



T.C.  
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**ÇİÇEK BÖCEĞİ, *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae)'DA MATERNAL KALITILAN ENDOSİMBİYOTİK BAKTERİLERİN TARANMASI**

Sümeyye BAŞAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

KIRŞEHİR / 2022



T.C.  
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**ÇİÇEK BÖCEĞİ, *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae)'DA MATERNAL KALITILAN ENDOSİMBİYOTİK BAKTERİLERİN TARANMASI**

Sümeyye BAŞAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**  
Dr. Öğr. Üyesi Tayfun KAYA

KIRŞEHİR / 2022

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Sümeyye BAŞAK



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



## ÖNSÖZ

Yüksek Lisansa başlamamda ve yüksek lisans ders sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim adamının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Tayfun KAYA' ya büyük bir içtenlikle teşekkür ederim.

Tezimi, ailem başta olmak üzere özellikle Ömer Avni BAŞAK'a ithaf ederim.

Ekim 2022

Sümeyye BAŞAK



# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	vii
SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY .....	x
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Amaç.....	2
1.2. Önem.....	2
<b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>	<b>4</b>
2.1. Çiçek böceği, <i>Tropinota (Epicometis) hirta</i> (Poda 1761).....	4
2.1.1. Tanımı ve Yayılışı .....	4
2.1.2. Konakları ve Zararları .....	5
2.1.3. Çiçek Böceği ile Mücadele Yöntemleri .....	5
2.2. Endosimbiyotik Bakteriler.....	7
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>9</b>
3.1. Çiçek böceği, <i>Tropinota (Epicometis) hirta</i> Örneklemesi.....	9
3.2. Total DNA İzolasyonu.....	10
3.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR), Elektroforez ve Dizi Analizi.....	11
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>13</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>17</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>19</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>25</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
<b>Şekil 2.1.</b> Bakla zınnı genel görünüş (a: ergin (S. Başak), b: yumurta, c:	4
<b>Şekil 3.1.</b> Çiçek böceği örnekleme yapılan lokasyonların harita üzerinde gösterimi (1: Kırşehir Merkez; 2: Mucur; 3: Boztepe; 4: Çiçekdağ; 5: Kaman).....	9
<b>Şekil 4.1.</b> Tespit edilen ve örnekleme yapılan çiçek böceği erginleri (a: kiraz ağacında, b: elma ağacında, c: çilekte (S. Başak).....	13
<b>Şekil 4.2.</b> Mitokondriyal sitokrom <i>c</i> oksidaz I alt birimini (COX1) amplifiye eden <i>LCO/HCO</i> primer çifti ile elde edilen PCR ürünlerinin agaroz jel elektroforezindeki görüntüsü (L:Leader, 1: Merkez, 2: Mucur, 3: Kaman, 4: Çiçekdağ, 5: Boztepe; NK: negatif kontrol) izole edilen total DNA'ların.....	14
<b>Şekil 4.3.</b> COX1 primer seti ile elde edilen aplikonların dizi analizlerinde elde edilen konsensüs dizileri ve NCBI veri tabanından indirilen diziler ile elde edilen ML yöntemi ile filogenetik ağacı.....	15
<b>Şekil 4.4.</b> <i>ArsF-R2</i> ( <i>Arsenophonus</i> ) ve <i>CloF-R</i> ( <i>Cardinium</i> ) primerleriyle elde edilen PCR ürünlerinin elektroforezindeki jel görüntüsü. (1; Kırşehir Merkez, 2; Mucur, 3; Kaman, 4; Çiçekdağ, 5; Boztepe, 6; PK; Pozitif kontrol, NK; Negatif kontrol).....	16
<b>Şekil 4.5.</b> <i>WspecF-R</i> ( <i>Wolbachia</i> ) ve <i>RbF-R</i> ( <i>Rickettsia</i> ) primerleriyle elde edilen PCR ürünlerinin elektroforezindeki jel görüntüsü. (1; Kırşehir Merkez, 2; Mucur, 3; Kaman, 4; Çiçekdağ, 5; Boztepe, 6; PK; Pozitif kontrol, NK; Negatif kontrol).....	16

## TABLO LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 3.1.</b> Çiçek böceği örnekleme yapılan lokasyonlara ilişkin detaylar.....	<b>10</b>
<b>Tablo 3.2.</b> Çalışmalarda kullanılan primerler ve özellikleri.....	<b>11</b>
<b>Tablo 3.3.</b> PCR reaksiyon bileşenleri ve miktarları.....	<b>11</b>
<b>Tablo 3.4.</b> PCR amplifikasyon koşulları.....	<b>12</b>





## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
°C	: Santigrat derece
ml	: Mililitre
µl	: Mikrolitre

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<i>T. hirta</i>	: <i>Tropinota (Epicometis) hirta</i> (Coleoptera: Scarabaeidae)
CI	: Sitoplazmik uyumsuzluk
DNA	: Deoksiribo nükleik asit
PCR	: Polimeraz zincir reaksiyonu
CTAB	: Cetil trimetil amonium bromide
NCBI	: National Center for Biotechnology Information
COI	: Mitokondriyel sitokrom c oksidaz subunit I

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# ÇİÇEK BÖCEĞİ, *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae)'DA MATERNAL KALITILAN ENDOSİMBİYOTİK BAKTERİLERİN TARANMASI

SÜMEYYE BAŞAK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tayfun KAYA

Çiçek böceği, *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) oldukça geniş bir alana yayılış gösteren, neredeyse bütün çiçekli bitkilerde ve tahıllarda ekonomik kayıplara neden olan polifag bir zararlıdır. Mücadelesinde her ne kadar kimyasal yöntemler ile başarı elde edilse de, faydalı böcekler ve tozlaştırıcılar üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle risk oluşturmaktadır. Dolayısıyla özellikle zararlı türlerle mücadelede kimyasal mücadele yöntemlerine alternatif çevre dostu stratejilerin geliştirilmesinde maternal olarak kalıtılan endosimbiyotik bakteriler umut vaat etmektedir. Türkiye’de *T. hirta*’nın yayılışı ve zararı hakkında birçok veri bulunmasına karşın, zararlı popülasyonlarında endosimbiyotik bakteri florasına yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada bilindiği kadarıyla Kırşehir’de ilk kez tespit edilen *T. hirta* popülasyonlarında *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* ve *Wolbachia* bakterilerinin varlığının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla beş farklı lokasyonda kabak, çilek, elma, armut, kiraz ve vişneden *T. hirta* erginleri toplanmıştır. Morfolojik özelliklerine göre teşhisleri gerçekleştirilen ve mitokondriyal sitokrom *c* oksidaz I alt birimini (COI) amplifiye eden primer seti (LCO1490 ve HCO2198) ile doğrulanan toplam 50 *T. hirta*’ da (her lokasyondan 10’ar birey) spesifik primerler setleri (sırasıyla *Ars*, *Clo*, *Rb* ve *Wspec*) ile endosimbiyotik bakteriler taranmıştır. Çalışmalar sonucunda Türkiye’de ilk kez *T. hirta* örneklerinde *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* ve *Wolbachia* bakterilerinin bulunmadığı belirlenmiştir. Kırşehir’de *T. hirta* yayılışını bildiren bu çalışmanın, küresel ısınma, kuraklık ve dünyada artan gıda talebi nedeniyle baskı altındaki tarımsal ürünlerde zarara neden olan *T. hirta*’ ya yönelik gerçekleştirilecek çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ekim 2022, 37 Sayfa

**Anahtar Kelimeler:** *Tropinota hirta*, *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia*, *Wolbachia*.

## ABSTRACT

M.Sc. THESIS

# SCREENING OF MATERNALLY INHERITED ENDOSYMBIOTIC BACTERIA IN THE FLOWER BEETLE, *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae)

SÜMEYYE BAŞAK

Kırşehir Ahi Evran University  
Graduate School of Sciences and Engineering  
Department of Advanced Technologies

Supervisor: PhD. Tayfun KAYA

Flower beetle, *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) is a polyphagous pest that spreads over a wide area and causes economic losses in almost all flowering plants and granaries. Although successful in its struggle with chemical methods, it is risky due to its negative effects on beneficial insects and pollinators. Therefore, maternally inherited endosymbiotic bacteria show promise in the development of environmentally friendly alternative strategies to chemical control methods, especially in the fight against harmful species. Although there are many data on the distribution and damage of *T. hirta* in Turkey, there are no studies on the endosymbiotic bacterial flora in pest populations. In this study, it was aimed to investigate the presence of *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* and *Wolbachia* bacteria in the *T. hirta* populations detected for the first time in Kırşehir. For this purpose, *T. hirta* adults were collected from zucchini, strawberry, apple, pear, cherry and sour cherry in five different locations. In a total of 50 *T. hirtas* (10 individuals from each location) diagnosed according to their morphological features and confirmed by the primer set (*LCO1490* and *HCO2198*) amplifying the mitochondrial cytochrome c oxidase I subunit (COI), specific primers sets (*Ars*, *Clo*, *Rb* and *Wspec*) and endosymbiotic bacteria were screened. As a result of the studies, it was determined that *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* and *Wolbachia* bacteria were not found in *T. hirta* samples for the first time in Turkey. It is thought that this study, which reports the distribution of *T. hirta* in Kırşehir, will contribute to the studies to be carried out on *T. hirta*, which causes damage to agricultural products under pressure due to global warming, drought and increasing food demand in the world.

October 2022, 37 Pages

**Keywords:** *Tropinota hirta*, *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia*, *Wolbachia*.

# 1. GİRİŞ

Çiçek böceği, *Tropinota (Epicometis) hirta* (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) ülkemizin çeşitli yörelerinde bakla zınnı, çiçek zınnı, bakla çiçek böceği sarı tüylü çiçek böceği, bakla çiçek yiyeni olarak isimlendirilen önemli zararlılarından biridir. Bu tür dünyada oldukça geniş bir alana yayılmıştır. Bakla zınnı (*T. hirta*) Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaygın olup, Orta Avrupa'dan İran'a kadar yayılmıştır (Kara, 1995; Güvenç ve Yaşar, 2014). Türkiye'de ise bütün bölgelerde rapor edilmiştir (Rozner ve Rozner, 2009; Ataş, 2019). Neredeyse bütün çiçekli bitkilerde zarara neden olan *T. hirta* polifag bir zararlıdır. Ergin böcekler, organlarındaki, pistillerdeki ve sıklıkla taç yapraklarıyla beslenerek çiçeğe zarar vererek tarımsal üretimde ekonomik kayıplara neden olurlar (Hurpin, 1962; Ertop ve Özpınar, 2011; Kutinkova ve Andreev, 2004; Güvenç ve Yaşar, 2014; Kaplan, 2019; Özbek Çatal ve ark. 2020; Yaşar ve Dahham Dahham, 2019). *T. hirta*'nın mücadelesinde genel olarak kimyasal ve kültürel yöntemler kullanılmaktadır. Ancak kimyasal mücadele araçları faydalı böcekler ve tozlaştırıcılar üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle risk oluşturmaktadır (Vukovic ve diğ. 2019; Çelik ve Yaşar, 2021; Kaplan, 2019). Dolayısıyla kozmopolit yayılış gösteren ve tarım ürünlerinde zarara neden olan *T. hirta* ile yeterince mücadelesi yapılamamaktadır.

