

Geliş Tarihi: 09.09.1999

Avcı Böcek *Scymnus apetzii* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae)'nin *Hyalopterus pruni* (Geoffr.) (Homoptera: Aphididae) Üzerindeki İşlevsel ve Sayısal Tepkileri ile Açlığa Dayanma Sürelerinin Saptanması⁽¹⁾

M.Bora KAYDAN⁽²⁾

Bülent YAŞAR⁽²⁾

Özet: Bu araştırma avcı böcek *Scymnus apetzii* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae)'nin Van ilinde erik ve şeftali ağaçlarında zararlı *Hyalopterus pruni* (Homoptera: Aphididae) üzerindeki işlevsel ve sayısal tepkileri ile açlığa dayanma sürelerinin saptanması amacıyla yapılmıştır.

Çalışma 25±1 °C sıcaklık, %60 ±10 orantılı nem ve 16 saat aydınlatmalı iklim dolaplarında yapılmıştır. *S. apetzii*'nin larva dönemlerinde toplam tükettikleri besin miktarı av sayısına bağlı olarak artış göstermiş fakat 80 ve 160 besin verilen gruplar arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir. Toplam larva dönemlerinde en az besin tüketimi 60.5 adet ile 10 besin verilenlerde ve en yüksek besin tüketimi ise 274 adet besin tüketen 80 besin verilen grupta olmuştur. Ergin erkek ve dişi bireylerde ise artan av sayısına paralel olarak (10, 20, 40, 80, 160 av) tüketilen besin miktarlarının da arttığı ve aralarında doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Farklı sayıda av ile beslenen dişilerin günlük ve toplam bıraktıkları yumurta sayıları, verilen av sayısına paralel olarak doğrusal bir artış göstermiş, en düşük av sayısında (10 av) toplam 260 adet ve en fazla av sayısında ise (160 av) 569.6 adet yumurta bırakmıştır. En düşük av sayısında bile dişilerin toplam 260 yumurta bırakması *H. pruni*'nin *S. apetzii* için uygun bir konukçu olduğu ve bu yaprakbiti türüne karşı yapılacak olan biyolojik mücadele çalışmalarında ümitvar bir avcı olduğu sonucuna varılabilir.

Anahtar Kelimeler: *Scymnus apetzii*, *Hyalopterus pruni*, sayısal ve işlevsel tepki, açlık

The Determining of the Numerical and Functional Responses and the Duration of Resistance to Hungry of *Scymnus apetzii* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) Feeding on *Hyalopterus pruni* (Geoffr.) (Homoptera: Aphididae)

Abstract: This study was carried out to determine the numerical and functional responses and also the duration of resistance to hungry of *Scymnus apetzii* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Hyalopterus pruni* (Homoptera: Aphididae) which is harmful on peach and plum trees in Van province, Türkiye.

All experiments has been conducted in chamber conditions having 25±1 °C temperature, %60 ±10 relative humidity and 16 hours lighting period.

The total consumed prey numbers during all larval and adult stages of *S. apetzii* increased by the depending on prey density although there was not found any difference statistically between groups which is given 80 and 160 prey daily. The lowest consumed prey number has been in 60.5 preys groups which is given 10 individuals daily and the highest one in 274 prey groups which is given 80 individuals daily. The daily and total number of laying eggs of *S. apetzii* who feed on five different prey numbers (10, 20, 40, 80, 160 prey) increased by depending on increasing prey number. Females of *S. apetzii* feeding on *H. pruni* laid eggs totaly 260 at the lowest prey number (10 individuals daily) and also 569.6 at the highest prey numbers (160 individuals daily). So it is concluded that *H. pruni* is a suitable food for *S. apetzii* and also may be used in biological control studies against to this aphid species in future.

Key words: *Scymnus apetzii*, *Hyalopterus pruni*, numerical and functional responses, hungry

Giriş

Van ilinde kayısı başta olmak üzere erik, şeftali, malta eriği gibi meyve ağaçlarında yoğun olarak bulunan *H. pruni* (Yaşar ve Kasap, 1994; Toros ve ark., 1996), bitkilerde sokup emmek suretiyle meydana getirdiği zararın yanı sıra ayrıca tatlımsı madde salgılayarak fumajin oluşumu sonucu ürün kayıplarına da neden olmaktadır. Bölgede yapılan surveyler sırasında bu zararlı üzerinde beslenen birçok

doğal düşman saptanmış olup, bunlardan *Scymnus apetzii*'nin yaprakbiti üzerinde beslenen önemli avcılardan biri olduğu gözlenmiştir. Nitekim Giray (1970), Uygun (1981), Düzgüneş ve ark. (1983) ve Öncüer (1991), *S. apetzii*'nin *H. pruni*'nin doğal düşmanlarından biri olduğunu, ayrıca diğer yaprakbiti, akar ve kabuklubit türleriyle de beslendiğini bildirmekte-dirler.

