

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
2022-YL-018

***ADALIA DECEMPUNCTATA* (L.) (COLEOPTERA,
COCCINELLIDAE)' DA TÜR İÇİ KANİBALİZM DAVRANIŞI
ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR**

Anisa ABDINASIR MOHAMED

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Tülin AKŞİT

AYDIN- 2022

TEŞEKKÜR

Çalıőmamda beni yüreklendiren, maddi ve manevi desteğini gördüğüm ve öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, eğitim hayatım boyunca her konuda yardımlarını ve katkılarını asla unutmayacağım, tez danıőman hocam Sayın Prof. Dr. Tülin AKŞİT'e sonsuz teőekkürlerimi sunmak isterim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgileriyle ve yüreklendirici sözleriyle bana akademik yolda devam etme motivasyonu sağlayan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bitki Koruma Bölümündeki tüm hocalarıma sonsuz teşekkür ederim.

Çalıőmamın deneme aőamasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Necla KURT ve Fadime CİVLEZ' e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni destekleyen uzakta olsalar da hep yanımda olan haklarını asla ödeyemeyeceğim annem ve babama teőekkürlerimi sunarım.

Anisa ABDINASIR MOHAMED

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
RESİMLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. <i>Adalia decempunctata</i> (L.) Hakkında Genel Bilgiler.....	3
2.1.1. Sistematikteki Yeri	3
2.1.2. Morfolojik Özellikleri	4
2.1.2.1. Ergin	4
2.1.2.2. Larva.....	5
2.1.2.3. Pupa	5
2.1.2.4. Yumurta.....	6
2.1.3. Biyolojisi ve Beslenmesi	6
2.2. <i>Adalia decempunctata</i> (L.) ve Diğer Bazı Coccinellid Türlerinin Kanibalizm Davranışları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Yöntem	14

3.2.1. Üretim Çalışmaları	14
3.2.1.1. Konukçu Bitki Üretimi	14
3.2.1.2. <i>Myzus persicae</i> Sulzer Üretimi.....	15
3.2.1.3. <i>Adalia decempunctata</i> (L.) Üretimi.....	16
3.3. <i>Adalia decempunctata</i> (L.)' nin Kanibalizm Davranışlarının İncelenmesi.....	17
3.3.1. Ergin ve Larvalarda Yumurta Kanibalizminin Belirlenmesi.....	17
3.3.2. Aynı Larva Dönemindeki Bireyler Arasında Kanibalizm Davranışının Belirlenmesi...	18
3.3.3. Erginlerde Larva Kanibalizmi ve Farklı Larva Dönemleri Arasındaki Kanibalizmin Belirlenmesi.....	19
3.2.4. İstatistiksel Analizler	19
4. BULGULAR	20
4.1. Erginlerde Yumurta Kanibalizmi	20
4. 2. Larvalarda Yumurta Kanibalizmi.....	20
4.3. Aynı Larva Dönemindeki Bireyler Arasında Kanibalizm.....	21
4.4. Erginlerde Larva Kanibalizmi ve Farklı Larva Dönemleri Arasındaki Kanibalizm	22
5. TARTIŞMA.....	24
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	28
KAYNAKLAR.....	29
BİLİMSEL ETİK BEYANI	34
ÖZGEÇMİŞ.....	35

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- λ : Üreme gücü
- m_x : Yaşa özgü doğurganlık
- r : İntrinsic artış hızı
- R_0 : Net üreme oranları
- S_{xj} : Yaşa-döneme özgü canlılık oranı
- T : Ortalama döl süresi
- T_{fast} : En hızlı gelişme sıcaklığı
- T_{max} : Üst gelişme eşiği

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1. <i>Adalia decempunctata</i> (L.)' nin Ergin ve Yumurtaları.....	4
Resim 2.2. Dördüncü Dönem <i>Adalia decempunctata</i> (L.) Larvası.....	5
Resim 2.3. <i>Adalia decempunctata</i> (L.) Pupaları	6
Resim 2.4. <i>Adalia decempunctata</i> (L.)' nin Yumurtaları.....	6
Resim 3.1. <i>Myzus persicae</i> Sulzer Üretiminde Kullanılan Patlıcan Bitkileri	15
Resim 3.2. <i>Myzus persicae</i> Sulzer ile Bulaşık Patlıcan Bitkileri	15
Resim 3.3. <i>Adalia decempunctata</i> (L.) Erginleri	16
Resim 3.4. Birinci ve İkinci Dönem Larvaların Gömlek Değişimlerinin Belirlendiği Müngen Hücreleri.....	17
Resim 4.1. <i>Adalia decempunctata</i> (L.) Yumurtasıyla Beslenen Larva.....	21
Resim 4.2. Aynı Dönemdeki Larva ile Beslenen Dördüncü Dönem <i>Adalia decempunctata</i> (L.) Larvası	22
Resim 4.2. <i>Adalia decempunctata</i> (L.) Larvaları Arasında Kanibalizm.....	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. <i>Adalia decempunctata</i> (L.)' nın Larva ve Erginlerine Verilen Yumurta Sayıları	18
Çizelge 4.1. <i>Adalia decempunctata</i> (L.) Erginlerinin Yumurta Tüketim Oranı (%) $X \pm Sh$	20
Çizelge 4.2. <i>Adalia decempunctata</i> (L.)' nın Larva Dönemlerinin Yumurta Tüketim Oranları (%) $X \pm Sh$	21
Çizelge 4.3. <i>Adalia decempunctata</i> (L.)' nın Aynı Larva Dönemleri Arasındaki Kanibalizm Oranları (%) $X \pm Sh$	22

ÖZET

ADALIA DECEMPUNCTATA (L.) (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE)' DA TÜR İÇİ KANİBALİZM DAVRANIŞI ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Abdinasir Mohamed A. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Programı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2022.

Amaç: Çalışmada, afidofag *Adalia decempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) ergin ve larvalarının kendi yumurtalarının üzerindeki kanibalizmi ve aynı dönem larvalar arasındaki kanibalizm incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem: Denemeler iklim odasında $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\%55\pm 5$ nem ve 16/8 saat aydınlık/karanlık koşullarda yürütülmüştür. Denemelerde birinci dönem larvalar üç saat, ikinci, üçüncü ve dördüncü dönem larvalar ile çiftleşmemiş beş günlük erginler 24 saat aç bırakıldıktan sonra kullanılmıştır. Avcının birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü larva dönemlerine sabit sayılarda, sırasıyla 10, 20, 45 ve 70 adet, ergin dişi ve erkeğe ise 100'er adet yumurta verilmiştir. Denemeler 24 saat sonra kontrol edilmiştir. Larva kanibalizm denemeleri 20 tekerrürlü, ergin kanibalizm denemeleri ise 10 tekerrürlü kurulmuştur.

Bulgular: *Adalia decempunctata* ergin ve larvalarının kendi yumurtalarıyla beslendiği belirlenmiştir. Ergin dişiler erkeklerden çok daha fazla yumurta tüketmiştir. En fazla yumurta ikinci ve üçüncü dönem larvalar tarafından tüketilmiş, onları birinci ve dördüncü dönem larvalar izlemiştir. Aynı dönem larvalararasında en fazla kanibalizm dördüncü larva döneminde saptanmış, onu üçüncü, ikinci ve birinci larva dönemleri izlemiştir.

Sonuç: Av yokluğunda, yumurtaların ergin ve larvalara karşı savunmasız ve yüksek risk altında olduğu, ayrıca aynı dönemdeki larvalar arasında da kanibalizm riskinin yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: *Adalia decempunctata*, Tür içi kanibalizm, Yumurta kanibalizmi, Larva kanibalizmi

ABSTRACT

RESEARCHES ON INTRASPECIFIC CANNIBALISM BEHAVIOR OF *ADALIA DECEMPUNCTATA* (L.) (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE)

Abdinasir Mohamed A. Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Plant Protection Program, Master Thesis, Aydın, 2022.

Objective: In this study, cannibalism of adults and larvae of aphidophagous *Adalia decempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) on conspecific eggs and cannibalism among same-aged larvae were investigated.

Material and Methods: The trials were carried out in a climate room at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $55\pm 5\%$ humidity, and 16/8 h light/dark conditions. In the trials, the first instar larvae starved for 3 hours, and the second, third and fourth instar larvae and five days old unmated adults were used after 24 hours of starving. Fixed numbers of 10, 20, 45, 70 and 100 eggs were offered to the first, second, third and fourth larval stages and unmated adult female and male of predator, respectively. The trials were checked after 24 hours. Larva cannibalism trials were established with 20 replications and adult trials with 10 replications.

Results: Adults and larvae of *A. decempunctata* were determined to feed on conspecific eggs. The unmated adult females of the species consumed much more eggs than the males. The second and third instar larvae consumed the most eggs, followed by first and fourth instar larvae. Among the same-aged larval stages, the highest level of cannibalism was detected in the fourth larval stage, followed by the third, second and first larval stages.

Conclusion: In the absence of prey, *A. decempunctata* eggs were found to be vulnerable and at high risk of cannibalism by adults and larvae, and also the rate of cannibalism was high among same-aged larvae.

Keywords: *Adalia decempunctata*, Sibling cannibalism, Egg cannibalism, Larvae cannibalism

1. GİRİŞ

Coccinellidae familyası Coleoptera takımı içerisinde önemli predatör türlerin bulunduğu en önemli familyalardan birisidir. Coccinellid türleri avcı olmaları nedeniyle biyolojik kontrol stratejilerinin geliştirilmesinde önemli rol oynar (Uygun, 1981). Avcı türlerin biyolojik mücadeledeki önemi nedeniyle bu konuda yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır (Uygun ve Karabüyük, 2021).

Coccinellidae familyası tüm dünyaya yayılmış 360 cins ve 6000 türden oluşur. Coccinellidler genellikle küçük türlerdir (Slipinski ve Tomaszewska, 2010). Ergin ve larvalarının aynı şekilde avcı olması zararlı popülasyonları üzerindeki etkilerini artırmaktadır (Kundoo ve Khan, 2017). Coccinellidae familyasındaki türlerin besinleri farklılık gösterir. Türlerin çoğu oligofag ve polifagtır, az sayıda tür ise monofag olarak beslenmektedir. Bu özellik coccinellid türlerinin dünya genelinde oldukça geniş bir alana yayılmasını sağlamıştır. Türlerin büyük bir çoğunluğu özellikle yaprakbiti gibi önemli bitki zararlısı türlerle beslenir (Hodek, 1973). Bazı türler kabuklubit, beyazsinek, koşnil, akar ve bazı küçük arthropodlarla, diğer bir kısmı ise polen ve fungus miselleriyle beslenmektedir (Nikitsky ve Ukrainsky, 2016; Uygun, 1981).

