

## *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera, Reduviidae)'nin tohum zararlısı *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910)'e karşı biyolojik mücadelede kullanılabilirliği

### *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Heteroptera, Reduviidae) can be used in biological control against seed pest *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910)

Salih PARLAK 

Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, BURSA

#### Eser Bilgisi / Article Info

Derleme makale / Review article

DOI: 10.17474/artvinofd.1029062

Sorumlu yazar / Corresponding author

Salih PARLAK

e-mail: salih.parlak@btu.edu.tr

Geliş tarihi / Received

27.11.2021

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

14.04.2022

Kabul Tarihi / Accepted

20.04.2022

Elektronik erişim / Online available

16.05.2022

#### Anahtar kelimeler:

Heteroptera

Reduviidae

*Zelus renardii*

Coreidae

*Leptoglossus occidentalis*

Biyolojik Mücadele

#### Keywords:

Heteroptera

Reduviidae

*Zelus renardii*

Coreidae

*Leptoglossus occidentalis*

Biological Control

#### Özet

Heidemann tarafından 1910 yılında tanımlanan *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910) ikinci Dünya Savaşı'ndan sonra hızlı bir şekilde yayılmaya başlamış, Avrupa'da ilk kez 1999 yılında görülmesine rağmen on yıl içerisinde tüm kıtayı sarmıştır. Ekolojik şartlara hızlı adapte olması ve beslediği türlerin fazlalığı yayılışında etkili olmuştur. Ülkemizde ilk kez 2009 yılında görülmüş, geçen süre içerisinde tüm ülkede yayılmayı başarmış ve ibrelili tür tohumlarında zararları ortaya çıkmıştır. Erken dönem kozalak dökümüne neden olması, olgunlaşan kozalakların embriyo ve endosperm kısımlarına zarar vermesi nedeniyle tohum oluşumu ve çimlenmesini önemli ölçüde azaltmaktadır. Ormanlık alanlarımızdaki doğal gençleştirme ve fidanlık çalışmalarını olumsuz etkileyeceği aşikârdır. Böceğin doğal düşmanları henüz oluşmadığından popülasyon dengelenememekte ve her yıl zarar yapmaktadır. Ülkemizde olduğu gibi dünyada da henüz etkili bir mücadele yöntemi ortaya konulmuş değildir. Kimyasal mücadeleden ekolojik dengeyi bozacağı endişesi ile kaçınılmaktadır. Bu nedenle biyolojik ve biyoteknik mücadele yöntemleri üzerinde durulmaktadır. Bu mücadele yöntemlerinin biri de *L. occidentalis*'in doğal düşmanlarının predatör olarak kullanılmasıdır. Bu doğal predatörlerden biri ülkemizde yayılmaya başlayan *Zelus renardii* (Kolenati, 1857)'dir. Genel bir predatör olması ve *L. occidentalis* ile nimf dönemlerinin çakışması bu türün *L. occidentalis*'e karşı predatör olarak kullanılabilirliğinin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu amaçla elde edilen *Z. renardii* nimf ve erginlerinin kendi türüne ve *L. occidentalis*'e karşı predatör davranışları gözlemlenmiştir.

#### Abstract

*Leptoglossus occidentalis*, described by Heidemann in 1910, began to spread rapidly after the Second World War, and although it was first seen in Europe in 1999, it spread the entire continent within ten years. Its rapid adaptation to ecological conditions and the abundance of the species it feeds on have been effective in its spread. It was seen for the first time in our country in 2009, has managed to spread throughout the country in the course of time and its damage has been revealed in coniferous species seeds. It significantly reduces seed formation and germination, as it causes early cone casting and damages the embryo and endosperm parts of mature cones. When examined in terms of forestry studies; It is obvious that the reduction in seed source due to insect damage will adversely affect the natural regeneration and nursery activities in forests. Since the natural enemies of the insect have not yet emerged, the population cannot be balanced and it causes damage every year. As in our country, an effective method of struggle has not yet been put forward in the world. Chemical control is avoided with the concern that it will disrupt the ecological balance. For this reason, biological and biotechnical control methods are emphasized. One of these control methods is to use the natural enemies of *L. occidentalis* as predators. One of these natural predators is *Zelus renardii* (Kolenati, 1857), which started to spread in our country. The fact that it is a general predator and the overlap of *L. occidentalis* and nymphal stages necessitates the investigation of the usability of this species as a predator against *L. occidentalis*. Predatory behaviors of *Z. renardii* nymphs and adults obtained for this purpose were observed against their own species and *L. occidentalis*.

## GİRİŞ

*Leptoglossus occidentalis* ilk kez 1910 yılında Kuzey Amerika'da Heidemann tarafından tanımlanmış ve 2. Dünya savaşı'ndan sonra orta ve doğu Amerika'da hızla

yayılmaya başlamış (Lesieur ve ark. 2014), 1999'da ilk defa İtalya'da görülen (Tescari 2001) böcek hızlı bir şekilde ülkenin her yayına yayılmış ve 2005 yılında İsviçre'de de bulunmuştur (Wittenberg 2005). 2000 yılından sonraki yayılışı çok hızlı olmuş, sadece on yıl

içerisinde kıtanın büyük bölümünde Norveç'ten Sicilya'ya, Portekiz'den Türkiye'ye kadar kolonileşmiştir (Fent ve Kment 2011). 2012 yılında Rusya ve Ukrayna'da görülmüştür (Gapon 2012). 2013 yılında ise Uzakdoğu Asya'ya sıçramış (Ahn ve ark. 2013) ve 2010 yılında Kore'de tespit edilmiştir (Yoon 2012). Son yıllarda Doğu Asya'da ve Japonya'da görülmüştür (Ishikawa ve Kikuhara 2009). Türkiye'de ilk defa 2009 yılında görülmesine rağmen (Arslangünoğdu ve Hizal 2010) geçen süre içerisinde tüm ülke sathına yayılmıştır (İpekdal ve ark. 2019). *L. occidentalis*'in çok farklı iklim tiplerine ve konukçu bitkilere, yükseklik farklılıklarına karşı büyük bir adaptasyon kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bir yılda verdiği nesil sayısını değiştirebildiği ve yılda 1-3 nesil verebildiğinden adaptasyon sorunu yaşamamakta, bu nedenle büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Koerber 1963, Galli 1992, Malumphy ve ark. 2008). Kuzey Amerikada *L. occidentalis* yılda tek nesil verirken (Koerber 1963, Hedlin ve ark. 1981) Sicilya'da iki nesil, Meksikada üç nesil (Cibrian-Tovar ve ark. 1995) verdiği belirlenmiştir. Çevresel şartlara göre generasyon sayısı değişmektedir (Koerber 1963, Mitchell 2000, Maltese ve ark. 2009, Cibrian-Tovar ve ark. 1986, Hedlin ve ark. 1981). Kısmi olarak iki generasyon verebileceği tahmin edilmektedir (Bates ve ark. 2002b). Kuzey bölgelerde genellikle yılda bir nesil verirken, sıcak iklimlerde (Meksika) birkaç nesil vermesi mümkündür. Bu böcek kuzey ve orta Amerikada doğal olarak bir generasyona sahip olmasına rağmen (Jacobs ve Emmen 1995, Reid ve ark. 2009) 1-3 nesil verebilmektedir (Bates ve Borden 2005).

Ülkemizde Isparta ve çevresinde 2016-2019 yılları arasında yürütülen çalışmalar sonucunda türün bu bölgede iki nesle sahip olduğu (yükselti 850-1450 m), birinci uçuş zamanının mayıs ortası ile haziran ortası, ikinci uçuş zamanının ise temmuz sonu ile ağustos sonu arasında olduğu tespit edilmiştir (Oğuzoğlu ve Avcı 2020). Artvin'de yapılan gözlemlerde ise temmuz ayında yumurta, nimf ve ergin evrelerinin birarada olduğu görülmüştür (İpekdal ve ark. 2019).

*L. occidentalis* hayat dönemlerinde, nimf evresi beş dönemden oluşmaktadır. Birinci dönem nimfler ortalama 3 mm'dir (Koerber 1963, Villa ve ark. 2001). Erginlerin vücut uzunluğu 15.1-21.8 mm arasında değişmekte olup, dişiler erkeklerden daha iridir (Oğuzoğlu ve Avcı 2020) (Şekil 1).

