

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**LABORATUVAR ŞARTLARINDA *THANASIMUS
FORMICARIUS* (L.) (COLEOPTERA, CLERIDAE)’UN BESİN
TERCİHİ VE PREDASYON ETKİSİ**

NAZLI KOÇOĞLU

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Gonca Ece ÖZCAN
Doç. Dr. Korhan ENEZ
Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ KAYNAKLAR ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Nazlı KOÇOĞLU tarafından hazırlanan "**Laboratuvar Şartlarında *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera: Cleridae)'un Besin Tercihi ve Predasyon Etkisi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Kaynaklar Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç.Dr. Gonca Ece ÖZCAN
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç.Dr. Korhan ENEZ
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

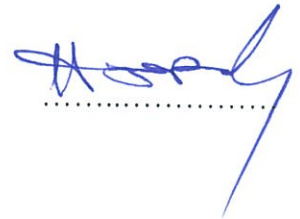
Dr. Öğr. Üyesi Yalçın KONDUR
Çankırı Karatekin Üniversitesi



.../.../...

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Hasbi YAPRAK



TAAHHÜTNAME

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



Nazlı KOÇOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LABORATUVAR ŞARTLARINDA *THANASIMUS FORMICARIUS* (L.) (COLEOPTERA, CLERIDAE)'UN BESİN TERCİHİ VE PREDASYON ETKİSİ

Nazlı KOÇOĞLU
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Kaynaklar Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Gonca Ece ÖZCAN

Bu çalışmada, predatör böcek *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera: Cleridae)'un, konifer ağaçlar üzerinde önemli zararlara neden olan kabuk böceklerinden, *Ips sexdentatus* (Boerner) ve *Dentroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'ın farklı biyolojik dönemleri üzerindeki beslenme davranışının, predasyonunun, tercihinin ve oluşturduğu kayıp miktarının laboratuvar koşullarında belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma materyali olarak, biyoteknik mücadele kapsamında ormanlara yerleştirilen feromon tuzaklarından elde edilen *T. formicarius* ve *I. sexdentatus* türlerinin erginleri, türün zarar verdiği ağaçların kabuklarının altından toplanmış olan *T. formicarius* ve *D. micans* larvaları kullanılmıştır. Bu amaçla seçilen 50 adet *T. formicarius* ergini ve 20 adet *T. formicarius* larvası üzerinde, *I. sexdentatus* ve *D. micans* türlerinin farklı biyolojik dönemleri av olarak kullanılarak 24 saatlik sürelerde 1325 deneme gerçekleştirilmiştir.

T. formicarius ergininin farklı tür, biyolojik dönem ve miktarlarda kullanılan besin grupları dikkate alınmadan ortalama 0,0188 gr'lık, *T. formicarius* larvasının ise ortalama 0,0149 gr'lık bir kayba neden olduğu görülmüştür. Besin tercihi açısından bakıldığında, *T. formicarius* erginlerinin ve larvalarının besin ortamında av olarak larvanın bulunması durumunda öncelikle larvaları tercih ettiği görülmektedir. *T. formicarius* erginlerinin birey sayısının artmasıyla aynı ortamı paylaştığı avlarının tümünü öldürmese de avının popülasyonunun azalmasına neden olacak kadar bir predasyon gerçekleştirdiği ortaya koyulmuş ve av olarak kullanılan *D. micans* larva sayısının artmasına bağlı olarak *I. sexdentatus* ergin predasyonunun azaldığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Thanasimus formicarius*, *Ips sexdentatus*, *Dentroctonus micans*, kayıp miktarı, besin tercihi, predasyon

2019, 71 sayfa
Bilim Kodu: 1214

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE REARING OF *THANASIMUS FORMICARIUS* (L.) (COLEOPTERA, CLERIDAE) IN THE LABORATORY, ITS FEEDING PREFERENCE AND PREDATION EFFECT

Nazlı KOÇOĞLU

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Sustainable Agriculture and Natural Resources

Supervisor: Associate Professor Gonca Ece ÖZCAN

In this study, it was aimed to determine the feeding behaviour, predation, preference and created loss amount of predator beetle *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera, Cleridae) on different biological periods of *Ips sexdentatus* (Boerner) and *Dentroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae), which are among the bark beetle causing great damage on conifer trees, in the laboratory.

Adult *T. formicarius* and *I. sexdentatus*, obtained regularly from the pheromone traps placed biotechnical control, and larva of *T. formicarius* and *I. sexdentatus*, gathered from the bottom of barks of trees damaged by the species and larva of *D. micans*, provided from the forests of Artvin, were used as the materials of the study. Totally 1325 experiments, in which weight calculations were executed before and after the nourishment within 24-hour periods, were administrated on 50 adults *T. formicarius*, selected for this reason and put into the breeding containers, and 20 larvae of *T. formicarius* by using the different biological periods of the species of *I. sexdentatus* and *D. micans* as prey.

It was determined that while adult *T. formicarius* caused an average loss of 0.0188 gr at the end of 24-hours without considering different biological period and prey groups used in different amounts, this was 0,0149 gr for the larva of *T. formicarius*. When considering the feeding preference, the results showed that adults and larva of *T. formicarius* firstly preferred larva if there was larva at the food as prey. In addition, it was revealed that although adult *T. formicarius* did not kill all of the preys, with which sharing the same environment, depending on the increase in their number, it performed a predation causing the decrease of population of its prey, and it was concluded that adult *I. sexdentatus* predation reduced depending on the increase in the larva number of *D. micans*.

Keywords: *Thanasimus formicarius*, *Ips sexdentatus*, *Dentroctonus micans*, loss amount, feeding preference, predation.

2019, 71 pages

Science Code: 1214

TEŞEKKÜR

Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Kaynaklar Anabilim Dalı Lisansüstü Programı kapsamında "Laboratuvar Şartlarında *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera, Cleridae)'un Besin Tercihi ve Predasyon Etkisi" çalışması gerçekleştirilmiştir. İlk olarak bu çalışmanın her aşamasında bilgisi ve deneyimi ile yardımcı olan, ilgili ve bana güvenen tavrı ile her zaman destek olan tez danışmanım çok sevgili Doç. Dr. Gonca Ece ÖZCAN'a gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamız sırasında her türlü desteği sağlayan dönemin Kastamonu Orman Bölge Müdürü Sayın Hüseyin DİNÇER'e, Orman Zararlıları ile Mücadele Şube Müdürü Sayın Mustafa KOTİL'e ve Orman Zararlılarıyla Mücadele Laboratuvarı'nın tüm çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma materyali olarak kullanılan *Dentroctonus micans* larvalarının Artvin ormanlarından teminini sağlayan ve bizlere ulaştıran Sayın Yaşar AKSU'ya da teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca istatistiksel analizler bölümünde bizimle birlikte çalışıp, engin bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Korhan ENEZ'e çok teşekkür ederim.

Son olarak, bu süreçte olduğu gibi hep yanımda olan anneme ve babama sonsuz teşekkür ederim.

Nazlı KOÇOĞLU
Kastamonu, Mayıs, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI.....	ii
TAAHHÜTNAME.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	x
GRAFİKLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Sürdürülebilir Hayat	1
1.1.1. Biyolojik Mücadele ve Önemi	2
1.1.2. Türkiye’de Biyolojik Mücadele	3
1.2. Ormanlık Alanlar ve Zararlılar.....	4
1.2.1. Ormanlık Alanlarda Zararlı Türler.....	5
1.2.2. Orman Zararlıları ile Mücadele.....	8
1.2.3. Kabuk Böcekleri ile Biyolojik Mücadele.....	10
1.2.4. Kullanılan Biyolojik Mücadele Ajanları.....	11
2. MATERYAL VE YÖNTEM	15
2.1. Materyal	15
2.2. Yöntem.....	16
2.2.1. Yetiştirilme Ortamının Oluşturulması	16
2.2.2. Kayıp Miktarının Belirlenmesi	17
2.2.2.1. <i>Thanasimus formicarius</i> larvalarının beslenmesi.....	18
2.2.2.2. <i>Thanasimus formicarius</i> erginlerinin beslenmesi	19
2.2.3. İstatistik Analizler	25
3. BULGULAR.....	28
3.1. Ergin <i>Thanasimus formicarius</i> ’un Avları Üzerindeki Kayıp Miktarının Değerlendirilmesi.....	28
3.2. Farklı Tür ve Biyolojik Dönemlerin Av Olarak Kullanıldığı Denemelere İlişkin Bulgular	29
3.2.1. <i>Ips sexdentatus</i> Ergininin Av Olarak Kullanıldığı Denemelere İlişkin Bulgular.....	31
3.2.2. <i>Dentroctonus micans</i> Larvasının Av Olarak Kullanıldığı Denemelere İlişkin Bulgular	34
3.2.3. Ergin <i>Thanasimus formicarius</i> ’un Avları Üzerindeki Farklı Biyolojik Dönemlerine Göre Kayıp Miktarlarının Değerlendirilmesi	35

3.3. Larva <i>Thanasimus formicarius</i> 'un Avları Üzerindeki Kayıp Miktarının Değerlendirilmesi.....	37
3.4. Farklı Tür ve Biyolojik Dönemlerin Av Olarak Kullanıldığı Denemelere İlişkin Bulgular	38
3.5. <i>Thanasimus formicarius</i> 'un Predasyonu.....	41
3.5.1. Farklı Sayılarda Oluşturulan Denemelere Göre <i>Thanasimus formicarius</i> 'un Predasyon.....	41
3.5.1.1. Ergin <i>Thanasimus formicarius</i> 'un ergin <i>Ips sexdentatus</i> üzerindeki predasyonu.....	41
3.5.1.2. Ergin <i>Thanasimus formicarius</i> 'un ergin <i>Dendroctonus micans</i> larvaları üzerindeki predasyonu	47
3.5.1.3. Ergin <i>Thanasimus formicarius</i> 'un <i>Ips sexdentatus</i> erginlerinin ve <i>Dendroctonus micans</i> larvalarının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki predasyonu	49
3.5.2. Farklı Sayılarda Oluşturulan Denemelere Göre Larva <i>Thanasimus formicarius</i> 'un Predasyonu.....	51
3.5.2.1. Larva <i>Thanasimus formicarius</i> 'un ergin <i>Ips sexdentatus</i> üzerindeki predasyon.....	51
3.5.2.2. Larva <i>Thanasimus formicarius</i> 'un larva <i>Dendroctonus micans</i> üzerindeki predasyon.....	51
4. TARTIŞMA	52
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	56
KAYNAKLAR	62
ÖZGEÇMİŞ	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Larva <i>Thanasimus formicarius</i> 'ların beslenme deseni	22
Şekil 2.2. Ergin <i>Thanasimus formicarius</i> 'ların beslenme deseni.....	24

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 2.1. Laboratuvar ortamına ait görüntüler.....	15
Fotoğraf 2.2. Miligram hassasiyetli terazi ve <i>Thanasimus formicarius</i> için hazırlanan yetiştirme kapları	17
Fotoğraf 2.3. <i>Ips sexdentatus</i> erginleri, <i>Dentroctonus micans</i> larvaları, Feromon tuzağı haznesi ve <i>Thanasimus formicarius</i> larvası	18
Fotoğraf 2.4. Farklı besin gruplarının uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> larvalarının beslenmesi.....	19
Fotoğraf 2.5. Farklı besin gruplarının uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> erginlerinin beslenmesi	20

GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 3.1. <i>Thansimus formicarius</i> ergininin <i>Ips sexdentatus</i> erginleri üzerinde neden olduğu ortalama kayıp miktarı ve deneme sayıları.....	32
Grafik 3.2. <i>Thansimus formicarius</i> ergininin <i>Dendroctonus micans</i> larvaları üzerinde neden olduğu ortalama kayıp miktarı ve deneme sayıları.....	35
Grafik 3.3. A grubunun uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> erginlerinin predasyon oranları.....	42
Grafik 3.4. B grubunun uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> erginlerinin predasyon oranları.....	42
Grafik 3.5. C grubunun uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> erginlerinin predasyon oranları.....	43
Grafik 3.6. D grubunun uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> erginlerinin predasyon oranları.....	44
Grafik 3.7. I grubunun uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> erginlerinin predasyon oranları.....	44
Grafik 3.8. J grubunun uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> erginlerinin predasyon oranları.....	45
Grafik 3.9. F grubunun uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> larvalarının predasyon oranları.....	47
Grafik 3.10. H grubunun uygulandığı <i>Thanasimus formicarius</i> larvalarının predasyon oranları.....	48

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Oluşturulan besin grupları	21
Tablo 2.2. <i>Thanasimus formicarius</i> 'un larva ve erginlerinin kayıp oranlarına göre gruplar arası varyans (ANOVA) sonuçları	26
Tablo 2.3. <i>Thanasimus formicarius</i> erginleri için oluşturulan yeni veri tabanı	27
Tablo 3.1. <i>Thanasimus formicarius</i> ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı	28
Tablo 3.2. Farklı tür ve biyolojik dönemlere göre <i>Thanasimus formicarius</i> ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarları arasındaki farklılıklar.....	30
Tablo 3.3. Av <i>Ips sexdentatus</i> erginlerinin kullanıldığı deneme gruplarında ortalama kayıp miktarları farklılıkları	33
Tablo 3.4. Av <i>Dendroctonus micans</i> larvalarının kullanıldığı deneme gruplarında ortalama kayıp miktarları farklılıkları	34
Tablo 3.5. <i>Thanasimus formicarius</i> ergininin neden olduğu ortalama ergin ve larva kayıp miktarları arasındaki farklılıklar.....	36
Tablo 3.6. <i>Thanasimus formicarius</i> larvasının neden olduğu ortalama kayıp miktarı	37
Tablo 3.7. Farklı tür ve biyolojik dönemlere göre <i>Thanasimus formicarius</i> larvasının neden olduğu ortalama kayıp miktarları farklılıkları	39
Tablo 3.8. <i>Thanasimus formicarius</i> larvasının ortalama ergin ve larva kayıp miktarları arasındaki farklılıklar	40
Tablo 3.9. <i>Thanasimus formicarius</i> 'un ergin <i>Ips sexdentatus</i> üzerindeki predasyonu	46
Tablo 3.10. <i>Thanasimus formicarius</i> 'un larva <i>Dendroctonus micans</i> üzerindeki predasyonu	49
Tablo 3.11. Ergin <i>Thanasimus formicarius</i> 'un <i>Ips sexdentatus</i> erginlerinin ve <i>Dendroctonus micans</i> larvalarının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki predasyonu.....	50
Tablo 3.12. Larva <i>Thanasimus formicarius</i> 'un larva <i>Dendroctonus micans</i> üzerindeki predasyonu	51

1. GİRİŞ

1.1. Sürdürülebilir Hayat

Sürdürülebilirlik kavramı gelecek nesillerin hayatta kalabilmesini önemseyerek, var olan kaynakların korunması, yaşam için gereksinimleri karşılamak ve daimi olanı yakalamaktır. Doğa için ise doğal kaynaklarımızı koruyarak var olan uyumu ve ekolojik dengeyi bozmadan, teknolojiyi tam olarak kullanarak bir sistem oluşturmaktır. Artan dünya nüfusunu ve insan etkisini göz önünde bulundurulduğunda doğanın ve ekolojik dengenin bozulması kaçınılmazdır. İnsan hayatının sürdürülebilmesi ve ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için gerekli kaynakların tükenebileceği ve ekolojik dengeyi bozarak istenilen ölçüde gelişme sağlanamayacağı (Turhan, 2005) günümüz koşullarında kabul edilmesi gereken en önemli gerçek olarak belirtilmektedir. Dünya üzerinde 1960'lı yılların başlarında yayılmaya başlayan 'doğa koruma bilinci' (Yücel ve Babuş, 2005) ve 'sürdürülebilir hayat' son yıllarda sahip olduğumuz tür zenginliğinden dolayı ve bu genetik kaynağın korunması gerekliliği nedeni ile ülkemizde de üzerine çalışmalar yapılan bir konu haline gelmiştir (Serin, Erdem, Yüksel ve Akbulut, 2005).

Dünyada önemli bitki ve hayvan türlerinin en büyük yaşam alanını oluşturan (Mehdi ve Kar, 2016) dünyanın en yaygın bitki örtüsü olan ormanlar (Yıldırım ve Velioğlu, 2005); ekolojik, sosyal ve ekonomik faydaları (Martín-García ve Diez, 2012) ile önemli derecede fayda sağlayan küresel kaynaklardır (Yıldırım ve Velioğlu, 2005). Doğal yollarla ya da insan eli ile zarara uğrayan ve tehlikeye giren ormanlarımızın korunması için çeşitli arayışlar içine girilmiş ve bunun sonucunda 'sürdürülebilir ormancılık' kavramı ortaya çıkmıştır (Yıldırım ve Velioğlu, 2005).

Ormanlarımızın sürdürülebilir yönetimi ülkemiz açısından bakıldığında eski bir gelenek olmasına rağmen asıl olarak 1990'lı yıllardan itibaren sıklıkla gündeme gelmeye başlamış ve günümüze ise önemi artarak ulaşmıştır (Akyol ve Tolunay, 2006). Ülkemizdeki tüm ormanlar ekolojik, ekonomik, kültürel ve sosyal fonksiyonları dikkate alan ekosistem temelli fonksiyonel planlama ile yönetilmektedir. Sürdürülebilir orman yönetimi ilkelerini dikkate alan fonksiyonel

planlama, ormanların verimliliğini etkilemeden yüksek düzeyde ürün ve hizmet sürekliliğini sağlamayı hedeflemektedir (Bettinger vd., 2013).

Sürdürülebilir ve sürekliliği sağlanabilir planlamalar ile ormanlarımızdan yararlanmak günümüz ormancılığının temel ilkelerinden (Özcan, 2017) olsa da küresel ve doğal kaynaklarımız olan ormanlar ‘sürdürülebilir ormancılık’ bilincinin varlığına rağmen hızla tahrip edilmekte ve yok olmaya devam etmektedir (Sever, 2002). Yirminci yüzyılın ortalarında dünyanın orijinal orman alanının en az %33 oranında azaldığı tahmin edilmektedir (Appannagari, 2016). Birleşmiş Milletler tarafından 1992 yılında Rio’da gerçekleştirilen Çevre ve Kalkınma Konferansında, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilik konularında ormansızlaşmanın çevre tehdidine sebep olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ormanlar insanlık için tanımlanmış ve ‘Hayat Destek Sistemi’ şeklinde kabul edilmiştir (URL-1).

1.1.1. Biyolojik Mücadele ve Önemi

Yüzyıldan daha uzun bir süredir aktif olarak uygulanan (Bailey, Bertaglia, Fraser ve Sharma; 2009), basit olarak kayıplara yol açan zararlı organizmalara karşı doğada bulunan faydalı organizmaların kullanılmasını (Birişik vd., 2010) hedefleyen biyolojik mücadele, özellikle böcekler ve hastalıklar ile mücadeleyi doğal kontrol ajanları ile gerçekleştiren çevre dostu bir yöntemdir (Sanda ve Sunusi, 2014). 1919 yılında ilk kez Smith’in “zararlı popülasyonları doğal düşmanları vasıtasıyla baskı altına alma ve düzenleme” şeklinde tanımlamış olduğu biyolojik mücadeleye (Johnson, 2000; Uygun, Ulusoy ve Satar, 2010), olan ilgi de her geçen yıl artmaktadır (Bailey vd., 2009). İnsan etkisi olmadan doğadaki zararlı organizmalar üzerinde oluşan baskı ve sonucunda meydana gelen denge olarak (Birişik vd., 2010) tanımlanan doğal biyolojik mücadele terimi ise ilk olarak DeBach (1964) tarafından kullanılmıştır. Biyolojik mücadele doğada kendiliğinden oluşan bu baskı mekanizmalarından faydalanarak geliştirilmiştir (Kılınçer vd., 2010). Doğada kendiliğinden oluşan dengeye uyumlu ve bu nedenle zararsız olarak görülen bu mücadele yöntemi, hem sürdürülebilir planlamalar açısından hem de zararlı olan organizmaları uzaklaştırırken diğer canlı gruplarına da dolaylı olarak zararlı etkiye bulunan kimyasal mücadelenin en son aşamada başvurulduğu entegre mücadele için en baş sırada yer almaktadır.

Yeryüzündeki bütün canlılar besin zincirinin bir parçası (Birişik vd., 2010) olarak kabul edilmektedir. Parçası oldukları bu bütünde birbirlerinin popülasyonlarını dengede tutmaktadırlar. Ekolojik dengenin, çevrenin, insan ve hayvan sağlığının korunması açısından zararlı organizmaların kontrolü şarttır. Mücadele yöntemlerinin ekolojik dengeye bıraktıkları olumsuz etkiler göz önüne alındığında, entegre mücadelenin desteklenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

1950'lerin sonunda kullanılmaya başlayan ve zararlıların popülasyonlarını tolere edilebilir seviyelere düşürerek var olan ortamı korumak (Alston, 2011) olarak açıklanan Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) ya da Entegre Zararlı Kontrolü (IPC) zararlı popülasyonlarının çevre ile olan ilişkileri göz önüne alınarak tüm mücadele yöntemlerinin uyum içerisinde ve olumsuz etkisi bakımından en çevreci yöntemden başlanarak kullanıldığı ve zararlı popülasyonunun ekonomik zarar eşiği altında tutulduğu zararlı yönetim sistemidir (URL-2).

Olumsuz etkileri yok denecek kadar az olan biyolojik mücadele ise entegre mücadelenin en üst basamaklarından ve en önemli parçalarından bir tanesidir (Birişik vd., 2010). Yapılan araştırmalar sonucu, zararlı organizmaların kontrolü için ekonomik, uzun vadeli, çevreci, sürdürülebilir ve en ümit verici (Uygun vd, 2010) yöntemin biyolojik mücadele olduğu kabul edilmiştir. Ülkemiz için de en uygulanabilir yöntemlerin başında yer almaktadır (Birişik vd., 2010).

Doğal biyolojik mücadele olarak bakıldığında canlı gruplarının hepsinde doğal düşman niteliğinde türler bulunmaktadır. Bu türlerin her biri ekolojik dengenin sağlanabilmesi için büyük öneme sahiptir (Uygun vd, 2010). İnsan elinin değmesi ile gerçek bir mücadele yöntemine dönüştüğü noktada ise en ön sırada parazitoitler, predatörler ve entomopatojenlerin kullanımı yer almaktadır.