Türkiye’ de Coccinellidae familyasına bağlı 6 alt familya, 16 tribu, 39 cins ve 104 tür kayıtlıdır (Uygun ve Karabüyük, 2021). Bu türlerin arasında yer alan *Adalia decempunctata* (L.) geniş toleranslı bir türdür, çoğunlukla ormanlık, sık ağaçlık alanlarda yaşar ve polifag afidofag predatördür (Koch, 1989; Uygun, 1981).

Biyolojik topluluklarda kompleks interaksiyonlar şeklinde ilişkiler görülmekle birlikte, daha spesifik olan tür içi ve türler arası kanibalizm davranışlarının popülasyon dinamiği ve yapısını belirleyici önemli faktörlerden olduğu kabul edilmektedir (Ware vd., 2009). Kanibalizm hayvanlar aleminde çok yaygın olmayan bir davranış olmakla birlikte hemen hemen tüm büyük omurgalılarda ve omurgasızlarda görülür. Ancak kapsamı tür içi ve türler arasında farklılık gösterir. Kanibalizm, popülasyon yoğunluğu ve beslenme koşulları ile ilişkilidir. Eklembacaklılarda özellikle polifag avcı olan türlerde yaygındır. Eklembacaklılardaki kanibalizmin ortak özelliği kurbanlarının özellikle yumurta, genç larva veya pupa gibi savunmasız biyolojik dönemlerinden oluşmasıdır (Tayeh vd., 2014).

Kanibalizm davranışı avcı türün kitle üretimini sınırlayıcı bir faktör olduğu gibi klasik biyolojik mücadele yönteminin uygulanması sırasında türün yeni lokalitelere adaptasyonunu ve yerleşmesini de güçleştirir. Fakat aynı zamanda kanibalizm bireyin rakiplerini azaltır ve kanibal bireye yüksek kaliteli yiyecek sağlar. Popülasyon yoğunluğunu düzenleyerek doğal koşullara uyumu artırabilir (Bayoumy vd., 2016). Daha çok bir hayatta kalma stratejisi olarak var olan kanibalizmi etkileyen faktörler arasında besin kalitesi ve besin azlığı ilk sıralarda yer alır. Kanibalizm iki şekilde ortaya çıkar. Akraba (sibling) kanibalizmi ve akraba olmayan doğal düşman türleri arasındaki kanibalizmdir (non-sibling kanibalizm, intraguild kanibalizm) (Ware vd., 2009).

Coccinellidae familyası ele alındığında, bir habitatta normal şartlarda popülasyonu yüksek olan tür için en önemli tehdit tür içi kanibalizm, düşük popülasyonlu türler için ise en önemli tehdit birlik içi avcılıktır (Dixon, 2005). Tür içi kanibalizm afidofag coccinellidler arasında yaygın bir davranıştır. Ergin ve larvalar besin azaldığında veya yumurtadan çıkan larvalar etrafa dağılmadan önce açılmamış yumurtalarla düzenli olarak beslenmektedir (Ware vd., 2009). Yiyecek kıt olduğunda kanibalizm oranı artar, ancak birçok predatör yiyecek bol olduğunda da bu davranışı gösterir (Snyder vd., 2000).

Afidofag bir coccinellid olan *A. decempunctata* Türkiye' nin farklı ekosistemlerinde yaygın olarak görülen bir türdür (Uygun, 1981). *Adalia decempunctata* ile ilgili yapılmış çalışma sayısının çok az olduğu literatür incelemesi sırasında görülmüştür. Biyolojik mücadele uygulamalarından başarılı sonuçlar elde edebilmek için doğal düşmanların biyolojilerini ve davranışlarını iyi bilmek önemlidir. Özellikle tür içi ve türler arası ilişkilerin de iyi bilinmesi gerekir. Bu nedenle ele alınan bu çalışmada laboratuvar koşullarında predatörün üretimini kısıtlayıcı en önemli faktör olan tür içi kanibalizm davranışı incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. *Adalia decempunctata* (L.) Hakkında Genel Bilgiler

Coccinellidae familyası Türkçe Uğur böceği, Gelin böceği; İngilizce Ladybirds, Ladybugs; Almanca Marienkäfer; İspanyolca Mariquata; İtalyanca Coccinella olarak, *A. decempunctata* ise On noktalı gelin böceği olarak adlandırılmaktadır (Roy vd. 2011; Uygun, 1981).

2.1.1. Sistematikteki Yeri

- Alem** : Animalia
Filum : Arthropoda
Altfilum: Hexapoda
Sınıf : Insecta
Alt sınıf: Pterygota
Takım : Coleoptera
Alttakım: Polyphaga
Üstfamilya: Cucujoidea
Familya: Coccinellidae Latreille, 1807
Altfamilya: Chilocorinae Mulsant, 1846
Tribu : Coccinellini Latreille, 1807
Cins : *Adalia* (Mulsant, 1850)
Altcins : *Adalia*
Tür : *A. decempunctata* (Linnaeus, 1758)

Sinonimi; Son 200 yılda çeşitli zamanlarda, farklı taksonomistler tarafından farklı renk ve desen formlarına sahip bireylerin ayrı türler olarak isimlendirilmesi sonucunda türün 40' tan fazla sinonimi bulunmaktadır (Stork, 2009).

2.1.2. Morfolojik Özellikleri

2.1.2.1. Ergin

Erginler 3,5-5,0 mm boyunda oval yapılı, dışbükey ve tüsüzdür. Elytranın renk ve desenlerine göre lekeli, lekesiz ya da tamamen düz olan çok farklı varyasyonları bulunur. Pronotum ve elytra üzerindeki desenler bireyler arasında farklılık gösterir (Resim 2.1). Elytra'sı açık renkli, tamamen lekesiz bireylerin yanında lekeli veya tamamen siyah noktalı bireyler de görülür (Uygun, 1981). Baş kaidede siyah, önde soluk, bazen üzerinde zıtlık oluşturan lekeler bulunur. Pronotumun ön tarafı koyu, yan kenarları soluk ya da beş veya yedi lekeden oluşan soluk 'M' şeklinde lekeli. Antenler, ağız parçaları ve bacaklar soluktur. Vücudun alt tarafı siyahtır. Prothorax kavisli, karinasız; mesothoraxın epimeronu sarımsı beyaz; elytrada uçtan önce enine bir kıvrım yer alır (Anonim, 2022a).



Resim 2.1. *Adalia decempunctata* (L.)'nin ergin ve yumurtaları

Kanatların zemin rengine göre: Üç ana formu vardır. Birincisi "tipik" form (*decempunctata*): kahverengi, sarı, turuncu veya kırmızı zemin, her bir elytron üzerinde beş koyu leke, bazen ortada karşılıklı fazladan bir veya iki nokta bulunur. İkincisi "damalı" form (*decempustulatus*): devetüyü, bej, açık kahverengi zemin, üçüncüsü "melanik" form (*bimaculata*): elytra'nın ön dış köşeleri iki parlak kırmızı, turuncu, sarı veya kestane rengi lekeli; koyu kahverengi veya siyah zeminlidir. Bacaklar kahverengi, bu özelliğiyle siyah bacakları olan *Adalia bipunctata* (L.)'dan kolaylıkla ayrılır. Pretarsus tırnakları uzun, belirgin bir dişe sahiptir (Anonim, 2022a). Honek vd. (2005) tarafından Çek Cumhuriyeti'nde yapılan

bir çalışmada farklı formların meydana gelmesinde mevsim ve konukçu bitkilerin etkili olmadığı bildirilmiştir.

2.1.2.2. Larva

Adalia decempunctata larvası soluk gridir. Dördüncü dönem larvanın birinci ve dördüncü abdomen segmentlerinin dorsalinde üçgen oluşturan, üç sarı leke bulunur. Abdomenin beşinci ile sekizinci segmentlerinin dorsalinde üzerlerinde ince tüyler bulunan soluk renkli tüberküller bulunur (Anonim, 2022a) (Resim 2.2).



Resim 2.2. Dördüncü dönem *Adalia decempunctata* (L.) larvası

2.1.2.3. Pupa

Mumya pupanın ön kısmı siyah lekeli, abdomen altı sıra, krem rengi noktalıdır. İlk abdomen segmentinin yanlarında iki turuncu leke ile dördüncü ve altıncı abdomen segmentlerinin ortasında birer turuncu leke bulunur (Resim 2.3) (Anonim, 2022a).



Resim 2.3. *Adalia decempunctata* (L.) pupaları

2.1.2.4. Yumurta

Uzunca oval, sarı renklidir. Yumurta içerisinde larva gelişmesi tamamlandıkça yumurtanın rengi koyulaşır (Resim 2.1) (Uygun, 1981).



Resim 2.4. *Adalia decempunctata* (L.)'nin yumurtaları

2.1.3. Biyolojisi ve Beslenmesi

Adalia decempunctata genellikle yaprakbitleriyle, arasına da kabuklubit ve akarlarla, ayrıca polen ve nektarla beslenir. Özellikle geniş yapraklı ağaçlarda bulunan bir türdür, ancak kozalaklı ağaçlarda, çalılıklarda ve bazı otsu bitkilerde de görülür. *Adalia decempunctata*

Avrupa, Batı Asya, Kafkasya, Kuzey Afrika ve Rusya' yı kapsayan Palaearktik bölgede bulunur (Anonim, 2022b). Ferrer vd. (2016), *A. decempunctata* dişilerinin *A. bipunctata*'dan daha ağır yumurtalar bıraktığını ve bunun sonucunda *A. decempunctata* larvalarının daha iri ve açlığa daha dayanıklı olduklarını bildirmiştir.