İlkbaharda erginler beslenmek, çiftleşmek ve yumurtalarını bırakmak için kışladıkları yerlerden çıkmaya başlarlar. Ergin dişiler ilkbaharın ortasından sonuna

(mayıstan hazirana) kadar ibreler üzerine 80 kadar yumurta bırakırlar. Yumurtalar yaklaşık 2 mm boyunda ve 1 mm eninde varil şeklindedir. Başlangıçta açık kahverengi, daha sonra ise koyu kahverengine dönüşür (Ogden 2013) (Şekil 1).

Yumurtalar yaklaşık 10-14 gün sonra açılır. İlk oluşan generasyon ibreler ve yeni oluşan kozalaklarla beslenip, birkaç gün sonra ise ikinci nimf dönemine geçerler. İkinci dönem nimflerin stilet uzunluğu 2.5 kat uzar ve kozalaktaki olgunlaşmamış tohumlara ulaşma kapasitesine sahip olurlar. Bu nimf döneminde böcek daha fazla yiyeceğe ihtiyaç duymaktadır. Kozalağın dökülmesine neden olan yumurtalığın tahrip edilmesi aynı nimflerin beslendiği yaz sonunda da meydana gelmektedir (DeBarr ve Kormanik 1975, Jucker ve ark. 2008, Fent ve Kment 2011, Taylor ve ark. 2001, Pimpap 2014, EPPO. 2010), (Şekil 1).

#### ***L. occidentalis*'in Zarar Şekli ve Meydana Getirdiği Kayıplar**

*L. occidentalis*'te olduğu gibi bitki özsuğu emen böceklerin çoğu Hemiptera takımına aittir (Gullan ve Cranston 2012). Nimf ve erginleri tohumun endosperm kısmını emmek, kalite ve kantite kaybı oluşturmak suretiyle ekonomik zarara neden olurlar (Jucker ve ark. 2008). Tohum bahçelerinde konukçu bitkilerin tohumlarının endosperm kısmını emerek beslenmekte, kozalak dökümlerine ve yetersiz döllemeye neden olmaktadır (Bates ve Borden 2005, Mitchell 2000). Böcek genellikle hortumunu kozalak pulları arasından daldırmakta, tohumun dışından herhangi bir zararlanma belirtisi görülmemekte ve zararı kolaylıkla anlaşılamamaktadır (Reid ve ark. 2009, Tamburini ve ark. 2012, Lesieur ve ark. 2014a). Yeni oluşan kozalaklarla (ülker) beslenen böceğin hayli zararlı olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde (ülker dönemi) meydana gelen dökümlerin başlıca sebebi bu böcek olup potansiyel ürünün tamamının kaybına neden olmaktadır (Bates ve ark. 2002b). Olgun kozalaklardaki karakteristik zararı ise böceğin beslenmesi sonucu tohumun içinin pörsümesi, süngerimsi bir yapı göstermesi şeklinde olup, (Bates ve ark. 2002a) ağır zararlarda endospermin tamamı zarar görmektedir (Koerber 1963). Ergin *L. occidentalis* dişi ve erkek bireyleri kozalakların olgunluk dönemlerinde günde ortalama erkekler 1.4 ve dişiler 2 tohuma zarar vermektedir (Bates ve ark. 2002). Dişiler erkelerden ya da nimflerden daha fazla beslenme kapasitesine sahiptir. Üreme dönemlerinde yumurta üretimi için yüksek oranda gerekli olan azot içeren tohum proteinini kullanırlar (Bates ve ark. 2001).



*L. occidentalis* açılmış yumurtaları (01.08.2019)(S. Parlak)



*L. occidentalis* nimf (01.08.2019) (S. Parlak)



*L. occidentalis* ergin-üstten görünüm (S. Parlak)



*L. occidentalis* ergin-alttan görünüm (S. Parlak)

Şekil 1. *L. occidentalis*'in farklı gelişim dönemleri

Bütün bu zararlar önemli ölçüde tohum kaybına neden olmaktadır. Ergin dişilerin kozalak gelişiminin ilk dönemlerinde 80 kadar yumurta bıraktığı ve bir sezonda ergin bir *L. occidentalis*'in 300 den fazla tohum kaybına sebep olabileceği ve predatör ve parazitlenme olmadığı takdirde zararın 434 tohuma yükselebileceği bildirilmektedir (Bates ve ark. 2002a, Bates ve Borden 2005). Böcek özellikle çam türlerinde uzun hortumu ile tohumun endosperm kısmını emmekte, beslenmek için tercihen yeni oluşan kozalakları seçmekte ve tohum çimlenmesini % 80'lere kadar azaltabilmektedir. Doğal meşcerelerde ise bu zarar % 50'lere kadar yükselmektedir (Gobbi ve Lencioni 2009). Erken dönem zararlarında kozalakların atılmasına, tohumların azalmasına veya çimlenmesini engelleyerek rezervlerin büyük oranda azalmasına neden olmaktadır (Bates ve ark. 2001, Bates ve ark. 2002).

Böcek hortumunu doğrudan tohuma doğru daldırmakta, tükürük salgılayarak tohumu yumuşatmakta ve tohumun yağ ve protein içeriğini emmektedir (Bates ve ark. 2001).

Böcek yeni gelişmeye başlayan kozalakları emerek atılmasına neden olmaktadır. Tohum içlerinin büzüşmesi yanında farklı derecelerdeki zararlanmalarda tohumun yağ ve protein kısımları emilerek tamamen boş hale gelebilmektedir (Bates ve ark. 2000a,b 2002, Strong ve ark. 2001, EPPO 2010, Mutke ve ark. 2014). Erken dönemde kabuğu sertleşmeden zarar gören tohumlarda ise büzüşmüş tohumlar meydana gelmekte ve tohum oluşumunu azaltmaktadır (Bates ve ark. 2000, Strong ve ark. 2001).

#### ***L. occidentalis*'in İğne Yapraklı Ağaç Türlerine Etkileri**

*L. occidentalis*'in hemen hemen bütün iğne yapraklı türlerde zarar yaptığı belirlenmiştir. *Pinus contorta* Dougl. ve *Pinus monticola* Dougl'da bir yıllık kozalaklarda % 75'e kadar tohum kaybına neden olduğu bildirilmektedir (Bates ve ark. 2000, Bates ve ark. 2002, Strong ve ark. 2001). Bazı ibrelili türlerde tohum ve fide oluşumunu % 50 oranında azalttığı görülmüştür (Blatt 1994, Bates ve ark. 2000, Bates ve ark. 2001). Sicilya'da *Pinus halepensis*, *P.*

*laricio*, *P. pinea*, *P. nigra*, *Pseudotsuga menziesii* üzerinde 1430 metre rakımda bulunmuştur (Maltese ve ark. 2009). Yine Kuzay İtalya'da *Pinus strobus*, *P. sylvestris*, *P. nigra*, *Pseudotsuga* sp türlerinde rastlanmıştır (Hellrigl 2006, Rice ve ark. 1985). Türkiye'de ilk kez 2009 yılında tespit edilmiş (Arslangündoğdu ve Hızal 2010) fakat ibreli türlerimizde yaptığı zarar ve şiddeti hakkında bir çalışma yapılmamıştır.

Böceğin ana konukçusu ibre yapraklılar, esas itibarıyla çamlardır. *P. menziesii*, gibi türlerde az da olsa zarar yapmaktadır. *Juniperus*, *Tsuga*, *Picea*, *Cedrus*, *Calocedrus* cinslerinde de artan oranda zarar yaptığı rapor edilmiştir. *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) de yapılan çalışmada geç dönemde dişilerin iki haftalık bir beslenme periyodunun dolu tohum oluşumunu % 70 oranında azalttığı belirlenmiştir (Koerber 1963, Campbell ve Shea 1990, Lait ve ark. 2001, Mjøs ve ark. 2010, Bates ve ark. 2000,a,b 2002). *Pinus echinata*'da tohum bahçelerinde zarar oranının %83'e kadar çıkabildiği bildirilmektedir (EPPO 2010). Douglas ağaçlarında yaptığı zararın % 41 olduğu (Koerber 1963) ve yapılan kontrollü çalışmalarda *Pinus strobus*'ta nimflerin meydana getirdiği zararın tohum üretimini % 75 oranında azalttığı belirlenmiştir. Tohum tutma oranını ise % 47 azaltmıştır (Bates ve ark. 2002a). *L. occidentalis*'in beslenme zararı tohumun farklı gelişim dönemlerine göre değişebilmektedir. Tohum kabuğu sertleşmeden meydana gelen zararlarda tohum çökmekte ya da kısmen gelişmektedir. Tohum kabuğu sertleşmeye başladığında tohum bozulmakta ve buruşmaktadır. Laboratuvar şartlarında böceğin zarar oranının % 55 olduğu belirlenmiştir (Krugman ve Koerber 1969). İkinci dönem nimflerin *Pinus echinata* kozalaklarında sadece dört hafta beslenmeleri sonucu % 100 oranında kozalak dökümüne sebep olduğu belirlenmiştir. Kozalağın dökülmesine neden olan zararlar, nimflerin beslendiği yaz sonunda da meydana gelmektedir (DeBarr ve Kormanik 1975). Portekiz'de Farinha ve ark., (2018) tarafından fıstık çamında yapılan çalışmada, tek bir fıstık çamında 2 yaşlı olgunlaşmamış kozalakçıkların yaklaşık %60'ının ölümünden bu böceğin sorumlu olduğu, böceğin erişiminin engellendiği iki yaşlı kozalakçıklarda ise ölümlerinin %83 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

