

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

http://dergipark.gov.tr/bitkorb

Original article

Investigation of the longevity of adults of aphid parasitoids *Lysiphlebus confusus* Treamlay & Eady, *L. fabarum* (Marshall) and *L. testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) in different food environments

Yaprakbiti parazitoitleri *Lysiphlebus confusus* Treamlay & Eady, *L. fabarum* (Marshall) ve *L. testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerinin farklı besin ortamlarındaki ömür uzunluklarının araştırılması

Mehmet KARACAOĞLU ^{a*}, Gül SATAR ^b, Nedim UYGUN ^c, Serdar SATAR ^c

^a Malatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Battalgazi, Malatya, Turkey

^b Çukurova University, Biotechnology Research and Application Center, Balcalı, Sarıçam, Adana, Turkey

^c Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Balcalı, Sarıçam, Adana, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.462721](https://doi.org/10.16955/bitkorb.462721)

Received : 21.09.2018

Accepted : 26.10.2018

Keywords:

Aphid parasitoids, additional nutrition, adult longevity, mortality rate

* Corresponding author:

Mehmet KARACAOĞLU

✉ mehmet.karacaoglu@ozal.edu.tr

ABSTRACT

For the better control of the aphids, adult parasitoids belonging to Aphidiinae family need to feed with additional nutrients such as flower nectar and honeydew, which is produced by aphids from their habitat. Particularly, additional nutrition supply to adults is essential for a successful mass rearing of the parasitoids. The effect of additional nutrition on the longevity of *Lysiphlebus confusus* Treamlay & Eady, *L. fabarum* (Marshall), and *L. testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) were investigated. The experiment was conducted using 10% sugared water, 20% sugared water, 10% honey water, 20% honey water, honeydew which is produced by *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) on the cotton plants, pure water, and without nutrition. The adults of *L. confusus*, *L. fabarum*, and *L. testaceipes* lived longer with sugared water and honey water than those without nutrient and pure water. When parasitoids were fed with 10% sugared water, the mortality rate was only 8% of *L. confusus* and 18% of *L. fabarum* and 10% of *L. testaceipes* end of the third days. The longest survival in the parasitoid species was generally observed for *L. testaceipes*, but the response to nutrients of the parasitoid was also different. 20% of the *L. testaceipes* individuals living with 10% honey water survived until the end of the 9th day. In the mass production of parasitoids, nutritional supplementation with sugared water has been shown to prolong the life of the parasitoids and it is thought that egg production will be positively affected.

GİRİŞ

Yaprakbitlerinin en önemli doğal düşmanlarından olan Hymenoptera takımına bağlı Braconidae familyasına ait parazitoit türlerin hayatta kalma ve üreme güçlerine etki eden en önemli faktörlerden birisi de ergin dönemde

aldığı besinin tipi ve miktarıdır. Parazitoitlerin doğru besin kaynaklarına erişimleri kolay olduğu zaman ergin bireylerin üreme güçleri ve hayatta kalma süreleri olarak bilinen parametrelerin yükseldiği ve daha yüksek bir

performans gösterdiği hem koinobiont endoparazitler hem de idiobiont ektoparazitler için bilinmektedir (Hardy et al. 1992).

Endoparazit larvaları gelişmelerinin ilk safhasında konukçularını öldürmeden, onlara bağlı bir yaşam stratejisi geliştirmişlerdir. Oysa ergin olan parazit gelişimini tamamlayıp, çiftleşip döl verebilmesi için beslenmesi gerekmektedir. Birçok parazit türünün erginleri tamamen veya öncelikle enerji kaynağı olarak karbonhidratlara bağımlıdır. Pek çok takıma giren özellikle ergin böceklerin ana besin kaynaklarından biri olan ve içerik olarak da böcekleri çeken bazı uçucu kokuların yanısıra temel olarak sakkaroz, glikoz ve fruktoz gibi doğal şekerleri içeren nektar veya bu çalışmada kullanılan ve bal arılarının nektarı toplayıp yaptıkları bal, böceklerin yaşam kalitesi üzerinde etkili besin kaynaklarından birisidir. Bu nedenle ergin parazitler besin kaynağı olarak konukçu ve konukçu dışı besinler kullanırlar. Bu konukçu dışı besinler arasında nektar ve bal, yine Hemiptera takımındaki (Aphididae: Aleyrodidae) bazı bireylerin salgılamış oldukları ballımsı maddeler sayılabilir (Bezemer et al. 2005, Fadamiro and Heimpel 2001, Godfray 1994, Olson and Andow 1998, Olson et al. 2000, Ueno 1999, Wyckhuys et al. 2008). Parazitlerin üreme olgunluğuna erişebilmesi, konukçuyu bulması, yumurtalarının olgunlaşması ve ömür uzunluklarının artması için beslenmeye ve besin olarak da kaliteli bir ek besine ihtiyaç duyarlar, ayrıca besin ile konukçu arama süreleri ve bunların arasındaki mesafe de önemlidir (Eijs et al. 1998, Jervis et al. 1993, Lewis et al. 1998, Tena et al. 2016). Parazitlerin; bal veya şeker ile beslendiklerinde daha uzun ömürlü olduğu, aç bırakılan parazitlerin en kısa ömre sahip olduğu farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulurken (Işıtan et al. 2010, Kılınçer et al. 2010, Satar et al. 2011, Wyckhuys et al. 2008) özellikle çiçek nektarlarından yapılan bal çözeltisinin farklı besinlere göre parazit ömrünü uzattığı da bilinmektedir (Işıtan et al. 2010).

