiz şekilli; antiklinal yüzeyleri dış bükey (konveks), düz; periklinal yüzeyler dış bükey (konveks), düz; epikutikular mum çizgili (striate) (Şekil 3; e₁-e₆).

Yaprak morfolojisine dayalı teşhis anahtarı

1. Yapraklar geniş ya da dar lanseolat, ovat, yüzeyleri basit ve salgı tüylü, amfistomatik 2
 - Yapraklar kalpsi, yüzeyleri salgı tüylü ve tüysüz, yapraklar hipostomatik 5
2. Yapraklar geniş lanseolat, tabanı kamamsı, kenarı dalgalı, adaksiyal ve abaksiyal yüzeyi kılsı tüylü ***A. alpinum***
 - Yapraklar dar lanseolat ya da ovat, tabanı kesik, kenarı alta doğru kıvrık, abaksiyal yüzeyi kısa kıvrık tüylü, adaksiyal yüzey tüysüz 3
3. Abaksiyal yüzey epikutikular mum granüllü ya da kristalli..... 4
 - Abaksiyal yüzey çizgili ya da çizgili-granüllü 5
4. Yaprak ayası ovat, adaksiyal yüzey epidermis hücreleri dikdörtgenimsi-dairesel ***B. carnea***
 - Yaprak ayası dar lanseolat, adaksiyal yüzey epidermis hücreleri belirsiz şekilli ***B. officinalis***
5. Yaprak abaksiyal yüzeyinde epikutikular mum çizgili-granüllü ***F. convolvulus***
 - Yaprak abaksiyal yüzeyinde epikutikular mum çizgili ***F. dumetorum***

Nümerik Analiz Bulguları

5 taksona ait 14 karakterden elde edilen ham veri matrisinin UPGMA analizi sonucu elde edilen dendrogram Şekil 4’te verilmiştir. Bu dendrogram incelendiğinde incelenen 5 taksonun A (A1 ile A2) ve B olmak üzere iki ana kola ayrıldığı görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Makro ve mikromorfolojik veri setine göre incelenen taksonlar arasındaki benzerliği gösteren UPGMA dendogramı.

İncelenen taksonlardan *Aconogonon alpinum*, *Bistorta carnea* ve *B. officinalis* taksonları A grubunda yer alırken (Şekil 4), geriye kalan *Fallopia convolvulus* ve *F. dumetorum* taksonları ise B grubunda yer almaktadır. A grubunda yer alan taksonlardan yalnızca *Aconogonon alpinum* (A2) *Bistorta* taksonlarından ayrı bir alt kolda konumlanmıştır (Şekil 4). *Aconogonon alpinum*, *Bistorta* taksonlarından yaprak şekli (X₁), yaprak kenarı (X₂), adaksiyal yüzey antiklinal çeper (X₈) ve abaksiyal yüzey epikutikular mum (X₁₄) özellikleri ile ayrılmaktadır. A1 kolunu oluşturan *Bistorta carnea* ve *B. officinalis* taksonlarının ise yaprak şekli (X₁) epidermis hücre şekli (X₇-X₁₂) ile abaksiyal yüzey epikutikular mum (X₁₄) gibi özellikler ile ayrıldığı belirlenmiştir.

B ana kolunda yer alan *Fallopia convolvulus* ve *F. dumetorum* taksonları yaprak şekli (X₁), kenarı (X₂), adaksiyal yüzey antiklinal çeper (X₈) ve papillanın varlığı (X₁₁) gibi karakterler bakımından A grubunda yer alan taksonlardan farklılık göstermektedir. Yine B ana kolunda kümelenen *Fallopia convolvulus* ve *F. dumetorum* taksonlarını ayıran karakterin ise abaksiyal yüzey mum (X₁₄) özelliği olduğu tespit edilmiştir.

Taksonlar arası benzerlik düzeyinde etkili olan ilk üç bileşenin (PC) PC-1, PC-2 ve PC-3 olduğu hesaplanmıştır. Yaprak makro ve mikromorfolojik karakterlerin hesaplanan bu bileşenler üzerindeki “%” katkıları (%Eigen) ise Tablo 3’te verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde; incelenen taksonlardaki varyasyonun %91,75’lik kısmını ilk üç bileşen açıklamaktadır. Bununla beraber, toplam varyasyonun %63,45’i PC-1, %27,60’ı PC-2 ve %0,7’si ise PC-3 tarafından açıklanmıştır.

PC-1 üzerinde katkısı en yüksek olan ilk üç karakter sırasıyla yaprak şekli (X₁), yaprak kenarı (X₂), adaksiyal yüzey antiklinal çeper (X₈) ve abaksiyal yüzeyde papillanın varlığı/yokluğu (X₁₁)’dur. PC-2 üzerinde katkısı en yüksek olan ilk üç karakter ise sırasıyla yaprak şekli (X₁), adaksiyal (X₉) ve abaksiyal yüzey epikutikular mum tabakası (X₁₄)’dır. PC-3 üzerinde katkısı en yüksek olan ilk üç

karakter ise sırasıyla yaprak şekli (X₁), kenarı (X₂) ve adaksiyal yüzey antiklinal çeper (X₈)'dir (Tablo 3).

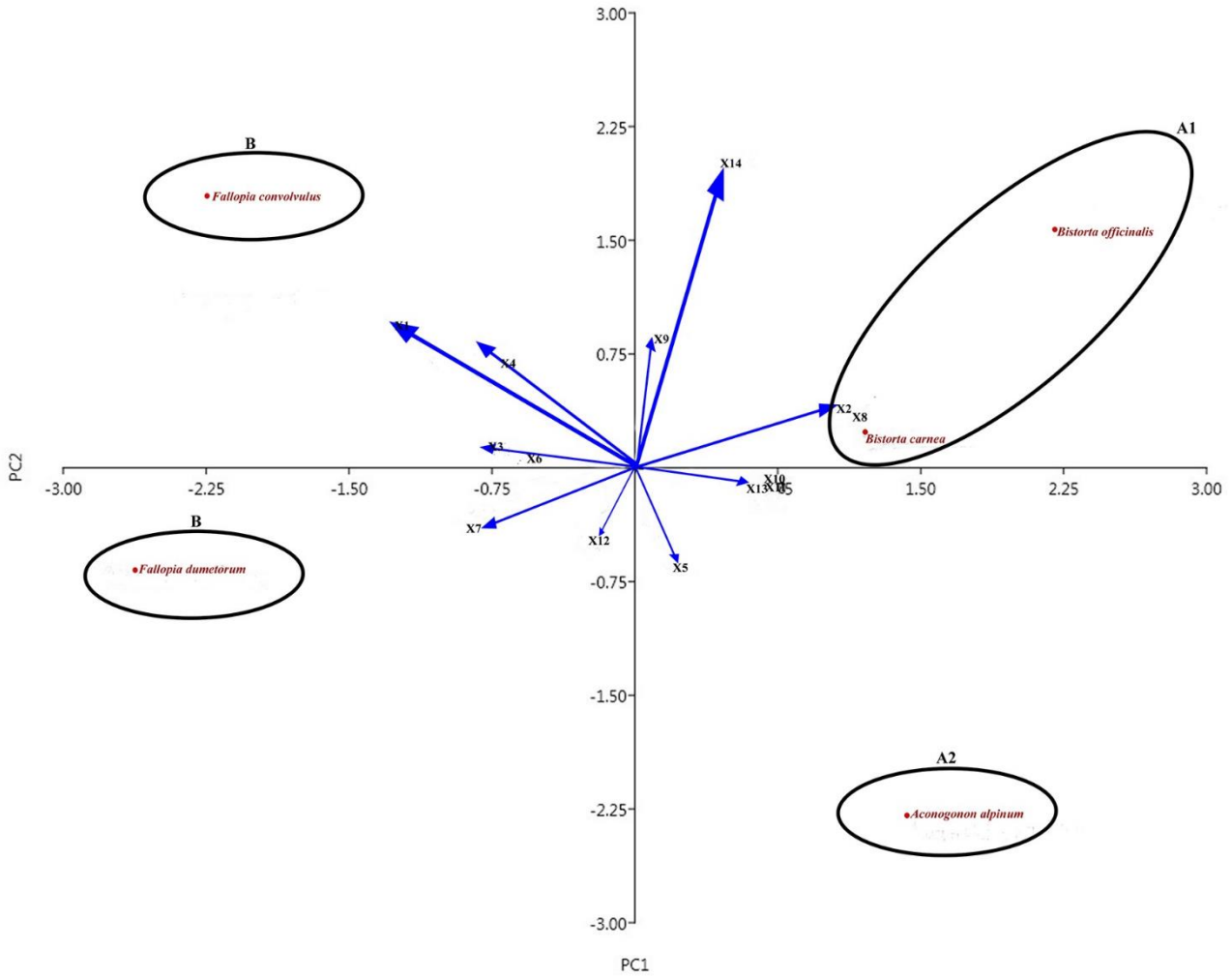
Tablo 3. Makro ve mikromorfolojik veri setine göre TBA ile belirlenen ilk üç temel bileşen üzerinde karakterlerin Eigen değerleri.

Kod	PC-1	PC-2	PC-3
X1	-0.46214	0.34696	0.53033
X2	0.3838	0.14348	0.40749
X3	-0.22466	0.045375	-0.093595
X4	-0.29018	0.2796	0.1267
X5	0.065517	-0.23423	-0.2203
X6	-0.22466	0.045375	-0.093595
X7	-0.33111	-0.12149	0.089736
X8	0.3838	0.14348	0.40749
X9	0.055208	0.30213	0.10253
X10	0.22466	-0.045375	0.093595
X11	0.22466	-0.045375	0.093595
X12	-0.10645	-0.16687	0.18333
X13	0.22466	-0.045375	0.093595
X14	0.16418	0.74915	-0.47549
Açıklanan Varyasyon (%)	63,45	27,60	0,7
Açıklanan Toplam Varyasyon (%)	63,45	91,05	91,75

Bu çalışmada ayrıca incelenen taksonlardaki varyasyonun önemli bir kısmını açıklayan (%91,05) ilk iki bileşen olan PC-1 ve PC-2 üzerindeki konumları ile ilk iki bileşen üzerinde katkısı yüksek olan karakterlerin durumları Şekil 5'de verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde incelenen taksonlardaki varyasyonu açıklamada; X₁, X₂, X₈, X₉, X₁₁ ve X₁₄ karakterlerinin etkili olduğu görülmektedir. Benzer şekilde *Aconogonon alpinum*, *Bistorta carnea*, *B. officinalis*, *Fallopia convolvulus* ve *F. dumetorum* taksonlarında UPGMA ile uyumlu bir şekilde birbirlerinden ayrıldığı görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Polygonaceae familyasına ait bitkilerde yapılan birçok çalışma, yaprak morfolojisinin taksonların ayrımında kullanılabileceğini göstermektedir (Yasmin vd. 2009a; Bunawan vd. 2011; Moon vd. 2011; Yasmin vd. 2010). Paul & Chowdhury (2021) Hindistan'da yayılış gösteren Polygonaceae üyesi 8 cinse ait 33 taksonu yaprak morfolojisi özelliklerine göre incelemişler ve yaprak özellikleri (şekli, ucu, kenarı ve tabanı) ile damarlanma tipi gibi makromorfolojik karakterlerin önemli katkılar sunduğunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada incelenen Polygonaceae taksonlarında yaprak şeklinin sırasıyla *Aconogonon alpinum* türünde geniş lanseolat, *Bistorta carnea* türünde ovat, *B. officinalis* türünde dar lanseolat ve *Fallopia convolvulus* ile *F. dumetorum* türlerinde kalpsi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1). Sayısal analizler yaprak şekil (X₁) ve kenar (X₂) özelliklerinin taksonların ayrımında etkili karakterler arasında yer aldığını ortaya koymaktadır (Tablo 3). Bu durum yaprak morfolojisinin Polygonaceae üyelerini ayırmada etkili olabileceği görüşlerini desteklemektedir.



Şekil 5. TBA ile belirlenen ilk iki bileşen (PC-1 ve PC-2) üzerinde incelenen taksonların ve değişkenlerin dağılımı.

Polygonaceae grubuna ait taksonların yaprakları genel olarak tek hücreli-çok hücreli, basit-sapsız salgı tüyü gibi farklı tüylenme özelliklerine sahip olduğu ve bu özelliklerin cins ve tür düzeyinde geniş varyasyon gösterdiği rapor edilmiştir (Ayodele & Olowokudejo 2006; Yasmin vd. 2009a). Bununla birlikte, bu çalışmada, yaprağın her iki yüzeyinde de salgı hücrelerinin bulunması yönünden, incelenen taksonlarda benzerlik olduğu fakat diğer tüy özelliklerinde ise önemli farklılıkların bulunduğu gözlemlenmiştir. *Aconogonon alpinum*'un yaprak adaksiyal ve abaksiyal yüzeylerinin kılsı (pilose) (Şekil 2; a₁-a₄), *Bistorta* taksonlarının adaksiyal yüzeylerinin tüysüz, abaksiyal yüzeylerinin ise kısa kıvrık tüylü (crisped) (Şekil 2; b₄-c₄) ve *Fallopia* taksonlarında ise her iki yüzeyinin tüysüz (glabrous) (Şekil 3; d₁-d₄; e₁-e₄) olduğu görülmüştür. Ayrıca bu taksonların gövde yapısı, yaprak şekli, çiçek durumu, çiçek ve meyve rengi gibi morfolojik özellikleri (Komarov 1936; Webb & Chater 1964; Coode & Cullen 1966) ile polen (Zhong vd. 2002; Yasmin vd. 2009b) ve meyve mikromorfolojik özellikleri yönünden de farklılıklar gösterdiği rapor edilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, farklı bitki gruplarında taksonlar arasındaki ayrımın ortaya konulmasında tüy yüzey süslerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Rojas-Leal vd. 2017; Song vd. 2020; Erden & Menemen 2017). İncelenen taksonlardan *Aconogonon alpinum* tüy yüzeylerinde seyrek çizgili süslemeye sahipken *Bistorta* taksonlarında tüy yüzeylerinin çizgili-oluklu olduğu

görülmektedir. Bu durum tüy yüzey özelliklerinin Polygonaceae üyelerinin cins düzeyindeki ayırımına katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Farklı Polygonaceae cinsleri üzerinde yapılan yaprak mikromorfolojisi çalışmalarında yaprak yüzey epidermis hücrelerinin çokgen, dikdörtgenimsi ve düzensiz şekilli gibi farklı görünümlere sahip olduğu rapor edilmiştir (Hong & Oh 1999; Ayodele & Olowokudejo 2006; Yasmin vd. 2010; Bunawan vd. 2011; Moon vd. 2011; Kong & Hong 2019; Paul & Chowdhury 2021). İncelenen taksonlardan *Aconogonon alpinum* ve *Bistorta carnea*'da yaprak adaksiyal yüzey epidermis hücreleri dikdörtgenimsi-dairemsi (Şekil 2; a₂, b₂), *Bistorta officinalis* taksonunda epidermal hücre sınırlarının belirsiz olduğu (Şekil 2; c₂) ve *Fallopia* taksonlarında ise düzensiz (Şekil 3; d₂-e₂) şekilli olduğu belirlenmiştir. Abaksiyal yüzey epidermal hücre sınırlarının *Bistorta officinalis* taksonunda belirsiz olduğu (Şekil 2; c₅), diğer taksonların ise düzensiz şekilli olduğu görülmektedir. Elde edilen veriler epidermal hücre şeklinin incelenen taksonlar arasında kısmen değişiklik gösterdiğini ancak cins ya da tür düzeyinde bir ayırma katkı sağlamadığını ortaya koymaktadır. Yapılan sayısal analizlerde epidermal hücre şeklinin istatistiksel olarak katkı sağlayan karakterler arasında olmadığını göstermektedir (Tablo 3).