1.1.2. Türkiye’de Biyolojik Mücadele

Türkiye bulunduğu konum, iklim çeşitliliği ve topografyası nedeni ile biyoçeşitlilik açısından oldukça zengin bir ülkedir. Dünyada ve ülkemizde doğa koruma adı altında yapılan yanlış uygulamalar ve kullanılan kimyasal maddeler bu zenginliği tehdit etmekte; insan ve hayvan sağlığını, topraklarımızı, su kaynaklarını ve ekosistemde bulunan yararlı türleri de olumsuz yönde etkilemektedir.

Ülkemiz tarihindeki ilk biyolojik mücadele adı altındaki hareket, 1910 yılında Sakız Adası'nda yaşanan torbalı koşnil zararına karşı yararlı bir tür olan *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coleoptera, Coccinellidae)'in yurtdışından getirtilerek turunçgil bahçelerine salınımıdır (Kansu, 1986). 1960'lı yıllar öncesinde ülkemizde tercihi sık olmayan biyolojik mücadele, bu yıllar ile gelişmeye ve uygulanmaya başlamıştır. Günümüzde ise ormanlık alanlar da dahil olmak üzere birçok alanda bu yöntem tercih edilmekte ve başarı elde edilmektedir. Türkiye gelişmiş ülkelere göre bu konuda geride kalmış olsa da her geçen gün farkındalığımız ve yapılan çalışmalar artmakta olup zararlılara karşı sürdürülebilir yollar ile mücadele etmenin gerekliliğini vurgulamaktadır (Akbaş, Yaşarer ve Şimşek, 2018). Özellikle ormancılık alanında da ormanların sürdürülebilirliğinin sağlanması ve orman ekosistem dinamiklerinin dengede kalabilmesi için zararlılara karşı biyolojik, mekanik, biyoteknik yöntemler ve bunların birbirlerini destekleyecek şekilde planlanan entegre mücadele yöntemleri uygulanmasının gerekliliği bilinmektedir (Özcan, Çiçek, Enez ve Yıldız, 2016).

1.2. Ormanlık Alanlar ve Zararlılar

Türkiye'nin sahip olduğu 78 milyon hektarlık alanın %28,6'sını ormanlık alanlar oluşturmaktadır. Bu ormanlık alanın %33'lük bölümünü meşe, kayın, kızılğaç, kestane, gürgen gibi ağaç türlerinin bulunduğu yapraklı ormanlar; %48'lik bölümünü kızılçam, karaçam, sarıçam, göknar, ladin, sedir gibi ağaç türlerinin bulunduğu ibreli ormanlar ve %19'luk bölümünü ise ibreli ve yapraklı ağaçların bulunduğu karışık ormanlar kaplamaktadır (URL-1).

Ormanlar biyotik ve abiyotik pek çok faktörün etkisi altındadır. Bu faktörlerin direkt etkileri neticesinde orman ekosistemleri zarar görebildiği gibi (Kulakowski, 2016) bu faktörlerin dolaylı etkileri de önemli olumsuzluklara neden olmaktadır. Ormanlarımız; yanlış ormancılık uygulamaları, su, toprak ve hava kirlilikleri, sanayileşmenin artması, orman alanlarının amaç dışı kullanımı, hızlı nüfus artışı, iklim değişiklikleri, küresel ısınma, orman yangınları, orman zararlıları ve hastalıkları gibi birçok sebepten dolayı zarara uğramaktadır (Bale vd., 2002; Forster, Meier, Gall, 2003; Okland ve Berryman, 2004; Anderegg, 2015; Mehdi ve Kar, 2016; Mehmood , Meier, Gall, Yaseen, Ud-Din, Badshah, Khan ve Haroon, 2017; Elburz, Çubukçu ve Nijkamp, 2018; Özcan, Aydın ve Enez, 2018).

Ormanların temel taşı olan ağaçlar üzerinde etkili böcekler, konukçuları değişik ekolojik etkilere bağlı olarak olumlu ya da olumsuz yönde etkilenip artış ya da azalış gösterebilmektedirler (Serin vd., 2005). Birçok etkenden dolayı üreme potansiyeli artan türler, salgın oluşturma riski taşırlar. Bu durum ise orman ekosistemleri için olumsuzluklara yol açmaktadır (Koçoğlu ve Özcan, 2018). Doğal ekosistemlerin biyolojik çeşitliliğini ve dolayısıyla ekolojik bütünlüğünü, biyolojik istilaların varlığını ve artışı etkilemektedir (Mack vd., 2000). Ormanlık alanlarda istilalara neden olan böcek türlerinin, ormanlara zarar veren diğer etmenlerden çok daha fazla kayba sebep oldukları bilinmektedir (Haack ve Blyer, 1993).

1.2.1. Ormanlık Alanlarda Zararlı Türler

Ormanlar, çeşitli ağaç türlerini ve birçok canlı organizmayı bünyesinde barındıran bir ekosistemdir. Dışarıdan bir etki olmadığı sürece ekosistem içerisinde mükemmel bir uyum ve denge mevcuttur. Fakat dışarıdan yapılan herhangi bir müdahale ile bu denge bozulmakta ve birbirlerini dengede tutan canlı grupları arasındaki uyum da bozulmaktadır. Baskı altında tutulan bir tür, baskıya neden olan doğal düşmanının popülasyonunun etkilenmesi ile çoğalmakta ve zararlı bir hale gelmektedir (URL-3).

Orman böceklerine genel olarak bakıldığında orman sürekliliğini etkileyen belli türler dışında birçoğu faydalı böcek olarak sayılmaktadır (Rolland ve Lemperiere, 2004). Ne yazık ki, genellikle zararlı böceklerin tespit edilmesi zarar eşiğini aştıktan sonra olmaktadır. Orman yangınlarına kıyasla daha zararlı olabildiği savunulan bu türler kurumlara, kayıplara ve ölümlere sebep olabilmektedir (Rolland ve Lemperiere, 2004).

Ormanlarımızda rastlanan zararlı türlere;

Hemiptera takımına ait: Aphididae familyasından *Phyllaphis fagi* (Linneaus, 1767) ve *Cinara cedri* (Mimeur, 1936) türleri; Diaspididae familyasından *Leucaspis pini* (Hartig, 1839) ve *Leucaspis pusilla* (Low, 1883) türleri; Tingidae familyasından *Corythucha arcuata* (Say, 1832) türü; Adelgidae familyasından *Pineus orientalis* (Dreyfus, 1889) türü; Margarodidae familyasından *Marchalina hellenica* (Gennadius, 1883) türü; Coreidea familyasından *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910) türü.

Hymenoptera takımına ait: Cynipidae familyasından *Dryocosmus kuriphilus* (Yasumatsu, 1951) türü; Tenthrenidae familyasından *Pristiphora* (Lygaeonematus) *abietina* (Christ, 1791) türü; Eulophidae familyasından *Ophelimus maskelli* (Ashmead, 1900) ve *Leptocybe invasa* (Fisher ve La Salle, 2004) türleri; Diprionidae familyasından *Diprion pini* (Linnaeus, 1758) ve *Neodiprion sertifer* (Geoffroy, 1785) türleri.

Orthoptera takımına ait: Gryllotalpidae familyasından *Gryllotalpa gryllotalpa* (Linnaeus, 1758) türü; Phaneropteridae familyasından *Isophya amplipennis* (Brunner von Wattenwyl, 1878) türü; Acrididae familyasından *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758) türü.

Lepidoptera Takımına ait: Tortricidae familyasından *Tortrix viridana* (L.), *Acleris undulana* (Walsingham, 1900), *Dichelia cedricola* (Diakonoff, 1974), *Rhyacionia buoliana* (Denis ve Schiffermüller, 1775), *Gravitar mata osmana* (Obraztsov, 1952) türleri; Pyralidae familyasından *Dioryctria sylvestrella* (=splendidella) (Ratzeburg, 1840), *Dioryctria mendacella* (Staudinger, 1859) türleri; Notodontidae familyasından *Thaumetopoea wilkinsoni* (Tams), *Thaumetopoea pityocampa* (Schiff), *Thaumetopoea processionea* (Linnaeus, 1758), *Traumatocampa ispartaensis* (Doğanlar ve Avcı, 2001) türleri; Lasiocampidae familyasından *Malacosoma neustria* (Linnaeus, 1758) türü; Erebidae familyasından *Euproctis chrysorrhoea* (Linnaeus, 1758), *Hyphantria cunea* (Drury, 1773) ve *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) türleri; Crambidae familyasından *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) türü; Nolidae familyasından *Nycteola asiatica* (Krulikovsky, 1904) türü.

Coleoptera takımına ait: Curculionidae familyasından *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794), *Cryphalus piceae* (Ratzeburg, 1837), *Pissodes notatus* (De Geer, 1775), *Pissodes piceae* (Illiger, 1807), *Pityokteines curvidens* (Germar, 1824), *Pityokteines marketae* (Knizek, 1996), *Tomicus destruens* (Wollaston, 1865), *Tomicus minor* (Hartig, 1834), *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758), *Pityogenes bistridentatus* (Eichhoff, 1878), *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758), *Cryptorhynchus lapathi* (Linnaeus, 1758), *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), *Orthotomicus tridentatus* (Eggers, 1921), *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), *Orthotomicus erosus* (Wollaston, 1857), *Ips sexdentatus* (Boerner, 1776), *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827) türleri, Cerambycidae familyasından *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771)

türü; Melolonthidae familyasından *Polyphylla fullo* (Linnaeus, 1758) ve *Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1758) türleri; Chrysomelidae familyasından *Calomicrus apicalis* (Demaison, 1891) türü (URL-3, URL-4).

Genel olarak değerlendirildiğinde küresel olarak ormanları etkileyen en yıkıcı etkenlerden biri kabuk böcekleridir (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) (Anderegg vd., 2015; Marini vd., 2017). Scolytidae familyası (Coleoptera: Curculionidae) dünya çapında önemli orman zararlıları olarak gösterilmektedir (Bakke, 1989; Özcan, Alkan-Akıncı ve Eroğlu, 2011).

Salgın yaptıkları bölgede ekonomik ve ekolojik sorunlar oluşturan bu türlere özellikle ibrelili ormanlarda rastlanmaktadır ve bu ormanlarda neden oldukları kayıplar ekonomik yönden ciddi boyutlara ulaşabilmektedir (Koçoğlu ve Özcan, 2018). Salgın riski, böceğin varlığına, populasyon yoğunluğuna ve dağılımına bağlı olarak meydana gelir (Fettig vd., 2007), pek çok kabuk böceği türünün ağaç ölümlerine neden olduğu bilinmektedir (Fettig vd., 2007; Fetting and Hilszczanski, 2015).

Bazı kabuk böcekleri canlı ağaçlara saldırarak ölümlere neden olsa da (Berryman ve Ferrell, 1988; Turchin, Lorio, Taylor ve Billings, 1991; Reeve, 1997; Seedre, 2005) genel olarak ölmüş ya da fizyolojik olarak zayıf (Wood, 1982; Serin vd., 2005; Akıncı, Özcan ve Eroğlu, 2009), yıldırım ya da yangın gibi sebeplerle yara almış, yeni kesilmiş veya yaralı ağaçları saldırmayı tercih ederler (Douce, 1993; Özcan ve Alkan, 2003; Seedre 2005; Özcan vd., 2011). Genel olarak bir bölgede bir ya da birkaç ağaca saldırarak ölümlerine sebep olan kabuk böcekleri (Douce, 1993), ancak zarar görmüş ağaçların bulunduğu ya da şiddetli kuraklık gibi olumsuz koşulların hakim olduğu ormanlar için ciddi boyutlarda bir tehlike oluşturmurlar (Defne 1954; Serin vd., 2005).

Kabuk böcekleri çeşitli habitatlara sahip olmasına rağmen pek çok türü ağaçların kabuklarının alt kısmına yerleşmektedir ve hayat döngülerinin büyük bir kısmını burada geçirmektedirler (Franceschi, Krokene, Christiansen ve Krekling, 2005).

Erginler bir ağaç seçip yerleşirler daha sonra floem tabakasını delerek burada oluşturdukları odacıklarda çiftleşirler ve yumurtalarını koymak için galeriler kazarlar. Curculionidae familyası türlerinin larva ve erginleri besin ve barınak

ihtiyaçlarını karşıladıkları konukçu aēaın genellikle kambiyum ve yakın dokularında zarara neden olur ve hızlı bir şekilde ölmelerine neden olurlar (Rudinsky 1962; ymer, 1992; Eroēlu, 2011).

Dünya üzerinde bulunan kabuk böcekleri arasında (Wood ve Bright, 1992) *Ips* ve *Scolytus* en yıkıcı, *Dendroctonus* en tehlikeli cins olarak kabul edilir (Furniss ve Carolin 1977; Drooz 1985). Tür olarak baktığımızda ise meşcere tahripçisi olarak bilinen en önemli en zararlı ve en bilindik türlerden biri *Ips sexdentatus* (Boerner) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) (Eroēlu, 2011), konifer ormanlarında tehlikeli ve srdrlebilirliēi etkileyen en önemli türlerden biri olup (zcan vd 2018) Türkiye’de am ve ladin ormanlarındaki büyük istilaları nedeniyle oldukça önemli kayıplara sebep olmaktadır (Bernhard, 1935; Schimitschek, 1953; zcan vd., 2011).

1.2.2. Orman Zararlıları ile Mücadele

Orman zararlılarının ve başta kabuk böceklerinin popülasyon dinamikleri, o alandaki konukçu aēaların varlığından, zararlının konukçu aēacı bulma ve aēaca yerleşebilme yeteneēine gibi etkilere baēlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Jactel ve Gaillard, 1991). Ayrıca zararlıların üreme ve yayılma özelliklerini sıcaklık ve nem gibi faktörler de etkilemektedir (anakioēlu ve Mol, 1998; Serin vd., 2005). Bu konu ile ilgili olarak Chararas (1962) zellikle kabuk böceklerinin sıcaklıēa karşı aşırı hassas olduēunu ifade etmektedir (Serin vd., 2005). Böcek popülasyonunun aşırı artışı ile birlikte stres oluşumuna sebep olan kuraklık gibi iklimatik olaylar ise saēlıklı aēaların savunmasını düşürmekte ve dirençleri düşen aēalar zararlılar için hassas birer hedef haline gelmektedir (Power, Sollins, Harmon, Julia ve Jones, 1999).

Orman ya da bitkisel üretimin yapıldığı alanlarda bazen alınan önlemlere raēmen zararlı böcekler doēal denge sınırını geçerek popülasyon yönünden ciddi artışlar yaşamaktadır. Bu durumlarda mücadele bir zorunluluk halini almaktadır. Orman bitkilerindeki veya bitkisel üretim yapılan alanlardaki zararlı organizmaları ekonomik zarar eřiēi altına indirebilmek ve zararı kontrol edebilmek için yaptığımız işlemlere mücadele denilmektedir. Mücadele yöntemleri uygulanırken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta ekolojik ve doēal olan dengeyi bozmadan bu zararı azaltabilmek ve bölge koşullarına uygun mücadele yöntemini seçebilmektir (URL-5). Ekolojik faktörlerin etkisinde kitlesel üretim yapabilen kabuk böceklerinin

mücadelesinde yaşanan zorluklar açısından da (Serin vd 2005) mücadele yönteminin uygun ve doğru seçimi oldukça önemlidir.

Ormanlarda kabuk böceği istilalarına dağınık şekilde rastlanır, bundan dolayı hızlı ve tam değerlendirilmeler yapılması zordur (Samalens vd., 2007). Fakat zararlı böceklerin istila ettikleri ağaçlar, saldırılara tepki olarak böceklerin giriş deliklerinden reçine salgıladıkları için (Rolland ve Lemperiere, 2004) belirlenmesi bir nevi kolaylaşmaktadır. Zararlılar ile mekanik, biyoteknik, kimyasal ve biyolojik yöntemler ile mücadele edilebilir. Her mücadele yönteminin kendi içinde olumlu ve olumsuz tarafları bulunmaktadır. Bir mücadele yöntemini uygulamadan önce zararlının tercihleri, gelişme eşiği ve popülasyon yoğunluğunun net bir şekilde bilinmesi önemlidir (Serin vd., 2005). Ormanlık alanlarda bu mücadele yöntemlerinden en çok biyolojik mücadele daha sonrasında ise sırası ile biyoteknik, mekanik ve en son kimyasal mücadele tercih edilmektedir (URL-4).

Mekanik mücadele tarımsal alanlarda olduğu gibi ormanlık alanlar için de genellikle ilk akla gelen yöntemdir. Mekanik mücadele kapsamında istilaya uğramış ağaçların kabuklarının soyularak böceklerden arındırılması veya şiddetli istila durumlarında ağacın ormanlık alandan uzaklaştırılması, tuzakların ve tuzak ağaçların kullanılması gibi uygulamalar ile zararlı böcekler uzaklaştırılıp zarar oluşumu durdurulabilir (URL-5).

Kabuk böceği zararı açısından bakıldığında da istilanın tehlikeli hale gelmemesi için saldırıya uğramış ağaçların ya da ölü ağaçların kabuk böceklerinin ilk uçuşundan önce ormandan temizlenmesinin uygun olduğu belirtilmektedir (Wichman ve Ravn., 2001).

Biyoteknik mücadelede asıl olan zararlının yok edilmesi değil belirli tekniklerle biyolojik ve fizyolojik davranışlarını engellemek ve bu yol ile kontrol altına alabilmektir. Günümüzde tuzaklarla, cezbedici ve uzaklaştırıcılarla ya da böcek gelişimi engelleyici hormon ve kimyasallar ile mücadele edilebilmektedir.

Biyoteknik mücadelenin en önemli avantajı biyolojik mücadele ürünlerinde olduğu gibi özel şartlar istememesi bunun yanı sıra kimyasal mücadele gibi de faydalı organizmalar üzerinde de olumsuz bir etkisinin olmamasıdır. Çevreci olması, kalıntı bırakma özelliğinin olmaması ve entegre mücadele yöntemine de uygun oluşu ile

sürdürülebilirlik çerçevesinde önde gelen mücadele yöntemlerinden biridir (URL-5). Avantajlarına rağmen feromon tuzakları bölgesel saldırı yoğunluğu üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğu için tek koruyucu önlem olarak bu yöntemden faydalanmak yeterli ve uygun değildir (Wichman ve Ravn, 2001).

Kimyasal mücadele genel olarak bakıldığında zararı azaltması yanında çevreye ve canlıya olan olumsuz etkileri nedeni ile bilinçli olarak tercih edilmesi gereken bir yöntemdir. Doğadaki faydalı olan organizmaları da yok ettiği düşünülürse kimyasal mücadele özellikle ormanlık alanlar için tercih edilmemektedir. Ayrıca orman zararlıları ile kimyasal mücadele zararlıya etki etmek yerine daha çok kitle üretimine yardımcı olduğu savunulmaktadır (Defne, 1954; Sekendiz, 1991; Yüksel ve Alkan, 2003; Serin vd., 2005). Bu da ormanlık alanlar için uygun olmayan bir yöntem olduğunu kanıtlar düzeydedir.

Var olan doğal düşman popülasyonu istila edilmiş ağaçlardaki kabuk böceği üremesini ve popülasyon yoğunluğunu ciddi ölçülerde azaltabilmektedir (Linit ve Stephen, 1983; Miller, 1986; Weslien ve Regnander, 1992; Weslien, 1992; Schroeder ve Weslien, 1994; Schroeder, 2001). Buradan yola çıkarak zararlı türlerin popülasyonlarının baskılanması bölgedeki predatör ya da patojen sayısının artırılması ya da tür içi rekabet oluşturacak olan durumların kullanılması şeklinde olabilmektedir (Power vd., 1999). Biyolojik mücadele günümüzde orman mücadelesi açısından en tercih edilen yöntem haline gelmiştir. Doğal alanların kendi içindeki uyumundan örnek alınarak geliştirilen ve sürdürülen bu yöntem çevreci ve özellikle ormanlık alanlar için oldukça uygun bir yöntemdir.

1.2.3. Kabuk böcekleri ile Biyolojik Mücadele

Zararlı böcek popülasyonları düzenleyici rolünde olan doğal düşmanlarından etkilemektedirler (Alston, 2011) ve bu doğal düşmanların aktiviteleri türlerin dağılımları ve popülasyonlarının miktarı üzerinde etkilidir (Gullan ve Cranston, 2012; Koçoğlu ve Özcan, 2018). Biyolojik mücadele bu nedenle zararlı istilalarına karşı oldukça etkili bir yöntem olup bu kapsamda bu zararlıların bazıları ile predatör ve parazitoit böcekler yardımıyla mücadele edilebilmektedir. Mücadele stratejilerinde ve uygulamalarında salgın popülasyonlarının baskılanmasına yönelik önlemler almak en önemli gerekliliktir (Özcan, 2017; Koçoğlu ve Özcan, 2018).

Mücadele doğada mevcut olanın zarar görmemesi için korunması, getirilerek doğaya salınması ve üretilerek çoğaltılıp salınması şeklinde 3 yol ile yapılabilmektedir (Birişik vd., 2010).

Türkiye’de ormanlık alanlarda yapılan ilk biyolojik mücadele çalışmasının geçmişi 1985 yılına dayanmaktadır. *I. sexdentatus*’a karşı Doğu Karadeniz Bölgesi/Artvin-Murgul ormanlarında kimyasal mücadele yapılırken, böcek yuvalarında predatör böceklerle rastlanmış ve bulunan bu predatörler sonucu kimyasal mücadele uygulamaları son bulmuştur. 1987-1989 yıllarında laboratuvarlarda üretilen 10.000 adet *Rhizophagus dispar* (Payk.) ve *T. formicarius* ile biyolojik mücadele uygulamalarına başlanmıştır (Yüksek ve Akbulut, 2005; Şahin, 2008; Eyüboğlu, 2011).

Günümüzde ormanlarda kimyasal mücadeleden mümkün olduğunca kaçınarak biyolojik mücadeleye öncelik verilmektedir. Türkiye’de kurulan 54 adet laboratuvar ile üretilen yararlı böcekler sahalara salınarak zararlı türler ile mücadele edilmeye çalışılmaktadır. (URL-4). Faydalı böceklerin yanı sıra ormanlarda zararlı türlerle beslenen kuşlar da önemli avcılardandır (Eroğlu vd., 2004). OGM kapsamında biyolojik mücadelede önemli rol oynayan kuşlar için yuvalar asılarak katkı sağlanmaktadır (URL-4).

Biyolojik mücadele uygulamalarının yapılabilmesi için detaylı olarak bilgi edinilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte sonucun geç alınması, mücadele ürünlerinin canlı olmasından dolayı özel şartlara ihtiyaç duyulması ve potansiyel risklerin varlığı gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır (URL-5). Bunlara rağmen istenilen kalıcı sonuca ulaşılabilmesi açısından tercih edilmesi gereken mücadele yöntemidir.