Zararlı eklembacaklılarla mücadelede çevre dostu ve sürdürülebilir yöntemler için birçok çalışma bulunmaktadır (Hendrichs ve diğ., 1995; Hendrichs ve diğ., 2002; Yuval ve diğ., 2010; Uçar, 2021). Özellikle zararlılarda biyolojik, biyoteknolojik ya da entegre mücadele kapsamında değerlendirilen endosimbiyotik bakterilerin gelecek vaat ettiği belirtilmektedir (Bourtzis, 2008; Hancock ve diğ., 2011; Pagendam ve diğ., 2020). Bu bakterilerin ortak özelliği ise genel olarak maternal olarak kalıtılması ve konaklarının üreme sistemleri üzerinde manipülatör etki göstererek popülasyon yapısına etki etmesi ve (Breeuwer ve Werren, 1990; Werren, 1997; Hurst ve Jiggins, 1999; Weeks ve Breeuwer, 2001; Vignesh ve diğ., 2018; Liu ve Guo, 2019) bu özelliğin zararlılara karşı kimyasal mücadele yöntemlerine alternatif stratejilerin geliştirilmesinde kullanılabileceği rapor edilmektedir (Bourtzis, 2008; Hancock ve diğ., 2011; Pagendam ve diğ., 2020). Ancak endosimbiyotik bakteri florasının yakın akraba popülasyonlarında ve farklı coğrafyalarda değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Dolayısıyla farklı coğrafyalarda endosimbiyotik bakteriler taranmaktadır (Li ve diğ., 2017; Hou ve diğ., 2020; König ve diğ., 2019; Pagendam ve

diğ., 2020). Özellikle zengin biyolojik çeşitliliğe Türkiye’de bu kapsamda son yıllarda çeşitli zararlı türlerde endosimbiyotik bakteriler incelenmektedir (Inci ve diğ., 2016; Onder ve diğ., 2019; İpekdal ve Kaya, 2020). Ancak Anadolu’da *T. hirta*’ da endosimbiyotik bakterilere yönelik bilindiği kadarıyla herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

### 1.1. Amaç

*T. hirta* meyve ağaçları, süs ağaçları, çalılar ve diğer tarımsal bitkiler gibi birçok bitkide, özellikle çiçeklerde ve dolayısıyla üreme kısımlarında beslenerek zarara neden olan önemli zararlılar arasında yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda *T. hirta*’ nın özellikle baharda çiçek açan meyve ağaçlarında olmak üzere birçok meyve ve sebze türlerinde etkilidir (Schmera ve diğ., 2004; Kutinkova ve Andreev, 2004; Vuts ve diğ., 2009; Yaşar ve Uysal, 2013; Güvenç ve Yaşar, 2014; Ertop ve Özpınar, 2011; Kaplan, 2019; Özbek Çatal ve diğ., 2020). *T. hirta* dünyada ve Türkiye’de geniş bir yayılış alanına sahip kozmopolit bir türdür (Kara, 1995; Rozner ve Rozner, 2009; Güvenç ve Yaşar, 2014; Ataş, 2019). Yayılışı ve zararı hakkında birçok veri bulunmasına karşın, Türkiye’de *T. hirta*’ nın endosimbiyotik bakteri florasına yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada Kırşehir’de tespit edilen ve başta meyve olmak üzere birçok bitki türünde etkili olarak ürün kaybına neden olan *T. hirta*’ da endosimbiyotik bakteri florasının incelenmesi amaçlanmıştır.

### 1.2. Önem

Tarımsal üretim küresel ısınma, kuraklık ve artan gıda talebi gibi nedenlerin baskısı altındadır (Türkeş, 2020). Ek olarak zararlılarda bu kapsamda tarım ürünlerinde rekolte kayıplarına ve dolayısıyla ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Dolayısıyla zararlılar gerek iç pazar ihtiyacının karşılanması gerekse ülkemizin en önemli döviz girdisi sağlayan tarım ürünlerinin ihracatı açısından risk faktörüdür (Ulusoy ve diğ., 1999; Mamay ve diğ., 2014). Diğer yandan zararlılarla mücadelede kullanılan insektisit kalıntısı da hem canlı ve çevre sağlığı hem de tarımsal ürünlerin ihracatı açısından risk faktörüdür (Akdoğan ve diğ., 2012). Bu nedenle zararlı türler ile mücadelede canlı sağlığı ve çevre açısından risk oluşturmayan alternatif stratejilere yönelik çalışmalar önem arz etmektedir. Maternal kalıtılan endosimbiyotik bakteriler (Bourtzis, 2008; Hancock ve diğ., 2011; Pagendam ve diğ., 2020) konağının üreme davranışını kendi lehine manipüle eden ve zararlı popülasyon yoğunluğu üzerinde etkili olmalarıyla biyoteknolojik ve/veya entegre mücadele

kapsamında incelenmektedir (Li ve diğ., 2017; Hou ve diğ., 2020; König ve diğ., 2019; Pagendam ve diğ., 2020). Ancak bunun için hedeflenen zararlıdaki varlığının belirlenmesi önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada Anadolu’da yayılış gösterdiği bilinen *T. hirta*’da endosimbiyotik bakterilerin taranmasının bu zararlıya yönelik çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## 2. GENEL KISIMLAR

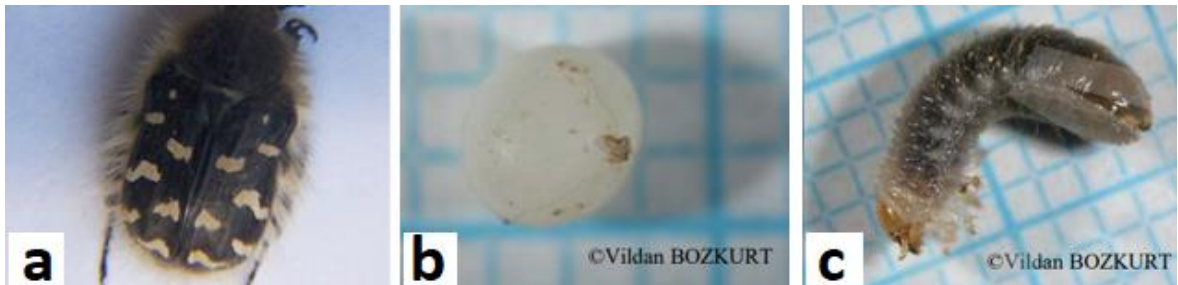
### 2.1. Çiçek böceği, *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda, 1761)

#### 2.1.1. Tanımı ve Yayılışı

Çiçek böceği *Tropinota (Epicometis) hirta*, Coleoptera takımının en büyük familyası, Scarabaeidae (Cetoniinae alt familyası)'de içerisinde sınıflandırılır. Genel olarak Cetoniinae alt familyası üyeleri tarımsal öneme sahip olmakla birlikte, *T. hirta* polifag beslenme rejimine sahip bir zararlıdır (Subchev ve diğ., 2011; Kara, 1995; Ersoy ve Hasbenli, 2022).

Erginler; vücutlarının üzeri uzun ve sık sarı tüylerle kaplı olan, elitrasında beyaz lekeler bulunan yaklaşık olarak 10 mm boyunda siyah mat renkli bir zararlıdır (Anonim, 2008; Erden ve diğ., 2008; Okudan Erdoğan, 2016). Erginleri günün güneşli saatlerinde çok hareketlidir. İlkbahar sonunda popülasyon en yüksek duruma gelir (Anonim, 2008; Erden ve diğ., 2008; Okudan Erdoğan, 2016; Yaşar ve Dahham Dahham, 2019).

Çiftleşme sonrası dişi erginler, yaklaşık 2.0-2.5 mm çapında ve küre şeklindeki beyazımsı yumurtalarını humusça zengin topraklara bırakırlar. 1-2 hafta sonra yumurtadan çıkan manas tipinde olan larvalar yabancı otların kökleri ve organik maddelerle beslenir. Larvaların kuru toprakta gelişmeleri yavaş olup, 15°C'nin altındaki sıcaklıklarda larva gelişmesi tamamen durur. Gelişmesini tamamlayarak toprakta 6-9 hafta içinde oluşturdukları bir boşlukta pupa olur. Larvaları meyve ağaçlarında önemli zarar meydana getirmez. Bu pupalardan çıkan erginler kışı toprakta geçirir ve ertesi yıl çıkarak çiçeklerde zarar yaparlar (Anonim, 2008; Okudan Erdoğan, 2016).



Şekil 2.1. Bakla zınnı genel görünüş (a: ergin (S. Başak), b: yumurta, c: larva (Anonim, 2008)).

*T. hirta* Avrupa-Asya, Akdeniz, Orta Doğu ve Orta Asya bölgelerinde geniş bir yayılış alanında yayılış gösterir. Türkiye’de ise hemen hemen her bölgede görülmektedir. Bu kapsamda *T. hirta* Bilecik, Afyon, Sakarya, Ankara, Amasya, Sivas, Yozgat, Eskişehir, Çorum, Gümüşhane, Edirne, Manisa, Uşak, Balıkesir, Mersin, Kars, Nevşehir, Aydın, Tekirdağ, Denizli, İzmir, Antalya, Siirt, Erzincan, Ağrı, Adana, Adıyaman, Van ve Kırklareli’nde bildirilmiştir (Rozner ve Rozner, 2009; Ataş, 2019).