Biyolojik mücadelede avcılar ve parazitler karnivor yaşam tipleri ile sınıflandırılmakta olsa da bu doğal düşmanlar nektar-polen gibi bitki salgıları ile beslenmelerinden dolayı gerçekte omnivordurlar. Coleoptera, Hymenoptera, Diptera ve Hymenoptera gibi pek çok takıma giren doğal düşmanlar şeker veya polen gibi besin kaynakları ile sıklıkla beslenirler. Konukçu besinin dışındaki bu beslenme dramatik bir şekilde doğal düşmanın aktivitesine, yaşam oranı ile süresine ve de üreme gücüne etki etmektedir. Bu nedenle bu besin kaynaklarının bir ortamda varlığı biyolojik mücadelenin başarısı için kritiktir (Kılınçer et al. 2010, Uygun et al. 2010).

Ülkemizde yaprakbitlerinin sorun olduğu kültür bitkilerinden biri olan turuncgil ekosisteminde *Lysiphlebus confusus* Tremlay & Eady, *L. fabrum* (Marshall), *L. testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) önemli parazit türlerdir (Anonim 2018, Satar et al. 2009, Satar et al. 2018, Yoldaş et al. 2011, Yumruktepe ve Uygun 1994, Zeren ve Düzgüneş 1989). Ekosistemde var olan bu parazitlerin doğada korunması ve desteklenmesi için bahçe kenarlarına veya bahçe içine ergin parazitlerin beslenmesi için nektar, polen kaynağı bitkilerin ekilmesi tavsiye edilmektedir (England and Evans 1997, Jervis and Kidd 1986, Hagley and Barber 1992, Karacaoğlu et al. 2017). Ancak bu ek besin maddeleri parazit erginlerinin yaşam parametrelerine nasıl etki etmektedir, bunun belirlenmesi uygun ek besin kaynağının seçimi için yol gösterici olacaktır.

Özellikle kitle üretimde parazitlerin canlılığının uzun süre korunabilmesi için besin tercihlerinin belirlenmesine gerek vardır. Bu nedenle *L. confusus*, *L. fabrum* ve *L. testaceipes*'in uzun süre canlı kalmalarının döl vermelerini etkileyeceği düşünüldüğünde, doğal ve yapay besinler ile beslemenin bu parazitlerin ömür uzunluğuna olan katkısını belirlemek için bu çalışma yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bitki üretimi

Konukçu *Aphis gossypii* Glover üretiminde pamuk (*Gossypium hirsutum* L. Çukurova 1518) bitkisi kullanılmıştır. Pamuk tohumları 1:1 oranında torf ve kum içeren toprak karışımına her saksıya 4-5 tohum gelecek şekilde ekilmiştir. Burada çimlenen bitkiler ilk (4-5 yaprak) yapraklarını oluşturduktan sonra böcek üretim kafeslerine alınmış ve üretimin devamlılığını sağlamak için de her hafta düzenli bir şekilde pamuk ekimleri yapılmıştır. Pamuk üretimi 25±2 °C sıcaklık, %60±10 orantılı nem ve günlük 16 saat aydınlatmalı iklim odalarında yürütülmüştür.

Yaprakbiti üretimi

Parazit üretiminde kullanılmak üzere *A. gossypii* üretimi yapılmıştır. Bu amaçla ilk bulaştırma pamuk tarlasında koloni oluşturmuş *A. gossypii* bireyleri ile yapılmıştır. Bunun için araziden alınan örnekler bir kâğıda sarılarak polietilen torbaların içinde laboratuvara getirilmiştir. Örnekler üzerinde bulunabilecek herhangi bir parazit veya avcının yumurta, larva ve ergininin bulunma olasılığına karşı binoküler mikroskop altında dikkatlice incelenmiş ve görülen parazitle bireyler ile avcılar ortamdaki uzaklaştırıldıktan sonra ilk bulaştırma yapılmıştır. Bulaştırma yapılan dört tarafı tül, üstü cam ve altı ahşap olan 70x55x40 cm ölçülerindeki üretim

kafeslerinde üretimin devamlılığını sağlamak için bitki üretim odalarından alınan pamuk bitkileri haftada bir kez kafeslerine yerleştirilmiş ve çalışma boyunca *A. gossypii* kültürü elde bulundurulmuştur. Yaprakbiti üretimi 20 ± 2 °C sıcaklık, 70 ± 10 orantılı nem ve günlük 16 saat aydınlatmalı iklim odalarında yürütülmüştür.

Parazitoit üretimi

L. confusus ve *L. fabarum* üretiminde kullanılan başlangıç materyali, Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgil bahçeleri ve sebze ekim alanlarına yapılan arazi çıkışlarından, *L. testaceipes* ise Ege Bölgesi turuncgil bahçelerinden bulunarak getirilmiştir. Arazi çıkışları sırasında içerisinde parazitli mumyalar bulunan *A. gossypii* kolonileri, polietilen poşetler ile buz kutuları içerisinde, laboratuvara getirilmiştir. Bu örnekler için, üstü ve yanları bitkinin hava alabileceği şekilde kesilip tül ile kapatılmış 5 litrelik plastik kavanozlara konulan kavanozların üstü siyah bezle örtülerek, kavanozda kapalı ucu dışarıda açık ucu içeride olan bir cam tüp yerleştirilmiştir. Böceklerin ışığa yönelme davranışından yararlanılmış ve bunun sonucu cam tüpe toplanan parazitoit bireyleri arasında hiperparazitoit olmamasına dikkat edilmiştir. Parazitoit teşhisinden sonra üç tür için ayrı kafeslerde (yaprakbiti üretiminde kullanılan kafeslerde) denemelerde kullanılmak üzere kitle üretim başlamıştır. Ergin parazitoitlerin beslenmesi için kafes içerisine haftada bir iki kez %2'lik bal süspansiyonu ince damla atan bir sprey ile püskürtülmüştür. Oluşturulan bu üç farklı üretim kafesinin içine üretimin devamlılığını sağlamak amacıyla düzenli olarak yeni yaprakbiti ile bulaşık bitkiler yerleştirilmiştir.

