

***Agrothereutes hospes* Tschek (Hymenoptera: Ichneumonidae, Cryptinae)'in *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) üstünde üreme ve yaşam çizelgesi parametreleri**

Nevin AKDURA¹, Yaşar AKSOYLAR², İsmail KARACA¹,
Mehmet Salih ÖZGÖKÇE³

Fecundity and life table parameters of *Agrothereutes hospes* Tschek (Hymenoptera: Ichneumonidae) on *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera, Pyralidae)

Abstract: In this study, fecundity and life table of *Agrothereutes hospes* Tschek (Hymenoptera: Ichneumonidae, Cryptinae) on *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera, Pyralidae) were revealed at 25±4 °C and 50±10 % RH under 12:12 hours light:dark photoperiod laboratory conditions. At the study, intrinsic rate of increase (r_m) 0.098 females/female/day, net reproductive rate (R_o) 14.376 females/female, mean generation time (T_o), 26.908 days, gross reproductive rate (GRR) 19.090 females/female, the finite rate of increase (λ) 1.104 females/day of *A. hospes* were found. While 80% of adults emerged in first one month, developmental time, adult lifespan, preoviposition, oviposition and postoviposition periods were determined as 17.67, 21.40, 2.80, 15.60, 3.00 and 20.47 days, respectively

Key words: *Agrothereutes hospes*, *Galleria mellonella*, biological control, life table, intrinsic rate of increase

Özet: Bu çalışmada *Agrothereutes hospes* Tschek (Hymenoptera: Ichneumonidae, Cryptinae)'in *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera, Pyralidae) üstünde üremesi ve yaşam çizelgesi 25±4 °C sıcaklığa, % 50±10 bağıl neme ve 12 saatlik fotoperiyoda ayarlanmış ortam koşullarında ortaya çıkarılmıştır. Çalışmada *A. hospes*'in kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 0.098 dişi/dişi/gün, net üreme gücü (R_o) 14.376 dişi/dişi, ortalama döl süresi (T_o), 26.908 gün, toplam üreme oranı (GRR) 19.090 dişi/dişi, artış oranı sınırı (λ) 1.104 dişi/gün olarak bulunmuştur. Erginlerin % 80'i ilk bir ay içinde meydana gelirken, gelişme süresi 17.67 gün, ergin ömrü 21.40 gün, preovipozisyon 2.80 gün, ovipozisyon 15.60 gün, postovipozisyon 3.00 gün ve döl süresi 20.47 gün olarak belirlenmiştir

Anahtar sözcükler: *Agrothereutes hospes*, *Galleria mellonella*, biolojik savaş, yaşam çizelgesi, kalıtsal üreme yeteneği

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Isparta

³Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Van

Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: mszogokce@gmail.com

Alınış (Recieved): 19.11.2011

Kabul ediliş (Accepted): 30.04.2012

Giriş

Türkiye için yeni kayıt olan *Agrothereutes hospes* (Tschek.) (Hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae) bazı lepidopterlerin doğal düşmanı olarak bilinmektedir (Townes et al. 1965; Schwarz & Shaw 1998). Güney Asya'da *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae), *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae), and *Homona magnanima* Diakonoff (Lepidoptera: Tortricidae) gibi bazı önemli zararlıların olgun larva, prepupa ve pupalarına saldıran soliter bir ektoparazitoid olarak bildirilmektedir (Townes et al. 1965). Ayrıca Zygaenidae (Lepidoptera) familyasına bağlı *Zygaena carniolica* (Scopoli), *Zygaena jilipendulae*, *Z. trifolii*, ve *Zygaena* sp. pupaları üstünde bulunduğu kaydedilmiştir (Schwarz & Shaw 1998).