Haghghadam vd. (2018) besin olarak *Aphis gossypii* Glover, *Aphis fabae* Scop. ve *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.: Pyralidae) yumurtalarının kullanıldığı çalışmalarında *A. decempunctata*'nın en kısa gelişme süresi (18,33 gün) *E. kuehniella* yumurtalarıyla beslendiğinde, en uzun (21,82 gün) *A. fabae* ile beslendiğinde saptanmıştır. *Aphis gossypii* üzerinde ise gelişme süresi 19,79 günde tamamlanmıştır. Dişinin yumurta verimi *E. kuehniella*'da en yüksek olmuştur (2405,12 yumurta/dişi). *Adalia decempunctata*'nın kalıtsal üreme yeteneği, *A. gossypii*, *E. kuehniella* yumurtaları ve *A. fabae* ile beslendiğinde sırasıyla 0,177; 0,171 ve 0,155 gün⁻¹ olarak belirlenmiştir. Üreme gücü (λ) en yüksekten başlayarak sırasıyla *A. gossypii* ve *E. kuehniella*'da 1,193 ve 1,187 gün⁻¹ olmuş, *A. fabae* ile beslenenlerde ortalama döl süresi 41,40 gün bulunmuştur. Sonuç olarak, uç yaprakbiti türünün de predatörün avı olarak kabul edilebileceği, fakat *A. gossypii* ile *E. kuehniella* yumurtalarının daha iyi besin oldukları ifade edilmiştir. Kışı ergin olarak dökülmüş yaprakların arasında geçirir (Nikitsky ve Ukrainsky, 2016).

Haghghadam vd. (2019) yapmış oldukları çalışmalarında *A. gossypii*, *A. fabae* ve *E. kuehniellar*'nın yumurtalarında *A. decempunctata*'nın yaşam tablosu parametrelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. *Adalia decempunctata*'nın gelişmesi laboratuvar ortamında yedi sabit sıcaklıkta (12, 16, 20, 24, 28, 32 ve 36°C) incelenmiştir. Birinci dönem larvaların tümü 12°C' de ölmüş, 36°C' de de gelişme olmamıştır. Toplam gelişme süresi, 16°C' de 47,92 gün ile 28°C' de 15,94 gün arasında değişmiştir. En düşük sıcaklık eşikleri 11,05 ve 9,90°C, termal constant değerleri 290,84 gün/derece ve 326,34 gün/derece olarak hesaplanmıştır. En hızlı gelişme sıcaklığı (T_{fast}) değerleri ergin öncesi dönemlere göre sırasıyla 31,5; 31,1; 30,7 ve 31,7°C; üst gelişme eşikleri ise (T_{max}) 33,14; 36,65; 32,75 ve 32,61°C bulunmuştur. Erginlerde yaşa-döneme özgü canlılık oranı (S_{xj}) en düşük 16 ve 32°C' de olmuştur. Yaşa özgü doğurganlık (m_x), *A. gossypii* ile beslendiğinde 24 ve 28°C' de yüksek oranda ortaya çıkmıştır. En yüksek ve en düşük intrinsic artış hızı (r) değerleri 28 ve 16°C' de sırasıyla 0,1945 d⁻¹ ve 0,0592 d⁻¹ olarak belirlenmiştir. En uzun ve en kısa ortalama döl süresi (T) sırasıyla 16 ve 28°C' de gözlenmiş ve en yüksek net üreme oranları (R_0) 24 ve 28°C' de saptanmıştır. Sonuç olarak, üç

yaprakbiti türünün de predatörün esas avı olarak kabul edilebileceği, fakat *A. gossypii* ile *E. kuehniella* yumurtalarının daha iyi konukçu oldukları ifade edilmiştir.

2.2. *Adalia decempunctata* (L.) ve Diğer Bazı Coccinellid Türlerinin Kanibalizm Davranışları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Literatür incelemesi sırasında Türkiye’ de *A. decempunctata*’ nın biyolojisi, ekolojisi, predasyon oranı vb. hakkında yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat çok farklı lokasyonlarda ve konukçu bitkilerde bulunan yaprakbitleri ile doğal düşmanlarını belirlemeye yönelik çok sayıdaki faunistik çalışmada *A. decempunctata*’ nın varlığı bildirilmiştir. Bu çalışmalardan avcı türün Türkiye’nin tüm coğrafik bölgelerinde bulunduğu anlaşılmaktadır (Düzgüneş vd. 1982; Erkin, 1983; Narmanlıoğlu ve Güçlü, 2011; Sobutay, 2016; Uygun, 1981; Yurtsever, 2001).

Dixon (1959), laboratuvar koşullarında *A. decempunctata*’ nın avı *Microlophium evansi* (Theobald)’ yi (Hem.: Aphididae) arama davranışını ve av popülasyon yoğunluğunun etkisini incelemiştir. Predatörün bıraktığı yumurtaların bazılarında başarılı bir şekilde larvaların çıktığı, çok sayıda yumurtanın ise ilk çıkan larvalar tarafından yendiği, larvaların birbirini yemediği belirlenmiştir. Av arayan larvaların ışığa doğru yöneldikleri gözlenmiştir. Larvaların dönemi ilerledikçe *M. evansi*’ yi yakalamadaki becerileri artmış ve larvalar genç dönemlerdeki yaprakbitlerini yakalamada daha etkili bulunmuştur. Erginlerin etkinliği, ikinci ve üçüncü dönem larvaların etkinliklerinin arasında yer almıştır. Larvaların erginlerden daha aktif oldukları gözlenmiştir.

Agarwala ve Dixon (1992) yaprakbiti (*Acyrtosiphon pisum* (Harris), Hem.: Aphididae) yokluğunda, *A. bipunctata* ergin dişilerinin kendi yumurtalarıyla beslenme davranışının erkeklere oranla daha az olduğunu belirlemişlerdir. Yumurta ve genç larvaların ileri dönem larvalardan, aç larvaların ise iyi beslenmiş larvalardan daha savunmasız ve kanibalizme açık oldukları saptanmıştır. Yumurta ve larva kanibalizmi besin olan yaprakbiti bolluğu ile ters orantılı olarak ortaya çıkmış, besin azlığında kanibalizmin arttığı bildirilmiştir. Yumurtanın, larva gelişmesi ve canlılığı açısından yaprakbitinden daha iyi bir besin olduğu belirtilmiştir. Yaprakbiti yokluğunda, türler arası avlanmanın (*A. bipunctata*, *A. decempunctata*, *Coccinella septempunctata* (L.) ve *Coccinella undecimpunctata* (L.)) eşit derecede olmadığı saptanmıştır. Sonuçta, kanibalizmin esas olarak yaprakbiti kıtlığında ortaya çıktığı, bunun coccinellidin

canlı kalma şansını iyileştirmeye yönelik bir adaptasyon olduğu ve türlerde farklı derecelerde ortaya çıktığı bildirilmiştir.

Hemptinne vd. (2000) bazı coccinellid yumurtalarının, birlik içi coccinellid avcıları için zehirli olduğunu bildirmektedir. İki coccinellid türünün yumurtalarının yüzeyindeki kimyasalların, tür içi ve birlik içi yenme riskine karşı uyarıcı özelliğinin bulunduğu bildirilmiştir. *Adalia bipunctata* ve *C. septempunctata* da bu kimyasalların %87' si alkanlardır. *Adalia bipunctata* yumurtalarının yüzeyindekilere benzer alkanlar larvalar tarafından da bırakılmaktadır. Bu izlere erginlerin elytrasında da rastlanmıştır. Larvaların bıraktığı bu izlerin dişileri toplu şekilde yumurta bırakmaktan caydırdığı, eltra üzerindeki ise eşlerin birbirini tanınmasında etkili olduğu bulunmuştur.

Snyder vd. (2000) çalışmalarında *Harmonia axyridis*' in (Pallas) (Col.: Coccinellidae) larvaları için kanibalizmin besinsel faydalarını araştırmışlardır. Kanibalizm, kaniballerin kurban tarafından zaten tamamlanmış olan av-detoksifikasyonundan veya kurbanın farklı beslenme geçmişinden faydalanmasına izin vererek, larvalara fayda sağlayabilmektedir. Kanibalizm avcının canlılık oranını artırmış ve gelişme süresini kısaltmıştır. Genel olarak kanibalizm, *H. axyridis* larvalarının zehirli veya yetersiz besine sahip avlarıyla karışık olarak beslendiklerinde gelişmelerini tamamlamasını sağlamıştır.

Osawa (2002) coccinellid erginlerinin vücut büyüklüğü ve ağırlığının yumurtaların açılması sırasında ortaya çıkan sibling kanibalizmden önemli ölçüde etkilendiğini bildirmiştir. Erkek ve dişilerin vücut büyüklükleri sırasıyla % 2,32 ve % 1,05' lik bir artış göstermiş ve vücut ağırlıklarında sırasıyla % 3,55' lik bir artış ve % 2,30' luk bir azalma saptanmıştır. Sibling kanibalizm toplam gelişme ve larva gelişme sürelerini önemli ölçüde kısaltmış, bunun birinci dönem larva gelişme süresinin kısalması nedeniyle ortaya çıktığı, kısılmanın erkeklerde % 4,24 ve dişilerde % 1,22 oranında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, sibling kanibalizmin etkisinin cinsiyete göre değiştiğini ve etkinin erkeklerde dişilere göre daha fazla olduğunu göstermiştir. Sibling kanibalizmin daha hızlı gelişme ve daha iri erginlerin meydana gelmesine neden olduğu, ancak etkinin erkeklerde dişilerden daha belirgin olduğu görülmüştür.

Khan vd. (2003) *C. septempunctata*' nın çeşitli gelişme dönemlerinin kanibalistik davranışlarını av kıtlığı ve farklı açlık derecelerinde araştırmıştır. Türlerin ergin ve larvalarının kendi yumurtaları ve diğer türlerin yumurtaları arasında ayırım gözetmeksizin karışık olarak beslendiği gözlenmiştir (*Menochilus sexmaculatus* (Fabricius), *A. bipunctata*, *Hippodamia* (*Adonia*) *variegata* Goeze). Avın kıt olmasının kanibalizmin mutlak nedeni olmadığı

bildirilmiş, larva ve ergin evrelerinde akraba tanıma yeteneğinin bulunduğu kanıtlanmıştır. Dördüncü dönem larvalar, diğer üç larva döneminden daha fazla yumurta tüketmiştir. Erginlerin artan yumurta tüketimi, onların yumurta verimi ve ovipozisyon süreleriyle de ilişkili bulunmuştur. Kanibalizmin hayatta kalma oranını artırmış ve gelişme süresini kısaltmıştır.