### **2.1.2. Konakları ve Zararları**

*T. hirta* polifag bir zararlıdır ve turuncgiller dahil meyve ağaçları (özellikle elma, armut, kiraz, vişne, kayısı, erik, şeftali, ahududu, böğürtlen, gül) (Schmera ve diğ., 2004; Kutinkova ve Andreev, 2004; Vuts ve diğ., 2009; Yaşar ve Uysal, 2013; Güvenç ve Yaşar, 2014), buğdaygiller (Toth ve diğ., 2004), kabak, çilek gibi birçok meyve ve sebze türleri (Ertop ve Özpınar, 2011; Kaplan, 2019; Çınar ve diğ., 2004; Özbek Çatal ve diğ. 2020) ile söğüt ve kavak gibi ağaçlarda (Subchev ve diğ., 2011) konakları arasındadır.

Asıl zarara erginler neden olur. İlkbahar aylarında topraktan çıkış yapan erginler bitkilerin çiçeklerinde, taç yaprakları ile stamen ve stigmalarını çiğnemek suretiyle erkek ve dişi organlarda zarara neden olurlar. Bazen tomurcuk, körpe sürgün, yaprak, hatta meyveyle beslendikleri de olmaktadır (Çelik, 2019; Özbek, 2008; Kutinkova ve Andreev, 2004; Akpınar ve diğ., 2020). Uçma kapasiteleri yüksek olduğu için değişik bitkilere geçer ve zararlarını devam ettirirler. Bunun sonucu olarak zarar görmüş çiçekler meyve bağlayamazlar (Kutinkova ve Andreev, 2004; Akpınar ve diğ., 2020). Buna göre *T. hirta*’nın zarar düzeyinin armutta %90–100 (Kara, 1995), kirazda ise % 70’lerde olduğu rapor edilmiştir (Kutinkova ve Andreev, 2004; Güvenç ve Yaşar, 2014).

Diğer yandan çiçekler üzerinde dolaşıp beslenirken bir çiçekten diğerine veya bir ağaçtan bir başkasına geçtikleri için tozlaşmayı da gerçekleştirmektedirler. Dolayısıyla zararlı tozlayıcılar olarak da nitelendirilmektedirler (Özbek, 2008).

### **2.1.3. Çiçek Böceği ile Mücadele Yöntemleri**

*T. hirta* ile mücadelede genel olarak kültürel, mekanik ve biyoteknik yöntemler kullanılmakla birlikte, kimyasal yöntemlerin kullanımı önerilmektedir. Kültürel yöntemler kapsamında toprağın işlenmesi ile toprakta bulunan yumurta, larva ve ergin popülasyonunun düşürülmesi hedeflenir/önerilir. Mekanik mücadelede sabah serinliğinde,



erginlerin daha az hareketli olduğu saatlerde, ağaçların altına örtü serilerek ağaçlar sallanır ve toplanan erginler imha edilir (Yaşar, 2006). Göreceli olarak en fazla önerilen ve kullanılan yöntem ise erginlerin mavi renge olan duyarlılıkları nedeniyle mavi kapların kullanıldığı biyoteknik yöntemdir. Bunun için mavi kaplara su ile birlikte cezbedicilerin eklenmesi ile erginler çekilir ve suya düşen böcekler toplanarak imha edilir (Sağdaş ve Yaşar, 2013; Yaşar ve Uysal, 2013; Oltean ve diğ., 2015; Tanrıkulu, 2019).

Diğer yandan çok zorunlu olmadıkça kimyasal mücadele tavsiye edilmemektedir. Erginlerin topraktan çıktığı zarara neden olduğu dönem bitkilerin çiçeklenme dönemine denk gelmesi ve yararlı böceklerin, özellikle bal arılarının, kullanılan kimyasallardan olumsuz etkilenmesi nedeniyle bu preparatlar kullanımına dikkat edilmesi önerilmektedir (Yaşar, 2006). Ancak popülasyonun çok yüksek olduğu durumlarda bir miktar arı kaybı da göze alınarak, uygun bir ilaç kullanılarak kimyasal mücadele yapılabilir. Mücadeleye karar verebilmek için, bakla zınnı erginlerinin ve zararının görülmesi gerekir. Bu nedenle, ağaçların pembe tomurcuklarının görüldüğü zamandan itibaren, erginlerin çıkışı gözlenmelidir. Ergin böcekler topraktan çıkıp, çiçeklerle beslenmeye başladığı zaman bir ilaçlama yapılmalıdır (Özbek, 1998).

*T. hirta*'ya karşı kullanılan kimyasalların uygulanmasına ilişkin kısıtlamalar nedeniyle kontrolü oldukça zordur ve ürün kayıplarına neden olmaktadır (Akpınar ve diğ., 2020). Bununla birlikte küresel ısınma, kuraklık ve giderek artan nüfus gıda talebini de beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla zararlı böceklerle mücadele amacıyla yeni ve alternatif yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır (Kılınçer ve diğ., 2010; Tanrıkulu, 2019). Öyle ki, geleneksel yaklaşımlar genel olarak kimyasal orijinli pestisitlerin kullanımının yanı sıra entegre zararlı yönetimi ve biyolojik mücadeleyi kapsar. Ancak bunların her birinin çevresel ve sosyal maliyetlerin eksikliğinden dolayı ciddi dezavantajları vardır. Örneğin, sentetik insektisitler çok çeşitli zararlılara ve hastalık vektörlerine karşı yaygın şekilde uygulanmıştır. Ancak sürekli uygulamasından ötürü zararlılar direnç geliştirmiştir. Ayrıca kimyasal ilaçlar zararlılar yanında yararlı olan canlıları da yok edebilmektedir. Bu durum ekosistemi bir bütün olarak rahatsız etmektedir (Leftwich ve diğ., 2015; Tanrıkulu, 2019). Nitekim kimyasal ürünler bilinçsiz kullanım gibi bir takım yetersizlikler sonucu yarardan ziyade zarar veren bir uygulama halini almaktadır (Tanrıkulu, 2019).

Son yıllarda dünyada artan tüketici talepleri ve değişen ve gelişen gıda normları çerçevesinde özellikle meyve ve sebze üretiminde zararlılarla mücadelede kimyasal mücadele dışında yeni yaklaşımlar üzerinde durulmaktadır. Bu kapsamda biyolojik mücadele bunlardan biri olup, sürdürülebilir tarım tekniklerine uygun, çevreye, insan ve hayvan sağlığına duyarlı bir mücadele yöntemidir. Bu yöntemin ana unsurları zararlıların mücadelesinde kullanılan parazitoitler, predatörler, entomopatojen ve endosimbiyotik bakterilerin kullanımudur (Kılınçer ve diğ., 2010). Özellikle maternal kalıtılan endosimbiyotik bakteriler zararlılarla böceklerin mücadelesinde umut vaat etmektedir (Bourtzis, 2008; Hancock ve diğ., 2011; Pagendam ve diğ., 2020).

## **2.2. Endosimbiyotik Bakteriler**

Eklembacaklılar dünyadaki en yaygın ve en fazla çeşitlilik gösteren taksondur (Zhang ve diğ., 2013) ve birçok bakterilerinin konağıdır (Li ve diğ., 2019). Özellikle de bütün eklembacaklıların %40-60'ında bulunan endosimbiyotik bakteriler, konakları ile olan ilişkileri nedeniyle araştırılmaktadır (Brelsfoard ve Dobson, 2009; Zug ve Hammerstein, 2012). Bu bakteriler konakları arasında genel olarak anneden yavrulara dikey olarak aktarılmakla birlikte, türler arasında yatay olarak da aktarılabilirler. Ayrıca konakları ile olan ilişkileri nedeniyle konaklarının genotipine ve fenotipine etki edebilirler (Duron, 2013; Chrostek ve diğ., 2017). Diğer yandan endosimbiyotik bakteriler artropodlardaki çeşitli cinsiyet sapmalarının nedeni olarak açıklanmakta ve üreme manipülatörü olarak tanımlanmaktadır. Öyle ki, bu bakteriler konaklarında feminizasyon, erkek öldürme, partenogenez indüksiyonu ve sitoplazmik uyumsuzluk şeklinde üreme manipülasyonuna neden olmaktadır (Duron ve diğ., 2008; Bourtzis, 2008; Brelsfoard ve Dobson, 2009; Duron, 2013).

Endosimbiyotik bakterilerin en iyi bilineni *Wolbachia*'dır ve çoğu eklembacaklıda (%40-66) (ve bazı fillarial nematodlarda) görülmektedir. Böceklerin popülasyon yoğunlukları ve yayılışları dikkate alındığında karasal ekosistemdeki en yaygın ve en başarılı tür olarak değerlendirilir (Taylor ve Hoerauf, 1999; Hilgenboecker ve diğ., 2008; Zug ve Hammerstein, 2012; Tolley ve diğ., 2019). Konaklarının somatik ve üreme dokularında bulunan *Wolbachia*, üreme manipülasyonları ile konağının üreme davranışına/şekiline etki eder (Breeuwer ve Werren, 1990; Werren, 1997; Hurst ve diğ., 1999; Weeks ve Breeuwer,

2001) ve bu özelliği nedeniyle de biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Bourtzis, 2008; Hancock ve diğ., 2011; Pagendam ve diğ., 2020).

Maternal olarak aktarılan *Arsenophonus* ilk olarak parazitoid yaban arısı *Nasonia vitripennis*'te tespit edilmiştir. Yaban arısında oğul öldürücü/erkek öldürücü özelliği nedeniyle üreme manipülatörü olarak nitelendirilmektedir (Werren ve diğ., 1986; Gherna ve diğ., 1991). Ancak durum *Arsenophonus*'un diğer konaklarında nadiren görülmektedir. Bununla birlikte konaklarının insektisit direncine etki ettiği, beslenmesinde rol aldığını ve çevresel streslere karşı koruma sağladığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Chiel ve diğ., 2007; Hansen ve diğ., 2007; Duron, 2014; Wagner ve diğ., 2015). Dolayısıyla *Arsenophonus*'un konaklarının fenotipine etkisi tam olarak bilinmemekle birlikte, yapılan çalışmalar ve gerçekleştirilen analizler oldukça yüksek çeşitliliği nedeniyle konaklarının evriminde rol oynadığını göstermektedir (Mouton ve diğ., 2012).

