

T.C.  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



İKİ YERLİ PUPA PARAZİTOİTİNİN *ZAPRIONUS INDIANUS*  
GUPTA (DIPTERA:DROSOPHILIDAE) ÜZERİNDE FARKLI  
SICAKLIKLARDAKİ ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELEK ALAA ABDULMAJED AL-HELLİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Gülay KAÇAR

BOLU, TEMMUZ - 2024

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Melek ALAA ABDULMAJED AL-HELLİ** tarafından hazırlanan “**İki yerli pupa parazitoitinin *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) üzerinde farklı sıcaklıklardaki etkinliğinin belirlenmesi**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 9/07/2024

### Jüri Üyeleri

### İmza

Danışman  
Prof. Dr. Gülay. KAÇAR  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye  
Doç. Dr. Işıl ÖZDEMİR  
Kocaeli Üniversitesi

.....

Üye  
Dr. Öğr. Üy. A. Sami KOCA  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı**

**Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL**  
**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü**

## ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %13 olarak tespit edilmiştir.

.....

**MELEK ALAA ABDULMAJED AL-HELLİ**

## ÖZET

**İKİ YERLİ PUPA PARAZİTOİTİNİN ZAPRIONUS INDIANUS GUPTA  
(DIPTERA: DROSOPHILIDAE) ÜZERİNDE FARKLI  
SICAKLIKLARDAKİ ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Melek ALAA ABDULMAJED AL-HELLİ  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÜLAY KAÇAR)**

**BOLU, TEMMUZ - 2024  
XII + 51**

Afrika incir sineği olarak bilinen *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae), 70'den fazla farklı bitki türününün meyvelerinde üreme yeteneğine sahip bir meyve sineğidir. Polifag bir tür olarak kabul edilir. *Zaprionus indianus* çiftçiler ve bölge ekonomisi için potansiyel bir tehlike olarak kabul edilmiştir. İstilacı tür *Z. indianus* ilk kez 2017-2018 yıllarında Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde bulunmuştur. Zararlı; Trabzon hurması, böğürtlen, incir, kiraz, dut, şeftali ve erik'de belirlenmiştir.

Bu araştırmada, iki yerli pupal parazitoit olan *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) ve *Trichopria drosophilae* Perkins (Hymenoptera: Diapriidae)'nin, *Z. indianus* 'nun farklı sıcaklık koşullarında (21°C, 24°C, 27°C ve 30°C) etkinliği değerlendirilmiştir. Bulgular, sıcaklığın her iki parazitoitin parazitlik oranları ve zararlının popülasyonunu kontrolü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. En yüksek parazitlenme oranları *P. vindemmiae* için 21°C'de (%27,75) ile 30 °C'de (%30,00) ve *T. drosophilae* için 24 °C'de ve 27°C'de (%23,50) belirlenmiştir. Bu çalışma, farklı sıcaklıkların, yerli parazitoitlerin *Z. indianus* için biyokontrol ajanları olarak potansiyelini ortaya koymuştur.

**ANAHTAR KELİMELER:** *Pachycrepoideus vindemmiae*, Sıcaklık, *Trichopria drosophilae*, Drosophilidae, *Zaprionus indianus*

## ABSTRACT

### THE EFFICACY OF TWO NATIVE PUPAL PARASITOIDS ON ZAPRIONUS INDIANUS GUPTA (DIPTERA: DROSOPHILIDAE) AT DIFFERENT TEMPERATURES

MSC THESIS

MELEK ALAA ABDULMAJED AL-HELLI  
BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY  
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES  
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION  
(SUPERVISOR: PROF.DR. GÜLAY KAÇAR)

BOLU, JULY 2024

XII + 51

*Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae), also known as the African fig fly, is a fruit fly capable of breeding in the fruits of more than 70 plant species. It is a polyphagous species. *Zaprionus indianus* is a potential danger for farmers and the regional economy. The invasive species *Z. indianus* was first found in the Eastern Mediterranean region of Turkey in 2017-2018. It was determined on persimmon, blackberry, fig, cherry, mulberry, peach, and plum.

This study evaluated two native pupal parasitoids, *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) and *Trichopria drosophilae* Perkins (Hymenoptera: Diapriidae) on *Z. indianus*, under different temperature conditions (21°C, 24°C, 27°C, and 30°C). The findings reveal that the temperature significantly affects the parasitism rates and range control capacity of both parasitoids. The highest parasitism rates were recorded for *P. vindemmiae* at 21°C (27.75%) and 30 °C'de (30,00%) and for *T. drosophilae* at 24 °C and 27°C (23.50%). This study showed the potential of different temperatures for native parasitoids as biocontrol agents for *Z. indianus*.

**KEYWORDS:** *Pachycrepoideus vindemmiae*, Temperature, *Trichopria drosophilae*, Drosophilidae, *Zaprianus indianus*

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI .....	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ .....	ix
FOTOĞRAF LİSTESİ.....	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ .....	xi
TEŞEKKÜR .....	xii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	7
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>17</b>
2.1 Materyal.....	17
2.1.1 Böceklerin Üretimi .....	19
2.1.2 <i>Zaprionus indianus</i> Üretimi.....	19
2.1.3 Parazitoitlerin Üretimi .....	20
2.1.4 Farklı sıcaklıklarda <i>Trichopria drosophilae</i> ve <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> etkileşimin konukçu <i>Zaprionus indianus</i> 'u parazitleme etkisi.....	21
2.2 Veri analizi .....	23
<b>3. BULGULAR .....</b>	<b>24</b>
<b>4. TARTIŞMA .....</b>	<b>41</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>44</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>47</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 1.</b> Farklı sıcaklıkların iki parazitoitin dişileri ve erkekleri üzerindeki etkisi ( <i>Pachycrepoideus vindemiae</i> ve <i>Trichopria drosophilae</i> ).....	26
<b>Şekil 2.</b> <i>Pachycrepoideus vindemiae</i> 1 istatistik sonucu .....	28
<b>Şekil 3.</b> <i>Trichopria drosophilae</i> 1 istatistik sonucu .....	29
<b>Şekil 4.</b> <i>Trichopria drosophilae</i> 2 istatistik sonucu .....	30
<b>Şekil 5.</b> <i>Pachycrepoideus vindemiae</i> 2 istatistik sonucu .....	31
<b>Şekil 6.</b> <i>Pachycrepoideus vindemiae</i> 3 istatistik sonucu.....	32
<b>Şekil 7.</b> <i>Trichopria drosophilae</i> 3 istatistik sonucu .....	33
<b>Şekil 8.</b> <i>Trichopria drosophilae</i> 4 istatistik sonucu .....	34
<b>Şekil 9.</b> <i>Pachycrepoideus vindemiae</i> 4 istatistik sonucu .....	35
<b>Şekil 10.</b> 21 °C’de istatistik sonuçları.....	37
<b>Şekil 11.</b> 24 °C’de istatistik sonuçları.....	38
<b>Şekil 12.</b> 27 °C’de istatistik sonuçları.....	39
<b>Şekil 13.</b> 30 °C’de istatistik sonuçları.....	40

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 1.</b> Farklı sıcaklıkların iki parazitoitin dişi ve erkekleri üzerindeki etkinliği ( <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> (PV) ve <i>Trichopria drosophilae</i> (TD)) (Ortalama±SE) .....	24
<b>Tablo 2.</b> Dört farklı sıcaklıkta iki pupa parazitoitinin <i>Zaprianus indianus</i> 'un parazitlenme durumu ( <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> (PV) ve <i>Trichopria drosophilae</i> (TD)) (Ortalama±SE) .....	27
<b>Tablo 3.</b> <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> 1 Kruskal-wallis test sonucu .....	28
<b>Tablo 4.</b> <i>Trichopria drosophilae</i> 1 Kruskal-wallis test sonucu .....	29
<b>Tablo 5.</b> <i>Trichopria drosophilae</i> 2 Kruskal-wallis test sonucu .....	30
<b>Tablo 6.</b> <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> 2 Kruskal-wallis test sonucu .....	31
<b>Tablo 7.</b> <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> 3 Kruskal-wallis test sonucu .....	32
<b>Tablo 8.</b> <i>Trichopria drosophilae</i> 3 Kruskal-wallis test sonucu .....	33
<b>Tablo 9.</b> <i>Trichopria drosophilae</i> 4 kruskal-wallis test sonucu .....	34
<b>Tablo 10.</b> <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> 4 Kruskal-wallis test sonucu .....	35
<b>Tablo 11.</b> Dört farklı sıcaklıktaki iki pupa parazitoitinin <i>Zaprianus indianus</i> 'taki parazitlenme oranları ( <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> (PV) ve <i>Trichopria drosophilae</i> (TD)) (Ortalama±SE) .....	35
<b>Tablo 12.</b> 21 °C'de Kruskal-Wallis test sonuçları .....	36
<b>Tablo 13.</b> 24 °C'de Kruskal-Wallis test sonuçları .....	37
<b>Tablo 14.</b> 27 °C'de Kruskal-Wallis test sonuçları .....	38
<b>Tablo 15.</b> 27 °C'de Kruskal-Wallis test sonuçları .....	39

## FOTOĞRAF LİSTESİ

### Sayfa

<b>Fotoğraf 1.</b> Laboratuvarda kullanılan malzemelerden örnekler.....	17
<b>Fotoğraf 2.</b> Drosophila besini yapımı .....	18
<b>Fotoğraf 3.</b> <b>A-</b> <i>Pachycrepoideus vindemiae</i> (Dişi), <b>B-</b> <i>Pachycrepoideus vindemiae</i> (Erkek), <b>C-</b> <i>Trichopria drosophilae</i> (Dişi), <b>D-</b> <i>Trichopria drosophilae</i> (Erkek).....	18
<b>Fotoğraf 4.</b> <i>Zaprionus indianus</i> (Dişi ve Erkek).....	19
<b>Fotoğraf 5.</b> Denemelerin kurulması .....	20
<b>Fotoğraf 6.</b> Üretim kafesleri ( <b>A</b> - <i>Zaprionus indianus</i> , <b>B</b> - <i>Pachycrepoideus vindemiae</i> , <b>C</b> - <i>Trichopria drosophilae</i> ). .....	21
<b>Fotoğraf 7.</b> <i>Trichopria drosophilae</i> ve <i>Pachycrepoideus vindemiae</i> 'nin sıcaklık denemeleri.....	22
<b>Fotoğraf 8.</b> Dissection çalışması.....	23

## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

°C : Degrees Celsius



## TEŞEKKÜR

Bana bu tez konusunu veren ve bütün çalışma sürecimde yardımlarını esirgemeyen danıŐmanım Sayın Prof. Dr. Gülay KAÇAR baŐta olmak üzere, diğer hocalarım Doç. Dr. IŞıl ÖZDEMİR, Dr. ÖĞr. Üyesi A. Sami KOCA ve ArŐ. Gör. M. Said BAYRAM'a teŐekkürlerimi sunarım. Hayatımın her anında beni daima destekleyen, maddi ve manevi yanımda olan canım aileme sonsuz sevgiyle teşekkür ederim.

Bu süreçte yardımlarını eksik etmeyen laboratuvar arkadaşlarıma teşekkür ederim.



# 1. GİRİŞ

Afrika meyve sineği olarak bilinen *Zaprionus indianus* Gupta, meyve sineklerinin Drosophilidae familyasına (Diptera) mensuptur. Başlangıçta Paleartik ve Afrotropikal bölgelerde bulunan bu tür, son zamanlarda Neotropikler ve özellikle yakındaki bölgeler de dahil olmak üzere, farklı küresel bölgelerde hızlı yayılmaya başlamıştır. Bu türün yaygın dağılımı ise, öncelikle küresel meyve ticaretiyle bağlantılı olup; bu ticaret, söz konusu sineğin dünya çapında yeni tarımsal ortamlara yayılmasında önemli bir etken olmuş, dolayısıyla mahsul yönetimi ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından kritik ölçüde sorun yaratmaktadır (Marchiori, 2019). Bu tür, ilk olarak Amerika'da kuzeydoğu Arjantin'de yere düşen Trabzon hurmaları üzerinde ortaya çıkmıştır (Lavagnino ve ark., 2008). Daha sonra, Brezilya'da Mato Grosso do Sul (Barbosa ve ark., 2012) ve Brezilya'nın Acre kentindeki Yıldız meyvesi ya da Karambola meyvelerinde belirlenmiş ve çeşitli bölgelerdeki varlığı doğrulanmıştır (Vasconcelos ve ark., 2017). 2017-2018 yılları arasında Türkiye'de ilk defa tespit edilen bu tür, Trabzon hurması, böğürtlen, incir, kiraz, dut, şeftali ve erik gibi çeşitli meyvelerde mevcut olup, hızlı yayılma ve farklı habitatlara uyum sağlama becerisi göstermektedir (Çatal., 2019). *Zaprionus indianus*, Düzce'de Trabzon hurması ve elmalardan alınan örneklerde belirlenmiştir (Yayımlanmamış bilgi Kaçar, 2022). Taksonomi ve evrim merceğinden bakıldığında, *Z. indianus*, *Drosophila* cinsinin göçmen-*Hirtodrosophila* soyu ile belirgin bir ilişki paylaştığı görülmüştür. Moleküler belirteçlerin kullanılması ile *Z. indianus*'un *Drosophila* kategorisinde bir alt tür veya ayrı bir grup olarak sınıflandırılması öngörülmüş olup; bu durum, evrimsel biyoloji çalışmalarındaki önemini ortaya koymuştur (Commar ve ark., 2012). Bunun yanında, söz konusu türün genom dizilimi, genetik yapısıyla ilgili kritik ayrıntıları ortaya koyarak biyolojik özellikleri, çevresel etkileşimleri ve bunların yönetimine dair stratejiler üzerinde devam eden araştırmalara temel teşkil etmiştir (Khanna ve Mohanty, 2017). Ekolojik açıdan, *Z. indianus* istila ettiği ekosistemler içerisinde çok yönlü bir konuma sahip olup; *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilae) gibi türlerle rekabete girerek konukçu bitki örtüsünün hayatta kalma oranlarını ve büyüme faktörlerini etkilemektedir. Bu türler arasındaki rekabet, istilacı organizmaların yol açtığı ekolojik sonuçların anlaşılması ve

kapsamlı zararlı kontrol yöntemlerinin formüle edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Shrader ve ark., 2019).

*Zaprionus indianus*'un yaşam döngüsü, dişi bireyin yumurtalarını meyveye veya çürüyen organik maddelere bırakmasıyla başlamaktadır. İnce ve küçük olan bu yumurtaların, ideal koşullarda 24 saat gibi kısa bir sürede açılım gösterdiği bildirmişlerdir (David ve ark., 2006). Yumurtadan çıkış yapan larvalar ilk olarak etrafındaki maddelerle beslenmekte ve birkaç günden yaklaşık bir haftaya kadar süren, üç dönem geçirmektedirler. Bu aşamanın süresi, bölgedeki çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Vilela ve ark., 1999). Büyüme sürecine müteakip larvalar meyve içinde veya toprakta pupa evresine girmekte ve burada metamorfoza uğrayarak ergin formuna girmektedirler. Bu sürenin uzunluğu çeşitli çevresel koşullara bağlı olarak birkaç günden bir haftaya kadar sürebilmektedir (Burditt, 1982). Erginleri torakslarıdaki beyaz çizgilerden tanındığı, ömürleri birkaç haftadan birkaç aya kadar değişkenlik gösterdiği ve bu süre içinde dişilerin yüzlerce yumurta bıraktığı bildirilmiştir (Silva ve ark., 2005).