Michaud (2003) yapmış olduğu çalışmada sibling yumurta kanibalizmini yumurtalarını toplu olarak bırakan üç coccinellid türünde incelemiştir (*Cycloneda sanguinea* (L.), *Olla v-nigrum* Mulsant ve *H. axyridis*). Yumurtaların tek tek ve küme halinde bırakılması arasında farklılıklar olduğu, kümeler içindeki yumurtalardan erken çıkan türlerin larvaları tarafından yumurtaların tüketildiği bildirilmiştir. Her üç türde de tek yumurtalar, kümelenecek yumurtalardan daha düşük oranlarda tüketilmiş ve larvalar açılmamış tüm yumurtalar tüketilinceye kadar yumurta kümesinden ayrılmamıştır. Her üç türde de yenilen yumurta sayısı yumurtadan çıkma oranı ile negatif korelasyon göstermiş, yumurtayla beslenen, *H. axyridis* ve *O. v-nigrum* larvalarının canlılık oranı yumurta tüketmeyen larvalarla aynı, *C. sanguinea*'da ise daha yüksek bulunmuştur. Her üç türde de, yumurtayla beslenen larvalar, cinsiyetten bağımsız olarak, yumurtayla beslenmeyen benzerlerinden daha erken ikinci evreye geçmiştir. Bu *H. axyridis*' te her iki cinsiyet için toplam gelişme süresinin kısalmasına, ancak *C. sanguinea*' da yalnızca erkeklerde ve *O. v-nigrum*' da yalnızca dişilerde gelişme süresinin kısalmasına neden olmuştur. Her üç türde de ergin dişiler erkeklerden önemli ölçüde daha ağır bulunmuştur. Ergin dişi kaniballerin *H. axyridis* ve *O. v-nigrum*' da kanibal olmayan dişilerden daha ağır olduğu, fakat erkeklerin benzer ağırlıklara sahip olduğu saptanmıştır. Sibling yumurta kanibalizminin faydalarının cinsiyete özgü bir şekilde gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

Cottrell (2005), *H. axyridis* Amerika' daki yerli coccinellid popülasyonlarını olumsuz etkileyebilecek güçlü bir birlik içi avcıdır. Coccinellid yumurta predasyonunun incelendiği laboratuvar çalışmasında, iki yerli tür *Coleomegilla maculata* De Geer ve *O. v-nigrum*' un *H. axyridis*' den önemli düzeyde daha fazla yumurta kanibalizmine sahip olduğu gözlenmiştir. Alternatif bir besin kaynağının eklenmesi, yumurta kanibalizmi ve predasyonu azaltmıştır. Ancak, alternatif besin kaynağının yokluğunda, her iki yerli tür de egzotik türün yumurtalarına yerli türlerin yumurtalarından daha az saldırmış, egzotik *H. axyridis* tüm türlerin yumurtalarına benzer şekilde saldırmıştır. Sınırlı besin koşullarında, yerli coccinellid yumurtalarının hem kanibalizm hem de predasyondan zarar göreceği, fakat kanibalizmin *H. axyridis* yumurtaları için daha büyük bir tehdit oluşturacağı bildirilmiştir.

Pervez ve Omarkar (2006), besin kalitesi, varlığı, vücut büyüklüğü ve popülasyon yoğunluğunun iki afidofag coccinellid, *Propylea dissecta* (Mulsant) ve *Coccinella transversalis*

Fabricius'in kanibalizm davranışları üzerine etkilerini incelemişlerdir. İki tür de kanibalizm davranışı göstermiş fakat *P. dissecta*'da kanibalizm oranı daha yüksek bulunmuştur. Kanibalizmin ortaya çıkmasında besin kalitesinden çok besin azlığının önemli olduğu, ayrıca vücut büyüklük farkı ile artan larva yoğunluğunun iki türde de larva kanibalizmini artırdığı saptanmıştır. Birinci larva döneminde en yüksek larva yoğunluğunda en yüksek oranda kanibalizm belirlenmiştir. Gelişme boyunca türdeş yumurtalarla beslenen larvalar, beslenmeyenlerden daha ağır ancak, *A. gossypii* ile beslenen larvalardan daha hafif bulunmuştur. Larva kanibalizminin ise gelişme süresi ve vücut ağırlığı bakımından yararlı olmadığı, fakat birinci larva dönemindeki yumurta kanibalizminin gelişmenin hızlanmasına ve daha ağır ikinci dönem larvaların meydana gelmesine neden olduğu saptanmıştır.

Roy vd. (2007), coccinellidlerin kanibalizm davranışının ve özellikle yumurta kanibalizminin birinci dönem larva için avantaj sağladığını, bunun sadece besin maddeleri bakımından kazanç sağlamadığı, aynı zamanda potansiyel rakiplerinde azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, kanibalizmin *A. bipunctata* larvalarının ergin öncesi gelişme hızı ve canlı kalma oranı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yumurtadan çıktıktan sonra türdeş yumurtalarla beslenen larvaların yumurtayla beslenmeyen larvalardan 1,65 gün önce ergin oldukları görülmüştür. Larva ve pupa ölümleri yumurtayla beslenenlerde beslenmeyenlere göre daha düşük bulunmuştur. Yumurtayla beslenmeyen bireylerin sadece %46' sını, beslenenlerin ise %81' i pupa olmuştur. Yumurta kanibalizmi, hem daha hızlı gelişme hem de canlı kalma açısından *A. bipunctata* larvalarına avantaj sağlamıştır.

Martini vd. (2009), bazı afidofag coccinellid larvalarının dişilerin belirli yerlere yumurta bırakmasını engelleyici bir feromon ürettikleri ve bunun kanibalizmi engellemek için olduğu öne bildirilmiştir.

Chakraborty vd. (2013), *Coccinella transversalis* (Fab.) ve *Brumoides suturalis* (Fab.) (Col.: Coccinellidae) türlerinde dişilerin yumurta kanibalizm davranışı araştırılmış ve sonuçta *C. transversalis* %46 oranıyla en fazla yumurta kanibalizmi görülen tür olmuştur. Her iki türün dişilerinde yumurta kanibalizmi yoğun olarak gözlemlenmiştir.

Aleosfoor vd. (2014) *C. septempunctata* ve *H. variegata*'nın çeşitli gelişme evrelerindeki kanibalizm davranışları tokluk ve açlık koşullarında incelenmiştir. Her iki türde de kanibalizm görülmüş, ancak kanibalizm oranının *C. septempunctata*'da daha fazla olduğu belirlenmiştir. İki türün tokluk koşullarında gösterdikleri kanibalizm davranışı arasındaki farklar önemli olmamış, fakat açlık durumundaki kanibalizm davranışları arasındaki farklar önemli

bulunmuştur. *Schizaphis graminum* (Rondani)'un (Hem.:Aphididae) düşük popülasyon yoğunluklarında, coccinellidlerin kanibalizm oranı artmış, bunun predatör ile yaprakbitinin karşılaşma olasılığının azalmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Bayoumy ve Michaud (2015a) tarafından kanibalizmin afidofag coccinellidlerde ergin öncesi dönemlerin canlılığını ve ergin üremesini etkileyen olumlu bir faktör olduğu bildirilmiştir. Her iki türün (*Coccinella undecimpunctata* (L.), *Cydonia vicina nilotica* Mulsant, Col.: Coccinellidae) tüm larva dönemlerindeki popülasyon kalabalıklığından çok, av yokluğundan etkilenerek kanibalizm gösterdiği bildirilmiştir. *Coccinella undecimpunctata*'nın üçüncü ve dördüncü dönem larvaları *C. vicina nilotica*'nın aynı dönemlerinden daha fazla kanibalizm göstermiştir. Erginler en fazla kanibalizm görülen dönem, yumurtalar ise en savunmasız dönem olarak belirlenmiştir.

Abdel-Salam vd. (2011), azalan av miktarı ile *Coccinella undecimpunctata* (L.)'da kanibalizm oranı artmış ve av yokluğunda, larva kanibalizmi en yüksek düzeye ulaşmıştır. Predatörün larva yoğunluğunun artmasıyla da kanibalizm oranı artmış, larva yoğunluğunun en yüksek olduğu noktada kanibalizm oranı da en yüksek noktaya çıkmıştır. Dört larva döneminde kanibalizm bakımından önemli farklılıklar saptanmıştır.

Khan ve Yoldaş (2018), yapmış oldukları çalışmada *C. septempunctata*'nın biyolojik dönemlerinin besini olan *Acyrtosiphon pisum* (Harris)'un varlık ve yokluğunda gösterdiği kanibalistik davranışları incelemişlerdir. Çalışmada, erginler besinli ve besinsiz ortamlarda birinci dönem larva ve yumurtalarla beslenmiş, fakat kanibalistik beslenme yaprakbiti miktarıyla negatif korelesyon göstermiştir. Aynı durum, larvalar tarafından yumurtaların tüketilmesi ve larva dönemleri arasındaki kanibalizmde de saptanmıştır. Yaprakbitinin yokluğunda yaşlı larvalar daha fazla yumurta ve daha fazla genç larvayı tüketmiş, erginler ve dördüncü dönem larvalar yaprakbiti bulunduğunda da oldukça yüksek sayılarda yumurta tüketmiştir. Aynı larva dönemi içerisindeki kanibalizm oranı larva dönemi arttıkça artmış, en az birinci, en fazla dördüncü dönem larvalar arasında görülmüştür. Kanibalizmin av kıtlığı veya yokluğundan kaynaklandığı bildirilmiştir.