Parazitoitlerin üretimi 22 ± 2 °C sıcaklık, 60 ± 5 orantılı nem ve günlük 16 saat aydınlatmalı iklim dolaplarında yürütülmüştür.

Farklı ek besinlerin *L. confusus*, *L. fabarum* ve *L. testaceipes* erginlerinin ömrüne etkisinin araştırılması

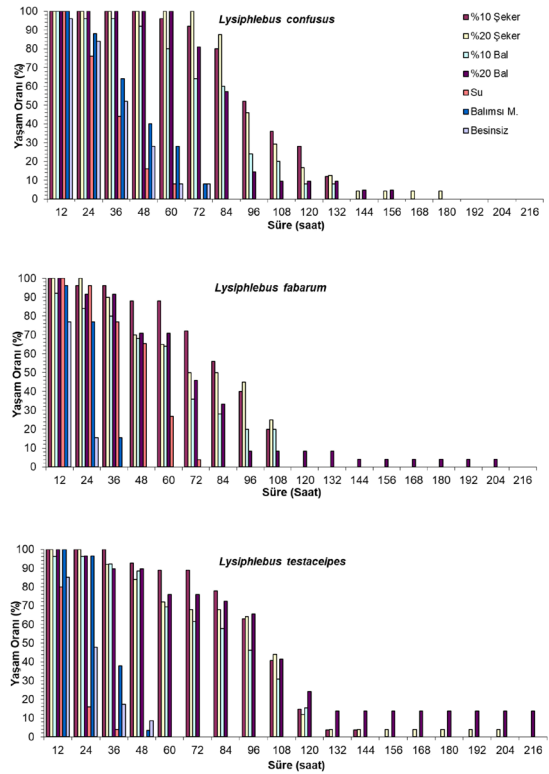
L. confusus, *L. fabarum* ve *L. testaceipes* erginlerinin besinli ve besinsiz ortamda kaç gün yaşadıklarını saptamak amacıyla yapılan çalışmada, pupadan yeni çıkmış parazitoit erginlerine şekerli su (%10'luk ve %20'lik), ballı su (%10'luk ve %20'lik), saf su ve pamuk üzerinde beslenen *A. gossypii* bireylerinin salgılamış olduğu ballımsı madde besin olarak verilmiştir. Pupadan yeni çıkmış 10 adet parazitoit ergini dişi erkek ayrımı yapılmaksızın içinde süngere emdirilmiş bir besin bulunan 15 cm çapındaki cam petrilere aktararak deneme ünitesi oluşturulmuştur. Parazitoitler ölüncüye kadar 12 saatlik aralıklarla 9 gün kontrol edilmiş ve böylece değişik besin ortamlarındaki yaşam süreleri belirlenmiştir. Besin denemesi 5 tekerrürlü olarak 22 ± 1 °C sıcaklık, 60 ± 10 orantılı nem ve günlük 16

saat aydınlatmalı iklim dolaplarında yürütülmüştür.

Çalışma sonucu olarak, hücredeki canlı birey sayısının başlangıçtaki toplam birey sayısına oranlanması ile elde edilen yüzde yaşam oranları verilerine ArcSin transformasyonu yapıldıktan sonra tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabii tutulmuştur ($\alpha:0.05$). Eğer ortalamalar arasındaki fark önemli ise çoklu karşılaştırma testlerinden Scheffé kullanılarak ortalamalar arasındaki fark ortaya konulmuştur. Tüm analizler SPSS 17.0 programı kullanılarak yapılmıştır (SPSS 2008).

SONUÇLAR

L. confusus, *L. fabarum* ve *L. testaceipes* erginlerine verilen 6 farklı besin ve besinsiz olarak yapılan denemeler sonucunda besinin ergin ömrü üzerinde önemli etkilere sahip olduğu görülmüştür (Şekil 1). Parazitoitler, 12 saat ara ile 9 gün boyunca farklı besinler ile beslendiğinde canlı kalma oranları ile istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (Çizelge 1, 2 ve 3).



Şekil 1. *Lysiphlebus confusus*, *Lysiphlebus fabarum* ve *Lysiphlebus testaceipes* erginlerinin farklı besin ortamlarındaki yaşam süreleri (saat)

Tüm besin ortamlarında 12 saat sonunda *L. confusus*'un canlı kalma oranlarında istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiştir. Ancak düşük oranda da olsa 24 saatin

sonunda %10 ballı suda %4, ballımsı maddede %12 ve saf suda %24'lük; besinsiz ortamda ise %16'lık bir ölüm oranı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmada *L. confusus* ilk 48 saatte en iyi performansı %10 ve %20'lik şekerli su ile %20'lik balda göstermiş olup bu koşullarda ölüm görülmezken, %8'lik bir ölüm oranı %10'luk ballı suda görülmüştür ve aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Oysaki 48 saatin sonunda saf suda %16 oranında canlılık görülürken, besinsiz ortamda ise %28 oranında canlı bireyler görülmüştür. Bu saatin sonunda ballımsı madde, saf su ve besinsiz ortamda yaşayan bireylerin canlılık oranları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 1). Yine 72 saatin sonunda %10 ve %20 şekerli sudaki %8-0 ile en düşük ölüm oranına rastlanmıştır. Ayrıca ballı suyun %10'luk ve %20'liğinde sırası ile %36 ve %23'lük bir ölüme rastlanmasına rağmen istatistiksel olarak şekerli sular ile aynı grupta yer almıştır. En yüksek ölüm 72 saat sonunda %100 ile saf suda tespit edilmiştir. Bunu ballımsı madde ve besinsiz ortamlar %92 ile izlemiştir (Çizelge 1). *L. confusus* ergin bireylerinin hiç biri 192. saate canlı ulaşmamıştır (Şekil 1).

