

**T.C.**  
**RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI BİTKİ ÖZÜTLERİNİN *Aedes albopictus* ÜZERİNDE**  
**İNSEKTİSİDAL AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**SEÇKİN ARAT**

**TEZ DANIŞMANI**

**DOÇ. DR. M. MUSTAFA AKINER**

**TEZ JÜRİLERİ**

**DOÇ. DR. ABDULLAH ALTUNIŞIK**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ HİLAL BEDİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

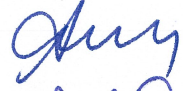
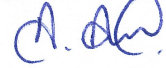

**RİZE-2019**

**Her Hakkı Saklıdır**

T.C.  
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI BİTKİ ÖZÜTLERİNİN *Aedes albopictus* ÜZERİNDE İNSEKTİSİDAL  
AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Doç. Dr. M. Mustafa AKINER danışmanlığında, Seçkin ARAT tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 28/01/2019 tarihinde Biyoloji Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmzası
Başkan	: Doç. Dr. M. Mustafa AKINER	
Üye	: Doç. Dr. Abdullah ALTUNIŞIK	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Hilal BEDİR	

  
Doç. Dr. Ferhat KALAYCI  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ



## ÖNSÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında gerçekleştirilen bu tezde, Doğu Karadeniz Bölgesinde hızla yayılmakta ve halk sağlığını tehdit etmekte olan *Aedes albopictus* (Asya Kaplan Sivrisineği) üzerine mücadelede kullanılabilecek 8 bitki türünden elde edilen özütlerin insektisidal etki gösterip göstermediğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yüksek lisans öğrenciliğim boyunca ve tez çalışmamda bana her konuda yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. M. Mustafa AKINER ve Sayın Doç. Dr. Asu USTA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bitki teşhislerimi yapan sevgili hocam Prof. Dr. Vagif ATAMOV'a ayrıca teşekkür ederim. Değerli jüri üyesi hocalarım ve bana emeği geçen diğer bütün hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca laboratuvar çalışmalarım ve tez yazmamda bana yardımcı olan değerli abim Murat ÖZTÜRK'e çok teşekkür ederim.

**Seçkin ARAT**

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Bazı Bitki Özütlelerinin *Aedes albopictus* Üzerinde İnsektisidal Aktivitelerinin Araştırılması” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim.  
28/01/2019



Seçkin ARAT

**Uyarı:** Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

### BAZI BİTKİ ÖZÜTLERİNİN *Aedes albopictus* ÜZERİNDE İNSEKTİSİDAL AKTİVİTELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Seçkin ARAT

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışmanı: Doç. Dr. M. Mustafa AKINER

Yapılan bu çalışmada, halk sağlığını tehdit eden ve ülkemizde yayılmaya başlayan Asya Kaplan Sivrisineği *Aedes albopictus* ile mücadelede kullanılabilecek olası bitki türlerinden elde edilen özütlerin insektisidal etkisinin olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Denizli ve Rize illerinden toplanan 8 bitki türü kullanılmıştır. Bitkiler öğütüldükten sonra etil asetat ve metanol kullanılarak iki farklı ekstrakt elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar, içerisine belirli sayıda larva konulmuş kaplara 0,01 g/mL ve 0,1 g/mL olarak eklenmiştir. Deneme kaplarındaki larva ölüm durumları 24 saat ve 48 saat olarak gözlemlenmiştir. Larva ölüm oranları % olarak verilmiştir. Genel olarak etil asetat ile hazırlanan ekstraksiyonların metanol ekstraksiyonlarından daha etkin sonuçlar verdiği görülmüştür. *Leucanthemum vulgare* (vall.) Lam. (Öküzgözü papatyası) bitkisinin etil asetat ekstraksiyonununun hem 0,1 g/mL hem de 0,01 g/mL'de ölüm oranı % 45 üstünde bulunmuş ve 0,1g/mL dozunda 24 ve 48 saatte % 100 ölüm oranı gözlenmiştir. *Matricaria chamomilla* L. (Mayıs papatyası) bitkisinde yine etil asetat ekstraksiyonu 0,1g/mL dozda 24 ve 48 saatte ölüm oranı % 80'in üzerinde bulunmuştur. *Laurus nobilis* (Defne) bitkisinde ise metanol ekstraktı daha etkin sonuç göstermiş olup 48 saatte % 100 ölüm oranları görülmüştür. Denenen üç papatya türünün (*Erigeron annuus* hariç), defne ve tütünün doğal insektisidal özelliklerinden faydalanılabileceği ve potansiyel kontrol ajanı olabilecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

2019, 47 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** *Aedes albopictus*, İsektisidal Aktivite, Asya Kaplan Sivrisineği, Bitki Özütü

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF INSECTICIDAL ACTIVITIES OF SOME PLANT EXTRACTS ON *Aedes albopictus*

Seçkin ARAT

Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology  
Master Thesis  
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. M. Mustafa AKINER

In this study, it was aimed to investigate insecticidal effect whether the extracts obtained from possible plant species that can be used against control of *Aedes albopictus*, which are threatening public health and started to spread in our country.

For this purpose, eight plant species were used which were collected from Denizli and Rize provinces. After the plants were ground, two different extracts were obtained using ethyl acetate and methanol. The obtained extracts were added to the containers which include a certain number of larvae as 0.01 g / mL and 0.1 g / mL. Larval death case was observed in the experiment containers 24 and 48 hours. Larval mortality rates are given in%. Generally, extracts prepared with ethyl acetate have been found to be more effective than methanol extractions. Ethyl acetate extraction of *Leucanthemum vulgare* (vall.) Lam. (chamomile) was found to be 45% above mortality rates both the 0.1 g/mL and 0.01 g/mL and 100% mortality rate was observed at a dose of 0.1g/mL at 24 and 48 hours. In the *Matricaria chamomilla* L. (May chamomile) plant, ethyl acetate extraction at a dose of 0.1 g/mL was found to be more than 80% mortality rates at 24 and 48 hours. In the *Laurus nobilis* (laurel) plant, methanol extract was more effective and 100% mortality rate was observed in 48 hours. It was concluded that the three chamomile species (except *Erigeron annuus*), laurel and tobacco species can be utilised natural insecticidal properties and could be a potential control agent.

2019, 47 pages

**Keywords:** *Aedes albopictus*, Insecticidal Activity, Asian Tiger Mosquito, Plant Extract

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET .....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş .....	1
1.1.1. Sivrisineklerin Biyo-ekolojisi .....	4
1.1.2. Aedes Cinsi ve Yaşam Döngüsü.....	5
1.1.3. <i>Aedes albopictus</i> 'un Biyolojisi ve Genel özellikleri.....	6
1.1.4. <i>Aedes albopictus</i> 'un Yayılım Alanları.....	7
1.1.5. <i>Aedes albopictus</i> 'un Vektörel Önemi .....	8
1.2. Sivrisineklerle Mücadele Yöntemleri .....	9
1.2.1. Kültürel Mücadele Yöntemi .....	9
1.2.2. Mekanik (Fiziksel) Mücadele Yöntemi .....	10
1.2.3. Genetik Kontrol Yöntemi .....	10
1.2.4. Biyolojik Mücadele Yöntemi.....	11
1.2.5. Kimyasal Mücadele Yöntemi .....	12
1.2.5.1. İnsektisitlerin Etkileri .....	13
1.2.5.2. İnsektisitlerin Sınıflandırılması.....	13
1.2.5.2.1. Organoklorin (OC) Grubu İnsektisitler.....	14
1.2.5.2.2. Organofosfat (OP) Grubu İnsektisitler .....	14
1.2.5.2.3. Piretroid Grubu İnsektisitler .....	14
1.2.5.2.4. Karbamat Grubu İnsektisitler.....	15
1.3. Bitkisel Kökenli Doğal İnsektisitler .....	15
1.3.1. Azadirachtin.....	16
1.3.2. Pyrethrum.....	16
1.3.3. Rotenon.....	17
1.3.4. Nikotin .....	17
1.3.5. Ryania .....	18

1.3.6.	Quassia (Acı Ağaç).....	18
1.3.7.	Sabadilla.....	18
1.3.8.	Sarımsak.....	19
1.4.	Bitkisel Yağlar .....	19
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	20
2.1.	Çalışmada Kullanılan Bitkiler .....	20
2.1.1.	İnsektisit Özellik Gösteren Bitkilerin Belirlenmesi.....	20
2.1.1.1.	Defne ( <i>Laurus nobilis</i> ).....	20
2.1.1.2.	Tütün ( <i>Nicotiana tabacum</i> ).....	21
2.1.1.3.	Karalahana ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>Acephala</i> ).....	21
2.1.1.4.	Orman Gülü ( <i>Rhododendron ponticum</i> ).....	21
2.1.1.5.	Papatya ( <i>Astreceae</i> ) .....	22
2.2.	Bitkilerin Toplanması .....	22
2.3.	Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması .....	22
2.4.	Sivrisinek Örneklerinin Toplanması ve Laboratuvara Getirilmesi.....	24
2.5.	Örneklerin Deney İçin Hazırlanması .....	25
2.6.	Larva Bioassay Denemeleri .....	25
3.	BULGULAR.....	27
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	33
5.	ÖNERİLER.....	38
	KAYNAKLAR .....	39
	ÖZGEÇMİŞ .....	47



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	<i>Aedes</i> cinsinin yaşam döngüsü .....	6
Şekil 2.	Yetişkin bir <i>Aedes albopictus</i> erkeği .....	7
Şekil 3.	<i>Aedes albopictus</i> 'un Avrupa'daki Haziran 2018'den itibaren bilinen bölgesel dağılımı.....	8
Şekil 4.	<i>Matricaria chamomilla</i> L. bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları .....	27
Şekil 5.	<i>Leucanthemum vulgare</i> (vall.) Lam. bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları .....	28
Şekil 6.	<i>Triploarasperrum caucasicum</i> (Wild.) Haya bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları.....	29
Şekil 7.	<i>Erigeron annuus</i> (L.) bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları .....	29
Şekil 8.	<i>Laurus nobilis</i> bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları .....	30
Şekil 9.	<i>Nicotiana tabacum</i> bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları .....	31
Şekil 10.	<i>Rhododendron ponticum</i> bitkisinin çiçek kısmına ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları.....	31
Şekil 11.	<i>Rhododendron ponticum</i> bitkisinin yaprak kısmına ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları.....	32
Şekil 12.	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>Acephala</i> bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları .....	32

## TABLÖLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> İnsektisidal aktivite tayini yapılan bitkiler ve oranları .....	24
---	----



## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

DDT	Dikloro Difenol Trikloroethan
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
DNOC	Dinitro-O-Cresol
ATPaz	Adenozin Trifosfataz
cm	Santimetre
m	Metre
g	Gram
mm	Milimetre
mL	Mililitre
°C	Santigrat Derece
µL	Mikrolitre
DMSO	Dimetil sülfoksit
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
EtOAc	Etil asetat
MeOH	Metanol
Prof. Dr.	Profesör Doktor

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Sivrisinekler, Insecta sınıfının Diptera takımında yer alır ve Diptera'nın 130 familyasından biri olan Culicidae familyasını oluştururlar. Tür sayısı açısından büyük ve çeşitliliği yüksek olan Culicidae familyası, Anophelinae ve Culicinae alt familyaları altında dünya genelinde 113 cinse bağlı 3523 türü kapsayan bir gruptur (Harbach and Kitching, 2005; Harbach, 2011). Sivrisinekler yüksek adaptasyon ve yayılım yetenekleri sayesinde dünyada tropikal, sub-tropikal ve ılıman iklim kuşaklarında geniş yayılım gösteren, vektör organizmalar arasında biyolojik potansiyelleri en yüksek canlılar olarak bilinmektedirler. Dünya nüfusunun yarısından fazlası bu vektör böceklerin neden olduğu hastalıkların tehdidi altındadır (Akıner, 2003). *Anopheles* türleri sıtma vektörlüğü ve diğer sivrisinek türleri ise sarıhumma, dengeu humması, filariasis ve çeşitli ensefalitislere neden olan tehlikeli hastalıklara sebep olan bazı arbovirüsler, bakteriler, protozoonlar ya da nematodların vektörlüğünü yapabilirler (Becker vd., 2003). Sivrisineklerin biyolojik vektörlüğünü yaptığı sıtma, ülkemizde de endemik bir hastalık olarak yıllarca etkisini sürdürmüştür. 1957'de uygulanmaya başlanan ulusal sıtma mücadele programı ile sıtma vakalarında azalmalar olmuştur, fakat özellikle Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamındaki Mardin, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Siirt illerinde 1990 ve 2000'li yıllarda sıtma vakalarında tekrar artışlar olduğu görülmüştür (WHO, 2000a, b). 2008'de bu bölgelerimizden 166'sı yerli, 49'u yurtdışı kaynaklı toplam 215 sıtma vakası bildirilmiştir (WHO, 2009) ve 2005'den itibaren sıtma eradikasyon çalışmaları daha kapsamlı uygulanmaya başlanmıştır. Ancak, yıllardır hem özel hem de resmi kuruluşlarca sıtma mücadele çalışmaları yapılsa da, sıtma eradikasyonu sağlanamamıştır. Aynı zamanda, Güneydoğu Anadolu bölgesinden her yıl çok sayıda tarım işçisinin yaptığı mevsimsel göç sebebiyle özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerinde olası bir sıtma salgını riski de devam etmektedir (Bursalı, 2013). Bu sivrisineklerden Culicidae familyasından olan Asya Kaplan Sivrisineği olarak da bilinen *Aedes albopictus* türü chikungunya, dang ve ensefalit virüsleri gibi bazı viral hastalıkları bulaştıran önemli ölçüde istilacı bir türdür (Chen vd., 2015).

*Aedes albopictus*'un diyet zenginliği, hızlı üremek, yüksek dispersal yeteneği, kısa sürede erginleşmek gibi istilacı bir türde bulunması gereken birtakım özelliklere sahip olması, bu türün rekabet gücünü artırmakta ve yaşadığı ortamda bulunan diğer türlerin önüne geçmesini sağlamaktadır. Bu istilacı türlerin rakabet ettikleri türleri habitattan uzaklaştırma ya da tamamen yok etme gibi olumsuz etkileri olabilmektedir. Örneğin *Aedes albopictus* larvaları yüksek larva yoğunluğuna daha fazla toleranslı, uzun süre açlığa daha dayanıklı ve diğer sinek türlerinin larvalarıyla rekabette de daha başarılı olduklarından yakın akrabası olan *Aedes aegypti*'nin bölgesel yok oluşuna neden olabilmektedirler (Doğan, 2015).

İnsan ve hayvanlar açısından önemli olan tıbbi ve veteriner önemi olan vektörlerin kontrolünde temel amaç, vektörün insan ve hayvan yaşam alanlarına girmesini önlemek, vektörün konakları ile ilişkisini kesmek ve vektörün populasyon boyutunu küçültmeyi sağlamaktır. Günümüzde ise vektör ve/veya zararlı kontrolünde yaygın olarak fiziksel, kimyasal, biyolojik ve kültürel mücadele olmak üzere dört temel yöntem kullanılmaktadır (Türküsay ve Onoğur, 1998). Vektör kontrolünde ise amaç, tüm kontrol yöntemlerini stratejik olarak zamansal ve mekânsal olarak birlikte kullanabilmektir.

Eski çağlardan beri insanlar, vektör canlılarla mücadele etmek için çok çeşitli yöntemler kullanmış ve geliştirmişlerdir. Pestisit kullanımı 1940'lı yıllarda başlamış olup bunu takip eden yıllarda hız kazanmıştır ve bu durum sahip oldukları avantajlı özellikleri sayesinde kullanım alanlarının artmasına olanak olmuştur. 1980'li yıllarda en yüksek noktaya ulaşan pestisit kullanımı, 1990'ların sonlarına doğru azalmaya başlamıştır (Pedigo, 1996). Şu an kullanılan pestisit aktif madde sayısı 1342'dir, bunlardan 1000'e yakını ise insektisit özelliği taşımaktadır. Bu aktif maddelerden çok sayıda ticari formülasyon üretilmiştir (Tomlin, 1997). Ancak, kimyasal pestisitlerin yaygın kullanımı, hedef canlılarda yüksek seçim baskısı oluşturmaktadır. Evrimsel olarak bakıldığında, zararlı populasyonlarında kullanılan bu kimyasallara karşı direnç gelişimi ortaya çıkabilmektedir.