Paul vd. (2018) coccinellid yumurta alkaloidlerinin istilacı avcı coccinellid türleri de dahil olmak üzere, predatörleri uzaklaştırdığı, ancak yüksek alkaloid seviyelerine sahip yumurtaların bazı türlere cezbedici de olabildiği ve kanibalistik türleri çektiği bildirilmiştir. Dişiler, kıt besin koşullarında, sadece ortamda başka predatör bulunmadığında yüksek alkaloid seviyesine sahip yumurtalar bırakmış, bunun tür içi kanibalizmi engellemek için olduğu, bu davranışın

larvalarını türler arası kanibalizmden koruma isteğinden daha güçlü olduğunun göstergesi olduğu bildirilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Denemede *Adalia decempunctata* (L.) (Col.: Coccinellidae) ve *Myzus persicae* Sulzer' ye (Hem.: Aphididae) ait biyolojik dönemler ile konukçu bitki patlıcan, *Solanum melongena* (L.) (Solanaceae) materyal olarak kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Üretim Çalışmaları

Konukçu bitki, avcı ve av stok kültürleri 25 ± 5 C° sıcaklık, % 50 ± 10 nem ve 16 saat aydınlık/8 saat karanlık, besin tüketim denemeleri ise 25 ± 3 C° sıcaklık, % 55 ± 5 nem ve 16 saat aydınlık/8 saat karanlık koşullardaki üretim odalarında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.1. Konukçu Bitki Üretimi

Denemede *M. persicae*' nin konukçusu olan patlıcan fideleri hazır olarak bir fide üretim firmasından temin edilmiştir. Altı-yedi haftalık fideler Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi' ne getirildikten sonra kontakt etkili insektisit ve akarisitler ile ilaçlanarak üzerlerinde bulunabilecek istenmeyen etmenlerden temizlenmiş ve bekleme süresinden sonra içerisinde orman toprağı ve torf bulunan saksılara (12x10 cm) aktarılmıştır. Fideler ihtiyaç duyulduğunda sulanmıştır. Bu bitkiler *M. persicae* üretiminde kullanılmıştır (Resim 3.1).



Resim 3.1. *Myzus persicae* Sulzer üretiminde kullanılan patlıcan bitkileri

3.2.1.2. *Myzus persicae* Sulzer Üretimi

Denemede kullanılan *M. persicae* stok kültürü Adana Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Biyolojik Mücadele laboratuvarından getirilen bireylerle başlatılmış olan ve üretimi devam eden kültürden temin edilmiştir. Temiz bitki üretim odasında yeterli büyüklüğe ulaşan (8-10 yaprak) saksılı patlıcan fideleri yaprakbiti üretim odasına taşınmış, ahşap, tül ve camdan oluşan (90x60x40 cm) kafesler içerisine yerleştirildikten sonra, yaprakbitiyle bulaştırılmıştır. Bu yaprakbitleri *A. decempunctata*'nın üretiminde av olarak kullanılmıştır (Resim 3.2).



Resim 3.2. *Myzus persicae* Sulzer ile bulaşık patlıcan bitkileri

3.2.1.3. *Adalia decempunctata* (L.) Üretimi

Adalia decempunctata erginleri kapağında havalandırma deliği bulunan plastik kavanozların içerisine yaklaşık 10-20 adet olacak şekilde bırakılmış ve kapların içerisine yumurta bırakmaları için küçük naylon parçaları ve besin olarak yaprakbitiyle bulaşık patlıcan yaprakları konmuştur. Her gün yapılan kontroller sırasında bırakılan yumurtalar alınarak pleksiglass petri kaplarına (9,0x1,5 cm) yerleştirilmiştir. Günlük kontroller ile yumurtadan çıkan larvalar toplanmış ve kanibalizme engel olmak amacıyla tek tek petri kaplarına aktararak, her gün *M. persicae*' nin farklı biyolojik dönemleriyle bulaşık patlıcan yaprakları verilerek beslenmiştir. Larvalar pupa oluncaya kadar her gün besin vermeye devam edilmiştir. Pupalar toplanarak ayrı petri kaplarına alınmış ve çıkan erginler günlük olarak ergin kavanozlarına yerleştirilmiştir (Resim 3.3). Denemede kullanılacak farklı gelişme dönemlerindeki *A. decempunctata* bireyleri bu kültürden elde edilmiştir.



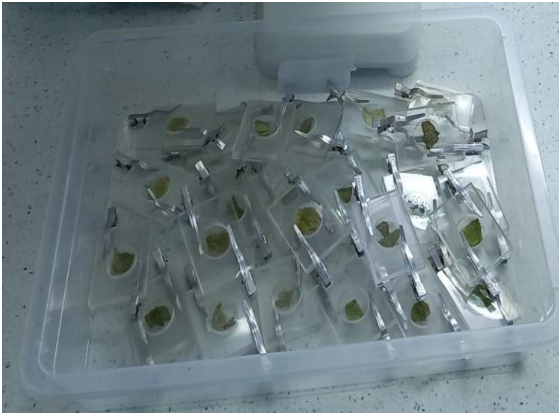
Resim 3.3. *Adalia decempunctata* (L.) erginleri

3.3. *Adalia decempunctata* (L.)' nın Kanibalizm Davranışlarının İncelenmesi

Adalia decempunctata larva ve erginlerinin yumurta kanibalizmi ile aynı dönem larvalar arasında görülen kanibalizm davranışları belirlenmiştir.

3.3.1. Ergin ve Larvalarda Yumurta Kanibalizminin Belirlenmesi

Denemelerde 9,0x1,5 cm boyutlarındaki pleksiglas petripler kullanılmıştır. Yumurtadan çıkan birinci dönem larvalar yumurta kümesinden uzaklaştırılarak, tek tek Müngen hücrelerine (Resim 3.4) veya 6,0x1,5 cm boyutlarındaki petri kaplarına alınmış ve istenilen larva dönemi elde edilinceye kadar yaprakbitinin karışık dönemleriyle beslenmiştir. Denemelerde yumurtadan çıkmış birinci dönem larvalar üç saat, ikinci, üçüncü ve dördüncü dönem larvalar ise gömlek değiştirdikten sonra 24 saat aç bırakıldıktan sonra kullanılmıştır (Agarwala ve Dixon, 1992). Bu sürenin sonunda larvalara 10-15 saat yaşlı kendi yumurtalarından verilmiştir. Denemeler 20 tekerrürlü kurulmuş, içerisinde bir adet larva bulunan petriplerin her biri bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Herbir larvaya larva dönemine göre farklı sayılarda, ön denemelerle belirlenmiş olan sayılarda (yaşa göre artan miktarda) yumurta verilmiştir. Her tekerrürde kullanılan *A. decempunctata* yumurta sayıları Çizelge 3.1' de verilmiştir.



Resim 3.4. Birinci ve ikinci dönem larvaların gömlek değişimlerinin belirlendiği Müngen hücreleri

Denemelerde yumurtalar petri kaplarının tabanına belirli bir düzende, daire şeklinde sıralandıktan sonra ortasına aç bırakılmış larva yerleştirilmiştir. Uygulamadan 24 saat sonra

larva petriden uzaklaştırılarak zarar görmüş fakat tamamen tüketilmemiş yumurtalar ile sağlam yumurtalar sayılarak kaydedilmiştir. Böylece yenmiş olan yumurta sayısı belirlenmiştir. Kontrol olarak aynı büyüklükteki petri kabının içerisine aynı düzen ve sayıda bırakılan yumurtalar 24 saat sonra incelenerek canlı-ölü olarak kaydedilmiştir (Khan ve Yoldaş, 2018). Denemeler birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü larva dönemleri için tekrarlanmıştır.

Erginler ise pupadan çıktıktan sonra tek tek petri kaplarına alınmış ve beş gün *M.persicae*'nin karışık dönemleriyle beslenmiştir. Bu çiftleşmemiş erginler 24 saat aç bırakıldıktan sonra herbirine 100'er adet yumurta verilmiştir (Agarwala ve Dixon, 1992) (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. *Adalia decempunctata* (L.)'nin larva ve erginlerine verilen yumurta sayıları

Biyolojik dönem	Bir tekerrüre verilen yumurta miktarı (adet)
1. Larva dönemi	10
2. Larva dönemi	20
3. Larva dönemi	45
4. Larva dönemi	70
Ergin dişi	100
Ergin erkek	100

3.3.2. Aynı Larva Dönemindeki Bireyler Arasında Kanibalizm Davranışının Belirlenmesi

Aynı dönemdeki larvalar arasında kanibalizm davranışının incelenebilmesi için ait olduğu dönemden 10 adet larva, tek tek petri kaplarına alınarak 24 saat aç bırakılmıştır. Daha sonra besinsiz olarak, bir petri kabına (9,0x1,5 cm) birbirlerinden mümkün olduğunca uzak mesafede olacak şekilde yerleştirilmiştir. Uygulamadan 24 saat sonra kontrol edilerek canlı

larvalar sayılmıştır. Kontrol olarak ise her bir larva dönemi için 10'ar adet larva tek tek petri kaplarına alınmış ve 24 saat sonra canlı olup olmadıkları kontrol edilmiştir.

3.3.3. Erginlerde Larva Kanibalizmi ve Farklı Larva Dönemleri Arasındaki Kanibalizmin Belirlenmesi

Beş gün karışık yaprakbiti dönemleriyle beslenen, çiftleşmemiş erginler petri kaplarına tek tek alınmış ve 24 saat aç bırakılmıştır. Daha sonra belirlenen sayılardaki larvalardan (1. dönem 40; 2. dönem 35; 3. dönem 25 ve 4. dönem 15 larva) erginlere verilmiştir. Aynı şekilde 24 saat aç bırakılmış bir üst dönemdeki yaşlı larvalara bir alt dönemdeki larvalardan verilmiştir. Denemeler 10 tekerrürlü kurulmuştur.

3.2.4. İstatistiksel Analizler

Denemeden elde edilen aynı dönem larvalar arasındaki kanibalizm verileri ve larva dönemlerine ait yumurta kanibalizm verileri SPSS paket programında one-way ANOVA yöntemiyle analiz edilmiştir (SPSS, 2011). Ergin erkek ve dişilerin yumurta kanibalizm verileri t-testi ile karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Erginlerde Yumurta Kanibalizmi

Adalia decempunctata'nın ergin erkek ve dişilerinin yumurta kanibalizmini belirlemek amacıyla kurulan denemeden elde edilen veriler Çizelge 4.1' de verilmiştir. Çizelge 4.1' de görüldüğü gibi beş günlük, çiftleşmemiş, 24 saat aç bırakılmış dişilerin kendi yumurtalarını tüketme oranı ($80,00 \pm 3,67$), erkeklerden ($18,63 \pm 2,21$) çok daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,05$).