⁽¹⁾ Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir

⁽²⁾ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 65080 - VAN

Bununla birlikte *Scymnus* cinsine bağlı birkaç avcı türün biyolojileri üzerine yapılan bazı çalışmalar bulunmasına rağmen (Zhao ve Holling, 1986; Kawauchi, 1985; Lu ve ark., 1989; Atlıhan 1997) *S. apetzi* ile ilgili tür düzeyinde kabiliyeti ile artan av sayısına bağlı olarak göstermiş oldukları işlevsel ve sayısal tepkileri ve açlığa dayanma sürelerinin saptanması amaçlanmıştır. Avcının bu özelliklerinin bilinmesinin bu yaprakbiti türüne karşı ileride yapılacak biyolojik savaşım çalışmalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini av olarak kayısı ve ara konukçusu *Phragmites australis* üzerinden toplanan *H. pruni* ergin ve nimfleri ile avcı olarak erik unlubiti üzerinde beslenirken toplanan *S. apetzi* erginleri oluşturmaktadır. Toplanan avcı böcek laboratuvara getirilerek bir döl üretilmiş, aynı gün yumurtalardan çıkan larvalar denemeye alınmıştır. Denemeler 25±1 °C sıcaklık, %60 ±10 orantılı nem ve 16 saat aydınlatmalı iklim dolaplarında üzeri sık dokunmuş tülle kaplı petriler içerisinde yürütülmüştür. Denemeler üç ana başlık etrafında gerçekleştirilmiştir.

Farklı av sayılarında beslenen *S. apetzi*'nin ergin öncesi dönemlerinin gelişme süreleri, ve tükettikleri besin miktarlarının belirlenerek işlevsel tepkilerinin saptanması: Denemeler 10, 20, 40, 80 ve 160 adetlik av gruplarında en az 10 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Yaprakbitleri pleksiglas hücreler içerisinde av yoğunluklarına göre sayılarak bırakılmıştır. Daha sonra içerisinde yaprakbiti bulunan hücrelere yumurtadan yeni çıkmış *S. apetzi* larvaları bırakılmıştır. Yapılan günlük kontrollerde avcının ergin öncesi gelişme dönemlerinin süreleri saptanmıştır. Ayrıca avcının farklı av sayılarında tükettiği av miktarını saptamak amacıyla günlük sayımlarda tüketilen av sayısı kaydedilerek hücredeki besin tekrar başlangıç seviyesine getirilmiş böylece larvaların işlevsel tepkileri saptanmıştır.

Farklı av sayıları ile beslenen *S. apetzi* erginlerinin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon ve ömür süreleri ile tükettikleri besin miktarlarına göre bıraktıkları yumurta sayılarının saptanarak işlevsel ve sayısal tepkilerinin bulunması: Bu kısımda yukarıda bildirildiği şekilde farklı av sayılarında beslenerek ergin olan bireyler kullanılmıştır. Pupadan çıkan erginler farklı av sayılarına göre bir araya konulmuş ve çiftleşmeleri sağlanmıştır. Daha sonra çiftleşen bireyler ayrılarak birer çift olarak (1 erkek +1 dişi) ayrı ayrı petri kaplarına bırakılmıştır. Denemelerde erkek ve dişi bireyler için 5'er tekerrür hedeflenmiştir, fakat doğal olmayan ölümler ve diğer sebeplerden dolayı bazı gruplarda 5'den az tekerrür gerçekleşmiştir. Yapılan günlük sayımlarda dişi bireylerin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon ve ömür süreleri ile günlük tükettikleri av sayıları ve bıraktıkları günlük yumurta sayıları kaydedilerek işlevsel ve sayısal tepkileri saptanmıştır. Erkek bireylerin

avcılık özelliklerini saptamak amacıyla yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bundan dolayı bu çalışmada, *S. apetzi*'nin biyolojik savaşımında kullanılabilmesi için gelişme ve üreme. ise ömür süreleri ve tükettikleri av sayıları kaydedilerek işlevsel tepkileri saptanmıştır.

S. apetzi larva ve erginlerinin açlığa dayanma sürelerinin saptanması: Yumurtadan yeni çıkmış I. dönem larvalar ile II.,III.,IV. dönem larvalar ve ergin bireyler kullanılmıştır. Yeni çıkan larvalara hiç besin verilmeden, diğer dönemlerde ise denemeye alınan dönemlere gelinceye kadar *H. pruni* ile beslenmiş ve daha sonra besinsiz bırakılmıştır. Günlük yapılan kontrollerde ölü bireyler kaydedilerek larva dönemlerinin ve erginlerin açlığa dayanma süreleri saptanmıştır. Denemeler her biyolojik dönem için en az 10 tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

S. apetzi'nin, ergin öncesi dönemlerinin gelişme süreleri

Çizelge 1'de görüldüğü gibi farklı av sayılarında *S. apetzi*'nin L₁, L₂ ve L₄ dönemlerinde gelişme süreleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı, buna karşılık L₃ döneminde gelişme süresinin en uzununu 10 besin verilen larvalarda 1.67 gün, en kısası ise 40 av ile beslenen bireylerde ise 1 gün olarak gerçekleştiği saptanmıştır. Bu dönemde gelişme süreleri bakımından 40-80 besin düzeyleri arasındaki farklar önemsiz iken bu gurupla 10 av sayısı ile beslenenler arasındaki fark önemli bulunmuş olup 20 av sayısı ile beslenenler her iki gruptan da istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Farklı av sayılarında pupa süreleri incelendiğinde en uzun pupa süresinin 8.82 günde 20 av ile beslenen, en kısa pupa süresinin ise 7.61 günde 160 av ile beslenenlerde gerçekleştiği belirlenmiş, 10 ve 20 av ile beslenenlerdeki pupa süreleri ile 80 ve 160 av sayısındaki pupa sürelerinin istatistiki olarak farklı olduğu, 40 av ile beslenenlerdeki pupa sürelerinin ise her iki grupta da benzer özellikler gösterdiği saptanmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında verilen besin sayısı arttıkça pupa sürelerinin de buna paralel olarak kısaldığını söylemek mümkündür. Birinci larva döneminden ergin oluncaya kadar geçen toplam gelişme süreleri incelendiğinde en uzun gelişme süresi 20 av ile beslenenlerde 16.4 gün, en kısa gelişme süresinin ise 80 av ile beslenenlerde 14.7 gün olarak bulunmuştur.