1.2.4. Kullanılan Biyolojik Mücadele Ajanları

Predatörler ve parazitoidler kullanılarak yapılan biyolojik mücadele uygulamalarının, kabuk böcekleri gibi birçok orman zararlısının oluşturduğu kayıpların azaltılmasında etkili olduğu ve diğer mücadele stratejilerini desteklediği savunulmaktadır (Moeck ve Safranyik, 1984). İyi bir predatör böcek av popülasyonu az olduğunda bile, onların yerlerini bulabilme yeteneğine sahiptir (Raffa ve Dahlsten, 1995).

Konukçu ağaç ya da avlarının yerini bulabilme yeteneği doğal düşmanların önemli bir karakteristik özelliğidir (Raffa vd., 2008). Farklı yöntemlerle avlarının yerlerini belirleyen avcılar için en temel yöntem koklamaktır. Aralarındaki yönetsel farklılıklar ise türlere göre değişiklik göstermektedir (Raffa ve Dahlsten, 1995). Avcı böceklerin bu davranışına karşılık olarak av ise popülasyonunun azalmasına engel olmak için avcüyı cezbetmeyen farklı bir feromon yaymaktadır. Diğer bitki zararlılarının karşı cinsi cezbetmek için yaydıkları feromonları ise doğal düşmanları av yeri belirlemek için kullanmaktadır (Raffa vd., 2008).

Orman zararlılarına karşı doğal düşmanlara baktığımızda: ormanın koruyucu işçileri olarak kabul edilen predatör *Formica rufa* (L.); *Thaumetopoea pityocampa* (Schiff) türünün larva parazitoiti *Phryxe caudata* (Rondani) ve *Compsilura concinnata* (Meigen); *Thaumetopoea pityocampa* (Schiff) türünün predatörü *Calosoma sycophanta* (L.); *Ips sexdentatus* (Boern.), *Pityokteines curvidens* (Germ.), *Ips typographus* (L.), *Dendroctonus micans* (Kugelann) gibi kabuk böceklerinin predatörü *Thanasimus formicarius* (L.), *Rhizophagus depressus* (Fabricius) ve *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) ön plana çıkmaktadır (URL-4).

Kabuk böceği türlerinin popülasyonlarını etkileyen topografik şartlar, iklim, meşcerenin yapısı gibi pek çok abiyotik faktörün yanı sıra predatörler oldukça etkilidir ve önemli bir yer tutmaktadır (Sarıyıldız, Akkuzu, Küçük, Duman ve Aksu, 2008; Koçoğlu ve Özcan, 2018). Farklı tür kabuk böceklerinin predatörleri genellikle benzerdir (Moeck ve Safranyik, 1984). Türler üzerinde önemli etkiye sahip çok sayıda predatör içerisinde özellikle Cleridae familyasına ait üyelere ibreli ve yapraklı meşcerelerde zarar yapan kabuk böceklerinin galerilerinde sıklıkla rastlanmaktadır (Koçoğlu ve Özcan, 2018).

Bu familyaya ait türler potansiyel olarak biyolojik kontrol ajanı şeklinde kullanılabilirler (Reeve, Rojas ve Morales-Ramos, 2003). *Ips typographus*'un başta olduğu ve bununla birlikte Türkiye'de 15 cinse (*Dendroctonus*, *Dryocoetes*, *Hylastes*, *Hylesinus*, *Hylurgops*, *Hylurgus*, *Ips*, *Leperesinus*, *Orthotomicus*, *Pityogenes*, *Pityokteines*, *Polygraphus*, *Scolytus*, *Tomicus* ve *Trypodendron*) ait 27 kabuk böceğine karşı etkili en önemli predatör olarak *T. formicarius* gösterilmektedir (Tommeras, 1988). *T. formicarius* ladin, çam ve yapraklı ağaçları istila eden birçok kabuk böceği türünün genel predatörüdür (Warzee ve Gregoire, 2003). Kabuk böceği

predatörleri arasında aslında en bol bulunan yırtıcı da *T. formicarius*'dur (Schroeder, 1997).

Bu türün erginleri 7-12 mm civarındadır ve silindirik şekillidirler. Siyah, beyaz ve kırmızı renklerde kanatlara sahip olup üzerlerinde beyaza yakın iki kuşak bulunmaktadır (Serin vd., 2005). Kabuk böcekleri tarafından istila edilmiş, ergin kabuk böceklerinin üzerinde beslendiği ve yumurta bıraktığı ağaçlara konarlar (Warzee ve Gregoire, 2003). Nisan-haziran civarında yumurtalarını böceklerin giriş deliklerinin iç kısımlarına ya da böcek giriş deliklerine bırakan *T. formicarius*, koyduğu zemine yumurtayı hafif bir şekilde yapıştırmaktadır (Schroeder, 1997).

Larva renkleri ilk kirli beyaz renkte iken daha sonrasında pembe renge dönüşür. Son gömleğe geldiğinde ise grimsi bir renk alır (Aksu, 2011). Yumurtadan çıkan larvalar kabuk böceklerinin açtıkları galerilere giriş yapar ve kabuk böceklerinin yumurta, larva ve pupaları ile beslenmeye başlarlar (URL-6). Daha sonra sonbahar dönemi ile dış kabuktaki oyuklarda pupa olurlar. Ergin bir *T. formicarius* yaklaşık 4-10 ay yaşamaktadır (Aksu, 2011).

T. formicarius'un petek gözü 400 adet ommatidium (nokta göz)'dan oluşmaktadır. Fakat çoğunlukla çevresindeki kabuk böceklerini göremez. Genellikle avını koklayarak yerini tespit eder ve saldırır (Hansen, 1983).

T. formicarius'un generasyon süresinin kabuk böceklerine oranla uzun olmasından dolayı özellikle larvaların besin kıtlığı çektiği ve gelişimlerinde sıkıntılar olduğu gözlemlenmiştir (Serin vd., 2005). Gelişimleri iyi olmamasına rağmen (Serin vd., 2005), kabuk böceklerinin sürekli olarak bulunmalarından dolayı tüm yaşamlarını aynı meşçerede geçirebildikleri gözlemlenmiştir (Warzee ve Gregoire, 2003). Ülkemizde *Ips sexdentatus*, *Ips typographus*, *Pityokteines curvidens* gibi kabuk böceği türlerinin biyolojik mücadelesi için laboratuvar ortamında predatör böcek üretilerek ormanlık alanlara salınmaktadır (URL-7). Ormanlık alanlardan feromon tuzaklar ile elde edilen predatör böcekler laboratuvara getirilerek burada üretimleri sağlanmaktadır. Laboratuvar da gelişimini tamamlayan predatör böcekler ise istilaya uğrayan alanlara bırakılarak av olan zararlı böceklerin mücadelesinde önemli olmaktadır. Bu üretim ve salınım çalışması bir döngü halinde devam etmektedir. Kastamonu ormanlarında önemli zararlara neden olan kabuk böcekleri ile mücadele

etmek üzere Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Orman Zararlıları ile Mücadele Şube Müdürlüğü yoğun olarak çalışmaktadır. Son yıllarda kabuk böcekleri ile mücadele açısından biyoteknik ve biyolojik mücadele yöntemini benimseyen Orman Zararlıları ile Mücadele Şube Müdürlüğü, bünyesinde oluşturduğu Orman Zararlılarıyla Mücadele Laboratuvarı ile yoluna devam etmektedir. Biyoteknik mücadele olarak, Kastamonu ili sınırları içerisinde yerleştirdikleri feromon tuzakları ile topladıkları predatör *T. formicarius* türünü, biyolojik mücadele kapsamında laboratuvar ortamında üretilip, kabuk böceği istilasını olan sahalara salınım yapmaktadırlar.

Bu çalışmada, predatör böcek *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera, Cleridae)'un, konifer ağaçları üzerinde önemli zararlara neden olan kabuk böceklerinden, *Ips sexdentatus* (Boerner) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) ve *Dentroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera: Curculionida)'nın farklı biyolojik dönemleri üzerindeki beslenme davranışı, predasyonu, tercihi ve oluşturduğu kayıp miktarı belirlenmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışma, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Orman Zararlılarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü'nün, Kastamonu ormanlarında zarar yapan kabuk böceklerine karşı predatör böcek olan *T. formicarius*'un yetiştirilerek doğaya salınımı için bünyesinde kurduğu Orman Zararlılarıyla Mücadele Laboratuvarı'nda, 2017 yılı Mayıs-Eylül ayları arasında yürütülmüştür (Fotoğraf 2.1).

Çalışma için gerekli olan *T. formicarius* ve *I. sexdentatus* türlerinin erginleri, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nün biyoteknik mücadele kapsamında ormanlara yerleştirdiği feromon tuzaklarından düzenli olarak elde edilmiştir. Kullanılan *T. formicarius* larvaları ise Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nün sınırları içerisindeki türün zarar verdiği ağaçların kabuklarının altından toplanan larvalardan seçilmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan diğer tür böcek, *D. micans* larvaları ise Artvin ormanlarından temin edilmiştir. Av olarak kullanılmış olan tüm bireyler canlı olarak temin edilmiş olup, yapılan deneylerde çoğunlukla canlı olarak kullanılmıştır.



Fotoğraf 2.1. Laboratuvar ortamına ait görüntüler

Çalışma materyali olarak kullanılan veriler, seçilen *T. formicarius* ergin ve larvalarının değişen sayı ve miktarlarda *I. sexdentatus* ve *D. micans* türlerini besin olarak kullanması sonucu gözlemlenen beslenme davranışları ve avların beslenme öncesi ve sonrası ağırlık ölçümleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Avların predatör böcek tarafından tüketilmesinin yanında vücut sıvılarının yetiştirme ortamına karışması mümkün olduğu ve bu miktarın belirlenebilmesinin imkansızlığından dolayı hesaplanan ağırlık, kayıp miktarı olarak kabul edilmiş olup değerlendirmeler bu tanım üzerinden yapılmıştır. Bunların yanı sıra predatör böceğin tercihi ve predasyonu da bu çalışmada belirlenmeye çalışılmıştır.

2.2. Yöntem

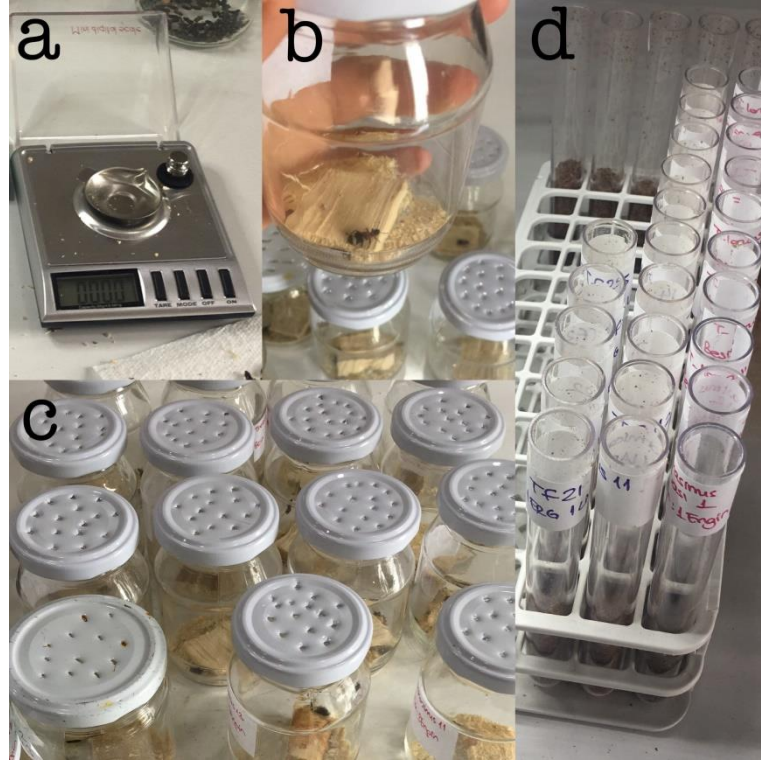
2.2.1. Yetiştirilme Ortamının Oluşturulması

Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü ormanlarına biyoteknik mücadele kapsamında yerleştirilen feromon tuzaklarına yakalanan *T. formicarius* erginleri belirli aralıklarla tuzaklardan toplanarak laboratuvara getirilmektedir. Üretim çalışmaları için laboratuvara getirilen predatör böceklerden yetiştirilmek üzere, cinsiyet ayrımları yapılmadan ergin ve larvaları seçilmiştir. Her bir ergin ve larva için ayrı yetiştirme ortamı oluşturulmuş ve numaralandırma yapılmıştır.

Erginler için, 9 cm (santimetre) yüksekliğinde ve 6 cm çapında kapaklı cam kaplar kullanılmıştır. Hava girişinin sağlanabilmesi için kapak kısmında rastgele açıklıklar oluşturulmuştur. Yetiştirme kaplarına nem dengesinin sağlanabilmesi ve yaşam ortamının oluşturulabilmesi için karaçam ağaçlarından elde edilen talaşlar ve bir küçük odun parçası yerleştirilmiştir. Hazırlanan her kaba 1 adet *T. formicarius* ergini yerleştirilmiştir (Fotoğraf 2.2).

Larvalar için, 15 cm uzunluğunda ve 25 mm (milimetre) çapında kapaksız cam yetiştirme tüpleri kullanılmıştır. Nemlendirilmiş talaş cam yetiştirme tüplerine doldurulmuştur. Her yetiştirme tüpüne 1 adet *T. formicarius* larvası yerleştirilmiştir (Fotoğraf 2.2).

Hazırlanan bu cam kap ve tüplerdeki *T. formicarius*'lar, laboratuvarındaki, 21 ± 1 °C sıcaklık ve 75 ± 5 nem oranı olan, ışıksız ve steril klimalı yetiştirme odasına alınmıştır.



Fotoğraf 2.2. a) Miligram (mg) hassasiyetli terazi b) *Thanasimus formicarius* erginleri için hazırlanan yetiştirme kapları c) *Thanasimus formicarius* erginleri için hazırlanan yetiştirme kaplarının hava giriş çıkış açıklıkları d) *Thanasimus formicarius* larvaları için hazırlanan yetiştirme tüpleri

2.2.2. Kayıp Miktarının Belirlenmesi

T. formicarius erginlerinin ve larvalarının beslenmesinde *I. sexdentatus* erginleri ve *D. micans* larvaları kullanılmıştır (Fotoğraf 2.3). Av olan türlerin, ergin ve larva *T. formicarius*'lara verilmeden önce ağırlıkları milligram (mg) hassasiyetli terazi ile tartılmıştır. Ağırlıkları kaydedilen avlar verildikten sonra, laboratuvar koşullarında beslenmeleri için 24 saatlik süreler tanınmıştır. Bu süre sonunda av olan türler yetiştirme kaplarından çıkartılarak tekrar tartılarak kaydedilmiştir.

Farklı tür, farklı biyolojik dönem ve farklı miktarlarda kullanılan av grupları farklılıkları dikkate alınmadan 1 adet *T. formicarius* ergin ve larvasının 24 saatlik süredeki neden olduğu ortalama kayıp miktarını belirlemek için Formül (1.1) kullanılmıştır.

$$\text{Toplam Kayıp Miktarı} = \text{Kaybedilen Ergin Ağırlık} + \text{Kaybedilen Larva Ağırlık} \quad (1.1)$$



Fotoğraf 2.3. a) *Ips sexdentatus* erginleri b) *Dentreotonus micans* larvaları c) Feromon tuzağının haznesi d) *Thanasimus formicarius* larvası

2.2.2.1. *Thanasimus formicarius* larvalarının beslenmesi

Cam yetiştirme tüplere yerleştirilen 20 adet *T. formicarius* larvası, kullanılan av miktarı ve çeşidi farklılık gösterecek şekilde, eşit birey sayısına sahip 4 gruba ayrılmıştır. Gruplar L1, L2, L3 ve L4 olarak isimlendirilmiştir. Bu 4 grup için, *I. sexdentatus* ergini ve *D. micans* larvasının bulunduğu deney düzenekleri oluşturulmuştur. Deney düzenekleri oluşturulurken kullanılan her tür ve her biyolojik dönem için ayrı kayıp miktarının ve birlikte kullanılması durumunda tercihinin ne olduğunun belirlenmesi için uygun olmasına önem verilmiştir. Oluşturulan her besin grubu harf ile isimlendirilmiştir (Fotoğraf 2.4, Tablo 2.1).

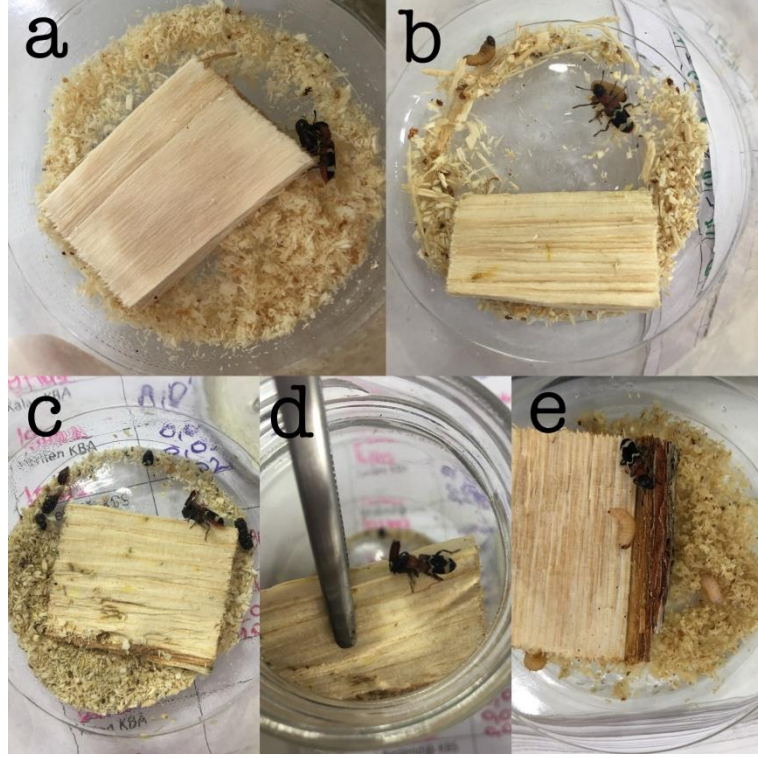
Av olan türlerin, larvalara verilmeden önce ağırlıkları milligram (mg) hassasiyetli terazi ile tartılmıştır. *T. formicarius* larvalarına, ağırlıkları kaydedilen avlar verildikten sonra, laboratuvar koşullarında beslenmeleri için 24 saatlik süreler tanınmıştır. Bu süre sonunda av olan türler yetiştirme kaplarından çıkartılarak tekrar tartılarak kaydedilmiştir.



Fotoğraf 2.4. Farklı besin gruplarının uygulandığı *Thanasimus formicarius* larvalarının beslenmesi

2.2.2.2. *Thanasimus formicarius* erginlerinin beslenmesi

Cam yetiştirme kaplarına yerleştirilmiş olan 50 adet *T. formicarius* ergini, kullanılan av miktarı ve çeşidine göre farklılık gösterecek şekilde, eşit birey sayısına sahip 10 gruba ayrılmıştır. Gruplar E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 ve E10 olarak isimlendirilmiştir. Oluşturulan bu 10 grup için, *I. sexdentatus* ergini ve *D. micans* larvasının bulunduğu deney düzenekleri oluşturulmuştur. Deney düzenekleri oluşturulurken kullanılan her tür ve her biyolojik dönem için ayrı kayıp miktarının ve birlikte kullanılması durumunda tercihinin ne olduğunun belirlenmesi için uygun olmasına önem verilmiştir. Oluşturulan her besin grubu harf ile isimlendirilmiştir (Fotoğraf 2.5, Tablo 2.1).



Fotoğraf 2.5. a) 1 adet *Ips sexdentatus* ergini ile beslenen *Thanasimus formicarius*'un beslenmesi b) 2 adet *Dentroctonus micans* larvası ile beslenen *Thanasimus formicarius*'un beslenmesi c) 3 adet *Ips sexdentatus* ergini ile beslenen *Thanasimus formicarius*'un beslenmesi d) 1 adet *Ips sexdentatus* ergini ve 1 adet *Dentroctonus micans* larvası ile beslenen *Thanasimus formicarius* e) 4 adet *Dentroctonus micans* larvası ile beslenen *Thanasimus formicarius*'un beslenmesi

Av olan türlerin, erginlere verilmeden önce ağırlıkları milligram (mg) hassasiyetli terazi ile tartılmıştır. *T. formicarius* larvalarına, ağırlıkları kaydedilen avlar verildikten sonra, laboratuvar koşullarında beslenmeleri için 24 saatlik süreler tanınmıştır. Bu süre sonunda av olan türler yetiştirme kaplarından çıkartılarak tekrar tartılarak kaydedilmiştir.

Tablo 2.1. *Oluşturulan besin grupları*

Besin Grubu	<i>Ips sexdentatus</i> Ergini (adet)	<i>Dentroctonus micans</i> Larvası (adet)
A Grubu	1	-
B Grubu	2	-
C Grubu	3	-
D Grubu	4	-
E Grubu	1	1
F Grubu	-	2
G Grubu	1	3
H Grubu	-	4
I Grubu	5	-
J Grubu	6	-

5 bireylik larva *T. formicarius* grupları için A, B, E ve F besin grupları denenmiştir. Elde edilen veriler aşağıdaki gibidir (Şekil 2.1).

L1 Grubu Larva *Thanasimus formicarius*

A grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 21 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 21×5 şeklinde hesaplanarak toplam 105 veri elde edilmiştir.

