

Atıf İçin: Kömpe, Ö.Y., Mutlu, A.V., Zeybekoğlu, Ü. ve Özkoç, İ. (2026). *Bradysia impatiens* (Johannsen, 1912) (Diptera: Sciaridae): bir orkide zararlısı. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 119-126.

To Cite: Kömpe, Ö.Y., Mutlu, A.V., Zeybekoğlu, Ü. & Özkoç, İ. (2026). *Bradysia impatiens* (Johannsen, 1912) (Diptera Sciaridae): an orchid pest. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 16(1), 119-126.

***Bradysia impatiens* (Johannsen, 1912) (Diptera: Sciaridae): Bir Orkide Zararlısı**

Yasemin ÖZDENER KÖMPE¹, Vildan AKIN MUTLU^{1*}, Ünal ZEYBEKOĞLU¹, İbrahim ÖZKOÇ¹

Öne Çıkanlar:

- İlk kayıt (*B. impatiens*)
- Doğrudan larva zararı
- Mt COI ile teşhis
- Sürdürülebilir salep üretimi

Anahtar Kelimeler:

- *Bradysia impatiens*
- *Serapias vomeracea*
- Simbiyotik çimlenme
- Orkide zararlısı
- Mt COI

ÖZET:

Bu çalışma, *Bradysia impatiens* (Johannsen, 1912) (Diptera: Sciaridae) türünün Türkiye’de salep orkidesi yetiştiriciliğinde zararlı bir tür olarak ilk kez kaydedildiğini ve morfolojik ile moleküler yöntemler kullanılarak kesin olarak tanımlandığını ortaya koymaktadır. Ex vitro simbiyotik çimlenme sürecinde larvaların kök dokuları, bitki kısımları ve simbiyotik mantar hifleri üzerinde beslenerek doğrudan zarar oluşturduğu; ergin bireylerin ise mantar patojenlerini taşıyarak dolaylı kayıplara yol açtığı belirlenmiştir. Bu çift yönlü zararlılık, simbiyotik yetiştirme yöntemiyle yürütülen salep üretimi için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Zararlı örnekleri, 2015–2018 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Biyoloji Bölümü’ndeki ex vitro yetiştirme saksılarından toplanmıştır. Tür teşhisi morfolojik özelliklere dayandırılmış ve 679 bp uzunluğundaki sitokrom c oksidaz alt birim 1 (mt COI) gen bölgesi kullanılarak yapılan moleküler analiz ile filogenetik konumu doğrulanmıştır. Bulgular, *B. impatiens*’in Türkiye’de salep orkidesi yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla hedefe yönelik zararlı yönetim stratejilerinin acilen geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

***Bradysia impatiens* (Johannsen, 1912) (Diptera: Sciaridae): An Orchid Pest**

Highlights:

- First record (*B. impatiens*)
- Direct larval damage
- Identification by mt COI
- Sustainable salep production

Keywords:

- *Bradysia impatiens*
- *Serapias vomeracea*
- Symbiotic germination
- Orchid pest
- Mt COI

ABSTRACT:

This study reveals that *Bradysia impatiens* (Johannsen, 1912) (Diptera: Sciaridae) has been recorded for the first time as a harmful species in salep orchid cultivation in Turkey, and has been definitively identified using both morphological and molecular methods. During the ex vitro symbiotic germination process, larvae were observed feeding on root tissues, plant parts, and symbiotic fungal hyphae, causing direct damage; adult individuals, on the other hand, were determined to cause indirect losses by transmitting fungal pathogens. This dual mode of damage poses a serious threat to salep production carried out by the symbiotic cultivation method. Pest specimens were collected from ex vitro cultivation pots at the Department of Biology, Ondokuz Mayıs University, between 2015 and 2018. Species identification was based on morphological characteristics and the phylogenetic position was confirmed by molecular analysis using the 679 bp cytochrome c oxidase subunit 1 (mt COI) gene region. The findings reveal that in order to ensure the sustainability of salep orchid cultivation in Turkey, targeted pest management strategies for *B. impatiens* need to be urgently developed.

