

Özgün makale (Original article)

Çanakkale İli'nde tarım dışı bir habitat olan Çardak Lagünü'ndeki afidofag syrphidler (Diptera: Syrphidae)*

Şahin KÖK^{1**} İsmail KASAP²

Aphidofagous syrphids (Diptera: Syrphidae) from the Çardak Lagoon area, a non-agricultural habitat in Çanakkale Province, Türkiye

Abstract: The present study aimed to determine the aphidophagous syrphids (Diptera: Syrphidae) in the Çardak Lagoon area, which is close to agricultural areas in Çanakkale Province, Türkiye. Sampling was done during the spring and summer in 2020. Five syrphid species belonging to five genera were associated with seven aphid species (Hemiptera: Aphididae) on eight host plants were collected. *Episyrphus balteatus* (de Geer) was the most polyphagous syrphid, being associated with the five host aphid species, whereas *Eupeodes corollae* (Fabricius) was associated with only one host aphid species. These results revealed that non-agricultural habitats such as a lagoon and wetland, which are close to agricultural fields, are an important refuge for aphidophagous syrphids, and highly likely for other predators and parasitoids. Consequently, this study suggests that the Çardak Lagoon and associated wetland constitute an important biodiversity resource and their protection should be a high priority, including as a refuge for fauna that can contribute to the biological control of pests in nearby agricultural areas.

Keywords: Syrphid, aphid, interaction, non-agricultural, lagoon, Çanakkale

Öz: Bu çalışma ile Çanakkale İli'nde tarım alanlarına yakın olan Çardak Lagünü'ndeki afidofag syrphidler (Diptera: Syrphidae) belirlenmesi amaçlanmıştır. Örneklemeler 2020 yılının bahar ve yaz ayları boyunca gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, sekiz farklı konukçu bitki üzerindeki Hemiptera takımı Aphididae familyasından yedi afit türü ile ilişkili, Syrphidae familyasındaki beş cins içerisinde toplam beş afidofag syrphid tespit edilmiştir. Tespit edilen türler arasında, beş konukçu afit türü ile ilişki olan *Episyrphus*

* Bu eser 3. Uluslararası Biyoçeşitlilik Araştırmaları Sempozyumunda sözlü bildiri olarak sunulmuştur (This study was presented as an oral presentation at the 3rd International Symposium on Biodiversity Research, ISBR-2021).

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lâpseki Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bitki Koruma Programı, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye

** Sorumlu yazar (Corresponding author): sahinkok@comu.edu.tr

ORCID ID (Yazar sırasıyla): 0000-0002-1092-8596, 0000-0002-0015-4558

Received (Alınış): 20 Ekim 2023

Accepted (Kabul ediliş): 23 Kasım 2023

balteatus (de Geer) en yaygın bulunan Syrphidae türü olmuştur. Diğer taraftan, *Eupeodes corollae* (Fabricius)'nin sadece bir konukçu afit türü ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, tarım alanlarına oldukça yakın konumda olan lagün ve sulak alanlar gibi tarım dışı habitatların afidofag syrphidler varlığı açısından zengin bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak, bu verilerin afidofag syrphidler korunmasına ve tarımsal ürünlerdeki zararlı afitlerin biyolojik mücadelesinde daha etkin kullanımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Syrphid, afit, etkileşim, tarım dışı, lagün, Çanakkale

Giriş

Afitler (Hemiptera: Aphididae) dünyada tarım ürünleri yetiştiriciliğinde ciddi ekonomik kayıplara sebep olabilen en önemli zararlı böcek gruplarından biri olarak bilinmektedir. Afitler bitki özsuyu ile beslenmeleri, salgıladıkları toksinlerden dolayı gal ve şekil bozukluklarına sebep olmaları, salgıladıkları tatlımsı madde ile fumajine sebep olmaları ve 270'ten fazla bitki virüs hastalık etmenine vektörlük yapmalarından dolayı tarım ürünlerinde önemli zararlara sebep olmaktadır (Katis et al. 2007). Tarımsal üretimi yapılan bitkilerin neredeyse tamamının en az bir zararlı afit türüne konukçuluk yaptığı bilinmektedir (Peters et al. 1991). Afitler farklı konukçu bitkiler üzerinde yaşamlarını devam ettirseler de belirli konukçu bitkilere özelleştikleri bilinmektedir. Afitler çeşitlilik, tür zenginliği, bulunma oranı, bitki etkileşimleri ve doğal düşman çeşitliliği açısından tarım, tarım dışı ve kentsel habitatlarda farklı tepkiler ortaya koyabilmektedirler (Janković et al. 2017; Kök et al. 2020; Doğan & Kök 2023). Ayrıca, anız ve mera alanları, yol kenarları, kentsel ve peyzaj alanları gibi tarım dışı habitatlar yıl içerisinde konukçu değiştirerek göç eden yaşam döngüsüne sahip afitler için alternatif barınma alanları olması açısından önemlidir (Wilkaniec et al. 2015).