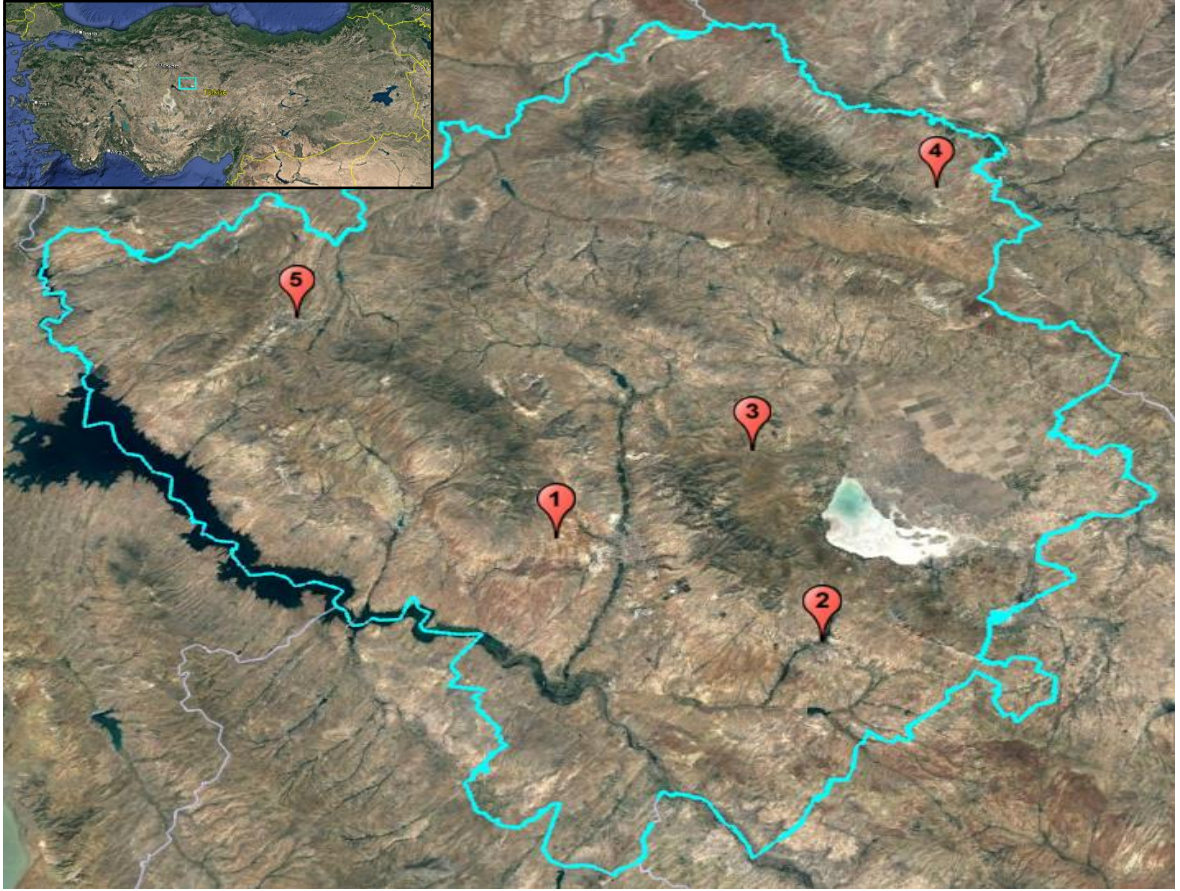
*Cardinium* bitki zararlılarında (%47'sinde) (Nakamura ve diğ., 2009), parazitoid yaban arılarında (Zchori-Fein ve diğ., 2004), örümceklerde ve akarlarda (Weinert ve diğ., 2015) maternal kalıtılan endosimbiyonttur. Konak biyolojisi üzerindeki etkileri özellikle enfekte erkeklerle çiftleşen enfekte olmayan dişilerin canlı yavrular üretmediği ve sitoplazmik uyumsuzluk (CI) olarak bilinen üreme manipülasyonu ile sonuçlanır. Diğer yandan dişi bu bakteri ile enfekte ise yavru hayatta kalır. Konağının üremesine ve tam olarak bilinmese de biyolojisi üzerine etkilerinden dolayı, *Cardinium* potansiyel biyokontrol ajanları olarak değerlendirilmektedirler (Doremus ve diğ., 2020; Zhao ve diğ., 2018; Zélé ve diğ., 2018; Penz ve diğ., 2012; Nakamura ve diğ., 2009; Gotoh ve diğ., 2007).

Çoğunlukla insanlarda tifüs ve Rocky Mountain benekli humması gibi hastalıkların nedeni olarak bilinen *Rickettsia*'nın bazı türlerinin, böceklerde üreme manipülatörü olarak fenotipe etki etmektedir (Perlman ve diğ., 2006). Genel olarak maternal olarak aktarılan ve kendi yayılımını sağlamak amacıyla konağın üremesine etki eder. Bu manipülatif etki erkek öldürücü olarak ifade edilmektedir (Werren ve diğ., 1994; Lawson ve diğ., 2001; Perlman ve diğ., 2006).

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. Çiçek böceği, *Tropinota (Epicometis) hirta* Örneklemesi

Çalışmada incelenen *T. hirta* örnekleme Kırşehir’de gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Merkez, Mucur, Kaman, Çiçekdağ ve Boztepe olmak üzere toplam beş lokaliteden çiçek böceği toplanmıştır. Örnekleme yapılan lokasyonların harita üzerindeki gösterimi Şekil 3.1’de bunlara ilişkin detaylar ise Tablo 3.1’dedir.



Şekil 3.1. Çiçek böceği örnekleme yapılan lokasyonların harita üzerinde gösterimi (1: Kırşehir Merkez; 2: Mucur; 3: Boztepe; 4: Çiçekdağ; 5: Kaman).

**Tablo 3.1.** Çiçek böceği örnekleme yapılan lokasyonlara ilişkin detaylar.

	Lokasyon	Koordinatlar	Konak	Tarih
1	Merkez	39° 8'51.63"K 34° 4'47.89"D	Kiraz, Armut, Çilek	Mayıs 2021
2	Mucur	39° 4'16.60"K 34°22'50.79"D	Vişne, Elma	Mayıs 2021
3	Boztepe	39°16'5.61"K 34°16'0.27"D	Elma	Mayıs 2021
4	Çiçekdağ	39°36'20.73"K 34°24'47.06"D	Kiraz, Elma	Mayıs 2021
5	Kaman	39°21'48.00"K 33°43'41.75"D	Elma	Mayıs 2021

Her bir lokasyondan en az 10 ergin birey (Şekil 3.1) olmak üzere toplanan örnekler, yerinde %70 alkol ile 30 saniye sterilize edilmiş, steril distile su ile yıkanmış ve kullanılabileceği kadar alkolde -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Toplanan *T. hirta* örnekleri morfolojik karakterlerine göre (Kara, 1995) diseksiyon mikroskobu kullanılarak teşhis edilmiştir. Ayrıca tanımlamalar rastgele seçilen bir bireyden izole edilen total DNA'dan mitokondriyel sitokrom *c* oksidaz subunit I (COI) primer seti (*LCO1490-F* ve *HCO2198-R*) (Tablo 3.2) kullanılarak elde edilen PCR ürünlerinin sekanslanması ile doğrulanmıştır.

### 3.2. Total DNA İzolasyonu

Çalışmalarda kaynak olarak kullanılan total DNA Doyle and Doyle (1990) tarafından önerilen CTAB (Cetil trimetil amonyum bromide) metodu kullanılarak izole edilmiştir. Bunun için 5 ml'lik CTAB tamponu (% 5 CTAB 2 ml, 8 M Tris-HCL 0.5 ml, 8 M EDTA 0.2 ml, 8 M NaCl 1.4 ml ve 0.9 ml saf su) hazırlanmış ve otoklavda steril edilerek kullanılmıştır.

Hazırlanan CTAB tamponuna 20 µl 2-Merkaptoetanol eklenmiş ve karışım 60°C'ye ısıtılmıştır. Isıtılan tampondan 200 µl alınarak çiçek böceği erginleri ayrı ayrı mikrosantrifüj tüpleri içerisinde ezilmiştir. Bunun için önceden steril edilmiş cam bagetler kullanılmıştır. 60°C'de 5 saat tutulan homojenizatlara 200 µl kloroform:izoamilalkol (24:1) eklenmiştir ve 10000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant alınarak üzerine 2/3 oranında izopropanol (2-propanol) eklenmiş ve karışım 1 gece -20°C'de tutulmuştur. Daha sonra karışım 10 dk santrifüj edilmiş, pellet %70'lik alkolle yıkanmıştır. Elde edilen pellet, 50°C'de 10 dakika tutularak kurutulmuş ve 30 µl saf suda çözülmüştür. Total DNA izolatları kullanılıncaya kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

### 3.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR), Elektroforez ve Dizi Analizi

İzole edilen total DNA'lar hem çiçek böceği tanımlamalarını doğrulamak hem de endosimbiyotik bakteri taramaları için PCR çalışmalarında kaynak olarak kullanılmıştır. Bunun için PCR çalışmalarında kullanılan primerler Tablo 3.2'de verilmiştir. Primerlerin bağlanma sıcaklıklarının 'annealing' belirlenmesi için her bir primer çifti için PCR cihazında gradient (değişken sıcaklık uygulaması) (48°C–65°C) ile elde edilerek uygulanmıştır.

**Tablo 3.2.** Çalışmalarda kullanılan primerler ve özellikleri.

Primer	Baz Dizisi (5'-3')	Hedef Bakteri / Gen Bölgesi	PCR ürünü (bp)	Bağlanma sıcaklığı (°C)	Kaynak
LCO1490-F	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG	Cytochrome <i>c</i> oxidase I subunit (COI)	710	52	Folmer ve diğ., 1994
HCO2198-R	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA				
<i>Ars-F</i>	GGGTTGTAAAGTACTTTTCAGTCGT	<i>Arsenophonus</i> 16S rRNA	800	52	Duron ve diğ., 2008
<i>Ars-R2</i>	GTAGCCCTRCTCGTAAGGGCC				
Clo-F	GCGGTGTAAAATGAGCGTG	<i>Cardinium</i> 16S rRNA	466	54	Weeks ve diğ., 2003
Clo-R	ACCTMTTCTTAACTCAAGCCT				
Rb-F	GCTCAGAACGAACGCTATC	<i>Rickettsia</i> 23S rRNA	900	58	Gottlieb ve diğ., 2006
Rb-R	GAAGGAAAGCATCTCTGC				
Wspec-F	YATACCTATTCGAAGGGATAG	<i>Wolbachia</i> 16S rRNA	430	53	Werren ve Windsor, 2000
Wspec-R	AGCTTCGAGTGAAACCAATTC				

PCR çalışmaları toplam hacim 20 µl olacak şekilde Tablo 3.3'de verilen bileşenlerle hazırlanmıştır. PCR amplifikasyonları Tablo 3.4'de belirtilen koşullarda gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 3.3.** PCR reaksiyon bileşenleri ve miktarları.

