

## Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) ile bazı predatör coccinellid (Coleoptera) türleri arasındaki av/avcı ilişkileri<sup>1</sup>

Selda TELLİ<sup>2</sup>, Abdurrahman YİĞİT<sup>3</sup>

**Prey/predator relationships between Citrus mealybug, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) and its main Coccinellid (Coleoptera) predatory insects**

**Abstract:** Functional and numerical responses of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, *Exochomus quadripustulatus* L. and *Nephus includens* Kirsch. (Coleoptera: Coccinellidae), predatory insects of the citrus mealybug were studied at  $25 \pm ^\circ\text{C}$ ,  $70\% \pm 10$  relative humidity and 16 hours/day light conditions. Fourth instar larvae ( $L_4$ ), 10 days old male and female adults of the predators for functional response and female adults for numerical response were used. Second instar nymphs ( $N_2$ ) of *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) were exposed to the predatory insects as prey in all experiments. *P. citri* was placed on surface of immature citrus fruits as 5, 10, 20, 40, 80, 120 and 160  $N_2/7 \text{ cm}^2$  and exposed to adults and fourth larval stages of the predatory insects individually which were starved for 6 hours within plexiglas cells (3 cm diameter, 1.5 cm high, top surface covered with synthetic cheese-cloth). Consumption levels of the predatory insects were recorded for 48 hours for functional response and eggs laid by the predators within the period were also recorded for numerical response figures. In conclusion, prey consumption by *C. montrouzieri* was higher than those by *E. quadripustulatus* and *N. includens*, and all the predatory insects showed similar responses to the prey densities, the data fitted best to Holling's type II model. The number of eggs laid by *C. montrouzieri* increased parallel to the prey densities.

**Key words:** Citrus mealybug, predatory insect, functional and numerical response

**Özet:** Doğada farklı yoğunluklarda *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) ile bulaşık turunçgil bahçelerinde unlubit avcısı böcekler, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, *Exochomus quadripustulatus* L. ve *Nephus includens* Kirsch. (Coleoptera: Coccinellidae)'in işlevsel ve sayısal tepkileri  $25 \pm 2 ^\circ\text{C}$  sıcaklık, %  $70 \pm 10$  orantılı nem ve 16 saat/gün aydınlık şartlarında araştırılmıştır. İşlevsel tepkinin belirlenmesinde avcı türlerin 4. dönem larva ( $L_4$ ), 10 günlük ergin erkek ve dişileri; sayısal tepkinin belirlenmesinde ise ergin dişileri kullanılmıştır. Bütün denemelerde avcı böceklere besin olarak *P. citri*'nin ikinci dönem nimfleri ( $N_2$ ) verilmiştir. İşlevsel tepkilerinin belirlenmesi

<sup>1</sup>Bu çalışma; Yüksek lisans tezinin bir bölümü olup, 28-30 Haziran 2011 tarihinde Kahramanmaraş'ta düzenlenen "Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi"nde sözlü sunulmuştur.

<sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Samandağ Meslek Yüksekokulu, Hatay

<sup>3</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay

Sorumlu yazar (Corresponding author) e-posta (e-mail): stelli@mku.edu.tr

Alınış (Received): 30.03.2012

Kabul ediliş (Accepted): 23.10.2012

için, olgunlaşmamış turunçgil meyveleri üzerine 3 cm çapında ve 1.5 cm yüksekliğinde, üst yüzeyi sık dokunmuş sentetik bezle kapalı silindirik pleksiglas hücrelerin kapladığı 7 cm<sup>2</sup> lik alana 5, 10, 20, 40, 80, 120 ve 160 *P. citri* N<sub>2</sub> bırakılmıştır. Altı saat süreyle besin verilmemiş avcı böcek erginleri ile L<sub>4</sub> larvaları, belirtilen yoğunluklardaki avlar üzerine ayrı ayrı bırakılmış ve bunların üzerine sözkonusu hücreler kapatılmıştır. Avcı türlerin 48 saat içerisinde tükettiği av sayısındaki değişim ortaya konmuştur. Ayrıca her yoğunluk seviyesi için belirtilen süre sonunda avcı böceklerin bıraktığı yumurta sayılarına göre, türlerin sayısal tepkileri belirlenmiştir. Sonuç olarak *C. montrouzieri* av tüketiminin *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'e göre daha yüksek olduğu ve çalışmada yer alan avcı türlerin artan av yoğunluklarına gösterdikleri işlevsel tepki tipinin, Holling'in II. modeline uyumlu olduğu belirlenmiştir. Sözkonusu avcı türlerden *C. montrouzieri*'nin bıraktığı yumurta sayılarının, av yoğunluklarındaki artışa paralel olarak arttığı ortaya konmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Turunçgil unlubiti, avcı böcek, işlevsel ve sayısal tepki

## Giriş

Turunçgillerde verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen zararlılardan biri olan Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae), yaprak ve meyve saplarında emgi yaparak erken dönemde meyve dökümüne ve ayrıca fumajin oluşmasına sebep olmakta (Lodos 1986), meydana gelen bu zarar sonunda turunçgil meyvelerinin özellikle dış satımı olumsuz yönde etkilenmektedir.

Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Turunçgil unlubitinin, *Exochomus quadripustulatus* L., *Nephus includens* Kirsch. (Coleoptera: Coccinellidae) gibi birçok yerli doğal düşmanı bulunmakla birlikte, bu böceğin sorun olduğu bahçelerde, özellikle epidemik durumlarda *P. citri*'yi yeterince baskı altına alamadıkları gözlenmektedir. Bu sebeple *P. citri* ile biyolojik mücadelede, insektaryumlarda kitle halinde üretilen egzotik doğal düşmanlardan avcı böcek, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) ve parazitoit böcek, *Leptomastix dactylopii* How. (Hymenoptera: Encyrtidae) kullanılmaktadır (Soylu & Ürel 1977; Kansu & Uygun 1980; Yiğit et al. 1994). *C. montrouzieri*, *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'in Turunçgil unlubitini tüketim gücü ile ilgili bazı çalışmalar yapılmış olmakla birlikte (Uygun 1978; Öncüer & Bayhan 1982; Süzer et al. 1984; Telli et al. 2000), bu türlerle av/avcı ilişkileri yönünden ayrıntılı çalışmalara rastlanılamamıştır.

Uygulamada predatör böceklerin etki gücünün güvenilir bir şekilde tahmin edilmesinde, bunların işlevsel ve sayısal tepkilerinin bilinmesi büyük önem taşır (Davis et al. 1976; Trexler et al. 1988). Av/avcı ilişkilerinin belirleyici olduğu popülasyon değişimlerinde ana faktör olarak etkili olan bir predatörün işlevsel tepkisi, sözkonusu predatörün değişen av yoğunluklarında tükettiği av oranını ve onun av popülasyonunu önlemedeki etki gücünü gösterir (Murdoch & Oaten 1975). Sayısal tepki ise, predatörlerin değişen av yoğunluklarındaki üreme yeteneklerinin bir göstergesi olarak bilinmekte ve artan av popülasyonlarını, yüksek sayısal tepkiye sahip avcı türlerin baskı altında tutabildikleri bildirilmektedir (Davis et al. 1976).

Bu çalışmada Turunçgil unlubitinin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak bulunan avcılarında *E. quadripustulatus*, *N. includens* (Soylu & Ürel 1977; Kansu & Uygun 1980) ve egzotik doğal düşman, *C. montrouzieri*'nin *P. citri* üzerindeki işlevsel ve sayısal tepkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

## Materyal ve yöntem

Çalışmalar sürgün vermiş patates yumruları üzerinde üretilen *P. citri*'nin 2. nimf dönemi (N<sub>2</sub>) ve unlubit avcısı böcekler, *C. montrouzieri*, *E. quadripustulatus* ve *N. includens* ile  $25 \pm 2$  °C ve %  $70 \pm 10$  oranlı nem ve günde 16 saat aydınlatılan laboratuvarında sürdürülmüştür. Çalışmada yer alan *P. citri* ve avcı böceklerin üretiminde Fisher (1963) yönteminden yararlanılmıştır.

### *Planococcus citri* üretimi

*P. citri* üretiminde üst tarafı cam, yan tarafları tülbent ile kapalı 21x30x28 cm boyutlarındaki kültür kafeslerine soğuk hava deposundan alınarak 15-20°C sıcaklıktaki odada tutulmuş ve sürgün vermiş patates yumruları yerleştirilmiştir. *P. citri* ile bulaşık patatesler üzerine bırakılan pelür kâğıtlara unlubitlerin geçişi sağlanmıştır. Koloni gelişmesi elde edilinceye kadar pelür kâğıtların kültür kafeslerindeki sürgünlü patatesler üzerine bırakılması işlemi günde 3-4 kez tekrarlanmıştır.

### Avcı böceklerin üretimi

Üzerinde unlubit kolonileri bulunan sürgün vermiş patates yumruları 18 cm çap ve 25 cm yüksekliğindeki pet kavanozlar içerisine yerleştirilmiş ve bunların üzerine her avcı türden erginler ayrı ayrı bırakılarak çoğalmaları sağlanmıştır. Ayrıca kavanozların içerisine 1/5 oranında sulandırılmış bal emdirilmiş kurutma kâğıtları (2 cm x 4 cm) yerleştirilerek avcı böcek erginleri için ek besin sağlanmıştır.

### Av/Avcı ilişkisi çalışmaları

Doğada farklı yoğunluklarda *P. citri* ile bulaşık turunçgil bahçelerinde unlubit avcısı böcekler, *C. montrouzieri*, *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'in avı üzerindeki baskılayıcı etkisini ortaya çıkarmak amacıyla, söz konusu türlerin 4. dönem larvaları (L<sub>4</sub>) ile 10 günlük ergin erkek ve dişileri; av olarak *P. citri*'nin N<sub>2</sub> dönemi kullanılmıştır. Bu amaçla *P. citri* nimfleri, olgunlaşmamış turunçgil meyveleri üzerine 3 cm çapında ve 1.5 cm yüksekliğinde, üst yüzeyi sık dokunmuş sentetik bezle kapalı silindirik pleksiglas hücrelerin kapladığı 7 cm<sup>2</sup>'lik alana 5, 10, 20, 40, 80, 120 ve 160 adet bırakılmıştır. Daha sonra 6 saat süreyle besin verilmemiş, 3. deriyi değiştirmiş avcı böcek larva ve erginleri belirtilen yoğunluklardaki av üzerine ayrı ayrı bırakılmış ve bu hücreler turunçgil meyveleri üzerine kapatılmıştır. Avcı türlerin L<sub>4</sub> ve erginlerinin 48 saat içerisinde beslendiği unlubitler kaydedilerek, değişik av yoğunluklarında tüketilen av sayısındaki değişim (işlevsel tepki) ortaya konmuştur. Ayrıca her yoğunluk düzeyi için belirtilen süre sonunda avcı böcek dişilerinin bıraktığı yumurta sayıları kaydedilerek, türlerin sayısal tepkileri belirlenmiştir.

