

## Sürek Sıracaotu [*Scrophularia erzincanica* R.R.Mill (Scrophulariaceae)]'nın Polinatörleri ve Zararlı Böcekleri Üzerine Bir Araştırma

Engin Kılıç<sup>1</sup>, Faruk Yıldız<sup>2</sup>, Halil İbrahim Türkoğlu<sup>2</sup>, Ali Kandemir<sup>3</sup>  
Nalan Yıldırım Doğan<sup>3</sup>, Mehmet Bekdemir<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü, Erzincan, Türkiye

<sup>2</sup>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Erzincan, Türkiye

<sup>3</sup>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı, Erzincan Türkiye

<sup>4</sup>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Erzincan, Türkiye

\*Sorumlu yazar / Correspondence: cacabey24@gmail.com

Geliş/Received: 16.07.2020 • Kabul/Accepted: 19.10.2020 • Yayın/Published Online: 30.12.2020

**Öz:** Bu çalışma Erzincan'a özgü ve aromatik özelliğe sahip *Scrophularia erzincanica* R.R.Mill (Scrophulariaceae) türünün polinatörlerini belirlemek üzere 2019-2020 Nisan-Haziran ayları arasında yürütülmüştür. Polinatörlerin yanında, türe zarar verdiği görülen diğer böcek çeşitleri de tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda *Halictus quadricinctus* Fabricius (Halictidae) ve *Halictus pauxillus* Schnck. (Halictidae) türlerinin *S. erzincanica* için temel polinatörler olduğu anlaşılmıştır. *Eristalis tenax* L. (Syrphidae) ve *Eristalinus taeniops* Wiedemann (Syrphidae) türlerinin ise ikinci derece polinatörü olduğu belirlenmiştir. Bazı Coleoptera ve Lepidoptera türlerinin ise larva ve erginlerinin *S. erzincanica*'nın değişik kısımlarına zarar verdikleri gözlenmiştir. *S. erzincanica* için en önemli iki zararlıın Coleoptera takımından *Gymnetron villosulum* Gyllenhal ve *Cionus hortulanus* Geoffroy olduğu belirlenmiştir. Bu zararlıların özellikle meyvelere zarar verdiği görülmüştür. Ayrıca bazı predatör böceklerin de bitkiyi konak olarak kullandığı ve bitkiden nektar almak veya değişik amaçlar için gelen böcekleri avlamayı amaçladıkları gözlenmiştir. Türün yetiştirme ortamlarında polinatör ve zararlı olduğu bilinen fakat *S. erzincanica* ile doğrudan bir ilişkisi bulunmayan farklı böcek takımlarına ait başka böcek taksonları da tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen bu taksonlardan da söz edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Böcekler, polinatör, *Scrophularia erzincanica*

### A research on Pollinators and Pests of *Scrophularia erzincanica* R.R.Mill (Scrophulariaceae)

**Abstract:** This study was carried out between April and June of 2019 and 2020 in order to identify insects involved in pollination of *Scrophularia erzincanica* R.R.Mill which is aromatic and specific to Erzincan. Besides the pollinators, pests for the species were also been determined. As a result of the study, *Halictus quadricinctus* Fabricius (Halictidae) and *Halictus pauxillus* Schnck. (Halictidae) were the basic pollinators for *S. erzincanica*. *Eristalis tenax* L. (Syrphidae) and *Eristalinus taeniops* Wiedemann (Syrphidae) were determined as secondary pollinators. It was determined that the larvae and adults of some Coleoptera and Lepidoptera members damaged different parts of the species. The two most important pests for *S. erzincanica* were *Gymnetron villosulum* Gyllenhal and *Cionus hortulanus* Geoffroy from the order Coleoptera. These are particularly harmful to fruit. It has been observed that some predatory insects also use *S. erzincanica* as a host and aim to hunt the insects that come for different purposes such as taking nectar. Other insect taxa belonging to different insect orders, which are known to be pollinators and harmful but do not have a direct relationship with *S. erzincanica*, have been observed in the habitat of *S. erzincanica*. In this research, these taxa were also mentioned.

**Key words:** Pests, pollinators, *Scrophularia erzincanica*

## GİRİŞ

Çiçekli bitki türlerinin üreme başarılarında ve dağılımında en etkili olan faktörlerin başında bitki-polinatör ilişkileri gelmektedir. Fonksiyonel polinatör gruplarına göre bitkilerin üreme başarısı, çiçek fenolojileri ve eşey dağılımları da farklılıklar göstermektedir (Makrodimos vd., 2008).

Çiçekli bitkilerde tozlaşma, gelişip yeni bir organizmaya dönüşebilecek tohumların meydana gelmesi için ilk adım olmaktadır. Başta arılar olmak üzere, böcekler tarafından oluşturulan tozlaşma sonucu elde edilen ürün, insan gıdasının yaklaşık % 35'ini oluşturmaktadır (Free, 1993; Buchmann ve Nabhan, 1996). Polinasyon çiçekli bitkilerin tohumlarını ve gelişmelerini garantiye alan bir mekanizma olup, ayrıca bitki ve bitki populasyonları arasında gen akışını da sağlamaktadır (Klug ve Büneman, 1983; Kevan, 1999).

Son yıllarda dünyada besin üretiminde kritik role sahip doğal polinatörlerin iklimsel değişkenliklerden etkilenmesi küresel ölçekte "polinasyon krizi" olarak adlandırılmaktadır. Yapılan çalışmalarda yetiştiriciliği yapılan bal arılarının yabancı akrabaları kadar bitkilerin polinasyonunda etkili olamadıkları belirlenmiştir (Tylianakis, 2013). Küresel ısınmanın etkilerini, polinatörlerin azalmasının sebeplerini, polinatör ve bitkiler arasında iletişim ağlarının yapısını ve polinatörlere bağlı gıda üretiminin verimliliğini anlamak için bitki-polinatör ilişkileri üzerine çalışmanın yapılması büyük önem arz etmektedir.

Küresel iklim değişiklikleriyle beraber, habitat tahribatı ve değişiklikleri, çevre kirliliği ve yoğun pestisit ve insektisit kullanımı sebebiyle bitki-polinatör ilişkileri bozulmakta ve böcek biyoçeşitliliğinin de tehlikeye girdiği bildirilmektedir (Batra, 1995). Polinasyon krizine bağlı endemik ve nadir bitki birliklerinin tehlike altında olduğu, koruma önlemleri çerçevesinde öncelikli olarak polinatörlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara önem verilmesi gerekliliği vurgulanmaktadır (Ögür ve Tuncer, 2011). Keza, bitkiler ve onların polinatörleri arasındaki ilişkilerin korunmasıyla ekosistemin devamlılığına katkıda bulunulması mümkün olabilmektedir (Şahin vd., 2015).