L. fabarum'un ilk 12 saatin sonunda tüm besin ortamlarındaki canlı kalma oranları, besinsiz ortamda tutulanlardan %75,5'lik oran ile en düşük canlılık oranı görülmüş ve bu oranla diğer besinlerden istatistiki olarak farklı bir grupta yer almıştır (Çizelge 2). Ancak düşük oranda da olsa %10 ballı su ile ballımsı maddede sırası

ile %8 ile %4 arasında bir ölüm ile karşılaşmıştır. Oysa %10 ballı suda %8 lik bir ölüme rastlanmıştır. Çalışmanın 24 saat sonunda düşük ölüm oranlarına sahip %10 ve %20 şekerli su, %10 ve %20 ballı su ve saf su aynı grupta yer almışlar ve besinsiz ortamda kalan bireylerin %16,5'i bu süre sonunda canlı kalabilmiştir. En yüksek ölüm oranları 48 saatin sonunda %100 ile ballımsı madde ve besinsiz ortamda gerçekleşmiştir. Bu saatte en az ölüm ise %10 şekerli suda olmuştur. Çalışmanın 72 saat sonra %10 şekerli suda %72 canlı kalma oranı ile en yüksek sahip olmuştur (Çizelge 2). Bu bireylerden bazıları 204. saatin sonuna kadar canlılıklarına devam edebilmiştir (Şekil 1).

L. testaceipes bireylerinde, ilk 12 saatte saf su ve besinsiz koşullar hariç belirgin bir ölüm görülmez iken 24 saate ulaşıldığında saf su ve besinsiz ortamda tutulan bireylerde canlı kalma oranı sırası ile %10 ve %40'a kadar düşmüştür ve istatistiki olarak da diğer besinlerden ayrı bir grup oluşturmuşlardır (Çizelge 1). Yine diğer iki türde olduğu gibi ballımsı madde, saf su ve besinsiz ortamda tutulan bu türün bireylerinde de, 48 saatin sonunda en yüksek ölüm oranı görülmüştür. Oysa denemenin 3. günün sonunda %10 şekerli suda canlı kalma oranı %90 olarak hesaplanırken, %20 şekerli su ve %10 ve %20'lik ballı suda canlı kalma oranları %63-75 arasında olmuştur. Çalışmanın 60. saatinin sonunda saf su, ballımsı madde ve besinsiz ortamda %100 ölüm görülerek istatistiki olarak da aynı grupta yer almıştır (Çizelge 3).

Çizelge 1. Farklı besinler ile beslenen *Lysiphlebus confusus* bireylerinin on iki saat ara ile canlı kalma oranları (Ort±StdHata %¹)

Besin	<i>Lysiphlebus confusus</i>					
	12 saat	24 saat	36 saat	48 saat	60 saat	72 saat
%10 Şekerli su	100.0±0.00 a ²	100.0±0.00 a	100.0±0.00 b	100.0±0.00 b	96.0±4.00 b	92.0±4.89 b
%20 Şekerli su	100.0±0.00 a	100.0±0.00 a	100.0±0.00 b	100.0±0.00 b	100.0±0.00 b	100.0±0.00b
%10 Ballı su	100.0±0.00 a	96.0±4.00 a	96.0±4.00 b	92.0±4.89 b	80.0±12.65 bc	64.0±16.00 b
%20 Ballı su	100.0±0.00 a	100.0±0.00 a	100.0±0.00 b	100.0±0.00 b	100.0±0.00 b	77.0±10.19 b
Ballımsı madde	100.0±0.00 a	88.0±12.00 a	64.0±11.66 a	40.0±18.97 a	28.0±19.59 bc	8.0±8.00 a
Saf su	100.0±0.00 a	76.0±11.66 a	44.0±7.48 a	16.0±9.79 a	8.0±8.00 b	0.0±0.00 a
Besinsiz	96.0±4.00 a	84.0±7.48 a	52.0±8.00 a	28.0±8.00 a	8.0±4.89 b	8.0±4.89 a

¹Yüzde değerlerine ANOVA yapılmadan önce ArcSin karekök transformasyonuna tabi tutulmuş ve varyans analizi uygulanmıştır, tabloda verilen değerler transformasyon uygulanmamış değerlerdir. ² Yukarıdan aşağıya aynı sütun takip edildiğinde ortalamalarda farklı harfler varsa değerler istatistiki olarak Scheffe ($\alpha < 0.05$) testine göre birbirinden farklıdır (df_{12 saat} = 6, 34, F=1.000, Sig= 0.445; df_{24 saat} =6, 34 F=2.139, Sig= 0.135; df_{36 saat} = 6, 34, F=21.413, Sig= 0.000; df_{48 saat} =6, 34, F=16.807, Sig= 0.000; df_{60 saat} =6, 34, F= 17.667, Sig= 0.000; df_{72 saat} =6, 34, F=24.122, Sig= 0.000).