¹ Yasemin ÖZDENER KÖMPE ([Orcid ID: 0000-0003-1649-4298](https://orcid.org/0000-0003-1649-4298)), Vildan AKIN MUTLU ([Orcid ID: 0000-0002-6330-105X](https://orcid.org/0000-0002-6330-105X)), Ünal ZEYBEKOĞLU ([Orcid ID: 0000-0001-7595-9572](https://orcid.org/0000-0001-7595-9572)), İbrahim ÖZKOÇ ([Orcid ID: 0000-0001-8179-0961](https://orcid.org/0000-0001-8179-0961)), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun, Türkiye

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Vildan AKIN MUTLU, e-mail: vildanakin@hotmail.com

GİRİŞ

Orchidaceae familyası, yaklaşık 28.000 tür ile dünya üzerinde en geniş çeşitliliğe sahip bitki familyalarından birini oluşturmakta ve pek çok ülkede ekonomik, kültürel ve ekolojik açıdan büyük önem taşımaktadır (Chase ve ark., 2015; Willis, 2017; Mutlu ve Özkoç, 2024). Bu familyaya ait türler, tıbbi preparatlar, süs bitkileri ve gıda katkı maddeleri gibi farklı alanlarda yaygın şekilde değerlendirilmektedir. Ancak, doğal popülasyonlar; aşırı toplanma, habitat tahribatı ve iklim değişikliği gibi faktörlerin etkisiyle yok olma riski altındadır (Fay ve Chase, 2018). Özellikle Yunanistan, İran ve Türkiye gibi bazı ülkelerde orkide yumruları, salep üretiminde yoğun olarak kullanılmaktadır (Kreziou ve ark., 2015).

Tropikal orkideler (*Phalaenopsis*, *Dendrobium*, *Cymbidium* gibi), estetik çiçek özellikleri ve yüksek ticari değerleri nedeniyle sera koşullarında yaygın şekilde üretilmektedir (Cheamuangphan ve ark., 2013). Bununla birlikte, üretim sürecinde çeşitli zararlı türler ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Caldwell ve Leigh, 2024). Bu zararlılar arasında *Parlatoria proteus*, *Saissetia coffeae*, *Pseudococcus longispinus*, *Tetranychus urticae* ve *Tenuipalpus pacificus* gibi türler yer almaktadır.

Bunlara ek olarak, mantar zararlısı olarak bilinen Sciaridae familyası üyelerinin de orkide üretiminde zarara yol açtığı rapor edilmiştir (Yang, 1997; Rampal ve ark., 2013; Han ve ark., 2015). Sciarid türleri uzun bacaklı, ince gövdeli, uzun antenli ve karakteristik damarlı kanatlara sahip küçük sineklerdir (Menzel ve Mohrig, 2000). Larvalar, organik maddeler, mantarlar, algler ve zarar görmüş bitki dokuları ile beslenmekte, ayrıca gövde ve köklerde tünel açarak bitkilere zarar vermektedir.

Yumruları gıda katkı maddesi olarak değerlendirilen karasal orkidelerin doğrudan toprakta yetiştirilememesi, simbiyotik yöntemler kullanılarak üretim yapılmasını zorunlu hale getirmiştir (Ghorbani ve ark., 2014). Ancak bu süreçte karşılaşılan zararlılar hakkında bilgi oldukça sınırlıdır. Son yıllarda *Serapias vomeracea*'nın ex vitro simbiyotik çimlenme yöntemiyle üretimi sırasında, Sciaridae familyasına ait ergin sineklere ve larvalarına rastlanmıştır (Kömpe ve ark., 2022).

Türkiye'de yumrulu orkidelerin çoğaltım sürecinde Sciarid türlerinin etkilerini değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda mevcut çalışma, *S. vomeracea* üretim saksılarında zarara neden olan Sciarid türünün morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlanmasını ve bu zararlının kontrolüne yönelik ilk adımın atılmasını amaçlamaktadır.

MATERYAL VE METOT

Örnek Toplama

2015–2018 yılları arasında *Serapias vomeracea*'nın ex vitro simbiyotik üretiminin yürütüldüğü iklim odasında yer alan yetiştirme saksılarından ergin bireyler toplanmıştır. İklim odası sıcaklığı 25 ± 2 °C'de sabit tutulmuş, fotoperiyot 16:8 saat (aydınlık:karanlık) olarak ayarlanmıştır. Toplanan örnekler, etiketlenmiş tüpler içinde % 96 etanol içerisinde muhafaza edilmiştir.

Morfolojik analiz

Morfolojik teşhisler, Menzel ve Mohrig (2000), Mohrig ve ark. (2013) ve Broadley ve ark. (2018) tarafından tanımlanan terminoloji ve taksonomik anahtarlar temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Türlerin geçerli taksonomik statüleri Broadley ve ark. (2018) esas alınarak doğrulanmıştır. Erkek ve dişi erginler ile larvalar Leica stereo zoom mikroskop ile incelenmiş, ölçümleri yapılmış ve Leica DFC295 dijital kamera ile fotoğraflanmıştır.

