

Original araştırma (Original article)

Aphis fabae Scopoli (Hemiptera: Aphididae)'nin bakla üstünde üreme ve gelişmesine anne yaşının etkileri

Maternal age effects on fecundity and survival of *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) on bean

Güler YÜZTAŞ¹ İsmail KARACA¹ Mehmet Salih ÖZGÖKÇE^{2*}

Summary

In this study, the effects of maternal age on development, fecundity, longevity, generation time, preoviposition, oviposition and postoviposition times and survival rate of bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) were investigated. At the experiments, four different populations generated by 1, 6, 11, and 16 days old mother were used. For each experiment group, 45 replicates were used and bean leaves were used as host plant for aphid population. Experiments were carried out at 27±1°C, 60±5% r.h. and 16:8 L:D photoperiod in a climate chamber. Data obtained for each populations were evaluated according to the age-dependent life tables. Calculation of life table parameters were made by using Euler-Lotka equation. Values obtained for intrinsic rate of increase (r_m), net reproductive rates (R_0), mean generation time (T_0), gross reproductive rate (GRR) and finite rate of increase (λ) were 0.369, 0.389, 0.349 and 0.149 females/female/day; 16.466, 14.535, 7.802 and 2.233 females/female, 7.599, 6.873, 5.893 and 5.388 days, 37.611, 28.126, 20.265 and 16.000 females/female, 1.446, 1.476, 1.417 and 1.161 females/days respectively for *Aphis fabae* populations formed by 1, 6, 11 and 16 days old mothers. Preoviposition period values for all experiment groups were zero. Values obtained for adult life times, oviposition period, postoviposition period and generation time were 6.4, 6.8, 2.6 and 0.4 days, 6.2, 8.3, 2.4 and 0.4 days, 0.2, 0.2, 0.1 and 0 days, 7.0, 7.2, 5.9 and 4.8 days respectively, for the aphid populations generated by 1, 6, 11 and 16 days aged mothers. Best fit curves were obtained by using Weibull distribution for age dependent survivals (l_x) of each populations, and their parameters were calculated. According to parameters calculated in Weibull distribution, it was found that 1. and 2. age group populations were suitable to Holling's type 1 life curve and 3. and 4. age group populations were suitable to type 3 life curve.

Key words: *Aphis fabae*, maternal age, bean, age dependent life table, Weibull distribution

Özet

Bu çalışmada baklayaprakbiti, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae)'nin gelişme, üreme, ömür, döl süresi, preovipozisyon, ovipozisyon ve post ovipozisyon süreleri ve canlı kalma oranları üstünde anne yaşının etkileri araştırılmıştır. Denemelerde 1. 6. 11. ve 16. yaşlarda annelerden alınan bireylerden oluşturulan dört farklı popülasyon incelenmiştir. Her bir deneme grubu 45 tekrardan oluşturulmuş ve yaprakbiti için konukçu bitki olarak bakla bitkisi kullanılmıştır. Denemeler 27.5±1 °C, %60±5 oranlıklı nem ve 16:8 saat aydınlık koşullarının sağlandığı iklim kabinlerinde sürdürülmüştür. Her bir popülasyon için elde edilen veriler yaşa bağlı yaşam çizelgesine göre değerlendirilmiştir. Yaşam çizelgesi parametrelerinin hesaplanmasında Euler-Lotka eşitliğinden yararlanılmıştır. *Aphis fabae*'nin 1, 6, 11 ve 16 gün yaşlı dişilerinden elde edilen popülasyonlarının hesaplanan yaşam çizelgesi parametreleri, sırasıyla; kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 0.369, 0.389, 0.349 ve 0.149 dişi/dişi/gün, net üreme gücü (R_0) 16.466, 14.535, 7.802 ve 2.233 dişi/dişi, ortalama döl süresi (T_0) 7.599, 6.873, 5.893 ve 5.388 gün, toplam üreme oranı (GRR) 37.611, 28.126, 20.265 ve 16.000 dişi/dişi, artış oranı sınırı (λ) 1.446, 1.476, 1.417 ve 1.161 dişi/gün olarak bulunmuştur. Ergin ömrü sırasıyla 6.4, 6.8, 2.6 ve 0.4 gün, preovipozisyon 4 deneme grubu için de 0 gün, ovipozisyon süresi sırasıyla 6.2, 8.3, 2.4 ve 0.4 gün, postovipozisyon süresi sırasıyla 0.2, 0.2, 0.1 ve 0.0 gün ve döl süresi sırasıyla 7.0, 7.2, 5.9 ve 4.8 gün olarak belirlenmiştir. Her bir popülasyonun yaşa-bağlı canlı kalma oranları (l_x) için Weibull dağılımı kullanılarak en uygun eğri denklemleri elde edilmiş ve fonksiyonun parametreleri hesaplanmıştır. Weibull dağılımında hesaplanan parametrelere göre 1. ve 2. yaş grubu popülasyonların Holling'in 1. tip hayat eğrisine benzediği, 3. ve 4. yaş grubu popülasyonların ise 3. tip hayat eğrisine uygun olduğu bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: *Aphis fabae*, anne yaşı, bakla, yaşa bağlı yaşam çizelgesi, Weibull dağılımı

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

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Van, Türkiye

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

Alınış (Received): 12.11.2014

Kabul edilmiş (Accepted): 04.02.2015

Giriş

Bir çok böcek türünde anne yaşının yavrular üstünde çeşitli etkileri olduğu bilinmektedir (Parsons, 1964; Pianka, 1978; Mousseau & Dingle, 1991; McIntyre & Gooding, 2000; Dixon et al., 1993; Yanagi & Miyatake, 2002; Al-Lawati & Bienefeld, 2009). Yaşlı annelerden meydana gelen yavruların, genç annelerden meydana gelen yavrulara göre daha yüksek ölüm oranı gösterdikleri, daha geç sürede geliştikleri, bunlardan oluşan erginlerin daha küçük birey veya yumurta oluşturdukları ve daha düşük kalitede üreme performansı gösterdikleri bildirilmektedir (Jones et al., 1982; Wiklund & Persson, 1983; Mousseau & Dingle, 1991; McIntyre & Gooding, 2000; Al-Lawati & Bienefeld 2009, Mahyoub et al., 2014). Yanagi & Miyatake (2002), bir çok böcek türünde artan anne yaşı ile yumurtaların büyüklüğü ve sayısının ve üreme çabalarının azaldığını, bu yüzden anne yaşına bağlı olarak üremenin tam miktarını öğrenmek için yumurta sayısı ve büyüklüğünün gözönünde bulundurulması gerektiğini bildirmektedir.