L2 Grubu Larva *Thanasimus formicarius*

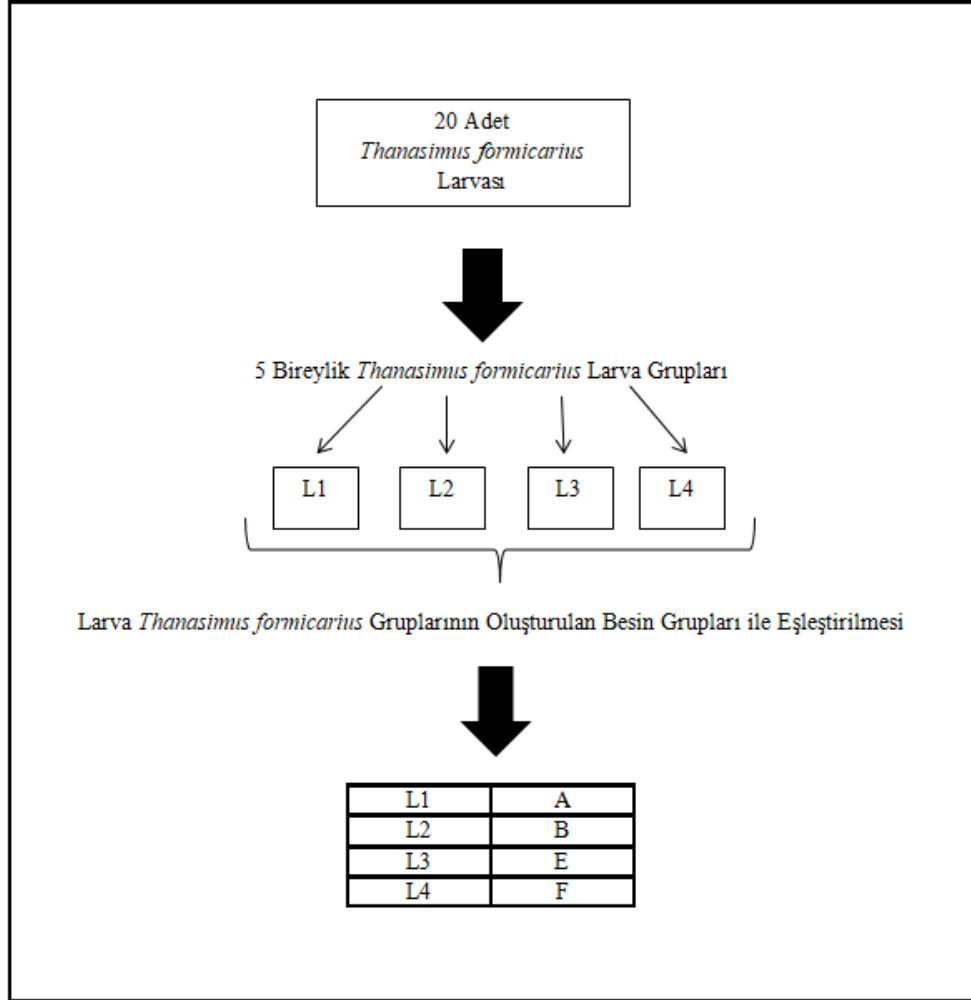
B grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 18 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak toplam 18×5 şeklinde hesaplanarak toplam 90 veri elde edilmiştir.

L3 Grubu Larva *Thanasimus formicarius*

E grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 6 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak toplam 6×5 şeklinde hesaplanarak toplam 30 veri elde edilmiştir.

L4 Grubu Larva *Thanasimus formicarius*

F grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 6 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 6×5 şeklinde hesaplanarak toplam 30 veri elde edilmiştir.



Şekil 2.1. Larva *Thanasimus formicarius*'ların beslenme deseni

5 bireylik ergin *T. formicarius* grupları için her besin grubu denenmiştir. Elde edilen veriler aşağıdaki gibidir (Şekil 2.2).

E1 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

G grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 7 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 5×7 şeklinde hesaplanarak toplam 35 veri elde edilmiştir.

E2 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

E grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 16 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 16×5 şeklinde hesaplanarak toplam 80 veri elde edilmiştir.

E3 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

A grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 48 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 48×5 şeklinde hesaplanarak toplam 240 veri elde edilmiştir.

E4 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

B grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 38 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 38×5 şeklinde hesaplanarak toplam 190 veri elde edilmiştir.

E5 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

F grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 25 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 5×5 şeklinde hesaplanarak toplam 125 veri elde edilmiştir.

E6 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

C grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 46 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 46×5 şeklinde hesaplanarak toplam 230 veri elde edilmiştir.

E7 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

D grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 39 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 39×5 şeklinde hesaplanarak toplam 195 veri elde edilmiştir.

E8 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

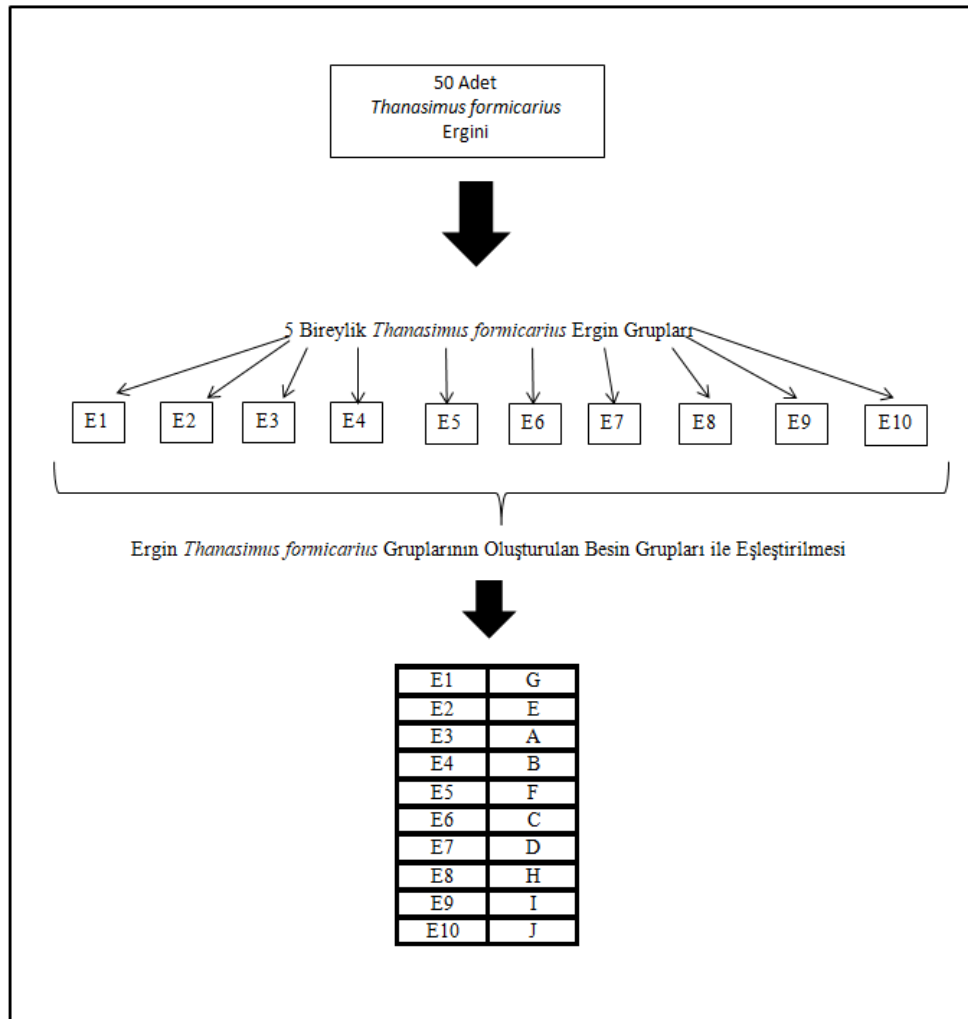
H grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 7 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 5×7 şeklinde hesaplanarak toplam 35 veri elde edilmiştir.

E9 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

I grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 11 gün deneme yapılmış. Bunun sonucu olarak 11×5 şeklinde hesaplanarak toplam 55 veri elde edilmiştir.

E10 Grubu Ergin *Thanasimus formicarius*

J grubu besin grubunun uygulandığı her birey için ayrı ayrı 3 gün deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak 3×5 şeklinde hesaplanarak toplam 15 veri elde edilmiştir.



Şekil 2.2. Ergin *Thanasimus formicarius*'ların beslenme deseni

2.2.3. İstatistik Analizler

Bu çalışmadaki tüm istatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 20 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilirken veri tabanında bulunan değişkenleri açıklayan, değişim aralığı, varyans, standart sapma, standart hata, en küçük değer, en büyük değer, yüzdeliklerden oluşan tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. Parametrik testlerin uygulanabilmesi için veriler iki varsayımı yerine getirmesi gerekmektedir. Birincisi veriler en az aralık ölçeğine sahip olmalı ve ölçümlerle belirlenmelidir. İkincisi ise veriler normal dağılım göstermelidirler. Elde edilen veriler nicel veriler olması ilk varsayımı sağlamaktadır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) tek örnek testi ile kontrol edilmiştir. Orijinal verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir ($p<0,05$). Daha sonra verilere doğal logaritma (ln) dönüşümü, karekök dönüşümü vb. gibi dönüşümler uygulanmış ancak verilerin normal dağılmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$) (Özdamar, 2004; Çimen, 2015). Bununla birlikte örnek büyüklüğü testlerin seçiminde önemli rol oynar. Büyük örneklerde ($n>30$) parametrik testler daha güvenceli olduğundan (Batu, 1995) değerlendirmelerde parametrik testlerden tek yönlü varyans analizi, bağımsız t test uygulanmıştır.

Deneme gruplardaki bireylerin beslenme davranışları, diğer canlı gruplarında olduğu gibi beslenme alışkanlıklarından, adaptasyon sorunlarından ya da hastalık gibi sorunlardan dolayı etkilenebilmekte ve bu nedenle değişebilmektedir. Çalışma yapılırken bireylerin beslenme davranışlarının benzer olması kabul edilerek istatistik olarak anlamlı farklılıklar gösteren bireyler gruptan çıkarılarak yeni bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Buna bağlı olarak *T. formicarius* larvalarının oluşturdukları kayıp miktarının belirlenmesi için oluşturulan ve A, B, E, F olarak adlandırılan gruplar değerlendirilmiştir. Bu dört farklı grupta ortalama kayıp miktarları tek yönlü varyans analizine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$) (Tablo 1.2). Bu nedenle larvalarda tüm denemeler analizlere dahil edilmiştir.

Tablo 2.2. *Thanasimus formicarius*'un larva ve erginlerinin kayıp oranlarına göre gruplar arası varyans (ANOVA) sonuçları

	Biyolojik Dönem	Kayıp Miktar Grubu	Grup Birey Sayısı	N	Besin Olarak Kullanılan Böceğin Biyolojik Dönemi	F	P
<i>Thanasimus formicarius</i>	Larva	A	5	21	Ergin	0,123	0,974
		B	5	18	Ergin	0,120	0,975
		E	5	6	Ergin	0,138	0,967
					Larva	0,282	0,887
		F	5	6	Larva	1,416	0,258
		A	5	48	Ergin	0,832	0,470
	Ergin	B	5	38	Ergin	3,941	0,004*
		C	5	46	Ergin	3,687	0,006*
		D	5	39	Ergin	4,991	0,001*
		E	5	16	Ergin	1,935	0,113
					Larva	1,735	0,151
		F	5	25	Larva	1,330	0,263
		G	5	7	Ergin	3,256	0,025*
					Larva	1,091	0,379
		H	5	7	Larva	0,335	0,852
		I	5	11	Ergin	1,547	0,203
		J	5	3	Ergin	2,258	0,135

*p < 0.05

T. formicarius erginlerinin oluşturdukları kayıp miktarını belirlemek için oluşturulan ve A, B, C, D, E, F, G, H, I olarak adlandırılan gruplar değerlendirilmiştir. Bu dokuz farklı grupta ortalama kayıp miktarları tek yönlü varyans analizine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermiştir (p<0,05) (Tablo 2.2). A, E, F, H, I ve J gruplarının ortalama günlük kayıp miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir

fark yok iken ($p>0,05$); B, C, D ve G gruplarında istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmiştir ($p<0,05$) (Tablo 2.2). Farklı olan gruplar değerlendirme dışı bırakılarak yeni veri tabanı oluşturulmuştur (Tablo 2.3).

Tablo 2.3. Farklılık gösteren gruplar çıkartıldıktan sonra *Thanasimus formicarius* 'un erginlerinin kayıp oranlarına göre gruplar arası varyans (ANOVA) sonuçları

	Biyolojik Dönem	Kayıp Miktar Grubu	N	Grup Birey Sayısı (adet)	Besin Olarak Kullanılan Böceğin Biyolojik Dönemi	F	P
<i>Thanasimus formicarius</i>	Ergin	A	5	48	Ergin	0,832	0,470
		B	4	38	Ergin	2,093	0,104
		C	4	46	Ergin	2,238	0,085
		D	4	39	Ergin	1,650	0,180
		E	5	16	Ergin	1,935	0,113
					Larva	1,735	0,151
		F	5	25	Larva	1,330	0,263
		G	4	7	Ergin	1,833	0,168
					Larva	1,465	0,249
		H	5	7	Larva	0,335	0,852
		I	5	11	Ergin	1,547	0,203
		J	5	3	Ergin	2,258	0,135

3. BULGULAR

3.1. Ergin *Thanasimus formicarius*'un Avları Üzerindeki Kayıp Miktarının Değerlendirilmesi

T. formicarius ergininin besin tercihi, avları üzerinde neden olduğu kayıp miktarı ve predasyonunun belirlenmesi için laboratuvar ortamında toplam 1070 deneme gerçekleştirilmiştir. Bu denemelerin %75'inde (802 adet) sadece *I. sexdentatus* erginleri, %15'inde (160) sadece *D. micans* larvaları av olarak kullanılırken, %10'unda (108) ise *I. sexdentatus* erginleri ve *D. micans* larvaları aynı anda av olarak kullanılmıştır.

Farklı tür, farklı biyolojik dönem ve farklı miktarlarda kullanılan av grupları farklılıkları dikkate alınmadan 1 adet *T. formicarius* ergininin 24 saatlik süredeki neden olduğu ortalama kayıp miktarını belirlemek için toplam 1070 denemenin tümü değerlendirmeye alınmıştır. Tüm denemeler için toplam kayıp miktarı Formül (1.1) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda, av ağırlıklarında hiçbir kaybın olmadığı yani 1 adet *T. formicarius* ergininin 24 saatlik süre içerisinde hiç tüketim yapmadığı denemelere de rastlanılmış olup, bunun yanı sıra denemeler içerisindeki neden olduğu en fazla kayıp miktarının 0,080 gram (gr) ve ortalama kayıp miktarının ise 0,0188 gr olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. *Thanasimus formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı

Denemede Kullanılan Tür	N	Günlük Ortalama Kayıp Miktarı $\pm$ Standart Hata (gr)	Minimum Kayıp Miktarı (gr)	Maksimum Kayıp Miktarı (gr)
<i>Thanasimus formicarius</i> Ergini	1070	0,0188 $\pm$ 0,0141	0	0,080

3.2. Farklı Tür ve Biyolojik Dönemlerin Av Olarak Kullanıldığı Denemelere İlişkin Bulgular

Yalnızca *I. sexdentatus* ergini, yalnızca *D. micans* larvası ve *I. sexdentatus* ergini ile *D. micans* larvasının birlikte kullanıldığı denemelerin bu 3 genel grup altındaki ortalama kayıp miktarları Tablo 3.2’de verilmiştir. Sadece ergin *I. sexdentatus* erginlerinin av olarak kullanıldığı 802 denemeye göre belirlenen süre sonunda predatör böceğin hiçbir tüketim gerçekleştirmediği ve kayba neden olmadığı denemelerin olduğu gibi denemeler içerisindeki en fazla kaybın 0,061 gr ve ortalama kaybın 0,0163 gr olduğu belirlenmiştir. Sadece *D. micans* larvalarının av olarak kullanıldığı 160 denemeye göre belirlenen süre sonunda predatör böceğin hiçbir tüketim gerçekleştirmediği ve kayba neden olmadığı denemelerin olduğu gibi denemeler içerisindeki en fazla kaybın 0,080 gr ve ortalama kaybın 0,0274 gr olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte *I. sexdentatus* ergini ve *D. micans* larvalarının birlikte av olarak kullanıldığı 180 denemeye göre belirlenen süre sonunda predatör böceğin hiçbir tüketim gerçekleştirmediği ve kayba neden olmadığı denemelerin olduğu gibi denemeler içerisindeki en fazla kaybın 0,073 gr ve ortalama kaybın 0,0240 gr olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Farklı tür ve biyolojik dönemlere göre *Thanasimus formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarları arasındaki farklılıklar

Denemede Kullanılan Av	N	Ortalama Kayıp Miktarı $\pm$ Standart Hata (gr)	Minimum Kayıp Miktarı (gr)	Maksimu m Kayıp Miktarı (gr)	P
Ergin (A, B, C, D, I ve J Grupları)	802	0,0163 $\pm$ 0,0120 ^a	0	0,061	
Larva (F ve H Grupları)	160	0,0274 $\pm$ 0,0179 ^c	0	0,080	0,000
Ergin ve Larva (E ve G Grupları)	108	0,0240 $\pm$ 0,0160 ^b	0	0,073	

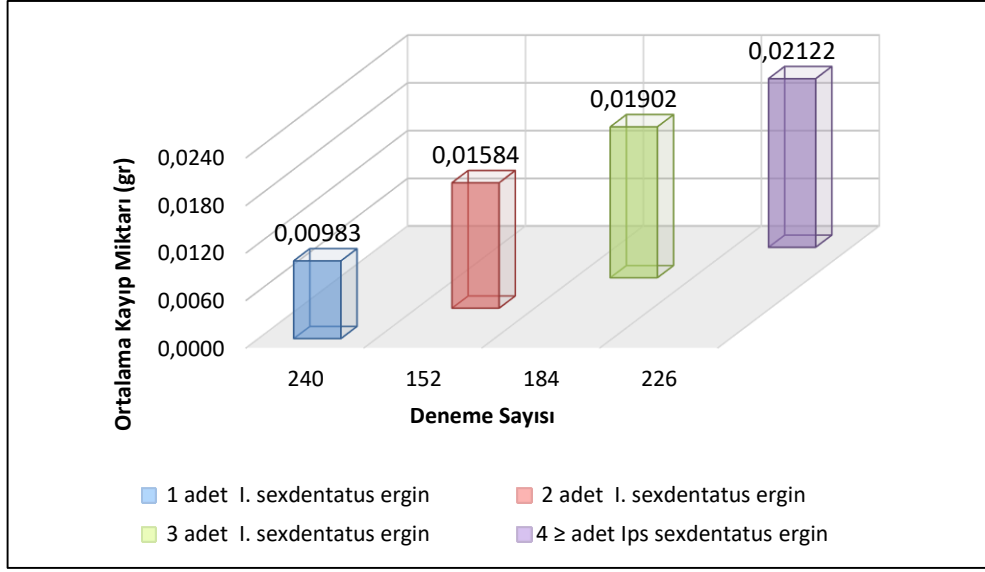
p < 0,05 ^{a,b,c} istatistik farklı grupları göstermektedir.

Elde edilen veriler ışığında, yalnızca *D. micans* larvaları, yalnızca *I. sexdentatus* ergini ve *D. micans* larvaları ile *I. sexdentatus* ergininin birlikte av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* erginin ortalama kayıp miktarları arasında varyans analizine göre istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p < 0,05$) (Tablo 3.2). *D. micans* larvalarının av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* erginlerinin ortalama kayıp miktarları *I. sexdentatus* ergininin av olduğu denemelere göre 1,68; maksimum kayıp miktarları ise 1,31 kat daha fazla olarak bulunmuştur. Yine *D. micans* larvaları ve *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı *T. formicarius* erginlerinin ortalama kayıp miktarları *I. sexdentatus* ergininin av olduğu denemelere göre 1,47; maksimum kayıp miktarları ise 1,2 kat daha fazla olmuştur. *I. sexdentatus* ergini ve *D. micans* larvalarının av olarak kullanıldığı denemeler ile sadece *D. micans* larvalarının av olarak kullanıldığı denemelerin ise ortalama kayıp miktarları yaklaşık olarak aynıdır.

3.2.1. *Ips sexdentatus* Ergininin Av Olarak Kullanıldığı Denemelere İlişkin Bulgular

Oluşturulan 802 adet denemede sadece *I. sexdentatus* erginleri av olarak kullanılmıştır. Bu denemelerin %29,9’unda (240) 1 adet *I. sexdentatus* ergini, %19’unda (152) 2 adet *I. sexdentatus* ergini, %22,9’unda (184) 3 adet *I. sexdentatus* ergini, %19,4’ünde (156) 4 adet *I. sexdentatus* ergini, %6,8’inde (55) 5 adet *I. sexdentatus* ergini ve %1,8’inde ise (15) 6 adet *I. sexdentatus* ergini kullanılmıştır.

Predatör böcek *T. formicarius* ergini için farklı sayılarda *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelere ait ortalama kayıp miktarları sonuçları Tablo 3.3’de verilmiştir. Buna göre 1 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 240 denemede *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,00983 gr olarak hesaplanmıştır. 2 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 152 denemede *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,01584 gr’dır. 3 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 184 denemede *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,01902 gr’dır. 4 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 156 denemede *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,01899 gr’dır. 5 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 55 denemede *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,02447 gr’dır. 6 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 15 denemede *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,0324 gr’dır. 4, 5 ve 6 adet *I. sexdentatus* erginlerinin av olarak kullanıldığı deneme desenlerinde *T. formicarius* ergininin ortalama kayıp miktarları arasında istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmadığı için ($p>0,05$) bu gruplar birleştirilmiştir ve değerlendirmelerde 4 ve üzeri olarak kullanılmıştır. Buna göre de 4 ve üzeri *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 226 denemede *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı ise 0,02122 gr olarak bulunmuştur (Grafik 3.1).



Grafik 3.1. *Thansimus formicarius* ergininin *Ips sexdentatus* erginleri üzerinde neden olduğu ortalama kayıp miktarı ve deneme sayıları

Bunun yanında 1, 2 ve 3 adet ergin *I. sexdentatus*'un av olarak kullanıldığı deneme grupları arasında varyans analizine göre ortalama kayıp miktarları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ($p < 0,05$), 3 adet ergin *I. sexdentatus*'un av olarak kullanıldığı deneme grupları ile 4 ve üzeri ergin *I. sexdentatus*'un av olarak kullanıldığı gruplar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Av *Ips sexdentatus* erginlerinin kullanıldığı deneme gruplarında ortalama kayıp miktarları farklılıkları

Besin Grupları ve <i>Ips sexdentatus</i> Ergin Sayıları	N	Ortalama Kayıp Miktarı $\pm$ Standart Hata (gr)	P	P
A grubu (1 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	240	0,00983 $\pm$ 0,0063 ^a		
B grubu (2 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	152	0,01584 $\pm$ 0,0091 ^b	0,000	
C grubu (3 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	184	0,01902 $\pm$ 0,0140 ^c		
D, I ve J grubu (4 ve üzeri <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	226	0,02122 $\pm$ 0,0135 ^c		0,190
p < 0,05 ^{a,b,c} istatistiksel olarak farklı grupları göstermektedir.				