Reaksiyon bileşeni	Hacim (µl)
Taq buffer	2
dNTP (her biri 10 mM)	0.5
Primeri F (5 mM)	1.25
Primeri R (10mM)	1.25
Taq Polimeraz (500 U)	0.1
Total DNA izolatu	1
Saf su	13.65

**Tablo 3.4.** PCR amplifikasyon koşulları.

Basamak	Primer bağlanma sıcaklığı, °C	Süre	Döngü
Ön denatürasyon	95	3 dk	1
Denatürasyon	94	30 sn	35
Uzama	72	1 dk	
Son uzama	72	5 dk	1

PCR ürünleri agaroz jel elektroforez yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Elektroforez çalışmalarında 1X TAE (Tris, Glacial Asetik Asit, EDTA) tamponu ile hazırlanan %1'lik (w/v) agaroz jel kullanılmıştır. Çalışmalarda nükleik asit boyası olarak GelRed (Biotium) 3 µl kullanılmıştır. PCR ürünleri ve DNA ladder (GeneRuler100 bp Plus) (ThermoScientific) 80V, 500mA akım 60dk (Consult 368) elektroforeze tabi tutulmuş ve jeller transilüminatör (ThermoScientific) ile görüntülenmiştir.

Elektroforez çalışmaları doğrultusunda çiçek böceğinden LCO1490-F/ HCO2198-R primer çifti ile elde edilen PCR ürünlerinin çift yönlü (ileri ve geri) dizi analizi MacroGen (Hollanda) yaptırılmıştır. Sekans verileri programı BioEdit (7.0.5.3v) ile düzenlenerek konsensüs dizisi elde edilmiştir. Konsensüs dizilerinin GenBank (National Center for Biotechnology Information (NCBI), US) veri tabanında BLAST (biyolojik sekans verileri arasındaki benzerlik) analizi yapılmıştır.

Filogenetik ve moleküler evrimsel analizler, MEGA versiyon X kullanılarak yapılmıştır (Kumar ve diğ., 2018). Bunun için elde edilen konsensüs dizileri ve GenBank veri tabanından indirilen ek diziler kullanılmıştır. En iyi ikame modelini bulmak için Maksimum olabilirlik (ML) yöntemi ile model testi yapıldı. Buna göre, *T. hirta* dizileri için Kimura 2 parametrelili modeli (Kimura, 1980) (1000 kopya) kullanılmıştır.



#### 4. BULGULAR

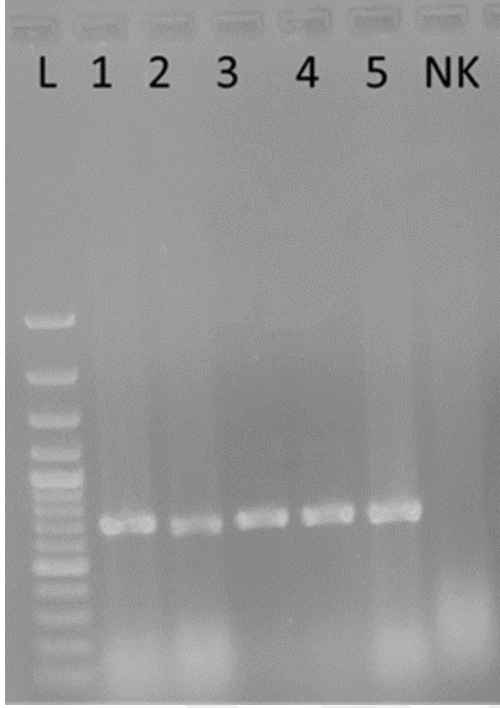
Bu çalışmada Kırşehir Merkez, Mucur, Kaman, Çiçekdağ ve Boztepe olmak üzere 5 lokasyondan örneklenen *T. hirta* erginleri ile gerçekleştirilmiştir. Çiçek böceği örneklemeleri her bir lokasyondan en az 10 birey olacak şekilde ilkbahar sonu Mayıs-Haziran ayları arasında meyve ağaçlarının çiçeklenme döneminde yapılmıştır (Şekil 4.1.). Arazi çalışmaları sırasında *T. hirta* erginlerinin elma, armut, kiraz, vişne ve şeftalide etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca çilek ve kabak çiçeklerinde tespit edilmekle birlikte armut sürgünlerine de zarar verdiği görülmüştür.



**Şekil 4.1.** Tespit edilen ve örnekleme yapılan çiçek böceği erginleri (a: kiraz ağacında, b: elma ağacında, c: çilekte (S. Başak)).

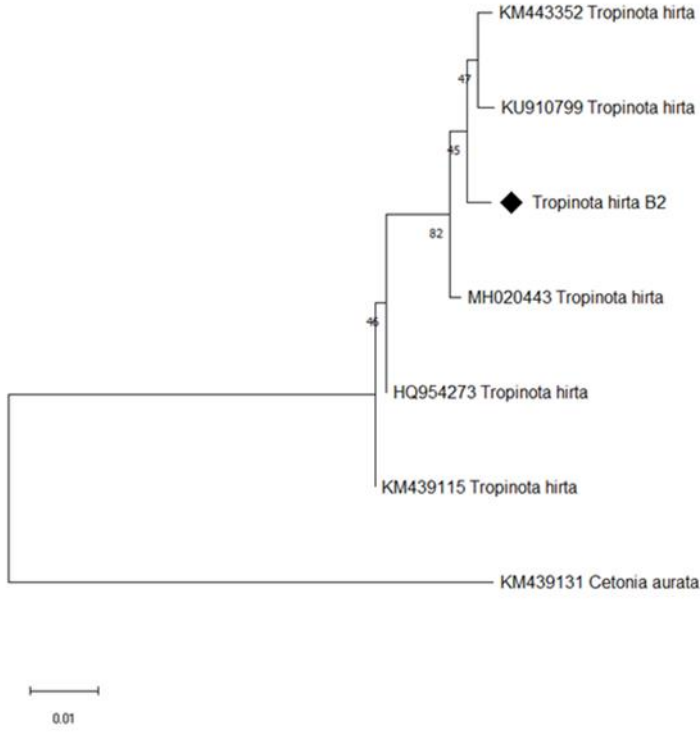
Türkiye’de hemen hemen her bölgede rapor edilmesine karşın Kırşehir’de ilk kez bu çalışma ile tespit edilen çiçek böceğinin teşhisi morfolojik özelliklerine diseksiyon mikroskobu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Teşhisler barkotlama çalışmalarında da kullanılan universal mitokondriyal sitokrom *c* oksidaz I alt birimini (COX1) amplifiye eden *LCO/HCO* primer çifti ile elde edilen yaklaşık 700 pb uzunluğundaki aplikonların (Şekil 4.2) dizi analiz verileri GenBank (The National Center for Biotechnology Information, NCBI) veri tabanı verileriyle karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Buna göre elde edilen konsensüs dizileri KU910799 ve KM443352 GenBank erişim numaralı dizelerle % 100 benzerlik göstermiştir.





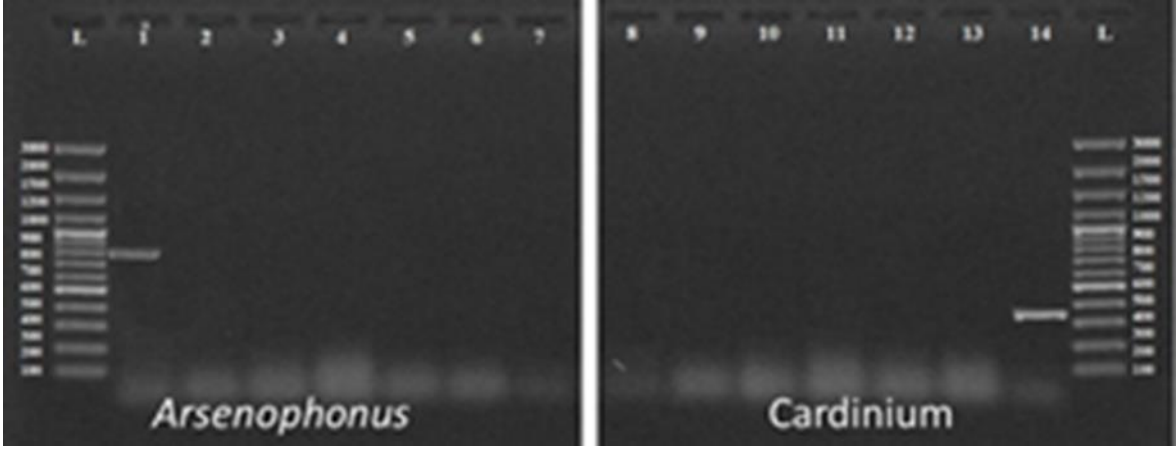
**Şekil 4.2.** Mitokondriyal sitokrom *c* oksidaz I alt birimini (COX1) amplifiye eden *LCO/HCO* primer çifti ile elde edilen PCR ürünlerinin agaroz jel elektroforezindeki görüntüsü (L:Leader, 1: Merkez, 2: Mucur, 3: Kaman, 4: Çiçekdağ, 5: Boztepe; NK: negatif kontrol) izole edilen total DNA'ların.

COX1 primer seti ile elde edilen aplikonların dizi analizlerinde elde edilen konsensüs dizileri ve NCBI veri tabanından indirilen diziler ile elde edilen ML yöntemi ile filogenetik ağacı oluşturulmuştur (Şekil 4.3).