Sıcaklık hem zararlı türlerin hem de parazitoidlerinin coğrafi yayılım ve popülasyon büyüklüğünü önemli ölçüde etkilemektedir. Bu avcı böcek ve parazitoidlerin habitat alanını sınırlayan çevresel faktörlerin anlaşılması, özellikle biyolojik mücadele açısından istilacı zararlı türlerinin yönetiminde başarılı bir şekilde yayılmaları için kritik öneme sahiptir (Wang ve ark., 2018). *Zaprionus indianus*'un termal toleransı üzerine yapılan araştırma, erkek bireylerin kontrollü laboratuvar ortamında 15°C'de yetiştirildiğinde üreme güçlerinin doğurganlıklarının tamamen kaybolduğunu ortaya koymuştur. Daha yüksek sıcaklıklara tolerans açısından, erkek *Z. indianus*, 30°C'de kısırlığın meydana gelmesiyle *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Drosophilidae) benzer bir eşik ortaya koymaktadır. Özellikle, *Z. indianus*'un dişi cinsleri, daha ılıman ortamlara kıyasla daha düşük bir sıklıkta olsa da bu aşırı sıcaklık koşulları altında yumurta üretmeye devam etmektedir. *Zaprionus indianus* erkek cinslerinin bireylerinin düşük sıcaklıklara karşı artan hassasiyeti, söz konusu türün tropikal ve alt-tropikal bölgelerdeki baskınlığına katkı sunan bir faktör olabilmektedir (Hanna, 2012). Biyolojik mücadele hem ekolojik hem de ekonomik açıdan önem arz etmektedir. Bu biyolojik çeşitliliği korumakta ve zararlı popülasyonlarını doğal olarak yöneterek ekolojik dengenin korunmasına yardımcı olmakta; böylece hedef

dışı türleri olumsuz yönde etkileyebilecek ve ekolojik dengeyi bozabilecek kimyasal pestisitlere olan bağımlılığın azaltılmasında etkin rol oynamaktadırlar. Ekonomik açıdan bakıldığında, biyolojik mücadele tarım ve ormancılık sektörlerinde zararlı yönetimine ilişkin maliyetleri azaltmak suretiyle kimyasal pestisitlerden ziyade, daha sürdürülebilir bir seçenek sunmaktadır. Bu etken; daha az kimyasal ile daha kaliteli üretimi mümkün kılmakta olup; sürdürülebilir tarımı destekleyerek gıda güvenliğini de arttırmaktadır. Ayrıca, tehlikeli kimyasallara ihtiyaç duyulmadan, vektör kaynaklı hastalıkları ve kentsel zararlıları kontrol altında tutarak halk sağlığına da katkı sağlamaktadır (Singh ve ark., 2020). Parazit ve parazitoidler, bir konukçunun üzerinde veya içinde yaşayan ve beslenmelerini konukçu pahasına elde eden çok çeşitli organizmaları kapsamaktadır. Parazit veya parazitoitlerin araştırılması ve konukçuları ile nasıl etkileşime girdikleri konusu 'Parazitoloji' olarak adlandırılan biyoloji alanında kritik bir çalışma alanı niteliğine sahiptir. Bu organizmalar protozoa ve helmintler kadar küçük olabileceği gibi, bazı böcek türleri kadar büyük de olabilmektedir. Parazit veya parazitoitlerin konukçuları üzerindeki etkisi, hafifden ciddi, potansiyel olarak ölümcül koşullara kadar büyük ölçüde değişkenlik gösterebilmektedir (Manson, 1898). Parazitten ilk bahsedilenlerden biri, Carlos Linnaeus'un 1758 tarihli yayını Systema Naturae'ye kadar uzanabilmekte olup; burada çok çeşitli parazitik yaşam formlarını detaylandırıp kategorize etmiştir. Bu noktadan itibaren parazit varlıklarının anlaşılması, Manson, (1898) gibi araştırmacıların kayda değer katkılarıyla önemli ölçüde mümkün olmuştur. Çağdaş parazitoloji, hem parazit veya parazitoitler ile konukçuları arasındaki biyolojik dinamikleri hem de parazitik ilişkilerin daha geniş ekolojik ve evrimsel yansımalarını araştırmaktadır. "Parazitlerin Evrimsel Ekolojisi" adlı kitabında yer alan benzeri araştırmalar, parazitlerin konukçularına adaptasyon stratejilerine ve bu ilişkilerin ekolojik sistemler üzerinde daha geniş etkilerine ışık tutmaktadır (Poulin, 2007). Pupa parazitoitleri üzerinde yapılan araştırmalar hem pratik uygulamaları hem de ekolojik çalışmaları etkileyen birçok nedenden dolayı elzemdir. Bu organizmalar çeşitli zararlı türlerini yönetmek için doğal kontrol maddeleri olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu parazitoitler, parazit faaliyetleri nedeniyle *Z. indianus* gibi türler de dahil olmak üzere, çeşitli zararlıların pupa evresine odaklanmaktadır (Machtinger ve ark., 2015). Bu parazitoitlerin biyolojisi ve davranışlarının anlaşılması açısından, ekolojik dinamiklerin daha net ortaya konulması önem arz etmektedir. Bu bilgi, ekolojik

ilkelerle uyumlu zararlı yönetim stratejilerinin tesis edilmesinde oldukça önemlidir. Ayrıca, pupa parazitoitlerinin incelenmesi; parazitoitler ve konukçuları arasındaki etkileşimlere dair önemli bilgiler vermektedir. Bu etkileşimler karmaşık olup; bunların araştırılması hem parazitoitlerin hem de konukçularının hayatta kalma ve üreme yöntemlerine ışık tutabilmektedir (Wang ve Messing., 2004). Pteromalidae (Hymenoptera) familyasının bir üyesi olan *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani), Diptera'nın zararlı türlerinin pupa evrelerinde biyolojik olarak kontrol altına alınması noktasındaki faydasıyla tanınan bir parazitoittir. *Drosophila suzukii* ve *Piophilidae* (Linnaeus) (Diptera: Piophilidae) (Russo ve ark., 2006) gibi tarım ve gıda üretimindeki sorunlara karşı etkinliğiyle tanınan bu parazitoit parazitoittir tür, kapsamlı araştırmalara da konu olmaktadır. *Pachycrepoideus vindemmiae* üzerinde yapılan çalışmalar bunun parazitlenme verimliliğine, cinsiyet dağılımına, ömrüne ve ortaya çıkma sıklığına odaklanmakta olup; bunların tümü doğal bir zararlı kontrolünde potansiyelinin değerlendirilmesi açısından hayati öneme sahiptir (Missere ve ark., 2023). *Pachycrepoideus vindemmiae*'ya ovipozitörünün hedefinin pupa yuvasına girmesini sağlayan benzersiz bir yöntem kullanmakta, bu eylem yumurtlamayı mümkün kılmakta ve aynı zamanda konukçunun hemolenfinin tüketimini de kapsamaktadır. *Pachycrepoideus vindemmiae* üzerinde yapılan araştırmalar aynı zamanda çevresel ve beslenme faktörlerinin biyolojik özellikleri üzerindeki etkilerini de içermiştir. Araştırmalar, suya ve bala sürekli erişimin parazitoit erginlerinin hayatta kalmasını, üreme verimini ve erkek-dişi yavru oranını önemli ölçüde etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Bu unsurlar, *P. vindemmiae*'nin yaşamı ve biyolojik kontrol girişimindeki rolünün anlaşılmasında kritik öneme sahiptir. (Bezerra Da Silva ve ark.,2004)). *Pachycrepoideus vindemmiae*'nin yaşam döngüsü, davranışı ve konukçu türleriyle etkileşimleri, sıcaklık değişimlerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Araştırmalar, sıcaklık değişiminin bu parazitoitin gelişimini ve üreme yöntemlerini etkileyebileceğini, davranış şekillerini değiştirebileceğini ve konukçu popülasyonlarının düzenleme yeteneğini etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Farklı sıcaklık ortamları, *P. vindemmiae* ile konukçu organizmalar arasındaki etkileşim modellerinde yeni sonuçlara yol açabilmektedirler (Mariano ve ark., 2020). *Trichopria drosophilae* Perkins (Hymenoptera: Diapriidae), *D. suzukii*'nin pupalarını tercih eden bir parazitoittir. Araştırmalar bu tercihin konukçu pupanın boyutuna bağlı olmadığını ortaya koymaktadır. Deneyle, bu türün

parazitoitte, boyut farklılıklarına bakılmaksızın, *D. melanogaster* pupası yerine *D. suzukii*'yi seçme eğiliminde olduğunu göstermiştir. Araştırmada parazitoidin seçim davranışını, konukçu pupa boyutunun parazitizm oranları üzerindeki etkisini ve parazitoitin cinsiyet dağılımını analiz etmek için kontrollü ortamlar ve istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Bu bilgiler, meyve yetiştiriciliğinde *D. suzukii* popülasyonlarının yönetiminde *T. drosophilae*'nin kullanılması açısından kritik öneme sahiptir (Häussling ve ark., 2021). *Trichopria drosophilae*'nin biyolojik özelliği ile öne çıkmaktadır. Dört günlük bu tür olağanüstü bir parazitlenme yeteneği göstermekte ve *D. melanogaster* pupalarının yaklaşık %97'sini etkilemekte, özellikle belirli koşullar altında bunların döllerini ağırlıklı olarak dişilerden oluşmaktadır. Bir dişinin taşıdığı olgun yumurta sayısı yaşa göre değişmekte ve 96 ile 144 saat arasında zirveye ulaşmaktadır. Aynı zamanda, yaşam süresi ve yavru sayısı da parazitoidin yetiştirme ortamına bağlı olup; bunların bazıları 24 güne kadar yaşamakta ve daha fazla döl üretmektedir (Chen ve ark., 2018). *Trichopria drosophilae*, biyolojik mücadeledeki etkinliği açısından çok önemli olan yumurtlama işlemi sırasında ve konukçu seçiminde kendine özgü davranışlar sergilemektedir. Söz konusu araştırma, *D. suzukii*'nin pupalarını *D. melanogaster*'e tercih ettiğini ortaya koymakta ve *D. suzukii*'nin neden olduğu tarımsal zarar dikkate alındığında bunun kritik öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır (Asplen ve ark., 2015). Davranışsal çalışmalarda, *T. drosophilae*'ye farklı *Drosophila* türlerinden pupalar arasında bir seçim yapma imkânı verilmiştir. Bu deneyler parazitoitin davranışını tam olarak değerlendirmek için kontrollü ortamlarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmalar, dişi parazitoitin bir pupayı nasıl deldiği ve daha sonra hareketsiz kaldığı gibi noktalara odaklanmakta ve konukçu seçim davranışına dair değerli bilgiler sunmaktadır. Bu çalışmalar, *D. suzukii* popülasyonlarının etkin bir şekilde yönetilmesi noktasında kullanımı açısından kritik olan *T. drosophilae*'nin nasıl davrandığını anlama açısından önemlidir. Döllerin cinsiyet dağılımı *T. drosophilae*'nin davranışında önemli bir rol oynamaktadır. Söz konusu araştırmalar, bu türün *D. suzukii*'yi parazitlediğinde, *D. melanogaster*'a kıyasla daha yüksek oranda dişi yavru meydana getirdiğini göstermektedir. Bu fark, popülasyon dinamikleri ve *T. drosophilae*'nin biyolojik kontrolde etkinliğinin anlaşılması açısından önemlidir (Häussling ve ark., 2021). Sıcaklık, *Trichopria drosophilae*'nin yaşam döngüsünü, davranış şekillerini ve konukçu türleriyle etkileşimlerini tayin etme konusunda çok önemli rol

oynamaktadır. Bu alanda aşağıdaki temel çalışmalarla birlikte, önemli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmada soğuk hava koşullarının *T. drosophilae* zerindeki etkileri ile ilgili olup; bunların daha soğuk ortamlara uyum sağlama ve etkin bir biyolojik kontrol maddesi olarak hizmet etme potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, değişken hava sıcaklıkların, özellikle *D. suzukii*'yi parazitlerken *T. drosophilae*'nin gelişim süresi ve doğurganlığını nasıl etkilediği incelenmiştir. *Trichopria drosophilae*'nin parazitlik oranları 20°C pik seviyesine kadar yükselen sıcaklıkla tutarlı bir şekilde iyileşme göstermiştir. Buna karşın, *D. suzukii*'nin ortaya çıkma oranı, 4°C gibi daha soğukda oldukça yüksek olmuş ve pupa lmleri 12°C'ye kadar yoğunlaşmıştır. Bu gözlemler, *T. drosophilae*'nin, konukçu mevcudiyetinin belirgin olduğu erken ilkbahar, sonbahar veya daha yüksek rakımlardaki tipik soğuk koşullara özellikle uyum sağladığını göstermektedir. Ergin *T. drosophilae*'nin uzun ömürlülüğü ve daha soğuk hava koşullarında konukları parazitleme yetenekleri, *D. suzukii* popülasyonlarının yönetiminde etkili bir biyolojik mücadele unsuru olma potansiyelini ortaya koymuştur (Colombari ve ark., 2020). *Trichopria drosophilae*'nin 23°C ila 35°C arasındaki kontrollü sıcaklık koşullarındaki parazitleme davranışları arasında; 31°C'de en yüksek etkide Tip II işlevsel tepki verdiğini ortaya koymuş ve bu da çeşitli çevresel senaryolarda biyolojik kontrol açısından faydalı olduğunu göstermişlerdir (Chen ve ark., 2023).

Bu çalışmada temel amacımız, iki yerli pupal parazitoit olan *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae*'nin, farklı sıcaklık koşulları altında ve farklı kombinasyonlarda *Z. indianus* zerinde parazitleme etkisi ve cinsiyet oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylelikle *Z. indianus* zerinde iki faydalı türün sıcaklığa bağlı etkisi ortaya konulmuştur.

## 1.1 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Amoudi ve ark., (1991), Suudi Arabistan'da *Z. indianus*'taki fenotipik uyum yeteneğinin bir karşılaştırmasında, tek bir doğal yaşam alanı içinde çeşitli üreme koşullarına maruz bırakıldığında dikkate değer derecede yüksek seviyeler sergilendiği belirlenmiştir. Gelişim sürecinde ve kanatların boyutlarında dikkate değer farklılıklar, farklı üreme koşullarında dikkat çekmekte, bu da popülasyon düzeyindeki esnekliği ortaya koymuştur. Çeşitli meyve uygulamaları göz önüne alındığında, kolektif ortalama fenotipik özellikler, istila bölgesinden gelen örnekler arasında daha büyük boyutlar göstermiş ve bu da istila edilen popülasyondaki iklime uyumu işaret etmiştir. *Zaprionus indianus*'un Amerika Birleşik Devletleri'ndeki varlığı 2006'dan 2012'ye kadar çok sayıda eyalette doğrulanmış ve geniş bir coğrafik yayılım gösterdiği belirlenmiştir.

Amoudi ve ark., (1993), kontrollü laboratuvar koşullarında sürekli düşük sıcaklıkların *Z. indianus*'un gelişimi, ömrü ve üreme verimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bulgular, doğal ortamlardaki popülasyon dinamiklerini tahmin etmek için toplanmış gün derecelerine (DD) dayalı bir model oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Yumurtadan ergine geçiş için sırasıyla 10,07°C ve 10,13°C eşik değerlerine eşdeğer olan erkekler için yaklaşık 227,3 DD ve dişiler için 208,3 DD'nin gerekli olduğu tespit edilmiştir. Erginlerin yaşam süresi farklılık göstermiş olup; erkekler 15,0°C'de ortalama 80,9 gün ve 22,5°C'de 46,6 gün yaşarken dişiler 15,0°C'de 88,9 gün ve 22,5°C'de 52,9 gün yaşamıştır. Test edilen tüm sabit sıcaklıklarda yumurta aşamasında yüksek ölüm oranları belirlenmiştir. Dişilerin doğurganlığı 20,0°C'de zirveye ulaşmış olup; burada 218 adet yumurta bırakmışlar ve 22,5°C'de 395 adet yumurtaya yükselmiştir. Yumurtaların çoğunluğu (20.0°C'de yaklaşık %87.4'ü ve 22.5°C'de %88.8'i) yumurtlama döneminin ilk 45 günü içinde bırakmışlardır.

Araripe ve ark., (2004), tropikal *Drosophila* popülasyonları, ılıman bölgelerdeki muadillerinin aksine, ısının neden olduğu erkek kısırlığına karşı daha fazla direnç göstermekte; tropik sinekler için 30,4°C ve ılıman sinekler için 29,4°C ortalama eşik sıcaklığı sergilemiştir. Doğurganlığın sıcaklık kaynaklı kısırlıktan sonra iyileşmesi için gereken süre, sineklerin erginden önceki sıcaklıkla doğrudan bağlantılı olup; ılıman popülasyonlar daha uzun gelişme süreleri göstermiştir.

Yaygın bir *Drosophilid* türü olan *Z. indianus*, biri Doğu'ya, diğeri Batı'ya doğru kozmopolit statüye doğru genişlemesi sırasında iki farklı radyasyona maruz kalmıştır. Çaprazlama deney yöntemi ile, farklı radyasyonlardan kaynaklanan popülasyonlar arasında üreme engelleri gözlemlenmiş olup; bu, *Z. indianus* kompleksi içinde önceden bilinmeyen iki kriptik türün tanımlanmasını gerektirmiştir. *Drosophila*'da erkek kısırlığı yalnızca yüksek sıcaklıklarla sınırlı olmayıp, aynı zamanda düşük sıcaklıklarda da kendini göstermekte, değişen ısı koşullar altında türler, coğrafi popülasyonlar ve laboratuvar türleri arasında belirgin genetik çeşitlilik bulunmuştur. Kısırlık eşikleri önemli ölçüde değişkenlik göstermekte olup; uyum ve doğal seçim açısından önemli sonuçlar doğurmuştur.

