

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



ARAZİ KOŞULLARINDA ELEKTRONİK DENETLEME
BİRİMLİ FEROMON DESTEKLİ TUZAĞIN SAYIM
KONTROLÜ

ŞÜKRÜ HAKAN TABAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOÇ. DR. GONCA ECE ÖZCAN

ARALIK - 2020
KASTAMONU

TEZ ONAYI

ŞÜKRÜ HAKAN TABAK tarafından hazırlanan “**ARAZİ KOŞULLARINDA ELEKTRONİK DENETLEME BİRİMLİ FEROMON DESTEKLİ TUZAĞIN SAYIM KONTROLÜ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **30.12.2020** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç.Dr. Gonca Ece ÖZCAN

.....

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Korhan ENEZ

Kastamonu Üniversitesi

.....

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Hazan ALKAN AKINCI

Artvin Çoruh Üniversitesi

.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. İzzet ŞENER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde 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, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Şükrü Hakan TABAK



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARAZİ KOŞULLARINDA ELEKTRONİK DENETLEME BİRİMLİ FEROMON
DESTEKLİ TUZAĞIN SAYIM KONTROLÜ

ŞÜKRÜ HAKAN TABAK

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN:DOÇ. DR. GONCA ECE ÖZCAN

Ormanların sürekliliği ve ekosistem dengesinin sağlanabilmesi için orman zararlılarıyla mücadele günümüz ormancılığının önemli konularından biridir. Erken uyarıların sağlanarak risklerin değerlendirilebilmesi için de biyoteknik yöntemler dikkat çekmektedir. Feromon tuzağı uygulamaları da bu kapsamda rol almaktadır. Bu tuzakların günümüz teknolojiye ayak uydurarak geliştirilmeleriyle daha sağlıklı verilerin alınmasını sağlamaları ile kontrol stratejilerinin belirlenmesine katkıları yadsınamaz düzeydedir.

Bu çalışmada elektronik denetleme birimli (EDB) feromon tuzağının arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. *Ips sexdentatus* erginlerinin doğal şartlar altında ve uçuş dönemi içinde bulunan 103 gün boyunca bu tuzağa yakalanmaları değerlendirilmiştir. Tuzağa yakalanan böceklerin %97,2'si hedef türe aittir. Tuzağın kaydettiği böcek sayısı ve manuel sayımlar karşılaştırıldığında EDB feromon tuzağının yaklaşık %4'lük bir hata payı ile çalıştığı belirlenmiştir. Ancak bu iki değer arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

Çalışma süresince toplam böceklerin %59'u 27 Mayıs-25 Haziran tarihleri arasında yakalanmıştır. Bunun yanında yakalanma ve yakalanmama anlarındaki durumu ortaya koyabilmek için her gün 24 saatlik dilimlere göre değerlendirilerek toplam 2472 veri aralığı oluşturulmuştur. Bu verilerin %24'ünde *I. sexdentatus* yakalanırken, %76'sında yakalanma olmadığı belirlenmiştir. Yakalanmaların olduğu zamanlarda ortalama sıcaklığın 20,09°C, ortalama nemin %66 ve ortalama rüzgâr hızının 2,9 m/sn olduğu belirlenmiştir.

Bunun yanında gün doğumundan gün batımına kadar olan sürede en yüksek yakalanmaların gerçekleştiği ve yakalanmaların %77,3'ünün bu aralıkta olduğu belirlenmiştir. Gün doğumundan güneşin en yüksek olduğu zamana kadar olan sürede en fazla yakalanma olan saat aralığı 20-24,99°C sıcaklıkta, 1,6-3,3 m/sn rüzgâr hızında, %51-60 ve %61-70 nem oranında gerçekleşmiştir. Yakalanmaların gerçekleştiği toplam 594 saat aralığının her bir saat aralığında en az 1 ve en fazla 33 adet *I. sexdentatus* yakalanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: *Ips sexdentatus*, EDB feromon tuzağı, yakalanma anı, meteorolojik parametre.

Aralık 2020, 56 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

COUNTING CONTROL OF PHEROMONE ASSISTED TRAP WITH ELECTRONIC SUPERVISING UNIT IN FIELD CONDITIONS

Şükrü Hakan TABAK

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING

SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. GONCA ECE ÖZCAN

In today's forestry, control forest pests are one of the important issues in order to ensure the sustainability of forests and ecosystem balance. Biotechnical methods are also underlined in order to evaluate the risks by ensuring early warnings. Pheromone trap practices also play a role in this regard. Their contribution to the determination of control strategies is undeniable because they are developed by keeping up with today's technology and thus provide more data that are reliable.

In this study, field studies of pheromone trap with electronic control unit (ECU) were carried out. It was evaluated whether *Ips sexdentatus* adults, which are under natural conditions and in the flying period, caught in this trap for 103 days. 97.2% of the insects caught in the trap belong to the target species. When the number of insects recorded by the trap and manual counts were compared, it was determined that the ECU pheromone trap worked with an error margin of approximately 4%. However, there is no statistically significant difference between these two values.

During the study, 59% of the total beetle were caught between 27 May and 25 June in addition, a total of 2472 data intervals were created by evaluating each day according to 24-hour periods in order to reveal the situation in the moments of catching and not catching. While *I. sexdentatus* was caught in 24% of these data, it was determined that in 76% it was not caught. It was determined at the time of catching that the average temperature was 20.09°C, the average humidity was 66% and the average wind speed was 2.9 m/sec.

In addition, it was determined that the highest number of catching occurred during the period from sunrise to sunset and 77.3% of catching occurred in this period. From sunrise to the peak of the sun, in the hours when the highest number of catching occurred were between 20-24,99°C temperature, 1.6-3.3 m/sec wind speed, and 51-60% - 61-70% humidity. At least 1 and at most 33 *I. sexdentatus* were caught at each hour interval of a total of 594 hours during which catching occurred.

KEYWORDS: *Ips sexdentatus*, ECU pheromone trap, moment of catching, meteorological parameter

December 2020, 56 Page

TEŞEKKÜR

“Arazi Koşullarında Elektronik Denetleme Birimli Feromon Destekli Tuzağın Sayım Kontrolü” adlı bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle tez konusunun belirlenmesinden tez sürecinin sonuna kadar destek ve yardımlarını gördüğüm danışmanım Sayın Doç. Dr. Gonca Ece ÖZCAN’na teşekkürlerimi sunarım. Tezimde kullandığım TR2014 03278 B nolu patentin buluş sahiplerinden olan ve arazi çalışmalarım sırasındaki değerli katkılardan dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Osman ÇİÇEK’e ve yine buluş sahiplerinden olan ve çalışmamda verilerin analizi sırasında değerli yardımlarını gördüğüm Sayın Doç. Dr. Korhan ENEZ’e teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında gerekli tüm olanakları sağlayarak çalışmaya önemli katkı sağlayan Daday Orman İşletme Müdürlüğü Fidanlık Şefi Onur SARI’ya ve şahsında tüm Daday Orman İşletme Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.

Çalışmam sürecinde beni destekleyen ve beni bugünlere kadar yetiştiren, emek veren ve her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şükrü Hakan TABAK

2020

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Orman Zararlıları	3
2.2 Kabuk Böceği Zararları ve Etkileri.....	4
2.3 <i>Ips sexdentatus</i> (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae).....	6
2.4 Kabuk Böceklerinin Mücadelesinde Feromon Tuzakları	8
2.5 Elektronik Denetleme Birimli Feromon Destekli Tuzak	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1 Materyal.....	12
3.2 Yöntem	13
3.2.1 Veri Tabanının Oluşturulması.....	13
3.2.2 Veri Analizleri.....	16
4. BULGULAR	18
4.1 Elektronik Denetleme Birimli Feromon Tuzağının Yakalama Performansının Değerlendirilmesi	18
4.2 Elektronik Denetleme Birimli Feromon Tuzağına Yakalanan <i>Ips sexdentatus</i> Erginlerinin Günlere Göre Dağılımları.....	20
4.3 <i>Ips sexdentatus</i> Erginlerinin Elektronik Denetleme Birimli Feromon Tuzağına Yakalanma ve Yakalanmama Durumunun Belirli Parametrelere Göre Değerlendirilmesi	21
4.4 Elektronik Denetleme Birimli Feromon Tuzağına Yakalanan <i>Ips sexdentatus</i> Ergin Sayılarının Belirli Parametrelere Göre Değerlendirilmesi.....	28
5. TARTIŞMA	31
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	37
KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ.....	54

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1 Manuel olarak sayılan ve EDB feromon tuzağının saydığı böcek sayılarının Kolmogorov-Smirnov (K-S) testine göre normallik kontrolü	20
Tablo 4.2 Manuel olarak sayılan ve EDB feromon tuzağının saydığı böcek sayılarının ikili karşılaştırması Many-Whitney U testi	20
Tablo 4.3 Tüm çalışma süresine ait sıcaklık, nem ve rüzgâr parametrelerinin değerleri.....	22
Tablo 4.4 <i>Ips sexdentatus</i> 'un yakalandığı ve yakalanmadığı zaman aralıklarına ait sıcaklık, nem ve rüzgâr parametrelerinin değerleri.....	22
Tablo 4.5 <i>Ips sexdentatus</i> 'un yakalandığı ve yakalanmadı zamanlarına ait sıcaklık, nem ve rüzgâr parametrelerinin ikili karşılaştırması Many-Whitney U testi.....	22
Tablo 4.6 Sıcaklık gruplarına bağlı olarak <i>Ips sexdentatus</i> 'un tuzağa yakalanma durumlarının dağılımı ve Ki-kare (X^2) testi sonuçları.....	23
Tablo 4.7 Nem oranlarına bağlı olarak <i>Ips sexdentatus</i> 'un tuzağa yakalanma durumlarının dağılımı ve Ki-kare (X^2) testi sonuçları.....	24
Tablo 4.8 Rüzgâr hızına bağlı olarak <i>Ips sexdentatus</i> 'un tuzağa yakalanma durumlarının dağılımı ve Ki-kare (X^2) testi sonuçları.....	25
Tablo 4.9 Güneş ışığına bağlı olarak <i>Ips sexdentatus</i> 'un tuzağa yakalanma durumlarının dağılımı ve Ki-kare (X^2) testi sonuçları.....	26
Tablo 4.10 Güneş etkisi, sıcaklık, rüzgâr hızı ve nem oranlarına göre en fazla yakalanmanın gerçekleştiği aralıklar.....	27

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Sayfa

Fotoğraf 3.1 Elektronik denetleme birimli feromon tuzağı	12
Fotoğraf 3.2 Elektronik denetleme birimli feromon tuzağının konumunun uzaktan görünüşü.....	13
Fotoğraf 3.3 Elektronik denetleme birimli feromon tuzağının ekran görüntüsü	14
Fotoğraf 3.4 CSV dosya örneği.....	14
Fotoğraf 3.5 <i>Ips sexdentatus</i> erginleri ve kabuk altındaki yiyimi.....	16
Fotoğraf 4.1 Tuzak haznesine yakalanan <i>Ips sexdentatus</i> erginleri.....	18
Fotoğraf 4.2 Tuzağa yakalanan <i>Ips sexdentatus</i> ve <i>Thanasimus formicarius</i> erginleri	18
Fotoğraf 4.3 Tuzak haznesine yakalanan <i>Ips sexdentatus</i> ve diğer türlerin erginleri	19

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 EDB feromon tuzağının kaydettiği ve manuel olarak sayılan <i>Ips sexdentatus</i> sayılarının tarihe göre dağılımı.....	21
Şekil 4.2 Sıcaklık gruplarına bağlı olarak <i>Ips sexdentatus</i> 'un tuzağa yakalanma sayılarının dağılımı.....	28
Şekil 4.3 Nem gruplarına bağlı olarak <i>Ips sexdentatus</i> 'un tuzağa yakalanma sayılarının dağılımı.....	29
Şekil 4.4 Rüzgâr hızı gruplarına bağlı olarak <i>Ips sexdentatus</i> 'un tuzağa yakalanma sayılarının dağılımı.....	30
Şekil 4.5 Güneş ışığının etkisine bağlı olarak <i>Ips sexdentatus</i> 'un tuzağa yakalanma sayılarının dağılımı.....	30

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

EDB	:	Elektronik Denetleme Birimi
m³	:	Metre Küp
Mm	:	Milimetre
Mg	:	Miligram
°C	:	Santigrat Derece
m/sn	:	Metre/Saniye
%	:	Yüzde
X²	:	Ki-Kare

1. GİRİŞ

Ülkemizde orman ekolojisi açısından, geniş bir alanda kendisine özgü bir iklim oluşturabilen, belirli bir yükseklik, yapı ve sıklıktaki ağaçların, ağaççık, çalı ve otsu bitkiler, yosun, eğrelti ve mantarlar, toprak altında ve üstünde yaşayan mikroorganizmalar, çeşitli böcek, hayvan ve kuşlarla toprağın birlikte oluşturduğu hayat birliği, orman olarak tanımlanmaktadır (Aytuğ, 1976).

Ormanların ekolojik, sosyal ve ekonomik faydalarına bağlı olarak, verimliliğini etkilemeden yüksek düzeyde ürün ve hizmet sürekliliğini sağlamayı hedefleyen sürdürülebilir orman yönetimi ormanların sağladığı faydaları korumak için önemlidir (Bettinger vd. 2013; FAO, 2014). Böcek zararları da sürdürülebilir orman yönetimini etkileyen faktörlerden biridir (Akyol ve Tolunay, 2006).

Böcek zararları, mantar hastalıkları, yangınlar, kuraklık, sel, kar, heyelan ve diğer doğal faktörler ormanları olumsuz olarak etkilemekte ve bu doğal faktörlere bağlı olarak her yıl milyonlarca metreküp servet kaybı meydana gelmektedir. İnsan faaliyetlerinin değişmesi ve artması, birçok canlı organizmanın habitatlarında değişikliklere ve dolayısıyla ekosistemde olumsuzluklara neden olmakta ve bu durum böcek salgınlarının artması ile sonuçlanmaktadır. Orman zararlıları, ormancılık ekonomisini, ekosistem hizmetlerini, biyolojik çeşitliliği ve sürdürülebilir ekosistem yönetimini dolayısıyla orman ekosistemlerini olumsuz etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Choi ve Park, 2019). Ayrıca, böcek istilaları nedeniyle önemli derecede servet kaybı ve maddi kayıplar söz konusu olmaktadır (Çanakçıoğlu, 1983). Ormanların, böcekler ve patojenlerin neden olduğu zararlardan korunması, orman yönetiminin ana hedefleri arasında bulunmaktadır (Schowalter, 1986).

Zararlıların meydana getireceği ekolojik ve ekonomik olumsuzlukların önlenmesi için, zararlıların popülasyonlarının izlenmesi ve takibi gereklidir (Çiçek vd. 2018). Orman zararlılarını izlemek, bu zararlıların orman ekosistemi üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve bu sonuçlara bağlı olarak sürdürülebilir ekosistem yönetimi stratejisi belirlemek ormanlarımızın geleceği açısından oldukça önemlidir.

Bu nedenle, çalışmada sayım başarı oranı son tasarım ile oldukça yüksek olan Elektronik Denetleme Birimli (EDB) feromon tuzağının arazi çalışmaları gerçekleştirilerek *Ips sexdentatus* erginlerinin doğal şartlar altındaki yakalanmaları değerlendirilmiştir. Beğin erginlerinin uçma zamanı içerisinde tuzağa yakalanma anları (yıl, ay, gün, saat) ile bu yakalanma anındaki sıcaklık, nem ve rüzgâr değerlerinin kayıt altına alınması sağlanmıştır. Elde edilen veriler sayesinde gün içinde beğin yakalanma aralıkları, en fazla yakalanmanın olduğu zamanlar, yakalanma oranlarındaki farklılıklar ile yakalanmaları etkileyen parametrelerin sayısal değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca sonuçlar mücadele stratejinin planlamasına katkıları açısından değerlendirilmiştir.

Sürdürülebilir ormancılık politikaları doğrultusunda ormanlarda meydana gelen zararları azaltmaya, zararın şiddetini düşürmeye ve meydana gelecek ekonomik kayıpları azaltmaya katkı sağlayacak yeni bir yaklaşım ile gerçekleştirilen bu çalışma ayrıca disiplinler arası olması bakımından da değerlidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Orman Zararlıları

Ekosistemlerin işleyişinde önemli rol oynayan böcekler aynı zamanda orman ekosisteminin önemli bileşenleridir (Stark ve Water, 1987). Böceklerin, diğer omurgalıların ve hastalık yapan faktörlerin ayrışmaya, enerji akışına, karbon ve besin döngüsüne, toprak oluşumuna olumlu katkıları bulunmaktadır (Haack ve Byler, 1993; Samways, 2005; Black, 2005). Bunların arasında böceklerin yeryüzünde tür sayısı bakımından en geniş taksonlar oldukları bilinmektedir (Samways, 2005). Tropik bölgelerde en yüksek orana sahip olan böcekler dünyadaki hemen hemen tüm ekosistemlerde bulunabilirler. Şu anda, 925.000'den fazla böcek türü tanımlanmıştır (URL-1).