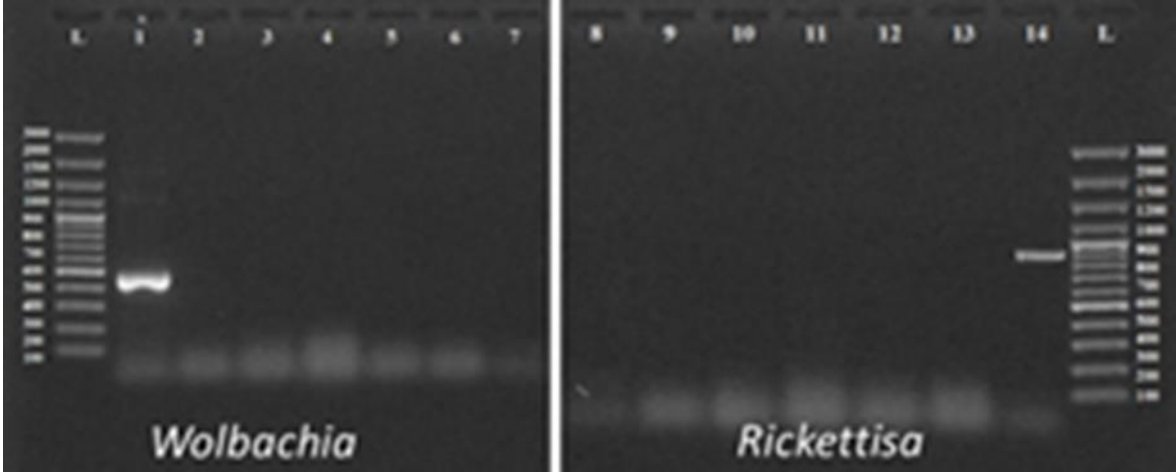


**Şekil 4.3.** COX1 primer seti ile elde edilen aplikonların dizi analizlerinde elde edilen konsensüs dizileri ve NCBI veri tabanından indirilen diziler ile elde edilen ML yöntemi ile filogenetik ağacı.

Beş lokasyondan ve her birinden 10'ar ergin birey olmak üzere toplam 50 ergin çiçek böceğinden izole edilen total DNA'lar kullanılarak endosimbiyotik *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* ve *Wolbachia* bakterilerinin taraması yapılmıştır. Taramalar bu bakteriler için spesifik primerle (Tablo 3.2) gerçekleştirilmiş olup, bakteri varlığı (çiçek böceklerinde bulunup bulunmadığı) pozitif kontrole göre değerlendirilmiştir. Bu kapsamda *Arsenophonus* için *Bemissia tabaci*, *Rickettsia* için *Rhizoperta dominica*, *Wolbachia* için *Sitophilus granarius* total DNA izolatları pozitif kontrol olarak kullanılmıştır (Şekil 4.4. ve Şekil 4.5). Buna göre Kırşehir'de tespit edilen çiçek böceği popülasyonlarında *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* ve *Wolbachia* bakteri enfeksiyonunun bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.4. ve Şekil 4.5).



**Şekil 4.4.** *ArsF-R2* (*Arsenophonus*) ve *CloF-R* (*Cardinium*) primerleriyle elde edilen PCR ürünlerinin elektroforezindeki jel görüntüsü. (1; Kırşehir Merkez, 2; Mucur, 3; Kaman, 4; Çiçekdağ, 5; Boztepe, 6; PK; Pozitif kontrol, NK; Negatif kontrol).



**Şekil 4.5.** *WspecF-R* (*Wolbachia*) ve *RbF-R* (*Rickettsia*) primerleriyle elde edilen PCR ürünlerinin elektroforezindeki jel görüntüsü. (1; Kırşehir Merkez, 2; Mucur, 3; Kaman, 4; Çiçekdağ, 5; Boztepe, 6; PK; Pozitif kontrol, NK; Negatif kontrol).

Zarara ve dolayısıyla ekonomik kayıplara neden olan *T. hirta* üreme manipülatörü endosimbiyotik bakterilere yönelik elde edilen bu sonuçlar Türkiye'den ilk veri durumundadır.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kırşehir ilinde Merkez, Mucur, Kaman, Çiçekdağ ve Boztepe ilçelerinde gerçekleştirilen bu çalışmada çiçek böceği (*T. hirta*) popülasyonlarında endosimbiyotik *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* ve *Wolbachia* bakterileri taranmıştır. *T. hirta* örneklemeleri belirlenen lokasyonlarda Mayıs ayında (2021) elma, armut, kiraz, vişne ve çilekten ergin bireyler toplanarak gerçekleştirilmiştir.

Toplanan örneklerin tanımlamalarının doğrulanması ve elde edilen dizilerin GenBank veri tabanı verileriyle karşılaştırmak amacıyla mitokondriyel sitokrom *c* oksidaz subunit I (COI) primer seti ile elde edilen konsensüs dizileri kullanılmıştır. Bu diziler ve NCBI veri tabanlarından indirilen ek dizilerle oluşturulan filogenetik ağaçta ise bu çalışmada Kırşehir’de *T. hirta* yayılışına ilişkin ilk verileri sunmaktadır. Ancak bu zararlı Türkiye’de oldukça geniş bir yayılış göstermektedir (29 ilde) (Rozner ve Rozner, 2009; Ataş, 2019) ve Kırşehir çevresindeki illerde de rapor edilmiştir (Nevşehir, Yozgat) (Rozner ve Rozner, 2009; Ataş, 2019). Dolayısıyla elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte arazi çalışmaları sırasında özellikle elma, armut ve kiraz çiçeklerinde popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak zarar düzeyinin arttığı görülmüştür. Diğer yandan arazi çalışmaları sırasında nüfusun ve yerleşimin göreceli olarak daha az olduğu (çoğunlukla tarım arazileri çevresindeki) alanlarda daha fazla *T. hirta* erginine rastlanmıştır. Bu değerlendirmeler *T. hirta*’nın hayat döngüsünün bir gereği olarak açıklanabilir ya da tesadüfi olabilir, ancak bunların nedenine ilişkin ne yazık ki burada herhangi bir sınaama çalışması yapılmamıştır.

*T. hirta* zararı genel olarak bitkilerin özellikle de meyve ağaçlarının çiçeklenme döneminde görülmesi nedeniyle ve başta bal arıları olmak üzere yararlı böceklerle de etki ettikleri için kullanılması önerilmeyen kimyasal mücadeleye (Sağdaş ve Yaşar, 2013; Yaşar ve Uysal, 2013; Oltean ve diğ., 2015; Tanrıku, 2019) alternatif canlı sağlığı açısından risk oluşturmayan çevre dostu yöntemlerin geliştirilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir. Endosimbiyotik bakteriler konaklarında üreme manipülasyonlarına neden olduklarından zararlı mücadelesinde kullanılabilir özellikleri dolayısıyla birçok böcek türünde incelenmiştir (Yaman ve Koçak, 2019; Koçak ve Ertürk, 2019). Ancak böceklerdeki simbiyotik bakteri kompozisyonunun aynı türe ait farklı popülasyonlarda değişkenlik gösterebilmesi ve böceklerin özellikle zararlı türlerin küresel ısınmanın da etkisi ile yayılış

alanlarının genişlemesi nedeniyle endosimbiyotik bakterilere yönelik taramalar yapılmaktadır (Bouchard ve diğ., 2019; Sajid ve diğ., 2017; Li ve diğ., 2017; Hou ve diğ., 2020; Onder ve diğ., 2019; İpekdal and Kaya, 2020; Pagendam ve diğ., 2020). Bu çalışmada beş farklı popülasyondan örneklenen toplam 50 *T. hirta* ergininde *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* ve *Wolbachia* bakterileri sırasıyla *Ars* (F/R2), *Clo*, *Rb* ve *Wspec* primer setleri ile taranmıştır. Taramalar sonucunda çalışılan popülasyonlarda *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* ve *Wolbachia* bulunmadığı belirlenmiştir. *T. hirta*' da endosimbiyotik bakterilere yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. (Kolasa ve diğ., 2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Avrupa ülkelerinden toplanan ve aralarında *T. hirta* 'nın da bulunduğu 297 kınkanatlıda *Cardinium*, *Rickettsia*, *Spiroplasma* ve *Wolbachia* bakterileri prevalansı incelenmiş ve *T. hirta*' da bu bakterilerin bulunmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte aynı çalışmada incelenen türlerin tamamındaki *Wolbachia* enfeksiyon oranı %27 olarak belirtilirken, Scarabaeoidea üst familyasındaki enfeksiyon oranı ise %23 olarak rapor edilmiştir. Diğer yandan *T. hirta*' da *Arsenophonus*'a yönelik herhangi bir çalışma verisi bulunmamaktadır. Ancak her ne kadar bu çalışmada Kırşehir'den toplanan *T. hirta* popülasyonlarında *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Rickettsia* ve *Wolbachia* bakterilerinin bulunmadığı belirlense de, Türkiye'de oldukça geniş yayılım gösteren bu zararlıda söz konusu endosimbiyotların prevalansına yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Dolayısıyla burada sunulan verilerin *T. hirta*' ya yönelik gerçekleştirilecek çalışmalara katkı sunacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akdoğan, A., Divrikli, Ü., Elçi, L., 2012, Pestisitlerin önemi ve ekosisteme etkileri, *Akademik gıda*, 10(1), 125-132.
- Akpınar, F., Yüksel, E., Canhilal, R., 2020, Potential of local entomopathogenic nematode isolates to control the adults of the scarab beetle, *Epicometis hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae), *Uluslararası tarım ve yaban hayatı bilimleri dergisi*, 6(3), 461-468.
- Anonim, 2008, *Bakla zınnı Tropinota (Epicometis) hirta (Poda) (Coleoptera: Scarabaeidae)*, Zirai Mücadele Teknik Talimatları Kitabı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Cilt 4, Ankara, 129-131.
- Ataş, E., 2019, *Çanakkale-Kalkın Orman İşletme Müdürlüğü Scarabaeidae (Coleoptera) Türleri*, Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bourtzis K., 2008, *Wolbachia*-based technologies for insect pest population control. "In: transgenesis and the management of vector-borne disease. Advances in experimental medicine and biology, New York, ed; Aksoy, S., vol 627, Springer.
- Breeuwer, J.A., Werren, J.H., 1990, Microorganisms associated with chromosome destruction and reproductive isolation between two insect species, *Reprinted from Nature*, 346(6284), 558-560.
- Brelsfoard, C. L., Dobson, S. L., 2009, *Wolbachia*-based strategies to control insect pests and disease vectors, *Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 17 (3): 55-63.
- Bouchard, C.A. Dibernardo, Koffi, J., Wood, H., Leighton, P.A., Lindsay, L.R., 2019. Climate change and infectious diseases: the challenges: N increased risk of tick-borne diseases with climate and environmental changes. *Can. Commun. Dis. Rep.* 45(4), 83-89.
- Chiel, E., Gottlieb, Y., Zchori-Fein, E., Mozes-Daube, N., Katzir, N., Inbar, M., Ghanim, M., 2007, Biotype-dependent secondary symbiont communities in sympatric populations of *Bemisia tabaci*, *Bulletin of entomological research*, 97(4), 407-413.
- Chrostek, E., Pelz-Stelinski, K., Hurst, G.D., Hughes, G.L., 2017, Horizontal transmission of intracellular insect symbionts via plants, *Frontiers in Microbiology*, 8, 2237.
- Çelik, V.B., 2019, *Isparta ili kiraz bahçesinde farklı yerlere asılan mavi tuzakların Tropinota (Epicometis) hirta (Poda, 1761) (Coleoptera: Cetoniidae)'nın yakalanması üzerine etkisi*, Yüksek lisans tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Çelik V.B., Yaşar, B., 2021, The effects of traps hung in different places in the cherry orchard on the capture and flower damage of *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera: Cetoniidae), *Çanakkale onsekiz mart university journal of advanced research in natural and applied science*, 7(4), 582-589, e-ISSN 2757-5195.
- Çınar, M., Çimen, İ., Bolu, H., 2004, Elazığ ve Mardin İlleri kiraz ağaçlarında zararlı olan türler, doğal düşmanları ve önemlileri üzerinde gözlemler, *Türk. entomol. derg.*, 28 (3), 213-220.
- Doremus M.R., Stouthamer C.M., Kelly S.E., Schmitz-Esser S., Hunter M.S., 2020, *Cardinium* localization during its parasitoid wasp host's development provides insights into cytoplasmic incompatibility, *Frontiers in Microbiology*, 11, 606399.