Günümüze kadar Türkiye Florası ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların genellikle flora elemanlarını (olguları) belirleme üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Son yıllarda ülkemiz florasının anlaşılmasına yönelik olarak ileri teknikler kullanılmaya başlamasına karşın, bu çalışmaların daha çok revizyon niteliğinde sistematik çalışmalara odaklandığını söyleyebiliriz. Ülkemizin floristik zenginliğinin ortaya konmasında revizyon çalışmaları da kuşkusuz son derece önemlidir.

Ülkemizde polinatör böcek türlerinin sayısı ile ilgili net bir bilgi bulunmasa da, 25.000 üzerinde olduğu tahmin edilmektedir (Özbek, 2008). Dünyada bitki-polinatör ilişkileri üzerine yapılmış önemli çalışmalar bulunmasına karşın, Türkiye'de daha çok orman ekosistemimize dair böceklerin belirlenmesine yönelik çalışmalar öne çıkmıştır (Gülperçin ve Tezcan, 2016). Ayrıca meyve bahçelerinde bitki-polinatör ilişkilerinde rol oynayan elemanları analiz etmeden polinatör türlerini belirlemeye yönelik bazı çalışmalar da bulunmaktadır (Özbek, 2008; Duman vd., 2013). Bu çalışmalar genel olarak böceklerin yararlı-zararlı şeklinde gruplandırıldığı envanter çalışması niteliğinde olup, bitki-polinatör ilişkilerine dair detaylı verileri içermemektedir. Türkiye'de son zamanlarda tür temelli polinasyon çalışmaları (Celep vd., 2014; Hasbenli ve Ersoy, 2012a ve 2012b) ortaya konmaya başlanmıştır. Türkiye'de hem tür temelli hem de komünite düzeyinde bitki-polinatör ilişkilerine yönelik çalışmalarda önemli sayılabilecek bir boşluk bulunmaktadır.

Sıracaotu (*Scrophularia* L.) 220 cins ihtiva eden familyanın yaklaşık 350 tür içeren en geniş cinslerinden birisidir. Tıbbi ve aromatik özelliğe sahip ve geleneksel tedavide kullanılan çok sayıda türü içerir (Pasdaran ve Hamed, 2017).

Sıracaotu cinsi ülkemizde 77 taksonla (61 tür, 1 alttür ve 15 varyete) temsil edilmektedir. Bu taksonlardan 37'si endemiktir ve endemizm oranı % 48'dir. Türlerden bazılarının dağılımı Sürek Sıracaotu (*Scrophularia erzincanica*)'nda olduğu gibi oldukça sınırlı kalmıştır (Uzunhisarcıklı vd., 2019).

Bu çalışmayla, Erzincan'a özgü türlerden olan ve serpantin anakaya üzerinde akan yamaçlarda yayılış gösteren (nadiren serpantin alanlar dışında genç topraklardan oluşan yamaçlar) ve aromatik özelliğe sahip *Scrophularia erzincanica* R.R.Mill (Sürek sıracaotu) türünün polinatörlerini belirlemeye yönelik yapılmıştır.

### ***Scrophularia erzincanica* R.R.Mill (Scrophulariaceae) / Sürek Sıracaotu, Şekil 1.**

Tip örneği: [Turkey B7 Erzincan] inter Stirek et Albuschik, in herbidis, 6 v 1890, Sintenis 2157 (holo. LD); E. Anatolia. B7 Erzincan: Chama, nr Ausschin (Avşin), Sint. 1890:2182.

İlk olarak 1890 yılında Sintenis tarafından Erzincan Kemah ilçe sınırları içinde kalan Sürek-Alp köyleri arasından ve Avşin (günümüzde Şahintepe) Köyü çevresinden toplanmıştır. Türkiye'de yetişen diğer *Scrophularia* L. türlerinden birkteollerinin kuruzarsı kenarsız, yapraklarının 2-3-derin teleksi (ilk çıkan taban yaprakları bütün), taç loblarının beyaz ya da sarı kenarlı, çanak loblarının tüysüz ve sitaminodun yumurtamsı-küreğimsi olmasıyla ayırt edilir (Uzunhisarcıklı vd., 2018). *S. erzincanica*, Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı'na göre (Ekim vd., 2000) DD kategorisinde değerlendirilmiştir. Son yıllarda yapılan arazi çalışmaları sonucunda tür tip lokalitesi dışında Erzincan il sınırlarında 5 farklı lokalitede tespit edilmiştir. Beşikli Köyü (Kemah), Eriç (Kemah), Yücebelen arası (Kemah) 2. km'de, Erzincan-Sivas karayolunun yaklaşık 18. km'si ve Keşiş Dağı (Çadırtepe köyü üstü-Üzümlü) türün yayılış gösterdiği alanlardır. Ayrıca, türün habitat olarak serpantin ana kayadan oluşan yamaç döküntü toprakları tercih ettiği belirlenmiştir. Bunun yanında tür ender olarak serpantin ana kayadan oluşmayan alanlarda da yamaç döküntülü genç topraklarda çok nadir olarak göze çarpmaktadır. Toplamda 10.000'den az ergin bireyden

oluşturduğunun tahmin edilmesi (arazi çalışmasında gövde oluşturmayan ve rozet formunda çok sayıda birey tespit edilmiştir) ve hiçbir alt popülasyonda 1000'den fazla ergin bireyin bulunmaması nedeniyle IUCN kategorisinin EN [B2ac(i,iv); C2a(i)] olması önerilmiştir (Kandemir vd., 2015). İlde türün popülasyonunun en iyi olduğu alan Erzincan-Sivas karayolu güzergâhındaki Erzincan-Sakaltutan Geçidi arasındaki vadi yatağıdır. Ayrıca Kemah ilçesi, Eriç-Yücebelen köyleri arasındaki serpantin yamaçlarda bulunan popülasyonu, seyrek dağılımlı olmasına rağmen geri kalan diğer alanlara göre daha iyi sayılabilir (2020 yılı içinde bu alanlar yol yapımı nedeniyle büyük oranda tahrip edilmiştir).