Elde edilen veriler linear, quadratik ve üssel (exponential) ilişki modellerine göre irdelenmiş, sonuçlar  $R^2$  değerlerinin en yüksek bulunduğu quadratik modele göre değerlendirilmiştir. Çalışmalar 5-12 tekerrürlü olarak sürdürülmüştür.

## Bulgular ve tartışma

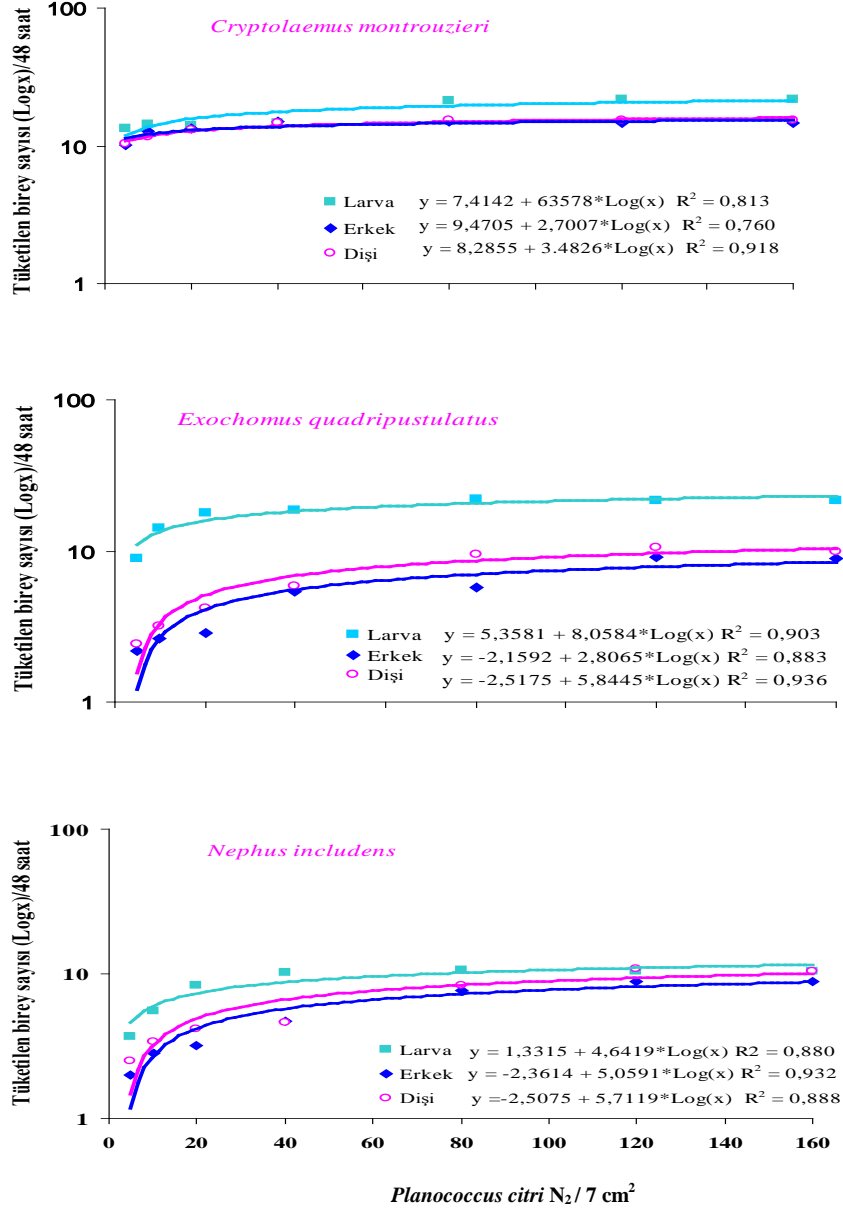
### Avcı böceklerin larva ve erginlerinin işlevsel tepkileri

Çalışmada yer alan avcı böceklerin  $L_4$ , ergin erkek ve dişilerinin 48 saat süresince farklı *P. citri* yoğunluklarındaki tüketim düzeyleri belirlenmiştir (Şekil 1).

*Cryptolaemus montrouzieri*'nin her bir av yoğunluğundaki  $L_4$ , erkek ve dişi tüketimleri karşılaştırıldığında, 5-40  $N_2 / 7 \text{ cm}^2$  aralığındaki tüketim farkı önemli bulunmazken; 80-160  $N_2 / 7 \text{ cm}^2$  aralığındaki  $L_4$  tüketiminin, erkek ve dişilerden önemli ölçüde daha yüksek olduğu görülmektedir. Ergin erkek ve dişi tüketimleri arasında ise, genellikle önemli bir fark çıkmamıştır (Şekil 1).

İşlevsel tepki eğrilerinin incelenmesiyle anlaşılacağı üzere, *P. citri* yoğunluğunun artışı ile *C. montrouzieri*  $L_4$ , erkek ve dişilerinin tüketimleri belirli bir düzeye kadar artmakta ve bu artış daha sonra azalarak sürmektedir (Şekil 1). Garcia & O'Neil. (2000), 3. dönem *C. montrouzieri* larvalarının, Kolyos çiçeği, *Solenostemon scutellarioides* L. [=*Coleus blumei* (Bentham) Labiatae]]'te *P. citri*'nin farklı yoğunluklarında (1, 4, 8, 16 ve 24  $N_3 / 63.6 \text{ cm}^2 / 24$  saat), yoğunluğa bağlı olarak 1 ilâ 4 unlu bit tükettiğini bildirmişlerdir.