1 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelere göre, 2 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelerde ortalama kayıp miktarı 1,61 kat, 3 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelerde ortalama kayıp miktarı 1,93 ve 4 ve üzeri erginin av olarak kullanıldığı denemelerde ortalama kayıp miktarı 2,16 kat daha fazla olmuştur. 2 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelere göre, 3 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelerde ortalama kayıp miktarı 1,2 ve 4 ve üzeri erginin av olarak kullanıldığı denemelerde ortalama kayıp miktarı 1,34 kat daha fazla olmuştur. 3 adet *I.*

sexdenatus ergininin av olarak kullanıldığı denemelere göre ise, 4 ve üzeri erginin av olarak kullanıldığı denemelerde ortalama kayıp miktarı 1,12 kat daha fazla olmuştur. Av olarak kullanılan ergin sayısı arttıkça, predatör böceğin oluşturduğu kayıp miktarı da artmaktadır. Ancak ergin sayısı farklı olan besin gruplarının kayıp miktarları arasındaki fark, ergin sayısı artışı ile azalmaktadır.

3.2.2. *Dentroctonus micans* Larvasının Av Olarak Kullanıldığı Denemelere İlişkin Bulgular

Oluşturulan 160 adet denemede sadece *D. micans* larvaları av olarak kullanılmıştır. Bu denemelerin %78.1'inde (125) 2 adet *D. micans* larvası, %21,9'unda (35) 4 adet *D. micans* larvası kullanılmıştır. *T. formicarius* erginine farklı sayılarda (2 ve 4) *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı denemelere ait ortalama kayıp miktarları sonuçları Tablo 3.4'de verilmiştir.

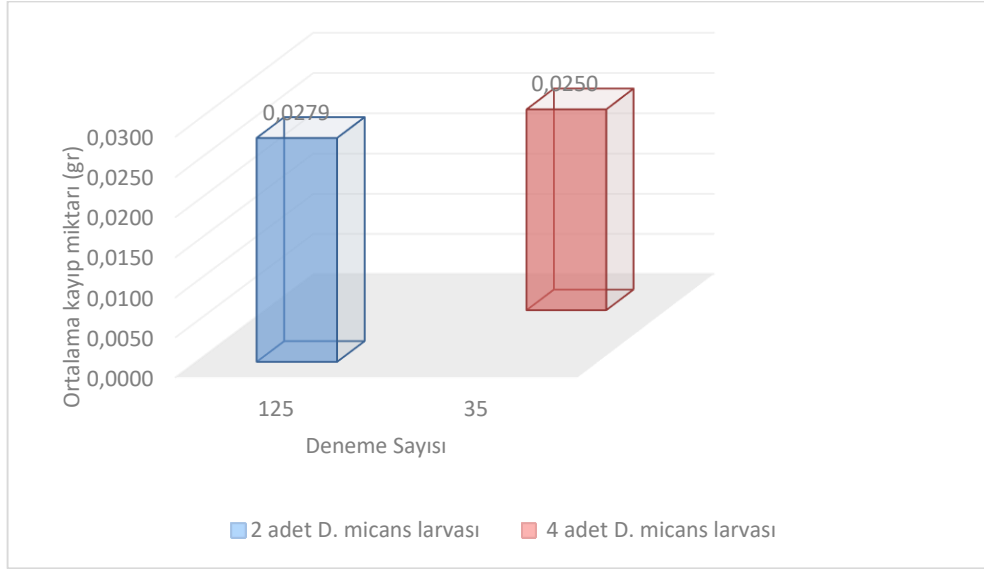
Tablo 3.4. Av *Dentroctonus micans* larvalarının kullanıldığı deneme gruplarında ortalama kayıp miktarları farklılıkları

Besin Grupları ve <i>Dentroctonus</i> <i>micans</i> Larvası Sayıları	N	Ortalama Kayıp Miktarı± Standart Hata	P
F Grubu (2 adet <i>Dentroctonus</i> <i>micans</i> larvası)	125	0,0279 ± 0,0158	0,000
H Grubu (4 adet <i>Dentroctonus</i> <i>micans</i> larvası)	35	0,0250 ± 0,0239	

p <0,05

Buna göre 2 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı 125 denemede *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,0279 gr'dır. 4 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı 35 denemede *T. formicarius* ergininin neden

olduğu ortalama kayıp miktarı ise 0,0250 gr'dır (Grafik 3.2). 2 ve 4 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı deneme desenlerinde *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarları arasında istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$).



Grafik 3.2. *Thanasimus formicarius* ergininin *Dendroctonus micans* larvaları üzerinde neden olduğu ortalama kayıp miktarı ve deneme sayıları

3.2.3. Ergin *Thanasimus formicarius*'un Avları Üzerindeki Farklı Biyolojik Dönemlerine Göre Kayıp Miktarlarının Değerlendirilmesi

Ergin *I. sexdentatus* ve *D. micans* larvasının aynı anda av olarak kullanıldığı deneme gruplarında sadece *I. sexdentatus* ergin kaybı üzerinden değerlendirme yapıldığında bağımsız t testine göre ortalama ergin kayıp miktarlarının istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$) (Tablo 3.5).

Yalnızca *I. sexdentatus* erginlerinin av olarak kullanıldığı deneme desenlerine göre *T. formicarius* erginin ortalama ergin kayıp miktarı 0,0163 gr iken; *I. sexdentatus* ergini ile *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı deneme desenlerindeki ortalama ergin kayıp miktarı 0,0055 gr olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ortalama ergin kayıp miktarları karşılaştırıldığında, yalnızca ergin kullanılan denemedeki ergin kayıp miktarı, hem ergin hem larva kullanılarak kurulan deneme şeklindeki ergin kayıp miktarının 2,97 katı olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.5). *T. formicarius* ergini, ergin ve larvanın birlikte av olarak kullanıldığı durumlarda ortalama ergin kayıp oranı daha düşük olmuştur. Buna göre predatör böceğin besin

ortamında av olarak larvanın bulunması durumunda öncelikle larvaları tercih ettiğini göstermektedir.

Tablo 3.5. *Thanasimus formicarius* ergininin neden olduğu ortalama ergin ve larva kayıp miktarları arasındaki farklılıklar

Besin Grupları	Besinin Kullanılma Şekli	N	Kayıp Miktarı ± Standart Hata (gr)	P
Ergin Kayıp Miktarına Göre	1 adet Ergin	802	0,0163 ± 0,0120	0,000
	1 adet Ergin ve 1 adet Larva	108	0,0055 ± 0,0070	
Larva Kayıp Miktarına Göre	1 adet Larva	160	0,0274 ± 0,0179	0,000
	1 adet Ergin ve 1 adet Larva	108	0,0187 ± 0,0133	

p <0,05

Ergin *I. sexdentatus* ve *D. micans* larvasının aynı anda av olarak kullanıldığı deneme gruplarında sadece *D. micans* larvasının kaybı üzerinden değerlendirme yapıldığında bağımsız t testine göre ortalama larva kayıp miktarlarının istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir (p<0,05) (Tablo 3.5).

Yalnızca *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı denemeye göre *T. formicarius* erginin ortalama larva kayıp miktarı 0,0274 gr iken, *I. sexdentatus* ergini ile *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerde ortalama larva kayıp miktarı 0,0187 gr olarak bulunmuştur. Bu iki farklı denemelere göre ortalama larva kayıp miktarları karşılaştırıldığında, yalnızca larva kullanılan denemedeki larva kayıp miktarı, hem ergin hem larva kullanılan denemelerdeki larva kayıp miktarının 1,47 katı olduğu görülmektedir. Elde edilen bu verilere göre, *T. formicarius* ergini için ortalama larva kayıp oranı, ergin ve larvanın birlikte av olarak kullanıldığı durumlarda daha düşük olmuştur. Bu durum ortamda av olarak larvanın bulunması durumunda larvaları tercih ettiğini göstermektedir.

Ergin ve larvanın birlikte kullanıldığı denemelerde; *T. formicarius* ergini %22,8 oranında ergin kaybına, %77,2 oranında ise larva kaybına neden olduğu hesaplanmıştır. Tek besin çeşidinin kullanıldığı denemelerde ki kayıp miktarının; larva kullanılanlarda, ergin kullanılanlara göre 1,68 kat daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

3.3. Larva *Thanasimus formicarius*'un Avları Üzerindeki Kayıp Miktarının Değerlendirilmesi

T. formicarius larvasının besin tercihi, avları üzerinde neden olduğu kayıp miktarı ve predasyonunun belirlenmesi için laboratuvar ortamında toplam 255 deneme gerçekleştirilmiştir. Bu denemelerin %41'inde (105 adet) 1 adet *I. sexdentatus* ergini, %35'inde (90) 2 adet *I. sexdentatus* ergini, %12'sinde (30) 2 adet *D. micans* larvası av olarak kullanılırken, diğer %12'sinde (30) ise 1 adet *I. sexdentatus* ergini ve 1 adet *D. micans* larvası aynı anda av olarak kullanılmıştır.

Farklı tür, farklı biyolojik dönem ve farklı miktarlarda kullanılan av grupları farklılıkları dikkate alınmadan 1 adet *T. formicarius* larvasının 24 saatlik sürede neden olduğu ortalama kayıp miktarını belirlemek için toplam 255 denemenin tümü değerlendirmeye alınmıştır. Tüm denemeler için toplam kayıp miktarı Formül (1.1) kullanılarak hesaplanmıştır. 1 adet *T. formicarius* larvasının 24 saatlik sürede hiç tüketim yapmadığı denemelere de rastlanılmış olup, bunun yanı sıra denemeler içerisindeki neden olduğu en fazla kayıp miktarının 0,0650 gr ve ortalama kayıp miktarının ise 0,0149 gr olduğu tespit edilmiştir. (Tablo 3.6).

Tablo 3.6. *Thanasimus formicarius* larvasının neden olduğu ortalama kayıp miktarı

Denemede Kullanılan Tür	N	Günlük Ortalama Kayıp Miktarı $\pm$ Standart Hata (gr)	Minimum Kayıp Miktarı (gr)	Maksimum Kayıp Miktarı (gr)
<i>Thanasimus formicarius</i> Larvası	255	0,0149 $\pm$ 0,0146	0	0,0650

3.4. Farklı Tür ve Biyolojik Dönemlerin Av Olarak Kullanıldığı Denemelere İlişkin Bulgular

T. formicarius larvası için farklı tür, biyolojik dönem ve sayılarda av kullanılarak yapılan denemelere ait ortalama kayıp miktarları sonuçları Tablo 3.7’de verilmiştir. Buna göre sadece 1 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 105 denemede ortalama kayıp miktarı 0,012 gr’dır. 2 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 90 denemede ortalama kayıp miktarı ise 0,020 gr’dır. 2 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı 30 denemede *T. formicarius* larvasının neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,014 gr’dır. 1 adet *I. sexdentatus* ergini ve 1 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı 30 denemede *T. formicarius* larvasının neden olduğu ortalama kayıp miktarı ise 0,014 gr’dır.

1 ve 2 adet ergin *I. sexdentatus*’un av olarak kullanıldığı deneme grupları arasında varyans analizine göre ortalama kayıp miktarları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ($p<0,005$), 2 adet larva *D. micans*’ın ve 1 adet ergin *I. sexdentatus* ile 1 adet larva *D. micans*’ın birlikte av olarak kullanıldığı deneme gruplarının, 1 ve 2 ergin *I. sexdentatus*’un av olarak kullanıldığı gruplar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir (Tablo 3.7).

Ergin *I. sexdentatus* ve *D. micans* larvasının aynı anda av olarak kullanıldığı deneme gruplarında sadece *I. sexdentatus* ergin kaybı üzerinden değerlendirme yapıldığında bağımsız t testine göre ortalama ergin kayıp miktarlarının istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$) (Tablo 3.8).

Yalnızca 1 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı deneme desenlerine göre *T. formicarius* erginin neden olduğu ortalama ergin kayıp miktarı 0,012 gr iken; 1 adet *I. sexdentatus* ergini ile 1 adet *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı deneme desenlerinde ortalama ergin kayıp miktarı 0,0043 gr olarak bulunmuştur. Bu iki farklı denemeye göre ortalama ergin kayıp miktarları karşılaştırıldığında, 1 adet ergin kullanılan denemedeki ergin kaybı, 1 adet ergin ve 1 adet larva kullanılarak oluşturulan deneme şeklindeki ergin kayıp miktarının 2,79 katı olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.8). Elde edilen bu verilere göre, *T. formicarius* larvasının, ergin ve larvanın birlikte av olarak kullanıldığı durumlardaki ortalama

ergin kayıp oranı daha düşük olmuştur. Buna durum ortamda av olarak larvanın bulunması durumunda öncelikle larvaları tercih ettiğini göstermektedir.

Tablo 3.7. Farklı tür ve biyolojik dönemlere göre *Thanasimus formicarius* larvasının neden olduğu ortalama kayıp miktarları farklılıkları

Besin Grubu	N	Günlük Ortalama Kayıp Miktarı $\pm$ Standart Hata (gr)	Günlük Min. Kayıp Miktarı (gr)	Günlük Max. Kayıp Miktarı (gr)
A Grubu (1 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	105	0,012 $\pm$ 0,0094 ^a	0	0,0444
B Grubu (2 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	90	0,020 $\pm$ 0,0192 ^b	0,0020	0,0650
F Grubu (2 adet <i>Dentroctonus micans</i> larvası)	30	0,014 $\pm$ 0,0123 ^{ab}	0	0,0440
E Grubu (1 adet <i>Dentroctonus micans</i> larvası ve 1 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	30	0,014 $\pm$ 0,0128 ^{ab}	0	0,0430

p < 0,05 ^{a,b} istatistik farklı grupları göstermektedir.

2 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı deneme desenlerine göre ise *T. formicarius* larvasının neden olduğu ortalama ergin kayıp miktarı 0,020 gr olarak kaydedilmiştir. 1 adet *I. sexdentatus* ergini ile 1 adet *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı deneme desenlerinde ortalama ergin kayıp miktarının ise 0,0043 gr olarak bulunduğu belirtilmiştir. Bu iki farklı denemeye göre ortalama ergin kayıp

miktarları karşılaştırıldığında, 2 adet ergin kullanılan denemedeki ergin kaybı, 1 adet ergin ve 1 adet larva kullanılarak kurulan deneme şeklindeki ergin kayıp miktarının 4,65 katı olduğu ortaya çıkmaktadır (Tablo 3.8).

Ergin *I. sexdentatus* ve *D. micans* larvasının aynı anda av olarak kullanıldığı deneme gruplarında sadece *D. micans* larvasının kaybı üzerinden değerlendirme yapıldığında bağımsız t testine göre ortalama larva kayıp miktarlarının istatistiksel olarak farklı olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$) (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. *Thanasimus formicarius* larvasının ortalama ergin ve larva kayıp miktarları arasındaki farklılıklar

Besin Grupları	Besinin Kullanılma Şekli	N	Kayıp Miktarı $\pm$ Standart Hata (gr)	P
Ergin Kayıp Miktarına Göre	1 adet Ergin	105	0,012 $\pm$ 0,0094	0,000
	1 adet Ergin ve 1 adet Larva	30	0,0043 $\pm$ 0,0033	
Ergin Kayıp Miktarına Göre	2 adet Ergin	90	0,020 $\pm$ 0,0192	0,000
	1 adet Ergin ve 1 adet Larva	30	0,0043 $\pm$ 0,0033	
Larva Kayıp Miktarına Göre	2 adet Larva	30	0,014 $\pm$ 0,0123	0,000
	1 adet Ergin ve 1 adet Larva	30	0,0093 $\pm$ 0,0120	

$p < 0,05$

2 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı denemeye göre *T. formicarius* larvasının neden olduğu ortalama larva kayıp miktarı 0,014 gr iken, 1 adet *I. sexdentatus* ergini ile 1 adet *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı deneme desenlerinde ortalama larva kayıp miktarı 0,0093 gr olarak bulunmuştur. Bu iki farklı denemeye göre ortalama larva kayıp miktarları karşılaştırıldığında, yalnızca larva kullanılan denemedeki larva kaybı, hem ergin hem larva kullanılan denemelerdeki larva kayıp miktarının 1,5 katı olduğu görülmektedir. Elde edilen bu verilere göre, *T. formicarius* larvasının, ergin ve larvanın birlikte av olarak kullanıldığı durumlardaki neden olduğu ortalama larva kayıp oranı daha fazla olmuştur. Buna göre ortamda av olarak larvanın bulunması durumunda larvaları tercih ettiğini göstermektedir (Tablo 3.8).

Ergin ve larvanın birlikte kullanıldığı denemelerde; *T. formicarius* larvası %31,6 oranında ergin kaybına, %68,4 oranında ise larva kaybına sebep olduğu hesaplanmıştır. Tek besin çeşidinin kullanıldığı denemelerde ki kayıp miktarının; ergin kullanılanlarda, larva kullanılanlara göre 1,42 kat daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 3.8).

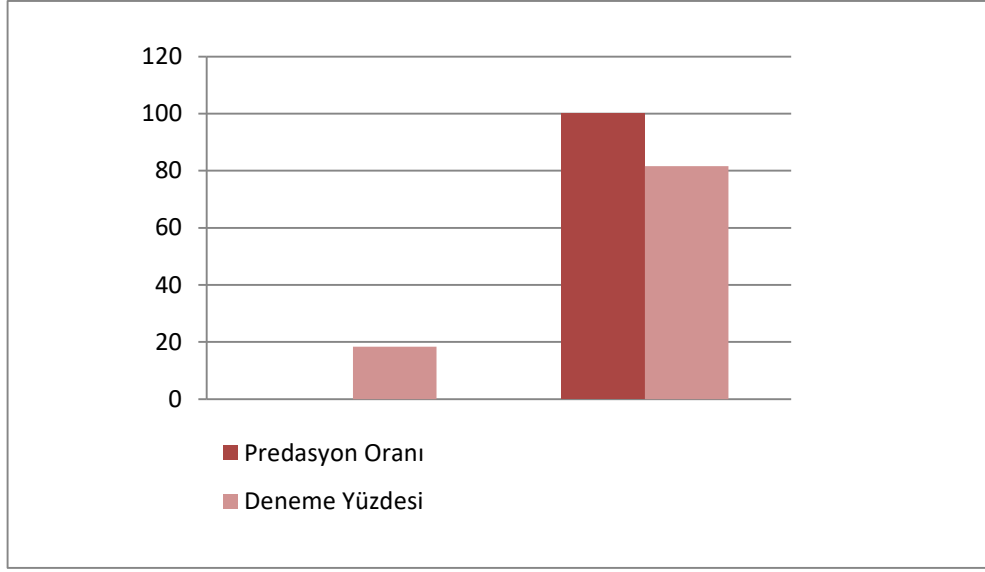
3.5. *Thanasimus formicarius*'un Predasyonu

Yaşamın başlangıcından beri var olduğu kabul edilen predasyona genel olarak bakıldığında, beslenme amacı ile başka bir organizmayı öldürmek olarak tanımlanabilir (Bengtson, 2002). *T. formicarius* türünün predasyonu ise bu çalışmada incelenmiş olup, öldürdüğü türlere göre başlıklara ayrılarak aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

3.5.1. Farklı Sayılarda Oluşturulan Denemelere Göre Ergin *Thanasimus formicarius*'un Predasyonu

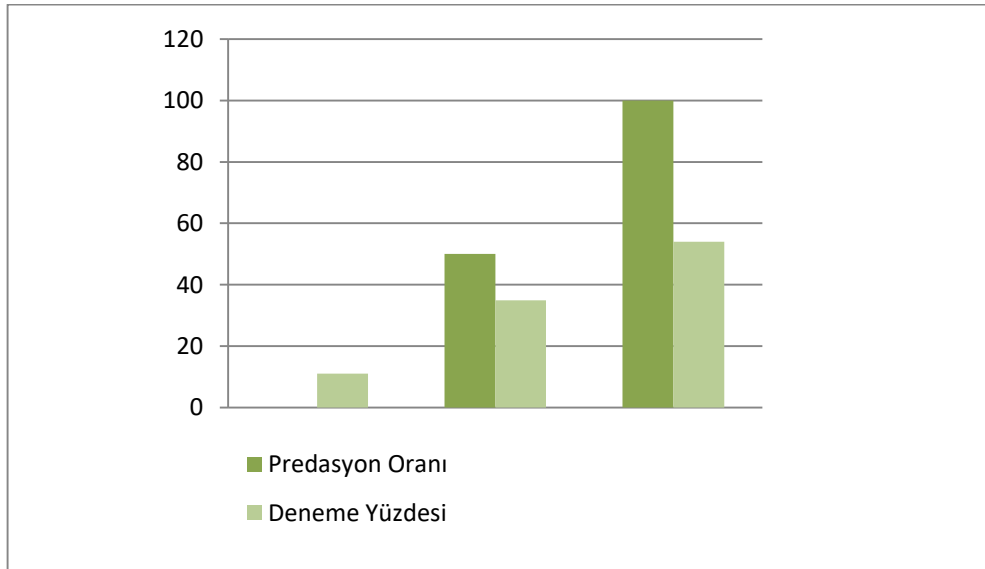
3.5.1.1. Ergin *Thanasimus formicarius*'un ergin *Ips sexdentatus* üzerindeki predasyonu

Ergin *T. formicarius*'a 1 adet *I. sexdentatus* erginin av olarak kullanıldığı 240 denemenin (A grubu) %81,6'sında (196) predatör böceğin predasyon oranı %100 iken %18,4'ünde (44) bu oran %0'dır (Grafik 3.3, Tablo 3.9).