Dünyada 2000'den fazla arthropoda türünün zararlı türlerin biyolojik mücadelesinde etkili olduğu bildirilmiştir (van Lenteren et al. 2006; Kaser & Heimpel 2018; Iturralde-García et al. 2020; Tiftikçi et al. 2020). Afit popülasyonları da diğer zararlı böcek gruplarında olduğu gibi predatör, parazitoit ve patojen gibi doğal düşmanlar tarafından baskı altında tutulmaktadır (Völkl et al. 2007; Gontijo et al. 2015; Mohammed & Hatcher 2017). Bu doğal düşman gruplarından Syrphidae (Diptera) familyasındaki türlerin erginleri polinatör olarak ve bazı türlerin larvaları ise afitler başta olmak üzere birçok böcek grubunun predatörü olarak önemli bir rol oynamaktadır (Dunn et al. 2020). Bazı syrphid türlerinin erginleri beslenmek için çiçekli bitkilerin nektar ve polenine ihtiyaç duyarlar ve böylece tozlaşmaya da dolaylı olarak katkı sunmaktadırlar (Lefebvre et al. 2014). Diğer taraftan, Syrphinae (Syrphidae) altfamilyasına ait türler ise doğal düşman olarak tarımsal ürünlerde zararlı afitlerin popülasyonlarının baskılanmasında önemlidir (Speight 2008; Rodriguez-Gasol et al. 2020). Bu türlerin larvalarının afitler ile beslenmesinin yanı sıra bazı türlerin erginleri avlarının feromonlarını algılayarak kolay bir şekilde avını bulma özelliğine

sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı afidofag syrphidler afitlerin doğal düşmanları olarak önemli bir potansiyele sahiptir (Dib et al. 2010).

Tarım dışı alanlarda bulunan çiçekli yabancı otlar, çalı ve ağaç formundaki bitkiler zararlı böcek türlerinin yanı sıra onların doğal düşmanlarına da ev sahipliği yaparak hem biyoçeşitlilik hem de tarım alanlarındaki biyolojik mücadeleye olumlu katkılar sağlamaktadır (Landis et al. 2000; Amoabeng et al. 2020). Bu yönden bakıldığında, tarım alanlarında yakın konumda bulunan tarım dışı alanlardaki uygun habitat yönetimi hem doğal düşmanlara alternatif av veya konukçu sağlaması hem de doğal düşmanların olumsuz etkilerden korunması açısından önemlidir. Ayrıca tarım dışı habitatlardaki doğal düşmanların korunması ve desteklenmesi istilacı zararlı türlerin olumsuz etkilerinin de en aza indirilmesine katkı sağlamaktadır (Jonsson et al. 2010). Dünyada ve Türkiye'deki tarım dışı habitatlar arasında, sulak alanlar hem faunal hem de floral çeşitliliğin yüksek olduğu korunan alanların başında gelmektedir. Lagünlerin de içerisinde bulunduğu kıyı sulak alanları, birçok zararlı tür ve bunların doğal düşmanları için besin, barınma ve kışlama alanlarına ev sahipliği yapan nadir jeomorfolojik oluşumlardır. Birçoğu tarım alanlarına oldukça yakın konumda olan bu habitatlar hem zararlı türlere hem de doğal düşmanlarına rezerv alan olması açısından oldukça önemlidir (Tomanović et al. 2012).