Çizelge 4.1. *Adalia decempunctata* (L.) erginlerinin yumurta tüketim oranı (%) $X \pm Sh$

Yumurta	Birey sayısı (adet) n	Dişi	Erkek	Önemlilik (P)
Sağlam yumurta	10	$20,00^b \pm 3,67$	$81,13^a \pm 1,84$	0,001
Tüketilen yumurta	10	$80,00^a \pm 3,67$	$18,63^b \pm 2,21$	0,001

a-b: Aynı satırdaki gruplara ait ortalamaları için farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir ($P < 0,05$)

4.2. Larvalarda Yumurta Kanibalizmi

Adalia decempunctata larvalarının yumurta kanibalizm verilerinin değerlendirilmesi sonucunda farklı dönemlerdeki larvalar tarafından tüketilen yumurta sayısının farklı olduğu saptanmıştır (Resim 4.1). En yüksek yumurta tüketimi ikinci ve üçüncü larva dönemlerinde saptanmış, aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p < 0,05$). Benzer durum birinci ve dördüncü larva dönemlerinde tüketilen yumurta sayıları arasında da ortaya çıkmış ve aralarındaki fark önemsiz olmuştur ($p < 0,05$) (Çizelge 4.2). Fakat iki grup (1.ve 4. ile 2. ve 3.dönem) larvanın yumurta tüketim miktarları arasındaki farklar ise önemli olmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 4.2. *Adalia decempunctata* (L.)' nın larva dönemlerinin yumurta tüketim oranları (%) $\bar{X} \pm Sh$

Yumurta	Birey sayısı (adet) n	Larva Dönemleri				Önemlilik (P)
		1. Larva	2. Larva	3. Larva	4. Larva	
Sağlam yumurta	10	47,00 ^a ±3,67	26,00 ^b ±2,21	27,00 ^b ±2,60	40,00 ^a ±2,58	0,001
Tüketilen yumurta	10	53,00 ^b ±3,67	74,00 ^a ±2,21	73,00 ^a ±2,60	60,00 ^b ±2,58	0,001

a-b: Aynı satırdaki gruplara ait ortalamaları için farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$)



Resim 4.1. *Adalia decempunctata* (L.) yumurtasıyla beslenen larva

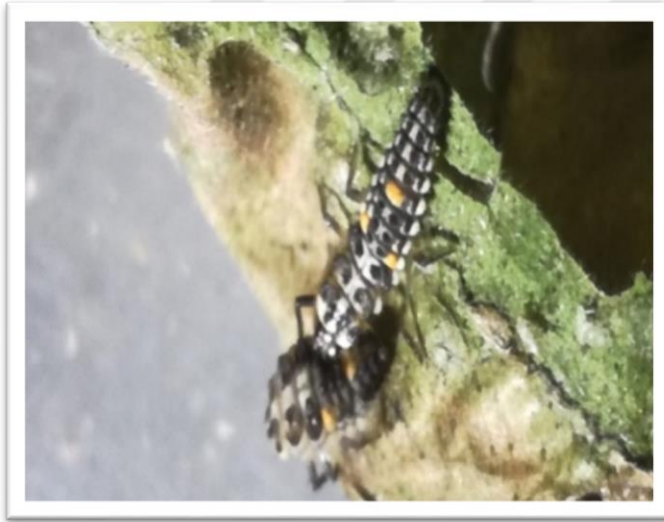
4.3. Aynı Larva Dönemindeki Bireyler Arasında Kanibalizm

Adalia decempunctata' nın aynı dönem larvaları arasında ortaya çıkan kanibalizm davranışının en genç larva döneminden en yaşlı larva dönemine doğru arttığı belirlenmiştir. En düşük kanibalizm oranı birinci dönem larvalar arasında saptanmış ($28,17 \pm 7,90$) onu, ikinci ($39,75 \pm 2,58$), üçüncü ($65,62 \pm 1,61$) ve dördüncü ($78,71 \pm 1,27$) dönem larvalar izlemiştir (Çizelge 4.3). Özellikle birinci dönem larvaların bir miktar larvayı tamamen tüketmeden ($13,17 \pm 2,40$) bıraktığı gözlenmiştir. Bu durumun larva dönemleri ilerledikçe azaldığı ve en az dördüncü larva döneminde bulunduğu saptanmıştır (Resim 4.2) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. (L.)'nin aynı yaşlı larva dönemleri arasındaki kanibalizm oranları (%) $X \pm Sh$

Larva	Birey sayısı (adet) n	Larva dönemleri				Önemlilik (P)	
		1. Larva	2. Larva	3. Larva	4. Larva		
Sağlam larva	20	58,67 ^a ±2,64		50,50 ^b ±2,48	32,37 ^c ±1,52	20,29 ^d ±1,18	0,001
Zarar görmüş larva	20	13,17 ^a ±2,40	9,75 ^a ±1,18	2,00 ^b ±0,56	1,00 ^b ±0,36	0,001	0,001
Ölü larva	20	28,17 ^d ±7,90	39,75 ^c ±2,58	65,62 ^b ±1,61	78,71 ^a ±1,27	0,001	0,001

a-b: Aynı satırdaki gruplara ait ortalamalar için farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05)



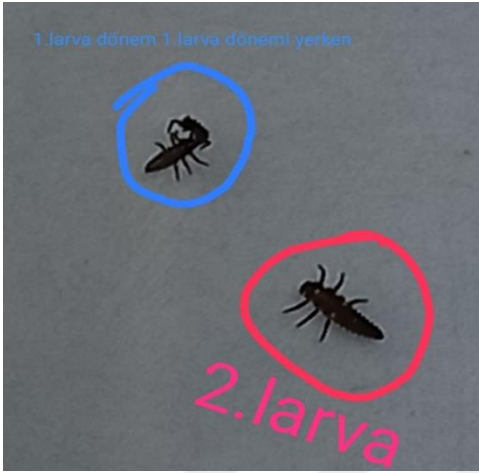
Resim 4.2. Aynı dönem larva ile beslenen dördüncü dönem *Adalia decempunctata* (L.) larvası

4.4. Erginlerde Larva Kanibalizmi ve Farklı Larva Dönemleri Arasındaki Kanibalizm

Erginlerin larva kanibalizmi ve yaşlı larva dönemlerinin bir önceki genç larva dönemiyle beslenmesiyle ortaya çıkan kanibalizmi belirlemek amacıyla kurulan denemelerde beş gün

yaprakbitiyle beslenmiş, çiftleşmemiş erginler petri kaplarına tek tek alınmış ve 24 saat aç bırakıldıktan sonra belirlenen sayılardaki larvalar verilmiştir. Fakat larvaların birbirini yemesi nedeniyle erginlere ait doğru veriler elde edilemediğinden deneme iptal edilmiştir.

Aynı şekilde 24 saat aç kalmış belirli bir dönemdeki larvanın bir önceki, daha genç dönemler üzerinde beslenmesiyle ortaya çıkan kanibalizm miktarı genç larvaların da birbirini yemesi nedeniyle sonuçlandırılmamıştır (Resim 4.2).



Resim 4.2. *Adalia decempunctata* (L.) larvaları arasında kanibalizm

5. TARTIŞMA

Predatörlerin biyolojik mücadele uygulamalarında etkili bir şekilde kullanılabilmesi için biyolojileri ve ekolojilerinin bilinmesinin yanında besinleri ile diğer doğal düşman türleriyle olan ilişkilerinin ve tür içi kanibalistik özelliklerinin de bilinmesi önemlidir. Bu özellikler doğal düşmanların üretim, salım ve daha etkin kullanımı açısından büyük önem taşır.

Avcı türlerin avlarının dışındaki besin kaynaklarından yararlanmaları, avdan farklı besin maddelerini içermesi nedeniyle yararlı olmakta, karma diyetlerle beslenen bireylerin sadece avıyla beslenenlere göre daha sağlıklı oldukları bildirilmektedir. Alternatif yiyecekler, birçok coccinellid diyetindeki önemli bileşenlerdir. Çünkü bunlar bazı türlerin canlı kalmasının önemli bir nedenidir. Ek besin kaynakları olarak nektar, bal özü, polen, meyveler, bitkiler ve mantarlar da bazı avcı coccinellidler tarafından tüketilebilmektedir (Lundgren, 2009). Bayoumy ve Michaud (2015b) tarafından, kanibalizmin afidofag coccinellidlerde ergin öncesi dönemlerin hayatta kalmasını ve erginlerin üremesini etkileyen önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir.

Coccinellid türlerinde kanibalizmin genellikle besin kıtlığı veya yokluğundan ortaya çıktığı kabul görse de (Hemptinne ve Dixon, 1991; Khan vd., 2003; Snyder vd., 2000), son yıllarda yapılmış çok sayıda araştırmada yetersiz besinin kanibalizmin tek nedeni olmadığı, ayrıca besin kalitesi, açlık, dönem/yaş farkı, akrabalık derecesi, cinsiyet, vücut büyüklüğü ve ağırlığı, popülasyon yoğunluğu gibi faktörlerin de etkili olduğu bildirilmiştir (Agarwala ve Dixon, 1992; Osawa, 2002; Pervez ve Omkar, 2006; Snyder vd. 2000). Coccinellidlerde sibling (tür içi) (Agarwala, 1991) ve predatör türler arası (intraguild) kanibalizm yaygın olarak görülen davranışlardır (Cottrell, 2005; Khan ve Yoldaş, 2018). Sibling kanibalizm bir yumurta kümesinde yumurtadan çıkan larvanın yumurta kümesindeki açılmamış yumurta veya diğer larvalarla beslenmesidir. Bu kardeş kanibalizmi pek çok taksonda görülür. Normal şartlarda yaygın tür için en önemli tehdit kanibalizmkken, daha az yaygın olan türler için en önemli tehdit birlik içi avcılıktır (Dixon, 2005).