Sentetik olarak elde edilen bu insektisitlerin bilinçsizce kullanımı çevre üzerinde pek çok olumsuz etkilere neden olmaktadır. İsektisitlerin kullanımının olumsuz

etkilerinin ortadan kaldırılması amacıyla, zararlılara karşı yeni alternatif kontrol araçları arayışına gidilmiştir. Bu nedenle bitkisel kökenli insektisitler ilgi odağı olmuştur. Bitkilerden insektisit yapımı 1900'lerin ikinci çeyreğinde başlamıştır. 1947'de Güneydoğu Asya'dan Amerika'ya 6700 ton *Derris elliptica* kökü ithal edilmiş, ancak bu rakam 1963'te 1500 tona düşmüştür (Wink, 1993). Diğer taraftan Amerika'da 1939 yılında toplam pyrethrum ithali 5400 ton iken, 1993 yılında bu miktar sadece 300 ton olmuştur (Gentry, 1993). Bu düşüşün ana sebebi sentetik insektisitlerin bu dönemlerde daha etkin olarak kullanılmasıdır. Fakat günümüze gelindiğinde böcek mücadelesinde bitkisel kaynaklı insektisitlerin kullanılmasında tekrar gözle görülür bir artış olmuştur.

İnsanlar bitkileri yüzyıllardan beri çeşitli alanlarda kullanmışlardır. Bitkilerin kendilerini böceklerden savunmak için salgıladıkları kimyasallar sayesinde böcekleri uzaklaştırdıkları ya da öldürdükleri bilinmektedir. Bu özellikleri sayesinde bitkiler insektisit yapımı odağına yerleşmeyi başarmışlardır. Günümüzde 2000'den fazla bitkinin (yaprak, tohum, kök ve gövde parçaları ya da bunların ezilmiş veya öğütülmüş halleri) özütleri ve uçucu yağlarının çeşitli şekillerde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır (Günçan ve Durmuşoğlu, 2004).

Dünya üzerindeki bütün canlılar kendilerini düşmanlarından korumak için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bu savunma özellikle sınırlı hareket kabiliyetine sahip bitkiler tarafından morfolojik ve kimyasal olarak yapılmaktadır. Bitkilerin biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşturdukları sekonder metabolitler bitki savunmasında önemli yer tutmaktadır. Bu sekonder metabolitler arasında en çok bilinen ve böcek savunmasında kullanılanlar alkaloidler, glikozidler, fenoller, terpenoidler, taninler ve saponinlerdir (Shanker ve Solanki, 2000).

Bitkilerin insektisit olarak kullanılmasının önemli sebepleri arasında, doğada kalıcılıklarının az olması, memeli toksitesinin düşük olması, doğaya toksik yük oluşturmaması, canlılarda birikime neden olmaması sayılabilir. Her ne kadar avantajları bulunsa da elde edildikleri bitkilerin geniş alanlarda yetişmemesi ve doğa etkenlerine karşı erken parçalanabiliyor olmaları, elde edilmelerinin uzun sürmesi ve çok sayıda

hammaddeye ihtiyaç duymaları da dezavantajları arasında yer alır (Weinzierl and Henn, 1991; Güncan ve Durmuşoğlu, 2004).

Ülkemizde yaklaşık olarak 9000'in üzerinde bitki türü yetişmektedir. Bu yetişen bitkilerin pek çoğu ülkemize özgü bitkilerdir. Bu bitkiler uzun yıllar tıbbi amaçla kullanılmıştır (Baytop, 1999). Günümüzde özellikle tarım alanında ürünlerin haşerelere karşı korunmasında bitkisel insektisitlerin kullanılması önem kazanmıştır. Zira bitkisel olarak elde edilen insektisitlerin doğada parçalanmaları kolaydır ve bu yüzden de ürünlerde kalıntı bırakarak zehirlenmelere sebep olmaları daha az muhtemel bir durumdur. Aynı bakış açısıyla vektör mücadelesinde kullanılan böcek ilaçlarının tarım alanlarına bulaşmaları ve kullanıcılara ulaşmaları engellenmiş olur.

Yapılan bu çalışmada son yıllarda ülkemizde Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Artvin'den Giresun'a kadar uzanan ve çok yüksek yayılım gücüne sahip olan *Aedes albopictus* (Asya Kaplan Sivrisineği)'un mücadele çalışmalarında kullanılabilecek alternatif yeni biyopestisit adaylarının durumları değerlendirilmiştir.

### **1.1.1. Sivrisineklerin Biyo-ekolojisi**

Sivrisinekler holometabol (tam başkalaşım geçiren) böcekler olup, yaşam döngülerinde yumurta, larva, pupa ve ergin evreleri bulunmaktadır. Su yüzeyine veya daha sonra su içinde kalabilecek nemli ortamlara bırakılan yumurtalardan çıkan larvalar üç kez gömlek değiştirdikten sonra pupa evresine, birkaç gün içinde ise pupadan ergin evreye geçerler. Sivrisineklerin gelişim süresini üreme habitatlarındaki suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, besin durumu, gün uzunluğu ve iklimsel değişimler gibi faktörler etkilemektedir. Yosunlarla kaplanmış durgun sular, su sarnıçları, havuzlar, çeltik üretim tarlaları, sulama kanalları, foseptik çukurları vb. birçok alan sivrisineklerin üreme alanı (jit) olabilmektedir (Alten ve Çağlar, 1998; Becker vd., 2010). Sivrisineklerin üreme habitatında yumurtadan ilk çıkan larvalar; mikroorganizmalar, hayvan ölüleri, yosunlar, organik bitki, pupa ve larva gömlekleri ile beslenirken, bazıları ise avlanarak (predatör) beslenir. Buna göre sivrisinek türlerinin biyo-ekolojilerinin iyi bilinmesi, bu canlılara karşı yapılacak olan etkili kontrol ve mücadele çalışmaları için kritik bilgiler sunar. Larva döneminden sonra pupa dönemine geçtiklerinde ise beslenmezler. Erişkin

dönemde ise erkek ve dişi bireyler bitki öz suyu ile beslenir. Dişi bireyler yumurtalarını olgunlaştırmak için gerekli olan proteini insan ve/veya hayvanlardan kan emerek sağlarlar.

Sivrisinek türleri genellikle genetik temelli olan konak tercihlerine göre, seçici konakçı veya genel konakçı olarak kategorize edilirler. Seçici konakçı olarak sadece hayvanlardan kan emen sivrisinekler zoofilik, sadece insandan kan emen sivrisinekler antropofilik, genel konakçı olarak hem hayvan hem de insandan kan emen sivrisinekler zoo-antropofilik, kuşlardan kan emen sivrisinekler ornithofilik, kurbağa ya da sürüngenlerden kan emen sivrisinekler ise batrokofilik olarak adlandırılırlar. Bu sınıflandırma yapılmış olsa da sivrisineklerin kan emmek için seçtikleri konak tercihlerini kesin çizgilerle ayırmak mümkün değildir. Örneğin konak olarak kuşları tercih eden ornithofilik bir sivrisinek insandan da kan emebilmektedir. Bu seçim buldukları bölgelerdeki konaklarının bulunabilirliğine, yoğunluğuna ve çeşitliliğine göre değişmektedir. Ayrıca, sivrisineklerin konak seçimini sıcaklık, koku, renk (kızıl ötesi), nem, CO<sub>2</sub>, kandaki ürik asit miktarı, hamilelik, hareket gibi faktörler de etkilemektedir (Alten ve Çağlar, 1998).

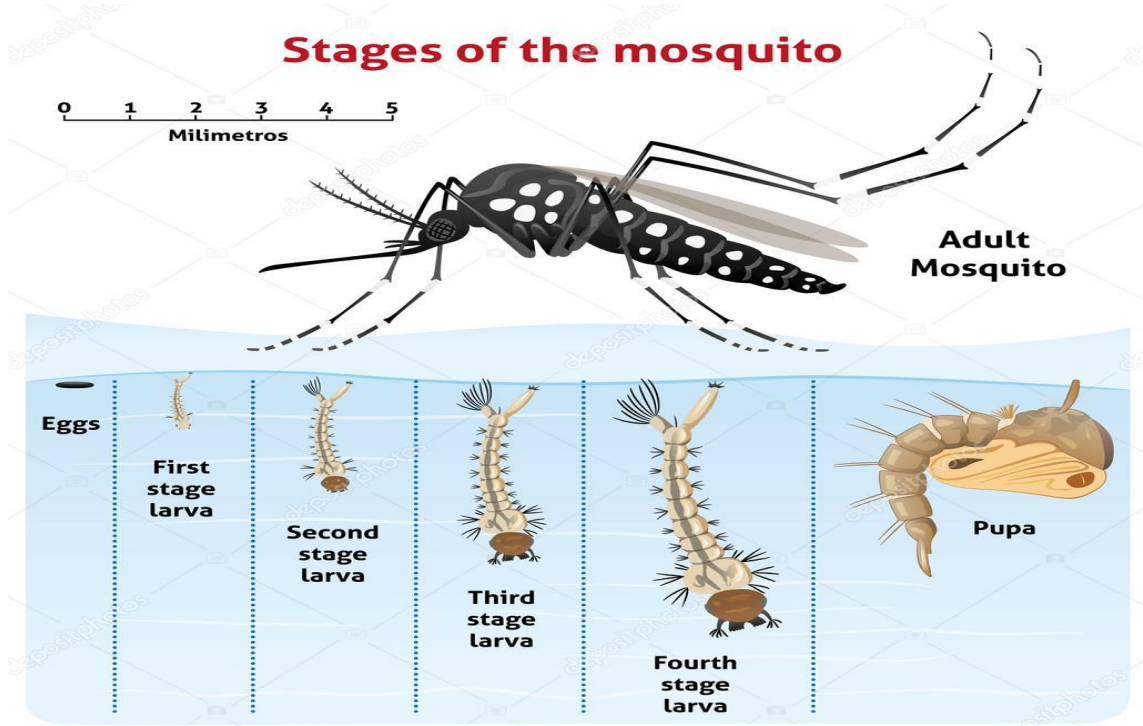
### **1.1.2. Aedes Cinsi ve Yaşam Döngüsü**

Aedes cinsi, Diptera ordosunun Culicidae familyasına aittir. Hızlı üreme ve yayılma yeteneğine sahip olan bu cinse ait türler; kuraklığa, soğuğa ve uzun süreli aç kalmaya dayanıklıdır. Konak seçiciliği çok azdır, birçok arbovirüse vektörlük yapmalarından ötürü insan ve hayvanlar için tıbbi öneme sahiptirler (Doğan, 2015).

Kan emmiş dişi bir sivrisinek, çiftleşir, uygun bir ortam bulur, yaklaşık 2-3 gün kadar kanın sindirilmesini bekler. Sonrasında yumurtalarını bırakabileceği su basması muhtemel yerler aramaya başlar. Bu gibi yerler daha çok yağmur suları ya da su taşkınları ile su içinde kalır. Su sıcaklığına bağlı olarak, yaklaşık iki gün içinde larvalar yumurtadan çıkar. Yumurtadan çıkan larvalar 3 kez gömlek değiştirir, ergin döneme kadar 4 evre geçirirler (Şekil 1). Larvalar pupa evresine sıcaklık ve neme bağlı olarak 7-40 gün içinde geçerler. Pupalarda su altında uzun süre kalabilir, çok hareketlidirler ve beslenmezler. Pupa evresi yaklaşık 1-2 gün sürer. Bu evrenin sonunda, rengi iyice



koyulaşan pupalar su yüzeyine çıkar ve bol miktarda hava yutar. Bu havanın etkisiyle pupanın iç basıncı artar ve alın kısmından T şeklinde açılmaya başlar. Açılan bu delikten ergin sivrisinek yaklaşık 2 saat içinde çıkar. Pupadan yeni çıkan ergin sivrisinekler su yüzeyinde biraz durur ve daha sonra su yüzeyinden uçarak uzaklaşırlar (Becker vd., 2003).



Şekil 1. *Aedes* cinsinin yaşam döngüsü (URL-1).

### 1.1.3. *Aedes albopictus* 'un Biyolojisi ve Genel özellikleri

*Aedes* cinsine ait ergin bireylerin boyutları, 2-10 mm arasında değişir. Genel olarak bakıldığında, dikkati çeken bacaklardaki siyah-beyaz şeritlerdir, bundan dolayı Asya Kaplan Sivrisineği olarak isimlendirilmişdirler. *Aedes albopictus* 'un ana vatanı Asya Kıtası'dır. Bu türün dişileri, erkeklere oranla daha büyüktür ve erkeklerin antenlerindeki reseptörleri daha fazladır. Özellikle scutumlarında bulunan uzun beyaz çizgi sayesinde diğer *Aedes* türlerinden ayırt edilebilir (Şekil 2). Bu tür oldukça saldırgandır ve günün her saatinde potansiyel konaklarından aktif olarak kan emerler (Huang, 1968; Doğan, 2015).



**Şekil 2.** Yetişkin bir *Aedes albopictus* erkeği (URL-2).

*Ae. albopictus* türüne ait dişi bireyler, yumurtalarını bırakmak için saksı, atılmış araba lastiklerinin içi, su birikintileri, su depoları, kanalizasyon çukurları gibi yerleri tercih eder. Bu türün bireyleri geniş alanlara yayılma yetenekleri, istilacı tür olması, üreme hızının yüksek olması, iklim koşullarına oldukça dayanıklı olması ve tıbbi önemi olması gibi birçok özelliğinden dolayı, son 20 yılda dikkat çeken en önemli vektör sivrisinek türü olmuştur (Aranda vd., 2006; Benedict vd., 2007; Doğan, 2015).

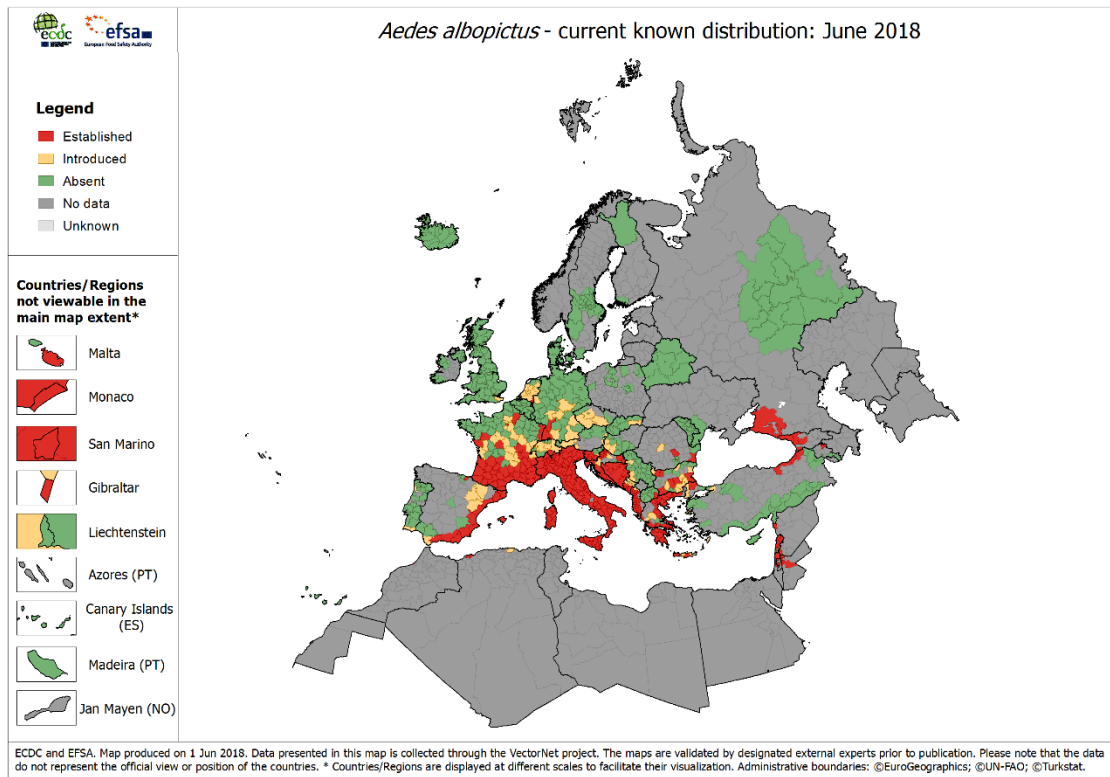
#### **1.1.4. *Aedes albopictus*'un Yayılım Alanları**

Bu türün doğal yaşam alanı, Güney-Asya ve çevresindeki Pasifik adaları olmasına karşın son 50 yıl içinde Antartika kıtası hariç tüm kıtalara yayıldığı gözlemlenmiştir. İklim şartlarına ve zorlu hava koşullarına karşı yüksek uyum yeteneği sayesinde ana vatanından binlerce kilometre uzaklara istilacı bir şekilde yayılmış ve yerleşik populasyonlar oluşturmuştur (Doğan, 2015).