Epikutikular mumun, abiyotik strese maruz kalan bitkilerde değişkenlik gösterdiği bilinmektedir (Shepherd & Griffiths 2006). Bu nedenle yaprak epikutikular mum yapısı bitki sistematiği çalışmalarında kullanılan önemli bir karakter olarak kabul edilmektedir (Barthlott 1998; Moon vd. 2011). Kara bitkilerinde epikutikular mumun yarı kristalize, kristalize, pürüzsüz, çizgili, film, kabuksu, levhamsı, yıldızsı, ağsı ve siğilli gibi çeşitli süslemelere sahip olabileceği bilinmektedir (Barthlott 1998; Güzel 2021). Polygonaceae ailesi ile ilgili yapılan araştırmalar yapraktaki epikutikular mum şekli ile kalınlığının taksonların cins ve tür düzeyindeki ayırımında önemli katkılar sağladığını ortaya koymuştur (Yasmin vd. 2010; Moon vd. 2011). Farklı Polygonaceae taksonları üzerinde yapılan çalışmalarda epikutikular mumun çıkıntılı, çizgili, pürüzsüz ve plaka biçiminde olduğu rapor edilmiştir (Hong & Oh 1999; Ayodele & Olowokudejo 2006; Moon vd. 2011; Kong & Hong 2019; Paul & Chowdhury 2021). Yaprak abaksiyal yüzey epikutikular mum *Aconogonon alpinum*'da çizgili (Şekil 2; a₆), *Bistorta carnea*'da granüllü (Şekil 2; b₆), *B. officinalis*'te kristalli (Şekil 2; c₆), *Fallopia convolvulus*'ta çizgili-granüllü (Şekil 3; d₆) ve *F. dumetorum*'da ise çizgili (Şekil 3; e₆) olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular incelenen taksonlarda ise özellikle abaksiyal yüzey epikutikular mum tabakasının taksonlar arasında değişkenlik gösterdiğini desteklemektedir. Benzer şekilde sayısal analizler de abaksiyal (X₁₄) yüzey epikutikular mum tabakası taksonomik açıdan önemli karakterler arasında yer almıştır (Tablo 3, Şekil 5). Polygonaceae mensupları yapraklardaki stoma varlığı ve dağılışı açısından değişkenlik göstermekle birlikte (Kong & Hong 2019; Paul & Chowdhury 2021) amfistomatik ve hipostomatik yaprakların daha yaygın olarak görüldüğü belirtilmektedir (Metcalf & Chalk 1950; Bunawan vd. 2011; Paul vd. 2016). Bu çalışmada incelenen taksonlardan *Aconogonon alpinum* (Şekil 2; a₃-a₆), *Bistorta carnea* (Şekil 2; b₃-b₆) ve *B. officinalis* (Şekil 2; c₃-c₆) taksonlarının yaprakları amfistomatik özellik gösterirken *Fallopia* (Şekil 3; d₆-e₆) taksonları hipostomatik yapraklara sahiptir. Bununla birlikte söz konusu özellik (X₆) bu çalışmada yapılan sayısal analizlerde önemli karakterler arasında yer almamıştır (Tablo 3).

Yurtseva vd. (2012), *Polygonum* cinsine ait 5 taksonun yaprak yüzeylerini incelemişler ve bu taksonlarda özellikle yaprak kenarı ile orta damarlar boyunca uzunlamasına çizgili yüzeye sahip papillanın mevcut olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Çin Florası'nda da *Polygonum* taksonlarının gövde, yaprak ayası, kenarı ve sap kısımlarında papilla yapılarının bulunduğu rapor edilmiştir (Li Anjen vd. 2003). Yine farklı araştırmacılar tarafından *Fallopia* cinsi ile ilgili yapılan

yaprak makro ve mikromorfolojisi çalışmalarında papilla özelliklerinin varlığı ve taksonomik önemi vurgulanmıştır (Gammon vd. 2007; Moon vd. 2011; Mereda vd. 2019). İncelenen taksonlarda papillanın sadece *Fallopia* taksonlarında (Şekil 3; d₁; e₁) mevcut olduğu belirlenmiştir.

Coode & Cullen (1966), Türkiye Florası'nda *Bistorta carnea* (= *Polygonum bistorta* L. subsp. *carneum* (K.Koch) Coode & Cullen) ile *Bistorta officinalis* (= *P. bistorta* subsp. *bistorta*) taksonlarını alttür olarak ele almışlar ve bu iki taksonun yalnızca çiçek rengine (açık-koyu pembe) göre birbirinden ayrıldıklarını rapor etmişlerdir. Ancak cins üzerinde gerçekleştirilen ayrıntılı flora (Komarov 1936) ve taksonomik araştırmalarda (Hassannejad & Ghafarbia 2017; Bussmann vd. 2020) bu iki taksonun rizom yapısı, yaprak şekli, çiçek ve anter rengi gibi morfolojik karakterler bakımından önemli farklılıklar gösterdiği ve ayrı taksonlar olarak değerlendirilmesi gerektiği ortaya konulmuştur. Benzer şekilde moleküler (Schuster vd. 2015) ve meyve mikromorfolojisi (Decraene vd. 2000) çalışmaları da morfolojik çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen yaprak morfolojik verileri de bu iki taksonun müstakil taksonlar olarak ele alınmasını desteklemektedir. *Bistorta carnea* taksonunda adaksiyal yüzey epidermis hücreleri dikdörtgenimsi-dairesel şekilli olup abaksiyal yüzey epikutikular mum tabakası çizgili-granüllüdür (striate-granulate) (Şekil 2; b₂-b₆). *Bistorta officinalis* taksonunun adaksiyal yüzey epidermis hücrelerinin belirsiz şekilli ve abaksiyal yüzey epikutikular mum tabakasının kristalli (crystal) (Şekil 2; c₂-c₆) olması ile *B. carnea*'dan kolaylıkla ayrıldığı görülmektedir.

Türkiye Florası'nda *Fallopia convolvulus* ve *F. dumetorum* türlerinin sadece periyantin kanatlı olup-olmaması ile birbirinden ayrıldığı rapor edilmiştir (Coode & Cullen 1966). Bununla birlikte bu iki türün polen özellikleri yönünden de benzer olduğu (Yasmin vd. 2009b) meyve yüzeyinin *Fallopia convolvulus*'ta yoğun siğilli iken *F. dumetorum*'da düz olduğu rapor edilmiştir (Kong vd. 2018). Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre abaksiyal epikutikular mum tabakasının *F. convolvulus* taksonunda çizgili-granüllü (striate-granulate) (Şekil 3; d₆), *F. dumetorum* üyelerinde ise çizgili (striate) (Şekil 3; e₆) olduğu tespit edilmiştir. Dolayısı ile morfolojik olarak benzer bu iki taksonun ayırımına epikutikular yapının önemli katkılar sağladığı görülmüştür.

Bu çalışma ile Türkiye'de yayılış gösteren *Aconogonon*, *Bistorta* ve *Fallopia* cinslerine ait toplam 5 takson yaprak makro ve mikromorfolojik özellikleri yönünden değerlendirilmiş ve yaprak özelliklerinin taksonlar arasındaki değişimleri ilk defa detaylı olarak incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelerde yaprak şekli (X₁), yaprak kenarı (X₂), adaksiyal yüzey antiklinal çeper özellikleri (X₈), papillanın dağılımı (X₁₁) ve abaksiyal (X₁₄), yüzey epikutikular mum tabakası gibi karakterlerin incelenen taksonlarda değişkenlik gösterdiği ve taksonların ayırımında önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir. Çalışmamız bu cinsler üzerinde çoklu taksonlar kullanılarak yapılacak olan detaylı çalışmalara katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Finansal desteklerinden dolayı TÜBİTAK (Proje no:219Z024)'a teşekkür ederiz.

YAZAR KATKI BEYANI

Bu makalede; çalışma fikri ve tasarımı, veri toplama, sonuçların analizi ve yorumlanması, makale taslağının yazımı aşamaları Suzan Kundakçı, Serdar Makbul, Mutlu Gültepe ve Kamil Coşkunçelebi tarafından yapılmıştır. Yazarlar sonuçları gözden geçirmiş, baskı öncesi makalenin son halini kontrol etmiş ve onaylamıştır.

KAYNAKLAR

- Anjen, L., Bojian, B., Grabovskaya-Borodina, A.E., Hong, S.P., McNeill, J., Mosyakin, S.L., Ohba, H. & Park, C.W. (2003). Polygonaceae. *Flora of China* 5: 277–350.
- Ashafa, A.O.T., Grierson, D.S. & Afolayan, A.J. (2008). Foliar micromorphology of *Felicia muricata* Thunb., A South African medicinal plant. *Pak J Biol Sci* 11(13): 1713–1717. DOI: <https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.1713.1717>
- Ayodele, A.E. & Olowokudejo, J.D. (2006). The family Polygonaceae in West Africa: Taxonomic significance of leaf epidermal characters. *S Afr J Bot* 72(3): 442–459. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2005.12.009>.
- Barthlott, W., Neinhuis, C., Cutler, D., Ditsch, F., Meusel, I., Theisen, I. & Wilhelmi, H. (1998). Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Bot J Linn Soc* 126(3): 237–260. DOI: <https://doi.org/10.1006/bojl.1997.0137>.
- Bentham, G. & Hooker, J.D. (1880). [Polygonaceae Juss.] In: Reeve, L. (Ed.). *Genera Plantarum*. Reeve & Co., London.
- Bunawan, H., Talip, N. & Noor, N.M. (2011). Foliar Anatomy and Micromorphology of ‘*Polygonum minus*’ Huds and Their Taxonomic Implications. *Australian Journal of Crop Science* 5(2): 123–127.
- Bussmann, R.W., Batsatsashvili, K., Kikvidze, Z., Paniagua-Zambrana, N.Y., Khutsishvili, M., Maisaia, I. & Tchelidze, D. (2020). *Bistorta officinalis* Delarbre *Polygonum carneum* C. Koch Polygonaceae. *Ethnobotany of the Mountain Regions of Far Eastern Europe: Ural, Northern Caucasus, Turkey, and Iran*. Springer, New York, pp. 195–201.
- Chwil, M., Krawiec, M., Krawiec, P. & Chwil, S. (2015). Micromorphology of the epidermis and anatomical structure of the leaves of *Scorzonera hispanica* L. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 84(3): 357–367. DOI: <https://doi.org/10.5586/asbp.2015.033>.
- Coode, M.J.E. & Cullen, J. (1966). [*Polygonum* L.] In: Davis, P.H. (Ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 2. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 269–280.
- Danser, B.H. (1927). Die Polygonaceen Niederländisch Ostindiens. *Bulletin du Jardin Botanique Buitenzorg* 3(8): 119–261.
- Decraene, L.P.R., Hong, S.P. & Smets, E. (2000). Systematic significance of fruit morphology and anatomy in tribes Persicarieae and Polygoneae (Polygonaceae). *Bot J Linn Soc* 134(1-2): 301–337.
- Demiray, S., Pintado, M.E. & Castro, P.M.L. (2009). Evaluation of phenolic profiles and antioxidant activities of Turkish medicinal plants: *Tilia argentea*, *Crataegi folium* leaves and *Polygonum bistorta* roots. *International Journal of Pharmacological and Pharmaceutical Sciences* 3(6): 74–79.
- Erden, A. & Menemen, Y. (2017). The Taxonomic Significance of Leaf Epidermal Micromorphological Characters of Some Brassicaceae Species in Turkey. *Pak J Bot* 55(4): 1–13. DOI: [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2023-4\(12\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2023-4(12)).
- Frye, A.S.L & Kron, K.A. (2003). *rbcL* phylogeny and character evolution in Polygonaceae. *Syst Bot* 28 (2): 326–333. DOI: <https://doi.org/10.1043/0363-6445-28.2.326>.
- Gammon, M.A., Grimsby, J.L., Tsirelson, D. & Kesseli, R. (2007). Molecular and morphological evidence reveals introgression in swarms of the invasive taxa *Fallopia japonica*, *F. sachalinensis*, and *F. × bohemica* (Polygonaceae) in the United States. *Am J Bot* 94(6): 948–956. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.94.6.948>.

- Gower, J.C. (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27(4): 857–871.
- Gross, H. (1913a). Remarques sur les Polygonees de J'Asie Orientale. *Bulletin de Geographie Botanique* 23: 7–32.
- Gross, H. (1913b). Beitrage zur Kenntnis der Polygoneen. *Botanische Jahrsbücher für Systematik* 49: 234–339.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (Eds.). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını*, İstanbul, pp. 758–761.
- Güzel, M.E. (2021). Kültür Marulu (*Lactuca sativa* L.) ile Yabani Akrabalarının Yaprak Mikromorfolojileri. *Bağbahçe Bilim Dergisi* 8(1):121–133. DOI: <https://doi.org/10.35163/bagbahce.866561>.
- Haraldson, K. (1978). Anatomy and taxonomy in Polygonaceae subfam. Polygonoideae Meisn. emend. Jaretsky. *Acta Universitatis Upsaliensis, Symbolae botanicae Upsalienses* 22(2): 1–95.
- Hassannejad, S. & Ghafarbi, S.P. (2017). A Taxonomic Revision of Genus *Polygonum* L. *sensu lato* (Polygonaceae) for Flora of Iran. *Annual Research & Review in Biology* 14(4): 1–5. DOI: <https://doi.org/10.9734/ARRB/2017/27339>.
- Hedberg, O. (1946). Pollen morphology in the genus *Polygonum* L. s.l. and its taxonomical significance. *Svensk Botaniks Tidskrift* 40(4): 371–404.
- Hong, S.P. & Oh, I.C. (1999). The taxonomic study of leaf epidermal microstructure in the genera *Polygonum* L. s. str. and *Polygonella* Michx. (Polygoneae-Polygonaceae). *Korean Journal of Plant Taxonomy* 29(1): 75–90. DOI: <https://doi.org/10.11110/kjpt.1999.29.1.075>.
- Hong, S.P. (1994). Systematics of the genus *Aconogonon* (Polygonaceae-Persicarieae) in Himalaya and adjacent regions. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 24(3): 195–213.
- Keskin, M., Yılmaz, A. & Severoğlu, Z. (2021). Micromorphological description of *Polygonum istanbulicum* (Polygonaceae). *Acta Microscopica* 30(2): 111–118.
- Kodak, E., Erdogan, I., Bani, B., Sahin, A.A. & Pinar, N.M. (2017.) Leaf micromorphology of some *Tanacetum* L. (Asteraceae) taxa in Turkey. *Gazi University Journal of Science* 30(4): 30–41.
- Komarov, V.L. (1936). [*Polygonum* L.] In: Komarov, V.L., Grigoriev Yu, S. (Eds.). *Flora of the USSR*. Vol. 5. House of the Academy of Sciences of the USSR, Moscow, pp. 594–701.
- Kong, M. & Hong, S. (2019). Leaf micromorphology of the *Persicaria* sect. *Cephalophilon* (Polygonaceae) and its systematic re-evaluation. *Phytotaxa* 391(3): 167–184. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.391.3.1>.
- Kong, M.J., Song, J.H., An, B.C., Son, S.W., Suh, G.U., Chung, M.J. & Hong, S.P. (2018). A comparative study of achene morphology in Korean Polygonaceae. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy* 25(2): 135–148. DOI: <https://doi.org/10.3329/bjpt.v25i2.39536>.
- Kovach, W.L. (2007). MVSP - A multivariate statistical package for windows. Ver. 3.1. Kovach Computing Services, Wales.
- Laubengayer, R.A. (1937). Studies in the anatomy and morphology of the polygonaceous flower. *Am J Bot* 24(6): 329–343.
- Leblebici, E. (1990). The genus *Polygonum* L. in Turkey. *Doga Turkish Journal of Botany* 14: 203–214.
- Lersten, N.R. & Curtis, J.D. (1992). Foliar anatomy of *Polygonum* (Polygonaceae): survey of epidermal and selected internal structure. *Plant Syst Evol* 182(1-2): 71–106.