Castrezana, (2007), *Zaprionus indianus*, Kolombiya/Medellin'de bir kentsel bölgede, çürüyen hayvan maddeleri ile yemlenen özel tuzaklar kullanılarak ergin bireyler yakalanarak tespit edilmiştir. *Pichia kudriavzevii*'nin neden olduğu mantar enfeksiyonu, değişen sıcaklıklarda *Z. indianus*'un yaşam döngüsü özelliklerini önemli ölçüde etkilemiş ve yumurtaların açılması, yaşaması, erginlerin ortaya çıkışı, pupalaşma oranı ve doğurganlık gibi faktörleri etkilediği bildirilmiştir. *Zaprionus indianus*, *D. melanogaster*'in aksine, diğere türlere ait larvaların varlığına bakılmaksızın düzenli yumurtlama davranışı sergilemiş, bu durum bunun istilacı potansiyeline katkıda bulunabilecek kararlı bir yumurtlama stratejisini ortaya koyduğu kaydedilmiştir.

T'Oma ve Van der, (2010), *Zaprionus indianus*'un ilk kayıtlarının Irak'ın Basra bölgesinden geldiğini ifade etmişlerdir. Genellikle Afrika incir sineği olarak adlandırılan *Z. indianus*'un Ürdün, İran, Kanada, Panama, ABD ve Irak da dahil olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerinden bildirilmiştir.

Al-Jboory ve ark., (2012), tropikal bölgelere özgü *Z. indianus*, ilk kez 2012 yılında Ürdün'deki hurma ağaçlarında belirlenmiştir. Kuzey Ürdün vadisi'nde yapılan araştırmalarda larva ve ergin aşamaları için bir laboratuvar ortamında benzersiz bir diyet substratı olarak ezilmiş muz ve *Saccharomyces cerevisiae* mayasından oluşan bir karışım kullanmak suretiyle bu türün biyolojik özellikleri incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen temel sonuçlar; ortalama çiftleşme süresini, yumurtlama öncesi ve yumurtlama sırasındaki süreleri, kuluçka dönemlerini, yumurtadan çıkma oranlarını ve çeşitli gelişim aşamalarının uzunluklarını

kapsamıştır. Söz konusu araştırmada, larva aşamasında yüksek bir ölüm oranı tespit edilmiş, bunu pupa ve yumurta aşamalarında da takip eden ölüm oranları izlemiştir. Yaşam döngüsü süresi 13,9 ila 23,2 gün arasında değişkenlik göstermiş, ortaya çıkan ergin sinekler cinsiyetler arasında eşit bir dağılım göstermiştir. Bu sonuçlar, Ürdün'deki bu zararlıya karşı kontrol tedbirlerinin geliştirilmesi açısından önemli veriler sunmuştur

Stacconi ve ark., (2013), İtalya'da hem de ABD'de *P. vindemmia* ve *Leptopilina heterotoma* Thomson (Hymenoptera: Figitidae)'un olmak üzere iki çeşit parazitoid türünün keşfedildiğini, *T. drosophilae*'nin de İtalya'da tanımlandığını bildirmişlerdir. Laboratuvar deneylerinde *P. vindemmia*'nin *D. suzukii* pupalarını hedef aldığı doğrulanmış olup, bu da onun bu türün kontrolünde biyolojik mücadelede potansiyeline işaret edilmiştir. Ortaya çıkan parazitoidlerin miktarı, çevrede bulunan konakçı larva türlerine bağlı olarak değişmiş olup; Oregon ve İtalya'da farklı sonuçlar belirlenmiştir.

Tochen ve ark., (2014), *Drosophila suzukii* üzerinde yapılan bir araştırma, yaban mersini ve kiraz üzerinde yetiştirildiğinde gelişimi, hayatta kalması ve doğurganlığı üzerinde sıcaklığın önemli etkilerini ortaya çıkarmışlardır. Optimum gelişme 28°C'ye kadar gerçekleşmiş olup; bu sıcaklığın ötesinde geliştirme süreleri uzamış ve bu da sıcaklığın bir eşik olduğu kanaatini ortaya koymuştur. Kirazlar, yaban mersininden daha yüksek doğurganlığı desteklemiş olup; en yüksek üreme oranı ve gerçek popülasyon artışı, 22°C'de kirazlarda belirlenmiştir. Minimum, optimal ve maksimum gelişim sıcaklıkları sırasıyla 7,2°C, 28,1°C ve 42,1°C olarak tanımlanmış ve bunlara karşılık gelen r<sub>m</sub> değerleri 13,4°C, 21,0°C ve 29,3°C olmuştur. Laboratuvar kültürlerindeki yüksek *Wolbachia* enfeksiyonu oranları bu sonuçları etkilemiş olabileceği bildirilmiştir.

Stacconi ve ark., (2015), İtalya ve Amerika Birleşik Devletleri'nin batı meyve üretim bölgelerinde bu zararlıyla ilişkili doğal düşmanların varlığını ve etkinliğini değerlendirmek için bir saha çalışmasıyla birlikte kontrollü laboratuvar koşulları altında bir dizi deney gerçekleştirmiştir. Çalışmaya bir larva parazitoidi, *L. heterotoma* ve iki pupal parazitoid, *P. vindemmia* ve *T. drosophilae* dahil edilmiştir. Konukçu-parazitoid etkileşimlerini tanımlamak için üç endeks kullanılmış olup; bunlar istila derecesi (DI), parazitizmin başarı oranı (SP) ve

toplam kapsülleme oranıdır (TER). Sonuçlar, bu parazitoid türlerinin her birinin, zararlının belirli popülasyonları üzerinde gelişebileceğini doğrulanmıştır. Ayrıca, test edilen parazitoid popülasyonlarının konakçı evre tercihleri, Kuzey Amerika *P. vindemiae*'nin gelişim parametreleri ve yaşam boyu doğurganlık sağlamıştır. Sonuçlar, test edilen parazitoid türleri ve bölgesel popülasyonlar arasında *D. suzukii*'nin potansiyel kullanım farklılıkları açısından tartışılmıştır.

Alawamleh ve ark., (2016 a,b), *Zaprionus indianus* Ürdün genelinde çeşitli habitatlarda gözlenmiş olup; dut, üzüm, şeftali, nektarin, erik, incir, hurma ağacı, tatlı portakal, ekşi portakal, karaçalı, nar, guava ve elma gibi farklı konukçu bitkilerde değişiklik göstermiştir. Bu tür, Ürdün'de çeşitli gıda kaynaklarından yararlanmakta olduğu geniş bir konukçu yelpazesi sergilemiştir. Bu konukçulardan ergin *Z. indianus*'un ortaya çıkma oranı farklı bulunmuştur. En düşük çıkış oranı %9,0 ile şubat ayında kuzey Ürdün vadisi'nde toplanan meyvelerden elde edilirken, en yüksek oran %99,1 ile haziran ayında güney Ürdün vadisi'ndeki incir meyvelerinde kaydedilmiştir. Ergin *Z. indianus*'un muz konulan tuzaklarda yakalanma oranları da çeşitlilik göstermiştir. En düşük çıkış oranı %9,0 ile şubat ayında kuzey Ürdün vadisi'nde toplanan meyvelerden elde edilirken, en yüksek oran %99,1 ile haziran ayında güney Ürdün vadisi'ndeki incir meyvelerinde kaydedilmiştir. Bu bulgular, Ürdün'deki *Z. indianus* popülasyonuna karşı zararlı kontrol stratejilerinin formüle edilmesi ve uygulanması açısından hayati öneme sahip olup; konukçu tercihlerini ve sinek bolluğundaki mevsimsel değişiklikleri dikkate alan özel zararlı yönetimi yaklaşımlarının önemi vurgulanmıştır.

Wang ve ark., (2016), Arjantin'in kuzeybatısındaki Tucumán'da, bozulmuş yabani bitki örtüsü alanlarında deneme gerçekleştirilmiştir. Hem *T. drosophilae* hem de *P. vindemiae*, *Ganaspis brasiliensis* Kieffer (Hymenoptera: Figitidae)'un ile parazitlenenlerin yanı sıra sağlıklı konukçulara da yumurta bırakma tercihi çalışılmıştır. *Pachycrepoideus vindemiae*, *G. brasiliensis*'in tüm gelişim aşamalarını barındıran, özellikle sonraki aşamalarda gelişen *D. suzukii* pupa üzerinde başarılı bir gelişme göstermiştir. Bu arada, *T. drosophilae* yalnızca *G. asiliensis*'in erken dönemlerinde *D. suzukii* pupaları üzerinde başarılı bir gelişme elde etmiştir. Bulgular, her iki parazitoidin de *G. brasiliensis*'in erken dönemleri ile parazitlenen *D. suzukii* pupalarına karşı ayrımcılık göstermediğini ortaya koymuştur.

Bernardi ve ark., (2017), yakın zamanda Brezilya'da *D. suzukii* çilekler için bir tehdit olarak tanımlanmıştır. Çilek yetiştiriciliğinde, *D. suzukii* istilasının örnekleri genellikle *Z. indianus*'nın varlığıyla örtüşmüştür. Bu çalışmada, çeşitli olgunlaşma aşamalarındaki çileklerin *D. suzukii* ve *Z. indianus* istilasına karşı duyarlılığını ve bunların etkileşimlerini değerlendirmeyi amaçlanmıştır. Laboratuvar deneylerinde, farklı olgunlaşma aşamalarındaki (yeşil, yarı olgun ve olgun) Albion çilek çeşidinde, hem seçimli hem de seçimsiz denemelerle 24 saat boyunca *D. suzukii* ve *Z. indianus*'a maruz bırakılmıştır. Bunun yanında, yapay olarak tetiklenen veya *D. suzukii* yumurtlamasından kaynaklanan mekanik zararın *Z. indianus* üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Seçimsiz denemelerde, farklı olgunlaşma aşamalarında *D. suzukii*'yakarışı meyve duyarlılığında önemli bir fark bulunmamış, ancak seçim denemelerinde *D. suzukii* erginleri olgun meyvelerde yumurtlamayı tercih etmiştir. Mekanik zararın varlığı meyvenin *D. suzukii* yumurtlamasına karşı duyarlılığını arttırmamıştır. *Zaprionus indianus* ile ilgili hem seçimli hem de seçimsiz denemelerle olgun meyveler, yarı olgun ve yeşil meyvelerle karşılaştırıldığında daha fazla duyarlılık göstermiştir. Olgun meyvelerde mekanik zarar ile *D. suzukii*'nin neden olduğu zarar arasında kayda değer ve pozitif bir etkileşim bulunmuş olup, bu da *Z. indianus* zararının artmasına neden olmuş ve bu etkileşim yarı olgun ve yeşil meyvelerde gözlenmemiştir. Her ne kadar *Z. indianus* genellikle zararlı veya çürüten meyvelerle ilişkilendirilse de bu çalışma, türün aynı zamanda sağlam çilek meyvelerinde yumurtlama ve gelişme kapasitesine sahip olduğunu ve meyvenin epidermisi hasar gördüğünde artan zarar seviyesiyle birlikte ortaya koymuştur.

Kalra ve ark., (2017), farklı bölgelerde belirlenen tropikal drosofilid popülasyonları, Hindistan'da çeşitli özelliklerde dikkate değer eğilimler göstermiştir. Spesifik olarak, enlem ile vücut büyüklüğü ve kuruma toleransı arasında önemli pozitif korelasyonlar bulunurken, açlık toleransı önemli negatif korelasyonlar göstermiştir. Bu, enlem arttıkça vücut büyüklüğünün ve kurumaya toleransın artma eğiliminde olduğu, açlık toleransının ise azaldığı anlamına gelmektedir. Tropikal drosofilidlerin farklı türleri arasında, kuraklık ve açlık koşullarında hayatta kalma sürelerinde önemli farklılıklar olmuştur. Örneğin *D. repleta* Wollaston (Diptera: Drosophilidae) ve *Z. indianus* diğer türlere kıyasla daha uzun hayatta kalma süreleri ve daha geniş tolerans aralıkları sergilemiştir.

*Drosophila ananassae* Doleschall (Diptera: Drosophilidae) örneğinde, yağışlı mevsim sırasındaki sinekler, ısıyla sertleşmesinin ardından artan ısı direnci, artan açlık direnci ve daha yüksek vücut lipit seviyeleri göstermiştir. Aksine, kurak mevsim boyunca sinekler, kurumaya alışma sonrasında daha fazla prolin birikimi sergilerken, yağışlı mevsim sinekleri trehaloz birikiminin arttığını göstermiştir. *Zaprionus indianus*'un ergin sinekleri, ısı ve kurumanın neden olduğu strese tepki olarak metabolit seviyelerinde değişiklikler göstermiş olup; bu, ısı ve kuruma toleransı arasında potansiyel bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Metabolit seviyelerindeki telafi edici değişiklikler, *Z. indianus*'un olumsuz iklim koşulları altında enerjik dengeyi koruyabilme olasılığına işaret etmiştir.

Stacconi ve ark., (2017), bu çalışmada, değişen sıcaklıklarda üç İtalyan *D. suzukii* parazitoit popülasyonunun gelişim parametreleri ve parazitlenmesinin etkinliği hakkında temel verileri sunmayı amaçlanmıştır. İncelenen türler arasında bir larva parazitoit olan *Leptopilina heterotoma* (Thomson) (Hymenoptera: Figitidae) ve iki pupal parazitoit olan *P. vindemiae* ve *T. drosophilae* yer almıştır. İki karşılaştırmalı deney gerçekleştirilmiş olup; bunlardan biri 23 °C'de her türün ömrünün ve yaşam boyu doğurganlığının incelenmesi, diğeri ise sıcaklığın parazitlenme verimliliği, gelişim süresi ve cinsiyet oranı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Soz konusu bulgular, üç parazitoit arasında, muhtemelen değişen derecelerde sinovijeniteden kaynaklanan, farklı doğurganlık modellerini ortaya çıkarmıştır. *Trichopria drosophilae* ve *P. vindemiae*, artan sayıda erkeğe karşı önyargılı bir yaşam boyu cinsiyet oranı sergilerken, *L. heterotoma* tam tersi bir eğilim sergilemiştir. Buna ek olarak sıcaklık, konukçular ve parazitoitler arasında önemli ölçüde etki söz konusu olmuş, parazitoidin gelişim süresiyle pozitif korelasyon göstermiş, ancak cinsiyet oranı üzerinde dikkate değer bir etkisi olmamıştır. Bu bulgulara dayanarak, *T. drosophilae* biyolojik mücadele stratejisinin geliştirilmesi açısından en umut verici aday olarak ortaya çıkmıştır.

Girish ve Parkash, (2018), *Z. indianus* erginlerinde vücut lipit bileşimindeki değişikliklerin yağışlı ve kuru mevsimlerle ilişkili olarak kaydedildiğini ve çeşitli sıcaklık veya nem senaryolarına uyum sağlayan sineklerde vücut lipitlerinde önemli bir birikim olduğunu öne sürmüştür. *Zaprionus indianus* sineklerinde hidrasyon seviyeleri, açlığa tolerans ve enerji metabolit konsantrasyonları açısından mevsimler arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Kurak mevsimdeki sinekler yüksek

hidrasyon, açlığa karşı artan direnç ve daha yüksek lipit içeriği sergilerken yağışlı mevsimdeki sinekler daha fazla protein içeriği ve karbonhidrat seviyelerinde farklılıklar göstermiştir. Mevsimsel değişiklikler aynı zamanda cinsel dimorfizm de sergilemiş olup; kurak mevsimde erkek sinekler açlık direncinde ve lipit içeriğinde artış gösterirken yağışlı mevsimde dişi sinekler protein içeriğinde artış göstermiştir.

Guédot ve ark., (2018), yüksek sıcaklıkların, özellikle de yüksek ve düşük sıcaklıklara maruz kalmanın, *D. suzukii* popülasyonlarının potansiyel aktivitesini belirlemede çok önemli bir rol oynadığını tespit etmişlerdir. Hem verimli hem de steril *D. suzukii*'nin çiftleşme davranışı sıcaklık ve nispi nemden etkilenmekte olup; belirli sıcaklık ve nem koşullarında daha yüksek oranları göstermiştir. Nem seviyeleri, larva büyümesi, erişkin ömrü, üreme kapasitesi ve doğurganlık dahil olmak üzere *D. suzukii*'nin gelişimi ve hayatta kalmasının çeşitli yönlerini etkilemekte olup; daha yüksek nem, genellikle doğurganlığın ve uzun ömürlülüğün artmasına neden olmuştur. Gün derece modellerini kullanarak, tuzak yakalama oranlarının toplanmış derece günleriyle ilişkili olduğu ve belirli eşiklerin farklı popülasyon dinamiklerini gösterdiği kiraz bahçelerinde *D. suzukii*'nin ortaya çıkışının mevsimsel zamanlamasını tahmin etmek mümkün olduğu bildirilmiştir. *Drosophila suzukii*'nin Wisconsin'deki mevsimsel varlığı, sıcaklık ve nem koşullarına göre şekillenmekte olup; farklı yıllar arasındaki bolluk farklılıkları, öncelikle maksimum sıcaklık ve nem seviyelerinin birleşik etkisine atfedilmiştir.