*Exochomus quadripustulatus*'un  $L_4$  döneminde artan av yoğunluğuna paralel olarak 80  $N_2 / 7 \text{ cm}^2$  düzeyine kadar unlu bit tüketiminde önemli artışlar görüldüğü, bu düzeyden daha yüksek yoğunluklardaki tüketimin ise genellikle durağanlaştığı izlenmektedir (Şekil 1). Dişi bireylerde yüksek tüketim oranına, erkeklerde ise 120 *P. citri*  $N_2 / 7 \text{ cm}^2$  düzeyinde ulaşılmış ve daha sonraki av yoğunluklarında önemli bir artış olmadığı belirlenmiştir. *E. quadripustulatus*  $L_4$ , erkek ve dişilerinin her bir av yoğunluğundaki tüketim güçlerine bakıldığında, larvaların ergin erkek ve dişilerden daha çok sayıda unlu bit tükettiği ve av yoğunluğunun artmasına paralel olarak  $L_4$ , erkek ve dişilerin av tüketimlerinin de önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Şekil 1'de işlevsel tepki eğrilerinin incelenmesiyle anlaşılacağı üzere, av yoğunluğundaki artış ile *E. quadripustulatus* larva, erkek ve dişilerinin tüketimleri belirli bir düzeye kadar artmakta ve bu artış daha sonra azalarak sürmektedir. *E. quadripustulatus*  $L_4$ , erkek ve dişilerinin her bir av yoğunluğundaki tüketim güçlerine bakıldığında, larvaların ergin erkek ve dişilerden daha çok sayıda unlu bit tükettiği, av yoğunluğunun artmasına paralel olarak  $L_4$ , ergin erkek ve dişilerin av tüketimlerinin de önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir.



Şekil 1. Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* (N<sub>2</sub>) avcıları, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Exochomus quadripustulatus* ve *Nephus includens* larva (L<sub>4</sub>), erkek ve dişilerinin farklı av yoğunluklarına bağlı olarak 48 saatteki tüketimleri.

Figure 1. Prey consumption by Citrus mealybug predators, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Exochomus quadripustulatus* ve *Nephus includens* larvae (L<sub>4</sub>), adult male and females at different densities of *Planococcus citri* (N<sub>2</sub>) within 48 h.

Av yoğunluğunun artmasıyla *N. includens* larvaların da ( $L_4$ ) tüketim gücünün 40 yoğunluğuna kadar arttığı ve daha sonra tüketimde önemli bir artış olmadığı belirlenmiştir (Şekil 1). Ayrıca *N. includens* erginlerinde tüketim gücü artan av yoğunluğuna paralel olarak erkeklerde 80, dişilerde 120 *P. citri*  $N_2 / 7 \text{ cm}^2$  düzeyine kadar önemli derecede artmaktadır. *N. includens*  $L_4$ , erkek ve dişilerinin her bir av yoğunluğundaki tüketim güçlerine bakıldığında, 5-40 arasındaki av yoğunluğunda larvaların tüketim güçleri, erkek ve dişilere göre farklılık gösterirken; erkek ve dişi tüketimleri arasındaki farklılık önemli çıkmamıştır. Av yoğunluğunun 80-160 aralığında ise larva, erkek ve dişi tüketimleri arasında farklılık önemli bulunmamıştır.

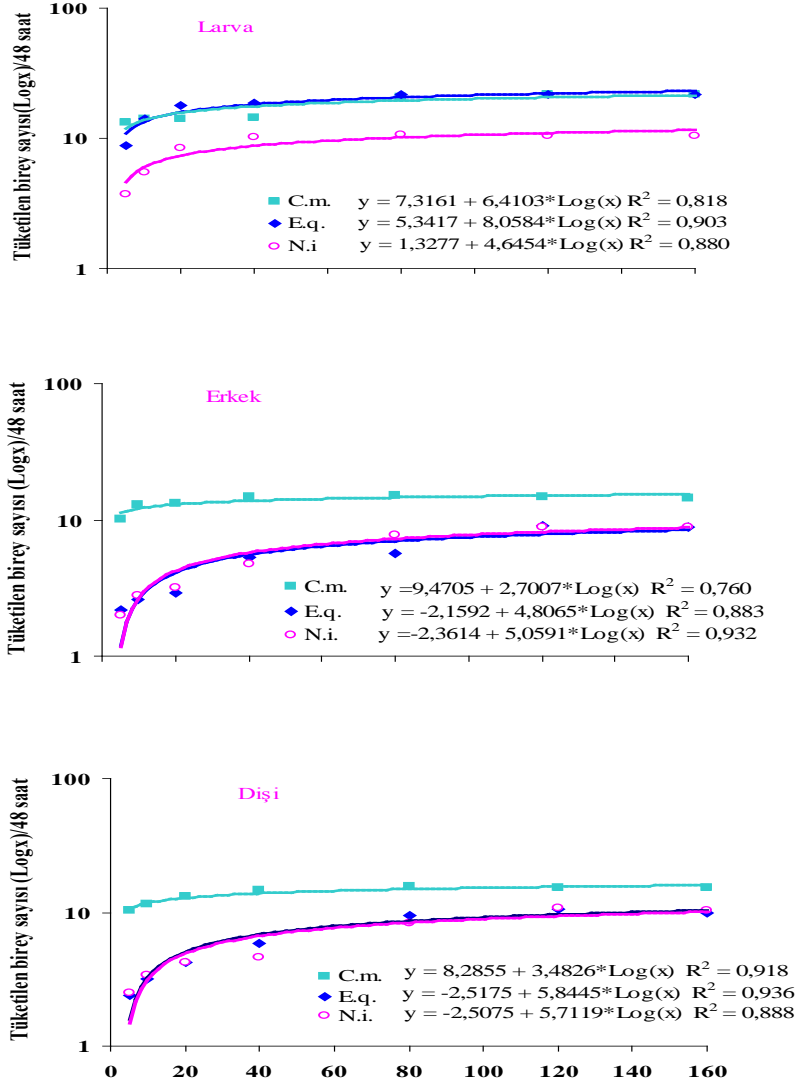
İşlevsel tepki eğrilerinin incelenmesiyle anlaşılacağı üzere, *P. citri* yoğunluğunun artışı ile *N. includens*  $L_4$ , erkek ve dişilerinin tüketimleri belirli bir düzeye kadar artmakta ve daha sonra az da olsa azalmakta olup, en çok *P. citri* tüketiminin, bu avcı böceğin larva döneminde olduğu görülmektedir (Şekil 1).