DNA izolasyonu ve mt COI analizi

Toplanan örnekler DNA izolasyonu yapılmıyca kadar % 100 etanol içerisinde -20 °C’de saklanmıştır. Genomik DNA izolasyonu, Doyle ve Dickson (1987) tarafından tanımlanan CTAB yöntemi modifiye edilerek yapılmıştır.

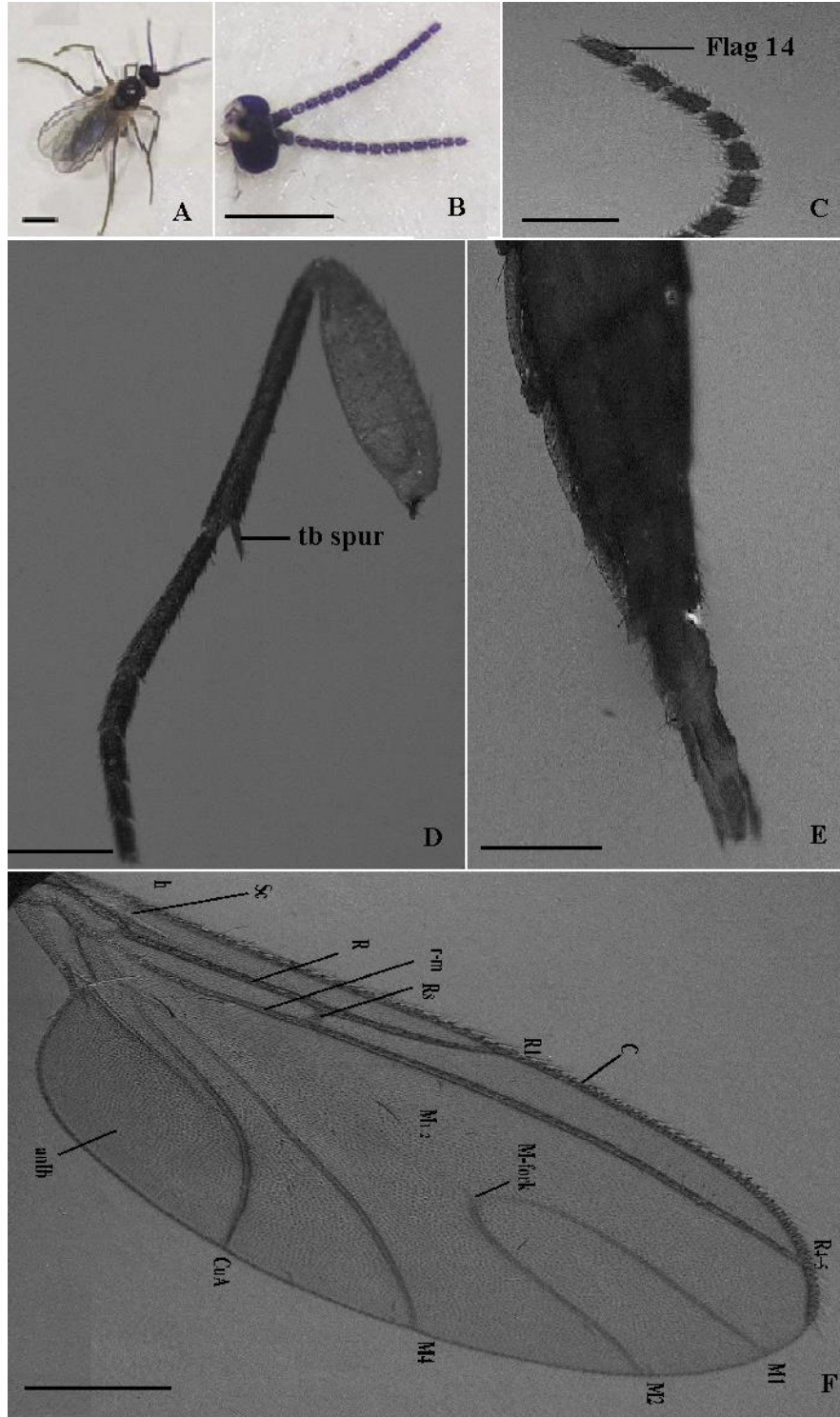
Mitokondriyal sitokrom c oksidaz alt birim 1 (mt COI) gen bölgesi, Folmer ve ark. (1994) tarafından bildirilen LCO1490 ve HCO2198 primerleri kullanılarak çoğaltılmıştır. PCR reaksiyonları 20 µl hacminde hazırlanmış, reaksiyon bileşimi 1 µl DNA (50 ng/µl), 10 µl 5× PCR tamponu, 1 µl dNTP (2.5 mM), 3 µl MgCl₂ (1.5 mM), 1 µl LCO1490 primeri (20 pmol/µl), 1 µl HCO2198 primeri (20 pmol/µl), 0.25 µl Taq DNA polimeraz (5 U/µl) ve 2.75 µl steril ddH₂O içermektedir. PCR koşulları: 94 °C’de 5 dk n denatürasyon; ardından 94 °C’de 1 dk denatürasyon, 55 °C’de 1 dk bağlanma, 72 °C’de 1 dk uzama olmak üzere 35 döngü; son uzama ise 72 °C’de 7 dk şeklinde gerçekleştirilmiştir.