Bunun yanında, tür çeşitliliğini tahmin etmek için son on yılda geliştirilen yeni yöntemlere ve uygun istatistiki değerlendirmelere bağlı olarak beş buçuk milyon böcek türü ve toplamda yedi milyon karasal eklem bacaklı türü olduğu tahmin edilmekle (Stork, 2018) birlikte keşfedilmeyi bekleyen yaklaşık dokuz milyon böcek türü olduğu da bilim adamları tarafından bildirilmektedir (Khot, 2010).

Ormanlar, biyolojik çeşitlilik ve ekolojik işlevleri açısından önemli habitat alanlarıdır (Stork, 1999; Pearce ve Pearce, 2001). Ormanlar ve ağaçlar hastalıklardan ve böcek zararlılarından ciddi anlamda olumsuz yönde etkilenirler (Sharma, 2016). Böcek zararlıları ve hastalıkların orman yangınlarından çok daha fazla zarar meydana getirdiği de bilmektedir ve (Selmi, 1998), bazı durumlarda özellikle kabuk böceği (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) salgınlarının yangın riskini arttırdığına dair tespitlerde bulunmaktadır (Bigler vd. 2005).

Bu zararlılar, ormanlarda ve plantasyonlarda orman verimliliğini etkileyen en önemli biyolojik faktörler olarak kabul edilmektedir. Meydana getirdikleri zararlar sonucunda ağaçların zayıf düşmesine, odun kalitesinin ve orman varlığının azalmasına ve zaman zaman ormanların tamamen yok olmasına neden olabilirler (Sharma, 2016). Böcek istilaları ve hastalık etkenleri ağaçların strese girmesine ve daha ileri aşamada

ölümlerine neden olabilir. Bu durumdan salgınların boyutu ve sıklığına bağlı olarak özellikle konukçu bitkiler etkilenmektedir (Ashley National Forest, 2017).

Bitkiler ve böcekler arasındaki karmaşık etkileşimler çevresel koşullardan etkilenir ve bunun yanında (Tylianakis vd. 2008) böceklerin, konukçu ağacın yerini belirleme konusunda ve konukçusunun kendisi için uygun olduğunu anlaması için pek çok fizyolojik özelliklere sahip olması (Payne, 1983) ve bir dizi davranışsal tepki göstermesi (Heard, 1999) konukçu bitki ve böcek arasındaki etkileşimleri belirler. Ayrıca bitki-böcek etkileşimi sürekli değişime uğrayabilen dinamik bir yapıya sahip olup, bitkiler böcek saldırısını azaltmak için farklı savunma mekanizmaları da geliştirebilirler (Haruta vd. 2001).

Türlerde bir popülasyon artışı meydana geldiği zaman konukçu savunma mekanizması daha fazla rol oynar (Yanchuk vd. 2008). Bütün bunların yanında konukçu ağaçların zararlı türün etkin olduğu alanlarda bulunması ve konukçu ağaçlarının miktarı böceklerinin popülasyonunu kontrol eden etken olarak kabul edilmektedir (Rudinsky, 1962; Gómez vd. 2017).

2.2 Kabuk Böceği Zararları ve Etkileri

Avrupa’da en önemli böcek zararlıları üç grupta toplanmıştır ve kabuk böcekleri (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) bu üç ana kategoriden birini oluşturmaktadır (Björkman vd. 2015). Son yıllarda Avrupa ormanlarındaki önemli risk faktörlerinden birinin kabuk böcekleri olduğu bildirilmek (de Groot ve Ogris, 2019) olup bu türler ormanları etkileyen en yıkıcı faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Anderegg vd. 2015; Marini vd. 2017).

Orman ekosistemleri içinde önemli rol oynayan bu türler (Byers, 2012; Gitau vd. 2013; Hansen, 2014) salgın oluşturdıkları alanlarda az veya çok ağaç ölümlerine neden olmalarının yanında (Meddens vd. 2012), özellikle etkili oldukları alanlarda orman dinamikleri üzerinde olumsuz etkileri oldukça fazladır (Grégoire vd. 2015).

Bu türlerin çoğunluğu genellikle iğne yapraklı türleri içeren geniş konukçu yelpazesine sahiptirler ve orman ekosistemlerinde etkilidir (Birch, 1984; Raffa vd.

2008; Økland vd. 2011). Bu ormanlarda böcek istilası sonrasında ciddi boyutlarda ağaç ölümlerinin meydana gelmesi olası bir durumdur (Franceschi vd. 2005). Bilinen kabuk böceği türlerinin %1'inden daha azı yaygın olarak ağaç ölümlerine neden olsalar da (Morris vd. 2017) epidemi yapmaları durumunda etkin oldukları ormanlarda geri dönüşü olmayan değişikliklere neden olabilirler (Näsi vd. 2018).

Sağlık durumları iyi olan bitkilerde zarar yapan böcekler primer, çeşitli nedenlerle hastalanmış, cılız düşmüş ağaçlarda zarar yapan böcekler ise sekonder zararlılar olarak tanımlanmaktadır (Selmi, 1998). Kabuk böcekleri türleri primer ve/veya sekonder zararlı olabilen türlerdendir (Wood, 1982) ve zararları genellikle ölmüş veya ölmekte olan ağaçlarda görülür (Lindgren ve Raffa, 2013).

Orman alanlarında salgın meydan gelmesi durumunda zayıf ağaçların güçlü ağaçlara göre daha fazla zarar gördüğü belirtilmektedir (Powers vd. 1999). Kabuk böcekleri genellikle ormanların zarar görmesi açısından önemli etkenler olarak kabul görse de sağlıklı ağaçlar kabuk böceklerine karşı kendilerini savunma yeteneğine sahiptir (Schowalter, 2012). Konukçu direncini aşarak salgın oluşturmaları durumunda bu türler sağlıklı ağaçlara da yerleşerek ağaçların ölümüne neden olabilirler (Christiansen vd. 1987; Lindgren ve Raffa, 2013).

Ağaç yaralanmaları, stress (Nebeker vd. 1993; Seedre, 2005), yangın (Lombardero vd. 2006), kuraklık (Mattson ve Haack, 1987) gibi biyotik ve abiyotik faktörler ağaçların bu türlere karşı hassasiyetini artırır. Bunların yanında günümüzde de dikkatlerin üzerinde toplandığı iklim değişikliğinin etkileri ileri de daha şiddetli böcek salgınlarının meydana gelmesini de tetikleyeceğine dair endişeler vardır (Morris vd. 2018). Meydana getirdikleri olumsuzluklar her zaman yıkıcı boyutlara ulaşmasa da (Schowalter, 2012) salgın oluşturarak sağlıklı ağaçları da öldürebilecek boyutlarda meydana gelen kabuk böceği istilaları ormanlar için büyük risk oluşturabilmektedir (Franceschi vd. 2005; Özcan, 2017).

Konukçu bulma ve konukçuya yerleşme süreci kompleks bir yapıya sahiptir (Raffa vd. 1993; Graves, 2008). Büyük ormanlık alanlarda zarar meydana getirmelerine bağlı olarak salgının gelişimi tam olarak anlaşılamamıştır (Samalens vd. 2007). Konukçu

ağacın dayanıklılığı türün ağaca yerleşmesinde başarılı olup olmamasında etkilidir (Bentz vd. 2010).

Sonuç olarak meydana gelen biyolojik istilalar, farklı çevresel ve ekonomik etkilere neden olabilirler (Lockwood vd. 2013). Ormanların sürdürülebilirliği açısından doğal türlerin zarar yaptıkları alanlardaki büyük salgınları önemlidir (Black vd. 2010). Çünkü salgınların artması önemli ekonomik kayıplara da neden olmaktadır (Zhao, 2011; Lindgren ve Raffa, 2013). Ülkemizde özellikle iğne yapraklı ormanlar zaman zaman bu türlerin istilasına uğramakta ve önemli kayıplara neden olabilmektedirler (Bernhard, 1935; Eroğlu, 1995; Eroğlu vd. 2005; Özcan vd. 2011; Özcan, 2017).

Türkiye’de 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) türlerinin zarar yaptığı bilinmektedir (URL-2, URL-3). Kabuk böceği istilaları Türkiye’de yılda ortalama 300-400 bin m³, yoğun istila dönemlerinde ise yaklaşık 1 milyon m³ olağan dışı kesim yapılmasına neden olabilmektedir (Anonim, 2015).

2.3 *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)

Coleoptera takımından özellikle *Dendroctonus*, *Ips*, *Scolytus* cinsindeki türlerin en yıkıcı orman böcekleri oldukları bilinmektedir. (Furniss ve Carolin, 1977; Drooz, 1985). Bunlardan *Ips* türleri genellikle konukçu direnci düşük olan devrik, kırık gibi ağaçları tercih etselerde popülasyonlarının artması durumunda canlı ve sağlıklı ağaçlar için de tehdit oluştururlar (Birch, 1984; Jactel ve Lieutier, 1987; Öymen ve Selmi, 1997; Selmi, 1998; Seedre, 2005; Fettig vd. 2007).

Avrasya'ya özgü olan on iki dişli çam kabuk böceği *Ips sexdentatus* genel olarak tüm çam türlerinde ve ladininde (Gürcistan ve Türkiye'de Doğu Ladininde) zarar yapan bir tür olup (Jeger vd. 2017) Türkiye ormanlarında en tehlikeli böceklerinden biridir (Beşceli ve Ekici, 1969).

Bu zararlı tür, ağaçlarda bireysel zararlar oluşturmalarının yanında salgın durumunda geniş ormanlık alanlarda zarar yapabilir (Güzel, 2018). İnce kabuklu ağaçlara göre kalın kabuklu ağaçları tercih ettiklerine dair kanıtlar bulunmaktadır ve bu türler karakteristik olarak genellikle ağacın üst kısımlarına saldırımayı tercih eder. Ancak popülasyonlarının yoğun olduğu durumlarda tüm ağacı istila ederek öldürebilir (Çanakcioglu, 1983; DeGomez ve Young, 2002). Bu türlerin salgın oluşturma riski elbette ki türün varlığı, popülasyon yoğunluğu ve türlerin yayılma potansiyelinin birlikte etkilerinin bir sonucudur (Fettig vd. 2007).

Ips sexdentatus erginleri 5-8 mm boyunda, olgun erginleri koyu kahverengi ve siyah renklerde iken genç erginleri açık sarı ve kahverengidir. Sağrının her bir tarafında 6 adet olmak üzere toplam 12 diş bulunur ve ucu topuzlaşmış şekilde olan dördüncü diş en gelişmiş olanıdır. Poligam bir tür olan *Ips sexdentatus*'un erkek bireyleri giriş deliği ve kuluçka odasını oluşturulur. Kuluçka odasında 1-9 adet diş birey ile çiftleşebilir ve sonrasında ana yolu açar. Dişi sayısına göre değişiklik gösterse de ana yol 1-9 kollu olabilir. Ana yol uzunluğu bir metreye kadar ulaşabilir. Ana yolun her iki tarafına yumurta bırakan diş bireyin 10-60 adet yumurta bırakabileceği belirtilmektedir. Yumurtadan çıkan larvalar ana yola dikey yollar açarlar ve yolların sonunda oval bir beşikte pupa olurlar (Yüksel vd. 2000). İklim koşullarına bağlı olarak yılda 1-5 arasında generasyona sahip olabilirler (Lévieux vd. 1985).

Ips sexdentatus Türkiye'de ilk kez 1928 yılında Trabzon Sürmene Santa ve Maçka ladin ormanlarında tespit edilmiş olup (Bernard, 1935) ülkemizde yılda iki generasyonu vardır ancak uçuş zamanı iklime ve yükseltiye göre değişebilmektedir (Yüksel ve Akbulut, 2005). Ayrıca, uçuş zamanları yıldan yıla değişiklik gösterebilir (Panzavolta vd. 2014).

Doğu Ladini ormanlarında ilk uçuşun Nisan sonu Mayıs başında başladığı ve Haziran ayının ortasına kadar devam ettiği, ikinci uçuşun ise Haziran'ın üçüncü haftasında başladığı ve Eylül ortasına kadar devam ettiği yılda iki generasyonu tespit edilmiştir (Özcan vd. 2011). Akdeniz Bölgesi çam ormanlarında ise birinci uçuş Mayıs'da, ikincisi uçuş ise Ağustos'ta gerçekleşmiştir (Tosun, 1977). Kastamonu ilinde *Pinus nigra* J.F. Arnold *subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe ormanlarında da ilk uçuşun Mayıs başında başladığı ve Haziran ayının ortasına kadar devam ettiği, ikinci uçuşun ise Haziran'ın ortalarında başladığı ve Eylül başına kadar devam ettiği yılda iki generasyonu tespit edilmiştir (Özcan vd. 2011). Generasyon süreleri iklime bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Buna bağlı olarak yapılan çalışmalarda *Ips sexdentatus*'un generasyon süresinin ülkemiz koşullarında 40 gün (Özder, 1978), 60 gün (Ataman, 1967), 50-65 gün (Özcan vd. 2011) olduğu belirtilmektedir.

2.4 Kabuk Böceklerinin Mücadelesinde Feromon Tuzakları

Ormanların sürekliliği açısından ve aynı zamanda ekosistem dengesinin sağlanabilmesi için orman zararlılarıyla mücadelede bir gerekliliktir. Bu türlerle biyolojik, mekanik, biyoteknik yöntemler ile uygun durumlarda ise türe özgü olacak şekilde planlanan entegre zararlı yönetimi ile mücadele edilmektedir (Özcan vd. 2016). Biyoteknik yöntemler erken uyarının sağlanması bakımından ve doğaya zarar veren kimyasal mücadele uygulamalarından sakınmak için tercih edilmektedir (Birişik vd. 2013).

Çoğu böceğin aralarındaki iletişimi sağlayan feromon salgıları bulunur (Sarı, 2008). Aynı türe ait böcekler arasında bulunan iletişim hayati önem taşımaktadır. Çiftleşme için haberleşme, toplanma, dağılma, davranış düzenlemesi, yumurtlamanın uyarılması gibi olaylar feromonlar sayesinde olmaktadır (Göktay ve Kısmalı, 1989). Doğal feromon kaynaklarına böcek çekiliminin yapay feromon tuzaklarından farklı olsa da (Aukema vd. 2000) kabuk böceklerinin entegre zararlı yönetimi içerisinde feromonların kullanılması zararlıların kontrol edilmesinde olumlu katkıları olan umut verici uygulamalardan biridir (Trematerra, 1997; Baker, 2008; Baker, 2010).

Kabuk böceği popülasyonlarının kontrolünde de feromonların kullanılması çevreye duyarlı olmaları açısından diğer mücadele uygulamalarına alternatif olarak görülmektedir (Unelius vd. 2014). Özellikle mücadelede hedef türe özgü feromonların kullanılması ile daha etkili sonuçların alınması sağlanmaktadır (Wainhouse, 2005). Kullanılan feromon preparatlarının güçlü çekiciliği ve araziye yerleştirilecek tuzakların yoğunluğu da tuzakların performansı açısından önemlidir (Faccoli ve Stergulc, 2008).

Hedef türleri yakalamak açısından oldukça etkili olan (Sciarretta ve Calabrese, 2019) feromon tuzakları ile hedef türlerin popülasyonlarını tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir (Gillette ve Munson, 2007). Bu uygulamanın asıl amacı zararlının ergin popülasyonlarının yoğunluğunun, dağılımının ve uçuş aktivitelerinin izlenmesi (Lindelow ve Schroeder, 2001; Wermelinger, 2004; Baker, 2008; Holuša vd. 2012; Galko vd. 2013), popülasyonlara ait veriler sağlanmasıdır (Özcan vd. 2011). Hedef türlerin mücadele stratejilerinin belirlenmesindeki olumlu katkıları nedeniyle (Baker, 2010; Galko vd. 2016) yaklaşık 200 yıldır toplu feromon tuzağı uygulamaları gerçekleştirilmektedir (Bakke, 1991).

Sadece erkek bireylerin yakalanmasına yönelik olmaları ve aynı feromona çekilmeleri nedeniyle tuzaklara doğal düşmanların yakalanması feromon tuzağı uygulamalarının olumsuzlukları olarak nitelenmektedir (Wainhouse, 2005; Özcan vd. 2011; Birişik vd. 2013). Ancak yakalanan diğer türlerin sayısı hedef türün sayıyla kısımlandığında oldukça düşük olmaktadır (Majumdar, 2013). *Ips sexdentatus* gibi kolonizasyonun erkek bireylerin başlattığı kabuk böceği türlerinde feromon tuzakları ile bu erkek bireylerin toplanması feromon tuzaklarının yakınında bulunan ağaçlarda meydana gelecek zararı önleme veya azaltma açısından önemli olmaktadır (Jakuš ve Šimko, 2000). Ülkemizde bu türe karşı 1982 yılında ilk kez feromon tuzakları kullanılmaya başlanmıştır (Serez, 2001) ve halen feromon tuzağı ile mücadele çalışmaları mekanik ve biyolojik mücadele uygulamaları ile desteklenerek sürdürülmektedir.

2.5 Elektronik Denetleme Birimli Feromon Destekli Tuzak

Günümüzde hali hazırda kullanılan feromon tuzağı uygulamaları ve bu tuzaklardan elde edilen sonuçların değerlendirilmesine yönelik teknik sorunlar bulunmaktadır (Baker, 2008). Ayrıca böceklerin izlenmesi de oldukça zordur (Helland vd. 1984). Ancak zararlı yönetiminde, kabuk böceklerinin etkin oldukları alanlarda popülasyonlarının düşük seviyelerde tutularak zarar seviyesinin kontrol altına alınması önemli görülmektedir (Gómez vd. 2017). Bu hedefte feromon tuzakları tek başına yeterli olmasa da diğer yöntemler ile desteklenerek mücadele stratejilerinde önemlidir.

