

Cales noacki Howard, 1907 (Hymenoptera: Aphelinidae) ile *Aleurothrixus floccosus* Maskell, 1896 (Homoptera: Aleyrodidae) arasındaki ilişkilerin belirlenmesi

Gonca (VATANSEVER) SAKİN^{1,*}, Mehmet Rifat ULUSOY²

¹Balıkesir Üniversitesi, Edremit Meslek Yüksek Okulu, 10300 Edremit-Balıkesir, Türkiye
²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330 Balcalı-Adana, Türkiye

Geliş Tarihi (Recived Date): 31.10.2018
Kabul Tarihi (Accepted Date): 26.01.2019

Özet

Turunçgil pamuklu beyazsineği, *Aleurothrixus floccosus* Maskell, 1896 (Homoptera: Aleyrodidae) ve parazitoiti, *Cales noacki* Howard, 1907 (Hymenoptera: Aphelinidae)'nin laboratuvar koşullarında konukçu-parazitoit ilişkileri incelenmiştir. *C. noacki*'ye *A. floccosus*'un tüm ergin öncesi dönemleri ayrı ayrı verildiğinde; parazitoitin beyazsineğin tüm larva dönemlerini parazitlediği, ancak en fazla 2. larva dönemini (%29.8), daha sonra da 3. larva dönemini (%21.8) parazitlediği belirlenmiştir. *A. floccosus*'un ergin öncesi dönemlerinin tümü bir arada verildiğinde ise *C. noacki* yine en fazla beyazsineğin 2. larva dönemini (%27.6) daha sonra 3. larva dönemini (%17.4) tercih etmiştir. Parazitoitin ergin dişileri yaşamları süresince ortalama 37.6 ± 1.17 adet yumurta bırakmışlardır. *C. noacki*'ye 5, 10, 25, 50, 100 ve 150 adet beyazsineğin 2. larva dönemi verildiğinde; parazitoit en fazla 50 birey (%78.4) ve altındaki sayılarda beyazsineği parazitlediği belirlenmiştir. *C. noacki*'nin, farklı *A. floccosus* yoğunluklarında Holling'in II. Tipte işlevsel tepki eğrisi oluşturduğu ve R^2 değerinin oldukça yüksek (0.967) olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cales noacki*, *Aleurothrixus floccosus*, yaşam süresi, işlevsel tepki.

* Gonca SAKİN, goncav@balikesir.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-1046-2455>
Mehmet Rifat ULUSOY, mrulusoy@cu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6610-1398>

*Determination of relationships between Cales noacki, 1907
(Hymenoptera: Aphelinidae) with Aleurothrixus floccosus
Maskell, 1896 (Homoptera: Aleyrodidae)*

Abstract

Host-parasitoid relationship between citrus wooly whitefly, Aleurothrixus floccosus Maskell, 1896 (Homoptera: Aleyrodidae) and parasitoid, Cales noacki Howard, 1907 (Hymenoptera: Aphelinidae) was investigated in laboratory conditions. When all the immature stages of A. floccosus were given separately, it was observed that C. noacki could parasitized all the stages. However, the rate of the parasitization was the highest in the second larval stage (29.8%) and then in the third larval stage (21.8%). Also when all immature stages of A. floccosus were given together, C. noacki preferred the second larval stage (27.6%) and then the third larval stage (17.4%). The parasitoid females laid an average of 37.6 ± 1.17 eggs during their lifetime. C. noacki parasitized up to 50 individuals (78,4%) or below of whiteflies when the parasitoid was given with the number of 5, 10, 25, 50, 100 or 150 larvae of whiteflies in the second larval stage. It was defined that the parasitoid showed Holling's type II functional response in different quantities of A. floccosus and the R^2 value was to be quite high (0.967).

Keywords: *Cales noacki, Aleurothrixus floccosus, lifetime, functional response.*

1 Giriş

Turunçgil pamuklu beyazsineği, *Aleurothrixus floccosus* Maskell (Homoptera: Aleyrodidae)'nin spesifik parazitoiti olan *Cales noacki* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae), Güney Amerika'dan Avrupa'ya kadar yayılmış [1, 2] ve ilk kez 1966 yılında Fransa'da görülmüştür [3]. Türkiye'de ise 1994 yılında *A. floccosus* ile birlikte Hatay (Harbiye) (Doğu Akdeniz Bölgesi)'de tespit edilmiştir [4].

C. noacki'nin, *A. floccosus* ile mücadelede kimyasal ilaçlardan çok daha fazla etkili olduğu ve konukçusunu rahatlıkla baskı altına alabildiği bildirilmiştir [5-9]. Bundan dolayı *C. noacki*'nin, zararlının biyolojik mücadelesinde en etkili doğal düşmanı olduğu ve bir çok ülkede beyazsineğin mücadelesinde başarılı bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir [10-14].

A. floccosus 'un en etkili doğal düşmanı olan *C. noacki* 'nin zararlıyı kolaylıkla baskı altına alabilmesi ve Türkiye'de var olması ülkemiz turunçgil üretimi için ümitvar bir durumdur [4, 15]. Özellikle *C. noacki*'nin doğadaki etkinliğinin belirlenebilmesine temel oluşturması amacıyla, bu çalışmada *A. floccosus* ve parazitoit arasındaki ilişkiler laboratuvar koşullarında çalışılmıştır.