Genel olarak artan av sayılarının larva dönemlerinin gelişme süresine çok fazla etkili olmadığı ancak pupa süreleri ve toplam ergin öncesi gelişme sürelerine etkili olduğu saptanmıştır. Av sayısındaki artış ile birlikte pupa ve toplam gelişme sürelerinin kısaldığı görülmektedir. Bunun sebebinin gömlek değiştirmek için gerekli enerjinin fazla av yoğunluğunda daha kısa sürede gerçekleştiği söylenebilir. Holling (1959), avcının avını yakalamak için

sarf ettiği zaman ve enerjinin böceğin gelişim süresinde önemli bir etken oluşturduğunu ve ayrıca bu çalışmada alınan sonuçlara benzer şekilde Kawauchi (1987) *Aphis gossypii* Glover. (Hom: Aphididae) üzerinde beslenen *Scymnus hoffmanni* Weise (Col: Coccinellidae) larvalarının,

Atlıhan (1997) yine *A. gossypii* üzerinde beslenen *Scymnus levailanthii* (Mulsant) (Col: Coccinellidae) larvalarının gelişme sürelerinin av sayılarındaki artışa bağlı olarak kısaldığını bildirmektedirler.

Çizelge 1. Farklı av sayılarında beslenen *S. apetzii*'nin, ergin öncesi dönemlerinin gelişme süreleri*

Av sayıları	n	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	Pupa	Toplam
10	12	1.67±0.49 a	1.33±0.49 a	1.67±0.49 a	2.75±0.87 a	8.42±0.90 a	16.00±0.43 ab
20	11	1.73±0.65 a	1.27±0.47 a	1.36±0.50 ab	3.18±1.08 a	8.82±0.87 a	16.40±1.84 a
40	12	1.92±0.29 a	1.40±0.52 a	1.00±0.00 b	2.90±0.32 a	8.20±0.63 ab	15.50±0.97 b
80	11	1.64±0.50 a	1.10±0.30 a	1.20±0.42 b	3.00±0.47 a	7.70±0.95 b	14.70±0.67 c
160	20	1.50±0.51 a	1.45±0.81 a	1.39±0.61 ab	2.78±0.43 a	7.61±0.50 b	14.78±0.50 c

*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir (P<0.05).

S. apetzii'nin ergin öncesi döneminde tükettiği besin miktarları

Çizelge 2'de *S. apetzii*'nin farklı av sayılarındaki ergin öncesi dönemlerinde tükettikleri besin miktarları incelendiğinde av sayısının artışıyla birlikte tüketilen av miktarlarında bir artış olduğu saptanmıştır. L₁ döneminde en fazla besin tüketimi 17.83 adet besin ile 80 av sayılarında, en az 8.67 besin ile 10 av sayısında gerçekleşirken 10 ile 20 av ile beslenenlerde tüketilen besin miktarları arasındaki fark ile 40-80-160 av sayılarında tüketilen besin miktarları arasındaki farklar önemsiz, her iki grup arasındaki fark ise önemli bulunmuştur. L₂'de ise en çok av tüketimi 80 av ile, en düşük ise 10 av ile beslenenlerde olmuştur. Besin sayısı arttıkça tüketilen av sayısı 80 av yoğunluğuna kadar artış göstermiş 160 av yoğunluğunda bir düşüş görülmüş fakat iki av sayısı arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. L₃ döneminde de L₂'ye benzer sonuçlar bulunmuş, yine en yüksek av tüketimi 80 av ile beslenenlerde gerçekleşmiştir. L₄ döneminde ise diğer larva dönemlerinde olduğu gibi verilen av sayısı arttıkça tüketilen besin sayısı da artmış fakat 160 av sayısında bir düşüş görülmemiş aksine bir artış gözlenmiştir. 80 ve 160 av ile beslenenlerde tüketilen ortalama av sayıları istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmazken diğer tüm besin gruplarında tüketilen ortalama av sayılarının birbirinden farklı oldukları saptanmıştır. Buna benzer sonuçlar ergin öncesi dönemde tüketilen toplam besin miktarlarında da saptanmıştır. Fakat ergin öncesi toplam besin tüketiminde 160 av ile beslenenlerde, bir önceki av sayısına göre bir azalma görülmüştür.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi larvalar gömlek değiştirip bir üst döneme geçtikçe bireylerin beslenme ihtiyaçları da artmaktadır. Ayrıca bu artışın fazla av yoğunluğunda avcının bunları bulma şanslarının yüksek olmasından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Buna rağmen 80 ve 160 avla beslenen bireylerin tükettikleri av sayıları istatistiki olarak birbirlerinden farksız bulunmuştur. Bu

sonuç *S. apetzii*'nin kitle üretiminde ergin dönemde birey başına günde 80 besin verilmesinin yeterli olacağını, bundan daha fazla verilecek olan avın, avcı böceğin bırakacağı yumurta sayısında bir artışa neden olmayacağını göstermektedir.