Ormanların devamlılığı için orman zararlıları ile mücadelelerin sürdürülmesi ve hali hazırda yürütülen mücadele yöntemlerinin yenilikçi yaklaşımlarla geliştirilmesi bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır (Özcan vd. 2016). İklim değişikliği başta olmak üzere pek çok faktöre bağlı olarak meydana gelebilecek değişikliklerle kabuk böceği zararlarının gelecekte ormanlar için daha fazla risk oluşturma olasılığına bağlı olarak zararlı yönetimi anlayışı da yeni yaklaşımlar geliştirme eğilimindedir (Boyd vd. 2013).

Bu eğilimler göz önüne alınarak feromon tuzaklarının günümüzde kullanılan amaçlarına yenilerini eklemeyi hedefleyen bir düşünceyle geliştirilen elektronik denetleme birimli (EDB) feromon tuzağının tasarımı, çalışma prensibi, sayma başarısındaki değerlendirmeleri ve karşılaşılan sorunları gidermek için üretilen çözümleri Özcan vd. (2016) ve Çiçek vd. (2018)'de detaylı olarak açıklamışlardır. Günümüzde kullanılan tuzaklar sadece tuzağa yakalanan böceklerin sayısı ile ilgili bilgi verirken, EDB feromon tuzağı yakalanan böceklerin tam sayısını, yakalanma anını (yıl, ay, gün, saat), böceğin tuzağa yakalandığı andaki sıcaklık, nem ve rüzgâr değerlerini ölçerek kaydetmektedir (Özcan vd. 2014).

Tasarlanan tuzak araziye yerleştirilmeden önce sayma başarısı ve eksikliklerinin belirlenmesi için laboratuvar koşullarında denenmiştir. Buna göre *Ips sexdentatus* erginlerinin el ile EDB feromon tuzağına atılması şeklinde gerçekleştirilen denemelerde gündüz koşullarında ve gece koşullarında tuzağın sayma başarısı sırası ile %83.7 ve %90.2' olmuştur ve belirtilen parametreler aynı oranlarda kayıt altına alınmıştır. Ayrıca çoklu yakalamalardaki sayım başarısını değerlendirmek için ikili,

üçlü ve dörtlü gruplar halinde böcekler tuzağa atılmış ve sayım başarı oranları sırası ile %86.7, %83.3 ve %83.3 olarak belirlenmiştir (Özcan vd. 2016).

Daha sonra sayma başarısını daha yukarı çekmek ve hata payını azaltma için böceklerin tuzağa yakalanma anını algılayan lazer tarama düzeneği yerine hareket sensörü kullanılarak yeniden denenmiştir. *Ips sexdentatus* ve *Pityokteines curvidens* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) erginlerinin kullanıldığı ve böceklerin el ile tuzağa atılmasıyla gerçekleştirilen denemelerde EDB feromon tuzağının her iki tür içinde %97,5 oranında başarılı şekilde sayma işlemini gerçekleştirdiği ve belirtilen parametreleri kayıt altına aldığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda gündüz ve gece için tuzağın başarı oranları belirlenmeye çalışılmış ve *Ips sexdentatus* erginleri için başarı oranının gündüz koşullarında %98,1 ve gece koşullarında %97 olduğu, *Pityokteines curvidens* erginleri için ise sırasıyla %96 ve %99 olduğu belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada ergin böceklerin tuzağa aynı anda yakalanma ihtimalleri düşünülerek birli, ikili ve üçlü gruplar halinde atışlar gerçekleştirilmiş ve gündüz değerlendirmelerine göre *I. sexdentatus* için sırasıyla %96.1, %100, %98.3 ve gece değerlendirmelerinde ise sırasıyla %93.5, %98, %98.1 oranında başarılı sayımlar yapıldığı belirlenmiştir. *P. curvidens* için ise gündüz oranları sırasıyla %96.3, %94.7, %98.4 ve gece oranları sırasıyla %98.5, %100, %98.3 olmuştur (Özcan vd. 2018).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada giriş bölümünde çalışma prensibinin anlatıldığı ve laboratuvar çalışmalarında başarılı sonuçların sağlandığı elektronik denetleme birimli (EDB) feromon tuzağı kullanılmıştır (Fotoğraf 3.1).



Fotoğraf 3.1 Elektronik denetleme birimli feromon tuzağı

EDB feromon tuzağı Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Daday Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Daday Orman Fidanlığı sınırları içerisinde yer alan 6 nolu parselde açık bir alana yerleştirilmiştir (Fotoğraf 3.2). Parselin etrafı etrafının Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* J.F. Arnold *subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe ormanları ile kaplıdır ve yükseltisi 845 m'dir.

Etrafında bulunan karaçam ormanlarında daha önceki yıllarda hedef tür olan *Ips sexdentatus* zararının tespit edilmesi ve tuzağın güvenliğinin sağlanabilmesi için tuzak fidanlığa yerleştirilmiştir.



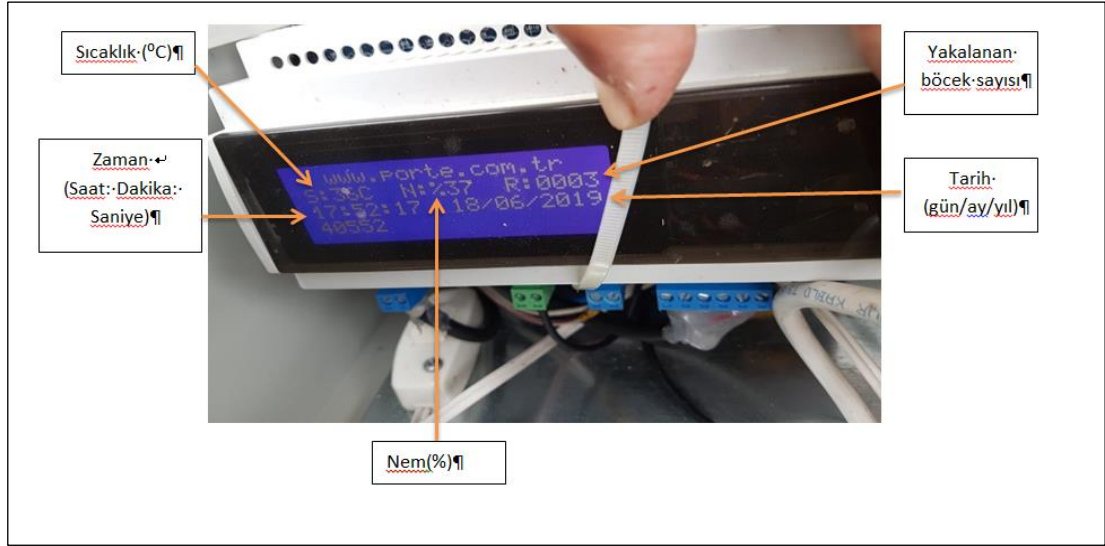
Fotoğraf 3.2 Elektronik denetleme birimli feromon tuzağının konumunun uzaktan görünüşü

EDB feromon tuzağında Tripheron® Ipssex® ticari markalı her bir doz için 60 mg Ipsdienol içeren *Ips sexdentatus* feromonu kullanılmıştır. Feromon preparatları 4 haftada bir yenisiyle değiştirilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Veri Tabanının Oluşturulması

Elektronik Denetleme Birimli feromon tuzağı 27 Mayıs 2019 tarihinde arazide belirlenen yere yerleştirilmiştir. İlk veriler tuzağın asıldığı tarihte, son veriler ise 6 Eylül 2020 tarihinde alınmıştır. Bu tarihleri kapsayan toplam 103 gün boyunca *I. sexdentatus*'un erginlerinin yakalanma sayıları, yakalanma anı (gün, ay, saat) ve yakalanma anındaki sıcaklık, nem ve rüzgâr hızı parametreleri kayıt altına alınmıştır. Elektronik denetleme birimin monitör görüntüsü Fotoğraf 3'de verilmiştir. Monitör görüntüsünde yakalanan böcek sayısı, tarih, sıcaklık, nem değerleri görülebilmektedir (Fotoğraf 3.3).



Fotoğraf 3.3 Elektronik denetleme birimli feromon tuzağının ekran görüntüsü

Rüzgâr verileri tüm parametrelerle birlikte microSD kart içindeki “Virgülle Ayrılmış (comma separated) CSV” dosya kayıtlarında görülebilmektedir (Fotoğraf 3.4). Bu dosyalar 15-20 günlük periyotlar ile kontrol edilerek bilgisayar ortamına aktarılarak yedeklenmiştir.

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım	
Her bocek algilandiginda bigliler kaydedilir:					
Sicaklik:	Nem:	Ruzgar:	Tarih:	Saat:	Sayi:
21,2C	%50	0001	01/07/2019	13:08:31	000001
12,7C	%76	0001	01/07/2019	21:22:35	000002
27,5C	%32	0002	02/07/2019	13:02:22	000003
27,5C	%32	0001	02/07/2019	13:02:25	000004

Fotoğraf 3.4 CSV dosya örneği

Ips sexdentatus'un EDB feromon tuzağına yakalanma durumu sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve güneş ışığı parametrelerine göre değerlendirilmiştir. Bu parametrelerin herbiri gruplandırılarak kategorik hale getirilmiştir.

Sıcaklık grupları, en düşük ve en yüksek yakalanmanın gerçekleştiği sıcaklıklar dikkate alınarak 7,42-14,99 °C, 15-19,99 °C, 20-24,99 °C, 25-29,99 °C ve 30-37,12 °C olmak üzere toplam 5 gruba ayrılmıştır. Nem oranları en düşük ve en yüksek

yakalanmanın gerçekleştiği oranlar dikkate alınarak %20-30, %31-40, %41-50, %51-60, %61-70, %71-80, %81-90 ve %91-93 olmak üzere 8 gruba ayrılmıştır. Rüzgâr hızı ise Beaufort (Bofor) rüzgâr sıkalasına göre (URL-5), 0-0,2 m/sn (Sakin), 0,3-1,5 m/sn (Esinti), 1,6-3,3 m/sn (Hafif rüzgâr), 3,4-5,4 m/sn (Tatlı rüzgâr), 5,5-7,9 m/sn (Orta rüzgâr) ve 8,0-10,7 m/sn (Sert rüzgâr) olmak üzere 6 gruba ayrılmıştır. Belirtilen sıcaklık, nem ve rüzgâr parametrelerinin yanında güneş ışığının da etkili olduğu bilinmektedir. Buna bağlı olarak çalışmanın yürütüldüğü Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında (URL-6)'de verilen 2019 yılına ait güneş doğuşu, güneş batışı ve güneşin en yüksekte olduğu saatler dikkate alınmıştır. Belirlenen bu üç grup saatlik aralıklara göre kodlanmıştır. 103 gün boyunca güneş hareketlerinde meydana gelen değişiklere bağlı olarak saat aralıklarındaki değişikliklerle eşleştirilerek gruplandırma düzenlenmiştir. Bu yorumlamaya göre 5 Ağustos tarihinden sonra güneş batışı bir saat aralığı daha erken, 22 Ağustos tarihinden sonra ise güneş doğuşu bir saat aralığı daha geç gerçekleşmiştir.

Tuzağın doğal ortam koşullarında elektronik olarak sayma başarısını belirleyebilmek ve hata payını ortaya koyabilmek için tuzak hazneleri yaklaşık 24 saat aralıklarla kontrol edilmiştir. Tuzak haznesinde bulunan türlerin sayıları ayrı ayrı kaydedilmiş zararlı türler imha edilirken doğal düşmanlar tekrar ormanlık alanlara salıverilmek üzere ayrılmıştır.

Tuzaklara yakalanan böceklerden rastgele örnekler alınarak teşhisler yapılmıştır. Kabuk böceği türlerinden sadece *I. sexdentatus* tespit edilmiştir (Fotoğraf 3.5). Ancak bilindiği gibi feromon tuzaklarına özellikle türün predatörü olan *Thanasimus formicarius* (Coleoptera: Cleridae) ve diğer bazı böceklerin yakalandığı görülmüştür.



Fotoğraf 3.5 *Ips sexdentatus* erginleri ve kabuk altındaki yiyimi

Elde edilen sonuçlara göre manuel sayımlarda EDB feromon tuzağına yakalanan toplam böceklerin sadece %1,8'i *T. formicarius* ve %1'i de diğer türlerdir. Tuzağa %97,2 oranında ise hedef tür yakalanmıştır. Şu an tasarlanan tuzağın henüz tür ayırt etme özelliği bulunmamaktadır ve buna göre tuzağa sadece %2,8 oranında başka türler yakalanmıştır. Ancak bu durum tasarlanan EDB feromon tuzağının çalışma performansı ile ilgili bir durum olmayıp normal şartlarda da beklenen bir durumdur. Bu nedenle hedef tür dışındaki türlerin sayılarının az olması da dikkate alınarak tüm sayılan böcekler değerlendirmeye alınmıştır.

Verilerin tümü elde edildikten sonra günlük ve saatlik olarak değerlendirmeler yapılmıştır. Her gün saatlik olarak ayrılmış ve her 1 saatlik sürede yakalanmaları ve parametreleri belirten tablolar yapılmıştır. Bunun yanında her saat dilimi için ortalama sıcaklık, nem ve rüzgâr hızı değerleri EDB feromon tuzağının kaydettiği veriler ile çalışma alanının yakınında ve 135 m yukarısında bulunan otomatik meteorolojik gözlem istasyonunun saatlik verileri ile karşılaştırılarak kontrol edilmiştir.

3.2.2 Veri Analizleri

Verilerin değerlendirilmesinde tüm istatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 20 paket programı ile yapılmıştır.

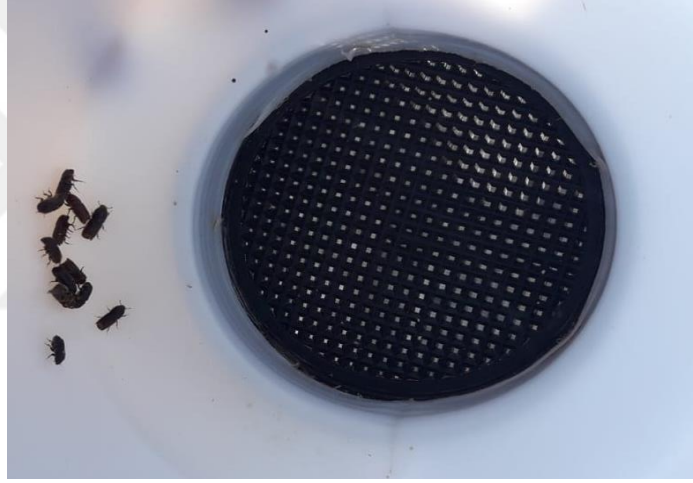
EDB feromon tuzağına yakalanan böceklerin sayılarının ve böceklerin tuzağına yakalanma anı (yıl, ay, gün, saat) ile bu yakalanma anındaki sıcaklık, nem ve rüzgâr verileri değerlendirilirken varyans, standart sapma, en küçük ve en büyük değer ve yüzdeliklerden oluşan tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır.

Elde edilen verilerin normal dağılım kontrolü “Kolmogorov-Smirnov (K-S) tek örnek testi” ile yapılmıştır. Manuel olarak ve EDB feromon tuzağının kaydettiği *I. sexdentatus* sayılarının normal dağılım göstermediği görülmüş olup bu iki grup arasındaki farklılıklar parametrik olmayan testlerden Many-Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Yine *Ips sexdentatus*’un EDB feromon tuzağına yakalandığı ve yakalanmadığı zamanlardaki ortalama sıcaklık, nem ve rüzgâr değerleri arasında istatistiksel farklılıklar Mann Whitney U test ile güneş saatine göre yakalanma durumları ise Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir. Bunun yanında sıcaklığa, nem oranlarına, rüzgâr hızına ve güneşin etkisine bağlı olarak *Ips sexdentatus*’un tuzağına yakalanma ve yakalanmama durumlarını istatistiksel olarak ortaya koyabilmek için verilerin kategorik özellikte olmasından dolayı parametrik olmayan testlerden Ki-kare bağımsızlık testi ile araştırılmıştır. Yine sıcaklık, nem oranları, rüzgâr hızı ve güneşin etkisinin yakalanma durumu üzerindeki kuvvetleri Phi değeri ile yorumlanmıştır. Sıcaklık, nem oranları, rüzgâr hızı ve güneş etkisinin birlikte böceklerin tuzağına yakalanma durumları üzerindeki riski değerler çapraz tablolar üzerinden değerlendirilmiştir. Bunun yanında *Ips sexdentatus*’un tuzağına yakalandığı saat aralıkları sayılarının yine aynı parametrelere göre olan ilişkileri Ki-kare bağımsızlık testi ile yorumlanmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Elektronik Denetleme Birimli Feromon Tuzağının Yakalama Performansının Değerlendirilmesi

27 Mayıs ile 6 Eylül tarihleri arasında arazi çalışmasının yürütüldüğü 103 günde manuel olarak yapılan sayımlara göre toplam 1622 adet böcek sayılmıştır. Bu böceklerin %97,2'si *Ips sexdentatus* erginleri (Fotoğraf 4.1), %1,7'si türün predatörü olan *Thanasimus formicarius* (Coleoptera: Cleridae) erginleri (Fotoğraf 4.2) ve %1,1'ide tuzağa yakalanan diğer böcek türleri olmuştur (Fotoğraf 4.3).