Ancak bazı türlerde, örneğin *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae)'da genetik olarak bazı hatlara özgü olarak genellikle yaşlı annelerin daha iri ve daha yüksek canlılık oranına sahip larvalar ürettiği ve bunların gelişmelerinin daha yavaş olduğu saptanmıştır (McIntyre & Gooding, 2000). Al-Lawati & Bienefeld (2009), balarılarında embriyo ölümlerinin anne yaşı ile arttığını ve yumurta büyüklüğünün kraliçe yaşı ile azaldığını, ancak anne yaşının erken yaşlarda larva büyüklüğünü etkilediğini ve bu dönemde daha küçük larvalar oluştuğunu, ancak daha sonraki yaşlarda etkilemediğini açıklamaktadır. Bazı yaprakbitlerinde dişi ömrünün sonuna doğru doğuran daha büyük yavruların genç dişinin doğurduğu küçük yavrulardan daha büyük ergin ağırlığına, ortalama oransal gelişme oranına ve potansiyel kalıtsal üreme yeteneklerine ulaştığı bildirilmekte, bu durum anne yaşı ile birlikte gonadların sayısının azalmasına bağlı olarak yavru sayısının artmasıyla ilişkilendirilmektedir (Dixon et al., 1993). Yinede yumurta büyüklüğü üstündeki anne yaşının etkisi ve dolayısıyla bu yavrulardan meydana gelen bireylerin performansı ile yaşlı annenin doğurduğu daha büyük yavruların annenin beslenme durumundan dolayı olabileceği açıklanmaktadır (Dixon et al., 1993; Fox, 1993).

Yaşlı anneler tarafından bırakılan yumurtalardan çıkan yavruların daha yüksek ölüm oranına sahip oldukları ve daha yavaş geliştikleri bildirilmektedir (Fox & Dingle, 1994). Bu yüzden yavruların sağlığı üstünde anne yaşının pek çok etkisi doğrudan yumurta büyüklüğü ile ilişkilendirilebilir (Yanagi & Miyatake, 2002). Yumurta büyüklükleri üstünde anne yaşının etkileri genel olarak dişinin vücudu içindeki üreme kaynaklarının azalmasına dayandırılabilir. Fox (1993) *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)'ta besinli ve besinsiz şartlarda dişilerin bıraktıkları yumurtaların büyüklüğünü karşılaştırmış, besin varlığında daha yaşlı dişilerin daha büyük yumurtalar bıraktığını bildirmiştir. Stres altındaki koşullarda yumurta büyüklüğünün azalması dişi kaynaklarının tüketilmesinden dolayı olduğu düşünülebilir (Yanagi & Miyatake, 2002).

Bir çok böcek en avantajlı yaşlarında yaşama gücü daha az olan küçük yumurtalar bırakmakta ve dolayısıyla farklı anne yaşlarında meydana gelmiş erginler genellikle ayırtedilememektedir (McIntyre & Gooding, 2000). Bir çok türde yaşlı dişiler tarafından bırakılan küçük yumurtalar ile genç dişiler tarafından bırakılmış büyük yumurtalar arasında önemli farklar olup olmadığı bilinmemektedir. Bunun gibi farklılıkları belirlemenin en iyi yolu, farklı yaşlardaki annelerden doğuran yavruları üretmek ve karşılaştırmaktır (McIntyre & Gooding, 2000).

Organizmalar yaşamlarının sonuna doğru üreme çabalarını arttırmaktadırlar (Pianka, 1978; Dixon et al., 1993). Bir çok araştırmacı, yaşamının sonuna yaklaşan bir hayvanın azalan üreme değerini yansıtmak için üreme çabalarını arttırdığı yönündeki hipotezi araştırmaktadırlar. Bu araştırmaların çoğu memeliler ile ilgili olup böcekler üstünde yapılan araştırmalar yaşam çizelgesi teorisi ile daha az ilişkilendirilmiş, çalışmalar üreme çabalarının ölçülmesinden ziyade yavru büyüklüğünün ölçülmesi yönünde olmuştur (Dixon et al., 1993).

Aynı taksondan gelen türlerde görülebilen anne yaşlarının yavrular üstündeki değişik etkileri bir türün gerçek üreme ve canlı kalma performansının belirlenmesi çalışmalarında anne yaşının en verimli ve uygun dönemini tespit etme girişimlerini zorunlu kılmaktadır. Taksonlar arasında değişiklik gösterebilen anne yaşının etkilerinin doğru tespit edilmesi zararlı yönetimi çalışmaları için önemli avantajlar ve temel bilgiler sağlamaktadır. Bu avantajlardan bazıları; yaşam çizelgesi çalışmalarında denemeye alınan bir organizmanın en iyi gelişme, üreme ve en yüksek canlı kalma performanslarının saptanması için en uygun bireylerinin seçilmesi gerekir. Doğru sonuçlara en uygun ve en verimli anne yaşından elde edilmiş yavrular veya yumurtalarının seçimi ile erişilebilir. Zararlı veya yararlı türlerin farklı konukçular üstünde veya farklı çevresel şartlar altında tutulmalarıyla elde edilen yaşam çizelgesi parametreleri zararlı yönetimi çalışmaları için önemli bilgiler sağlar. Anne yaşının etkilerinin bilinmesinin faydalı böcekler için sağlayabileceği bir avantajı kitle üretimi çalışmalarında üretilen organizmaların en etkili yaş aralığının belirlenmesi zararlı yönetimi ve kontrol çalışmalarında en uygun salım ve kontrol zamanlarının bilinmesi açısından fayda sağlayabilir. Buna ilaveten, üretilen organizmaların en etkisiz ve düşük performans gösterdikleri dönemlerde gereksiz işgücü ve masrafların önlenmesi bakımından önemli tasarruflar sağlayabilir. Bu çalışmada ele alınan *Aphis fabae* bir çok otsu ve odunsu bitki üstünde beslenen ve otuzdan fazla bitki virus hastalığını taşıyan önemli bir zararlıdır. Zararlıının bakla üstünde en iyi üreme, gelişme ve canlı kalma performansını hangi anne yaşında doğuran yavrularından elde edilen popülasyonlarından oluşturduğunu saptamak için bu çalışma ele alınmıştır. Bu amaçla zararlıının ilk ergin olduğu günden yaşamının sonuna doğru dört farklı yaşlarda doğuran yavrularından oluşturulmuş grupların üreme, canlı kalma ve yaşam çizelgesi parametreleri hesaplanarak anne yaşının etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bitki üretimi