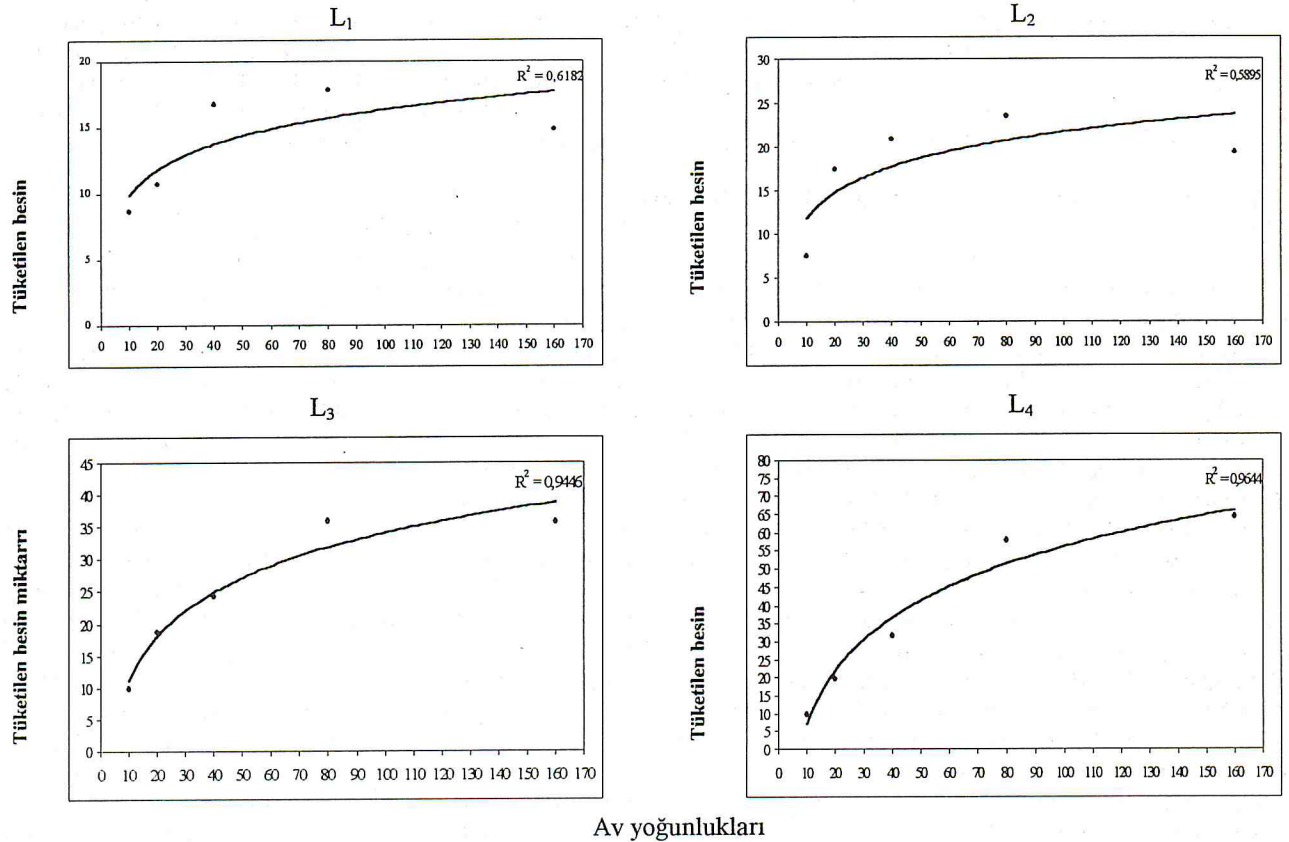
Tüketilen farklı av sayılarına ilişkin Şekil 1'deki regresyon eğrileri incelendiğinde verilen av sayıları ile tüketilen av sayıları arasında doğrusal bir ilişki olduğu, bununda Holling (1959)' in II. tip işlevsel tepki eğrisine benzediği görülmektedir.