Fotoğraf 4.1 Tuzak haznesine yakalanan *Ips sexdentatus* erginleri



Fotoğraf 4.2 Tuzağa yakalanan *Ips sexdentatus* ve *Thanasimus formicarius* erginleri



Fotoğraf 4.3 Tuzak haznesine yakalanan *Ips sexdentatus* ve diğer türlerin erginleri

Buradan anlaşılacağı gibi yakalanan böceklerin %2,8'i *Ips sexdentatus* dışında yakalanan türler olmuştur. Bu oran toplam böcek sayıları içerisinde oldukça düşük bir oran olmasıyla beraber EDB feromon tuzağının tür ayırımı yapmamasına bağlı olarak sayım sonuçlarında önemli bir farklılığa neden olmayacak düzeyde olduğu görülmektedir.

EDB feromon tuzağının kaydettiği böcek sayısı 1692 adet iken manuel sayımlarda bu sayı 1622 olarak tespit edilmiştir. Feromon tuzağının yaklaşık %4'lük bir hata payı ile çalıştığı görülmektedir. Bu durumun EDB feromon tuzağına yakalanan böceklerin tuzak haznesine düşmeden hemen önce sensörde algılamaya neden olacak hareketlerde bulunmalarına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda da düşük oranlarda hata paylarının olduğu bilinmektedir. Bütün bunların yanında tuzağın %96 oranında sayma başarısının olduğu görülmekte ve hata payı göz ardı edilebilecek düzeydedir.

Manuel olarak sayılan ve EDB feromon tuzağının kaydettiği böcek sayıları Kolmogorov-Smirnov (K-S) tek örnek testine göre normal dağılmamaktadır ($p < 0,05$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Manuel olarak sayılan ve EDB feromon tuzağının saydığı böcek sayılarının Kolmogorov-Smirnov (K-S) testine göre normallik kontrolü

Sayım Yöntemi	N	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum	P*
Manuel sayım	103	15,7	17,2	0	86	0,003
EDB feromon tuzağı sayımı	103	16,4	17,3	0	86	0,005

*P < 0,05

Bunun yanında manuel olarak sayılan ve EDB feromon tuzağının saydığı böcek sayılarının istatistik olarak birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklılık göstermediği belirlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Manuel olarak sayılan ve EDB feromon tuzağının saydığı böcek sayılarının ikili karşılaştırması Many-Whitney U testi

Sayım Yöntemi	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	P*
Manuel sayım	103	101,77	10 482,00	0,676
EDB feromon tuzağı sayımı	103	105,23	10 839,00	

*P < 0,05

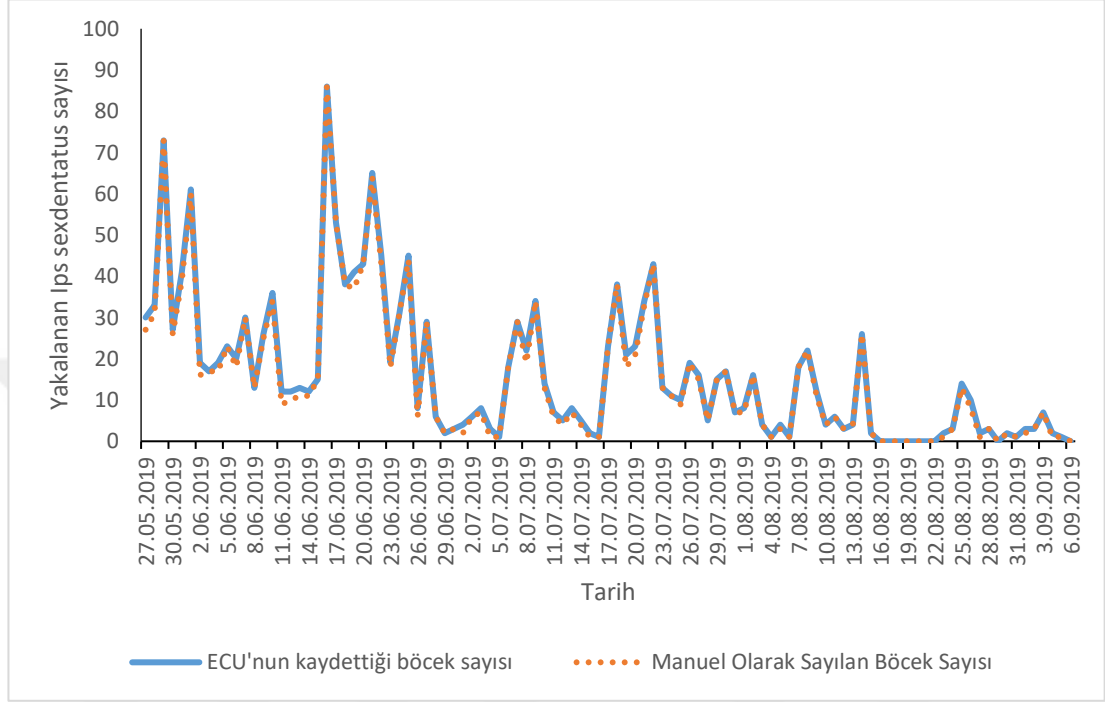
Bundan sonraki değerlendirmelerde böceklerin yakalanma anları değerlendirileceği için manuel sayımlar değil EDB feromon tuzağının kayıtları dikkate alınacaktır.

4.2 Elektronik Denetleme Birimli Feromon Tuzağına Yakalanan *Ips sexdentatus* Erginlerinin Günlere Göre Dağılımları

Çalışmanın yürütüldüğü yılda 103 gün süren izlemede ECU feromon tuzağına 1692 adet *I. sexdentatus* yakalanırken tuzağa yakalanan ortalama birey sayısı $16,4\pm 17,3$ adettir. Bu *I. sexdentatus*'ların %59'u 27 Mayıs-25 Haziran tarihleri arasında (30 gün) yakalanmış olup en yüksek yakalanma 86 adet ile 16 Haziran'da gerçekleşmiştir. Bu tarihlerde tuzağa yakalanan ortalama böcek sayısı $33,2\pm 19,3$ adet olmuştur.

Böceğin ilk uçuşunun başlangıç tarihi bölge ormanları için Mayıs ayının ilk haftası olarak bilinmektedir. Ancak bazı teknik nedenlerde bu çalışmada sayımlar Mayıs ayının son haftasında başlamıştır. Buna bağlı olarak tuzağın asıldığı ilk tarih olan 27 Mayıs ve sonrasında en yüksek yakalanmaların olması beklenen bir durumdur. Ağustos ayının 15'inden sonra ise yakalamalarda önemli ölçüde azaldığı görülmekte

ve böceğin muhtemel ikinci uçuşun sonlarının olduğu söylenebilir. (Şekil 4.1). Ancak uçuş dönemleri ile ilgili olarak tam bir değerlendirme yapmak bu çalışmanın sonuçları ile uygun olmayacaktır.



Şekil 4.1 EDB feromon tuzağının kaydettiği ve manuel olarak sayılan *Ips sexdentatus* sayılarının tarihe göre dağılımı

4.3 *Ips sexdentatus* Erginlerinin Elektronik Denetleme Birimli Feromon Tuzağına Yakalanma ve Yakalanmama Durumunun Belirli Parametrelere Göre Değerlendirilmesi

Ips sexdentatus'un uçuş zamanı içinde popülasyon seviyesine bağlı olarak tuzağa yakalanma durumlarının yanında, yakalanma gerçekleşen zamanlarda yakalanmama durumları da değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeyi yapabilmek için sayımların yapıldığı her günün 24 saatlik olarak değerlendirildiği ve toplam 103 gün olarak hazırlanan tablolarda $24 \times 103 = 2472$ veri ile oluşturulan tablolar hazırlanmıştır. Bu 2472 veri aralıklarının %24'ünde (594) *Ips sexdentatus* yakalanması varken %76'sında (1878)'inde yakalanma olmadığı belirlenmiştir. Çalışmanın sürdürüldüğü ve sayım gerçekleştirilen tüm günlerde ortalama sıcaklığın 18,7 °C, ortalama nemin %68 ve ortalama rüzgâr hızının 2,4 m/sn olduğu görülmektedir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 Tüm çalışma süresine ait sıcaklık, nem ve rüzgâr parametrelerinin değerleri

Sayım Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Sıcaklık (°C)	2 472	7,2	37,1	18,7	5,033
Nem (%)	2 472	20	96	68	0,173
Rüzgâr (m/sn)	2 472	0	9,4	2,4	1,645

Ips sexdentatus'un yakalanma ve yakalanmama durumuna göre sadece 594 yakalanmanın olduğu veri aralığı dikkate alındığında ise ortalama sıcaklığın 20,09°C, ortalama nemin %66 ve ortalama rüzgâr hızının 2,9 m/sn olduğu görülmektedir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 *Ips sexdentatus*'un yakalandığı ve yakalanmadığı zaman aralıklarına ait sıcaklık, nem ve rüzgâr parametrelerinin değerleri

Parametre	Yakalanma Durumu	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Sıcaklık (°C)	Yakalandığı saat aralığı	594	10,32	31,12	20,09	4,16519
	Yakalanmadığı saat aralığı	1 878	7,42	37,12	18,28	5,20436
Nem (%)	Yakalandığı saat aralığı	594	23	93	66	0,16883
	Yakalanmadığı saat aralığı	1 878	20	96	69,1	0,17431
Rüzgâr (m/sn)	Yakalandığı saat aralığı	594	20	9,4	2,923	1,7075
	Yakalanmadığı saat aralığı	1 878	0	9,1	2,334	1,5996

Aynı zamanda *Ips sexdentatus*'un yakalandığı ve yakalanmadığı zamanlardaki ortalama sıcaklık, nem ve rüzgâr değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır ($p<0,05$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5 *Ips sexdentatus*'un yakalandığı ve yakalanmadığı zamanlarına ait sıcaklık, nem ve rüzgâr parametrelerinin ikili karşılaştırması Many-Whitney U testi

Parametre	Yakalanma Durumu	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	P*
Sıcaklık (°C)	Yakalandığı saat aralığı	594	1 458,41	866 297,50	0,000*
	Yakalanmadığı saat aralığı	1 878	1 166,31	2 190 330,50	
Nem (%)	Yakalandığı saat aralığı	594	1 126,56	669 175,50	0,000*
	Yakalanmadığı saat aralığı	1 878	1 271,27	2 387 452,50	
Rüzgâr (m/sn)	Yakalandığı saat aralığı	594	1 459,88	867 171,50	0,000*
	Yakalanmadığı saat aralığı	1 878	1 165,84	2 189 456,50	

* $P<0,05$

Sıcaklık gruplarına göre toplam saat aralıkları değerlendirildiğinde %26,6'sı (657) 7,42-14,99 °C aralığında, %34,1'i (844) 15-19,99 °C aralığında, %26,2'si (648) 20-24,99 °C aralığında, %12,2'si (301) 25-29,99 °C aralığında ve %0,9'u (22) 30-37,12 °C aralığında bulunduğu görülmektedir. Beş farklı sıcaklık grubunda *Ips sexdentatus*'ların tuzağa yakalanma durumları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p < 0,05$). Buradan sıcaklık ile böceğin tuzağa yakalanma durumu arasında bir ilişki olduğunu söylenebilir (Tablo 4.6). Bunun yanında en yüksek yakalanmaların 15-19,99 °C (227) ve 20-24,99 °C (212) sıcaklık gruplarında olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile 15-24,99 °C sıcaklık aralığında en yüksek yakalanmanın görüldüğü ve yakalanmaların %73,9'unun bu aralıkta gerçekleştiği belirlenmiştir. Sıcaklığa göre *Ips sexdentatus*'un 30 Haziran 2019 tarihinde 19:52:54 saatinde 10,32 °C'de en düşük sıcaklık ile yakalandığı görülürken, 15 Temmuz 2019 tarihinde 09:55:23 saatinde 31,12 °C'de en yüksek sıcaklık ile yakalandığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.6 Sıcaklık gruplarına bağlı olarak *Ips sexdentatus*'un tuzağa yakalanma durumlarının dağılımı ve Ki-kare (X^2) testi sonuçları

Parametre	Gruplar	Yakalanma Durumu		Toplam	Khi-kare (X ²)	P*	
		Yakalandı	Yakalanmadı				
Sıcaklık (°C)	7,42-14,99	N	68	589	657	100,414	0,000
		%	10,4	89,6	100		
	15-19,99	N	227	617	844		
		%	26,9	73,1	100		
	20-24,99	N	212	436	648		
		%	32,7	67,3	100		
	25-29,99	N	83	218	301		
		%	27,6	72,4	100		
	30-37,12	N	4	18	22		
		%	18,2	81,8	100		
TOPLAM	N	594	1 878	2 472			
	%	24,0	76,0	100			

Nem oranlarına bağlı olarak toplam saat aralıkları değerlendirildiğinde %1'i (44) %20-30, %6,1'i (150) %31-40, %8,3'ü (205) %41-50, %14,1'i (348) %51-60, %16,7'si (414) %61-70, %20,2'si (499) %71-80, %24,6'sı (607) %81-90 ve %8,3'ü (205) %91-93 nem aralığındadır. Nem oranlarına göre *Ips sexdentatus*'ların tuzağa yakalanma durumları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p < 0,05$). Buradan nem oranları ile böceğin tuzağa yakalanma durumu arasında bir ilişki olduğunu söylenebilir (Tablo 4.7). Bunun yanında en yüksek yakalanmaların %61-70

(104), %71-80 (113) ve %81-90 (146) nem gruplarında olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile %61-90 nem aralığında en yüksek yakalanmanın görüldüğü ve yakalanmaların %61,1'inin bu aralıktaki nem oranlarında gerçekleştiği belirlenmiştir. Nem oranlarına göre *Ips sexdentatus*'un 8 Ağustos 2019 tarihinde 11:08:56 saatinde %23 ile en düşük nem oranı ile yakalandığı görülürken, 12 Haziran 2019 tarihinde 16:28:45 saatinde %93 ile en yüksek nem oranı ile yakalandığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.7 Nem oranlarına bağlı olarak *Ips sexdentatus*'un tuzağa yakalanma durumlarının dağılımı ve Ki-kare (X^2) testi sonuçları

Parametre	Gruplar	Yakalanma Durumu		Toplam	Khi-kare (X ²)	P*	
		Yakalandı	Yakalanmadı				
Nem (%)	20-30	N	10	34	44	35,039	<0,01
		%	22,7	77,3	100		
	31-40	N	35	115	150		
		%	23,3	76,7	100		
	41-50	N	69	136	205		
		%	33,7	66,3	100		
	51-60	N	96	252	348		
		%	27,6	72,4	100		
	61-70	N	104	310	414		
		%	25,1	74,9	100		
	71-80	N	113	386	499		
		%	22,6	77,4	100		
	81-90	N	146	461	607		
		%	24,1	75,9	100		
	91-93	N	21	184	205		
		%	10,2	89,8	100		
TOPLAM	N	594	1 878	2 472			
	%	24,0	76,0	100			

Rüzgâr hızına bağlı olarak toplam saat aralıkları değerlendirildiğinde %0,8'i (21) 0-0,2 m/sn, %33,5'i (829) 0,3-1,5 m/sn, %42,3'ü (1046) 1,6-3,3 m/sn, %16'sı (395) 3,4-5,4 m/sn, %7'si (172) 5,5-7,93 m/sn ve %0,4'ü (9) 8,0-10,7 m/sn rüzgâr hızında gerçekleşmiştir. Belirlenen rüzgâr hızı gruplarına göre *I. sexdentatus*'ların tuzağa yakalanma durumları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p < 0,01$). Buradan rüzgâr hızı ile böceğin tuzağa yakalanma durumu arasında bir ilişki olduğunu söylenebilir (Tablo 4.8). Bunun yanında en yüksek yakalanmaların 0,3-1,5 m/sn (127), 1,6-3,3 m/sn (274) ve 3,4-5,4 m/sn (131) rüzgâr hızı aralıklarında gerçekleştiği görülmektedir. Diğer bir ifade ile 0,3-5,4 m/sn rüzgâr hızı aralığında en yüksek yakalanmanın görüldüğü ve yakalanmaların %89,6'sının bu aralıktaki rüzgâr hızında gerçekleştiği belirlenmiştir. Rüzgâr hızına göre *I. sexdentatus*'un 6 Temmuz

2019 tarihinde 18:49:53 saatinde 0 m/sn ile en düşük rüzgâr hızı ile, 10 Temmuz 2019 tarihinde 13:02:15 saatinde 9,4 m/sn en yüksek rüzgâr hızı ile yakalandığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.8 Rüzgâr hızına bağlı olarak *Ips sexdentatus*'un tuzağa yakalanma durumlarının dağılımı ve Ki-kare (X^2) testi sonuçları

Parametre	Gruplar	Yakalanma Durumu		Toplam	Khi-kare (X^2)	P*
			Yakalandı	Yakalanmadı		
Rüzgâr hızı (m/sn)	0-0,2 (Sakin)	N	1	20	21	71,218 <0,01
		%	4,8	95,2	100	
	0,3-1,5 (Esinti)	N	127	702	829	
		%	15,3	84,7	100	
	1,6-3,3 (Hafif rüzgâr)	N	274	772	1 046	
		%	26,2	73,8	100	
	3,4-5,4 (Tatlı rüzgâr)	N	131	264	395	
		%	33,2	66,8	100	
	5,5-7,9 (Orta rüzgâr)	N	56	116	172	
		%	32,6	67,4	100	
	8,0-10,7 (Sert rüzgâr)	N	5	4	9	
		%	55,6	44,4	100	
TOPLAM		N	594	1 878	2 472	
		%	24,0	76,0	100	

Güneş ışığına bağlı olarak toplam saat aralıkları değerlendirildiğinde %39,5'i (975) gün batımından gündoğumuna kadar olan sürede, %32,7'si (809) gün doğumundan güneş ışığının en yüksek olduğu zamana kadar, %27,8'i (688) güneş ışığının en yüksek olduğu zamandan gün batımına kadar geçen zamanda gerçekleşmiştir. Güneş ışığına göre ayrılan gruplarda *I. sexdentatus*'ların tuzağa yakalanma durumları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p < 0,05$). Buradan güneş ışığı ile böceğin tuzağa yakalanma durumu arasında bir ilişki olduğu söylenebilir (Tablo 4.9). Bunun yanında en yüksek yakalanmaların güneş ışığının en yüksek olduğu zamandan gün batımına kadar olan sürede (269) ve sonrasında gün doğumundan güneş ışığının en yüksek olduğu zamana kadar olan sürede (190) gerçekleştiği görülmektedir. Diğer bir ifade ile gün doğumundan gün batımına kadar olan sürede en yüksek yakalanmaların gerçekleştiği ve yakalanmaların %77,3'ünün bu aralıkta gerçekleştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte güneş ışığı yakalanmalarda önemli ölçüde etkili

olmakta ancak karanlık yani güneş ışığının olmadığı zamanlarda da yakalanmaların gerçekleştiği belirlenmiştir.