#### ***L. occidentalis*'in Ormancılık Faaliyetlerine Etkileri**

*L. occidentalis* kozalak ve tohumlarla beslenmekte, yeni oluşan kozalakların dökümüne ve tohum kaybına sebep olmaktadır (Cibrian-Tovar ve ark. 1986, Hedlin ve ark. 1981, Koerber 1963, Santini 2009, Strong 2006). Böcek sadece tohum meşcereleri için değil doğal meşcereler için de tehdit oluşturmakta, uygun iklim şartları ve doğal

düşmanlarının olmaması nedeniyle kozalaklı türlerin doğal gençleştirilmesinde büyük tehdit oluşturmaktadır (Roversi ve ark. 2011, Tamburini ve ark. 2012, Bracalini ve ark. 2013, Lesieur ve ark. 2014). Tohum bahçelerinde % 80'lere varan azalmaların olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle koniferlerde tohum kalitesini ve canlılığını azaltarak ekonomik kayıplar meydana getirmektedir (Bracalini ve ark. 2014). Hafif ve orta derecede beslenme zararlarında, tohumun fidan oluşturma kapasitesi kontrole göre % 80 azalmaktadır (Bates ve ark. 2001). Bu çalışmalar *L. occidentalis*'in gelecekteki orman stratejileri için dikkate alınması gerektiğini teyit etmektedir. Erginler ve nimfler tohumun endosperm kısmıyla beslenirler ve tohumun zarar görebileceği yüksek oranda dökülmesine ve % 80 lere varan kayıplara neden olabilmektedir (Reid ve ark. 2009, Resh ve Carde 2009). Lesieur ve ark., (2012) karaçamda yaptığı çalışmada böceğin hafif zarar şiddetlerinde bile çimlenme oranlarını % 20'nin altına düşürdüğünü belirlemiştir. Lesieur ve ark (2014)'nın diğer ağaç türlerinde yapılan çalışmalarda, hafif zarar düzeylerinde bile çimlenme oranlarının %30'un altına düştüğü görülmektedir. Orta derecede yaptığı zararlara ise çimlenme oranları % 5'in altına düşmüştür.

*L. occidentalis*'in doğal ormanlarımızdaki yayılışı ve zararı her geçen gün görünür şekilde artmış ve üretim çalışmalarını etkilemeye başlamıştır. Özellikle doğal gençleştirme ve fidanlık çalışmalarında *L. occidentalis* zararından dolayı tohumların çimlenme oranlarındaki azalmalar üretim çalışmalarını olumsuz etkilemiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, ibreli ormanların rejenerasyon potansiyelini düşürdüğü ve konukçusu olan ibreli türlerin doğal rejenerasyonunu etkileyebileceği düşünülmektedir (Rabitsch ve Heiss 2005, Tamburini ve ark. 2012, Lesieur ve ark. 2014a, Lesieur ve ark. 2014a). Çeşitli fungal hastalıkları bulaştırabileceği belirlenmiştir (Luchi ve ark. 2012, İpekdağ ve ark. 2019).

*L. occidentalis*'in, ayrıca tohum oluşumu ve gelişimi evrelerindeki zararlarının yanı sıra olgun tohumla beslenmesi sebebi ile elde edilen tohumların çimlenme yeteneği, bin dane ağırlığı gibi özelliklerinde de azalmalara sebep olabilmektedir. Lesieur (2014)'in çalışmasında doğal rejenerasyon için gerekli tohumlarda *L. occidentalis* kaynaklı kaybın %70'in üstüne çıkabildiği tespit edilmiştir. Tohumun tüm içeriğinin 1/3'ünden fazlası tüketildiğinde, tohumun çimlenme yeteneğini kaybettiği belirlenmiştir. Laboratuvarında *L. occidentalis*'in beslendiği tohumların sadece %18'inin çimlendiğini tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda (Bates 1999, Bates ve ark.,2000b) ve Bates ve ark.2001) az ve orta şiddette *L.*

*occidentalis* zararına uğramış göknar tohumlarından fidan oluşumunun zarara uğramamış tohumlara göre %80'den fazla azaldığını tespit etmiştir.

Karaçamda yapılan çalışmada %24.6 oranında zarar tespit edilmiş ve yüzdürme testinde çöken tohumlarda ortalama çimlenme yüzdesi karaçamda %13.9, sarıçamda ise %33.3 olarak tespit edilmiştir (Kalkan ve ark. 2021).

### **L. occidentalis ile Biyolojik Mücadele**

*L. occidentalis* ile mücadelede, parazitoit ve predatörlerine ilişkin biyolojik mücadele araştırmaları yapılmaktadır. Yumurta parazitoitlerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmada, parazitlenmenin %87'sinin *Gryon pennsylvanicum* (Ashmea) (Hymenoptera: Scelionidae), %8'inin *Anastatus pearsalli* Ashmea (Hymenoptera: Eupelmidae) ve %4'ünün *Ooencyrtus* (Hymenoptera: Encyrtidae) türü olduğu bildirilmiştir (Bates ve Borden, (2004). Ülkemizde yapılan arazi çalışmalarında *L. occidentalis*'in yumurtalarından *A. bifasciatus* ve *O. telenomicida* (Vassiliev) (Hymenoptera: Encyrtidae) parazitoitleri elde edilmiştir (Oğuzoğlu ve Avcı 2020). Erginlerin ise *Trichopoda pennipes* (Fabricius) tarafından tüketildiği belirtilmektedir (Ridge-O'Connor 2001).

2016'da Artvin'de yapılan gözlemlerde peygamberdevesi (*Mantis religiosa* L (Dictyoptera, Mantidae) ve *Argiope bruennichi* Scopoli (Araneae: Araneidae)'nin *L. occidentalis* nimf ve erginlerini avladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte bunlar *L.occidentalis*'e özelleşmiş avcılar olmadığı için biyolojik mücadele amacıyla kullanımı mümkün görülmemektedir (İpekdal ve ark. 2019). Laboratuvar şartlarında yapılan çalışmalarda *I. fumosorosea*'nın, *L. occidentalis*'in biyolojik mücadelesinde iyi bir potansiyeli olabileceğini belirtilmektedir (Barta 2010). Fungal uygulama yapılan *L. occidentalis*'lerin mantara karşı hassas oldukları ve 10-30 gün içerisinde bazılarının öldüğü bildirilmiştir (Rumine and Barzanti 2008).

Yapılan araştırmalardan görülmektedir ki ülkemizde *L. occidentalis* ibreli türlerde tohum kaynaklarını ve verimliliğini tehdit eder konuma gelmiştir. Örneğin Parlak (2017)'in yaptığı çalışmada fıstıkçamında ortalama boş tohum oranlarının % 59 olduğu belirlenmiştir. Böceğin biyolojisi ve yayılma hızı göz önüne alındığında, tehdidin boyutunun daha da genişleyeceği öngörülmektedir (Kalkan ve ark. 2021).

Ülkemizde tohum meşcereleri ve bahçeleri, ormanların yenilenmesi, yeni ormanların kurulması, gerekli durumlarda yangın sonrası sahaların yeniden ormanlaştırılması gibi temel ormancılık faaliyetleri için en önemli kaynaklar olup, bu kaynakların verimliliği ve sürekliliğini etkileyebilecek her türlü biyotik ve abiyotik faktörün ülkemiz ormanlarının sürekliliği için bir tehdit olduğu göz ardı edilmemelidir. Böceğin sebep olduğu tohum kayıplarının doğal ormanlarda gençliklerin oluşumunu engelleme ya da geciktirme potansiyeline sahip olduğu düşünüldüğünde, uzun vadede tehditin boyutlarının daha da büyük olduğu söylenebilir. *L. occidentalis* ile mücadele konusunda henüz etkili bir çözüm bulunamamıştır fakat çok sayıda çalışma devam etmektedir (İpekdal ve ark. 2019).