Benzer şekilde Zao ve ark. (1986) *Propylea japonica* Thunberg (Col: Coccinellidae)'nin fide döneminde bulunan pamuk tarlalarındaki *A. gossypii* popülasyonunu kontrol altına almada önemli bir etkiye sahip olduğunu ve avcı böcek larvalarının yaprakbitinin son dönemleri üzerinde Holling'in II. tip işlevsel tepkisini gösterdiğini bildirmektedirler. Ofuya ve Akinbohunge (1988) farklı sayıdaki *Aphis craccivora* Koch (Hom.:Aphididae) ile beslenen coccinellid *Cheilomenes lunata* (Fabricius) (Col.:Coccinellidae) larvalarının beslenme oranının av sayıdaki artışa bağlı olarak arttığını ve yüksek av sayılarında avcının her larva dönemi tarafından tüketilen günlük av sayısındaki artışın düşük av sayısına göre daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Yiğit (1989), farklı sayıda *Tetranychus viennensis* Zacher (Acarina: Tetranychidae) ile beslenen *Stethorus punctillum* Weise (Col.:Coccinellidae)' un son dönem larvalarının artan av sayısına paralel olarak tüketimin belirli bir orana kadar arttığını ve avcının işlevsel tepkisinin Holling'in II. tepki tipine uygun olduğunu bildirmiştir. Shukla ve ark. (1990), *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hom: Aphididae) ile beslenen *Coccinella septempunctata* L. (Col.:Coccinellidae) larvalarının tüketim gücünün artan av sayılarına bağlı olarak arttığını, bunun Holling'in II. tip işlevsel tepki tipine uygun olduğunu bildirmişlerdir. Atlıhan (1997) *A. gossypii*'nin farklı av sayılarıyla beslenen *S. levailanthii* larvalarının tepki tipinin Holling'in II. tip işlevsel tepki tipine uygun olduğunu bildirmektedir.

Çizelge 2. Farklı av sayılarında beslenen *S. apetzi*'nin ergin öncesi dönemlerinde tükettikleri besin miktarları*

Av sayıları	n	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	Toplam
10	12	8.67±1.23 b	7.50±0.07 b	9.91±0.31 c	9.75±0.87 d	60.50±10.23 d
20	11	10.73±4.63 b	17.45±3.38 ab	18.82±1.54 b	19.77±0.45 c	113.82±25.76 c
40	12	16.75±4.37 a	20.92±4.96 ab	24.38±8.89 b	31.67±4.04 b	167.60±34.54 b
80	12	17.83±5.15 a	23.55±9.17 a	36.00±16.29 a	57.81±12.73 a	274.00±59.07 a
160	20	14.90±4.66 a	19.40±4.41 ab	35.87±11.31 a	64.43±11.74 a	271.84±61.30 a

*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir (P<0.05).



Şekil 1. *S. apetzi* larvalarının farklı av sayılarındaki tüketimleri ile ilgili regresyon eğrileri

S. apetzi'nin preovipozisyon, ovipozisyon ve post-ovipozisyon dönemleri

S. apetzi'nin farklı av sayıları ile beslendiğinde preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon dönemleri ile erkek ve dişilerin ömür süreleri Çizelge 3'de verilmiştir. En uzun preovipozisyon süresi, 10 av sayısında 12.71 gün olurken, bu süre diğer tüm av sayılarında gerçekleşen preovipozisyon sürelerinden yaklaşık 3-4 kat fazla ve istatistiki olarak da diğerlerinden farklı bulunmuştur. Bu durumun yumurta üretimi için gerekli enerjinin ancak bu süre zarfında alınabilmesinden kaynaklandığını söylemek mümkündür. Ovipozisyon süreleri incelendiğinde farklı av sayılarındaki süreler arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır. Aynı durum dişi ömür süreleri içinde geçerli

olup ömür süresinin verilen av sayısı arttıkça azaldığı ancak aralarındaki farkın önemsiz olduğu saptanmıştır. Bu durumun fazla besin alan bireylerin yaşamları boyunca daha aktif olmaları dolayısıyla ömürlerini daha kısa sürede tamamlamalarından dolayı meydana geldiği düşünülmektedir. Postovipozisyon süreleri içerisinde en uzun süre 13.33 gün ile 20 av sayısında olurken en kısa süre 1.50 gün ile 80 av sayısında gerçekleşmiştir. Bu iki değer birbirinden istatistiki olarak farklı bulunurken diğer av sayılarında gerçekleşen değerler her iki gruptan da istatistiki olarak farklı bulunmamıştır. Erkek ömür sürelerinde ise en uzununu 20 adet av sayısında, en kısa sürenin ise 10 adet av sayısında gerçekleştiği saptanmış olup bu iki grup birbirinden istatistiki olarak farklı bulunmaktadır. Diğer av sayılarında gerçekleşen süreler

kendi içlerinde farksızken diğer her iki gruptan da istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Bu sonuçlar av sayısındaki değişimin yaşama sürelerine çok fazla etkili olmadığını,

S. apetzi'nin besinin az olduğu koşullarda dahi uzun süre canlılığını koruyabileceğini göstermektedir.

Çizelge 3. *S. apetzi*'nin farklı av sayılarındaki preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon dönemleri ile dişi ve erkeklerin ömür süreleri*

Av sayıları	n	Preovipozisyon	Ovipozisyon	Postovipozisyon	Dişi ömür	n	Erkek ömür
10	7	12.71±6.45 a	79.14±27.05 a	9.29±8.54	ab	5	101.80±36.13 b
20	6	3.33±0.82 b	84.33±25.12 a	13.33±11.18	a	3	141.67±3.21 a
40	4	3.50±1.73 b	71.50±24.12 a	9.00±8.49	ab	4	138.50±9.33 ab
80	4	4.00±0.82 b	60.50±14.62 a	1.50±0.58	b	4	121.50±24.28 ab
160	7	4.14±1.46 b	55.14±55.14 a	3.33±2.50	ab	8	108.50±23.54 ab