Çizelge 2. Farklı besinler ile beslenen *Lysiphlebus fabarum* bireylerinin on iki saat ara ile canlı kalma oranları (Ort±StdHata %¹)

Besin	<i>Lysiphlebus fabarum</i>					
	12 saat	24 saat	36 saat	48 saat	60 saat	72 saat
%10 Şekerli su	100.0±0.00 b2	96.0±4.00 b	96.0±4.00 c	88.0±8.00 b	88.0±8.00 b	72.0±8.00 b
%20 Şekerli su	100.0±0.00 b	100.0±0.00 b	80.0±20.00 c	64.0±19.39 b	60.0±18.97 b	48.0±22.44 ab
%10 Ballı su	92.0±8.00 b	84.0±11.67 b	80.0±10.95 bc	68.0±12.00 b	64.0±16.00 ab	36.0±13.26 ab
%20 Ballı su	100.0±0.00 b	92.0±8.00 b	92.0±8.00 c	72.0±12.00 b	72.0±12.00 b	47.0±13.00 ab
Ballımsı madde	96.0±4.00 b	80.0±20.97 ab	16.0±9.79 ab	0.0±0.00 a	0.0±0.00 a	0.0±0.00 a
Saf su	100.0±0.00 b	96.70±0.00 b	77.3±10.95 bc	66.0±10.19 b	27.3±8.00 ab	4.0±4.00 a
Besinsiz	75.5±4.50 a	16.5±9.20 a	0.0±0.00 a	0.0±0.00 a	0.0±0.00 a	0.0±0.00 a

¹Yüzde değerlerine ANOVA yapılmadan önce ArcSin karekök transformasyonuna tabi tutulmuş ve varyans analizi uygulanmıştır, tabloda verilen değerler transformasyon uygulanmamış değerlerdir. ² Yukarıdan aşağıya aynı sütun takip edildiğinde ortalamalarda farklı harfler varsa değerler istatistiki olarak Scheffe ($\alpha < 0.05$) testine göre birbirinden farklıdır (df12_{saat} = 6, 34, F=8.153, Sig= 0.000; df24_{saat} =6, 34 F=7.785, Sig= 0.000; df36_{saat} = 6, 34, F=11.636, Sig= 0.000; df48_{saat} =6, 34, F=11.359, Sig= 0.000; df60_{saat} =6, 34, F= 9.414, Sig= 0.000; df72_{saat} =6, 34, F=6.489, Sig= 0.000).

Çizelge 3. Farklı besinler ile beslenen *Lysiphlebus testaceipes* bireylerinin on iki saat ara ile canlı kalma oranları (Ort±StdHata %¹)

Besin	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>					
	12 saat	24 saat	36 saat	48 saat	60 saat	72 saat
%10 Şekerli su	100.0±0.00 a2	100.0±0.00 b	100.0±0.00 b	93.3±4.08 b	90.0±6.67 b	90.0±6.67 b
%20 Şekerli su	100.0±0.00 a	100.0±0.00 b	92.0±8.00 b	84.0±7.48 b	72.0±10.19 b	68.0±10.19 b
%10 Ballı su	96.0±4.00 a	96.0±4.00 b	92.0±4.89 b	88.7±4.67 b	71.3±14.20 b	63.3±15.20 b
%20 Ballı su	100.0±0.00 a	97.1±2.85 b	89.1±4.55 b	89.1±4.55 b	75.4±10.00 b	75.4±10.00 b
Ballımsı madde	100.0±0.00 a	96.0±4.00 b	28.0±18.54 a	2.2±2.22 a	0.0±0.00 a	0.0±0.00 a
Saf su	80.0±12.64 a	10.0±5.77 a	4.0±4.00 a	0.0±0.00 a	0.0±0.00a	0.0±0.00 a
Besinsiz	85.33±3.74 a	40.0±10.48 a	14.0±6.35 a	6.7±4.08 a	0.0±0.00a	0.0±0.00 a

¹Yüzde değerlerine ANOVA yapılmadan önce ArcSin karekök transformasyonuna tabi tutulmuş ve varyans analizi uygulanmıştır, tabloda verilen değerler transformasyon uygulanmamış değerlerdir. ² Yukarıdan aşağıya aynı sütun takip edildiğinde ortalamalarda farklı harfler varsa değerler istatistiki olarak Scheffe ($\alpha < 0.05$) testine göre birbirinden farklıdır (df12_{saat} = 6, 34, F=8.153, Sig= 0.000; df24_{saat} =6, 34 F=7.785, Sig= 0.000; df36_{saat} = 6, 34, F=11.636, Sig= 0.000; df48_{saat} =6, 34, F=11.359, Sig= 0.000; df60_{saat} =6, 34, F= 9.414, Sig= 0.000; df72_{saat} =6, 34, F=6.489, Sig= 0.000).

Çalışmada, *L. confusus*, *L. fabarum* ve *L. testaceipes* erginlerinin farklı besin ortamlarındaki yaşam süreleri 9 gün süre ile incelenmiştir. Her bir türün farklı besinlere tepkisi farklı olmuştur. Her üç türde de 12 saat içerisinde tüm besin ortamlarında Şekil 1'den de anlaşılacağı gibi belirgin bir ölüm meydana gelmemiştir. Ballımsı madde, besinsiz ve su ortamlarında ise yine her üç türde de diğer besin ortamlarına göre genelde ölüm 60. saatten önce olmuştur. Diğer besin ortamlarında *L. fabarum*'da diğer iki türe göre ölümler daha önce başlamış ancak genelde her üç türde de 108. saatten sonra ölümler önemli ölçüde artmıştır (Şekil1). Ancak *L. confusus* ve *L. fabarum*' da 6 günün sonunda %10 altında canlı birey kalır iken, *L. testaceipes*' de 9 günde bile %10'luk ballı su ile beslenen bireylerde %20 civarında canlı bireyin yaşadığı belirlenerek; bu deneme koşullarında en dayanıklı bireylerin bu türe ait olduğu anlaşılmıştır (Şekil 1). Çalışmanın sonucu göstermiştir ki 3 günün sonunda *L. confusus* %20'lik şekerli suda %100, *L. fabarum* %10'luk şekerli suda %72 ve *L. testaceipes* %10 luk şekerli suda %90 oranında canlılıklarını devam ettirmişlerdir.