PCR rnleri % 1 agaroz jel elektroforezi ile kontrol edilmiş, dizi analizi Macrogen Inc. (Seul, Güney Kore) tarafından ABI 3730XL Sanger dizileme cihazı ile yapılmıştır. Konsensüs dizi BioEdit v7.2.5 (Hall, 1999) kullanılarak oluşturulmuş, BLASTn ile GenBank veritabanında karşılaştırılmıştır. Genetik yakınlığı belirlemek amacıyla, % 97–100 benzerlik gösteren referans sekanslar GenBank erişim numaraları ile birlikte veri setine dahil edilmiştir. Filogenetik analizler Clustal X (Thompson, 1997) ile hizalanmış, genetik uzaklık MEGA6 yazılımında hesaplanmıştır. Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood, ML) yöntemi Tamura-Nei modeli (1993) ile kullanılarak 1000 bootstrap tekrarı üzerinden filogenetik ağaç oluşturulmuştur (Tamura ve ark., 2013).

BULGULAR VE TARTIşMA

Toplanan rnekler, küçük vücut yapısına sahip, koyu renkli fungus sivrisinekleri (Diptera: Sciaridae) olup, tüm bireyler *Bradysia* cinsine özgü karakteristik morfolojik özellikleri taşıymaktadır. Kompakt koyu gövde, gövdeye oranla uzun bacaklar ve belirgin segmentli antenler bu gruba ait dış morfolojinin tipik görünümünü yansıtmaktadır. n kanatlar şeffaf, hafif iridesan bir parlaklığa sahiptir; bu durum *Bradysia* türlerinde sıkça bildirilen bir kanat özelliğidir. Bu yapısal özellikler, örneklerin n tanısının *Bradysia* cinsi kapsamında değerlendirilmesini desteklemiştir.

Erkek bireylerin vücut uzunluğu 3.4–3.8 mm, kanat uzunluğu 2.3–2.5 mm, kanat genişliği 1.0–1.2 mm ve anten uzunluğu 1.08 mm olarak ölçülmüştür. Dişi bireylerde vücut uzunluğu 3.9–4.4 mm, kanat uzunluğu 2.3–2.8 mm, kanat genişliği 1.1–1.3 mm ve anten uzunluğu 1.1–1.3 mm’dir. Erkek ve dişi bireylere ait anten ve kanat morfolojisi şekil 1’de sunulmuştur. Antenler toplam 16 flagellomerdenden oluşmaktadır. Dördüncü flagellomerin boy/çap oranının yaklaşık 1.5 olması, *B. impatiens*’in tür düzeyinde teşhisinde kullanılan ayırt edici ölçümlerden biridir. Segmentler arasında belirgin bağlantı halkaları bulunmakta ve yüzey ince mikrotylerle kaplıdır (şekil 1B, C). n tibianın distal ucunda tek bir tibial mahmuz yer almakta olup bu yapı tür tanısında önemli bir kriterdir. Mahmuz çevresinde sıralı biçimde yerleşmiş 6–7 kalın seta gözlenmektedir (şekil 1D). Erkek bireylerde hipopigiyum uzun ve dar gonostilus yapısına sahiptir. Gonostilusun u kısmında kanca benzeri belirgin bir dişi ve ventromedial yönde yerleşmiş 5–7 adet kıvrık spina bulunur. Bu genital yapı *B. impatiens* teşhisinde sıklıkla kullanılan morfolojik bir özelliktir (şekil 1E). Kanat morfolojisinde R1 damarı, toplam R uzunluğunun yaklaşık % 70’ine ulaşmakta, M damarı çatallı dallarından belirgin şekilde uzamaktadır. Ana damarlar boyunca makroty bulunmaması, *B. impatiens*’i ayırt eden bir başka tanısal özelliktir. Kanat zarı ince ve şeffaf olup R, Rs, M1+2 ve CuA damarları belirgin şekilde izlenebilmektedir (şekil 1F).