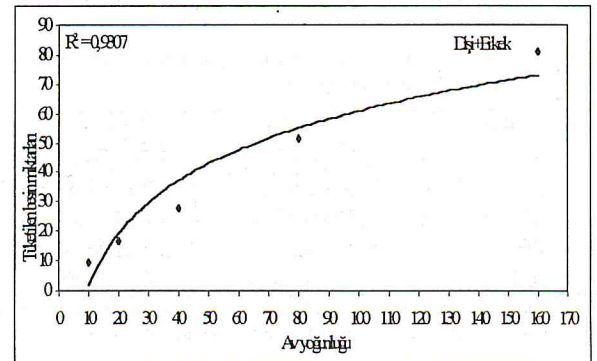
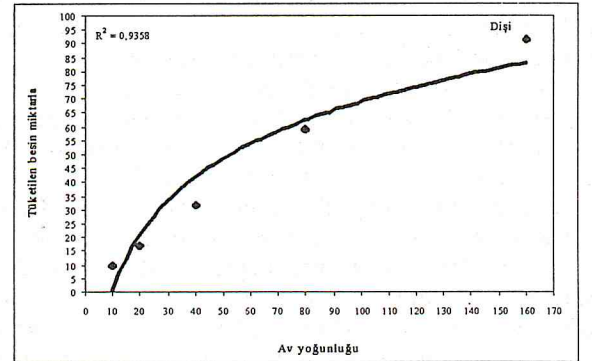
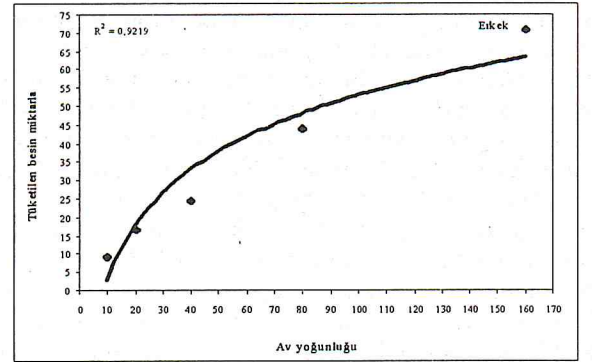
*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir (P<0.05).

S. apetzi erkek ve dişilerinin besin tüketimleri

S. apetzi'nin dişi ve erkeklerinin farklı av sayılarında tükettikleri besin miktarları incelendiğinde (Çizelge 4), hem erkek hem de dişiler de artan av sayısına bağlı olarak doğrusal bir artış göstermiş ve tüm av sayısı gruplarında tükettikleri besin sayıları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca aynı av sayısında dişi bireylerin tükettikleri besin miktarları, erkek bireylerin tükettikleri besin miktarlarından her zaman fazla olmuştur. Bu durumun dişi bireylerin yumurta bırakmak için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyduklarından dolayı fazla besin tüketmelerinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Her iki cinsiyete ait regresyon eğrileri ve iki cinsiyete ait bireylerin bir arada düşünüldüğü regresyon eğrileri incelendiğinde her iki cinsiyetin göstermiş oldukları işlevsel tepki eğrilerinin Holling (1959)'in II. tip işlevsel tepki eğrisine benzediği görülmektedir (Şekil 2).

Benzer şekilde Zhao ve Holling (1986) *A. gossypii*'nin farklı av sayıları ile beslenen *S. hoffmani*'nin, Holling (1959)'in II. işlevsel tepki tipini gösterdiğini, tüketilen ortalama besin sayısının artan av sayısı ile orantılı olarak arttığını bildirmektedir. Ofuya ve Akinbohunge (1988), *A. craccivora*'nın farklı av sayılarında beslenen *Cheilomenes lunata* (Col: Coccinellidae)'nın, Lu ve ark. (1989) *Rhopalosiphon maidis* (Fitch.) (Hom: Aphididae)'in farklı av sayılarında beslenen *S. yamoto* (Col: Coccinellidae) 'nun, Hazzard ve Ferro (1991), *Leptinotarsa decemlineata* (Say.) (Col.: Chrysomelidae) yumurtaları ile beslenen *Coleomegilla maculata* DeGeer (Col.: Coccinellidae)'nın ve Atlıhan (1997) *A. gossypii*'nin farklı av sayılarında beslenen *S. levalilanthii*'nin Holling (1959)'in II işlevsel tepki tipini gösterdiklerini bildirmektedirler.



Şekil.2. *S. apetzi* ergin erkek ve dişilerinin farklı av sayılarındaki tüketimleri ile ilgili regresyon eğrileri

Çizelge 4. *S. apetzii* erkek ve dişilerinin farklı av sayılarındaki besin tüketimleri*

Av sayıları	n	Erkek	n	Dişi
10	5	9.24±0.74 d	7	9.56±0.30 d
20	5	16.61±2.79 cd	6	17.05±1.54 cd
40	4	24.43±0.70 c	4	31.45±4.69 c
80	4	44.08±7.28 b	4	59.02±3.55 b
160	9	70.96±11.04 a	7	91.69±11.60 a

*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir (P<0.05).