- Meissner, C.F. (1826). *Monographiae Generis Polygoni Prodromus*. Sumtibus Auctoris, Typis A. Lador, Geneva.
- Meissner, C.F. (1857). [Polygonaceae Juss.] In: De Candolle, A. (Ed.). *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*. Sumptibus Sociorum Treuttel et Würtz, Parisii.
- Meng, L., Qi, W., Zhang, X., Zhang, D., Huang, Y., Shi, M & Li, H. (2021). Phytochemical and chemotaxonomic study on *Fallopia dentatoalata* (Fr. Schm.) Holub. *Biochem Syst Ecol* 98: 104331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bse.2021.104331>.
- Mereda, J.P., Koláriková, Z. & Hodálová, I. (2019). Cytological and morphological variation of *Fallopia* sect. *Reynoutria* taxa (Polygonaceae) in the Krivánska Malá Fatra Mountains (Slovakia). *Biologia* 74(3): 215–236. DOI: <https://doi.org/10.2478/s11756-018-00168-w>.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, Stem, and Wood, in Relation to taxonomy with Notes on Economic Uses*. (2. Ed.). Clarendon Press, Oxford.
- Moon, H.K., Park, J.H. & Park, C.W. (2011). Trichome morphology of *Fallopia* sect. *Reynoutria* (Polygonaceae) in Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 41(1): 51–57.
- Nowicke, J.W. & Skvarla, J.J. (1979). Pollen morphology: The potential influence in higher order systematics. *Ann Mo Bot Gard* 66(4): 633–700.
- Oh, B.U. & Kim, J.G. (1996). *Fallopia koreana* (Polygonaceae) - A new species from Korea. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 26(4): 257–262. DOI: <https://doi.org/10.11110/kjpt.1996.26.4.257>.
- Paul, P. & Chowdhury, M. (2021). Foliar micromorphology as a tool for identification of Indian taxa of Polygonaceae. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 14(4): 569–589. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.japb.2021.05.008>.
- Paul, P., Basak, M., Chowdhury, D., Chowdhury, M. & Das, A.P. (2016). Study of foliar micromorphology of eight species of *Persicaria* P.Miller (Polygonaceae) from India. *Pleione* 10(1): 14–22.
- Perdrigeat, C.A. (1900). Anatomic comparee des Polygonees et ses rapports avec la morphologic et la classification. *Actes de la Societe Linneenne de Bordeaux* 55(5): 1–91.
- Podani, J. (1993). *Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematic: A Metodological Guide to Syn-Tax 5.0 Package*. SPB Academic Publishing, The Hague.
- Raei Niaki, N.A., Attar, F., Mirtadzadini, M., Mahdigholi, K. & Sheidai, M. (2019). Micromorphological studies of leaf epidermis on the genus *Cotoneaster* Medik in Iran and its implication. *Nord J Bot* 37(2): e02074. DOI: <https://doi.org/10.1111/njb.02074>.
- Rojas-Leal, A., Villaseñor, J.L. & Terrazas, T. (2017). Tricomas foliares en *Senecio* sección *Mulgediifolii* (Senecioneae, Asteraceae). *Acta Bot Mex* 119: 69–78. DOI: <http://dx.doi.org/10.21829/abm119.2017.1232>.
- Sanchez, A. & Kron, K.A. (2008). Phylogenetics of Polygonaceae with an emphasis on the evolution of Eriogonoideae. *Syst Bot* 33(1): 87–96. DOI: <https://doi.org/10.1600/036364408783887456>.
- Sanchez, A., Schuster, T.M. & Kron, K.A. (2009). A large-scale phylogeny of Polygonaceae based on molecular data. *International Journal of Plant Science* 170(8): 1044–1055. DOI: <https://doi.org/10.1086/605121>.
- Sanchez, A., Schuster, T.M., Burke, J.M. & Kron, K.A. (2011). Taxonomy of Polygonoideae (Polygonaceae): a new tribal classification. *Taxon* 60(1): 151–160. DOI: <https://doi.org/10.1002/tax.601013>.

- Sarper, F., Akaydın, G., Şimşek, I. & Yeşilada, E. (2009). An ethnobotanical field survey in the Haymana district of Ankara province in Turkey. *Turkish Journal of Biology* 33(1): 79–88. DOI: <https://doi.org/10.3906/biy-0808-28>.
- Schuster, T.M. Reveal, J.L., Bayly, M.J. & Kron, K.A. (2015). An updated molecular phylogeny of Polygonoideae (Polygonaceae): Relationships of *Oxygonum*, *Pteroxygonum*, and *Rumex*, and a new circumscription of *Koenigia*. *Taxon* 64(6): 1188–1208. DOI: <https://doi.org/10.12705/646.5>
- Shepherd, T. & Wynne Griffiths, D. (2006). The effects of stress on plant cuticular waxes. *New Phytol* 171(3): 469–499. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2006.01826.x.
- Sher, H., Bussmann, R.W., Paniagua-Zambrana, N.Y. & Ur Rahman, I. (2020). *Aconogonon coriarium* (Grig.) Sojak. *Aconogonon tortuosum* (D.Don) Hara var. *tibetanum* (Meisn.) S.-P.Hong: Polygonaceae. In: Kunwar, R.M., Sher, H., Bussmann, R.W. (Eds.). *Ethnobotany of the Himalayas. Ethnobotany of Mountain Regions*. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-45597-2_11-1.
- Song, F., Li, T., Burgess, K.S., Feng, Y. & Ge, X.J. (2020). Complete plastome sequencing resolves taxonomic relationships among species of *Calligonum* L. (Polygonaceae) in China. *BMC Plant Biol* 20(1): 261. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02466-5>.
- Steward, A.N. (1930). The Polygonaceae of Eastern Asia. *Contributions from the Grtry Herbarium of Harvard University* 5(88): 1–129.
- Watson, S. (1873). On section *Avicularia* of the genus *Polygonum*. *The American Naturalist* 7(11): 662–665.
- Webb, D.A. & Chater, A.O. (1964). [*Polygonum* L.] In: Tutin, T.G., Heywood, J.H., Burger, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (Eds.). *Flora Europaea*. Vol. 4. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 76–80.
- Yasmin, G., Khan, M.A., Shaheen, N., & Hayat, M.Q. (2009a). Micromorphological investigation of foliar anatomy of genera *Aconogonon* and *Bistorta* of family Polygonaceae. *Int J Agric Biol* 11(3): 285–289.
- Yasmin, G., Khan, M.A., Shaheen, N., Hayat, M.Q., Ahmad, M. & Zafar, M. (2009b). Taxonomic utility of palynological characters in the genus *Fallopia*, family polygonaceae from Pakistan. *Int J Agric Biol* 11(6): 798–800.
- Yasmin, G., Khan, M.A., Shaheen, N. & Hayat, M.Q. (2010). Micromorphological investigation of foliar anatomy of *Fagopyrum* Mill. and *Rumex* L. of Polygonaceae. *Pak J Bot* 42(1): 47–57.
- Yonekura, K. & Ohashi, H. (2001). Taxonomic studies of *Bistorta* (Polygonaceae) in the Himalayas and adjacent regions (I). *Journal of Japanese Botany* 76(6): 344–353.
- Yurtseva, O.V., Levina, M.S., Severova, E.E. & Troitsky, A.V. (2012). Morphology and taxonomy of *Polygonum cognatum* Meisn., *Polygonum alpestre* C.A.Mey. and allied taxa from Central Asia and the Caucasus (Polygonaceae). *Wulfenia* 19: 141–180.
- Zhong-Ze, Z., Han-Lin, T., Qin, B., Ren-Xin, X. & Yu-Cheng, L. (2002). Pollen morphology of *Polygonum* section *Aconogonon* Meisn. in China. *J Syst Evol* 40(2): 110–124.



Derleme

<https://doi.org/10.53803/turvehab.1215056>

Halofitik Tohumlarda Adaptasyonlar

Alper Durmaz , Hasan Korkmaz , Mehtap Boyraz 

Biyoloji Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, TR-55200, Samsun, Türkiye

*Yazışmadan sorumlu yazar: Alper Durmaz, alper.durmaz@windowslive.com

Geliş: 07.12.2022

Kabul: 25.01.2023

Çevrimiçi Yayın: 15.06.2023

Özet

Halofit bitkiler tuzlu habitatlarda devamlılıklarını sağlamak için, diğer organlarında geliştirdikleri adaptasyon mekanizmalarının yanında, generatif çoğalmadaki temel organlarından tohumlarında da birçok anatomik, morfolojik, fizyolojik vs. nitelikte mekanizmalar geliştirmişlerdir. Çünkü vejetatif yapılarında geliştirdikleri adaptif mekanizmaların hiçbiri, tohumun çimlenme döneminde fonksiyonel olamayacağı için halofitler, özellikle tuzlu habitatlarda başarılı çimlenmelerini sağlayacak, adaptif stratejiler geliştirmek zorundadırlar. Temel olarak, embriyonun canlılığının korunması ve başarılı bir dormansi/çimlenme düzenlemesinin sağlanmasına yönelik tüm adaptif mekanizmalar, tohumlardaki heterojeniteden kaynaklanmaktadır. Halofitler bu sayede, tuzlu habitat şartlarındaki öngörülemeyen değişikliklere rağmen başarılı çimlenmelerini gerçekleştirerek, hayatta kalmalarını sağlayan adaptif stratejiler geliştirmişlerdir. Biz bu derlemede halofit türlerin tohumlarında oluşan anatomik, morfolojik, fizyolojik vs. nitelikteki adaptasyonları, farklı türlerden örnekler vererek açıklamaya çalıştık.

Anahtar kelimeler: Halofit, tohum, adaptasyon, polimorfizm

Adaptations in Halophytic Seeds

Abstract

In order to ensure their continuity in saline habitats, halophyte plants have developed many anatomical, morphological, and physiological adaptations in their seeds, which is one of their basic organs in generative reproduction, as well as the adaptation mechanisms they have developed in other organs. Because none of the adaptive mechanisms they have developed in their vegetative structure can be functional during the germination period of the seed, halophytes have to develop adaptive strategies that will ensure their successful germination, especially in saline habitats. Basically, all adaptive mechanisms for maintaining embryo viability and achieving successful dormancy/germination regulation are due to heterogeneity in seeds. In this way, halophytes have developed adaptive strategies that enable them to survive by successfully germinating despite unpredictable changes in saline habitat conditions. In this review, we tried to explain the anatomical, morphological, physiological, etc. adaptations in the seeds of halophyte species by giving examples from different species.

Keywords: Adaptation, halophyte, polymorphism, seed

GİRİŞ

Her canlı gibi bitkiler de, habitatlarındaki doğrudan veya dolaylı etkilendikleri çevresel faktörlere karşı geliştirdikleri mekanizmalarının, bitkiye sağladığı adaptasyon derecesine bağlı olarak varlıklarını sürdürebilirler. Örneğin habitatteki tuz iyonlarının aşırı birikmesinin, besin elementleri ve suyun alınmasında oluşturduğu güçlük (Munns 2005; Tuteja 2007; Apse & Blumwald 2007) diğer türler (glükofitler) için hayatta kalma, üreme vs. bakımından olumsuz etkiler oluştururken, halofitler morfolojik, anatomik ve fizyolojik boyutları olan adaptasyon mekanizmaları sayesinde (Sharma vd.

Önerilen Alıntı:

Durmaz, A., Korkmaz, H. & Boyraz, M. (2023). Halofitik Tohumlarda Adaptasyonlar. *Türler ve Habitatlar* 4(1): 60–78.

2019), tuzlu (salin) ortamlarda dominant ya da yaygın hale gelerek özgün halofitik vejetasyonlar oluşturmuşlardır.

Toprakların tuzlanması, tarımsal alanların verimliliğini düşüren dünya çapında bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle tarımsal alanlardaki tuzlanmaya bağlı ortaya çıkan zorlukların üstesinden gelmek için halofit bitkiler iyibir alternatif olarak düşünülebilir. Birçok halofit bitkiden tarımsal alanların fitoremidasyonu, sanayi, farmosotik vs. alanlarda yararlanmak mümkündür (Caparrós vd. 2022).

Birçok farklı alt kategorizasyonları olmakla birlikte (tablo 1) genel olarak; topraktaki anyon ve kationların, toprak çözeltisindeki EC değerinin 2 dS/m ve üzerine yükseldiği topraklara tuzlu topraklar (İç 2015), bu tip habitatlarda sürekli bulunan ve yaşam döngüsünü tamamlayabilen türlere de halofit bitkiler denir (Grigore 2012).

Tablo 1. Bitkilerin halofitlik derecelerinin kategorizasyonu ve başlıca halofit sınıflandırma sistemleri arasındaki eşdeğerlik karşılaştırması (“Grigore 2012”den uyarlanmıştır).