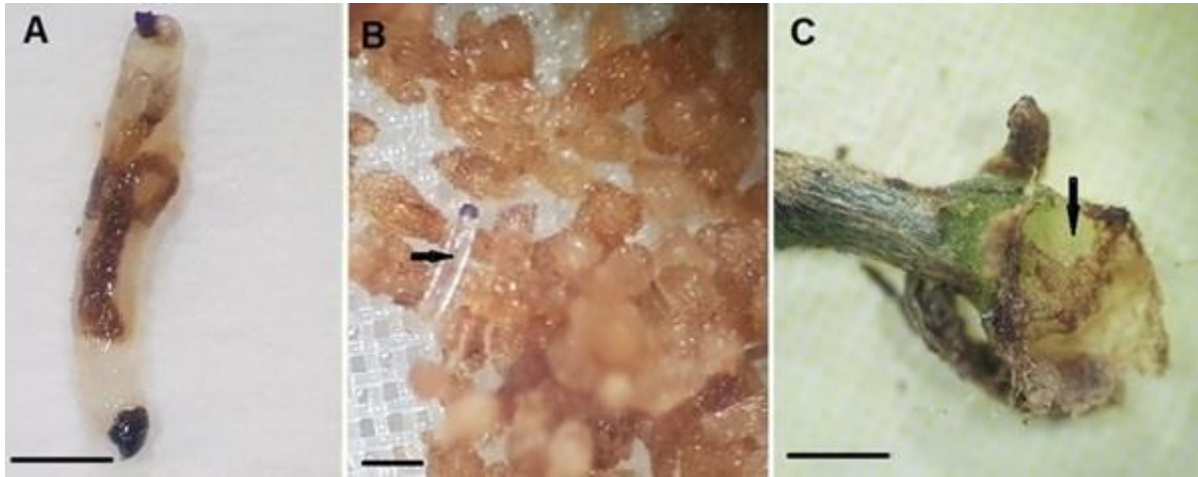
Şekil 1. *Bradysia impatiens*'in Genel Morfolojik Özellikleri: (A) Genel Görünüm, (B) Baş Görünümü, (C) Antenler, (D) Tibial Mahmuz, (E) Kanat Yapısı. Kısaltmalar: Flag; XIV: 14. Antenel Flagellomer, tb Spur: Tibial Mahmuz, h: Brakiyal Damar, Sc: Subkostal Damar, R: Radial Damar, r-m: Transvers Radiomedial Damar, Rs: Radial Sektör, R1: Birinci Longitudinal Damar, C: Kostal Damar, R4+5: Üçüncü Longitudinal Damar, M1: Median Damarın Birinci Dalı, M2: Median Damarın İkinci Dalı, M4: Median Damarın Dördüncü Dalı, M1+2: Median Damarın Birinci ve İkinci Dallarının Birleşimi, M-fork: Median Damarın Çatallanma Noktası, CuA: Ön Kubital Damar, an lb: anal lob. Ölçek Çubuğu: A, B, C, D, E, F = 0.5 mm.

Larvalar, *S. vomeracea* tohumlarının çimlendiği yetiştirme saksılarında fideciklere ciddi zararlar vermiştir (Şekil 2). Şekil 2A'da larvalar, koyu pigmentli segmentasyon çizgileri belirgin, yarı saydam

silindirik gövde yapıları ile görülmektedir. Baş kapsülü açıkça sklerotize olup koyu renkte pigment taşımaktadır. Larva uzunluğu 2.2–2.8 mm, genişliği ise yaklaşık 0.5–0.9 mm arasında ölçülmüştür.

Şekil 2B’de bir larva, simbiyotik çimlenme ortamında *S. vomeracea* protocormları arasında (ok ile gösterilmiştir) aktif şekilde beslenirken gözlenmiştir. Larvalar, çimlenmiş tohumların kök gelişim bölgelerini hedef alarak doğrudan doku tahribatına yol açmakta ve simbiyotik mantar yapılarının bütünlüğünü bozmaktadır.

Şekil 2C’de larva beslenmesi sonucunda, *S. vomeracea* fidelerinin bazal gövde ve hipokotil bölgelerinde nekrotik doku oluşumu (ok ile gösterilmiştir) izlenmektedir. Bu düzeyde doku hasarı, fidelerin tamamen çökmesine neden olabilecek şiddette olup, üretim sürecinde ciddi kayıplara yol açmaktadır.