Şekil 1. *Scrophularia erzincanica* R.R.Mill

## MATERYAL ve YÖNTEM

Türü doğal ortamında takip edebilmek amacıyla arazide ön çalışmalar yapılmış ve popülasyonun yoğun olduğu noktalar seçilmiştir. Araştırma süresince türün izlenmesi iki farklı noktada gerçekleştirilmiştir. 2019 yılında Sakaltutan Geçidi güzergâhında (Erzincan-Sivas karayolu) popülasyonun diğer alanlara göre daha yoğun olduğu bir nokta "tür izleme alanı" olarak belirlenmiştir. 2020 yılında aynı alan yeniden ziyaret edildiğinde hemen hemen *S. erzincanica*'ya ait bireye rastlanılmamıştır. Refahiye yönüne doğru ilk lokaliteden yaklaşık 1 km uzaklıkta bir alanda türün izlenmesi için yeterli sayıda bireyden oluşan başka bir altpopülasyonuna rastlanmıştır. Bu nokta 2020 yılında ikinci "tür izleme alanı" olarak seçilmiştir (Şekil 2).



**Şekil 2.** *Scrophularia erzincanica* takip alanı (p1=altpopülasyon 1, p2=altpopülasyon 2)

*S. erzincanica*'nın çiçeklenme döneminin başlangıcı Nisan ayının ilk haftaları, sonu ise Mayıs sonunu bulabilmektedir. Arazi çalışmasında, çiçeklenme dönemi boyunca haftada en az 3 kez olmak üzere 09.00-15.00 saatleri arasında türü ziyaret eden polinatörler ve diğer böcekler takip edildi. Atrap ve aspiratör yardımıyla tür üzerinde ve çevresinde bulunan böcek örnekleri toplandı. Korolla tüpünden içeri uzanarak nektar alan ve çiçek kısımlarına tutunarak polen toplayan böcekler polinatör olarak kabul edildi. Çiçeklere ve polinatörlere ait fotoğraflar ve video kayıtları Canon Eos 5 D Mark 4 kamerada 58 mm makro lens kullanılarak çekildi. Fotoğraf ve video kayıtlarının çözülmesiyle nektar alıcı ve polen toplayıcı böcekler teyit edildi. Polinatörleri izleme saatleri hem araştırmanın ilk günlerinde yapılan ön arazi çalışmalar, hem de *Scrophularia* cinsi ile ilgili yapılmış polinasyon çalışmalarından (Olivencia ve Alcaraz 1993a ve 1993b; Thomson, 2019) yararlanılarak belirlendi. *Scrophularia* çiçeklerinde çiçeklenme başlangıcında stilusun dışarıda, anterlerin içeride olduğu safha 'dişi faz', anterlerin korolla dışına çıktığı safha 'erkek faz' olarak bilinmektedir (Lopez vd., 2016). Polinatörlerin çiçek ziyaretlerinde ziyaret edilen çiçeklerin hangi fazda olduğu da kaydedildi. Deneme alanlarında bitki üzerinde bulunan böceklerin izlenmesi polinatörlerin ziyaret saatleri ile sınırlı tutuldu. Bu süre içerisinde bitkinin herhangi bir kısmını yiyen ve tohum sayımı esnasında meyve içine yerleşerek tohum sayısını azalttığı tespit edilen böcekler zararlı olarak kabul edildi. Arazi çalışmasında toplanan böcekler polietilen torbalara konularak laboratuvara araç içi buz kutusunda taşındı. Bazen de örnekler %70'lik alkol içerisinde muhafaza edilerek laboratuvara ulaştırılması sağlandı. Laboratuvara getirilen materyaller iğnelenip etiketlendi. Böcek teşhisleri Özbek (1979), Dikmen ve Aytekin (2011), Kostal ve Caldara (2019), Sert ve Çağatay (1999) ve Ecevit ve Mennan (2000)'a göre Engin KILIÇ tarafından yapıldı. Böcek teşhisleri için Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü entomoloji laboratuvarında bulunan Leica M165C model stereo mikroskop kullanıldı. Çiçeklenme dönemi boyunca bitki tarafından yoğun ve hoş olmayan bir koku yayılmaktadır. Kokunun yoğunluğu rüzgârsız ve yağmursuz havalarda polinatörlerin ziyaret saatleriyle örtüşecek şekilde arttığından gözlem süresince koku yoğunluğuna bağlı olarak böcek davranışları kaydedilmeye çalışıldı.

## SONUÇLAR ve TARTIŞMA

*S. erzincanica* Nisan ayının başlangıcından itibaren çiçek tomurcukları oluşturmaya başlamaktadır. Çiçeklenmenin ilk aşamasında stilus dışarı çıkmaktadır (dişi faz). Dişi fazı takiben ilk önce korolladan 2 anter dışarı uzanır. İlerleyen günlerde çıkışa diğer iki stamen daha eşlik eder (erkek faz). *S. erzincanica*'da korolla parçalarına benzeyen staminodun (Şekil 3) hem stilus hem de flamantleri bir mancınık gibi bastırarak hareketlerini yönlendirdiği görülmüştür. Staminod aynı zamanda nektar hırsızlarının nektar çalmalarını engelleyen mekanik bir kapak görevi yapmaktadır. Çiçeklerin diseksiyonunda nektar damlacıklarının korolla tüpünün tam tabanında bulunduğu görülmüştür. Bu durum, staminodların aynı zamanda polinatörler için nektar kılavuzu olarak rol oynadıklarını da göstermektedir.

*S. erzincanica*'nın yaşam alanında bulunan böcek türlerinin Nisan ortalarından itibaren aktifleşmeye başladığı görülmüştür. Çevrede tespit edilen böcekler sınıflandırıldığında; 5 takıma ait 20 familyanın üyesi olan 25 tür belirlenmiştir. Böceklerin fonksiyonları dikkate alındığında, 11 polinatör (5 i nektar toplayıcısı), 11 zararlı ve 3 predator (avcı) olduğu görülmüştür. Bu böceklerden ziyaret sıklığı ve çiçekte kalma süreleri dikkate alındığında

*Halictus quadricinctus* Fabricius (Hymenoptera-Halictidae) ve *Halictus pauxillus* Schnck. (Hymenoptera-Halictidae) taksonlarının tozlaşmada en etkin polinatörler olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4). Bu polinatörler hem erkek hem dişi fazda çiçekleri ziyaret etmektedir. *H. quadricinctus*'un polen ve nektar toplayıcısı olduğu, *H. pauxillus*'a göre çiçekte kalma sürelerinin daha uzun belirlenmiştir. *H. pauxillus* nektar toplayıcısı olarak gözlenmiş ve özel olarak polen toplamaya odaklanmadığı saptanmıştır. Bunun yanında çiçek ziyaretlerinde yakalanan bireylerin vücut kısımlarında stereo mikroskop altında incelenmesi sonunda bol miktarda polen taneleri saptanmıştır. *H. pauxillus*'un nektar alımı esnasında hem anterlere hem de sitilusa temas etmesi nedeniyle tozlaşmada etkin olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3. *Scrophularia erzincanica* çiçeğinde staminod (ortada)

Bu iki türün dışında çevrede bulunan polinatörlerin diğer bitki türleriyle ilgilendiği görülmüştür. Ergan Dağı (Erzincan)'nda yürütülen başka bir çalışmada *Scrophularia fatmae* Kandemir & İlhan (Scrophulariaceae) (Dağ Güzeli) türüne ait temel iki polinatörün (*Bombus Latreille* sp. ) alanda bulunmasına karşın *S. erzincanica* çiçeklerini ziyaret etmediği gözlenmiştir. *S. erzincanica*'nın çiçek sapının ince, korollanın ağız kısmının aşağıya dönük olması ile staminodun korolla tüpünün üst kısmında yer almasının daha büyük vücut yapısına sahip *Bombus* türlerinin çiçeğe girişlerini engellediği sonucuna ulaşılmıştır. Zira Bombusların polinatör olduğu *S. fatmae* türünde çiçek sapı çok kısa ve sağlam, korolla ağız yan yönelimli ve staminod korolla tabanında yer almaktadır. *S. erzincanica* ile aynı ortamı paylaşan ve çiçek sapının çok kısa ve korolla ağzının yana dönük olan *Muscari massayanum* C.Grunert türünün Bombuslar tarafından ziyaret ediliyor olması *S. erzincanica* türüne ait gözlemleri desteklemektedir. Polinatör ziyaretlerinin çiçeklenme süresince açık güneşli havalarda 12.00-14.00 aralığında gerçekleştirildiği, polinatörlerin çiçekte kalma sıklığının nektar toplama sırasında 5-40 sn sürdüğü görülmüştür. *S. erzincanica*'da tek polen toplayıcı konumunda olan *H. quadricinctus*'un polen toplama esnasında çiçekte geçirdiği sürenin 2,5 dk ya çıktığı kayıt edilmiştir. Gerek arazi gözlemleri, gerekse literatürler dikkate alındığında (Thomson, 2019) polinatör

gözlemleri gün ışığında gerçekleştirilmiştir. Literatürler incelendiğinde *Scrophularia* türleri ile ilgili polinatör tespit çalışmalarının (özellikle Akdeniz havzasında) gündüz saatlerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Yine literatürlere göre cinse ait türlerin polinatörlerinin genellikle gündüz aktif olan arılar olduğu rapor edilmiştir (Olivencia vd., 2012). Akdeniz havzasında cinse ait türlerin gece aktif polinatörleri olup olmadığı yönünde bir literatüre rastlanmamıştır.

*H. quadricinctus*, *S. erzincanica* çiçeğinin hemen hemen iki katı büyüklüğünde olup, çiçeklenmenin başlangıcında (dişi faz) nektar, çiçeklenmenin zirvede olduğu dönemde (erkek faz) hem nektar hem de polen ve yaşlanmış çiçeklerde polen amaçlı ziyaretlerde bulunduğu tespit edilmiştir. Daha küçük boyutlu olan diğer polinatör *H. paucillus* yaklaşık olarak korolla tüpü uzunluğunda olup, her iki fazda da nektar toplamak için çiçekleri ziyaret etmektedir. *H. quadricinctus* türüne göre daha hızlı hareket eden bu takson agresif ve elle temas halinde hemen sokma eğilimi göstermektedir. *H. quadricinctus* ile kıyaslandığında bitkiyi daha az ziyaret etmekte ve çiçekte geçirdiği süre daha kısadır. Ortalama 4 *H. quadricinctus* ziyareti karşılık 1 *H. paucillus* ziyareti gerçekleşmektedir.

*Halictus* Latreille cinsi yaban arıları, Akdeniz Bölgesi, Türkiye ve diğer Ortadoğu ülkelerinde oldukça fazla çeşitlilik içermektedir (Dikmen vd., 2011). *H. quadricinctus* Türkiye’de yaz aylarında 2000 m’ye kadar yükseltisi olan stepelerde yaygın olarak bulunmaktadır (Grace, 2010). Yine *H. quadricinctus* ve *H. paucillus* türlerinin Erzincan ve çevresindeki illerde yayılışı olduğuna ait kayıtlara ulaşılmıştır (Özbek, 1979). Erzurum ve çevresinde *H. quadricinctus*’un *Medicago sativa* L. ve *Onobrychis sativa* L. kültür bitkilerinin polinasyonunda rol oynadığı rapor edilmiştir. Ayrıca bu polinatörün Ürdün’de *Helianthus annuus* L. (ayçiçeği), orkide ve tarım alanlarında yaygın olduğu tespit edilmiştir (Dikmen ve AYTEKİN, 2011). Bu polinatörün Türkiye doğal florasında hangi türlerin polinasyonunda rol oynadığına ilişkin daha önceden yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

*S. erzincanica* için ikinci derece polinatörlerin ise çiçekleri nektar için ziyaret eden bir sinek türü olan *Eristalis tenax* L. (Syrphidae) ve *Eristalinus taeniops* Wiedemann (Syrphidae) olduğu gözlenmiştir.

Scrophulariaceae ve ona yakın familyalarda vazo ve çan şekilli korollanın yaygın olması nedeniyle “arılarla polinasyon” temel tozlaşma biçimidir. Buna karşın familyanın çiçek şekli, rengi ve böcekleri çiçeklere çeken nektar gibi faktörlerin değişkenliği dolayısı ile sineklerin de içinde bulunduğu çok farklı böcek grupları familya üyeleri için polinatör olarak görev yapmaktadır (Kampny, 1995).

*Scrophularia* cinsinin üreme biyolojisi ile ilgili yapılan en kapsamlı çalışmalardan birinde, cinse ait temel polinatörlerin yaban arıları ve Syrphidae familyasına ait türler olduğu belirtilmiştir. Cinse ait *Canina* seksiyonunda ise Syrphidae üyelerinin en önemli polinatörler olduğu görülmektedir (Olivencia ve Alcaraz, 1993a).

Scrophulariaceae familyasından *Mimulus repens* R. Br. türünün polinasyonu ile yapılmış olan araştırmada *E. tenax*’ın çiçekleri ziyaret ettiği ve anterlerden dışarı saçılan polenleri yediği gözlemlenmiş, ayrıca polenlerin yanında diğer bitkisel salgılarla da beslendiği rapor edilmiştir (Böcher ve Philipp, 1985). Bu literatürde olduğu gibi *E. tenax*’ın *S. erzincanica*’da korolla boğazından içeriye uzanarak nektar topladığı ve bu esnada vücut kıllarına polenlerin bulaştığı görülmüştür. Türün Doğu Anadolu’da yayılış gösterdiği bilinmektedir (Gözüaçık ve Özgen, 2018).

*E. tenax* polen yemek ve nektarla beslenmek için kokulu bitkileri ziyaret etmekte ve polenlerin aminoasit içerikleri, çiçek renkleri ve staminod gibi yapıların türe nektar ve polenlere ulaşmak için kılavuzluk ettiği belirlenmiştir (Woodcock vd., 2014). *S. erzincanica*’da nektarların korolla tüpünün tabanında staminodların tam alt kısmında biriktiği tespit edilmiştir. *E. tenax* dahil tüm polinatörlerin staminodların sağ ve sol tarafındaki açıklıktan korolla tüpünün içine uzanıyor olması staminodların polinatörlerin nektara ulaşımında kılavuz rolü üstlendiği söylenebilir.

Çiçek büyüklüklerine bakıldığında korolla giriş çapının 2,2 mm, korolla taban çapının 4,1 mm ve korolla tüpü derinliğinin 5,2 mm olduğu görülmüştür. Polinatör büyüklükleri dikkate alındığında; polinatör böceklerin vücut büyüklükleri çiçek büyüklüklerinden belirgin bir şekilde daha fazladır. Polinatörler başkasımları korolla ağzını tamamen doldurmakta ve nektara ulaşmada polinatör ağız uzantılarının önemli bir fonksiyon gördüğü anlaşılmaktadır. Literatürlere bakıldığında da çiçekleri ziyaret eden polinatörlerin, çiçeklerin açık, kapalı, tüpsü olup olmamasına göre büyüklüğünden ziyade ağız parçalarının uzunluğunun öne çıktığı vurgulanmaktadır (Celep vd., 2014; Szucsich ve Krenn, 2002; Karolyi vd., 2012).

Her ziyarette polinatörün uğradığı çiçek sayısının çiçeklenme dönemine göre değiştiği fark edilmiştir. Örneğin çiçeklenmenin ilk aşamasında ziyaret edilen çiçek sayısı bir veya 2 iken, çiçeklenmenin zirvede olduğu dönemlerde bu oran artış gösterebilmektedir.

Çiçekli bitkiler için en etkili polinatörlerin başında arılar gelmektedir. *E. tenax* ve *E. taeniops* türlerinde içinde yer aldığı Syrphidae familyası üyelerinin bazı bitkilerin polinasyonunda en az arılar kadar etkin olduğu belirtilmektedir (Irshad, 2014). Bu türlere çalışmanın gerçekleştirildiği ilk yıl sıklıkla rastlanmış ve nektar toplayıcısı olduğu görülmüştür. Çalışmanın ikinci yılında ise nadiren rastlanmıştır. Bunun sebebi konusunda herhangi bir veri elde edilememiştir.

*Vespinæ* altfamilyasına ait yaban arıları önemli tozlaştırıcılar arasında yer almaktadır (Douwes vd., 2012). Çalışma sırasında bu altfamilyadan *Vespa Velutin* cinsine ait türü belirlenememiş olan bireyler toplanmıştır. Fakat bu bireylerin *S. erzincanica*’nın ortamında bulunmasına rağmen, iki vejetasyon döneminde de türün çiçeklerini ziyaret ettikleri görülmemiştir.

Çevrede birçok başka polinatör böcek çeşidine daha rastlanmıştır. Fakat bu polinatörlerin ortamdaki diğer bitki türlerini ziyaret ettiği görülmüştür. Gerek arazi gerekse laboratuvar çalışmaları sonunda tespit edilen böcekler Tablo 1’de verilmiştir. Tabloda “\*” ile belirtilen türler *S. erzincanica* ile ilişkili olan türlerdir. Tabloda zararlı polinatörler

olarak belirtilen ve *S. erzincanica* üzerinde görülen böcek çeşitlerinin anter, stamen ve stigma ile temas ettikleri belirlenmemiştir. Dolayısıyla bu böcek çeşitleri *S. erzincanica*'nın polinatörleri olarak kabul edilmemiştir.



Şekil 4. *Scrophularia erzincanica*'nın temel polinatörleri, *Halictus quadricinctus* (üstte) ve *H. pauxillus* (altta)

**Tablo 1.** *Scrophularia erzincanica*'nın yaşam ortamında belirlenen böcek çeşitleri (\**S. erzincanica* ile ilişkili olan böcekler)

Takım	Familiya	Cins/Tür	Açıklama
Coleoptera	Alleculidaeae	* <i>Omoplus caucasicus</i> Kirsch	Zararlı polinatör
Coleoptera	Alleculidaeae	* <i>Omoplus flavipennis</i> Kuster	Zararlı polinatör
Coleoptera	Alleculidaeae	* <i>Omoplus proteus</i> Kirsch	Zararlı polinatör
Coleoptera	Scarabeidae	* <i>Oxythyrea cinctella</i> Schaum	Zararlı polinatör
Coleoptera	Bubresitidae	<i>Capnodis</i> Eschscholtz sp.	Zararlı
Coleoptera	Elateridae	<i>Agrotis</i> Ochseneheimer sp.	Zararlı
Coleoptera	Coccinellidae	* <i>Coccinella septempunctata</i> L.	Predatör
Coleoptera	Melyridae	<i>Enicopus pilosus</i> Scopoli	Zararlı polinatör
Coleoptera	Cleridae	<i>Trichodes punctatus</i> Fischer von Waldheim	Zararlı polinatör
Coleoptera	Curculionidae	* <i>Cionus hortulanus</i> Geoffroy	Zararlı
Coleoptera	Curculionidae	* <i>Gymnetron villosulum</i> Gyllenhal	Zararlı
Diptera	Syrphidae	* <i>Eristalis tenax</i> L.	Nektarla beslenir / polinatör (parazitoid)
Diptera	Syrphidae	* <i>Eristalinus taeniops</i> Wiedemann	Nektarla beslenir / polinatör (parazitoid)
Hemiptera	Lygaeidae	* <i>Spilostethus pandurus</i> Scopoli	Predatör
Hemiptera	Reduviidae	* <i>Rhynocoris cuspidatus</i> Ribaut	Predatör
Homoptera	Cercopidae	<i>Cercopis intermedia</i> Kirschbaum	Zararlı
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> L.	Polinatör
Hymenoptera	Bombicidae	<i>Bombus nivatus</i> Kriechbaumer	Polinatör
Hymenoptera	Andrenidae	<i>Andrenea</i> sp.	Polinatör
Hymenoptera	Halictidae	* <i>Halictus quadricinctus</i> Fabricius	Polinatör
Hymenoptera	Halictidae	* <i>Halictus pauxillus</i> Schnck.	Polinatör
Hymenoptera	Vespidae	* <i>Vespa</i> Velutin sp.	Nektarla beslenir / polinatör
Hymenoptera	Megashlidae	<i>Megachile</i> sp. Latreille	Polinatör
Hymenoptera	Formicidae	* <i>Formica</i> sp.	Nektarla beslenir
Lepidoptera	Nyphalidae	* <i>Vanessa cardui</i> L.	Nektarla beslenir / polinatör

*Gymnetron villosulum* Gyllenhal (Şekil 5) *S. erzincanica* meyveleri ile beslenen en önemli zararlı olduğu tespit edilmiştir. *Gymnetron* Schönherr üyeleri Scrophulariaceae ve Plantaginaceae familyaları için gal oluşturan, bitki dokularıyla beslenen parazit böcek türleridir. Ayrıca *Gymnetron* türlerinin larvaları bu familyaya ait bitki dokuları içinde gelişebilmektedir (Hernández-Vera vd., 2019). Benzer bir şekilde *S. erzincanica*'da *G. villosulum*'un bitki kısımlarını yediği ve olgun meyvelerinin içinde ergin bireyler halinde bulunabildiği belirlenmiştir. Bu zararlının ergin bireylerine tohum sayımı yapmak üzere toplanan ve 7 ay sonra incelenen bazı meyvelerde bile rastlanmıştır. Bu durum, meyve olgunlaşmadan önce böceğin yumurtasını ovaryuma bıraktığını göstermektedir.



Şekil 5. *Gymnetron villosulum*

*S. erzincanica* için önemli zararlılarından birisi de *Cionus* Clairville sp. cinsine aittir. Türkiye'de *Cionus* cinsine ait 12 tür olduğu bildirilmektedir (Erbey ve Candan, 2015). Bu cinse ait türlerin *Verbascum* L. ve *Scrophularia* L. cinsi üyeleri için zararlı olduğuna ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Aydın ve Colonnelli, 2011; Kostal ve Caldara, 2019). *S. erzincanica* üzerinde tespit edilen türün ise *Cionus hortulanus* Geoffroy olduğu teşhis edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. *Cionus hortulanus*

Scrophulariaceae familyasındaki cinslerin yaklaşık % 30'unda staminod bulunmaktadır (Rodríguez-Riaño, vd., 2015). Stamen hareketleri bitkilerin kendileşmesini önlemek ve polenlerin anterlerden ani dağılımını engellemek için yeterli değildir. Staminodlar stamenler tarafından gerçekleştirilemeyen bazı olayları kontrol ederek verimliliği artırmaktadırlar (Walker-Larsen ve Harder, 2000). Staminodların fonksiyonlarının tam olarak anlaşılmamış olmasına karşın çiçeklerde çiçeğin görünümünü değiştirmek, polinatörlere nektarlara ve polenlere ulaşması yanında üreme organlarına temas etmesi için kılavuzluk etmek ve nektar hırsızlığını önlemek gibi fonksiyonları olduğu rapor edilmektedir (Rodríguez-Riaño, vd., 2015). Staminodların *Scrophularia* cinsinin polinasyonunda önemli fonksiyonlar gördüğü düşünülmektedir. *S. erzincanica*'da olduğu gibi korolla tüpünün üst bölümüne yerleşmiş staminodlar özellikle kuraklık koşullarda yetişen *Scrophularia* türleri için polinatörlerin çiçek ziyaretlerini teşvik eden bir çekici olarak iş gördüğü, fonksiyonları tam olarak bilinmeyen staminodların nektar hırsızlığını önlediği, polinatörlerin çiçek ziyaret sıklığının arttırdığı, su baskımına karşı çiçeği koruduğu ileri sürülmektedir (Lopez vd., 2016). Bunun yanında *Scrophularia* cinsinde staminodların nektar hırsızlığını engellemediği, böceklerin çiçek ziyaret sürelerini etkilemediği fakat çiçeğin yağmur suyu tarafından etkilenmesini önlediğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Rodríguez-Riaño, vd., 2015). *S. erzincanica*'da staminodun türün polinasyonunda önemli olabileceği düşünülmektedir. Çiçeğin girişine bariyer oluşturması ve hareketine bağlı olarak gün içinde stilus ve stamenlerin pozisyonlarını-yönelimlerini değiştirmiş olması ilginç bir gözlem olarak kaydedilmiştir. Ayrıca ortamda çok sayıda başka polinatörler bulunmasına karşın *S. erzincanica* çiçeklerini vücut büyüklüğü birbirine benzer 4 farklı polinatörün ziyaret ediyor olması ve nektar birikiminin staminod tabanında gerçekleşmesi staminodların bitkinin polinatörlerinin özelleşmesinde ve onlar için nektar kılavuzu olarak iş gördüğünü düşündürmektedir.



Bitki türlerinin önemli bir kısmı allogamiyi (başka bireylere ait çiçek polenleriyle tozlaşarak) tercih etmesine karşın birçok türde özellikle polinatörlerin iş görmediği durumlarda otogamiye (aynı çiçek tarafından üretilen polenle tozlaşarak) yönelim söz konusudur. Örneğin *Tetracentron sinense* Oliv. (Trochodendraceae) bitkisi ile yapılan çalışmada, polinatörlerin açık havalarda etkili olduğu, bitkinin allogamiye eğilimli olmasına rağmen özellikle kapalı ve yağmurlu havalarda polinatör aktivitelerinin düşmesiyle otogamiyi tercih ettiği tespit edilmiştir (Gan vd., 2013). Değişik koşullar altında bitki türlerinin bu şekilde karışık tozlaşma biçimlerine başvurdukları bilinmektedir (Jones, vd., 2013). Benzer şekilde *S. erzincanica*'da üreme organlarının hareketini koordine eden (stamenlerin sitalusa yanaşmasını veya uzaklaşmasını) staminodların türün polinatör varlığında veya yokluğunda otogami veya allogamiye başvurmasında rol oynayabileceği tahmin edilmektedir. Araştırma sonuçlarına göre sitaminod, stilius ve stamenlerin hareketine dair mekanizma tam olarak anlaşılammıştır. Bu bakımdan gelecekte konuya ilişkin kontrollü ve daha uzun süreli araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Literatürlere göre *Scrophularia* cinsinin polinatörlerine ilişkin çalışmalar bu araştırmada olduğu gibi gündüz saatlerinde gerçekleştirilmiştir (Olivencia vd., 2012; Olivencia ve Alcaraz, 1993a ve 1993b). Bununla birlikte gelecekte gün ışığı dışında da aktif polinatörlerinin olup olmadığı yönünde başka çalışmaların yapılması türün bitki-polinatör ilişkilerinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacaktır.

Araştırmanın ilk yılı polinatörlerden *E. tenax* ve *E. taeniops* çiçekleri yoğun olarak ziyaret ederken ikinci yılda çiçek ziyaretlerini nadiren gerçekleştirdiği görüldü. İkinci yıl ise *H. quadricinctus* ve *H. paucillius* çiçek ziyaretlerine devam eden başlıca polinatörler olarak kayıt edilmiştir. Polinatör ziyaretlerinde (*E. tenax* ve *E. taeniops*) görülen bu değişimin nedenlerinin anlaşılması için daha uzun yıllar sürecek araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

*S. erzincanica*'da bitki yoğun salgı tüyler ile kaplıdır. İki yıllık arazi gözlemlerinde zararlı böceklerin çiçeklenmenin sona ermeye başladığı ve bitkinin yaydığı kesif kokunun azaldığı dönemlerde yoğunlaştığı görülmüştür. *Scrophularia* ve familyaya ait başka cinslerin türlerinde belli böceklere karşı öldürücü (insektisit) ve uzaklaştırıcı (repellent) maddeler olduğu belirlenmiştir (Pasdaran vd., 2013; Sadgrove vd., 2016). *S. erzincanica*'da böcek- bitki ilişkilerinin daha iyi anlaşılması açısından içerdiği sekonder metabolitlerin yetiştirme ortamında bulunan değişik böcek türlerine karşı insektisit ve repellent etkilerinin olup olmadığının ortaya koyması önem arz etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 218Z002 nolu proje ile destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz. Polinatör fotoğraflarının bazıları Erzincan Bahçe Kültürleri Enstitüsü Araştırma Laboratuvarında bulunan mikroskop kullanılarak elde edilmiştir. Bu katkısından dolayı ilgili kuruma da teşekkür etmeyi bir borç kabul ederiz.

Bu çalışma, Prof. Dr. Ali Kandemir'in danışmanlığını yaptığı doktora öğrencisi Faruk Yıldız'ın "*Scrophularia fatmae* Kandemir & İlhan (Scrophulariaceae) ve *Scrophularia erzincanica* R.R.Mill (Scrophulariaceae), Türlerinde Polinatör Çeşitliliğinin Genetik Çeşitlilik ve Üreme Başarısı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi" adlı doktora tezi kapsamında üretilmiştir.

## KAYNAK LİSTESİ

- Avgın, S.S. ve Colonnelli, E. (2011). Curculionoidea (Coleoptera) from southern Turkey. *African Journal of Biotechnology* 10(62): 13555-13597.
- Batra, S.W.T. (1995). Bees and pollination in our changing environment. *Apidologie* 26: 361– 370.
- Böcher, J. ve Philipp, M. (1985). Aspects of the reproductive biology of *Mimulus repens* (Scrophulariaceae) at Lake Ellesmere, Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 23(1): 141-149.
- Buchmann, S.E. ve Nabhan, G.P. (1996). *The Forgotten Pollinators*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Celep, F., Atalay, Z., Dikmen, F., Doğan, M., ve Classen-Bockhoff, R. (2014). Flies as pollinators of melittophilous *Salvia* species (Lamiaceae). *American Journal of Botany* 101(12): 2148-2159.
- Dikmen F. ve Aytakin A.M (2011). Notes on the *Halictus* Latreille (Hymenoptera: Halictidae) fauna of Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 35(4): 537-550.
- Dikmen, F., Radchenko, V.G. ve Aytakin, A.M. (2011). Taxonomic studies on the genus *Halictus* Latreille, 1804 in Turkey: (Hymenoptera: Halictidae). *Zoology in the Middle East* 54(1): 79-100.
- Douwes, P., Abenius, J., Cederberg, B., Wahlstedt, U., Hall, K., Starkenberg, M. ve Östman, T. (2012). *Nationalnyckeln Till Sveriges Flora Och Fauna. Steklar: Myror-Getingar. Hymenoptera: Formicidae-Vespidae*. Uppsala: ArtDatabanken, SLU.
- Duman, M., Mutlu, Ç., Büyük, M. ve Karaca, V. (2013). Karacadağ çeltik ekim alanlarında bulunan faydalı böcek, örümcek ve polinatör türlerin belirlenmesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi* 4(1): 53-64.
- Ecevit, O. ve Mennan, S. (2000). *Entomoloji'de Laboratuvar Yöntemleri*. Ondokuz Mayıs Üniv. Yay. (35), Samsun.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. ve Adıgüzel, N. (2000). *Red Data Book of Turkish Plants (Pteridophyta ve Spermatophyta)*. Türkiye Tabiatı Koruma Derneği ve Van 100. Yıl Üniv. Yay., Ankara.
- Erbey, M. ve Candan, S. (2015). Comparative morphology of scales in *Cionus* Clairville, 1798 (Coleoptera: Curculionidae) species. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 3: 246-249.

- Free, J.B. (1993). *Insect Pollination of Crops*. 2. Baskı. Academic Press, London.
- Gan, X., Cao, L., Zhang, X., ve Li, H. (2013). Floral biology, breeding system and pollination ecology of an endangered tree *Tetracentron sinense* Oliv.(Trochodendraceae). *Botanical Studies* 54(1): 50.
- Grace, A. (2010). *Introductory biogeography to bees of the Eastern Mediterranean and Near East* (ss. 284). Bexhill-on-Sea (Sussex): Bexhill Museum.
- Gözüaçık, C. ve Özgen, İ. (2018). Contribution to the Syrphidae (Diptera) fauna in the cereal fields of Southeastern Anatolia, Turkey. *Munis Entomology & Zoology* 13:522-526.
- Gülperçin, N. ve Tezcan, S. (2016). Türkiye orman ekosistemlerinin elateridae (insecta: coleoptera) faunası üzerinde bir değerlendirme. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 18(1): 132-144.
- Hasbenli, A. ve Ersoy, D.E. (2012a). *Sideritis akmanii*'nin Polinasyonu. *Kırgızistan I. Uluslar Arası Biyoloji Kongresi*. Bildiri Kitabı Cilt 1, 24-26 Eylül, Bişkek.
- Hasbenli, A. ve Ersoy, D.E. (2012b). *Stachys tmoleda*'nın tohum üretiminde böceklerin etkinliği. *Kırgızistan I. Uluslar Arası Biyoloji Kongresi*. Bildiri Kitabı Cilt 1, 24-26 Eylül, Bişkek.
- Hernández-Vera, G., Tošovskı, I., Caldara, R. ve Emerson, B.C. (2019). Evolution of host plant use and diversification in a species complex of parasitic weevils (Coleoptera: Curculionidae). *PeerJ* 7: e6625. <https://doi.org/10.7717/peerj.6625>
- Irshad, M. (2014). Role of Syrphids (Diptera: Syrphidae) as biotic agents and pollinators in Pakistan. *Journal of Bioresource Management* 1(2): 1-9.
- Jones, N. T., Husband, B. C. ve MacDougall, A. S. (2013). Reproductive system of a mixed-mating plant responds to climate perturbation by increased selfing. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280(1766): 20131336. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.1336>
- Kampny, C.M. (1995). Pollination and flower diversity in Scrophulariaceae. *The Botanical Review* 61(4): 350-366.
- Kandemir, A., Korkmaz, M., Sevindi, C., ve Çelikoğlu, Ş. (2015). Erzincan (Türkiye)'a özgü endemik bitki taksonlarının IUCN tehdit kategorileri. *Bağbahçe Bilim Dergisi* 2(1): 43-65.
- Karolyi, F., Szucsich, N.U., Colville, J.F. ve Krenn, H.W. (2012). Adaptations for nectar-feeding in the mouthparts of long-proboscid flies (Nemestrinidae: Prosoeca). *Biological Journal of the Linnean Society* 107(2): 414-424.
- Kevan, P.G. (1999). Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 373-393.
- Klug, M. ve Büneman, G. (1983). Pollination: wild bees as an alternative to the honey bee? *Acta Horticulturae* 139: 59-64.
- Košfál, M. ve Caldara, R. (2019). Revision of Palaearctic species of the genus *Cionus* Clairville (Coleoptera: Curculionidae: Cionini). *Zootaxa* 4631(1): 1-144.
- Lopez, J., Rodríguez-Riaño, T., Valtueña, F.J., Pérez-Bote, J.L., González, M. ve Olivencia, A.O. (2016). Does the *Scrophularia* staminode influence female and male functions during pollination? *International Journal of Plant Sciences* 177(8): 671-681.
- Makrodimos, N., Bliionis, G. J., Krigas, N. ve Vokou, D. (2008). "Flower morphology, phenology and visitor patterns in an alpine community on Mt Olympos, Greece". *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 203(6): 449-468.
- Olivencia, A.O. ve Alcaraz, J.A.D. (1993a). Sexual reproduction in some *Scrophularia* species (Scrophulariaceae) from the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *Plant Systematics and Evolution* 184(3-4):159-174.
- Olivencia, A.O. ve Alcaraz, J.A.D. (1993b). Floral rewards in some *Scrophularia* species (Scrophulariaceae) from the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *Plant Systematics and Evolution* 184(3-4): 139-158.
- Olivencia, A.O., Rodríguez-Riaño, T., Pérez-Bote, J.L., López, J., Mayo, C., Valtueña, F.J. ve Navarro-Pérez, M. (2012). Insects, birds and lizards as pollinators of the largest-flowered *Scrophularia* of Europe and Macaronesia. *Annals of Botany* 109(1): 153-167.
- Ögür, E. ve Tuncer, C. (2011). The effects of global warming on insects. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 26(1): 83-90.
- Özbek, H. (1979). Doğu Anadolu Bölgesi Halictidae (Hymenoptera Apoidea) faunası ve bunların ekolojisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 10(3-4):27-41.
- Özbek, H. (2008). Insects visiting temperate region fruit trees in turkey. *Uludağ Bee Journal* 8(3): 92-103.
- Pasdaran, A., Nahar, L., Asnaashari, S., Sarker, S. D., ve Delazar, A. (2013). Gc-ms analysis, free-radical-scavenging and insecticidal activities of essential oil of *Scrophularia oxypsepala* Boiss. *Pharmaceutical Sciences* 19(1): 1-5.
- Pasdaran, A. ve Hamedı, A. (2017). The genus *Scrophularia*: a source of iridoids and terpenoids with a diverse biological activity. *Pharmaceutical biology* 55(1): 2211-2233.
- Rodríguez-Riaño, T., Valtueña, F.J., López, J., Navarro-Pérez, M.L., Pérez-Bote, J.L., ve Olivencia, A.O. (2015). Evolution of the staminode in a representative sample of *Scrophularia* and its role as nectar safeguard in three widespread species. *The Science of Nature* 102(5-6): 37.
- Sadgrove, N. J., Collins, T. L., Legendre, S. V. M., Klepp, J., Jones, G. L., ve Greatrex, B. W. (2016). The Iridoid Myodesert-1-ene and Elemol/Eudesmol are found in Distinct Chemotypes of the Australian Aboriginal Medicinal Plant *Eremophila dalyana* (Scrophulariaceae). *Natural product communications* 11(9): 1934578X1601100902.
- Sert, O. ve Çağatay, N. (1999). *Gymnetron*, *Hypera*, *Sibinia* and *Tychius* (Coleoptera: Curculionidae) from Central Anatolia. *Turkish Journal of Zoology* 23(Ek2): 521-544.
- Szucsich, N.U. ve Krenn, H.W. (2002). Flies and concealed nectar sources: morphological innovations in the proboscis of Bombyliidae (Diptera). *Acta Zoologica* 83(3): 183-192.
- Şahin, M., Topal, E., Özsoy, N. ve Altunoğlu E. (2015). İklim değişikliğinin meyvecilik ve arıcılık üzerine etkileri. *Journal of Anatolian Natural Sciences* 6 (Özel Sayı 2): 147-154.
- Thomson, D.M. (2019). Effects of long-term variation in pollinator abundance and diversity on reproduction of a generalist plant. *Journal of Ecology* 107 (1): 491-502.
- Tylianakis, J.M. (2013). The global plight of pollinators. *Science* 339(6127): 1532-1533.
- Uzunhisarcıklı, M.E., Doğan Güner, E. ve Ekici, M. (2018). Synopsis of the genus *Scrophularia* (Scrophulariaceae) in Turkey. *Phytotaxa* 333(2): 151-187.

- 
- Uzunhisarcıklı, M.E., Doğan Güner, E., Özbek, F. ve Ekici, M. (2019). *Scrophularia vernalis*: a new species record from Turkey and its comparison with *Scrophularia chrysantha* (Scrophulariaceae). *Phytotaxa* 397(1): 91-98.
- Walker-Larsen, J. ve Harder, L. D. (2000). The evolution of staminodes in angiosperms: patterns of stamen reduction, loss, and functional re-invention. *American Journal of Botany* 87(10): 1367-1384.
- Woodcock, T.S., Larson, B.M., Kevan, P.G., Inouye, D.W.ve Lunau, K. (2014). Flies and flowers II: floral attractants and rewards. *Journal of Pollination Ecology* 12(8): 63-94.