

## *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Hemiptera: Aphididae) ile Beslenen *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 (Coleoptera: Coccinellidae)'in İşlevsel Tepkisi

Ziraat Fakültesi Dergisi,  
Cilt 18, Sayı 2,  
Sayfa 116-122, 2023

Hacer ÇEVİK\*<sup>1</sup>, Şükran OĞUZOĞLU<sup>2</sup>, Tuğçe ÖZEK<sup>1</sup>, Mustafa AVCI<sup>2</sup>, İsmail KARACA<sup>1</sup>

Journal of the Faculty of Agriculture  
Volume 18, Issue 2,  
Page 116-122, 2023

**Öz:** Bu çalışmada yaprak biti *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Hemiptera: Aphididae) ile beslenen avcı böcek *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 (Coleoptera: Coccinellidae)'in işlevsel tepkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma için bakla bitkisi yetiştirilmiş, avcı böceğin 5 dönemine (4 larva ve ergin dönemi) 5 farklı sayıda av (5, 10, 20, 40 ve 80) besin olarak verilmiştir. Denemeler 5 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüş ve Denemelerde 14 cm çapında petri kapları kullanılmış ve bu kaplara avcı böceklerin beslenmesi amacıyla bakla yaprakları üzerine belli sayıda (5, 10, 20, 20 ve 80 adet) 2. ve 3. nimf döneminde olan yaprak biti aktarılmıştır. Bu aşamadan 24 saat geçtikten sonra avcı tükettiği av miktarı sayılıp kaydedilmiştir. Denemeler, 27±1°C sıcaklık ve %65±5 orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı (16:8) koşulların altında yürütülmüştür. *Harmonia axyridis*'in biyolojik dönemlerinde farklı sayılarda verilen besin tüketimleri arasında istatistik farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Birinci larva döneminde avcının diğer dönemlere göre daha az sayıda av tükettiği ve bunun istatistiki olarak da önemli olduğu bulunmuştur. Av tüketimi açısından incelendiğinde 3. ve 4. larva döneminde bulunan avcılarının daha fazla sayıda yaprak bitini tükettiği kaydedilmiştir. Av sayısına bağlı olarak avcının tüketim tepkisi doğrusal bir gelişme sergilemiştir. Bu iki karakter arasındaki ilişkinin yüzdesi regresyon denklemleri ile hesaplanmış olup, regresyon katsayısı 1. larva dönemi hariç %90'ın üzerinde olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Av-avcı ilişkileri, beslenme, biyolojik mücadele, trofik ilişkiler

## Functional Response of *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 (Coleoptera: Coccinellidae) Feeding on *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Hemiptera: Aphididae)

**Abstract:** The aim of this study was to determine the functional response of the ladybird beetle *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 (Coleoptera: Coccinellidae), which feeds on the bean aphid *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Hemiptera: Aphididae). Bean plants were cultivated for the study, and the predator beetle was provided with different numbers of prey (5, 10, 20, 40, and 80) during its 5 stages (4 larvae and adult stage). The experiments were conducted with 5 replicates. Petri dishes with a diameter of 14 cm were used for the experiments, and a specific number of second and third instar aphids (5, 10, 20, 20, and 80 individuals) were transferred onto bean leaves to serve as food for the predator. After 24 hours, the amount of prey consumed by the predator was counted and recorded. The experiments were conducted under conditions of 27±1°C temperature, 65±5% relative humidity, and long-day photoperiod (16:8). Statistical differences were found in the prey consumption of *Harmonia axyridis* among its different biological stages. It was observed that the predator consumed fewer prey during the first larval stage compared to the other stages, and this difference was statistically significant. When examined in terms of prey consumption, it was recorded that predators in the third and fourth larval stages consumed a larger number of aphids. The predator's consumption response showed a linear progression depending on the number of preys. The percentage of the relationship between these two variables was calculated using regression equations, and the regression coefficient was above 90% except for the first larval stage.

\*Sorumlu yazar (Corresponding author)  
cevikhacer96@gmail.com

Alınış (Received): 25/09/2023  
Kabul (Accepted): 27/10/2023

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,  
Isparta, Türkiye.

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği  
Bölümü, Isparta, Türkiye

**Keywords:** Prey-predator relationships, feeding, biological control, trophic interactions

## 1. Giriş

Küresel iklim değişikliği ve nüfus artışına bağlı olarak artan besin ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla kaliteli gıda üretimi ön plana çıkmıştır. Kaliteli ve daha fazla gıda üretimi yapabilmek için kimyasal gübreler ve pestisitler kullanılmış, ancak böceklerin insektisitlere karşı direnç göstermesi ve gıda ürünlerinde görülen kalıntı problemleri nedeniyle biyolojik mücadeleye yönelim artmıştır. Biyolojik mücadele çalışmaları çevre ve insan sağlığına zararının olmaması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir (Batra, 1982; Crowder ve Jabbour, 2014).