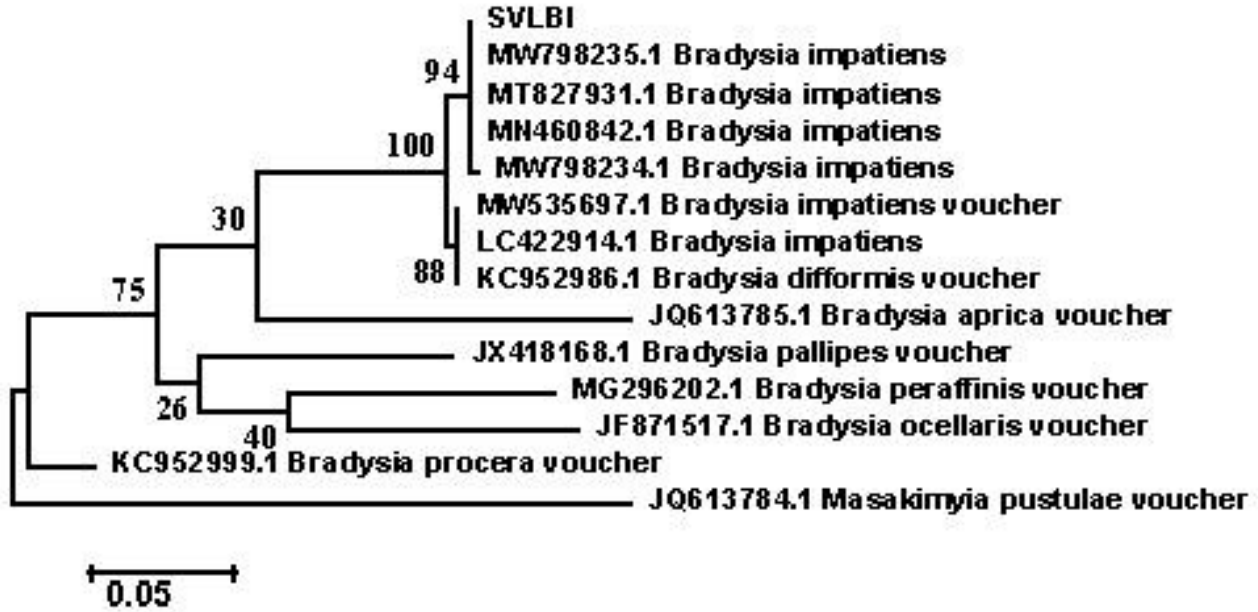
Şekil 2. *Bradysia Impatiens* Larvaları ve Zarar Durumu: (A, B) *Bradysia Impatiens* Larvaları (Ok Larvaları Göstermektedir), (C) *Serapias Vomeracea* Fidelerinde Larva Zararı (Ok). Ölçek Çubuğu: 0.5 mm.

Ergin bireye (SVLBI) ait 679 bp uzunluğundaki mt COI gen bölgesi başarıyla çoğaltılmış ve dizi analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen dizi, GenBank veri tabanına ON533751 erişim numarası ile kaydedilmiştir.

Tür düzeyinde filogenetik konumun belirlenmesi amacıyla SVLBI izolatu, GenBank’tan alınan referans sekanslarla karşılaştırılmıştır. Maksimum Olabilirlik (ML) yöntemi ile oluşturulan filogenetik ağaçta SVLBI izolatu, *Bradysia impatiens* referans dizileri (MN460842.1, MW798235.1, MT827931.1, MW798234.1) ile aynı klad içerisinde gruplanmış ve yüksek bootstrap değeri (% 94) ile desteklenmiştir. Bu güçlü destek, SVLBI izolatının *B. impatiens* ile genetik uyumunu net biçimde doğrulamaktadır.

Aynı klad içinde yer alan diğer *B. impatiens* dizileri (KC952986, LC422914.1, MW535697.1) tür içi genetik yakınlığı daha da pekiştirmektedir. Buna karşılık, *B. difformis*, *B. pallipes*, *B. aprica*, *B. peraffinis* ve *B. ocellaris* gibi diğer *Bradysia* türleri ayrı dallarda konumlanmış olup, *B. impatiens*’ten belirgin genetik farklılık göstermektedir. Özellikle *B. difformis*, hem moleküler hem morfolojik ayrışmalarla uyumlu şekilde yüksek bootstrap değerine (%88) sahip ayrı bir klad oluşturmuştur. Ek olarak, *Bradysia procera* ve *Masakimya pustulae*, ağacın köklenmesini ve evrimsel ilişkilerin belirlenmesini sağlamak amacıyla dış grup taksonları olarak kullanılmıştır.

Bu bulgular, SVLBI izolatının *B. impatiens* ile yakın ilişkili olduğunu doğrulamakta; filogenetik analiz, diğer *Bradysia* türlerinden açık ayrımını ortaya koyarak morfolojik ve moleküler teşhisin güvenilirliğini pekiştirmektedir.