Avrupa'da ilk kez Arnavutluk'ta görülen *Ae. albopictus* daha sonraları Brezilya, Meksika, Amerika Birleşik Devletleri, Belçika, Fransa, İtalya gibi ülkelerde de yayılım göstermiştir. Son olarak, 2011 yılında Türkiye' de bu türün populasyonuna rastlanılmış ve 2015 yılında yerleşik populasyonlar oluşturduğu saptanmıştır (Akıner vd., 2016).

Günümüzde yayılmaya başladığı Avrupa ülkelerinde (Şekil 3) ciddi tehditler oluşturmaktadır ve Avrupa kıtasında hızla yayıldığı bölgelerde halk sağlığı açısından ciddi problem oluşturmaktadır (Doğan, 2015; URL-3).

Türkiye'nin batısında; İstanbul ve Trakya, doğusunda Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki illerden Giresun'a kadar yayılım gösterdiği saptanmıştır. Batıda Kocaeli'ye, doğuda Giresun'a kadar yayılan *Ae. albopictus*'un 5-7 yıl içinde Orta Anadolu'ya kadar yayılacağı öngörülmektedir (URL-4).



**Şekil 3.** *Aedes albopictus*'un Avrupa'daki Haziran 2018'den itibaren bilinen bölgesel dağılımı (URL-5).

### 1.1.5. *Aedes albopictus*'un Vektörel Önemi

*Aedes albopictus* çok hızlı üreme ve yayılma yeteneğine sahip olup, uygun olmayan iklim koşullarında bile uyum yeteneği yüksek olan bir tür olup, çeşitli hastalık patojenlerine vektörlük yaptığı bilinmektedir. Primer ve sekonder vektörü olduğu Chikungunya, Dang humması, Yellow Fever, Zika Virüsü gibi viral-kaynaklı hastalıklara neden olan patojenlerin vektörlüğünü yapmaktadır. Diğer taraftan, 2010'da

yapılan bir çalışmada ise Usutu Virüsü'nün de olası vektörü olduğu ortaya çıkarılmıştır. Dünyanın birçok yerinde her yıl bu türün vektörü olduğu hastalık vakaları görülmektedir. Ayrıca, bu türün *Dirofilaria immitis*'inde vektörlüğünü yaptığı bildirilmiştir. *Ae. albopictus*'un bir konaktan kan emmesini tamamlamadan başka bir konağa geçmesi bu türü patojenlerin aktarılmasında ve hastalıkların yayılımında diğer vektör türlerden ayıran önemli bir özelliktir (Gratz, 2004; Calzolari vd., 2010; Doğan, 2015).

## **1.2. Sivrisineklerle Mücadele Yöntemleri**

Sağlık açısından önemli olan sivrisineklerin larva ve erginlerinin; kültürel, mekanik (fiziksel), biyolojik ve kimyasal mücadele çalışmaları yapılarak popülasyonlarının kontrol altında tutulması amaçlanır. Mücadelede başarılı olunabilmesi için bu yöntemlerin birlikte uygulandığı "Entegre Sivrisinek Mücadele Programları" hazırlanmalıdır (Alten ve Çağlar, 1998). Özellikle de larvalara karşı yürütülen mücadele çalışmalarına önem verilmesi, sivrisinek mücadelesinin başarısını arttırmaktadır. Sivrisinek larva habitatlarında predatör olarak adlandırılan canlılar da bulunmaktadır. Bu gibi canlılar, sivrisineklere karşı yürütülen entegre mücadelenin başarısında oldukça önemlidir. Sivrisineklerin larva dönemleriyle beslenen predatör canlıların başında *G. affinis* gibi balık türleri, *Odonata* türleri ile *Notonecta* cinsine ait türler gelmektedir (Chandra vd., 2008; Shaalan ve Canyon, 2009; Ser and Çetin, 2015).

### **1.2.1. Kültürel Mücadele Yöntemi**

Entegre mücadelenin vektör mücadelesini yapacak olan görevli personelin yeterli bilgiye sahip olması ve halk desteğinin alınması çok önemlidir. Özellikle mücadele yapacak sağlık ve belediye çalışanlarına, öğretmenlere ve öğrencilere, vektör kaynaklı hastalıklar ve korunma yolları hakkında bilgi verilmelidir. Bununla ilgili eğitim ve seminerler düzenlenmeli, halkı bilgilendirici afiş ve broşürler tasarlanarak dağıtılmalıdır. Radyo/televizyon ve internet üzerinden kamu spotu gibi yayınlar yapılarak toplumun konuyla ilgili bilgi ve farkındalığı artırılmalıdır (Alten ve Çağlar, 1998; Ser ve Çetin, 2016).

Sivrineklerle mücadelede, sivrisineklerin vektörlüğünü yaptığı hastalıkların endemik olduğu riskli bölgelerde cebinlikle kaplı yatak kullanılması, evlerin kapı-pencerelerine sineklik takılması, sinek kovucu ürünler kullanılması gereklidir (Ser, 2013).

### **1.2.2. Mekanik (Fiziksel) Mücadele Yöntemi**

Bu mücadele yönteminde, sivrisineklerin bulunduğu çevrede doğal üreme alanlarının kontrolü ve yapay üreme alanlarının oluşturulmasını engellemek için çevre düzenlemesi yapılmakta ve konağın üremesinin kontrol altında tutulması hedeflenmektedir (Akdur, 1997). Sivrisineklerin üreme alanlarını oluşturan toplama ve drenaj kanalları, kanaletler, kuyular, foseptikler, havuzlar, taşkın sahaları gibi yerlerde ıslah çalışmaları yapılarak, bu habitatların sivrisineklerin üremesine uygun ortamlar olması engellenmektedir. Mekanik mücadelenin temel amacı, sivrisinekler için üreme alanlarının oluşumunu yok etmek ya da minimize etmektir.

Vektör mücadelesinde başarılı sonuç için larva mücadelesi etkin bir şekilde yapılmalıdır. Bu yönde atılacak ilk adımlar; yeni su birikintisi oluşumunun önlenmesi, drenaj alanlarının düzenlenmesi, yapay su birikintilerinin ortadan kaldırılmasıdır.

### **1.2.3. Genetik Kontrol Yöntemi**

Bu yöntem doğada var olan ve istenilmeyen özellikte bir canlının laboratuvar koşullarında istenilen şekilde yetiştirilerek doğaya bırakılması şeklindedir. Günümüzde gündemde olan yöntemlerden biri de "Steril Sivrisinek Tekniğidir. Bu teknikte temel mantık, erkek sivrisineğin laboratuvar ortamında yetiştirilmesi ve kısırlaştırılarak doğaya bırakılmasıdır. Bu teknikle yüksek üreme potansiyeline sahip sivrisineklerin çiftleştikleri dişiler yumurta bıraksa da bu yumurtalar döllenmediği için doğada açılmamakta ve böylece türün popülasyonları kontrol altında tutulabilmektedir (Rai, 1996; Öztürk, 2018).

#### 1.2.4. Biyolojik Mücadele Yöntemi

Bu mücadelede parazitlerin, patojenlerin, çeşitli predatörlerin ve mikroorganizmaların toksinlerinin kullanılarak hedef türün popülasyonunun azaltılması amaçlanmaktadır (Ser, 2018). Fakat bu yöntemin genel olarak ekosistemin yapısının ve ekosistemi oluşturan tür sayısının değişimi gibi olumsuz etkileri olabilmektedir (Tiryaki vd., 2010).

Bu yöntem 19. yüzyılda tanımlanmıştır ve sivrisineklerin larva, ergin, pupa dönemlerinin avcılarını kullanılmaya başlanmıştır. Çok hareketli olan erginlerin avcılar tarafından yakalanması zor olduğundan bu yöntemin sivrisineklerin en korunmasız oldukları sucul dönemlerinde uygulanması daha etkili olmaktadır (Karacasu, 1998).

Sivrisinek popülasyonunun kontrolünü amaçlayan bu mücadelede sivrisinek balığı olarak da bilinen *G. affinis* gibi bazı predatör canlılar, patojenler, mermithid nematodlar gibi çeşitli parazitler ve toprakta yaşayan ve Gram-pozitif bakteri olan *Bacillus thuringiensis* gibi bakteriler kullanılmaktadır (Ser, 2018). *Bacillus sphaericus*' da biyolojik mücadelede kullanılan başka bir bakteri türüdür. Biyolojik açıdan *Bacillus thuringiensis*'e çok benzeyen bu bakteri türü yaşam alanı olarak temiz suları tercih etmektedir ve bu özelliğiyle *Anopheles* türleri üzerinde etkisi az olabilmektedir. Aynı zamanda *Aedes* türleri üzerinde etkisiz olduğu da belirtilmiştir (Ser, 2013; Öztürk, 2018).

Biyolojik yöntemde özellikle *Aedes* türlerinde bahar aylarında çıkıp enfekte ettikleri larvaların mor bir renk almasına sebep olan, sivrisinekleri enfekte ederek ölmelerine neden olan *Viyole* virüsü gibi virüsler de kullanılmaktadır. Enfekte ettikleri larvalar pupa dönemine geçmeden ölürlür. Ancak bu virüslerin biyolojik mücadelede kullanılması zordur (Öztürk, 2018).

Bu mücadele yönteminde kullanılan başka bir canlı grubu da mantarlardır. Bu canlı grubu sivrisineklerin direk kutikulasından geçerek ölümlerine neden olur. Yayılım ve üreme hızlarının yüksek olması yönünden avantajlı olmalarının yanında, kısa ömürlü olmaları ve belirli koşullar altında yaşayabilmeleri yönünden de dezavantajlılardır. Bu

grup içerisindeki *Lagenidium giganteum* türü fakültatif sivrisinek parazitidir ve temiz sularda larva mücadelesinde kullanılmaktadır. Ayrıca *Culicinomyces clavisporus* türü de yapay olarak üretilmekte ve larva kontrolünde kullanılmaktadır (Karacasu, 1998).

### 1.2.5. Kimyasal Mücadele Yöntemi

Kolay erişilebilir, hızlı ve etkin sonuç vermelerinden dolayı günümüzde sivrisinekle mücadelede en çok tercih edilen yöntemdir. Kimyasal mücadele yönteminde ilk kullanılan maddeler kükürt ve arseniktir. Daha sonralarda bakır, kurşun, civa, arsenik gibi kimyasalları içeren pestisitler kullanılmıştır. Pestisitler canlı vücuduna ve besinlerine zarar veren organizmaları öldürmek, üreme ve gelişmelerini kontrol altında tutmak için kullanılan kimyasal ve biyolojik kökenli maddelerdir. Pestisitler zararlılarla mücadelenin yanında bazen hedef dışı canlılarında etkilenmesi nedeniyle genel anlamda öldüren anlamına gelen "biyositler" ya da "biyosidal ürünler" olarak da adlandırılmaktadır (Ser, 2013; Öztürk, 2018).

19. yüzyılda zararlı mücadelesinde kullanılacak sentetik kimyasallar üretilmeye başlanmıştır. Bu sentetik olarak üretilen kimyasallardan Dinitro-O-Cresol' (DNOC) böcek mücadelesi için kullanılmaya başlanmıştır. Paul Müller 1939'da DDT'nin insektisit özelliğini keşfetmiş ve böcek mücadelesinde yeni bir çağ açmıştır. Uzun yıllar boyunca sıtma vektörü kontrolünde kullanılmıştır. Ancak daha sonra bu kimyasalın, diğer canlılar üzerinde toksik etkileri ve yüksek direnç sebep olmasından dolayı 1980'lerde dünya genelinde kullanımı yasaklanmıştır. DDT yasaklanmasına rağmen günümüzde sigara yapımında kullanılmakta, halen daha bazı ülkeler tarafından üretilmekte ve birçok az gelişmiş ülkede kullanılmaya devam edilmektedir. Teknolojinin gelişmesi ve kimya biliminin ilerlemesiyle her geçen gün yeni insektisitler keşfedilmeye devam edilmektedir. Ancak canlılara ve çevreye verdikleri zararlardan dolayı böcek kontrolünde kullanımları giderek düşmektedir. Artık günümüzde kimyasal mücadelenin yerini alternatif mücadele yöntemlerinin almasına özen gösterilmektedir (Demirtaş, 2017; Öztürk, 2018).

### **1.2.5.1. İsektisitlerin Etkileri**

Kimyasal insektisitler ilk başta etkili ve ucuz olduğundan çok fazla tercih edilmiştir. Hatta 1950-1960'lı yıllarda aşırı kullanılmış ve bu kullanım artarak devam etmiştir. Günümüzde de zararlı kontrolünde kullanılan en önemli metot sentetik insektisit kullanımınıdır. Sentetik insektisit kullanımını ile zararlı türlerin popülasyonları kontrol altına alınsa da, beraberinde olumsuz etkiler de ortaya çıkmıştır. Böceklerin insektisitlere karşı genetik olarak direnç kazanmaları, zararlıların doğal düşmanları, toprak arthropodları, tozlaştırıcılar gibi hedef dışı canlıları da yok etmesi, zararlının yeniden güçlenmesi, ikincil zararlının ortaya çıkması, olumsuz çevresel etkiler (toprağın ve suyun kirlenmesi gibi) bu istenmeyen etkilerdendir (Gullan ve Cranston, 2010).

### **1.2.5.2. İsektisitlerin Sınıflandırılması**

İsektisitler kimyasal yapıları, zehirlilik dereceleri, bileşik sınıfları, görünüşleri, etkiledikleri ve bunların biyolojik dönemleri, içerdikleri aktif maddenin cins ve grubu, kullanım teknikleri gibi özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırma şekillerinden en çok tercih edilen ise kimyasal yapılarına göre olandır.

İsektisitleri elde edilme şekillerine göre kendi içinde sentetik ve doğal olarak ikiye ayırmak mümkündür. Sentetik insektisitler, basit bileşiklerin yapısına bazı grupların eklenmesiyle oluşturulmakta ve elde edilmesi kolay, maliyetsiz olduğundan günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Doğal insektisitler ise petrol ve bitkilerden elde edilen yağlardan üretilmekte ve yalnızca bitki zararlılarına etkili olan petrolden elde edilen insektisitlerden ziyade bitkisel kökenli insektisitler yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Akıner, 2003). Ancak doğal insektisitlerin saklanması ve elde edilmeleri zor olduğundan kullanımı sınırlıdır (Demirtaş, 2017; Öztürk, 2018).