Prodan (1939)	Topa (1954)	Bucur vd. (1957)		Ellenberg (1991)
Birinci kategori	Zorunlu Halofitler	Zorunlu Halofitler	Euhalofitler	9 hypersalin/euhalin 8 euhalin
İkinci kategori	Tercihli Halofitler	Fakültatif halofitler	Neohalofitler	7 Polyhalin
	Destekleyici Halofitler	(tuzluluğa adapte olabilen bitkiler)		6 α -meso/polyhalin 5 α -mesohalin
Üçüncü kategori	Rastlantısal Halofitler	Destekleyici (tuzluluğa toleranslı)		4 α/β -mesohalin 3 β -mesohalin 2 Oligohalin 1 Tuza toleranslı 0 Tuzlu olmayan

Tuzlu ortamlarda hücre içi ozmotik dengeyi korumak için iyon alımı, özellikle de Na^+ , Cl^- ve K^+ un köklerden yapraklara taşınması; iyonların vakuol, sitosol ve H^+ nin apoplastik taşınmasının (vakuol ve plazma zarı) düzenlenmesi, halofitlerin fizyolojik adaptasyon mekanizmalarındandır. Bunun yanında uygun çözücüler ve ozmoregülatörlerin (prolin, glisin-betain, şeker ve polioller) biyosentezi, stomaların açılıp kapanmasının kontrolü, fotosentetik süreçlerin verimliliği, antioksidan enzimlerin sentezi ve aktivasyonu, nitrik oksit oluşumu ve bitki hormonlarının uyarılması ve yapılanması gibi diğer fizyolojik mekanizmaları sayesinde adaptasyon sağlayan halofitler de mevcuttur (González 2019). Ayrıca halofitler, tuzlu ortamlara sodyum iyon alımının en aza indirilmesi, sodyum iyon akışının azaltılması, sodyum iyonunun vasküler kompartimentalizasyonu (iç dağılım) ve sodyum iyonunun plazma membranı ve sodyum/hidrojen iyon taşıyıcı proteinleri (antiporter) vasıtasıyla elimine edilmesi gibi mekanizmalarla ozmotik dengeyi ve iyonik homeostaziyi düzenleyerek (Taji vd. 2004) ve tuzluluk stresiyle oluşan reaktif oksijen türlerinin (ROS) hasarlarından korunmayı sağlayan fizyolojik mekanizmalar sayesinde de adaptasyon sağlarlar (Hasanuzzaman vd. 2019).

Burada, halofitlerin tuzlu habitatlarda başarılı olmasının sadece habitatın tuzluluk derecesine değil su, besin maddeleri, rekabet vs. gibi diğer birçok çevresel faktörlere de bağlı olduğunu göz önünde bulundurmak gerekir.

Biz bu derlemede, halofit türlerin tuzlu habitatların geniş heterojenliğine karşı, nesillerinin devamı için, özellikle tohum yapılarında geliştirdikleri adaptasyon mekanizmalarını ve çimlenme stratejilerini açıklamaya çalıştık. Çünkü halofitlerin özellikle tohumlarının çimlenme sürecinde; diğer organlarında geliştirdikleri halofitik adaptasyon mekanizmalarından çok tohumlarında geliştirdikleri adaptif yapı ve mekanizmalar fonksiyoneldir. Buna göre halofit türlerin tohumlarındaki adaptif mekanizmaların temel olarak embriyonun canlılığının korunarak, başarılı bir dormansi/çimlenme düzenlemesinin sağlanmasına yönelik birçok mekanizmadan oluştuğunu söylemek mümkündür.

Zorlu iklim şartlarının geleneksel tarıma izin vermediği bölgelerde, halofitlerin fitoremediasyon etkisi ve tuz stresine dirençli genlerinin duyarlı tarımsal bitkilere aktarılması gibi uygulamalar, bu türleri uygun bir ticari alternatifte dönüştürmektedir. Bu konudaki bulgular gıda, ekoloji ve sağlıkla ilgili sorunları çözümlenmeye de yardımcı olabilir kanısındayız.

TUZLU ŞARTLARDA ÇİMLENME ADAPTASYONLARI

Tohum, bitkilerin yayılma ve habitata tutunması için uygun olmayan olumsuz çevresel faktörlerden kaçınarak, generatif üreme avantajı sağlayan önemli bir diasporudur. Çünkü tohumlar, habitat şartlarının fide oluşumuna elverişli olduğu zamanda çimlenerek, türün farklı ortamlarda kalıcılıklarına katkıda bulunan birçok adaptasyona da sahiptir (Guja vd. 2013). Böylece bitkilerin yaşam döngüsünde çok önemli bir aşama olan tohum çimlenmesi, bireyin optimal gelişiminin sağlanacağı doğru zamanda gerçekleştirilir (Baskin CC & Baskin JM 2014; Ludewig vd. 2014). Çünkü tuzlu toprak, ozmotik stres ve iyonik toksisite nedeniyle bitki gelişimini önleyebilir veya çimlenmeyi engelleyebilir. Bu nedenle halofit türlerin tohumlarının tuzlu çevresel şartlarda hayatta kalma ve çimlenme stratejileri, onların farklı habitatlarda tutunabilmeleri için geliştirdikleri anahtar özellikleridir (Gul vd. 2013; Zhang vd. 2015). Bu nedenle bitkiler, özellikle çöller veya yüksek tuzlu topraklar gibi değişken ve öngörülemeyen özelliklere sahip habitatlarda hayatta kalmasına yardımcı olan adaptif stratejiler geliştirilmişlerdir (Liu vd. 2018). Genel olarak, bazı türler çimlenme döneminde tuza tolerans gösterirken, diğer bazı türler ise aynı dönemde tuzdan kaçınma stratejisi kullanır. Diğer türler ise hem tuz toleransı hem de tuzdan kaçınma davranışını, ya da tuzun tipine bağlı olarak her ikisini de gösterebilirler (Zhang vd. 2015).

A. Tohumlarda Heterojenlik

Bitkiler nesilden nesile tekrarlanan (genetik) modüler bir mimariye (organlarının gelişim sırası ve düzenleniş modeli) sahiptirler ve çevresel faktörler, aynı birey üzerindeki modüler mimariyi oluşturan organların morfolojisinde çeşitlilik oluşturabilir. Bunun yanında örneğin, başak (spika) durumundaki çiçeklerin ve meyvelerin konumu hatta tohumun meyve içindeki konumu, onların gelişmelerinde hiyerarşik seviyelerine bağlı farklılıklar oluşturduğundan, tohumlarının boyutunda küme içi bir varyasyona yol açar. Böylece tohumlarda çevresel faktörlerden bağımsız olarak sağlanan genomik temelli heterojenlik (Lloyd 1984; Lenser vd. 2016), türün adaptasyonu bakımından habitatta oluşan değişimleri tolere eden, karma bir strateji olarak işlev görür ve bu sayede heteromorfik tohumlu türler esas olarak çöller ve kumullar gibi öngörülemeyen, istikrarsız ortamlarda başarılı olurlar (Imbert 2002). Halofitler tuzlu habitatlarda başarılı olabilmek için, diğer özelliklerinin yanında, tohumlarının morfolojik, anatomik ve fizyolojik özelliklerindeki genomik heterojeniteyle de uyum sağlamak zorundadırlar. Çünkü halofitler tohumlarının çimlenme sürecinde; kökler tarafından iyon atılması, yapraklarda iyon homeostazını korumak, tuz bezleri aracılığıyla Na⁺ ve Cl⁻ gibi toksik iyonların salgılanmasını sağlayan adaptif mekanizmalarının hiçbirini uygulayamazlar. Bu nedenle çoğu halofit

türler tuzlu habitatların değişkenliğine uyum sağlamak, daha rekabetçi ve toleranslı hale gelmek için (Song vd. 2008; Song & Wang 2015) tohumun morfolojisi, anatomisi, ağırlığı ve üretim zamanı bakımından farklı, dimorfik/heteromorfik tohum oluşturma stratejisini kullanırlar (Khan & Gul 1998; Yan vd. 2011). Heteromorfik tohumlu birçok türde, tohum büyüklüğündeki fark, perikarp yapısından veya embriyo/perikarp kütle oranından kaynaklanır. Bu durum, türün çimlenme dinamiklerinde belirli bir varyasyon modeli sağlar. Örneğin bir şekildekiler uygun şartlar oluştuğunda hemen çimlenirken, ikinci şekildekiler gecikmiş çimlenme gösterir (Imbert 2002).

Tohumlardaki heterojenlik onların ekolojik faktörlere olan cevaplarında da farklılıklara yol açabileceğini göstermektedir. Örneğin; “karma çimlenme stratejisi”, tohum heteromorfizminin başlıca ekolojik sonucu olarak söylenebilir. Böylece, çimlenme sürecindeki farklılaşmadan (heterokronizm) kaynaklanan, oğul bireylerin gelişimini farklı zamanlara yaymak, kardeş rekabetini azaltarak, son derece değişken ve öngörülemeyen habitatlarda zamansal varyansın olumsuz etkilerini azaltan bir “risklerden korunma” stratejisi olarak kullanılır (Tanveer & Shah 2017). Bunun yanında birçok halofit tür, tohumlarındaki heterojenik farklılaşmalar sayesinde tohum dağılıma davranışı, dormansi, hızlı çimlenme, tohum bankası oluşturma ve tuz şokuna maruz kaldıktan sonra çimlenme yeteneğinin geri kazanımı (recovery) gibi, tuzlu şartlara adaptasyon için oluşturulmuş stratejilere sahiptirler (Imbert 2002; Gul vd. 2013).

Bütün bu bilgiler ışığında denilebilir ki; ekolojik şartlar bakımından stabil olmayan tuzlu ortamlarda tutunmaya çalışan halofit türler; birçok morfolojik, anatomik, fizyolojik farklılıklara sahip heterojen tohumlar üreterek, çimlenmede başarılı olmalarını sağlayacak alternatif stratejiler geliştirmiştir.

1. Tohum büyüklüğü ve renk farklılaşması (morfolojik adaptasyonlar)

Halofit türlerin tohumlarında yaygın olarak görülen heterojenik adaptasyonlardan birisi, aynı ortamdaki bir türe ait bireylerin morfolojik bakımdan farklı büyüklük ve renklerde tohumlar üretmesidir. Bunun için tuz stresi faktörlerinin tohumlarda çeşitli fenotipik plastisite oluşturmak üzere, ana bitkiye sinyaller gönderebileceği çalışmalarda belirlenmiştir (Liu vd. 2018). Nitekim halofitik *Suaeda salsa* (L.) Pall. (Amaranthaceae)’nın, tuzlu şartlarda yüksek çimlenme yüzdesi gösteren büyük kahverengi ve aynı şartlarda düşük çimlenmeye sahip küçük siyah tohumlar oluşturduğu belirlenmiştir (Wang vd. 2018). Çünkü büyük kahverengi tohumlarında ABA (absisik asit), IAA (indol-3-asetik asit) ve ZR (zeatin-ribosid) gibi fitohormonların, küçük siyah tohumlara göre daha yüksek miktarda bulunduğu ve ABA’ın tuz stresi altındaki büyük kahverengi tohumlarda embriyo boyutunun ve ağırlığının artmasına katkıda bulunan çok sayıda depolama proteininin birikmesini sağladığı bildirilmiştir (Wang vd. 2015). Bunun yanında büyük kahverengi tohumlarda bulunan fosfatidilgliserol (PG)’ün doymamış yağ asitlerinin üretimini artırarak, daha yüksek membran akışkanlığı sağladığı ve bununda tohumlardaki tuz toleransını artırdığı belirlenmiştir. Nitekim *Arabidopsis Heynh. sp.’te* SsGPAT geninin ekspresyonunun, yüksek miktarda doymamış yağ asidi üretilmesini sağladığı ve bunun, tuzluluk toleransını önemli derecede artırdığı bildirilmiştir (Sui vd. 2017). Bunun yanında *S. salsa* ve ekstremhalofit *Thellungiella halophila* (C.A.Mey.) O.E.Schulz (Brassicaceae)’nın kahverengi tohumlarından elde edilmiş genç fidelerinde, PG içeriklerinin daha yüksek olduğu ve bu durumun tuz toleransı ile ilişkili olduğu da belirlenmiştir (Sui vd. 2010; Sui & Han 2014). Başka bir çalışmada ise halofit *S. salsa*’nın büyük ve kahverengi tohumlarının daha hızlı su alma ve kompartmentalizasyon (iç dağılım) mekanizması sayesinde, küçük-siyah tohumlara göre daha yüksek bir çimlenme performansı gösterdiği bildirilmiştir (Song &

Wang 2015; Li vd. 2005). Dimorfik tohumlar üreten *Suaeda aralocaspica* (Bunge) Freitag & Schütze (Amaranthaceae) üzerinde yapılan bir çimlendirme çalışmasında ise, büyük kahverengi tohumların, çimlenme sırasında transkripsiyonel değişiklikleri 3 saatte, küçük siyah tohumlarının ise 8 saat de gerçekleştiği ve bu sayede kahverengi tohumların daha hızlı çimlendiği belirlenmiştir (Cao vd. 2015; 2016).

Konuyla ilgili olarak Orlovsky vd. (2016), yüksek tuzlu toprakların belirteci *Salicornia europaea* L. (Amaranthaceae)'nin dimorfik tohumlarını kullandığı çalışmada; büyük tohumların çimlenme performansının, küçük tohumlardan üç-dört kat daha yüksek olduğunu, küçük tohumların ise derin dormansi gösterdiğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte, küçük tohumlara %0.5–2 klorür ve sülfat tuzlarının uygulanmasının çimlenmeyi uyardığını, böylece küçük tohumların büyük tohumlara göre, farklı bir tuz tolerans mekanizmasına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çünkü türün küçük tohumları daha erken olgunlaşır ve daha derin dormant olup, büyük tohumlara göre daha az tuza dayanıklıdır. Buna göre *S. europaea*'nin küçük tohumları muhtemelen, evrimsel olarak daha eski olup, iri tohumları ise türün habitatını tuzlu alanlara doğru genişletmesi veya habitatlarının artan tuzluluğunun bir sonucu olarak gelişmiştir.

Halofitlerin heteromorfik tohumların çimlenmesinde temel rol oynayan ABA/GA dengesi, tuzlu şartlardaki tohumların dormansi/çimlenme döngüsünde ve habitatlardaki çimlenme stratejilerinde farklı yöntemler oluşturmalarında anahtar düzenleyiciler olarak işlev görürler. Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada, *S. salsa*'nın dimorfik tohumlarının (büyük kahverengi × küçük siyah) çimlenmesinde ABA/GA dengesinin tohum rengine ve tuz stresine bağlı kademeli bir şekilde düzenlendiği ve böylece *S. salsa* bireylerinin olumsuz çevre şartlarında hayatta kaldıkları belirlenmiştir (Li vd. 2016a). Nitekim ABA birikimi, her iki tohum tipinde de bulunurken, özellikle siyah tohumlar üzerinde daha yüksek indüksiyon etkisinin olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle siyah tohumlar, hem su hem de tuz stresi altında kahverengi tohumlardan daha düşük çimlenme yüzdeleri göstermişlerdir. Yapılan çalışmada biyoaktif GA4 ve biyosentetik öncüsünün kahverengi tohumlarda, deaktif GA'lerin ise siyah tohumlarda daha yüksek seviyede olduğu ve bu nedenle tuz stresinin siyah tohumlardaki GA4 seviyesi üzerindeki olumsuz etkisi, kahverengi tohumlardan daha güçlü olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, artan ABA oranı ve duyarlılığının yanı sıra, tuzluluk ile azalan GA4, tuzluluğa maruz kalan siyah tohumların daha düşük çimlenme oranlarına neden olmaktadır (Li vd. 2016a). Çünkü tohum çimlenmesinde fonksiyonel birkaç gen, tuz stresi sırasında NaCl tarafından kuvvetle indüklenerek GA'nın negatif, buna karşın ABA'nın pozitif biyogenezini başlatır ve böylece ABA/GA oranı düzenlenir (Yuan vd. 2011). Nitekim tuzlu şartlarda ABA seviyesinin, ABA-INSENSITIVE 3 (ABI3) ve ABA-INSENSITIVE 5 (ABI5) genlerinin daha güçlü bir ifadesi sayesinde birkaç kat arttığı ve ABA sinyal yolunun aktive edilerek tohum çimlenmesini önlediği belirlenmiştir (Piskurewicz vd. 2008).