S. apetzii dişilerinin günlük ve toplam bıraktığı yumurta sayıları

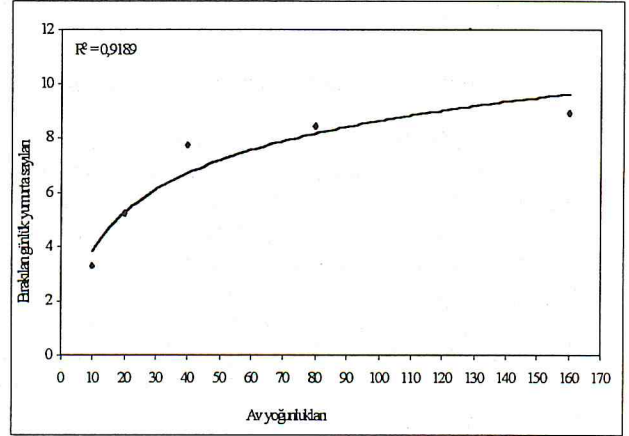
Çizelge 5 incelendiğinde artan av sayısına bağlı olarak bırakılan yumurta sayılarında da artış görülmektedir. En fazla günlük yumurta 160 av sayısında (8.95 adet), en az günlük yumurta 10 av sayısında (3.29 adet) bırakılmıştır. 10 av ile beslendiğinde bırakılan günlük yumurta sayısı 40, 80, 160 av ile beslendiğinde bırakılan günlük yumurta sayılarından istatistiki olarak farklı iken, 20 av ile beslendiğinde bırakılan ortalama yumurta sayısı her iki gruptan da farksız bulunmuştur. Av sayısına bağlı olarak bırakılan toplam yumurta sayılarında da bir artış görülmüş olup 160 ve 10 av ile beslendiğinde bırakılan toplam yumurta sayıları birbirlerinden istatistiki olarak farklı bulunurken diğer grupların kendi aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur. Avcının üreme oranı doğal olarak avlanma oranına bağlı olduğu için avcının üreme gücü tüketilen av sayısına paralel olarak doğrusal bir artış göstermiştir.

Günlük bırakılan ortalama yumurta sayılarına ait regresyon doğrusu incelendiğinde bırakılan yumurta sayısı ile av sayısı arasında doğrusal bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuç Holling (1959)'in doğrusal sayısal tepki tipine uygunluk göstermektedir. Bulunan bu sonuçlar, *A. craccivora*'nın farklı sayıda av ile beslenen *C. lunata* (Ofuya ve Akinbohunge, 1988), *Tetranychus viennensis*'in farklı av sayılarında beslenen *S. punctillum* (Col: Coccinellidae) (Yiğit, 1989) ve *A. gossypii*'nin farklı sayıda av ile beslenen *S. levalilanthii* (Atlıhan, 1997) dişileri ile benzer özellikler göstermektedir.

Çizelge 5. Farklı av sayılarında *S. apetzii* dişilerinin bıraktıkları günlük ve toplam yumurta sayıları*

Av sayıları	n	Dişi/gün	Toplam
10	7	3.29±1.47 b	260.1±158.08 b
20	6	5.20±1.92 ab	435.5±227.88 ab
40	4	7.58±4.32 a	468.8±166.88 ab
80	4	8.45±4.32 a	492.3±206.90 ab
160	7	8.95±3.14 a	569.6±105.80 a

*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir (P<0.05).



Şekil 3. *S. apetzii* dişilerinin farklı av sayılarında bıraktıkları günlük yumurta sayıları ile ilgili regresyon eğrisi

S. apetzii'nin değişik biyolojik dönemlerinin açlığa dayanma süreleri

Ayrıca çalışmada *S. apetzii*'nin tüm larva dönemlerinin açlığa dayanma süreleri saptanmıştır. Çizelge 6'da görüldüğü gibi larvalar bir sonraki döneme geçtikçe açlığa dayanma süreleri artmış ve IV larva döneminde en uzun süreye ulaşmıştır. Son larva dönemindeki açlığa dayanma süresinin ergininkinden de daha fazla olmasının sebebinin bu dönem larvalarının hiç besin almadan pupa dönemine girebilmesi ve bunlardan ergin bireylerin oluşabilmesidir. I., II., III., larva dönemleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmazken diğer biyolojik dönemler arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Yiğit (1989)'in *S. punctillum*, Canhilal (1995)'in *Nephus includens* (Kirsch.) Col: Coccinellidae ve Atlıhan (1997)'nin *S. levalilanthii* üzerinde yaptıkları çalışmalarda da benzer sonuçlar bulmuşlardır.

Çizelge 6. *S. apetzii*'nin değişik biyolojik dönemlerinin açlığa dayanma süreleri(Gün)*

Biyolojik dönem	n	Ortalama	Min.- Max.
L ₁	10	2,40±1,17 c	1-5
L ₂	10	3,40±0,52 c	3-4
L ₃	11	3,55±1,37 c	2-6
L ₄	8	11,00±3,82 a	7-15
Ergin	18	7,17±1,38 b	4-10

*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Duncan testine göre istatistiksel olarak farklı değildir (P<0.05).