TARTIŞMA VE KANI

Bu çalışmada üç parazitoit tür için, şeker veya balın varlığı, parazitoitlerin ömür uzunluklarının belirgin bir şekilde artmasını sağladıkları anlaşılmıştır. Her üç türde de besinsiz ortam ve sadece suyun verildiği ergin parazitoitlerde görülen ilk 24 saatteki yüksek ölüm oranı (*L. fabarum* hariç) bunu ispatlar niteliktedir. Bu yüksek ölüm oranını, nispeten benzer şekilde ballımsı maddenin verildiği ergin parazitoitler takip etmiştir. Ballımsı madde (honeydew) Sternorrhyncha ve Anchenorrhyncha alt takımına giren böceklerin salgıladığı şekerce zengin maddelere verilen isimdir. Ballımsı madde salgılanması, yaprakbitleri, beyazsinekler ve unlubitler gibi bu takımlara giren böceklerin bitkinin floem kanalından aldıkları oransal olarak zengin karbonhidrat/amino asit miktarını kendi beslenme dengelerine göre (osmoregulation) düşürmek için yapmak zorunda kaldıkları fizyolojik bir olaydır (Kennedy and Fosbrooke 1972). Floemdeki yüksek osmotik basıncı böcek haemolymfindeki basınçla dengelemek için kendi bünyelerine aldıkları sakkaroz veya maltoz gibi şekerleri aynı formda veya daha kompleks bir yapıda (trisakkarit veya disakkaritler) dışarı atmaktadırlar (Hendrix et al. 1992). Bu dışarı atış sırasında bitkide fotosentez sonucu oluşan fenolik yapıdaki sekonder metabolitlerde dışarı atılmaktadır. Ballımsı madde, içindeki oligosakkaritler ve sekonder metabolitler nedeniyle bazı araştırmacılar tarafından parazitoitlerin beslenmesi için sakkaroz veya nektara göre uygun olmayan besin olarak kabul edilmiştir (Wäckers 2000, Wäckers et

al. 2008). Bu çalışmada ballımsı madde kaynağı olarak kullanılan pamuk (*Gossypium hirsutum* L. Çukurova-1515), böceklerle karşı pamukta dayanıklılığı sağladığı düşünülen ve bir sekonder metabolit olan "gossypol" içermektedir. Gossypol, sesquiterpenoids fenol aldehit yapıda bir bileşiktir (Rudgers et al. 2004). Bu bileşik, besinlerin sindirimini herbivorlar için zorlaştırırken, böcek üzerinde bir antibiyosise neden olabilmektedir (Syed et al. 2003). Bu nedenlerle bazı bitkilerden gelen ballımsı maddeler, bu çalışmaya konu olan yaprakbiti parazitoitleri üzerinde beklenen pozitif etkiyi gösterememiştir.

Bal, pek çok böcek türü erginlerinin ömür uzunluğunda belirgin bir artış sağlamıştır (Eijs et al. 1998, Hagley and Barber 1992, Schmale et al. 2001, Wäckers 2001). Bu çalışmada üç farklı ergin parazitoitin %10'luk şekerli su ile beslendiğinde ömür uzunluğunda önemli artışlar görülmüştür. Sakkaroz yapısında bir disakkarid olan şekerde benzer sonuçları vermiştir. Wäckers (2001) yaptığı çalışmada glikoz, fruktoz, galaktoz gibi monosakkaritler ile sakkaroz ve maltoz gibi disakkaritler ve rafinoze, melezitose ve eriose gibi böcek ballımsı madde kökenli trisakkaritler ile ayrı ayrı beslediklerinde sakkarozun en iyi sonucu verdiğini bunu ise glikoz ve fruktozun takip ettiğini belirtmiştir. Fadamiro and Heimpel (2001), Hymenoptera takımının Braconidae familyasından *Macrocentrus grandii*'yi (Goidanich) (Hymenoptera: Braconidae) %50 şekerli su ile beslediklerinde erkeklerin 14 gün, dişilerin ise 21 gün yaşadığını; besin vermedikleri bireylerde ise erkeklerin 3 gün dişilerin ise 4 günden az yaşadığını belirlemiştir. Işıtan et al. (2010), bal çözeltisi ile beslenen *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerinin, aç bırakılan ve sadece su verilen erginlerden çok daha uzun süre yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Gündüz ve Gülel (2004) besin tipinin, ergin ömür uzunluğunu etkilediğini belirledikleri çalışmada; bal çözeltisi ile beslenen dişilerin ortalama ergin ömür uzunluğunu 49.78 gün; erkeklerde ise 25.56 gün olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, benzer şekilde, bal ile beslenen bireylerin besinsiz ve sadece su ile beslenen bireylerden daha uzun yaşadıkları belirlenmiştir. Vollhardt et al. (2009), bir tarla içerisinde, rastgele dağılmış floral nektar kaynakların, aynı tarla içinde bulunan yaprakbitlerinin ballımsı maddesine göre ergin parazitoitler için çok daha iyi bir besin kaynağı oluşturduğunu, nektar kaynaklarının olduğu noktalarda parazitoit ergin ömrü ve parazitlenme oranlarının daha yüksek belirlendiğini kaydetmişlerdir. Yapılan çalışmada da benzer şekilde beslenen bireylerin beslenmeyen bireylere göre daha uzun yaşadıkları anlaşılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda da, türler ve besin oranları farklı olmasına rağmen, paralel şekilde sonuçlar elde edilmiştir. Denemenin 72. saatinin sonunda *L. confusus* %20'lik ve

%10'luk şekerli su ve %20'lik ballı su ile *L. fabarum* %10'luk şekerli su ile *L. testaceipes* de %10'luk şekerli su ve %20 ballı su ile besletildiklerinde %70'in üzerinde yaşamlarını sürdürmüşlerdir.