Agrothereutes hospes ilk kez 1871 yılında Tschek tarafından Palearktık bölgede tanımlanmış (Yu & Horstmann 1997) olup içinde bulunduğu Cryptinae alt familyası türlerinin çoğu önemli bitki zararlısı türlerin parazitoidlerini içermektedir (Townes et al. 1965; Gauld & Bolton 1988). *Agrothereutes* cinsindeki türlerin bazıları da hiperparazitoid olarak işlev görürler (Shiotsu & Arakawa 1982). Parazitoidler özellikle Hymenoptera ve Diptera takımının Tachinidae familyasında yaygın olup, sadece Hymenoptera takımında 200.000'den fazla parazitoid türü bulunmaktadır (Vinson 1976). Önceki çalışmalarda *A. hospes*'in bazı taksonomik ve biyolojik özellikleri saptanmış (Akdura 2003; Gürbüz et al. 2006) ancak bu türün biyolojik mücadele etmeni olarak potansiyeline ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Biyolojik mücadelenin gelişmesi ve etkinliğinin artırılması ekosistem içinde ümitvar doğal düşmanların ortaya çıkarılması ve beslenme ağı içerisindeki rolünün daha iyi anlaşılmasıyla hız kazanacaktır. Zararlılar kadar doğal düşmanlarının populasyon dinamiğinin iyi anlaşılması başarılı biyolojik mücadele çalışmalarının geliştirilmesi için son derece önemlidir. Ele alınan bir populasyonun canlı kalma, üreme ve gelişme zamanlarının tesbiti ile oluşturulan yaşam çizelgeleri, bir türün populasyon dinamiğini anlamak için önemlidir (Southwood 1978). Bu çalışma ile *A. hospes*'in *Galleria mellonella* (L.) üstünde laboratuvar koşullarında yaşam çizelgesi oluşturularak yaşam çizelgesi parametreleri elde edilmiştir.

Materyal ve yöntem

Agrothereutes hospes'in laboratuvarında üretimi

Isparta ili, Kirazlıdere 1150 m'den (37°47'N/38°39'E) 2002 yılında elma bahçelerindeki yabancıotlardan toplanarak laboratuvara getirilen *A. hospes* ergin bireyleri *G. mellonella* pupalarında kültüre alınmıştır. *G. mellonella* pupaları 30±2 °C sıcaklık ve % 55–60 bağıl neme sahip laboratuvar koşullarında fotonegatif olarak cam kavanozlarda yetiştirilmişlerdir. *A. hospes* bireyelerine 24 saatte bir pamuğa emdirilmiş % 50'lik bal çözeltisi, su ve *G. mellonella*'nın pupaları verilerek kafesler içerisinde üretimleri yapılmıştır.

***Agrothereutes hospes*'in yaşam çizelgesinin oluşturulması**

Yaşam çizelgesini oluşturmak amacı ile pupadan henüz çıkmış *A. hospes*'in çiftleşmemiş dişileri, 1 dişiye 1-3 erkek birey olacak şekilde kafeslere alınmıştır. 15 tekerrür olarak hazırlanan her bir deneme kafesindeki parazitoidlere yumurtalarını bırakmaları ve yumurtalar açıldıktan sonra larvalarının gelişimlerini sürdürebilmeleri için *G. mellonella* pupaları verilmiştir. Günlük olarak kafeslere bırakılan *G. mellonella* pupaları yenileriyle değiştirilmiş ve etiketlenerek iklim kabininde 3 litrelik cam kavanozlara aktarılmıştır. Bu pupalardan çıkan ergin bireyler yaşam çizelgesi hesaplamalarında kullanılmak üzere eşey tayinleri yapılarak kaydedilmiştir. *G. mellonella* üretimleri 29±3 °C sıcaklık, % 45±5 bağıl nem ve ışıksız ortamda yürütülmüş olup, yaşam çizelgesi denemeleri 25±4 °C sıcaklık, % 50±10 bağıl neme ve 12 saatlik fotoperiyoda ayarlanmış ortam koşullarında gerçekleştirilmiştir.

Verilerin analizi

Yaşam çizelgesi parametreleri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

Yaşa özgü canlı kalma oranı (l_x), her yaş aralığında canlı kalan dişilerin başlangıçtaki sayılarına oranından elde edilmiştir.

Yaşa özgü doğurganlık (m_x) (dişi/dişi/gün), her yaş aralığında bırakılan dişilerin oranı ortalama yumurta sayılarının eşey oranı ile çarpılmasıyla elde edilmiştir (Liu et al. 1997).

Net üreme gücü (R_0) (dişi/dişi) (Birch 1948; Izhevsky & Orlinsky 1988):

$$R_0 = \sum l_x m_x \quad (1)$$

Kalıtılabilir üreme yeteneği (r_m) (dişi/dişi/gün), Euler eşitliğinden tekrarlanarak hesaplanmıştır (Birch 1948):

$$\sum e^{(-r_m x)} l_x m_x = 1 \quad (2)$$

e = doğal logaritma tabanı

x = dişi bireylerin yaşı (gün)