Sonuç

Sonuç olarak avcının düşük av yoğunluklarında dahi canlılığını sürdürebildiği göz önünde tutulursa *H.pruni*'ye karşı yapılacak biyolojik mücadele uygulamalarında kullanılacak etkili bir doğal düşman olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca ergin avcı böcek, avın bulunmadığı durumlarda da 4-10 gün süre besin almadan canlılığını sürdürebilme ve düşük av yoğunluklarında dahi yüksek üreme yeteneğine sahip olmasından dolayı kitle üretiminin kolaylıkla yapılabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Atlıhan, R., 1997. *Avcı Böcek Symnus levaillantii (Mulsant) (Col.:Coccinellidae)'nin Biyolojisi ve Ekolojisi Üzerinde Araştırmalar*. ÇÜ Fen Bil. Enst. Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, (Doktora Tezi) 65s.
- Canhilal, R., 1995. *Farklı Sıcaklıkların Avcı Böcek Nephus includens Kirsch. (Coleoptera: Coccinellidae)'nin Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri*. ÇÜ Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Adana. 42s.
- Düzgüneş, Z., S. Toros, N. Kılınçer ve B. Kovancı, 1983. Ankara İlinde Saptanan Afrit Predatörleri ve Bunların Biyolojik Mücadelede Kullanılma Olanakları. *Tübitak VII. Bilim Kongresi Tebliğleri (Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu)*, 6-10 Ekim 1980, Adana, 17-29.
- Giray, H., 1970. Harmful and Useful Species of Coccinellidae (Coleoptera) From Aegean Region With Notes On Their Localities, Collecting Dates and Hosts. *Yearbook of the Faculty of Agriculture*, 1 (1): 35-52.
- Hazzard, R.V. and D.N., Ferro, 1991. Feeding Responses of Adult *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) to Eggs of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) and Green Peach Aphids (Homoptera: Aphididae). *Envir.Entomol.*, 20:2,644-651.
- Holling, C.S., 1959. The Components of Predation As Revealed By A Study of Small Mammal-Predation European Pine Sawfly. *Can Entomol.* 91: 293-320.
- Holling, C.S., 1965 The Functional Response of Predators To Prey Density and Its Role In Mimicry and Population Regulation. *Mem. Entomology Soc. Can.*, 45 391-458.
- Kawauchi, S., 1985. Comparative Studies On the Fecundity of Three Aphidophagus Coccinellids (Coleoptera: Coccinellidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 29:3, 203-209.
- Kawauchi, S., 1987 Effects of Prey Density On the Consumption, Development and Survival of *Scymnus hoffmanni* (Coleoptera: Coccinellidae). *Kurume University Journal*, 36:2, 151-155.
- Lu, Z., J. Zhu, S. Hang, D. Wang and K. Beddington, 1989. Some Biological Characteristics of *Scymnus yamato* (Coleoptera: Coccinellidae). *Chinese Journal of Biological Control*, 5 (4): 157-160. [Rev. Agri. Ento. (A) 1991, 79 (5) Abstr. No:4493].
- Ofuya, T. and A.E. Akingbohunge, 1988, Functional and Numerical Response of *Cheilomenes lunata* (Fabricius) (Coleoptera:Coccinellidae) Feeding On the Cowpea Aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera:Aphididae) *Insect Science and Its Application*. 9 (4): 543-546; [Rev. Agri. Ento. (A) 1992, 80 (11) Abstr. No:9111].
- Öncüler, C., 1991. *Türkiye Bitki Zararlı Böceklerin Parazit ve Predatör Katoloğu*. Ege Univ. Zir. Fak. Yay. No: 505, İzmir, 354 s.
- Shukla, A.N, R. Sing, and C: Tripathi, 1990. Effect of Predation Period On the Functional Response of *Coccinella septempunctata* Linn. (Coleoptera: Coccinellidae) A Predator of *Lipaphis erysimi* Kalt. (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Advanced Zoology*, 11:1, 27-32.
- Toros, S., B.Yaşar, M.S.Özgökçe ve İ.Kasap, 1996. Van İlinde Aphidoidea (Homoptera) Üstfamilyasına Bağlı Türlerin Saptanması Üzerinde Çalışmalar. *Türkiye 3. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, 24-28 Eylül 1996, Ankara, 549-556.
- Uygun, N. 1981. *Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) Faunası Üzerine Taksonomik Araştırmalar*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 157, Bilim Araştırma ve İnceleme Tezleri:48, Ankara, 110 s.
- Yaşar, B. ve İ.Kasap, 1994. Kavaklarda Zararlı *Chaitophorus leucomelas* Koch. (Homoptera: Chaitophoridae) Üzerinde Beslenen *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)'nın Sayısal, İşlevsel Tepkisi ve Yaşam Çizelgesi. *YYÜ Zir.Fak. Derg.*, 4:1-13.
- Yiğit, A., 1989. *Elma Ağaçlarında Zararlı Akdiken Kırmızı Örümceği, Tetranychus viennensis Zacher (Acarina: Tetranychidae) İle Avcısı Stethorus punctillum Weise (Coleoptera: Coccinellidae) Arasındaki İlişkiler Üzerinde Araştırmalar*. *Tar. Or. ve Köyş.Bak. Araştırma Yayınları Serisi*, No 62, 92 s.
- Zhao, D. ve C.S. Holling, 1986. Studies On Predation of the Coccinellid Beetle, *Scymnus hoffmanni* Weise To Cotton Aphid, *Aphis gossypii* Glover. I.Functional Response of *Scymnus hoffmanni* To Cotton Aphid. *Contributions From Shangei Institue of Entomology*. 6, 43-57.