Yaprakbiti stok kültürü ve denemeye alınan popülasyonlar selvi bakla çeşidi üstünde üretilmiştir. Bitki ve stok kültür sürekliliği için haftalık periyotlarla bakla üretimi yapılmıştır.

Yaprakbiti üretimi

Aphis fabae üretimi 25 ± 1 °C ve % 60-70 orantılı nem koşullarının sağlandığı iklim kabinlerinde yapılmıştır. Koloninin sürekliliğini sağlamak için haftalık periyotlarla üretilen temiz bitkiler yaşlanmış ve çökmeye başlamış bitkilerle değiştirilerek üretim kabininde popülasyon sürekliliği sağlanmıştır. Denemelerde kullanılan yaprakbiti, Süleyman Demirel Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Biyolojik Mücadele Laboratuvarı'ndaki iklim odalarında üretilen kültürden alınmıştır.

Farklı yaş gruplarının oluşturulması

Denemelerde *A. fabae*'nin denemeye alınan bireyleri için 9 cm plastik petri kapları kullanılmıştır. Petri kaplarına konulan orta boy yapraklar iki günde bir üretim stoklarından aktarılmış, yaprakların canlılığını korumak için petri kaplarının zeminine sıvı formda agar jel (0.5-1 g/lt) konulmuştur. Petri kabının tabanına sıvı agar döküldükten sonra üstüne kurutma kağıdı ve yaprak konulmuştur. Deneme için en az 10 nesil üretilmiş stok kültürden 3. ve 4. dönem nimfler petri kaplarına aktarılmıştır. Gelişmesini tamamlayan dişilerin bıraktıkları nimfler ayrı ayrı deneme kaplarına aktararak ilk deneme popülasyonu elde edilmiştir. Bu popülasyondan elde edilen erginlerin 1., 6., 11. ve 16. gün verdikleri yavrulardan 4 ayrı deneme grubu oluşturulmuştur. Yaprakbitlerinin yaşam süresi kısa olduğundan dolayı 5 gün arayla deneme grupları oluşturulmuştur. Herbir deneme grubuna ait bireyler doğdukları ilk günden ölünceye kadar gözlenmiş, bu süre boyunca herbir gelişme dönemleri ve günde verdikleri yavru sayıları kaydedilmiştir. Her bir deneme grubu için en az 30 tekerrür kullanılmıştır. Denemeler 27.5 ± 1 °C ve % 60 ± 5 orantılı nem ve 16:8 saat aydınlık koşullarının sağlandığı iklim dolaplarında sürdürülmüştür.

Yaşam çizelgesi, Weibull dağılımı ve analizler

Elde edilen veriler her bir popülasyon için yaşa bağlı yaşam çizelgesi ile değerlendirilmiştir. Euler-Lotka eşitliğine (Birch, 1948) göre hazırlanan yaşam çizelgesinde tüm parametreler *RmStat-3* programı (Özgökçe & Karaca, 2010) yardımıyla hesaplanmıştır.

Bu parametreler:

Yaşa bağlı canlılık oranı (l_x) ve üreme oranı (m_x), (Birch, 1948),

Net üreme oranı, $R_0 = \sum l_x \cdot m_x$ (Birch, 1948),

Kalıtsal üreme yeteneği (r_m), $\sum e^{(-r_m \cdot x)} l_x \cdot m_x = 1$ (Birch, 1948),

Ortalama döl süresi, $T_0 = \frac{\ln R_0}{r_m}$ (Birch, 1948),

Brüt üreme oranı, $GRR = \sum m_x$ (Birch, 1948),

Artış oranı sınırı, $\lambda = e^{r_m}$ (Birch, 1948),

Popülasyonu ikiye katlama süresi, $T_2 = \frac{\ln 2}{r_m}$ (Kairo & Murphy, 1995)

Üreme değeri, $V_x = \frac{\sum_{y=x} (e^{r_m \cdot y} l_y \cdot m_y)}{l_x \cdot e^{-r_m \cdot x}}$ (Imura, 1987),

Beklenen yaşam uzunluğu, $E_x = \frac{\sum_{y=x} \frac{l_y + l_{y+1}}{2}}{l_x}$ (Southwood, 1978; Carey, 1993),

Sabit yaş dağılımı, $C_x = \frac{l_x \cdot e^{-r_m \cdot x}}{\sum_{x=0} (l_x \cdot e^{-r_m \cdot x})}$ (Birch, 1948),

Farklı anne yaşlarından meydana gelen popülasyonlardan hesaplanan kalıtsal üreme yeteneği değerlerinin karşılaştırma testlerinde kullanabilmesini sağlamak amacıyla Jackknife yöntemine (Meyer et al., 1986; Özgökçe & Atlıhan, 2004) göre yapay- r_{mj} değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan parametreler çeşitli transformasyonlara rağmen normal dağılım göstermedikleri için, çoklu karşılaştırmalarda Kruskal-Wallis ve ikili karşılaştırmalarda Mann-Whitney testleri (SPSS, ver. 17) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan farklı popülasyonların yaşa bağlı canlı kalma eğrileri Weibull dağılımı ile elde edilmiştir (Pinder et al., 1978):

$$S_p(t) = e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^c} \quad t, b, c > 0 \quad (\text{Deevey, 1947})$$