Bu sonuçlar göstermiştir ki her üç parazitoit türü içinde şekerli su ve ballı su ile beslenen parazitoitlerin yaşam süreleri uzamış ve böylece daha fazla yaşayan ve beslenen bireylerin bırakacağı yumurta sayısında da artış olabileceği düşünülebilir. *L. confusus*, *L. fabarum* ve *L. testaceipes* türleri aynı cinse bağlı üç parazitoit aynı besinler ile beslenmesine rağmen bireylerin ömür uzunlukları farklılık göstermiştir. Özellikle *L. testaceipes* türü diğer türlere oranla daha uzun yaşamıştır. Göreceli olarak bu tür diğerlerine göre daha iri bir türdür. Buda türün hayat uzunluğunun diğer türlere göre daha uzun olmasının sebeplerinden biri olarak görülmüştür. Nitekim Satar et al. (2018) yaptıkları çalışmada *L. testaceipes*'in diğer iki türe oranla daha uzun bir ömür uzunluğuna sahip olduğunu belirtmektedirler. Bu da bize her türün kendi içinde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu değerlendirmede türün biyolojisinin davranış stratejisi ve ergin beslenmesindeki besin tercihi gibi farklı faktörlerin etkisi altında olabileceğini göstermektedir. Fakat temelde parazitoitlerin kitle üretiminde şekerli su ile yapılacak besin takviyesi parazitoitlerin ömrünü uzatacak ve buna bağlı olarak da yumurta verimine etki sağlayacak temel bir faktör olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından (Proje no:105O108) desteklenmiştir. Çalışmanın yazarları Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na verdikleri destekten dolayı teşekkür ederler.

ÖZET

Aphidiinae'ye bağlı ergin parazitoitlerin yaprakbitlerini baskı altına alırken daha iyi performans gösterebilmeleri için buldukları çevrede nektar ve yaprakbitlerinin beslenmesi sonucu salgıladığı ballımsı madde gibi besinlere gereksinim duyarlar. Özellikle parazitoitlerin kitle üretim çalışmalarında erginlere ek besin verilmesi başarılı bir üretim için elzemdir. Ek besinlerin *Lysiphlebus confusus* Tremlay & Eady, *L. fabarum* (Marshall) ve *L. testaceipes*'in (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) ömür uzunluğuna etkisi bu çalışmada araştırılmıştır. Denemeler %10 şekerli su, %20 şekerli su, %10 ballı su, %20 ballı su, pamuk üzerindeki *Aphis gossypii* Glover'den (Hemiptera: Aphididae) elde edilen ballımsı madde, saf su kullanılarak ve besinsiz olarak yürütülmüştür. *L. confusus*, *L. fabarum*

ve *L. testaceipes* erginleri, besinsiz ve saf suya göre şekerli su ve ballı su ile beslenen bireyler, daha uzun yaşamıştır. Parazitoitler %10 şekerli su ile beslendiğinde, *L. confusus*'da 3. günün sonunda sadece %8, *L. fabarum*'da %28 ve *L. testaceipes*'te ise %10 oranında ölüm gerçekleşmiştir. Parazitoit türleri içinde en uzun yaşam genel olarak *L. testaceipes*'te görülmüştür, fakat türlerin besinlere tepkileri farklı olmuştur. *L. testaceipes* bireyleri %10 ballı su ile beslendiklerinde %20'si 9. günün sonuna kadar yaşamına devam edebilmiştir. Parazitoitlerin kitle üretiminde, şekerli su ile besin takviyesi yapmanın parazitoit ömrünü uzattığı belirlenmiş olup, buna bağlı olarak yumurta veriminin de olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Yaprakbiti parazitoitleri, ek besin, ergin ömrü, ölüm oranı

KAYNAKLAR

Anonim, 2018. <https://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/turugil.entegre.pdf> (Erişim tarihi: 05.04.2018).

Bezemer T.M., Harvey J.A., Mills N.J., 2005. Influence of adult nutrition on the relationship between body size and reproductive parameters in a parasitoid wasp. *Ecological Entomology*, 30 (5), 571-580.

Eijs I.E.M., Ellers J., van Duinen G.J., 1998. Feeding strategies in drosophilid parasitoids: the impact of natural food resources on energy reserves in females. *Ecological Entomology*, 23 (2), 133-138.

England S., Evans E.W., 1997. Effects of Pea aphid (Homoptera: Aphididae) honeydew on longevity and fecundity of the Alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) parasitoid *Bathyplectes curculionis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environmental Entomology*, 26 (6), 1437-1441.

Fadamiro, H.Y., Heimpel G.E., 2001. Effects of partial sugar deprivation on lifespan and carbohydrate mobilization in the parasitoid *Macrocentrus grandis* (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of Entomological Society of America*, 94 (6), 909-916.

Godfray H.J.C., 1994. *Parasitoids. Behavioral and Evolutionary Ecology*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 488 p.

Gündüz E.A., Gülel A., 2004. *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerinde konukçu türünün ve besin tipinin ömür uzunluğuna etkisi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 28 (4), 275-282.

Hagley E.A.C., Barber D.R., 1992. Effect of food sources on the longevity and fecundity of *Pholetesor ornigis* (Weed)

(Hymenoptera: Braconidae). Canadian Entomology, 124 (2), 341-346.

Hardy I.C.V., Griffiths N.T., Godfray H.C.J., 1992. Clutch size in a parasitoid wasp: A manipulation experiment. Journal of Animal Ecology, 61 (1), 121-129.

Hendrix D.L., Wei Y., Leggett J.E., 1992. Homopteran honeydew sugar composition is determined by both the insect and plant species. Comparative Biochemistry and Physiology, Part B: Comparative Biochemistry, 101 (1-2), 23-27.

Işitan Ö.V., Gülel A., Gündüz E.A., 2010. Farklı sıcaklık ve besin tipinin parazitoit *Bracon hebetor*'un (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) ömür uzunluğuna etkisi. Türkiye Entomoloji Dergisi, 34 (3), 351-360.