Tablo 4.9 Güneş ışığına bağlı olarak *Ips sexdentatus*'un tuzağa yakalanma durumlarının dağılımı ve Ki-kare (X^2) testi sonuçları

Parametre	Gruplar	Yakalanma Durumu		Toplam	Khi-kare (X^2)	P*
		Yakalandı	Yakalanmadı			
Güneş ışığının etkisi	Gün batımından gün doğumuna kadar	N	135	840	975	141,101 <0,01
		%	13,8	86,2	100	
	Gün doğumundan güneş ışığının en yüksek olduğu zamana kadar aralığı	N	190	619	809	
		%	23,5	76,5	100	
	Güneş ışığının en yüksek olduğu zamandan gün batımına kadar	N	269	419	688	
		%	39,1	60,9	100	
TOPLAM		N	594	1 878	2 472	
		%	24,0	76,0	100	

*P<0,05

Ips sexdentatus'un EDB feromon tuzağına yakalanma durumunu güneş etkisi, sıcaklık, nem oranları ve rüzgâr hızının etkilediği yani bu parametrelere bağlı olarak aralarında istatistiksel bir ilişki olduğu yukarıdaki Khi-kare analizleri ($X^2_{\text{Güneş etkisi}}=141,001$; $X^2_{\text{Sıcaklık}}=100,414$; $X^2_{\text{Nem oranları}}=35,039$; $X^2_{\text{Rüzgâr hızı}}=71,218$; $p<0,05$) ile ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte bu parametrelerin ile böceğin yakalanma durumu arasındaki ilişkinin kuvvetini belirlemek için Phi değerleri hesaplanmıştır. Phi değerlerine göre en ilişkili parametreden en az etkili parametreye doğru sırasıyla güneş etkisi, sıcaklık, rüzgâr hızı ve nem oranları gelmektedir. (Phi $\text{Güneş etkisi}=0,239$; Phi $\text{Sıcaklık}=0,202$; Phi $\text{Rüzgâr hızı}=0,239$; Phi $\text{Nem oranları}=0,119$; $p<0,05$).

Belirlenen bu parametrelerin ayrı ayrı *I. sexdentatus*'un tuzağa yakalanma durumu ile olan ilişkilerinin yanında tüm parametrelerin birlikte ilişkileri de ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bunun için çapraz tablo ile yakalanma durumu ile temel ilişkili olan parametreler ilişkinin kuvvetine göre sırasıyla (güneş etkisi, sıcaklık, rüzgâr hızı ve

nem oranları) girilerek yakalanmanın en fazla olduğu kesişimler belirlenmiştir (Tablo 4.10). Bu değerlendirmede 8 adet fazla saat aralığında yakalanmalar yorumlanmıştır.

Tablo 4.10 Güneş etkisi, sıcaklık, rüzgâr hızı ve nem oranlarına göre en fazla yakalanmanın gerçekleştiği aralıklar

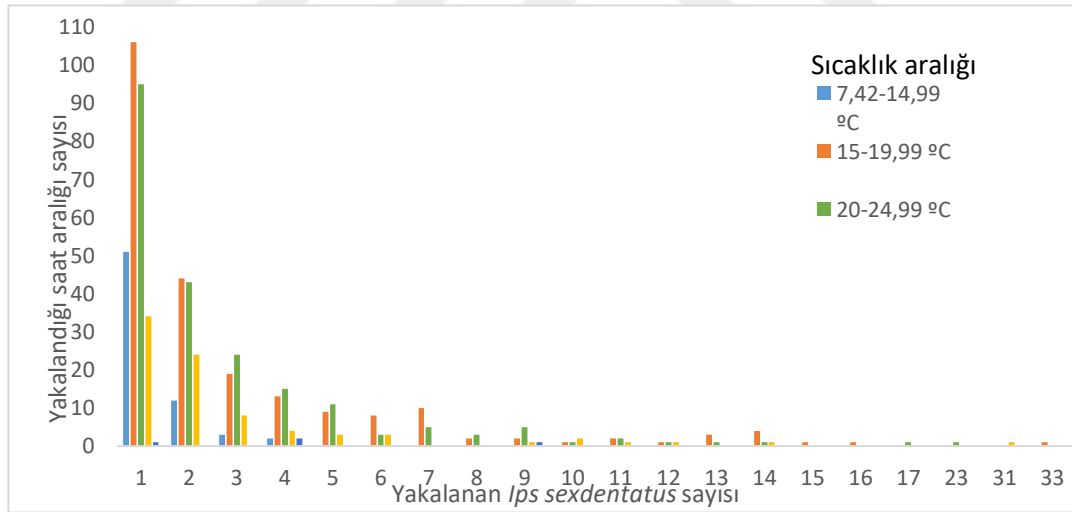
Güneş saati	Sıcaklık (°C)	Rüzgâr (m/sn)	Nem (%)	Yakalanma olan saat aralığı sayısı
Güneşin en yüksek olduğu zamandan gün batımına kadar	15-19,99	1,6-3,3	81-90	34
	20-24,99	1,6-3,3	61-70	23
	15-19,99	1,6-3,3	71-80	22
	15-19,99	1,6-3,3	61-70	13
	20-24,99	3,4-5,4	51-60	13
	20-24,99	1,6-3,3	71-80	12
	20-24,99	5,5-7,9	41-50	10
	20-24,99	1,6-3,3	51-60	9
	20-24,99	5,5-7,9	51-60	9
	20-24,99	3,4-5,4	71-80	8
Gün doğumundan güneşin en yüksek olduğu zamana kadar	20-24,99	1,6-3,3	51-60	11
	20-24,99	1,6-3,3	61-70	11
	20-24,99	3,4-5,4	51-60	9
	25-29,99	5,5-7,9	41-50	9
	20-24,99	3,4-5,4	41-50	8
Gün batımından gün doğumuna kadar	20-24,99	1,6-3,3	71-80	8
	15-19,99	1,6-3,3	81-90	29
	15-19,99	0,3-1,5	81-90	23
	7,42-14,99	0,3-1,5	81-90	13
	7,42-14,99	1,6-3,3	81-90	12
	15-19,99	1,6-3,3	71-80	9
	7,42-14,99	0,3-1,5	71-80	8

Tablo 4.10'a göre güneşin en yüksek olduğu zamandan gün batımına kadar olan sürede en fazla yakalanma olan saat aralığı 15-19,99 °C sıcaklıkta, 1,6-3,3 m/sn rüzgâr hızında, %81-90 nem oranında gerçekleşmiştir. Gün doğumundan güneşin en yüksek olduğu zamana kadar olan sürede en fazla yakalanma olan saat aralığı 20-24,99°C sıcaklıkta, 1,6-3,3 m/sn rüzgâr hızında, %51-60 ve %61-70 nem oranında gerçekleşmiştir. Gün batımından gün doğumuna kadar olan sürede ise en fazla yakalanma olan saat aralığı 15-19,99°C sıcaklıkta, 1,6-3,3 m/sn rüzgâr hızında, %81-90 nem oranında gerçekleşmiştir.

4.4 Elektronik Denetleme Birimli Feromon Tuzağına Yakalanan *Ips sexdentatus* Ergin Sayılarının Belirli Parametrelere Göre Değerlendirilmesi

Yakalanmaların gerçekleştiği toplam 594 saat aralığının her bir saat aralığında en az 1 ve en fazla 33 adet olmak üzere 20 farklı sayılarda (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 23, 31, 33) *Ips sexdentatus* yakalanmıştır. Bu verilere göre sıcaklık, nem, rüzgâr ve güneş ışığının etkisi değerlendirilmiştir.

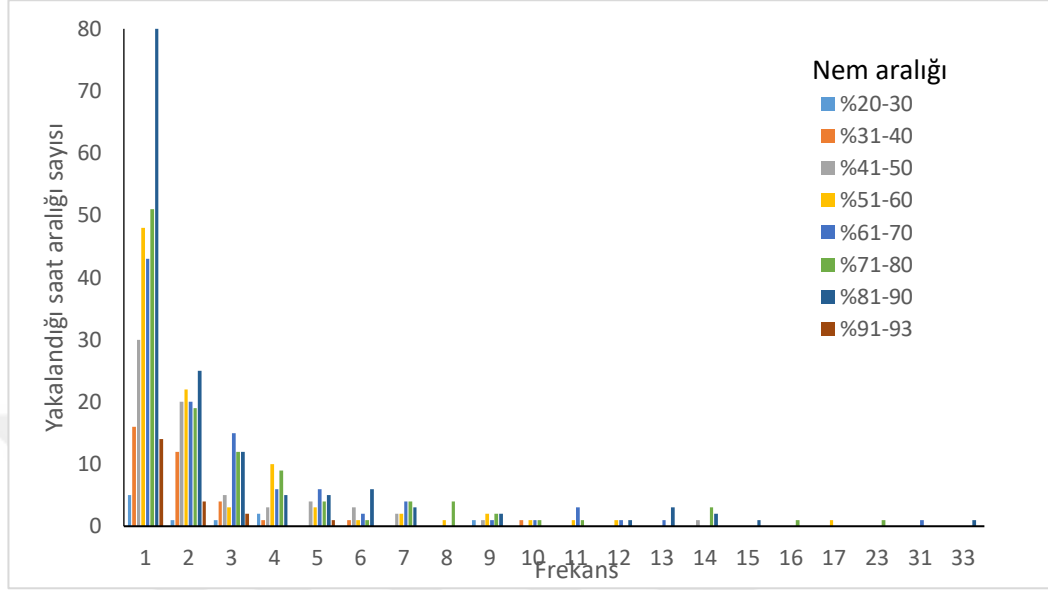
Sıcaklık gruplarına göre yakalanmaların gerçekleştiği saat aralıkları değerlendirildiğinde, en fazla 15-19,99 °C aralığında 1 adet böceğin yakalandığı 106 saat aralığı bulunmaktadır. Bunun yanında en fazla 33 adet böceğin yakalandığı tek saat aralığı yine aynı sıcaklık aralığındadır. Sıcaklık gruplarına göre tuzağa yakalanan *Ips sexdentatus* sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. ($X^2=94,793$, $p=0,071 >0,05$) (Şekil 4.2). Yani aynı sıcaklık grubundaki yakalanan *I. sexdentatus* sayıları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır.



Şekil 4.2 Sıcaklık gruplarına bağlı olarak *Ips sexdentatus*'un tuzağa yakalanma sayılarının dağılımı

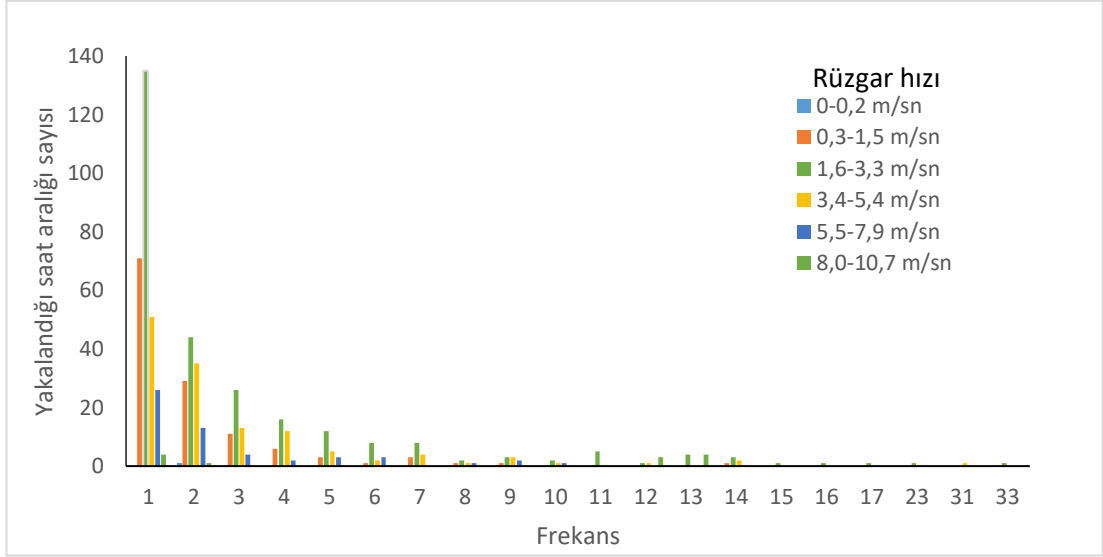
Nem oranı gruplarına göre yakalanmaların gerçekleştiği saat aralıkları değerlendirildiğinde, en fazla %81-90 nem oranı aralığında 1 adet böceğin yakalandığı 80 saat aralığı bulunmaktadır. Bunun yanında en fazla 33 adet böceğin yakalandığı tek saat aralığı yine aynı nem oranı aralığındadır. Nem gruplarına göre tuzağa yakalanan *Ips sexdentatus* sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

($X^2=114,325$, $p=0,877 >0,05$) (Şekil 4.3). Yani aynı nem grubundaki yakalanan *Ips sexdentatus* sayıları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır.



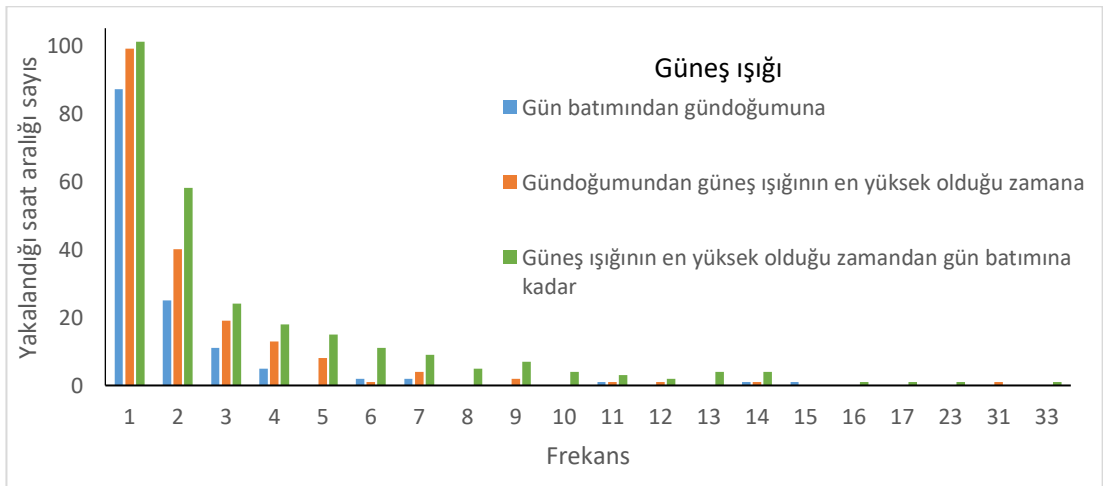
Şekil 4.3 Nem gruplarına bağlı olarak *Ips sexdentatus*'un tuzağa yakalanma sayılarının dağılımı

Rüzgâr hızı gruplarına göre yakalanmaların gerçekleştiği saat aralıkları değerlendirildiğinde, en fazla 1,6-3,3 m/sn (hafif rüzgâr) rüzgâr hızı aralığında 1 adet böceğin yakalandığı 135 saat aralığı bulunmaktadır. Bunun yanında en fazla 33 adet böceğin yakalandığı tek saat aralığı yine aynı rüzgâr hızı aralığındadır. Rüzgâr hızı gruplarına göre tuzağa yakalanan *I. sexdentatus* sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. ($X^2=55,539$, $p=1,000 >0,05$) (Şekil 4.4). Yani aynı rüzgâr hızında yakalanan *Ips sexdentatus* sayıları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır.