$S_p(t)$; canlı kalma ihtimalini, b ; eğimin ölçüsünü, c ; eğimin biçimini ve t ise zamanı ifade etmektedir. Eğimin biçimini açıklayan c parametresinin aldığı değerler $c > 1$, $c = 1$ ve $c < 1$ olabilir ve bu değerlere göre canlı kalma eğrisinin Holling'in belirlediği üç tip yaşam eğrilerine benzerlikleriyle ilişkilendirilir (Deevey, 1947; Pinder et al., 1978). Bu eğrilere göre $c > 1$ gelişen popülasyonları, $c = 1$ durağan popülasyonları ve $c < 1$ gerileyen popülasyonları izah etmektedir. Ekolojik bir ortam için Weibull

dağılımı oldukça esnek olması, istatistiksel olarak bir taslak gösterebilmesi ve model parametrelerinden ekolojik olarak anlamlı sonuçlar çıkarılabilmesi açısından büyük avantajlar sağlamaktadır (Hogg & Nordheim, 1983). Parametreler, CurveExpert pro (ver. 1.6.7), SPSS (ver. 17), MS Excel (ver. 2003) paket programları yardımıyla hesaplanmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Aphis fabae'nin dört farklı anne yaşında oluşturulan gruplarının her bir nimf dönemleri ve toplam gelişme süreleri Çizelge 1'de verilmiştir. Tüm gruplarda farklı oranlarda olmak üzere hem kanatlı ve hem de kanatsız formlar meydana gelmiştir. Kanatlı formların oranı 1. (birinci grup), 6. (ikinci grup), 11. (üçüncü grup) , ve 16. (dördüncü grup) gün yaşlı anneler için ilk gruptan itibaren sırasıyla: %70.3, 40.5, 63.2 ve 50.0 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada yapılan analizlerde kanatlı ve kanatsız formlar birlikte değerlendirilmiştir.

İlk dört nimf dönemlerinin hem her bir yaş grubunda ve hem de farklı yaş grupları arasında benzer sürede geliştikleri görülmüştür ($P<0.05$) (Çizelge 1). Sadece ilk iki genç gruptaki popülasyonların beşinci nimf dönemleri grup içi karşılaştırmalarda, 2.grubun ise tüm gruplar arası karşılaştırmalarda daha uzun sürede geliştikleri bulunmuştur ($P<0.05$). En yaşlı grupta ergin öncesinde görülen yüksek ölüm oranından dolayı 5. nimf dönemine sadece 2 birey ulaşabilmiş ve böylece bu dönemden sonraki istatistiksel değerlendirmelerin dışında tutulmuştur. Toplam gelişme sürelerini tamamlayan kanatlı ve kanatsız bireyler arasında yapılan karşılaştırmalarda kanatlıların toplam gelişme süreleri daha uzun bulunurken yaş grupları arasında en uzun gelişme süresi 2. yaş grubunda görülmüştür ($P<0.05$).

Çizelge 1. *Aphis fabae*'nin farklı anne yaşlarında elde edilen popülasyonlarının gelişme süreleri (gün±SH).

Dönemler	Anne yaşları							
	n	1 Yaş grubu	n	6 Yaş grubu	n	11 Yaş grubu	n	16 Yaş grubu
N1	45	1.49±0.082aA	45	1.73±0.133aA	45	1.76±0.111aA	45	1.78±0.095aA
N2	45	1.56±0.093aA	45	1.71±0.154aA	40	1.53±0.088aA	33	1.45±0.088aA
N3	44	1.55±0.095aA	43	1.56±0.112aA	29	1.48±0.094aA	13	1.38±0.140aA
N4	39	1.41±0.088aA	39	1.49±0.115aA	23	1.39±0.104aA	8	1.38±0.183aA
N5	26	1.73±0.204bA	15	2.40±0.289bB	12	1.33±0.142aA	2*	2.00
Toplam gelişme süresi								
Kanatlı	26	7.58±0.343bA	15	9.60±0.533bB	12	7.67±0.284bA	2*	10.00
Kanatsız	11	6.36±0.310aA	22	6.05±0.351aA	7	5.86±0.459aA	2*	4.00

Her bir sütunda aynı küçük harf ile her bir satırda aynı büyük harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P<0.05$). Karşılaştırmalarda Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney testleri kullanılmıştır.

* Tekrar sayısı azaldığı için karşılaştırmalara dahil edilmemiştir.

Ergin döneme geçebilen grupların canlılık oranlarının anne yaşı arttıkça dramatik bir şekilde düştüğü görülmektedir. Birinci ve 2. grupta canlılık oranı %82.2 iken 3. grupta %42.2 ve 4. grupta sadece %8.9 olmuştur. Grupların üreme, nesil süresi ve ömürlerine ilişkin bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Tüm gruplarda preovipozisyon süresi 0 olarak kaydedilirken ovipozisyon periyotları 4.50 gün ile 9.22 gün arasında değişmiş, istatistiksel olarak en uzun süre 2. yaş grubunda kaydedilmiştir ($P<0.05$). Postovipozisyon periyotları arasında fark önemsiz bulunmuş ve bu süre gruplarda 0 ile 0.32 arasında değişmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 2. *Aphis fabae*'nin farklı anne yaşlarında elde edilen popülasyonlarının, ovipozisyon periyotları, döl ve ömür süreleri ile günlük ve toplam yavru sayıları (gün±SH).

Biyolojik parametreler	Anne yaşları							
	n	1 Yaş grubu	n	6 Yaş grubu	n	11 Yaş grubu	n	16 Yaş grubu
Preovipozisyon	37	0	37	0	19	0	4	0
Ovipozisyon	37	7.62±0.822a*	37	9.22±0.589b	19	5.89±0.666a	4	4.5±0.645a
Postovipozisyon	37	0.24±0.081a	37	0.32±0.11a	19	0.26±0.104a	4	0.00±0.00a
Ömür	37	7.86±0.819ab	37	9.54±0.604b	19	6.16±0.681a	4	4.5±0.645a
Günlük yavru s.	37	1.85±0.144b	37	2.02±0.067c	19	1.364±0.058a	4	1.61±0.039b
Toplam yavru s.	37	14.14±1.729a	37	19.59±1.718b	19	8.68±1.19a	4	7.25±1.109a

* Her bir satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05). Karşılaştırmalarda Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır.