Ortalama döl süresi (T_0) (gün) (Birch 1948; Chazeau et al. 1991; Kairo & Murphy 1995):

$$T_0 = \frac{\ln R_0}{r_m} \quad (3)$$

Toplam üreme oranı (GRR) (dişi/dişi) (Leslie & Park 1949):

$$GRR = \sum m_x \quad (4)$$

Artış oranı sınırı (λ) (dişi/gün) (Birch 1948):

$$\lambda = e^{r_m} \quad (5)$$

Populasyonu ikiye katlama süresi (DT) (gün) (Kairo & Murphy 1995):

$$DT = \frac{\ln 2}{r_m} \quad (6)$$

Dişilerin üretkenlik değeri (V_x) (dişi/dişi) (Imura 1987):

$$V_x = \frac{\sum_{y=x} (e^{r_m y} I_y \cdot m_y)}{I_x \cdot e^{-r_m x}} \quad (7)$$

Dişilerin her yaş aralığında beklenen yaşam süresi (E_x) (gün) (Southwood 1978; Carey 1993):

$$E_x = \frac{\sum_{y=x} \frac{I_y + I_{y+1}}{2}}{I_x} \quad (8)$$

Sabit yaş dağılımı (C_x) (gün) (Birch 1948):

$$C_x = \frac{I_x \cdot e^{-r_m x}}{\sum_{x=0} (I_x \cdot e^{-r_m x})} \quad (9)$$

Tüm parametreler RmStat3 ile hesaplanmıştır (Özgökçe & Karaca 2010).

Bulgular ve tartışma

Agrothereutes hospes'in laboratuvar koşullarında canlı kalma ve doğurganlıklarına ait veriler yöntemde belirtilen formüllere göre hesaplanarak yaşam çizelgesi parametreleri elde edilmiştir (Çizelge 1). Buna göre kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 0.098 dişi/dişi/gün olarak hesaplanmıştır. Bu değer bir *A. hospes* dişisinin bu çalışmada sağlanan deneme koşulları altında bir günde popülasyona katkıda bulunabileceği dişi yavru sayısının canlı kalma ve üreme yeteneğiyle belirlenmiş özetidir. Toplam üreme oranı (GRR) 19.090 dişi birey olarak saptanmış ve bu rakam bir dişinin bir döl boyunca bıraktığı toplam dişi yavru sayısını ifade etmektedir. Popülasyonu ikiye katlama süresi olan (DT), 6.997 gün olarak hesaplanmıştır ve bundan parazitoidin başlangıç popülasyonunu bir haftada iki katına çıkarabilecek potansiyele sahip olduğu sonucu çıkmaktadır. Günlük maksimum artış oranı sınırı (λ) 1.104 dişi/gün olarak bulunmuştur. Bu değer her bir dişi parazitoidin 26.908 gün olan ortalama döl süresi üstünden popülasyona 14.376 dişi yavru katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Agrothereutes hospes erginlerinin % 80'i ilk bir aylık süre içinde ortaya çıkarken (Çizelge 1) ilk üremeye 17. günde geçtiği ve 24. günde en yüksek sayıda yavru bıraktığı dolayısıyla ilk birkaç gün içinde yumurtalarının büyük çoğunluğunu bıraktığı görülmektedir (Şekil 1). Nitekim ortalama döl süresi (T_0) 26.908 gün olarak hesaplanmıştır. Eklemeli $l_x \cdot m_x$ ve m_x değerlerinin yansıtıldığı Şekil 2 incelendiğinde yaklaşık 28. günden sonra iki eğrinin ayrılmaya başladığı, kısa bir süre sonra $l_x \cdot m_x$ eğrisinin çok az artış gösterdiği ve sonra düzleştiği, buna karşılık m_x eğrisinin bir süre daha arttıktan sonra ömür bitiş noktasına doğru düzlem oluşturduğu görülmektedir. Canlı kalma oranındaki azalmayla birlikte net üreme