Bu çalışmada av yokluğunda *A. decempunctata*'nın ergin ve larvalarının kendi yumurtalarıyla beslenmesi ve aynı dönemdeki larvalarının arasındaki kanibalizm incelenmiştir. *Adalia decempunctata*'nın ergin erkek ve dişilerinin kendi yumurtalarıyla beslenebildiği, dişilerin erkeklerden yaklaşık dört kat daha fazla yumurta tükettiği görülmüştür. Benzer şekilde Chakraborty vd. (2013) *Coccinella transversalis* (Fab.) ve *Brumoides suturalis* (Fab.) (Col.:

Coccinellidae) dişilerinin, Khan ve Yoldaş (2018) ise *C. septempunctata* ve *H. variegata* dişilerinin erkeklerden daha fazla yumurta tükettiğini saptamışlardır. Farklı olarak bazı araştırmacılar (Agarwala ve Dixon, 1992; Khan vd., 2013) dişilerin türdeşlerini tüketmede erkeklerden daha isteksiz olduklarını bildirseler de çok sayıdaki araştırmada, bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde dişilerin daha fazla türdeş yumurtayla beslendiği bildirilmiştir. Sibling yumurta kanibalizminin *H. axyridis*' te her iki cinsiyet için toplam gelişme süresini kısalttığı, ancak *C. sanguinea*' da yalnızca erkeklerde ve *O. v-nigrum*' da yalnızca dişilerde gelişme süresini kısalttığı bildirilmiştir (Michaud, 2004). Koşullar kanibalizme elverişli olduğunda daha besleyici olan taze yumurtaların, yaşlı yumurtalara tercih edildiği ve doğal koşullarda yaprakbitlerinin bol olduğu zamanlarda coccinellidlerin yumurta kanibalizm seviyesinin düşük olduğu, ancak yine de kanibalizmin meydana geldiği bilinmektedir (Abdel-Salam vd. 2011; Pervez ve Omarkar, 2006).

Bu çalışmada besinsiz ortamda *A. decempunctata*' nın larva dönemlerinin kendi yumurtalarıyla beslenmesiyle ortaya çıkan yumurta kanibalizminin incelendiği denemelerin sonucundan farklı larva dönemlerinde tüketilen yumurta miktarlarının farklı olduğu belirlenmiştir. En fazla yumurta tüketimi üçüncü ve ikinci larva dönemlerinde meydana gelmiş, onları birinci ve dördüncü larva dönemleri izlemiştir. Farklı olarak Khan ve Yoldaş (2018)' ın çalışmalarında *C. septempunctata* ile *H. variegata*' da en fazla yumurta tüketiminin dördüncü larva döneminde olduğu bildirilmiştir. Yaşlı larvaların genç larvalara göre daha iri vücutlu olması nedeniyle daha fazla yumurta tükettiği kayıtlı (Cottrell, 2005; Jafari, 2013) olmasına karşın bizim sonuçlarımız bundan farklı olmuştur. Bunun nedeninin *A. decempunctata*' nın en hızlı ve kısa gelişme sürelerinin ikinci ve üçüncü larva dönemlerinde (Özbaş, 2019) olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Larva büyümesi açısından yumurta yemenin yaprakbitlerinden daha az maliyetli olması nedeniyle (sabit olmaları ve sindirilebilir proteince zengin olmaları) yumurta kanibalizmi, yüksek av yoğunluğunda bile coccinellid için belirgin bir avantaj sağlar. Bu durumun yumurta proteinlerinin larva proteinlerinden farklı olmasından ve daha kolay sindirilmesinden kaynaklandığı kayıtlıdır. Ayrıca, larvalar savunma veya kaçıp, kurtulma davranışları da gösterdiklerinden yumurta kanibalizmine göre onlarla beslenmek risk taşır. Larva yakalamak için daha fazla enerji harcar ve zaman kaybederler. Bu gerekçelerle, yumurta kanibalizminin faydalarının genellikle larva kanibalizminin faydalarından daha yüksek olmasını beklemek olağan görünmektedir. Bu davranış, doğal koşullara uyumlarını artırır. Bu nedenle kanibalizm, besinin av olduğu durumlarda avcının hayatta kalabilmesi için önemlidir (Agarwala, 1991).

Bu çalışmada *A. decempunctata*'nın gömlek değiştirdikten sonra 24 saat aç bırakılmış, aynı dönem larvalarının arasında meydana gelen kanibalizm incelenmiş ve kanibalizm oranının en genç larva döneminden en yaşlı döneme doğru arttığı tesbit edilmiştir. En düşük kanibalizm oranı birinci dönem larvalar arasında saptanmış onu, ikinci, üçüncü ve dördüncü dönemler izlemiştir. Larvalar arasında zarar görmüş olmasına karşın tamamen tüketilmemiş larvaların da bulunduğu gözlenmiştir. Bu durum larva dönemleri ilerledikçe azalmış ve en az dördüncü larva döneminde saptanmıştır. Benzer şekilde *C. septempunctata* ile *H. variegata*'da besin olmadığında aynı dönemdeki larvalarda birinci dönem larvadaki dördüncü dönem larvaya kadar kanibalizm giderek artmıştır (Khan ve Yoldaş, 2018).

Erginlerin larva kanibalizmi ve yaşlı larva dönemlerinin bir önceki genç larva dönemleri üzerindeki kanibalizmini belirlemek amacıyla kurulan denemelerde av konumunda olan larvaların da birbirini yemesi nedeniyle erginlere ve yaşlı larvalara ait doğru veriler elde edilemediğinden denemeler iptal edilmiştir. Fakat bu konuda yapılmış bir çalışmada *C. septempunctata* ile *H. variegata*'nın yaşlı dönem larvalarının genç dönem larvalarla ve erginlerinin de farklı larva dönemleriyle beslendiği, dişilerin erkeklerden daha fazla larva tükettiği bildirilmiştir. Yaprakbiti bulunduğu larva tüketiminde belirgin bir azalmanın olduğu ifade edilmiştir (Khan ve Yoldaş, 2018).

Ortamda av olan tür bulunduğu coccinellidlerde kanibalizmin azaldığı, çok sayıda türle yapılmış çalışmalarla kanıtlanmıştır (Bayoumy ve Michaud, 2015a; Khan ve Yoldaş, 2018; Perez ve Omkar, 2006; Ware vd. 2009). Erginler kendi üreme ihtiyaçları ve larvalarına yeterli gıdayı sağlamak için önce av olan yaprakbitini bulmak durumundadır (Agarwala, 1991). Coccinellidae familyası ele alındığında, bir habitatın belirli bir avcı tür tarafından baskı altına alındığı kabul edilmektedir. Bir habitatta diğer türler için en büyük tehdit en yoğun birey sayısına sahip avcıdır. Herhangi bir birlik içinde nispeten sayısı az olan tür, yaygın tür tarafından saldırıya uğrama ya da yenilme riski altındadır. Fakat bu konudaki diğer bir olasılıkta daha yüksek av yoğunluklarında avcının yumurta aramak yerine kendisi ve larvaları için daha garantili besin sağlayan ve kolay ulaşılabilen yaprakbitlerini tercih etme eğiliminde olduklarıdır (Bayoumy vd., 2016).

Afidofag coccinellidlerde av olan yaprakbitinin popülasyonunu düşüren koşullar, coccinellidlerin kanibalistik davranışlarını teşvik etmiştir. Kanibalistik olan bir larva, sadece hayatta kalma şansını artırmakla kalmaz, aynı zamanda potansiyel rakiplerini de ortadan kaldırmış olur. Ancak kanibalizm genellikle beklenenden daha az yaygındır ve birçok türde sadece gelişmenin belirli aşamalarında görülür (Hempton vd., 2000). Rakipleri azaltırken

bireye yüksek kaliteli yiyecek sağlar. Popülasyon yoğunluğunu düzenleyerek doğal koşullara uyumu artırabilir (Bayoumy vd., 2016). Yiyeceğin sınırlı olması veya bulunmaması durumunda kanibalizm oranı artabilir, ancak birçok predatör yiyecek bol olsa da bu davranışı göstermektedir (Snyder vd., 2000). Kanibalizm, kanibal bireyin kurban tarafından zaten tamamlanmış olan av detoksifikasyonundan veya kurbanın farklı ve belki de daha çeşitli beslenme geçmişinden yararlanmasına izin vererek larvaya fayda sağlayabilir (Snyder vd., 2000). Kanibalizm bu yararlarının yanında bazı durumlarda olumsuzluklara da yol açar. Kanibalizm, hedeflenen av tarafından yaralanma veya avından olabilecek patojen bulaşıklıkları nedenleriyle avcı için zararlı olabilir. Kitle üretiminde üretim kapasitesini etkileyen en önemli sınırlayıcı faktörlerden birisidir.

Bu nedenlerle ister fitofag ister entomofag olsun türlerdeki kanibalizm davranışlarının iyi araştırılması doğal koşullarda ve laboratuvar koşullarında onlardan daha verimli yararlanmamızı sağlayacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak *A. decempunctata*'nın ergin ve larvalarının kendi yumurtalarıyla beslenebildiği belirlenmiştir. Ergin dişiler erkeklerden çok daha fazla yumurta tüketmiştir. Larva dönemlerinde ise en fazla yumurtayı ikinci ve üçüncü dönem larvalar tüketmiş, onları birinci ve dördüncü dönemler izlemiştir. Aynı larva dönemleri içerisinde ise en fazla kanibalizm dördüncü larva döneminde saptanmış, onu üçüncü, ikinci ve birinci larva dönemleri izlemiştir. Erginlerin larva kanibalizmi ve yaşlı larva dönemlerinin bir önceki, genç larva dönemi üzerindeki kanibalizmini belirlemek amacıyla kurulan denemelerde av konumunda olan larvaların da birbirini yemesi nedeniyle sağlıklı veriler elde edilememiştir.

Besinsiz ortamlarda *A. decempunctata* yumurtalarının ergin ve larvalarına karşı savunmasız ve yüksek risk altında olduğu, ayrıca aynı dönem larvalar arasında yenilme riskinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuçlar *A. decempunctata* hakkındaki bilgi birikimimize katkı sağlayacaktır.