Gruplarda günlük yavru doğurma sayısı farklı olarak bulunmuş, en yüksek olarak 2.02, 1.85 ve 1.61 birey ile sırasıyla 2., 1. ve 4. grupta kaydedilirken 1.36 birey ile en düşük olarak 3. grupta kaydedilmiştir (P<0.05). Toplam yavru verme sayıları arasında da fark önemli bulunmuş ve en yüksek yavru verimi 19.59 birey ile 2. grupta bulunmuş, diğer gruplarda 7.52-14.14 birey aralığında kaydedilmiştir (P<0.05).

Gruplara göre hesaplanan yaşam çizelgesi parametreleri Çizelge 3'te verilmiştir. Yapılan karşılaştırmalarda kalıtsal üreme yeteneği parametresinin ilk üç grupta 0.349-0.389 dişi/dişi/gün aralığında ve istatistiksel olarak yaş grupları arasında farksız bulunurken 4. grupta 0.149 dişi/dişi/gün ile oldukça düşük değerde hesaplanmıştır (P<0.05). Hesapla elde edilen diğer yaşam çizelgesi parametrelerinden net üreme gücü, ortalama döl süresi, brüt üreme oranı ve artış oranı sınırı parametrelerinin anne yaşı arttıkça gruplarda hızla düştüğü görülmüştür. Popülasyonu ikiye katlama süresi bunun aksine 1.780 gün ile en düşük 2. yaş grubunda görülmüş, diğerlerinde yaşa bağlı olarak 1.880, 1.988 ve 4.648 gün olarak artmıştır.

Çizelge 3. *Aphis fabae*'nin farklı anne yaşlarındaki popülasyonlarının yaşam çizelgesi parametreleri.

Yaşam çizelgesi parametreleri	Anne yaşları			
	1 Yaş grubu	6 Yaş grubu	11 Yaş grubu	16 Yaş grubu
Euler-Lotka (Birch, 1948)				
Kalıtsal üreme yeteneği, r_m	0.369±0.048a*	0.389±0.029a	0.349±0.128a	0.149±0.049b
Net üreme oranı, R_0	16.466	14.535	7.802	2.233
Ortalama döl süresi, T_0	7.599	6.873	5.893	5.388
Brüt üreme oranı, GRR	37.611	28.126	20.265	16.000
Popülasyonu ikiye katlama, T_2	1.880	1.780	1.988	4.648
Artış oranı sınırı, λ	1.446	1.476	1.417	1.161
n	45	45	45	45

* Her bir satırda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05). Karşılaştırmalarda Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır.

Grupların canlılık ve üreme oranları, yaş dağılımı ve beklenen yaşam süreleri grafiklerde yansıtılmıştır (Şekil 1). Canlılık oranlarının (l_x) yaşa bağlı olarak özellikle ergin öncesi dönemde dramatik bir şekilde azaldığı, ergin dönemde ise nispeten sabit kaldığı, beklenen yaşam süresinin de benzer bir seyir gösterdiği görülmüştür. Beklenen yaşam süreleri nimf dönemi başlangıcında yaş gruplarına göre sırasıyla, 12.97, 13.59, 8.06 ve 4.70 gün iken bireylerin 26, 27, 18 ve 16 gün yaşadıkları görülmüştür. Özellikle bu değişimin nedeni ergin dönemde yaş dağılımının büyük ölçüde stabil olmasından kaynaklanmaktadır.

Üreme oranları (m_x) anne yaşına bağlı olarak deneme gruplarına göre azalırken üreme değerinin (V_x) en yüksek değerleri ve bu değerlere ulaştığı tarihler yaşa bağlı olmamıştır. En yüksek ve en geç maksimuma ulaştığı grup en yaşlı annelerden oluşan grup iken, bunu sırasıyla 1. 3. ve 2. grup izlemiştir.