Gugerli ve ark., (2019) Almanya'da başarılı biyolojik kontrol stratejileri oluşturulması açısından çok önemli olan *T. drosophilae*'nin genetik çeşitliliğine vurgu yapmışlardır. *Trichopria drosophilae*, çeşitli yabani meyve türlerinde *D. suzukii* popülasyonlarının azaltılmasında önemli bir etki göstererek yarı doğal ortamlarda bir biyo-kontrol ajanı olma potansiyelini ortaya koymuştur. Dişi *T. drosophilae*, *D. suzukii* pupasını güçlü bir şekilde kabullenmekte, başarılı bir üreme için en uygun konukçular iki ila dört günlük pupalar olarak bulunmuştur. Yumurtadan çıktıktan sonraki dört gün içinde *T. drosophilae*'nin dişileri tam yumurta yüküne ulaşmakta ve daha büyük bireyler daha fazla olgun yumurta üretmiştir. Almanya ve İsviçre'de *T. drosophilae*'nin genetik çeşitliliği üzerine yapılan araştırmada üç ayrı genetik grup tespit edilmiştir.

Vieira ve ark., (2019) *Z. indianus*, *D. melanogaster* ile karşılaştırıldığında yumurtlama davranışında sınırlı esneklik göstermekte ve diğer türlerden larvaların varlığına bakılmaksızın tutarlı bir şekilde yumurtlamıştır. *Zaprionus indianus*'un istilalı meyveler yoluyla AB topraklarına potansiyel girişinin, özellikle incir ve çilek üretimini etkileyecek şekilde önemli ekonomik yansıması olduğu kaydedilmiştir Brezilya'daki *Z. indianus* popülasyonlarının analizi, Brezilya'nın Cerrado bölgesindeki kolonizasyon ve genetik çeşitliliğe işaret eden demografik farklılıkları, spesifik genetik belirteçlerin varlığını ve belirli gruplarda daha yüksek düzeyde tecirini ortaya çıkarmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusunda, *Z. indianus*'un bolluğunda zamansal ve mekansal dalgalanmalar mevcut olduğu; soğuk hava koşullarında duyarlılık, sezonun ilerleyen dönemlerinde ve daha yüksek enlemlere sahip bölgelerde kondisyonun azalmasına neden olduğu kaydedilmiştir. *Pichia kudriavzevii*'nin mantar enfeksiyonunun, *Z. indianus*'un farklı sıcaklık seviyelerindeki yaşam döngüsü özellikleri; yumurtadan çıkma, canlılık, ergin çıkışı, pupalaşma oranı ve doğurganlık gibi hususlara etkilediği bildirilmiştir.

Kaçar ve ark., (2017), fonksiyonel tepkinin, avcının veya parazitoitin Kaliforniya'daki yoğunluklarına göre av veya konukçu saldırısını karakterize ettiğini ortaya koymuştur. Üç farklı deney deseni kullanarak iki böcek parazitoitinden (*P. vindemiae* ve *T. drosophila*) konukçuları *D. suzukii* ve *D. melanogaster*'a karşı doğrusal bir fonksiyonel tepki gözlemlenmiştir. İlk deney, bireysel parazitoitlerin 24 saatlik sabit bir zaman dilimi içinde çeşitli konakçı yoğunluklarına maruz bırakılmasını içermiştir. 'Değişken zamanlı fonksiyonel tepki' ve 'Seçici fonksiyonel tepki' olarak adlandırılan sonraki deneylerde ise, bireysel parazitoitlerin bir konakçı yamayı serbestçe seçmesine ve keşfetmesine (değişken zaman) veya 24 saat boyunca yiyecek aramasına (seçici) izin verilmiştir. Tüm kurulumlarda parazitlenen ana bilgisayarların sayısı, bir doyma noktasına ulaşana kadar doğrusal olarak artmıştır. Laboratuvar koşullarında, *P. vindemiae*'nin fonksiyonel tepkisi yumurta tedariki ve zamanla (konakçının işlem süresi) kısıtlanırken, *T. drosophila* yalnızca zamanla sınırlı kalmıştır. Her iki parazitoitteki bu doğrusal fonksiyonel yanıt, muhtemelen tutarlı bir saldırı oranından ve parazitoitlerin ya düşük yoğunluklu konakçı yamalarını terk ettiği ya da bol miktarda konukçı ve başarılı yumurtlama ile yamalar halinde kaldığı artan yiyecek arama stratejisinden kaynaklanmıştır.

Garcia ve ark., (2020) Meksika'da *D. suzukii*'nin yerli parazitoidlerini araştırmak ve değerlendirmek için bir program başlatılmıştır. Bu alışmada, *P. vindemmaie* ve *T. drosophilae*'i yerli parazitoid türler olarak tanımlanmıştır. Daha sonraki araştırmalarda ise; yerel olarak oluşan Drosophilidae türleri için yumurtlama tercihleri de dahil olmak üzere çeşitli biyolojik ve popülasyon parametrelerine odaklanılmıştır. *Trichopria drosophilae* ile *P. vindemmiae* karşılaştırıldığında larva ve pupa aşamalarında daha kısa bir sürenin yanı sıra yumurtadan erginliğe kadar daha hızlı bir gelişim süresi sergilemiştir. Buna ek olarak, *T. drosophilae* net üreme oranı daha düşük olmasına karşın daha yüksek içsel ve sonlu artış oranları, ortalama nesil süresi ve iki katına çıkma süresi göstermiştir. Bununla birlikte, her iki parazitoid de dişi ömrü, cinsiyet oranı ve yumurta evresinin süresi açısından benzer özellikler göstermiştir. Yumurtlama tercihi testlerinde *D. suzukii* pupaları, *Z. indianus*'ya göre eşit derecede tercih edilmiş olmasına karşın, *D. melanogaster* 'den daha fazla tercih edilmiştir. Bu bulgular, yerel *T. drosophilae*'nin, *P. vindemmiae*'ye kıyasla Meksika'daki istilacı *D. suzukii*'nin ekolojik yönetimine katkıda bulunma konusunda daha büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Sharma ve Ramniwas, (2023), Hindistan'da yüksek sıcaklıkların, meyveleri istila eden istilacı bir ikincil zararlı olan *Z. indianus*'un dağılımını ve yaşam geçmişine dair özelliklerini belirgin şekilde etkilediğini ortaya koymuşlardır. 17°C ila 31°C arasındaki sıcaklıklarda, *Z. indianus*'un yumurtaların açıldığı, hayatta kalma oranları, erginlerin ortaya çıkışı, pupalaşma oranı ve üreme sonucu da dahil olmak üzere, kritik yaşam geçmişine dair özellikleri ve böceklere mantar bulaşmış yiyecekler verildiğinde görünen performans oranında kayda değer düşüşler grlmştir. Buna karşın, yumurtadan ergine kadar olan genel gelişme süresi 17°C'de değişmemektedir. Spektrumun yüksek u noktasında sıcaklıklar (28°C ve 31°C) daha hızlı mantar büyümesi bakımından faydalı olup ancak ortam işlendiğinde test edilen tüm sıcaklıklarda *Z. indianus* açısından beş günlük gelişimsel bir gecikme söz konusu olmuştur.

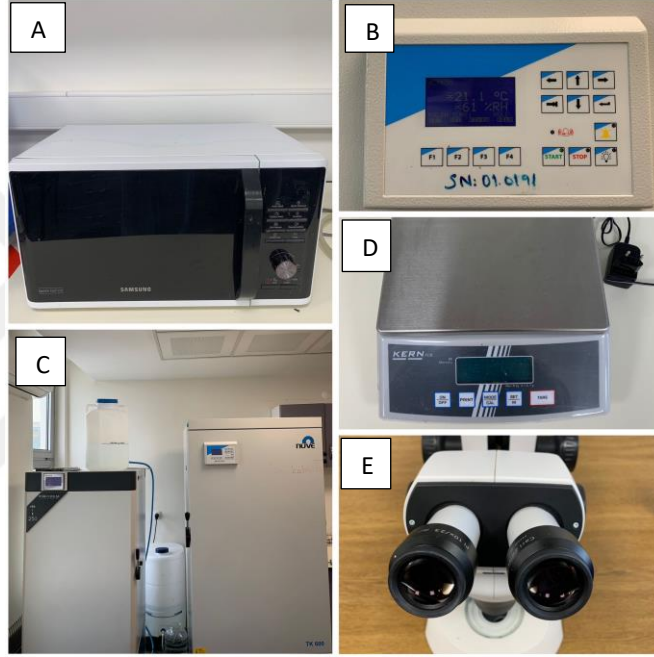
Funes ve ark., (2024), Arjantin'e özgü parazitoidler ile *D. suzukii* veya *Z. indianus* arasındaki etkileşimi araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, kontrollü ortamlarda her iki *Drosophilid* türü üzerinde *T. anastrephae* Risbec (Hymenoptera: Eulophidae) parazitizmini değerlendirilmiştir. Her konukçu türünün on larvası

(L3), 72 saat boyunca (n = 10) bir çift erişkin *T. anastrephae*'ye ayrı ayrı maruz bırakılmıştır. Hem kontrol hem de parazitoid uygulama grupları için, *D. suzukii* ve *Z. indianus* larvası (L3) 10 adet kullanılmıştır. Konukçunun ortaya çıkışı, istila derecesi indeksi (DI) ve parazitizm başarı oranı (SP) ölçülmüştür. Kontrollü koşullar altında, *D. suzukii* ve *Z. indianus*'un ortaya çıkışı önemli ölçüde farklılık göstermiş olup; *Z. indianus*, *D. suzukii*'den %41 daha yüksek bir ortaya çıkma oranı göstermiştir. DI, *D. suzukii* için %100 ve *Z. indianus* için %38 iken SP her iki tür için de %48 olmuştur. Bu sonuçlar, yerli parazitoit *T. anastrephae*'nin *D. suzukii*'ye karşı bir biyokontrol ajanı olarak potansiyelini vurgulamıştır. Ayrıca, *T. anastrephae*'nin Neotropikal bölgede yaygın olarak yayılan istilacı meyvede beslenen bir tür olan *Z. indianus*'a karşı etkinliği ilk kez değerlendirilmiştir.

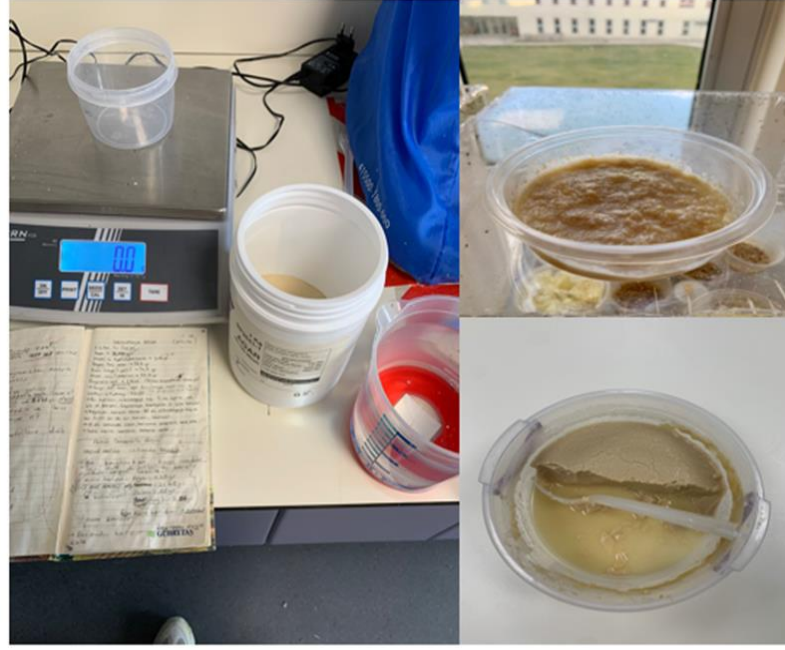
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Materyal

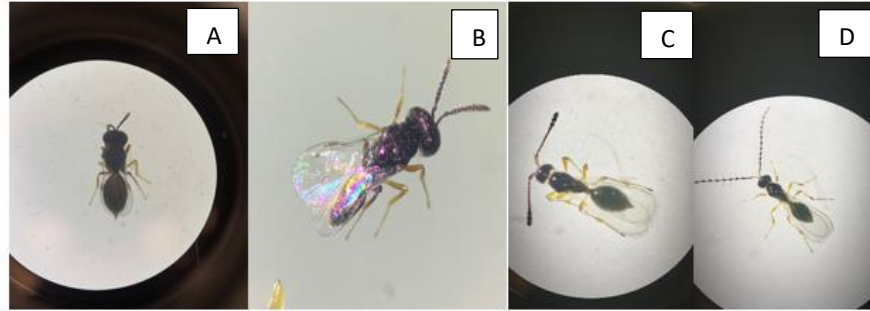
Kitle üretim kafesi, küçük petri kabı, emgi tüpü, plastik besin kabı, denemede kullanılan inkübatörler, küçük tüpte dişi erkek parazitoit seçimi, *Zaprionus indionus* (Zİ) kitle üretimi için ballı su, *Drosophila* besini, laboratuvar içi nem ve sıcaklık oranları, mikroskop, hassas tartı, mikrodalga fırın, parafilm, fırça, ballı su kavanozu, nem kabı, pamuk kullanılmıştır (Fotoğraf 1).



**Fotoğraf 1.** Laboratuvarda kullanılan malzemelerden örnekler



**Fotoğraf 2.** *Drosophila* besini yapımı



**Fotoğraf 3.** **A-** *Pachycrepoideus vindemmiae* (Dişi), **B-** *Pachycrepoideus vindemmiae* (Erkek), **C-** *Trichopria drosophilae* (Dişi), **D-** *Trichopria drosophilae* (Erkek)



**Fotoğraf 4.** *Zaprionus indianus* (Dişi (alt) ve Erkek (üst))

### 2.1.1 Böceklerin Üretimi

Bu çalışma Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Düzce ilinde 2021 yılında tarladan toplanan armut, elma ve hurma meyvesi örneklerinden *Z. indianus*, *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae*'nin ilk kolonileri oluşturulmuş olup;  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  kontrollü koşullarda, %60-70 nemde ve 16:8 (fotoperiyotta) ışıkta tutulmuştur. *Zaprionus indianus* bulaşık armutlardan; parazitotitler ise bulaşık armut, hurma ve elma bahçelerinden elde edilmiştir. Kolonilerin sağlığını ve canlılığını korumak için, ilkbahar ve sonbaharda iki defa, her türden yaklaşık toplanan 50'ye yakın birey eklenmiştir. Ayrıca 2022 yılında Düzce'den alınan örnekler kullanılarak, ayrı bir *Z. indianus* kolonisi oluşturulmuştur.

### 2.1.2 *Zaprionus indianus* Üretimi

*Zaprionus indianus* popülasyonları, kontrollü koşullar altında ( $22^\circ\text{C}$ ,  $\%60 \pm 5$  nem 12: 12 saatlik fotoperiyot) bir iklim odasında bulunan, 30x30x30 cm boyutlarında havalandırılmalı, Pleksiglas kafeslerde böceklerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Zararlı larvaları mısır unu içeren bir suni diyet ortamında

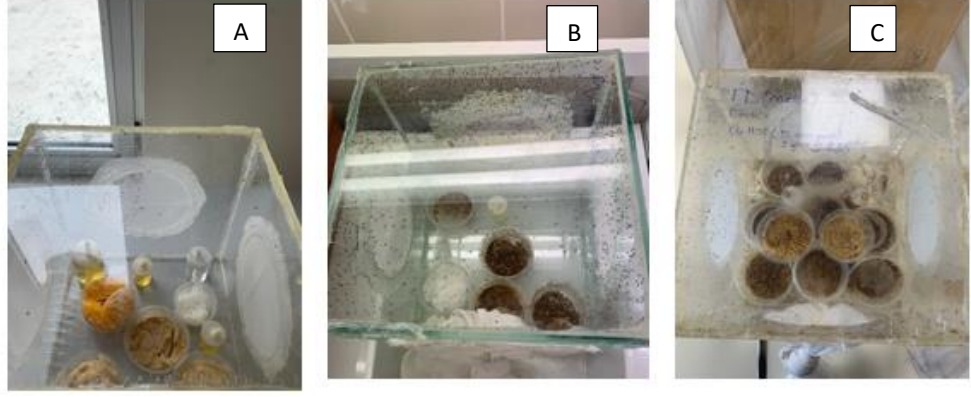
yetiştirilirken erginleri %10'luk ballı suyla beslenmiştir (McGraw ve ark., 2007; Dalton ve ark., 2011; Chabert ve ark., 2012) (Fotoğraf 6).