Bunun yanında GA-LIKE 2 (RLG2) transkripsiyonu, tuzluluk veya ABI3/ABI5 yolu tarafından da aktive edilir ve bu gelişme, GA sinyal yolunu bloke ederek veya sınırlandırarak çimlenmeyi daha da inhibe eder (Yuan vd. 2011; 2019). Ek olarak, 22 halofit tür üzerinde yapılan bir çalışmada, etilenin de tohum çimlenmesini desteklediği bulunmuştur (Khan vd. 2009). Bu nedenle tuzlu şartlardaki tohumlarda ABA azalıp GA artarken, aynı zamanda etilenin de çimlenme üzerinde pozitif etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak denilebilir ki, tür için dimorfik tohumlara sahip olmak; çimlenme performansı bakımından değişen tuzluluk oranlarına karşı daha esnek olma ve değişik tuz ve sıcaklık streslerine daha iyi adaptasyon avantajı sağlar. Böylece çok tuzlu ortamlara toleransı sağlayan genetik özelliğe

sahip, heteromorfik tohumların üretimi ve farklı çimlenme özellikleri sayesinde, ana bitkilerin değişken ortamlara adapte olması sağlanır (Liu vd. 2018).

2. Tohumlarda ozmoregülasyon (fizyolojik adaptasyonlar)

Tuzlu şartlarda gelişen halofit tohumlardaki serbest şekerler (mannitol, pinitol), prolin, betain ve nişasta gibi ozmolitler ve Na^+ ve Cl^- gibi iyonların hücre içi birikimi, tohumların turgor potansiyelini azaltırken, suyun emilimini ve böylece tohumun hızlı çimlenmesini kolaylaştırır (Li vd. 2011; Guo vd. 2015). Çünkü iyon birikimi, tohumun oransal su potansiyelini azaltılıp, su emilimini iyileştirerek, radikul çıkışından önce tohum çimlenmesini kolaylaştıran bir mekanizma olarak işlev görür. Sözgelimi, *S. salsa*'nın büyük kahverengi tohumlarındaki inorganik iyon içeriğinin daha yüksek ve ilgili iyon taşıyıcıların daha aktif olması, büyük tohumlardaki yüksek çimlenme oranını açıklar (Xu vd. 2017).

Bunun yanında kuru veya su emmiş (imbibed) tohumlardaki klorofil gelişimi ve bazı halofitlerin embriyolarında oksijen üretimi, çimlenme aşamasındaki tohum için enerji sağlar. Ek olarak, ana bitkiden tohumlarda biriktirilen nitratlar, çimlenme indüksiyonunu güçlendirmek için sinyal molekülleri olarak işlev görebilir (Song & Wang 2015; Zhou vd. 2016; Song vd. 2016). Bunun yanında milimolar düzeydeki Ca^{+2} birikimi, köklerdeki seçici olmayan katyon kanallarından (NSCC) Na^+ alım oranının azaltılmasına, aynı zamanda yine NaCl kaynaklı oluşan ve giderici kanallar üzerinden gerçekleşen K^+ sızıntısını önler (Shabala vd. 2007). Ayrıca, kalsiyum hem aşırı tuz hassasiyeti hem de ABA sinyal yolunda ikincil bir haberci olarak çalışır. Bunun sonucu olarak tuza toleranslı genotipler Ca^{+2} 'ye duyarlı ve NSCC kanalları daha geniş olup popülasyonda yaygın hale gelmektedirler (Shabala vd. 2007).

Halofit bitkilerde ozmotik düzenleyici, membran koruyucu, ROS (reaktif oksijen türleri) detoksifikasyonu veya diğer stres azaltma mekanizmalarını tetikleyen sinyal bileşikleri olarak işlev gören ozmolitlerin (Anjum vd. 2017), tuz stresi altında ideal çimlenmeyi sağlamak için, büyük kahverengi tohumlarda, küçük siyah tohumlara göre daha fazla biriktirildiği belirlenmiştir (Zhao vd. 2018). Örneğin *S. salsa* gibi halofit türlerde sıklıkla bulunan betain; büyük kahverengi tohumlardaki betain aldehit dehidrojenaz geninin (SsBADH) yüksek ekspresyonu sayesinde sentezlenerek, siyah tohumlara göre daha iyi çimlenme sağladığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada, daha büyük olan kahverengi tohumlarda, hızlı çimlenmeyi kolaylaştırmak için şeker oranında da bir artış gözlenmiştir (Xu vd. 2017).

Zhang vd. (2010) kserofit *Haloxylon persicum* Bunge (Amaranthaceae), ksero-halofit *H. ammodendron* (C.A.Mey.) Bunge ve öhalofit *Suaeda physophora* Pall. (Amaranthaceae)'nın tohumlarındaki yeşil embriyoların kotiledonlarındaki klorofilin, yüksek tuzluluk şartlarındaki erken çimlenme aşamasında, genç fidelerinin yapraklarındaki ile benzer fotosentetik bir fonksiyona sahip olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre olgun tohumların kotiledonlarındaki fotosentetik fonksiyon, aşırı tuzlu veya kurak ortamlarda büyüyen bitkilerin hızlı fide gelişimi için önemlidir.

Bunun yanında birçok kıyı bitkisinin tohumları, deniz suyuna maruz kalsalar da fizyolojik adaptif mekanizmaları sayesinde hayatta kalabilir ve denizel akıntılarla uzun mesafelere yayılabilirler. Konuyla ilgili olarak Guja vd. (2013) *Ficinia nodosa* (Rottb.) Goetgh., Muasya & D.A.Simpson (Cyperaceae) ve *Spyridium globulosum* (Labill.) Benth. (Rhamnaceae)'un tohumları üzerinde yaptığı çalışmada; tohumların çimlenmedeki su alımı sırasında, dış tuzluluğa cevabını belirlemek için, alınan tuzu ölçerek, tuzun tohum içindeki iç dağılımını (kompartimentalizasyon) belirlediler. Bulgulara göre dış tuzluluk arttıkça, *S. globulosum*'un tuza duyarlı tohum embriyosunda

sodyum ve klorür birikirken, potasyumun giderek daha fazla yer değiştirdiği ve çimlenmenin azaldığını belirlemişlerdir. Buna karşın, *F. nodosa*'nın tuza toleranslı tohumlarında, iyon alımından kaçınıldığı ve çimlenme başlangıcındaki imbibisyonun yüksek tuzlu (NaCl) konsantrasyonunda bile etkilenmediği belirlenmiştir. Buna göre, imbibisyon ve çimlenmenin erken sürecinde tuz toleransı, tuzdan kaçınma mekanizmaları ile de sağlanmaktadır diyebiliriz.

3. Tohum kabuğundaki heterojenlik (anatomik adaptasyonlar)

Perikarpın kalınlığı ve yapısı çimlenmede, özellikle embriyonun su emilimi ve gaz değişimi için önemli bir rol oynar. Çünkü tohum kabuğundaki palizad hücrelerinde bulunan lipidler, kalloz ve lignin gibi çok sayıda hidrofobik bileşiğin birikmesi, tohumu su geçirmez hale getirir ve tohum çimlenmesini sınırlar. Dormant tohumlardaki embriyoyu kuşatan tabakalar (endosperm + testa) zayıflayarak, suya geçirgen hale gelinceye kadar, dormansiyi sağlayan sert bir tabaka olarak işlev görürler. Çimlenmenin tamamlanabilmesi için ise, radikulun ucunu çevreleyen tohum dokularının zayıflayarak, radikulun uzamasına izin vermesi gerekir (Boyraz vd. 2019). Dormant dimorfik tohumlardaki tohum kabuğu geçirgenliğinin, dormant olmayanlara göre daha düşük olması, genellikle tohum kabuğunun kalınlığı, fenolik içeriklerin, süberin ve selülozun palizad hücrelerinde birikmesine de bağlıdır (Liu vd. 2018).

Örneğin çöl habitatlarındaki bazı Asteraceae türlerinde akenler, su emilimine karşı önemli bir bariyer oluşturan involukral brakteler içinde kalır. Bu nedenle çimlenme, sadece yağışın yeterli miktarda olduğunda gerçekleşebilir ve böylece fidelerin hayatta kalma ihtimalini artırır. Benzer bir strateji, Chenopodiaceae familyasına ait, meyveyi çevreleyen braktelerin az ya da çok geçirgen olduğu heteromorfik tohumlu, halofit türlerde de bulunur. Dormansi, heteromorfik tohumlar arasındaki brakte morfolojisindeki farklılıklardan etkilenir (Imbert 2002).

Tohumların birey veya meyve üzerindeki konumu, tohum kabuğunun özellikle kimyasal bileşimini etkileyebilir (Maxwell vd. 1994). Jaimand & Rezaee (1996), ayçiçeklerinin akenlerinin kimyasal bileşiminin kapitulum içindeki konumlarına göre değiştiğini bildirmiştir. Tohum kabuğunun kimyasal bileşenlerinin kompozisyonu ise tohumun dormansi davranışını etkiler. Örneğin *Carduus* L. ve *Dimorphotheca* Moench türleri üzerinde gerçekleştirilen deneyler, her aken morfunun perikarpındaki, suda çözünür çimlenme inhibitörlerinin konsantrasyonlarında farklılıklar olduğunu göstermiştir. *Salsola komarovii* Iljin (Amaranthaceae)'nin kısa kanatlı meyveleri, uzun kanatlılardan daha fazla absisik asit içerir ve bu durum iki tip tohumun çimlenme oranlarında farklılıklar oluşturur (Imbert 2002).

Bunun yanında dimorfik tohumlara sahip halofitlerin tohum tabakalarının geçirgenliği, onların kalınlığıyla yakından ilgilidir. Aynı türün tuza toleranslı tohumlarında geçirgenlik, perisperm kalın olduğu için, genellikle tuza duyarlı tohumlara göre daha düşüktür. Örneğin; *Suaeda physophora* tohum kabuğu, tohumu iyon toksisitesinden korumak için, embriyodaki Na⁺/K⁺ transferini engellemede önemli rol oynar (Song vd. 2007). Bir başka çalışmada ise *S. salsa*'nın siyah tohumlarının kabuğunda, embriyoyu iyonik toksisiteden korumaya yardımcı olan mum birikiminin, kahverengi tohumlara göre oldukça fazla olduğu belirlenmiştir. Böylece tohum kabuğundaki mumsu maddeler, ortamın tuz konsantrasyonunun yüksek olduğu dönemlerde, su emilimini engelleyerek, siyah tohumların kahverengi tohumlara göre daha uzun süre canlı (dormant) kalmasını sağlar (Song vd. 2017).

Tohum kabuğundaki süberin de, tohumların çimlenmesinde önemli rol oynayan başlıca lipidlerden biridir. *Arabidopsis*'in jpat5 (gliserol-3-fosfat asiltransferaz 5) mutant tohumlarının

kabuklarında, doğal tipin tohumlarına göre, tetrazolium tuzuna karşı daha fazla suberin birikimi olduğu ve bu nedenle çimlenme performansında keskin bir artış belirlenmiştir (Beisson vd. 2007).

Song vd. (2005) tarafından yapılan bir başka çalışmada *Suaeda physophora* ve *H. ammodendron* tohumlarının canlılığını sürdürmek ve embriyoları iyon toksisitesinden koruyabilmek için, kabuklarında embriyoya göre çok daha fazla Na⁺ biriktirdikleri belirlenmiştir. Bu durum endospermi bulunmayan ve sadece perikarp ile kaplanmış spiral bir embriyo içeren her iki türün tohumlarının, çimlenme aşamasında, geçici uygun şartlardan mümkün olduğunca yararlanarak, hızla çimlenmesini sağlayan stratejisine yardımcı olan bir adaptif mekanizmadır.

Başka bir çalışmada Mohamed vd. (2018) *Panocratium maritimum* L. (Amaryllidaceae), tohumlarındaki tuz toleransının; yüksek seviyelerdeki esteraz, amilaz, katalaz ve peroksidaz aktivitelerinden ve tuzlu iyonik ortam için bariyer görevi görebilen süngerimsi, kalın tohum kabuğu sayesinde sağlandığını göstermişlerdir.

B. Tohum Bankası Oluşturma

Birçok bitki türü, habitatlarında gömülü tohumlarından oluşan tohum bankaları vasıtasıyla, uygun olmayan dönemlerde, popülasyonlarının biyotoplarında kalıcılığını sağlar ve türün gelecekteki genetik değişkenliğine katkıda bulunur (Anderson vd. 2012; Bewley vd. 2013). Buradaki önemli nokta, dormant tohumun çimlenemediği sürede embriyoların canlı kalma yeteneğinin korunmasıdır. Ancak bu sayede gecikmiş çimlenme nedeniyle çimlenememiş tohumlar, tohum bankasında canlı kalarak başarılı olabilir. Bazı farklı bulgular olsa da, daha fazla depo malzemesi ile nem ve mantar enfeksiyonuna karşı fiziksel bir savunma görevi gören, daha kalın ve sert tohum kabuğuna sahip büyük tohumların, küçük tohumlardan daha uzun süre tohum bankasında canlı kaldığı belirlenmiştir. Örneğin, *Atriplex semibaccata* R.Br. ve *Blackiella inflata* (F.Muell.) Aellen (Chenopodiaceae)'nin sert ve koyu renkli tohumları, tohum bankasında yumuşak ve hafif olanlardan daha uzun süre canlı kalır (Imbert 2002).

Cao vd. (2012), dimorfik tohumlara sahip halofit *Suaeda corniculata* (C.A.Mey.) Bunge subsp. *mongolika* Lomon. & Freitag (Amaranthaceae) popülasyonunun, habitatındaki korunması ve yenilenmesinde, “dormansi” ve “tohum bankası oluşturma” özelliklerinin etkisini araştırdıkları çalışmada, siyah tohumların tohum bankasındaki tohum sayısına %0.5, kahverengi tohumların ise %0.4 katkısı olduğunu belirlemişlerdir. Çünkü tuzluluk (NaCl) ve polietilen glikol (PEG) tarafından indüklenen su stresi, siyah tohumlarda dormansiye neden olup canlı kalmalarını sağlarken, kahverengi tohumlar nondormant olduğundan aynı şartlarda canlı kalanların oranları azalır. Böylece kahverengi tohumlar sadece geçici bir toprak tohumu bankası oluşturabilirken, siyah tohumlar kalıcı bir tohum bankası oluşturabilirler. Çünkü tuzlu habitatlardaki siyah tohumlar dormansi sayesinde, toprak tuzluluğu yağışlarla azalınca kadar çimlenmeden kalırken, nondormant kahverengi tohumların çimlenme ihtiyaçları farklılaşmıştır. Bu durum aynı türün dimorfik tohumlarının (kahverengi/siyah) çimlenme dinamiklerinde değişikliklerin görülmesine ve siyah tohumların uzun süre tohum bankasında kullanılabilir kalmasını sağlar.