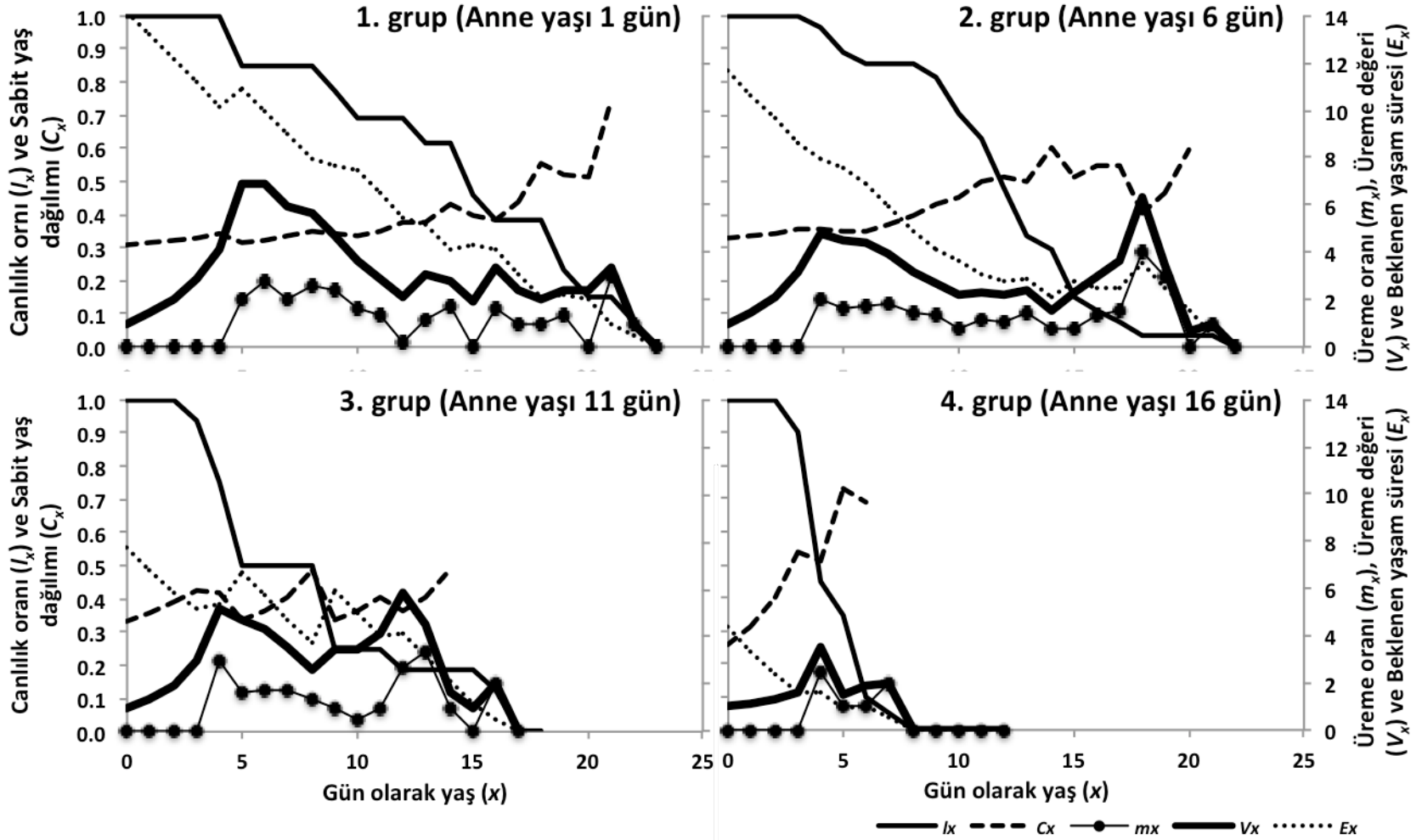
Gruplarda ergin bireylerin canlılık oranı Şekil 2'de yansıtılmıştır. Weibull dağılımı tüm gruplar için en uygun eğri eğimini vermiş (Çizelge 4). Eğimin biçimini belirleyen c parametresine göre 1 ve 6 yaşında annelerden oluşan popülasyonlar Holling'in tip 1 hayat eğrisine uygun eğim verirken ($c > 1$), 11 ve 16 yaşında annelerden oluşan popülasyonlar tip 3 eğimine ($c < 1$) uymaktadırlar. Bu sonuçlara göre, anne yaşı arttıkça oluşan popülasyonlardan genç olanlar artan ve yaşlı popülasyonlar azalan yönde bir eğilim içinde bulunmuşlardır.

Çizelge 4. *Aphis fabae*'nin farklı anne yaşlarındaki popülasyonlarının Weibull dağılımı parametreleri.

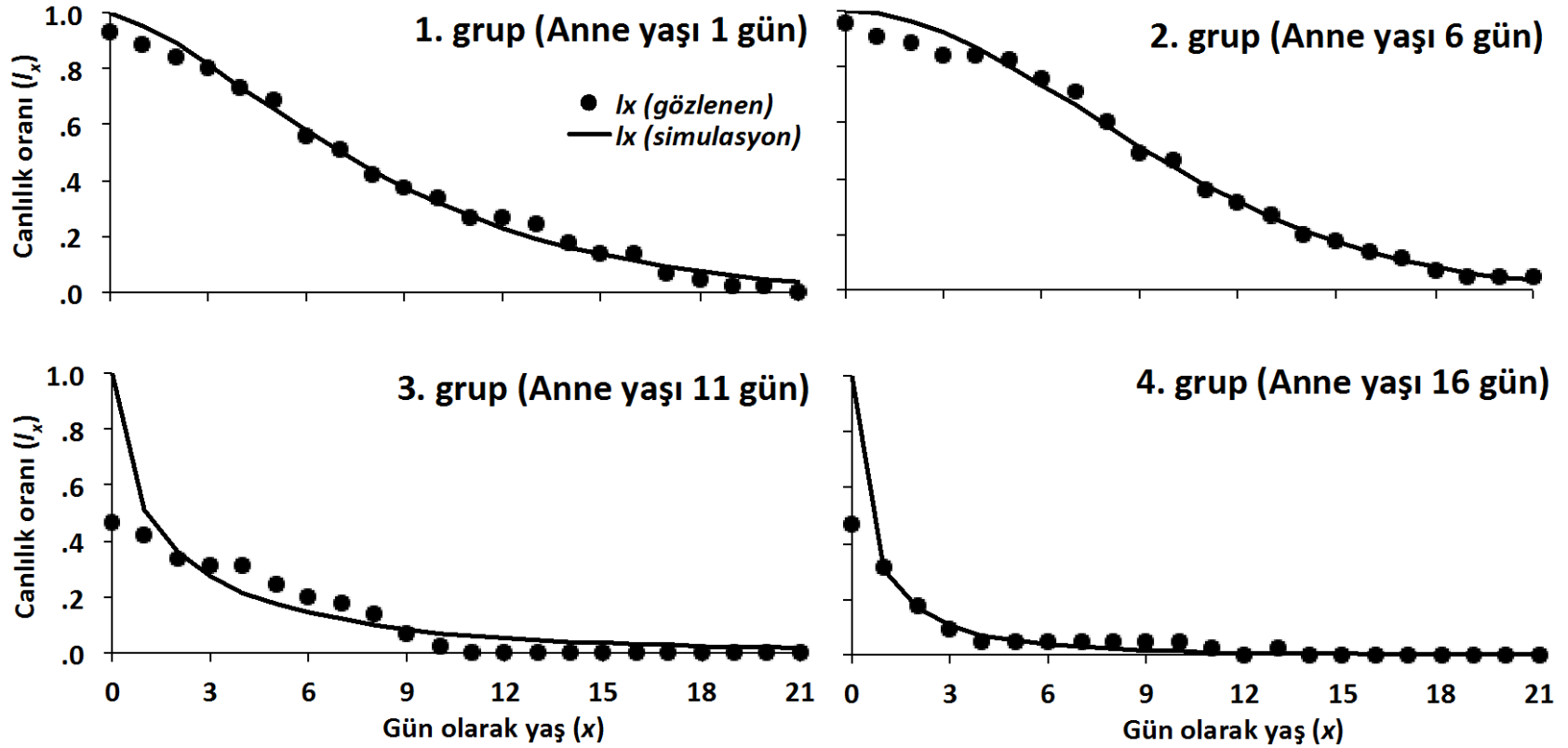
Parametreler	Anne yaşları			
	1 Yaş grubu	6 Yaş grubu	11 Yaş grubu	16 Yaş grubu
Beta (veya eğimin biçimi, c)	1.416±0.078	1.912±0.086	0.592±0.149	0.575±0.265
Alpha (veya eğimin ölçüsü, b)	9.163±0.176	11.155±0.182	1.941±0.566	0.739±0.439
RSS	0.005	0.011	0.367	0.829
R²	0.995	0.989	0.633	0.171