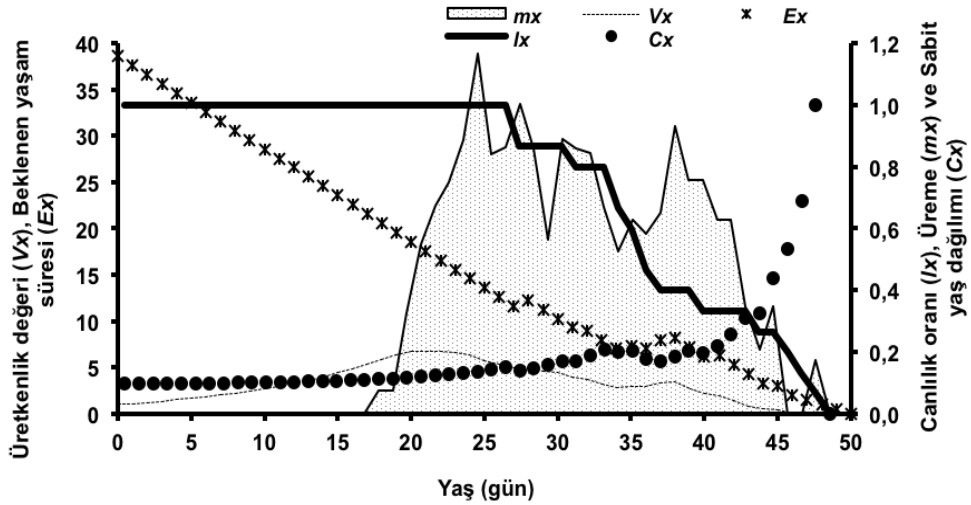
gücünün olumsuz etkilendiği bu yaş aralıklarında düzlem oluşturmasıyla açıkça görülebilmektedir.

Üreme oranının daha yüksek olması ve azalmanın daha geç görülmesinin sebebi ise canlı kalma oranından doğrudan etkilenmemesi ve ovipozisyon periyodu sonlarına doğru böceğin fizyolojik olarak daha az yavru vermesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. *Agrothereutes hospes*'in yaşam çizelgesi parametreleri

Table 1. Life table parameters of *Agrothereutes hospes*

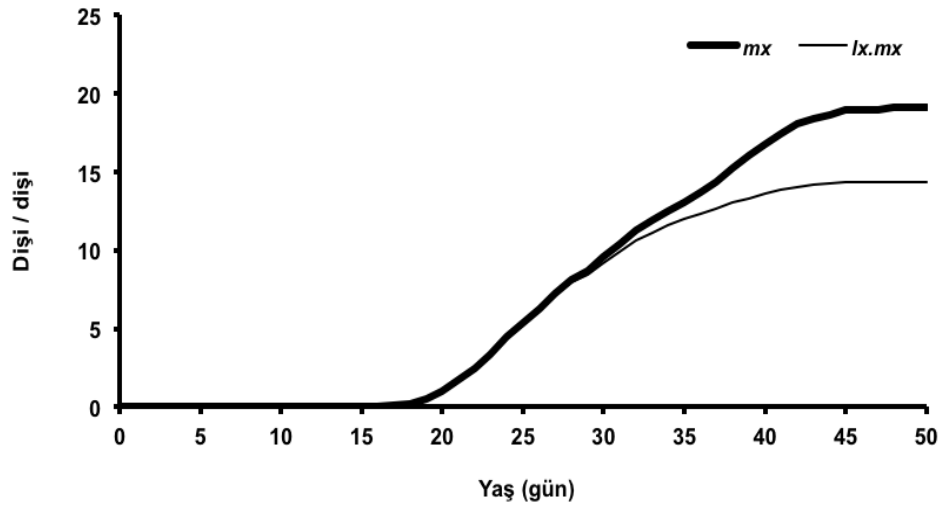
Yaşam çizelgesi parametreleri	
Kalıtıl üreme yeteneği, r_m	0.098 dişi/dişi/gün
Net üreme gücü, R_o	14.376 dişi/dişi
Ortalama döl süresi, T_o	26.908 gün
Toplam üreme oranı GRR	19.090 dişi/dişi
Populasyonu ikiye katlama süresi, DT	6.997 gün
Artış oranı sınırı, λ	1.104 dişi/gün
Ergin (1-30 gün) (%)	80
Ergin (>30 gün) (%)	20



Şekil 1. *Agrothereutes hospes*'in üretkenlik değeri, beklenen yaşam süresi, canlılık oranı, üreme ve sabit yaş dağılımı.

Figure 1. Reproductive value, expected remaining life time, survival rate, reproduction and stable age distribution of *Agrothereutes hospes*.