### 2.1.3 Parazitoitlerin Üretimi

*Trichopria drosophilae* ve *P. vindemmiae*, *Z. indianus*'un genç pupalarında üretilmiştir. Parazitoidlerin üretimi için; *Z. indianus* pupasını elde etmek amacıyla, mısır unu diyetiyle doldurulmuş petri kapları, üretim kafeslerine bırakılmıştır. 24 saat sonra yumurtaları ve ilk dönem larvaları içeren petri kapları *Z. indianus* kafeslerinden çıkarılmıştır. Daha sonra Petri kapları kapatılarak, pupa dönemleri görülene kadar bekletilmiştir. Elde edilen yeni pupa içeren petri kapları, *T. drosophilae* veya *P. vindemmiae*'nin üretildiği kafeslere yerleştirilmiştir. Petri kapları parazitoid kafeslerinde 48 saat muhafaza edilmiştir. Petri kapları kafeslerden çıkarılacak ve üzeri kağıt mendille kapatılmış ayrı kafeslere alınmıştır. Yaklaşık 10 gün sonra parazitlenmemiş larvalardan ortaya çıkan *Z. indianus*'un erginleri toplanmıştır. Diğer yandan yaklaşık üç hafta sonra parazitlenmiş pupadan ortaya çıkan parazitoidlerin erginleri toplanmıştır. Her bir tür ayrı ayrı kafeslerde üretilmiştir (Fotoğraf 5)



**Fotoğraf 5.** Denemelerin kurulması



**Fotoğraf 6.** Üretim kafesleri (A- *Zaprionus indianus*, B- *Pachycrepoideus vindemmiae*, C- *Trichopria drosophilae*).

#### 2.1.4 Farklı sıcaklıklarda *Trichopria drosophilae* ve *Pachycrepoideus vindemmiae* etkileşimin konukçu *Zaprionus indianus*'u parazitleme etkisi

Pupa parazitöitleri *P. vindemmiae* (PV) ve *T. drosophilae* (TD)'nın farklı sıcaklıklarda (21°C, 24°C, 27°C ve 30°C) türler arası rekabet ve konukçu ölümü (parazitizm) üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla laboratuvar şartlarında petri kaplarda (6 cm genişlik) çalışmalar yürütülmüştür. Her petri kabının altına filtre kağıdı yerleştirilmiş ve 1-3 günlük 10 adet *Z. indianus* pupası yerleştirilmiştir. Parazitöitlerin beslenebilmesi için petri kabının kenarına ballı su şeridi sürülmüştür. Her sıcaklık değeri için (21°C, 24°C, 27°C ve 30°C);

- (i) sadece *P. vindemmiae*'nin *Z. indianus*'u parazitleme potansiyeli;
- (ii) sadece *T. drosophilae*'nin *Z. indianus*'u parazitleme potansiyeli;
- (iii) *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae*'nin aynı anda salımıyla *Z. indianus*'u parazitleme potansiyelleri;
- (iv) ilk önce *P. vindemmiae*'nin salımı, 24 saat sonra *T. drosophilae*'nin salımıyla *Z. indianus*'u parazitleme potansiyelleri;
- (v) ilk önce *T. drosophilae* salımı, 24 saat sonra *P. vindemmiae*'nin salımıyla *Z. indianus*'u parazitleme potansiyelleri test edilmiştir.

(vi) salım yapılmayan kontrol grubu da yer almıştır.

Her deneme 20 tekerrürden oluşmuştur. Her parazitoitten 1 çift (1:1 erkek, dişi) yeni çıkış yapmış bireyler salınmıştır ve salımdan 24 saat sonra petri kaplarından alınmıştır. Salım yapılan petri kapları parafilm ile sarılmış ve belirtilen sıcaklıklara ayarlı %70 neme sahip inkübatörlerde zararlı ve parazitoit çıkışları olana kadar ilgili sıcaklıklarda bekletilmiştir. Denemeler günlük olarak kontrol edilip, nemlendirilmiş ve çıkış yapan *Z. indianus*, *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae* sayıları cinsiyetlerine göre kaydedilmiştir. Ayrıca deneme sonucunda çıkış olmayan pupalar da mikroskop altında parçalanmış *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae* varlığı kaydedilmiştir (Fotoğraf 7,8).



**Fotoğraf 7.** *Trichopria drosophilae* ve *Pachycrepoideus vindemmiae*'nin sıcaklık denemeleri



**Fotoğraf 8.** Dissecion çalışması

## 2.2 Veri analizi

Uygulamalar arasındaki parazitlenme potansiyeli, çıkış yapan konukçu sayısı, parazitli pupa sayısı, çıkış yapan parazitoit sayısı ve deneme sonucunda parçalanmış pupalarda kaydedilen pupa sayıları eklenerek yüzde parazitlenme bulunmuştur. Verilerin SPSS istatistik programında, normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Sonuçlara nonparametrik olmayan Kruskal Wallis testi uygulanmıştır.

### 3. BULGULAR

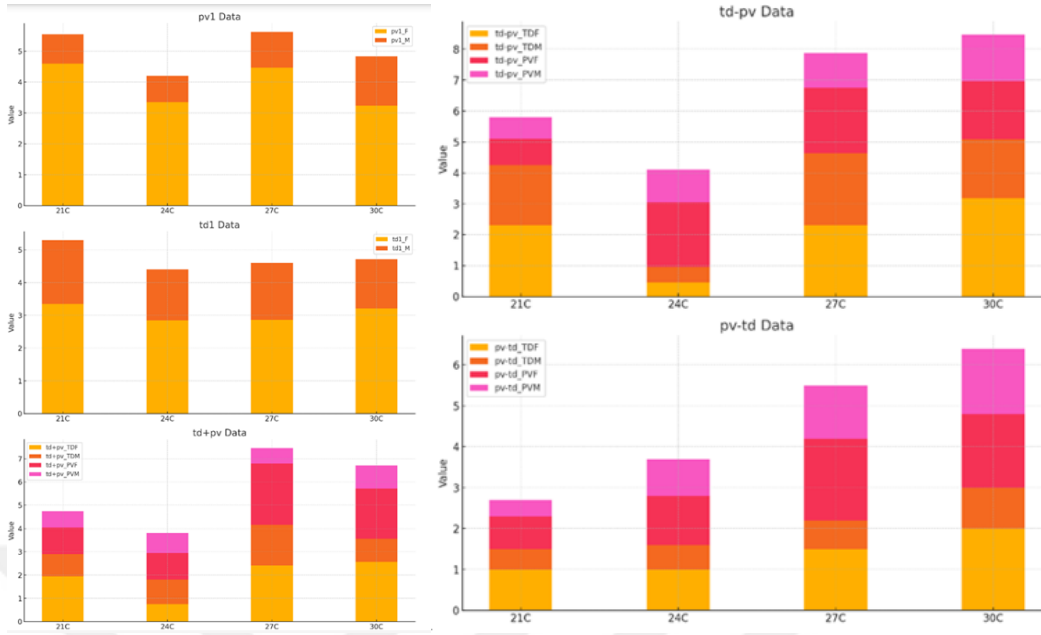
Denemeler aşağıdaki şekilde yapılmıştır:

- 1- Sadece *Pachycrepoideus vindemmiae* (PV1).
- 2- Sadece *Trichopria drosophilae* (TD1).
- 3- İki tür aynı anda (PV2+TD2).
- 4- Önce *Pachycrepoideus vindemmiae*, verildi 24 saat sonra alınıp *Trichopria drosophilae* verildi (PV3+TD3).
- 5- Önce *Trichopria drosophilae* verildi, 24 saat sonra alındı *Pachycrepoideus vindemmiae* verildi (PV4+TD4).
- 6- Kontrol

Farklı sıcaklıklarda; PV1'de 21°C'de en yüksek dişi birey (4.60±0.47) sayısı elde edilmiştir. TD1'de 27°C'de en yüksek dişi birey (5.28±0.43) sayısı elde edilmiştir TD2+PV2'de 27°C'de PV de en yüksek dişi birey (2.62±0.22) sayısı elde edilmiştir. PV3-TD3 27°C'de PV'de en yüksek dişi birey (4±0.48) sayısı elde edilmiştir. TD4-PV4 30°C'de TD'de en yüksek dişi birey TD (3.17±0.34) sayısı elde edilmiştir (Tablo1, şekil 1).

**Tablo 1.** Farklı sıcaklıkların iki parazitoitin dişi ve erkekleri üzerindeki etkinliği (*Pachycrepoideus vindemmiae* (PV) ve *Trichopria drosophilae* (TD)) (Ortalama±SE)

Sıcaklık	PV1		TD 1		TD2+PV2				PV3-TD3				TD4-PV4			
	F	M	F	M	TD F	TD M	PV F	PV M	PV F	PV M	TD F	TD M	TD F	TD M	PV F	PV M
21°C	4.6± 0.47	0.95± 0.36	3.35± 0.46	1.95± 0.47	1.95± 0.34	0.95± 0.32	1.15± 0.30	0.7± 0.23	1± 0.35	0.8± 0.20	1.45± 0.38	0.94± 0.26	2.9± 0.57	1.95± 0.38	0.65± 0.39	0
24°C	3.35± 0.53	0.85± 0.53	2.85± 0.53	1.55± 0.33	0.75± 0,14	1± 0.26	1.15± 0.24	0.6± 0.18	1.7± 0.20	1.05± 0.20	1.1 ± 0.20	0.3 ± 0.10	0.45± 0.13	0.5± 0.15	2.21± 0.35	1.05± 0.19
27°C	4.46± 0.48	1.55± 0.22	5.28± 0.43	1.75± 0.19	2.41 ± 0.31	1.76± 0.16	2.62± 0.22	2.66± 0.39	4± 0.48	3± 0.35	1.16± 0.09	1.33± 0.11	2.31± 0.27	2.31± 0.27	2.12± 0.26	1.12± 0.07
30°C	3.23± 0.31	1.6± 0.20	3.21± 0.36	1.5± 0.11	2.58± 0.37	1± 0	2.15± 0.30	1± 0	3.66± 0.34	3.18± 0.23	1.25± 0.11	1± 0.22	3.17± 0.34	1.91± 0.26	1.87± 0.14	1.5± 0.15



**Şekil 1.** Farklı sıcaklıkların iki parazitoitin dişileri ve erkekleri üzerindeki etkisi (*Pachycrepoideus vindemiae* and *Trichopria drosophilae*).

Dört farklı sıcaklıkta iki pupa parazitoitinin *Z. indianus*'taki parazitlenmesine bakılmıştır. Veriler normal dağılmadığı için non parametrik test uygulanmıştır. İstatiksel olarak *Pachycrepoideus vindemiae* 1, *Trichopria drosophilae* 2, *Pachycrepoideus vindemiae* 2, *Pachycrepoideus vindemiae* 3, *Trichopria drosophilae* 3, *Trichopria drosophilae* 4 ve *Pachycrepoideus vindemiae* 4'de aralarında önemli bir fark tespit edilmiştir. *Trichopria drosophilae* 1'de aralarında önemli bir fark belirlenmiştir (Tablo 2, Şekil 2).

**Tablo 2.** Dört farklı sıcaklıkta iki pupa parazitoitinin *Zaprionus indianus*'un parazitlenme durumu (*Pachycrepoideus vindemmiae* (PV) ve *Trichopria drosophilae* (TD)) (Ortalama±SE)

Sıcaklık	PV1	TD1	TD2+PV2		PV3-TD3		TD4-PV4		Kontrol
21°C	27,75± 2,41Db	26,75± 3,73Da	15,00± 2,48BCa	9,25±1 ,85ABa	9,00±2, 19ABa	12,50± 2,75AB b	25,50± 4,07CD b	2,25±1, 75Aa	100,0 0±0,0 0Ec
24°C	19,75± 2,84Cb a	23,50± 2,88Ca	8,75±1 ,19ABa	8,50±1 ,15ABa	14,25± 1,41AB ba	7,50±0, 993AB ba	4,75±1, 05 Aa	16,25± 2,68Bc	79,00 ±4,34 Db
27°C	19,75± 3,10BC ba	23,50± 4,00Ca	16,00± 2,60Ca	18,00± 2,79A Bb	21,50± 2,74BC cb	3,75±1, 19Aa	17,00± 2,47BC b	10,75± 2,02AB bc	49,50 ±2,85 Da
30°C	15,75± 2,21BC Da	21,25± 2,45D Ea	8,50±2 ,32AB Ca	8,25±1 ,75AB Ca	30,00± 3,69Ec	1,75±0, 750Aa	19,00± 2,42CD Eb	4,50±1, 49ABb a	50,00 ±4,23F a

\*Büyük harflerdeki sütunları küçük harfler satırları temsil etmektedir

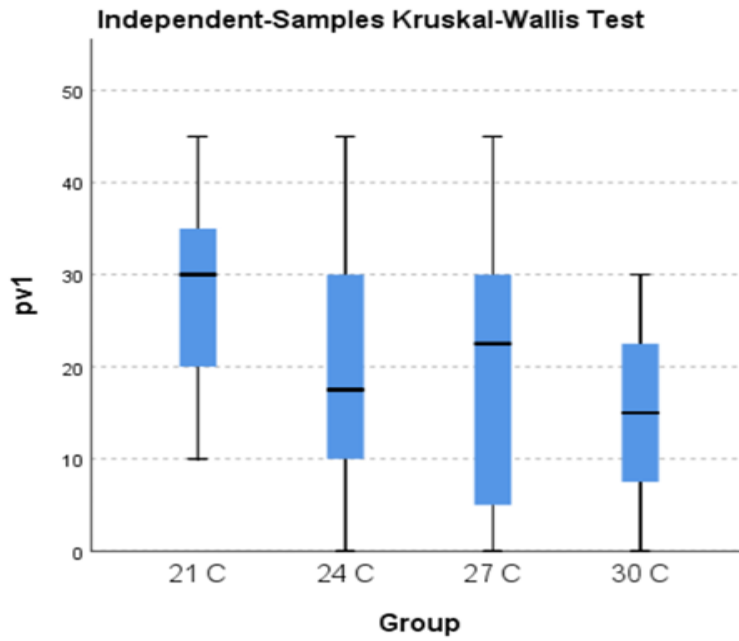
*Pachycrepoideus vindemmiae* 1'de sıcaklıklar arasından en yüksek parazitlenme oranı 21°C'de (%27,75) ve en düşük 30°C'de (%15,75) elde edilmiştir. İstatistiksel olarak gruplar aralarında fark önemli bulunmuştur (Tablo 3, Şekil 2).

**Tablo 3.** *Pachycrepoideus vindemmiae* 1 Kruskal-wallis test sonucu

**Independent-Samples Kruskal-Wallis Test  
Summary**

Total N	80
Test Statistic	9.681 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	3
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.021

a. The test statistic is adjusted for ties.



**Şekil 2.** *Pachycrepoideus vindemmiae* 1 istatistik sonucu

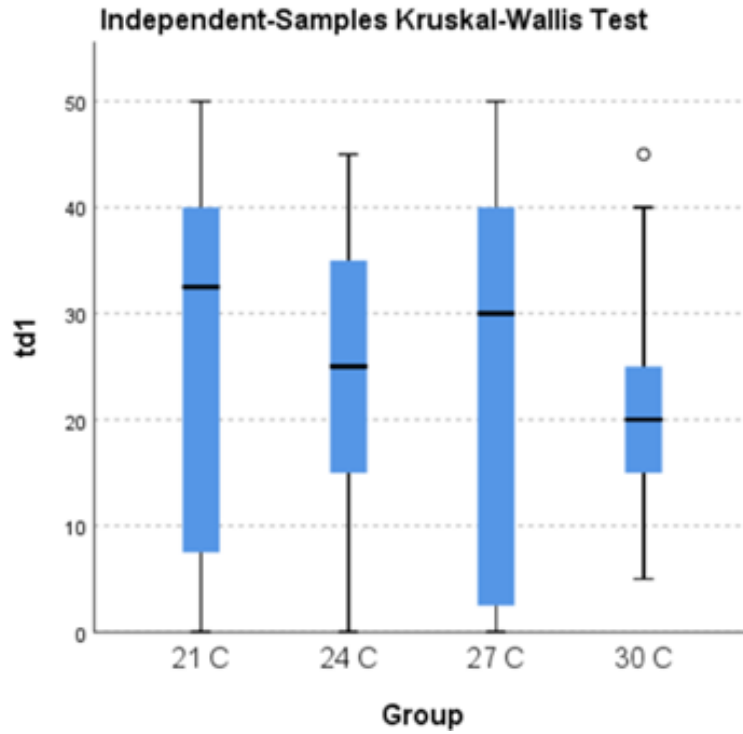
Sadece *Trichopria drosophila* tekerrürleri arasında en yüksek parazitleme oranı TD1'de 21°C'de (%26,75) ve en düşük 30°C'de (%21,25) elde edilmiştir. *Trichopria drosophila* 1'de aralarında önemli bir fark belirlenmiştir (Tablo 4, Şekil 3).