Anne yaşının üreme, canlı kalma ve yaşam çizelgesi parametreleri üstünde yaptığı çarpıcı etkiler çalışma sonucunda açık olarak görülmüştür. Ergin öncesi dönemlerde anne yaşına bağlı olarak artan ölüm oranları yaşam çizelgesi parametrelerini önemli oranda etkilemiş, özellikle en yaşlı anneden oluşan grubun yaşam çizelgesi parametreleri oldukça düşük bulunmuştur. Anne yaşına bağlı olarak artan ölüm oranı bir çok böcek türünde sık rastlanan bir olaydır. Fox et al. (2003) ve Mahyoub et al. (2014) *Callosobruchus bimaculatus*'un artan anne yaşının ölüm oranını arttırdığını bildirmektedir. Al-Lawati & Bienefeld (2009), bal arılarında artan kraliçe yaşının embryo ve larvalarda ölüm oranını önemli ölçüde arttırdığını açıklamaktadırlar.

Birçok böcek türünde kaydedilen artan anne yaşına bağlı olarak gelişme süresinde görülen yavaşlama (Jones et al., 1982; Wiklund & Persson, 1983; Mousseau & Dingle, 1991; McIntyre & Gooding, 2000; Al-Lawati & Bienefeld, 2009, Mahyoub et al., 2014) bu çalışmada en genç ve yaşlı annelerden oluşan nimflerde önemli görülmezken sadece 2. yaş grubunda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu grupta kanatlı birey oranı en düşük seviyede olmasına karşın özellikle az sayıdaki kanatlıların yavaş gelişmeleri kanatlı-kanatsız formların analizlerde birlikte değerlendirmelerinden ötürü bu grubun diğerlerinden daha uzun gelişmesi şeklinde yansımıştır. Ancak kanatsız formlara göre değerlendirmelerde tüm grupların aynı sürede geliştikleri gözlenmiştir.



Şekil 1. *Aphis fabae*'nin farklı anne yaşlarındaki popülasyonlarının Canlılık oranı (l_x), Sabit yaş dağılımı (C_x), Üreme oranı (m_x), Üreme değeri (V_x) ve Beklenen yaşam süresi (E_x).



Şekil 2. *Aphis fabae*'nin farklı anne yaşlarındaki popülasyonlarının canlılık olasılığını Weibull fonksiyonu yardımıyla gösteren en uygun eğri eğimleri.

Farklı anne yaşlarının kanatlı ergin birey oluşumunda etkili olduğu düşünülmektedir. Özellikle 2. yaş grubunda kanatsız formların, 1. ve 3. yaş grubunda ise kanatlı formların daha fazla olduğu görülmüştür. Afidler yaşam döngülerinde daha çok partenogenetik çoğalır (Dixon, 1998). Düşük sıcaklık (Nunes & Hardie, 1999), bitki kalitesinde düşüş (Wiktelius, 1992), fotoperiyot değişikliği (Hardie & Lees, 1983) veya doğal düşman varlığı (Dixon & Agarwala, 1999) kanatlı afit üretimine yol açar. Bu çalışmada tüm deneme grupları aynı kontrollü koşullarda tutulduğundan gruplardaki kanatlanma oranlarının farklılığının anne yaşının etkisinde kalmış olabileceği düşünülmektedir.

Dixon et al. (1993), *Cavariella aegopodi*'nin üreme değerinin artan anne yaşına bağlı olarak azaldığını, ancak kalıtsal üreme yeteneği parametresinin bu çalışmadaki sonuçların aksine arttığını bildirmektedir. Bu çalışmada özellikle yaşa bağlı olarak artan yüksek ölüm oranlarına rağmen ilk üç yaş grubunda kalıtsal üreme yeteneği parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmazken, son grupta ergin öncesi dönemde kaydedilen %96 oranındaki aşırı yüksek ölüm oranından dolayı analizlerde farklılık yaratmış olabilir.