Üretkenlik değerinin (V_x) en yüksek seviyesine ulaştığı yaş 21. güne karşılık gelirken bu değer 34. güne kadar düzenli olarak azalmıştır. Bu tarihten sonra m_x değerinin ikinci en yüksek değere ulaştığı 38. güne kadar düz bir plato oluşturmuş takip eden günlerde ise ovipozisyon periyodunun sonuna doğru daha hızlı bir azalma göstermiştir (Şekil 1). Beklenen ömür eğrisi (E_x) canlı kalma eğrisine (l_x) bağlı olarak ilk ölümlerin görüldüğü 28. güne kadar sabit olarak azalırken bu tarihten sonra görülen yüksek ölümlerden dolayı eğride görülen dalgalanmalarla her bir yaş aralığında popülasyon bireylerinin geriye kalan ömür süreleri yüksek ölümlerle artan değerlerde Şekil 1 üstünde yansıtılmıştır. Sabit yaş dağılımı (C_x) eğrisi gelişme döneminde düz bir plato halindeyken canlı kalma eğrisine (l_x) bağlı olarak ölümlerle birlikte yükselmeye başlamış. Ancak ani ve yüksek ölümlerin görüldüğü 37. günde bir düşüş göstermiş, takip eden günlerde ise artan ölüm oranlarına paralel olarak böceğin ömrünün sonuna doğru daha hızlı bir artış göstermiştir.



Şekil 2. *Agrothereutes hospes*'in eklemeli üreme (m_x) ve net üreme gücü (R_0) eğrileri.

Figure 2. Cumulative reproduction (m_x) and net reproduction rate (R_0) curves of *Agrothereutes hospes*.

Agrothereutes hospes'in bazı biyolojik özelliklerine ait parametreler Çizelge 2'de verilmiştir. Yumurta döneminden ergin oluncaya kadar geçirdiği gelişme süresi ortalaması 17.67 gün, ergin ömrü 21.40 gün preovipozisyon süresi 2.80 gün, ovipozisyon süresi 15.60 gün sürerken postovipozisyon süresi 3.00 gün olarak kaydedilmiştir. *A. hospes*'in bir dölünü ise 20.47 günde tamamladığı bulunmuştur. Ovipozisyon süresi boyunca günde bıraktığı ortalama yumurta sayısı 1.91 adet ve toplam yumurta sayısı 40.53 adet olarak saptanmıştır (Çizelge 2).

Bir populasyonun gelişme oranının bir ölçüsü olarak kalıtsal üreme yeteneği ilk kez Birch (1948) tarafından uygulanmış ve o zamandan beri birçok araştırmacı tarafından çok sayıda parazitoid, predatör ve fitofag böcekler için kullanılmaktadır. Bir zararlıyı kontrol altına almak için en etkili etmenlerin seçimi ve değerlendirilmesi için çeşitli kıstaslar ve değişik yaklaşımlar mevcuttur (Waage 1990). Biyolojik savaş uygulamalarında özellikle hem av hem de avcının belirli koşullar altında doğurganlık, canlı kalma ve gelişme zamanı gibi özellikleri bu yaklaşımların oluşturulmasında oldukça önemlidir (Reed et al. 1992).

Çizelge 2. *Agrothereutes hospes*'in gelişme, üreme ve ömür parametreleri (gün)

Table 2. Development, reproduction and life time parameters of *Agrothereutes hospes* (days)

Parametreler	n	Ortalama± St. hata
Gelişme Dönemi Toplamı	15	17.67±0.410
Ergin ömrü	15	21.40±1.939
Preovipozisyon	15	2.80±0.527
Ovipozisyon	15	15.60±1.843
Postovipozisyon	15	3.00±0.414
Döl süresi	15	20.47±0.584
Günlük yumurta sayısı	15	1.91±0.073
Toplam yumurta sayısı	15	40.53±3.679

Özellikle kalıtsal üreme yeteneği (r_m), toplam doğurganlık, canlı kalma ve gelişme zamanına ilişkin bilgileri tek bir rakamda birleştirmektedir (Lewontin 1965). Bu değer asıl olarak doğumdan ilk üremeye geçen zamandan çok fazla etkilenirken canlı kalma ve toplam üretkenlik değerlerinden daha az etkilenir (Lewontin 1965). Türler ve bu türlerin çeşitli ırkları arasında veya besin çeşitliliğinin, farklı sıcaklık-nem değerlerinin türlerin kalıtsal üreme yetenekleri üstünde yaptığı farklılıklar istatistiksel olarak karşılaştırılabilir. Ancak Türkiye'de yeni kayıt olan *A. hospes*'in az bilinen bir tür olması ve bununla ilgili daha önce benzer araştırmalar yapılmamış olması nedeniyle türün biyolojisine ve kitle üretim çalışmalarına ilişkin temel bilgiler vermesi açısından sadece *G. mellonella* üstünde yaşam çizelgesi oluşturulmuştur. Gelecek çalışmalarda hem parazitoid ve hem de konukçularının farklı sıcaklık ve besin kombinasyonlarında daha ayrıntılı yaşam çizelgeleri oluşturularak biyolojik mücadele programlarında kullanılabilme potansiyeli daha iyi anlaşılacaktır.