2. Deneysel çalışmalar

2.1. Cales noacki ile Aleurothrixus floccosus üretim çalışmaları

C. noacki üretiminde konukçu bitki olarak turunç (*Citrus aurantium* L.) fidanları kullanılmıştır. Bu fidanlar üzerinde öncelikli olarak beyazsinek üretim odasında *A. floccosus* üretimi, bir diğer iklim odasında ise *C. noacki* üretimi yapılmıştır. Bu amaçla

üzerinde *A. floccosus*'un farklı dönemlerinin bulunduğu yeterli sayıda turunç fidanı *C. noacki* üretim odasına yerleştirilmiştir. Üretimlerin devamlılığını sağlamak amacıyla her ay düzenli olarak turunç ekim ve dikimi yapılmış olup, gerek duyuldukça beyazsinek üretimine yeni turunç fidanları, parazitoit odasına ise üzerinde bol miktarda beyazsinek bulunan fidanlar yerleştirilmiştir.

A. floccosus ve *C. noacki* üretimleri, 26 ± 1 °C sıcaklık ile $\%70 \pm 5$ orantılı neme ayarlı ve 16:8 saat aydınlatmalı iklim odalarında yürütülmüştür.

2.2. *Aleurothrixus floccosus*'u parazitlemeye *Cales noacki*'nin tercih ettiği dönemlerin saptanması

C. noacki'nin yumurta bırakmak için tercih ettiği konukçu dönemini belirlemek amacıyla iki farklı deneme kurulmuştur. Birinci denemede *A. floccosus*'un herbir dönemini (1., 2. ve 3. evre larvalar ile pupa evresi) ayrı ayrı ve eşit sayıda üzerinde bulunduran üçer adet fidan hazırlanmıştır. Daha sonra bu fidanlar iklim dolabına yerleştirilerek üzerlerine, tabanına tül geçirilen pet kavanozlar geçirilmiş, herbirinin içerisinde ayrı ayrı onar adet (5 ♀ ve 5 ♂) pupadan yeni çıkmış *C. noacki* ergini salınmıştır. İkinci denemede ise *A. floccosus*'un herbir dönemini ayrı ayrı ve eşit sayıda üzerinde bulunduran üçer adet fidan birarada tutulmuş ve üzerlerine toplam 10 adet (5 ♀ ve 5 ♂) *C. noacki* ergini salınmıştır.

Parazitoit erginlerinin beslenmeleri için kavanozların içerisine şekerli su (%10'luk) emdirilmiş küçük sünger parçacığı konulmuş erginler 24 saat süreyle *A. floccosus* larvaları ile birarada tutulduktan sonra ortamdan uzaklaştırılmışlardır. Daha sonra günlük kontrollerle, parazitlenen *A. floccosus*'un ergin öncesi dönemleri tespit edilerek sayımları yapılmış ve bu şekilde parazitoitin beyazsineğin hangi dönemlerini tercih ettiği ortaya çıkarılmıştır.

Denemeler 26 ± 1 °C sıcaklık, $\%70 \pm 10$ orantılı nem ve 16 saat aydınlatmalı koşullara sahip iklim dolaplarında yürütülmüş ve her iki deneme de beşer kez tekrarlanmıştır.

2.3. *Cales noacki*'nin *Aleurothrixus floccosus*'u parazitlemeye tercih ettiği döneme bıraktığı yumurta sayısının saptanması

C. noacki'nin *A. floccosus*'un ergin öncesi dönemlerinden hangisini tercih ettiği belirlendikten sonra, bu döneme bıraktığı yumurta sayısını saptamak amacıyla, 50 adet turunç fidanı üzerine 24 saat süreyle çok sayıda *A. floccosus* ergini salınmış ve erginlerin yumurta bırakmaları sağlanmıştır. Bu fidanlar daha sonra iklim dolabına alınarak *A. floccosus* bireyleri *C. noacki*'nin tercih ettiği döneme gelinceye kadar bekletilmiştir. Sonra herbir fidan üzerinde en az 100 adet aynı dönem larva bırakılmış ve bunlar üzerine pupadan yeni çıkmış dölleniş ancak daha önce yumurta bırakmamış birer adet *C. noacki* ergin dişisi salınmıştır. Parazitoit erginleri ölünceye kadar bu fidanlar üzerinde bekletilmiş ve daha sonra fidanlar üzerindeki beyaz sinek larva ve pupaları kontrol edilerek parazitlenenler sayılmıştır.

2.4. *Cales noacki*'nin *Aleurothrixus floccosus* yoğunluğuna bağlı olarak parazitleme gücünün saptanması

Turunç fidanlarının üzerine çok sayıda *A. floccosus* erginleri salınarak yumurta bırakmaları sağlanmıştır. Bu fidanlar *C. noacki*'nin *A. floccosus*'u parazitlediği döneme kadar bekletilmiş ve fidanlar iklim dolabına alınarak herbir *A. floccosus* yoğunluğu üzerine (5, 10, 25, 50, 100, 150 *A. floccosus* bireyi (adet/yaprak)) ayrı ayrı olmak üzere

pupadan yeni çıkmış birer adet ergin dişi parazitoit salınmıştır. Salımdan 24 saat sonra parazitoit erginleri ortamdan uzaklaştırılmıştır.

A. floccosus pupaları üzerinde parazitli bireyler ortaya çıktığında sayımları yapılmış ve *C. noacki*'nin *A. floccosus* yoğunluğuna bağlı olarak parazitlenme gücü tespit edilmiştir. Denemeler 10 tekrarlı olarak yürütülmüştür. *C. noacki* ve *A. floccosus* arasındaki ilişkilerin saptanması 26 ± 1 °C sıcaklık, 70 ± 10 orantılı nem ve 16 saat aydınlatmalı koşullara sahip iklim dolaplarında yürütülmüştür.

Çalışmalardan elde edilen sonuçların analizleri, SPSS 10.0 paket programında hesaplanmış ve ortalamalar varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur [16, 17]. Ortalamalar arasında farkın olup olmadığının anlaşılması için de ortalamalar Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

C. noacki'nin işlevsel tepkisi, doğada böcek predatör ve parazitoitleri arasında en yaygın şekilde görülen Holling'in II. tip işlevsel tepki olduğu varsayılarak, bunu tanımlayan [18] disk denkliği denklemi;

$$N_a = \frac{a.N.T}{1 + a.N.T_h} \quad (1)$$

ile hesaplanmıştır.

N = verilen konukçu sayısı

N_a = parazitlenen konukçu sayısı

T = deneme süresi

a = parazitoitin konukçusunu arama bulma oranı

T_h = parazitoitin konukçusunu arama ve beslenmesi için geçen süre.

İşlevsel tepki ve buna bağlı parametreler, SYSTAT 10.2 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Sonuçlar ve tartışma

3.1. *Aleurothrixus floccosus*'u parazitlenmede *Cales noacki*'nin tercih ettiği dönemler

Tablo 1.'de görülebileceği gibi *C. noacki*'ye *A. floccosus*'un tüm dönemleri ayrı ayrı verildiğinde, parazitoit beyazsineğin tüm ergin öncesi dönemlerini parazitlemiştir. Ancak, dönemler içerisinde en fazla ikinci larva dönemini %29.8 oranında parazitlerken, daha sonra sırasıyla üçüncü larva dönemini %21.8, birinci larva dönemini %11.6 ve pupa dönemini %7.0 oranında oranında parazitlediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, parazitoit dişilerinin yumurta bırakmak için en fazla *A. floccosus*'un ikinci ve üçüncü larva dönemlerini tercih ettiği anlaşılmaktadır. Parazitoit çok az da olsa birinci larva ve pupa dönemine de yumurta bırakmıştır.

C. noacki'ye *A. floccosus*'un ergin öncesi dönemlerinin tümü birarada verildiğinde, yani parazitoitin beyazsineğin hangi dönemlerini daha çok parazitlediğini belirlemek için yapılan denemede elde edilen sonuçlar Tablo 2.'de verilmiştir. Bir önceki denemede görüldüğü gibi bu denemede de parazitoit yine en fazla %27.6 oranında beyazsineğin ikinci larva dönemini daha sonra da %17.4 oranında üçüncü larva dönemini

parazitlenmiştir (Tablo 2). *C. noacki*, *A. floccosus*'un birinci larva ve pupa dönemlerini de eşit oranda (%4.4) parazitlenmiştir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi, *C. noacki*'ye *A. floccosus*'un ergin öncesi larva dönemlerinin tümü bir arada verildiğinde parazitoitin en çok ikinci daha sonra da üçüncü larva dönemini tercih ettiği saptanmıştır.

Tablo 1. *Cales noacki* erginlerine *Aleurothrixus floccosus* ergin öncesi dönemleri ayrı ayrı verildiğinde parazitoitin parazitlenme durumu (Adet \pm S.H.).

<i>A. floccosus</i> Dönemleri	<i>C. noacki</i> (n)	<i>A. floccosus</i> (n)	Parazitli <i>A. floccosus</i> (n)	<i>A. floccosus</i> 'un parazitlenme oranı (%)
1. Larva	15	50	5.8 \pm 0.45 c	11.6
2. Larva	15	50	14.9 \pm 1.09 a	29.8
3. Larva	15	50	10.9 \pm 0.53 b	21.8
Pupa	15	50	3.5 \pm 0.49 d	7.0

* n *C. noacki* ve *A. floccosus* sayısını belirtmektedir.

** Ortalamalar arasındaki fark yukarıdan aşağıya izlendiğinde aynı harfi içermiyorsa Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre istatistiki olarak önemlidir (P= 0.05).

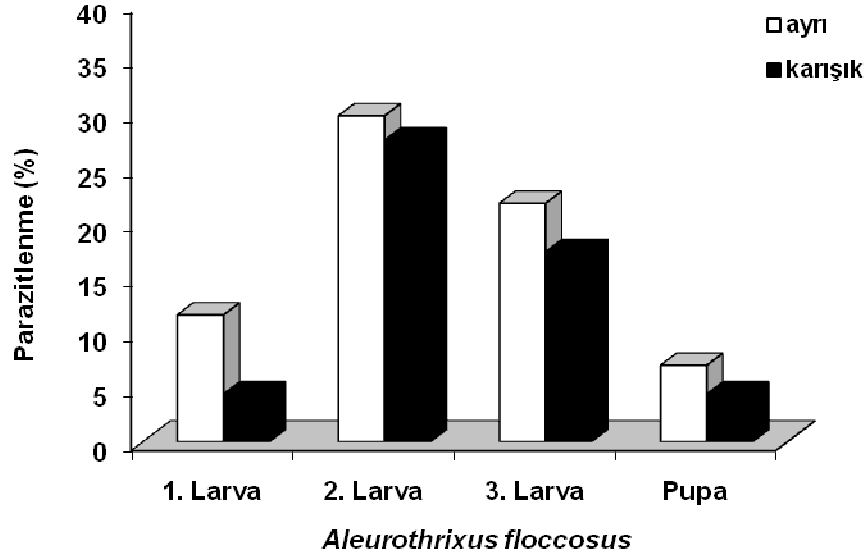
Tablo 2. *Cales noacki* erginlerine *Aleurothrixus floccosus* ergin öncesi dönemlerinin tümü birarada verildiğinde parazitoitin parazitlenme durumu (Adet \pm S.H.).

<i>A. floccosus</i> Dönemleri	<i>C. noacki</i> n	<i>A. floccosus</i> n	Parazitli <i>A. floccosus</i> n	<i>A. floccosus</i> 'un parazitlenme oranı (%)
1. Larva	15	50	2.2 \pm 0.43 c	4.4
2. Larva	15	50	13.8 \pm 0.93 a	27.6
3. Larva	15	50	8.7 \pm 0.58 b	17.4
Pupa	15	50	2.2 \pm 0.38 c	4.4

* n *C. noacki* ve *A. floccosus* sayısını belirtmektedir.

** Ortalamalar arasındaki fark yukarıdan aşağıya izlendiğinde aynı harfi içermiyorsa Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre istatistiki olarak önemlidir (P= 0.05).

Yapılan iki farklı denemenin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; *A. floccosus*'un larva ve pupa dönemleri *C. noacki*'ye ayrı ayrı veya tümü birarada verildiğinde, parazitoit dişilerinin yumurta bırakmak için en fazla ikinci larva, daha sonra da üçüncü larva dönemini tercih ettiği açıkça görülmektedir. Diğer taraftan *A. floccosus*'un birinci larva ve pupa dönemleri parazitoite ayrı ayrı ve hepsi bir arada verildiğindeki parazitlenme oranlarına birlikte baktığımızda ayrı ayrı verildiğinde daha fazla oranda parazitlenmişlerdir. Sonuçta, *C. noacki*'nin birinci larva veya pupa dönemini pek fazla tercih etmediği, ancak mecbur kaldığında bu dönemleri de parazitleyeceği kanısına varılmıştır (Tablo 1-2. ve Şekil 1). Benzer şekilde yapılan bir çalışmada *C. noacki*'nin, beyazsineğin öncelikle ikinci ve üçüncü larva dönemini tercih ettiğini, birinci larva dönemini ise hiç tercih etmediği bildirilmiştir [19]. Diğer bir çalışmada da, *C. noacki*'nin *A. floccosus*'un ikinci ve üçüncü larva dönemine yumurta bıraktığını bildirmişlerdir [20].



Şekil 1. *Cales noacki* erginlerine *Aleurothrixus floccosus* ergin öncesi dönemleri ayrı ayrı ve tümü bir arada verildiğinde, beyazsineğin parazitlenme durumu.

3.2. *Cales noacki*'nin *Aleurothrixus floccosus*'u parazitlemeye tercih ettiği döneme bıraktığı yumurta sayısı

Pupadan yeni çıkmış her bir *C. noacki* erginine *A. floccosus*'un ikinci larva dönemleri verilmiş ve bu işlem 46 kez tekrarlanmıştır. Deneme süresince %10'luk şekerli su verilen *C. noacki* dişileri yaşamları süresince ortalama 37.6 ± 1.17 adet, en az beş en fazla da 48 adet yumurta bırakmıştır. *C. noacki* dişilerinin ömrü boyunca ortalama 41.5 adet *A. floccosus*'u parazitlediği ve parazitoitin en fazla yumurtayı yaşamının ikinci gününde bıraktığı bildirilmiştir [19]. Benzer şekilde ortalama 12.2 gün yaşayan *C. noacki* dişilerinin ortalama 47.4 adet yumurta bıraktıkları tespit edilmiştir [21]. Bu çalışmada *C. noacki* dişilerinin bıraktığı yumurta sayıları literatürde bildirilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

3.3. *Cales noacki*'nin *Aleurothrixus floccosus* yoğunluğuna bağlı olarak parazitleme gücü

C. noacki, *A. floccosus* ile bir gün süreyle aynı ortamda bırakıldığında beyazsinek yoğunluğu arttıkça, parazitlediği birey sayısında belirgin bir artış olduğu ortaya çıkarılmıştır (Tablo 3). Parazitoite, 5 ve 10 adet *A. floccosus* larvası verildiğinde, parazitlenen birey sayıları arasında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Benzer şekilde *C. noacki*'ye *A. floccosus*'un 50, 100 ve 150 larva yoğunlukları verildiğinde her ne kadar istatistiki olarak fark ortaya çıkmışsa da, parazitlenen birey sayıları birbirlerine oldukça yakın bulunmuştur. En fazla parazitlenen birey sayısı, parazitoite 150 adet beyazsinek larvası verildiği zaman gerçekleşmiştir (Tablo 3). Parazitlenen birey sayısında 50 bireye kadar iki kat artış görülmüş olup, sonrasında artış devam etmiş, ancak artış çok düşük seviyelerde kalmıştır (Tablo 3). Bu düşük av yoğunluğunda parazitoitin neslini devam ettirebilmek için, az sayıdaki konukçuya az sayıda yumurtalarını bırakma eğiliminde olmasına bağlayabiliriz. Diğer taraftan *C. noacki*'nin parazitleme gücünün 100 adet *A. floccosus* yoğunluğu civarında olduğu, nitekim, 50, 100 ve 150 birey yoğunluğunda parazitoitin 50'nin altında bir parazitleme yaptığı da açıkça görülmektedir (Tablo. 3). Bu yoğunluktan sonra, belki de *A. floccosus*'un popülasyonunun artmasıyla beraber salgılanan balımsı maddenin de

artması ve bundan dolayı parazitoitin konukçusunu aramada zorluk çekme ve daha fazla bireyi parazitleyememe gibi bir sorun yaşadığı kanısına da varılabilir. *A. floccosus*'un ikinci larva döneminde başlayan balımsı madde salgılaması, daha sonraki dönemlerinde yoğun şekilde devam etmekte ve son dönemlerine doğru yüksek popülasyonlarda pupadan çıkmaya çalışan beyazsinek ya da parazitoit erginlerinin ölümlerine dahi neden olduğu da gözlenmiştir.

Tablo 3. *Cales noacki*'nin farklı yoğunluklardaki *Aleurothrixus floccosus* popülasyonunu parazitleme gücü (Adet \pm S.H.).

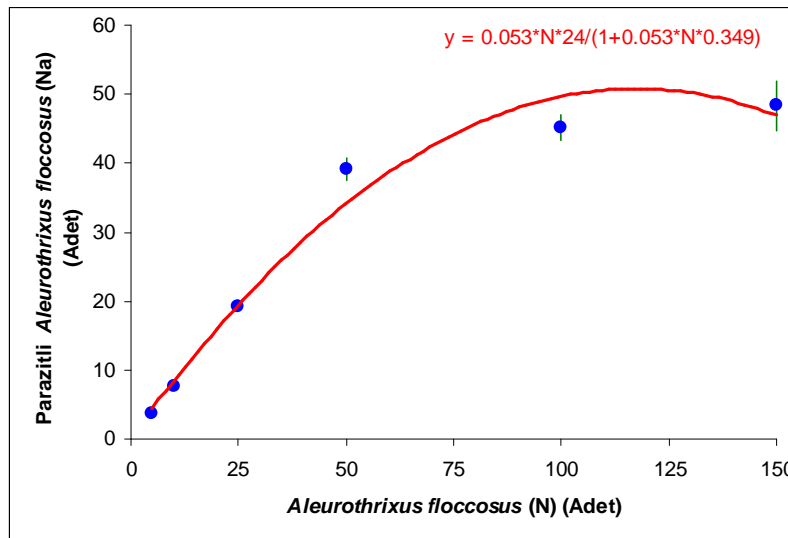
<i>A. floccosus</i> yoğunluğu (n)*	<i>C. noacki</i> n	Parazitli <i>A. floccosus</i> sayısı n	<i>A. floccosus</i> 'un parazitlenme oranı (%)
5	20	3.7 \pm 0.24 d	74.0
10	15	7.6 \pm 0.49 d	76.0
25	20	19.3 \pm 0.80 c	77.2
50	20	39.2 \pm 1.52 b	78.4
100	69	45.2 \pm 1.79 ab	45.2
150	19	48.4 \pm 3.57 a	32.3

* (n) Bir adet turunç yaprağı alanında (Ortalama 25 cm²) var olan *A. floccosus* sayısı.

** n *C. noacki* ergin ve parazitlenmiş *A. floccosus* sayısını belirtmektedir.

*** Ortalamalar arasındaki fark yukarıdan aşağıya izlendiğinde aynı harfi içermiyorsa Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre istatistiki olarak önemlidir (P= 0.05).

A. floccosus'un parazitlenme oranına baktığımızda; 5 larva yoğunluğunda %74 olan parazitlenme oranı, birey sayısı arttıkça hafifçe artmış ve 50 birey yoğunluğunda %78.4'e kadar ulaşmıştır. Parazitoitin 100 adet beyazsinek yoğunluğunda ise parazitlenme oranında belirgin bir düşüş görülmüş ve 150 bireyde bu oran %32.3'e kadar düşmüştür. *C. noacki*'nin 50 bireye kadar konukçusunu çok rahat parazitleyebildiği, ancak bu yoğunluktan sonra parazitlenme oranında düşme meydana geldiği tespit edilmiştir (Tablo. 3). Bu, denemeye alınan parazitoit dişilerinin performansının düşüklüğüne ya da birey sayısının artmasıyla artan balımsı madde nedeniyle parazitoitin konukçusuna rahatça yaklaşarak onu parazitleyememesine bağlanabilir.



Şekil 2. *Aleurothrixus floccosus*'un farklı larva yoğunluklarında, *Cales noacki*'nin işlevsel tepkisi.

C. noacki'nin *A. floccosus* üzerindeki işlevsel tepkisi, doğrusal olmayan regresyon eğrisi çizilerek hesaplanmıştır (Şekil. 2). Şekil. 2'deki regresyon eğrisinden de görülebileceği gibi parazitlenme 5 ile 50 larva seviyesine kadar hızlı bir şekilde artmış, ancak 50 larva seviyesinden sonra bu artış oldukça yavaşlayarak, eğim düz bir platoya dönüşme eğilimine girmiştir. *C. noacki*'nin doğada bulunan birçok parazitoit ve predatör ile benzer şekilde II. tipte işlevsel tepki eğrisi oluşturduğu [18], bu nedenle parazitoitin parazitleyebileceği maksimum birey sayısına ulaşmaya kadar parazitlenme oranının sürekli arttığı, maksimum parazitlediği birey sayısından sonra ise eğrinin sabitleştiği tespit edilmiştir. Bir başka beyazsinek parazitoiti olan *Eretmocerus debachi* Rose and Rosen (Hymenoptera: Aphelinidae)'nin II. tip işlevsel tepki eğrisini gösterdiği ve parazitoite *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera: Aleyrodidae)'nin farklı yoğunlukları verildiğinde, en fazla parazitlenen birey sayısının 150 adet *P. myricae* yoğunluğunda ortaya çıktığı belirtilmiştir [22]. Benzer şekilde *Encarsia formosa* Gahan, 1924 (Hymenoptera: Aphelinidae)'nin *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin dördüncü larva dönemleri üzerinde [23] ve *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) (Hemiptera: Aleyrodidae)'un farklı larva dönemleri üzerinde beslendiğinde II. tip işlevsel tepki sergilediği bildirilmiştir [24].

Holling'in disk eşitliğinden hesaplanan parametreler [a = parazitoitin konukçusunu anlık arama hızı, T_h = parazitoitin konukçusunu arama ve beslenmesi için geçen süre, $1/T_h$ = Parazitlenme hızı (deneme süresince parazitlenebilecek larva sayısı) ve R^2] [18] Tablo 4.'de verilmiştir. *C. noacki* dişilerine *A. floccosus*'un farklı yoğunlukları verildiğinde, bir konukçu larvasını arama bulma hızının (a) 0.053 ± 0.012 , konukçuyu başarılı bir şekilde parazitleyebilmesi (T_h) için ise 0.349 ± 0.049 saate ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir. Ayrıca, parazitoitin tüm yaşamı boyunca maksimum 68.77 adet *A. floccosus* ikinci dönem larvasını parazitleyebildiği ve R^2 değerinin (0.967) ise oldukça yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo. 4). Bir başka beyazsinek parazitoiti olan *E. formosa*'nın, *T. vaporariorum*'u parazitleyebilmek için 0.041 saate (2.5 dakika) [25], *B. tabaci*'yi parazitleyebilmek için ise 0.066 saate (4 dakika) [26] ihtiyaç duyduğu bildirilmiştir. Benzer bir çalışmada ise yaprak başına beş adet *T. vaporariorum* verildiğinde, *E. formosa*'nın, bir tek bireyi parazitleyebilmek için 2.21 saate (132.6 dakika) gereksinim duyduğu belirtilmiştir [27]. *E. formosa*, yapılan ilk çalışmada *T. vaporariorum*'u ikinci yapılan çalışmadakinden çok daha kısa sürede parazitlemiştir. Bunun nedeni olarak araştırmacıların çalışma koşullarının ve konukçunun farklılığından kaynaklandığını belirtmişlerdir. *E. formosa* için gerekli olan bu sürenin, *C. noacki*'nin konukçusunu parazitleyebilmesi için gerekli olan süreden daha kısa olduğu ve parazitoitin konukçusunu arayıp parazitleyebilmek için çok fazla enerji sarfetmesine gerek olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 4. *Cales noacki*'nin işlevsel tepki parametreleri (Ort. \pm S.H.).

$a \pm$ A.S.H.	$T_h \pm$ A.S.H. (Saat)	$1/T_h$	R^2
0.053 ± 0.012	0.349 ± 0.049	68.77	0.967

[a = Anlık arama hızı; T_h = Başarılı bir parazitlenme için geçen süre (arama, bulma, yoklama, parazitlenme, işaretleme, dinlenme dahil), $1/T_h$ = Parazitlenme hızı (deneme süresince (24 saat) parazitlenebilecek larva sayısı, A.S.H.= Asimptotik standart hata]

C. noacki'nin konukçusunu anlık arama ve bulma hızının 0.053 ± 0.012 olduğunu göz önüne alarak bu değeri turuncu fidanlarının ortalama yaprak alanına oranladığımızda (25

cm²), parazitoitin *A. floccosus*'u yaprak üzerinde parazitlenme değerinin 1.33 cm² alan/gün olduğu hesaplanmıştır.

Parazitlenme hızı değeri ($1/T_h$), konukçuların yalnızca parazitlenmesi için geçen süre değildir. Bu süre ayrıca, parazitoitin konukçusunu arama ve parazitlenme aktivitelerinin dışında kalan, beslenme, antenlerini temizleme, dinlenme vb. gibi faaliyetlerini de içermektedir [28]. Bunun yanı sıra karanlık ortamda parazitoitlerin aktif olmadıkları, hatta ovipozisyonun bu süre boyunca azaldığı ve bu durumun parazitoitin konukçusunu arayıp parazitleyebilmesi için geçen süreyi etkileyebileceği bilinmektedir [29]. Bu çalışmada tespit edilen *C. noacki*'nin beyazsineği bulup parazitleyebilmesi için gereken değer (0.349 saat) için de bu konuyu göz önünde bulundurmanız gerekmektedir. Yani bu çalışmada belirlenen parazitoitin konukçusunu parazitleyebilmek için geçen süre (0.349 ± 0.049 , yaklaşık 20.9 dakika) içerisinde parazitoit birçok faaliyetini gerçekleştirdiği gibi belki de karanlık ortamda konukçusunu arayıp parazitlemek yerine dinlenmeyi tercih ettiği göz önünde tutulmaktadır.

C. noacki'nin farklı *A. floccosus* yoğunluklarında Holling'in II. tip işlevsel tepki eğrisine çok iyi bir şekilde uyum gösterdiği tespit edilmiştir [18]. Ancak birçok araştırmacı, bir parazitoitin yalnızca II. tip işlevsel tepki sergilemesinin konukçusunun popülasyonunu düzenlemede yeterince başarılı olamayabileceğini bildirmişlerdir. Buna bağlı olarak da parazitoitlerin farklı konukçu, çevresel faktörler ve sıcaklık değişimlerinde farklı tipte işlevsel tepkiler sergileyebildikleri belirtilmiştir [30, 31]. Holling'in II nolu denkliğini gösteren doğal düşmanların, konukçu popülasyonlarını doğal olarak baskı altına alamayabilecekleri ve bunların zararlıların biyolojik mücadelesinde kullanılabilmesinin ancak doğal düşmanların doğaya salımları veya popülasyonlarını arttırıcı desteklemelerle başarılı olabilecekleri ifade edilmiştir [28, 32, 33].

Yapılan denemeler, gözlemler ve daha önce yapılan çalışmalar ışığında, *C. noacki*'nin *A. floccosus*'un mücadelesinde başarılı bir biyolojik mücadele etmeni olduğu, özellikle doğa koşullarında zararlıyı baskı altına almada etkili olabileceği, ancak parazitoitle ilgili, konukçu yoğunluklarının belirlenmesi ve farklı konukçu larva dönemleri üzerindeki işlevsel tepkisi gibi çalışmaların yürütülmesinin, *C. noacki*'nin tanınmasında önemli katkılar sağlayacağı kanısına varılmıştır. Nitekim Holling'in II. tip işlevsel tepkisini [18] gösteren *E. debachi* [22], *Eretmocerus mundus* Mercet, 1931 (Hymenoptera: Aphelinidae) [34], *E. formosa* [35] ve *Anagyrus kamali* Moursi, 1948 (Hymenoptera: Encyrtidae) [36] gibi birçok doğal düşman da *C. noacki* gibi, konukçularını doğa koşullarında rahatlıkla baskı altında tutmaktadırlar.

Kaynaklar

- [1] Onnilon, J.C. ve Onnilon, J., Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères infeodes aux agrumes. III. Introduction dans les Alpes-Maritimes de *Cales noacki* How. (Hym. Aphelinidae) parasite d'*Aleurothrixus floccosus* Mask. (Hom.) (Aleyrodidae). **Comptes Rendus Hebdomadaires Des Seances De l'Academie Des Sciences.** 58, 365-703, (1972).
- [2] Carrero, J.M., Primera contribución al estudio de la biología de la "mosca blanca" de los agrios, *Aleurothrixus floccosus* Mask., en la region valenciana.

- IV. Parasitismo por *Cales noacki* How. **Anales del INIA. Serie: Protección Vegetal (España)** 9, 153-162, (1975).
- [3] Onnilon, J.C., A propos de la présence en France d'une nouvelle espèce d'Aleurode nuisible aux citrus *Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homopt., Aleurodidae). **Comptes Rendus Hebdomadaires Des Seances De l'Academie Des Sciences**, 55, 937-941, (1969).
- [4] Ulusoy, M.R. ve Uygun, N., Doğu Akdeniz Bölgesi turunçgillerinde potansiyel iki yeni zararlı: *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) ve *Paraleyrodes minei* Iaccarino (Homoptera, Aleyrodidae). **Türkiye Entomoloji Dergisi**, 20, 2, 113-121, (1996).
- [5] Anonymous, Biological Control of Woolly Whitefly. **California Agriculture**, 30, 5, 4-8 p., (1976).
- [6] Chermiti, B. ve Onnilon, J.C., A. propos de la presence en Tunisie de deux nouvelles especes d'leurodes nuisibles aux agrumes, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) et *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera: Aleyrodidae). **Fruits**, 47, 3, 405-411, (1992).
- [7] Longo, S., Rapisarda, C. ve Russo, A., Results of the biological control of *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) in citrus orchards of eastern Sicily. **XIV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia**, 28 maggio-1 giugno, 841-848, (1985).
- [8] Vivas, A.G., Present status of whitefly on citrus in Spain, and control guidelines. **Seminaire de la commision de technique**, le 2 et 3 Septembre, Antalya – Turquie, 1-19, (1992).
- [9] Barbagallo, S., Longo, S., Rapisarda, C. ve Siscaro, G., Status of the biological control against citrus whiteflies and scale insects in Italy. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, 3, 1216-1220, (1993).
- [10] Rose, M. ve Woolley, J.B., Previously imported parasite may control invading whitefly. **California Agriculture**, 38, 3, 24-25, (1984).
- [11] Miklasiewicz, T.J. ve Walker, G.P., Population dynamics and biological control of the woolly whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on citrus. **Environmental Entomology**, 19, 5, 1485-1490, (1990).
- [12] Del-Bene, G. ve Gargani, E., Osservazioni su *Aleurothrixus floccosus* (Mask.) (Hom.: Aleyrodidae) e sul suo antagonista *Cales noacki* How. (Hym. Aphelinidae) in Toscana. **Redia**, 74, 1, 111-126, (1991).
- [13] Vivas, A.G., Present status of whitefly on citrus in Spain, and control guidelines. **Seminaire de la commision de technique**, le 2 et 3 Septembre, Antalya – Turquie, 1-19, (1992).
- [14] Katsoyannos, Ifantis, P., K. ve Kontodimas, D.C., Phenology, Population Trend and Natural Enemies of *Aleurothrixus floccosus* (Hom.: Aleyrodidae) at a Newly Invaded Area in Athens, Greece. **Entomophaga**, 42, 4, 619-628, (1997).
- [15] Ulusoy, M.R., Vatansver, G., Erkiliç, L. ve Uygun, N., Studies on *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Homoptera, Aleyrodidae) and its parasitoid, *Cales noacki* Howard (Hymenoptera, Aphelinidae) in the East Mediterranean Region of Turkey. **Journal of Pest Science**, 76, 6, 163-169, (2003).
- [16] Steel, R.G.D. ve Torrie, J.H., **Principles ve Procedures of Statistics**. Mc Graç-Hill Book Co., NEW YORK, p: 481, (1960).
- [17] Karman, M., **Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler**. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. T.C. Tar. Bak. Zir. Gn. Md. Yayınları Böl. Zir. Müc. Araştır. Enst., Bornova, İZMİR, 279 s., (1971).

- [18] Holling, C.S., Some characteristics of simple types of predation and parasitism. **Canadian Entomologist**, 91, 385-398, (1959).
- [19] Lo Pinto, M., “Ultreriori Notizie Bioetologiche su *Cales noacki* How. (Hym. Aphelinidae)”. **Estratto da Phytophaga**, 4, 93-111, (1993)
- [20] Onnilon, J.C. ve Onnilon, J.C., Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Homoptères inféodés aux agrumes. III. 2-Modalités de la dispersion de *Cales noacki* How. (Hymenoptera, Aphelinidae), parasite d'*Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homoptera, Aleyrodidae). **Bulletin SROP**, 3, 55-66, (1974).
- [21] Abbasi, M., Recherches sur deux homoptères fixés des citrus *Aonidiella aurantii* Mask. (Hom. Diaspididae) et *Aleurothrixus floccosus* Mask. (Hom. Aleyrodidae). **Centre de Recherches Agronomiques de Rabat** (1980).
- [22] Şengonca, Ç., Uygun, N., Ulusoy, M.R. ve Kersting, U., Laboratory studies on biology and ecology of *Eretmocerus debachi* Rose and Rosen (Hymenoptera: Aphelinidae) the parasitoid of *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Applied Entomology**, 118, 407-412, (1994).
- [23] Enkegaard, A., Temperature dependent functional response of *Encarsia formosa* parasitizing the Poinsettia-strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*, on Poinsettia. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 73, 19-29, (1994).
- [24] Fransen, J.J. ve Monfort, M.A.J. van, Functional response and host preference of *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Applied Entomology**, 103, 55-69, (1987).
- [25] Lenteren, J.C. van ve Schaal, A.W.J. van der, Temperature thresholds for oviposition of *Encarsia formosa*, *E. tricolor* and *E. pergandiella* in larvae of *Trialeurodes vaporariorum*. **Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit** (Gent), 46, 2, 457-464, (1981).
- [26] Enkegaard, A., *Encarsia formosa* parasitizing the Poinsettia strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*, on Poinsettia: bionomics in relation to temperature. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 69, 251-261, (1993).
- [27] Yano, E., Population responses of *Encarsia formosa* to the greenhouse whitefly and their role in population dynamics of whitefly-*E. formosa* system. **Bulletin O.I.L.B/W.P.R.S.**, 10, 2, 193-197, (1987).
- [28] Hassell, M.P., **The dynamics of arthropod predator-prey systems.** – Monographs in Population Biology, 12, Princeton University Press, Princeton, N. J., (1978).
- [29] Coker, R.A., The bionomics of *Geocoris pallens* Stal and *Geocoris punctipes* (Say) in cotton-alfaalfa agroecosystems with special reference to the biology of *Telenomus reynoldsi*, sp.n., a primary parasite of *Geocoris* eggs. –PhD dissertation, University of California, Riverside, (1973).
- [30] Wang, B. ve Ferro, D.N., Functional responses of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory and field conditions. **Environmental Entomology**, 27, 3, 752-758, (1998).
- [31] Enkegaard, A., Brodsgaard, H.F., ve Hansen, D.L., *Macrolophus caliginosus*: Functional response to whiteflies and preference and switching capacity between whiteflies and spider mites. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 101, 81-88, (2001).
- [32] Hassell, M.P. ve May, R.M., Stability in insect host – parasite models. **Journal of Animal Ecology**, 46, 249-262, (1973).

- [33] Murdoch, W.W. ve Oaten, A., Predation and population stability. **Advances in Ecological Research**, 9, 2-131, (1975).
- [34] Jones, W.A., Greenberg, S.M. ve Legaspi, B. Jr., The effect of varying *Bemisia argentifolii* and *Eretmocerus mundus* ratios on parasitism. **Biocontrol** 44, 13-28, (1999).
- [35] Roermund, H.J.W., Lenteren, J.C. van, ve Rabbinge, R., Analyses of Foraging Behavior of the Whitefly Parasitoid *Encarsia formosa* on a Leaf: A Simulation Study. **Biological Control**, 8, 22-36, (1997).
- [36] Sagarra, L.A., Vincent, C., Peters, N.F. ve Stewart, R.K., Effect of host density, temperature and photoperiod on the fitness of *Anagyrus kamali*, a parasitoid of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. **Entomologia experimentalis et Applicata**, 96, 141-147, (2000).