Şekil 4.4 Rüzgâr hızı gruplarına bağlı olarak *Ips sexdentatus*'un tuzağa yakalanma sayılarının dağılımı

Güneş ışığına bağlı olarak yakalanmaların gerçekleştiği saat aralıkları değerlendirildiğinde, en fazla güneş ışığının en yüksek olduğu zamandan gün batımına kadar geçen zaman aralığında 1 adet böceğin yakalandığı 101 saat aralığı bulunmaktadır. Bunun yanında en fazla 33 adet böceğin yakalandığı tek saat aralığı yine aynı zaman aralığındadır. Güneş ışığına bağlı olarak tuzağa yakalanan *Ips sexdentatus* sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. ($X^2=65,012$, $p=0,004<0,05$) (Şekil 4.5). Yani aynı güneş ışığında yakalanan *Ips sexdentatus* sayıları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmaktadır.



Şekil 4.5 Güneş ışığının etkisine bağlı olarak *Ips sexdentatus*'un tuzağa yakalanma sayılarının dağılımı

5. TARTIŞMA

Salgın oluşturan türler ormancılık alanında en fazla ilgi çeken türlerdir ve bu türlerden kabuk böceklerinin salgınları ormanları sosyal, ekonomik ve ekolojik açıdan etkilemektedir (Hlásny vd. 2019). Kabuk böcekleri çam türleri başta olmak üzere iğne yapraklı ağaçların önemli zararlıları arasındadır. Kabuk böcekleri yaşamlarının çoğunu bitkiler üzerinde geçirir (Raffa vd. 2015). Kabuk ve odun bölümleri nispeten daha düşük besine sahip olduğu için çoğu kabuk böceği türü, daha besleyici olan kabuk ve floemin iç kısımlarında beslenmeyi tercih eder (Ayres vd. 2000). Bu çalışmada da ülkemizin önemli iğne yapraklı ağaç türlerinden olan Anadolu Karaçamı ormanlarında zararlı olan kabuk böceği türlerinden *Ips sexdentatus* değerlendirilmiştir. Türkiye’de hemen her bölgesinde görülebilen karaçam geniş bir yayılım alanına sahiptir (OGM, 2013). Bunun yanında *Ips sexdentatus* Türkiye’de ve Avrupa’da ladin ve çam ormanlarında zarar yapan bir türdür (Özcan vd. 2011; Şimşek vd. 2017) ve zarar yaptığı ormanlarda önemli ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (Sarıkaya vd. 2012).

Bu zararlıların ergin popülasyonlarının takip edilmesi, tuzağa yakalanma anlarına ait parametrelerin belirlenmesi ve en yoğun yakalanmaların olduğu zamanlar ile bu zamanları etkileyen faktörleri ortaya koyabilmek için Elektronik Denetleme Birimli Feromon Tuzağının (Patent, 2016) arazi uygulamaları gerçekleştirilmiştir. EDB feromon tuzağı 27 Mayıs ile 6 Eylül tarihleri arasında arazide bırakılmıştır. Ergin kabuk böcekleri yeni kuluçkalar oluşturabilmek için konukçu ağaç aramak için uçarlar (Jones vd. 2019). Selmi (1998), *Ips sexdentatus*'un Türkiye ormanlarında ilk uçuş döneminin Nisan-Mayıs, ikincisinin ise Haziran-Temmuz aylarında gerçekleştiğini belirtilmektedir. Yüksel vd. (2000), aynı türün *Pinus sylvestris* ormanında iki uçuş dönemi olduğu belirtilmiştir. Bu türün yine Kastamonu bölgesinde Mayıs başı ile Eylül başı arasında iki uçuş gösterdiği bilinmektedir (Özcan, 2017). Çalışmanın yürütüldüğü tarihler bölge ormanlarında bu türün uçuş periyodu içerisinde kalmaktadır.

Çalışmada tuzağa yakalanan toplam böceklerin %59’unun 27 Mayıs-25 Haziran tarihleri arasında yakalandığı görülmüştür. Her ne kadar böceğin ilk uçuşu teknik

sebepler ile belirlenememiş olsa da türün bu bir aylık yakalama anında ilkbahar uçuşunu gerçekleştirdiği tahmin edilmektedir. Özcan (2017)'de en yoğun yakalamaların Mayıs ayında gerçekleştiği ve buna bağlı olarak ilkbahar yakalamalarının, yaza göre çok daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Yine aynı çalışmada tuzaklara yakalanan toplam böceklerin %69'unun Mayıs'ın son haftası ile 6 Haziran tarihlerinde yakalandığı belirtilmiştir. Özcan vd. (2011)'de ladin ormanlarında türün izlenmesi sırasında en yoğun yakalamaların birinci uçuşta 15 Mayıs–13 Haziran tarihleri arasında gerçekleştiği vurgulanmıştır. Diğer bir kabuk böceği türü olan *Ips typographus* (Linnaeus)'un ilkbahar yakalamaları daima yaz yakalamalarından yüksektir (Faccoli ve Buffo, 2004). Sadece feromon tuzağı sayımları ve değerlendirmeleri ile türün uçuş periyotlarının zamanlarını kesin sınırlar ile ayırmak oldukça zor olmakla birlikte (Özcan vd. 2011) bu çalışmada uçuş zamanının çalışma süresi içinde olduğu görülmüştür.

EDB feromon tuzağının haznesinin her gün kontrol edilmesiyle birlikte tuzağa yakalanan toplam böceklerin %1,7'sinin *T. formicarius* olduğu belirlenmiştir. Hedef türün predatörlerinden biri olan *T. formicarius* (Seedre, 2005) birçok kabuk böceği türünün genel predatörü olup (Warzee ve Gregoire, 2003) en az yirmi kabuk böceği türüne karşı etkilidir (Tommeras, 1988).

Bu predator böcek etkili olduğu zararlı türlerin baskılanmasında önemli rol oynamaktadır (Weslien, 1992; Schroeder ve Weslien, 1994; Schroeder, 2001). Bunun yanında *T. formicarius*'un kabuk böceği feromonlarına çekildiği (Schroeder, 1997) ve clerid böceklerin avları ile aynı feromonlara tepki gösterdiği (Aukema vd. 2000) belirtilmektedir. Özcan vd. (2011)'de tuzaklarda yapılan kontrollerde hiçbir *Ips sexdentatus* ergininin bulunmadığı tuzaklarda *T. formicarius* ergini kaydettiklerini bildirmişlerdir. Predatör böceklerin kullanılması ile yapılan biyolojik mücadelenin zararlı popülasyonlarının azaltılmasında etkili olduğu (Eneh, 2011) açık olduğu için de çalışma sırasında tuzak haznelerinden toplanan predatörler tekrar doğaya salınmıştır. Feromon tuzaklarına predatörlerinin yakalanması olumsuzluk olarak karşımıza çıkmaktadır (Özcan vd. 2011). Ancak bu çalışmanın sonuçlarına göre değerlendirdiğimizde predatörlerin yakalanmasının %1,7 gibi düşük bir oran olduğu görülmüştür. Ormanlık alanlarda bulunan diğer böceklerinde tuzaklara yakalanma

ihtimali yüksek olsa da bunlarının sayısı hedef türün sayısından düşüktür (Majumdar, 2013). Kullanılan EDB feromon tuzağının hazne girişi geleneksel olarak kullanılan tuzakların hazne girişine göre daha dar olarak tasarlanmıştır. Bu sayede hedef türler için giriş kolay olurken predator ve daha büyük böceklerin girmesi zorlaşmış olup bu da tasarlanan tuzağın avantajı olarak görülmektedir.

Bu değerlendirmelerin yanında EDB feromon tuzağının kaydettiği böcek sayısı ile manuel olarak sayılan böcek sayıları karşılaştırıldığında tasarlanan tuzağın %4'lük bir hata payı ile çalıştığı, diğer bir ifadeyle %96'lık başarılı şekilde sayma işlemini gerçekleştirdiği görülmektedir. Aynı tuzak ile *Ips sexdentatus* ölü erginlerinin elle atılması yoluyla yapılan laboratuvar çalışmalarında başarı oranı %87,1 olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada tuzağın günışığı ve karanlık koşullardaki başarısı ise sırasıyla %83,7 ve %90,2 olmuştur. Bununla birlikte tuzağa aynı anda böcek yakalanma ihtimalleri de düşünülerek çoklu böcek atımı ile yapılan değerlendirmelerde başarı oranı en yüksek %91,8 olarak tespit edilmiştir (Özcan vd. 2016). EDB feromon tuzağının tasarımında yenilemeye gidilerek bu çalışmada kullanılan tuzağın aynı hedef tür ile yapılan laboratuvar çalışmalarında sayım başarı oranı %97,5 ve günışığı ve karanlık ortam koşulları için sırasıyla 98,1% ve %97 olmuştur. Bu sonuçlara göre değerlendirildiğinde arazi koşullarında böceğin doğal serbest hareketleri söz konusu olduğu için elde edilen başarı oranı çalışmanın amacının ortaya koyulması için oldukça yüksektir.

EDB feromon tuzağı ile sayımların başladığı tarihler arasında ortalama sıcaklık 18,7 °C'dir. Kastamonu ili için 1930-2019 yıllarına ait verilere bağlı olarak hesaplanan mevsim normallerine göre çalışmanın yürütüldüğü ayların ortalama sıcaklığı 17,5 °C'dir (URL-6). 2019 yılında bahsi geçen aylarda hava sıcaklığı 1,2 °C daha sıcak olmuştur. Bu çalışmada ölçülen maksimum sıcaklık ise 37,1 °C olmuştur ve bu değer Kastamonu ili için 1930-2019 yıllarında ölçülen en yüksek sıcaklık olan 42,2 °C'nin altındadır.

Ips sexdentatus'un tuzağa yakalandığı zaman aralıklarında ortalama sıcaklık 20,09°C, ortalama nem %66 ve ortalama rüzgâr hızı 2,9 m/sn'dir. Türün bahar uçuşunu sıcaklık yaklaşık 20°C'yi geçtiğinde başladığı ve bu uçuşun kuzey bölgelerde Mayıs Haziran

aylarında, güney bölgelerde ise Mart - Nisan aylarında gerçekleştiği belirtilmektedir (Vité vd. 1974). Çalışmanın yürütüldüğü bölgede sayımların başladığı tarihten önce hava sıcaklıklarının 20°C'nin üzerinde olduğu bilindiği için hedef türün başlangıç uçuşunun çok daha önce yaptığı düşünülmektedir.

Bununla beraber *I. sexdentatus*'un yakalandığı ve yakalanmadığı zamanlardaki ortalama sıcaklık, nem ve rüzgâr değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Pawson vd. (2017) zamansal ve iklimsel faktörlerinin böceklerin uçuşunu etkilediğini ve bu faktörler arasındaki ilişkinin tam olarak anlaşılamadığı için salgınların tahmin edilmesinin oldukça zor olduğunu bildirmektedirler. Sıcaklık, nem ve rüzgârın böceğin uçuşunu ve buna bağlı olarak feromon tuzağına yakalanmasını etkilediği görülmektedir. Kabuk böceklerinin dağılımı, bir meşcere içinde kısa mesafelerde olabileceği gibi rüzgârın etkisiyle daha uzun mesafelerdeki ormanlarda meydana gelebilir (Jones vd. 2019). Böcekler erginleştikten sonra uçarlar ve birçoğu çekici sinyallerle karşılaşınca kadar rüzgâr yönünde uçuş eğilimindedirler. Sorasında sinyale yanıt verecek şekilde yönelim sağlarlar (Gray vd. 1972; Safranyik vd. 1992).

Yapılan değerlendirmelerde yakalanmaların %73,9'unun 15-24,99 °C sıcaklık aralığında, %61,1'inin %61-90 nem aralığında, %89,6'sının 0,3-5,4 m/sn rüzgâr hızında, %77,3'ünün gün doğumundan gün batımına kadar olan sürede gerçekleştiği belirlenmiştir. Kabuk böceklerinin davranışını, yayılışını, gelişimlerini ve üremelerini etkileyen sıcaklık (Şimşek vd. 2010) böceklerin uçuşunu etkileyen en önemli abiyotik faktörlerden biridir (Bale vd. 2002). Sıcaklıkla birlikte, ışık yoğunluğu, rüzgâr hızı, yağış ve bağıl nem de böceklerin uçuş aktivitesini etkilemektedir (Haack, 1985; Östrand, 2003; Pawson vd. 2017).

Ips sexdentatus'un tuzağa 30 Haziran'da 10,32 °C'de en düşük sıcaklık ile yakalandığı görülürken, 15 Temmuz'da 31,12 °C'de en yüksek sıcaklık ile yakalandığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada böceğin başlangıç uçuşu tespit edilememiştir. Ancak Özcan (2017)'de hedef türün ilk uçuşun başladığı tarihlerde günlük ortalama sıcaklık değerlerinin yaklaşık 11°C olduğu belirtilmiştir. Böcekler uçmaya başladığında, optimum seviyelerin altındaki sıcaklıklarda bile uçuşu sürdürebilirler (Atkins, 1960;

Gaylord vd. 2008). Gaylord vd. (2008)'nin feromon tuzakları ile yaptıkları çalışmada *Ips pini*'nin başlangıç uçuşunu 16,1C°'de gerçekleştirebildiği minimum 11,7C°'de (Mart ayı), maksimum >41C°'de uçtuğu ancak uçuş için optimal sıcaklığın 17-38,9 °C'ler arasında olduğu belirtilmektedir. *Ips lecontei*'nin başlangıç uçuşunu 19 °C'de gerçekleştirebildiği minimum 15,2 °C'de (Mart ayında), maksimum >41 °C'de uçtuğu ancak uçuş için optimal sıcaklığın 19-38,9 °C'ler arasında olduğu belirtilmektedir. *Ips calligraphus*'un başlangıç uçuşunu 18,6 °C'de gerçekleştirebildiği minimum 15,5 °C'de (Ekim ayında), maksimum >41C°'de uçtuğu ancak uçuş için optimal sıcaklığın 20-38,9 °C'ler arasında olduğu belirtilmektedir. *Ips typographus*'un başlangıç uçuşunu 16 °C'de gerçekleştirebildiği minimum 17,5 °C'de gerçekleştiği belirtilmektedir (Botterweg, 1982; Öhrn vd. 2014; Wermelinger, 2004).

Ayrıca, üç farklı güneş ışığına göre ayrılan gruplarda *I. sexdentatus*'ların tuzağa yakalanma durumları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ve güneş ışığı ile böceğin tuzağa yakalanma durumu arasında bir ilişki olduğu görülmüştür. Günün saati ve o saatteki sıcaklığın uçuş etkinliğini tetiklediği gibi (Pawson vd. 2017), günlük sıcaklıklar böceklerin tuzaklara yakalanma oranını da etkilemektedir (Bakke, 1992).

Böceklerin tuzağa yakalanmalarında güneş ışığının önemli etkisi olmakla birlikte güneş ışığının olmadığı zamanlarda da yakalanmaların gerçekleştiği görülmektedir. Kabuk böceği türlerinden olan *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Curculionidae)'nin karanlıkta çok sınırlı ve ihmal edilebilir düzeyde uçuşunun bulunduğu (Wijerathna, 2016), yine *Dendroctonus armandi* (Curculionidae: Scolytinae)'nin uçuş mesafesinin ışık kalitesinden etkilendiği, uçuşun çoğunlukla sabah ve öğleden sonraki saatlerde gerçekleştiği ve karanlıkta azaldığı bildirilmektedir (Chen vd. 2010). Kabuk böceği türlerinden *Xylosandrus germanus* Blanford'un (Col.: Curculionidae: Scolytinae) uçuş için düşük ışık yoğunluklarını tercih ettiği, ancak karanlıkta uçmadığı (Weber, 1982) belirtilirken *Ips typographus* içinde uçuş aktivitesinde en etkili çevresel faktörün ışık yoğunluğu olduğu ve güneşli olan günlerde daha fazla böceğin uçtuğu vurgulanmaktadır (Wermelinger, 2004). EDB feromon tuzağına yakalanan *I. sexdentatus* sayılarına bağlı olarak yapılan

değerlendirmelere göre sıcaklık, nem ve rüzgârın yakalanan böcek sayısını etkilemediği ancak güneş ışığının etkilediği belirlenmiştir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada hedef türlerin sayısını, yakalama anını (yıl, ay, gün, saat), böceğin tuzağa yakalandığı andaki sıcaklık, nem ve rüzgâr değerlerini ölçerek kaydeden Elektronik Denetleme Birimli feromon tuzağı ilk kez araziye uygulanmıştır.

Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Daday Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Daday Orman Fidanlığı sınırları içeriğinde üç ayı aşkın bir süre arazide bırakılan tuzak ile ölçümler yapılmış ve tuzağın bu sırada başarılı şekilde çalıştığı görülmüştür.

EDB feromon tuzağının kaydettiği böcek sayısı ile manuel ile yapılan sayımlar kıyaslandığında tuzağının yaklaşık %4'lük bir hata payı ile çalıştığı tespit edilmiştir.