Kaynaklar

Akdura N. 2003. Ektoparazitoid *Agrothereutes hospes* (Tschek)'in (Hymenoptera, Ichneumonidae) biyolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 33 s.

- Birch L.C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17: 15–26.
- Carey J.R. 1993. Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press, 211 p.
- Chazeau J., E. Bouye & L. Bonnet De Larbogne 1991. Cycle de developpement et table de vie d' *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) ennemi naturel d' *Heteropsylla cubana* (Hom.: Psyllidae) introduit en nouvelle Cale'donie. *Entomophaga*, 31 (2): 275–285.
- Gauld I. & B. Bolton 1988. The Hymenoptera British Museum and National Museum at Scotland. Oxford University Press, 332 p.
- Gürbüz M.F., J. Kolarov, M.Y. Aksoylar & N. Akdura 2006. A survey of the *Agrothereutes hospes*, an ectoparasitoid on wax moth *Galleria mellonella*. *Journal of Pest Science*, 79: 31–34.
- Imura O. 1987. Demographic attributes of *Tribolium freemani* Hinton (Coleoptera: Tenebrionidae). *Applied Entomology and Zoology*, 22 (4): 449–455.
- Izhevsky S.S. & A.D. Orlinsky 1988. Life history of the imported *Scymnus (Nephus) reunioni* (Col.: Coccinellidae) predator of mealbugs. *Entomophaga*, 33 (1): 101–114.
- Kairo M.T.K. & S.T. Murphy 1995. The life history of *Rodolia iceryae* Janson (Coleoptera: Coccinellidae) and the potential for use in innoculative releases against *Iceya pattersoni* Newstead (Homoptera: Margarodidae) on coffee. *Journal of Applied Entomology*, 119: 487–491.
- Leslie P.H. & T. Park 1949. The Intrinsic Rate of Natural Increase of *Tribolium Castaneum* Herbst. *Ecology*, 30: 469–477.
- Lewontin R.C. 1965. Selection for colonizing ability. In: Baker HG and Stebbins GL (eds). The Genetics of Colonizing Species, Academic Press, New York, 77–91.
- Liu T.X., P.A. Stansly, K.A. Hoelmer & L.S. Osborne 1997. Life history of *Nephaspis oculatus* (Coleoptera: Coccinellidae) a predator of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of Entomological Society of America*, 90 (6): 776–782.
- Özgökçe M.S. & İ. Karaca 2010. Yaşam Çizelgesi: Temel Prensipler ve Uygulamalar. Türkiye Entomoloji Derneği 1. Çalıştayı, Ekoloji Çalışma Grubu, 11-12 Haziran 2010, Isparta.
- Reed H.C., D.K. Reed & N.C. Elliott 1992. Comparative life tables statistics of *Diaeretiella rapae* and *Aphidius matricariae* on the Russian wheat aphid. *Southwestern Entomology*, 17: 307–312.
- Schwarz M. & M.R. Shaw 1998. Westem Palaearctic Cryptinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in the National Museums of Scotland, with nomenclatural changes, taxonomic notes, rearing records and special reference to the British check list. Part 1. Tribe Cryptini. *Entomologist's Gazette*, 49: 101–127.
- Shiotsu Y. & R. Arakawa 1982. One host-one parasitoid system: seasonal life cycles of *Pryeria sinica* (Lepidoptera) and *Agrothereutes minousubae* (Hymenoptera). *Research on Population Ecology*, 24: 43–57.
- Southwood T.R.E. 1978. Ecological Methods, with Particular Reference to the Study of Insect Populations. Chapman and Hall, London, 524 p.
- Townes H., S. Momol & M. Townes 1965. A Catalogue and Reclassification of Eastern Palearctic Ichneumonidae. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 5: 660 p.
- Vinson S.B. 1976. Host selection by insects parasitoids. *Annual Review of Entomology*, 21: 109–133.

- Waage J.K. 1990. Ecological theory and the selection of biological control agents. In: Mackauer M, Ehler LE & Roland J (eds), *Issues in Biological Control*. Intercept Press, Andover, 135-154.
- Yu S.D. & K. Horstmann 1997. *A Catalogue of World Ichneumonidae (Hymenoptera): Subfamilies Acaenitinae to Ophioninae*. The American Entomological Institute, 536 pp.