Günümüzde zararlılarla mücadelede aktif içeriklerine göre 4 temel insektisit grubu yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlar: Organoklorinler, karbamatlar, piretroitler, organofosfatlardır (Gökdeniz, 2006).



### **1.2.5.2.1. Organoklorin (OC) Grubu İsektisitler**

Bileşimlerinde hidrojen, klor, karbon bulunduğu için bu ismi alan bu insektisitlerin etki ettikleri yer sinir sistemidir. Ayrıca ATPazları inhibe ederek böceklerin enerji mekanizmasını da çökertebilirler. En bilinenleri ve yaygın olarak kullanılanları DDT'dir. Aldrin, lindan, dieldirin de bu grupta yer almaktadır. Ancak insan ve hayvan dokularında yıllarca kalırlar ve çok kalıntı yaparlar. Bu grubun kullanımları sınırlandırılmıştır ve Türkiye'de kullanımı yasaktır (Gökdeniz, 2006; Demirtaş, 2017; Öztürk, 2018).

### **1.2.5.2.2. Organofosfat (OP) Grubu İsektisitler**

Özellikle larva mücadelesinde tercih edilen bu grup, fosforik asit ve kükürtlü bileşiklerin nötral esterleridir. Sıvı ya da toz halinde bulunabilen bu inseksitler kolinesteraz enzimine karşı yüksek affinite gösterirler. Bu yüzden asetilkolin birikimine sebep olurlar. Ayrıca memelilere karşı yüksek toksik etki göstermelerinden dolayı kullanımları çok tehlikeli olabilir. Doğada kalıcılıkları organoklorinlilere göre daha az olduğundan daha kullanışlıdır. Organofosfat grubu insektisitlerin en çok bilinenleri; triklorfon, malathion, diazinon, sülfrofos, monoklorotofos, klorpirifosdur (Demirtaş, 2017; Öztürk, 2018).

### **1.2.5.2.3. Piretroid Grubu İsektisitler**

Bu insektisitler nörotoksik etkiye sahiptir ve genelde temas yoluyla etkilerini gösterirler. Bu insektisit grubuna karşı yüksek ilginin sebeplerinin arasında az miktarda kullanılsalar bile yüksek öldürme etkisine sahip olmaları, hedef dışı organizmayı çok fazla etkilememesi, hem yüksek öldürücü hem de kovucu etkilere sahip olmaları vardır. En çok bilinenleri ise cyfluthrin, permethrin, alfa cypermethrin, cypermethrin, etofenprox ve deltamethrindir (Demirtaş, 2017).

#### **1.2.5.2.4. Karbamat Grubu İsektisitler**

Karbonik asitten üretilmeleri nedeniyle bu şekilde adlandırılan bu insektisitler tıpkı organofosfatlar gibi yapısal olarak asetil koline çok benzemektedirler. Bu yüzden bunlara asetilkolin esterase bağlanır ve böylece enzim aktivitesinde azalma görülür ve insektisit özelliği kazanırlar (Demirtaş, 2017). Bu gruptaki insektisitlerin genelde memelilere karşı zehirlilikleri düşüktür. Solunum, sindirim ve temas yoluyla etkilerini göstermektedirler. Bu gruba örnek olarak propoxur, karbofuran, karbaryl ve karbosulfan gösterilebilir (Gökdeniz, 2006).

#### **1.3. Bitkisel Kökenli Doğal İsektisitler**

Bitkiler de insan ve hayvanlarda olduğu gibi kendini savunmak ve korumak için çeşitli savunma sistemlerine sahiptir. Bunlar bazı biyokimyasal olaylar ve morfolojik engellerden oluşan bir dizi faktörlerden oluşur. Bitki-zararlı ilişkilerinde önemli rol oynayan, zararlılar üzerinde fizyolojik ve davranışsal etkilere sahip ve bitkilerde gerçekleşen biyokimyasal olaylardan sonra sentezlenen sekonder metabolitlerin, farklı kategorilerde sınıflandırılması yapılmaktadır (Günca ve Durmuşoğlu, 2004). Fenoller, alkaloidler, terpenoidler, taninler, saponinler ve glikozidlerin bunların en önemlilerindedir (Shanker and Solanki, 2000). Bu maddeler çok eskilerden beri tarımda kullanılmaktadır.

Bitkilerin zararlı böceklere karşı etkili olduğu bilinmektedir ve insektisitler için önemli birer kaynak oldukları birçok araştırmacı tarafından da ispatlanmıştır. Çok sayıda bitkinin insektisit etkisi olduğu bilinmesine rağmen standardizasyon ve ruhsat almadaki zorluklar, doğal kaynakların kısıtlı olması gibi nedenlerden dolayı yararlanılanları çok azdır (URL-6).

Bitkisel kökenli doğal insektisitler ilaçlama zamanının çok iyi ayarlanmasını ve sık uygulamayı gerektirir çünkü doğada hızlı parçalanırlar. Aynı zamanda etkili maddenin bitkiden her zaman aynı oranda elde edilmesi güçtür ve bu yüzden standart bir etki beklenemez. Bu insektisitlerin hazırlandıktan sonra hemen kullanılması gerekir

bu yüzden özellikle bitki ekstratlarının depolanması pek mümkün değildir (Weinzierl and Henn, 1991).

Bitkisel kökenli doğal insektisitlerin çeşitli kullanım amaçları vardır. Örneğin bir kısmı beslenmeyi engelleyici, uzaklaştırıcı vb. etkisiyle kullanılırken bir kısmı da doğrudan öldürücü olarak kullanılmaktadır (Günca ve Durmuşoğlu, 2004).

### **1.3.1. Azadirachtin**

Son yıllarda üzerinde en çok çalışılan bitkisel kökenli doğal insektisit bitkisinin *Azadirachta indica* (Yalancı tespah ağacı) olduğu bilinmektedir. *A. indica* da kabuk ve yaprakları kurutulup toz haline getirilen, tohum ve meyvesinden azadirachtin elde edilen, tohum ve tohum kabuğundan yağ elde edilen ve zararlılarla mücadelede kullanılan bir bitkidir.

Terpenoid bir yapıda olan azadirachtinin, zararlı böceklerde uzaklaştırıcı, doğurganlığı azaltıcı, kısırlaştırıcı, öldürücü, yumurta bırakmayı önleyici, büyüme ve gelişmeyi aksatıcı, beslenmeyi engelleyici gibi çeşitli etkileri vardır (Günca ve Durmuşoğlu, 2004).

Aynı zamanda *A. indica*'nın tohumundan elde edilen dihydro-azadirachtin adındaki maddenin de böceklerde öldürücü ve beslenmeyi engelleyici etkisinin olduğu bilinmektedir (Mordue vd., 1998).

### **1.3.2. Pyrethrum**

Bitkisel kökenli doğal insektisitlerin içinde en eski ve en güvenilir olan pyrethrum halen geniş alanlarda kullanılmakta ve çeşitli metodlarla *Tanacetum cinerariaefolium* (Dalmaçya Papatyası)'un çiçeklerinden ekstrakte edilmektedir. Bu ekstrakt pyrethrik ve chrysanthemik asitlerinin, jasmolone, pyrethrolone ve cinerolone adındaki üç alkolün birleştirilmesiyle oluşturulur (Casida, 1973). Uygun dozda kullanılan pyrethrum, böceklerde doğrudan bir kas felci oluşturmakta ve bunun sonucu olarak hızlı bir ölüme neden olmaktadır (Casida and Quistad, 1995).

Pyrethrum'un en büyük dezavantajı güneş ışığında çabuk parçalanmasıdır. Bu nedenle ev zararlılarına ve depolanmış ürüne karşı kullanımını daha yaygın ve başarılıdır. Aynı zamanda çok sayıda kültür bitkisinde önemli ekonomik zararları olan tripsler, yaprak bitleri, yaprak pireleri gibi haşerelerle mücadele için kullanılırlar (Perry vd., 1998).

### 1.3.3. Rotenon

İnsektisit olarak 1948'den beri kullanılmakta olan ve rotenoid yapıdaki rotenon, Asya'da yetişen *Derris* sp. ve *Terphrosia* sp. ve Güney Amerika'da yetişen *Lonchocarpus* sp. bitkilerinin köklerinden elde edilmektedir. Uzun ince kökler önce kurutulularak ufalanıp toz haline getirilir. Sonra da kükürt, kil gibi bazik olmayan çözücülerle çözülerek toz halinde insektisit olarak kullanılır ve içeriğinde % 0,75-1,5 miktarda rotenon bulunur. Köklerin eter ve asetonla ekstraksiyonuyla sıvı formülasyonları yapılır ve bunların içeriğinde de % 30-40 civarında rotenon bulunur. Stabilizasyon için de fosforik asit kullanılır.

Rotenon böceklerde mide zehri ve kontak olarak etki gösterir. Çoğunlukla solunum metabolizmasındaki elektron taşıma zincirini engelleyerek ve böceğin ağız parçalarını felç edip beslenmeyi durdurarak yavaş bir ölüme neden olmaktadır. Bu insektisit meyve ve sebze zararlısı olan hortumlu böcekler, tripsler ve afitlerin kontrolünde kullanılmakta ve ayrıca balık zehri olarak da kullanılmaktadır.

Rotenonun balıklara karşı yüksek oranda toksik olması en önemli dezavantajıdır. Bu yüzden akarsu, dere gibi yerlerin yakınlarında kullanılırken çok dikkatli olunmalıdır (Güncan ve Durmuşoğlu, 2004).

### 1.3.4. Nikotin

Bu insektisit *Nicotiana tabacum* (tütün), *Nicotiana rustica* (Maraş Otu) gibi *Nicotiana* türlerinin yapraklarından elde edilmektedir. Tütün yapraklarının sulu ekstraktının zararlı böceklere karşı kontak etkisi vardır. Nikotin en çok tripsler, yaprak emicileri, beyaz sinekler, yumuşakçalar ve afitler gibi zararlı böcek mücadelesinde

kullanılmaktadır. Sıcakkanlılara yüksek oranda toksik olmalarından dolayı kullanılırken son derece dikkatli olunmalıdır. Ayrıca evlerde kullanılması da tavsiye edilmemektedir (URL-6).

### **1.3.5. Ryania**

Uzun yıllardan beri bitkisel kökenli doğal insektisit olarak kullanılan alkaloid yapıdaki ryania, *Ryania speciosa* adındaki bir bitkinin yaprak, kök ve gövdesinden ekstrakte edilmektedir. Ryania böceklerin kas sisteminin felcine neden olarak hızlı bir şekilde ölümlerini gerçekleştirmektedir (Ujvary, 1999).

Memelilerdeki yüksek toksik etkisinden dolayı kullanımı kısıtlanmıştır. Fakat memelilerde daha az toksik etkisi olan preparatları üzerinde çalışılmaktadır. Akarsu ve derelerin kenarlarında bulunan tarım alanlarının yakınlarında kullanılmaması gerekmektedir (Günca ve Durmuşoğlu, 2004).

### **1.3.6. Quassia (Acı Ağaç)**

*Picrasma excelsa* ve *Quassia armara* bitkilerinin gövdesinden ekstrakte edilmekte olan quassin, nikotinde olduğu gibi böceklerde mide zehri ve kontak olarak etki etmektedir. Ancak zehir derecesi nikotin kadar yüksek değildir.

Quassianın tütün beyazsineği (*Bemisia tabaci*) erginleri, meyve ağacı zararlısı afit ve hububat üretiminde zararı olan afit, elma göz kurtları ve testereli arı türlerine karşı etkili olduğu bulunmuştur. Quassia bazı bitki türlerinde fitotoksositeye neden olduğundan dolayı dikkatli kullanılmalıdır (Günca ve Durmuşoğlu, 2004).

### **1.3.7. Sabadilla**

*Schoenocaulon officinale* (Bitotu) bitkisinin tohumundan ekstrakte edilmektedir. İnsektisit etkisini *Thrips tabaci* (tütün tripsi), *Ostrinia nubilalis* (mısır kurdu), *Empoasca* spp. (yaprak pireleri) ve *Cydia pomonella* (elma iç kurdu) gibi zararlı türlerde göstermekte ve Heteroptera takımına ait zararlılarda da kullanılmaktadır. Mide

zehri ve kontak etkilidir. Bal arılarına karşı toksisitesi yüksektir ve bu nedenle dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır. Memelilerde toksisite göstermemektedir fakat solunumda zorluklara ve gözlerde alerjiye neden olmaktadır (URL-6).

### **1.3.8. Sarımsak**

Sarımsak (*Allium sativum* L.) ekstraktının böcek zararlılarına repellent (uzaklaştırıcı) etkisi olduğu uzun yıllardan beri bilinmekte ve bu nedenle tarımda uzaklaştırıcı insektisit olarak kullanılmaktadır. Ancak yoğun kokusu tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanımını kısıtlamaktadır.

Sarımsak sadece uzaklaştırıcı etkisi olduğundan dolayı zararlı bitkiye gelip beslenmeden önce kullanılmalıdır. Aksi halde pek etkisi olmayacaktır. Genellikle depolanmış ürün zararlılarında kullanılmakla beraber bahçe ve sera bitkilerinde, bazı lahana ve marul zararlılarında kullanılabilir. Etkisini sürekli hale getirebilmek için uygulamaya büyüme sezonunun erken dönemlerinde başlanmalı ve uygulama her 10 günde bir tekrarlanmalıdır (Günca ve Durmuşoğlu, 2004).

### **1.4. Bitkisel Yağlar**

Bitkilerde bulunan bazı uçucu yağlar da doğal insektisit grubunda yer almakta ve geçmiş yıllardan beri zararlıları uzaklaştırmada kullanılmaktadır. Hatta son yıllarda bu bitkisel yağların içerdikleri terpenoid ve fenol yapıları maddelerden dolayı solunum yoluyla ve kontak olarak etkili zehirler oldukları yapılan bazı çalışmalarla gösterilmiştir (Isman, 2000).

Günümüzde bitkilerin yaprak, gövde, çiçek gibi farklı kısımlarından elde edilen yağların zararlı böcekler üzerinde etkileri araştırılmaya artarak devam etmektedir. Ancak hâlihazırda ruhsatlı olarak kullanılanların sayısı oldukça azdır. Bitkisel kökenli yağların bitkilere, yararlı ve hedef dışı canlılara ve çevreye uzun süreli etkileri henüz yeterli düzeyde çalışılmadığından tam olarak bilinmemektedir ve bundan dolayı da bazı ülkelerde kullanımını kısıtlanmıştır (Günca ve Durmuşoğlu, 2004).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Çalışmada Kullanılan Bitkiler

#### 2.1.1. İnsektisit Özellik Gösteren Bitkilerin Belirlenmesi

Türkiye’de yetişen bitkilerin birçoğu biyopestisidal özellikleri bakımından olmasa da farklı biyolojik aktiviteleri yönünden araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Elde edilen bazı bilgiler doğrultusunda, muhtemel alkaloid ve fenolik bileşik içeriklerinden dolayı *Matricaria chamomilla* L., *Leucanthemum vulgare* (vall.) Lam., *Triploarasperrum caucasicum* (Wild.) Haya, *Erigeron annuus* (L.) Pers, *Brassica oleracea* L. var. *Acephala*, *Laurus nobilis*, *Nicotiana tabacum* ve *Rhododendron ponticum* bitkileri çalışılmaya değer bulunmuştur

Bu çalışmada, papatyagillere ait bitkiler bütün olarak (yaprak-çiçek-gövde), defne ve tütün bitkilerinin yaprak kısımları, karalahana bitkisinin çiçek kısmı ve orman gülü bitkisinin ise hem çiçek hem de yaprak kısmı tercih edilerek, her birinden elde edilen 2’şer (etil asetat ve metanol), toplam 18 ekstrakt *Aedes albopictus* larvaları üzerinde denenmiştir.

##### 2.1.1.1. Defne (*Laurus nobilis*)

Lauraceae familyasından olan defne (*Laurus nobilis*) 3-10 m arası boya sahip, sarı çiçekli, her dem yeşil ağaç veya ağaççıktır. Ülkemizde Rize, Trabzon, Mersin, Hatay, Kahramanmaraş, Sinop, İstanbul, Bursa, Denizli, İzmir, Kastamonu, Zonguldak illerinde yayılış gösterir. Keskin hoş bir kokusu vardır. Defne, yapraklarında bulunan uçucu yağ sayesinde tedavi ve böcek ilacı gibi değişik amaçlarda kullanılmaktadır. Romatizmal ağrıları azaltıcı ve antiseptik özelliği vardır. Kozmetik ve parfümeri sektöründe, sabun yapımında ve çit bitkisi olarak da kullanılmaktadır (Çırpan, 2017).

### **2.1.1.2. Tütün (*Nicotiana tabacum*)**

Solanaceae familyasından tütün (*Nicotiana tabacum*), kökeni Güney Amerika kıtası olan tek yıllık kültür bitkisidir. Türkiye ekonomisinde oldukça önemli bir yere sahiptir ve asırlardır tütün tarımı yapılmaktadır. Tütün bitkisinin yapraklarında bulunan nikotin, düşük dozlarda keyif verici yüksek dozlarda toksik özelliğe sahip bir alkaloiddir ve bitkinin köklerinde sentezlenmektedir. Ayrıca içeriğindeki uçucu yağları üzerinde yapılan çalışmalar, doğal pestisit özelliğine sahip bileşenler içerdiğini, maya tipi bir mantar türü olan *Candida albicans*'a karşı etkin olduğunu ortaya koymuştur (Kidah, 2018). Geleneksel olarak ise taze yaprak ekstraktlarının vücut pirelerini, miteları uzaklaştırmak için kullanıldığı bilinmektedir. Günümüzde tütün nargile, pipo, puro, çiğneme, enfiye ve % 90 oranında da sigara şeklinde kullanılmaktadır (Kınay, 2014).

### **2.1.1.3. Karalahana (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala*)**

Brassicaceae familyasına mensup olan karalahana (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala*) dünyada en çok tüketilen sebzelerden biridir. İçinde bulunan mineral ve vitamin zenginliğinden dolayı antioksidan bir sebzedir. Karalahana mükemmel bir karetenoid kaynağıdır ve içeriğinde bol mineral ve vitaminlerin yanında karbonhidrat, su, protein, yağ asidi, amino asid ve fenolik asid bulunur. Aynı zamanda içeriğinde bulunan glukosinolatlar, kendine has olan koku ve tadını veren kükürtlü glikosidlerdendir ve bitkiyi pestisitler, herbisitler, zararlı patojenlere karşı korumaktadırlar. Ayrıca bu bileşiğin kanser karşıtı olduğu bilinmektedir (Cengiz, 2009; Yıldız, 2015).

### **2.1.1.4. Orman Gülü (*Rhododendron ponticum*)**

Ericaceae familyasından mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum*) 8-10 metreye kadar uzayabilen, her dem yeşil aromatik çalı ya da küçük bir ağaç şeklindedir. Mart - Mayıs aylarında çiçek açar. Yaprak, nektar ve polenleri toksik bileşik içermektedir. Ülkemizde Karadeniz ormanlarında geniş bir yayılıma sahiptir (Gündüz, 1996; Doğan, 2013).



### 2.1.1.5. Papatya (Asteraceae)

Asteraceae (papatyagiller) familyasından olan papatya bitkisi 20-60 cm uzunluklarda olan narin yapılı, hoş kokulu ve tek yıllık otsu bitkidir. Genel olarak çiçekleri ortası sarı tüpsü çiçekler, bunların çevresi beyaz ya da sarı dilsî çiçekler şeklinde olur. Ülkemizde boş tarlalarda ve yol kenarlarında doğal olarak yetişir. Papatyada uçucu yağ bulunur ve tıbbî açıdan da birçok yararı vardır. Aynı zamanda böcek ve parazit öldürücü etkisi vardır (Çinkılıç, 2009; URL-7). Çalışmada; *Matricaria chamomilla* L. (Mayıs papatyası), *Leucanthemum vulgare* (vall.) Lam. (Öküzgözü papatyası), *Triploarasperrum caucasicum* (wild.) Haya (Akbaba otu) ve *Erigeron annuus* (L.) Pers (Doğu çakal otu) adlı 4 papatya türü kullanılmıştır.

### 2.2. Bitkilerin Toplanması

Bu aşamada, belirlenen bitki türünün yetiştiği bölge tayin edilmiş, ekstraksiyonda kullanılacak kısmı (yaprak, çiçek, meyve ya da kök gibi) belirlenerek, bu kısmın tam gelişiminin sağlanmış olduğu mevsim tespit edilmiştir.

Bu aşamada, çalışmada kullanılacak *Matricaria chamomilla* L., *Leucanthemum vulgare* (vall.) Lam., *Triploarasperrum caucasicum* (Wild.) Haya, *Erigeron annuus* (L.) Pers bitkileri 2018 yılı Nisan-Haziran ayları arasında Rize'den; *Brassica oleracea* L. var. Acephala bitkisi 2018 yılı Haziran ayında Rize'den; *Laurus nobilis* ve *Nicotiana tabacum* bitkileri 2018 yılı Nisan ayında Denizli'den ve *Rhododendron ponticum* ise 2018 yılı Haziran ayında Rize'den toplanmıştır. Toplanan bitkiler uygun şekillerde laboratuvara getirilmiş, temizlenerek nemsiz ve açık ortamda bir iki gün kurutulduktan sonra, ekstrakte edilecek kısımları ayıklanarak parçalayıcı yardımıyla öğütülmüştür. Toplanan bitkilerin kesin tür teşhisi Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Vagif Atamov tarafından yapılmıştır.

### 2.3. Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması

Ekstraktlar hazırlanmadan önce; toz haline getirilen kuru bitki kısımları ikişer kısma ayrılmış, her birinden ortalama 50 g tartılarak alınmıştır. Ardından oda

sıcaklığında sırasıyla 150 mL etil asetat ve 150 mL metanol kullanılarak, 3 saat boyunca 37 °C'de çalkalayıcı yardımıyla ekstraktlar hazırlanmıştır. Bu işlem üç defa tekrarlanarak bileşenlerin çözücü ortamındaki yoğunluğu artırılmaya çalışılmıştır. Ekstraktların hazırlanmasında farklı polaritelerdeki çözücülerin kullanılması polar ve apolar bileşenlerin alınabilmesi için önemlidir. Öğütülmüş örneklerde bulunan fenolik bileşenlerin çözünmesi için en iyi ve uygun çözücü ortamının metanol, flavonoid bileşenler için ise etil asetat olduğu literatür kayıtlarında mevcut bir bilgidir (Dmitrienko vd., 2012; Mokrani and Madani, 2016). Tüm bu işlemlerin ardından süzgeç kâğıdı yardımıyla süzülerek bitki kısımlarından ayrılan ekstraktlar, 40 °C'de vakumlu evaporatör yardımı ile organik çözücülerinden kurtarılmıştır. Tartılan kuru ekstraktların her biri için DMSO kullanılarak % 10'luk çözeltiler hazırlanmış ve -20 °C'de derin dondurucuda insektisidal aktivite testleri için saklanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** İnsektisidal aktivite tayini yapılan bitkiler ve oranları

Bitki Adı	Aile	Analiz Edilen Bitki Kısmı	Öğütülen Bitki Miktarı (g)		Analizde Kullanılan Ekstrakt Miktarı (g)		Analizde Kullanılan Derişim (g / mL)	
			A	B	A	B	A	B
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Asteraceae	Sap, Yaprak, Çiçek	43	42	0,6605	0,5308	0,1	0,1
<i>Leucanthemum vulgare</i> (vall.) Lam.	Asteraceae	Sap, Yaprak, Çiçek	40	40	1,4679	1,4932	0,1	0,1
<i>Triploarasmus caucasicum</i> (Wild.) Haya	Asteraceae	Sap, Yaprak, Çiçek	42	42	1,7491	1,8888	0,1	0,1
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers	Asteraceae	Sap, Yaprak, Çiçek	72	72	1,8974	1,0084	0,1	0,1
<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	Yaprak	48	50	0,8562	0,6529	0,1	0,1
<i>Nicotiana tabacum</i>	Solanaceae	Yaprak	50	50	1,8126	2,0149	0,1	0,1
<i>Rhododendron ponticum</i>	Ericaceae	Yaprak	81	75	1,0169	0,8723	0,1	0,1
		Çiçek	58	58	1,6200	2,1553	0,1	0,1
<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>Acephala</i>	Brassicaceae	Çiçek	73	73	1,6301	1,3146	0,1	0,1

**A** : Metil alkol; **B** : Etil asetat

#### 2.4. Sivrisinek Örneklerinin Toplanması ve Laboratuvara Getirilmesi

Örnekler larva, pupa, ve ergin halinde Doğu Karadeniz Bölgesinin Rize (Merkez) ilinden özellikle atık lastik içleri ve çeşitli yapıdaki atık plastik kaplar içerisinde klasik kepe yöntemi ve ağız aspiratörü ile toplanmıştır. Yumurta toplama işlemi ise ovitrap yardımı ile yapılmıştır (Le Goff vd., 2016; Hamidou vd., 2018). Larva ve pupa örnekleri buldukları suyla birlikte temiz suda bulunan hava alabilecekleri şekilde ayarlanmış ve her bir örneğin alındığı bölgenin adının yazıldığı plastik kaplara konulmuştur ve bu örnekler Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Vektör Ekolojisi ve Kontrol Laboratuvarına getirilmiştir. Buradan getirilen yumurta örnekleri plastik

kaplara alınmış ve üzerine su eklenerek açılmıştır. Larva örnekleri dinlendirilmiş temiz su bulunan kaplara alınmış ve günlük olarak tetramin® balık yemi ile beslenmiştir. Pupa haline gelen örnekler kare tül kafeslere alınmıştır. Bu kafeslerde erginleşen sivrisinekler şekerli su ile beslenmiştir.

## **2.5. Örneklerin Deney İçin Hazırlanması**

Laboratuvara getirilip birinci kuşağı alınan örnekler ile denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla alandan yumurta, larva veya pupa olarak getirilen örneklerin erginleşmeleri sağlandıktan sonra kafeslere alınmış ve % 10 şekerli su desteği sağlanarak 5 gün boyunca beslenmeleri sağlanmıştır. 5 gün sonucunda yumurtlamanın sağlanabilmesi için dişi bireylere kan emdirilmiştir. Kan emdirme işlemi için bildircin kullanılmıştır. Kan emdirildikten sonra kafeslere erginlerin yumurta bırakabilmesi için içerisinde su doldurulmuş ve kenarına kurutma kâğıdı konmuş kaplar yerleştirilmiştir. Üç gün içerisinde kanı sindiren ergin dişilerin yumurta bırakması beklendikten sonra yumurta bırakılan kurutma kâğıtları alınarak yenileri ile değiştirilmiştir. Yumurta olan kâğıtların kurutulması ve bir hafta süre ile bekletilmesinden sonra yumurtaların açılması için yeni kaplara alınmış ve içerisine su eklenerek yumurta açılması sağlanmıştır. Yumurtalar açıldıktan sonra kaplara tetramin® balık yemi eklenerek besin desteği sağlanmış ve larva gelişimi sağlanıp 3. larva dönemi ya da erken 4. dönem larvalar denemeler için kullanılmıştır. Koloni yetiştirme işleminde 14:10 aydınlık/karanlık fotoperiyot,  $26 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $65 \pm 10$  nem koşulları kullanılmıştır.

## **2.6. Larva Bioassay Denemeleri**

Seçilen bitkilerin etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır (WHO, 2005). Bu amaçla 250 mL su alabilen plastik kap kullanılmıştır. Kaplara 1 gün dinlendirilmiş musluk suyundan 200 mL eklenmiş ve her bir kaba 3. dönem ya da erken 4. dönem larvalardan 20'ser adet eklenmiştir. Larvalar eklendikten sonra 2 saat süre ile kaplara uyum sağlamaları beklenilmiştir. Her bir bitki ekstraktından 100 µL ve 1000 µL olacak şekilde aynı anda iki tekrarlı deneme gerçekleştirilmiştir. Denemeler farklı zamanda iki tekrar halinde

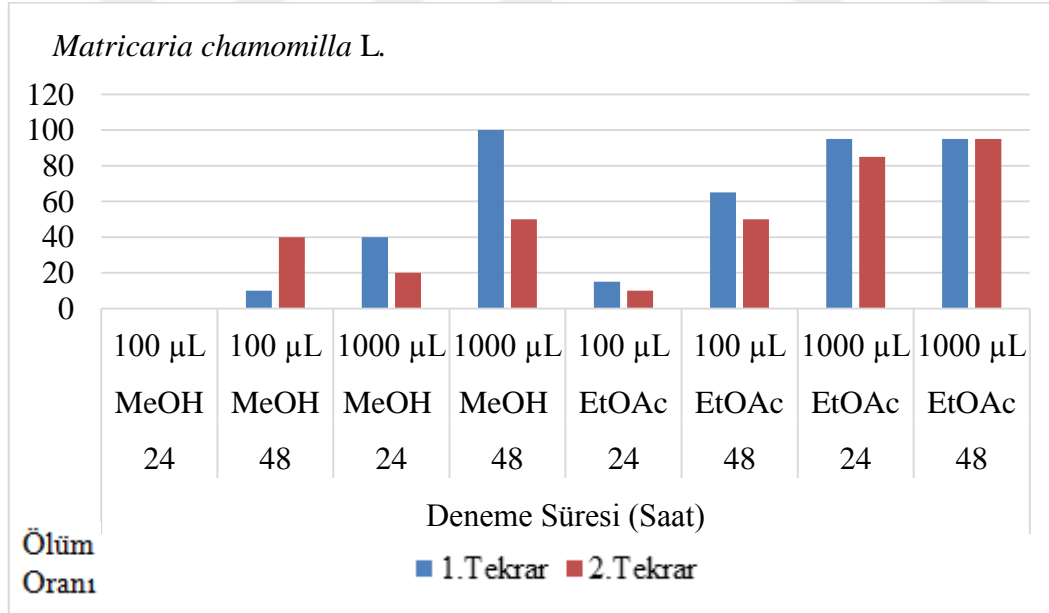
yapılarak kontrolleri sağlanmıştır. Kontrol grubu için ise çözücü olarak kullanılan DMSO'dan 100 µL ve 1000 µL eklenerek iki tekrar yapılmıştır. Ekstraktlar eklendikten sonra tetramin® balık yemi eklenerek 24 saat ve 48 saat sonunda sayımlar gerçekleştirilmiştir. Sayımlar yapılarak kaydedildikten sonra ölüm değerleri % olarak değerlendirilmiştir.



### 3. BULGULAR

Muhtemel alkaloid ve fenolik bileşik içeriklerinden dolayı *Matricaria chamomilla* L., *Leucanthemum vulgare* (vall.) Lam., *Triploarasperrum caucasicum* (Wild.) Haya, *Erigeron annuus* (L.) Pers, *Laurus nobilis*, *Nicotiana tabacum*, *Rhododendron ponticum* ve *Brassica oleracea* L. var. *Acephala*, bitkileri ile denemeler yapılmış ve denemeler sonucunda 24 ve 48 saat sonucu elde edilen larva ölüm değerleri şekillerde yüzde olarak verilmiştir.

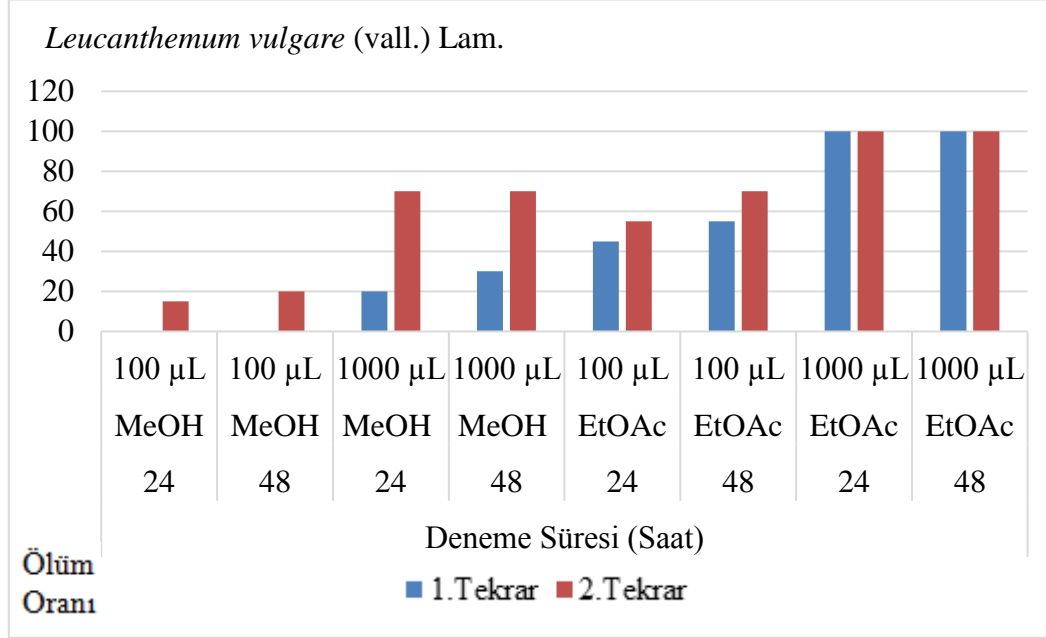
*Matricaria chamomilla* L. (Mayıs papatyası) ile yapılan metanol ekstraktı denemelerinden 1000 µL'lik denemelerin 48 saatlik sürelerinde etkin sonuçlar gözlenmiş ve elde edilen değerlere göre larva üzerinde % 50 etkili olduğu gözlenmiştir. Etil asetat ile elde edilen ekstraktların ise metanol ekstraktından daha etkin olduğu hem birinci hem ikinci denemelerde % 50'i aşan ölüm değerleri verdiği gözlenmiştir. Özellikle 1000 µL'lik deneme setlerinin 24 ve 48 saatleri sonucunda % 85'i aşan ölüm yüzdeleri elde edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. *Matricaria chamomilla* L. bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları

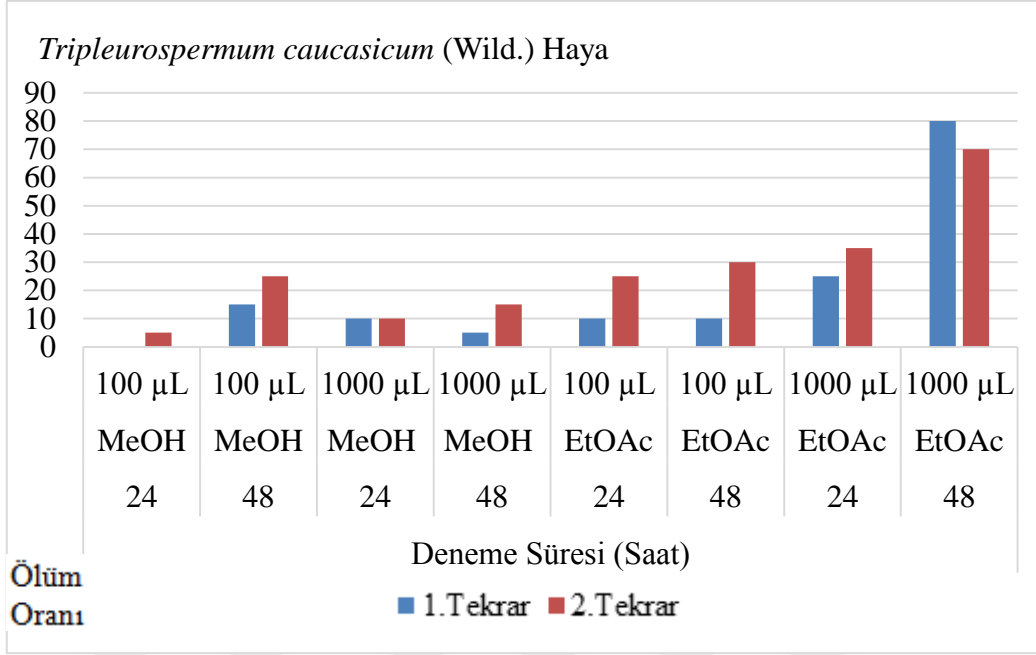
*Leucanthemum vulgare* (vall.) Lam. (Öküzgözü papatyası) ile yapılan denemelerde metanol ekstraktlarının 1000 µL'lik deneme setlerinde % 70'e ulaşan ölüm

değerleri gözlenmiştir. Etil asetat ekstraksiyonlarında ise hem 100 µL hem de 1000 µL'lik deneme setlerinde % 45 üzeri ölüm değerleri elde edilmiştir (Şekil 5).



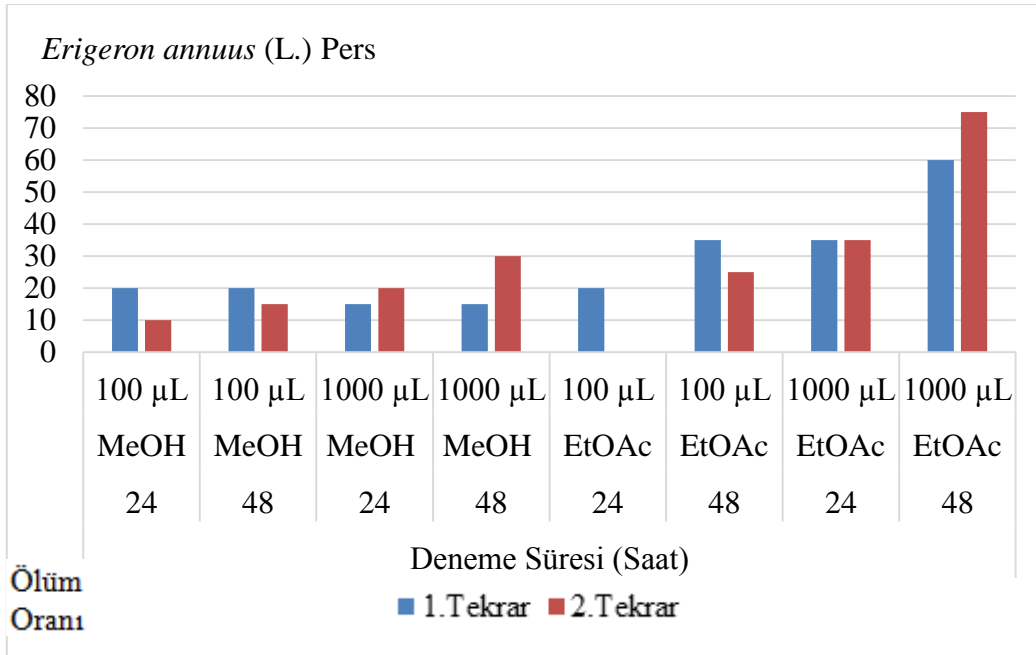
Şekil 5. *Leucanthemum vulgare* (vall.) Lam. bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları

*Triploarasperrum caucasicum* (Wild.) Haya (Akbaba otu) ile yapılan denemelerde metanol ekstraksiyonlarının etkin sonuç vermediği, sadece etil asetat 1000 µL'lik denemelerde 48 saat sonucunda % 80'e ulaşan değerler gözlenmiştir (Şekil 6).



**Şekil 6.** *Triploaraspemum caucasicum* (Wild.) Haya bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları

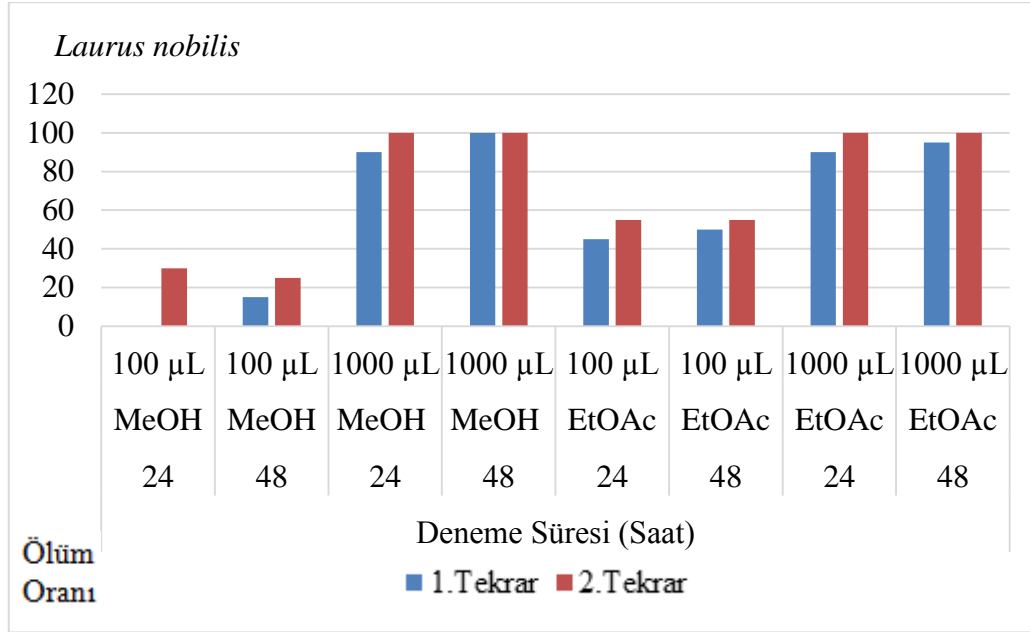
*Erigeron annuus* (L.) Pers (Doğu çakal otu) ile yapılan denemelerde ise akbaba otuna benzer bir sonuç gözlenmiş ancak etil asetat ekstraksiyonu denemeleri 1000 µL'lik setlerde 48 saat sonucunda elde edilen değerler (Şekil 7) Akbaba otundan daha düşük bulunmuştur (% 65).



**Şekil 7.** *Erigeron annuus* (L.) bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları

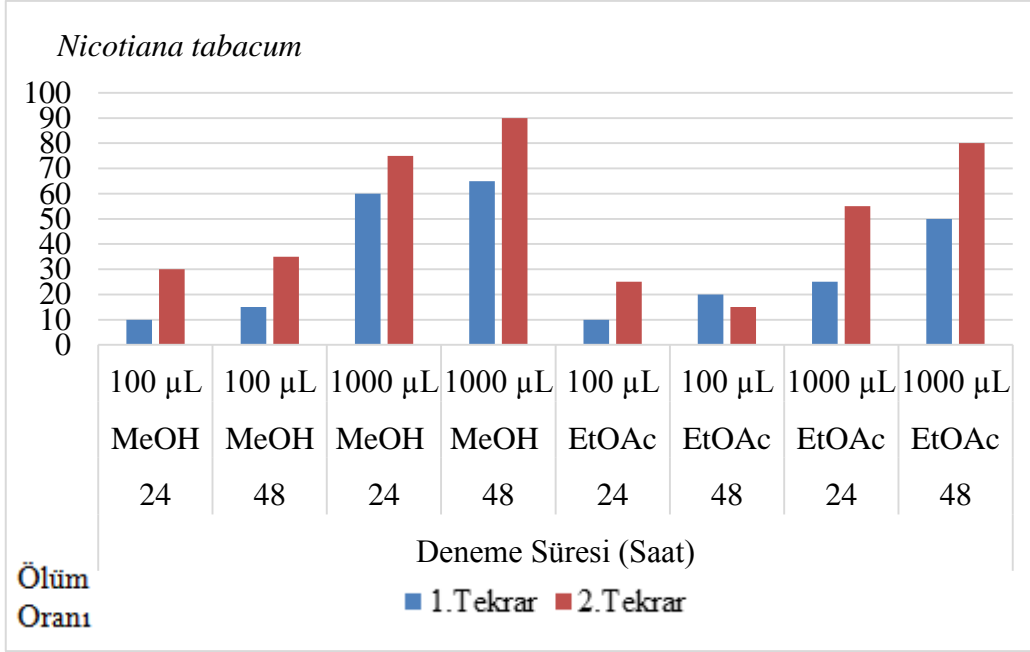


*Laurus nobilis* (Defne) ile yapılan denemelerde metanol ekstraktı 1000 µL 48 saatlik denemeler % 100'e ulaşan ölüm yüzdeleri vermiştir. Etil asetat ekstraktları ile yapılan denemelerde her iki sette de efektif sonuçlar gözlenmiş ve düşük içerikte 24 saatte minimum % 45 ölüm yüzdesi elde edilmiştir. Yüksek içerikte ise 24 saat sonucunda % 90'ı geçen ölüm yüzdeleri elde edilmiştir (Şekil 8).



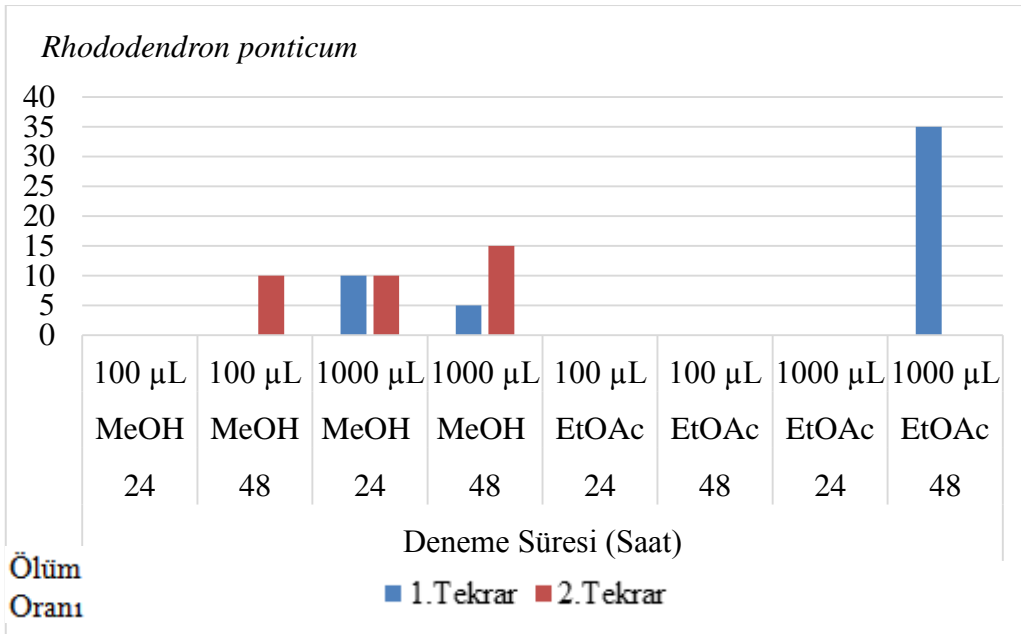
Şekil 8. *Laurus nobilis* bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları

*Nicotiana tabacum* (Tütün) ile yapılan denemelerde metanol ekstraktı 1000 µL 24 ve 48 saatlik denemeler % 60-90 aralığında ölüm yüzdesi vermiştir. Etil asetat ekstraksiyonunda ise 1000 µL denemelerinin 48 saatlik sonuçları maksimum % 80 oranında ölüm vermiştir (Şekil 9).