EDB feromon tuzağına yakalanan böceklerin %2,8'inin hedef tür olan *Ips sexdentatus* dışında yakalanan türler olduğu belirlenmiştir.

EDB feromon tuzağının saydığı böcek sayıları ile manuel olarak sayılan böcek sayıları istatistik olarak birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklılık göstermemektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü zaman aralığında hedef tür olan *Ips sexdentatus*'ların %59'u'nun 27 Mayıs-25 Haziran tarihleri arasında yakalandığı belirlenmiştir.

Ips sexdentatus'un uçuş zamanı içinde popülasyon seviyesine bağlı olarak tuzağa yakalanma durumlarının yanında yakalanma gerçekleşen zamanlarda yakalanmama durumları da değerlendirebilmek için her günün 24 saatlik olarak değerlendirildiği ve toplam 103 gün olarak hazırlanan tablolarda toplam 2472 veri ile yorumlamalar yapılmıştır. Toplam veri aralıklarının %24'ünde *Ips sexdentatus* yakalanması varken %76'sında yoktur.

Ips sexdentatus'un yakalandığı zamanlara ait ortalama sıcaklık 20,09 °C, ortalama nem %66 ve ortalama rüzgâr hızının 2,9 m/sn'dir.

Ips sexdentatus'un yakalandığı ve yakalanmadığı zamanlardaki ortalama sıcaklık, nem ve rüzgâr değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

15-24,99 °C sıcaklık aralığında en yüksek yakalanmanın görüldüğü ve yakalanmaların %73,9'unun bu aralıkta gerçekleştiği belirlenmiştir.

%61-90 nem aralığında en yüksek yakalanmanın görüldüğü ve yakalanmaların %61,1'inin bu aralıktaki nem oranlarında gerçekleştiği belirlenmiştir.

0,3-5,4 m/sn rüzgâr hızı aralığında en yüksek yakalanmanın görüldüğü ve yakalanmaların %89,6'sının bu aralıktaki rüzgâr hızında gerçekleştiği belirlenmiştir.

Ayrıca güneş ışığı ile böceğin tuzağa yakalanma durumu arasında bir ilişki vardır. En yüksek yakalanmaların güneş ışığının en yüksek olduğu zamandan gün batımına kadar olan sürede ve sonrasında gün doğumundan güneş ışığının en yüksek olduğu zamana kadar olan sürede gerçekleşmiştir.

Belirlenen parametrelerin böceğin yakalanma durumu arasındaki ilişkinin kuvvetini belirlemek için iç içe oluşturulan çapraz tabloların khi-kare analizi ile Phi değerlerine göre en ilişkili parametreden en az etkili parametreye doğru sırasıyla güneş etkisi, sıcaklık, rüzgâr hızı ve nem oranları gelmektedir.

Yakalanmaların gerçekleştiği toplam 594 saat aralığının her bir saat aralığında en az 1 ve en fazla 33 adet olmak üzere 20 farklı sayılarda *Ips sexdentatus* yakalanmıştır.

Sıcaklık, nem ve rüzgâr gruplarına göre tuzağa yakalanan *Ips sexdentatus* sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. Ancak güneş ışığına bağlı olarak tuzağa yakalanan *Ips sexdentatus* sayıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

Yapılan değerlendirmelere göre hedef türün zamansal ve meteorolojik verilere bağlı olarak tuzağa yakalanma durumu etkilenmektedir. Buna göre ormanlarda önemli zararlara neden olan ve feromon tuzakları ile mücadelesi yapılan tüm kabuk böceği

türleri için EDB feromon tuzağı kullanılarak parametrelerin belirlenmesinin önemli olduğu görülmektedir.

Tuzak sayısının arttırılarak belirli bölgelerde birkaç yıl üst üste yapılacak kayıtlar ile risk değerlendirmesi yapılabilir. Elde edilecek verilere bağlı olarak modelleme çalışmaları ile bu parametrelere bağlı risk haritaları oluşturulabilir.

Aynı zamanda meteorolojik verilere bağlı olarak en riskli bölgeler belirlenerek mücadele çalışmalarında o alanlara öncelik verilmesi sağlanabilir.



KAYNAKLAR

- Akyol, A., & Tolunay, A. (2006). *Türkiye’de sürdürülebilir orman kaynakları yönetimi, ilkeleri, göstergeleri ve uygulamaları*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2), 221-234
- Anderegg, W. R. L., 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 Phytologist*, 208: 674 – 683.
- Ashley National Forest (2017). *Insects and Disease Report*, Prepared by: Colette Webb Silviculturist, 31 ss.
- Ataman, O. (1967). Doğu Karadeniz ladin ormanlarında Ips sexdentatus kabuk böceği tahribatı ve mücadele esasları. *Teknik Bülten Dergisi*, 6, 22: s 79–89.
- Atkins, M.D. (1960). A study on the flight of the Douglas-fir beetle, *Dendroctonus pseudotsugae* Hopk. (Scolytidae). *University of British Columbia*.
- Aukema, B. H., Dahlsten, D. L., & Raffa, K. F. (2000). Exploiting behavioral disparities among predators and prey to selectively remove pests: maximizing the ratio of bark beetles to predators removed during semiochemically based trap-out. *Environmental Entomology*, 29: 651–660.
- Ayres, M. P., Wilkens, R. T., Ruel, J. J., Lombardero, M. J., & Vallery, E. (2000). Nitrogen budgets of phloem-feeding bark beetles with and without symbiotic fungi. *Ecology*, 81(8), 2198-2210.
- Aytuğ, B. (1976). Orman tanımlaması ve Bu Tanımlamada Yer Alan Ağaç, Ağaçcık ve Çalı Kavramları, 1. *Orman Kadastro Semineri OGM*, Yayın No.607/13, Ankara.
- Bakke, A. (1991). Using Pheromones in the management of bark beetle outbreaks. Baranchikov, Y.N., Mattson, W.J., Hain, F.P. and Payne, T. L., eds.1991. Forest Insect.371-377. Guilds: Patterns of Interactionwith Host Trees. *U.S. Dep. Agric. For. Serv. Gen. Tech. Rep.* NE-153.
- Bakke, A., (1992). Monitoring bark beetle populations: effects of temperature. *Jornal of Applied Entomology*, 114, 208-211.

- Baker TC (2008). Use of pheromones in IPM. In: Radcliffe T, Hutchinson B (eds) Integrated Pest Management, *Cambridge University Press, Cambridge*, pp 273–285
- Baker T.C (2010). Insect pheromones: Useful lessons for crustacean pheromone programs? In Breithaupt T, Thiel M (eds) Chemical communication in crustaceans, *Springer Science Business Media LLC*. pp. 531-550.
- Bale, J. S, Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., & Brown, V. K. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8:1–16.
- Bentz, B.J., Régnière, J., Christopher J. Fettig, C. J., Hansen, E., M., Hayes, J.L., Hicke, J.A., Kelsey, R. G., Negrón, J.F., & Seybold, S. J. (2010). Climate Change and Bark Beetles of the Western United States and Canada: Direct and Indirect Effects. *BioScience* 60(8):602-613. 2010, <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.8.6>.
- Bernhard, R. (1935). *Türkiye Ormancılığının Mevzuatı, Tarihi ve Vazifeleri*. Yük. Zir. Ens. Neşriyatı, 15, Ankara.
- Beşceli. O, & Ekici, M. (1969) Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) mntıkasında Ips sexdentatus'un biyolojisi ve mücadelesi. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, pp 32.
- Bettinger, P., Siry, J., Cieszewski, C., Merry, K. L., Zengin, H., & Yeşil, A. (2013). Forest management issues of the southern United States and comparisons with Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(1), 83-96.
- Bigler, C., Kulakowski, D., & Veblen, T. T. (2005). Multiple disturbance interactions and drought influence fire severity in Rocky Mountain subalpine forests. *Ecology*, 86(11), 3018-3029.
- Birch, M. (1984). Aggregation in bark beetles. In: Bell, W.J., Carde, R.T. (Eds.). Sinauer Associates, Shutherford, Mass.
- Birişik, N., Altındışli, Ö., Kılıç, T., Özsemerci, F., Turanlı, T., Kaplan, C., Tolga, F., Kovanco, O.K., Pehlevan, B., Turanlı, D., Işık, F., & Yılmaz. (2013). *Teoriden Pratiğe Biyoteknik Mücadele*. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. 79 s.
- Björkman, C., Bylund, H., Nilsson, U., Nordlander, G., & Schroeder, L.M. (2015). Forest Management to mitigate insect damage in a changing climate: possibilities and uncertainties. In *Climate Change and Insect Pests*. Björkman, C. and Niemelä, P. (eds). CABI, pp. 248–266.

- Black, S.H. (2005). Logging to control insects: The science and myths behind managing Forest Insect “Pests”. *A synthesis of independently reviewed research*. pp 45.
- Black S. H., Kulakowski D., Noon, B. R., & DellaSala D. (2010). Insects and Roadless Forests: A Scientific Review of Causes. Consequences and Management Alternatives. *National Center for Conservation Science* 33pp.
- Botterweg, P. F. (1982). Dispersal and flight behaviour of the spruce bark beetle *Ips typographus* in relation to sex, size and fat content. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 94: 466–489. doi:10.1111/j.1439-0418.1982.tb02594.x.
- Boyd, I. L. Freer-Smith, P. H., Gilligan, C. A., & Godfray, H. C. J. (2013). The consequence of tree pests and diseases for ecosystem services. *Science*, 342(6160), 1235773.
- Byers, J.A. (2012). *Ecological Interactions of Bark Beetles with Host Trees*. Hindawi Publishing Corporation Psyche Volume 2012, Article ID 252961, doi:10.1155/2012/252961.
- Chen, H., Li, Z., & Tang, M. (2010). Laboratory evaluation of flight activity of *Dendroctonus armandi* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Canadian Entomologist*. 142: 378–387.
- Choi, W. I., & Park, Y. S. (2019). Monitoring, assessment and management of forest insect pests and diseases. *Forests* 10, 865.
- Christiansen, E., Waring R.H., & Berryman A.A. (1987). Resistance of conifers to bark beetle attack: searching for general relationships. *Forest Ecology and Management*, 22, 89-10
- Çanakcıoğlu, H. (1983). *Orman Entomolojisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları. No:349. 334–336.
- Çiçek, O., Özcan, G. E., Enez, K., Yildiz, M. (2018). Improving Performance of The Integrated Electronic Control Unit on Pheromone Baited Traps as A New Approach in Biotechnological Control Methods. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 9, 6279-6283.
- De Gomez, T., & Young, D. (2002). *Pine Bark Beetles*. College of Agriculture & Life Sciences Cooperative Extension. The University of Arizona Cooperative Extension, 4p.
- De Groot, M., & Ogris, N. (2019). Short-term forecasting of bark beetle outbreaks on two economically important conifer tree species. *Forest Ecology and Management*, 450, 117495.

- Drooz, A.T. (ed.) (1985). *Insects of eastern forests*. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Misc. Pub. No. 1426. Washington, D.C, pp 608.
- Eroğlu, M. (1995). *Dendroctonus micans* (Kug.) (Coleoptra, Scolytidae)'ın Populasyon Dinamiğine Etki Eden Faktörler Üzerine Araştırmalar. *I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 23–25 Ekim 1995, Trabzon, Bildiriler 3: 148–159.
- Eroglu, M., Alkan, Akinci, H., Özcan, G. E. (2005). Ladin ormanlarımızda kabuk böceği yıkımlarına karşı izlenebilecek kısa ve uzun dönemli mücadele ve iyileştirme çalışmaları. *Ladin Sempozyumu, Trabzon, Bildiriler Kitabı*, I: 184–194.
- Eneh, O. C. (2011). Enhancing Africa's environmental management: integrated pest management for minimizing of agricultural pesticides pollution. *Research Journal of Environmental Sciences* 5:521–529. <https://doi.org/10.3923/rjes2011521529>.
- Faccoli, M., & Buffo, E. (2004). Seasonal variability of sex-ratio in *Ips typographus* (L.) pheromone traps in a multivoltine population in The Southern Alps. *Journal of Pest Science*, 77, 123–129.
- Faccoli, M., & Stergulc, F. (2008). Damage reduction and performance of mass trapping devices for forest protection against the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae Scolytinae). *Annals of Forest Science*, 65(3), 1.
- FAO, (2014). State of the world's forests: enhancing the socioeconomic benefits from forests. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (available at <http://www.fao.org/3/a-i5588e.pdf>).
- 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.
- Franceschi, R. V., Krokene, P., Christiansen, E., & 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., & Carolin, V.M. (1977). *Western forest insects*. USDA Forest Service, Misc. Pub. No: 1339, 654 p.

- Galko, J., Økland, B., Nikolov, C., Rell, S., & Kunca, A. (2013). Comparison of pheromone traps. For monitoring of the European Spruce Bark Beetle. *Oppdragsrapport Skog og landskap*. 11 pp.
- Galko, J., Nikolov, C., Kunca, A., Vakula, J., Gubka, A., Zúbrik, M., Rell, S., & Konôpka, B. (2016). Effectiveness of pheromone traps for the European spruce bark beetle: a comparative study of four commercial products and two new models. *Lesn. Cas. Forestry Journal*, 62, 207–215.
- Gaylord, M. L., Williams, K. K., Hofstetter, R. W., McMillin, J. D., Degomez, T. E., & Wagner, M. R. (2008). Influence of temperature on spring flight initiation for southwestern ponderosa pine bark beetles (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *Environmental Entomology*, 37(1): 57–69. doi:10.1603/0046-225X(2008)37 [57:IOTOSF]2.0.CO;2.
- Gillette, N. E., & Munson, S. (2007). Semiochemical sabotage: behavioral chemicals for protection of Western Conifers From Bark Beetles. The Western Bark Beetle Research Group: A Unique Collaboration With Forest Health Protection Proceedings of a Symposium. *Society of American Foresters Conference* October 23–28, Portland, Oregon J.L. Hayes and J.E. Lundquist, compilers. 85-109.
- Gitau, C. W., Bashford, R., Carnegie, A. J., & Gurr, G. M. (2013). A review of semiochemicals associated with bark beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) pests of coniferous trees: A focus on beetle interactions with other pests and their associates. *Forest Ecology and Management*, 297, 1–14.
- Gómez, D., Hirigoyen, A., Balmelli, G., Viera, C., & Martínez, G. (2017). Patterns in flight phenologies of bark beetles (Coleoptera: Scolytinae) in commercial pine tree plantations in Uruguay. *BOSQUE* 38(1): 47-53.
- Göktay, M., & Kısımlı, Ş. (1989). Ambar zararlılarında feromonlar ve bunlardan yararlanma olanakları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 13(3):179-188.
- Graves, A. D., Holsten, E. H., Ascerno, M. E., Zogas, K., Hard, J. S., Huber, D. P. W., Blanchette, R., & Seybold, S. J. (2008). Protection of spruce from colonization by the bark beetle, *Ips perturbatus*, in Alaska. *Forest Ecology and Management* 256: 1825–1839
- Gray, B., Billings, R. F., Gara, R. I., & Johnsey, R. L. (1972). On the emergence and initial flight behaviour of the mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae*, in Eastern Washington. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 71: 250-259
- Grégoire, J. C., Raffa, K. F., & Lindgren, B. S. (2015). Economics and Politics of Bark Beetles Bark Beetles Biology and Ecology of Native and Invasive Species. *Elsevier*. Chap. 15, 585-613 pp.

- Güzel, H. (2018). *Ips sexdentatus* (Boern.)'Un yoğunluğu ve morfolojisi üzerine karaçam ve sarıçam meşcere özelliklerinin etkileri. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 46s.
- Haack, R. A. (1985). Voltinism and diurnal emergence. Flight patterns of *Ips calligraphus* (Coleoptera: Scolytidae) in Florida. *Florida Entomologist* 68(4):658–67.
- Haack, R. A., & Byler J. W. (1993). Insects and pathogens, regulators of forest ecosystems. *Journal of Forestry*, 91, 9: 32–7.
- Haruta, M., Major, I. T., Christopher, M. E., Patton, J. J., & Constabel, C. P. (2001). A Kunitz trypsin inhibitor gene family from trembling aspen (*Populus tremuloides* Michx.): cloning, functional expression, and induction by wounding and herbivory. *Plant Molecular Biology*, 46:347-359
- Hansen, E.M. (2014) Forest development and carbon dynamics after mountain pine beetle outbreaks. *Forest Science*, 60, 476–488
- Heard, T. A. (1999). *Concepts in insect host-plant selection behavior and their application to host specificity testing*. In Host Specificity of Exotic Arthropod Biological Control Agents: the Biological Basis for Improvement in Safety, Proceedings of Session: X International Symposium on Biological Control of Weeds (pp. 1-10).
- Helland, S. I., Anderbrant, O., & Hoff, J. M. (1989). Modelling bark beetleflight: areview. *Holarctic Ecology*, 12: 427-431.
- Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhass, MJ., Seidl, R., Svoboda, M., & Viiri, H. (2019). Living with bark beetles: impacts, outlook and management options (No. 8). *European Forest Institute*.
- Holuša, J., Lukášová, K., & Lubojacký, J. (2012). Comparison of seasonal flight activity of *Ips typographus* and *Ips duplicatus*. *Scientia agriculturae bohémica*, 43, 3, 109–115.
- Jactel, H. & Lieutier, F. (1987). Effects of attack density on fecundity of the Scots pine beetle *Ips sexdentatus* Born (Col: Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 104:190-204.
- Jakuš, R., & Šimko, J., (2000). The use of dispensers with different release rates at pheromone trap barriers for *Ips typographus*. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz*. 73, 33–36.