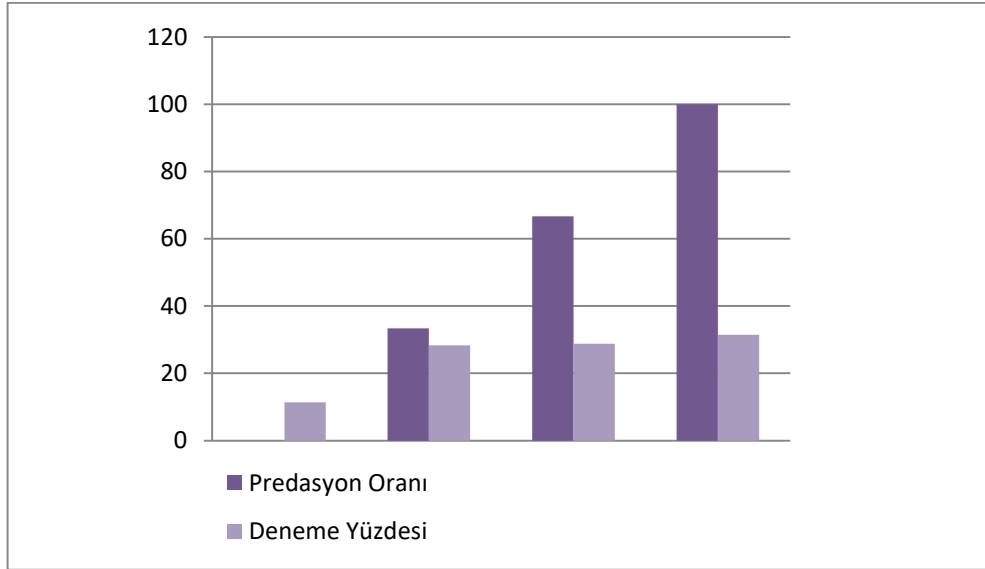
Grafik 3.3. A grubunun uygulandığı *Thanasimus formicarius* erginlerinin deneme yüzdelere göre predasyon oranları

2 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 152 denemenin (B grubu) toplam %88,9’unda (135) predasyon gerçekleşmiş olup, toplam predasyon görülen denemelerin 53’ünde predasyon oranı %50 iken, 82’sinde bu oran %100’dür. Denemelerin % 11,1’inde (17) avların ölmediği ve/veya yaralanmadığı görülmüştür (Grafik 3.4, Tablo 3.9).



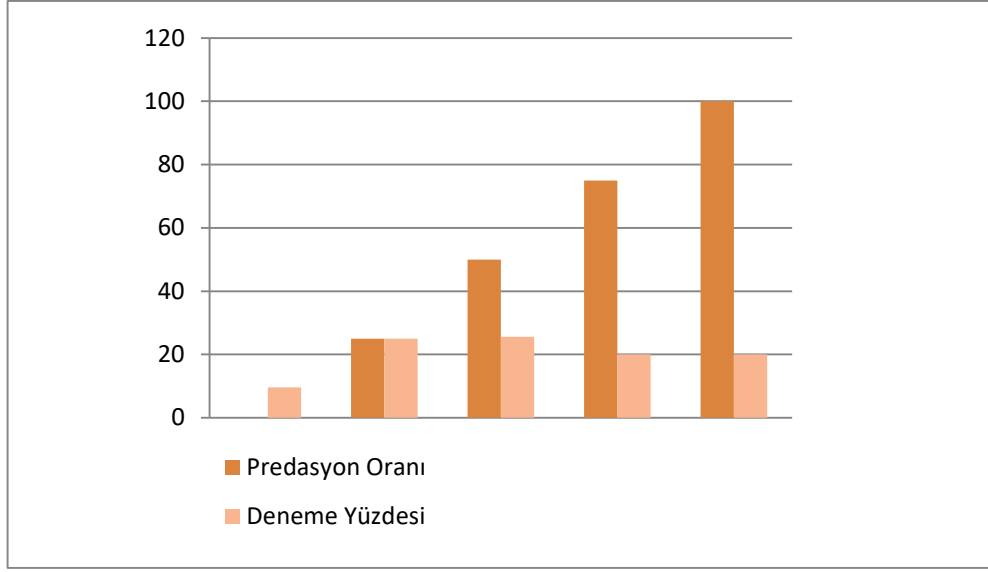
Grafik 3.4. B grubunun uygulandığı *Thanasimus formicarius* erginlerinin deneme yüzdelere göre predasyon oranları

3 adet ergin *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 184 denemenin (C grubu) toplam %88,6'sında (163) predasyon gerçekleşmiş olup, toplam predasyon görülen denemelerin 52'sinde predasyon oranı %33,33; 53'ünde %66,67 ve 58'inde %100'dür. Denemelerin % 11,4'ünde (21) avların ölmediği ve/veya yaralanmadığı görülmüştür (Grafik 3.5, Tablo 3.9).



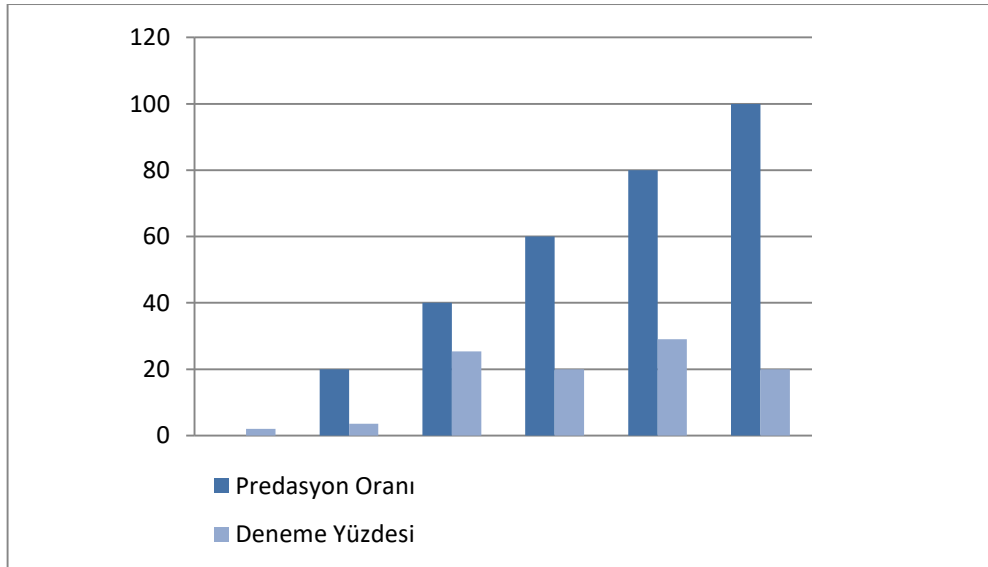
Grafik 3.5. C grubunun uygulandığı *Thanasimus formicarius* erginlerinin deneme yüzdelere göre predasyon oranları

4 adet ergin *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 156 denemenin (D grubu) toplam %90,4'ünde (141) predasyon gerçekleşmiş olup, toplam predasyon görülen denemelerin 39'unda predasyon oranı %25; 40'ında %50; 20'sinde %75 ve 20'sinde %100'dür. Denemelerin %9,6'sında (15) avların ölmediği ve/veya yaralanmadığı görülmüştür (Grafik 3.6, Tablo 3.9).



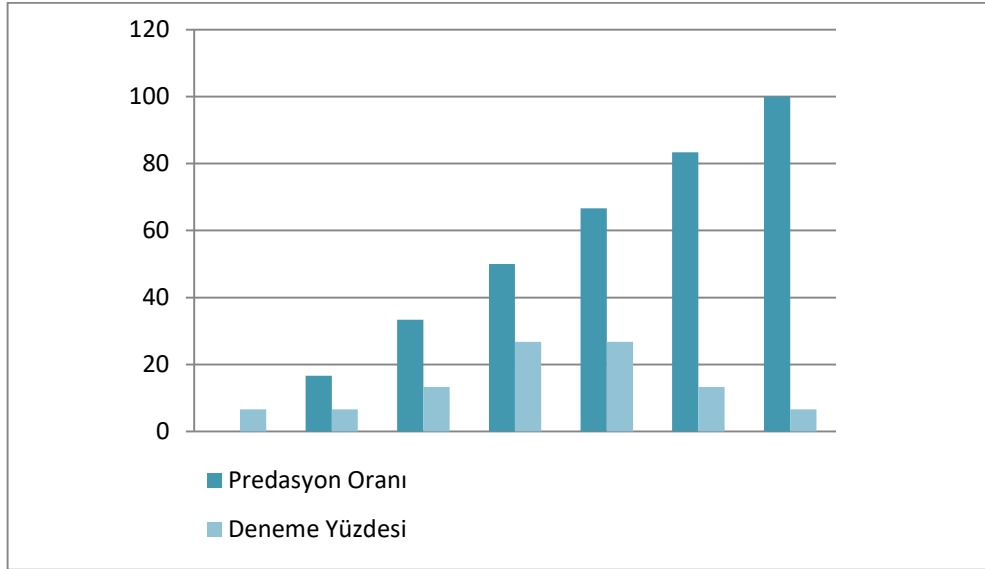
Grafik 3.6. D grubunun uygulandığı *Thanasimus formicarius* erginlerinin deneme yüzdelerine göre predasyon oranları

5 adet ergin *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 55 denemenin (I grubu) toplam %98'inde (56) predasyon gerçekleşmiş olup, toplam predasyon görülen denemelerin 2'sinde predasyon oranı %20; 14'ünde %40; 11'inde %60; 16'sında %80 ve 11'inde %100'dür. Denemelerin %2'sinde (1) avların ölmediği ve/veya yaralanmadığı görülmüştür (Grafik 3.7, Tablo 3.9).



Grafik 3.7. I grubunun uygulandığı *Thanasimus formicarius* erginlerinin deneme yüzdelerine göre predasyon oranları

6 adet ergin *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı 15 denemenin (J grubu) toplam %93,4'ünde (14) predasyon gerçekleşmiş olup, toplam predasyon görülen denemelerin 1'inde predasyon oranı %16,67; 2'sinde %33,33; 4'ünde %50 4'ünde %66,67; 2'sinde %83,33 ve 1'inde 100'dür. Denemelerin %6,6'sında (1) avların ölmediği ve/veya yaralanmadığı görülmüştür (Grafik 3.8, Tablo 3.9).



Grafik 3.8. J grubunun uygulandığı *Thanasimus formicarius* erginlerinin deneme yüzdelere göre predasyon oranları

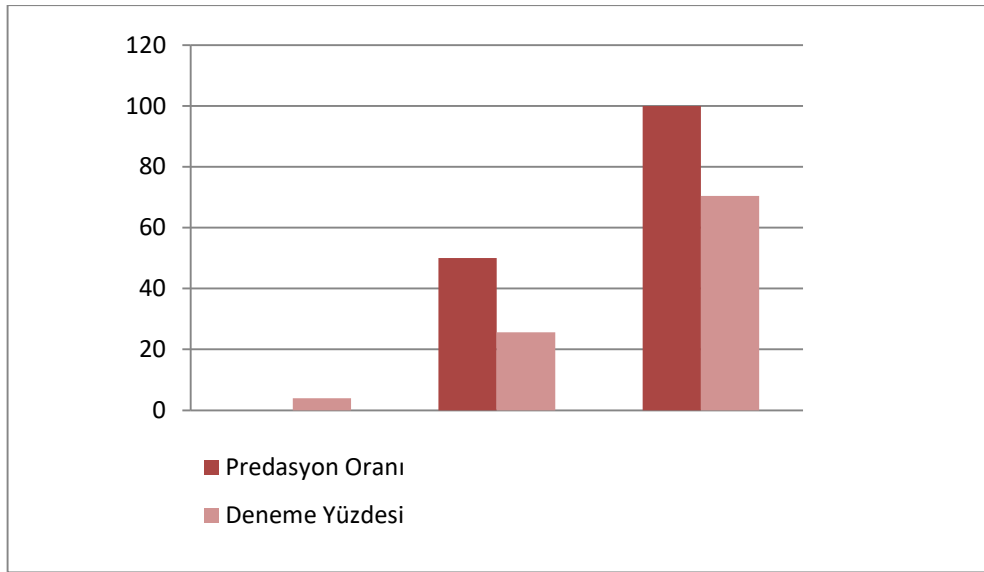
I. sexdentatus ergini kullanılarak oluşturulan deneme desenlerinde, 1 ergin kullanılan A grubunda denemelerin %81,6'sında (196); 2 ergin kullanılan B grubunda denemelerin %54'ünde (82); 3 ergin kullanılan C grubunda denemelerin %31,5'inde (58); 4 ergin kullanılan D grubunda denemelerin %20'inde (31); 5 ergin kullanılan I grubunda denemelerin %20'inde (11) ve 6 ergin kullanılan J grubunda denemelerin %6,6'sında (1) predasyon oranı %100 olarak belirlenmiştir. Yalnızca ergin kullanılan besin gruplarında; av olarak kullanılan ergin sayısı arttıkça predasyon oranının %100 olduğu deneme sayısı yüzdelere azalış gözlemlenmiştir. Bu durum yalnızca I grubunda farklılık göstermekte olup, deneme sayısı yüzdesinin D grubu ile aynı olduğu görülmüştür. Bunun yanında av olan bireylerin $\frac{1}{2}$ ve daha fazla oranda predasyonun gerçekleşme oranları (A grubu hariç) gruplara göre sırasıyla %88,9; %60,3; %65,6; %69 ve %73,5 olmuştur. Bu bilgi ışığında *T. formicarius* erginlerinin aynı ortamı paylaştığı tüm avları öldürmese avının popülasyonunun azalmasına neden olacak kadar bir predasyon gerçekleştirdiği görülebilmektedir.

Tablo 3.9. *Thanasimus formicarius*'un ergin *Ips sexdentatus* üzerindeki predasyonu

Besin Grubu	Predasyon Oranı (%)	Deneme Sayısı (N)	Deneme Yüzdesi (%)
A Grubu (1 <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	0	44	18,4
	100	196	81,6
Toplam		240	100
B Grubu (2 <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	0	17	11,1
	50	53	34,9
	100	82	54
Toplam		152	100
C Grubu (3 <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	0	21	11,4
	33,33	52	28,3
	66,67	53	28,8
	100	58	31,5
Toplam		184	100
D Grubu (4 <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	0	15	9,6
	25	39	25
	50	40	25,6
	75	31	20
	100	31	20
Toplam		156	100
I Grubu (5 <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	0	1	2
	20	2	3,6
	40	14	25,4
	60	11	20
	80	16	29
	100	11	20
Toplam		55	100
J Grubu (6 <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	0	1	6,6
	16,67	1	6,6
	33,33	2	13,3
	50	4	26,8
	66,67	4	26,8
	83,33	2	13,3
	100	1	6,6
Toplam		15	100

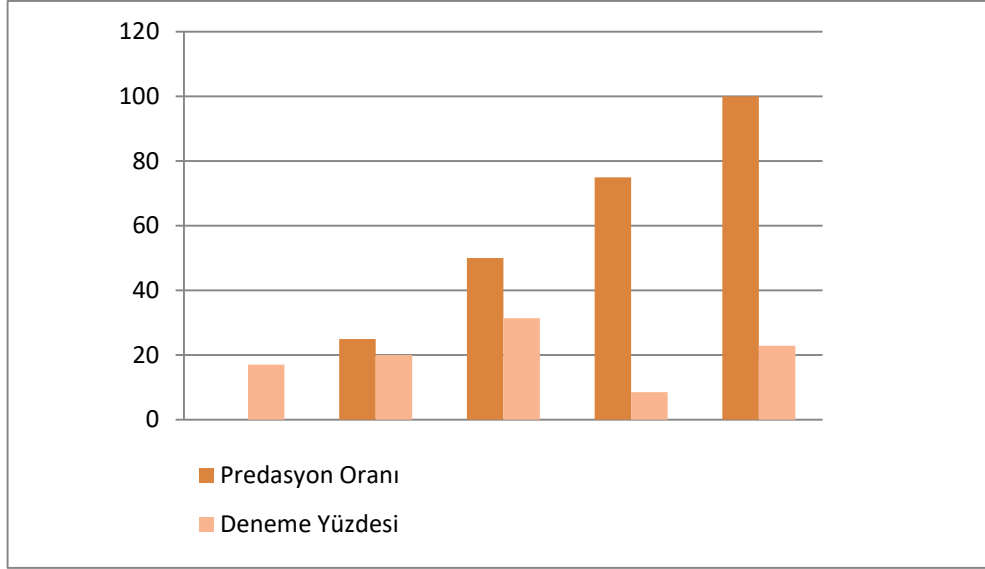
3.5.1.2. Ergin *Thanasimus formicarius*'un *Dentrockonus micans* larvaları üzerindeki predasyonu

Ergin *T. formicarius*'a 2 adet *Dentrockonus micans* larvasının av olarak kullanıldığı 125 denemenin (F grubu) toplam %96'sında (120) predasyon gerçekleşmiş olup, toplam predasyon görülen denemelerin 32'sinde predasyon oranı %50 iken, 88'inde bu oran %100'dür. Denemelerin % 4'ünde (5) avların ölmediği ve/veya yaralanmadığı görülmüştür (Grafik 3.9, Tablo 3.10).



Grafik 3.9. F grubunun uygulandığı *Thanasimus formicarius* larvalarının deneme yüzdelere göre predasyon oranları

4 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı 35 denemenin (H grubu) toplam %82,9'unda (29) predasyon gerçekleşmiş olup, toplam predasyon görülen denemelerin 7'sinde predasyon oranı %25; 11'inde %50; 3'ünde %75 ve 8'inde %100'dür. Denemelerin %17,1'inde (6) avların ölmediği ve/veya yaralanmadığı görülmüştür (Grafik 3.10, Tablo 3.10). 2 adet *D. micans* larvasının olduğu denemelerde %100 predasyon oranı 4 adet larvanın kullanıldığı denemelere göre 3,07 kat daha fazladır.



Grafik 3.10. H grubunun uygulandığı *Thanasimus formicarius* larvalarının deneme yüzdelere göre predasyon oranları

D. micans larvası kullanılarak oluşturulan deneme desenlerinde, 2 larva kullanılan F grubunda denemelerin %70,4'ünde (88), 4 ergin kullanılan H grubunda denemelerin %22,9'unda (8) predasyon oranı %100 olarak belirlenmiştir. Yalnızca *D. micans* larvası kullanılan besin gruplarında; av olarak kullanılan larva sayısı arttıkça predasyon oranının %100 olduğu deneme sayısı yüzdelere azalış gözlemlenmiştir. 2 adet *D. micans* larvasının olduğu denemelerde %100 predasyon oranı 4 adet larvanın kullanıldığı denemelere göre 3,07 kat daha fazladır. Bunun yanında av olan bireylerin $\frac{1}{2}$ ve daha fazla oranda predasyonun gerçekleşme oranları gruplara göre sırasıyla %96 ve %62,9 olmuştur. Bu bilgi ışığında *T. formicarius* erginlerinin av olarak kullanılan birey sayısı artmasına bağlı olarak tüm bireyler üzerinde predasyon gerçekleşmesinde avının popülasyonunu baskı altına alacak kadar predasyon gerçekleşmektedir.

Tablo 3.10. *Thanasimus formicarius*'un larva *Dendroctonus micans* üzerindeki predasyonu

Besin Grubu	Predasyon Oranı (%)	Deneme Sayısı (N)	Deneme Yüzdesi (%)
F Grubu (2 adet <i>Dendroctonus micans</i> larvası)	0	5	4
	50	32	25,6
	100	88	70,4
Toplam		125	100
H Grubu (4 adet <i>Dendroctonus micans</i> larvası)	0	6	17,1
	25	7	20
	50	11	31,4
	75	3	8,6
	100	8	22,9
Toplam		35	100

3.5.1.3. Ergin *Thanasimus formicarius*'un *Ips sexdentatus* erginlerinin ve *Dendroctonus micans* larvalarının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki predasyonu

Ergin *T. formicarius*'a 1 adet ergin *I. sexdentatus* ve 1 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı 80 denemenin (E grubu) %96,2'sinde (77) predasyon gerçekleşmiştir. Larva predasyonunun olmadığı denemelerde ergin predasyonunda gerçekleşmemiştir. Buna göre denemelerin %3,8'inde (3) herhangi bir predasyon olmadığı görülürken, %57,5'inde (46) hem ergin hem larva predasyonunun birlikte görüldüğü gözlemlenmiştir (Tablo 3.11).

1 adet ergin *I. sexdentatus* ve 3 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı 28 denemenin (G grubu) %82,1'inde (23) predasyon gerçekleşmiştir. Yine bu denemelerde de larva predasyonunun olmadığı denemelerde ergin predasyonu da gerçekleşmemiştir. Predasyonun olduğu herhangi bir denemede ergin ölümü gerçekleşmesinde mutlaka 1 veya daha fazla sayıda larva ölümü olmuştur (Tablo 3.11).

Denemelerin %32,1'inde (9) hem ergin hem larva predasyonunun aynı anda gerçekleşmiştir. Aynı ayrı değerlendirildiğinde *I. sexdentatus* erginlerinin kullanıldığı denemelerin %32,1'inde (9) predatör böceğin predasyonun oranı %100 iken, %67,9'unda (19) bu oran %0'dır. *D. micans* larvalarının kullanıldığı denemelerin ise %46,4'ünde (13) predatör böceğin predasyonun oranı %100 , % 25'inde (7) %66,67, % 10,7'sinde (3) %33,33 iken %17,9'unda (5) bu oran %0'dır.

E grubunda denemelerin %57,5'inde (46) ergin ölümü gerçekleşmişken, G grubunda ise larva artışı ile ergin ölümünün olduğu denemelerin oranının %32,1'e (9) düştüğü görülmektedir. Av olarak *D. micans* larva sayının artmasına bağlı olarak *I. sexdentatus* ergin predasyonunun azaldığı görülmektedir. Buna bağlı olarak predatörün öncelikle ortamda larvayı tercih ettiği söylenebilir.

Tablo 3.11. *Ergin Thanasimus formicarius* 'un *Ips sexdentatus* erginlerinin ve *Dendroctonus micans* larvalarının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki predasyonu

Besin Grubu	Biyolojik Dönem	Preasyon Oranı (%)	Deneme Sayısı (N)	Deneme Yüzdesi (%)
E Grubu (1 adet <i>Dendroctonus micans</i> larvası ve 1 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	Ergin	0	34	42,5
		100	46	57,5
	Toplam		80	100
	Larva	0	3	3,8
		100	77	96,2
	Toplam		80	100
G Grubu (3 adet <i>Dendroctonus micans</i> larvası ve 1 adet <i>Ips sexdentatus</i> ergini)	Ergin	0	19	67,9
		100	9	32,1
	Toplam		28	100
	Larva	0	5	17,9
		33.33	3	10,7
		66.67	7	25
		100	13	46,4
	Toplam		28	100

3.5.2. Farklı Sayılarda Oluşturulan Denemelere Göre Larva *Thanasimus formicarius*'un Predasyonu

3.5.2.1. Larva *Thanasimus formicarius*'un ergin *Ips sexdentatus* üzerindeki predasyonu

Larva *T. formicarius*'lar için *I. sexdentatus* erginleri av olarak kullanılırken; larvanın ergin olan avı öldüremeyeceğinden dolayı avı bulabilmesi ve beslenebilmesi için, *I. sexdentatus* erginleri öldürülerek *T. formicarius* larvalarının yetiştirilme ortamına yerleştirilmiştir. Bu nedenle larva *T. formicarius*'lar için ergin av predasyonu için hesaplama yapılamamıştır.