*Cryptolaemus montrouzieri* larvaları ile *E. quadripustulatus* ve *N. includens* larva, erkek ve dişilerinin belirli av yoğunluklarında, daha düşük av yoğunluk düzeylerine oranla daha yüksek tüketim değerlerine ulaştığı görülmektedir. Bu durum, söz konusu predatör böceklerin düşük yoğunluklarda av aramak için daha uzun zaman harcamasından kaynaklanmış olabilir.

İşlevsel tepki eğrileri incelenmesiyle anlaşılacağı üzere, *P. citri* yoğunluğunun artışı ile *C. montrouzieri*, *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'in  $L_4$ , erkek ve dişilerinin tüketimleri belirli bir düzeye kadar artmakta ve daha sonra az da olsa azalmakta olup, en çok *P. citri* tüketiminin, avcı böcek türlerinin larva döneminde olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Avcı böcek türlerinin dördüncü dönem larva, erkek ve dişilerinin farklı av yoğunluklarındaki tüketim değerleri ve gösterdikleri tepki tiplerine ait eğriler Şekil 2'de verilmiştir. Söz konusu avcı böcek larvalarının tüketimleri her bir av yoğunluğu için karşılaştırıldığında, 5  $N_2 / 7 \text{ cm}^2$  düzeyinde en yüksek tüketimi *C. montrouzieri* göstermiş; bunu sırasıyla *E. quadripustulatus* ve *N. includens* takip etmiştir. Buna göre *C. montrouzieri* larvalarının düşük av yoğunluğunda dahi avını bulmada güçlük çekmediği söylenebilir. Avcı tür larvalarının 10-160 *P. citri*  $N_2/7 \text{ cm}^2$  aralığındaki tüketimleri karşılaştırıldığında, *C. montrouzieri* ve *E. quadripustulatus* tüketimleri arasında 40 av yoğunluğu düzeyi dışında farklılık görülmediği halde, *N. includens* tüketiminin diğer avcılara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dördüncü dönem *C. montrouzieri* larvalarının artan av yoğunluğuna göre tüketiminin de arttığı, diğer türlerden daha yüksek bir tüketim gücüne sahip olduğu; bunu *E. quadripustulatus*'un takip ettiği ve *N. includens* tüketiminin ise en düşük düzeylerde olduğu ortaya çıkmaktadır (Şekil 2).

Erkek *C. montrouzieri* erginlerinin farklı av yoğunluklarındaki *P. citri* tüketimleri, *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'e göre daha yüksek olmuş; *E. quadripustulatus* ile *N. includens*'in tüketimleri arasında önemli bir fark çıkmamıştır (Şekil 2).



*Planococcus citri*  $N_2 / 7 \text{ cm}^2$

**Şekil 2.** Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* avcıları, *Cryptolaemus montrouzieri* (C.m.), *Exochomus quadripustulatus* (E.q.) ve *Nephus includens* (N.i.)'in farklı av yoğunluklarında larva ( $L_4$ ), ergin erkek ve dişilerinin 48 saatteki tüketim düzeyleri.

**Figure 2.** Prey consumption by larvae ( $L_4$ ), adult male and females of citrus mealybug predators, *Cryptolaemus montrouzieri* (C.m.), *Exochomus quadripustulatus* (E.q.) and *Nephus includens* (N.i.) within 48 h at different densities of *Planococcus citri* ( $N_2$ ).

Avcı böcek dişilerinin farklı av yoğunluklarındaki tüketim düzeyleri karşılaştırıldığında; erkek bireylerle elde edilen sonuçlara benzer şekilde, *C. montrouzieri*'nin tüketim gücünün *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'e göre daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Çalışmada yer alan avcı böceklerin  $L_4$ , erkek ve dişilerinin farklı av yoğunluklarındaki tüketim düzeyleri karşılaştırıldığında, turuncgil unlubiti ile biyolojik mücadelede en uygun türün *C. montrouzieri* olduğu görülmektedir. Bununla birlikte *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'in de turuncgil ekosisteminde işlevlerini sürdürerek Turuncgil unlubitinin baskı altında tutulmasında katkı sağlamaları doğaldır. Nitekim Süzer et al. (1984) de, *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'in turuncgil ekosisteminde, özellikle düşük unlubit yoğunluklarında varlıklarını sürdürmelerinin biyolojik mücadele yönünden yararlı olacağı kanaatine varmışlardır.

Çalışmada yer alan bütün avcı böcek türlerine ait larva, erkek ve dişilerin, artan av yoğunluğuna gösterdikleri tepki tipleri Şekil 1 ve 2'de görülmektedir. Bu avcı böceklerin, larva, erkek ve dişilerinin farklı av yoğunluğuna bağlı olarak tüketim eğilimini yansıtan eğri tipleri, entomofag böcekler arasında görülen Holling'in II. tip eğri modeline uymaktadır (Holling 1970). Milonas et al. (2011) *N. includens*  $L_2$  ve ergin dişilerinin, *P. citri* ve *P. ficus*'un farklı yoğunluklardaki nimf dönemlerine gösterdiği tepkinin Holling'in II. tip eğri modeline uyduğunu bildirmişlerdir.

#### **Avcı böcek ergin dişilerinin sayısal tepkileri**

Çalışmada yer alan avcı böcek ergin dişilerinin artan av yoğunluğuna bağlı olarak bıraktıkları yumurta sayıları Şekil 3'te verilmiştir.

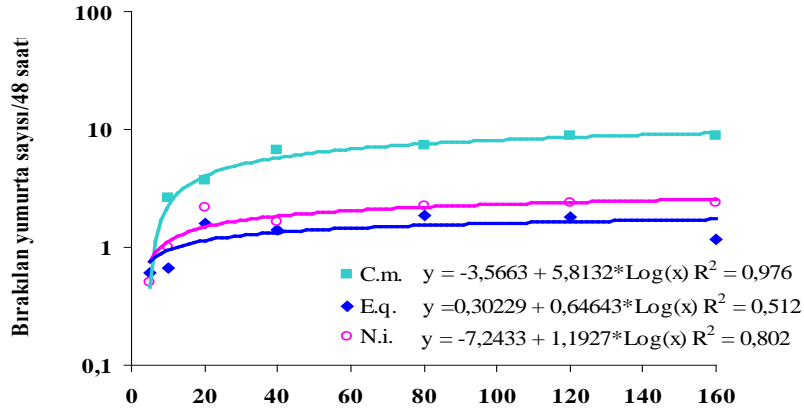
Avcı türlerden *C. montrouzieri*'de, av yoğunluğu artışıyla beraber bırakılan yumurta sayısının da 80 av düzeyine kadar önemli ölçüde arttığı ve bu düzeyden sonraki artışın önemsiz olduğu görülürken; *E. quadripustulatus* ve *N. includens* dişilerinin artan av yoğunluklarına göre bıraktıkları yumurta sayıları arasındaki farkın önemli olmadığı anlaşılmaktadır (Şekil 3).

Ergin dişilerin farklı av yoğunluklarındaki tüketim değerleri ve buna bağlı olarak bıraktığı yumurta sayıları birarada incelendiğinde, av yoğunluğunun artmasıyla beraber tüketim değerlerinin ve bırakılan yumurta sayısının da arttığı görülmektedir. Dişi bireylerin tüketimine bağlı olarak bırakılan yumurta sayısındaki bu artış, *C. montrouzieri*'de öteki türlere göre daha yüksek olmuştur. Bu türde avın sunulan 80 av düzeyine kadar artan her yoğunluk seviyesinde dişilerin bıraktığı yumurta sayıları da önemli derecede artarken, 80-160 *P. citri*  $N_2/7$   $cm^2$  düzeyleri arasındaki artış önemli bulunmamıştır. *E. quadripustulatus* ve *N. includens* dişilerinin artan av yoğunluğuna bağlı olarak bıraktıkları yumurta sayısındaki farklılıklar da önemli çıkmamıştır.

Her bir av yoğunluğunda *C. montrouzieri*, *E. quadripustulatus* ve *N. includens* dişilerinin bıraktıkları yumurta sayıları karşılaştırıldığında; sunulan 5 *P. citri*  $N_2/7$   $cm^2$  av düzeyinde *E. quadripustulatus* ve *N. includens* yumurta bıraktığı halde, *C. montrouzieri*'nin yumurta bırakmadığı; bununla birlikte avcı türler arasında bu yönden önemli farklılık olmadığı görülmektedir. Sunulan 5 *P. citri*  $N_2/7$   $cm^2$  yoğunluğunda yumurta bırakmayan *C. montrouzieri* dişilerinin, daha yüksek



düzeylede *P. citri* ile beslenerek yumurta bıraktığı belirlenmiştir. Buna göre; *C. montrouzieri* dişilerinin, düşük av yoğunluklarında gerekli beslenme ihtiyacını karşılayamadığı ve yumurta bırakmadığı düşünülebilir. Reddy et al. (1991), *C. montrouzieri* dişilerinin yumurta bırakabilmesi için günlük ortalama 8 adet *P. citri* bireyi tüketmesi gerektiğini bildirmişlerdir.



### Planococcus citri N<sub>2</sub> / 7 cm<sup>2</sup>

**Şekil 3.** Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* avcıları, *Cryptolaemus montrouzieri* (C.m.), *Exochomus quadripustulatus* (E.q.) ve *Nephus includens* (N.i.) ergin dişilerinin artan av yoğunluğuna bağlı olarak bıraktıkları yumurta sayıları.

**Figure 3.** Number of eggs laid by adult females of Citrus mealybug predators, *Cryptolaemus montrouzieri* (C.m.), *Exochomus quadripustulatus* (E.q.) and *Nephus includens* (N.i.) at varying densities of *Planococcus citri* (N<sub>2</sub>).