- Jeger, M., Bragard, C., Caffier, D., Candresse, T., Chatzivassiliou, E., Dehnen-Schmutz, K., Gilioli, G., Jaques Miret, J.A., MacLeod, A., Navarro, M. N., Niere, B., Parnell, S., Potting, R., Rafoss, T., Rossi, V., Urek, G., Van Bruggen, A., Van der Werf, W., West, J., Winter, S., Kertéesz, V., Aukhojee, M., & Jean-Claude Grégoire, J.C. (2017). Pest categorisation of *Ips sexdentatus*. *EFSA Panel on Plant Health (PLH), EFSA Journal*. Scientific Opinion. 15(11):4999, 28 pp. doi: 10.2903/j.efsa.2017.4999
- Jones, K. L., Shegelski, V. A., Marculis, N. G., Wijerathna, A. N., & Evenden, M. L. (2019). Factors influencing dispersal by flight in bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): from genes to landscapes. *Canadian Journal of Forest Research*, 49(9), 1024-1041.
- Khot, R. (2010). The Unknown World of Insects!. International year of biodiversity. *HORNBILL*. 10-15.
- Lévieux, J., Lieutier, F., & Delplanque, A., (1985). Les Scolytes ravageurs du Pin sylvestre. *Revue Forestière Française*, 37, 431–440.
- Lindelow, Å., & Schroeder, M. (2001). Spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.), in Sweden: monitoring and risk assessment. *Journal of Forest Science*, 47: 40–42.
- Lingren, B. S., & Raffa, K. F. (2013). Evolution of tree killing in bark beetles (Coleoptera: Curculionidae): trade-offs between the maddening crowds and a sticky situation. 145, 5, 471-495. <https://doi.org/10.4039/tce.2013.27>.
- Lockwood, J. L., Hoopes, M. F., & Marchetti, M. P. (2013). *Invasion Ecology*. Wiley.
- Lombardero, M. J., Ayres, M. P., & Ayres, B. D. (2006). Effects of fire and mechanical wounding on *Pinus resinosa* resin defenses, beetle attacks, and pathogens. *Forest Ecology and Management* 225: 349 –358.
- Majumdar, A. (2013). Pheromone traps for monitoring insect pests. Alabama Cooperative Extension System, Alabama A&M and Auburn, *Universities, New March*, ANR 1431, p. 4.
- Majumdar, A. (2015). Introduction to insect pest monitoring using pheromone traps. *Extension Entomologist*, Alabama Cooperative Extension System, https://sites.aces.edu/group/crops/peanut/peanut%20insect%20pests/pheromone_traps_draft1.pdf. Accessed 20 September 2015
- 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, doi: 10.1111/ecog.02769

- Mattson, W. J., & Haack, R. A. (1987). The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *BioScience* 37: 110–118.
- Meddens, A. J. H., Jeffrey, A., Hicke, J. A., & Ferguson, C. A. (2012). Spatiotemporal patterns of observed bark beetle-caused tree mortality in British Columbia and the western United States. *Ecological Application*, 22, 7, 1876-1891.
- Morris, J. L., Cottrell, S., Fettig, C. J., Hansen, W. D., Sherriff, R. L., Carter, V. A., Clear, J. L., Clement, J., DeRose, R. J., Hicke, J. A., Higuera, P. E., Mattor, K. M., Seddon, A. W. R., Seppä, H. T., Stednick, J. D., Steven, J., & Seybold, S. J. (2017). Managing bark beetle impacts on ecosystems and society: priority questions to motivate future research. *Journal of applied ecology*, 54(3), 750-760.
- Morris, J. L., Cottrell, S., Fettig, C. J., DeRose, R. J., Mattor Katherine, M., Carter Vachel, A., Clear, V. A. J., Clement J., Hansen Winslow, D., Hicke, J. A., Higuera, P. E., Seddon Alistair, W. R., Seppä, H., Sherriff Rosemary, L., Stednick John, D., & Seybold Steven, J. (2018). Bark beetles as agents of change in social-ecological systems. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 16(S1): S34-S43. <https://doi.org/10.1002/fee.1754>.
- Näsi, R., Honkavaara, E., Blomqvist, M., Lyytikäinen-Saarenmaa, P., Hakala, T., Viljanen, N., & Holopainen, M. (2018). Remote sensing of bark beetle damage in urban forests at individual tree level using a novel hyperspectral camera from UAV and aircraft. *Urban Forestry & Urban Greening*, 30, 72-83.
- Nebeker, T. E., Hodges, J. D., & Blanche, C. A. (1993). Host response to bark beetle and pathogen colonization, pp. 157–173. In T. D. Schowalter and G. M. Filip (eds.), *Beetle-pathogen interactions in conifer forests*. Academic, London, United Kingdom.
- OGM. (2013). *Orman Atlası*. Orman Genel Müdürlüğü, Bilgi Sistemleri Dairesi Başkanlığı, Ankara, 110 s.
- Økland, B., Erbilgin, N., Skarpaas, O., Christiansen, E., & Langstrom, B. (2011). Interspecies interactions and ecosystem effects of nonindigenous invasive and native tree-killing bark beetles. *Biological Invasions* 13, 1151–1164
- Öhrn, P., Långström, B., Lindelöw, Å., & Björklund, N. (2014). Seasonal flight patterns of *Ips typographus* in southern Sweden and thermal sums required for emergence. *Agricultural and Forest Entomology*, 16: 147–157. doi:10.1111/afe.12044.
- Östrand, F., & Anderbrant, O. (2003). From where are insects recruited? A new model to interpret catches of attractive traps. *Agricultural and Forest Entomology* 5(2):163–71.

- Öymen, T., & Selmi, E. (1997). *The forest bark beetles of Turkey and their epidemic*. Proceedings of the XI. World Forestry Congress, 13–22 October 1997, Antalya, A:1, 200.
- Özcan, G. E., Eroğlu M., & Alkan A. H. (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., Cicek, O., Enez, K., & Yıldız, M. (2014). A new approach to determine the capture conditions of bark beetles in pheromone-baited traps. *Biotechnol Biotechnol Equipment*, 28,6, 1057-1064
- 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*, 192-197.
- Özcan, G. E. (2017). Assessment of *Ips sexdentatus* population considering the capture in pheromone traps and their damages under non-epidemic conditions. *Journal of the Forestry Society of Croatia. Šumarski List*. 1-2, 47-56.
- Özcan, G. E., Çiçek, O., Enez, K., & Yıldız, M. (2018). A new design of electronic control unit involving microcontroller to determine important parameters for target species in forest. *Environmental Monitoring Assessment*, (2018) 190:600 <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6960-4>.
- Panzavolta, T., Bracalini, M., Bonuomo, L., Croci, F., & Tiber, R. (2014). Field response of non-target beetles to *Ips sexdentatus* aggregation pheromone and pine volatiles. *Journal of Applied Entomology*, 138, 586-599.
- Pawson, S. M., Marcot, B. G., & Woodberry, O. G. (2017). Predicting forest insect flight activity: A Bayesian network approach. *PloS one*, 12(9).
- Payne, T. L. (1983). Nature of insect and host tree interactions 1, 2. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 96(1-5), 105-109.
- Pearce, D. W., & Pearce, C. G. T. (2001). *The Value of Forest Ecosystems*. A Report to The Secretariat Convention on Biological Diversity David. February, Draft Only: Not for Quotation or Reproduction, 3-12.
- Raffa, K. F., Phillips, T. W., & Salom, S. M. (1993). Strategies and mechanisms of host colonization by bark beetles. In: Schowalter TD, Filip GM, editors. Beetle-pathogen interactions in conifer forests. *New York: Academic Press*; 103–120.

- Raffa, K. F., Aukema, B. H., Bentz, B. J., Carroll, A. L., & Hicke, J. A. (2008) Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions. *Bioscience* 58, 501–517
- Raffa, K. F., Gregoire, J. C., & Lindgren, B. S. (2015). Natural history and ecology of bark beetles. In *Bark beetles* (pp. 1-40). *Academic Press*.
- Rudinsky, J. A. (1962). Ecology of scolytidae. *Annual Review of Entomology*, 7, 327–348.
- 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.
- Samways, M. J. (2005) *Insect Diversity Conservation*. *Cambridge University Press, Cambridge, UK*.
- Safranyik, L., Linton, D. A., Silversides, R., & McMullen, L. H. (1992). Dispersal of released mountain pine beetles under the canopy of a mature lodgepole pine stand. *Journal of Applied Entomology*, 113: 441-450.
- Sarikaya, O., Avcı, M., & Yıldırım, S. (2012). Flight activity and biology of *Ips sexdentatus* Boerner in Black pine (*Pinus nigra* Arnold) forests of Isparta, Turkey. In *International Scientific Conference, Forests in the future—Sustainable use, risks and challenges*, *Institute of Forestry, Belgrade, Republic of Serbia* (pp. 597-604).
- Sarı, R. (2008). *Isparta Ormanlarında Zararlı Lepidoptera ve Hymenoptera Türleriyle Mücadelede Biyoteknik Yöntemlerin Kullanımı*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta. 108 s.
- Saruhan, İ. & Akyol, H. (2012). Monitoring population density and fluctuations of *Anisandrus dispar* and *Xyleborinus saxesenii* (Coleoptera: Scolytinae, Curculionidae) in hazelnut orchards. *African Journal of Biotechnology*. 11: 42024207.
- Schowalter, T. D. (1986). Ecological strategies of forest insects: the need for a community-level approach to reforestation. *New Forests*, 1(1), 57-66.
- Schowalter, T. D. (2012). Ecology and management of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in southern pine forests. *Journal of Integrated Pest Management*, 3(2), A1-A7.
- Schroeder, L. M., & Weslien, J. (1994). Interactions between the phloem-feeding species *Tomicus piniperda* (Col.: Scolytidae) and *Acanthocinus aedilis* (Col.:

Cerambycidae) and the predator *Thanasimus formicarius* (Col.: Cleridae) with special reference to brood production. *Entomophaga*, 39: 149-157.

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 NE 236*: 204–214.

Schroeder, L. M. (2001). Tree mortality by the bark beetle *Ips typographus* (L.) in storm-disturbed stands. *Integrated Pest Management Reviews*, 6(3-4), 169-175.

Sciarretta, A., & Calabrese, P. (2019). Development of automated devices for the monitoring of insect pests. *Current Agriculture Research Journal*, 7, (1): 19-25.

Seedre, M. (2005). *Ips sexdentatus* damage in Montesquiu Castle Park Scots Pine

Serez, M. (2001). Zararlı böceklerle karşı feromon tuzaklarının kullanılması. *Orman mühendisliği dergisi*, 8: 5-6.

Sharma, M. (2016). Insect Pests of Forestry Plants and Their Management. *International Journal of Advanced Research*, 4(8), 2099-2116

Stark, R. W., & Waters, W. E. (1987). Impacts of forest insects and diseases: significance and measurement. *Critical reviews in plant sciences*, 5(2), 161-203.

Stork, N. (1999) The magnitude of global biodiversity and its decline, in Cracraft, J and Grifo, F (eds), *The Living Planet in Crisis: Biodiversity Science and Policy*, New York: Columbia University Press, 3-32.

Stork, N. E. (2018). How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Annual review of entomology*, 63, 31-45.

Stands; overview and management recommendations, applied period project report, Course “Master of European Forestry Erasmus Mundus. *Supervised by Jordi Jürgens*, 14 pp. Barcelona, Spain.

Selmi, E. (1998). The Bark Beetles of Turkey (In Turkish). *İstanbul University Publications*, Number: 4042 196 p., Istanbul.

Şimşek, Z., Kondur, Y., & Şimşek, M. (2010). Küresel İklim değişikliğinin kabuk böcekleri üzerinde beklenen etkileri, *BİBAD* 3, 2: 149-157.

Şimşek, Z., Öner, N., Kondur, Y., Çalışgan, M., & Buçan, M. (2017). Çankırı (Ilgaz-Hızardere) Karaçam ve Sarıçam Orman Alanında Oniki Dişli Çam Kabukböceği [*Ips sexdentatus* (Börner)](Coleoptera: Curculionidae)] Salgınında İklim ve Toprak Yapısının Etkileri. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 79-92.

Tommeras, B. A. (1988). The clerid beetle *Thanasimus formicarius* is attracted to the pheromone of the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum*. *Experientia*, 44, 536-537.

Tosun, İ. (1977). *Akdeniz bölgesi iğne yapraklı ormanlarında zarar yapan böcekler ve önemli türlerin parazit ve yırtıcıları üzerine araştırmalar*. O.G.M. Vural Matbaası, Yayın No:612, Ankara.

Trematerra, P. (1997). Integrated Pest Management of Stored-Product Insects: Practical Utilization of Pheromones. *Anpp-Fourth International Conference on Pests in Agriculture Montpellier* 6- 7-8 January 1997. pp 847-854.

Tylianakis, J. M., Didham, R. K., Bascompte, J., & Wardle, D. A. (2008). Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11, 1351e1363.

Unelius, C. R., Schiebe, C., Bohman, B., Andersson, M. N., & Schlyter, F. (2014). Non-host volatile blend optimization for forest protection against the European spruce bark beetle, *Ips typographus*. *Plos One*, 9(1).

URL-1. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KASTAMONU>. Erişim tarihi: 25/10/2020.

URL-2. Orman Bitkisi ve Bitkisel Ürünlerinde Önemli Hastalık ve Zararlıları Tanıma Kılavuzu, 05/02/2019 tarihinde www.ogm.gov.tr/ adresinden alınmıştır.

URL-3. Orman Bitkisi ve Bitkisel Ürünlerine Arız Olan Zararlı Organizmalar ile Mücadele Yöntemi, 05/02/2019 tarihinde www.ogm.gov.tr/ adresinden alınmıştır.

URL-4. Namaz vakitleri. <https://www.islamicfinder.org/prayer-times/print-yearly-prayers/?timeInterval=year&calendarType=Gregorian&year=2019&language=tr>. Erişim: 20/08/2020.

URL-5. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Rüzgar Sıkalaşı. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/beaufort.pdf>. Erişim Tarihi: 20/08/2020.

- URL-6. Venkateswarlu, D. Definition of Forests-A Review. Teri University, New Delhi. MCT (PHASE IV)-6, IGNFA, DEHRADUN. <http://www.teriuniversity.ac.in/mct/pdf/assignment/VENKATESWARLU.pdf> (06.11.2020).
- Vité, J. P., Bakke, A., Hughes, P. R. (1974). A population attractant for the six-toothed bark beetle *Ips sexdentatus*. *Naturwissenschaften*, 61, 365–366.
- Wainhouse, D., (2005). Ecological methods in forest pest management. *Oxford University Press*, New York.
- 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.
- Weber, B. C. (1982). The biology of the ambrosia beetle *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Scolytidae) and its effects on black walnut. PhD dissertation, *Southern Illinois University*, Carbondale.
- Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*. A review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202: 67–82.
- Weslien, J. (1992). The arthropod complex associated with *Ips typographus* (L.)(Coleoptera, Scolytidae): species composition, phenology, and impact on bark beetle productivity. *Entomologica Fennica*, 3(4), 205-213.
- Wijerathna, A. N. (2016). Factors influencing mountain pine beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) dispersal by flight and subsequent trade-off between beetle flight and reproduction. *University of Alberta*.
- Wood, D. L. (1982). The role of pheromones, kairomones, and allomones in the host selection and colonization behavior of bark beetles. *Ann. Rev. Entomol.* 24: 411-446. *Environmental Entomology*, 20: 401–409.
- Yanchuk, A. D., Murphy, J. C., & Wallin, K. F. (2008). Evaluation of genetic variation of attack and resistance in lodgepole pine in the early stages of a mountain pine beetle outbreak. *Tree Genetics and Genomes*, 4: 171–180.
- Yüksel, B., Tozlu, G., & Şenturk, M. (2000). Important Harmful Bark Beetle Species of Sarıkamış *Pinus sylvestris* L. Forests and Precautions Against Them (in Turkish). *Eastern Anatolia Forestry Research Institute, Technical Bulletin* No: 3, 66 p.

Yüksel, B., & Akbulut, S. (2005). Doğu İadını ormanlarında Ips sexdentatus (Boem.)'un doğal düşmanlarının belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 55(2), 59-70

Zhao, T. (2011). Conifer chemical defense: regulation of bark beetle colonization and pheromone emission. Doctoral Thesis, KTH *Chemical Science and Engineering*, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 75 pp



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şükrü Hakan TABAK
Doğum Yeri ve Yılı : Kastamonu / 1987
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : s_hakan_1987@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Orhan Şaik Gökyay Lisesi / Kastamonu
Ön Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi, Atabey MYO., Ormancılık ve Orman Ürünleri, 2009-2011.
Lisans : Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, 2011-2015.
Lisans : Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, 2012-2017.

Mesleki Deneyim

İş Yeri : 2012-2014 Ağrı Orman İşletme Müdürlüğü
2014-2020 Daday Orman İşletme Müdürlüğü
2020- Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğü