



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PEYGAMBERDEVELERİNİN DOĞAL BİR
POPÜLASYONUNDA CİNSEL KANİBALİZMİN EŞEY
ORANI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

KAAN YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

ORDU 2024

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Kaan YILMAZ

İMZA

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

PEYGAMBERDEVELERİNİN DOĞAL BİR POPÜLASYONUNDA CİNSEL KANİBALİZMİN EŞEY ORANI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

KAAN YILMAZ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 84 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. HASAN SEVGİLİ)

Cinsel kanibalizm bir eşeyin diğerini besin olarak tüketme davranışıdır ve bu olay popülasyon içerisinde çarpık eşey oranlarına neden olabilmektedir. Peygamberdevelerinde cinsel kanibalizmin popülasyon içerisindeki eşey oranına etkisi yeterince aydınlatılmamıştır. Konuyla ilişkili çalışmalar yalnızca benzer fenolojiye sahip ve doğada cinsel kanibalizm gösterdiği bilinen türler üzerinden ele alınmıştır. Kanibalizmin popülasyon içerisindeki olası etkileri farklı fenolojiye ve beslenme tarzına sahip türler üzerinden daha iyi aydınlatılabilir. Şimdiye kadar incelenen peygamberdevesi türlerinden farklı bir fenolojiye sahip olan *Empusa fasciata*'nın doğada kanibalizm davranışı gösterdiğine dair herhangi bir kanıt bulunmamaktadır. Bu çalışmada cinsel yaymamlığın yaygın olduğu *Mantis religiosa* ve kanibalizm davranışının yaygın olmadığı iddia edilen *E. fasciata*'da, esaret altında kanibalizm test edilmiş ve doğal popülasyonlardaki eşey oranları takip edilmiştir. Esaret altındaki *M. religiosa*'da 30% oranında kanibalizm görülürken, *E. fasciata*'da 7.14% oranında cinsel kanibalizm saptanmıştır. Fakat doğada *M. religiosa*'da eşeyler arasında ve aynı eşeyde kanibalizm gözlemlenirken, *E. fasciata* 'da cinsel kanibalizme dair bir kanıt bulunamamıştır. Bu çalışma sonucunda *M. religiosa* 'nına nimfal dönemde ve ergin aşamada üreme dönemine kadar erkek eğilimli eşey oranı gözlenirken; üreme döneminde ise erkek eğilimli olan eşey oranı aniden itibaren dişi eğilimli hale gelmiştir. *E. fasciata*'nın nimfal döneminde 1:1'e yakın olan eşey oranı ergin aşamaya doğru dişi yanlılığına kaymış ve ergin dönemde dişi eğilimli devam etmiştir. Bu sonuç ile *M. religiosa*'da Kanibalizmin erişkin dönemdeki popülasyonun eşey oranını şekillendirmede etkili olduğu şeklinde yorumlanabilirken; *E. fasciata*'da farklı faktörler nedeniyle eğilimli eşey oranı açığa çıkması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cinsel kanibalizm, eşey oranı, *Empusa fasciata*, *Mantis religiosa*, popülasyon dinamiği

ABSTRACT

INVESTIGATION OF EFFECT OF SEXUAL CANNIBALISM ON SEX RATIO IN A NATURAL POPULATION OF PRAYING MANTIDS

KAAN YILMAZ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS

MASTER THESIS, 85 PAGES

(SUPERVISOR: Prof. Dr. HASAN SEVGİLİ)

Sexual cannibalism is the behavior of one sex to consume the other for food, and this event can cause skewed sex ratios within the population. The effect of sexual cannibalism on the sex ratio in the population has not been adequately clarified, and related studies have only been studied on species with similar phenology and known to exhibit sexual cannibalism in nature. The possible effects of cannibalism within the population can be better clarified on species with different phenology and diet. There is no evidence that *Empusa fasciata*, which has a different phenology from the mantid species studied so far, exhibits cannibalistic behavior in nature. In this study, cannibalism was tested with two different diets and phenologies in *Mantis religiosa*, where cannibalism is common, and *E. fasciata*, where cannibalism is common, and sex ratios in natural populations were followed. In captive conditions, 30% cannibalism was observed in *M. religiosa*, while 7.14% sexual cannibalism was detected in *E. fasciata*, but in nature, inter-sexual and intra-sexual cannibalisms were observed in *M. religiosa*, while no evidence of cannibalism was found in *E. fasciata*. As a result of this study, a male-biased sexual ratio was observed in *M. religiosa* from the nymphal stage to the reproductive period in the adult stage; During the reproductive period, the male-biased sex ratio suddenly became female-biased. The sexual ratio of *E. fasciata*, which was close to 1:1 in the nymphal period, shifted to female bias towards the adult stage and continued with female bias in the adult stage. With this result, it can be interpreted that cannibalism in *M. religiosa* is effective in shaping the sex ratio of the adult population; Biased sex ratio is expected to occur in *E. fasciata* due to different factors.

Key words: Sexual cannibalism, sex ratio, *Empusa fasciata*, *Mantis religiosa*, population dynamics

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, alıőmanın yűrűtűlme ve yazım aőamasında baőta danıőman hocam Sayın Prof. Dr. Hasan SEVGİLİ'ye, yűksek lisans űđrenimim boyunca maddi olarak desteklenmemde katkı sađlayan sayın Prof. Dr. Ayhan ŐENKARDEŐLER'e, fikir anlamında bana her daim destek olan sayın Dr. Evrim KARAÇETİN'e, istatistiksel analizler konusunda yardımlarını esirgemeyen sayın Prof. Dr. Hakan GŪR'e ve son olarak tez çalıőmam ve hayatımın her aőamasında bana desteklerini esirgemeyen deđerli aileme yűrekte teőekkűr etmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ	1
1.1 Eşey Oranı Tipleri:.....	2
1.2 Cinsel Kanibalizm:.....	5
1.3 Cinsel Kanibalizmin Varlığının Nedenleri.....	7
1.3.1 Adaptif Hipotezler.....	8
1.3.2 Adaptif Olmayan Hipotezler.....	11
1.4 Cinsel Kanibalizmin Popülasyondaki Eşey Oranı Üzerine Etkileri.....	12
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	14
2.1 Peygamberdeveleri Üzerinde Eşey Oranı ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	14
2.2 Cinsel Kanibalizm Gösterdiği Bilinen Diğer Omurgasız Grupları ile İlgili Yapılan Eşey Oranı Çalışmaları.....	16
2.3 Çalışmanın Hedef ve Amaçları:.....	16
3. MATERYAL ve METOT	19
3.1 Materyal.....	19
3.1.1 Model Organizma <i>Empusa fasciata</i> Brulle, 1832.....	19
3.1.2 Model Organizma <i>Mantis religiosa</i> (Linnaeus, 1758).....	20
3.2 Metot.....	22
3.2.1 Arazi Çalışmaları.....	22
3.2.2 Laboratuvar Çalışmaları.....	29
3.2.3 İstatistiksel Analizler.....	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	33
4.1 Hipotez 1 Bulguları.....	33
4.1.1 Eşey Oranlarının Karşılaştırılması.....	33
4.1.2 Yakala-Markalama-Tekrar Yakalama Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	41
4.1.3 <i>Empusa fasciata</i> için Predatör Tür Çeşitliliği ile Eşey Oranı İlişkisi.....	42
4.1.4 <i>Empusa fasciata</i> 'da Eşey Oranı ve Hayvancılık Faaliyeti Arasındaki İlişki... 43	43
4.2 Hipotez 2 Bulguları.....	45
4.2.1 Vücut Kondisyonu Karşılaştırması.....	45
4.2.2 <i>Empusa fasciata</i> için Avlanabilir Böcek Çeşitliliği ile Eşey Oranı İlişkisi.....	48
4.3 Hipotez 3 Bulguları.....	49
4.3.1 <i>Mantis religiosa</i> ve <i>Empusa fasciata</i> Çiftleştirme Deneyi Sonuçları.....	49
4.3.2 Doğal ve Esaret Şartlarında Yetiştirilen Dişilerin Vücut Kondisyonu Karşılaştırması.....	51
4.3.3 <i>Empusa fasciata</i> 'da Kanibalizmin Nadir Olduğuna Dair Ek Kanıtlar.....	52
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	53
5.1 Tartışma.....	53
5.1.1 Kanibalizm ve Diğer Parametrelerin Eşey Oranına Etkisi.....	53

5.1.2 Vücut Kondisyonunun Cinsel Kanibalizm ve Eşey Oranı ile İlişkisi.....	60
5.1.3 Cinsel Kanibalizm Oranı Karşılaştırılması.....	61
5.2 Sonuç ve Öneriler	64
6. KAYNAKÇA	66
ÖZGEÇMİŞ	84

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Ergin altı nimfal evredeki dişi <i>Empusa fasciata</i> 'nın beslenme anı.....	19
Şekil 3.2 Peygamberdevesi çiftleri A) <i>Mantis religiosa</i> B) <i>Empusa fasciata</i>	21
Şekil 3.3 <i>E. fasciata</i> çalışma sahası etrafındaki yapay ışıklandırma	23
Şekil 4.1 5 Mart 2022 ve 25 Mayıs 2023 arasında <i>E. fasciata</i> 'ya ait birey sayısı değişimi verileri	33
Şekil 4.2 22 Temmuz-25 Ekim 2022 arasında <i>M. religiosa</i> 'ya ait birey sayısı değişimi verileri	34
Şekil 4.3 <i>Empusa fasciata</i> için potansiyel avcı çeşitliliği ve eşey oranı arasındaki ilişki.....	42
Şekil 4.4 Otlatma faaliyetleri ve etkileri A) Büyükbaş hayvancılık otlatma faaliyeti; B) Büyükbaş hayvanlar tarafından yenmiş <i>E. fasciata</i> konak bitkisi	43
Şekil 4.5 Çiftleşme döneminde dişi bireylere ait vücut kondisyonu takip sonuçları.	46
Şekil 4.6 <i>M. religiosa</i> çiftleşme ve kanibalizme dair saha gözlemleri: Çiftleşme gözlemleri (A-D); Cinsel kanibalizm (E-F); Dişiler arasında kanibalizm (G- I).....	47
Şekil 4.7 <i>Empusa fasciata</i> için av potansiyeli av potansiyeli böcek gruplarına bağlı biyoçeşitlilik yoğunluğu değişimi	48
Şekil 4.8 Türlerle ait çiftleştirme deneyi sonuçları	49
Şekil 4.9 <i>E. fasciata</i> Vücut Kondisyonu ve Kopulasyon Durumu İlişkisi.....	51
Şekil 4.10 Diyapoz dönemindeki nimf <i>E. fasciata</i> bireylerinin aynı bitkide gözlemi	52

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 Çeşitli omurgasız gruplarında kanibalizmin açığa çıkması ile ilişkili parametreler.....	13
Çizelge 3.1 Avcı Gruplara İlişkin Gözlemlenen Tür Listesi.....	27
Çizelge 3.2 Potansiyel Böcek Av Gruplarına İlişkin Tür Listesi	28
Çizelge 4.1 <i>Empusa fasciata</i> 'ya ait tüm gözlemlerdeki eşey oranı farklılığı	35
Çizelge 4.2 <i>M. religiosa</i> 'ya ait tüm gözlemlerdeki eşey oranı farklılığı	37
Çizelge 4.3 <i>E. fasciata</i> dönemsel eşey oranı karşılaştırması	38
Çizelge 4.4 Türler Arasında Nimf ve Ergin Eşey Oranı Karşılaştırması	39
Çizelge 4.5 Türler içinde dönemsel eşey oranı farklılıkları.....	40
Çizelge 4.6 <i>E. fasciata</i> 'da otlatma ve eşey oranı ilişkisi	44
Çizelge 4.7 T-testi analizi ile çiftleşen ve çiftleşmeyen <i>E. fasciata</i> erkeklerinin vücut kondisyonu karşılaştırması.....	50
Çizelge 4.8 Türlere ait dişilerin doğal ve esaret şartlardaki vücut kondisyonu karşılaştırması	52

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

Σ	:	Toplam
df	:	Serbestlik Derecesi
cm	:	Santimetre
H	:	Shannon Çeşitlilik Endeksi
log	:	Logaritma
m	:	Metre
P	:	Önem Düzeyi
pi	:	Gözlemlenen Toplam Bireylerin Sayısı
SD	:	Standart Sapma
SED	:	Standart Hata
SEM	:	Ortalama Standart Hata
X²	:	Ki-Kare

1. GİRİŞ

Eşey oranı teorisi, popülasyon içindeki erkek yavru oranının, tüm düzeylerde (popülasyon, tür, bireysel) değişiminin nasıl gerçekleştiğini açıklamaya çalışmaktadır (West ve ark., 2002). Bir organizmanın eşeyli olarak çoğaldığı göz önüne alındığında çoğu türün eşey oranının erkekler ve dişiler arasında 1:1 veya bu orana yakın olduğu evrimsel bir modelle belirtilmektedir (Fisher, 1958). Fisher ilkesine göre; eşeyli üreyen organizma popülasyonlarındaki eşey oranı, negatif frekansa bağlı bir seçim nedeniyle 1:1 oranından saparsa, yeniden dengeye gelene kadar oransal olarak az olan eşeyteki bireyler, daha çok olan eşeyteki bireylere göre daha fazla üreme fırsatı elde edecektir. Böylece, ortaya çıkan seçim baskısıyla birlikte popülasyon içerisindeki eşey oranı yeniden 1:1'e yakın olacaktır. Ebeveynler, ortalama olarak iki eşeye de ortak yatırım yaptığında, doğal seçim vasıtasıyla eşey oranının genel gruplar arasında 1:1 olacak şekilde düzenleneceğini belirtilmektedir (Trivers, 2017). Buna göre popülasyon içerisinde doğal seçim, ebeveynlerin yatırım yapma yeteneğine göre üretilen yavruların eşey oranını ayarlamaktadır. Türler ve popülasyonlar arasında farklılık gösterse dahi, yetişkin eşey oranı genellikle 1:1 oranından sapmaktadır. Çevresel bazı faktörler nedeniyle de doğal popülasyonlardaki eşey oranı 1:1'den uzaklaşabilmektedir (Trivers ve Willard, 1973). Bu, yetişkin eşey oranının doğal ortamdaki ölçümlerinde de çoğunlukla gözlemlenen bir olaydır (Schacht ve ark., 2022).

Yapılan bazı çalışmalar neticesinde, çeşitli omurgasız gruplarda (Nematoda; Mantodea; Eresidae; Nitidulidae; Neriidae); üreme mekanizmaları, yaşam ömrü ve eşeyler arasındaki predasyon baskısına yönelik farklılıklar nedeniyle çarpık eşey oranı içeren taksonların da olduğu belgelenmiştir (Moran ve Hurd, 1994; Papach ve ark., 2019; Rodríguez-Muñoz ve ark., 2019; Tuni ve Berger-Tal, 2012; Van Goor ve ark., 2021). Aynı zamanda *Brunneria borealis*, Scudder, 1896 (Mantodea) ve *Phraortes elongatus* (Phasmatodea) gibi sadece dişinin görüldüğü partenogenetik türler de mevcuttur. Testere sinekleri (Hymenoptera) türlerinin birçoğunda da eğimli eşey oranı saptanmıştır. Fakat bu eğimliliğin sebebi henüz bilinmemektedir. Raporlara göre, 43 testere sineği türü popülasyonunun 39'unda erginlerde dişiye eğimli eşey oranı görülürken, 4 tanesinde ise bu oran erkeğe dayalı olarak saptanmıştır (Craig ve Mopper, 1993).

Darwin'in cinsel seçilim teorisi, eşey rolleri kalıplarının türler arasında veya tür içinde neden değişiklik gösterdiği sorusu, evrimsel ve davranışsal ekolojide günümüzde de ilgi görmektedir. Charles Darwin'e göre cinsel seçilim; hayatta kalma mücadelesine bağlı değil, erkeklerin dişiler ile çiftleşme şansı elde edebilmesine bağlıdır ve sonuç olarak negatif durum, başarısız olan rakibin ölümü değil, çiftleşme şansı elde edememesidir (Darwin, 1859). Yeni üretilen teorik, deneysel ve karşılaştırmalı bulgularda ise; eşey rollerindeki farklılıkların ana kaynağının yetişkin eşey oranı farklılıklarından kaynaklanabileceği ileri sürülmektedir (Kappeler ve ark., 2022). Popülasyon içerisinde yaygın olan eşeyin daha az seçici olduğu tahmin edilmektedir. Çünkü, eş arama süresi daha uzundur ve bu da eşlerin bir kısmını reddetmenin fayda anlamında, uygunluk maaliyetini artırmaktadır. Böylelikle; daha yaygın olan eşey, daha fazla cinsel seçilime maruz kalacaktır ve popülasyon içerisindeki bireylerin çiftleşme sıklığını da yükselten özelliklere daha fazla yatırım yapması tahmin edilmektedir. Sonuç olarak, yaygın olan eşeyteki bireyler arasındaki rekabetin daha fazla olması beklenmektedir (Kokko ve ark., 2012).

Bazı popülasyonlarda doğrudan örnekleme eşey oranını tahmin edemeyebilir, çünkü ebeveynler eşey oranı belirleme üzerindeki kontrolleri kaybettiklerinde, döllerin oranı post-embriyonik gelişim sonrası farklı şekilde etkilenebilmektedir. Ek olarak; örnekleme yöntemindeki, zamanındaki ve mekanındaki hatalar eşey oranının yanlış tahmin edilmesine yol açabilmektedir (Hamilton, 1967). Bazı böcek gruplarının eşey oranının tespit edilmesinde hava şartları ve iklimsel koşulların da etkisi olabilmektedir. Örneğin; *Cyclocephala distincta* Burmeister, 1847 ve *C. paraguayensis* Arrow, 1903 için yağışın fazla olduğu mevsimlerde erkekte daha fazla dişi kaydedilmiştir. Mevcut bulgular, yağışın bu böceklerin erkeklerindeki uçuş aktivitesini, dolayısıyla erkeğin yayılım miktarını azalttığı ve aynı zamanda besin rekabeti ve çiftleşme periyodundaki davranış değişiklikleriyle birlikte bu etmenlerin eşey oranının tahmin edilmesinde etkisi olabileceği yönündedir (Albuquerque ve ark., 2016).

1.1 Eşey Oranı Tipleri

Eşey oranı; popülasyon biyolojisi, hayvan davranışı, evrimsel biyoloji çalışmalarına ve hayvan gruplarının popülasyon dinamiklerinin anlaşılmasında büyük katkı sunmuştur (Alonso-Alvarez, 2006; R. A. Fisher, 1958; Maxwell, 1998b; Trivers ve Willard, 1973) ve popülasyonlardaki yaşa veya gelişim aşamasına göre çeşitli

sınıflara ayrılmaktadır. Eşey oranı, tür yaşam döngüsü içerisindeki aşamalarda; birincil, ikincil ve ergin eşey oranları olarak üç ana noktada tanımlanabilir (Mayr, 1939).

Birincil eşey oranı: Fisher (1958) döllenmedeki birincil eşey oranının; iki eşey üzerindeki toplam enerji masraflarını dengeleyen bir seçim baskısı tarafından belirlendiğini öne sürdü. Yani, doğum aşamasında genel olarak dişi ve erkeklere yapılan yatırım nedeniyle oranın 1:1 veya bu orana yakın olması beklenmektedir. *Tenodera sinensis* Saussure, 1871 (Mantodea) üzerinde yapılan bir çalışmada oothecadan çıkan bireylerin eşey oranları arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Fakat oothecadan çıkış aşamasında veya çeşitli larval evrelerinde yiyecek stoklarının kısa doğru kısıtlanması, predasyon gibi çevresel koşullar tarafından belirlenen ölüm etmenleri nedeniyle erkek ve dişi oranı zaman içerisinde değişebilmektedir (Moran ve Hurd, 1994). İstisna olarak; bazı kuş türlerinde birincil eşey oranı anne tarafından ootheca döşeme esnasında manipüle edilebilmektedir. Son bulgulara göre hormonal kontrol mekanizmasının bu manipülasyonda rolü olduğu düşünülse de mekanizmanın işleyişi tam olarak bilinmemektedir (Alonso-Alvarez, 2006). Birincil eşey oranının ebeveyn tarafından konağın büyüklüğüne ve kalitesine göre manipülasyonu bazı Hymenoptera türlerinde de gözlemlenmiştir (Cloutier ve ark., 2011; Morrill ve ark., 2000). *Aphidoletes aphidimyza*'da (Diptera: Cecidomyiidae) birincil eşey oranı erkekler dişilerden daha önce yumurtadan çıktığı için ilk başlarda 72% oranında seyrederken, dişiler açığa çıkıp çiftleşme döneminden sonra bu oran 97% dişiye eğilimli olarak seyretmektedir. Bu sonuçlar neticesinde eşey oranındaki değişimlerin tespit edilmesiyle ilgili olarak; eşeyler arasındaki farklı dağılım oranlarının, dimorfizmin, ölüm oranlarının ve ömür uzunlukları gibi faktörlerin etkili olabileceği ortaya konulmaktadır (Tabadkani ve ark., 2013; Wehi ve ark., 2011). Bununla birlikte, bazı sürüngen ve balık türlerinde olduğu gibi birincil eşey oranı annenin kontrolü dışında, embriyonik gelişim aşamasında veya daha sonraki aşamalarda, çevresel faktörlere bağlı olarak belirlenebilir. Aynı zamanda bu durum, iklim değişimiyle beraber gruplar arasında eğilimli eşey oranına da neden olabilmektedir (Devlin ve Nagahama, 2002; Kallimanis, 2010). Çevresel faktörler aynı zamanda eşeyler arasında adaptasyon farklılıklarına yol açarak eşey oranının erkeğe dayalı olacak şekilde şekillenmesine de yol açabilmektedir (Alstad ve Edmunds, 1983).

İkincil eşey oranı: Doğumda veya yumurtadan çıkma esnasında var olan eşey oranını ifade etmektedir (Kappeler ve ark., 2022). Üretilen erkek ve dişi embriyo sayısı, ikincil eşey oranıyla karşılaştırma için temel oluşturur. Embriyolar, diğer yaşam evrelerinde olduğu gibi seçim baskıları altındadır ve eşeyler, gelişim sırasında yaşam gereksinimlerinden dolayı eşey oranlarında farklılık gösterebilmektedir (Cichon ve ark., 2005; Krackow, 2002). Birincil (döllenen sonraki) ve ikincil eşey oranının karşılaştırılması, embriyonik gelişim sırasında ölüm oranının eşeye özgü ölüm olup olmadığını açıklamaktadır. Eşeyler arasında ölüm oranları yumurtadan çıkma öncesi ve sonrasında eşitse, iki eşey oranı aynı (1:1) kalacaktır (Mayr, 1939).

Sosyal ve komünal yaşayan Hymenoptera türlerinde kraliçe tarafından kontrol edilen birincil eşey oranının değişmesi (erkekler kraliçe tarafından seçilime uğrar) erkek işçi oranının kontrol edilmesinde büyük önem arz etmektedir (Aron ve ark., 1994, 1995; Sundström ve ark., 1996). Hymenoptera kraliçeleri yavrularının eşeyini larval aşamada ayırt etme yeteneğine sahiptir ve eşey oranının kontrol edilmesini geliştirmekte olan dişilere ayrıcalık tanıyarak sağlamaktadır (Aron ve ark., 1995). Temel varsayımlardan sapmalarla ilgilenen eşey dağılımı teorisi günümüzde, evrimsel ekolojide önemli bir konu haline gelmiştir ve bugün seçilimin nasıl orantısız ikincil eşey oranına yol açabileceğini inceleyen birçok çalışma vardır (Komdeur, 2012; Wild ve West, 2009).

Olgunlaşma eşey oranı: Genç aşamadan, cinsel olgunluğa ulaşan bireylerin oranını temsil etmektedir ve son zamanlarda, eşey rolünün farklılaşmasının açıklamasında teorik bir model olarak ortaya çıkmıştır (Fromhage, 2017; Fromhage ve Jennions, 2016). Üçüncül veya Erişkin Eşey Oranı ise; yetişkin bireylerdeki eşey oranını temsil eder (Kappeler ve ark., 2022). Yetişkin eşey oranlarındaki varyasyon, hayvanlardaki üreme sistemleri ve çiftleşme davranışının belirlenmesinde ana etmenlerden biridir (Schacht ve ark., 2017; Székely et al., 2014). Buna ek olarak, eşey oranları aşırı derecede önyargılı olduğunda, agresyon davranışında (Weir ve ark., 2011), sperm dağıtımında (Parker ve Pizzari, 2010) ve çiftleşme öncesi ve sonrası davranışta değişikliklere yol açabilmektedir (Jong ve ark., 2009).

Operasyonel eşey oranı: Cinsel seçim ve üreme biyolojisi evrimi anlamında yaygın olarak kullanılan bu terim cinsel olgunluğa erişmiş ve döllenmeye hazır

dişilerin, erkeklere oranını ifade eden bir terimdir (Kappeler ve ark., 2022; Schacht ve ark., 2022). Operasyonel eşey oranı teorisi, eşey oranının eş rekabetinden etkilendiğini varsaymaktadır (de Jong et al., 2012). Birçok böcek türünde, sperm rekabetine bağlı olarak; erkek eğilimli eşey oranının olduğu ortamlarda çiftleşme süresinin, diş yanlı olan ortamlara göre daha kısa sürdüğünü gözlemlenmiştir (Clark, 1988; Sillén-Tullberg, 1981). Ek olarak, daha uzun çiftleşme, popülasyonun içerisinde erkeğe dayalı bir ortamda, erkekler arasında çiftleşen eşler için bir eş koruma davranışı olarak yorumlanabilir (Schöfl ve Taborsky, 2002; Thornhill ve Alcock, 1983). Meyve sinekleri üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda, daha uzun çiftleşme sürelerinin, döllenmeyi artırarak dişilerde doğurganlığı pozitif yönde tetiklediği gözlemlenmiştir (Singh ve Singh, 2013). *Gampsocleis gratiosa* Brunner von Wattenwyl, 1862 (Orthoptera) operasyonel eşey oranı üzerinde yapılan bir araştırma; ortamdaki çiftleşmeye hazır diş oranlarının, erkeklerdeki spermatafor bileşenlerinin ve sperm sayısında etkisi olabileceğini göstermiştir (Gao ve Kang, 2006). *Mantis religiosa* (Linne, 1758) (: Mantodea) üzerinde, sperm rekabeti üzerine yapılan bir araştırmada ise, vücut kondisyonu iyi olan erkeklerin, dişilerle daha uzun süre çiftleşebildiği sonucuna varılmıştır (Prokop ve Václav, 2005). Operasyonel eşey oranı ayrıca, çiftleşme rekabeti ve rekabetin hangi eşeyde olduğunu belirlemede önemli rol oynamaktadır (Kvarnemo ve Ahnesjö, 1996). Bu zamana kadar yapılan çalışmalar sonucunda erişkin eşey oranının, sperm rekabetinde de önemli derecede etkisi olduğu sonucuna varılmıştır (Ingleby ve ark., 2010; Maggu ve ark., 2021; Parker ve ark., 1993; Thornhill ve Alcock, 1983).

1.2 Cinsel Kanibalizm

Cinsel kanibalizm, hayvanlar aleminde oldukça yaygındır ve genellikle yırtıcılarda ortaya çıksa bile zaman zaman otçul türlerde de görülen (Çizelge 1.1) intraspesifik bir predasyon davranışıdır (Fox, 1975). Bu davranış aynı zamanda; tür içindeki eşeyler arası kur yapmada, kopulasyonda ve kopulasyon sonrasında ortaya çıkan, dişinin erkeğini besin olarak tüketme davranışı olarak ortaya çıkmaktadır (Elgar ve Crespi, 1992).

Toplumda genel olarak “peygamberdeveleri çiftleşirken dişiler erkekleri yer” söylemi sıkça duyulur. Bu gözlem peygamberdeveleri de dahil olmak üzere çeşitli gruplarda birçok araştırmada gözlemlenmiş ve test edilmiştir (Birkhead ve ark., 1988;

Elgar ve Nash, 1988; Fromhage ve ark., 2003; Newman, 1991; Lawrence, 1992). Yaygın bir olay olarak ortaya çıkmamasına rağmen cinsel kanibalizm birçok akrep, örümcek ve peygamberdevesi türünde sıkça gözlemlenmiştir. Cinsel kanibalizm açığa çıkma olasılığı dişilerin açlık durumuna göre ciddi ölçüde değişiklik göstermektedir (Birkhead ve ark., 1988; Kynaston ve ark., 1994; Liske ve Davis, 1987). Cinsel kanibalizm sergilediği bilinen peygamberdevelerinin doğal ortamında cinsel kanibalizm 13-31% oranları arasında görülmektedir (Hurd ve ark., 1994; Maxwell, 1998a). *Pseudomantis albofimbriata* (Stål, 1860) peygamberdevesinde dişinin beslenme sıklığının cinsel kanibalizm oranında büyük etkisi olduğu ve bu çalışmaya göre bu ekstrem davranışın açığa çıkma oranının dişi aç kaldığında 89% olduğu bildirilmiştir (Barry ve ark., 2008).

Bu davranış; çeşitli türler üzerinden, geçtiğimiz yüzyıl boyunca ekologlar ve davranış bilimcileri tarafından büyük ilgi görmüştür. Kanibalizmin açığa çıkması türler arasında çeşitli ekolojik faktörlere, çiftleşmenin esaret altında gerçekleşip gerçekleşmemesine ve organizmanın yaşam evresine (Çizelge 1.1.) göre oransal olarak farklılık gösterebilmektedir (Burke ve Holwell, 2021; Lawrence, 1992; Walker ve Holwell, 2016). Bu davranışın açığa çıkma olasılığını etkileyen yiyecek sıklığı ve yüksek çiftleşme potansiyeli taşıyan birey sayısı olmak üzere ekolojik etmenlerin yanı sıra; genetik, beslenme modu, uygun çiftleşme pozisyonu ve dimorfizm olmak üzere filogenetik ilişkiye bağlı faktörler de mevcuttur (Wilder ve ark., 2009). Cinsel kanibalizm gerçekleşmesinde enerji ihtiyacının da en önemli faktörlerden biri olduğunu destekleyen birçok çalışma vardır (Belles-Isles ve Fitzgerald, 2010; Sowig, 2010). Popülasyon içinde birey sayısı ve stres faktörünün de kanibalizm davranışının görülme olasılığını artırdığı çeşitli laboratuvar deneyleriyle ispatlanmıştır (Britz ve Pienaar, 1992; Tartabini, 1991). Bir bireyin yaşam standardı, vücut kondisyonu, sosyallik, fizyolojik ve bulunduğu alanın ekolojik koşulları da Kanibalizmin görülme olasılığını değiştirmektedir. Dış faktörlerin yanı sıra cinsel kanibalizm genetik olarak adaptif bir işlevi de vardır (Giray et al., 2001). Omurgasız gruplarda; cinsel kanibalizm oranının ve türler arasında gerçekleşme olasılığının farklılık gösterebilmesinin (Barry ve ark., 2009; Maxwell, 1999b) yanı sıra, kopulasyondan önce (Johnson ve Sih, 2005) veya sonra (Anderson & Hebets, 2016) gerçekleşmesi de tür içi/türler arasında farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; serbest avlanan birçok örümcek türünde dişiler, erkeğin

yenmesi çiftleşmeden önce gerçekleşirken (Arnqvist, 1992; Johnson ve Sih, 2005; Prenter ve ark., 2006) ağ örümceği türlerinde çiftleşmenin sonlanmasını beklemektedir (Forster, 1992; Herberstein ve ark., 2002; Schneider ve Lesmono, 2009).

Cinsel kanibalizmin bazı böceklerin dişilerinde daha fazla yumurta üretme (Schwartz ve ark., 2016), tercih edilmeyen erkekle çiftleşmeyi önleme (Prenter ve ark., 2006) veya yavruların yiyecek ihtiyacını karşılama amacıyla (Arnqvist ve Henriksson, 1997) ortaya çıktığı düşünülmektedir. Cinsel kanibalizmin döllenmeden önce veya sonra gerçekleşmesi popülasyon dinamiği açısından oldukça önemlidir. Çünkü, daha önce çiftleşmiş bir dişinin erkeği yemesi erkek popülasyonunda azalmaya yol açabileceği için çiftleşmemiş dişilerin neslini devam ettirmeleri bakımından da olumsuz bir durumdur (Elgar ve Schneider, 2004).

1.3 Cinsel Kanibalizmin Varlığının Nedenleri

Eşeyler arasındaki bazı çiftleşme sistemleri, çiftleşme öncesi veya sonrasında erkeğin dişiye besin transfer etmesiyle gerçekleşir (Stålhandske, 2001). Bu besin transferi, peygamberdeveleri ve çalı çekirgelerinde olduğu gibi ejakulat yoluyla, dişinin çiftleşme sonrası spermataforu besin olarak tüketmesi neticesinde gerçekleşebilir (Maxwell, 1999a; Mirzaee ve ark., 2022; Sevgili ve ark., 2015). Bunun diğer bir yolu ise bazı predatör Orhoptera türlerinde (*Cyphoderris strepitans*) olduğu gibi (Eggert ve Sakaluk, 1994) erkeğin vücut parçalarını veya peygamberdevesi ve örümcek türlerindeki gibi vücudun tamamını (Elgar ve Crespi, 1992) besin olarak tüketmektir. Cinsel kanibalizm davranışı hakkında birçok çalışma olmasına rağmen bu davranışın evrimsel olarak neden açığa çıktığı henüz tam olarak anlaşılamamıştır (Fromhage ve ark., 2003).

Cinsel kanibalizmin peygamberdevelerinde evrimsel olarak neden açığa çıktığı ve uyumsal bir değer kazandığı günümüzde de tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Çiftleşme sırasında predasyona daha açık ve savunmasız olma (Rowe, 1992), cinsel yolla bulaşan hastalıklar (Thrall ve ark., 2000) ve eşeylerden birinin diğerini yıpratmasıyla birlikte yaşam ömrünü kısaltması (Boulton ve Shuker, 2015) gibi üreme davranışı da kendi içerisinde çeşitli maaliyetler içerir. Cinsel kanibalizm üzerine yapılan deneylerin birçoğu laboratuvar ortamında gerçekleşmiş olup, bu davranışın uyarlanabilirlik anlamındaki önemini anlaşılması için daha fazla doğal

gözlemlere ihtiyaç vardır. Kanibalizmin evrimsel önemini ve ekolojisini anlayabilmek için yaygınlığının ve özellikle dişilere faydasının doğa gözlemleriyle de desteklenmesi oldukça önemlidir (Rabameda-Bueno ve ark., 2008). Ek olarak, esaret koşullarının hayvan davranışını etkilediği de unutulmamalıdır (Morgan ve Tromborg, 2007).

Cinsel kanibalizm, iki eşey için adaptif bir davranış olsun veya olmasın önemli olan bu davranışın sperm transferinden önce ya da sonra gerçekleşmesidir (Zuk, 2016). Cinsel kanibalizmin evrimi dişi için adaptif veya adaptif olmayan bir strateji olarak modellenmesine (Schneider ve Elgar, 2002) ek olarak, bugüne kadar yapılan çalışmalarla birlikte cinsel kanibalizmin neden açığa çıktığıyla ilgili olarak öne sürülmüş dişiye, erkeğe veya her iki eşeye adaptif ve adaptif olmayan çeşitli hipotezler öne sürülmüştür.

1.3.1 Adaptif Hipotezler

1.3.1.1 Yiyecek Arama Hipotezi

Yiyecek arama hipotezi ilk defa virgin dişilerin çiftleşmek için karşılaşılan erkeklere karşı uygulanan çiftleşme potansiyeline bağlı bir seçim olarak açığa çıktığını ileriye sürülmüştür (Newman ve Elgar, 1991). Bu hipotez, cinsel kanibalizm davranışı göstererek erkekleri tüketen dişilerin, kanibalizm göstermeyen dişilere nazaran üreme başarılarının daha yüksek (yumurta sayısı, döllenmiş yumurta sayısı ve yumurtadan çıkma başarısı gibi) olmasıyla açıklanır (Barry ve ark., 2008; Fisher ve ark., 2020; O'Hara ve Brown, 2021). Buna ters olarak, cinsel kanibalizm ile dişinin üreme başarısını artırdığına dair ilişki bulamayan çalışmalar da mevcuttur (Deventer ve ark., 2017; Fromhage ve ark., 2003). Bu modelin popülasyon içerisinde açığa çıkmasının temel nedenlerinden bir tanesi de yiyecek stoklarının azalmasıyla birlikte vücut kondisyonunun düşmesidir (Barry ve ark., 2008). Birçok çalışma, dişinin vücut kondisyonunu erkek vasıtasıyla toparladığını ve erkeğin eşini döllemesinin yanı sıra bir yiyecek stoğu olarak kullanıldığı gösterilmiştir (Birkhead ve ark., 1988; Liske ve Davis, 1987; Maxwell, 2000).

Cinsel kanibalizm; çiftleşme öncesi, sırasında veya sonrasında gerçekleşebilmektedir. Kanibalizmin çiftleşmeden önce ortaya çıkma sebeplerinden en önemlilerinden bir tanesi de yiyecek stoklarının yetersizliğidir. Bu sebeple erkek dişi tarafından çiftleşme potansiyelinden ziyade, karın doyurma imkânı olarak

önceliklendirilebilir (Blamires, 2011). Kanibalizmin bazı gruplarda açlık ile ilişkisi tam olarak aydınlatılamamış bir konu olup özellikle örümcekler üzerine yapılan araştırmalarda birbirine zıt sonuçlar ortaya konmuştur (Elgar ve Nash, 1988; Persons ve Uetz, 2005), Peygamberdeveleri üzerinde yapılan çalışmalarda ise açlıkla birlikte görülme sıklığının arttığı ve dişilerin erkeklere karşı daha saldırgan davrandığı net bir şekilde ispat edilmiştir (Kynaston ve ark., 1994; Liske ve Davis, 1987; Maxwell, 2000).

1.3.1.2 Eş Seçimi Hipotezi

Eş seçimi hipotezi; tür içinde cinsel kanibalizmin dişinin erkeği reddederek çiftleşmenin önüne geçmesi şeklinde açığa çıkmaktadır (Elgar ve ark., 2000; Hebets, 2003). Eş seçimi hipotezinde sadece erkeğin dişiyi çiftleşmeye motive eden morfolojik özelliklerinin (vücut büyüklüğü gibi) yanı sıra (Rabaneda-Bueno ve ark., 2014) davranış farklılıklarının da seçim unsuru olduğundan söz edilebilir. Örneğin virgin dişiler ile erkekler karşı karşıya geldiğinde kopulasyon öncesi cinsel kanibalizmin gerçekleşme olasılığı erkeğin ve dişinin boy oranına ve erkeğin kondisyonuna göre değişebilmektedir (Persons ve Uetz, 2005) *Nebria livida* (Linnaeus, 1758) adlı bir örümcekte daha agresif erkeklerin daha çok çiftleşme şansı elde ettiği ve böylelikle daha az kanibalizme uğradığı tespit edilmiştir (Kralj-Fišer ve ark., 2012).

Dişilerin eş tercihinine yönelik hipotezlerin yanı sıra, “kanibalizmden kaçınma” (Kadoi ve ark., 2017) ve “dişinin doğurganlığına” (Barry, 2010) yönelik erkek tercihinine dayalı hipotezler de mevcuttur. Peygamberdevelerinde dişinin vücut kondisyonu erkeğin üreme davranışını değiştirebilmektedir. Zayıf vücut kondisyonunda olan dişilerin erkeklere saldırma olasılığı daha yüksektir. O nedenle erkekler vücut kondisyonu daha iyi olan dişilerle çiftleşme eğilimi gösterirler (Aisenberg ve ark., 2011; Barry, 2010). *Parastagmatoptera tessellata* Saussure & Zehntner, 1894 peygamberdevesinde yapılan bir çalışmada erkeklerin kendilerine daha az saldırganlık gösterme potansiyeline sahip dişileri tercih ettikleri ispatlanmıştır (Scardamaglia ve ark., 2015). Diğer yandan vücut kondisyonu iyi olan dişilerin doğurganlık potansiyeli daha yüksektir (Barry ve ark., 2008). Bu nedenle peygamberdevelerinde doğurganlık potansiyeli erkeğin tercihini ve kanibalizmin açığa çıkma olasılığını da etkileyebilmektedir (Barry, 2010; Kadoi ve ark., 2017; Maxwell, Barry ve ark., 2010; Maxwell, Gallego, ve ark., 2010)

1.3.1.3 Baba Yatırımı Hipotezi

Bu hipotezde, cinsel kanibalizmin sperm transferinden sonra açığa çıkması babanın yavrularına olan yatırımının ekstrem bir formu olarak yorumlanmıştır (Parker, 1979; Thornhill, 1976). Başka bir deyişle cinsel kanibalizmde baba yatırımı, erkeğin vücudunun tamamı veya uzuvlarının dişiye besin olarak sunulması olayıdır. Bu hipotezi her iki eşey için de uyumlu bir hipotez olsa bile cinsel kanibalizmin taksonlar arasında en çok kopulasyondan önce açığa çıktığı da unutulmamalıdır (Elgar, 1992). Andrade (1996) tarafından yapılan çalışmada, cinsel kanibalizmin açığa çıkmasıyla birlikte popülasyonda rakip erkek popülasyonundaki azalma nedeniyle sperm rekabetinin de önüne geçileceği öne sürülerek baba yatırım hipotezi desteklenmiştir. Buna ters olarak, cinsel kanibalizmin yaygın olduğu popülasyonlarda bile erkeğin birden fazla dişiyle çiftleşme arzusunun olması (Birkhead ve ark., 1988) gelecek nesilde genlerinin temsiliyeti açısından önemli bir stratejidir. Bazı durumlarda, kanibalizmin ekstrem durumları da görülür. Örneğin peygamberdevelerinde dişi bazen çiftleşme başladıktan hemen sonra erkeğin vücudunun tamamını tüketmek yerine sadece başını tüketmekte, erkek de başını feda ederek çiftleşme şansı elde edebilmektedir (Roeder, 1935). Erkeğin, dişi tarafından tüketilmesi sonrasında dişinin doğurganlığının arttığına yönelik bulgular, birçok grup üzerinde yapılan çalışmalar vasıtasıyla ispatlanmıştır (Barry ve ark., 2008; Maxwell, Gallego ve ark., 2010; Wu ve ark., 2013). Yapılan bir çalışmada kanibalizm açığa çıkmasa bile erkeğin radyoaktif yöntemlerle işaretlenmiş olan aminoasitlerin ejakulat yoluyla 25%'ini dişiye aktardığı ve bu vesileyle doğurganlığı ciddi ölçüde arttığı gözlemlenmiştir. (Brown ve Barry, 2016).

Baba tarafından sergilenen düğün hediyesi verme davranışı, erkeklerin dişiler ile çiftleşme şansı elde edebilmek için gerektiğinde vücut kısımlarını veya tamamını, glandüler ürünleri, spermatafor ve içindeki maddeleri hediye ettiği bir ebeveyn yatırımı davranışı olarak ortaya çıkmaktadır (Thornhill, 1976; Trivers, 1972; Vahed, 1998). Kanibalistik örneklerden *Pisaura mirabilis* (Clerck, 1757) (Aracnida) örümceğinde bir baba yatırımı olarak çiftleşme öncesi cinsel kanibalizmtan kaçınmak için erkeklerin, çiftleşmeden önce dişiye yemek sunduğu örnekler mevcuttur (Toft & Albo, 2016). Buna ek olarak bu davranış yalnızca kanibalizm davranışı sergileyen organizmalarda açığa çıkmamaktadır. Örneğin, *Laupala cerasina* Otte, 1994

(Orthoptera) çekirgesinde erkek dişiye kur yapma esnasında mikro ve makro olmak üzere bir çift spermatafor sunar. Dişi sperm içermeyen mikro spermataforu besin olarak tüketirken, makro spermatafor da döllenme işlevini gerçekleştirmektedir (Shaw & Khine, 2004). *Panorpa cognata* (Rambur, 1842) (Diptera) akrep sineğinde ise erkekler, salgı bezleri vasıtasıyla avladığı arthropodları çiftleşme sırasında dişiye yiyecek olarak sunmaktadır (Engqvist ve Sauer, 2003). Düğün hediyesi verme davranışının aynı zamanda üreme başarısını artırdığına yönelik de birçok kanıt mevcuttur (Arnqvist ve Nilsson, 2000; Tuni ve ark., 2013).

1.3.2 Adaptif Olmayan Hipotezler

1.3.2.1 Agresif Yayılma Hipotezi

Agresif Yayılma Hipotezi 'ne göre cinsel kanibalizm; yetişkin dişilerin türdeş erkeklerle saldırganlığı, genç birey agresyonunun güçlü bir seçim yan ürünü olarak ortaya çıkmaktadır (Fisher ve ark., 2018). Popülasyon içerisinde erken evrelerde açığa çıkan bu davranış, çiftleşme öncesi bir kanibalizm türü olduğu için, tür için adaptif olmayan bir davranış olarak kabul görmektedir. Bu nedenle bu hipotez; akranelerinden daha fazla yiyecek potansiyeline ulaşan açgözlü yavruların, daha büyük boyutlara ulaşacaklarını ve dolayısıyla çiftleşme öncesinde eşlerine saldırma ve virjin kalma olasılıklarının daha fazla artacağını öngörmektedir (Arnqvist ve Henriksson, 1997; Johnson, 2001). *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758 üzerine yapılan bir araştırma; genç aşamada tür içinde açığa çıkan agresyonun, yaşamın ilerleyen evrelerinde de devam ettiğini ispatlamıştır (Bakker, 1994).

1.3.2.2 Erkek Yaşlılık Hipotezi

Bu hipotez ilk defa erkeğin yaşlılıkla birlikte kur yapma, çiftleşme ve çeviklik yeteneğinin azalması sonucu, popülasyon içerisinde dişi tarafından seçilime uğraması olarak ileriye sürülmüştür (Bristowe, 1958). Bu hipotez özetle, popülasyon içerisindeki yaşlı erkeğin, genç erkeğe göre daha fazla cinsel kanibalizm davranışına maruz kalma olasılığına sahip olduğunu ifade etmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda yaşlı erkeğin, gençlere göre daha fazla kanibalizm ile yüzleşme olasılığı olan taksonlara rastlansa bile (Morse ve Hu, 2004), erkek yaşlılığı ve kanibalizm ile pozitif korelasyon elde edemeyen bulgular da mevcuttur (Andrade, 1996; Elgar ve Nash, 1988).

1.3.2.3 Yanlış Kimlik Tespiti

Yanlış Kimlik Tespiti hipotezi ilk olarak, erkeğin çiftleşme potansiyeli değerini gözetmeksizin av olması sonucu aslında üreme potansiyeli olan erkeğin popülasyondan çıkartılması olarak öne sürülmüştür (Gould, 1985). Yanlış Kimlik Tespiti hipotezini test eden çalışmalar çok kısıtlı olsa da Arnqvist ve Henriksson (1997)'un bir balıkçı örümcek türü (*Dolomedes spp.*) üzerinde yaptığı bir çalışma sonucunda, dişilerin cinsel kanibalizmin açığa çıkmasında seçici olduğu karakterler gözükmemektedir, tüm erkeklere agresif tavır sergilemiş ve hiç çiftleşmeden hayatlarına devam etmişlerdir. Dolayısıyla, bu davranışın popülasyon içerisinde adaptif bir davranış olmayacağı sonucuna varılmıştır.

1.4 Cinsel Kanibalizmin Popülasyondaki Eşey Oranı Üzerine Etkileri:

Eşey oranının canlının gelişim süreci boyunca değişip değişmediği, değişiyorsa eğiliminin hangi eşeyden tarafa olduğu, ergin dönemde çiftleşme dönemi ve sonrasındaki durumu popülasyonun dinamiğini anlamak açısından da önemlidir.

Yaygın bir şekilde kanibalizm gösterdiği bilinen peygamberdevesi *Tenodera sinensis*'de başlangıçta erkek eğimli olan popülasyon durumu, ergin aşamanın ilerleyen dönemlerinde, erkeklerin daha fazla predasyona maruz kalmasından dolayı dişi eğimliye doğru döndüğü belirtilmiştir. Ayrıca laboratuvar koşullarında iyi beslenen iki eşey ile ilgili olarak yaşam ömrü arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Yapılan araştırma sonucunda erkeklerin daha fazla predasyona uğrama ve popülasyonun ergin dönemin sonuna doğru dişi eğimliye dönme sebebi açlık ve kanibalizmle ilişkilendirilmektedir (Hurd ve ark., 1994). Aynı zamanda *M. religiosa*'da inter-seksüel kanibalizmin yanı sıra, erişkin dişiler arasında intra-seksüel kanibalizm varlığı da rapor edilmiştir (Koppetsch ve Böhme, 2019). Bazı omurgasız doğal popülasyonlarında en büyük ölüm nedeninin cinsel kanibalizm olduğu birçok araştırmada ispat edilmiştir (Edgar, 1969; Herberstein ve ark., 2005; Polis ve Farley, 1979). Dişiler arasındaki rekabet cinsel kanibalizm olarak ortaya çıkabilir (Polis, 1981). Araştırma bulguları neticesinde, aynı eşeydeki bireyler arasındaki eş rekabeti; birçok eklem bacaklı, balık ve kuş türünde görüldüğü gibi çarpık eşey oranlarına yol açabildiği öngörülmektedir (Gwynne, 1991). Bu nedenle, dişi ve erkeklerdeki birey sayısının düşüş oranı; kanibalizm nedeniyle (dişinin erkekten daha kuvvetli olduğu

varsayıldığında) ilk önce erkek bireylerin sayısının düşüşü ve ardından dişi sayısının azalmasını beklenebilir.

Çizelge 1.1 Çeşitli omurgasız gruplarında kanibalizmin açığa çıkması ile ilişkili parametreler

Omurgasız Grubu	Açlık ve Kanibalizm İlişkisi	Kanibalistik ve Avlanan Yaşam Evresi	Kanibalizm Oranı	Kanibalizm Görülme Koşulu	Referans
Örümcekler	Değişken	Ergin (Ergin, Juvenil)	0-89%	Esaret, Doğal Ortam	(Wilder ve ark., 2009, Fromhage ve Schneider, 2009, Rypstra, 1986, Anthony, 2003)
Akrepler	Var	Ergin	0-16%	Esaret, Doğal Ortam	(Polis, 1980)
Peygamberd eveleri	Var	Juvenil (Juvenil); Ergin (Ergin)	13-31%	Esaret, Doğal Ortam	(Wilder ve ark., 2009, Lawrence, 1992, Barry, 2008, Suckling, 2012)
Tespah Böcekleri	Var	Ergin (Juvenil, Ergin)	?	Esaret, Doğal Ortam	(Wilder ve ark., 2009, Leonardsson, 1991, Franke, 1998)
Amfipodlar	Var	Ergin (Ergin, Juvenil)	10%	Esaret, Doğal Ortam	(Jaimie, 1993, Duarte, 2010, Macneil, 2003)
Çekirgeler	Değişken	Juvenil (Juvenil, Ergin); Ergin (Yumurta, Juvenil, Ergin)	?	Esaret, Doğal Ortam	(Richardson ve ark., 2010)
Hamamböcekleri	Değişken	Juvenil (Ergin); Ergin (Yumurta, Ergin)	?	Esaret, Doğal Ortam	(Richardson ve ark., 2010, Gemen, 2013)
Yarım Kanatlılar	Var	Juvenil (Yumurta, Juvenil, Ergin); Ergin (Yumurta, Ergin)	?	Esaret	(Richardson ve ark., 2010)
Kın Kanatlılar	Değişken	Juvenil (Yumurta, Juvenil, Pupa Ergin); Ergin (Yumurta, Juvenil, Pupa Ergin)	12,7-31%	Esaret, Doğal Ortam	(Richardson ve ark., 2010, OsAWA, 1992, Cameron ve ark., 1996, Pienkowski, 1965)
Zar Kanatlılar	Değişken	Juvenil (Yumurta, Juvenil); Ergin (Yumurta)	8-13%	Esaret, Doğal Ortam	(Richardson ve ark., 2010, Sorensen, 1983)
Pul Kanatlılar	Var	Juvenil (Yumurta, Juvenil, Pupa)	4-37%	Esaret, Doğal Ortam	(Richardson ve ark., 2010)
İki Kanatlılar	Var	Juvenil (Yumurta, Juvenil, Pupa)	90%<	Esaret, Doğal Ortam	(Richardson ve ark., 2010)

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Peygamberdeveleri Üzerinde Eşey Oranı ile İlgili Yapılan Çalışmalar:

Peygamberdevelerinde eşey oranının erkek veya dişi eğimli olması çevresel faktörler tarafından belirlenmektedir. (White, 1941). *Tenodera sinensis* üzerine yapılan bir çalışmada (Moran ve Hurd, 1994), dokuz farklı oothecadan çıkan bireyler üzerinden yapılan örneklem sonucunda dişi ve erkek sayıları arasında belirgin bir fark bulunamamıştır. Peygamberdevelerinde larval evreden, ergin aşamanın sonuna kadar eşey oranındaki değişim dişi etmenler tarafından belirlenmektedir (Maxwell, 1998b; Moran ve Hurd, 1994). Bugüne kadar peygamberdeveleri üzerinde yapılmış eşey oranı çalışmaları benzer hayat döngülerine sahip olan ve yılda tek nesil oluşturan; *Tenodera sinensis*, *Iris oratoria* ve *Mantis religiosa* peygamberdeveleri üzerinde yapılmıştır. Eşey oranı çalışmaları yapılmış bu üç tür literatürde ılıman hava koşullarında yaşayan diğer çoğu peygamberdevesi türü gibi sonbaharda ilk kırağı sonrasında ölmektedir (Eisenberg ve ark., 1981; Hurd ve ark., 1995; Prokop ve Václav, 2008). Yumurtadan yeni çıkmış olan peygamberdevelerinde eşey oranı tayini yapmak mümkün değildir. Çünkü eşeyssel dimorfizm özellikleri henüz çok belirgin değildir. Eşeyssel dimorfizm özellikleri ancak üçüncül larval evreden sonra belirgin olabilmektedir (Didlake, 1926).

M. religiosa'da birincil eşey oranı *T. sinensis* üzerinde yapılan eşey oranı çalışması (Moran ve Hurd, 1994) ile benzerlik göstermektedir. Ergin dönemi sonlara yaklaştıkça dişi eğimli eşey oranında ciddi artış gözlenmektedir. Araştırmalara göre bu eğimin nedenleri farklı açılardan açıklanmaya çalışılmıştır; (a) ergin erkek peygamberdevelerinin, yayılım oranı dişilere göre daha fazla olması (Matsura ve Inoue, 1999), (b) daha fazla predasyona maruz kalmaları, (c) erkeklerin dişi tarafından kanibalizme uğramaları ve (d) dişilerin erkeklere nazaran ömürlerinin daha uzun olması (Lawrence, 1992). Lawrence (1992) tarafından yapılan arazi çalışmasında dişi ve erkek dağılım mesafesi oranları arasında beklenmedik bir şekilde farklılık bulunamamıştır. Fakat ergin aşamanın ilerleyen dönemlerinde dişiye dayalı eşey oranı Prokop ve Václav (2008) tarafından yapılan çalışmada desteklenmiştir. Lawrence (1992)'in *M. religiosa* üzerinde yaptığı arazi araştırmalarında doğal popülasyonda gözlemlenen çiftleşmelerde cinsel kanibalizmin açığa çıkma oranı 31% olarak tespit edilmiştir.

Iris oratoria üzerinde yapılan saha çalışmasında da (Maxwell, 1998b) ergin aşamanın ilerleyen dönemlerinde eşey oranı dişi eğimli ilerlemeye devam etmiştir. Üç yıllık arazi çalışması neticesinde eşeyler arasında açığa çıkan bu farkın olası nedenleri; ergin deri değişim sürelerinin farklı olması, eşeyler arası yer değiştirme oranının farklı olması ve ergin yaşam ömrü arasındaki farklılıklar şeklinde açıklanmıştır. Ergin öncesi nimfal evrelerin tümünde ise eşey oranları neredeyse 1:1 şeklindedir. Yapılan bu çalışmada ergin dişi ve erkeklerin yayılım oranı arasında belirgin bir fark olmadığı görülmüştür. Diğer yandan laboratuvar deneylerinde dişilerin erkeklere göre daha uzun ömürlü olduğu ispatlanmış ve her iki eşeye ait bireylerde deri değiştirme süreleri arasında belirgin bir farklılık olmadığı ortaya konmuştur. *I. oratoria*'da ergin evrenin sonuna doğru erkeklerin azalmasının bir diğer sebebi de dişiler arasındaki rekabet nedeniyle açığa çıkan kanibalizm olabileceği öne sürülmektedir (Polis, 1981).

Moran ve Hurd (1994) tarafından yapılan üç senelik arazi çalışması boyunca bireylerin ergin evresinin ilk aşamalarında popülasyonda erkek bireylerin sayısı dişi bireylere göre daha fazla tespit edilmiştir. Bu çalışmaya göre *T. sinensis* erginlerinde ilk aşamada açığa çıkan belirgin erkek eğimli eşey oranı juvenil aşamada dişilerin ölüm oranlarının daha yüksek olması ve ergin aşamaya geçişte dişilerin erkeklerden daha fazla yayılım gösterdiğinin bir sonucu olarak açığa çıkabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Fakat Eisenberg ve ark. (1992)'nin *T. sinensis*'in eşeyler arasındaki yayılım oranı farklılıkları üzerine yaptığı çalışmada, dişi ve erkeklerin dağılım farklılık oranlarının zayıf olduğu ispat edilmiştir. Hurd ve ark. (1994)'nin *T. sinensis* üzerine yaptığı çalışmada ise ergin aşamanın ilk evrelerinden itibaren erkek sayısının cinsel kanibalizm nedeniyle azaldığı ve erkek eğimli olan eşey oranının, ergin dönemin sonuna doğru dişi eğimliye doğru evrildiği tespit edilmiştir.

Moran ve Hurd (1994)'un *Tenodera aridifolia sinensis* eşey oranına dair yaptığı dört senelik bir arazi çalışmasında popülasyonda neredeyse ergin dönemin sonuna kadar erkek eşeyin baskın olduğu gözlemlenmiştir. Gözleme göre bu popülasyonda kanibalizm çok nadir görülmekle beraber ergin dönemin sonuna kadar dişilerin iyi beslendiği tespit edilmiştir.

Christensen ve Brown (2018)'un *Tenodera sinensis* üzerinde yaptıkları çalışmaya göre; üç ayrı lokalitede yapılan eşey oranı gözlemine göre popülasyonların

sadece bir tanesinde erkek yanlı eşey oranı gözlemlenirken diğerlerinde eşey oranları arasında belirgin bir farklılık tespit edilememiştir. Ergin aşamanın ilerleyen dönemlerinde, eşey ömür uzunluklarının farklı olması nedeniyle (diğer peygamberdevelerinde olduğu gibi) tüm popülasyonlarda dişi eğimli eşey oranının hâkim olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada, eşey oranının yanı sıra eşeyler arasındaki yayılım oranı farklılıkları da ölçülmüş olup, dişilerin daha çok sedenter (yayılımın az olduğu) yaşam tarzına sahip olduğu gözlemlenirken, erkeklerin dişilerden neredeyse üç kat daha fazla yayılım gösterdiği ispat edilmiştir.

2.2 Cinsel Kanibalizm Gösterdiği Bilinen Diğer Omurgasız Grupları ile İlgili Yapılan Eşey Oranı Çalışmaları:

Cinsel kanibalizm gösterdiği bilinen diğer omurgasız gruplarına ilişkin yapılan eşey oranı çalışmaları örümcek ve akrep (Aranae) türleri üzerinden ele alınmıştır.

Örümcekler üzerinde yapılan çalışmalarla ilgili olarak; dişi yoğunluğuna göre erkeklerde sperm rekabetinin (Heimerl ve ark., 2022), dişinin erkek bulabilme durumunun (Austad ve Thornhill, 1986), predasyon, cinsel kanibalizm ve habitat özelliklerinin (Moya-Laraño ve ark., 2003; Moya-Laraño ve ark., 2003) eğimli eşey oranlarına neden olabileceği tespit edilmiştir.

Akreplerle yapılan eşey oranı çalışmalarında ise; habitat özelliklerinin, predasyon etmenlerinin, dimorfizmin (Visser ve Geerts, 2020; Vollrath ve Parker, 1992), eşeyler arası yayılım oranı farklılıklarının (Williams, 2003) eğimli eşey oranına neden olabileceği ispatlanmıştır. Ayrıca akreplerde eşey oranı tespiti için kullanılan yöntemin araştırma sonucunu etkileyebileceği de ön görülmektedir (Tourtlotte, 1974).

2.3 Çalışmanın Hedef ve Amaçları:

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda birçok peygamberdevesi türünde cinsel kanibalizm davranışı gözlenmemiştir. Bu durum Mantodea'da cinsel kanibalizmin aslında yaygın olup olmadığı tartışma konusudur (Holwell, 2007). Kanibalizm davranışı, organizmanın yaşam döngüsü içerisindeki popülasyon dinamiğinin nasıl değiştiği ile ilgili çeşitli çıkarımlar yapmamıza olanak tanımaktadır. Peygamberdeveleri üzerinde önceden yapılan eşey oranı çalışmaları, cinsel kanibalizm davranışı gösterdiği bilinen ve sonbaharda yiyecek kısıtlaması ile karşı karşıya gelen türler üzerinden ele alınmıştır (Hurd ve ark., 1994; Lawrence, 1992; Maxwell, 1998b; Moran ve Hurd, 1994). Peygamberdevelerinde gözlenen cinsel kanibalizm

davranışının çiftleşme dönemi ve sonrasında kanibalizmin olmadığı veya az görüldüğü *Empusa fasciata* Brulle, 1832 (Gomboc, 2000) gibi türlere oranla *M. religiosa* gibi sık gözlemlenen türlerde daha belirgin bir dişiye dayalı eşey oranının ortaya çıkması beklenir. Bu çalışmada farklı beslenme alışkanlığına, fenolojiye ve davranışa sahip bu iki peygamberdevesinde eşey oranının nasıl değiştiği ve bu değişimin cinsel kanibalizm ile bir ilişkisinin olup olmadığının karşılıklı olarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ancak eşey oranını belirleyen diğer hususların (eşeyler arasındaki ömür uzunluğu farkı, predasyon oranı farklılıkları, yayılım oranı farklılıkları, elde edilebilir besin çeşitliliği vb.) bu oranı güçlü bir şekilde belirlediği de unutulmamalıdır (Kilner, 1998; Lawrence, 1992; Wehi ve ark., 2011).

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla birlikte kanibalizm davranışının açığa çıkmasının hangi etmenlere bağlı olduğu ve eşey oranını değişiminin kanibalizmden başka ne gibi faktörlerle belirlendiğine ilişkin bilgiler de verilecektir. Diğer peygamberdevelerinden farklı yaşam döngüsüne sahip, kış mevsiminde hayatta kalabilen Empusidae türlerinin ekolojisiyle ilgili bilgiler literatürde çok kısıtlıdır. Bu çalışmayla birlikte ayrıca bu cins üyelerinin ekolojisiyle ilgili bilgilere de yer verilmesiyle birlikte ileride Empusidae üyeleri üzerine yapılacak bilimsel çalışmalara yol göstermesi amaçlanmaktadır.

Bu araştırmada temel olarak aşağıdaki hedefler belirlenmiştir.

1. Cinsel kanibalizmin yaygınlığı açısından farklı olduğu düşünülen iki peygamberdevesi türünde (*E. fasciata* ve *M. religiosa*) ergin altı ve ergin dönemlerdeki eşey oranları belirlenecektir.
2. Test edilen parametreler ile eşey oranı değişimi arasındaki ilişki değerlendirilecektir.
3. Laboratuvarında her iki tür için cinsel kanibalizmin oranı test edilecektir.

Yukarıdaki hedeflere ilişkin aşağıdaki hipotezler test edilecektir:

Hipotez 1: Cinsel kanibalizm oranı fazla olan türde ergin dönemde eşey oranı belirgin olarak dişi eğimliye dönecektir.

Hipotez 2: Bahar aylarında yiyecek çeşitliliğinin fazla olmasından dolayı *E. fasciata*'da cinsel kanibalizmin görülmemesi/az görülmesi beklenmektedir. Bu

nedenle bu türde dişi eğimli eşey oranı açığa çıkıyorsa bunun cinsel kanibalizm ile ilişkisi olmaması beklenir.

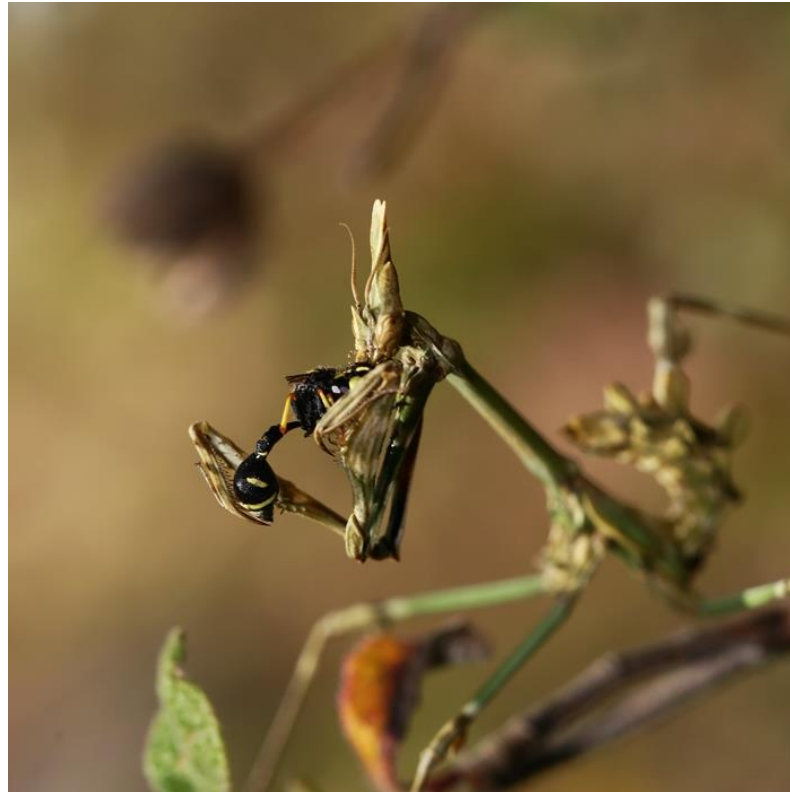
Hipotez 3: Fenolojileri farklı iki türde, ergin zamanı yılın farklı zamanlarına denk geldiği için gözlemlenen eşey oranı değişimi ve cinsel kanibalizm oranları birbirinden farklı olacaktır (türlerin fenolojilerine ilişkin detaylı bilgi materyal ve metot bölümünde verilmiştir).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Model Organizma *Empusa fasciata* Brulle, 1832

Empusa fasciata, *Empusa* cinsinin 11 üyesinden bir tanesidir. Mısır, Cezayir, Küçük Asya, Yunanistan, Bosna Hersek, Girit, Hindistan, İran, İsrail, Ürdün, Slovenya, Filistin, Romanya, Türkiye ve Kıbrıs'ta yayılım göstermektedir (Ehrmann, 2002). *Mantis religiosa* otsu bitkileri, *Empusa fasciata* ise çalı formundaki bitki türlerini tercih eder. Türün biyocoğrafik yayım alanı içerisinde, bu tip farklı gereksinimlere sahip olmasından dolayı habitat yapısı olarak *M. religiosa* ile aynı biyotopları paylaşabilmektedir. Yapılan çalışmalarda, farklı ekolojik gereksinimlere sahip olan mantid türlerinin aynı alanlarda yaşayabildikleri bildirilmiştir (Rathet ve Hurd, 1983). *E. fasciata* vücudunu hareketsiz tutarak, yakalayıcı ayakları ve kafasını 90 dereceden fazla döndürebilme kabiliyetine sahiptir. *M. religiosa*'da gözlenmeyen bu özellik bu türün bal arıları gibi hızlı uçan böceklerin yakalanması açısından *E. fasciata*'ya göre avantaj sağlamaktadır (Kral ve Devetak, 1999).



Şekil 3.1 Ergin altı nimfal evredeki dişi *Empusa fasciata*'nın beslenme anı

Empusa fasciata yılda bir nesil oluşturan bir peygamberdevesi türüdür. Larvalar temmuz ayı başında yumurtadan çıkmaktadır. Gomboc (2000)'a göre yumurtadan çıkan larvalar sonbahara kadar gelişimini sürdürür ve kış koşullarında nimflerin gelişimi duraksama evresine girmektedir. Baharla birlikte gelişimine devam eden bireyler mayıs başıyla birlikte erginleşmeye başlar. Erginler haziran ayı sonuna kadar görülebilir. Bir dişi ömrünün sonuna kadar ortalama 43-51 arasında yumurta bırakabilmektedir (Gomboc, 2000). Erkeklerin ömrü dişilerden daha kısadır. Her iki eşey de birden fazla kez çiftleşebilmektedir ve kanibalizm çok nadir gözlenmektedir (Gomboc, 2000).

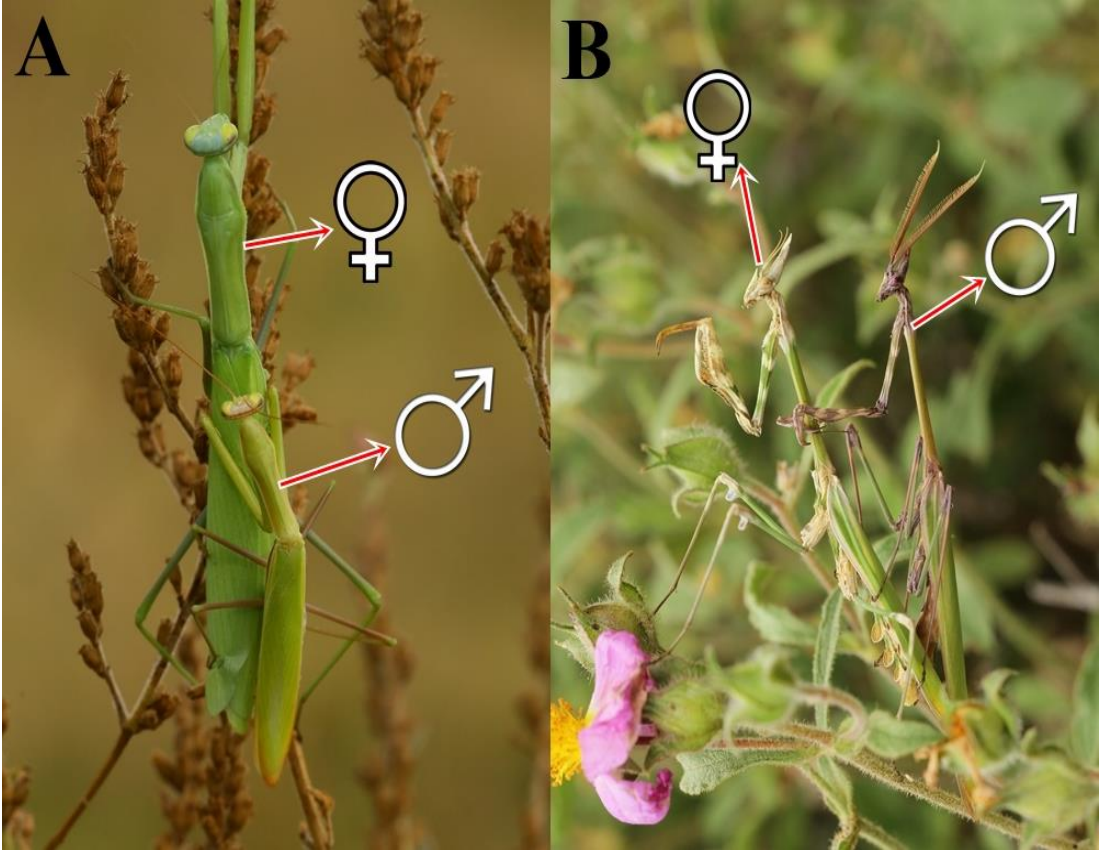
E. fasciata erginlerinde eşeyssel dimorfizm özellikleri; dişilerin abdomeni 6, erkeklerinki ise 7 segmentten oluşmaktadır. (Şekil 3.2-B). Ek olarak erkek bireylerin anteni pektinat iken dişilerinki filiform tipindedir (Şekil 3.2-B). *Empusa* cinsinin besin öğünlerinin büyük bir kısmını uçan böcekler oluşturmaktadır (Şekil 3.1) ve spesifik böceklerle beslenmektedir (Gomboc, 2000; Reitze ve Nentwig, 1991).

3.1.2 Model Organizma *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758)

Mantis religiosa L. büyük, yırtıcı ve tüm kıtalarda bulunan, Avrupa'daki en yaygın peygamberdevesi türüdür (Battiston ve Fontana, 2022). Yaygın olan bu tür küresel iklim değişikliği nedeniyle yayılımını genişletmeye devam etmektedir (Rimšaitė ve ark., 2022). Bu tür çoğunlukla orman açıklıkları, fundalıklar, kserotermik otlak alanlar, nadas alanları gibi ekoton özelliklere sahip habitatlar ve aynı zamanda turba bataklıkları ve ıslak çayırıklarda bile bulunabilen bir peygamberdevesi türüdür (Liana, 2004, 2007).

Mantis religiosa kışı yumurta olarak geçirmektedir ve gelişimini tamamlayan bireyler bahar aylarında oothecadan çıkmaktadır. Eğer sıcaklık uygunsuzsa yumurta gelişimi devam edebilir (Hurd ve ark., 2004). Larvalar ağustos kadar gelişim göstermeye devam eder (Fabre, 1897) ve sonbaharda dişiler yumurta bıraktıktan sonra don olayı neticesinde ölmektedir (Linn ve Griebeler, 2016).

M. religiosa'da erginlerinde eşey dimorfizm özellikleri; dişilerde abdomen 6, erkeklerde ise 8 segmentten oluşmaktadır ve erkek boyut olarak dişilerden daha küçüktür (Şekil 3.2-A).



Şekil 3.2 Peygamberdevesi çiftleri A) *Mantis religiosa* B) *Empusa fasciata*

3.2 Metot

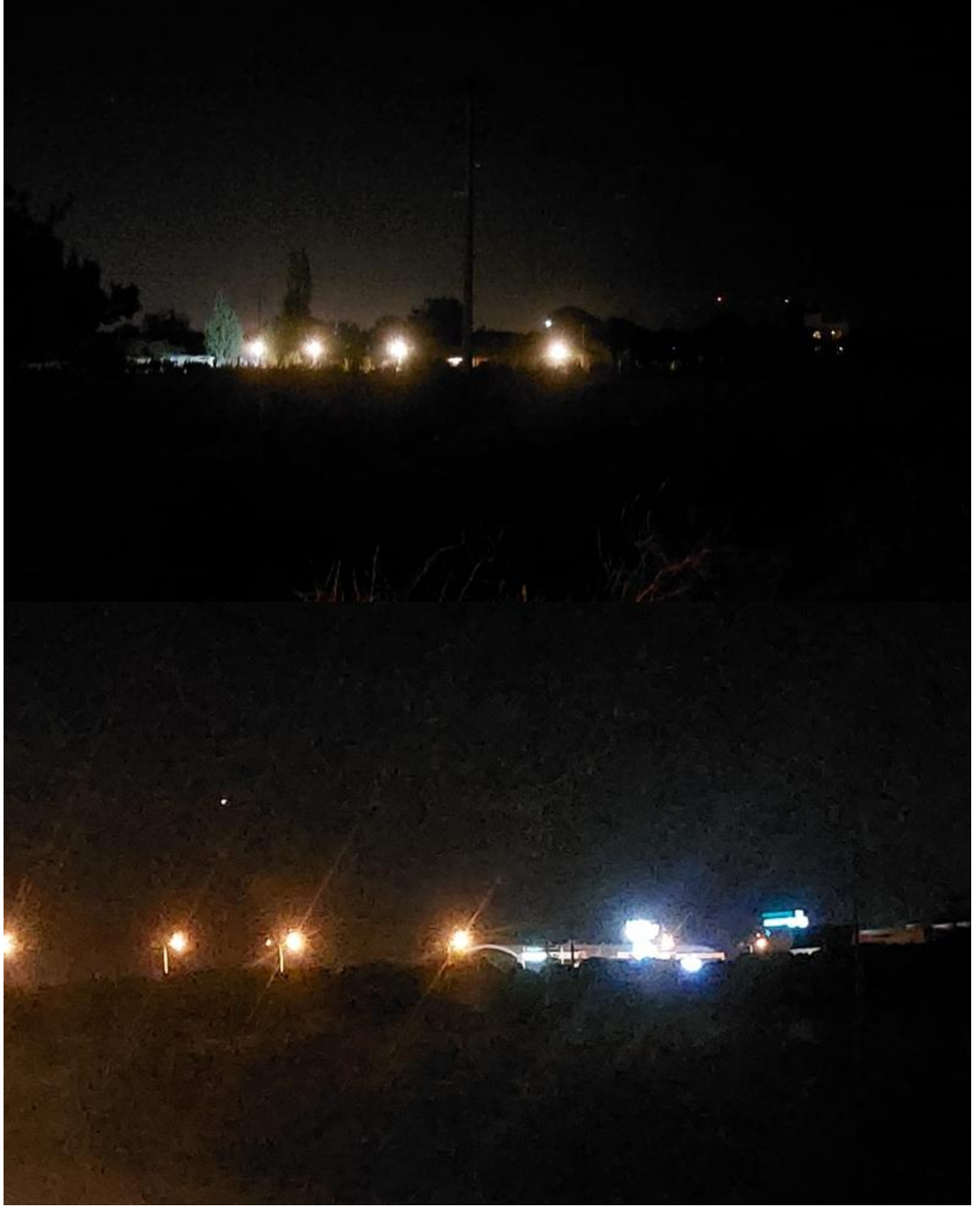
3.2.1 Arazi Çalışmaları

3.2.1.1 Çalışma Alanları

Empusa fasciata üzerinde yapılan arazi çalışmaları Balıkesir/Edremit/Zeytinli Köyü/Gürlek caddesi mevkiinde (K39.59292, D26.951890) (9m), 712 m² büyüklüğündeki bir alan içerisinde, en yakın yerleşim yerine 87 metre uzaklıkta, bir gölet çevresinde yapılmıştır. Çalışma alanı sonbahar aylarından, bahar aylarına kadar yoğun olarak küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar tarafından otlatma, yılın her döneminde ise moloz dökme ve arıcılık faaliyetlerine maruz kalmaktadır.



Şekil 3.3 *Empusa fasciata* çalışma alanı



Şekil 3.3 *E. fasciata* çalışma sahası etrafındaki yapay ışıklandırma

Mantis religiosa üzerinde yapılan arazi çalışmaları Balıkesir/Edremit/Ülkü Yolu mevkiinde (K39.5747, D26.9709) (4m), 256 m² büyüklüğündeki bir alan içerisinde, en yakın yerleşim yerine 131 metre uzaklıkta, otsu bitkilerin hâkim olduğu bir alan içerisinde yapılmıştır. Çalışma alanı ekim ayından, haziran ayına kadar küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar tarafından otlatma faaliyetlerine maruz kalmaktadır.



Şekil 3.4 *Mantis religiosa* çalışma alanı

3.2.1.2 Hipotez 1 Testi

3.2.1.2.1 Eşey Oranı Belirlenmesi

E. fasciata için insan faaliyetlerinin yoğun olduğu bir alanda 5 Mart 2022- 17 Nisan 2023 tarihleri arasında, nimfal aşamada eşey oranını belirlemek için belirli rotada birey sayımı ve işaretleme-yeniden yakalama yöntemi kullanılarak 11:00-16:00 saatleri arasında üç saatlik olmak üzere, 48 defa arazi çalışması yapılmıştır. Duraksama döneminde eşey oranını tespit etmek için yapılan arazi çalışmaları biri işaretleme ve diğeri yakalama olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Markalama ve tekrar yakalama işlemleri arasında birer gün boşluk bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlar her iki eşey için tekrar yakalama yüzdelerine ve eşey yoğunluğu bazında kategorilere ayrılmıştır. Markalama işlemi suya dayanıklı değişik renklerdeki keçeli kalemle (Sharpie®) gerçekleştirilmiştir. Her bir markalama işleminde, pronotum ve bacaklardan küçük noktalarla işaretlenmiştir. Alandaki bireylerin gelişime devam ettiği tespit edildikten sonra 2 Nisan-25 Mayıs 2023 arasında haftada bir kez olmak üzere yalnızca dişi ve erkek birey sayımı yapılmıştır.

M. religiosa için 3 Temmuz'dan 2022itibaren popülasyondaki birey sayıları eşeyleri ve yaşam evreleriyle birlikte not edilmiştir. 8 Eylül tarihinde ise popülasyondaki tüm bireyler ergin olduktan sonra 25 Ekim 2022 tarihine kadar işaretleme-yeniden yakalama yöntemi kullanılarak eşey oranının daha detaylı tespit edilmesi amaçlanmış olup, bu tür üzerinde 11:00-16:00 saatleri arasında 2 saatlik olmak üzere 24 defa arazi çalışması yapılmıştır. Markalama ve geri yakalama işlemleri arasında birer gün boşluk bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlar her iki eşey içinde yeniden yakalanma yüzdelerine ve eşey yoğunluğu bazında kategorilere ayrılmıştır. Markalama işlemi suya dayanıklı değişik renklerdeki Sharpie marka keçeli kalemle

yapılmıştır. Her bir markalama işleminde bulunan model organizma, pronotum ve bacaklardan küçük noktalarla işaretlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.5 İşaretleme işlemi A) *Mantis religiosa* B) *Empusa fasciata*

3.2.1.2.2 Avcı Türlerle İlişkin Çeşitlilik Hesaplaması

E. fasciata peygamberdevesinin çalışma yapılan arazideki potansiyel avcı türlerine ilişkin biyolojik çeşitlilik hesaplaması Nisan 2022 ve Mayıs 2023 tarihleri arasında çeşitli canlı sınıflarına (Aves, Reptilia, Amphibia, Insecta) ait türler üzerinden yapılmıştır (Çizelge 3.1). Çeşitlilik endeksi her ay için iki günlük olmak üzere, av türlerine ait (tam tür tespit edilemediyse cins bazında değerlendirildi) gözlemlenen birey sayısı üzerinden not edilmiş. Toplanan veriler tarihleriyle birlikte kategorilere ayrılarak Shannon Çeşitlilik Endeksi (Shannon, 1948) ile çeşitlilik hesaplamasında kullanılmıştır.

Matematiksel olarak, Shannon Çeşitlilik Endeksi'nin formülü,

$$H = -\sum[(pi) \times \log(pi)]$$

şeklinde olup burada,

H: Shannon Çeşitlilik Endeksini,

Pi: Belirli bir türe ait birey sayısı / Toplam türlerin birey sayısını ifade etmektedir.

Çizelge 3.1 Avcı Gruplara İlişkin Gözlemlenen Tür Listesi

Reptilia	Amphibia	Aves	Insecta
<i>Ablepharus kitaibelli</i>	<i>Hyla orientalis</i>	<i>Corvus monedula</i>	<i>Sympetrum fonscolombii</i>
<i>Ophisops elegans</i>		<i>Delichon urbicum</i>	<i>Vespa orientalis</i>
<i>Lacerta diplochondrodes</i>		<i>Galerida cristata</i>	<i>Mantis religiosa</i>
<i>Pseudopus apodus</i>		<i>Passer sp.</i>	<i>Ameles heldreichi</i>
		<i>Ardea purpurea</i>	<i>Iris oratoria</i>
		<i>Egretta garzetta</i>	<i>Rhynocoris sp.</i>
		<i>Corvus corone</i>	
		<i>Ciconia alba</i>	
		<i>Hirundo rustica</i>	
		<i>Upupa epops</i>	
		<i>Corvus corax</i>	

3.2.1.3 Hipotez 2 Testi

3.2.1.3.1 Vücut Kondisyonu Takip Protokolü

Mantis religiosa: 3 Ekim-3 Kasım 2022 tarihlerinde vücut kondisyonu değişiminin zaman içerisinde takip edilmesi için toplam 30 farklı dişi, vücut kondisyonu ölçülmek üzere hassas teraziyle (QC Pass marka) tartıldı ve vücut ölçümleri dijital kumpas (Stainless Hardened marka) vasıtasıyla alındı. Ölçümleri yapılan bireyler aynı gün buldukları alana markalandıktan sonra geri salındı. Tez çalışması olan arazide 31 Ekim 2022’de çıkan bir yangın nedeniyle 3 Kasım 2022 tarihindeki dişi bireylerin ölçümü aynı habitat özellikleri taşıyan yakın bir alanda yapıldı.

Empusa fasciata: 18 Mayıs-15 Haziran 2023 tarihler arasında vücut kondisyonu değişiminin zaman içerisinde takip edilmesi için her hafta bulunan dişilerden dijital kumpas vasıtasıyla vücut ölçümü alındı ve hassas terazi ile tartım işlemi gerçekleştirildikten sonra geri salındı.

Her iki tür için de dişi örneklerin vücut kondisyon endeksini hesaplamak için ‘‘vücut ağırlığı / pronotum uzunluğu³’’ formülü kullanıldı (Lawrence, 1992).

3.2.1.3.2 Av Türlerine İlişkin Biyoçeşitlilik Hesaplanması

E. fasciata'nın av potansiyeli türlerine ilişkin biyolojik çeşitlilik hesaplaması Nisan 2022 ve Mayıs 2023 tarihleri arasında, çeşitli canlı sınıflarına (Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Odonata, Neuroptera) ait türler üzerinden yapılmıştır (Çizelge 3.2). Çeşitlilik endeksi her ay için iki günlük olmak üzere, av türlerine ait gözlemlenen birey sayısı üzerinden hesaplanmıştır. Toplanan veriler tarihleriyle birlikte kategorilere ayrılarak avcı türlerle aynı standartta Shannon Çeşitlilik Endeksi (Shannon, 1948) ile çeşitlilik hesaplamasında kullanılmıştır.

Çizelge 3.2 Potansiyel Böcek Av Gruplarına İlişkin Tür Listesi

Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Odonata	Neuroptera	Coleoptera
<i>Pontia edusa</i>	<i>Xylocopa violacea</i>	<i>Lucilia sp.</i>	<i>Lestes sp.</i>	<i>Nemoptera sinuata</i>	<i>Coccinella septempunctata</i>
<i>Pieris brassicae</i>	<i>Apis mellifera</i>	<i>Nephrotoma flavescens</i>			
<i>Aricia agestis</i>		<i>Tipula sp.</i>			
<i>Carcharodus alceae</i>		<i>Episyrphus sp.</i>			
<i>Colias crocea</i>		<i>Sacrophaga sp.</i>			
<i>Euchloe ausonia</i>					
<i>Gegenes nostradamus</i>					
<i>Gegenes pumilio</i>					
<i>Lampides boeticus</i>					
<i>Lasiommata megera</i>					
<i>Lycaena phleas</i>					
<i>Papilio machaon</i>					
<i>Pararge aegeria</i>					
<i>Pieris rapae</i>					
<i>Polyommatus icarus</i>					
<i>Vanessa atalanta</i>					
<i>Vanessa cardui</i>					

3.2.2 Laboratuvar Çalışmaları

3.2.2.1 *Mantis religiosa* Eklozyon Süresi ve Markalama Deneyi

09 Ağustos 2022 tarihinde, arazi çalışmasına yakın, aynı habitat özellikleri taşıyan bir alandan 2 dişi ve 8 erkek nimf olmak üzere 10 birey, 22x18x10cm'lik ayrı plastik kutuya yerleştirildi. Tüm bireyler kutuya yerleştirirken keçeli kalem (Sharpie) ile markanın çıkıp çıkmayacağını gözlemlemek üzere işaretlendi. Deri değişiminin gerçekleşip, gerçekleşmeyeceğini tespit etmek için plastik kutularda iki gün muhafaza edildi (Şekil 3.7). Yapılan gözlemler sonrasında bireyler, buldukları alana geri salındı.



Şekil 3.6 *Mantis religiosa* nimfleri üzerinde yapılan markalama işlemi sonrasında işaretleme kalıcılığının tespit edilmesi

3.2.2.2 Hipotez 3 Testi

3.2.2.2.1 Besleme ve Çiftleştirme Protokolü

Mantis religiosa: 19 Ağustos-22 Ağustos 2022 tarihlerinde çalışma arazisine yakın bir bölgeden virgin olduğu bilinen 10 adet son evre nimf ve henüz yeni deri değiştirmiş dişi ve 31 Ağustos 2022 tarihinde ergin aşamada, farklı boyutlarda rastgele erkek ergin *M. religiosa* toplandı. Toplanan dişi ve erkek bireyler çiftleştirme deneyi yapılıncaya kadar zemini peçete olan 22x18x10 cm'lik plastik kaplarda muhafaza edildi. Her iki eşeydeki bireyler çiftleşme gününe kadar her gün ikişer tane olacak şekilde son evredeki *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 larvalarıyla beslendi ve su ihtiyacını karşılamak ve deri değişiminin düzgün bir şekilde gerçekleşmesi için her iki günde bir sprey ile sulama işlemi yapıldı. Bireyler ergin aşamaya ulaştıktan en az 9 gün sonrasında çiftleştirme deneylerine başlandı ve 10 adet dişi üzerinde 31 Ağustos-9 Eylül 2022 tarihleri arasında çiftleştirme deneyleri yapıldı. Çiftleştirilme deneyinden önce her iki eşeydeki bireylere bir adet son evre *T. molitor* larvası verildi.

Çiftleştirme deneyinden önce vücut kondisyonlarının hesap edilmesi için, her bir bireyin ağırlıkları hassas tartı (QC Pass marka) ile ölçüldü ve dijital kumpas (Stainless Hardened marka) ile vücut kısımlarından; kafa, ön bacak parçaları, pronotum ve tüm vücut ölçümlerinden mm bazında ölçümler alındı. Çiftleştirme deneyi için her bir eşeyden rastgele seçim yapılarak bir erkek, bir dişi olacak şekilde 20x20x25 cm ebatlarındaki teraryuma bireyler aynı anda yerleştirildi (Şekil 3.8-A). Her bir deneyde bireyler toplamda tam 8 saat aynı ortamda tutuldu ve gözlemler; alana giriş süresi, çiftleşme süresi, çiftleşmenin olup olmaması durumu, agresyon varlığı, kanibalizm varlığı ve ekstra davranışsal gözlemler bazında not edildi. Davranışsal gözlemler cep telefonu (Samsung Galaxy A72) ile video ve fotoğraf olarak ayrıca kaydedildi. Çiftleştirme deneyi sonrasında ise yeniden ağırlık ölçümleri alınan tüm bireyler buldukları araziye geri salındı.

Empusa fasciata: 25 Nisan 2023 tarihinde çalışma alanına yakın bir bölgeden 15 adet yarı-erişkin dişi *E. fasciata* toplandı. Toplanan bireyler her biri ayrı olacak şekilde 20x25x22 cm ebatlarındaki kutulara yerleştirildi (Şekil 3.8-B). Toplanan ergin evreye gelene kadar *Tipula* sp. (Linnaeus, 1758), *Lucilia* sp. (Robineau-Desvoidy, 1830) türleriyle beslenmiş, ergin aşamada ise iki günde bir *Apis mellifera* Linnaeus,

1758 ile beslenmiş ve iki günde bir sprey ile sulama işlemi yapılmıştır. Çiftleştirmeden önce 1'er adet *A. mellifera* ile beslenen dişiler çiftleştirme deneyinden önce ve kanibalizm gözlemlenirse sonrasında vücut kondisyonlarını ölçmek için; vücut ölçüleri dijital kumpas (Stainless Hardened marka) alındı ve hassas terazi (QC Pass marka) ile tartıldı. Her bir deneyde bireyler toplamda tam 8 saat aynı ortamda tutuldu ve gözlemler; alana giriş süresi, çiftleşme süresi, çiftleşmenin olup olmaması durumu, agresyon varlığı, kanibalizm varlığı ve ekstra davranışsal gözlemler bazında not edildi. Çiftleştirme işleminden sonra bireyler buldukları araziye geri salındı.



Şekil 3.7 Peygamberdevelerinin beslenme alanları A) *Mantis religiosa*
B) *Empusa fasciata*

3.2.3 İstatistiksel Analizler

Her iki türe ait eşey oranı arasındaki tüm gözlemler Ki-Kare (χ^2) ile (Zar, 1984) test edilmiş olup, *E. fasciata*'nın diyapoz döneminde gelişim ve hareket kabiliyeti sınırlandığı için bu dönemlerde markalama ve yeniden yakalama verilerinden faydalanarak toplam erkek ve dişi oranı belirtilmiş ve eşey oranları arasındaki fark buna göre hesaplanmıştır. İki tür için dönemler arasındaki eşey oranları farkları ve türlerin kendi içindeki dönemsel eşey oranları arasındaki fark erkek miktarı (Erkek sayısı/Dişi sayısı) üzerinden t-testi ile analiz edilmiştir.

E. fasciata'nın kendi içerisindeki eşey oranı değişimi için tür içerisinde Dönemsel eşey oranı farklılıklarını gösteren grafik nimf ve ergin kategorilerine ayrılmış olup, iki evrenin bulunduğu safhalar analizlere dahil edilmemiştir. *M. religiosa* için ayrıca ergin dönemde çiftleşme dönemi öncesi ve sonrası şeklinde kategorilere ayrılmıştır.

E. fasciata için her gözlemdeki eşey oranı farklılıkları gelişimin olmadığı nimfal dönemde 'Diyapoz' kategorisi altında değerlendirilmiştir. Gözlem yapılan ikinci jenerasyonda ise yarı-erişkin öncesi nimfal bireylere ait gözlemlere ait istatistiksel sonuçlar 'Diyapoz Öncesi ve Sırası' kategorisi altında toplanmıştır. Gelişimin devam ettiği yarı-erişkin ve ergin aşamaya ait verilerin istatistiksel sonuçları ise her iki jenerasyona ait gözlemler için 'Diyapoz Sonrası' başlığı altında toplanmıştır. *E. fasciata* dönemleri için ayrıca 1. ve 2. jenerasyon nimf ve ergin eşey oranları arasındaki farklar da analiz edilmiş olup, diyapoz dönemi öncesi, sırası ve sonrasındaki eşey oranları arasında da karşılaştırma yapılmıştır.

M. religiosa için her gözlemdeki eşey oranı farklılıklarının analizinde ise veriler nimfal, ergin kategorilerine ayrılmış olup, ergin dönem ise kendi içerisinde çiftleşme dönemi öncesi ve sırası şeklinde kategorilere ayrılmıştır. Çiftleşme döneminin başladığı tarih ilk çiftleşme gözlemlenen tarih ile sınırlandırılmıştır.

Çiftleşme durumuna göre *E. fasciata* erkekleri arasındaki ve çiftleştirme deneyindeki dişi bireyler ile doğal popülasyondaki bireyler arasındaki vücut kondisyonu farklılıkları için T-Test analiz yöntemi kullanılmıştır. *E. fasciata*'ya ait vücut kondisyonu ve kopulasyon başarısı ilişkisini göstermek için boxplot grafiği R Studio (RStudio Team, (2015) üzerinden yapılmıştır.

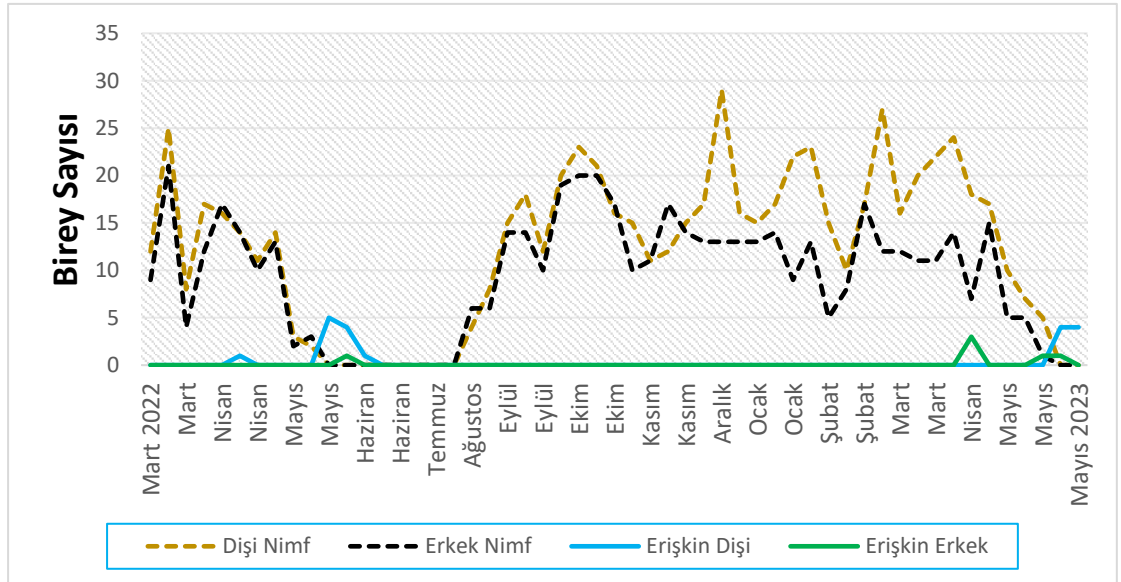
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Hipotez 1 Bulguları

Bu hipoteze göre daha fazla kanibalizm gösteren ve üreme döneminde yiyecek kısıtlılığıyla karşı karşıya kalan türde, eşey oranının çiftleşme döneminde aniden dişi eğimliye evrilmesi beklenir. Eşey oranının değişimi ile alakalı, bu hipotez ile ilgili kısımda her iki türe ait nimfal ve ergin aşamada düzenli aralıklarla gözlem yapılmış ve eşey oranı değişiminin kaynağı, kanibalizmle ilişkisinin olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

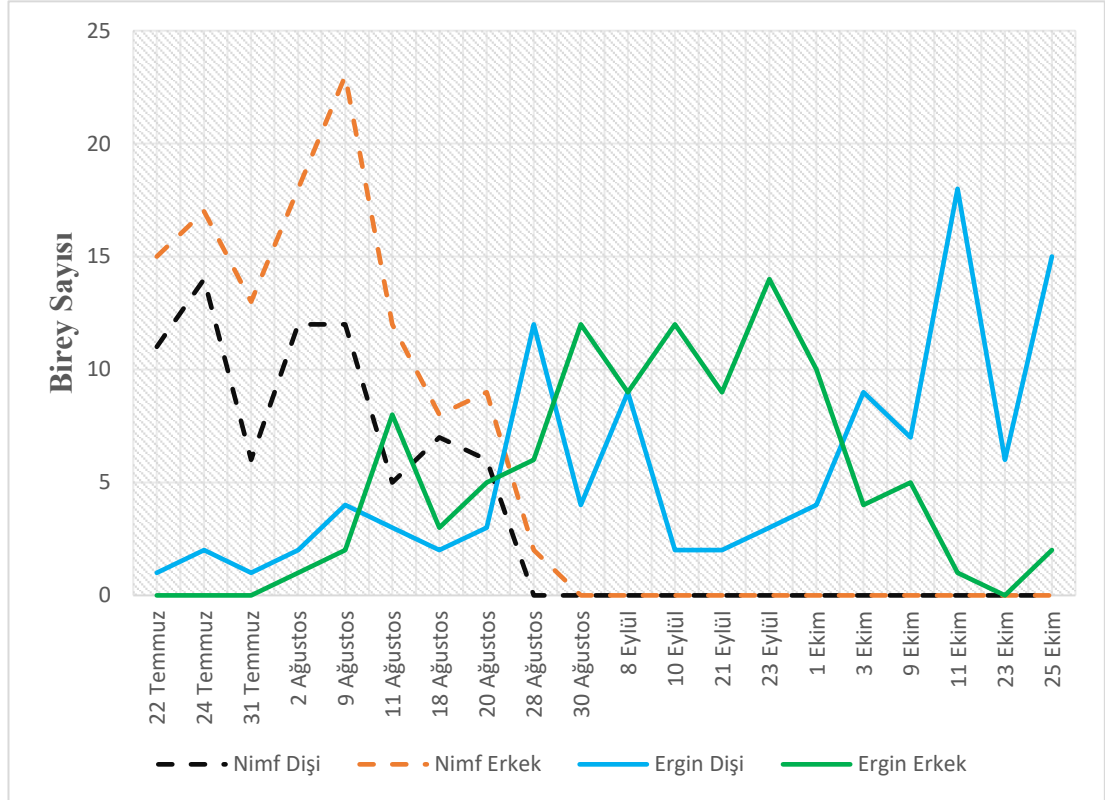
4.1.1 Eşey Oranlarının Karşılaştırılması

E. fasciata popülasyonu üzerinde 2022 yılı mart ve haziran ayları arası yapılan arazi çalışmasında nimfal eşey oranları her iki eşeyte de neredeyse eşit oranda seyrederken, erişkin evrede dişi eğimli eşey oranı hâkim olmuştur. 2022 yılı Temmuz ve 2023 yılı mayıs ayı arasında yapılan gözlemlerde ise nimfal evrede ekim ayına kadar neredeyse eşit oranda erkek ve dişi gözlemlenirken, kasım ayından itibaren ergin aşamanın sonuna kadar dişi eğimli eşey oranı tespit edilmiştir. Toplam 53 gözlemden elde edilen eşey oranı verileri nimfal ve ergin aşama kategorilerine ayrılarak Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 5 Mart 2022 ve 25 Mayıs 2023 arasında *E. fasciata* 'ya ait birey sayısı değişimi verileri

M. religiosa üzerinde Temmuz ve Ekim 2022 tarihleri arasında yapılan arazi çalışmasında nimfal ve ergin eşey oranı Ekim ayına kadar genel olarak erkek eğimli devam etmiştir. Ekim ayından itibaren çiftleşme dönemine girilmesiyle birlikte popülasyondaki oranın ağırlıklı dişi eğimli olduğu tespit edilmiştir. Toplam 20 gözlemden elde edilen eşey oranı değişim verileri nimfal ve ergin aşama kategorilerine ayrılarak Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2 22 Temmuz-25 Ekim 2022 arasında *M. religiosa* 'ya ait birey sayısı değişimi verileri

4.1.1.1 Eşey Oranının Ayrıntı Analizi

E. fasciata için her bir gözlem tarihindeki eşey oranları Ki-Kare (χ^2) testi ile analiz edilmiştir. Kırk dokuz adet gözlem için yapılan analizler sonucunda yalnızca 3 gözlemden eşey oranında istatistiksel bir farklılık bulunmuş olup, bunların iki tanesi ergin döneme, bir tanesi ise nimfal döneme denk gelmektedir. *E. fasciata* için oransal olarak dişi eğimli popülasyon gözlemlenmesine rağmen yapılan gözlemlerin birçoğunda eşey oranında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Her bir gözlem için yapılan test sonuçlarına Çizelge 4.1'de yer verilmiş olup, istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren sonuçlar kalın yazı karakteri ile belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 *Empusa fasciata*'ya ait tüm gözlemlerdeki eşey oranı farklılığı

<i>z</i>	Tarih	Aşama	Erkek	Dişi	Eşey Oranı (erkek/dişi)	χ^2	P
Diyapoz	5-7 Mart 22	Nimf	26	22	1.18	0.333	0.5637
	18-20 Mart 22	Nimf	14	19	0.73	0.758	0.3841
	1 Nisan 22	Nimf	17	17	1	0	1.0000
Diyapoz Sonrası	3 Nisan 22	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	14	15	0.93	0.034	0.8527
	19 Nisan 22	Öncesi Son Nimfal Evre	10	11	0.91	0.048	0.8273
	21 Nisan 22	Öncesi Son Nimfal Evre	13	14	0.93	0.037	0.8474
	3 Mayıs 22	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	4	1	0.66	1.800	0.1797
	5 Mayıs 22	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	5	4	1.5	0.111	0.7389
	18 Mayıs 22	Erişkin	0	5	0	5	<0.05
	20 Mayıs 22	Erişkin	1	4	0.25	1.800	0.1797
	3 Haziran 22	Erişkin	0	1	0	1	0.3173
Diyapoz (Öncesi ve Sırası)	22 Ağustos 22	Nimf	6	4	1.5	0.400	0.5271
	24 Ağustos 22	Nimf	6	8	0.75	0.286	0.5930
	7 Eylül 22	Nimf	14	15	0.93	0.034	0.8527
	9 Eylül 22	Nimf	14	18	0.78	0.500	0.4795
	24 Eylül 22	Nimf	10	12	0.83	0.182	0.6698
	26 Eylül 22	Nimf	19	20	0.95	0.026	0.8728
	8 Ekim 22	Nimf	20	23	0.87	0.209	0.6473
	10 Ekim 22	Nimf	20	21	0.95	0.024	0.8759
	26 Ekim 22	Nimf	17	16	1.06	0.030	0.8618
	28 Ekim 22	Nimf	10	15	0.67	1	0.3173
10-12 Kasım 22	Nimf	23	16	1.43	1.256	0.2623	

Çizelge 4.1 *Empusa fasciata*'ya ait tüm gözlemlerdeki eşey oranı farklılığı (devamı)

	29 Kasım 22 -1 Aralık 22	Nimf	21	25	0.84	0.348	0.5553
	16-18 Aralık 22	Nimf	22	34	0.64	2.571	0.1088
	3-5 Ocak 23	Nimf	21	24	0.88	0.200	0.6547
	21-23 Ocak 23	Nimf	18	34	0.53	4.923	<0.05
	7-9 Şubat 23	Nimf	10	17	0.59	1.815	0.1779
	24-26 Şubat 23	Nimf	23	32	0.72	1.473	0.2249
	12-14 Mart 23	Nimf	16	23	0.7	1.256	0.2623
	29-31 Mart 23	Nimf	26	35	0.66	1.328	0.2492
Diyapoz Sonrası	15 Nisan 23	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	10	18	0.55	2.286	0.1306
	17 Nisan 23	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	15	17	0.88	0.125	0.7237
	2 Mayıs 23	Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	5	10	0.5	1.667	0.1967
	4 Mayıs 23	Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	5	7	0.71	0.333	0.5637
	11 Mayıs 23	Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre-Erişkin	2	5	0.4	1.286	0.2568
	18 Mayıs 23	Erişkin	1	4	0.25	1.800	0.1797
	25 Mayıs 23	Erişkin	0	4	0	4	<0.05
	1 Haziran 23	Erişkin	0	0	0	-	-

M. religiosa için her bir gözlem tarihindeki eşey oranları Ki-Kare (χ^2) testi ile analiz edilmiştir. Tüm gözlemler için yapılan analizler sonucunda 6 gözlemlerde eşey oranında istatistiksel bir farklılık bulunmuş olup, 1 tanesi ergin öncesi döneme, 1 tanesi ise ergin döneme geçiş aşamasında ve 4 tanesi de ergin döneme denk gelmektedir. *M. religiosa* için oransal olarak ergin öncesi ve ergin dönemin başlarında dışıdan erkek eğimliye evrilen eşey oranı gözlemlenmesine rağmen yapılan gözlemlerin çoğunluğunda, eşey oranında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Çiftleşme dönemi başında ise istatistiksel bir farklılık gözlemlenmeyen eşey oranında ($\chi^2=0.04$, $p=0.8415$), çiftleşme dönemi başlangıcı ($\chi^2=9.96$, $p=0.0016$) ve ilerleyen gözlemlerde ($\chi^2=13.76$, $p=0.0002$) eşeyler oranında güçlü bir istatistiksel farklılık tespit edilmiştir. Her bir gözlem için yapılan test sonuçlarına Çizelge 4.2’de yer verilmiştir.

Çizelge 4.2 *M. religiosa*'ya ait tüm gözlemlerdeki eşey oranı farklılığı

Dönem	Tarih	Aşama	Erkek	Dişi	Eşey Oranı (erkek/dişi)	χ^2	P
Nimfal	3 Tem	Nimf	6	17	0.85	5.261	<0.05
	5 Tem	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	9	17	0.52	2.462	0.1167
	14 Tem	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	8	12	0.66	0.800	0.3711
	16 Tem	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	11	8	1.37	0.474	0.4913
	22 Tem	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	15	12	1.25	0.333	0.5637
	24 Tem	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre	17	16	1.06	0.030	0.8618
	31 Tem	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre-Erişkin	13	7	1.86	1.800	0.1797
	2 Ağu	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre-Erişkin	19	14	1.36	0.758	0.3841
	9 Ağu	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre-Erişkin	25	16	1.56	1.976	0.1599
	11 Ağu	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre-Erişkin	20	8	2.50	5.143	<0.05
	18 Ağu	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre-Erişkin	11	9	1.22	0.200	0.6547
	20 Ağu	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre-Erişkin	14	9	1.56	1.087	0.2971
	28 Ağu	Nimf-Erişkin Öncesi Son Nimfal Evre-Erişkin	8	12	0.67	0.800	0.3711
	Ergin	30 Ağu	Erişkin	12	4	3.00	4.000
8-10 Eyl		Erişkin	19	10	1.9	2.793	0.0947
21-23 Eyl		Erişkin	21	8	2.63	5.828	<0.05
Çiftleşme Dönemi	1 Eki	Erişkin	13	12	1.08	0.04	0.8415
	3 Eki	Erişkin	13	12	1.08	0.04	0.8415
	9-11 Eki	Erişkin	6	23	0.26	9.966	<0.01
	21-23 Eki	Erişkin	2	19	0.11	13.762	<0.01

4.1.1.2 Eşey Oranının Dönemsel Karşılaştırmalı Analizi

Empusa fasciata üzerine yapılan iki sezonluk gözlemlerde 2023 jenerasyonu nimfal eşey oranında 2022'ye göre daha az erkek oranı gözlemlenmesine rağmen iki sezon eşey oranları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($t=1.46$, $df=40$, $p=0.1517$). Ergin eşey oranı gözleminde ise 2023'te 2022'ye göre daha fazla erkek gözlemlenmesine rağmen iki sezon arasındaki erkek oranında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($t=0.29$, $df=3$, $p=0.7888$).

E. fasciata'da diyapoz öncesi, sonrası ve sırası karşılaştırmalı gözlem sonuçlarına göre ise ikinci jenerasyon gözlemlerine göre diyapoz sırasına geçişte erkek oranında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlemlenmiştir ($t=3.65$, $df=26$, $p=0.0012$). İlk jenerasyon gözlemlerinde diyapozdaki erkek oranı ve sonrasındaki erkek oranında düşüş gözlemlense dahi iki eşey oranı arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($t=0.45$, $df=11$, $p=0.6593$). Benzer olarak, ikinci jenerasyon gözleminde de diyapoz ve sonrası erkek oranında yine düşüş gözlemlense bile iki erkek oranı arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($t= 1.80$, $df= 21$, $p= 0.0856$). *E. fasciata* nimf-ergin ve diyapozla ilgili karşılaştırmalı gözlemlere Çizelge 4.3'te yer verilmiştir.

Çizelge 4.3 *E. fasciata* dönemsel eşey oranı karşılaştırması

Kategori	Zaman	Gözlem Sayısı (Gün)	Eşey Oranı (Erkek/Dişi) Ortalama	SD	SEM	df	SED	t- test	p değeri
Nimf	2022	10	0.87	0.2676	0.0846	40	0.088	1.46	0.1527
	2023	32	0.74	0.2369	0.0419				
Ergin	2022	3	0.08	0.1443	0.0833	3	0.142	0.29	0.7888
	2023	2	0.13	0.1768	0.1250				
Diyapoz	Önce (22-Ağu-12 Kas 22)	12	0.98	0.2504	0.0723	26	0.086	3.65	<0.01
	Sırası (29 Kas 22-31 Mar 23)	16	0.66	0.2057	0.0514				
	Sırası (5 Mar-1 Nis 22)	5	0.76	0.1832	0.0819	11	0.248	0.45	0.659
	Sonra (3 Nis-3 Haz 2022)	8	0.65	0.5281	0.1867				
	Sırası (29 Kas 22-31 Mar 23)	16	0.66	0.2057	0.0514	21	0.106	1.80	0.0856
	Sonra (15 Nis-25 May 23)	7	0.47	0.2907	0.1099				

M. religiosa ve *E. fasciata* arasındaki nimf ve ergin eşey oranı karşılaştırmalarına göre ise; Nimf *E. fasciata* verilerinde 1:1 eşey oranına daha yakın bir oran gözlemlenmesine rağmen ve iki türe ait nimfal aşamadaki eşey oranında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($t=0.50$, $df=44$, $p=0.6213$). Ek olarak *E. fasciata* eşey oranının nimfal evrede *M. religiosa*'ya göre daha 1:1 orana daha yakın olduğu tespit edilmiştir. Türler arasında ergin bireylerin erkek oranı karşılaştırıldığında erkek *M. religiosa*'nın, *E. fasciata*'ya göre oransal olarak daha fazla olduğu tespit edilse de iki türe ait oranlarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($t=1.56$, $df=20$, $p=0.0756$). Her iki türe ait nimfal ve ergin eşey oranlarının karşılaştırılmasına ilişkin verilere Çizelge 4.4'te yer verilmiştir.

Çizelge 4.4 Türler Arasında Nimf ve Ergin Eşey Oranı Karşılaştırması

Kategori	Tür	Gözlem Sayısı (Gün)	Eşey Oranı Ortalaması (Erkek/Dişi)	SD	SEM	df	SED	t	P değeri
Nimf	<i>Empusa fasciata</i>	43	0.88	0.5537	0.854	44	0.286	0.50	0.6213
	<i>Mantis religiosa</i>	4	0.73	0.4611	0.7325				
Ergin	<i>Empusa fasciata</i>	5	0.10	0.1369	0.0612	20	2.160	1.56	0.0756
	<i>Mantis religiosa</i>	11	1.82	4.7457	1.1510				

Türlerin kendi içerisinde dönemsel olarak sınıflandırılmasında *E. fasciata* nimf ve ergin aşamasında dişi eğimli eşey oranı hâkim olsa da ergin aşamada çok belirgin bir dişiye dayalı eşey oranı açığa çıkmaktadır ve iki dönem arasındaki eşey oranı arasında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir ($t=3.09$, $df=45$, $p=0.0034$). *M. religiosa*'daki nimf ve ergin eşey oranı karşılaştırmasında ise iki dönem arasındaki erkek oranında belirgin bir farklılık bulunmadığı görülmektedir ($t=3.47$, $df=9$, $p=0.3022$). Buna ters olarak ilk kanibalizm görülen zamandan itibaren çiftleşme öncesi ve sonrası ergin dönem olarak sınıflandırılan eşey oranında ise belirgin bir şekilde açığa çıkan erkek eğimli eşey oranının kısa bir süre içerisinde dişi eğimliye evrildiği gözlemlenmiştir. Çiftleşme öncesi ve sonrası ergin dönem eşey oranlarına bakıldığında

belirgin bir farklılık tespit edilmiştir ($t=3.47$, $df=9$, $p=0.0070$). İki türe ait dönemsel eşey oranı karşılaştırma verilerine Çizelge 4.5'te yer verilmiştir.

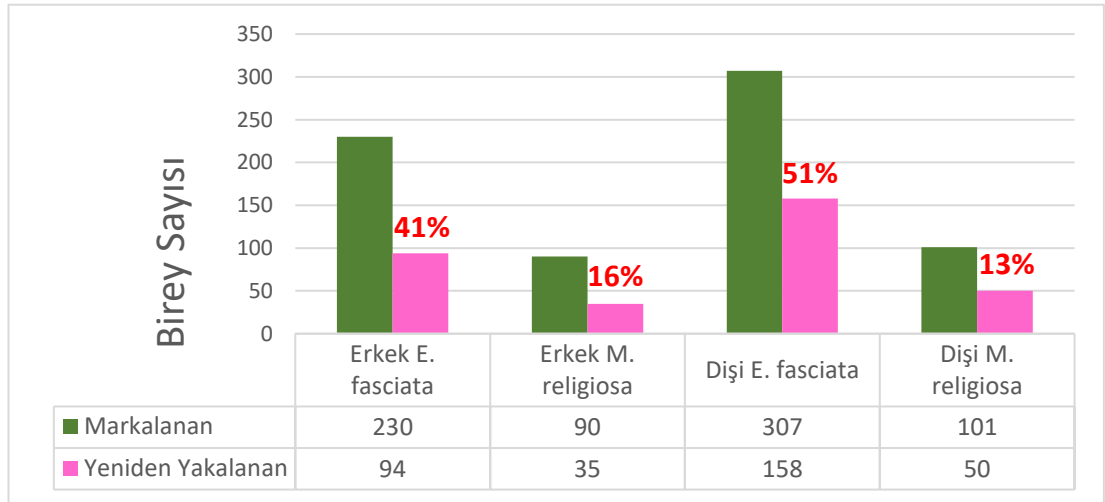
Çizelge 4.5 Türler içinde dönemsel eşey oranı farklılıkları

Tür	Kategori	Gözlem Sayısı	Eşey Oranı (Erkek/Dişi) Ortalama	SD	SEM	df	SED	t-değeri	p değeri
Empusa	Nimf	42	0.88	0.5537	0.0854	45	0.251	3.09	<0.01
	Ergin	5	0.10	0.1389	0.0612				
Mantis	Nimf	4	0.73	0.4511	0.2256	13	1.016	1.07	0.3022
	Ergin	11	1.82	1.9695	0.5938				
Mantis	Çiftleşme Dönemi Öncesi Ergin	6	3.12	1.8011	0.7353	9	0.822	3.47	<0.01
	Çiftleşme Dönemi Ergin	5	0.27	0.2996	0.1340				

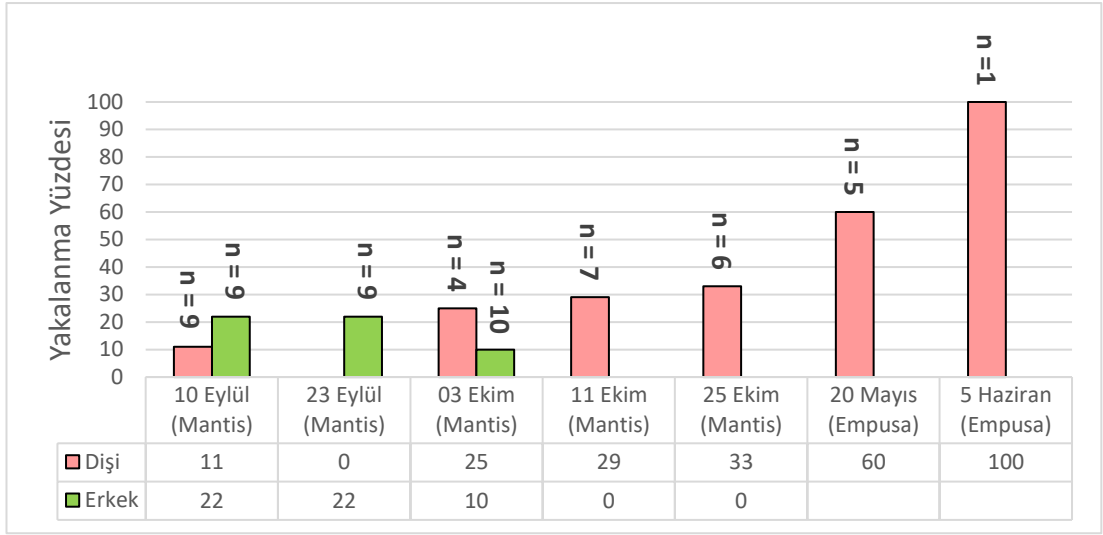
4.1.2 Yakala-Markalama-Tekrar Yakalama Sonuçlarının Karşılaştırılması

İki türe ait nimfal ve ergin evrede uygulanan markalama-yeniden yakalama uygulamasında elde edilen sonuçlara göre *E. fasciata* için toplam markalanan dişilerin yeniden yakalanma sayısına oranı %51 iken; toplam markalanan erkek sayısının, toplam yeniden yakalanan birey sayısına oranı %41 olarak tespit edilmiştir. 2022 yılı *E. fasciata* ergin bireylerinin yeniden yakalanma oranlarına göre; markalanan hiçbir erkek birey yeniden yakalanamamış ve birey sayısının azalmasına rağmen dişilerin yakalanma oranı giderek artmıştır.

M. religiosa markalama-yeniden yakalama deney sonuçlarına göre ise; markalanan toplam dişi sayısının oranı %13 iken; toplam markalanan erkek sayısının, toplam yeniden yakalanan birey sayısına oranı %16 olarak tespit edilmiştir. 2022 yılı *M. religiosa* ergin bireylerinin yeniden yakalanma oranlarına göre; Eylül ayındaki gözlemlerde erkekler %22'lik oranda yakalanmıştır ve Ekim ayının başında görülen düşüşle beraber 11 Ekim'den sonra markalanan hiçbir erkek yeniden bulunamamıştır. Markalama ve yeniden yakalama deneyinde elde edilen sonuçlar Şekil 4.3 ve 4.4'te toplam erkek ve dişi sayısı üzerinden verilmiştir.



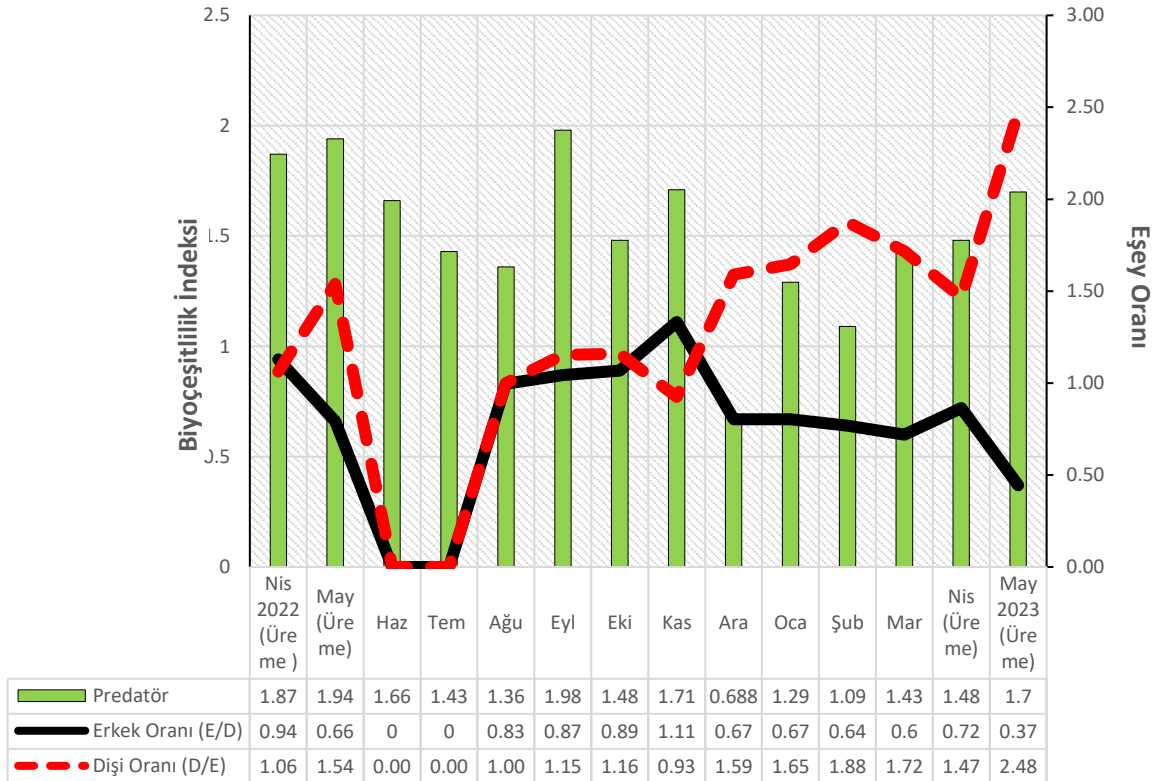
Şekil 4.3 Türler için Markalama-Yeniden yakalama saha uygulaması sonuçları



Şekil 4.4 Türlerle ait ergin bireylerin yeniden yakalanma sonuçları

4.1.3 *Empusa fasciata* için Predatör Tür Çeşitliliği ile Eşey Oranı İlişkisi

Predatör çeşitliliği ve eşey oranına ilişkin analiz sonuçlarına göre 2022 ve 2023 yıllarında avcı türlere ait biyoçeşitliliğin en yoğun olduğu zamanın nisan, mayıs ve eylül aylarında olduğu tespit edilmiştir. *E. fasciata*'nın üreme döneminde avcı tür zenginliğinin artmasıyla birlikte erkek eşey oranının azaldığı Shannon Çeşitlilik Endeksi ile tespit edilmiş olup, predatör türler ile eşey oranı ilişkisini gösteren veriler Şekil 4.3.'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3 *Empusa fasciata* için potansiyel avcı çeşitliliği ve eşey oranı arasındaki ilişki

4.1.4 *Empusa fasciata* 'da Eşey Oranı ve Hayvancılık Faaliyeti Arasındaki İlişki

E. fasciata için yapılan saha gözlemlerine göre ilk jenerasyon için 5 Mart-3 Haziran 2022 tarihleri arasında küçükbaş hayvancılığa yönelik, 5 Mayıs-Haziran 2022 tarihleri arasında ise büyükbaş hayvancılığa yönelik otlatma faaliyeti gözlemlenmiştir. Hayvancılık faaliyetleri ile birey sayısı ve eşey oranı ilişkisinde 2023 yılında büyükbaş hayvancılığın başlamasıyla birlikte birey sayısına yönelik azalmanın görüldüğü ve otlatılan hayvanların *E. fasciata*'nın konak bitkilerini yediği tespit edilmiştir.



Şekil 4.4 Otlatma faaliyetleri ve etkileri A) Büyükbaş hayvancılık otlatma faaliyeti; B) Büyükbaş hayvanlar tarafından yenmiş *E. fasciata* konak bitkisi

Çizelge 4.6 *E. fasciata*'da otlatma ve eşey oranı ilişkisi

Tarih	Eşey Oranı (Erkek/Dişi)	Erkek Birey Sayısı	Dişi Birey Sayısı	Küçükbaş Otlatma	Büyükbaş Otlatma
5 Mar 2022	0.75	9	12	Var	Yok
7 Mar 2022	0.84	21	25	Var	Yok
18 Mar 2022	0.5	4	8	Var	Yok
20 Mar 2022	0.71	12	17	Var	Yok
1 Nis 2022	1	17	17	Var	Yok
3 Nis 2022	0.93	14	15	Var	Yok
19 Nis 2022	0.91	10	11	Var	Yok
21 Nis 2022	0.93	13	14	Var	Yok
3 May 2022	0.66	2	3	Var	Yok
5 May 2022	1.25	5	4	Var	Var
18 May 2022	0	0	5	Var	Var
20 May 2022	0.25	1	4	Var	Var
3 Haz 2022	0	0	1	Yok	Yok
29 Kas 2022	0.93	14	15	Var	Yok
1 Ara 2022	0.76	13	17	Var	Yok
16 Ara 2022	0.45	13	29	Var	Yok
18 Ara 2022	0.81	13	16	Var	Yok
3 Oca 2023	0.87	13	15	Var	Yok
5 Oca 2023	0.82	14	17	Var	Yok
21 Oca 2023	0.41	9	22	Var	Yok
23 Oca 2023	0.57	13	23	Var	Yok
7 Şub 2023	0.33	5	15	Var	Yok
9 Şub 2023	0.8	8	10	Var	Yok
24 Şub 2023	1	17	17	Var	Yok
26 Şub 2023	0.44	12	27	Var	Yok
12 Mar 2023	0.75	12	16	Var	Yok
14 Mar 2023	0.55	11	20	Var	Yok
29 Mar 2023	0.5	11	22	Var	Yok
31 Mar 2023	0.58	14	24	Var	Yok
15 Nis 2023	0.55	10	18	Var	Var
17 Nis 2023	0.88	15	17	Var	Var
2 May 2023	0.5	5	10	Yok	Var
4 May 2023	0.71	5	7	Yok	Var
11 May 2023	0.4	2	5	Yok	Var
18 May 2023	0.25	1	4	Yok	Var
25 May 2023	0	0	4	Var	Yok

4.2 Hipotez 2 Bulguları

Bu hipoteze göre fenolojik farklılık nedeniyle *E. fasciata*'nın, *M. religiosa* 'ya göre üreme döneminde yiyecek kısıtlılığıyla karşı karşıya kalmaması, diyet önceliğini oluşturan polinatör böcek gruplarının yoğunluğu nedeniyle vücut kondisyonunun *M. religiosa* 'ya göre giderek artması ve bu nedenden dolayı kanibalizm davranışının daha az sergilenmesi beklenir.

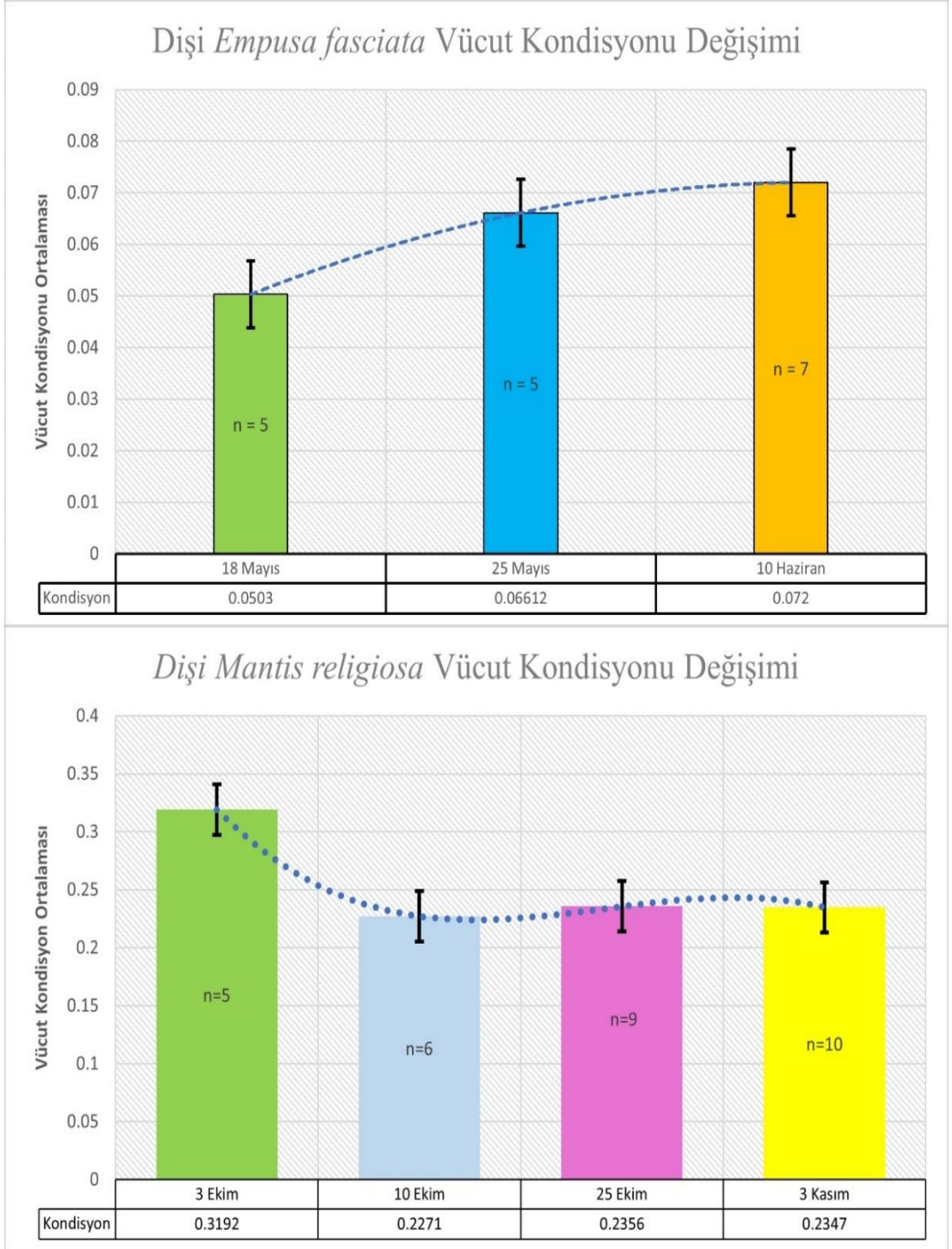
Bu hipotezi test etmek için her iki türde her ergin dişi bireylere ait vücut kondisyonu takibi için gerekli ölçümler alınmış olup, vücut kitle endeksi her gözlem tarihinde ortalama değer üzerinden verilmiştir. Ayrıca *E. fasciata* 'nın vücut kondisyonuyla ilişkisini tespit etmek ve bu türün açlıkla karşı karşıya kalıp kalmadığı belirlemek için Shannon Çeşitlilik Endeksi ile polinatör böceklere ait çeşitlilik yoğunluğu da her ay takip edilmiştir.

4.2.1 Vücut Kondisyonu Karşılaştırması

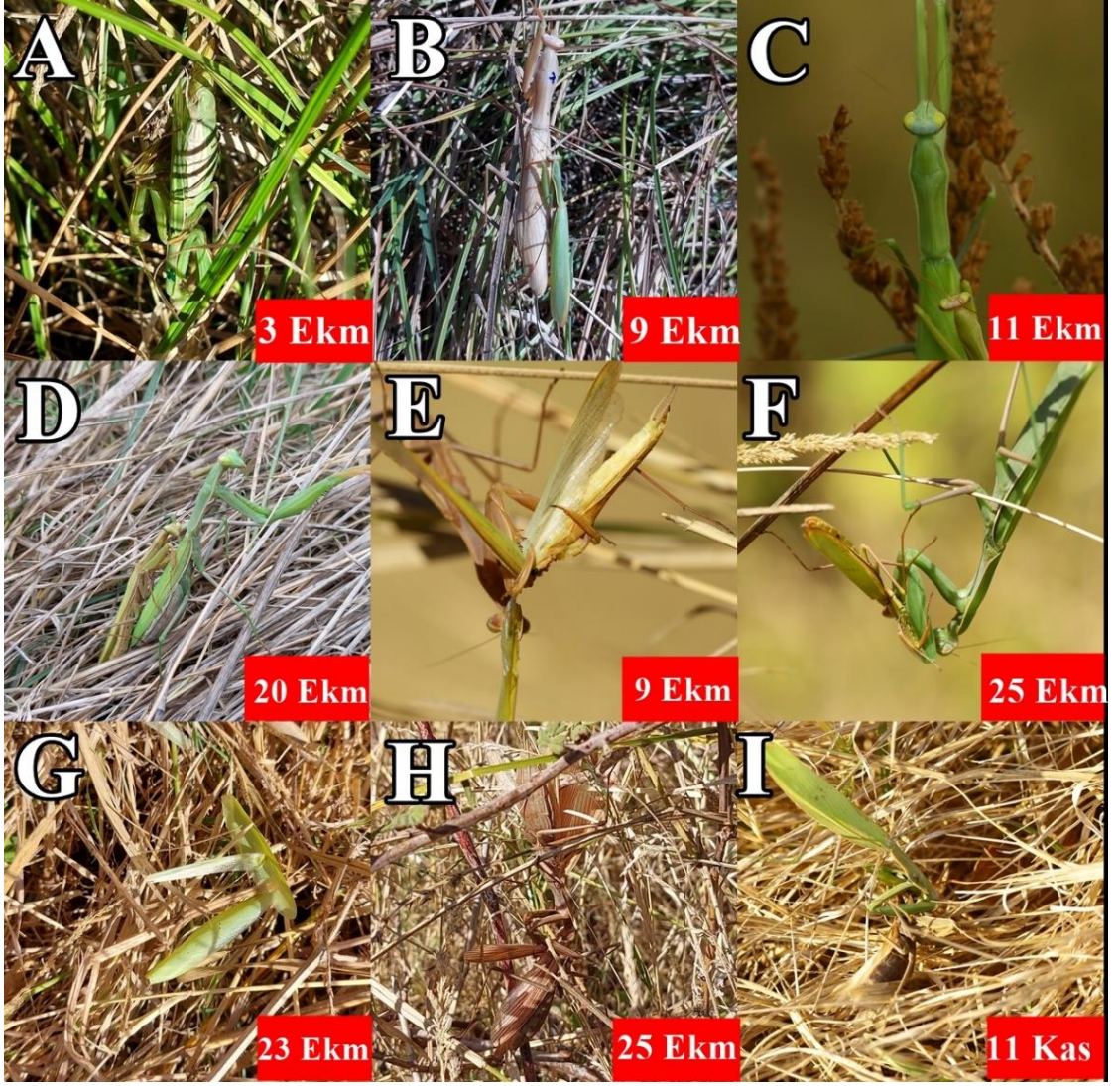
Ergin dönemde her iki tür için dişi örnekler üzerinden vücut kitle endeksi belirlenmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre:

Mantis religiosa vücut kondisyonu takibi alanında çıkan yangın nedeniyle eşey oranı gözlemi yapılan alana 18m kuş uçuşu uzaklıkta başka bir alanda devam edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda dişi *M. religiosa* bireyelerine ait vücut kondisyonunda ilk bir hafta içinde 28,71% oranında azalma tespit edilmiştir. Daha sonraki gözlemlerde vücut kondisyonunda belirgin bir değişiklik gözlenmemiştir.

Empusa fasciata vücut kondisyonu takibi yetersiz birey sayısı nedeniyle eşey oranı gözlemi yapılan alana 119m kuş uçuşu uzaklıkta başka bir alanda yapılmıştır. Dişi *E. fasciata* bireyelerine ait vücut kondisyonunda ergin dönem sonuna kadar 30,13% oranında bir artış tespit edilmiştir. Her iki tür için uygulanan vücut kondisyonu takip protokolü sonuçları Şekil 4.5'te verilmiştir.



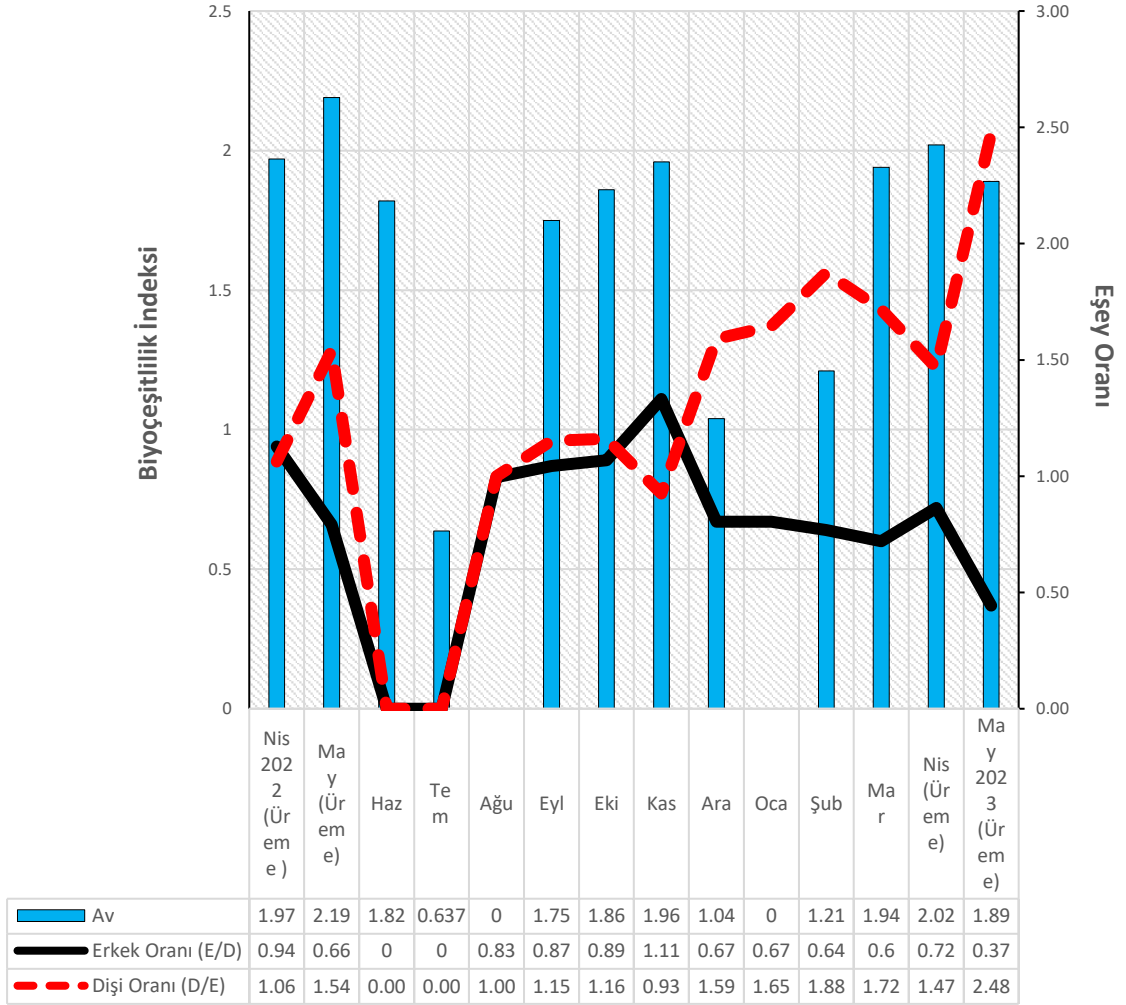
Şekil 4.5 Çiftleşme döneminde dişi bireylere ait vücut kondisyonu takip sonuçları



Şekil 4.6 *M. religiosa* çiftleşme ve kanibalizme dair saha gözlemleri: Çiftleşme gözlemleri (A-D); Cinsel kanibalizm (E-F); Dişiler arasında kanibalizm (G-I)

4.2.2 *Empusa fasciata* için Avlanabilir Böcek Çeşitliliği ile Eşey Oranı İlişkisi

Av çeşitliliği ve eşey oranı arasındaki ilişkiye göre 2022 ve 2023 yıllarında biyoçeşitliliğin en yoğun olduğu zamanın nisan ve mayıs aylarında olduğu tespit edilmiştir. *E. fasciata*'nın üreme döneminde av biyoçeşitliliği yüksek olmasına rağmen erkek oranı azalmaya devam etmiştir. Potansiyel av türleri çeşitliliğinin değişimine ilişkin gözlem yapılan aylara ilişkin tüm veriler Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.7 *Empusa fasciata* için av potansiyeli av potansiyeli böcek gruplarına bağlı biyoçeşitlilik yoğunluğu değişimi

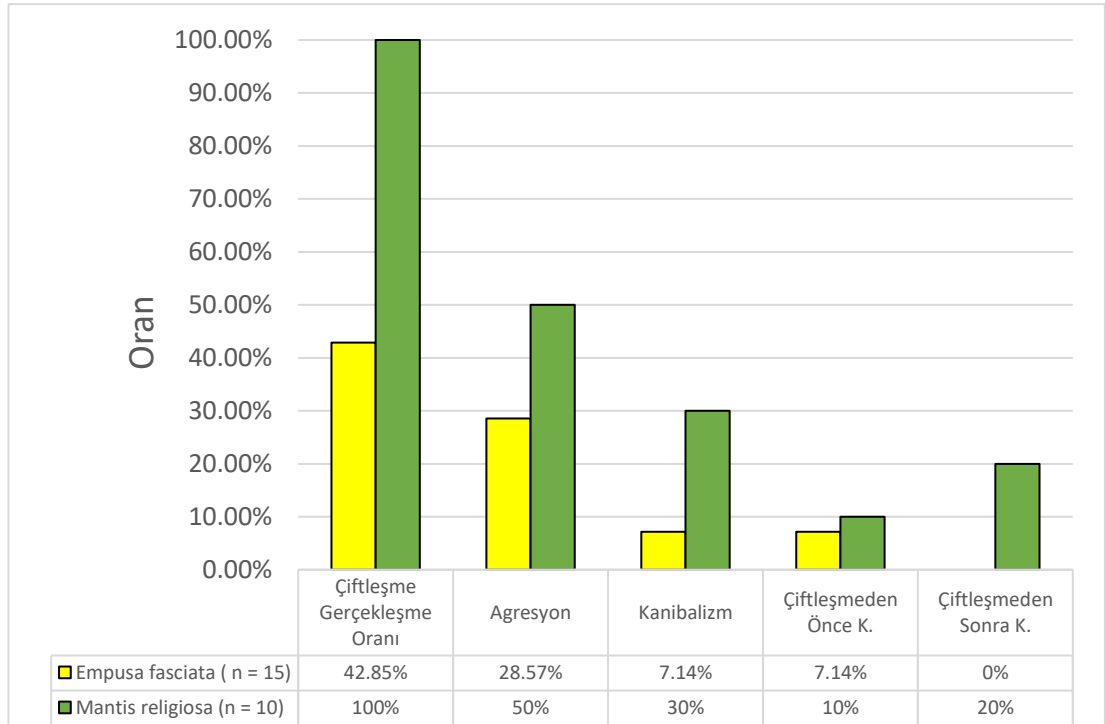
4.3 Hipotez 3 Bulguları

Bu hipotezde fenolojileri farklı iki türle ilgili kanibalizm oranının farklılık gösterdiği iddia edilmiştir. Ek olarak esaret şartlarındaki her iki tür için agresyon, kanibalizm oranı ve kanibalizmin çiftleşmenin hangi safhasında çıktığının oransal olarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

4.3.1 *Mantis religiosa* ve *Empusa fasciata* Çiftleştirme Deneyi Sonuçları

M. religiosa için yapılan çiftleştirme deneyi sonuçlarına göre 10 adet çiftleştirme deneyinde bireylerin hepsinde kopulasyon gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre cinsel kanibalizmin açığa çıkma oranı bu tür için 30% oranında (2 Çiftleşme sonrası, 1 çiftleşme öncesi) gözlemlenmiştir. Dişinin erkek bireye agresif davranış sergileme oranı ise 50% olarak tespit edilmiştir.

E. fasciata için yapılan çiftleştirme deneyi sonuçlarına göre 15 adet çiftleştirme deneyinde toplam birey sayısının 42.85%'inde kopulasyon gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre cinsel kanibalizmin açığa çıkma oranı bu türde 7.14% olarak (1 çiftleşme öncesi) gözlemlenmiştir. Dişinin erkek bireyi agresyon uygulama oranı ise 28.57% olarak tespit edilmiştir. Her iki türe ait çiftleştirme deneyi sonuçlarına Şekil 4.7.'de yer verilmiştir.



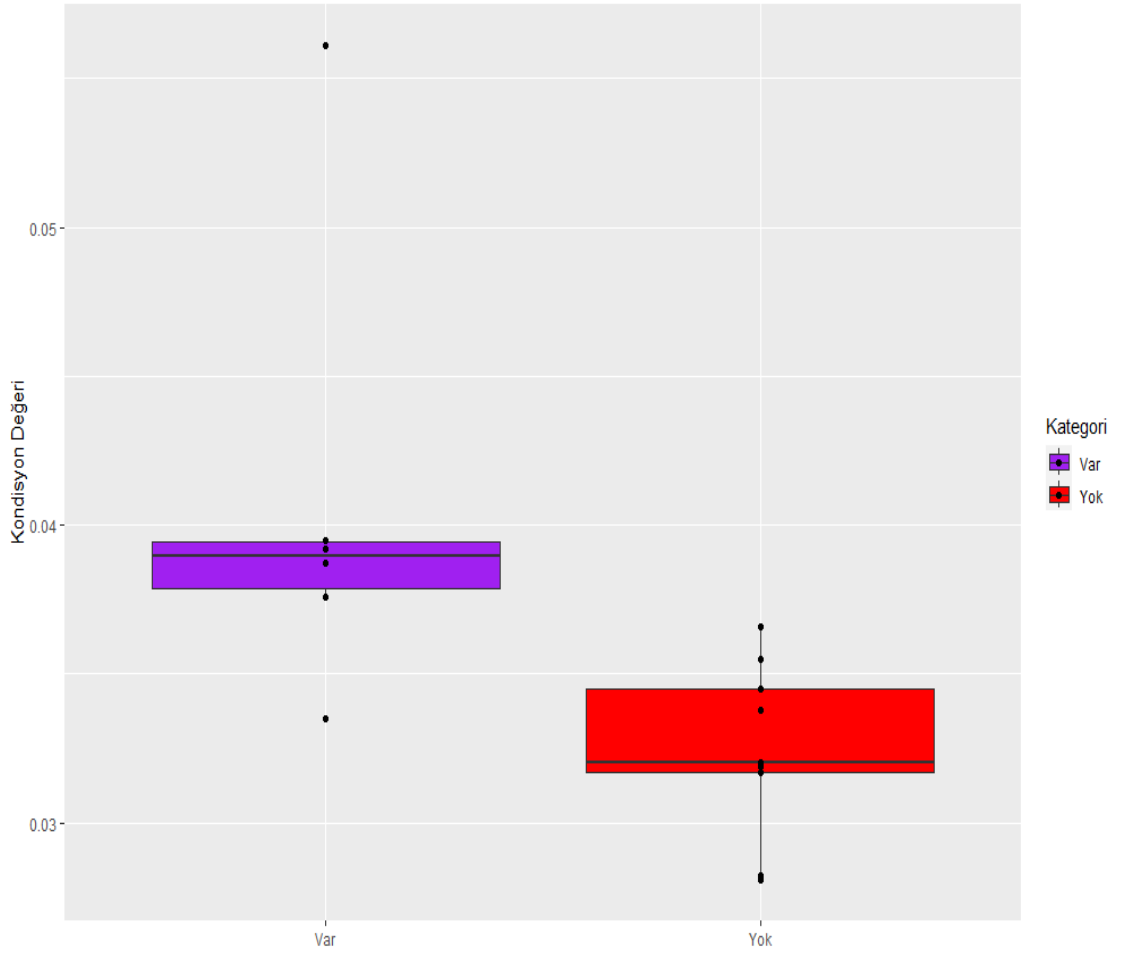
Şekil 4.8 Türlerle ait çiftleştirme deneyi sonuçları

E. fasciata'ya ait yapılan çiftleştirme deneyleri sonunda çiftleştirme deneyine dahil edilmeyen bir adet dişi partenogenez varlığı deneyi için ayrılmış olup, 14 ve 18 Haziran tarihlerinde iki adet ootheca döşemiş ve 28 Haziran 2023 tarihinde ölmüştür. Teraryum koşullarında bekletilen oothecalardan hiç birey çıkışı gözlemlenmemiştir.

Her iki türe ait yapılan çiftleşme deneyleri sonucunda ise *E. fasciata* 'ya ait kopulasyon oranı %42-85 iken, *M. religiosa* 'ya ait tüm erkek bireyler çiftleşmeyi başarılı bir şekilde tamamlamıştır. *E. fasciata* erkek bireylerinden elde edilen verilere göre vücut kondisyonu iyi olan bireylerin dişiyle çiftleşebilmiş veya dişiye karşı çiftleşme girişiminde bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Diğer yandan *M. religiosa* erkek bireylerinde vücut kondisyonuna bakılmaksızın tüm erkekler dişiyle başarılı bir şekilde çiftleşebilmiştir. Bu nedenle *E. fasciata* erkek bireylerinin kopulasyon durumu ve vücut kondisyonu endeksi verilerine Şekil 4.9'da yer verilmiştir.

Çizelge 4.7 T-testi analizi ile çiftleşen ve çiftleşmeyen *E. fasciata* erkeklerinin vücut kondisyonu karşılaştırması.

Çiftleşme Durumu	Birey Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	df	t	p-değeri
Var	6	0.040767	0.007827	13	2.9209	<0.05
Yok	9	0.032478	0.002971			



Şekil 4.9 *E. fasciata* Vücut Kondisyonu ve Kopulasyon Durumu İlişkisi

4.3.2 Doğal ve Esaret Şartlarda Yetiştirilen Dişilerin Vücut Kondisyonu Karşılaştırması

Her iki türe ait doğal ve esaret şartlarda bslenen dişilerin vücut kondisyon durumu karşılaştırıldığında *E. fasciata* doğal popülasyonundaki dişilerin vücut kitle endeksi ortalaması esaret koşullarındakilere göre belirgin bir şekilde fazla çıkmıştır ($t=5.9$, $df=30$, $p=0.0001$). Buna ters olarak *M. religiosa* doğal popülasyonundaki dişiler ile çiftleştirme deneylerinde kullanılan bireyler arasında belirgin bir farklılık bulunamamıştır ($t=1.73$, $df=38$, $p=0.09$). Doğal ve esaret koşullarındaki dişilerin vücut kondisyonu verileri ve vücut kitle endeksi farklılıklarıyla ilgili bilgilere Çizelge 4.8’de yer verilmiştir.

Çizelge 4.8 Türlerle ait dişilerin doğal ve esaret şartlardaki vücut kondisyonu karşılaştırması

Tür	Grup	Birey Sayısı	Vücut Kondisyon Ortalaması	SD	SEM	df	SED	t	P değeri
<i>Empusa fasciata</i>	Çiftleştirme Deney	15	0.0426	0.005	0.001	30	0.004	5.9	<0.01
	Doğal Popülasyon	17	0.0639	0.013	0.003				
<i>Mantis religiosa</i>	Çiftleştirme Deney	10	0.3004	0.119	0.038	38	0.031	1.7	0.09
	Doğal Popülasyon	30	0.2475	0.069	0.013				

4.3.3. *Empusa fasciata* 'da Kanibalizmin Nadir Olduğuna Dair Ek Kanıtlar

Arazi gözlemlerinde 12 Kasım 2022 – 4 Mayıs 2023 tarihleri arasında *E. fasciata* nimfal bireylerinin aynı bitkide toplu bir şekilde konumlanabildiği kaydedilmiştir.



Şekil 4.10 Diyapoz dönemindeki nimf *E. fasciata* bireylerinin aynı bitkide gözlemi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Tartışma

Yapılan tez çalışmasında Balıkesir-Akçay sınırlarında iki farklı alandaki fenolojileri farklı peygamberdevesi popülasyonları incelenmiş ve *M. religiosa*'nın doğada ve esaret şartlarında yetiştirilen *E. fasciata* 'ya göre daha fazla kanibalizm davranışı gösterdiği sonucuna varılmıştır. Doğada kanibalizmin nadir açığa çıktığının bir kanıtı olarak; iki jenerasyonluk gözlemlerde *E. fasciata*' ya ait hiçbir kanibalizm bulgusu tespit edilememiş olup, bazı bireylerin aynı bitki üzerinde uzun süre bulunabildiği de rapor edilmiştir. Ayrıca daha fazla kanibalizm gösterdiği arazi çalışması bulgularıyla da tespit edilen *M. religiosa*'nın eşey oranı, nimfal evreden ergin evreye geçerken ve üreme döneminde belirgin derecede değişiklik göstermiştir. Bu değişim, doğadaki kanibalizm gözlemleriyle ve çiftleştirme deney sonuçlarının literatür verilerini desteklemesi ile doğrulanmıştır.

5.1.1 Kanibalizm ve Diğer Parametrelerin Eşey Oranına Etkisi

Kanibalizm gösterdiği bilinen *M. religiosa* ve kanibalizmin çok nadir açığa çıktığı bilinen (kayıtlar yalnızca esaret şartları altında gözlemlenmiştir), hakkında literatürdeki bilgilerin çok kısıtlı olduğu *E. fasciata* eşey oranı değişimi incelediğinde; *M. religiosa* için nimfal aşamada dişi eğimli eşey oranı hakimken; ergin aşamanın başından, çiftleşmenin ve kanibalizmin en sık gözlemlendiği ekim ayına kadar neredeyse erkek eğimli eşey oranı hâkim olmuştur. Bireylerin tamamen ergin olarak gözlemlendiği tarihten önce yapılan son gözlemlerde istisna olarak dişi eğimli eşey oranı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise erkek ve dişi arasındaki erişkin aşamaya geçişteki zaman farklılığı (Lawrence, 1992; Raut ve Gaikwad, 2016) ve dolayısıyla erkeğin dişiye göre daha fazla yayılım oranına sahip olmasından kaynaklanabilir (Holwell ve Barry, 2007). Dişi eğimli eşey oranının, ergin aşamada erkek eğimliye evrilmesi ise erkeklerin dişi arama maksatlı daha fazla aktivite göstermelerinden kaynaklanabilmektedir (Roeder, 1935). *T. aridifolia sinensis* üzerine yapılan bir çalışmada da erkeklerin dişilere göre daha fazla yayılım gösterdiği tespit edilmiştir (Bartley, 1982). Buna ters olarak *T. aridifolia sinensis*'te ergin dişi ve erkek yayılımı arasında; erkeklerin eş arama davranışı nedeniyle ve ergin dişilerin yiyecek kısıtlanmasıyla karşı karşıya kalmasından ötürü bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir (Hurd ve ark., 1992). Maxwell (1998)'in gözlemine göre ise *I. oratoria*

peygamberdevesi erkek ve dişi deri değiştirme zamanında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Bu nedenle ergin dönemde, eşeyler arasında eğim açığa çıkıyorsa bunun erişkin aşamaya ulaşmadaki zaman farklılığından kaynaklanmaması beklenmektedir.

Lawrence (1992) *M. religiosa* eşey oranı hakkında dönem boyunca dişi eğimli eşey oranı gözlemlemiştir ve kanibalizmin yanında diğer dış faktörlerin de bu çarpık oranın açığa çıkmasında etkili olabileceğini tespit etmiştir. Çalışmamızda bunu destekleyecek nitelikte, çiftleşme dönemine girilmesiyle birlikte erkek eğimli olan eşey oranı bir hafta içerisinde istatistiksel olarak anlamlı olacak bir biçimde dişi eğimliye dönmüştür. Çiftleşme döneminde ortaya çıkan bu ani değişim; aynı tarihlerde doğada gözlemlenen birçok kanibalizm davranışıyla birlikte kanibalizmin bir sonucu olarak ortaya çıkabileceği iddia edilebilir. Lawrence (1992) dişilerin spermatekasında en yoğun sperm oranını da ayrıca Ekim ayında bulmuştur. Bu bulguyla birlikte türün fenolojik zamanıyla destekli olarak; alışmamızda Ekim ayında gözlemlenen ani eşey oranı değişiminin nedeni, birçok çiftleşme ve kanibalizm gözlemi neticesinde cinsel kanibalizmtan kaynaklanabileceği iddia edilebilir. Ek olarak cinsel kanibalizm gösterdiği bilinen *Paruroctonus mesaensis* Stahnke, 1957 akrebinin doğal popülasyonu üzerinde yapılan bir eşey oranı çalışmasında, bireylerin genç aşamadan ergine geçerken erkeklere yönelik kanibalizmin yüksek erkek mne neden olduğu gözlemlenmiş ve bu çalışmaya göre kanibalizmin bir sonucu olarak dişi-eğimli eşey oranının ön planda olduğu ve ergin erkeklerin hayatta kalma oranının dişilere göre çok daha az olduğu tespit edilmiştir (Polis, 1980).

Diğer bir kanibalizm davranışı gösterdiği iyi bilinen *T. sinensis* (Hurd ve ark., 1994) zerine yapılan çalışmalara göre eşey oranının çiftleşme döneminde dişi eğimliye doğru kaymasında cinsel kanibalizmin katkı payı çok yüksektir ve bu davranışın açığa çıkması dişinin vücut kondisyonunu yükseltmesine vesile olduğu için adaptif bir davranış olarak yorumlanmaktadır. Bu tür üzerinde Christensen ve Brown'un (2018) 3 ayrı erişkin popülasyonlar üzerinde yaptıkları araştırmada; popülasyonların sadece bir tanesinde gözle görülebilir erkek yanlı bir eşey oranı hakimken çiftleşme dönemine girilmesiyle birlikte tüm popülasyonlarda dişi yanlı eşey oranının açığa çıktığı tespit edilmiştir. *E. fasciata* zerinde yaptığımız iki sezonluk popülasyon takibinde ise; iki jenerasyon için eşey oranları arasında genellikle anlamlı bir fark bulunamamasına rağmen nimfal ve ergin evrenin genelinde dişi eğimli

eşey oranı gözlemlenmiştir. Dönemler arasındaki eşey oranı farklılığı kanibalizme bağlı parametrelerin farklılık göstermesinden ve eşeylere yönelik farklı predasyon baskılarından da kaynaklanabilmektedir (Hurd ve ark., 1994; Lawrence, 1992; Maxwell, 1998b). Nimfal evrede bireylerin aynı bitki gövdesinde gözlemlenebilmesiyle birlikte de kanibalizmin yaygın olmaması olasıdır.

E. fasciata için yapılan gözlemlerde nimfal evrede farklı eşey oranları açığa çıkarken, ergin aşamada hiçbir zaman erkek oranının dişiye baskınlığı gözlemlenmedi. Çalışmamıza göre ergin evrede bu kadar az birey bulunmasının bir diğer nedeni de büyükbaş hayvancılık faaliyetinin bir sonucuyla ilişkilendirilebilir. 5 Mart- 20 Mayıs 2022 ve 29 Kasım 2022- 15 Nisan 2023 tarihleri arasında yalnızca küçükbaş hayvancılık faaliyeti varken, 5-20 Mayıs 2022 ve 15 Nisan-15 Mayıs 2023 tarihlerinde büyükbaş hayvancılığa yönelik otlatma faaliyeti tespit edilmiş olup, otlatma faaliyetinin başlamasıyla birlikte *E. fasciata*'nın konakladığı bitkilerde tahribat ve birey sayısında azalma tespit edilmiştir. Çalışma bulgularına ek olarak literatürde otlatma baskının yoğun olduğu yerlerde böcek biyoçeşitliliğinin ve yoğunluğunun azalabileceği bildirilmiştir (Maciej ve ark., 2013; Mayer, 2004). Aynı zamanda ergin aşamada çok az birey ve neredeyse hiç erkek gözlemlenmemesinin ve nimfal aşamada istisna olarak anlamlı açığa çıkan eşey oranı farklılığının nedeni diğer taksonlarda gözlemlendiği üzere ergin aşamada dişi ve erkeklerin farklı davranışlara sahip olması ve örneklem tipi nedeniyle tespitinde de farklılıklar açığa çıkmasından ileri gelebilmektedir (Pickett ve ark., 2012; Vanderkist ve ark., 1999; Weaver ve Weckerly, 2011).

E. fasciata'nın iki jenerasyonunda nimf ve ergin eşey oranlarının kendileri arasında bir fark bulunamamasına rağmen yapılan gözlemlere göre diyapoz öncesi dönemden diyapoz aşaması sonuna kadar olan dönemde erkek oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Diyapoz öncesi dönemden, diyapoz sonuna kadarki dönemde gözlemlenen erkek oranı azalması bahar ve sonbahar ayında tespit edilen yüksek predatör çeşitlilik endeksi ile ilişkili olabilir. Güveler üzerine yapılan çalışmalarda ışık tuzaklarına yakalanan birey sayılarının ağırlıklı olarak erkek eğimli olduğu tespit edilmiştir (Altermatt ve ark., 2009; Degen ve ark., 2016; Garris ve Snyder, 2010). *E. fasciata* popülasyonuna ait gözlemler en yakın yerleşim yerine kuş uçuşu 57m uzaklıkta bir alanda yapılmıştır. Bu nedenle güveler hakkındaki literatür

bulgularına dayanarak ergin aşamada nimfal evreye göre çok az miktarda hiç erkek gözlenmemesinin nedeni yapay ışıklandırma olabilmektedir. Buna bağlı olarak aynı zamanda yapay ışıklandırma gece uçuş faaliyeti sergilenmesiyle birlikte peygamberdevelerinde yarasa predasyonuna daha fazla maruz kalmaya sebep olabilmektedir (Cumming, 2011; Yager, 1999). Buna destekli olarak iyi bir uçuşu olan *Ameles syriensis* Giglio-Tos, 1915 peygamberdevesinin erkek bireylerinin de yapay ışıklandırmadan etkilendiği ve yönelim sergilediği bilinmektedir (Abu-Dannoun ve Katbeh-Bader, 2007). Bu bilgiler ışığında yapay ışıklandırmanın *Empusa* gibi iyi uçucu cinslerin eşey oranlarını etkileyebileceği de öne sürülebilir.

M. religiosa ve *E. fasciata* eşey oranının karşılıklı olarak değerlendirilmesinde ise; İki türün nimfal eşey oranı arasında anlamlı bir farklılık bulunamamasına rağmen *E. fasciata* nimfal eşey oranının 1:1 oranına daha yakın olduğu ve ergin *M. religiosa*'da erkek eğimli eşey oranı olduğu gözlemlenmiştir olup, çiftleşme dönemine girilmesiyle birlikte aniden anlamlı bir azalma tespit edilmiştir.

Nimf ve ergin eşey oranı değerlendirilmesinde; *E. fasciata*'nın eşey oranında 1:1'e yakın olan eşey oranının ergin aşamada çok belirgin bir şekilde dişi eğimliye aniden evrildiği tespit edilmiştir (Nimf Erkek Oranı Ortalaması: 0.88, Ergin Erkek Oranı Ortalaması: 0.10). *M. religiosa*'da ise genel itibariyle nimfal aşamadan ergin aşamaya geçildiğinde ortamdaki erkek oranında istatistiksel olarak anlamlı olmasa bile artış gözlemlenmiştir (Nimf Erkek Oranı Ortalaması: 0.73, Ergin Erkek Oranı Ortalaması: 1.82) fakat çiftleşme öncesi erişkindeki çok belirgin olan ortalama erkek oranı (3.12), çiftleşme dönemine girildiğinde (0.27) olarak gözlemlenip, eşey oranında anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir. Bu bulgulara göre çiftleşme dönemine girilmesiyle birlikte çok belirgin erkek eğimliden ağırlıklı olarak dişi eğimliye evrilen eşey oranının doğal popülasyonda birçok çiftleşme ve kanibalizm bulgusuyla birlikte kanibalizm ile de ilişkili olduğu söylenebilir. Hurd ve arkadaşlarının (1994) *T. sinensis* üzerindeki bulgularına göre çiftleşmeyle ilişkisi olmasa bile ergin dişi diyetlerinin 63%'ünü erkekler oluşturmaktadır. Bu bulguya dayanarak, *M. religiosa* ve *T. sinensis*'in benzer fenolojiye sahip olması ve iki türün de çiftleşme döneminde yiyecek stoklarının azlığıyla karşı karşıya kaldığı bilindiğine göre bulgularımızdaki çok belirgin olan *M. religiosa* erkek eğimli eşey oranının bir hafta içerisinde belirgin bir şekilde dişi eğimliye evrilmesinde cinsel kanibalizmin de katkı payı olduğu iddia

edilebilir. *Empusa* türleri ise diğer peygamberdevesi türlerine göre daha az agresif bir organizma olması, esaret şartlarında bile beraber yetiştirilebilmesi ile bilinmektedir (Gemeno ve ark., 2005). Bulgularımıza dayanarak türün fenolojik döngüsünde çiftleşme döneminin biyoçeşitliliğin yüksek olduğu zamana denk geldiği ve nimfal aşamaya göre çok az erkek birey gözlemlendiği için bu eşey oranı farklılığını farklı parametrelerle değerlendirmek veya farklı ortamlarda da ergin eşey oranını takip etmek daha açıklayıcı olacaktır. Ergin dönemde eş bulmada çok önemli olan antenlerin Empusidae üyelerinde daha farklı olması ve bu anten yapısının ergin aşamada açığa çıkması, *M. religiosa*'dan ergin aşamada daha farklı davranışa sahip olduğunun bir göstergesi olabilir. Bu nedenle *E. fasciata*'da ergin aşamada eş aramadan ötürü değişen eşeyler arasındaki davranış farklılıklarından dolayı ergin aşamanın başından beri sürekli dişi eğimli eşey oranı gözlemlenmek olasıdır. Empusaların *M. religiosa*'dan daha erken feromon salınımına başlaması (Gemeno, 2005) erkeklerin daha erken yayılım sergilediğinin bir işareti olabilir ve bu nedenle erkek Empusaların erkenden ölüm etmenleriyle yüzleşmesiyle birlikte eşey oranında ani bir değişimin açığa çıkmasını beklemek olasıdır. Bu yaklaşıma destekli olarak *Latrodectus hasselti* Thorell, 1870 örümceğinde ölüm oranının 80-92% oranında eş aramaktan kaynaklandığı bilinmektedir (Andrade, 2003). Christensen ve Brown'un (2018) *Tenodera sinensis* peygamberdevesi üzerinde yaptığı araştırmaya göre erkeklerin dişilerden yaklaşık 3 kat daha fazla yayılım sergilediği bilindiğine göre; çiftleşme dönemine girildiğinde ani dişi eğimli eşey oranının açığa çıkmasının nedeni erkeğin ölüm etmenleriyle karşılaşmasının daha olası olmasından da kaynaklanabilir. Andrade (2003) çalışmasında dişinin daha az yer değiştirdiği *L. hasselti* örneğinde ergin erkeklerin %80'i çiftleşecek dişiyi bulamadan ölmektedir. Bu nedenle yatığımız çalışmada ergin aşamada *Empusa fasciata* bireylerinde erkeklerin neredeyse hiç gözlemlenememesi eş ararken yoğun predasyon baskısına maruz kalmasından kaynaklanabilir.

Markalama ve yeniden yakalama verilerine göre nimfal ve erginlerin toplam verilerine göre erkek *E. fasciata*'nın dişilere göre belirgin bir şekilde az yakalandığı tespit edilmiştir. Diğer yandan *M. religiosa* için her iki eşeyin yeniden yakalanma yüzdeleri *E. fasciata* 'ya göre ne kadar düşük olsa da toplam yeniden yakalanma oranlarında erkek ve dişiler arasında belirgin bir farklılık bulunamamıştır. Buna zıt

olarak sadece ergin aşamanın yeniden yakalanma oran verilerinde ise erkek *M. religiosa*'nın yeniden yakalanma yüzdeleri dişilerden fazlayken Ekim ayında dişi eğimli yeniden yakalanma oranı daha fazla tespit edilmiş ve fenolojik zamanın sonuna doğru yalnızca dişi bireylerin yeniden yakalandığı tespit edilmiştir. Ergin *E. fasciata* yeniden yakalanma oranlarında ise birey sayısı azlığı nedeniyle yalnızca dişiler yeniden yakalanabilmiş, bulunan az birey sayısına rağmen dişiye dayalı yeniden yakalama yüzdelerinde artış ve *M. religiosa* dişilerine göre dikkate değer farklılık tespit edilmiştir. Çalışmanın bu sonucu diğer omurgasız türlerinde de gözlemlendiği gibi besin oranından kaynaklı yayılım kabiliyetinde farklılık açığa çıkmasıyla ilişkilendirilebilir (Kohler ve McPeck, 1989; Kugelberg, 1977). *E. fasciata* ve *M. religiosa* arasındaki yeniden yakalanma oranındaki bu farklılık fenolojik farktan kaynaklanabilir. *E. fasciata*'nın yaşam safhasının büyük bir bölümü kış aylarına denk geldiği için hareketin daha az olması beklenir. Ek olarak fenolojik fark ve gereksinimlerden dolayı *M. religiosa*, *E. fasciata*'ya göre daha sık deri değiştirmektedir. Nimfal evredeki yeniden yakalanma oranının az olması deri değiştirme sıklığıyla ilişkilendirilebilir. Literatüre göre omurgasızlarda hava koşullarının da yayılım kabiliyetinin etkilediğine yönelik bulgular da mevcuttur (McManus, 1988).

E. fasciata ile çok yakın bir tür olan *Empusa pennata* (Thunberg, 1815) ve *M. religiosa* 'ya ait dişi bireyler feromon salınımını gece yapmaktadır ve bu davranışın ergin safhaya geçtikten sonra açığa çıkması *M. religiosa* 'da daha uzundur (Gemeno et al., 2005). Bu sebeple *Empusa* erkeklerinin ergin aşamada daha erken dişi arayışına geçmesi ve dolayısıyla daha fazla ölüm oranı gözlemlenmesi beklenebilir. Literatüre göre çalışma model organizmalarından *M. religiosa*'nın ergin aşamasında dişi eğimli eşey oranının açığa çıkma nedeninin erkek yayılım yeteneğinin daha fazla olması ve bu nedenle daha fazla predasyona maruz kalmasından kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Lawrence, 1992). Ayrıca cinsel aktivasyonun eşeyler arasındaki yayımda farklılıklara yol açtığı ve ölüm oranı farklılıklarına neden olduğu bilinmektedir (Bowler ve Benton, 2009). Peygamberdevelerinde de ergin safhaya geçiş zamanı farklılıkları, eşeyler arasındaki yayılım kabiliyeti ve yaşam süresi farklılıkları eşey oranını etkileyebilmektedir fakat bu farklılıklar her tür için geçerli olmayabilir (Maxwell, 1998b).

Çalışmanın bulgularında erkek *E. fasciata* bireylerinin az gözlemlenmesinden yola çıkarak; erkeğin dişiye göre daha fazla hareket kabiliyetine sahip olmasının olası evrimsel nedenleri eşeyssel yatırım ve bundan kaynaklı dişilerin de daha uzun ömürlü olmasıyla da ilişkilendirebilir (Savalli ve Fox, 1999; South ve ark., 2009). Eşeyler arasındaki yaşam süresi farklılığının da eşey oranını güçlü bir şekilde etkilediğini bilinmektedir (Buchan ve Sohal, 1981; Maxwell, 1998b). Esaret şartlarında yetiştirilen erkeklerin birçoğunun çiftleştirme deneyinden kısa bir süre sonra ölmesi ve doğal popülasyon takibinde ergin aşamada dişi eğimli eşey oranının sürekli sabit kalması, eşeyler arasındaki yaşam süresi farklılıkları nedeniyle çarpık eşey oranının açığa çıkmasındaki en temel sebeplerden biri olduğunun güçlü bir işaretidir.

Empusidae ailesine ait peygamberdevesi ergin erkeklerinin özelleşmiş pektinat anten yapısına sahip olmasıyla diğer peygamberdevesi ailelerine ait üyelerden ayrılmaktadır. Peygamberdevelerinde eş arama stratejisi erkeğin dişinin feromonlarını takip ederek daha fazla hareket sergilemesi üzerine kuruludur. Birçok türde (*M. religiosa* ve *E. pennata* dahil) dişilerin abdomen bükme davranışıyla durağan vaziyette feromon salgıladığı ya da ilişkili yapılara sahip olduğu gözlenmiştir (Edmunds, 1976; Robinson ve Robinson, 1979) ve aynı zamanda mikro düzeyde erkeklerin dişilere göre daha fazla kemoreseptöre sahip olması da (Slifer, 1968) bu iddiayı desteklemektedir. Ayrıca Lawrence (1992) bulgularına göre dişi *M. religiosa*'nın yaklaşık ~100m uzaktaki erkekleri bile feromon vasıtasıyla çağırabildiği tespit edilmiştir. Pektinat anten yapısının birey sayısı düşük oranda olan dişiye bulmada kolaylık sağlamasıyla birlikte (Symonds ve ark., 2012), erkeğin dişi bulmak için daha fazla dispersal aktivite gösterdiğinin de bir göstergesi olabilir. Dolayısıyla *E. fasciata* eşeyleri arasında yeniden yakalanma oranı farkının diğer bir nedeni de erkeğin daha fazla yer değiştirmesinden kaynaklı olduğu söz edilebilir. İki farklı peygamberdevesi (*P. albofimbriata* ve *Ciulfina biseriata* Westwood, 1889) üzerine yapılmış bir çalışmada anten morfolojisinin popülasyon yoğunluğu ve habitat özelliklerinden etkilenebileceği ortaya konulmuş olup, düşük popülasyon yoğunluğu sergileyen türün görmekten daha çok, feromon vasıtasıyla dişinin yerini tespit ettiği bildirilmiştir (Holwell et al., 2007). Bu araştırmanın sonucuna göre ergin aşamada, her iki eşeyte *E. fasciata*'nın, *M. religiosa* 'ya göre çok daha düşük birey sayısı sergilemesinin bir nedeni de bu olabilir. Dişilerin feromon yoluyla erkekler tarafından erken tespiti, çiftleşme öncesi cinsel

kanibalizmin öne geçebilmektedir ve erkeğin çiftleşme şansı elde edebilmesi açısından avantaj sağlayabileceği de unutulmamalıdır (Maxwell, 1999a) Ek olarak, *P. albofimbriata* için dişi yerinin önceden tespiti, erkeklerin çiftleşme öncesi kanibalizmtan kaçınması yönünden bir avantaj sağladığı bildirilmiştir (Barry, 2004).

5.1.2 Vücut Kondisyonunun Kanibalizm ve Eşey Oranı ile İlişkisi

Vücut kondisyonu peygamberdevelerinde kanibalizmin açığa çıkmasındaki en önemli faktörlerden biridir. Günümüze kadar yapılan çalışmalara göre peygamberdevelerinde ve örümceklerde vücut kondisyonu düşük olan dişiler, iyi olanlara göre daha fazla kanibalizm davranışı sergileme eğilimindedir (Andrade, 1998; Barry ve ark., 2010; Kynaston ve ark., 1994; Liske ve Davis, 1987). *M. religiosa* ergin dişileri için yapılan vücut kondisyonu takibinde ortalama değer olarak ilk bir haftada düşüş sergileyen vücut kitle endeksinde sonraki gözlemlerle belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir. Buna ters olarak literatüre göre *M. religiosa* üreme döneminde yiyecek yokluğuyla yüz yüze olduğu bilinen bir türdür (Lawrence, 1992). Arazi çalışması bulgularına göre vücut kitle endeksindeki sabit oranın devamlılığı aynı tarih aralığında gözlemlenen birçok kanibalizm davranışıyla açıklanabilir. Literatürdeki bulgulara göre kanibalizmin doğurganlığı ve vücut kondisyonunu artırdığına yönelik kanıtlar mevcut olduğu gibi (Birkhead ve ark., 1988; Brown ve Barry, 2016), üreme döneminde yiyecek yokluğuyla yüz yüze kalmaya karşı türdeş bireyi tüketmek doğurganlığı artırmak için alternatif bir çözüm olabilir. Ekim ayının başında dişiye yönelik aniden değişen eşey oranı açlık nedeniyle gerçekleşen kanibalizmden kaynaklı olabilir. Fakat 1 Kasım 2022 tarihinde çıkan yangın sonrasında alanın tamamen tahrip olmasıyla ve dişi oranının düşüşüne yönelik intra-seksüel kanibalizm gözlemleri haricinde herhangi bir veri toplanamaması nedeniyle yorum yapmak pek mümkün olamamıştır. *M. religiosa* için kanibalizm kaynaklı vücut kondisyonunun belirgin bir değişiklik göstermemesi iddiası ılıman koşullarda yaşayan peygamberdevesi türleri ergin aşamalarının ilerleyen dönemlerinde av bulma potansiyelinde azalış gözlemlenmesi bulgusuyla desteklenebilir (Eisenberg ve ark., 1981). Dişi *M. religiosa* bireyleri başarılı bir şekilde yumurta döşemek ve cinsel çekiciliğini artırmak için vücut ağırlığını son deri değişiminden sonra 50% artırmalıdır (Lawrence, 1992). Arazi çalışmalarına göre *M. religiosa* 'da özellikle gıdanın sınırlı olduğu üreme döneminde inter/intra-seksüel kanibalizm gözlemlenmesinin nedeni üreme başarısını artırmak için

ihtiyaç olan besinin karşılanması olabilir. Aynı zamanda *M. religiosa*'da daha düşük kondisyondaki erkeklerin kanibalizme uğrama oranının daha yüksek olması da (Prokop ve Václav, 2005) üreme döneminde aniden dişi eğimli açığa çıkan eşey oranının bir açıklaması olabilir.

E. fasciata ergin dişileri için yapılan vücut kondisyonu takibinde ise ortalama vücut kitle endeksinde sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Bu vücut kitle endeksindeki artış kanibalizmin *M. religiosa* 'ya göre daha nadir veya doğada hiç açığa çıkmadığına dair bir gösterge olabilir. Cinsel kanibalizmin evrimsel olarak açığa çıkmasını açıklayan adaptif yiyecek arama hipotezine göre dişiler mevsime bağlı olarak alandaki yiyecek oranına göre zaman zaman vücut kondisyonunu toplamak için erkeği besin olarak tüketmeyi tercih edebilmektedir (Prokop ve Václav, 2008). Fakat, *E. fasciata* peygamberdevesinde polinatör böcek gruplarına yönelik yapılan biyoçeşitlilik analizine göre üreme döneminde av potansiyeli böcek çeşitliliği diğer zamanlara göre fazladır. Av potansiyeli tür biyoçeşitliliği genellikle uçabilen polinatör böcekler (Lepidoptera, Neuroptera, Hymenoptera) üzerinden hesaplanmıştır, buna destek olarak literatürde *E. fasciata* ile ekolojik ve morfolojik olarak büyük benzerlik gösteren *E. pennata*'nın diğer Mantidae üyesi peygamberdevesi türlerine nazaran av konusunda daha seçici olduğu ispat edilmiştir (Reitze ve Nentwig, 1991). Çalışma sonucunda tespit edilen av biyoçeşitliliği endeksine dayanarak; eğer kanibalizmin açığa çıkmasındaki en temel faktörlerden biri yiyecek kısıtlamasıysa, *E. fasciata* 'da dişinin erkeği besin olarak tüketmesi davranışının popülasyon dinamiği ve nesil devamlılığı için uyumsuz bir durum olması beklenebilir. Bu nedenle ergin aşamanın ilk zamanlarında yiyecek oranı fazla olmasına rağmen az tespit edilen erkek oranının eşeyler arasındaki ömür uzunlukları ve predasyon baskısı gibi faktörlerden kaynaklanması beklenebilir. Yine de cinsel kanibalizmin açığa çıkmasında katkısı olan evrimsel, fizyolojik ve genetik diğer faktörlerin de var olduğu unutulmamalıdır (Arnqvist ve Henriksson, 1997; Elgar ve Schneider, 2004).

5.1.3 Cinsel Kanibalizm Oranı Karşılaştırılması

Cinsel kanibalizm çoğunlukla yırtıcılarda ortaya çıkan bir davranış olsa da nadir olarak otçul beslenen gruplarda da ortaya çıkabilen bir davranıştır (Fox, 1975). Peygamberdevelerinde kanibalizm davranışı türler arasında farklılık gösterebilir (Fisher ve ark. 2020) ve bu da türlerin popülasyon oranını ve eşey oranını

etkileyebilmektedir (Wilder ve ark., 2009). Çalışmamızda kullandığımız *E. fasciata* ile aynı cinsteki *E. pennata* ve kontrol için kullandığımız *M. religiosa* 'ya göre; *E. pennata* bireyleri esaret koşullarında eğer yeterli yiyecek varsa birlikte yetiştirilebilir. Fakat, *M. religiosa* daha agresif bir tür olduğu için birbirinden ayrı olarak tutulmalıdır (Gemeno ve ark., 2005). Bulgularımıza göre uygun hava koşullarında bile *E. fasciata* bireylerinin de toplu bir şekilde tek bir bitki üzerinde bulunabilmesi kanibalizmin bu türde nadir olarak rastlandığı veya doğada açığa çıkmadığının bir işareti olabilir. Diğer yandan *M. religiosa* 'ya ait birçok kanibalizm davranışı arazi çalışmasında tespit edilip, literatürde de bu türün kanibalizm davranışına ne kadar yatkın olduğu bilinse de (Lawrence, 1992) bu zamana kadar *E. fasciata* 'ya ait esarete bir erkeğin birkaç kez çiftleşmeden sonra yalnızca kanibalizme uğradığı rapor edilmiştir (Gomboc, 2000). *M. religiosa* ve *E. fasciata* üzerine gerçekleştirilen çiftleştirme deneyleri sonucunda *E. fasciata*'nın, *M. religiosa*'dan daha az kanibalizm ve agresif davranış sergilendiği sonucuna varılmıştır. Literatüre göre *M. religiosa* 'da kanibalizm görülme oranı 31%'dir (Lawrence, 1992). Bu çalışmada uygulanan çiftleştirme deneyi sonuçlarına göre ise *M. religiosa*'da 30% oranında kanibalizm davranışı sergilemiştir. Bu oran yakınlığı, uygulanan çiftleştirme deneyinin protokolünü doğrular nitelikte olup, *E. fasciata* 'da görülen 7.14%'lük kanibalizm oranı, bu türün *M. religiosa*'dan daha az kanibalizm davranışı sergilediğine dair bir kanıtı olabilir. Esaret koşullarında yetiştirilen dişilerin ve doğal popülasyondaki bireylerin vücut kitle endeksi karşılaştırmalarında ise çiftleştirme deneylerinde kullanılan *E. fasciata* bireylerinin doğadakilere göre oldukça düşük vücut kondisyonuna sahip olduğu da tespit edilmiştir. Diğer yandan çiftleştirme deneylerinde kullanılan *M. religiosa* bireyleri ile doğal popülasyondaki dişi bireylerin vücut kondisyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu bulgulara dayanarak; peygamberdevelerinde aç olan dişilerin daha agresif ve kanibalizme meyilli olduğu göz önünde bulundurulduğunda (Kynaston ve ark., 1994; Liske ve Davis, 1987; Maxwell, 2000), esaretteki *E. fasciata* dişi bireylerinin vücut kondisyonu düşük olmasına rağmen daha az cinsel kanibalizm ve agresif davranış sergilemesi, *E. fasciata*'da kanibalizmin daha ender açığa çıktığının bir göstergesi olabilir. Ayrıca esaret koşullarının hayvan davranışını etkileyebildiği de unutulmamalıdır (McPhee, 2004).

M. religiosa 'da açığa çıkan cinsel kanibalizm vakalarından bir tanesi kopulasyondan önce ve iki tanesi de sonra olmuştur. Çiftleşme sonrası kanibalizmin açığa çıktığı deneylerin kopulasyon başarıyla tamamlanmış fakat erkekler kaçmaya çalışırken dişiye yem olmuştur. Çiftleşme öncesi Kanibalizmin açığa çıktığı bir deneyde ise erkek dişinin agresif tavrına karşı kaçma davranışı gösterirken yem olmuştur. Fakat yine de dişinin pronotumdan başı koparması sonrasında kopulasyon başarılı bir şekilde tamamlanmıştır. Literatüre göre kanibalizme uğrayan ve çiftleşmeyi başaran erkeklerin çiftleşme süresinin daha uzun sürdüğü ve dişiye daha fazla sperm aktardığı tespit edilmiş; kopulasyon süresi ve aktarılan sperm doğru orantıda olduğu ispat edilmiştir (Schneider ve ark., 2006). Bu bulguya dayanarak cinsel Kanibalizmin üreme başarısına pozitif yönde etkisinin olabileceğinden söz edilebilse de ve açığa çıkma zamanına göre tür için faydalı veya maliyetli bir davranış olarak yorumlanabileceği unutulmamalıdır (Elgar ve Schneider, 2004).

Peygamberdevelerinde erkek birçok dişiyle çiftleşip, aynı zamanda dölleyebilme kabiliyetine sahiptir (Holwell, 2007; Lawrence, 1992; Moran ve Hurd, 1994; Christensen ve Brown, 2018). Bu nedenle çiftleşme sonrası kanibalizmtan kaçınmanın erkek açısından avantajlı bir davranış olduğundan da söz edilebilir. Çiftleştirme gözlemlerine göre *E. fasciata* erkeklerinin çiftleşmeden hemen sonra dişinin sırtına çıkıp yeniden çiftleşmeye çalıştığı gözlemlenmiştir. *M. religiosa* 'dan farklı olarak bu davranışın türler arasında agresif yatkınlık farklılığıyla ilişkili olduğundan bahsedilebilir. Literatüre göre cinsel kanibalizm ve agresyon oranının türler arasında farklılık gösterebildiği bildirilmiştir (Holwell ve ark., 2007).

Bazı cinsel kanibalizm gösteren türlerde ise kanibalizmin sperm transferine olumlu yönde bir etkisinin olduğu saptanamamıştır (Bukowski ve ark., 2001; Snow ve Andrade, 2004). Çalışmamıza göre ise kanibalizme uğrayıp, çiftleşen *M. religiosa* erkeğinin, daha az süre çiftleştiği tespit edilmiştir. Buna dayanarak *M. religiosa* için çiftleşme öncesi açığa çıkan cinsel kanibalizmin üreme başarısı anlamında negatif sonuç doğurduğu iddia edilebilir. *M. religiosa* üzerine yapılan bir çalışmada çok erkekli bir ortamda dişi ile çiftleşmeyi başaran erkeğin kopulasyon süresini tek erkekli bir ortama göre daha uzun tuttuğu tespit edilmiştir ve buna dayanarak çiftleşme süresinin erkekler arasındaki sperm rekabetiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Prokop ve Václav, 2005). *E. fasciata* 'da gözlemlenen çiftleşme gözlemlerinde ise; tek

kanibalizm çiftleşmeden önce ve kopulasyon olmadan açığa çıkmış olup, kanibalizm davranışı sergilense dahi erkek çiftleşmeye yönelik herhangi bir davranış girişiminde bulunmamıştır ve sonuç olarak erkeğin abdomeninin ve thoraksın büyük kısmı dişi tarafından tüketilmiştir. Cinsel kanibalizm davranışı bazı durumlarda dişi tarafından uygun erkek fenotipi seçilimine yönelik bir davranış olarak da açığa çıkabilmektedir ve dişi bazı durumlarda buna göre erkeğin kendisiyle çiftleşmesine izin verebilmektedir (Elgar ve Nash, 1988; Prenter et al., 2006). *E. fasciata* 'ya kopulasyon durumu ve erkeğin vücut kondisyonu verilerine göre; vücut kondisyonu iyi olan erkeklerin dişiyle çiftleşebildiği görülmektedir. Buna göre çiftleşmenin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi ve kanibalizmin açığa çıkması, *E. fasciata* 'da erkeğin vücut kondisyonuyla ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte *Schizocosa ocreata* örümceğinde virgin dişilerle karşılaştırılan erkeklerde çiftleşme öncesi cinsel kanibalizmin açığa çıkması erkek vücut kondisyonu, vücut boyutuna göre değişiklik göstermektedir (Persons ve Uetz, 2005). Ek olarak, popülasyon yoğunluğu ve erkeğin az olması durumu bir başka eş bulunma ihtimalini etkilemesinden dolayı çiftleşme öncesi cinsel kanibalizmin açığa çıkma oranını azaltabilmektedir (Newman ve Elgar, 1991). Bu nedenle çiftleştirme deneylerine ve ergin aşamada çok az bulunan erkek oranına göre; *E. fasciata* 'da çiftleşme olmaksızın açığa çıkan bir adet cinsel kanibalizmin literatürde de bildirildiği üzere (Arnqvist ve Henriksson, 1997; Fisher ve ark., 2018; Kralj-Fišer ve ark., 2013) açıklıkla ilişkili olması beklenebilir. *Lycosa tarantula* Linnaeus, 1758 örümceğinde cinsel kanibalizmin popülasyon dinamiğine etkisi üzerine yapılan bir saha gözleminde; çiftleşme öncesi açığa çıkan cinsel kanibalizmin, daha çok ortamdaki erkek yoğunluğunun fazla olduğu zaman açığa çıktığı bildirilmiştir (Rabaneda-Bueno ve ark., 2008). Çiftleşme olmadan açığa çıkan cinsel kanibalizm ile ilgili olarak; Agresif Yayılma Hipotezine göre aynı tür içerisinde bazı dişiler agresiflik üzerinde etkisi olan bazı genetik faktörlerin daha çok ön plana çıkması nedeniyle türdeşlerine ve karşı eşeye karşı sürekli saldırabilmektedir. Bu nedenle bazı dişiler ömrü boyunca çiftleşmemektedir (Arnqvist ve Henriksson, 1997).

5.2 Sonuç ve Öneriler

Cinsel kanibalizm davranışı genel olarak omurgasız hayvan gruplarında ortaya çıksa bile bazı omurgalı türlerinde de nadiren ortaya çıkabilmektedir. Literatüre göre bu davranışın açığa çıkmasına yönelik birçok çevresel ve genetik faktör vardır.

Peygamberdevelerinde cinsel kanibalizmin açığa çıkmasında evrimsel olarak dişi ve erkeğe yönelik uyumlu ve uyumlu olmayan birçok hipotez önerilse de doğal ve esaret şartlarındaki gözlemlere göre; bu davranışın yaygın olarak gözlemlendiği türlerde bile tok olan dişinin nadiren kanibalizm davranışı sergilediği, hatta çoğunlukla sergilemediği bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında fenolojik farklılıktan dolayı her ne kadar *E. fasciata* 'nın, *M. religiosa* 'dan daha az kanibalizm göstereceğine dair buldular elde edilse bile cinsel kanibalizmin açığa çıkma oranı ile ilgili olarak; dişinin açlık durumu ön planda olsa dahi, türlerin agresif tavrını belirleyen birçok ekolojik ve genetik yan faktörler de mevcuttur. Çalışmamızda cinsel kanibalizmin *E. fasciata* 'da daha az görülmesiyle ilgili hipotezlerimiz av potansiyeli türlerin yoğunluğu ve esaret şartlarında yapılan çiftleştirme deneyleriyle birlikte desteklense de her iki türdeki kanibalizm oranının ne derece görüldüğü ile ilgili olarak dişilerin yiyecek rejimini mide içeriği veya dışkıdan metabarkodlama gibi genetik temelli analizlerle tespit etmek ve esaret/doğal ortamda daha fazla çiftleşme gözlemlenmesi daha net sonuç verecektir.

E. fasciata ergin eşey oranı değişimi ile ilgili olarak da çalışma alanının ışıklandırma, yoğun otlatmaya maruz kaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle ergin asamada az birey bulunmasının nedenini tespit etmek açısından, ergin eşey oranı değişiminin insan yerleşimine daha uzak bir alanda gözlemlenmesi daha sağlıklı olacaktır.

6. KAYNAKÇA

- Abu-Dannoun, O., & Katbeh-Bader, A. (2007). Mantodea of Jordan. *Zootaxa*, 1617, 43–56. www.mapress.com/zootaxa/
- Aisenberg, A., Costa, F. G., & González, M. (2011). Male sexual cannibalism in a sand-dwelling wolf spider with sex role reversal. *Biological Journal of the Linnean Society*, 103(1), 68–75. <https://doi.org/10.1111/J.1095-8312.2011.01631.X>
- Albuquerque, L. S. C. de, Grossi, P. C., & Iannuzzi, L. (2016). Flight patterns and sex ratio of beetles of the subfamily Dynastinae (Coleoptera, Melolonthidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 60(3), 248–254. <https://doi.org/10.1016/J.RBE.2016.03.002>
- Alonso-Alvarez, C. (2006). Manipulation of primary sex-ratio: An updated review. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 17(1), 1–20. <https://doi.org/10.3184/147020606783437930>
- Alstad, D. N., & Edmunds, G. F. (1983). Selection, Outbreeding Depression, and the Sex Ratio of Scale Insects. *Science*, 220(4592), 93–95. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.220.4592.93>
- Altermatt, F., Baumeyer, A., & Ebert, D. (2009). Experimental evidence for male biased flight-to-light behavior in two moth species. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 130(3), 259–265. <https://doi.org/10.1111/J.1570-7458.2008.00817.X>
- Anderson, A. G., & Hebets, E. A. (2016). Benefits of size dimorphism and copulatory silk wrapping in the sexually cannibalistic nursery web spider, *Pisaurina mira*. *Biology Letters*, 12(2). <https://doi.org/10.1098/RSBL.2015.0957>
- Andrade, M. C. B. (1996). Sexual Selection for Male Sacrifice in the Australian Redback Spider. *Science*, 271(5245), 70–72. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.271.5245.70>
- Andrade, M. C. B. (1998). Female hunger can explain variation in cannibalistic behavior despite male sacrifice in redback spiders. *Behavioral Ecology*, 9(1), 33–42. <https://doi.org/10.1093/BEHECO/9.1.33>
- Andrade, M. C. (2003). Risky mate search and male self-sacrifice in redback spiders. *Behavioral Ecology*, 14(4), 531–538.
- Arnqvist, G. (1992). *Courtship behavior and sexual cannibalism in the semi-aquatic fishing spider, Dolomedes fimbriatus (Clerck) (Araneae: Pisauridae)*. <https://www.researchgate.net/publication/284695051>
- Arnqvist, G., & Henriksson, S. (1997). Sexual cannibalism in the fishing spider and a model for the evolution of sexual cannibalism based on genetic constraints.

- Arnqvist, G., & Nilsson, T. (2000). The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. *Animal Behaviour*, 60(2), 145–164. <https://doi.org/10.1006/ANBE.2000.1446>
- Aron, S., Passera, L., & Keller, L. (1994). Queen-worker conflict over sex ratio: A comparison of primary and secondary sex ratios in the Argentine ant, *Iridomyrmex humilis*. *Journal of Evolutionary Biology*, 7(4), 403–418. <https://doi.org/10.1046/J.1420-9101.1994.7040403.X>
- Aron, S., Vargot, E. L., & Passera, L. (1995). Primary and secondary sex ratios in monogyne colonies of the fire ant. *Animal Behaviour*, 49(3), 749–757. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(95\)80207-X](https://doi.org/10.1016/0003-3472(95)80207-X)
- Austad, S. N., & Thornhill, R. (1986). Female reproductive variation in a nuptial-feeding spider, *Pisaura mirabilis**. *Bull.Br.Arachnol.Soc*, 7(2), 48–52.
- Barry, K. L. (2010). Influence of female nutritional status on mating dynamics in a sexually cannibalistic praying mantid. *Animal Behaviour*, 80(3), 405–411. <https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2010.05.024>
- Barry, K. L., Holwell, G. I., & Herberstein, M. E. (2008). Female praying mantids use sexual cannibalism as a foraging strategy to increase fecundity. *Behavioral Ecology*, 19(4), 710–715. <https://doi.org/10.1093/BEHECO/ARM156>
- Barry, K. L., Holwell, G. I., & Herberstein, M. E. (2009). Male mating behaviour reduces the risk of sexual cannibalism in an Australian praying mantid. *Journal of Ethology*, 27(3), 377–383. <https://doi.org/10.1007/S10164-008-0130-Z/METRICS>
- Barry, K. L., Holwell, G. I., & Herberstein, M. E. (2010). Multimodal mate assessment by male praying mantids in a sexually cannibalistic mating system. *Animal Behaviour*, 79(5), 1165–1172. <https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2010.02.025>
- Bartley, J. A. (1982). Movement Patterns in Adult Male and Female Mantids, *Tenodera aridifolia sinensis* Saussure (Orthoptera: Mantodea). *Environmental Entomology*, 11(5), 1108–1111. <https://doi.org/10.1093/EE/11.5.1108>
- Battiston, R., & Fontana, P. (2022). Colour change and habitat preferences in Mantis religiosa. *BULLETIN OF INSECTOLOGY*, 63(1), 85–89. <https://openpub.fmach.it/handle/10449/23551>
- Birkhead, T. R., Lee, K. E., & Young, P. (1988). Sexual Cannibalism in the Praying. In *Source: Behaviour* (Vol. 106, Issue 1). http://www.jstor.orgURL:http://www.jstor.org/stable/4534701http://www.jstor.org/stable/4534701?seq=1&cid=pdf-reference#references_tab_contents

- Blamires, S. J. (2011). Nutritional implications for sexual cannibalism in a sexually dimorphic orb web spider. *Austral Ecology*, 36(4), 389–394. <https://doi.org/10.1111/J.1442-9993.2010.02161.X>
- Boulton, R. A., & Shuker, D. M. (2015). The costs and benefits of multiple mating in a mostly monandrous wasp. *Evolution; International Journal of Organic Evolution*, 69(4), 939. <https://doi.org/10.1111/EVO.12636>
- Bowler, D. E., & Benton, T. G. (2009). Variation in dispersal mortality and dispersal propensity among individuals: the effects of age, sex and resource availability. *Journal of Animal Ecology*, 78(6), 1234–1241. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2656.2009.01580.X>
- Bristowe, W. S. (1958). *The World of Spiders*. Collins.
- Brown, W. D., & Barry, K. L. (2016). Sexual cannibalism increases male material investment in offspring: quantifying terminal reproductive effort in a praying mantis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1833). <https://doi.org/10.1098/RSPB.2016.0656>
- Buchan, P. B., & Sohal, R. S. (1981). Effect of temperature and different sex ratios on physical activity and life span in the adult housefly, *Musca domestica*. *Experimental Gerontology*, 16(3), 223–228. [https://doi.org/10.1016/0531-5565\(81\)90017-6](https://doi.org/10.1016/0531-5565(81)90017-6)
- Bukowski, T. C., Linn, C. D., & Christenson, T. E. (2001). Copulation and sperm release in *Gasteracantha cancriformis* (Araneae: Araneidae): Differential male behaviour based on female mating history. *Animal Behaviour*, 62(5), 887–895. <https://doi.org/10.1006/ANBE.2001.1834>
- Christensen, T., & Brown, W. D. (2018). Population Structure, Movement Patterns, and Frequency of Multiple Matings in *Tenodera sinensis* (Mantodea: Mantidae). *Environmental Entomology*, 47(3), 676–683. <https://doi.org/10.1093/EE/NVY048>
- Cichon', M. C., Sendecka, J., Gustafsson, L., Sendecka, J., & Gustafsson, L. (2005). Male-biased sex ratio among unhatched eggs in great tit *Parus major*, blue tit *P. caeruleus* and collared flycatcher *Ficedula albicollis*. *Journal of Avian Biology*, 36(5), 386–390. <https://doi.org/10.1111/J.0908-8857.2005.03589.X>
- Clark, S. J. (1988). The effects of operational sex ratio and food deprivation on copulation duration in the water strider (*Gerris remigis* Say). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 23(5), 317–322. <https://doi.org/10.1007/BF00300578/METRICS>
- Cloutier, C., Levesque, C. A., Eaves, D. M., & Mackauer, M. (2011). Maternal adjustment of sex ratio in response to host size in the aphid parasitoid *Ephedrus californicus*. <https://doi.org/10.1139/Z91-208>, 69(6), 1489–1495. <https://doi.org/10.1139/Z91-208>

- Craig, T.P. & Mopper, S., 1993. Sex ratio variation in sawflies. In: M.R. Wagner and K.F. Raffa (Editors), *Sawfly Life History Adaptations to Woody Plants*. Academic Press, New York, pp. 61-92.
- Cumming, G. S. (2011). Mantis movements by night and the interactions of sympatric bats and mantises. *https://doi.org/10.1139/Z96-194*, 74(9), 1771–1774. <https://doi.org/10.1139/Z96-194>
- Darwin, C. (1859). *The origin of species by means of natural selection*. <http://www.ourfavouritebooks.co.uk/downloadindivid/darwin/On%20The%20Origin%20of%20Species.pdf>
- de Jong, K., Forsgren, E., Sandvik, H., & Amundsen, T. (2012). Measuring mating competition correctly: available evidence supports operational sex ratio theory. *Behavioral Ecology*, 23(6), 1170–1177. <https://doi.org/10.1093/BEHECO/ARS094>
- de Jong, K., Wacker, S., Amundsen, T., & Forsgren, E. (2009). Do operational sex ratio and density affect mating behaviour? An experiment on the two-spotted goby. *Animal Behaviour*, 78(5), 1229–1238. <https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2009.08.006>
- Degen, T., Mitesser, O., Perkin, E. K., Weiß, N. S., Oehlert, M., Mattig, E., & Hölker, F. (2016). Street lighting: sex-independent impacts on moth movement. *Journal of Animal Ecology*, 85(5), 1352–1360. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12540>
- Deventer, S. A., Herberstein, M. E., Mayntz, D., O’Hanlon, J. C., & Schneider, J. M. (2017). Female fecundity and offspring survival are not increased through sexual cannibalism in the spider *Larinioides sclopetarius*. *Journal of Evolutionary Biology*, 30(12), 2146–2155. <https://doi.org/10.1111/JEB.13178>
- Devlin, R. H., & Nagahama, Y. (2002). Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208(3–4), 191–364. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00057-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00057-1)
- Didlake, M. (1926). Observations on the life-histories of two species of praying mantis (Orthop.: Mantidae). *Entomol. News*, 37, 169–176.
- Edgar, W. D. (1969). Prey and predators of the Wolf spider *Lycosa lugubris*. *Journal of Zoology*, 159(4), 405–411. <https://doi.org/10.1111/J.1469-7998.1969.TB03897.X>
- EDMUNDS, M. (1976). COURTSHIP, MATING AND POSSIBLE SEX PHEROMONES IN THREE SPECIES OF MANTODEA. *COURTSHIP, MATING AND POSSIBLE SEX PHEROMONES IN THREE SPECIES OF MANTODEA*.
- Eggert, A. K., & Sakaluk, S. K. (1994). Sexual cannibalism and its relation to male mating success in sagebrush crickets, *Cyphoderris strepitans* (Haglidae:

- Orthoptera). *Animal Behaviour*, 47(5), 1171–1177. <https://doi.org/10.1006/ANBE.1994.1155>
- Ehrmann R. (2002). Empusa (Empusa) ILLIGER, 1798. In *Mantodea - Gottesanbeterinnen der Welt* (pp. 126–130). Natur und Tier Verlag.
- Eisenberg, R. M., Hurd, L. E., & Bartley, J. A. (1981). Ecological Consequences of Food Limitation for Adult Mantids (*Tenodera ardifolia sinensis* Saussure). *American Midland Naturalist*, 106(2), 209. <https://doi.org/10.2307/2425157>
- Elgar, M. A. (1992). Sexual cannibalism in spiders and other invertebrates. In M.A. Elgar & B.J. Crespi (Eds.), *Cannibalism: Ecology and Evolution among Diverse Taxa* (pp. 128–155). Oxford University Press.
- Elgar, M. A., & Nash, D. R. (1988). *Sexual cannibalism in the garden spider Araneus diadematus* (Vol. 36).
- Elgar, M. A., & Schneider, J. M. (2004). Evolutionary Significance of Sexual Cannibalism. In P. J. Slater, C. T. Snowdon, J. S. Rosenblatt, & M. Milinski (Eds.), *Advances in the Study of Behavior* (Vol. 34, pp. 135–163). Elsevier Academic Press.
- Elgar, M. A., Schneider, J. M., & Herberstein, M. E. (2000). Female control of paternity in the sexually cannibalistic spider *Argiope keyserlingi*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 267(1460), 2439–2443. <https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1303>
- Engqvist, L., & Sauer, K. P. (2003). Influence of Nutrition on Courtship and Mating in the Scorpionfly *Panorpa cognata* (Mecoptera, Insecta). *Ethology*, 109(11), 911–928. <https://doi.org/10.1046/J.1439-0310.2003.00937.X>
- Fabre, J. H. (1897). *Souvenirs Entomologiques* (Vol. 5). De Lagrave.
- Fisher, A. M., Cornell, S. J., Holwell, G. I., & Price, T. A. R. (2018). Sexual cannibalism and population viability. *Ecology and Evolution*, 8(13), 6663–6670. <https://doi.org/10.1002/ECE3.4155>
- Fisher, A. M., Cornell, S. J., Holwell, G. I., & Price, T. A. R. (2020). Mate-finding Allee effects can be exacerbated or relieved by sexual cannibalism. *Journal of Animal Ecology*, 89(7), 1581–1592. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13214>
- Fisher, A. M., Holwell, G. I., & Price, T. A. R. (2020). Behavioural correlations and aggression in praying mantids. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 74(5), 1–10. <https://doi.org/10.1007/S00265-020-02839-8/FIGURES/5>
- Fisher, R. A. (1958). *The Genetical Theory of Natural Selection*. <https://books.google.com/books?hl=tr&lr=&id=WPfvAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&ots=onCPLzY2so&sig=nXES3HYZVbWme7iXCes50qoTpsk>

- Forster, L. M. (1992). The Stereotyped Behaviour of Sexual Cannibalism in *Latrodectus hasselti* Thorell (Araneae: Theridiidae), the Australian Redback Spider. In *Aust. J. Zool* (Vol. 40).
- Fox, L. R. (1975). Cannibalism in Natural Populations. <https://doi.org/10.1146/Annurev.Es.06.110175.000511>, 6(1), 87–106. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ES.06.110175.000511>
- Fromhage, L. (2017). Parental Care and Investment. *ELS*, 1–7. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.A0021907.PUB2>
- Fromhage, L., & Jennions, M. D. (2016). Coevolution of parental investment and sexually selected traits drives sex-role divergence. *Nature Communications* 2016 7:1, 7(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/ncomms12517>
- Fromhage, L., Uhl, G., & Schneider, J. M. (2003). Fitness consequences of sexual cannibalism in female *Argiope bruennichi*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 55(1), 60–64. <https://doi.org/10.1007/S00265-003-0656-6/TABLES/2>
- Gao, Y., & Kang, L. (2006). Operational Sex Ratio and Alternative Reproductive Behaviours in Chinese Bushcricket, *Gampsocleis gratiosa*. *Ethology*, 112(4), 325–331. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0310.2006.01161.X>
- Garris, H. W., & Snyder, J. A. (2010). Sex-specific attraction of moth species to ultraviolet light traps. *Southeastern Naturalist*, 9(3), 427–434. <https://doi.org/10.1656/058.009.0302>
- Gemeno, C., Claramunt, J., & Dasca, J. (2005). Nocturnal calling behavior in mantids. *Journal of Insect Behavior*, 18(3), 389–403. <https://doi.org/10.1007/S10905-005-3698-Y/METRICS>
- GI Tourtlotte. (1974). Studies on the biology and ecology of the northern scorpion, *Paruroctonus boreus* (Girard). *The Great Basin Naturalist*, 34, 167–179. <https://www.jstor.org/stable/41711422>
- Gomboc, S. (2000). Bionomie, Verbreitung und Züchtungsversuche an *Empusa fasciata* Brulle, 1836 (Mantodea, Empusidae) in Slowenien. *ARTICULATA*, 15(1), 1–6. https://dgfo-articulata.de/downloads/articulata/articulata_XV_2000/gomboc_2000.pdf
- Gould, S. J. (1985). Only His Wings Remained. In *The flamingo's smile: Reflections in natural history* (p. 40). WW Norton & Company.
- Gwynne, D. T. (1991). Sexual competition among females: What causes courtship-role reversal? *Trends in Ecology & Evolution*, 6(4), 118–121. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(91\)90089-G](https://doi.org/10.1016/0169-5347(91)90089-G)
- Hamilton, W. D. (1967). Extraordinary sex ratios. A sex-ratio theory for sex linkage and inbreeding has new implications in cytogenetics and entomology. *Science*

(New York, N.Y.), 156(3774), 477–488.
<https://doi.org/10.1126/SCIENCE.156.3774.477>

- Hebets, E. A. (2003). Subadult experience influences adult mate choice in an arthropod: Exposed female wolf spiders prefer males of a familiar phenotype. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(23), 13390–13395.
<https://doi.org/10.1073/PNAS.2333262100/ASSET/0E458A36-1C11-45A8-9B4F-26D42301EF64/ASSETS/GRAPHIC/PQ2333262005.JPEG>
- Heimerl, D., Dudová, P., Wacker, K., Schenkel, E., Despreaux, G., & Tuni, C. (2022). Adult sex ratio and male body condition affect alternative reproductive tactics in a spider. *Behavioral Ecology*, 33(1), 271–279.
<https://doi.org/10.1093/BEHECO/ARAB138>
- Herberstein, M. E., Gaskett, A. C., Schneider, J. M., Vella, N. G. F., & Elgar, M. A. (2005). Limits to Male Copulation Frequency: Sexual Cannibalism and Sterility in St Andrew's Cross Spiders (Araneae, Araneidae). *Ethology*, 111(11), 1050–1061. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0310.2005.01114.X>
- Herberstein, M. E., Schneider, J. M., & Elgar, M. A. (2002). Costs of courtship and mating in a sexually cannibalistic orb-web spider: female mating strategies and their consequences for males. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 2002 51:5, 51(5), 440–446. <https://doi.org/10.1007/S00265-002-0460-8>
- Holwell, G. I. (2007). Spermatophore feeding and mating behaviour in praying mantids (Mantodea: Liturgusidae). *Journal of Zoology*, 271(3), 255–260.
<https://doi.org/10.1111/J.1469-7998.2006.00263.X>
- Holwell, G. I., Barry, K. L., & Herberstein, M. E. (2007). Mate location, antennal morphology, and ecology in two praying mantids (Insecta: Mantodea). *Biological Journal of the Linnean Society*, 91(2), 307–313. <https://doi.org/10.1111/J.1095-8312.2007.00788.X>
- Hurd, L. E., Eisenberg, R. M., Fagan, W. F., Tilmon, K. J., Snyder, W. E., Vandersall, K. S., Datz, S. G., & Welch, J. D. (1994). Cannibalism Reverses Male-Biased Sex Ratio in Adult Mantids: Female Strategy against Food Limitation? *Oikos*, 69(2), 193. <https://doi.org/10.2307/3546137>
- Hurd, L. E., Eisenberg, R. M., Moran, M. D., Rooney, T. P., Gangloff, W. J., & Case, V. M. (1995). Time, Temperature, and Food as Determinants of Population Persistence in the Temperate Mantid *Tenodera sinensis* (Mantodea: Mantidae). *Environmental Entomology*, 24(2), 348–353.
<https://doi.org/10.1093/EE/24.2.348>
- Hurd, L. E., Mallis, R. E., Bulka, K. C., & Jones, A. M. (2004). Life History, Environment, and Deme Extinction in the Chinese Mantid *Tenodera aridifolia sinensis* (Mantodea: Mantidae). *Environmental Entomology*, 33(2), 182–187.
<https://doi.org/10.1603/0046-225X-33.2.182>

- Ingleby, F. C., Lewis, Z., & Wedell, N. (2010). Level of sperm competition promotes evolution of male ejaculate allocation patterns in a moth. *Animal Behaviour*, *80*(1), 37–43. <https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2010.03.022>
- Johnson, J. C. (2001). Sexual cannibalism in fishing spiders (*Dolomedes triton*): an evaluation of two explanations for female aggression towards potential mates. *Animal Behaviour*, *61*(5), 905–914. <https://doi.org/10.1006/ANBE.2000.1679>
- Johnson, J. C., & Sih, A. (2005). Precopulatory sexual cannibalism in fishing spiders (*Dolomedes triton*): A role for behavioral syndromes. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *58*(4), 390–396. <https://doi.org/10.1007/S00265-005-0943-5/METRICS>
- Jonathan A. Newman, and M. A. E. (1991). Sexual Cannibalism in Orb-Weaving Spiders: An Economic Model. *The American Naturalist*, *138*(Number 6), 1372–1395.
- Kadoi, M., Morimoto, K., & Takami, Y. (2017). Male mate choice in a sexually cannibalistic species: male escapes from hungry females in the praying mantid *Tenodera angustipennis*. *Journal of Ethology*, *35*(2), 177. <https://doi.org/10.1007/S10164-017-0506-Z>
- Kallimanis, A. S. (2010). Temperature dependent sex determination and climate change. *Oikos*, *119*(1), 197–200. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0706.2009.17674.X>
- Kappeler, P. M., Benhaiem, S., Fichtel, C., Fromhage, L., Höner, O. P., Jennions, M. D., Kaiser, S., Krüger, O., Schneider, J. M., Tuni, C., van Schaik, J., & Goymann, W. (2022). Sex roles and sex ratios in animals. *Biological Reviews*. <https://doi.org/10.1111/BRV.12915>
- Kilner, R. (1998). Primary and secondary sex ratio manipulation by zebra finches. *Animal Behaviour*, *56*(1), 155–164. <https://doi.org/10.1006/ANBE.1998.0775>
- Kohler, S. L., & McPeck, M. A. (1989). Predation Risk and The Foraging Behavior of Competing Stream Insects. *Ecology*, *70*(6), 1811–1825. <https://doi.org/10.2307/1938114>
- Kokko, H., Klug, H., & Jennions, M. D. (2012). Unifying cornerstones of sexual selection: operational sex ratio, Bateman gradient and the scope for competitive investment. *Ecology Letters*, *15*(11), 1340–1351. <https://doi.org/10.1111/J.1461-0248.2012.01859.X>
- Komdeur, J. (2012). Sex allocation. *The Evolution of Parental Care*, 171–188. <https://doi.org/10.1093/ACPROF:OSO/9780199692576.003.0010>
- Krackow, S. (2002). Why Parental Sex Ratio Manipulation is Rare in Higher Vertebrates (Invited Article). *Ethology*, *108*(12), 1041–1056. <https://doi.org/10.1046/J.1439-0310.2002.00843.X>

- Kral, K., & Devetak, D. (1999). The visual orientation strategies of *Mantis religiosa* and *Empusa fasciata* reflect differences in the structure of their visual surroundings. *Journal of Insect Behavior*, 12(6), 737–752. <https://doi.org/10.1023/A:1020948809024/METRICS>
- Kralj-Fišer, S., Schneider, J. M., Justinek, Ž., Kalin, S., Gregorič, M., Pekár, S., & Kuntner, M. (2012). Mate quality, not aggressive spillover, explains sexual cannibalism in a size-dimorphic spider. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66(1), 145–151. <https://doi.org/10.1007/S00265-011-1262-7/METRICS>
- Kralj-Fišer, S., Schneider, J. M., & Kuntner, M. (2013). Challenging the Aggressive Spillover Hypothesis: Is Pre-Copulatory Sexual Cannibalism a Part of a Behavioural Syndrome? *Ethology*, 119(8), 615–623. <https://doi.org/10.1111/ETH.12111>
- Kugelberg, O. (1977). Distribution, Feeding Habits and Dispersal of *Lygaeus equestris* (Heteroptera) Larvae in Relation to Food Supply. *Oikos*, 29(3), 398. <https://doi.org/10.2307/3543579>
- Kvarnemo, C., & Ahnesjö, I. (1996). The dynamics of operational sex ratios and competition for mates. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(10), 404–408. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)10056-2](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)10056-2)
- Kynaston, S. E., McErlain-Ward, P., & Mill, P. J. (1994). Courtship, mating behaviour and sexual cannibalism in the praying mantis, *Sphodromantis lineola*. *Animal Behaviour*, 47(3), 739–741. <https://doi.org/10.1006/ANBE.1994.1103>
- Lawrence, S. E. (1992). Sexual cannibalism in the praying mantid, *Mantis religiosa*: a field study. *Animal Behaviour*, 43(4), 569–583. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(05\)81017-6](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(05)81017-6)
- Liana A. (2004). *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758). In GŁOWACIŃSKI Z. & NOWACKI J. (Eds.), *Polska czerwona księga zwierząt* (pp. 72–73). PAN IOP.
- Liana A. (2007). Distribution of *Mantis religiosa* (L.) and its changes in Poland. *Fragmenta Faunistica*, 50, 91–125.
- Linn, C. A., & Griebeler, E. M. (2016). Habitat Preference of German *Mantis religiosa* Populations (Mantodea: Mantidae) and Implications for Conservation. *Environmental Entomology*, 45(4), 829–840. <https://doi.org/10.1093/EE/NVW056>
- Liske, E., & Davis, W. J. (1987). Courtship and mating behaviour of the Chinese praying mantis, *Tenodera aridifolia sinensis*. *Animal Behaviour*, 35(5), 1524–1537. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(87\)80024-6](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(87)80024-6)
- Serda, M. M. (2013). *Synteza i aktywność biologiczna nowych analogów tiosemikarbazonowych chelatorów żelaza* (Doctoral dissertation, Faculty of Science and Technology).

- Maggu, K., Ahlawat, N., Geeta Arun, M., Meena, A., & Prasad, N. G. (2021). Divergence of responses to variable socio-sexual environments in laboratory populations of *Drosophila melanogaster* evolving under altered operational sex ratios. *Evolution*, 75(2), 414–426. <https://doi.org/10.1111/EVO.14138>
- Matsura, T., & Inoue, T. (1999). *The ecology and foraging strategy of Tenodera angustipennis* (Prete FR, Wells H, Wells PH, & Hurd LE, Eds.; pp. 61–68). Johns Hopkins Press.
- Maxwell, M. R. (1998a). Lifetime mating opportunities and male mating behaviour in sexually cannibalistic praying mantids. *Animal Behaviour*, 55(4), 1011–1028. <https://doi.org/10.1006/ANBE.1997.0671>
- Maxwell, M. R. (1998b). Seasonal Adult Sex Ratio Shift in the Praying Mantid *Iris oratoria* (Mantodea: Mantidae). *Environmental Entomology*, 27(2), 318–323. <https://doi.org/10.1093/EE/27.2.318>
- Maxwell, M. R. (1999a). Mating Behavior. In F. R. Prete, H. Wells, P. H. Wells, & L. E. Hurd (Eds.), *The Praying Mantids* (pp. 69–89). Johns Hopkins University Press.
- Maxwell, M. R. (1999b). The Risk Of Cannibalism And Male Mating Behavior In The Mediterranean Praying Mantid, *Iris oratoria*. *Behaviour*, 136(2), 205–219. <https://doi.org/10.1163/156853999501289>
- Maxwell, M. R. (2000). Does a single meal affect female reproductive output in the sexually cannibalistic praying mantid *Iris oratoria*? *Ecological Entomology*, 25(1), 54–62. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2311.2000.00227.X>
- Maxwell, M. R., Barry, K. L., & Johns, P. M. (2010). Examinations of Female Pheromone use in Two Praying Mantids, *Stagmomantis limbata* and *Tenodera aridifolia sinensis* (Mantodea: Mantidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 103(1), 120–127. <https://doi.org/10.1603/008.103.0115>
- Maxwell, M. R., Gallego, K. M., & Barry, K. L. (2010). Effects of female feeding regime in a sexually cannibalistic mantid: fecundity, cannibalism, and male response in *Stagmomantis limbata* (Mantodea). *Ecological Entomology*, 35(6), 775–787. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2311.2010.01239.X>
- Mayer, C. (2004). Pollination services under different grazing intensities. *International Journal of Tropical Insect Science*, 24(1), 95–103. <https://doi.org/10.1079/IJT20047>
- Mayr, E. (1939). The Sex Ratio in Wild Birds. <https://doi.org/10.1086/280824>, 73(745), 156–179. <https://doi.org/10.1086/280824>
- McManus, M. L. (1988). Weather, behaviour and insect dispersal. *The Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 120(S146), 71–94. <https://doi.org/10.4039/ENTM120146071-1>

- McPhee, M. E. (2004). Generations in captivity increases behavioral variance: considerations for captive breeding and reintroduction programs. *Biological Conservation*, *115*(1), 71–77. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00095-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00095-8)
- Mirzaee, Z., Sadeghi, S., & Battiston, R. (2022). Biology and Life Cycle of the Praying Mantid *Hierodula tenuidentata* Saussure, 1869 (Insecta: Mantodea). *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A: Science*, *46*(4), 1163–1169. <https://doi.org/10.1007/S40995-022-01325-2/METRICS>
- Moran, M. D., & Hurd, L. E. (1994). Environmentally determined male-biased sex ratio in a praying mantid. *American Midland Naturalist*, *132*(1), 205–208. <https://doi.org/10.2307/2426216>
- Morgan, K. N., & Tromborg, C. T. (2007). Sources of stress in captivity. *Applied Animal Behaviour Science*, *102*(3–4), 262–302. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2006.05.032>
- Morrill, W. L., Gabor, J. W., Weaver, D. K., Kushnak, G. D., & Irish, N. J. (2000). Effect of Host Plant Quality on the Sex Ratio and Fitness of Female Wheat Stem Sawflies (Hymenoptera: Cephidae). *Environmental Entomology*, *29*(2), 195–199. <https://doi.org/10.1093/EE/29.2.195>
- Morse, D. H., & Hu, H. H. (2004). Age Affects the Risk of Sexual Cannibalism in Male Crab Spiders (*Misumena vatia*). [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(2004\)151\[0318:AATROS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2004)151[0318:AATROS]2.0.CO;2), *151*(2), 318–325. [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(2004\)151](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2004)151)
- Moya-Laraño, J., Orta-Ocaña, J. M., Barrientos, J. A., Bach, C., & Wise, D. H. (2003). Intriguing compensation by adult female spiders for food limitation experienced as juveniles. *Oikos*, *101*(3), 539–548. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0706.2003.12316.X>
- Moya-Laraño, J., Pascual, J., & Wise, D. H. (2003). Mating patterns in late-maturing female Mediterranean tarantulas may reflect the costs and benefits of sexual cannibalism. *Animal Behaviour*, *66*(3), 469–476. <https://doi.org/10.1006/ANBE.2003.2262>
- Newman, J. A., & Elgar, M. A. (1991). Sexual Cannibalism in Orb-Weaving Spiders: An Economic Model. <https://doi.org/10.1086/285292>, *138*(6), 1372–1395. <https://doi.org/10.1086/285292>
- O’Hara, M. K., & Brown, W. D. (2021). Sexual Cannibalism Increases Female Egg Production in the Chinese Praying Mantid (*Tenodera sinensis*). *Journal of Insect Behavior*, *34*(3), 127–135. <https://doi.org/10.1007/S10905-021-09776-Y/METRICS>
- Papach, A., Gonthier, J., Williams, G. R., & Neumann, P. (2019). Sex Ratio of Small Hive Beetles: The Role of Pupation and Adult Longevity. *Insects 2019, Vol. 10, Page 133*, *10*(5), 133. <https://doi.org/10.3390/INSECTS10050133>

- Parker, G. A. (1979). Sexual selection and sexual conflict. In M.S. Blum & N.A. Blum (Eds.), *Sexual Selection and Reproductive Competition in Insects* (pp. 123–166). Academic Press.
- Parker, G. A., & Pizzari, T. (2010). Sperm competition and ejaculate economics. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, *85*(4), 897–934. <https://doi.org/10.1111/J.1469-185X.2010.00140.X>
- Parker, G. A., Simmons, L. W., & Ward, P. I. (1993). Optimal copula duration in dungflies: effects of frequency dependence and female mating status. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *32*(3), 157–166. <https://doi.org/10.1007/BF00173773/METRICS>
- Persons, M. H., & Uetz, G. W. (2005). Sexual cannibalism and mate choice decisions in wolf spiders: influence of male size and secondary sexual characters. *Animal Behaviour*, *69*(1), 83–94. <https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2003.12.030>
- Pickett, E. J., Stockwell, M. P., Pollard, C. J., Garnham, J. I., Clulow, J., & Mahony, M. J. (2012). Estimates of sex ratio require the incorporation of unequal catchability between sexes. *Wildlife Research*, *39*(4), 350–354. <https://doi.org/10.1071/WR11193>
- Polis, G. A. (1980). The effect of cannibalism on the demography and activity of a natural population of desert scorpions. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *7*(1), 25–35. <https://doi.org/10.1007/BF00302515/METRICS>
- Polis, G. A. (1981). The Evolution and Dynamics of Intraspecific Predation. <Http://Dx.Doi.Org/10.1146/Annurev.Es.12.110181.001301>, *12*(1), 225–251. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ES.12.110181.001301>
- Polis, G. A., & Farley, R. D. (1979). Behavior and Ecology of Mating in the Cannibalistic Scorpion, *Paruroctonus mesaensis* Stahnke (Scorpionida: Vaejovidae). *The Journal of Arachnology*, *7*(1), 33–46.
- Prenter, J., MacNeil, C., & Elwood, R. W. (2006). Sexual cannibalism and mate choice. *Animal Behaviour*, *71*(3), 481–490. <https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2005.05.011>
- Prokop, P., & Václav, R. (2005). Males Respond to the Risk of Sperm Competition in the Sexually Cannibalistic Praying Mantis, *Mantis religiosa*. *Ethology*, *111*(9), 836–848. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0310.2005.01113.X>
- Prokop, P., & Václav, R. (2008). Seasonal aspects of sexual cannibalism in the praying mantis (*Mantis religiosa*). *Journal of Ethology*, *26*(2), 213–218. <https://doi.org/10.1007/S10164-007-0050-3/TABLES/1>
- Rabaneda-Bueno, R., Aguado, S., Fernández-Montraveta, C., & Moya-Laraño, J. (2014). Does Female Personality Determine Mate Choice Through Sexual Cannibalism? *Ethology*, *120*(3), 238–248. <https://doi.org/10.1111/ETH.12197>

- Rabaneda-Bueno, R., Rodríguez-Gironés, M. Á., Aguado-de-la-Paz, S., Fernández-Montraveta, C., De Mas, E., Wise, D. H., & Moya-Laraño, J. (2008). Sexual Cannibalism: High Incidence in a Natural Population with Benefits to Females. *PLoS ONE*, 3(10). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0003484>
- Rathet, I. H., & Hurd, L. E. (1983). Ecological relationships of three co-occurring mantids, *Tenodera sinensis* (Saussure), *T. angustipennis* (Saussure), and *Mantis religiosa* (Linnaeus). *American Midland Naturalist*, 110(2), 240–248. <https://doi.org/10.2307/2425265>
- Raut G, & Gaikwad S. (2016). Observations on the Life cycle, Mating and Cannibalism of *Mantis religiosa religiosa* Linnaeus, 1758 (Insecta: Mantodea: Mantidae). ~ 478 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(6), 478–482.
- Reitze, M., & Nentwig, W. (1991). Comparative investigations into the feeding ecology of six Mantodea species. *Oecologia*, 86(4), 568–574. <https://doi.org/10.1007/BF00318324>
- Rimšaitė, J., Ivinskis, P., Bartkevičienė, G., & Bernotienė, R. (2022). The northward spread of the European mantis, *Mantis religiosa* (Mantodea: Mantidae): Data from Lithuania. *European Journal of Entomology*, 118, 318–326. <https://doi.org/10.14411/EJE.2022.033>
- Robinson, M. H., & Robinson, B. (1979). By Dawn's Early Light: Matutinal Mating and Sex Attractants in a Neotropical Mantid. *Science (New York, N.Y.)*, 205(4408), 825–827. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.205.4408.825>
- Rodríguez-Muñoz, R., Boonekamp, J. J., Fisher, D., Hopwood, P., & Tregenza, T. (2019). Slower senescence in a wild insect population in years with a more female-biased sex ratio. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1900). <https://doi.org/10.1098/RSPB.2019.0286>
- Roeder, K. D. (1935). An experimental analysis of the sexual behavior of the praying mantis (*Mantis religiosa*). <https://doi.org/10.2307/1537420>, 69(2), 203–220. <https://doi.org/10.2307/1537420>
- Rowe, L. (1992). Convenience polyandry in a water strider: foraging conflicts and female control of copulation frequency and guarding duration. *Animal Behaviour*, 44(PART 2), 189–202. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(92\)90025-5](https://doi.org/10.1016/0003-3472(92)90025-5)
- RStudio Team (2015). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>
- Savalli, U. M., & Fox, C. W. (1999). The effect of male mating history on paternal investment, fecundity and female remating in the seed beetle *Callosobruchus maculatus*. *Functional Ecology*, 13(2), 169–177. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2435.1999.00287.X>
- Scardamaglia, R. C., Fosachecca, S., & Pompilio, L. (2015). Sexual conflict in a sexually cannibalistic praying mantid: males prefer low-risk over high-risk

females. *Animal Behaviour*, 99, 9–14.
<https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2014.10.013>

- Schacht, R., Beissinger, S. R., Wedekind, C., Jennions, M. D., Geffroy, B., Liker, A., Kappeler, P. M., Weissing, F. J., Kramer, K. L., Hesketh, T., Boissier, J., Uggla, C., Hollingshaus, M., & Székely, T. (2022). Adult sex ratios: causes of variation and implications for animal and human societies. *Communications Biology* 2022 5:1, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-04223-w>
- Schacht, R., Kramer, K. L., Székely, T., & Kappeler, P. M. (2017). Adult sex ratios and reproductive strategies: a critical re-examination of sex differences in human and animal societies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 372(1729). <https://doi.org/10.1098/RSTB.2016.0309>
- Schneider, J. M., & Elgar, M. A. (2002). Sexual cannibalism in *Nephila plumipes* as a consequence of female life history strategies. *Journal of Evolutionary Biology*, 15(1), 84–91. <https://doi.org/10.1046/J.1420-9101.2002.00363.X>
- Schneider, J. M., Gilberg, S., Fromhage, L., & Uhl, G. (2006). Sexual conflict over copulation duration in a cannibalistic spider. *Animal Behaviour*, 71(4), 781–788. <https://doi.org/10.1016/J.ANBEHAV.2005.05.012>
- Schneider, J. M., & Lesmono, K. (2009). Courtship raises male fertilization success through post-mating sexual selection in a spider. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1670), 3105–3111. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.0694>
- Schöfl, G., & Taborsky, M. (2002). Prolonged tandem formation in firebugs (*Pyrrhocoris apterus*) serves mate-guarding. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52(5), 426–433. <https://doi.org/10.1007/S00265-002-0524-9>
- Schwartz, S. K., Wagner, W. E., & Hebets, E. A. (2016). Males Can Benefit from Sexual Cannibalism Facilitated by Self-Sacrifice. *Current Biology*, 26(20), 2794–2799. <https://doi.org/10.1016/J.CUB.2016.08.010>
- Sevgili, H., Önal, H., & Yiğit, A. (2015). Mating Behavior and Spermatophore Characteristics in Two Closely Related Bushcricket Species of the Genus *Phonochorion* (Orthoptera: Phaneropterinae). *Journal of Insect Behavior*, 28(4), 369–386. <https://doi.org/10.1007/S10905-015-9509-1/METRICS>
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423. <https://doi.org/10.1002/J.1538-7305.1948.TB01338.X>
- Shaw, K. L., & Khine, A. H. (2004). Courtship Behavior in the Hawaiian Cricket *Laupala cerasina*: Males Provide Spermless Spermatophores as Nuptial Gifts. *Ethology*, 110(2), 81–95. <https://doi.org/10.1046/J.1439-0310.2003.00946.X>

- Sillén-Tullberg, B. (1981). Prolonged copulation: A male “postcopulatory” strategy in a promiscuous species, *Lygaeus equestris* (Heteroptera: Lygaeidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 9(4), 283–289. <https://doi.org/10.1007/BF00299884/METRICS>
- Singh, A., & Singh, B. N. (2013). Studies on remating behaviour in the *Drosophila bipectinata* species complex: Intra- and interspecific variations. *Behavioural Processes*, 96, 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2013.03.003>
- Slifer, E. H. (1968). Sense organs on the antennal flagellum of a praying mantis, *Tenodera angustipennis*, and of two related species (Mantodea). *Journal of Morphology*, 124(1), 105–114. <https://doi.org/10.1002/JMOR.1051240107>
- Snow, L. S. E., & Andrade, M. C. B. (2004). Pattern of sperm transfer in redback spiders: Implications for sperm competition and male sacrifice. *Behavioral Ecology*, 15(5), 785–792. <https://doi.org/10.1093/BEHECO/ARH080>
- South, S. H., Steiner, D., & Arnqvist, G. (2009). Male mating costs in a polygynous mosquito with ornaments expressed in both sexes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1673), 3671–3678. <https://doi.org/10.1098/RSPB.2009.0991>
- Stålhandske, P. (2001). Nuptial gift in the spider *Pisaura mirabilis* maintained by sexual selection. *Behavioral Ecology*, 12(6), 691–697. <https://doi.org/10.1093/BEHECO/12.6.691>
- Sundström, L., Chapuisat, M., & Keller, L. (1996). Conditional Manipulation of Sex Ratios by Ant Workers: A Test of Kin Selection Theory. *Science (New York, N.Y.)*, 274(5289), 993–995. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.274.5289.993>
- Symonds, M. R. E., Johnson, T. L., & Elgar, M. A. (2012). Pheromone production, male abundance, body size, and the evolution of elaborate antennae in moths. *Ecology and Evolution*, 2(1), 227. <https://doi.org/10.1002/ECE3.81>
- Székely, T., Weissing, F. J., & Komdeur, J. (2014). Adult sex ratio variation: implications for breeding system evolution. *Journal of Evolutionary Biology*, 27(8), 1500–1512. <https://doi.org/10.1111/JEB.12415>
- Tabadkani, S. M., Ashouri, A., Rahimi-Alangi, V., & Fathi-Moghaddam, M. (2013). When to estimate sex ratio in natural populations of insects? A study on sex ratio variations of gall midges within a generation. *Entomological Science*, 16(1), 54–59. <https://doi.org/10.1111/J.1479-8298.2012.00537.X>
- Theo C. M. Bakker. (1994). Evolution of aggressive behaviour in the threespine stickleback. In M. A. Bell & S. A. Foster (Eds.), *The Evolutionary Biology of the Threespine Stickleback* (pp. 345–380). Oxford University Press.
- Thore Koppetsch, & Wolfgang Böhme. (2019). Ein Fall von intrasexuellem Kannibalismus bei Weibchen der Europäischen Gottesanbeterin *Mantis religiosa*, Linnaeus, 1758 (Mantodea: Mantidae). *Entomologische Zeitschrift*, 129(1), 3–6.

- Thornhill, R. (1976). Sexual Selection and Paternal Investment in Insects. *The American Naturalist*, 110(971), 153–163. <https://doi.org/10.1086/283055>
- Thornhill, R., & Alcock, J. (1983). The Evolution of Insect Mating Systems. *The Evolution of Insect Mating Systems*. <https://doi.org/10.4159/HARVARD.9780674433960>
- Thrall, P. H., Antonovics, J., & Dobson, A. P. (2000). Sexually transmitted diseases in polygynous mating systems: prevalence and impact on reproductive success. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 267(1452), 1555. <https://doi.org/10.1098/RSPB.2000.1178>
- Toft, S., & Albo, M. J. (2016). The shield effect: nuptial gifts protect males against pre-copulatory sexual cannibalism. *Biology Letters*, 12(5). <https://doi.org/10.1098/RSBL.2015.1082>
- Trivers, R. L. (1972). Parental investment and sexual selection. *Sexual Selection and the Descent of Man: The Darwinian Pivot*, 136–179. <https://doi.org/10.4324/9781315129266-7/PARENTAL-INVESTMENT-SEXUAL-SELECTION-ROBERT-TRIVERS>
- Trivers, R. L. (2017). Parental investment and sexual selection. *Sexual Selection and the Descent of Man: The Darwinian Pivot*, 136–179. <https://doi.org/10.4324/9781315129266-7/PARENTAL-INVESTMENT-SEXUAL-SELECTION-ROBERT-TRIVERS>
- Trivers, R. L., & Willard, D. E. (1973). Natural Selection of Parental Ability to Vary the Sex Ratio of Offspring. *Science*, 179(4068), 90–92. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.179.4068.90>
- Tuni, C., Albo, M. J., & Bilde, T. (2013). Polyandrous females acquire indirect benefits in a nuptial feeding species. *Journal of Evolutionary Biology*, 26(6), 1307–1316. <https://doi.org/10.1111/JEB.12137>
- Tuni, C., & Berger-Tal, R. (2012). High mortality and female-biased operational sex ratio result in low encounter rates and moderate polyandry in a spider. *Biological Journal of the Linnean Society*, 107(4), 910–919. <https://doi.org/10.1111/J.1095-8312.2012.01990.X>
- Vahed, K. (1998). The function of nuptial feeding in insects: a review of empirical studies. *Biological Reviews*, 73(1), 43–78. <https://doi.org/10.1017/S0006323197005112>
- van Goor, J., Shakes, D. C., & Haag, E. S. (2021). Fisher vs. the Worms: Extraordinary Sex Ratios in Nematodes and the Mechanisms that Produce Them. *Cells* 2021, Vol. 10, Page 1793, 10(7), 1793. <https://doi.org/10.3390/CELLS10071793>
- Vanderkist, B. A., Xue, X. H., Griffiths, R., Martin, K., Beauchamp, W., & Williams, T. D. (1999). Evidence of Male-Bias in Capture Samples of Marbled Murrelets

- from Genetic Studies in British Columbia. *The Condor*, 101(2), 398–402.
<https://doi.org/10.2307/1370004>
- Visser, J. H., & Geerts, S. (2020). Describing sexual dimorphism and fine scale spatial distributions in the Drab Thick-tail Scorpion, *Parabuthus planicauda*. *Https://Doi.Org/10.1080/15627020.2020.1796525*, 55(3), 250–256.
<https://doi.org/10.1080/15627020.2020.1796525>
- Vollrath, F., & Parker, G. A. (1992). Sexual dimorphism and distorted sex ratios in spiders. *Nature* 1992 360:6400, 360(6400), 156–159.
<https://doi.org/10.1038/360156a0>
- Yager, D. D. (1999). Hearing. In Prete, F. E., Wells, H., Wells, P. H., and Hurd, L. E. (eds.), *The Praying Mantids*, Johns Hopkins, Baltimore, pp. 93–113.
- Weaver, S. P., & Weckerly, F. W. (2011). *Sex Ratio Estimates of Roosevelt Elk Using Counts and Bowden's Estimator*. California Fish and Game.
<https://hdl.handle.net/10877/5990>
- Wehi, P. M., Nakagawa, S., Trewick, S. A., & Morgan-Richards, M. (2011). Does predation result in adult sex ratio skew in a sexually dimorphic insect genus? *Journal of Evolutionary Biology*, 24(11), 2321–2328.
<https://doi.org/10.1111/J.1420-9101.2011.02366.X>
- Weir, L. K., Grant, J. W. A., & Hutchings, J. A. (2011). The influence of operational sex ratio on the intensity of competition for mates. *The American Naturalist*, 177(2), 167–176. <https://doi.org/10.1086/657918>
- West, S. A., Reece, S. E., & Sheldon, B. C. (2002). Sex ratios. *Heredity* 2002 88:2, 88(2), 117–124. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800018>
- White, M. J. D. (1941). The evolution of the sex chromosomes - I. The XO and X1X2Y mechanisms in praying mantids. *Journal of Genetics*, 42(1–2), 143–172.
<https://doi.org/10.1007/BF02982514/METRICS>
- Wild, G., & West, S. A. (2009). Genomic imprinting and sex allocation. *American Naturalist*, 173(1).
https://doi.org/10.1086/593305/SUPPL_FILE/50079APE.PDF
- Wilder, S. M., Rypstra, A. L., & Elgar, M. A. (2009). The Importance of Ecological and Phylogenetic Conditions for the Occurrence and Frequency of Sexual Cannibalism. *Https://Doi.Org/10.1146/Annurev.Ecolsys.110308.120238*, 40, 21–39. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ECOLSYS.110308.120238>
- Williams, S. C. (2003). Scorpion Bionomics. *Http://Dx.Doi.Org/10.1146/Annurev.En.32.010187.001423*, 275–295.
<https://doi.org/10.1146/ANNUREV.EN.32.010187.001423>
- Wu, L., Zhang, H., He, T., Liu, Z., & Peng, Y. (2013). Factors influencing sexual cannibalism and its benefit to fecundity and offspring survival in the wolf spider

Pardosa pseudoannulata (Araneae: Lycosidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 67(2), 205–212. <https://doi.org/10.1007/S00265-012-1440-2>/METRICS

Zuk, M. (2016). Mates with Benefits: When and How Sexual Cannibalism Is Adaptive. *Current Biology*, 26(23), R1230–R1232. <https://doi.org/10.1016/J.CUB.2016.10.017>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Kaan YILMAZ
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ege Üniversitesi
Fakülte	Fen Fakültesi
Bölümü	Biyoloji Bölümü
Mezuniyet Yılı	2021
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	
Yayımlar	
<p>Sevgili, H., & Yılmaz, K. (2022). Contributions of citizen scientists to monitoring alien species: the case study on Giant Asian Mantes, <i>Hierodula tenuidentata</i> and <i>H. patellifera</i> (Mantodea: Mantidae). <i>Zoology in the Middle East</i>, 68(4), 350-358.</p> <p>Yılmaz, K., & Sevgili, H. (2023). The genus <i>Holaptilon</i> Beier, 1964: discussion on the poorly known boxer mantis genus, with a new species (Mantodea, Gonypetidae). <i>Zootaxa</i>, 5231(4), 427-444.</p>	