Benzer şekilde *Salsola ferganica* Drobow (Amaranthaceae)'nin (*Climacoptera ferganica* (Drobow) Botsch.'nin sinonimi) morfolojik ve fizyolojik bakımından polimorfik (büyük, orta, küçük) tohumlara sahip olması, türe öngörülemez çöl ortamlarında çoklu rekabet avantajları sağlar. Böylece tür, tohum bankası oluşturma, tohum çimlenmesi ve fide oluşumu için en iyi zamanı kontrol eder ve habitatların değişiklik risklerini azaltabilir (Ma vd. 2018). Başka bir çalışmada ise Cao vd. (2014), çalı formundaki, halofit *Kalidium gracile* Fenzl (Amaranthaceae)'nin heteromorfik

tohumlarının, non-dormant/şartlı dormant (ND/CD) döngüsüne sahip olmaları sayesinde, öngörülemeyen çöl ortamında fide oluşturma ve uygun olmayan dönemlerde kalıcı bir tohum bankası oluşturma imkanı sağladıklarını belirlemişlerdir.

C. Halofitik Tohumlarda Dormansi

Angiospermae’lerde birçok farklı tipi olan tohum dormansisi (Boyras vd. 2019), çevresel sinyalleri algılayarak, optimal çimlenme zamanını belirlemede önemli rol oynayan ve oluşan fidelerin hayatta kalma ihtimalini artırarak, türün öngörülemeyen stresli ortamlara adaptasyonunu sağlayan bir özelliktir (Zhang vd. 2022). Ayrıca tohum dormansisi, tohumlu bitkilerin farklı ortamlarda çimlenme modelini ve çimlenme zamanlamasını yöneterek, onların evriminde ve çevresel değişikliklere adaptasyonunda önemli rol oynar (Linkies vd. 2010). Bu nedenle halofitlerde, heteromorfik dormant tohumların üretimi, olumsuz ortamlarda hayatta kalmak ve tutunabilmek için önemli bir mekanizmadır. Bunun için halofitler, habitattaki tuz konsantrasyonu, çimlenme için optimum konsantrasyona düşene kadar, toprakta çimlenmeden kalan dormant küçük tohumlar üretir (Liu vd. 2018).

Halofitlerde adaptif bir strateji olarak kullanılan dormant tohum üretimi, tuz stresinin neden olduğu bazı sinyal basamaklarıyla ilişkilendirilebilir. Ayrıca tuz stresi altında, yüksek konsantrasyonda toksik iyonlar (örn. Na⁺) ve reaktif oksijen türlerinin üretimi, halofitik bitkilere heteromorfik tohumların üretimi için sinyal molekülleri olarak işlev görebilir. Nitekim yapılan bir çalışmada *S. salsa*’nın, tuz konsantrasyonu stres seviyesinin artmasına bağlı olarak, siyah tohumlara göre daha fazla kahverengi tohum ürettiği belirlenmiştir (Wang vd. 2015; 2018).

Bir başka çalışmada, dimorfik tohumlar üreten halofitik *Suaeda acuminata* (C.A.Mey.) Moq. (Amaranthaceae) nın küçük olan tohumları, tuz konsantrasyonu çimlenmeye uygun oluncaya kadar dormant kalırken, büyük tohumlar tuza daha toleranslı ve nondormant olmaları nedeniyle hızla çimlendikleri belirlenmiştir (Wang vd. 2012). Çünkü dimorfik tohumlardaki ABA (absisik asit) ve GA (gibberellik asit) gibi hormonların endojen içeriğinde ve antagonistik fonksiyonlarındaki farklılıklar, bu süreçte anahtar rol oynar (Kucera vd. 2005). Bunun yanında Li vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada *S. salsa*’nın dimorfik tohumları arasındaki çimlenme farklılığının, ABA içeriğindeki farktan ziyade, daha yüksek ABA duyarlılığı ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca etilen gibi diğer hormonların, ABA sinyal iletimine olan antagonistik etkileri nedeniyle, tohum çimlenmesini teşvik edebileceği ve brassinosteroidlerin de ABA’ye olan duyarlılığı azaltarak, tohum dormansisini indükleyen diğer hormonlarla birlikte, çimlenmeyi arttırabileceği belirlenmiştir.

Oldukça geniş bir coğrafyada çöller, tuzlu stepler ve bozulmuş habitatlarda yayılış gösteren, fakültatif halofit *Atriplex tatarica* L. (Amaranthaceae)’nın, uygun şartlar oluştuğunda çimlenen tohumları, kısa süreli hayatta kalmayı sağlar ancak, şartlar olumsuz hale dönüştüğünde yerel populasyon yok olma riskiyle karşılaşır. Bunun yanında, türün genetik olarak kontrol edilen dormant tohumlarının da olduğu ve bu özelliğin populasyon genetiğinin temel parametreleri ile önemli ölçüde uyumlu olduğu kanıtlanmıştır. Böylece dormant tohumlar, populasyonda düşük sayıda olmalarına rağmen, uzun geçen çimlenme süreçleri sayesinde habitatta türün üreme ve hayatta kalması ve aynı zamanda kalıcı bir tohum bankasının oluşmasını sağlar (Kochánková & Mandák 2009).

D. Halofitik Tohumlarda Işık ve Sıcaklık Adaptasyonları

Işık, sıcaklık ve su potansiyeli, tohum çimlenme zamanını düzenleyen ve böylece fide oluşumunu ve hayatta kalmayı kontrol eden önemli çevresel sinyallerdir (El-Keblawy vd. 2016). Bu durum,

özellikle tohum boyutlarındaki değişimlerin ışıkla ilgili olabileceği dimorfik tohumlar için kritiktir. Nitekim *S. salsa*'nın kahverengi tohumları, tuzluluğunun yüksek olduğu ilkbaharda, toprak altında çimlenebilirken, siyah tohumları ise yağmurun kendilerini toprak yüzeyine çıkarabileceği geç yaz aylarındaki aydınlıkta çimlenebilirler (Li vd. 2005). Benzer şekilde *S. corniculata*'nın siyah tohumları da yine yaz sonundaki yağışların onları toprak yüzeyine çıkartmasıyla çimlenebilmektedirler (Cao vd. 2012).

Halofit tohumlarda sıcaklık tuzlulukla birlikte tohum çimlenmesi üzerinde etki oluşturduğu gibi, bağımsız faktörler olarak ta etki gösterirler. Örneğin, *Atriplex rosea* L. (Amaranthaceae)'da siyah tohumlar tuzluluk konsantrasyonundan bağımsız olarak sıcaklık değişikliklerine daha duyarlıdır ve siyah tohumların çimlenmesi düşük sıcaklıklarda azalırken, kahverengi tohumların daha soğuk şartlarda (5/15°C) sıcaklığa ve tuzluluğa daha toleranslı olduğu belirlenmiştir (Khan vd. 2009). *Salsola ferganica*'da ise nispeten daha düşük bir günlük sıcaklık aralığı (yani, 5/15, 10/20 veya 15/25°C) heteromorfik tohumların çimlenmesini artırabilmektedir (Ma vd. 2018). Orta Asya'nın tuzlu çöl habitatlarında yayılış gösteren *Atriplex* L. sp.'te, siyah tohum çimlenmesi için en uygun sıcaklık 15°C, kahverengi tohumlar için ise 25°C'dir. Ayrıca, siyah tohumların yağmurlu yaz mevsiminde ve düşük tuzluluk şartlarındaki çimlenme performansları, farklı sıcaklık rejimlerine (25/35°C) bağlı olarak etkilenmemiştir. Dimorfik tohumların sıcaklık ve tuzluluk kombinasyonuna farklı tepkilerinin olması, halofitlerin değişen tuzlu ortamlarda hayatta kalması için, önemli bir strateji olabileceğini düşündürmektedir (Li vd. 2008).

E. Çimlenmenin Geri Kazanımı (Recovery)

Halofit tohumların çimlenmeyi geri kazanması yeteneği, doğal ekosistemlerinde başarılı bir şekilde tutunması ve dağılması için hayati bir adaptif özelliktir. Akdeniz iklimindeki tuzlu ekosistemlerde tohum çimlenmesi, genellikle toprak tuzluluk seviyesinin düştüğü yüksek yağışlı mevsimde gerçekleşir. Toprak-su potansiyelinin düşük olduğu dönemlerde, tohumun dormansi özelliği sayesinde çimlenme ertelenir ve stresli şartlar hafiflediğinde ise “çimlenmenin geri kazanılmasıyla” (recovery), bu türlerin hayatta kalması için çok önemli bir ekolojik strateji geliştirilmiştir (Debez vd. 2018). Pujol vd. (2000) çimlenmenin geri kazanımını araştırdığı çalışmada; düşük ozmotik potansiyellerde ön işleme tabi tutulmanın çimlenme hızını uyardığını ve bu durumun türlere belirgin bir ekolojik avantaj sağladığını belirlemişlerdir. Çünkü tohumlarda ön işleme sağlanmış olan ozmotik potansiyel tekrar azalmadan, fideler hızla gelişmişlerdir. Bu durumda tohum dormansisini derinleştiren faktör ozmotik potansiyeldeki azalma gibi görünmektedir. Doğal komünitelerin bulunduğu topraklardaki düşük ozmotik potansiyel, türlerin tohumlarındaki dormansiyi derinleştirirken, stres hafiflediğinde çimlenmenin yeniden kazanılması sayesinde (recovery) çimlenme oranı teşvik edilmiştir (Pujol vd. 2000)

Shen vd. (2003) tarafından yapılan geniş bir çalışmada ise; *Elytrigia elongata* (Host) Nevski (Poaceae) (*Thinopyrum elongatum* (Host) D.R.Dewey'un sinonimi) hariç tüm türlerde çimlenme yüzdesinin, artan tuzluluk oranıyla önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Çalışmada, Hoagland çözeltilisi uygulanarak çimlenmenin geri kazanılması (recovery) sağlanan tohumların, radikül ve sürgünlerinin uzunluğunun, daha yüksek tuzluluk oranlarında arttığı görülmüştür. Altı türün çimlenme geri kazanımı yeteneklerinin, NaCl stresi etkisine bağlı olarak azaldığı ve negatif ozmotik etkilerle çimlenmenin önlendiğini belirlenmiştir.

Tunus'un yarı kurak ve kurak Akdeniz kıyı kumullarındaki yüksek tuzluluk oranı, halofit *Cakile maritima* Scop. (Brassicaceae) nın çimlenmesini engeller veya geciktirir. Ancak, çimlenmenin geri

kazanımı yeteneği sayesinde tohumların canlılığı uyarılır. Şöyle ki; önce ortamdaki yüksek NaCl konsantrasyonuna bağlı oluşan düşük ozmotik potansiyel, embriyonun hücre bölünme süreçlerini bozar ve embriyonun büyüme ve çimlenmenin son fazına (radikül oluşumu) girmesini önler. Bu aşamada çimlenme sürecindeki tohumun depo proteinleri, büyük ölçüde parçalanarak dönüştürülebilen 20 amino asidi serbest bırakırlar. Bu sırada sisteyinin metionine dönüştürülmesinde fonksiyonel S-adenosilmetiyonin sentetazlar (SAM) çimlenme sürecinde indüklenir ve depo proteinlerinde metionin de mevcuttur (González 2019). Kontrol guruplarında ve özellikle tuz stresinden geri kazanılmış tohumlarda, serin hidrosimetiltransferaz indüklenir, ancak tuz stresi sırasında bu durum daha net gözlenir. Bu enzim daha sonra glisini sisteyine dönüştürülebilen, serin haline dönüştürür ki bu durum, glutatyon biyosentezinin temel yapı taşlarından biridir (Noctor vd. 2012). Böylesi bir biyosentez mekanizması sayesinde *C. maritima*, yüksek tuzluluk şartlarında çimlenmeyi önleyen, embriyosu pasif (quiescent) tohumlar üreterek, daha uygun şartlarda (dış su potansiyeli yağmurlarla arttığı) hızla çimlenme ve fide oluşturma aşamasına ulaşabilme stratejisi geliştirmiştir. Ayrıca *C. maritima*'nın habitatın tuzlu dönemlerindeki çimlenme sırasında; depo proteinlerinin ve yağ asitlerinin büyük ölçüde karbonhidratlara dönüştürülmesinin yavaşladığı, protein profilinin değiştiği, ancak uygun geri kazanım şartları sağlandığında biyosentez mekanizmasının hızla yeniden indüklendiği de belirlenmiştir (Debez vd. 2018).

F. Halofit Tohum Çimlenmesinin Moleküler/Biyoteknolojik Yönleri

Bitkilerin tuzluluğa tolerans mekanizmalarını daha iyi anlamak için araştırmaları bitkilerin bütününe (yaprak, kök ve tohumlar) yayarak, birçok halofitte proteomik, metabolomik ve iyonmik çalışmalar yapılmıştır (Kumari vd. 2015). Bununla birlikte halofitlerin çimlenme aşamasında tuz stresinden kaynaklanan biyokimyasal ve gen ekspresyonu değişiklikleri hakkındaki bilgiler sınırlıdır. Öte yandan, moleküler çalışmaların çoğu *Mesembryanthemum crystallinum* L. (Aizoaceae) ve *Eutrema* R.Br., *Thellungiella* O.E.Schulz spp. (Brassicaceae) ve halofit davranış gösteren *Arabidopsis* (Brassicaceae) türleri üzerinden; izolasyon, gen ekspresyonu veya bitkilere gen transferi (transgenik bitkiler) konularında yürütülmüştür. Konuyla ilgili Fukuhara vd. (1999), halofitik bir sistem modeli olarak değerlendirilen *M. crystallinum* tohumlarındaki tolerans mekanizmalarını belirlemek için, çimlenme döngüsünü araştırdıkları çalışmada, tohumların bir kısmının 1 inci günde (erken) çimlenirken diğerlerinin, imbibisyondan sonra geçen 4 üncü haftadan sonra bile çimlenmediğini belirlemişlerdir (geç). Burada erken ve geç çimlenen tohumlarda suyun alınması, mitotik aktivitenin başlaması ve radikülün büyümesi gibi olayları yöneten, protein sentez metabolizmasıyla ilgili iki farklı ekspresyon modelinin olduğu ve böylece, tohum çimlenmesinin uzun bir süre için geciktirilmesi sağlanarak, bazı tohumların doğal ortamlarında öngörülemeyen bir su kıtlığına bağlı çevresel strese karşı, hayatta kalma şanslarını en üst düzeye çıkardıkları sonucuna varmışlardır.

Ekstremhalofit *Eutrema* ve *Thellungiella* türleri, tuzluluk ve kuraklığa karşı son derece dayanıklı olması (çimlenme ≤ 700 mM NaCl), küçük genom ve kısa yaşam döngüsüne sahip olmaları nedeniyle, halofitik tolerans mekanizmalarının test edildiği yeni model türler olarak kullanılmaktadır. Çünkü bu bitkilerdeki çeşitli metabolitlerin yüksek içeriği, tuzluluğa karşı ozmotik stresi düzenlemek için kullanılan metabolik ön adaptasyonu gösterir (Lee vd. 2016).