*L. occidentalis* ile etkili bir mücadele yöntemi bulunamamasının sebeplerinden biri de böceğin hayat döngüsüne bağlı olarak yersel ilaçlama imkânlarının kısıtlanması, arıların ve diğer türlerin etkileyecek olmasıdır. Bu bakımdan böcekle mücadelede biyolojik mücadelenin öne çıkarılması veya etkili yakalama tuzaklarının geliştirilmesi düşünülebilir. Biyolojik mücadelede böcekle beslenebilecek ve gelişim dönemleri birbirine paralel yırtıcıların üretimi söz konusu olabilecektir. Liccardo ve ark., (2020)'na göre sentetik ve kimyasal ilaçların yan etkilerine rağmen, biyolojik kontrol uygulamaları herhangi bir kimyasal kirlenici veya kalıntı unsuru oluşturmaz ve bu bakımdan biyolojik kontrolde kullanılan yöntemler bitki koruma için çok daha uygundur. Predatör böceklerden biri olan *Z. renardii* ile *L. occidentalis*'in nimf dönemleri çakıştığından, mücadelede etkili şekilde kullanılacak bir yırtıcı potansiyeli taşımaktadır. Bu çalışmada her iki tür hakkındaki literatür bilgileri ve arazi gözlemlerinden faydalanılarak bu derleme makale oluşturulmuştur.

### **Z. renardii'nin Biyolojik Mücadelede Kullanımı**

Biyolojik mücadelede kullanılan ve Reduviidae familyasından olan predatör böcekler, en farklı yırtıcı böcek ailelerindedir ve aynı alt aile, hem endojen hem de eksojen yapışkan tuzak avlama stratejileri geliştiren eklembacaklılardır (Zhanga ve ark. 2016). Reduviidae familyası dünya çapında Hemiptera grubunun ekonomik bakımdan en önemli böcekleridir. Tarımsal ekosistemlerde, ormanlarda, tropikal yağmur ormanlarında ve yarı kurak bölgelerde bulunurlar. Reduviidler doğal ve plantasyon ormanlarında, bitki örtüsü üzerinde, kuş yuvalarında, mağaralarda ve örümcek ağlarında yaşarlar. Her ekosistemdeki başarıları, avlanma ile ilgili morfolojik ve fizyolojik

adaptasyonlarından kaynaklanmaktadır. Reduviidae familyası üyeleri zararlı böcekleri kontrol altında tutmada önemli bir rol oynayan etkili predatörlerdendir (Sahayaraj, (2014). Bu familyadan olan yırtıcı böcekler biyolojik mücadelede önemli bir rol oynar (Ellsworth ve ark. 2011). Bazı tarımsal ürünlerde tarla ve laboratuvar deneyleri yapılmış ve biyolojik kontrol programlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Sahayaraj 2014).

Reduviidae familyası orta - büyük böceklerden oluşan, uzun gövdeli ve dar kafalı, kavisli bir emgi hortumu bulunan 25 alt familyaya ait yaklaşık 7.000 tanımlanmış tür içeren bir ailedir. Birçoğu eklembacaklılar için genel yırtıcı özellik gösterirler (D'hervé ve ark. 2018). Reduviidae familyasının %96'sından fazlası zoophag predatörlerdir. Çoğu Reduviid, ormanın yanı sıra tarım alanlarındaki böceklerin de yırtıcılarıdır. Bu familyaya ait yırtıcı böceklerin genellikle diğer böcekler ve eklembacaklılardan oluşan çok çeşitli avlarla beslendiği bilinmektedir. Avları, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera ve Orthoptera familyalarından çeşitli böcekleri içerir. Reduviidlerin çok farklı böceklerle beslenmesi nedeniyle zararlı böceklerin

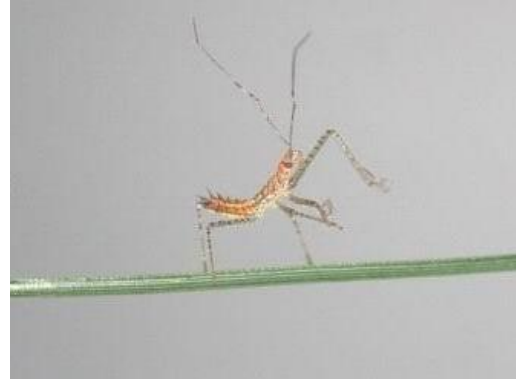
kontrolünde biyolojik mücadele unsuru olarak kullanılması son yıllarda giderek artan bir ivme kazanmıştır (Sahayaraj 2014).

Reduviidae familyasının en yaygın ve faydalı cinslerden biri, hem nimf hem de ergin döneminde diğer böceklerle beslenen *Zelus* ve *Sinea*'dır. *Zelus renardii* Kolenati, Arizona'da pamuklarda biyolojik mücadelede zararlı kontrolüne en çok katkıda bulunan yırtıcı böcektir (Ellsworth ve ark. 2011). *Zelus* cinsi, batı yarımkürenin tropikal ve ılıman bölgelerine dağılmıştır. En çok dikkat çeken üç tür *Z. luridus*, *Z. renardii* ve *Z. tetracanthus*'dur (Bellows ve Fisher 1999).

Bu familyadan olan *Z. renardii*, farklı tarımsal bitkilerde ve meyve ağaçlarında hem zararlı hem de faydalı böceklerle saldıran genel bir predatördür (Lozano ve ark. 2018). Birçok çalışmada ortaya konulduğu üzere, *Z. renardii*, Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Neuroptera, Blattaria veya Orthoptera takımlarına ait tüm böcek türlerini avlamaktadır (Pinzari ve ark. 2018). İzmir'de 2021 yılında erginlerin biberler üzerindeki yaprak bitleri ile beslendikleri gözlenmiştir (Şekil 2).



*Z. renardii* yumurtaları (Cornara ve ark 2016)



*Zelus renardii* nimfleri (01.08.2019-Bursa) (S. Parlak)



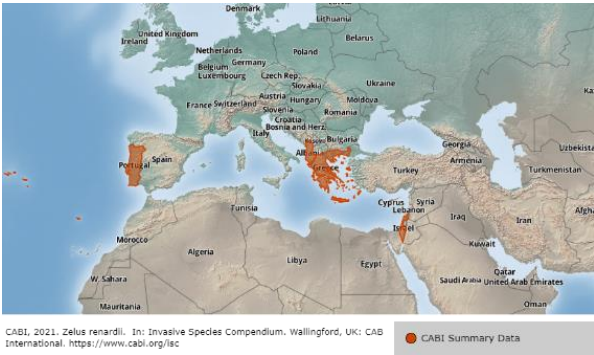
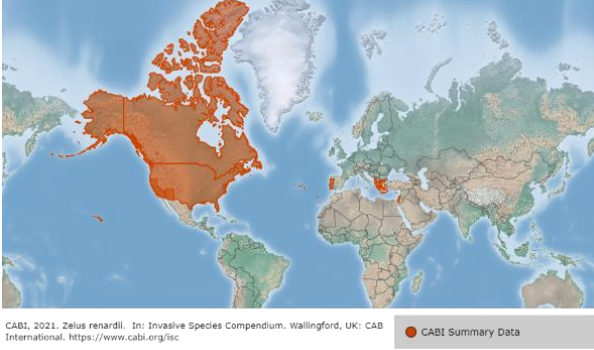
*Zelus renardii* ergini (02.07.2021-Bursa) (S. Parlak)



*Zelus renardii* ergini (24 Temmuz 2021)-İzmir (S. Parlak)

**Şekil 2.** *Zelus renardii*'nin farklı gelişme dönemleri

Reduviidae familyasının tür çeşitliliği ve uyum sağlama kapasitesi, dünyanın farklı bölgelerinde kolonileşmelerine olanak sağlamıştır (Şekil 3).