Bu çalışmada *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'in en düşük av yoğunluğunda dahi yumurta bıraktığının belirlenmiş olması, sözkonusu avcı türlerin doğada düşük av yoğunluklarında varlığını sürdürebileceği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Av yoğunluğunun 40-160 *P. citri* N<sub>2</sub> / 7 cm<sup>2</sup> aralığında, *C. montrouzieri*'nin yumurta veriminin *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'e göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3).

Artan av yoğunluğuna karşı *C. montrouzieri* doğrudan sayısal tepki gösterirken, *E. quadripustulatus* ve *N. includens*'in belirgin bir sayısal tepki göstermediği anlaşılmaktadır (Şekil 3). *C. montrouzieri*'nin gösterdiği bu sayısal tepki tipi, tarım zararlılarının doğal düşmanları arasında aranan bir özelliktir. Avcı türlerin düşük av yoğunluklarında varlıklarını sürdürebilmeleri, zararlı tür popülasyonlarının yükselmelerinin başlangıç döneminde önlenmesi açısından önemli bir özelliktir. Bununla birlikte, sözkonusu avcı türlerin av yoğunluğundaki artışa aynı şekilde sayısal tepki verememeleri, bu özellikteki avcı türlerin açmazı olarak değerlendirilebilir. Bu durum Turunçgil unlubitinin biyolojik savaşında egzotik bir tür olan *C. montrouzieri*'ye duyulan ihtiyacı göstermekte ve doğada Turunçgil

unlubiti ile biyolojik savaşta sözkonusu predatörün etkili bir tür olabileceğini açıklamaktadır.

Çalışmada yer alan predatör böceklerin farklı av yoğunluklarındaki av/avcı ilişkileri elma ağaçlarında zararlı Avrupa kırmızı örümceği, *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae)'nin etkili avcısı, *Stethorus punctum* (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae)'un (Hull et al. 1977), elma ağaçlarında Akdiken kırmızı örümceği, *Tetranychus viennensis* Zacher (Acarina: Tetranychidae)'in etkili avcısı, *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae)'un (Yiğit 1989); Pamuk yaprakbiti, *Aphis gossypii* Glover avcısı, *Propylea dissecta* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae)'nın (Omkar & Pervez 2004) ve Bakla yaprakbiti, *Aphis fabae* Scopoli avcısı, *Scymnus syriacus* Marseul (Coleoptera: Coccinellidae)'un (Sabaghi et al. 2011) artan av yoğunluğuna karşı gösterdiği işlevsel ve sayısal tepki tipi ile benzerlik içerisindedir.

*Cryptolaemus montrouzieri*'nin öteki avcı böcek türlerine göre, artan av yoğunluğundaki artışa bağlı olarak av tüketim değerlerindeki artış eğilimi ve av yoğunluğundaki bu değişime daha belirgin bir doğrudan sayısal tepki göstermesi, doğada *P. citri* sorununun önlenmesinde daha güvenilir bir tür olabileceğini ve Turunçgil unlubiti ile bulaşık bahçelerde bu avcı böcek ile yapılan biyolojik savaşın önemini ortaya çıkarmaktadır. Bununla birlikte, bu türün düşük av yoğunluklarında yumurta bırakmaması ve Turunçgil unlubiti'nin yaygın olduğu turunçgil bölgelerinde kışı geçirememesi dolayısıyla sürekli kitle üretiminin yapılarak doğaya salıverme zorunluluğunun olması (Süzer et al. 1984; Yiğit & Canhilal 1998), bu avcı böceğin olumsuz yönleri olarak değerlendirilebilir.

Yerli doğal düşmanlardan *E. quadripustulatus* larvalarının artan av yoğunluğuna gösterdiği tepki, *C. montrouzieri* ile karşılaştırıldığında küçümsenmeyecek düzeydedir. *E. quadripustulatus* erkek ve dişilerinin düşük av yoğunluklarındaki tüketimlerinin *C. montrouzieri* kadar yüksek olmamasına rağmen, bu yoğunluklarda dahi yumurta bırakması, bu türün olumlu bir özelliğidir. Bununla birlikte *E. quadripustulatus*'un doğada yılda bir döl vermesi ve av olarak sadece unlubitin bulunduğu turunçgil bahçelerinde biyolojilerinin uyuşmaması sebebiyle bu avcı böceğe rastlanamaması, bir olumsuzluk olarak değerlendirilebilir (Uygun 1977).

*Nephus includens*'in tüketim gücü ise diğer iki avcı türe göre belirgin olarak daha düşük düzeydedir. Bununla birlikte *N. includens*'in de düşük av yoğunluklarında yumurta bırakabilmesi, *E. quadripustulatus* ile birlikte turunçgil ekosistemde varlıklarını sürdürebilmeleri, biyolojik denge açısından önemli görülmektedir. Turunçgil unlubitin sorun olduğu bahçelerde bu iki avcı türün varlığının sürdürülmesi önemsenmeli, ancak epidemik durumlarda *P. citri*'yi tamamen baskı altına alamadıkları gözönünde bulundurularak, işlevsel ve sayısal tepkileri yönünden daha üstün özelliklerdeki *C. montrouzieri* salımının yapılması yararlı görülmektedir.

Sonuç olarak; *P. citri* ile bulaşık turunçgil bahçelerine 1970'li yıllardan beri kitle halinde üretilerek salıverilmekte olan *C. montrouzieri*'nin, Turunçgil unlubiti ile biyolojik savaşta çok önemli bir avcı böcek olduğu; öteki yerli doğal düşman

türlerinin de aynı amaçla turunçgil ekosistemde korunması gerektiği görüşüne varılmıştır.