3.5.2.2. Larva *Thanasimus formicarius*'un larva *Dendroctonus micans* üzerindeki predasyonu

2 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı 30 denemenin (F grubu) toplam %86,7'inde (26) predasyon gerçekleşmiş olup predasyon oranı %100'dür. Toplam predasyon görülen denemelerin %13,3'ünde (4) ise predasyon gerçekleşmemiştir. Bunun yanında predasyon oranının %50 olduğu denemelere ise hiç rastlanmamıştır (Tablo 3.12) .

Hem ergin *I. sexdentatus* hem larva *D. micans*'ın aynı anda av olarak kullanıldığı denemelerde (E grubu) ergin bireyler öldürülerek kullanıldığı için predasyonu değerlendirilmemiştir.

Tablo 3.12. Larva *Thanasimus formicarius*'un larva *Dendroctonus micans* üzerindeki predasyonu

Besin Grubu	Biyolojik Dönem	Preasyon Oranı (%)	Deneme Sayısı (N)	Deneme Yüzdesi (%)
F Grubu (2 <i>Denstroctonus micans</i> larvası)	Larva	0	4	13,3
		50	0	0
		100	26	86,7
	Toplam		30	100

4. TARTIŞMA

Bir organizmanın popülasyon yoğunluğunu azaltmak için başka bir organizmanın kullanımı olarak tanımlanan biyolojik mücadele (Bale vd., 2008), zararlı popülasyonlarını kontrol etmede kimyasal ve mekanik mücadele yöntemlerine yeşil bir alternatif oluşturan etkili ve çok özel bir stratejidir (URL-8). Ormanlarda ekolojik dengeyi sağlamayı ve buna bağlı olarak ekosistem hizmetlerinin devamlılığını hedeflediği için zararlı böcekler ile mücadelede biyolojik mücadele yöntemlerinin kullanılması ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır (Akyol ve Sarıkaya, 2017). Predatör türler kullanılarak uygulanan biyolojik mücadele, kabuk böceklerinin oluşturduğu zararı engellemek ve azaltmak konusunda diğer mücadele yöntemlerini desteklemekle birlikte, uzun vadede kabuk böceği salgınlarını önlemeye yönelik uygulanan mücadele programlarının odağı haline gelmiştir (Moeck ve Safranyik 1984). Kabuk böcekleri, çok çeşitli bir doğal düşman topluluğuna sahip olup (Wegensteiner vd., 2015), Clerid böcekler, kabuk böceklerinin en önemli (Costello, 2003) ve ortak doğal düşmanlarıdır (Reeve, 2003). Predatör böcekler doğası gereği zararlıları hedef alma eğiliminde olduğu için (URL-8) kabuk böceği popülasyonlarını negatif yönde etkilerler (Aukema ve Raffa, 2004).

Orman ekosistemlerinde önemli rol oynayan pek çok kabuk böceği (Lindgren ve Raffa, 2013) türünün potansiyel predatörü *T. formicarius*'tur (Warzee ve Gregoire, 2003). Predatör türler doğada bol miktarda bulunmakla beraber (Reeve, 1997), *T. formicarius* popülasyonu özellikle kabuk böceklerinin salgınlarının meydana geldiği ormanlarda daha yüksek oranda bulunurlar (Weslien ve Schroeder, 1999). Kabuk böcekleri ile aynı feromonlara tepki verdiği bilinen (Aukema et al., 2000) *T. formicarius*, kabuk böceklerinin en obur yırtıcılarından (Schroeder, 1997). Bu nedenle kabuk böcekleri, *T. formicarius*'un neden olabileceği yüksek ölümlülük oranından oldukça olumsuz olarak etkilenmektedirler (Costello, 2003).

Bu çalışmada, predatör böcek *T. formicarius* ergin ve larvası için av olarak ergin ve larvanın birlikte kullanıldığı denemelerde, ergin kayıp miktarının larva kayıp miktarına oranla daha az olduğu görülmektedir. Bu durum ortamda av olarak larvanın bulunması durumunda *T. formicarius* türünün hem erginlerinin hem de

larvalarının av olarak larvaları tercih ettiğini göstermektedir. Galerilerde bulunan Cleridlerin, kabuk böceklerinin hem erginleri hem de larvaları ile beslendikleri bilinmekte olup (Moeck ve Safranyik 1984); ergin Clerid türlerin genellikle ergin böcekler ile beslenmeyi tercih ettiği, larvaların ise kabuk böceklerinin galerilerinde bu türlerin ergin öncesi dönemleri ile beslenmeyi tercih ettikleri belirtilmiştir (Costello, 2003). Yaygın bir kabule göre genel pek çok predatör tür, beslenme tercihlerinde seçici davranabilmektedir (Obrycki vd., 1980). Bu durum bu çalışmada da görüldüğü gibi ortamda bulunan av miktarı ve çeşidine göre değişebilmektedir.

Beslenme ve yüksek üreme gücü, etkili bir predatörün en önemli özellikleridir (Jayanthi, 2015). Ergin *Thanasimus spp.* türleri, avlarını tüm bacakları ile hızla kaparak, kaçma şansı bırakmadan avını öldürerek yaklaşık 10 dakika civarı bir sürede beslenmesini gerçekleştirmektedir (Schroeder, 1997). *Thanasimus dubius* (Fab.) (Coleoptera: Cleridae)'un beslenme davranışları üzerine yapılan laboratuvar çalışmalarında, predatör böceğin avlarını %72 oranla yakaladığı sonucuna varılmıştır (Frazier, 1981). Ergin *T. formicarius* üzerine yapılan bu çalışmada ise, denemelerde kullanılan avları farklı biyolojik dönem ve tür olarak ayırmadan toplam olarak değerlendirildiğinde, predatör böceğin avlarını %69 oranla yakaladığı görülmektedir. Bu verilere göre, laboratuvar çalışmalarında *T. dubius*'un ve *T. formicarius*'un predasyon oranlarının birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Bale vd., (2008)'de doğal düşmanların avlarını aktif olarak aradığı ve zamanla avları üzerindeki kontrollerini arttırabildiklerini vurgulanmaktadır.

Predasyon üzerine yapmış olduğumuz değerlendirmelere göre, ergin *T. formicarius*'un yalnızca *I. sexdentatus* erginlerinin av olarak kullanıldığı denemelerdeki predasyon etkisinin %68,58 olduğu; yalnızca *D. micans* larvalarının kullanıldığı denemelerde ise bu etkinin %71,28 oranında olduğu kaydedilmiştir. Aynı anda *I. sexdentatus* erginlerinin ve *D. micans* larvalarının verildiği denemelerde ise *T. formicarius* ergininin, *I. sexdentatus* erginlerinin üzerindeki predasyon etkisi %32,1-57,5 arasında iken, *D. micans* larvalarında %66,6-96,2 arasında olduğu belirlenmiştir. *T. formicarius*'un predatörü olduğu, *Tomicus piniperda* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) türü kabuk böceğinin üreme verimi üzerinde %81-92 oranında azalmaya neden olduğu belirtilmiş olup bu oranın diğer predatörlerin üreme verimi azaltma oranına kıyasla yüksek olduğu kabul edilmiştir.

(Schroeder ve Weslien, 1994). Ayrıca kabuk altında *T. formicarius*'un predasyonun *I. typographus*'un üretkenliğini de önemli ölçüde azaltabileceğini belirten Weslien ve Regnander (1992), deneysel çalışmaları sonucu verimlilikte %45 oranında bir azalma meydana geldiğini ortaya koymuştur. Mills (1985) ise arazi koşullarında *I. typographus*'un larvalarının hayatta kalma oranını *T. formicarius*'un predasyon etkisi ile %37'den %19'a indirilebildiğini hesaplamıştır. Ayrıca İsviçre'de yapılan bir diğer araştırmada ise, *T. formicarius*'un Scolytid larvaları üzerindeki ölümlülük oranı %18 olarak kaydedilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre *T. formicarius*'un, *T. piniperda*'nın üreme verimini azaltmada hem *I. sexdentatus* erginlerine hem de *D. micans* larvalarına oranla daha etkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra laboratuvar çalışmaları için bakıldığında, *I. typographus*'un üretkenliği üzerindeki etkinin yaklaşık olarak *I. sexdentatus* erginleri üzerindeki etkiye yakın olduğu görülmektedir.

Çalışmalar sonucu elde ettiğimiz verilerde ise, *I. sexdentatus* ergini kullanılarak oluşturulan ve uygulanan besin gruplarının en yüksek deneme yüzdelere bakıldığında, A grubu (1 ergin)'nda denemelerin büyük çoğunluğunda 1 ergin ile, B grubu (2 ergin)'nda 2 ergin ile, C grubu (3 ergin)'nda 3 ergin ile, D grubu (4 ergin)'nda 3 ergin ile, I grubu (5 ergin)'nda 4 ergin ile ve J grubu (6 ergin)'nda 3-4 ergin ile beslendiği gözlemlenmektedir. Yani A, B ve C gruplarında tüm avlarda predasyon görülürken, diğer gruplarda ise ortalama 3-4 erginde predasyon görüldüğü ortaya çıkmaktadır. Buradan yola çıkıldığında ise, bu çalışmaya göre *T. formicarius* ergininin *I. sexdentatus* erginleri üzerindeki günlük ortalama tüketimi birey başına 3-4 adet olduğu söylenebilir. *D. micans* larvaları kullanılarak oluşturulan ve uygulanan besin gruplarında ise *T. formicarius* ergininin hem F grubu (2 larva) hem de H grubu (4 larva)'nda denemelerin büyük çoğunluğunda 2 larva ile beslendiği gözlemlenmektedir. Bu çalışmaya göre *T. formicarius* ergininin, *D. micans* larvaları üzerindeki tüketimi birey başına 2 adet olarak kabul edilebilir. Bir günlük bu tüketim sayılarında bakıldığında *T. formicarius* erginlerinin, avının popülasyonunu baskı altına alacak kadar tüketim gerçekleştirdiği sonucuna varılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda Heidger (1994) gelişimi süresince her bir *T. formicarius* larvasının yaklaşık olarak 50 adet kabuk böceği larvası tükettiğini ve yaşamı boyunca ergin bir *T. formicarius*'un ise yaklaşık 100 adet *I. typographus* bireyi tüketebileceğini hesaplanmıştır (Wermelinger, 2004). Başka bir çalışmaya göre ise

günde ortalama 3 kabuk böceği ile beslenebildikleri belirtilmektedir (Schroeder, 1997). Ayrıca Gauss, *T. formicarius*'un günlük olarak tükettiği *I. typographus* sayısının birey başına 2-4 arasında değiştiğini belirtirken buna karşılık; Weslien ve Regnander (1992) ise, günlük olarak tüketilen ortalama *I. typographus* sayısını çift başına 0.86 adet olarak bulmuş ve bu farklılığın besin sınırlamasından olduğunu düşünölebileceğini ifade etmişlerdir (Weslien and Regnander 1992).

T. formicarius'un etkili olduğu türler üzerindeki predasyon etkisinin önemli olduğu ve zararlı türlerin üreme verimini azalttığı bilinmekte olup (Koçoğlu ve Özcan, 2018), bu çalışmada elde edilen verilerle de bu bilgi desteklemektedir. Bunun yanında laboratuvarda yapılan benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre predatör böceklerin kendilerini üstün biyolojik bireyler yapan pek çok özelliklere sahip oldukları görölmektedir. Ancak laboratuvar çalışmalarının arazi koşullarındaki durumu tam olarak yansıtmadığı (Hagler vd., 2004) ve ekosisteme serbest bırakıldıktan sonra genel predatörlerin hedef tür dışında başta türlere yönelebilmek ihtimalinin bulunduğu da belirtilmektedir (URL-8). Hagler vd. (2004)'ün bu görüşüne bu çalışmada da katılmakla beraber yapılacak daha sonraki çalışmalarda arazi şartlarında sonuçların neler olabileceği konusu daha netlik kazandırılabilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Predatör böcek *T. formicarius* ergininin farklı tür, farklı biyolojik dönem ve farklı miktarlarda kullanılan av grupları dikkate alınmadan bir günlük süre sonunda ortalama 0,0188 gr'lık bir kayba neden olduğu görülmüştür.

Sadece *I. sexdentatus* erginlerinin av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kaybın 0,0163 gr olduğu, sadece *D. micans* larvalarının av olarak kullanıldığı denemelerde ise 0,0274 gr olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte *I. sexdentatus* ergini ve *D. micans* larvalarının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerde ise ortalama kayıp 0,0240 gr olarak belirlenmiştir.

D. micans larvalarının av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* erginlerinin ortalama kayıp miktarları, *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelere göre 1,68 kat fazla olarak bulunurken; *D. micans* larvaları ve *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* erginlerinin ortalama kayıp miktarları, *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelere göre 1,47 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra *I. sexdentatus* ergini ve *D. micans* larvalarının av olarak kullanıldığı denemeler ile sadece *D. micans* larvalarının av olarak kullanıldığı denemelerin ise ortalama kayıp miktarları yaklaşık olarak aynı olduğu bulunmuştur.

I. sexdentatus ergininin av olarak kullanıldığı denemeler ayrı ayrı incelendiğinde *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı; 1 adet *I. sexdentatus* ergininin kullanıldığı denemelerde 0,00983 gr, 2 adet *I. sexdentatus* ergininin kullanıldığı denemelerde 0,01584 gr, 3 adet *I. sexdentatus* ergininin kullanıldığı denemelerde 0,01902 gr, 4 adet *I. sexdentatus* ergininin kullanıldığı denemelerde 0,01899 gr, 5 adet *I. sexdentatus* ergininin kullanıldığı denemelerde 0,02447 gr ve 6 adet *I. sexdentatus* ergininin kullanıldığı denemelerde 0,0324 gr olarak bulunmuştur. 4, 5 ve 6 adet *I. sexdentatus* erginlerinin av olarak kullanıldığı deneme desenlerinde *T. formicarius* ergininin ortalama kayıp miktarları arasında istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmadığı için 4 ve üzeri olarak gruplar birleştirilmiş olup, bu şekilde ise 0,02122 gr olarak bulunmuştur.

D. micans larvasının av olarak kullanıldığı denemeler ayrı ayrı incelendiğinde; 2 adet larvanın kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,0279 gr olarak bulunurken, 4 adet larvanın kullanıldığı denemede ortalama kayıp miktarı ise 0,0250 gr olduğu belirtilmiştir.

Yalnızca *I. sexdentatus* erginlerinin av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* erginin ortalama ergin kayıp miktarı 0,0163 gr olarak belirlenirken; *I. sexdentatus* ergini ile *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki ortalama ergin kayıp miktarı ise 0,0055 gr olarak bulunmuştur. Buna göre yalnızca ergin kullanılan denemelerdeki ergin kayıp miktarı, hem ergin hem larva kullanılan denemelerdeki ergin kayıp miktarının 2,97 katı olduğu ortaya çıkmıştır.

Yalnızca *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* erginin ortalama larva kayıp miktarı 0,0274 gr olarak belirlenirken, *I. sexdentatus* ergini ile *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki ortalama larva kayıp miktarı ise 0,0187 gr olarak bulunmuştur. Buna göre yalnızca larva kullanılan denemede larva kayıp miktarı, hem ergin hem larva kullanılan denemelerdeki larva kayıp miktarının 1,47 katı olduğu görülmektedir.

Ergin ve larvanın birlikte verildiği denemelere bakıldığında; *T. formicarius* ergini %22,8 oranında ergin kaybına ve %77,2 oranında ise larva kaybına neden olduğu hesaplanmıştır. Tek besin çeşidinin kullanıldığı denemelerde ki kayıp miktarına bakıldığında ise; larva kullanılanlarda, ergin kullanılanlara göre 1,68 kat daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

Predatör böcek *T. formicarius* larvasının farklı tür, farklı biyolojik dönem ve farklı miktarlarda kullanılan av grupları dikkate alınmadan bir günlük süre sonunda ortalama 0,0149 gr'lık bir kayba neden olduğu görülmüştür.

I. sexdentatus ergininin av olarak kullanıldığı denemeler ayrı ayrı incelendiğinde *T. formicarius* ergininin neden olduğu ortalama kayıp miktarı; 1 adet *I. sexdentatus* ergininin kullanıldığı denemelerde 0,012 gr iken; 2 adet *I. sexdentatus* ergininin kullanıldığı denemelerde ise 0,020 gr'dır.

2 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı denemelere bakıldığında ise *T. formicarius* larvasının neden olduğu ortalama kayıp miktarı 0,014 gr'dır. 1 adet *I. sexdentatus* ergini ve 1 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* larvasının neden olduğu ortalama kayıp miktarı ise 2 adet *D. micans* larvasının kullanıldığı denemelerde olduğu gibi 0,014 gr'dır.

Yalnızca 1 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* erginin neden olduğu ortalama ergin kayıp miktarı 0,012 gr iken; 1 adet *I. sexdentatus* ergini ile 1 adet *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki ortalama ergin kayıp miktarı 0,0043 gr olarak bulunmuştur. Buna göre, 1 adet *I. sexdentatus* ergini kullanılan denemelerdeki ergin kaybı, 1 adet *I. sexdentatus* ergini ve 1 adet *D. micans* larvası kullanılan denemelerdeki ergin kayıp miktarının 2,79 katı olduğu ortaya çıkmıştır.

2 adet *I. sexdentatus* ergininin av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* larvasının neden olduğu ortalama ergin kayıp miktarı 0,020 gr iken, 1 adet *I. sexdentatus* ergini ile 1 adet *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki ortalama ergin kayıp miktarının ise 0,0043 gr olarak bulunduğu belirtilmiştir. Buna göre; 2 adet *I. sexdentatus* ergini kullanılan denemede ki ergin kaybı, 1 adet *I. sexdentatus* ergini ve 1 adet *D. micans* larvası kullanılan denemelerdeki ergin kayıp miktarının 4,65 katı olduğu ortaya çıkmaktadır.

2 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı denemelerde *T. formicarius* larvasının neden olduğu ortalama larva kayıp miktarı 0,014 gr iken, 1 adet *I. sexdentatus* ergini ile 1 adet *D. micans* larvasının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki ortalama larva kayıp miktarı 0,0093 gr olarak bulunmuştur. Buna göre, yalnızca *D. micans* larvası kullanılan denemelerdeki larva kaybı, hem ergin hem larva kullanılan denemelerdeki larva kayıp miktarının 1,5 katı olduğu görülmektedir.

Ergin ve larvanın birlikte kullanıldığı denemelerde ise; *T. formicarius* larvası %31,6 oranında ergin kaybına, %68,4 oranında ise larva kaybına sebep olduğu hesaplanmış olup tek besin çeşidinin kullanıldığı denemelerde ki kayıp miktarının da; ergin kullanılanlarda, larva kullanılanlara göre 1,42 kat daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

T. formicarius ergini üzerinde *I. sexdentatus* ergini kullanılarak oluşturulan deneme desenlerinde, 1 ergin kullanılan A grubunda denemelerin %81,6'sında; 2 ergin kullanılan B grubunda denemelerin %54'ünde; 3 ergin kullanılan C grubunda denemelerin %31,5'inde; 4 ergin kullanılan D grubunda denemelerin %20'inde; 5 ergin kullanılan I grubunda denemelerin %20'inde ve 6 ergin kullanılan J grubunda denemelerin %6,6'sında predasyon oranı %100 olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, av olan bireylerin ½ ve daha fazla oranda predasyonun gerçekleşme oranları (A grubu hariç) gruplara göre sırasıyla %88,9; %60,3; %65,6; %69 ve %73,5 olmuştur.

T. formicarius ergini üzerinde *D. micans* larvası kullanılarak oluşturulan deneme desenlerinde, 2 larva kullanılan F grubu denemelerinin %70,4'ünde, 4 ergin kullanılan H grubu denemelerinin %22,9'unda predasyon oranı %100 olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, av olan bireylerin ½ ve daha fazla oranda predasyonun gerçekleşme oranları gruplara göre sırasıyla %96; %62,9 olmuştur.

Ergin *Thanasimus formicarius*'un *Ips sexdentatus* erginlerinin ve *Dendroctonus micans* larvalarının birlikte av olarak kullanıldığı denemelerdeki predasyonuna bakıldığında, E grubunda denemelerin %57,5'inde ergin ölümü gerçekleşmişken, G grubunda ise larva artışı ile ergin ölümünün olduğu denemelerin oranının %32,1'e düştüğü görülmektedir.

Larva *Thanasimus formicarius* üzerinde 2 adet *D. micans* larvasının av olarak kullanıldığı F grubu denemelerinde toplam %86,7'inde predasyon gerçekleşmiş olup predasyon oranı %100'dür. Toplam predasyon görülen denemelerin %13,3'ünde ise predasyon gerçekleşmemiştir.

Predasyon üzerine yapmış olduğumuz değerlendirmelere bakıldığında sonuç olarak, ergin *T. formicarius*'un yalnızca *I. sexdentatus* erginlerinin av olarak kullanıldığı denemelerdeki predasyon etkisinin %68,58 olduğu ve yalnızca *D. micans* larvalarının kullanıldığı denemelerde ise bu etkinin %71,28 oranında olduğu hesaplanmıştır. Aynı anda *I. sexdentatus* erginlerinin ve *D. micans* larvalarının verildiği denemelerde ise *T. formicarius* ergininin, *I. sexdentatus* erginlerinin üzerindeki predasyon etkisi %32,1-57,5 arasında iken, *D. micans* larvalarında %66,6-96,2 arasında olduğu belirlenmiştir.

Ergin *T. formicarius*'un denemelerde kullanılan avları farklı biyolojik dönem ve tür olarak ayırmadan toplam olarak değerlendirdiğimizde, avlarını %69 oranla yakaladığı görülmekte olup, *I. sexdentatus* erginleri üzerindeki günlük ortalama tüketimi birey başına 3-4 adet ve *D. micans* larvaları üzerindeki tüketimi birey başına 2 adet olduğu sonucuna varılmıştır.

Orman Genel Müdürlüğü yaptığı çalışmalarla ormanların sürekliliğini tehdit eden ve risk taşıyan pek çok zararlı türe karşı mücadele çalışmalarını sürdürmektedir. Ülkemizde özellikle kabuk böcekleri ormanlarımızı tehdit eden en önemli türlerdir. Bu türlere karşı sürdürülen biyolojik, biyoteknik ve mekanik mücadele uygulamaları ormanların geleceği için büyük önem taşımaktadır. Günümüz ormancılığında da doğa ile barışık en etkili yöntem olan biyolojik mücadelenin başarılı sonuçları bilinmektedir. Ülke ormanlarımızda da zaman zaman salgın oluşturan pek çok kabuk böceği türünün genel predatörü olan *T. formicarius* da, laboratuvarlarda kitle halinde üretilerek zarar gören ormanlara salınımı gerçekleştirilen türlerden biridir.