Şekil 3. *Zelus renardii*'nin dünyadaki yayılışı (URL-1)

Bu durum türün muhtemelen insan faaliyetleri tarafından dağıldığını, farklı böcek türlerinin *Z. renardii*'nin ergin ve nimf dönemlerinde genel besinleri olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalarda *Z. renardii*'nin biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilirliği anlaşılmıştır (Bella 2020). Yüksek kolonizasyon kapasitesi sayesinde sürekli yayılan bir türdür. Değişik habitatlarda, kentsel alanlarda ve tarım alanlarında sıkça görülmekte ve yüksek yoğunluklara ulaşabilmektedir (Lozano ve ark. 2018). *Zelus renardii* diğer *Zelus* türlerine göre çok farklı iklim tiplerinde yayılış gösterebilmektedir. Bu bakımdan diğer *Zelus* türlerine göre olumsuz çevresel koşullara uyum sağlamada daha başarılıdır (Weirauch 2012). Bu özellikler *Z. renardii*'yi öncü bir tür olarak düşündürmekte ve yüksek sıcaklık, yiyecek kıtlığı gibi olumsuz koşullara daha toleranslı yapmaktadır (Weirauch 2012). 25 - 30 ° C arasındaki sıcaklıklar nimflerin optimum gelişimine uygundur. Tropikal veya Arktik bölgelerde olduğu gibi daha yüksek ve daha düşük sıcaklıklar, nimf dönemindeki ölüm oranını artırmaktadır (Pinzari ve ark. 2018, Rattu ve Dioli 2020). Hayatta kalma ve gelişme oranları, özellikle erken dönemlerde 25 - 30 °C'de önemli ölçüde artış göstermiştir. *Z. renardii*'nin özellikle Temmuz ve Ağustos aylarındaki aşırı sıcaklıklara tolerans gösterdiği belirlenmiştir. Doğadan toplanıp sıcak koşullar altında bile

laboratuvara getirilen *Z. renardii* örnekleri hayatta kalabilir, kolayca koloniler oluşturabilir ve düzensiz beslenmeleri bile genellikle üreme başarılarını etkilemez (Pinzari ve ark. 2018). Sıcaklığın yanında fotoperiyod gibi diğer faktörler, bu yırtıcının yetiştirilmesinde önemli olabilir (Ali ve Watson 1978). Öncü bir tür olarak *Z. renardii*, kısa avlanma ve beslenme süresi ve çiftleşme başına yüksek yavru oranı gibi biyolojik parametreleri, doğal alanlarda yayılışı için ekolojik avantaj sağlamaktadır (Bella 2020). Polifag bir avcı olmasına ve genellikle faydalı eklembacaklılarla beslenmesine rağmen, besinlerinin önemli bir kısmını zararlı böcekler oluşturmaktadır (Ables 1978).

Reduviid predatörler kimyasal ilaçlara karşı *Coccinellidler*'den daha dayanıklıdır. Ekolojik faktörlere adaptasyonu, bitki sağlığı ürünlerine karşı dayanıklılığı, potansiyel olarak Reduviidae familyası üyelerini biyolojik kontrolde kullanılabilir kılmaktadır. İlaveten Reduviidae avcıları ana pestisitlere ve biyopestisitlere karşı dirençlidir. Bu grup predatörlerin, haşere mücadele programlarında biyolojik kontrol için önemli bir ajan oldukları kabul edilmektedir (Sahayaraj 2014).

Yırtıcı böceğin biyolojik mücadelede etkinliği, öldürdüğü avın sayısına, kalitesine, avlanma ve üreme kapasitesine, av arama ve yakalama süresine, avı sindirimi, açlık, av tercihi ve yırtıcı böcekler arasındaki rekabet gibi faktörlere bağlıdır (Sahayaraj 2014). Bir reduviid'in biyolojik mücadeledeki etkinliği avın türüne ve gelişim dönemine bağlıdır. Dişi Reduviidae yırtıcı böcekler, erkeklerden daha fazla besin tüketmektedir ve etkinliği sadece cinsiyete bağlı olmayıp, yırtıcı böceğin genel habitatına ve gelişim dönemine de bağlıdır. Reduviidae familyası üyeleri beslenmeleri gerekenden daha fazla sayıda avı öldürmekte ve bu özellik biyolojik kontrolde önemli bir unsur haline getirmektedir (Sahayaraj 2014). Reduviids familyasındaki büyük yırtıcı böcekler büyük avla, küçükler ise küçük avlarla beslenmeyi tercih etmektedir. Yırtıcı oranı 1-18 av/gün arasında değişmektedir ve av boyutuna bağlıdır. Bu nedenle etkili kontrol için, avcının böcek istilasına uğramış alanlara zamanında salınması gereklidir (Sahayaraj 2014). *Z. renardii* avını genellikle bir dakikadan kısa sürede felç eder. Orta -büyük boy bir öğünü bitirmesi 60 ila 80 dakika sürmektedir (Pinzari ve ark. 2018). *Z. renardii*, 48 saatten biraz daha fazla bir sürede kendi vücut ağırlığı kadar avla beslenmekte ve son beslenmeden yaklaşık 24 saat sonra başka bir avı tüketmeye hazırlanmaktadır. Gıda sindirmedeki hız, tüketilen av sayısı ve av boyutu,

yırtıcıların etkinliğini ve predatörlüğe uygunluğunu etkilemektedir (Cohen 1993).

*Zelus*'un, hektar başına 50.000-75.000 gibi yüksek yoğunluklarına ulaştığı bilinmektedir (Ables 1978). Hem nimfler hem de erginler büyük miktarlarda avla beslenebilir (Davranoglou 2011). Avcılık etkinliği, çiftleşme süresi, kısa beslenme süresi, dağılışındaki başarı gibi bazı temel biyolojik parametreler *Z. renardii*'yi diğer *Zelus* türlerinden daha başarılı yapmaktadır. Bir diğer özelliği ise kısa beslenme süresi nedeniyle kendisinin av olma ihtimali azalmakta ve bu husus *Z. renardii*'nin yayılışını daha fazla teşvik etmektedir (Weirauch 2012). *Z. renardii* nimfleri genellikle yaprak bitleri, bitler ve tripslerle beslenirken, yetişkinler yakalayabildikleri hemen hemen her eklembacaklıyla beslenirler (Pinzari ve ark. 2018). Yapılan gözlemlerde *Z. renardii*'nin en az 15 farklı türü avladığı ve beslendiği belirlenmiştir. Beslenmesinin % 20.9'u potansiyel olarak yararlı eklembacaklılardan, % 39 Lepidoptera larvaları% 11 muskoid sinekleri ve % 50 çeşitli böceklerden oluşmaktadır. Ön ve orta tibiasındaki yapışkan salgı avın yakalanmasını kolaylaştırmaktadır. Hortumu ile avın içine zehir enjekte ederek 48 saat sonra avlarının %86,7'sini öldürmektedir. Genellikle bir dakikadan kısa sürede avını felç etmekte ve besleme süreci büyük avlarda 60 ila 80 dakika sürmektedir (Ables 1978, Pinzari ve ark. 2018).

*Z. renardii*'nin yetişkinleri, yakalayabildikleri herhangi bir eklembacaklı ile beslenebilmektedir. Erginlerin bir günde yaklaşık 42 adet *Pectinophora gossypiella* (family Gelechiidae) yumurtası ya da 75 adet ilk dönem larvalarından tükettikleri gözlenmiştir. Ayrıca, *Z. renardii*'nin biyolojik mücadelede kullanılan *Nabis* spp. ve *Chrysoperla rufilabris* larvaları ile beslendiği ve ciddi şekilde azalttığı gözlenmiştir. Nimfleri ise yaygın olarak yaprak bitleri ve yaprak zararlıları ile beslenmektedir (Bellows ve Fisher 1999). *Z. renardii* sadece ilk nimf döneminde bir süre polen veya nektarlardan beslenmektedir (Liccardo ve ark. 2020). Laboratuvar çalışmaları, *Z. renardii*'nin *Xylella fastidiosa* bakterisinin zeytinlerde görülen ve yaprak yanıklığına neden olan vektörlere karşı biyolojik mücadelede iyi bir aday olduğunu ortaya koymuştur (Liccardo ve ark. 2020).

Avı yakalamak için kullanılan yapışkan maddenin kökenine bağlı olarak, temelde iki farklı tür yapışkan tuzak avcılığı ayırt edilebilir: Yapışkan tuzak ile avlananların büyük çoğunluğu, farklı vücut kısımlarında bulunan bezlerden yapışkan maddeler salgılar. Örneğin yapışkan salgı bazı Reduviidae'lerin bacaklarında bulunur (Zhang ve Weirauch 2013, Zhanga ve ark. 2016). 'Kendinden yapışkanlı' suikastçı böcekler (endojen yapışkanlı predatörler) *Zelus* cinsinde tanımlanmıştır ve şu anda Harpactorin familyasında en az 12 cinse ait türleri içerdiği bilinmektedir (Zhang ve Weirauch 2013, 2014). Erken dönem nimfler yapışkan bezlerden yoksundur, ancak ön ve orta bacaklarını yapışkan kaplamak için kendi yumurtalarındaki yapışkan maddeleri kullanırlar (Weirauch 2006). Bu özellik onların avlanma başarılarını önemli ölçüde artıran bir stratejidir. Yapılan çalışmalarda, yapışkan maddeye sahip nimflerin daha fazla avlanma kapasitesine sahip ve rüzgâra karşı daha dirençli oldukları ve böceğe daha iyi yapışmayı sağladığı görülmüştür (Law ve Sediqi 2010, Weirauch 2012, Zhanga ve ark. 2016). *Z. renardii* tibiasında bulunan bezlerden salgılanan bu salgılar avın kaçmasını da önlemektedir (Pinzari ve ark. 2018).

Türkiye'de *Z. renardii* ilk defa Ankara ve İstanbul'da 2016 yılında görülmüş (Çerçi ve Koçak 2016), 2020 yılında Ankara'da kayıt altına alınmıştır. Bu yeni kayıt yayılış alanının Anadolu'nun doğu kısmına doğru genişlediğini göstermektedir (Kıyak 2020). Tarafımızdan yapılan incelemelerde böceğin nimfleri 2019 yılı Mayıs ayında Bursa merkezde karaçam ağaçları üzerinde görülmüş ve beslendiği tespit edilmiştir. Böceğin farklı büyüklükteki nimfleri laboratuvara getirilerek karasineklerle beslenmiş ve nimf döneminde bulunan *L. occidentalis* ile aynı cam petriye konulmuştur. Yapılan gözlemlerde *Z. renardii*'nin kısa sürede *L. occidentalis* nimflerine saldırdığı ve beslendikleri görülmüştür. Aynı cam petriye konan farklı büyüklükteki nimflerin ise yiyecek kıtlığı nedeniyle büyük nimflerin, küçüklerle beslendikleri ve kanibalizm davranışı sergiledikleri görülmüştür (Şekil 4, 5). Bu konuda yapılan çalışmalarda aç kalma durumunda *Z. renardii* nimf ve erginleri arasında kanibalizmin sık görülen bir davranış olduğu ve bu davranışın popülasyonun kendi kendini kontrol etmesini sağladığı bildirilmektedir (Cisneros ve Rosenheim 1997, Liccardo ve ark. 2020).





Şekil 4. *Z. Renardii*'de kanibalizm (sol) ve beslenme (sağ) 01.08.2019 (S. Parlak)



Şekil 5. Beslenme esnasında ergin *Z. Renardii* (sol) ve alttan görünümü (sağ) 02.07.2021 (S. Parlak)

## SONUÇ VE ÖNERİLER

*Z. renardii*, Amerika'da predatör böceklerden ticari olarak temin edilebilen (URL-2) tek türdür (Hernandez ve ark. 2019). Bu tür biyolojik mücadelede zararlı böceklerin kontrolüne katkıda bulunabilecek genel bir yırtıcıdır fakat aynı zamanda biyolojik mücadele kullanılan çeşitli türlerin de predatörüdür (Petrakis ve Moulet 2011). Yapılan son araştırmalar, *Z. renardii*'yi *Philaenus spumarius*'un biyolojik kontrolü için uygun aday olarak önermektedir (Pinzari ve ark. 2018). *Zelus renardii*'nin istilacı doğası nedeniyle, biyolojisini araştırmak ve doğal entomofauna üzerindeki etkisini incelemek gerekir (Lozano ve ark. 2018). Genel yırtıcı olarak hem doğal hem de biyolojik kontrolde kullanılan diğer böcek poplasyonlarını etkileyebilir. Örneğin, *Z. renardii* tarımsal zararlıların biyolojik kontrol ajanları olarak kullanılan krizopitler ve afelinidlerin poplasyonlarını önemli ölçüde azaltabilir (Cisneros ve Rosenheim 1997, Pinzari ve ark. 2018). Bu bakımdan genel yırtıcı davranışı ve istilacı karakteri nedeniyle, biyolojik mücadele yapılan alanlarda salınması önerilmemektedir (Lozano ve ark. 2018). Yapılacak

çalışmalarda *Z. renardii*'nin farklı gelişim dönemlerindeki av seçimi ve avlanma davranışları gözlenmelidir (Cisneros ve Rosenheim 1997).

*Z. renardii*'nin genel predatör özelliği, biyolojik mücadeleye karar vermede göz önünde bulundurulması gereken bir husustur. Özellikle endemik ve nadir böcek türlerinin bulunduğu veya diğer biyolojik mücadele unsurlarının kullanıldığı alanlarda salınımı yapılmamalıdır. Son yıllarda hem plantasyon hem de doğal ormanlarımızdaki ibrelili tür tohumlarına büyük zarar veren *L. occidentalis* ile nimf dönemlerinin çakışması biyolojik mücadelede *Z. renardii*'yi iyi bir predatör adayı yapmaktadır. *Z. renardii*'nin hem nimflerinin hem de erginlerinin *L. occidentalis* nimflerine karşı predatör davranışları gözlenmiştir. Başarılı olduğu takdirde ibrelili türlerde çok büyük kayıplara neden olan bu tohum zararlısına karşı biyolojik mücadelede kullanılabilir. Bu bakımdan türle ilgili daha detaylı laboratuvar ve saha çalışmaları yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Ables JR (1978) Feeding behavior of an assassin bug, *Zelus renardii*, Annals of the Entomological Society of America, Volume 71, Issue 4, Pages 476–478, <https://doi.org/10.1093/aesa/71.4.476>
- Ahn SJ, Son D, Choo HY, Park CG (2013) The first record on *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) in Korea, a potential pest of the pinaceous tree species. J Asia Pacific Entomol 16(3):281–284. doi:10.1016/j.aspen.2013.04.001
- Ali ASA, Watson TF (1978) Effect of temperature on development and survival of *Zelus renardii*. Environmental Entomology, 7(6), 889–890. doi:10.1093/ee/7.6.889
- Arslangündoğdu Z, Hizal E (2010) The western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910), recorded in Turkey (Heteroptera: Coreidae). Zoology in the Middle East, 50(1): 138–139
- Barta M (2010) Pathogenicity assessment of entomopathogenic fungi infecting *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae). Czech Mycol. 62(1): 67–78
- Bates SL, Strong WB, Borden JH (2002a) Abortion and seed set in lodgepole and western white pine conelets following feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae). Environmental Entomology, 31(6): 1023–1029
- Bates SL (1999) Impact of feeding by the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae), on yield, seed storage reserves and seedling vigor in Douglas-fir. Master (Pest Management) Thesis, Simon Fraser University, Ottawa, Canada, pp. 59
- Bates SL, Borden JH (2004) Parasitoids of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in British Columbia. Journal of the Entomological Society of British Columbia 101: 143–144
- Bates SL, Borden JH (2005) Life table for *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: coreidae) and prediction of damage in lodgepole pine seed orchards. Agricultural and Forest Entomology 7:145–151
- Bates SL, Borden JH, Kermode AR, Bennett RG (2000) Impact of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) on Douglas-fir seed production. J Econ Entomol 93(5):1444–1451. doi:10.1603/0022-0493-93.5.1444
- Bates SL, Borden JH, Savoie A, Blatt SE, Lait GC, Kermode AR, Bennett RG (2000b) Impact of feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) on the major storage reserves of mature Douglas-fir (Pinaceae) seeds. Canadian Entomologist 132: 91–102
- Bates SL, Lait CG, Borden JH, Kermode AR (2002) Measuring the impact of *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) on seed production in lodgepole pine using an antibody-based assay. J. Econ. Entomol. 95: 770–777
- Bates SL, Lait CG, Borden JH, Kermode AR (2001) Effect of feeding by the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis*, on the major storage reserves of developing seeds and on seedling vigor of Douglas-fir. Tree Physiol 21(7):481–487
- Bella S (2020) The Nearctic Bug *Zelus renardii* (Kolenati) (Hemiptera Reduviidae) In Northern Italy and Sicily. Redia, 103,: 87–88. <http://dx.doi.org/10.19263/REDIA-103.20.14>
- Bellows ST, Fisher TW (1999) Handbook of Biological Control-Principles and Applications of Biological Control. Academic Press, San Diego, California Printed In The United States of America
- Blatt SE (1994) An unusually large aggregation of the western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae), in a man-made structure. J. Entomol. Soc. Brit. Columbia 9: 71–72
- Bracalini M, Benedettelli S, Croci F, Terreni P, Tiberi R, Panzavolta T (2013) Cone and Seed Pests of *Pinus pinea*: Assessment and characterization of Damage DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/EC12293> 229–234
- Bracalini M, Cerboneschi M, Croci F, Panzavolta T, Tiberi R., Tegli S (2014) DNA based markers to characterize insect pest damage: diagnostic trials on *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae), Entomology 2014, ESA 62ND Annual Meeting November 16–19, Portland OR
- Campbell BC, Shea PJ (1990) A simple staining technique for assessing First record of *Leptoglossus occidentalis* in Greece feeding damage by *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae) on cones. Canadian Entomologist 122: 963–968
- Cibrián-Tovar DB, Méndez-Montiel JT, Campos-Bolaños R, Yates HO, Flores-Lara J (1995) Insectos forestales de México/Forest Insects of Mexico. Universidad Autónoma de Chapingo, Mexico. 453 p
- Cibrián-Tovar DB, Hebel BH, Yates HO, Mendez-Montiel JT (1986) *Leptoglossus occidentalis* Heidemann. In: Cone and Seed Insects of the Mexican Conifers (Eds pp. 55–58, USDA Forest Science, Southeastern Forest Experiment Station, Ashville (US)
- Cisneros J, Rosenheim J (1997) Ontogenetic change of prey preference in the generalist predator *Zelus renardii* and its influence on predator-predator interactions. Ecological Entomology, 22(4), 399–407. doi:10.1046/j.1365-2311.1997.00065.x
- Cohen AC (1993) Organization of digestion and preliminary characterization of salivary trypsin-like enzymes in a predaceous heteropteran, *Zelus renardii*. Journal of Insect Physiology, 39(10), 823–829. doi:10.1016/0022-1910(93)90114-7
- Çerçi B, Koçak Ö (2016) Contribution to the knowledge of Heteroptera (Hemiptera) fauna of Turkey. Journal of Insect Biodiversity, 4(15): 1–18
- D’hervé Federico E, Anabel O, Dapoto Graciela L (2018) *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae: Harpactorini): first record from Argentina, Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 77 (1): 32–35, 2018 doi.org/10.25085/rsea.770106
- Davranoglou LR (2011) *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) (Reduviidae: Harpactorinae), a New World reduviid discovered in Europe. Entomologist’s Monthly Magazine. 147. 157–162. *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) (Reduviidae: Harpactorinae) is recorded for the first time in Europe (Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae)
- DeBarr GL, Kormanik PP (1975) Anatomical basis for conelet abortion on *Pinus echinata* following feeding by *Leptoglossus corculus* (Say). Can. Entomol. 107:81–86
- Ellsworth PC, Brown L, Fournier A, Li X, Palumbo J, Naranjo S (2011) “Keeping Cotton Green!” Univ. Ariz. IPM Short. URL: <http://ag.arizona.edu/crops/cotton/files/SelectiveChemicalContr olsvF.pdf>
- EPPO (2010) *Leptoglossus occidentalis*: an invasive alien species spreading in Europe. EPPO Reporting Service 1: 8–12
- Farinha AO, Branco M, Pereira MFC, Auger-Rozenberg MA, Mauricio A, Yart A, Guerreiro V, Sousa EMR, Roques A (2018) Micro X-ray computed tomography suggests cooperative feeding among adult invasive bugs *Leptoglossus occidentalis* on mature seeds of stone pine *Pinus pinea*. Agricultural and Forest Entomology, 20: 18–27
- Fent M, Kment P (2011) First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey. North-Western Journal of Zoology, 7(1): 72–80
- Galli WK (1992) Further Eastern Range Extension And Host Records For *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae): Well-Documented Dispersal Of A Household Nuisance, The Great Lakes Entomologist, s 159–172
- Gapon DA (2012) Izdatel'stvo Nauka, St. Petersburg, Russia Citation Èntomologicheskoe Obozrenie, 91, 3, pp 559–568
- Gobbi M, Lencioni V (2009) Alieni a sei zampe - Insetti “esotici” in Trentino, Natura Alpina 1-2, 2009 (In Italian)

- Gullan PJ, Cranston PS (2012) The Insects: An Outline of Entomology. Nobel Akademik Yayıncılık (Böcekler: Entomolojinin Ana Hatları, Editör Ali Gök)
- Hedlin AF, Yates HO, Tovar DC, Ebel BH, Koerber TW, Merkel EP (1981) Cone and seed insects of North American conifers. Canadian Forestry Service, Ottawa, USDA Forest Service, Washington D.C. and Secretaria de Agricultura Recursos idraulicos, Mexico
- Hellrigl K (2006) Rasche Ausbreitung eingeschleppter Neobiota (Neozoen und Neophyten)-Amerikanische Koniferenwanze *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910.- Forest Observer, 2/3: 363-365
- Hernandez M, Masonick P, Weirauch C (2019) Crowd sourced online images provide insights into predator-prey interactions of putative natural enemies.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352249619300448>
- URL 2. <https://www.arbico-organics.com/product/assassin-bug-zelus-renardii/assassin-bugs-predators> (Erişim 01.04.2022-13:06)
- URL 1. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/57450#toDistributionMaps> (Erişim 01.04.2022-13:00)
- Ishikawa T, Kikuhara Y (2009) (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae), a presumable recent invader to Japan). Japanese Journal of Entomology (New Series) 12: 115– 116 (in Japanese, English abstract)
- İpekdal K, Şükran O, Funda O, Avci M (2019) *Leptoglossus occidentalis*: Current Situation in the World and Turkey. Publisher: Turkish General Directorate of Forestry, ISBN: 978-605-7599-24-4
- Jacobs S, Emmen D (1995) Western conifer seed bug. Pennsylvania State Entomology Fact Sheet] [www.ento.psu.edu/extension/factsheet/western\\_conifer\\_seed\\_bug.htm](http://www.ento.psu.edu/extension/factsheet/western_conifer_seed_bug.htm)
- Jucker C, Quacchia A, Colombo M, Alma A (2008) Hemiptera Recently introduced into Italy Bulletin of Insectology 61 (1): 145-146
- Kalkan M, Arık G, Çiçekçi G, Yılmaz M, Parlak S (2021) Çam kozalak emici böceği (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann)'nin karaçam ve sarıçam tohumlarının doluluk ve çimlenmesine etkisi. Ağaç ve Orman, 2(1): 29-34. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/agacorman/issue/63366/938704>
- Kıyak S (2020) The new record invasive alien species (IAS) *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) in central Anatolia (Turkey), J. Het.Turk., 2 (1):47-52
- Koerber TW (1963) *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae), a newly discovered pest of coniferous seed. Annals of the Entomological Society of America, 56: 229–234
- Krugman SL, Koerber TW (1969) Effect of cone feeding by *Leptoglossus occidentalis* on ponderosa pine seed development. Forest Science, 15: 104-111
- Lait CG, Bates SL, Morrisette KK, Borden JH, Kermod AR (2001) Biochemical assays for identifying seeds of lodgepole pine and other conifers fed on by *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae) Canadian Journal of Botany, 79(11): 1349-1357, 10.1139/b01-119
- Law YH, Sediqi A (2010) Sticky Substance on Eggs Improves Predation Success and Substrate Adhesion in Newly Hatched *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduviidae) InstarsSource: Annals of the Entomological Society of America, 103(5):771-774. DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/AN09143>
- Lesieur V, Auger-Rozenberg MA, Roux-Morabito G, Roques A (2012) Impact of the Western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* on major European conifers: Example of *Pinus nigra*. In UFRO 7.03. 01" Cone and seed insects" and 7.03. 04" Diseases and Insects in Forest Nurseries" Working Party Meeting, pp. 1-p)
- Lesieur V, Yart A, Guilbon S, Lorme P, Auger-Rozenberg MA, Roques A (2014a) The invasive *Leptoglossus* seed bug, a threat for commercial seed crops, but for conifer diversity? Biological Invasions, 16: 1833–1849
- Lesieur V, Yart A, Guilbon S, Lorme P, Auger-Rozenberg MA, Roques A (2014) A simple staining technique for assessing feeding damage by *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae) on cones. Biological Invasions, 16, 9, pp 1833-1849 Springer, Amsterdam, Netherlands
- Liccardo A, Fierro A, Garganese F, Picciotti U, Porcelli F (2020) A biological control model to manage the vector and the infection of *Xylella fastidiosa* on olive trees. Plos One 15(4): e0232363. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232363>
- Lozano BR, Ruiz MB, De Dios MAG (2018) The Invasive Species *Zelus renardii* (Kolenati, 1857) (Hemiptera, Reduviidae) in Spain and Comments about its Global Expansion October 2018 Transactions of the American Entomological Society 144:551-558 10.3157/061.144.0305
- Luchi N, Mancini V, Feducci M, Santini A, Capretti P (2012) *Leptoglossus occidentalis* and *Diplodia pinea*: a new insect-fungus association in Mediterranean forests. Forest Pathology, 42: 246– 251
- Maltese M, Caleca V, Carapezza A (2009) Primi reperti in Sicilia su diffusione e biologia di *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae), cimice americana dei semi delle conifere. pp. 1413-1418. In: Atti del Terzo Congresso
- Malumphy C, Botting J, Bantock T, Reid S (2008) Influx of *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Coreidae) in England.- Het News, 12: 7-9
- Mitchell PL (2000) Leaf-footed bugs (Coreidae), pp. 337–403. In: Schaeffer, C.W., Panizzi, A.R (eds.), Heteroptera of economic importance. CRC Press, Boca Raton, Florida, 828 pp
- Mjøs AT, Nielsen TR, Ødegaard F (2010) The Western Conifer Seed Bug (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910) (Hemiptera, Coreidae) found in SW Norway. Norwegian Journal of Entomology 57: 20–22
- Mutke S, Martínez J, Gordo J, Nicolas JL, Herrero N, Pastor A, Calama R (2014) Severe Seed Yield Loss in Mediterranean Stone Pine Cones, 5. International Conference on Mediterranean Pines (medpine5) Salona, Spain september 22-26
- Ogden J (2013) Western Conifer Seed Bug, Insectary Notes, NS Dept. of Natural Resources Forest Health, October / November p. 2-3
- Oğuzoğlu Ş, Avcı M (2020) Türkiye'de *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Hemiptera: Coreidae) üzerine biyolojik gözlemler, parazitoidleri ve yayılışına katkılar. Ormançılık Araştırma Dergisi, 7(1), 9-21
- Parlak S (2017) An invasive species: *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann) how does it affect forestry activities. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(3), 531-542
- Petrakis P, Moullet P (2011) First record of the Nearctic *Zelus renardii* (Heteroptera, Reduviidae, Harpactorinae) in Europe. Entomologia Hellenica, 20(2): 75-81. doi:<https://doi.org/10.12681/eh.11511>
- Pimpão MLC (2014) *Leptoglossus occidentalis*: Bioecologia e previsão de impacto económico em Portugal, Lisboa, Instituto Superior D Agronomia, Universidade Lisboa
- Pinzari M, Cianferoni F, Martellos S, Dioli P (2018) *Zelus renardii* (Kolenati, 1856), A Newly established alien species in Italy (Hemiptera: Reduviidae, Harpactorinae) Fragmenta entomologica, 50 (1): 31-35
- Rabitsch W, Heiss E (2005) *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910, eine Amerikanische Adventivart auch in sterreich aufgefunden (Heteroptera: Coreidae). Ber. nat.-med. Verein Innsbruck 92: 131-135

- Rattu A, Dioli P (2020) Prima segnalazione di *Zelus renardii* (Kolenati, 1856) in Sardegna (Hemiptera, Reduviidae). *Revista gaditana de Entomología* 11 (1): 119–125
- Reid S, Cannon R, Malumphy C, Tilbury C, Straw N (2009) Western Conifer Seed Bug *Leptoglossus occidentalis*, Plant Pest Factsheet Società Veneziana di Scienze Naturali Lavori, 26: 3–5
- Resh VH, Carde RT (2009) Editors Encyclopedia of Insects, Second edition, Elsevier, Inc. ISBN: 978-0-12-374144-8
- Rice CM, Lenches EM, Eddy SR, Shin J, Sheets RL, Strauss JH (1985) Nucleotide sequence of yellow fever virus: implications for flavivirus gene expression and evolution. *Science* 229, 726–733
- Ridge-O'Connor G.E (2001) Distribution of the Western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in Connecticut and parasitism by a tachinid fly, *Trichopoda pennipes* (F.) (Diptera: Tachinidae). *Entomological Society of Washington* 103(2):364-366
- Roversi PF, Strong WB, Caleca V, Maltese M, Peverieri GS, Marianelli L, Marziali L, Strangi A (2011) Introduction into Italy of *Gryon pennsylvanicum* (Ashmead), an egg parasitoid of the alien invasive bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann. *EPP Bull* 41(1):72–75. doi:10.1111/j.1365-2338.2011.02439.x
- Rumine P, Barzanti GP (2008) Controllo microbiologico della “cimice delle conifere”: prove preliminari di laboratorio [Microbiological control of the leaf-footed bug *Leptoglossus occidentalis*: first laboratory trials]. *Giornate Fitopatologiche*, 1: 307–308
- Sahayaraj K (2014) Reduviids and Their Merits in Biological Control. *Basic and Applied Aspects of Biopesticides*. 195-214. 10.1007/978-81-322-1877-7\_10
- Santini L (2009) La cimice americana delle conifere (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann) (Heteroptera: Coreidae) e fruttificazione del pino domestico. I *Geogofili, Quaderni* 2009, IV, Sezione Centro Ovest, Pisa, pp. 15–36
- Strong WB (2006) Seasonal changes in seed reduction in lodgepole pine cones caused by feeding of *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae). *The Canadian Entomologist*, 138: 888–896
- Strong WB, Bates SL, Stoehr MU (2001) Feeding by *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) reduces seed set in lodgepole pine (Pinaceae). *The Canadian Entomologist/Volume* 133/Issue 06/pp 857-865
- Tamburini M, Maresi G, Salvadori C, Battisti A, Zotte F, Pedrazzoli F (2012) Adaptation of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* to Trentino, an alpine region (Italy). *Bulletin of Insectology*, 65: 161–170
- Taylor SJ, Tescari G, Villa M (2001) An arctic pest of *Pinaceae* accidentally introduced into Europe: *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in northern Italy. *Entomological News* 112: 101–103
- Tescari G (2001) *Leptoglossus occidentalis*, coreidae neartino rinvenuto in Italia (Heteroptera, Coreidae). *Società Veneziana di Scienze Naturali Lavori*, 26: 3–5
- Villa M, Tescari G, Taylor SJ (2001) Nuovi dati sulla presenza in Italia di *Leptoglossus occidentalis*. *Bolletino della Società Entomologica Italiana*, 133 (2): 101–112
- Weirauch C (2006) Observations on the sticky trap predator *Zelus luridus* Stål (Heteroptera: Reduviidae: Harpactorinae), with the description of a novel gland associated with the female genitalia. *Denisia* 50: 1169–1180
- Weirauch C, Alvarez C, Zhang G (2012) *Zelus renardii* and *Z. tetracanthus* (Hemiptera: Reduviidae): Biological Attributes and the Potential for Dispersal in Two Assassin Bug Species. *Florida Entomologist*, 95(3), 641–649. doi:10.1653/024.095.0315
- Wittenberg R (ed.) (2005) An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland. Report to the Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape SAEFL. CABI Bioscience Switzerland Centre, Delémont, Switzerland 417 pp
- Yoon CS, Kim HG, Park JD, Choi WY, Choi HJ, Cheong SW (2012) First Record of the Western Conifer Seed Bug, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Heteroptera: Coreidae) in Korea. *Journal of the environmental Sciences*, 1009-1013
- Zhang G, Weirauch C (2013) Sticky predators: a comparative study of sticky glands in harpactorine assassin bugs (Insecta: Hemiptera: Reduviidae). *Acta Zool.* 94, 1–10
- Zhang G, Weirauch C (2014) Molecular phylogeny of Harpactorini (Insecta: Reduviidae): correlation of novel predation strategy with accelerated evolution of predatory leg morphology. *Cladistics* 30, 339–351
- Zhang J, Weirauch C, Zhangband G, Forero D (2016) Molecular phylogeny of Harpactorinae and Bactrodinae covers complex evolution of sticky trap predation in assassin bugs (Heteroptera: Reduviidae) *Cladistics* 32 (2016) 538–554