- Duron, O., 2014, *Arsenophonus* insect symbionts are commonly infected with APSE, a bacteriophage involved in protective symbiosis, *FEMS microbiology ecology*, 90(1), 184-194.
- Duron, O., Bouchon, D., Boutin, S., Bellamy, L., Zhou, L., Engelstädter, J., Hurst, G. 2008, The diversity of reproductive parasites among arthropods: *Wolbachia* do not walk alone, *BMC Biology*, 6 (27) 1-12.
- Duron, O., 2013, Lateral transfers of insertion sequences between *Wolbachia*, *Cardinium* and *Rickettsia* bacterial endosymbionts, *Heredity*, 111(4), 330-337.
- Erden, K., Özel, A., Yücel, A., 2008, Farklı nergis (*Narcissus* spp.) çeşitleri çiçeklerinde bakla zınnı [*Epicometis (Tropinata) hirta* (Poda) (Col.: Scarabaeidae)] zarar durumu üzerine bir gözlem, *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 19-22 Ekim 2008.
- Ertop, S., Özpinar, A., 2011, Çanakale İli kiraz ağaçlarındaki fitofag ve yararlı türler ile bazı önemli zararlıların popülasyon değişimi, *Türk. entomol. bült.*, 1 (2): 109-118.
- Ersoy, D.E., Hasbenli, A., 2022, Kazan Tepeleri (Ankara-Türkiye) Scarabaeidae (Coleoptera) Faunasına Katkılar, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 60-71.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., Vrijenhoek, R., 1994, DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome *c* oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates, *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.*, 3 (5), 294-299.
- Gherna, R.L., Werren, J.H., Weisburg, W., Cote, R., Woese, C.R., Mandelco, L., Brenner, D.J., 1991, *Arsenophonus nasoniae* gen. nov., sp. nov., the causative agent of the son-killer trait in the parasitic wasp *Nasonia vitripennis*, *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 41(4), 563-565.
- Gotoh T., Noda H., Ito S., 2007, *Cardinium* symbionts cause cytoplasmic incompatibility in spider mites, *Heredity*, 98 (1), 13-20.
- Gottlieb, Y., Ghanim, M., Chiel, E., Gerling, D., Portnoy, V., Steinberg, S., Tzuri, G., 2006, Identification and localization of a *Rickettsia* sp. in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae), *Applied and Environmental Microbiology*, 72 (5): 3646–3652.
- Güvenç, C., Yaşar, B., 2014, Mavi renkli huni tuzaklarda kullanılan farklı cezbedicilerin kiraz çiçeklerinde beslenen *Tropinota hirta* (Poda) (Coleoptera: Scarabaeidae) erginlerinin yakalanması üzerine etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(3), 97-104.
- Hancock P.A., Sinkins S.P., Godfray H.C., J., 2011, Strategies for introducing *Wolbachia* to reduce transmission of mosquito-borne diseases, *Plos neglected tropical diseases*, 5(4), e1024.
- Hansen A.K., Jeong G., Paine T.D., Stouthamer R., 2007, Frequency of secondary symbiont infection in an invasive psyllid relates to parasitism pressure on a geographic scale in California, *Appl Environ Microbiol*, 73(23):7531–5.
- Hendrichs, J., Franz, G., Rendon, P., 1995, Increased effectiveness and applicability of the sterile insect technique through male-only releases for control of Mediterranean fruit flies during fruiting seasons, *Journal of Applied Entomology*, 119: 371–377.
- Hendrichs, J., Robinson, A.S., Cayol, J.P., Enkerlin, W., 2002, Medfly area wide sterile insect technique programmes for prevention, suppression or eradication: the importance of mating behavior studies. *Florida Entomologist*, 85: 1–13.
- Hilgenboecker, K., Hammerstein, P., Schlattmann, P., Telschow, A., Werren, J.H., 2008, How many species are infected with *Wolbachia*—a statistical analysis of current

data, *FEMS microbiology letters*, 281(2), 215-220.

- Hou, H.Q., Zhao, G.Z., Su, C.Y., Zhu, D.,H., 2020, *Wolbachia* prevalence patterns: horizontal transmission, recombination, and multiple infections in chestnut gall wasp-parasitoid communities, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 168(10): 752-765.
- Hurpin, B. 1962. *Super-Famille des Scarabaeoidea*. In *Entomologie Appliquée a l'Agriculture*, A.S. Balachowsky, ed. (Paris: Masson et Cie), 24–204.
- Hurst, G.D., Jiggins, F.M., Hinrich Graf von der Schulenburg, J., Bertrand, D., West, S.A., Goriacheva, I.I., Zakharov, I.A., Werren, J.H., Stouthamer, R., Majerus, M. E., 1999, Male-killing *Wolbachia* in two species of insect. Proceedings of the royal society of London, *Series B: Biological Sciences*, 266(1420), 735-740.
- Hurst, G.D.D., Schulenburg, H.G., Majerus, T.M.O., Bertrand, D., Zakharov, I.A., Baungaard, J., 1999, Invasion of one insect species, *Adalia bipunctata*, by two different male-killing bacteria, *Insect Molecular Biology*, 8:133-142.
- Inci A., Yıldırım A., Düzlü O., Doganay M., Aksoy S., 2016, Tick-borne diseases in Turkey: a review based on one health perspective, *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 10(12): e0005021.
- İpekdal K., Kaya T., 2020, Screening stored wheat beetles for reproductive parasitic endosymbionts in central Turkey, *Journal of stored products research*, 89: 101732.
- Kaplan, M.,2019, Diyarbakır ili kiraz ağaçlarında bulunan zararlı ve faydalı böcek türleri ile bazı önemli zararlı türlerin doğada görülme zamanı, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 283-289.
- Kara, K., 1995, *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda) (Coleoptera, Scarabeidae)' nin Tokat ve çevresindeki konukçuları, yayılışı, zarar düzeyi, bazı biyolojik özellikleri üzerine araştırmalar, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 15-26.
- Kılınçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., Er, M., K., Kurtuluş, A., Uygun, N., 2010, Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele, *Türk. biyo. müc. dergisi*, 1 (1), 15-60.
- Kimura M.A, 1980, Simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences, *Journal of molecular evolution*, 16: 111-120.
- Koçak, E., Ertürk, Ş., 2019, Türkiye’de testereli böcek (*Oryzaephilus surinamensis* L. Coleoptera, Silvanidae) popülasyonlarında endosimbiont bakterilerin moleküler yöntemlerle belirlenmesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi* 14 (1):126-133.
- Kolasa, M., Kubisz, D., Gutowski, J.M., Ścibior, R., Mazur, M.A., Holecova, M., Kajtoch, Ł., 2018,. *Infection by endosymbiotic. folia biologica (kraków)*, 66(4), 165-177.
- König, K., Zundel, P., Krimmer, E., König, C., Pollmann, M., Gottlieb, Y., Steidle, J.L., 2019, Reproductive isolation due to prezygotic isolation and postzygotic cytoplasmic incompatibility in parasitoid wasps, *Ecology and evolution*, 9(18), 10694-10706.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., Tamura K., 2018, Mega X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms, *Molecular Biology and Evolution*, 35: 1547-1549.
- Kutinkova, H. Andreev, R., 2004. *Integrated Pest Management in Sweet Cherry (Prunus avium L.) Orchards in Bulgaria*. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12 (Spec. ed.), 41-47.
- Lawson, E.T., Mousseau, T.A., Klaper, R., Hunter, M.D., Werren, J.H., 2001, *Rickettsia* associated with male-killing in a buprestid beetle, *Heredity*, 86, 497–505.



- Leftwich, P.T., Bolton, M., Chapman, T., 2015, *Evolutionary biology and genetic techniques for insect control*.
- Li, S.J., Ahmed, M.Z., Lv, N., Shi, P.Q., Wang, X.M., Huang, J.L., Qiu, B.L., 2017, Plant mediated horizontal transmission of *Wolbachia* between whiteflies, *The ISME journal*, 11(4), 1019-1028.
- Liu, X.D., Guo, H.F., 2019, Importance of endosymbionts *Wolbachia* and *Rickettsia* in insect resistance development, *Current Opinion in Insect Science*, 33, 84-90.
- Mouton, L., Thierry, M., Henri, H., Baudin, R., Gnankine, O., Reynaud, B., Zchori-Fein, E., Becker, N., Fleury, F., Delatte, H., 2012, Evidence of diversity and recombination in *Arsenophonus* symbionts of the *Bemisia tabaci* species complex, *BMC microbiology*, 12(1), 1-15.
- Nakamura, Y., Kawai, S., Yukuhiro, F., Ito, S., Gotoh, T., Kisimoto, R., Yanase, T., Matsumoto, Y., Kageyama, D., Noda, H., 2009, Prevalence of *Cardinium* bacteria in planthoppers and spider mites and taxonomic revision of “Candidatus *Cardinium hertigii*” based on detection of a new *Cardinium* group from biting midges, *Applied and environmental microbiology*, 75 (21), 6757-6763.
- Okudan Erdoğan, Ö., 2016, *Armut ağaçları çiçeklerinde beslenen Tropinota (Epicometis) hirta (Poda) (Coleoptera: Cetoniidae)’nın yakalanması üzerine farklı tuzakların etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Oltean, I., Macavei, L.I., Vasian, I., Tötös, S., Varga, M. and Florian, T., 2015, Use of semiochemical products in monitoring and control of *Epicometis hirta* Poda, *Bulletin USAMV series Agriculture*, 72(2).
- Onder, Z., Ciloglu, A., Duzlu, O., Yildirim, A., Okur, M., Yetismis, G., Inci, A., 2019, Molecular detection and identification of *Wolbachia* endosymbiont in fleas (Insecta: Siphonaptera), *Folia microbiologica*, 64(6): 789-796.
- Özbek Çatal, B., Amangeldi, Z., Çalışkan Keçe, A.F., Ulusoy, M.R., 2020, Adana ili kiraz yetiştiriciliği yapılan alanlarda belirlenen zararlı böcek türleri, *Avrupa bilim ve teknoloji dergisi*, 18, 332-337.
- Özbek, H., 2008, Türkiye’de ılıman iklim meyve türlerini ziyaret eden böcek türleri, *Ulusal Arıcılık Dergisi*, 8(3):92–103.
- Pagendam D.E., Trewin B.J., Snoad N., Ritchie S.A., Hoffmann A.A., Staunton K.M., Beebe N., 2020, Modelling the *Wolbachia* incompatible insect technique: strategies for effective mosquito population elimination, *BMC biology*, 18(1): 1-13.
- Penz T., Schmitz-Esser S., Kelly S.E., Cass B.N., Müller A., Woyke T., Malfatti S. A., Hunter M. S., Horn M., 2012, Comparative genomics suggests an independent origin of cytoplasmic incompatibility in *Cardinium hertigii*, *PLoS Genetics*, 8 (10), e1003012.
- Perlman, S.J., Hunter, M.S., Zchori-Fein, E., 2006, The emerging diversity of *Rickettsia*, *Proceedings of the royal society b: biological sciences*, 273(1598), 2097-2106.
- Rozner, I. ve Rozner, G., 2009, Additional data to the lamellicornia fauna of Turkey. *Natura Somogyiensis*, 15: 69-100.
- Sağdaş, A., Yaşar, B., 2013, Afyonkarahisar ili kiraz bahçelerinde cezbedici karışımı içeren farklı tipteki mavi renkli tuzakların Bakla zınnı [*Tropinota hirta* (Poda) (Coleoptera: Scarabaeidae)] erginlerinin yakalanması üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 26-31.
- Sajid, M., Iqbal, S.Z., Shamim, A., Siddique, R.M., Hassan, M.J.U., Rizwan, H.M., 2017, Distribution and abundance of ticks infesting livestock population along Karakorum highway from Mansehra to Gilgit, Pakistan. *J. Hellenic. Vet. Med. Soc.*

68(1) 51-58.

- Schmera, D., Tóth, M., Subchev, M., Sredkovic, I., Szarukán, I., Jermy, T., Szentesi, A., 2004, *Importance of visual and chemical cues in the development of an attractant trap for Epicometis (Tropinota) hirta Poda (Coleoptera: Scarabaeidae)*, *Crop Protection*, 23, 939-944.
- Subchev, M.A., Toshova, T.B., Andreev, R.A., Petrova, V.D., Maneva, V.D., Spasova, T.S., Velchev, D.I., 2011, Employing floral baited traps for detection and seasonal monitoring of *Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda) (Coleoptera: Cetoniidae) in Bulgaria, *Acta zool bulgaria*, 63, 269-276.
- Taylor, M. J., Hoerauf, A., 1999, *Wolbachia* bacteria of filarial nematodes. *Parasitology today*, 15(11), 437-442.
- Tanrikulu, Y., 2019, *Organik tarimda zararlılarla mücadele yöntemleri*, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tolley, S.J., Nonacs, P., Sapountzis, P., 2019, *Wolbachia* horizontal transmission events in ants: what do we know and what can we learn, *Frontiers in Microbiology*, 10, 296.
- Toth, M., Schmera, D., Imrei, Z., 2004, *Optimization of a chemical attractant for Epicometis (Tropinota) hirta Poda. Zeitschrift für Naturforschung C*, 59 (3-4), 288-292.
- Türkeş, M., 2020, İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: bilimsel bir değerlendirme, *Ege coğrafya dergisi*, 29(1), 125-149.
- Uçar, S., 2021, *Bazı entomopatojen fungus izolatlarının bakla zınnı [Tropinota (Epicometis) hirta (Poda) (Coleoptera: Scarabaeidae)]'na karşı etkinliklerinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Ulusoy, M.R., Vatanserver, G., Uygun, N., 1999, Ulukışla (Niğde) ve Pozantı (Adana) yöresi kiraz ağaçlarında zararlı olan türler, doğal düşmanları ve önemlileri üzerindeki gözlemler, *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 23 (2), 111.
- Vignesh, S., Balachandar, D., Mohankumar, S., 2018, Variation in endosymbionts of phosphine resistant and susceptible key stored grain insect pests, *Madras Agric. J.* 105 (4-6), 201-205.
- Vukovic, S., Lazic, S., Gvozdenac, S., Šunjka, D., 2019, *The control of Epicometis hirta Poda in apple orchards with azadirachtin*, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture.
- Vuts, J., Szarukan, I., Subchev, M., Toshova, T., Toth, M., 2009, *Improving the Floral Attractant to Lure Epicometis hirta Poda (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae)*, *Journal of Pest Science*, 83 (1), 15-20.
- Wagner, S.M., Martinez, A.J., Ruan, Y.M., Kim, K.L., Lenhart, P.A., Dehnel, A.C., Oliver, K.M., White, J.A., 2015, Facultative endosymbionts mediate dietary breadth in a polyphagous herbivore, *Functional Ecology*, 29(11), 1402-1410.
- Weeks, A.R., Breeuwer, J.A.J., 2001, *Wolbachia*-induced parthenogenesis in a genus of phytophagous mites, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 268(1482), 2245-2251.
- Weeks, A.R., Velten, R., Stouthamer, R., 2003, Incidence of a new sex-ratiodistorting endosymbiotic bacterium among arthropods, *Proceedings of the Royal Society B*, 270:1857-1865.
- Weinert, L.A., Araujo-Jnr, E.V., Ahmed, M.Z., Welch, J.J., 2015, The incidence of bacterial endosymbionts in terrestrial arthropods, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1807), 20150249.

- Werren, J.H., 1997, Biology of *Wolbachia*, *Annual review of entomology*, 42(1): 587-609.
- Werren J.H, Hurst G.D.D., Zhang, W., Breeuwer, J.A.J., Stouthamer, R., Majerus, M.E. N., 1994, Rickettsial relative associated with male killing in the ladybird beetle (*Adalia bipunctata*), *J. Bacteriol*, 176, 388–394.
- Werren, J.H., Skinner, S.W., Huger, A.M., 1986, Male-killing bacteria in a parasitic wasp, *Science*, 231(4741), 990–2.
- Werren, J. H., Windsor, D. M., 2000, *Wolbachia* infection frequencies in insects: evidence of a global equilibrium proceedings, *The Royal Society*, 267(1450): 1277–1285.
- Yaman, O.M., Koçak, E., 2019, Endosymbiotic microorganisms in rice weevil *Sitophilus oryzae* populations, *Turkish journal of agriculture - food science and technology*, 7(sp2): 82-85.
- Yaşar, B., 2006, Meyve ve bağ zararlıları, Ziraat Fakültesi, 130 s., Isparta.
- Yaşar, B., Dahham, Dahham, O.,A., 2019, Farklı elma çeşitleri üzerine asılan tuzakların *Tropinota hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera: Cetoniidae)’nın yakalaması üzerine etkisi, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1): 57-64.
- Yaşar, B. ve Sağdaş, A., 2014, The capturing in traps of the apple blossom beetle [*Tropinota hirta* (Poda)], (Coleoptera: Scarabaeidae) in Afyonkarahisar, *Türkiye tarımsal araştırmalar dergisi*, 1(1), 29.
- Yaşar, B., Uysal, O., 2013, *Evaluation of the Efficacy of Different Traps in Capturing Apple Blossom Beetle* (*Tropinota hirta* (Poda, 1761)) (Coleoptera: Scarabaeidae), *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37(2), 169-177
- Yuval, B., Ben-Ami, E., Behar, A., Ben-Yosef, M., Jurkevitch, E., 2010, The Mediterranean fruit fly and its bacteria–potential for improving sterile insect technique operations, *Journal of Applied Entomology*, 137 (1): 39-42.
- Zchori-Fein, E., Perlman, S.J., Kelly, S.E., Katzir, N., Hunter, M. S., 2004, Characterization of a ‘Bacteroidetes’ symbiont in *Encarsia* wasps (Hymenoptera: Aphelinidae): proposal of ‘*Candidatus Cardinium hertigii*’, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54: 961–968.
- Zélé, F., Santos, I., Olivieri, I., Weill, M., Duron, O., Magalhães, S., 2018, Endosymbiont diversity and prevalence in herbivorous spider mite populations in South Western Europe, *FEMS Microbiol. Ecol.*, 94, 1–11.
- Zhang, K.J., Han, X., Hong, X.Y., 2013, Various infection status and molecular evidence for horizontal transmission and recombination of *Wolbachia* and *Cardinium* among rice planthoppers and related species, *Insect Science*, 20: 329–344.
- Zhao D., Hoffmann A.A., Zhang Z., Niu H., Guo H., 2018. Interactions between facultative symbionts *Hamiltonella* and *Cardinium* in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodoidea): cooperation or conflict, *Journal of Economic Entomology*, 111 (6), 2660-2666.
- Zug, R., Hammerstein, P., 2012, Still a host of hosts for *Wolbachia*: analysis of recent data suggests that 40% of terrestrial arthropod species are infected, *Plos one*, 7(6), e38544.

## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Sümeyye Başak
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Sakarya Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Çevre Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2014

Yüksek Lisans	
Üniversite	Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Entitüsü
Anabilim Dalı	İleri Teknolojiler Anabilim Dalı
Programı	İleri Teknolojiler Tezli YL
Mezuniyet Tarihi	2022

Makale ve Bildiriler	