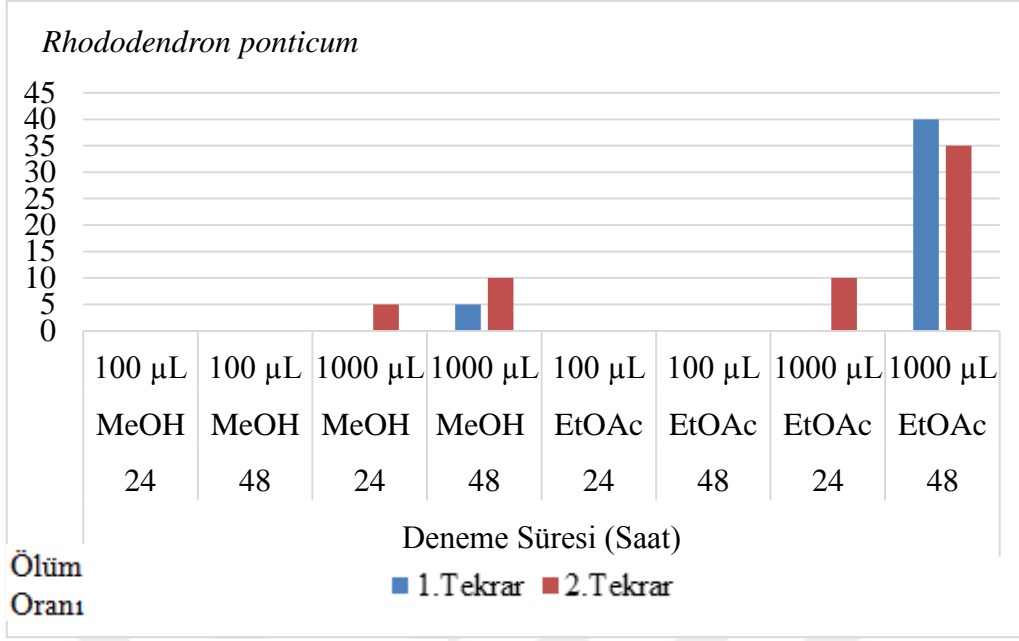


Şekil 9. *Nicotiana tabacum* bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları

Orman gülü çiçek (Şekil 10) ve yaprak (Şekil 11) ekstraksiyonları ile yapılan denemelerde ise tüm setlerde etkin sonuçlar gözlenmemiş ve sadece etil asetat 1000 µL 48 saat deneme setinde % 40 ölüm değerine ulaşılabilmiştir.

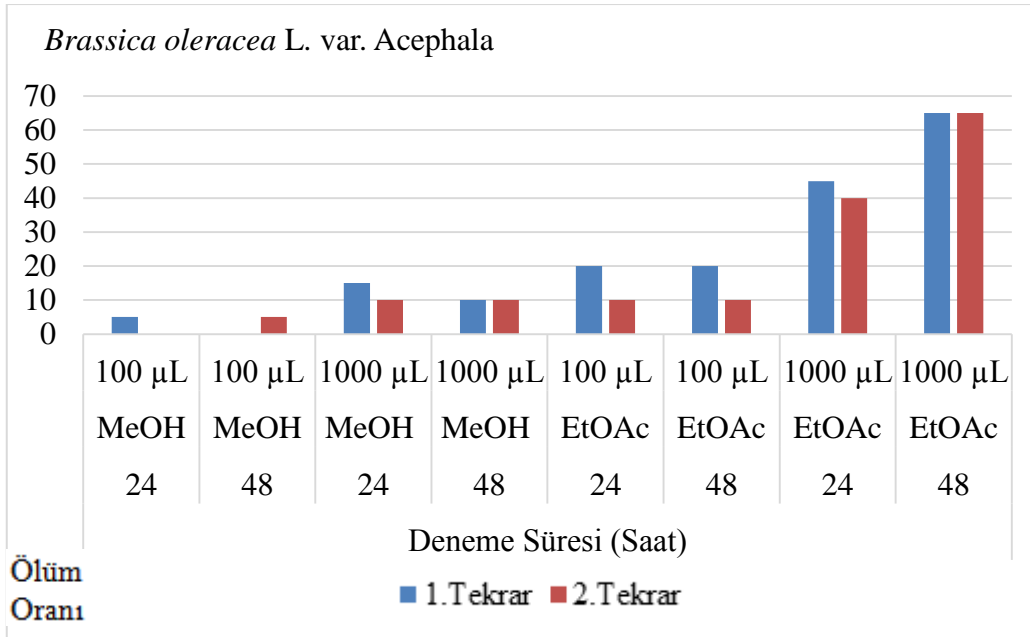


Şekil 10. *Rhododendron ponticum* bitkisinin çiçek kısmına ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları



**Şekil 11.** *Rhododendron ponticum* bitkisinin yaprak kısmına ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları

Doğu Karadeniz bölgesinde en yoğun tüketilen bitkilerden biri olan *Brassica oleracea* L. var. *Acephala*'nın (Karalahana) çiçeği ile yapılan denemelerde metanol ekstraktları ve etil asetat ekstraktlarından sadece etil asetat 1000 µL 48 saat denemeleri % 50'yi aşan sonuçlar vermiştir (Şekil 12).



**Şekil 12.** *Brassica oleracea* L. var. *Acephala* bitkisine ait iki tekrarlı yapılan deneme sonuçları

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Sivrisinekler, bulaşıcı hastalıklara vektörlük yapan canlılar arasında biyolojik potansiyelleri en yüksek olanlardır (Alten ve Çağlar, 1998) ve yılda 700.000'den fazla insanın ölümüne neden olmaktadır (URL-8). Bilinen ve son dönemde tüm dünyayı endişeye sürükleyen Zika başta olmak üzere Batı Nil Virüsü, Chikungunya, Dengue, Sarı humma ve imparatorluklar yıkan hastalık olarak bilinen Sıtma sivrisineklerin bulaştırdığı hastalıklar arasında yer almakta ve ciddi tehditler oluşturmaktadır (URL-9). Bu canlıların bu denli başarılı olmalarında ortama uyum kabiliyetlerinin yüksek olması, hızlı yayılabilmeleri, ergin ve larva dönemlerinde farklı alanları kullanarak rekabeti önlemeleri, çok hızlı üreyip yüksek oranda üreme gücüne sahip olmaları sayılabilir (Akner, 2009; Akner vd., 2009). Yukarıda bahsedilen bu ve bunun gibi pek çok sebepten ötürü insanlar çok eski tarihlerden beri bu ölümcül hastalık etmeni canlılarla savaşmanın yolunu aramakta ve değişik yollar denemektedir.

Ülkemizde insektisit kullanımının tarihi 1940'lara dayansa da resmi olarak ve devlet tarafından ele alınan Dünya Sağlık örgütü ile koordineli halde halk sağlığı ile mücadele anlamında insektisit kullanımı 1950'li yıllarda başlamıştır. İlk kullanılan insektisit klorlu hidrokarbonlar (Curtis, 1965; Ramsdale, 1975; Kasap vd., 1989), direnç geliştirmiş (Zulueta, 1959) ve bu direnç ilk defa DDT'ye karşı Tarsus bölgesinde *Anopheles sacharovi* üzerinde yüksek oranda rapor edilmiştir. 1971'de gelişen direnç ve kalıcılık sorunu nedeni ile klorlu hidrokarbonların kullanımından vazgeçilmiştir (Ramsdale vd., 1980; Ünsal vd., 1982). Kalıcılıkları daha düşük olan organik fosforlu grubun kullanımı ülke genelinde yaygınlaşmış hem larva hem ergin sivrisinek kontrolü hem de tarımsal zararlı mücadelesinde yaygın oranda kullanılmaya başlanmıştır. Ancak direnç problemi bu grup içinde kısa sürede ortaya çıkmıştır. Direnç nedeni ile 1984'de Malathionun, 1990'da Pirimiphos Methyl'in kullanımından vazgeçilmiştir. Daha sonra 1995'e kadar karbamatlılar grubundan Bendiocarp kullanılmıştır (Kasap vd., 1983; Lüleyap, 1996). Daha sonra ise günümüzde en yaygın kullanım oranına sahip olan pyrethroidlerin kullanımı yaygınlaşmıştır (Akner, 2009).

Kimyasal insektisitlerin birçok dezavantajından sonra doğal insektisit özelliği olan bitkilerden insektisit üretmek için şimdiye kadar birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin

adaçayı bitkisinin farklı türleri üzerinde insektisit araştırmaları yapılmıştır. Bir araştırmada kullanılan 4 farklı *Salvia* türünün ekstraktlarının, *Culex pipiens*'in 3. ve 4. larva evreleri üzerinde böcek öldürücü etki gösterdiği bulunmuş olup, larva öldürücü özelliği en yüksek olan *Salvia* türünün *Salvia tomentosa* olduğu görülmüştür (Gün vd., 2011). Önceki yıllarda *Salvia* cinsine ait bitki türlerinin sivrisinek öldürücü etkilerinin araştırılmasına yönelik bir çalışmanın yapıp yapılmadığı hususunda literatür taraması yapılmış ve bunun sonucunda sınırlı sayıda araştırmaya rastlanılmıştır. Daha önce yapılan bir çalışmada (Waka vd., 2004) *Salvia schimperi* türünün sıcak su ekstraktlarının *Anopheles gambiae* adındaki sivrisinek türüne karşı laboratuvar koşullarında repellent (uzaklaştırıcı) etki gösterdiği bulunmuştur (Gün vd., 2011).

Tüm dünyada olduğu gibi ölkemizde de kimyasal kullanımı sorunu çözmekten öte daha da derinlere itmiştir. Gelişen direnç nedeniyle ve oluşan çevre kirliliği sonucu insektisit sınıfları tek tek yasaklanmış ve yasaklanmaya devam etmektedir. Diğer bir sorun ise kimyasal bileşiklerin hedef organizmaya özgü olmamaları ve diğer canlıları da etkilemeleridir (URL-8). Gelişen doğal ürün pazarını takiben doğal bileşiklerin bu alanda kullanılmaları ve alternatif olarak çeşitli alanlarda kullanılmaya başlamamaları ile yeni bir alternatif olarak pazarda yerini almıştır (URL-6). Bitkilerin kendi savunma hatlarını oluşturmak ve zararlı böcek türlerine karşı kendilerini korumak amacıyla ürettikleri sekonder metabolitler, kısa zamanda parçalanmakta, ayrışmakta böylece toprak/su kirliliğine neden olmamakta ve doğada ek toksik yük oluşurmamaktadır. Bu avantajlarından dolayı bitkisel kökenli insektisitler zararlı mücadelesinde uzun yıllardan beri kullanılmakta ve son yıllarda yenileri eklenerek araştırmalar devam etmektedir (Erdoğan, 2013).

Geçmişten günümüze kadar böcek öldürücü etkiye sahip yaklaşık 1500 bitki tür ve çeşitidi olduğu belirlenmiştir (Ahmed vd., 1984). Bu çalışmada, böcek öldürücü etkiye sahip bitki olduğundan ve içeriğinde muhtemel alkaloid ve fenolik bileşikler bulunduğundan dolayı 8 bitki türü kullanılmıştır. Bitkilerde bulunan fenolik bileşenlerin çözünmesi için en iyi ve uygun çözücü ortamının metanol, flavonoid bileşenler için ise etil asetat olduğu bilinmektedir. Deneyde kullanılan bitkilerden defne ve tütün bitkisi hariç diğer 6 bitkinin etil asetat ekstraksiyonlarında larva ölüm oranlarının daha etkin sonuç verdiği görülmüştür.

Denemelerde kullanılan dört papatya türünden mayıs papatyası ve öküzgözü papatyası hem metonal hem etil asetat ekstraktlarının 48 saatlik deneme değerleri etkin olarak gözlenmiş ve % 100'lere ulaşan ölüm değerleri vermiştir. Diğer iki papatya türü ise yine etil asetat ekstraktlarında % 50'leri aşan oranlarda ölüm vermiştir. Ancak etkinlikleri diğer iki papatya türü kadar gözlenmemiştir. Mayıs papatyası (Alman sarı papatyası) en çok bilinen papatya türlerinden biri olup pek çok bitkisel ürün marketinde bulunan ve tıbbi amaçlı kullanılan bitkilerden biridir (Singh vd., 2011). Bu türün *Aedes aegypti* üzerine repellent etkisi üzerine yapılan bir araştırmada uçucu yağ ekstraktlarının insan temelli cloth patch denemelerinde diğer denenen sarı papatya türlerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tabanca vd., 2014). *Rhipicephalus annulatus* türü kenelerle yapılan denemelerde ise çiçeklerinden elde edilen ekstraktlar denenmiş ve denemeler sonucunda elde edilen % 8'lik ekstraktın yumurta bırakma üzerine % 50'ye yakın oranda etki ettiği yumurta bırakmayı engelleyici etki gösterdiği belirlenmiştir (Pirali-Kheirabadi and Razzaghi-Abyaneh, 2007). Diğer bir deneme ise *Ephestia kuhniella*'ya karşı gerçekleştirilmiştir. Yapılan denemelerde mayıs papatyasının bu türe karşı ciddi repellent etkiye sahip olduğu ve bu etkinin doz ve süre artışı ile arttığı belirlenmiştir. Ayrıca ölüm yüzdeleri değerlendirildiğinde 1000 mg/L hava dozunun ortalama % 68'e ulaşan bir ölüm verdiği gözlenmiştir (El-Khyat vd., 2017). Yapılan bu çalışmadaki sonuçlarda ise metanol ve etil asetat ekstraktlarının etkin olduğu ve 48 saat sonunda % 100'lere yaklaşan ölümler verdiği gözlenmiştir. Öküzgözü papatyası ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmayıp ilk olarak bu çalışmada denenmiş ve metanol ekstraktı ve etil asetat ekstraktının da hem doz hem de süre artışı nazarında etkisinin arttığı gözlenmiştir. Akbaba otu ile de insektisidal aktivite üzerine herhangi bir deneme yapılmamış ve elde ettiğimiz sonuçlara göre bu bitkininde etil asetat ekstraktlarının yüksek dozunun 48 saat sonunda % 80'lere varan ölümler verdiği gözlenmiştir. Doğu pire otu ile yapılan denemelerde ise yine etil asetat yüksek doz 48 saatlik denemelerde % 60'ı aşan sonuçlar elde edilmiştir. Bu bitkinin uçucu yağ ekstraktları ile yapılan denemelerde bir afit türü olan *Lipaphis erysimi*'e karşı fumigasyon etkisi denemelerinde etkin sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca bu türün asetilenik içeriklerinin biyopestisit olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir (Kumar and Matela, 2017).

Karalahana ile herhangi bir insektisidal deneme bulunmayıp bu çalışmada elde edilen değerler etil asetat ekstraktlarının biyopestisit özelliği açısından değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Çalışmada kullanılan bitkilerden *Laurus nobilis* (Defne) bitkisi ile daha önceleri insektisit çalışmaların yapıldığı bilinmektedir. Bir tahıl zararlısı olan *Rhyzopertha dominica* (F.)'ya karşı Tunus ve Fas defnelerinden elde edilen uçucu yağların fumigant ve repellent etkisi olduğu gösterilmiştir (Jemaa vd., 2012). Diğer bir çalışmada *Chrysomya megacephala* üzerinde yapılan denemelerde ise 50 mg/mL'lik ekstraktın % 45 ile % 57 arasında değişen oranlarda larva, pupa ve ergin dönemi ölümleri sağladığı bildirilmiştir (Luna vd., 2017). Un biti *Tribolium castaneum* ile yapılan denemelerde ise defne yaprağı esansiyel yağının polar fraksiyonunun, polar olmayan fraksiyona kıyasla böcek ilacı olarak daha aktif olduğu belirlenmiş ve etkinliğin zamana göre arttığı gözlenmiştir (Chahal vd., 2016). Yapılan bu çalışmada ise hem metanol hem etil asetat ekstraksiyonlarının 1000 µL'lik denemelerde hem 24 hem 48 saatlik sonuçlarının etkin olduğu ve % 100'e varan ölüm verdiği belirlenmiştir. Ayrıca etil asetat ekstraksiyonu düşük dozun bile % 50'i aşan ölüm değerleri verdiği gözlenmiştir.