**Tablo 4.** *Trichopria drosophilae* 1 Kruskal-wallis test sonucu

**Independent-Samples Kruskal-Wallis Test  
Summary**

Total N	80
Test Statistic	1.841 <sup>ab</sup>
Degree Of Freedom	3
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.606

a. The test statistic is adjusted for ties.



**Şekil 3.** *Trichopria drosophilae* 1 istatistik sonucu

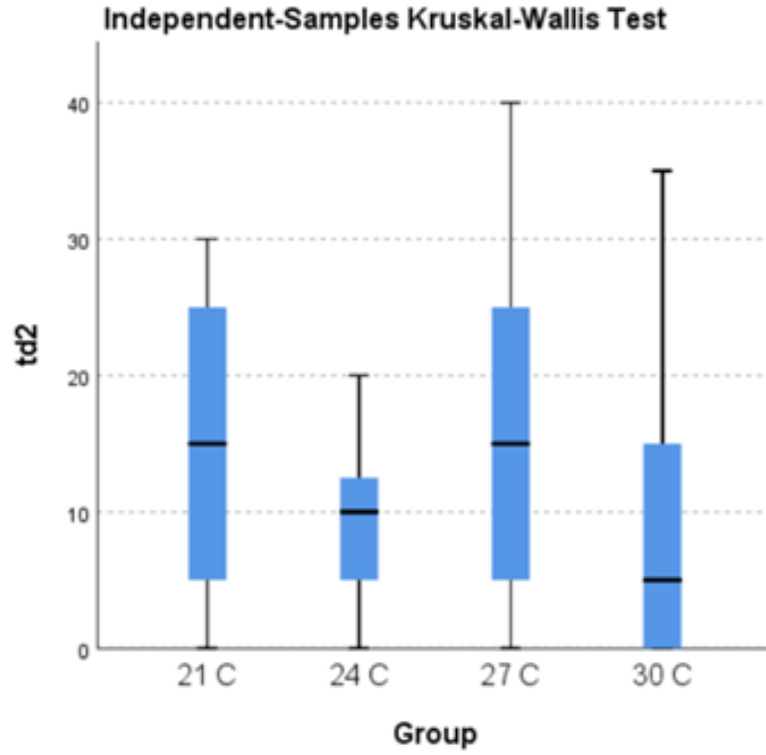
*Trichopria drosophilae* 2 + *Pachycrepoideus vindemmiae* 2’de sıcaklıklar arasından en yüksek parazitleme oranı 27°C’de *Pachycrepoideus vindemmiae* 2’de (%18,00) ve en düşük 30°C’de *Pachycrepoideus vindemmiae* 2’de (%8,25) elde edilmiştir edilmiştir. İstatitiki olarak gruplar arasında fark önemli bulunmuştur (Tablo 5,6; Şekil 4,5).

**Tablo 5.** *Trichopria drosophilae* 2 Kruskal-wallis test sonucu

**Independent-Samples Kruskal-Wallis Test  
Summary**

Total N	80
Test Statistic	8.156 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	3
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.043

a. The test statistic is adjusted for ties.



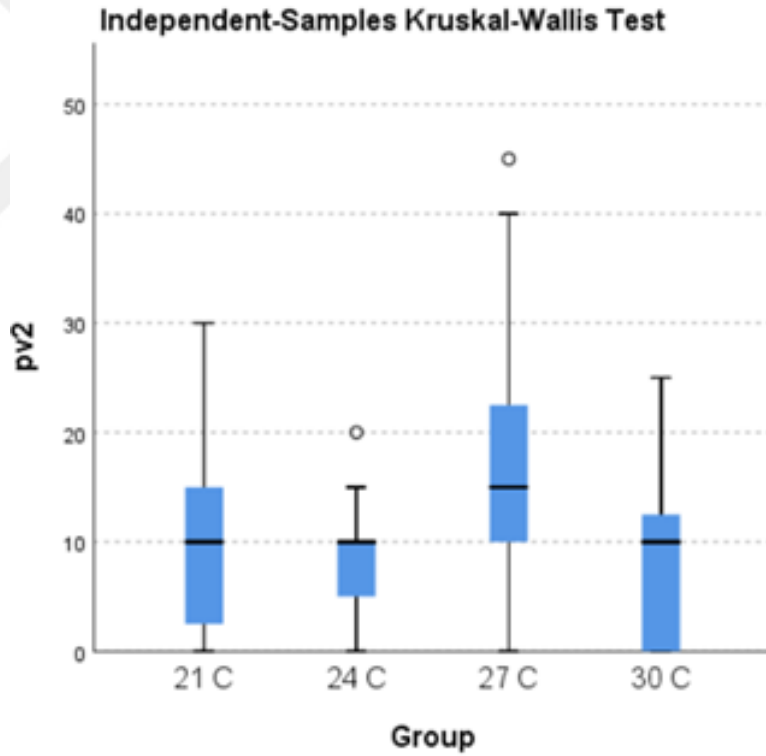
**Şekil 4.** *Trichopria drosophilae* 2 istatistik sonucu

**Tablo 6.** *Pachycrepoideus vindemmiae* 2 Kruskal-wallis test sonucu

**Independent-Samples Kruskal-Wallis Test  
Summary**

Total N	80
Test Statistic	11.918 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	3
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.008

a. The test statistic is adjusted for ties.



**Şekil 5.** *Pachycrepoideus vindemmiae* 2 istatistik sonucu

*Pachycrepoideus vindemmiae* 3- *Trichopria drosophilae* 3'de sıcaklıklar arasından en yüksek parazitleme oranı 30°C'de, *Pachycrepoideus vindemmiae* 3'de

(%30,00) ve en düşük 30°C'de Td3'de (%1,75) elde edilmiştir. İstatistik olarak gruplar arand fark önemli bulunmuştur (Tablo 7,8; Şekil 6,7).

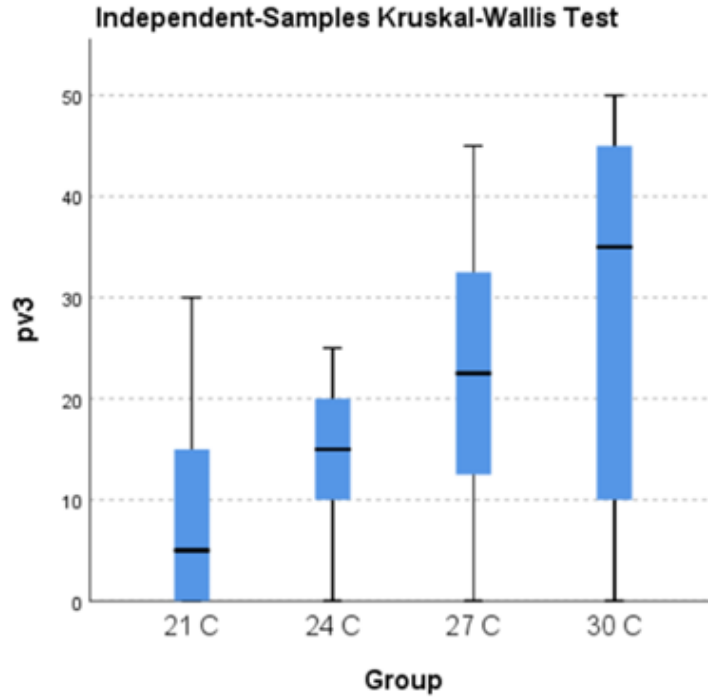
**Tablo 7.** *Pachycrepoideus vindemmiae* 3 Kruskal-wallis test sonucu

### Independent-Samples Kruskal-Wallis Test

#### Summary

Total N	80
Test Statistic	21.1741 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	3
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.000

a. The test statistic is adjusted for ties.



**Şekil 6.** *Pachycrepoideus vindemmiae* 3 istatistik sonucu

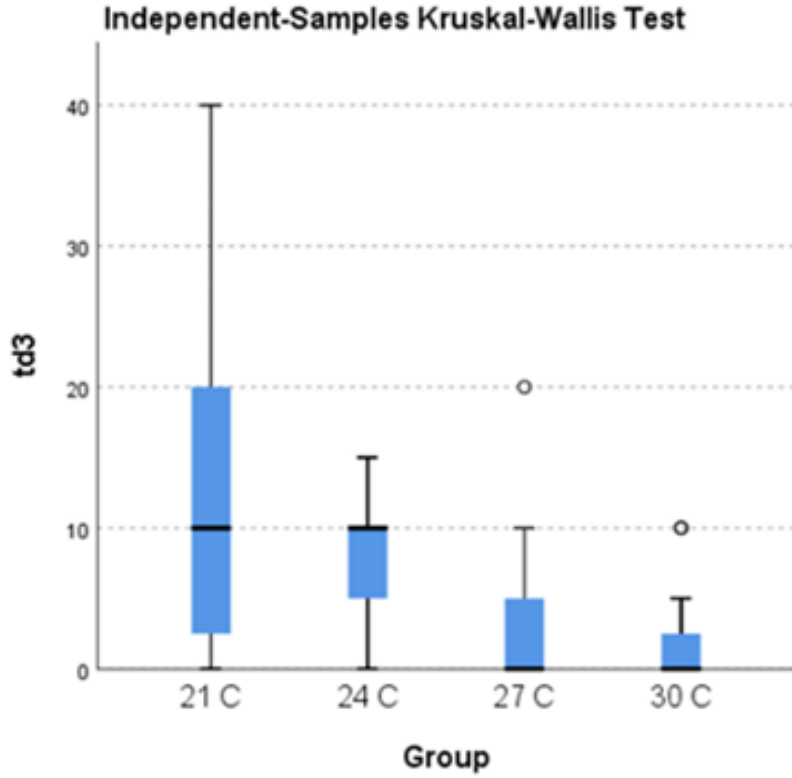
**Tablo 8.** *Trichopria drosophilae* 3 Kruskal-wallis test sonucu

**Independent-Samples Kruskal-Wallis Test**

**Summary**

Total N	80
Test Statistic	20.909 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	3
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.000

a. The test statistic is adjusted for ties.



**Şekil 7.** *Trichopria drosophilae* 3 istatistik sonucu

*Trichopria drosophilae* 4 - *Pachycrepoideus vindemmiae* 4’de sıcaklıklar arasından en yüksek parazitleme oranı 21°C’de *T.drosophilae* 4’de (%25,50) ve en düşük 21°C’de Pv4’de (%2,25) elde edilmiştir edilmiştir İstatiksel olarak gruplar arasında fark önemli bulunmuştur (Tablo 9,10; Şekil 8,9).

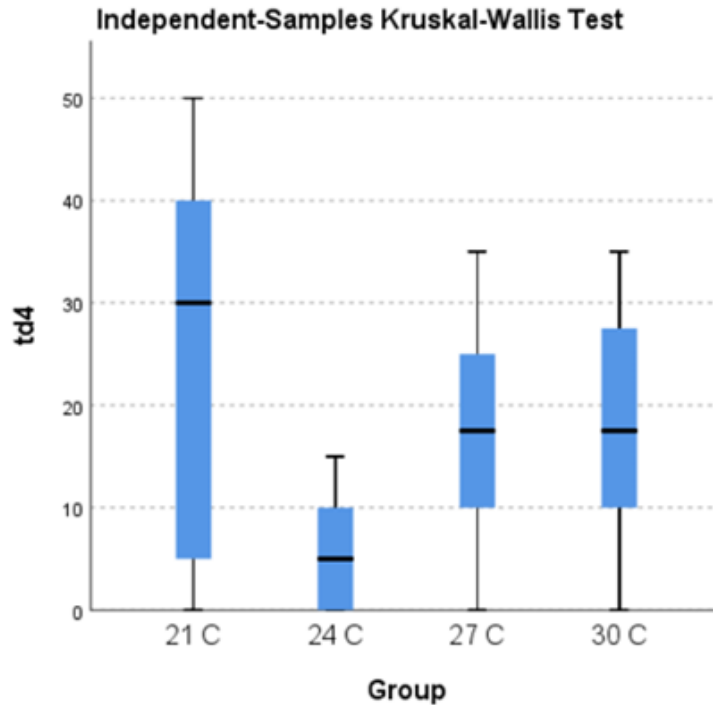
**Tablo 9.** *Trichopria drosophilae* 4 kruskal-wallis test sonucu

### Independent-Samples Kruskal-Wallis Test

#### Summary

Total N	80
Test Statistic	21.666 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	3
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.000

a. The test statistic is adjusted for ties.



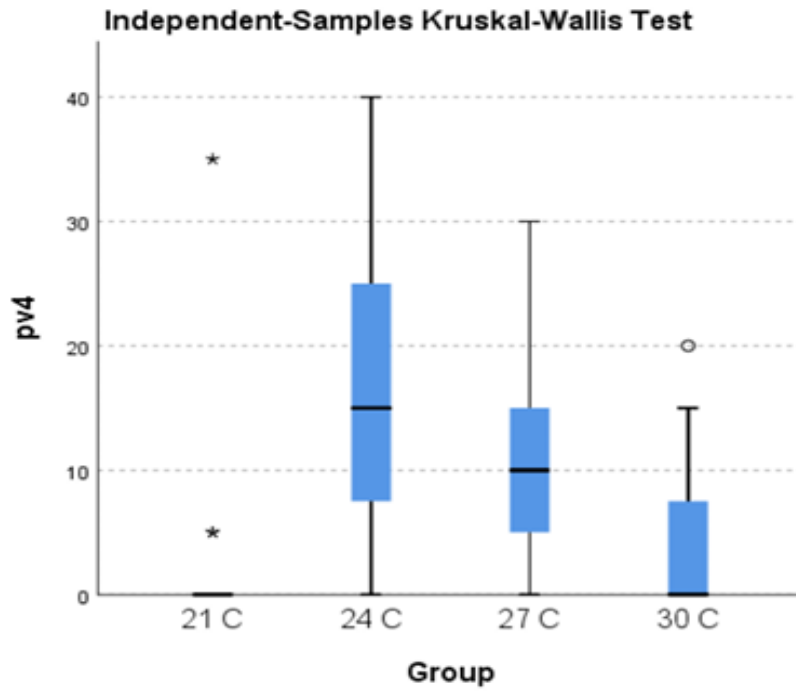
**Şekil 8.** *Trichopria drosophilae* 4 istatistik sonucu

**Tablo 10.** *Pachycrepoideus vindemmiae* 4 Kruskal-wallis test sonucu

**Independent-Samples Kruskal-Wallis Test  
Summary**

Total N	80
Test Statistic	28.851 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	3
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.000

a. The test statistic is adjusted for ties.



**Şekil 9.** *Pachycrepoideus vindemmiae* 4 istatistik sonucu

21°C’de en yüksek parazitleme oranı *Pachycrepoideus vindemmiae* 1’de (%27,75) ve en düşük Pv4’de (%2,25) elde edilmiştir (Tablo 11). Kruskal-wallis test sonucu istatistiksel olarak gruplar aralarında fark önemli bulunmuştur (Tablo 11, Şekil 10).