Biyolojik mücadele uygulamalarında başarı sağlanmasında zararlıya karşı etkili avcı ya da parazitoitin kullanılması önemlidir. Doğada her türün beslenme stratejisi, av tüketim miktarı, türler arasındaki ve tür içinde rekabet düzeyi farklılık göstermektedir. Bazı türler rekabet gücünün yüksek olması nedeniyle diğer türler üzerinde baskın olabilmektedir. Etkili doğal düşmanın belirlenmesinde av-avcı ilişkileri ya da konukçu bitkinin de dahil olduğu trofik ilişkilerin ortaya koyulması biyolojik mücadelede başarı oranını arttırmaktadır (Yu vd., 2020). Biyolojik mücadele etmeninin etkili olup olmadığı belirlemek amacıyla çeşitli hesaplamalar yapılmaktadır. Bu hesaplamalardan bir tanesi de işlevsel tepki olarak da adlandırılan hesaplama ile avcının av tüketim miktarını belirlemektir (Holling, 1966; Jeschke vd, 2002; Lester ve Harmsen, 2002; Omkar ve Pervez, 2004). Avcının hem farklı av türlerine göre hem de aynı türe ait farklı av miktarlarına göre işlevsel tepkisi değişkenlik gösterir (Farhadi vd., 2010). Başka bir deyişle bir doğal düşman etmeninin farklı av yoğunluklarında etkili olduğu av popülasyonu, avcı türün etki gücünü ortaya koymaktadır (Murdoch ve Oaten, 1975). Bu nedenle birçok avcı türün farklı avlar ve av miktarlarına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Kaydan ve Yaşar, 1999; Atlıhan vd., 2004; Lee ve Kang, 2004; Yaşar ve Özger, 2005; Atlıhan ve Güldal, 2008; Moradi vd., 2020; Khatrawi vd., 2022). Böylelikle etkili olan avcı belirlenebilmekte ve biyolojik mücadele çalışmalarında kullanımı önerilmektedir (Yu vd., 2020). Av yoğunluğu ile avcının av tüketim oranı arasında artış eğilimi olduğu belirtilmiştir. Bu artışı tanımlamak için dört işlevsel tepki türü ortaya koyulmuştur: Tip I: Artış eğiliminin maksimuma doğru doğrusal bir yükseliş, Tip II: artış eğiliminin maksimuma doğru sürekli azalan bir yükseliş, Tip III: sigmoid artış tipi ve Tip IV: kubbe şekilli artış eğilimi. Dördüncü tip işlevsel tepkide av yoğunluğunun sayısı artmasıyla av tüketim miktarının belirli bir noktaya kadar artış göstermesi ve o noktadan sonra azalışa geçmesi şeklindedir. Azalışa geçme durumu ise avın savunmaya geçmesi ile doğal düşman etmenine tepki göstermesidir (Holling, 1959). Arthropoda şubesinde doğal düşmanların işlevsel tepki çalışmalarında çoğunlukla Tip II kullanılmaktadır. Tip II işlevsel tepkide av ya da konukçu yoğunluğunun artması

ile öldürülen av yüzdesinde azalma olduğu için doğal düşmanlar av ya da konukçu yoğunluğuna göre ters etki göstermektedir (Feng vd., 2018).

Tarımsal üretimlerde ekonomik zararlara neden olan yaprak bitlerinin beslenmesiyle büyüme durmakta ve popülasyonun yoğun olması durumunda bitkide ölümler meydana gelmektedir. Oluşturdukları bu zararlara ek olarak yaprak bitleri beslenmeleri sırasında meydana getirdikleri tatlımsı maddeden dolayı bitki üzerinde fumajine sebep olmakta, fotosentezin gerçekleşmesini engellemektedir. Belirtilen bu etkiler hem üretim miktarının azalmasına hem de ürün kalitesinde düşümlere sebep olmaktadır (Düzgüneş ve Toros, 1978; Yoldaş vd., 2011). Ayrıca yaprak bitleri beslenme sırasında virüslere vektörlük yaparak bitkiye virüs bulaşmasına neden olmaktadır (Eastop, 1977; Harris ve Maramorosch, 2014). Çalışmaya konu olan *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Hemiptera: Aphididae) birçok otsu-odunsu tarımsal bitkiler ve süs bitkilerinde zarar yapan polifag bir türdür. Tarım alanında kullanılan bitkilerin önemli zararlıları arasında bulunan *A. fabae*, bakla bitkisinin dünyadaki en önemli zararlısı olduğu kabul edilmektedir (Baş, 2023). Dünyada geniş bir yayılımı bulunan tür, ülkemizde de birçok ilde tespit edilmiştir (Kök, 2019). Coccinellidae familyasından türler, yaprak bitleriyle biyolojik mücadelede yaygın olarak kullanılmaktadır. Coccinellidae familyası, zararlı popülasyonlarını düzenlemede ve zararlı yönetiminde önemli canlı grupları arasındadır (Uygun, 1981; Düzgüneş vd., 1982; Obrycki vd., 1998; Hodek, 2013; Biranvand vd., 2019). Coccinellidae familyasından *Harmonia axyridis* Pallas, 1773 Doğu Asya orijinli bir türdür. Ülkemizde ilk kez 2011 yılında Tekirdağ'da tespit edilmiş, ardından ülkemizde hızla yayılımını arttırmış ve birçok yerde (Ankara, Antalya, Balıkesir, Bartın, Bilecik, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Düzce, Isparta, İstanbul, İzmir, Karaman, Kastamonu, Kırklareli, Kocaeli, Muğla, Nevşehir, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Tokat, Trabzon, Yalova ve Yozgat) bulunmuştur (Aysal ve Kıvan, 2014; Bukejs ve Telnov, 2015; Baştuğ ve Kasap, 2015; Toper Kaygın ve Sobutay Kaplan, 2017; Tiftikçi, 2017; Öztemiz ve Yayla, 2018; Biranvand vd., 2019; Oğuzoğlu ve Avcı, 2019; Karataş vd., 2021; Patlar vd., 2021). Bu türün polifag olması nedeniyle besin tüketimi ve farklı avlar üzerindeki işlevsel tepkisi üzerine birçok çalışma bulunmaktadır (Lee ve Kang, 2004; Sarmiento vd., 2007; Seko ve Miura, 2008; Xue vd., 2009; Farhadi vd., 2010; Madadi vd., 2011; Feng vd., 2018; Wu vd., 2018; Yu vd., 2020; Islam vd., 2021; Islam vd., 2022).