Kanatsız formların baskın olduğu 2. yaş grubu popülasyonların günlük ve toplam üreme oranları diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Bu grubun yaşam çizelgesi parametrelerinin de genel olarak diğer gruplardan daha iyi olduğu, tüm popülasyonların ergin dönemlerinin en uygun canlı kalma eğrileri incelendiğinde eğimin biçimini işaret eden *c* parametresine göre diğer gruplar gerileyen ve durağana yakın gelişmekte olan popülasyonları temsil ederken 2. popülasyon daha yüksek *c* parametresiyle gelişmekte olan popülasyonlara daha yakın eğime sahip bulunmuştur. Tüm bu sonuçlardan genç annelerden, bilhassa ikinci yaş grubunda olan annelerden meydana gelen popülasyonların yaşlı annelerden meydana gelen popülasyonlardan daha yüksek canlı kalma oranı, daha düşük kanatsız formda dişi birey oluşturma, daha iyi yaşam çizelgesi parametreleri değerlerine sahip olma ve daha stabil yaşta bir popülasyon oluşturma gibi iyi niteliklere sahip olduğu sonucu çıkarılabilir. Bir organizmanın tüm biyolojik özelliklerinin bir özetini yansıtan yaşam çizelgelerini ve popülasyon dinamiklerini bilhassa hangi yaş gruplarında annelerden oluşan popülasyonların hangi ölçülerde etkileyebildiği bu tür temel çalışmalarla daha iyi anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlardan *A. fabae*'nin en gerçekçi yaşam çizelgesi parametrelerinin ilk hafta doğuran yavrularından oluşturulan denemelerden saptanabildiği anlaşılmaktadır. Benzer çalışmalarda farklı taksonların anne yaşlarının yavrular üstündeki etkilerinin farklı olabileceği gözönünde bulundurularak denemeler kurulmalıdır. Bu çalışmada ayrıca *A. fabae*'nin ilk iki haftalık popülasyonlarının en yüksek zarar oluşturma potansiyeline sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bu durum zararlının parthenogenetik olarak çoğalmasından başka, üremenin ilk iki haftasında popülasyona dahil olan bireylerin yüksek üreme ve canlı kalma performansına sahip olmalarının da etkisiyle kısa sürede büyük popülasyonlar oluşturularak meydana getirdikleri büyük zararları daha iyi açıklamaktadır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Al-Lawati, H. & K. Bienefeld, 2009. Maternal age effects on embryo mortality and juvenile development of offspring in the honeybee (Hymenoptera: Apidae). *Annals of Entomological Society America*, 102: 881-888.
- 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, Oxford, UK, 206 pp.
- Deevey, E. S., 1947. Life tables for natural populations. *Quarterly Review of Biology*, 22: 283-314.
- Dixon, A. F. G., R. Kundu & P. Kindlmann, 1993. Reproductive effort and maternal age in iteroparous insects using aphids as a model group. *Functional Ecology*, 7 (3): 267-272.
- Dixon, A. F. G., 1998. *Aphid Ecology: An Optimization Approach*, 2nd edn. Chapman & Hall, London, 290 pp.
- Dixon, A. F. G., & B. K. Agarwala, 1999. "Ladybird-Induced Life-History Changes in Aphids". *Proceedings Of The Royal Society Of London Series B-Biological Sciences*, 266: 1549-1553.

- Fox, C. W., 1993. The influence of maternal age and mating frequency on egg size and offspring performance in *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Oecologia*, 96 (1): 139-146.
- Fox C. W. & H. Dingle, 1994. Dietary mediation of maternal age effects on offspring performance in a seed beetle (Coleoptera: Bruchidae). *Functional Ecology*, 8: 600-606.
- Fox, C. W., M. L. Bush & W. G. Wallin, 2003. Maternal age affects offspring lifespan of the seedbeetle, *Callosobruchus maculatus*. *Functional Ecology*, 17: 811-820.
- Hardie, J. & A. D. Lees, 1983. Photoperiodic regulation of the development of winged gynoparae in the aphid, *Aphis fabae*. *Physiological Entomology*, 8: 385-391.
- Hogg, D. B. & E. V. Nordheim, 1983. Age-specific survivorship analysis of *Heliothis* spp. populations on cotton. *Researches on Population Ecology*, 25: 280-297.
- Imura, O., 1987. Demographic attributes of *Tribolium freemani* Hinton (Coleoptera: Tenebrionidae). *The journal Applied Entomology and Zoology*, 22 (4): 449-455.
- Jones, R. E., J. R. Hart & G. D. Bull, 1982. Temperature, size and egg production in the cabbage butterfly, *Pieris rapae* L. *Australian Journal of Zoology*, 30 (2): 223-231.
- 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 *Icerya pattersoni* Newstead (Homoptera: Margarodidae) on coffee. *Journal of Applied Entomology*, 119, 487-491.
- Mahyoub J. A., Y. N. Aldryhim, A. K. EL. Sayed, Al T. Aziz & A. Khalil, 2014. Combination effect of maternal age and temperature on the rate of increase of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 7 (1): 23-30.
- Meyer J. S., C. G. Ingersoll, L. L. McDonald & M. S. Boyce, 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology*, 67, 1156-1166.
- Mcintyre, G. S. & R. H. Gooding, 2000. Effects of maternal age on larval competitiveness in house flies. *Heredity*, 85: 480-489.
- Meyer, J. S., C. G., Ingersoll, L. L., McDonald & M. S., Boyce, 1986. Estimating uncertainty in population growth rates, jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology*, 67: 1156-1166.
- Mousseau, T. A. & H. Dingle, 1991. "Maternal effects in insects: Examples, constraints, and geographic variation, 745-761". In: *The Unity of Evolutionary Biology*, (Ed. E.C. Dudley), Dioscorides Press, Portland, OR., 800 pp.
- Nunes, M. V. & J. Hardie, 1999. The effect of temperature on the photoperiodic 'counters' for female morph and sex determination in two clones of the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Physiological Entomology*, 24: 339-345.
- Özgökçe, M. S. & R. Atlıhan, 2004. Biological features and life table parameters of mealyplum aphid, *Hyalopterus pruni* on different apricot cultivars. *Phytoparasitica*, 33 (1): 7-14.
- 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.
- Parsons, P. A., 1964. Parental age and the offspring. *Quarterly Review of Biology*, 39: 258-275.
- Pianka, E. R., 1978. *Evolutionary Ecology*, 2nd edn. Harper & Row, New York, 397 pp.
- Pinder, J. E. III, J. G. Wiener, & M. H. Smith, 1978. The Weibull distribution: a new method of summarizing survivorship data. *Ecology*, 59: 175-179.
- Southwood, T. R. E., 1978. *Ecological methods*. Halsted Press, Chapman and Hall. London, 524 pp.
- Wiklund, C. & A. Persson, 1983. Fecundity and the relation of egg weight variation to offspring fitness in the speckled wood butterfly *Pararge aegeria*, or why don't butterfly females lay more eggs? *Oikos*, 40 (1): 53-63.
- Wiktelius, S., 1992. The induction of alatae in *Rhopalosiphum padi* (L) (Homoptera: Aphididae) in relation to crowding and plant-growth stage in spring sown barley. *Journal of Applied Entomology*, 114: 491-496.
- Yanagi, S-I. & T. Miyatake, 2002. Effects of maternal age on reproductive traits and fitness components of the offspring in the bruchid beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Physiological Entomology*, 27 (4): 261-266.