**Tablo 11.** Dört farklı sıcaklıktaki iki pupa parazitoitinin *Zaprianous indianus*'taki parazitlenme oranları (*Pachycrepoideus vindemmiae* (PV) ve *Trichopria drosophilae* (TD)) (Ortalama±SE)

Sıcaklıklar	PV1	TD1	TD2+PV2		PV3+TD3		TD4+PV4		Kontrol
21°C	27,75± 2,41d	26,75± 3,73d	15,00± 2,48bc	9,25±1 ,85ab	9,00±2 ,19ab	12,50± 2,75ab	25,50± 4,07cd	2,25±1 ,75a	100,00 ±0,00e
24°C	19,75± 2,84c	23,50± 2,88c	8,75±1 ,19ab	8,50±1 ,15ab	14,25± 1,41ab	7,50±0 ,993ab	4,75±1, 05 a	16,25± 2,68bc	79,00± 4,34d
27°C	19,75± 3,10bc	23,50± 4,00c	16,00± 2,60bc	<b>18,00±</b> <b>2,79bc</b>	21,50± 2,74bc	3,75±1 ,19a	17,00± 2,47bc	10,75± 2,02ab	49,50± 2,85d
30°C	15,75± 2,21bc d	21,25± 2,45de	8,50±2 ,32abc	8,25±1 ,75abc	30,00± 3,69e	1,75±0 ,75a	19,00± 2,42cd e	4,50±1 ,49ab	50,00± 4,23f

\*Küçük harfler istatistik sonuçlarını gösterir

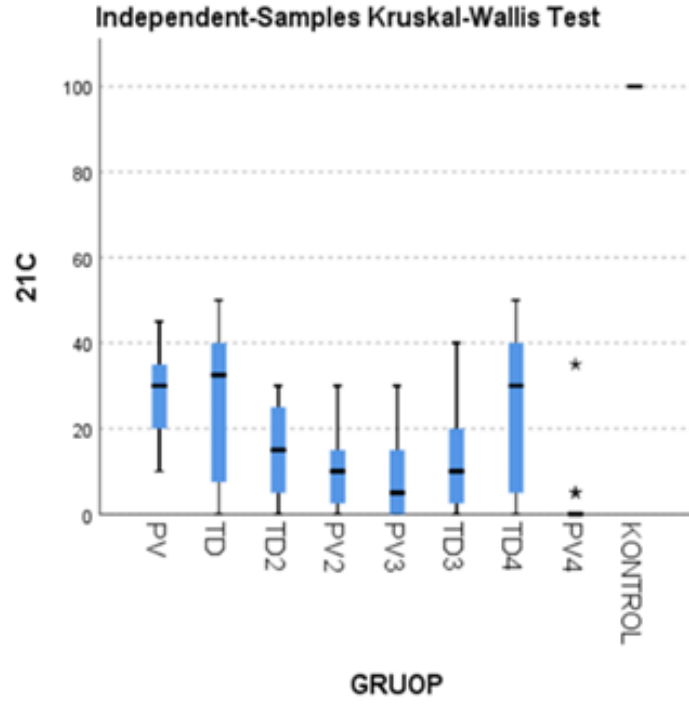
**Tablo 1.** 21 °C'de Kruskal-Wallis test sonuçları

### Independent-Samples Kruskal-Wallis Test

#### summary

Total N	180
Test Statistic	99.048 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	8
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.000

a. The test statistic is adjusted for ties.



**Şekil 10.** 21 °C’de istatistik sonuçları

24 °C’de en yüksek parazitlenme oranı Td1’de (%23,50) ve en düşük Td4’de (%4,75) elde edilmiştir. Kruskal-wallis test sonucu istatistiksel olarak gruplar aralarında fark önemli bulunmuştur (Tablo 14, Şekil 12).

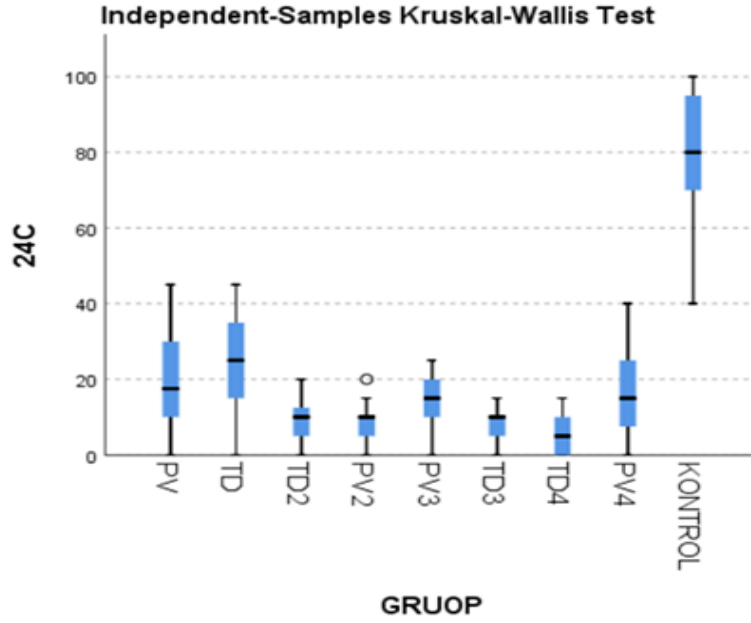
**Tablo 13.** 24 °C’de Kruskal-Wallis test sonuçları

**Independent-Samples Kruskal-Wallis Test**

**summary**

Total N	180
Test Statistic	93.542 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	8
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.000

a. The test statistic is adjusted for ties.



**Şekil 10.** 24 °C’de istatistik sonuçları

27°C’de en yüksek parazitlenme oranı Td1’de (%23,50) ve en düşük Td3’de (%3,75) elde edilmiştir. Kruskal-wallis test sonucu istatistiksel olarak gruplar aralarında fark önemli bulunmuştur (Tablo 15, Şekil 13).

**Tablo 14.** 27 °C’de Kruskal-Wallis test sonuçları

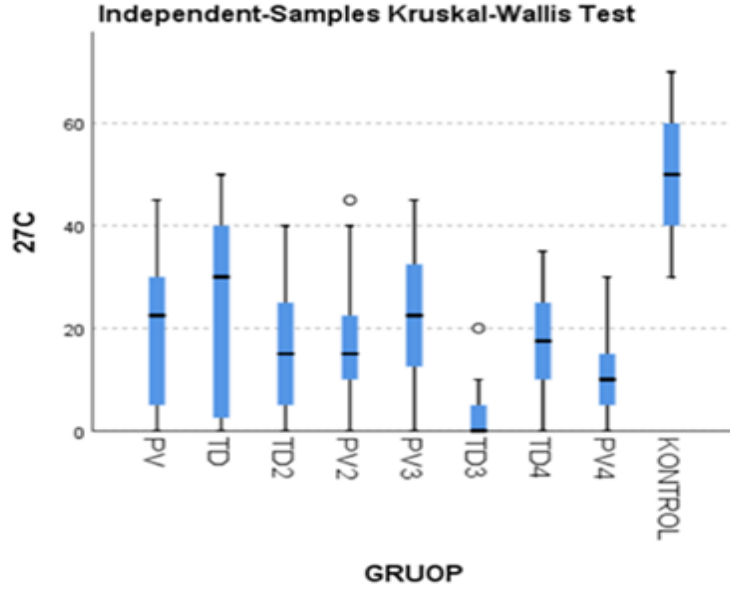
### Independent-Samples Kruskal-Wallis Test

#### Summary

Total N	180
Test Statistic	72.278 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	8
<u>Asymptotic Sig.(2-sided test)</u>	<u>.000</u>

a. The test statistic is adjusted for ties.

a. The test statistic is adjusted for ties.



Şekil 11. 27 °C’de istatistik sonuçları

30°C’de en yüksek parazitleme oranı pv3’de (%30,00) ve en düşük *T. drosophilae* td3’de (%1,75) elde edilmiştir. Kruskal-wallis Test sonucu İstatiksel olarak gruplar aralarında fark önemli bulunmuştur (Tablo 16, Şekil 14).

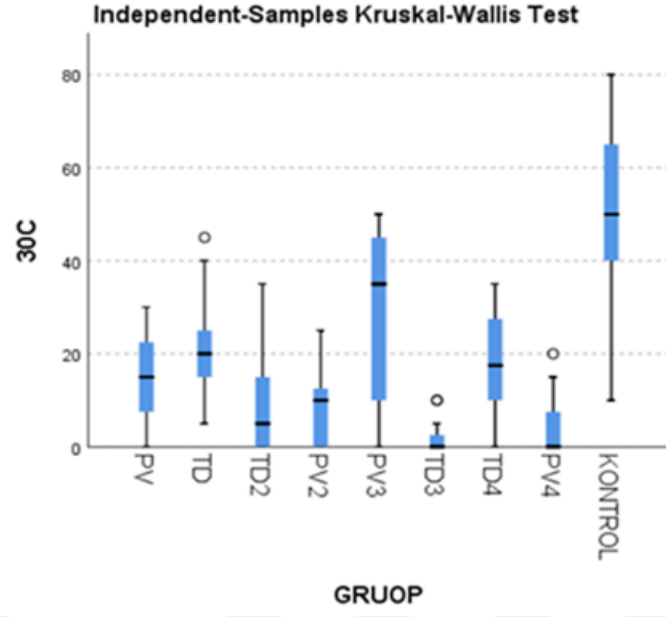
Tablo 2. 27 °C’de Kruskal-Wallis test sonuçları

### Independent-Samples Kruskal-Wallis Test

#### Summary

Total N	180
Test Statistic	98.689 <sup>a</sup>
Degree Of Freedom	8
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.000

a. The test statistic is adjusted for ties.



Şekil 13. 30 °C'de istatistik sonuçlar

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmamız sonucunda, *T. drosophilae*'nin *Z. indianus*'u en yüksek parazitlenme oranı 21°C'de %26,75 oranında bulunmuştur. Funes ve ark. (2024), Arjantin'e özgü parazitoitler ile *D. suzukii* ve/ya *Z. indianus* arasındaki etkileşimi araştırmışlardır. Söz konusu çalışmada, kontrollü ortamlarda her iki *Drosophilid* türü üzerinde *T. anastrephae* parazitizmi değerlendirilmiştir. Kontrollü koşullar altında, *D. suzukii* ve *Z. indianus*'un ortaya çıkışı önemli ölçüde farklılık göstermiş olup; *Z. indianus*, *D. suzukii*'den %41 daha yüksek bir ortaya çıkma oranı göstermiştir.

Bu çalışmamız sonucunda, *P. vindemmiae*'nin en düşük gelişim sıcaklığı 21°C de %2,75, *T. drosophilae*'nin 30°C'de %1,75 oranında bulunmuştur. Rossi Stacconi et al. (2017) Kuzey İtalya'da *P. vindemmiae*'nin 15°C'de gelişemediğini göstermiştir. *T. drosophilae* 30 ve 35°C'de gelişebilmiştir. Bu araştırmada, iki yerli pupa parazitoitinin, *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae*'nin, değişen sıcaklık koşullarında *Z. indianus* popülasyonunun yönetilmesindeki etkinliğini değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, sıcaklığın parazitlenme oranlarını ve bu parazitoitlerin gelişimini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir.

*Pachycrepoideus vindemmiae* en yüksek parazitlenme oranlarına 21°C'de belirlenmiş, ancak bu oranlar daha yüksek sıcaklıklarda önemli ölçüde azalmıştır. Spesifik olarak *P. vindemmiae* 1 için parazitlik oranı 21°C'de %27,75 iken 30°C'de %15,75'e düşmüştür. Buna karşılık, *T. drosophilae*, 24°C ve 27°C'de parazitizmin en yüksek düzeyde olduğu; her iki sıcaklıkta da %23,50 oranlarında, ancak 30°C'de %1,75'e belirgin bir düşüş görülmüştür. Bu, *P. vindemmiae*'nin daha düşük sıcaklıklarda daha etkili olduğunu, *T. drosophilae*'nin ise orta sıcaklıklarda daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca çeşitli sıcaklıklarda dişi parazitoitlerin sayısında önemli farklılıklar olduğu ortaya çıkarılmıştır. Örneğin, en yüksek dişi *P. vindemmiae* birey sayısı 21°C'de ( $4,6 \pm 0,47$ ) kaydedilirken, en yüksek dişi *T. drosophilae* sayısı ise 27°C'de ( $5,28 \pm 0,43$ ) belirlenmiştir. Bu sonuçlar, *P. vindemmiae*'nin düşük sıcaklıklarda daha etkili olduğunu, *T. drosophilae*'nin ise orta derecede yüksek sıcaklıklarda daha yüksek etkinliğe sahip olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, parazitoit performansında sıcaklığın önemli rolünü vurgulayan daha önceki çalışmalarla tutarlıdır. Wang ve ark. (2016), *T.*

*drosophilae*'nin orta sıcaklıklarda daha yüksek parazitlik oranlarına sahip olduğunu bulmuş; bu, 24°C ve 27°C'de optimal parazitizmi gösteren sonuçlarımızla uyumlu bulunmuştur. Ayrıca Rosso Stacconi ve ark. (2015), *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae* arasındaki farklı termal toleransın altını çizerek, *P. vindemmiae*'nin *T. drosophilae*'ye kıyasla daha geniş bir sıcaklık aralığında gelişebileceğini belirterek bulgularımızı desteklemiştir. Ancak çalışmamız, tüm parazitoit türleri için artan sıcaklıklarla birlikte parazitizm oranlarında tekdüze bir düşüş olduğunu öne süren bazı literatürle çelişmektedir (Smith ve ark., 2013). Bunun yerine, *T. drosophilae* daha incelikli bir tepki göstererek hem 24°C hem de 27°C'de yüksek etkinliği koruyarak daha önce bildirilenden daha geniş bir sıcaklık toleransına işaret etmiştir.

Bulgularımız aynı zamanda Wang ve ark. (2018)'nin bulgularıyla da uyumludur. *Pachycrepoideus vindemmiae*'nin daha geniş bir sıcaklık aralığında gelişebildiğini ve *T. drosophilae* ile karşılaştırıldığında hem düşük hem de yüksek sıcaklıklarda daha iyi hayatta kalma ve üreme başarısına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu *P. vindemmiae*'yi çok yönlü bir biyolojik kontrol maddesi haline getirirken, *T. drosophilae* daha ılıman iklimler için de daha uygun bulunmuştur.

Başlangıçta, yüksek sıcaklıkların biyolojik kontrol ajanları olumsuz etkilediği yönündeki genel kanaate dayanarak, her iki parazitoitin artan sıcaklıklarla birlikte etkinlikte istikrarlı bir düşüş göstermiştir. Bu *P. vindemmiae* için geçerliyken, *T. drosophilae* için sonuçlar şaşırtıcı olmuştur. *T. drosophilae*, beklenen tekdüze düşüşün aksine, orta sıcaklıklarda (24°C ve 27°C) yüksek parazitlik oranlarını korumuştur. *T. drosophilae* için beklenmeyen sonuçlar, bunun daha geniş bir sıcaklık aralığında gelişmesine olanak sağlayan fizyolojik adaptasyonlarından kaynaklandığı düşünülmüştür. Wang ve ark. (2016), *T. drosophilae*'nin önemli miktarda ısısız esneklik gösterdiğini ve bunun da bu sıcaklıklarda daha yüksek parazitlenme oranlarını açıklayabileceğini belirtmişlerdir. Bu bulgular, farklı parazitoitler sıcaklık değişimlerine karşı farklı dirençler gösterebileceğinden, biyokontrol stratejilerinin geliştirilmesinde türe özgü yanıtların dikkate alınmasının önemini altını çizmiştir.

Bu çalışmamız sonucunda, *P. vindemmiae* dişileri konakçıları aramada daha becerikli ve diğer bir kozmopolit pupal parazitoid olan *T. drosophilae*'ye kıyasla daha büyük bir parazitlenme yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Önceki

alışmalara dayanarak, *T. drosophilae* dişileri konukçularını aramada daha yeteneklidir ve başka bir kozmopolit pupal parazitoid olan *P. vindemmiae*'ye kıyasla daha büyük bir parazitleme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir (Yi ve ark., 2020).



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, yerli pupa parazitoitleri *Pachycrepoideus vindemiae* ve *Trichopria drosophilae*'nin farklı sıcaklık rejimleri altında *Zaprionus indianus* popülasyonunun yönetilmesindeki etkinliğine ışık tutmuştur. Çalışma, entegre zararlı yönetimi (IPM) programlarında uygulanmaları açısından gerekli olan bu parazitoitlerin parazitlenme oranlarını ve gelişimini etkilemede sıcaklığın oynadığı önemli rolü vurgulamaktadır.

*Pachycrepoideus vindemiae*, daha düşük sıcaklıklarda, özellikle 21°C ve 30°C'de, parazitizm oranlarının en yüksek düzeyde olduğunu ve daha yüksek sıcaklıklarda etkinlikte gözle görülür bir düşüş sergilediğini göstermiştir. Bu bulgu, *P. vindemiae*'nin daha serin ve sıcak iklimler veya mevsimler için daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Buna karşılık *T. drosophilae*, 24°C ve 27°C orta sıcaklıklarda en iyi performansı göstermiş olup; bu durum bunun daha ılıman iklime sahip bölgeler için potansiyelini göstermiştir.