Üç tarafı denizler ile çevrili olan Türkiye'de tarım alanlarına oldukça yakın konumda çok sayıda kıyı sulak alanı veya lagün bulunmaktadır. Bu alanlarda yürütülen hem floral hem de faunal çalışmalar oldukça sınırlı kalmıştır. Özellikle bu alanlardaki zararlı afit ve doğal düşmanları üzerine çok sınırlı veriler bulunmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışma ile Çanakkale İli'ne tarım alanlarına oldukça yakın konumda olan Çardak Lagünü'nde konukçu bitkiler üzerindeki afidofag syrphid-afit etkileşimlerinin ve syrphidler tarım alanlarındaki zararlı afitlerin biyolojik mücadelesinde kullanım potansiyellerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Örnekleme bölgesi

Çardak Lagünü Avrupa ve Asya kıtalarını birbirinden ayıran iki su yolundan biri olan Çanakkale Boğazı'nın Marmara Denizi'ne açılan kuzey kısmında 40° 22' 36"-40° 23' 36" N ve 26° 42' 45"-26° 44' 18" E koordinatlarında yer almaktadır. Çardak Lagünü deniz içerisinde uzanan bir kara parçası ve anakara ile arasında bulunan bir lagün gölünden oluşmaktadır. Lagünün toprak yapısı alüvyon, kahverengi orman toprağı ve kumul topraktan oluşmaktadır. Bu alan Akdeniz ve Karadeniz ikliminin geçiş noktası konumundadır. Çardak Lagünü etrafında çok sayıda tahıl, sebze ve meyvelikleri içeren tarım alanları bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale İli'nde bulunan Çardak Lagünü örnekleme bölgesi.
Figure 1. The sampling area in the Çardak Lagoon in the Çanakkale Province.

Afidofag syrphid, konukçu afit ve konukçu bitkilerin toplanması, preparasyonu ve teşhisleri

Bu çalışma kapsamında, Çardak Lagününden afidofag syrphid ve afit bireyleri ile konukçu bitkilerin örnekleme 2020 yılı bahar aylarında (Mart, Nisan, Mayıs) haftada bir ve yaz aylarında (Haziran, Temmuz, Ağustos) ise 15 günde bir olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Lagün alanı üzerindeki çiçekli yabancı ot, çalı ve ağaç formundaki bitkilerden afitler ile bulaşık olduğu belirlenen bitkiler belirlenmiş ve afit kolonisi üzerinde ve etrafında tespit edilen ergin syrphid bireyleri küçük atrap veya emgi tüpü ile yakalanıp örnekleme kavanozları içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Bulaşık afit kolonileri üzerinde tespit edilen syrphid larvalarının örnekleme için ise, bulaşık bitki kısımları budama makası ile kesilip önce bir gazete kağıdına sarılmış daha sonra polietilen torba içerisine koyularak buz kutularında laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen bulaşık bitki kısımları, afit kolonisi üzerindeki larvalardan ergin syrphid bireylerinin elde edilmesi için üst kısmı nemlenmenin önlenmesi amacıyla bir tül ile kapatılmış plastik kutular içerisinde iklim odası koşullarında [25 ± 2 °C, 65 ± 10 nem ve 16:8

(aydınlık:karanlık)] kültüre alınmıştır. Sonraki günlerde yapılan kontrollerde bu plastik kutulardan elde edilen ve daha önce örnekleme alanından laboratuvara getirilen ergin syrphid bireyleri pamuğa emdirilmiş etil asetat kullanılarak cam kavanozlar içerisinde öldürülmüştür. Daha sonra bu bireyler vücudunun uygun yerinden böcek iğnesi kullanılarak iğnelenmiş ve etiket bilgileri de yazılarak teşhise hazır hale getirilmiştir. Teşhis için hazırlanan ergin syrphid bireyleri teşhis için uzmanına gönderilmiştir.

Diğer taraftan, konukçu afitlerin teşhis edilebilmesi için arazi koşullarında toplanan veya laboratuvara getirilen bulaşık bitkiler üzerinden elde edilen afit kolonilerindeki yeterli sayıda kanatlı ve kanatsız dönemdeki afitler bir fırça yardımı ile içerisinde %96 etil alkol bulunan eppendorf tüpleri içerisine alınmıştır. Etiket bilgileri de tüpler üzerine eklenerek teşhise hazır hale getirilmiştir. Lagün alanından örnekleme yapılan konukçu afitlerin preparasyon ve teşhisi için Hille Ris Lambers (1950)'in önerdiği yöntem kullanılmıştır. Afitlerin teşhisleri, HD kamerası bulunan LEICA DM 2500 model ışık mikroskobu ile LAS 4.1 paket programı kullanılarak Blackman & Eastop (2006; 2023)'a göre yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında toplanan konukçu afitlerin teşhisleri sorumlu yazar tarafından gerçekleştirilmiştir. Ayrıca konukçu bitkilerden yabancı ot formunda olanların teşhis için herbaryumları yapılmış, çalı ve ağaç formunda olanların da ayrıntılı fotoğrafları çekilerek konu uzmanı tarafından teşhisleri gerçekleştirilmiştir.

Afidofag syrphid-konukçu afit-konukçu bitki etkileşimleri

Çardak Lagünü alanında tespit edilen afidofag syrphid-konukçu afit-konukçu bitki etkileşimlerinin ortaya koyulması amacıyla, tüm örnekleme sürecinde konukçu bitkiler üzerinde tespit edilen syrphid ve afitlerin toplam birey sayıları esas alınarak R (3.6.1) programı içerisindeki “bipartite” paketinin “plotweb2” fonksiyonu kullanılarak tripartite etkileşim grafiği oluşturulmuştur (R Development Core Team 2023).

Bulgular ve Tartışma

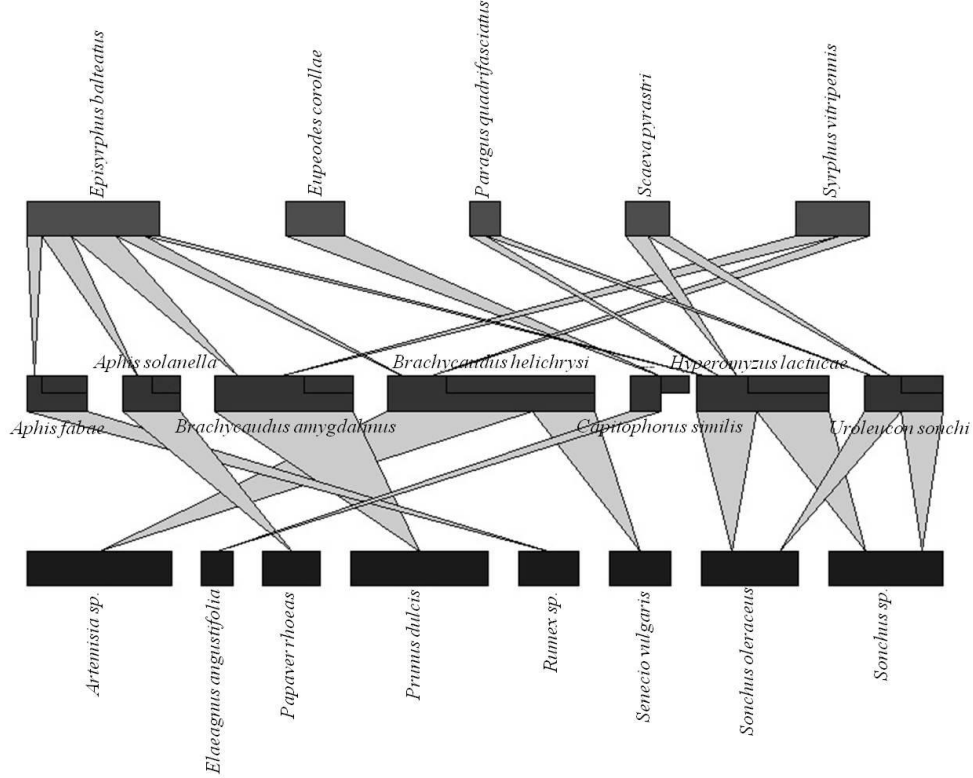
Bu çalışmada, Çanakkale İli'nde tarım alanlarına oldukça yakın bir konumda olan bir tarım dışı habitat ve sulak alan olan Çardak Lagününde, sekiz farklı konukçu bitki üzerindeki Aphididae familyasından yedi afit türü ile ilişkili, Syrphidae familyasındaki beş cins içerisinde toplam beş afidofag syrphid türü tespit edilmiştir.

Tespit edilen türler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çanakkale İli Çardak Lagünü'nde tespit edilen konukçu bitki türleri, afidofag syrphid türleri ve konukçu afit türleri
Table 1. The host plant species, aphidofagous syrphid species and host aphid species in the Çardak Lagoon in the Çanakkale Province

Konukçu Bitki Türleri
<i>Artemisia</i> sp. (Asteraceae)
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L. (Elaeagnaceae)
<i>Papaver rhoeas</i> L. (Papaveraceae)
<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) (Rosaceae)
<i>Rumex</i> sp. (Polygonaceae)
<i>Senecio vulgaris</i> L. (Asteraceae)
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) (Asteraceae)
<i>Sonchus</i> sp. (Asteraceae)
Afidofag Syrphid Türleri
<i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer)
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius)
<i>Paragus quadrifasciatus</i> Meigen
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus)
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen
Konukçu Afit Türleri
<i>Aphis fabae</i> Scopoli
<i>Aphis solanella</i> Theobald
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach)
<i>Brachycaudus amygdalinus</i> (Schouteden)
<i>Capitophorus similis</i> van der Goot
<i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linnaeus)
<i>Uroleucon sonchi</i> (Linnaeus)

Bu çalışma sonucunda beş farklı afit türü üzerinde tespit edilen *E. balteatus* en yaygın afidofag syrphid türü olarak belirlenmiştir. Diğer syrphidlerden, *P. quadrifasciatus*, *S. pyrastris* ve *S. vitripennis* iki farklı afit türü üzerinde tespit edilmiştir. *Eupeodes corollae* ise sadece bir afit türü üzerinde tespit edilmiştir. Afit türlerinin etkileşimleri göz önüne alındığında ise *H. lactucae*'nin üç farklı afidofag syrphid türüne konukçuluk yaptığı belirlenmiştir. Diğer afitlerden, *B. amygdalinus*, *B. helichrysi* ve *U. sonchi* ikişer farklı syrphid türüne konukçuluk yaparken *A. fabae*, *A. solanella* ve *C. similis* üzerinde ise sadece bir syrphid türü tespit edilmiştir. Konukçu bitkiler göz önüne alındığında, *Sonchus* sp. ve *S. oleraceus* üzerinde beşer farklı afidofag syrphid-afit etkileşimi görülürken, *E. angustifolia*, *P. rhoeas* ve *Rumex* sp. üzerinde ise sadece birer farklı afidofag syrphid-afit etkileşimi tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çanakkale İli Çardak Lagünündeki afidofag syrphid (üst), konukçu afit (orta) ve konukçu bitki (alt) türlerinin tripartite etkileşim grafiği (Siyah barlar türlerin bulunma oranlarını ve gri barlar türlerin etkileşimlerini göstermektedir.).

Figure 2. The graph of tripartite interactions of aphidofagous syrphids (top), host aphids (mid) and host plants (bottom) species in the Çardak Lagoon in the Çanakkale Province (Black bars in the graph shows the abundance of the species and gray bars shows the interactions.).

Tarım alanlarında fonksiyonel çeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesinde tarım dışı habitatlar oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Medeiros et al. (2018) tahıl yetiştirilen alanların etrafındaki habitat farklılıklarının tarımsal ekosistemlerdeki syrphidler üzerindeki etkilerini habitat karmaşıklığı derecesine göre araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda syrphidler tür zenginliği ve bolluğunun tarım dışı habitatların oranı ile pozitif olarak ilişkili olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Ayrıca, syrphid türlerinin çeşitliliğinin de tarım dışı habitatlar ile ilişkili olduğu ve bu habitatların azalmasının tür kaybına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuca paralel olarak, bu çalışmada tarım alanlarına oldukça yakın konumdaki çok küçük bir alan olan Lagün habitatından beş farklı afidofag syrphid türü elde etmemiz tarım dışı habitatların sağladığı potansiyeli destekler

niteliktedir. Syrphid türlerinin tarım dışı habitatlardaki varlığını destekleyen faktörlerin başında av mevcudiyeti gelirken, tarım alanlarındaki hasat, pestisit uygulaması ve kaynak mevcudiyetinin düşük olduğu dönemlerde tarım dışı habitatlar syrphidler için önemli sığınak alanlarıdır (Tscharntke et al. 2007; 2012). Ayrıca tarım dışı alanlar ergin syrphidler için önemli besin kaynakları olan çok sayıda çiçekli bitkilere de ev sahipliği yapmaktadır. Bu çalışmada lagün alanında tespit ettiğimiz *Artemisia* sp., *P. rhoeas* ve *S. vulgaris* gibi çiçekli yabancı otlar üzerinde barındırdığı afit kolonileri ile hem afidofag syrphidler larvalarına besin sağlarken hem de çiçekleri ile ergin syrphid türlerine kaynak oluşturmaktadır. Wojciechowicz-Żytko & Wilk (2023) tarafından elma bahçeleri ve etrafındaki yarı doğal habitatlarda yürütülen çalışmada, etraftaki tarım dışı habitatlardan toplanan syrphid sayısının elma bahçelerine göre oldukça fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada syrphidler meyve bahçesinin yakınındaki yarı doğal habitatlarda çiçek açan bitkiler tarafından çekildiğini ve daha sonra meyve bahçesine göç ederek afit kolonilerini azalttığını ortaya koymuşlardır. Burada bahsedilen çalışmaların ve bizim çalışmamızda ortaya koyduğumuz sonuçlar tarım dışı habitatların afidofag syrphidler için önemli bir potansiyele sahip olduğunu gösterebilir. Ayrıca, tarım dışı habitatlardan biri olan ve genellikle tarım alanlarına oldukça yakın konumda olan sulak alanlar afidofag syrphidler çeşitliliğine önemli katkılar sunabilir. Tarım alanları etrafında bulunan tarım dışı habitatlarda yürütülen çalışmalar afidofag türler başta olmak üzere sulak alanların diğer tarım dışı habitatlar ile kıyaslandığında syrphidler tür zenginliği açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu gösterebilir (Djellab et al. 2013; Moquet et al. 2018; Toikkanen et al. 2022).

Diğer taraftan tarım dışı habitatlar tarımsal zararlı afitlerin biyolojik mücadelesinde en etkin sonuçları sağlayan bazı afidofag syrphid türleri için de önemli sığınak ve av alanları oluşturmaktadır (Bayrak & Hayat 2008; Kök et al. 2020). Bu afidofag syrphidlerden biri olan, *E. balteatus* larvalarının konukçu sayısı oldukça geniş olup 100'den fazla afit türü üzerinde beslenmektedir (Sadeghi & Gilbert 2000). Yapılan çalışmalar hem tarım alanlarında hem de sulak alanlar gibi tarım dışı habitatlarda afidofag syrphidlerden baskın olan türün *E. balteatus* olduğunu ortaya koymaktadır (Moquet et al. 2018; Wojciechowicz-Żytko & Wilk 2023). Bu çalışmada elde ettiğimiz *E. balteatus*'un tarım dışı bir habitat olan sulak bir alanda baskın tür olması da bu çalışmalardaki sonuçları desteklemektedir.

Bu çalışmada elde edilen veriler tarım alanlarına yakın olan lagün ve sulak alanlar gibi tarım dışı habitatların afidofag syrphidler tür zenginliği ve bolluğu açısından önemli bir potansiyele sahip olabileceğini ortaya koymuştur. Tarım alanlarına oldukça yakın bir alandan elde edilen bu sonuçların, afidofag syrphidler tarım alanlarında zararlı afitlere karşı daha etkin bir biyolojik mücadele aracı olarak kullanılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmadaki sonuçlara dayanarak, tarım alanlarındaki doğal düşmanların korunması ve desteklenmesinde farklı tarım dışı habitatların önemi ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak, tarımsal habitatlarda afidofag syrphidler başta olmak üzere yüksek düzeyde doğal düşman biyoçeşitliliğini garanti altına almak için, tarım alanlarının

etrafındaki tarım dışı habitatların korunmasının ve habitat yönetiminin teşvik edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmadaki afidofag syrphid türlerinin teşhisleri için Dr. Zorica Nedeljkovic (Universidad De Alicante, Instituto Universitario De Investigación - CIBIO, Alicante, Spain)'e ve konukçu bitkilerin teşhisleri için Prof. Dr. Ersin KARABACAK (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü)'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Amoabeng B. W., P. C. Stevenson, B. M. Mochiah, K. P. Asare & G. M. Gurr, 2020. Scope for non-crop plants to promote conservation biological control of crop pests and serve as sources of botanical insecticides. *Scientific Reports*, 10: 6951.
- Bayrak N. & R. Hayat, 2008. Faunistic studies on the species of Syrphidae (Diptera) in Kayseri province. *Plant Protection Bulletin*, 48(4): 35-49.
- Blackman R. L. & V. F. Eastop, 2006. Aphid's on the world's herbaceous plants and shrubs: an identification and information guide. Vol. 1. Host Lists and Keys. Vol. 2. The Aphids. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex, 1456 p.
- Blackman R. L. & V. F. Eastop, 2023. Aphids on the world's plants. An online identification and information guide. URL:<http://www.aphidsonworldsplants.info/> (Erişim tarihi: 10 Ekim 2023).
- Dib H., S. Simon, B. Sauphanor & Y. Capowiez, 2010. The role of natural enemies on the population dynamics of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) in organic apple orchards in south-eastern France. *Biological Control*, 55: 97-109.
- Djellab S., A. Van Eck & B. Samraoui, 2013. A survey of the hoverflies of northeastern Algeria (Diptera: Syrphidae). *Egyptian Journal of Biology*, 15: 1-12.
- Doğan B. & Ş. Kök, 2023. The diversity and host interactions of aphids (Hemiptera: Aphididae) on different plant communities in an urban ecosystem. *Turkish Journal of Entomology*, 47(4): 459-470.
- Dunn L., M. Lequerica, C. R. Reid & T. Latty, 2020. Dual ecosystem services of syrphid flies (Diptera: Syrphidae): pollinators and biological control agents. *Pest management science*, 76(6): 1973-1979.
- Gontijo L. M., E. H. Beers & W. E. Snyder, 2015. Complementary suppression of aphids by predators and parasitoids. *Biological Control*, 90: 83-91.
- Hille Ris Lambers D., 1950. On mounting aphids and other soft skinned insects. *Entomologische Berichten*, 13: 55-58.
- Iturralde-García R. D., J. Riudavets & C. Castañé, 2020. Biological control of *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Chrysomelidae) in stored chickpeas through the release of natural enemies. *Biological Control*, 149, 104322.
- Janković M., M. Plečaš, D. Sandić, A. Popović, A. Petrović, O. Petrović-Obradović, Ž. Tomanović & V. Gagić, 2017. Functional role of different habitat types at local and

- landscape scales for aphids and their natural enemies. *Journal of Pest Science*, 90: 261-273.
- Jonsson M., S. D. Wratten, D. A. Landis, J. M. L. Tompkins & R. Cullen, 2010. Habitat manipulation to mitigate the impacts of invasive arthropod pests. *Biological Invasions*, 12 (9): 2933-2945.
- Kaser J. M. & G. E. Heimpel, 2018. Impact of the parasitoid *Aphelinus certus* on soybean aphid populations. *Biological Control*, 127: 17-24.
- Katis N. I., J. A. Tsitsipis, M. Stevens & G. Powell, 2007. Transmission of plant viruses (Eds. van Emden H. F. & R. Harrington, Aphids as Crop Pests). CABI Publishing, London, 353-390.
- Kök Ş., Ž. Tomanović, Z. Nedeljković, D. Şenal & İ. Kasap, 2020. Biodiversity of the natural enemies of aphids (Hemiptera: Aphididae) in Northwest Turkey. *Phytoparasitica*, 48(1): 51-61.
- Landis D. A., S. D. Wratten & G. M. Gurr, 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45: 175-201.
- Lefebvre V., C. Fontaine, C. Villemant & C. Daugeron, 2014. Are empidine dance flies major flower visitors in alpine environments? A case study in the Alps, France. *Biology Letters*, 10(11): 20140742.
- Medeiros H. R., A. T. Hoshino, M. C. Ribeiro, M. N. Morales, F. Martello, O. C. P. Neto, D. W. Carstensen & A. O. Menezes Junior, 2018. Non-crop habitats modulate alpha and beta diversity of flower flies (Diptera, Syrphidae) in Brazilian agricultural landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 27: 1309-1326.
- Mohammed A. A. & P. E. Hatcher, 2017. Combining entomopathogenic fungi and parasitoids to control the green peach aphid *Myzus persicae*. *Biological Control*, 110: 44-55.
- Moquet L., E. Laurent, R. Bacchetta & A. L. Jacquemart, 2018. Conservation of hoverflies (Diptera, Syrphidae) requires complementary resources at the landscape and local scales. *Insect Conservation and Diversity*, 11(1): 72-87.
- Peters D. C., J. A. Webster & C. S. Chlouber, 1991. Aphid-Plant Interactions: Populations to Molecules. Oklahoma Agricultural Experimental Station, Stillwater, 335 p.
- R Development Core Team, 2023. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. URL: <https://www.R-project.org/> (Erişim tarihi: 10 Ekim 2023).
- Rodriguez-Gasol N., G. Alins, E. Veronesi & S. Wratten, 2020. The ecology of hoverflies as ecosystem service providers in agricultural systems. *Biological Control*, 151: 104405.
- Sadeghi H. & F. Gilbert, 2000. Aphid suitability and its relationship to oviposition preference in predatory hoverflies. *Journal of Animal Ecology*, 69(5): 771-784.
- Speight M. C. D., 2008. Database of Irish Syrphidae (Diptera). Irish Wildlife Manuals, N. 36. National Parks and Wildlife Service, Department of Environment, Heritage and Local Government, Dublin, Ireland, 338 p.
- Tiftikçi P., Ş. Kök & İ. Kasap, 2020. Biological control of twospotted spider mites [*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)] using *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) at different ratios of release on field-grown tomatos. *Biological control*, 151: 104404.
- Toikkanen J., P. Halme, J. Kahanpää & M. Toivonen, 2022. Effects of landscape composition on hoverflies (Diptera: Syrphidae) in mass-flowering crop fields within forest-dominated landscapes. *Journal of Insect Conservation*, 26(6): 907-918.

- Tomanović Ž., P. Starý, N. G. Kavallieratos, V. Gagi, M. Plećaš, M. Jankovic, E. Rakhshani, A. Četković & A. Petrović, 2012. Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in wetland habitats in the western Palaearctic: Key and associated aphid parasitoid guilds. *Annales- Societe Entomologique De France*, 48(1-2): 189-198.
- Tscharntke, T., J. M. Tylianakis, T. A. Rand, R. K. Didham, L. Fahrig, P. Batáry, J. Bengtsson, Y. Clough, T. O. Crist, C. F. Dormann, R. W. Ewers, J. Fründ, R. D. Holt, A. Holzschuh, A. M. Klein, D. Kleijn, C. Kremen, D. A. Landis, W. Laurance, D. Lindenmayer, C. Scherber, N. Sodhi, I. Stefan-Dewenter, C. Thies, W. H. Van Der Putten & C. Westphal, 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes-eight hypotheses. *Biological Reviews*, 87: 661-685.
- Tscharntke T., R. Bommarco, Y. Clough, T. O. Crist, D. Kleijn, T. A. Rand, J. M. Tylianakis, S. van Nouhuys & S. Vidal, 2007. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biological Control*, 43: 294-309.
- van Lenteren J. C., J. Bale, F. Bigler, H. M. T. Hokkanen & A. J. M. Loomans, 2006. Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests. *Annual Review of Entomology*, 51: 609-634.
- Völkl W., M. Mackauer, J. K. Pell & J. Brodeur, 2007. Predators, parasitoids and pathogens (Editors: Van Emden H. V. & R. Harrington, Aphids as Crop Pests). CABI, Wallingford, 187-233.
- Wilkaniec B., B. Borowiak-Sobkowiak, A. Wilkaniec, W. Kubasik, M. Kozłowska & E. Dolańska-Niedbała, 2015. Aphid migrant activity in refuge habitats of the Wielkopolska agricultural landscape. *Journal of Plant Protection Research*, 55(1): 69-79.
- Wojciechowicz-Żytka E. & E. Wilk, 2023. Surrounding semi-natural vegetation as a source of aphidophagous syrphids (Diptera, Syrphidae) for aphid control in apple orchards. *Agriculture*, 13(5): 1040.