Bu predatör, etkili olduğu zararlı türler üzerinde önemli bir predasyona sahip olup, zararlı türün popülasyonlarını önemli oranda azaltma potansiyeline sahiptir. Predatör böceğin doğada varlığı bilinmekte fakat farklı türler üzerindeki predasyon oranları ve besin tercihleri hakkında çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile birlikte türün obur olduğu ve hem larvası hemde ergininin predasyon oranının, etkili olduğu türlerin üreme verimlerini azaltacak seviyelerde olduğu görülmektedir. Besin yelpazesinin geniş olması, obur olması, farklı biyolojik dönemlerinde aktif beslenme gerçekleştirmesi, zararlı türlerin farklı biyolojik dönemlerinden beslenebilmesi bu türün etkili biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılmaya devam edilmesi yönünde bir gereklilik olarak ortaya çıkarmaktadır.

T. formicarius spesifik bir predatör olmadığı için geniş bir besin yelpazesine sahiptir. Bu nedenle de ülkemiz ormanlarında farklı bölgelerde zarar meydana getiren farklı kabuk böceği türlerinin salgınlarına karşı etkili olabilmektedir. Bu nedenle kabuk böceği salgınlarının meydana gelmesini önlemek ve salgın durumunda zararlı türlerin popülasyonlarını baskılamak için predatör böceğin orman alanlarına salınımlarında süreklilik sağlanmalıdır. Aynı zamanda predatör böceğin de popülasyonunun belli seviyelerde tutulması ve alana yerleşmesi risk alanları için önemlidir.

Yapılan çalışma ile predatörün sadece beslenme amacıyla değil aynı zamanda ortamda avı varsa onu öldürme yetisiyle hareket ettiği görülmektedir. Bu durum bir gün içerisinde avı üzerinde önemli bir predasyona sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada olduğu gibi tüketimin yanında predasyon etkisinin belirlenmesine yönelik daha uzun aralıklı çalışmalar yapılması önerilebilir.

Bu çalışmada av olarak kullanılan türlerin larvalarında predatörün daha etkili olduğu görülmüştür. Yapılacak daha ileri çalışmalar ile predatörün bu çalışmada kullanılmayan kabuk böceği türleri üzerindeki predasyon oranı ve tercihinin belirlenmesi biyolojik mücadele çalışmalarına ve başarısına katkı sağlayacağı gibi entegre mücadele stratejilerinin belirlenmesinde önemli olacaktır.

Aynı şekilde doğada bulunan ve kabuk böceği türleri üzerinde etkili olan farklı ve denge unsuru olan predatörlerinde besin tercihleri ve predasyon oranlarının belirlenmesi zararlı türlere karşı en etkili predatörün belirlenmesine yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbaş, B., Yaşarer, H., ve Şimşek, M. (2018). Biyolojik Mücadele Araştırmaları ve Uygulamaya Yansımaları. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politakalar Genel Müdürlüğü, 45-49.
- Akıncı, H.A., Özcan, G.E., ve Eroğlu, M. (2009). Impacts of site effects on losses of oriental spruce during *Dendroctonus micans* (Kug.) outbreaks in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, Academic Journals (Kenya), 8(16).
- Aksu, Y. (2011). *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera: Cleridae)'un Biyolojisi, Morfolojisi, Laboratuvar Şartlarında Üretilmesi ve Böcekli Sahalara Verilmesi. Türkiye 1. Orman Entomolojisi Ve Patolojisi Sempozyumu, 86-91, Artvin.
- Akyol, A. & Tolunay, A. (2006). Türkiye’de Sürdürülebilir Orman Kaynakları Yönetimi İlkeleri, Göstergeleri ve Uygulamaları. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Journal of Natural and Applied Sciences, 10(2), 221-234.
- Akyol, A., & Sarıkaya, O. (2017). Situation and evaluation of biological and chemical control applications for forest in Turkey. *Appl Ecol Environ Res*, 15(4), 341-353.
- Alston, D. C. (2011). The Integrated Pest Management (IPM) Concept. *UTAH Pests Fact Sheet*.
- Amin, H. S., Atkins, P. T., Russo, R. S., Brown, A. W., Sive, B. S., Hallar, A. G., and Huff Hartz, K. E. (2002). Effect of bark beetle infestation on secondary organic aerosol precursor emissions, *Environ. Sci. Technol.*, 46, 5696–5703.
- Anderegg, W.R.L., A. Hicke, J.A., Fisher, R.A., Allen, C.D., Aukema, J., Bentz, B., Hood, S., Lichstein, J.W., Macalady, A.K., McDowell, N., Pan, Y. Raffa, K., Sala, A., Shaw, J.D., Nathan L. Stephenson, N.L., Tague, C., & Melanie Zeppel, M. (2015). Tree mortality from drought, insects, and their interactions in a changing climate. *New Phytol.*, 208, 674–683.
- Appannagari, R.R. (2016). Ecological Imbalances Causes and Consequences. *Golden Research Thoughts*, 6(6).
- Aukema, B. H., & Raffa, K. F. (2004). Does aggregation benefit bark beetles by diluting predation? Links between a group-colonisation strategy and the absence of emergent multiple predator effects. *Ecological Entomology*, 29(2), 129-138.

- Bailey, A.S., Bertaglia, M., Fraser I.M. & Sharma, A. Douarin, (2009). Integrated Pest Management portfolios in UK arable farming: results of farmers survey. *Pest Management Science*, 65, 1030-1039.
- Bale, J.S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M. Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J.C., Farrar, J., Good, J., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T.H., Lindroth, R.L, Press, M., Symrnioudis, I., Watt, A. D., & Whittaker, J., B. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Glob. Change Biol.*, 8, 1–16.
- Bale, J.S., J.C., Bigler, F. (2008). Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*, 363(1492),761-76. Doi: 10.1098/rstb.2007.2182
- Bakke, A. (1989). The Recent *Ips typographus* Outbreak in Norway Experiences From a Control Program. *Holarctic Ecology*, 12, 515–519.
- Batu, F. (1995). Uygulamalı İstatistik Yöntemler, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Genel Yayın, 179(22), 312s.
- Bengtson S. 2002. Origins and early evolution of predation. *Paleontol. Soc. Pap.*, 8, 289–317.
- Benz, G, (1984). *Dendroctonus micans* in Turkey: The Stuation Today. *Proceedings of The EEC Seminar Biological Control of Bark Beetles (Dendroctonus micans)*, 43–47, Brussels, Belgium.
- Bernhard, R., (1935). Türkiye Ormancılığının Mevzuatı, Tarihi ve Vazifeleri. Yüksek Ziraat Enstitüsü Neşriyatı, 15, Ankara.
- Berrymann, A.A. ve Ferrell, G.T. (1988). The Fir Engraver Beetle in Western States. Dynamics of Forest Insect Populations: Patterns, Causes, and Implications. A. A. Berrymann (Eds.), New York: Plenum, 556–576.
- Bettinger, P., Siry, J., Cieszewski, C., Merry, K. L., Zengin, H., & YEŞİL, A. (2013). Forest management issues of the southern United States and comparisons with Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(1), 83-96.
- Birişik, N., Kütük, H., Karacaoğlu, M., Yarpuzlu, F., İslamoğlu, M., ve Öztemiz, S. (2014). *Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele*. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Chararas, C. (1962). *Etude Biologique des Scolytides des Conifères*. Paris: Lechevalier, 556s.

- Çimen, M. (2015). *Fen ve Sağlık Bilimleri Alanlarında SPSS Uygulamalı Veri Analizi*. 905, Ankara: Palme Yayınları.
- DeBach, P. (1964). The scope of biological control. In *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. P. DeBach (Eds.), London.
- Defne, M. (1954). *Ips sexdentatus* (Boerner) Kabuk Böceğinin Çoruh Ormanlarındaki Durumu ve Tevhit Ettiği Zararlar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 4(2), 80–91.
- Douce, G.K. (1993). Pine Bark Beetles. *Univ. GA, Coop. Ext. Serv., Col. Agr. and Envir. Sci., Bull.* 1097.
- Drooz, A.T. (1985). *Insects of Eastern Forests*, USDA Forest Service, Misc. Pub. No. 1426.
- Elburz, Z., Çubukçu, K.M., & Nijkamp, P., (2018). The Mutual Relationship Between Regional Income And Deforestation. *Metu Jfa* , 35(2), 77-87.
- Eroğlu M., Alkan Akıncı, H., & Özcan, G.E. (2004). The Control Effectiveness of Woodpecker Species on The Great European Spruce Bark Beetle in Turkey. *1st International Eurasian Ornithology Congress*, 63-82, Antalya, Turkey (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).
- Eroğlu, B. (2011). Gümüşhane İli Torul İlçesi Ormanlık Alanlarında Zarar Yapan *Ips sexdentatus*'un Zararı, Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Artvin.
- Fettig, C.J., Klepzig, K.D., Billings, R. F., Munson, A.S., Nebeker, T.E., Negrón, J.F., Nowak, J.T. (2007). The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forests of the western and southern United States. *Forest Ecology and Management*, 238, 24-53.
- Fettig, C.J., & Hilszczanski, J. (2015). Management Strategies for Bark Beetles in Conifer Forests. *Bark Beetles. Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Amsterdam: Elsevier, 555–584.
- Fielding, N.J., Evans, H.F., Williams J.M. ve Evans, B. (1991). Distribution and Spread of The Great European Spruce Bark Beetle, *Dendroctonus micans*. *Britain: Forestry*, 64, 345–358.
- Forster B., Meier, F., & Gall, R. (2003). Bark beetle management after a mass attack - some Swiss experiences. In: McManus, Michael L.; Liebhold, Andrew M., eds. *Proceedings: Ecology, Survey and Management of Forest Insects*; 2002 September 1-5; Krakow, Poland. Gen. Tech. Rep. NE-311. Newtown Square,

PA: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 10-15.

Franceschi, V.R., Krokene, P., Christiansen, E. ve Krekling, T. (2005). Anatomical and Chemical Defenses of Conifer Bark Against Bark Beetles and Other Pests. *Tansley review, New Phytologist*, 167, 353–376.

Furniss, R.L. ve Carolin, V.M. (1977). Western Forest Insects. USDA Forest Service, Misc. Pub. No: 1339.

Haack, R.A. ve Blyer, J.W. (1993). Insect and Pathogens: Regulators of Forest Ecosystem. *J. Forestry*, 91(9), 32–37.

Hagler, J. R., Jackson, C. G., Isaacs, R., & Machtley, S. A. (2004). Foraging behavior and prey interactions by a guild of predators on various lifestages of *Bemisia tabaci*. *Journal of Insect Science*, 4(1).

Hansen, K. (1983). Reception of bark beetle pheromone in the predaceous clerid beetle *Thanasimus formicarius*, *J. Comp. Physiol. A. Sens Neural.Behav. Physiol.*, 150(3).

Jactel, H. ve Gaillard, J. (1991). A Preliminary Study of the Dispersal Potential of *Ips sexdentatus* (Boern) (Coleoptera: Scolytidae) with an Automatically Recording Flight Mill. *J. Appl. Entomol.*, 112, 138–145.

Jayanthi, P. D. K., Sangeetha, P., & Abraham, V. (2015). Feeding and fecundity in the predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Biological Control*, 29(1), 14-19.

Johnson, M.W. (2000). Nature And Scope Of Biological Control. *Biological Control of Pest*, 675.

Kansu, İ. A. (1986). Biyolojik mücadelenin geçmişi ve geleceği. *Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirisi*, 1-23, Adana.

Kılınçer N., Yiğit A., Kazak C., Er M. K., Kurtuluş A., ve Uygun N. (2010). Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1 (1) ,15-60.

Koçoğlu, N., Özcan, G.E. (2018). Laboratuvar Koşullarında *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera, Cleridae)’un Beslenme Alışkanlıkları. *III. Türkiye Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu*. 23-24, Artvin/Türkiye.

Kulakowski, D. (2016). Managing bark beetle outbreaks (*Ips typographus*, *Dendroctonus spp.*) in conservation areas in the 21st century. *Forest Research Papers*, 77 (4), 352–357.

- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, E.M., Evans, H., Clout, M., ve Bazzaz, F.A. (2000). Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecol. Appl.*, 10(3), 689–710.
- Marini, L., Økland, B., Jönsson, A. M., Bentz, B., Carroll, A., Forster, B., Grégoire, J. C., Hurling, R., Nageleisen, L. M., Netherer, S., Ravn, H.P., Weed, A., & Schroeder, M., (2017). Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce forests. *Ecography*, 40, 001–010.
- Martín-García, J. & Diez, J. J. (2012). Sustainable Forest Management: An Introduction and Overview. In *Sustainable Forest Management-Current Research*. IntechOpen.
- Medhi, D. & Kar, B. K. (2016). Depletion of forest cover and encroachment in Gonbina Reserved Forest in Goalpara district of Assam. *Space and Culture, India*, 4(1), 40-50.
- Mehmood, M., Yaseen, M., Ud-Din, I., Badshah, A., Khan, M.J., Haroon, (2017). Causes of Deforestation and Its Geological Impacts in Swat District, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Asian Journal of Environment & Ecology*, 5(4), 1-9.
- Moeck, H.A. & Safranyik, L. (1984). Assessment of predator and parasitoid control of bark beetles. Can For Serv Inf Rep BC-X-248
- Obrycki, J.J., Tauber, M.J., Tauber, C. A., & Ruberson, J.R. (1980). Prey Specialization in Insect Predators. College of foof, Agricultural and Natural Resource Science. Regents of the University of Minnesota.
- Okland, B., & Berryman, A. (2004). Resource Dynamic Plays a Key Role in Regional Fluctuations of The Spruce Bark Beetles *Ips typographus*. *Agricultural and Forest Entomology*, 6, 141–146.
- Özcan, G.E. & Alkan Akıncı, H. (2003). The Effects of Insect Pest on The Oriental Spruce Forests Under Traditional Utility in The Eastern Black Sea Region of Turkey. XXXI. *International Forestry Students Symposium*, 91–95, İstanbul.
- Özcan, G.E. (2009). Maçka Orman İşletmesi Doğu Ladini Ormanlarında Başlıca Kabuk Böceklerinin Savaş Olanaklarının Araştırılması. Yayınlanmış Doktora Tezi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Özcan, G.E., Eroğlu, M. & Akıncı, H.A. (2011). Use of pheromone-baited traps for monitoring *Ips sexdentatus* (Boerner) (Coleoptera: Curculionidae) in oriental spruce stands. *African Journal of Biotechnology*, 10(72), 16351-16360.

- Özcan, G.E., Alkan-Akıncı, H., & Eroğlu, M. (2011). Ladin Ormanlarında Yaralı Ağaçların Kabuk Böceği Zararına Duyarlılığı. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 48(4-5-6), 20-23.
- Özcan, G.E., Çiçek, O., Enez, K., & Yıldız, M. (2016). Evaluation of the counting success of pheromone-baited trap with electronic control unit. *Current Science*, 111(1), 192.
- ÖZCAN, G.E., AYDIN, M., & ENEZ K. (2018). Bark Beetle Outbreaks in Forest due to Climate Change. *International Conference on Science and Technology*. ICONST. Prizren, Kosova.
- Özcan, G.E. (2017). Assessment Of *Ips sexdentatus* Population Considering The Capture In Pheromone Traps And Their Damages Under Non-Epidemic Conditions. *Šumarski list*, 141(1-2), 47-55.
- Özdamar, K. (2004). *Paket Programlar ve İstatistiksel Veri Analizi 1*, Genişletilmiş 5. Baskı, Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Öymen, T. (1992). The Forest Scolytidae Of Turkey. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 42(1), 77-91.
- Powers, J.S., Sollins, P., Harmon, M.E., Julia, A., & Jones, J.A. (1999). Plant-pest interactions in time and space: A Douglas-fir bark beetle outbreak as a case study. *Landscape Ecology*, 14, 105–120.
- Raffa, K.F., Aukema, B.H., Bentz, B.J., Carroll, A.L., Hicke, J.A., Turner, M.G. & Romme, W.H. (2008). Crossscale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions. *Bioscience* 58, 501–517.
- Reeve, J.D. (1997). Predation and Bark Beetle Dynamics, *Oecologia*, 112, 48–54.
- Reeve, J.D., Rojas, M.G. & Morales-Ramos, J.A. (2003). Artificial diet and rearing methods for *Thanasimus dubius* (Coleoptera: Cleridae), a predator of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Biological Control*, 27, 315–322.
- Rudinsky, J.A. (1962). Ecology of Scolytidae. *Annual Review of Entomology*, 7, 327–348.
- Rolland, C. & Lempérière, G. (2004). Effects of Climate on Radial Growth of Norway Spruce and Interaction With Attacks by Bark Beetle *Dendroctonus micans* (Kug., Coleoptera: Scolytidae): A Dendroecological Study in The French Massif Central. *Forest Ecology and Management*, 201, 89–104.

- Samalens, J.C., Rossi J.P., Guyon, D., Halder, V., Menassieu P, Piou, D., Jactel, H. (2007). Adaptive roadside sampling for bark beetle damage assessment. *Forest Ecology and Management*, 253, 177–187.
- Sanda, N.B., & Sunusi, M. (2014). Fundamentals Of Biological Control Of Pests. 1 (6), 11s.
- Sarıyıldız, T., Akkuzu, E., Küçük, M., Duman, A. & Aksu, Y. (2008). Effects of *Ips typographus* (L.) damage on litter quality and decomposition rates of Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) in Hatila Valley National Park. *European Journal of Forest Research*, 127 (5), 429-440.
- Schimitschek, E. (1953). *Türkiye Orman Böcekleri ve Muhiti. İ.Ü. Yayınları*, 556(24), İstanbul: Hüsnütabiat Matbaası.
- Schroeder, L.M. (1997). Impact of natural enemies on *Tomicus piniperda* offspring production. Proceedings: Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests. *USDA Forest Service General Technical Report*, 236, 204–214.
- Seedre, M. (2005). *Ips Sexdentatus* Damage in Montesquiu Castle Park Scots Pine Stands. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. European Forestry Erasmus Mundus.
- Serin, M., Erdem, M., Yüksel, B. & Akbulut, S. (2005). Bolu Ve Aladağ Orman İşletmesi Gökmar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Ormanlarında Etkin Zarar Yapan Kabuk Böceklerinin Yaşam Döngülerinin Belirlenmesi ve Bunlara Karşı Alınabilecek Önlemlerin Araştırılması. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten:12, Bakanlık Yayın No:275, Müdürlük Yayın No:17.
- Sever, R. (2002). Sürdürülebilirlik Bakımından Şavşat Ormanları. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 8, 77-97.
- Tommeras, B.A. (1988). The clerid beetle *Thanasimus formicarius* is attracted to the pheromone of the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum*. *Experientia*, 44, 536-537.
- Turchin, P., Lorio, P.L., Taylor, A.D. & Billings, R.F. (1991). Why do Populations of Southern Pine Beetles (Coleoptera: Scolytidae) fluctuate? *Environmental Entomology*, 20, 401–409.
- Turhan, Ş. (2005). Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1), 13–24.

- URL-1 Türkiye Orman Varlığı-2015, 03/02/2019 tarihinde www.ogm.gov.tr/ adresinden alınmıştır.
- URL-2 Entegre Mücadele-2014, 05/02/2019 tarihinde www.tarimorman.gov.tr/ adresinden alınmıştır.
- URL-3 Orman Bitkisi ve Bitkisel Ürünlerinde Önemli Hastalık ve Zararlıları Tanıma Kılavuzu, 05/02/2019 tarihinde www.ogm.gov.tr/ adresinden alınmıştır.
- URL-4 Orman Bitkisi ve Bitkisel Ürünlerine Arız Olan Zararlı Organizmalar ile Mücadele Yöntemi, 05/02/2019 tarihinde www.ogm.gov.tr/ adresinden alınmıştır.
- URL-5 Orman Bitkilerinde Zararlı ve Hastalıklarla Mücadelede Kullanılan İlaçlar, 05/02/2019 tarihinde www.ogm.gov.tr/ adresinden alınmıştır.
- URL-6 Türkiye Ormanlarında Zarar Yapan Önemli Böcek Türleri, 08/02/2019 tarihinde <http://www.ktu.edu.tr/> adresinden alınmıştır.
- URL-7 Türkiye Ormanlarının Önemli Zararlıları, 08/02/2019 tarihinde <http://www.ktu.edu.tr/> adresinden alınmıştır.
- URL-8 Advantages & Disadvantages of Biological Control, 01/05/2019 tarihinde <https://owlcation.com/> adresinden alınmıştır.
- Uygun, N., Ulusoy, M.R., & Satar, S. (2010). Biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1 (1), 1-14.
- Warzee, N., & Grégoire, J. C. (2003). *Thanasimus formicarius* (Coleoptera, Cleridae) Why a Large Range of Prey for a Specialized Predator? Proceedings. *IUFRO Kanazawa, Forest Insect Population Dynamics and Host Influences*, 16–18.
- Wegensteiner, R., Wermelinger, B., & Herrmann, M. (2015). Natural enemies of bark beetles: predators, parasitoids, pathogens, and nematodes. In *Bark Beetles*. Academic Press, 247-304.
- Wood, D. L. (1982). The Role of Pheromones, Kairomones and Allomones in The Host Selection and Colonization Behavior of Bark Beetles, *Annual Review of Entomology*, 24, 411–446.
- Wood S.L. & Bright D.E. (1992). A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index, *Great Basin Naturalist Memoires*, 13, 1–1553.

Yıldırım, H.T. & Velioğlu, N. (2006). Sürdürülebilir orman yönetiminde ölçüt ve göstergelerin incelenmesi. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 56(1), 129-140.

Yücel, M. & Babuş, D. (2005). Doğa Korumanın Tarihçesi ve Türkiye'deki Gelişmeler. *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11, 151-175.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nazlı KOÇOĞLU
Doğum Yeri ve Yılı : Kastamonu/ 1990
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : nazkcgl@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Kastamonu Mustafa Kaya Anadolu Lisesi (2008)
Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Bölümü (2014)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Bölümü (2015)

Yayınları

Kocoglu, N., & Ozcan, G.E. (2018). Feeding Preferences of the Rearing of *Thanasimus formicarius* (L.) (Coleoptera, Cleridae). *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 33(2), 215-220.