Jervis M.A., Kidd N.A. C., 1986. Host-feeding strategies in Hymenopteran parasitoids. Biological Reviews, 61 (4), 395-434.

Jervis M.A., Kidd N.A.C., Fitton M.G., 1993. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. Journal of Natural History, 27 (1), 67-105.

Karacaoğlu M., Satar G., Uygun N., Satar S., 2017. Ara ekimin yaprakbitlerine karşı turunçgil bahçelerinde kullanımı. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 8 (2), 125-146.

Kennedy J.S., Fosbrooke J.H.M., 1972. The plant in the life of an aphid—In: van Emden H. F. (ed.), Insect Plant Relations Blackwell Science, 6 p.

Kılınçer N., Yiğit A., Kazak C., Er M.K., Kurtuluş A., Uygun N., 2010. Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1 (1), 15-60

Lewis W.J., Stapel J.O., Cortesero A.M., Tak K., 1998. Understanding how parasitoids balance food and host needs: importance to biological control. Biological Control, 11 (2), 175-183.

Olson D.M., Andow D.A., 1998. Larval crowding and adult nutrition effects on longevity and fecundity of female *Trichogramma nubilale* Ertle and Davis (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Environmental Entomology, 27 (2), 508-514.

Olson, D.M., Fadamiro H., Lundgren J.G., Heimpel G.E., 2000. Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp. Physiological Entomology, 25 (1), 17-26.

Rudgers J.A., Strauss S.Y., Wendel J.F., 2004. Trade-offs among antiherbivore resistance traits: insights from *Gossypieae* (Malvaceae). American Journal of Botany, 91

(6), 871-880.

Schmale I., Wäckers F.L., Cardona C., Dorn S., 2001. Control potential of three hymenopteran parasitoid species against the bean weevil in stored beans: the effect of adult parasitoid nutrition on longevity and progeny production. Biological Control, 21 (2), 134-139.

Satar G., Karacaoğlu M., Satar S., 2018. Development of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera: Braconidae) on different hosts and temperatures. Türkiye Entomoloji Dergisi, 42 (1), 43-52.

Satar S., Uygun N., Demirhan G., Karacaoğlu M., 2009. Turunçgil bahçelerinde *Aphis gossypii*'nin Glover (Homoptera: Aphididae) parazitoitlerinden *Lysiphlebus confusus* Tremblay and Eady, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) ve *Lysiphlebus testaceipes*'in (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae:Aphidiinae) biyolojik mücadelede kullanılma olanakları üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK-TOVAG 105O581, 125 s.

Satar S., Karacaoğlu M., Satar G., Uygun N., 2011. *Aphis gossypii*'nin Glover (Homoptera: Aphididae) önemli bir parazitoidi *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae)'in Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki turunçgil bahçelerine salım çalışmaları. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 2 (1), 55-62.

SPSS, 2008. SPSS Statistics for Windows, Version 17.0. Chicago: SPSS Inc.

Syed T.S., Abro G.H., Khuhro R.D., Dhauroo M.H., 2003. Relative resistance of cotton varieties against sucking pests. Pakistan Journal of Biological Science, 6 (14) 1232-1233.

Tena A., Felix L.W., Heimpel G.E., Urbaneja A., Pekas A., 2016. Parasitoid nutritional ecology in a community context: the importance of honeydew and implications for biological control. Current Opinion in Insect Science, 14, 100-104.

Ueno T., 1999. Reproduction and host-feeding in the solitary parasitoid wasp *Pimpla nipponica* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Invertebrate Reproduction and Development, 35 (3), 231-237.

Uygun N., Ulusoy M.R., Satar S., 2010. Biyolojik Mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1 (1), 1-14.

Vollhardt I.M.G., Bianchi F.J.J.A., Wäckers F.L., Thies C., Tschardt T., 2009. Spatial distribution of flower vs. honeydew resources in cereal fields may affect aphid parasitism. Biological Control, 53 (2), 204-213

Wäckers F.L., 2000. Do oligosaccharids reduce the suitability of honeydew for predators and parasitoids?

A further facet to the function of insect-synthesized honeydew sugars. *Oikos*, 90 (1), 197–201.

Wäckers F.L., 2001. A comparison of nectar and honeydew sugars with respect to their utilization by the hymenopteran parasitoid *Cotesia glomerata*. *Journal of Insect Physiology*, 47 (9), 1077–1084

Wäckers F., van Rijn P.C.J., Heimpel G., 2008. Honeydew as a food source for natural enemies: Making the best of a bad meal. *Biological Control*, 45 (2), 176–184.

Wyckhuys K.A.G., Strange-George J.E., Kulhanek C.A., Wäckers F.L., Heimpel G.E., 2008. Sugar feeding by the aphid parasitoid *Binodoxys communis*: How does honeydew compare with other sugar sources. *Journal of Insect Physiology*, 54 (2), 481–491.

Yoldaş Z., Günçan A., Koçlu T., 2011. Seasonal occurrence of aphids and their natural enemies in Satsuma mandarin orchards in Izmir, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35 (1), 59-74

Yumruktepe R., Uygun N., 1994. Determination of aphid species (Homoptera: Aphididae) and their natural enemies in citrus orchards in Eastern Mediterranean region. *Proceedings Third Turkish National Congress of Biological Control*, (Ankara, Turkey), pp. 1–12 (Turkish, with English abstract). 28.

Zeren O., Düzgüneş Z., 1989. A study on identification, host plants, effect on host plant and natural enemies of aphids, causing damage on vegetables in Çukurova region. Turkish Ministry of Agriculture, Ankara, Turkey. Research Ser. No. 59 (Turkish, with English summary).