Örneğin; Kazachkova vd. (2016) *Eutrema salsugineum* (Pall.) Al-Shehbaz & Warwick (Brassicaceae) tohumlarının çimlenmesinin tuz tarafından inhibisyonunun, ozmotik bileşenlerin bir cevabı şeklinde sağlandığı, çimlenmesi tamamen inhibe edilen canlı tohumların, tuzlu olmayan şartlara transfer edildiğinde çimlenmeye devam ettiği belirlenmiştir. Bunun yanında, tuz ile muamele

edilmiş tohumların kabukları çıkarıldıktan sonra, tuzlu ortamda embriyoların çimlendiği de belirlenmiştir. Çünkü tuza maruz bırakılan tohumlarda GA/ABA oranı azalırken, çimlenmeyi baskılayan genlerin (RGL2, ABI5 ve DOG1) daha büyük bir ekspresyonu gerçekleşir. Ayrıca tuz etkisiyle, "geç embriyogenez" proteinlerini kodlayan genin ekspresyonunda bir artış ve ozmoproteksiyonda yer alan metabolitlerin birikmesi ve kolay mobilize karbon birikimi ile ilişkili reaksiyonların indüklenmesi de, türün stres toleransına katkı sağlar. Yazarlara göre burada tuz, dormansiyi moleküler düzeyde uyararak, tohumların çimlenmesini inhibe ettiği gibi, tohum kabuğunun katmanları da radikülün ortaya çıkması için fiziksel bir kısıtlama oluşturur. Tohumun bu dormant hali tuzlu topraklarda, yağışın toprak su potansiyelini artırarak, çimlenme için uygun şartlar oluşana kadar hayatta kalmasını kolaylaştırır (Kazachkova vd. 2016).

Öte yandan, yüksek tuzluluğa adapte olmuş halofitler, tarımsal ürünlerin tuzluluk toleransını geliştirmek için uygun genlere de sahiptirler. Nitekim bitkilerde stresle en fazla ilişkili büyüme düzenleyicilerinden biri poliaminlerdir (putresin, spermidin, spermin, vs.). Örneğin EsPDS1, *E. salsugineum* dan klonlanarak karakterize edilmiş ve spesifik olarak Spd-sentaz enzimini kodlayan ve spermidin biyosentezine katılan bir genidir. Transgenik tütün bitkisinde EsPSS1'in aşırı ifadesi, bitkinin oksidatif durumunu hafifleterek kuraklığa toleransını sağladığı belirlenmiştir. Bu tespit halofitler üzerinde çalışılmasının potansiyelini gösteren önemli bir bulgudur (Zhou vd. 2015).

Bitkilerdeki Halliwell-Asada döngüsü, hayati hücre bileşenlerine (örneğin membran lipitleri ve proteinleri) zarar veren ve antioksidan sistemlerini geri dönüştüren fazla ROS'dan kaçınmayı sağlar (Avashthi vd. 2018). Askorbat peroksidaz (APX) anahtar enzimatik sistemler arasında, H₂O₂'i ortadan kaldıran bir enzimdir. *Thellungiella salsuginea* O.E.Schulz, (Brassicaceae)'daki APX'in moleküler düzeydeki düzenleyici mekanizmalarının işlevi bilinmemektedir. Bununla birlikte, Li vd. (2016) *T. salsuginea*'dan klonlanan bir APX geninin (TsApx6), *Arabidopsis* transgenik bireylerindeki cevaplarını analiz etmiş ve yüksek tuzluluk uygulamalarında, TsApx6 geninin ifadesinin önemli ölçüde uyarıldığı, kuraklık uygulamasında TsApx6'nın aşırı ekspresyonunun, yapraklardan su kaybını azaltarak, hayatta kalma oranını iyileştirdiğini belirlemişlerdir. Çalışmada transgenik *Arabidopsis* bireylerine yapılan yüksek tuzluluk uygulaması sonucu, doğal tipiyle karşılaştırıldığında, malondialdehit (MDA), H₂O₂ ve prolin konsantrasyonlarının azaldığı da görülmüştür. Ancak TsApx6 genininin aşırı eksprese edildiği bitkilerde APX, GPX (glutatyon peroksidaz), CAT (katalaz) ve SOD (süperoksit-dismutaz) gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerinin arttığı da belirlenmiştir. Bunun yanında tuzluluk ve su eksikliği şartlarında transgenik bitkilerdeki, çimlenme oranı, kotiledonun yeşillenmesi ve kökün uzunluğu gibi özelliklerin, doğal tip bitkilerle karşılaştırıldığında iyileştiği de belirlenmiştir. Bu sonuçlar, TsApx6 geninin belirli abiyotik stres tiplerine karşı, bitki direncinde önemli bir fonksiyona sahip olduğunu göstermektedir. Stres cevabıyla ilgili olarak sürdürülen biyoinformatik analizlere göre, cis metabolizmasında etkili olan bazı elementlerin de fonksiyonel olduğu gösterilmiştir (Li vd. 2016b)

Son yıllarda, bazı halofitik bitkilerin tohumlardaki fonksiyonel genomiklerin daha iyi anlaşılmasını sağlayan transkriptomik (tüm RNA transkript seti) profilleri, çeşitli araştırma grupları tarafından belirlenmiştir. Sözelimi, Xu vd. (2017) euhalofit *Suaeda salsa*'nın olgunlaşmış dimorfik tohumlarındaki transkriptomik profil belirleme çalışmasında; tohum gelişimi, ozmolit birikimi ve tohumun dormansi/çimlenme dengesini incelemiş ve kahverengi tohumlarda siyah tohumlara göre daha büyük boyut ve hızlı tohum çimlenmesi gibi özelliklerin, farklı şekilde eksprese edilen hormonal genler ile ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir (Xu vd. 2017).

Zhang vd. (2014) halofit *Karelinia caspica* (Pall.) Less (Asteraceae)'nın tuz stresi altında eksprese edilmiş farklı genlerini incelemiş ve tuz stresine tepkilerini yöneten genlerin moleküler mekanizmalarının, bu bitkide tuz stresinin etkilerinin belirlenmesi ve ABA'nın düzenlenmesi gibi metabolik olayların tanımlanmasına katkıda bulunabileceğini bildirmişlerdir. Kuraklığın çöl ağaçları üzerindeki etkilerini araştırmak için önemli bir kserohalofit olan *Haloxylon ammodendron* üzerinde yapılan çalışmaya göre; RNA-seq ve dijital gen ekspresyonu (DGE), esas olarak iyon taşıyıcıları, sinyal iletimi, ROS-süpürme, fotosentez, hücre duvarı organizasyonu, membran stabilizasyonu ve hormonlar ile ilişkilidir. Ayrıca, inorganik iyonların fizyolojik değişiklikleri ve organik çözünen içeriği, peroksidaz (POD) aktivitesi ve ozmotik potansiyel, ilgili genlerin dinamik transkript profillerine uygun olmuştur (Gao vd. 2018).

Tropik ve sıcak ılıman bölgelerde yayılış gösteren halofitik *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth (Poaceae), türünün tuz toleransının düzenlenmesinde fonksiyonel anahtar genleri tanımlamak için yapılan bir çalışmada, rastgele cDNA ifade eden 3500 bağımsız transgenik *Arabidopsis* hattı üretildi. Bunlardan 150 mM NaCl içeren bir ortamda, doğal tipte karşılaştırıldığında gelişmiş tuz toleransı gösteren 10 hat belirlendi. Seçilen hatlar arasından ikisinin, glisin bakımından zengin RNA bağlayıcı proteinleri kodlayan (SvGRP1 ve SvGRP2) cDNA içerdiği belirlendi. GRP'ler (glisin bakımından zengin RNA bağlayıcı proteinler) *Arabidopsis* ve diğer bazı glikofitlerde, tuz toleransı dahil olmak üzere, çeşitli biyolojik ve biyokimyasal işlemlerde fonksiyonel proteinlerdir. Bu çalışmada SvGRP1-dönüştürücünün metabolomik analizi sonucu belirlenen bulgular, 3-aminopropanoik asit, sitramalik asit ve izositrik asit içeriğindeki artışın, tuz toleransının artmasıyla ilişkili olduğunu düşündürmektedir (Tada vd. 2019). Veriler, yem ve gıda elde edilen türlerin, gelecekte abiyotik streslere daha iyi adaptasyonunu sağlayan iyileştirilmeleri için, değerli genetik kaynakları sağlamaktadır (Gao vd. 2018).

Bu bilgiler ışığında denilebilir ki; halofit bitkilerin vejetatif organlarında sahip oldukları adaptasyonların (sukkulentlik, tuz sekresyonu, tuz biriktirme, spiral ve spiküler hücreler oluşturma vs.) hiçbiri bitkinin çimlenme döneminde fonksiyonel değildir. Bu nedenle, halofit türler tuzlu habitatlarda tutunabilmek için, türlere ve habitat şartlarına bağlı olarak değişen, özgün bir dormansi/çimlenme dengesi oluşturabilmek amacıyla, tohumlarına özgü birçok farklı adaptif mekanizmalar (anatomik, morfolojik, fizyolojik, genetik, vs.) geliştirerek başarılı olmaktadır.

YAZAR KATKI BEYANI

Bu makalede ana konu belirlenmesi ve tasarım, literatür araştırması ve yorumlanması ile makalenin yazımı tüm yazarlar tarafından ortak bir şekilde tamamlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Anderson, T.M., Schütz, M. & Risch, A.C. (2012). Seed germination cues and the importance of the soil seed bank across an environmental gradient in the Serengeti. *Oikos* 121(2): 306–312. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19803.x>.
- Anjum, S.A., Ashraf, U., Tanveer, M., Khan, I., Hussain, S., Shahzad, B., Zohaib, A., Abbas, F., Saleem, M.F., Ali, I. & Wang, L.C. (2017). Drought induced changes in growth, osmolyte accumulation and antioxidant metabolism of three maize hybrids. *Front Plant Sci* 8: 69. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00069>.
- Apse, M.P. & Blumwald, E. (2007). Na⁺ transport in plants. *FEBS Lett* 581(12): 2247–2254. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2007.04.014>.

- Avashthi, H., Pathak, R.K., Pandey, N., Arora, S., Mishra, A.K., Gupta, V. K., Ramteke, P.W. & Kumar, A. (2018). Transcriptome-wide identification of genes involved in Ascorbate–Glutathione cycle (Halliwell–Asada pathway) and related pathway for elucidating its role in antioxidative potential in finger millet (*Eleusine coracana* (L.). 3 *Biotech* 8(12): 1–18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1511-9>.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (2014). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. 2nd Edn. Elsevier, San Diego.
- Beisson, F., Li, Y., Bonaventure, G., Pollard, M. & Ohlrogge, J.B. (2007). The acyltransferase GPAT5 is required for the synthesis of suberin in seed coat and root of *Arabidopsis*. *Plant Cell* 19(1): 351–368. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.106.048033>.
- Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W. & Nonogaki, H. (2013). *Environmental Regulation of Dormancy and Germination*. Springer, New York, pp. 299–339.
- Boyras, M., Korkmaz, H. & Durmaz, A. (2019). Tohumda dormansi ve çimlenme. *Black Sea Journal of Engineering and Science* 2(3): 92–105. DOI: <https://doi.org/10.34248/bsengineering.527684>.
- Cao, D., Baskin, C.C., Baskin, J.M., Yang, F. & Huang, Z. (2012). Comparison of germination and seed bank dynamics of dimorphic seeds of the cold desert halophyte *Suaeda corniculata* subsp. *mongolica*. *Ann Bot* 110(8): 1545–1558. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcs205>.
- Cao, D., Baskin, C.C., Baskin, J.M., Yang, F. & Huang, Z. (2014). Dormancy cycling and persistence of seeds in soil of a cold desert halophyte shrub. *Ann Bot* 113(1): 171–179. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mct256>.
- Cao, J., Lv, X.Y., Chen, L., Xing, J.J. & Lan, H.Y. (2015). Effects of salinity on the growth, physiology and relevant gene expression of an annual halophyte grown from heteromorphic seeds. *AoB Plants* 7: 112. DOI: <https://doi.org/10.1093/aobpla/plv112>.
- Cao, J., Wang, L. & Lan, H. (2016). Validation of reference genes for quantitative RT-PCR normalization in *Suaeda aralocaspica*, an annual halophyte with heteromorphism and C4 pathway without Kranz anatomy. *PeerJ* 4: e1697. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.1697>.
- Caparrós, P.G., Öztürk, M., Gul, A., Batool, T.S., Pirasteh-Anosheh, H., Ünal, B.T., Altay, V. & Toderich, K.N. (2022). Halophytes have potential as heavy metal phytoremediators: A comprehensive review. *Environ Exp Bot* 193: 104666. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104666>.
- Debez, A., Belghith, I., Pich, A., Taamalli, W., Abdelly, C. & Braun, H.P. (2018). High salinity impacts germination of the halophyte *Cakile maritima* but primes seeds for rapid germination upon stress release. *Physiol Plant* 164(2): 134–144. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppl.12679>.
- El-Keblawy, A., Gairola, S. & Bhatt, A. (2016). Maternal habitat affects germination requirements of *Anabasis setifera*, a succulent shrub of the Arabian deserts. *Acta Botanica Brasilica* 30(1): 35–40. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0212>.
- Fukuhara, T., Kirch, H.H. & Bohnert, H.J. (1999). Expression of Vp1 and water channel proteins during seed germination. *Plant Cell Environ* 22(4): 417–424. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.1999.00427.x>.

- Gao, H.J., Lü, X.P., Zhang, L., Qiao, Y., Zhao, Q., Wang, Y.P., Li, M.F. & Zhang, J.L. (2018). Transcriptomic profiling and physiological analysis of haloxylon ammodendron in response to osmotic stress. *Int J Mol Sci* 19(1): 84. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms19010084>.
- González, M.B. (2019). [Adaptation of halophytes to different habitats]. In: Jimenez-Lopez, J.C. (Ed.). *Seed Dormancy and Germination*. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.87056.
- Grigore M.N. (2012). *Romanian salt tolerant plants. Taxonomy and ecology*. Iași, Edit. Tehnopress.
- Guja, L., Wuhner, R., Moran, K., Dixon, K.W., Wardell-Johnson, G. & Merritt, D.J. (2013). Full spectrum X-ray mapping reveals differential localization of salt in germinating seeds of differing salt tolerance. *Bot J Linn Soc* 173(1): 129–142. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12072>.
- Gul, B., Ansari, R., Flowers, T.J. & Khan, M.A. (2013). Germination strategies of halophyte seeds under salinity. *Environ Exp Bot* 92(1): 4–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.11.006>.
- Guo, J., Suo, S. & Wang, B.S. (2015). Sodium chloride improves seed vigour of the euhalophyte *Suaeda salsa*. *Seed Sci Res* 25(3): 335–344. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258515000239>.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K. & Öztürk, M. (2019). *Ecophysiology, Abiotic Stress Responses and Utilization of Halophytes*. Springer, New York.
- Imbert, E. (2002). Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism. *Perspect Plant Ecol Evol Syst* 5(1): 13–36. DOI: <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00021>.
- İç, S. (2015). Çarşamba Ovası Sol Sahil Topraklarında Yorgunluk Parametrelerinin Belirlenmesi (Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Jaimand, K. & Rezaee, M.B. (1996). Variability in seed composition due to plant population and capitula zones of sunflower. *Agrochimica* 40: 48–54.
- Kazachkova, Y., Khan, A., Acuña, T., López-Díaz, I., Carrera, E., Khozin-Goldberg, I., Fait, A. & Barak, S. (2016). Salt induces features of a dormancy-like state in seeds of *Eutrema (Thellungiella) salsugineum*, a halophytic relative of *Arabidopsis*. *Front Plant Sci* 7: 1071. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01071>.
- Khan, M.A. & Gul, B. (1998). High salt tolerance in germinating dimorphic seeds of *Arthrocnemum indicum*. *Int J Plant Sci* 159(5): 826–832. DOI: <https://doi.org/10.1086/297603>.
- Khan, M.A., Ansari, R., Gul, B. & Li, W. (2009). Dormancy and germination responses of halophyte seeds to the application of ethylene. *C R Biol* 332(9): 806–815. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crv.2009.05.002>.
- Kochánková, J. & Mandák, B. (2009). How do population genetic parameters affect germination of the heterocarpic species *Atriplex tatarica* (Amaranthaceae)? *Ann Bot* 103(8): 1303–1313. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcp073>.
- Kucera, B., Cohn, M.A. & Leubner-Metzger, G. (2005). Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Sci Res* 15(4): 281–307. DOI: <https://doi.org/10.1079/SSR2005218>.
- Kumari, A., Das, P., Parida, A.K. & Agarwal, P.K. (2015). Proteomics, metabolomics, and ionomics perspectives of salinity tolerance in halophytes. *Front Plant Sci* 6: 537. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00537>.