Parazitlik oranları ve gözlemlenen gelişimdeki önemli farklılıklar göz önüne alındığında, müteakip araştırmalar bu yanıtları yönlendiren fizyolojik mekanizmaları belirlemeyi amaçlamalıdır. Ayrıca laboratuvar bulgularının doğrulanması ve bu parazitoitlerin doğal koşullarda uzun vadeli canlılığının ve etkinliğinin değerlendirilmesi için saha çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Sonuç olarak, *P. vindemiae* ve *T. drosophilae*'nin sıcaklık tercihlerinden yararlanmak, *Z. indianus*'a karşı biyolojik kontrol çabalarının geliştirilmesi bakımından umut verici bir strateji sunmaktadır. Bu parazitoitlerin belirli bölgesel iklimlere göre uyarlanmış IPM programlarına entegre edilmesi, zararlı yönetimi sonuçlarını önemli ölçüde iyileştirebilir. Bu türlerin artırıcı salınımlar ve habitat yönetimi gibi diğer kontrol yöntemleriyle birleştirilmesine yönelik daha fazla araştırma, sürdürülebilir ve etkili zararlı yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi açısından çok önemli olacaktır.

### 1. Bölgesel iklime göre dağıtım:

o Düşük sıcaklıklarda en iyi performansı gösterdiği için *P.vindemmiae*'nin öncelikle daha serin bölgelerde veya mevsimlerde kullanılmalıdır.

o *Trichopria drosophilae*'nin optimum etkinlik gösterdiği ılıman iklime sahip bölgelerde uygulanmalıdır.

### 2. Entegre zararlı yönetimi (ipm) programları:

o *Pachycrepoideus vindemmiae* ve *T. drosophilae*'nin bölgesel sıcaklık koşullarına göre özelleştirilmiş IPM programlarına entegre edilerek genel zararlı kontrolü geliştirilmelidir.

o *Zaprionus indianus* popülasyonları üzerindeki etkilerini en üst düzeye çıkarmak için parazitoid salınımlarının zamanlamasının mevsimsel sıcaklık değişikliklerine uyacak şekilde ayarlanmalıdır.

### 3. Arttırılan bültenler:

o Etkili kontrol seviyelerinin sürdürülmesi amacıyla bu parazitoitlerin kitlesel olarak yetiştirilmesi ve periyodik olarak salınmasına yönelik stratejilerin uygulanması gerekmektedir.

o Hedeflenen bölgelerdeki parazitoid popülasyonlarını artırmak için sinekleri yakalarken parazitoitlerin kaçmasına izin veren genişletilmiş bilgiler kullanılmalıdır

### 4. Habitatın iyileştirilmesi:

o Uygun mikro iklimler ve sığınaklar sağlanarak *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae*'nin hayatta kalmasını ve etkinliğini desteklemek amacıyla habitat koşulların iyileştirilmelidir.

o Aşırı kimyasallar yararlı parazitoid popülasyonlarını olumsuz etkileyebileceğinden pestisit kullanımını azaltan uygulamalar teşvik edilmelidir.

## 5. Saha doğrulaması ve uzun vadeli çalışmalar:

o Laboratuvar bulgularını doğrulamak ve bu parazitoidlerin doğal koşullarda uzun vadeli canlılığını ve etkinliğini değerlendirmek için kapsamlı saha çalışmaları yürütülmelidir.

o Ekosistem üzerindeki genel etkilerini anlamak için *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae* ile diğer biyolojik kontrol maddeleri ve zararlılar arasındaki etkileşimler araştırılmalıdır.

## 6. Fizyolojik mekanizmalar üzerine araştırmalar:

o *T. drosophilae*'nin orta sıcaklıklarda yüksek parazitlik oranlarını korumasını sağlayan fizyolojik mekanizmaların incelenmesi. Bu bilgi toplu yetiştirme tekniklerini iyileştirebilir ve parazitoid performansını artırabilir.

o Çeşitli iklimlerde kullanımlarını optimize etmek için her iki parazitoidin termal toleransını ve uyarlabilirliğini etkileyen genetik ve çevresel faktörler keşfedilmelidir.

## 7. İş birliği ve bilgi paylaşımı:

o Zararlılarla mücadelede *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae* kullanımına ilişkin bilgi ve en iyi uygulamaları paylaşmak amacıyla araştırmacılar, tarımsal yayım hizmetleri ve çiftçiler arasındaki işbirliği teşvik edilmelidir.

o Bu biyolojik kontrol maddelerinin daha geniş çapta benimsenmesini teşvik etmek amacıyla başarılı vaka çalışmalarına dayanan kılavuzların geliştirilmesi ve dağıtılması yapılmalıdır.

Bu tavsiyelerin uygulanmasıyla, *P. vindemmiae* ve *T. drosophilae*'nin *Z. indianus*'un kontrolünde etkinliği en üst düzeye çıkarılabilir ve daha sürdürülebilir ve etkili zararlı yönetimi stratejilerine katkıda bulunulabilir.

## 6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- A, A., Hassan, N., & Al-Jboory, I. (2016a). Distribution and Host Range of the African Fig Fly *Zaprionus indianus*. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 12(2).
- Alawamleh, A., Katbeh-Bader, A., Hassan, N., Al-Jboory, I., & D'Onghia, A. M. (2016b). Biological studies on the African fig fly, *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae).
- Al-Jboory, I., & Katbeh-Bader, A. (2012). First record of *Zaprionus indianus* (Gupta, 1970) (Drosophilidae: Diptera) in Jordan. *World Appl. Sci. J*, 19, 413-417.
- Amoudi, M. A., Diab, F. M., & Abou-Fannah, S. S. (1991). *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in Saudi Arabia and the effect of temperature on the life cycle. *Journal of King Saud University*, 3(2), 111-121.
- Chen, Z., Wang, F., Zhang, W., Zhou, S., Wen, D., & Mu, R. (2023). Chronic exposure to zearalenone induces intestinal inflammation and oxidative injury in adult *Drosophila melanogaster* midgut. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 251, 114555.
- Asplen, M. K., Anfora, G., Biondi, A., Choi, D. S., Chu, D., Daane, K. M., ... & Desneux, N. (2015). Invasion biology of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science*, 88, 469-494.
- Araripe, L. O., Klaczko, L. B., Moreteau, B., & David, J. R. (2004). Male sterility thresholds in a tropical cosmopolitan drosophilid, *Zaprionus indianus*. *Journal of Thermal Biology*, 29(2), 73-80.
- Barbosa, Melina Rodrigues Ribeiro, Gustavo Graciolli, and Fernando Paiva. (2012) "Diptera, Drosophilidae, *Zaprionus indianus* Gupta, 1970: distribution extension for the state of Mato Grosso do Sul, Brazil." *Check List* 8, no. 1: 175-176.
- Bezerra Da Silva, C. S., Price, B. E., Soohoo-Hui, A., & Walton, V. M. (2019). Factors affecting the biology of *Pachycrepoideus vindemmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasitoid of spotted-wing drosophila (*Drosophila suzukii*). *PloS one*, 14(7), e0218301. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218301>
- Bernardi, D., Andrezza, F., Botton, M., Baronio, C. A., & Nava, D. E. (2017). Susceptibility and interactions of *Drosophila suzukii* and *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in damaging strawberry. *Neotropical Entomology*, 46, 1-7.
- Burditt Jr, A. K. (1982). Food irradiation as a quarantine treatment of fruits (No. IAEA-

TECDOC--271).

- Castrezana, S. (2007). New records of *Zaprionus indianus* Gupta, 1970 (Diptera, Drosophilidae) in North America and a key to identify some *Zaprionus* species deposited in the *Drosophila* Tucson Stock Center. *Drosophila Information Service*, 90, 34-36.
- Çatal, B. Ö., Keçe, A. F. Ç., & Ulusoy, M. R. (2019). New invasive species in Turkey: *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 110-113.
- Chen, J., Zhou, S., Wang, Y. et al. (2018) Biocontrol characteristics of the fruit fly pupal parasitoid *Trichopria drosophilae* (Hymenoptera: Diapriidae) emerging from different hosts. *Sci Rep* 8, 13323. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31718-6>
- Dahl, C. (2013). PDA and the Humanities: Assessing the Fit through an Examination of the Literature on Humanists and E-resources. *The Electronic Library*, 31(6), 745-752.
- Commar, L. S., Galego, L. G. D. C., Ceron, C. R., & Carareto, C. M. (2012). Taxonomic and evolutionary analysis of *Zaprionus indianus* and its colonization of Palearctic and Neotropical
- David, J. R., Araripe, L. O., Bitner-Mathé, B. C., Capy, P., Goñi, B., Klaczko, L. B., ... & Moreteau, B. (2006). Quantitative trait analysis and geographic variability of natural populations of *Zaprionus indianus*, a recent invader in Brazil. *Heredity*, 96(1), 53-62.
- Funes, C. F., Rendon, D., Saez, J. V., Allori Stazonelli, E., Pastor, L. C., Gibilisco, S. M., ... & Kirschbaum, D. S. (2024). Evaluation of *Trichopria anastrephae* performance as parasitoid of *Drosophila suzukii* and *Zaprionus indianus*, under controlled laboratory conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*.
- Garcia-Cancino, M. D., Gonzalez-Cabrera, J., Sanchez-Gonzalez, J. A., & Arredondo-Bernal, H. C. (2020). Biological and population parameters, as well as oviposition preference, of two pupal parasitoids of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Mexico. *Journal of Entomological Science*, 55(1), 87-97.
- Girish, T. N., Pradeep, B. E., & Parkash, R. (2018). Heat-and humidity-induced plastic changes in body lipids and starvation resistance in the tropical fly *Zaprionus indianus* during wet and dry seasons. *Journal of experimental Biology*, 221(9), jeb174482.
- Gugerli, F., Moretti, M., Graf, R., Maier, M., Cara, C., Collatz, J., & Trivellone, V. (2019). Diversité génétique de *Trichopria drosophilae*, un ennemi de la drosophile du cerisier. *Recherche agronomique suisse*, 10(10), 396-401.
- Hanna, G. (2012). Mating system and evolutionary genetics of an invasive African drosophilid:

*Zaprionus indianus* (Doctoral dissertation, UC San Diego).

- Häussling, B.J.M., Lienenlücke, J. & Stökl, J. The preference of *Trichopria drosophilae* for pupae of *Drosophila suzukii* is independent of host size. *Sci Rep* 11, 995 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80355-5>
- Kalra, B., Tamang, A. M., & Parkash, R. (2017). Cross-tolerance effects due to adult heat hardening, desiccation and starvation acclimation of tropical drosophilid-*Zaprionus indianus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 209, 65-73.
- Khanna, R., & Mohanty, S. (2017). Whole genome sequence resource of Indian *Zaprionus indianus*.
- Lavagnino NJ, Carreira VP, Menesch J, Hasson E, Fanara JJ 2008. Geographic distribution and hosts of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in North- Eastern Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 67: 189-192.
- Machtinger, E. T., Geden, C. J., Kaufman, P. E., & House, A. M. (2015). Use of pupal parasitoids as biological control agents of filth flies on equine facilities. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1), 16.
- Manson, P. (1898). The mosquito and the malaria parasite. *The British Medical Journal*, 849-853.
- Marchiori, C. H. 2019. Host-Parasitoid Relationship: *Pachycrepoideus vindemmia* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) collected in *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) in Brazil.
- Mariano-Macedo, A., Vázquez-González, Y. M., Martínez, A. M., Rebollar-Alviter, A., Figueroa, J. I., Morales, S. I., ... & Pineda, S. (2020). Biological traits of a *Pachycrepoideus vindemmia* Mexican population on the host *Drosophila suzukii* *Bulletin of Insectology*, 73(2).
- Missere, Diletta & Martini, Antonio & Burgio, Giovanni. (2023). Evaluation of *Pachycrepoideus vindemmia* and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) as biological control agents of *Piophilidae casei* (Diptera: Piophilidae) in ham production facilities. *Journal of Insect Science*. 23. 10.1093/jisesa/iead067.
- Poulin, R. (2007). *Evolutionary Ecology of Parasites* Princeton University Press. Princeton, NJ.
- Russo, A., Cocuzza, G. E., Vasta, M. C., Simola, M., & Virone, G. (2006). Life fertility tables of *Piophilidae casei* L. (Diptera: Piophilidae) reared at five different temperatures. *Environmental Entomology*, 35(2), 194-200.

- Sharma, A., & Ramniwas, S. (2023). Efficacy of essential oils using *Drosophila* model organism: a bibliometric analysis. *International Journal of Tropical Insect Science*, 43(5), 1849-1865.
- Shrader, M., Burrack, H., & Pfeiffer, D. (2019). Effects of Interspecific Larval Competition on Developmental Parameters in Nutrient Sources Between *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) and *Zaprionus indianus*.
- Silva, C. G., Costa, R. I. F., Marchiori, C. H., Torres, L. C., & Amaral, B. B. (2004). Ocorrência de *Pachycrepoideus vindemmia* (Rondani, 1875) (Hym.: Pteromalidae) em pupas de *Zaprionus indianus* Gupta (Dip.: Drosophilidae) coletados em frutos de goiaba. *Arquivos do Instituto Biológico (São Paulo)*, 71, 91-92 (A)
- Silva, N. M. D., Fantinel, C. D. C., Valente, V. L., & Valiati, V. H. (2005). Population dynamics of the invasive species *Zaprionus indianus* (Gupta) (Diptera: Drosophilidae) in communities of drosophilids of Porto Alegre city, southern of Brazil. *Neotropical Entomology*, 34, 363-374. (B)
- Singh, Simranjeet & Kumar, Vijay & Dhanjal, Daljeet & Singh, Joginder. (2020). Biological Control Agents: Diversity, Ecological Significances, and Biotechnological Applications. 10.1007/978-981-15-3024-1\_3.
- Stacconi, M. R., Grassi, A. L. B. E. R. T. O., Dalton, D. T., Miller, B., Ouantar, M., Loni, A., ... & Anfora, G. (2013). First field records of *Pachycrepoideus vindemmia* as a parasitoid of *Drosophila suzukii* in European and Oregon small fruit production areas. *Entomologia*, 1(1), e3-e3. (A)
- Stacconi, M. V. R., Buffington, M., Daane, K. M., Dalton, D. T., Grassi, A., Kaçar, G., ... & Anfora, G. (2015). Host stage preference, efficacy and fecundity of parasitoids attacking *Drosophila suzukii* in newly invaded areas. *Biological Control*, 84, 28-35.
- Stacconi, M. V. R., Panel, A., Baser, N., Ioriatti, C., Pantezzi, T., & Anfora, G. (2017). Comparative life history traits of indigenous Italian parasitoids of *Drosophila suzukii* and their effectiveness at different temperatures. *Biological Control*, 112, 20-27. (B)
- Tamang, A. M., Parkash, R., Srivastava, R. K., & Singh, P. (2021). Metabolic Changes during Acclimation and Hardening to Heat and Drought Stress in *Zaprionus indianus*. *Advances in Entomology*, 10(1), 110-133.
- Tochen, S., Woltz, J. M., Dalton, D. T., Lee, J. C., Wiman, N. G., & Walton, V. M. (2016). Humidity affects populations of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberry. *Journal of applied entomology*, 140(1-2), 47-57.
- T'Oma, A., Rahmman, A., & Van der Linde, K. (2010). First records of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) from the Basra governorate in Iraq. *Drosophila Information*

Service, 93, 197-200.

- Van der Linde, Kim. (2010). *Zaprionus indianus*: species identification and taxonomic position. *Drosophila* Information Service. 93. 95-98.
- Vasconcelos, A. D. S., Azevedo, T. S., & Santos, R. (2017). Primeiro registro de *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) no Estado do Acre.
- Vieira, Julia Gabriela & Wollmann, Jutiane & Schlesener, Daniele & Mendes, Sávio & Garcia, Flávio Roberto Mello. (2019). Infestation levels of *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae) in different host fruits. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. 18. 268-272. 10.5965/223811711812019268.
- Vilela-Silva, A. C. E., Alves, A. P., Valente, A. P., Vacquier, V. D., & Mourão, P. A. (1999). Structure of the sulfated  $\alpha$ -L-fucan from the egg jelly coat of the sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus*: patterns of preferential 2-O-and 4-O-sulfation determine sperm cell recognition. *Glycobiology*, 9(9), 927-933.
- Wang, X. G., & Messing, R. H. (2004). Potential interactions between pupal and egg-or larval-pupal parasitoids of tephritid fruit flies. *Environmental Entomology*, 33(5), 1313-1320. (A)
- Guo, Y., Wang, Y., Zhang, W., Meltzer, S., Zanini, D., Yu, Y., ... & Wang, Z. (2016). Transmembrane channel-like (tmc) gene regulates *Drosophila* larval locomotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(26), 7243-7248.
- Wang, Xingeng & Serrato, Michael & Son, Youngsoo & Walton, Vaughn & Hogg, Brian & Daane, Kent. (2018). Thermal Performance of Two Indigenous Pupal Parasitoids Attacking the Invasive *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Environmental Entomology*. 47. 10.1093/ee/nvy053. (C)