Fakat bu konuda avcının besininin bulunduğu ortamdaki tür içi kanibalizm davranışının ve doğal ortamında aynı alanı paylaştığı diğer predatör türler ile arasındaki kanibalizm davranışlarının, kanibalistik beslenmenin biyolojisine olan etkilerinin de ayrıntılı olarak incelenmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Salam, A. H., El-Serafi, H. A. K., El-Naggar, M. E., Abo Elsoud S. S. (2011). Influence of predator and prey densities on larval cannibalism in ladybeetle, *Coccinella undecimpunctata* (L.) under laboratory conditions. *Journal Plant Protection and Pathology*, 2(4):509–517.
- Agarwala, B. K. (1991). Why do ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) cannibalize? *Journal of Biological Science*, 16: 103-109.
- Agarwala, B. K. ve Dixon, A.F.G. (1992). Laboratory study of cannibalism and interspecific predation in ladybirds. *Ecological Entomology (Electronic Journal)*, 17: 303-309. doi/10.1111/j.1365-2311 1992.tb01062.x
- Aleosfoor, M., Mortazavi, N., Poorkashkooli, M. (2014). Comparison cannibalistic behavior between two ladybirds, *Coccinella septempunctata* (L.) and *Hippodamia variegata* (Goeze) under laboratory experiment. *Munis Entomology & Zoology*, 9(2): 645-650.
- Anonim (2022a). *Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758), UK Beetle Recording. <https://www.coleoptera.org.uk/species/adalia-decempunctata> (Erişim tarihi:24.01.2022)
- Anonim (2022b). Aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae) *Adalia decempunctata* Ten-spot ladybird.https://influentialpoints.com/biocontrol/Adalia_decempunctata_ten-pot_ladybird.htm (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- Bayoumy, M. H. ve Michaud, J. P. (2015a). Cannibalism in two subtropical Lady beetles (Coleoptera: Coccinellidae) as a function of density, life stage, and food supply. *Journal Insect Behavior*, 28 (4): 387–402.
- Bayoumy, M. H. ve Michaud, J. P. (2015b). Egg cannibalism and its life history consequences vary with life stage, sex, and reproductive status in *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Economic Entomology*, 108(4):1665-1674.
- Bayoumy, M., Abou-Elnaga, A.M., Ghanim, A.A.I, Mashhoot, G.A. (2016). Egg cannibalism potential benefits for adult reproductive performance and offspring fitness of *Coccinella undecimpunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). *Egyptian journal of pest control*, 26(1): 35-42.

- Chakraborty, D., Korat, D. M., Saneera, E. K. (2013). Cannibalistic behavior of coccinellid beetles in laboratory. Anand Agricultural University. *Journal of Insect Environment*, 19(1):58.
- Cottrell, T.E. (2005) Predation and cannibalism of lady beetle eggs by adult lady beetles. *Journal of Biological Control*, 34: 159–164.
- Dixon, A. F. G. (1959). An experimental study of the searching behaviour of the predatory coccinellid beetle *Adalia decempunctata* (L.). *Journal of Animal Ecology*, 28(2):259-281.
- Dixon, A. F. G. (2005). Insect predator-prey dynamics: ladybird beetles and biological control. *Ecology [Electronic Journal]*, 82:3. doi: 10.2307/2680210, [https://www.researchgate.net/publication/250075960-Insect_Predator-Prey_Dynamics_Ladybird_Beetles_and_Biological_Control] (ErişimTarihi: 29.12.2019).
- Düzgüneş, Z., Toros, S., Kılınçer, N., Kovancı, B. (1982). Ankara ilinde saptanan afit predatörü Coccinellidae (Coleoptera) türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35(3):519-534.
- Erkin, E. (1983). Investigations on the hosts distribution efficiency on the natural enemies of the family Aphididae (Homoptera) harmful to pome and stone fruit trees in İzmir province of Aegean region. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 7(1): 29-49.
- Ferrer A., Dixon, A. F. G., Hemptinne, J.L. (2016). Habitat or prey specialization in predatory ladybird beetles: a case study of two closely related species. *Journal of Applied Entomology*, 140:199-208.
- Haghghadam, Z.M., Sendi, J.J., Zibae, A., Mohaghegh, J. (2018). Suitability of *Aphis gossypii* Glover, *Aphis fabae* Scop. and *Ephestia kuehniella* Zeller eggs for the biology and life-table parameters of *Adalia decempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). *Arch Biology Science*, 70(4):737-747.
- Haghghadam, Z.M., Sendi, J.J., Zibae, A. (1919). Modeling temperature-dependent development and demography of *Adalia decempunctata* L.(Coleoptera: Coccinellidae) reared on *Aphis gossypii* (Glover)(Homoptera: Aphididae). *Journal of Plant Protection Research*, 59:229-243.
- Hemptinne, J.L. ve Dixon, A. F. G. (1991). Why ladybirds have generally been so ineffective in biological control In: Proceedings of the 4th International Symposium, Ecology of Aphidophaga. The Hague, the Netherlands: SPB Academic Publishing (pp. 149- 157).

- Hemptinne, J.L., Lognay, G., Gauthier, C., Dixon, A.F.G. (2000). Role of surface chemical signals in egg cannibalism and intraguild predation in ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Chamoecology*, (10):123–128.
- Hodek, I. (1973). Biology of Coccinellidae. Academia, Prague and W. Junk, The Hague
- Hodek, I. (1996). Food relationships. In Hodek I. & Honek A. (eds): *Ecology of Coccinellidae*. (pp. 143-238) Kluwer Academic, Dordrecht.
- Honek, A., Martinkova, Z., Pekar, S. (2005). Temporal stability of morph frequency in central European populations of *Adalia bipunctata* and *A. decempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology*, 102(3): 437-442.
- Jafari, R. (2013). Cannibalism in *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) under laboratory conditions. *Journal of Biological and Chemical Research*, 30(1):152-157.
- Khan R. M., Khan, M.R, Hussein, M.Y. (2003). Cannibalism and interspecific predation in ladybird beetle *Coccinella septempunctata* (L.) Coleoptera: Coccinellidae) in laboratory. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6(24): 2013-2016.
- Khan, M. ve Yoldaş, Z. (2018). Cannibalistic behavior of aphidophagous coccinellid, *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777) (Coleoptera: Coccinellidae). *Turkish Journal of Entomology*, 42(3): 175-184.
- Koch, K. (1989). Die Käfer Mitteleuropas, *Ökologie*. Goecke und Evers Verlag, Krefeld, Alle Rechte vorbehalten. Printed in Germany 16: 12–19.
- Kundoo, A. ve Khan, A. (2017). Coccinellids as biological control agents of soft bodied insects: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5): 1362-1373.
- Lundgren J.G. (2009). *Relationships of Natural Enemies and Non-Prey Foods*. Springer Science & Business Media.
- Martini A., Haccou P., Olivieri I., Hemptinne J.L. (2009). Evolution of cannibalism and female's response to oviposition-detering pheromone in aphidophagous predators. *Journal of Animal Ecology*, 78 (5): 964-972.
- Michaud, J. P. (2003). A comparative study of larval cannibalism in three species of ladybird. *Ecological Entomology*, 28: 92-101.

- Michaud J.P. ve Grant, A.K. (2004). Adaptive significance of sibling egg cannibalism in Coccinellidae: comparative evidence from three species. *Ecology and Population Biology*, 97(4):709-719.
- Narmanlıoğlu H. ve Güçlü Ş. (2011). İspir (Erzurum) İlçesi'nde meyve ağaçlarında bulunan yaprakbiti türleri (Homoptera: Aphididae) ve doğal düşmanları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39 (2): 225-229.
- Nikitsky N.B. ve Ukrainsky A. S. (2016). The ladybird beetles (Coleoptera, Coccinellidae) of Moscow. *Entomological Review*, 96 (6):710–735.
- Osawa, N. (2002). Sex-dependent effects of sibling cannibalism on life history traits of the ladybird beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 2002(76): 349–360.
- Özbaş, Ö.F. (2019). *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) ile beslenen *Adalia decempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)'nın biyolojisi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Paul S.C, Stevens M., Burton J , Pell J.K., Birkett M.A., Blount, J.D. (2018). Invasive egg predators and food availability interactively affect maternal investment in egg chemical defense. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6(4):1-10.
- Pervez, A. ve Omkara, K.G. (2006). Larval cannibalism in aphidophagous ladybirds: Influencing factors, benefits and costs. *Biological Control*, 38: 307-313.
- Roy, H. E., Rudge H., Goldrick, L. (2007). Eat or be eaten: prevalence and impact of egg cannibalism on two-spot ladybirds, *Adalia bipunctata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 125(1): 33-38.
- Roy, H., Brown, P., Frost, R., Poland, R. (2011). Ladybirds (Coccinellidae) of Britain and Ireland. *Natural Environment Research Council* (NERC).
- Slipinski, A. ve Tomaszewska, K.W. (2010). Coccinellidae Latreille 1802, Coleoptera Beetles. In: Leschen R.A.B., Beutel R.G., Lawrence J.F., editors. (ed.), *Handbook of Zoology*, Vol. 2, Coleoptera. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, (pp. 454-472), Berlin/New York.

- Snyder, W.E., Joseph, S.B., Preziosi, R.F., Moore, A.J. (2000). Nutritional benefits of cannibalism for the lady beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) when prey quality is poor. *Environmental Entomology*, 29(6):1173-1179.
- SPSS, (2011): SPSS for Windows Release 19.0, SPSS Inc.
- Sobutay, U. (2016). Bartın ili Coccinellidae (Insecta: Coleoptera) türleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2):227-236, doi: 10.24011/barofd. 356628, Erişim [https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/371612]
- Stork, N.E. (2009). Biodiversity, Vincent H.Resh ve Ring T.Cardé (Ed.), *Encyclopedia of Insects*. (Second Edition) Copyright © 2009 Elsevier Inc. All rights reserved, Academic Press.
- Tayeh, A., Estoup, A., Lombaert, E., Guillemaud, T., Kirichenko, N., Handley, L.L., Clercq, P.D., Facon, B. (2014). Cannibalism in invasive, native and biocontrol populations of the Harlequin ladybird. *BMC Evolutionary Biology*, 14(15):1471-2148.
- Uygun, N. (1981). *Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerinde taksonomik araştırmalar*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Uygun, N. ve Karabüyük, F. (2013). *Coccinellidae (Gelin Böcekleri), biyolojik mücadele* [http://www.biyolojikmucadele.org.tr/uploads/Coccinellidae. pdf.] Erişim Tarihi: 10.07.2019.
- Ware, R., Yguel, B., Majerus, M. (2009). Effects of competition, cannibalism and intraguild predation on larval development of the European coccinellid *Adalia bipunctata* and the invasive species *Harmonia axyridis*. *Ecological Entomology*, 34: 12-19.
- Yurtsever, S. (2001). A preliminary study on the ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) of Edirne in North-Western Turkey. *Turkish Journal Zoology*, 25: 71-75.

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“*ADALIA DECEMPUNCTATA* (L.) (COLEOPTERA, COCCINELLIDAE)’ DA TÜR İÇİ KANİBALİZM DAVRANIŞI ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR” başlıklı Yüksek Lisans tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Anisa ABDINASIR MOHAMED

21/02/2022