Bu çalışmada yaprak biti *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) ile beslenen avcı böcek *Harmonia axyridis*'in (Coleoptera: Coccinellidae) larva ve ergin dönemlerindeki işlevsel tepkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyallerin temini ve üretimi

#### 2.1.1. Bitki üretimi

Denemelerde kullanılan bakla bitkisinin tohumları ekimden bir gün öncesinde suda bekletilmiştir. Sonrasında bu tohumlar içerisinde torf-toprak karışımı bulunan plastik saksılar içerisine ekilmiştir. Bitki üretimi  $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'de,  $\%65\pm 5$  orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı (16:8) koşullarına ayarlanmış iklim odasında gerçekleştirilmiştir. Bitkiler iki yapraklı boyuta gelince, yaprak biti üretiminin yapıldığı iklim odasına alınmıştır. Bitki üretimine çalışma boyunca devam edilmiştir.

#### 2.1.2. *Aphis fabae* üretimi

Çalışmada kullanılan yaprak bitleri (*Aphis fabae*) Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Biyolojik Mücadele Araştırma ve Uygulama laboratuvarına üretilen stok kültüründen alınmıştır. Laboratuvar koşullarında denemenin yürütülebilmesi için, iki yapraklı dönemine gelmiş bakla bitkilerine bulaştırma yapılmıştır. Yaprak bitlerinin üretimi  $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'de,  $\%65\pm 5$  orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı (16:8) koşullarına ayarlanmış iklim odalarında yürütülmüştür.

#### 2.1.3. *Harmonia axyridis* üretimi

Avcı böceğe ait larva ve erginler (*Harmonia axyridis*) ISUBÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Biyolojik Mücadele Araştırma ve Uygulama laboratuvarına üretilen stok kültüründen temin edilmiştir. İklim odasında üretimi yapılan yaprak biti *Aphis fabae* ile bulaşık bakla bitkileri makasla kesilerek besin olarak verilmiştir. Avcı üretimine  $27\pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklık ve  $\%65\pm 5$  orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı (16:8) koşullara sahip iklim kabinlerinde çalışma boyunca devam edilmiştir.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Denemelerin kurulması

Avcı böcek *Harmonia axyridis*'e ait yumurtalardan larvalar çıkar çıkmaz ayrı bir petri kabına alınarak larvalar 24 saat aç bırakılmıştır. 14 cm çapında petri kaplarına 3 adet bakla

yaprağı konularak yapraklar üzerine (5, 10, 20, 40 ve 80 adet) bakla yaprak biti (2. ve 3. dönem nimf) ve her petriye bir *H. axyridis* larvası aktarılmıştır. Bu işlemin üzerinden 24 saat geçtikten sonra larvaların tükettikleri av miktarı sayılıp kaydedilmiştir. Bu işlem avcı böceğin bütün larva dönemleri ile ergin dönemi için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Denemeler,  $27\pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklık ve  $\%65\pm 5$  orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı (16:8) koşulların altında yapılmıştır.

### 2.2.2. Verilerin değerlendirilmesi

Deneme sonunda avcı böceğin dört larva ve ergin dönem olmak üzere toplam beş dönem için av üzerindeki etkinliği yani işlevsel tepkisi Holling (1959)'in kullanmış olduğu formül ile hesaplanmıştır.

$$Na = \frac{TPaN}{(1+aThN)} \quad (1)$$

Na: Tüketilen av sayısı

T: Avcı ve avın bir arada tutulma süresi (24 saat)

P: Avcı sayısı

N: Birim alandaki av yoğunluğu

a: Avcının saldırı oranı

Th: Her bir avın yakalama süresi

Deneme düzeni 5 avcı dönemi ve 5 farklı sabit sayıda av kullanılarak 5 tekerrür şeklinde oluşturulmuştur. *Harmonia axyridis*'in farklı biyolojik dönemlerinin farklı sabit sayılarda verilen av tüketimleri arasında istatistiksel analizinde tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Daha sonra gruplar arasındaki farklılıkları kaynağını belirlemek için de Tukey çoklu karşılaştırma testi ( $p<0.05$ ) (Tukey, 1949) yapılmıştır. Farklı sabit sayıda verilen avlara, avcının işlevsel tepkisini belirlemek amacıyla doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics (Versiyon 23.0, 2015, IBM SPSS, Armonk New York, ABD) paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma sonucunda *Harmonia axyridis*'in farklı biyolojik dönemlerinin beş farklı sabit sayılarda (5, 10, 20, 40 ve 80 adet) verilen av sayısına bağlı olarak tüketim miktarları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde dört larva dönemi ve ergin dönemlerinin av sayısını tüketimleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğu görülmektedir. Birinci dönemde bulunan avcının diğer

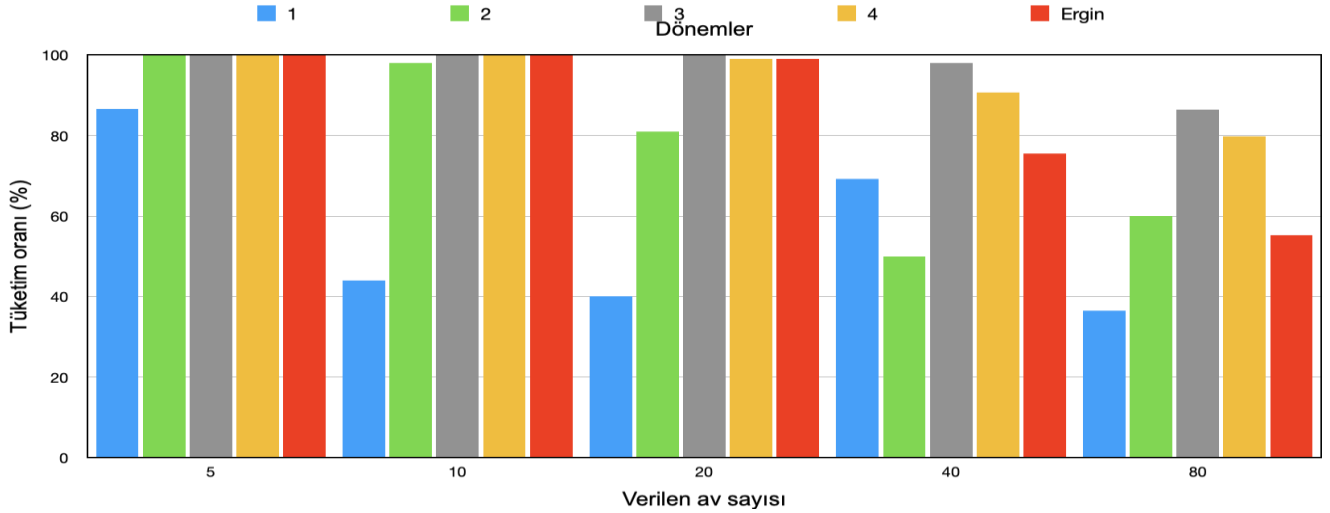
**Tablo 1.** *Harmonia axyridis*'in farklı biyolojik dönemlerindeki av tüketimi

Dönem	Yaprak biti sayısı (adet)				
	5	10	20	40	80
1. Larva	4.3 ± 0.3 b*	4.4 ± 0.8 b	8.0 ± 1.0 b	27.6 ± 1.7 ab	29.2 ± 3.7 c
2. Larva	5.0 ± 0.0 a	9.8 ± 0.2 a	16.2 ± 0.9 a	20.0 ± 2.3 b	48.0 ± 5.1 bc
3. Larva	5.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 a	20.0 ± 0.0 a	39.2 ± 0.8 a	69.2 ± 6.5 a
4. Larva	5.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 a	19,8 ± 0.2 a	29.0 ± 7.3 ab	63.8 ± 3.1 ab
Ergin birey	5.0 ± 0.0 a	10.0 ± 0.0 a	17.8 ± 1.9 a	30.2 ± 3.4 ab	44.2 ± 5.2 bc

\*Sütunlar yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey ( $p=0.05$ ) testine göre istatistiki olarak farklı değildir.

**Tablo 2.** Farklı dönemdeki *Harmonia axyridis*'in farklı sayıdaki avları tüketim oranları (%)

Dönem	Yaprak biti sayısı (adet)				
	5	10	20	40	80
1. Larva	87	44	40	69	37
2. Larva	100	98	81	50	60
3. Larva	100	100	100	98	87
4. Larva	100	100	99	91	80
Ergin birey	100	100	99	76	55

**Şekil 1.** Farklı dönemdeki avcılarının farklı sayıdaki avları tüketim oranları

dönemlere göre daha az sayıda av tükettiği ve bunun istatistiki olarak da önemli olduğu görülmektedir. 3. ve 4. dönemde bulunan avcılarının daha fazla sayıda yaprak biti bireyini tükettiği, bunu 2. larva döneminin ve ergin dönemin izlediği anlaşılmaktadır.

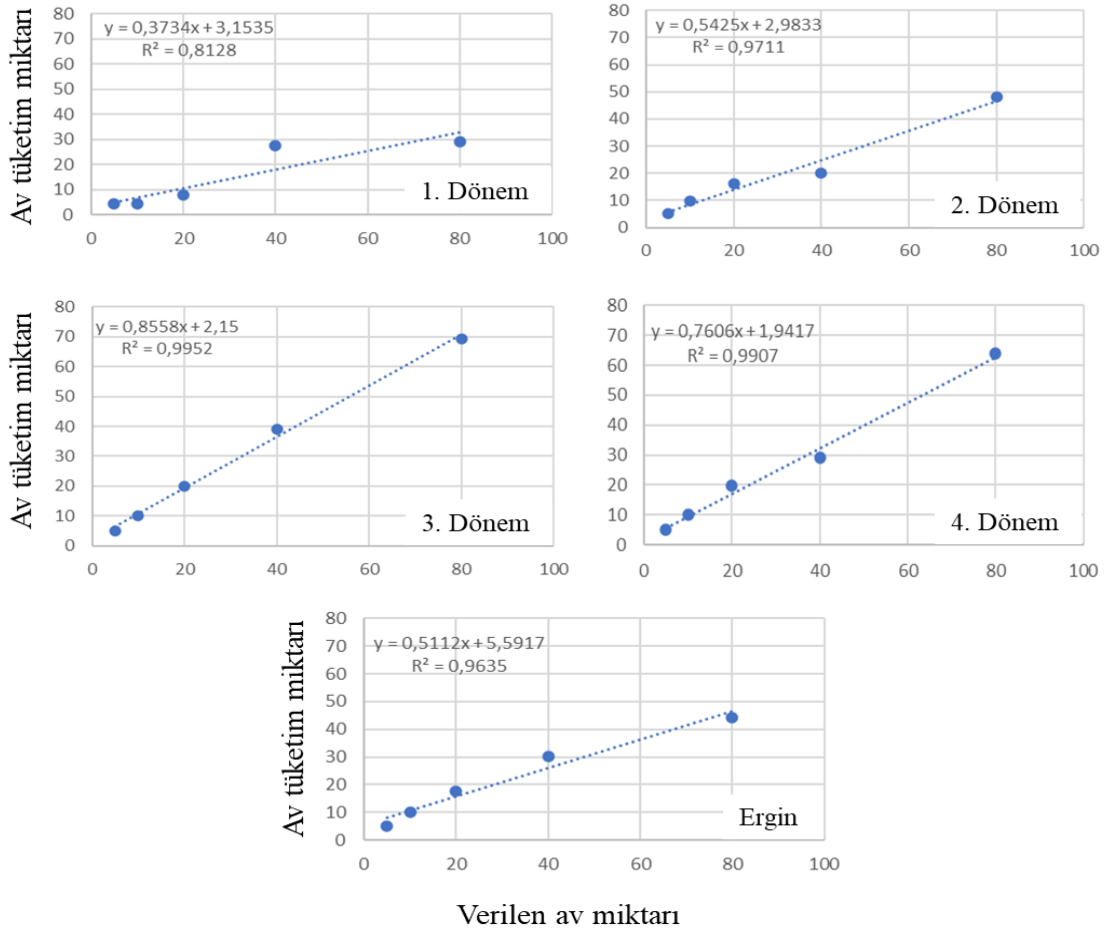
Yapılan denemelerde, farklı dönemlere verilen farklı sabit av sayılarının tüketilme oranları Tablo 2 ve Şekil 1'de verilmiştir. Tablo 2 ve Şekil 1 incelendiğinde av olarak 5 birey verildiğinde birinci dönemdeki avcı bunun %87'sini tüketirken, diğer dönemler tümünü tüketmiştir. Verilen av sayılarına bağlı olarak avcının farklı dönemlerinin tüketim oranları da farklılık göstermiştir. Örneğin 10 adet yaprak biti verildiğinde 3. ve 4. dönem larvalar ile erginlerin avın tümünü tüketirken av sayısı arttıkça tüketim oranında genel bir azalma saptanmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda verilen av sayısına avcının tepkisinin belirlendiği sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'de de görüldüğü gibi verilen av sayısına bağlı olarak avcının tüketim tepkisi doğrusal bir gelişme sergilemiştir. Bu iki karakter arasındaki ilişkinin yüzdesi regresyon denklemleri ile hesaplanmış olup, regresyon katsayısı 1. larva dönemi hariç her zaman %90'ın üzerinde olmuştur.

Av yoğunluğu ile tüketilen av sayısı arasındaki ilişki hem av hem de avcı türe göre değişkenlik göstermektedir. Ayrıca avcılarının farklı sayıdaki av miktarlarını tüketim miktarı da değişmektedir (Farhadi vd., 2010). Coccinellidae familyasından birçok türün av tüketim miktarı ve işlevsel tepkisi belirlenmiştir. *Harmonia axyridis*, polifag bir tür

olması ve besin tüketiminin yüksek olması nedeniyle çalışmalarda sıklıkla kullanılmıştır. *H. axyridis*'in larva ve ergin dönemlerinde av olarak *Myzus persicae* verilmiş ve dördüncü larva döneminde av tüketim oranı yüksek bulunmuştur (Seko ve Miura, 2008). *H. axyridis*'in *Melanaphis sacchari* (Wu vd., 2018), *Tinocallis kahawaluokalani* (Gholamzadeh-Chitgar, 2019) ve *Acyrtosiphon pisum* (Islam vd., 2019) ile beslenen 4. larva ve ergin (dişi) döneminde daha fazla av tükettiği belirtilmiştir. Farklı larva dönemlerinde de işlevsel tepki değerinin yüksek olduğu çalışmalar bulunmaktadır. *Aphis craccivora* ile beslenen *H. axyridis*'in larva ve erginlerinin işlevsel tepki değerleri belirlenmiş ve 2. larva döneminde türün daha etkin olduğu görülmüştür (Chen vd., 2015). *Aphis glycines* (Xue vd., 2009) ve *Aphis gossypii* (Lee ve Kang, 2004) ile beslenen *H. axyridis* bireylerinin 3. larva döneminde daha fazla av tükettiği belirtilmiştir. Çalışmamızda da *H. axyridis*'in birinci larva döneminde en az av tüketimi saptanmış, üçüncü ve dördüncü larva dönemlerinde daha fazla *Aphis fabae* tüketimi görülürken av tüketim oranları ikinci larva dönemi ve ergin dönemde benzerlik göstermiştir. Literatür çalışmaları incelendiğinde, farklı av türlerine göre *H. axyridis*'in farklı işlevsel tepki değerlerine sahip olduğu ancak genel olarak son larva dönemi ve ergin dönemlerde av tüketim oranının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda av sayısı ile avcının tüketim oranı arasında doğrusal bir eğilim görülmüştür. Bu çalışmada da literatür çalışmalarında olduğu gibi Tip II işlevsel tepki bulunmuştur. *H. axyridis*'in 4 larva ve ergin döneminde



Şekil 2. Avcının farklı sabit sayıda verilen avlara işlevsel tepkisi

*Acyrtosiphon pisum* 15 ve 35 °C sıcaklıklarında lojistik regresyon ve Roger'ın rastgele avcı modelleri ile işlevsel tepkisini araştırmıştır. Ortam sıcaklığının artmasıyla avcı aktivitesi ve *A. pisum* bireylerinin ölüm oranında artış tespit edilmiştir (Islam vd., 2019). Aynı avcının *Tinocallis kahawaluokalani* ile yapılan başka bir çalışmada tüketilen avların oranında av yoğunluğu arttıkça katlanarak azalış görülmüştür (Gholamzadeh-Chitgar, 2019). *H. axyridis*'in iki yaprak biti türünde avlanma etkinliğine sıcaklığın etkisi araştırılmış, *Chromaphis juglandicola*'nın *Panaphis juglandis*'e göre avlanmada daha iyi olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada da avcı yoğunluğu arttıkça av tüketim oranının azaldığı belirlenmiştir (Gao vd., 2020). *Rhopalosiphum prunifoliae* türü ile yapılan çalışmada ise yaprak biti sayısı ile avlanma oranının doğrusal olarak arttığı, yaprak biti yoğunluğunun 70-100 oranına çıkarıldığında av direnci ve kaçışı ile avcının saldırı oranının düştüğü bildirilmiştir (Luo, 1987). Feng vd. (2018) ise *H. axyridis*'in dişi bireylerinin *Aphis citricola*'nın 6 farklı av yoğunluğundaki deneme sonunda av yoğunluğu ile av tüketiminin doğru orantılı bir eğilim gösterdiği bildirmiştir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak avcı böcek *Harmonia axyridis* ile yapılan çalışma sonucunda kullanılan yaprak biti *Aphis fabae*'nin

biyolojik mücadelesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ülkemizde ilk kez 2014 yılında görülen bu avcı böceğin besin tüketiminin yüksek olduğu ve sera gibi alanlarda kullanılabileceği düşünülmektedir. Ancak besin tüketiminin yüksek olması nedeniyle ekosistemde türler arası rekabette baskın olabileceği düşünüldüğünde, ülkemizin doğal Coccinellidae türleri ve özellikle de nadir görülen Coccinellidae türleri üzerinde tehdit oluşturabileceği bu nedenle açık alanlarda yürütülecek çalışmalarda kullanılmasının uygun olmayacağı düşünülmektedir.

#### Teşekkürler

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir. Tuğçe ÖZEK, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından doktora öğrencilerine yönelik YÖK 100/2000 burs programı kapsamında desteklendi.

#### Yazar Katkı Oranları

Çalışma, İsmail Karaca ve Mustafa Avcı tarafından kurgulanmıştır. Materyal temini İsmail Karaca, Hacer Çevik ve Şükran Oğuzoğlu, laboratuvar çalışmaları Hacer Çevik,



Şükran Oğuzoğlu ve Tuğçe Özek tarafından yapılmıştır. Makale yazımına tüm yazarlar katkı sağlamıştır.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

### Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

### Kaynakça

- Atlıhan, R., & Güldal, H. (2008). Prey density-dependent feeding activity and life table history of *Scymnus subvillosus*. *Phytoparasitica*, 37, 35-41.
- Atlıhan, R., Kaydan, B., & Özgökçe, M.S. (2004). Feeding activity and life history characteristics of the generalist predator, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) at different prey densities. *Journal of Pest Science*, 77, 17-21.
- Aysal, T. & Kıvan, M. (2014). Occurrence of an invasive alien species *Harmonia axyridis* (Pallas)(Coleoptera: Coccinellidae) in Turkey. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 4(3), 141-146.
- Baş, F. H. (2023). *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) üzerinde *Hippodamia variegata* ve *Adalia fasciatopunctata revelierei* (Coleoptera: Coccinellidae)'nin demografik özellikleri, tüketim kapasiteleri ve salım oranlarının belirlenmesi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 108s., Van
- Baştuğ, G., & Kasap, İ. (2015). Çanakkale ili Coccinellidae (Coleoptera) familyası üzerine faunistik çalışmalar. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 6(1), 41-50.
- Batra, S. W. (1982). Biological control in agroecosystems. *Science*, 215(4529), 134-139.
- Biranvand, M., Nedved, O., Tomaszewska, W., Al Ansi, A. N., Fekrat, L., Haghghadam, Z. M., Khormizi, M. Z., Noorinahad, S., Şenal, D., Shakarami, J., & Haelewaters, D. (2019). The genus *Harmonia* (Coleoptera, Coccinellidae) in the Middle East region. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 59, 163-170.
- Bukejs, A., & Telnov, D. (2015). The first record of the invasive lady beetle *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) in Turkey. *Zoology and Ecology*, 25(1), 59-62.
- Crowder, D. W. & Jabbour, R. (2014). Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: current status and future challenges. *Biological Control*, 75, 8-17.
- Duzgunes, Z. & Toros, S. (1978). Studies on the aphid species infesting apple trees in the Ankara district and a short account of their life-history. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 2(3), 151-175.
- Eastop, V. F. (1977). *Worldwide importance of aphids as virus vectors*. In *Aphids as virus vectors*. Academic Press, 3-62.
- Farhadi, R., Allahyari, H., & Juliano, S. A. (2010). Functional response of larval and adult stages of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) to different densities of *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 39(5), 1586-1592.
- Feng, Y., Zhou, Z. X., An, M. R., Yu, X. L., & Liu, T. X. (2018). The effects of prey distribution and digestion on functional response of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 124, 74-81.
- Gao, G., Liu, S., Feng, L., Wang, Y., & Lu, Z. (2020). Effect of temperature on predation by *Harmonia axyridis* (Pall.) (Coleoptera: Coccinellidae) on the walnut aphids *Chromaphis juglandicola* Kalt. and *Panaphis juglandis* (Goeze). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30, 1-6.
- Harris, K. F., & Maramorosch, K. (Eds.). (2014). *Aphids as virus vectors*. Elsevier.
- Hodek, I. (2013). *Biology of Coccinellidae*. Springer Science & Business Media.
- Holling C.S. (1959). Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomology*, 91, 385-398.
- Holling, C.S. (1966). The functional response of invertebrate predators to prey density. *The Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 98, 5-86.
- Islam, Y., Shah, F. M., Günçan, A., DeLong, J. P., & Zhou, X. (2022). Functional response of *Harmonia axyridis* to the larvae of *Spodoptera litura*: the combined effect of temperatures and prey instars. *Frontiers in Plant Science*, 13, 849574.
- Islam, Y., Shah, F. M., Rubing, X., Razaq, M., Yabo, M., Xihong, L., & Zhou, X. (2021). Functional response of *Harmonia axyridis* preying on *Acyrtosiphon pisum* nymphs: the effect of temperature. *Scientific Reports*, 11(1), 13565.
- Jeschke, J.M., Kopp, M., Tollrian, R. (2002). Predator functional responses: discriminating between handling and digesting prey. *Ecological Monographs*, 72, 95-112.
- Karataş, A., Karataş, A., Yavuz, N., Ülker, E. D., Koçak, Ö., & Akbaba, B. (2021). Insectum non grata: the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 45(3), 197-205.
- Kaydan, B. & Yaşar, B. (1999). Avcı Böcek *Scymnus apetzii* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae)'nin *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) (Hom.: Aphididae) Üzerindeki İşlevsel ve Sayısal Tepkileri ile Açlığa Dayanma Sürelerinin Saptanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 9, 29-35.
- Khattawi, S., Kayahan, A., & Karaca, İ. (2022). Functional and numerical response of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) on *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 6(2), 311-318.

- Koch, R. L., Venette, R. C., & Hutchison, W. D. (2006). Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in the western hemisphere: implications for South America. *Neotropical Entomology*, 35, 421-434.
- Kök, Ş. (2019). Çanakkale ve Balıkesir illeri yaprakbiti (Hemiptera: Aphidoidea) faunası ile doğal düşmanlarının belirlenmesi ve kiraz siyah yaprakbiti, *Myzus cerasi* (Fabricius, 1775)'nin biyolojisi üzerine çalışmalar. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 274s, Çanakkale.
- Lee, J.H. & Kang, T.J. (2004). Functional response of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) to *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) in the laboratory. *Biological Control*, 31, 306-310.
- Lester, P.J. & Harmsen, R. (2002). Functional and numerical responses do not always indicate the most effective predator for biological control: an analysis of two predators in a two-prey system. *Journal of Applied Ecology*, 39, 455-468.
- Madadi, H., Mohajeri Parizi, E., Allahyari, H., & Enkegaard, A. (2011). Assessment of the biological control capability of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) using functional response experiments. *Journal of Pest Science*, 84, 447-455.
- Moradi, M., Hassanpour, M., Fathi, S.A.A. & Golizadeh, A. (2020). Foraging behaviour of *Scymnus syriacus* (Coleoptera: Coccinellidae) provided with *Aphis spiraeicola* and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) as prey: Functional response and prey preference. *European Journal of Entomology*, 117, 83-92.
- Murdoch, W. W. & A. Oaten, (1975). Predation and population stability. *Advances in Ecological Research*, 9, 1-131.
- Obrzycki, J. J., Harwood, J. D., Kring, T. J., & O'Neil, R. J. (2009). Aphidophagy by Coccinellidae: application of biological control in agroecosystems. *Biological Control*, 51(2), 244-254.
- Oğuzoğlu Ş. & Avcı M. (2019). Natural enemies of *Cinara cedri* Mimeur 1936 (Hemiptera: Aphididae) in cedar forests in Isparta regional forest directorate. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 19, 172-184.
- Omkar, O. & Pervez, A. (2004). Functional and numerical responses of *Propylea dissecta* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, 128, 140-146.
- Öztemiz, S., & Yayla, Ş. (2018). Two new species of *Harmonia* (Coleoptera: Coccinellidae) from Düzce, Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 13(1), 318-322.
- Patlar G., Oğuzoğlu Ş., Avcı M. & Şenol Ö. (2021). Aphid (Hemiptera: Aphididae) species in Burdur urban parks with three records for the fauna of Turkey, their host plants and predators. *Turkish Journal of Entomology*, 45, 381-397.
- Sarmento, R. A., Pallini, A., Venzon, M., Souza, O. F. F. D., Molina-Rugama, A. J., & Oliveira, C. L. D. (2007). Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50, 121-126.
- Seko, T., & Miura, K. (2008). Functional response of the lady beetle *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) on the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Applied Entomology and Zoology*, 43(3), 341-345.
- Tiftikçi, P. (2017). Studies on Coccinellidae species identified on sugar beet production areas in Yozgat province. *Journal of Natural and Applied Sciences*, 33, 79-90.
- Toper Kaygın A. & Sobutay Kaptan U. (2017). Coccinellidae (Insecta: Coleoptera) species of Bartın province. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 19, 227-236.
- Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, 99-114.
- Wu, P., Zhang, J., Haseeb, M., Yan, S., Kanga, L., & Zhang, R. (2018). Functional responses and intraspecific competition in the ladybird *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) provided with *Melanaphis sacchari* (Homoptera: Aphididae) as prey. *European Journal of Entomology*, 115, 232-241.
- Xue, Y., Bahlai, C. A., Frewin, A., Sears, M. K., Schaafsma, A. W., & Hallett, R. H. (2009). Predation by *Coccinella septempunctata* and *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 38(3), 708-714.
- Yaşar, B., & Özger, Ş. (2005). Functional response of *Oenopia conglobata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) on *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) (Homoptera: Aphididae) in three different size arenas. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 29(2), 91-99.
- Yoldaş, Z., Güncan, A., & Koçlu, T. (2011). Seasonal occurrence of aphids and their natural enemies in Satsuma mandarin orchards in Izmir, Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35(1), 5974.
- Yu, X. L., Tang, R., Xia, P. L., Wang, B., Feng, Y., & Liu, T. X. (2020). Effects of prey distribution and heterospecific interactions on the functional response of *Harmonia axyridis* and *Aphidius gifuensis* to *Myzus persicae*. *Insects*, 11(6), 325.