Şekil 3. *Serapias Vomeracea* (Burm.f.) Briq. (1910) Orkidelerinde Zarar Yapan Sciarid Türünün İlişkili Türlerle Filogenetik İlişisini Gösteren Maksimum Olabilirlik (ML) Ağacı. Bootstrap Değerleri, Ağaç Dallarını Üzerinde Belirtilmiştir. Şekilde Yer Alan Nükleotid Dizileri Genbank Veri Tabanından Aşağıdaki Erişim Numaraları ile Alınmıştır: *Bradysia Impatiens* (MN460842.1); *Bradysia Impatiens* (MW798235.1); *Bradysia Difformis* (KC952986.1); *Bradysia Impatiens* (LC422914.1); *Bradysia Impatiens* (MT827931.1); *Bradysia Impatiens* (MW535697.1); *Bradysia Pallipes* Voucher (JX418168.1); *Bradysia Impatiens* (JQ613785.1); *Bradysia Impatiens* (MG296202.1); *Bradysia Impatiens* (JF871517.1); *Bradysia Procera* (KC952999.1); *Masakimya Pustulae* Voucher (JQ613784.1); *Bradysia Ocellaris* Voucher (JF871517.1).

Sürdürülebilir ve kaliteli orkide yumrusu üretimi, zararlı türlerin doğru ve güvenilir şekilde teşhis edilmesine bağlıdır. Bu çalışma, *Serapias vomeracea* kültürlerinde zarar oluşturan Sciaridae familyası üyesinin, morfolojik ve moleküler analizlerin birlikte değerlendirilmesiyle moleküler olarak *Bradysia impatiens* olarak tanımlandığı Türkiye'deki ilk rapordur.

Morfolojik incelemelerde antenlerin 16 segmentten oluşması, dördüncü flagellomerin boy/çap oranının literatürde *B. impatiens* için bildirilen aralıkta yer alması, segmentler arası belirgin bağlantı halkaları ve yoğun mikrotüylerin gözlenmesi tanımlamayı desteklemiştir. Ön tibianın distal ucunda tek tibial mahmuzun bulunması ve tarak benzeri setaların varlığı, erkek hipopigiyumda uzun ve dar gonostilusun uç kısmında belirgin kanca benzeri bir dişin bulunması, tür teşhisinde kullanılan tipik özelliklerle tam uyum göstermektedir (Menzel ve ark., 2003; Shin ve ark., 2015; Xi ve ark., 2021).

Moleküler analizlerde mt COI gen bölgesine dayalı filogenetik ağaç, SVLBI izolatının *B. impatiens* kladı içerisinde yüksek bootstrap değeri (%94) ile konumlandığını ve diğer *Bradysia* türlerinden (ör. *B. difformis*, *B. pallipes*, *B. aprica*, *B. peraffinis*, *B. ocellaris*) genetik olarak belirgin şekilde ayrıldığını ortaya koymuştur. Bu ayrışma, Shin ve ark. (2018) ile Harris ve ark. (2019) tarafından bildirilen moleküler ve morfolojik verilerle tutarlıdır.

Türkiye'de orkidelerin kültürü ve sürdürülebilir üretimi sınırlı düzeyde gerçekleştirildiği için orkide üretim sistemlerindeki zararlılar hakkında literatürde kapsamlı bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmada, *B. impatiens* Türkiye'de ilk kez *S. vomeracea*'nın mantarlarla inoküle edilmiş saksılarda ex vitro koşullarında tespit edilmiştir. Larvaların doğrudan kök dokularında beslenmesi ve simbiyotik mantar etkileşimlerini bozması, simbiyotik üretim yöntemlerinde önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

Benzer şekilde, *Bradysia* cinsine ait türlerin tropikal orkide üretim seralarında zarara yol açtığı bilinmektedir. Son dönem çalışmalardan biri, *B. difformis*'in Çin'de *Phalaenopsis* orkidelerinde ciddi

zararlar oluşturduğunu ortaya koymuştur (Han ve ark., 2015). Bu durum, *Bradysia* türlerinin sadece tropikal orkidelerde değil, karasal orkidelerde de önemli bir zararlı potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, Türkiye’de orkide yetiştiriciliğinde entegre zararlı yönetim stratejilerinin geliştirilmesinin acil bir gereklilik olduğunu vurgulamaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, *Bradysia impatiens*’in Türkiye’de salep orkidelerinin (*Serapias vomeracea*) yetiştiriciliğinde önemli bir zararlı olarak ilk kez tespit edildiğini ortaya koymaktadır. Türün larvaları, kökler, bitki dokuları ve simbiyotik mantar hifleri üzerinde beslenerek doğrudan; ergin bireyleri ise mantar patojenlerini taşıyarak dolaylı zararlar oluşturmaktadır. Bu iki yönlü zararlılık, simbiyotik yetiştirme yöntemlerinin etkinliğini ve başarısını olumsuz yönde etkilemektedir.

B. impatiens’in biyolojisinin, yaşam döngüsünün ve ekolojik etkileşimlerinin ayrıntılı olarak anlaşılması, hedefe yönelik ve sürdürülebilir mücadele stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, morfolojik ve moleküler teşhis tekniklerinin entegre biçimde kullanılması, zararlının doğru şekilde izlenmesi ve erken dönemde tespit edilmesini sağlayacaktır. Bu yaklaşım, sadece zararlı ile mücadeleyi güçlendirmekle kalmayacak, aynı zamanda Türkiye’de salep orkidesi üretiminin uzun vadeli sürdürülebilirliğine ve ekonomik uygulanabilirliğine katkıda bulunacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu tarafından desteklendi (Proje No: 14Z218)

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yasemin ÖZDENER KÖMPE, kaynaklar, inceleme ve düzenleme. Vildan AKIN MUTLU* deneylerin metodolojisini, araştırmayı ve yazımı gerçekleştirdi- orijinal taslak. * Yazışma yazarı Ünal ZEYBEKOĞLU görselleştirme, doğrulama. İbrahim ÖZKOÇ araştırma planlarını tasarladı, denetledi, okudu ve önemli önerilerde bulundu.

KAYNAKLAR

- Caldwell, J. S., & Leigh, A. (2024). Pest management in greenhouse orchid production: Current challenges and emerging solutions. *Journal of Applied Entomology*, 148(2), 145–156. <https://doi.org/10.1111/jen.13145>
- Chase, M. W., Cameron, K. M., Freudenstein, J. V., Pridgeon, A. M., Salazar, G., Van den Berg, C., & Schuiteman, A. (2015). An updated classification of Orchidaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 177(2), 151–174. <https://doi.org/10.1111/boj.12234>
- Fay, M. F., & Chase, M. W. (2018). Orchid conservation: How can we meet the challenges in the twenty-first century? *Botanical Studies*, 59(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40529-018-0232-z>
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., & Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3(5), 294–299.
- Ghorbani, A., Gravendeel, B., Naghibi, F., & de Boer, H. J. (2014). Illegal wild collection and international trade of orchids in Iran. *Traffic Bulletin*, 26(2), 56–60.

- Han, H. Y., Kim, S., & Lee, S. (2015). First record of *Bradysia difformis* (Diptera: Sciaridae) as a pest of *Phalaenopsis* orchids in Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18(3), 657–661. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2015.05.010>
- Harris, R. J., Xi, Y., & Mohrig, W. (2019). Phylogenetic relationships of *Bradysia* species based on mitochondrial COI sequences. *Zootaxa*, 4567(2), 201–215. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4567.2.4>
- Kreziou, A., De Boer, H. J., & Gravendeel, B. (2015). Harvesting of salep orchids in northwestern Greece continues to threaten natural populations. *Oryx*, 50(3), 393–396. <https://doi.org/10.1017/S0030605315000074>
- Menzel, F., & Mohrig, W. (2000). *Revision der paläarktischen Trauermücken (Diptera: Sciaridae)*. *Studia Dipterologica Supplement*, 6, 1–761.
- Mohrig, W., Heller, K., Hippa, H., Vilkamaa, P., & Menzel, F. (2013). Revision of black fungus gnats (*Bradysia* Winnertz) of North Europe (Diptera: Sciaridae). *Studia Dipterologica*, 20(2), 293–394.
- Shin, S., Jung, S., Lee, S., & Han, H. Y. (2015). Morphological characteristics and identification of *Bradysia* species (Diptera: Sciaridae) in greenhouse crops. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 18(4), 745–752. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2015.09.012>
- Shin, S., Lee, S., & Han, H. Y. (2018). Molecular identification and phylogenetic relationships of *Bradysia* species (Diptera: Sciaridae) based on COI sequences. *Entomological Research*, 48(2), 150–160. <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12282>
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., & Kumar, S. (2013). MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30(12), 2725–2729. <https://doi.org/10.1093/molbev/mst197>
- Xi, Y., Harris, R. J., & Mohrig, W. (2021). Global pest status of *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae) and its impact on horticulture. *Insects*, 12(5), 441. <https://doi.org/10.3390/insects12050441>.