## Teşekkür

Çalışmanın istatistikî analizinde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Ali Erkılıç (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü-Adana)'a teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Davis D.E., K. Myers & J.B. Hoy 1976. Biological Control Among Vertabrates. In: Theory and Practice of Biological Control (C.B. Huffaker & P.S. Messenger, eds.). Academic Press, New York, 501-519.
- Fisher T.W. 1963. Mass Culture of *Cryptolaemus* and *Leptomastix*- natural enemies of citrus mealybug. *California's Agricultural Experiment Station Bulletin*, 797, 38.
- Garcia J.F. & R.J. O'Neil 2000. Effect of *Coleus* size and variegation on attack rates, searching strategy, and selected life history characteristics of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 18: 225-234.
- Holling C.S. 1970. The components of predation as revealed by a study of small-mammal predation of the pine sawfly. In: Readings in population and community ecology (Ed. W. E. Hazen), W. B. Saunders Company. Philadelphia, 232-259.
- Hull L.A., D. Asquith & P. Mowery 1977. The Functional Responses of *Stethorus punctum* to Densities of the European Red Mite. *Environmental Entomology*, 6 (1): 85-90.
- Kansu İ.A. & N. Uygun 1980. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil zararlıları ile tüm savaş olanaklarının araştırılması. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Yayın no: 141, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Baskı Ünitesi, Adana, 63 s.
- Lodos N. 1986. Türkiye Entomolojisi. Cilt 2. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın no: 429, İzmir, 580 s.
- Milonas P.G., D. Ch. Kontodimas & F. Martinou 2011. A Predator's functional response: influence of prey species and size. *Biological Control*, 59 (2): 141-146.
- Murdoch W.W. & A. Oaten 1975. Predation and population stability. *Advances in Ecological Research*, 9: 1-131.
- Reddy K.B., K. Sreedharan & P.Ki Bhat 1991. Effect of rate of prey, *Planococcus citri* (Risso) on the fecundity of mealybug predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. *Journal of Coffee Research*, 21 (2): 149-150.
- Omkar & A. Pervez 2004. Functional and numerical responses of *Propylea dissecta* (Col.: Coccinellidae), *Journal of Applied Entomology*, 128: 140-146.
- Öncüer C. & N. Bayhan 1982. *Cryptolaemus montrouzieri* Muls.'nin beslenme güçlerini ve rejimi üzerinde bir araştırma. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 6 (2): 85-90.
- Sabaghi R., A. Sahragard & R. Hosseini 2011. Functional and Numerical Responses of *Scymnus syriacus* Marseul (Coleoptera: Coccinellidae) to the Black Bean Aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) Under Laboratory Conditions. *Journal of Plant Protection Research*, 51 (4): 423-428.
- Soylu O.Z. & N. Ürel 1977. Güney Anadolu Bölgesi turunçgillerinde zararlı böceklerin parazitoit ve predatörlerinin tespiti üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 17 (2-4): 77-112.

- Süzer T., O.Z. Soylu, M. Baykal, R. Sofuoğlu & F. Nacar 1984. Akdeniz Bölgesi'nde turunçgil unlubiti (*Planococcus citri* Risso)'nun predatörü *Scymnus includens* Kirsch'in biyokolojisi, üretim olanakları ve doğadaki etkenliğinin saptanması üzerinde araştırmalar. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*, 19: 35-36.
- Telli Ö.S., A. Yiğit & L.B. Erkılıç 2000. Bazı doğal düşman larvalarının Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Hom.: Pseudococcidae)'yi tüketim güçleri ve gelişme süreleri. Türkiye 4. Entomoloji Kongresi, 12-25 Eylül 2000, Aydın, 401-407.
- Trexler J.C., Charles E.M., & J. Travis 1988. How can the functional response best be determined. *Oecologia*, 76: 206-214.
- Uygun N. 1977. *Exochomus quadripustulatus* L.(Coleoptera, Coccinellidae)'un Türkiye turunçgil bölgelerindeki yayılışı ve Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki populasyon dalgalanmalarının saptanması. TÜBİTAK VI. Bilim Kongresi, 35-46.
- Uygun N. 1978. *Exochomus quadripustulatus* L Coleoptera. Coccinellidae'un tanınması, biyolojisi ve larvaların yeme gücü üzerinde araştırmalar. *Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 9 (2): 145-164.
- Yiğit A. 1989. Elma ağaçlarında zararlı akdiken kırmızı örümceği, *Tetranychus viennensis* Zacher (Acarina: Tetranychidae) ile avcısı *Stethorus punctillum* Weise (Coleoptera: Coccinellidae) arasındaki ilişkiler üzerinde araştırmalar. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın no: 62, Ankara, 92 s.
- Yiğit A., R. Canhilal & K. Zaman 1994. Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* Risso (Homoptera: Pseudococcidae)'nin bazı doğal düşmanlarının depolanabilme imkânları. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak 1994, İzmir, 137-146.
- Yiğit A. & R. Canhilal 1998. Turunçgil Unlubiti *Planococcus citri* (Risso) (Hom., Pseudococcidae) predatörü, *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Col: Coccinellidae)'nin soğuğa dayanıklı ırkının temini, bazı biyolojik özellikleri ve Doğu Akdeniz Bölgesi'ne uyum durumu üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 38 (1-2): 23-41.