- Lee, Y.P., Funk, C., Erban, A., Kopka, J., Köhl, K.I., Zuther, E. & Hinch, D.K. (2016). Salt stress responses in a geographically diverse collection of *Eutrema/Thellungiella* spp. accessions. *Funct Plant Biol* 43(7): 590–606. DOI: <https://doi.org/10.1071/FP15285>.
- Lenser, T., Graeber, K., Çevik, Ö.S., Adıgüzel, N., Dönmez, A.A., Grosche, C., Kettermann, M., Mayland-Quellhorst, S., Mérai, Z., Mohammadin, S., Nguyen, T.P., Rümpler, F., Schulze, C., Sperber, K., Steinbrecher, T., Wiegand, N., Strnad, M., Scheid, O.M., Rensing, S.A., Schranz, M.E., Theißen, G., Mummenhoff, K. & Leubner-Metzger, G. (2016). Developmental control and plasticity of fruit and seed dimorphism in *Aethionema arabicum*. *Plant Physiol* 172(3): 1691–1707. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.16.00838>.
- Li, W., Liu, X., Khan, M.A. & Yamaguchi, S. (2005). The effect of plant growth regulators, nitric oxide, nitrate, nitrite and light on the germination of dimorphic seeds of *Suaeda salsa* under saline conditions. *J Plant Res* 118(3): 207–214. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10265-005-0212-8>.
- Li, W., An, P., Liu, X., Khan, M.A., Tsuji, W. & Tanaka, K. (2008). The effect of light, temperature and bracteoles on germination of polymorphic seeds of *Atriplex centralasiatica* Iljin under saline conditions. *Seed Science and Technology* 36(2): 325.
- Li, X., Zhang, X., Song, J., Fan, H., Feng, G. & Wang, B. (2011). Accumulation of ions during seed development under controlled saline conditions of two *Suaeda salsa* populations is related to their adaptation to saline environments. *Plant Soil* 341(1): 99–107. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0625-6>.
- Li, W., Yamaguchi, S., Khan, M.A., An, P., Liu, X., & Tran, L.S.P. (2016a). Roles of gibberellins and abscisic acid in regulating germination of *Suaeda salsa* dimorphic seeds under salt stress. *Front Plant Sci* 6: 1235. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01235>.
- Li, Z., Zhang, J., Li, J., Li, H. & Zhang, G. (2016b). The functional and regulatory mechanisms of the *Thellungiella salsuginea* ascorbate peroxidase 6 (TsAPX6) in response to salinity and water deficit stresses. *PLoS One* 11(4): e0154042. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154042>
- Linkies, A., Graeber, K., Knight, C. & Leubner-Metzger, G. (2010). The evolution of seeds. *New Phytol* 186(4): 817–831. DOI: [10.1111/j.1469-8137.2010.03249.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03249.x).
- Liu, R., Wang, L., Tanveer, M. & Song, J. (2018). Seed heteromorphism: an important adaptation of halophytes for habitat heterogeneity. *Front Plant Sci* 9: 1515. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01515>.
- Lloyd, D.G. (1984). Variation strategies of plants in heterogeneous environments. *Biol J Linn Soc* 21(4): 357–385. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1984.tb01600.x>.
- Ludewig, K., Zelle, B., Eckstein, R.L., Mosner, E., Otte, A. & Donath, T.W. (2014). Differential effects of reduced water potential on the germination of floodplain grassland species indicative of wet and dry habitats. *Seed Sci Res* 24(1): 49–61. DOI: <https://doi.org/10.1017/S096025851300038X>.
- Ma, Y., Wang, J., Zhang, J., Zhang, S., Liu, Y. & Lan, H. (2018). Seed heteromorphism and effects of light and abiotic stress on germination of a typical annual halophyte *Salsola ferganica* in cold desert. *Front Plant Sci* 8: 2257. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02257>.
- Maxwell, C.D., Zobel, A. & Woodfine, D. (1994). Somatic polymorphism in the achenes of *Tragopogon dubius*. *Can J Bot* 72(9): 1282–1288. DOI: <https://doi.org/10.1139/b94-156>.

- Mohamed, E., Kasem, A.M. & Farghali, K.A. (2018). Seed germination of Egyptian *Pancreaticum maritimum* under salinity with regard to cytology, antioxidant and reserve mobilization enzymes, and seed anatomy. *Flora* 242: 120–127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.03.011>.
- Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytol* 167(3): 645–663.
- Noctor, G., Mhamdi, A., Chaouch, S., Han, Y.I., Neukermans, J., Marquez-Garcia, B., Queval, G. & Foyer, C.H. (2012). Glutathione in plants: an integrated overview. *Plant Cell Environ* 35(2): 454–484. DOI: [10.1111/j.1365-3040.2011.02400.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2011.02400.x).
- Orlovsky, N., Japakova, U., Zhang, H. & Volis, S. (2016). Effect of salinity on seed germination, growth and ion content in dimorphic seeds of *Salicornia europaea* L. (Chenopodiaceae). *Plant Divers* 38(4): 183–189. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pld.2016.06.005>.
- Piskurewicz, U., Jikumar, Y., Kinoshita, N., Nambara, E., Kamiya, Y. & Lopez-Molina, L. (2008). The gibberellic acid signaling repressor RGL2 inhibits *Arabidopsis* seed germination by stimulating abscisic acid synthesis and ABI5 activity. *Plant Cell* 20(10): 2729–2745. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.108.061515>.
- Pujol, J.A., Calvo, J.F. & Ramirez-Diaz, L. (2000). Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from southeastern Spain. *Ann Bot* 85(2): 279–286. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.1028>.
- Shabala, S., Cuin, T.A. & Pottosin, I. (2007). Polyamines prevent NaCl-induced K⁺ efflux from pea mesophyll by blocking non-selective cation channels. *FEBS Lett* 581(10): 1993–1999. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2007.04.032>.
- Sharma, A., Devi, A., Garg, C., Kumari, A., Mann, A. & Kumar, A. (2019). *Behavior of Halophytes and Their Tolerance Mechanism Under Different Abiotic Stresses. In Ecophysiology, Abiotic Stress Responses and Utilization of Halophytes*. Springer, Singapore, pp. 25–38.
- Shen, Y.Y., Li, Y. & Yan, S.G. (2003). Effects of salinity on germination of six salt-tolerant forage species and their recovery from saline conditions. *N Z J Agric Res* 46(3): 263–269. DOI: <https://doi.org/10.1080/00288233.2003.9513552>.
- Song, J. & Wang, B. (2015). Using euhalophytes to understand salt tolerance and to develop saline agriculture: *Suaeda salsa* as a promising model. *Ann Bot* 115(3): 541–553. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcu194>.
- Song, J., Feng, G.U., Tian, C. & Zhang, F. (2005). Strategies for adaptation of *Suaeda physophora*, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* to a saline environment during seed-germination stage. *Ann Bot* 96(3): 399–405. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mci196>.
- Song, J., Feng, G., Li, Z.K., Chen, A.D., Chen, X.M. & Zhang, F.S. (2007). Effects of salinity and scarifying seed coat on ion content of embryos and seed germination for *Suaeda physophora* and *Haloxylon ammodendron*. *Seed Science and Technology* 35(3): 615–623. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2007.35.3.09>.
- Song, J., Fan, H., Zhao, Y., Jia, Y., Du, X. & Wang, B. (2008). Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an intertidal zone and on saline inland. *Aquat Bot* 88(4): 331–337. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.11.004>.
- Song, J., Zhou, J., Zhao, W., Xu, H., Wang, F., Xu, Y., Wang, L. & Tian, C. (2016). Effects of salinity and nitrate on production and germination of dimorphic seeds applied both through the

- mother plant and exogenously during germination in *Suaeda salsa*. *Plant Species Biol* 31(1): 19–28. DOI: <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12071>.
- Song, J., Shi, W., Liu, R., Xu, Y., Sui, N., Zhou, J. & Feng, G. (2017). The role of the seed coat in adaptation of dimorphic seeds of the euhalophyte *Suaeda salsa* to salinity. *Plant Species Biol* 32(2): 107–114. DOI: <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12132>.
- Sui, N., Li, M., Li, K., Song, J. & Wang, B.S. (2010). Increase in unsaturated fatty acids in membrane lipids of *Suaeda salsa* L. enhances protection of photosystem II under high salinity. *Photosynthetica* 48(4): 623–629. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11099-010-0080-x>.
- Sui, N. & Han, G. (2014). Salt-induced photoinhibition of PSII is alleviated in halophyte *Thellungiella halophila* by increases of unsaturated fatty acids in membrane lipids. *Acta Physiol Plant* 36(4): 983–992. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-013-1477-5>.
- Sui, N., Tian, S., Wang, W., Wang, M. & Fan, H. (2017). Overexpression of glycerol-3-phosphate acyltransferase from *Suaeda salsa* improves salt tolerance in *Arabidopsis*. *Front Plant Sci* 8: 1337. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01337>.
- Tada, Y., Kawano, R., Komatsubara, S., Nishimura, H., Katsuhara, M., Ozaki, S., Terashima, S., Yano, K., Endo, C., Sato, M., Okamoto, M., Sawada, Y., Hirai, M.Y. & Kurusu, T. (2019). Functional screening of salt tolerance genes from a halophyte *Sporobolus virginicus* and transcriptomic and metabolomic analysis of salt tolerant plants expressing glycine-rich RNA-binding protein. *Plant Sci* 278: 54–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.10.019>.
- Taji, T., Seki, M., Satou, M., Sakurai, T., Kobayashi, M., Ishiyama, K., Narusaka, Y., Narusaka, M., Zhu, J.K. & Shinozaki, K. (2004). Comparative genomics in salt tolerance between *Arabidopsis* and *Arabidopsis*-related halophyte salt cress using *Arabidopsis* microarray. *Plant Physiol* 135(^):1697–1709. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.104.039909>.
- Tanveer, M. & Shah, A.N. (2017). An insight into salt stress tolerance mechanisms of *Chenopodium album*. *Environ Sci Pollut Res* 24: 16531–16535. DOI: [10.1007/s11356-017-9337-2](https://doi.org/10.1007/s11356-017-9337-2).
- Tuteja, N. (2007). Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Methods Enzymol* 428: 419–438.
- Wang, H.L., Wang, L., Tian, C.Y. & Huang, Z.Y. (2012). Germination dimorphism in *Suaeda acuminata*: a new combination of dormancy types for heteromorphic seeds. *S Afr J Bot* 78: 270–275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.05.012>.
- Wang, F., Xu, Y.G., Wang, S., Shi, W., Liu, R., Feng, G. & Song, J. (2015). Salinity affects production and salt tolerance of dimorphic seeds of *Suaeda salsa*. *Plant Physiol Biochem* 95: 41–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.07.005>.
- Wang, F.X., Yin, C.H., Song, Y.P., Li, Q., Tian, C.Y. & Song, J. (2018). Reproductive allocation and fruit-set pattern in the euhalophyte *Suaeda salsa* in controlled and field conditions. *Plant Biosyst - Int J Dealing Aspects Plant Biosyst* 152(4): 749–758. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1330776>.
- Xu, Y., Zhao, Y., Duan, H., Sui, N., Yuan, F. & Song, J. (2017). Transcriptomic profiling of genes in matured dimorphic seeds of euhalophyte *Suaeda salsa*. *BMC Genomics* 18(1), 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12864-017-4104-9>.
- Yan, C., Wei, Y. & Yang, M. (2011). Comparative germination of *Tamarix ramosissima* spring and summer seeds. *EXCLI journal* 10: 198.

- Yuan, K., Rashotte, A.M., & Wysocka-Diller, J.W. (2011). ABA and GA signaling pathways interact and regulate seed germination and seedling development under salt stress. *Acta Physiol Plant* 33(2): 261–271. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-010-0542-6>.
- Yuan, F., Guo, J., Shabala, S. & Wang, B. (2019). Reproductive physiology of halophytes: current standing. *Front Plant Sci* 9: 1954. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01954>.
- Zhang, H., Zhang, G., Lü, X., Zhou, D. & Han, X. (2015). Salt tolerance during seed germination and early seedling stages of 12 halophytes. *Plant Soil* 388(1): 229–241. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2322-3>.
- Zhang, H., Zhu, J., Gong, Z. & Zhu, J. K. (2022). Abiotic stress responses in plants. *Nat Rev Genet* 23(2): 104–119. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41576-021-00413-0>.
- Zhang, S., Song, J., Wang, H. & Feng, G. (2010). Effect of salinity on seed germination, ion content and photosynthesis of cotyledons in halophytes or xerophyte growing in Central Asia. *J Plant Ecol* 3(4): 259–267. DOI: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtq005>.
- Zhang, X., Liao, M., Chang, D. & Zhang, F. (2014). Comparative transcriptome analysis of the Asteraceae halophyte *Karelinia caspica* under salt stress. *BMC Res Notes* 7(1): 927. DOI: <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-927>.
- Zhao, Y., Yang, Y., Song, Y., Li, Q. & Song, J. (2018). Analysis of storage compounds and inorganic ions in dimorphic seeds of euhalophyte *Suaeda salsa*. *Plant Physiol Biochem* 130: 511–516. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.08.003>.
- Zhou, C., Sun, Y., Ma, Z. & Wang, J. (2015). Heterologous expression of EsSPDS1 in tobacco plants improves drought tolerance with efficient reactive oxygen species scavenging systems. *S Afr J Bot* 96: 19–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.10.008>.
- Zhou, J.C., Fu, T.T., Sui, N., Guo, J.R., Feng, G., Fan, J.L. & Song, J. (2016). The role of salinity in seed maturation of the euhalophyte *Suaeda salsa*. *Plant Biosyst - Int J Dealing Aspects Plant Biosyst* 150(1): 83–90. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263504.2014.976294>.