Tütün çok eskiden beri bilinen ve içeriğinde yer alan nikotinin öldürücü etkisi olduğu bilinen bir bitkidir. Kum sineği türlerinden *Phlebotomus argentipes* ile yapılan denemelerde tütün su ekstraktının ergin bireylerde % 100 ölüm verdiği belirlenmiştir (Dinesh vd., 2015). Oryantal meyve güvesi *Grapholita molesta* (Busck) üzerinde yapılan denemelerde tütünün 2 mg/mL ekstraktının birinci dönem larvaları üzerine % 90'ı aşan ölüm verdiği belirlenmiştir. Aynı ekstraktın ergin erkek ve dişiler üzerinde yapılan denemelerde ise % 80'i aşan ölüm verdiği gözlenmiştir (Sarker and Lim, 2018). Bu çalışmada ise hem metanol hem etil asetat ekstraktlarının yüksek dozlarının % 50'yi aşan ölüm yüzdeleri verdiği belirlenmiştir.

*Spodoptera littoralis* (Boisduval) ile yapılan bir denemede insektisidal etkisi araştırılan orman gülünün grierson metanol ekstraktının hiçbir öldürücü etki göstermediği belirlenmiştir (Karakoç ve Gökçe, 2012). Diğer bir ormangülü türü olan *Rhododendron luteum* ile yapılan başka bir çalışmada iki benekli akar *Tetranychus*

*urticae* üzerinde etanol ekstraktının larva ev erginlerde % 80'lere ulaşan ölümler verdiği gözlenmiştir (Erdoğan vd., 2012). Yapılan bu çalışmada ise hem çiçek hem yaprak denemeleri yapılmış fakat etil asetat ekstraksiyonu yüksek doz hariç herhangi bir etkinlik gözlenememiştir.





## 5. ÖNERİLER

Ülkemize son dönemlerde giriş yapmış ve hızla yayılmakta olan istilacı türlerin en tehlikelilerinden biri kabul edilen *Aedes albopictus* ile mücadele için çeşitli adımlar atılması gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan bazı bitkilerin bu vektörle mücadelede alternatif yeni biyopestisitler olarak kullanılabilecekleri görülmüştür. Bu türle mücadele anlamında her türlü aracın denenmesi ve özellikle doğayı etkilemeyen çözümler üzerinde yoğunlaşarak buna göre adımlar atılması gerekmektedir.

Halk sağlığı zararlıları olan sivrisineklerle mücadelenin başarısının artması ve kimyasal insektisitlerin neden olduğu çevre kirliliğinin önlenmesi için farklı bitki özütleriyle daha çok çalışmalar yapılmalı ve bunların etki mekanizmaları araştırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Ahmed, S., Grainge, M., Hylin, J., Mitchell, W.C. and Litsinger, J.A., 1984.** Some promising plant species for use as pest control against under traditional farming systems. In Proceedings of the 2nd International Neem Conference (Rauischholzhausen, 1983), 565-580.
- Akdur, R., 1997.** Sıtma Eğitimi Notları. T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Cem Web Ofset Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, 69 s.
- Akner, M.M., Şimşek F.M. and Çağlar, S.S., 2009.** Insecticide Resistance of *Culex pipiens* Diptera Culicidae in Turkey. Journal of Pesticide Science, 34(4), 259-264. DOI: 10.1584/jpestics.G09-28.
- Akner, M.M., 2003.** *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae)'da İnsektisitlere Karşı Direnç Düzeyinin Tespiti ve Alana Özgü Direnç Yönetimi. Bilim Uzmanlığı Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 102 s.
- Akner, M.M., 2009.** Sivrisineklerde Direnç Tespiti ve Direnç Gelişimini Sağlayan Enzimatik Mekanizmaların Araştırılması. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 109 s.
- Akner, M.M., Demirci, B., Babuadze, G., Robert, V. and Schaffner, F., 2016.** Spread of the Invasive Mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the Black Sea Region Increases Risk of Chikungunya, Dengue, and Zika Outbreaks in Europe. Plos Neglected Tropical Diseases, 10(4), 1-5. DOI: 10.1371/journal.pntd.0004664.
- Alten, B. ve Çağlar, S.S., 1998.** Vektör Ekolojisi ve Kontrolü. I. Sıtma Vektörünün Biyoekolojisi, Mücadele Organizasyonu ve Yöntemleri, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü Yayınları, Bizim Büro Basımevi, 240 s., 3-47.
- Aranda, C., Eritja, R. and Roiz, D., 2006.** First record and establishment of the mosquito *Aedes albopictus* in Spain. The Royal Entomological Society, Medical and Veterinary Entomology, 20(1), 150-152. DOI: 10.1111/j.1365-2915.2006.00605.x.
- Baytop, T., 1999.** Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri, 2. Baskı, ISBN: 975-420-021- 1, İstanbul, 480 s.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Dahl, C., Lane, J. and Kaiser, A., 2003.** Mosquitoes and Their Control. Kluwer Academic, Plenum publishers, USA, 498, 345-411. DOI: 10.1007/978-1-4757-5897-9.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Dahl, C., Madon, M.B. and Kaiser, A., 2010.** Mosquitoes and Their Control, 2nd Edition. Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 577 p. DOI: 10.1007/978-3-540-92874-4.

- Benedict, M.Q., Levine, R.S., Hawley, W.A. and Lounibos, L.P., 2007.** Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector-Borne Zoonotic Diseases*, 7(1), 76–85.
- Bursalı, F., 2013.** Akdeniz ve Ege Bölgelerinde *Anopheles maculipennis* kompleksinde Kdr Mutasyonuna Dayalı İnektisit Direncinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye, 83 s., 2.
- Calzolari, M., Bonilauri, P., Bellini, R., Albieri, A., Defilippo, F., Maioli, G., Galletti, G., Gelati, A., Barbieri, I. and Tamba, M., 2010.** Evidence of simultaneous circulation of West Nile and Usutu viruses in mosquitoes sampled in Emilia-Romagna region (Italy) in 2009. 5(12), e14324. DOI: 10.1371/journal.pone.0014324.
- Casida, J.E. and Quistad, G.B., 1995.** Pyrethrum Flowers: Production, Chemistry, Toxicology and Uses. Oxford University Press, New York, 356 p.
- Casida, J.E., 1973.** Pyrethrum, The Natural Insecticide. Academic Press, New York, 329 p.
- Cengiz, S., 2009.** Karalahananın İnsan HDL Reseptörüne(SR-B1) Etkisi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 93 s., 1-12.
- Chahal, K.K., Bansal, R. and Kaur, R., 2016.** Chemistry and insecticidal potential of bay leaf essential oil against stored grain pest of wheat. *Journal of Applied and Natural Science*, 8(4), 2049-2054.
- Chandra, G., Bhattacharjee, I., Chatterjee, S.N. and Ghosh, A., 2008.** Mosquito control by larvivorous fish. *The Indian Journal of Medical Research* 127, Department of Zoology, University of Burdwan, Burdwan, India, 13-27.
- Chen, X.G., Jiang, X., Gu, J., Xu, M., Wu, Y., Deng, Y., Zhang, C., Bonizzoni, M., Dermauw, W., Von, J., Armbruster, P., Huang, X., Yang, Y., Zhang, H.W., Peng, H., Liu, Y., Wu, K., Chen, J., Lirakis, M., Topalis, P., Van Leeuwen, T., Salon, A.B., Jiang, X., Thorpe, C., Mueller, R.L., Güneş, C., Waterhouse, R.M., Yan, G., Tu, Z.J., Fang, X. and James, A.A., 2015.** Genome sequence of the Asian Tiger mosquito, *Aedes albopictus*, reveals insights into its biology, genetics, and evolution. *PNAS, Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(44), E5907-15. DOI: 10.1073/pnas.1516410112.
- Curtis, T.J., 1965.** Status of mosquito and fly insecticide susceptibility in Turkey. *Mosque News*, 22(2), 143-146.
- Çırpan, M., 2017.** Bursa–Kurşunlu Yöresi Defne (*Laurus nobilis* L.) Sahalarından Farklı Dönem ve Yükseltelerde Toplanan Defne Yapraklarının Uçucu Yağ Verimi ve Kimyasal Bileşiminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye, 77 s., 10-12.

- Çinkılıç, S., 2009.** Mayıs Papatyasının (*Matricaria chamomilla*) Antioksidan Kapasitesinin İncelenmesi ve Toplam Fenolik Bileşik Tayini. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye, 52 s., 3-4.
- Demirtaş, R., 2017.** Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Yayılan *Culex pipiens* kompleks Türlerinde kdr ve ace Direnci. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 55 s., 11-18.
- Dinesh, D.S., Kumari, S., Pandit, V., Kumar, J., Kumari, N., Kumar, P., Hassan, F., Kumar, V. and Das, P., 2015.** Insecticidal effect of plant extracts on *Phlebotomus argentipes* (Diptera: Psychodidae) in Bihar, India. The Indian journal of medical research, 142 Suppl(Suppl 1), 95-100.
- Dmitrienko, S.G., Kudrinskaya, V.A. and Apyari, V.V., 2012.** Methods of extraction, preconcentration, and determination of quercetin. Journal of Analytical Chemistry, 67(4), 299–311.
- Doğan, M., 2015.** Vektör Sivrisinek Türü *Aedes albopictus*'un Yaşam Öyküsü Karakteri Üzerine Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 64 s., 1-10.
- Doğan, Z., 2013.** Ratlarda Orman Gülü Balının Bazı Biyokimyasal ve Histopatolojik Parametreler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye, 63 s., 1-9.
- El-Khyat, E.F., Tahany, R., Abd El-Zaher. and El-Zoghby, I.R.M., 2017.** Insecticidal Activity of Some Essential Oils from Different Plants against the Tropical Warehouse Moth, *Ephesia cautella* (Walker). Middle East Journal of Agriculture, 6(1), 13-23.
- Erdogan. P., Yildirim, A. and Sever, B., 2012.** Investigations on the Effects of Five Different Plant Extracts on the Two-Spotted Mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae). Psyche, 2012(125284), 5 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/125284>.
- Erdoğan, P., 2013.** Bitkisel İsektisitlerin Özellikleri ve Zararlılara Etkisi. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 3(2), 14-25. DOI: <http://dx.doi.org/10.7212%2Fzkufbd.v3i2.98>.
- Genrty, A.H., 1993.** Tropical forest diversity and the potential for new medicinal plants. In: Kinghorn AD, Balandrin MF (Eds) Human Medi-cinal Agents from Plants, ACS Symposium Series, 543, 13-24.
- Gökdeniz, Ö., 2006.** Bazı Organik Fosforlu İsektisitlerin *Culex pipiens* ve *Culiseta longiareolata* (Diptera: Culicidae) Larvaları Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 45 s., 3-10.

- Gratz, N.G., 2004** Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and Veterinary Entomology*, 18(3), 215–227. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.00513.x>.
- Gullan, P.J. ve Cranston, P.S., 2010.** Böcekler: Entomolojinin Ana Hatları. Nobel yayınları, yayın no: 422, 4. Baskı, ISBN: 978-605-133-324-3, 563 s., Gök, A. (Ç. Ed), 413-417.
- Gün, S.Ş., Çinbilgel, İ., Öz, E. ve Çetin, H., 2011.** Bazı *Salvia L.* (Labiatae) Bitki Ekstraktlarının, Sivrisinek *Culex pipiens L.* (Diptera: Culicidae)'e Karşı Larva Öldürücü Aktivitesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(Suppl A), 61-65. DOI:10.9775/kvfd.2010.3338.
- Günçan, A. ve Durmuşoğlu, E., 2004.** Bitkisel Kökenli Doğal İnsektisitler Üzerine Bir Değerlendirme. *Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bornova, İzmir*, ISSN: 1302-1702, Sayı: 233, 26-32.
- Gündüz, G., 1996.** Ormangülü (*Rhododendron ponticum L.*) Çiçeklerinin Ekstraksiyonu ve Boya Maddesi Özelliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye, 47 s., 1-2.
- Hamidou, M., Yamada, H., Oliveira Carvalho, D., Mamai, W., Avgoustinos, A., Argilés Herrero, R., Bourtzis, K. and Bouyer, J., 2018.** Guidelines For Colonization of *Aedes* Mosquito Species version 1. Insect Pest Control Section, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Vienna, 1-11.
- Harbach, R.E. and Kitching, I.J., 2005.** Reconsideration of *Anopheline* phylogeny (Diptera: Culicidae: Anophelinae) based on morphological data. *Systematics and Biodiversity*, 3, 345–374.
- Harbach, R.E., 2011.** The Culicidae (Diptera): A review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa*, 1668, 591–638.
- Huang, Y.M., 1968.** Neotype designation for *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). Department of Entomology, Smithsonian Institution, Washington, District of Columbia, 20560, 1-7.
- Isman, M.B., 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. Faculty of Agricultural Sciences, University of British Columbia, Suite 248, 2357 Main Mall, Vancouver, British Columbia, Canada V6T 1Z4, Crop protection, 19, 603-608.
- Jemaa, J.M.B., Brinsi, C. and Khouja, M.L., 2012.** Chemical composition and insecticidal activities of *Laurus nobilis* (L.) essential oils from Tunisia and Morocco against adults of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). *Integrated Protection of Stored Products IOBC-WPRS Bulletin*, 81, 89-96.

- Karacasu, F., 1998.** Anopheles Larvalarının *Bacillus Thuringiensis* Karşı Duyarlılıklarının Araştırılması. Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 70 s., 20-36.
- Karakoç, Ö.C. ve Gökçe, A., 2012.** Bitki ekstraktlarının *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)'e olan kontak toksisiteleri. Türk Entomoloji dergisi, 36(3), 423-431.
- Kasap, M., Kasap, H. ve Mimoğlu, M.M., 1983.** Çukurova Bölgesinde *An. sachorovi* Erginlerinin Çeşitli İnsektisitlere Karşı Gösterdikleri Direnç. Doğa Bilimleri Dergisi (Seri C), 7(3), 256-260.
- Kasap, M., Kasap, H., Alptekin, D. ve Demirhan, O., 1989.** *Anopheles sachorovi*'de Beslenme ve Fizyolojik Yaş. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, Sayı: 4, 581-589.
- Kınay, A., 2014.** Bazı Oriental Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Melezlerinde Verim ve Kalite Özellikleri. Doktora Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye, 104 s., 1-4.
- Kidah, M.I., 2018.** Chemical constituents of the essential oil extracted from *Nicotiana tabacum* Leaves. Biotechnology Journal International, 21(1), 1-4.
- Kumar, V. and Mathela, C.S., 2017.** Toxicity and repellent effect of essential oils and a major component against *Lipaphis erysimi*. Journal of Crop Protection, 6 (1), 15-23.
- Le Goff, G., Damiens, D., Payet, L., Ruttee, A.H., Jean, F., Lebon, C., Dehecq, J.S. and Gouagna, L.C., 2016.** Enhancement of the BG-sentinel trap with varying number of mice for field sampling of male and female *Aedes albopictus* mosquitoes. Parasit Vectors, 9(1), 514.
- Luna, A., da Cruz, J., Brandao, G., Nascimento, R., Mpalantinos, M., Queiros, M., Ferreira, J.L., Ramos, A., Silva, J. and Amaral, A.C., 2017.** Evaluation of insecticidal potential of *Laurus nobilis* essential oil. Proceedings of Brazilian conference of natural products and annual meeting on micromolecular evolution systematics and ecology, ISSN: 2594-7346, 1-2.
- Lüleyap, Ü., 1996.** Çukurova Bölgesindeki Sivrisineklerde Gelişen Fizyolojik İnsektisit Direncinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 78 s., 1-3.
- Mokrani, A. and Madani. K., 2016.** Effect of solvent, time and temperature on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity of peach (*Prunus persica* L.) fruit. Separation and Purification Technology, 162, 68-76.

- Mordue (Luntz), A.J., Simmonds, M.S.J., Ley, S.V., Blaney, W.M., Mordue, W., Nasiruddin, M. and Nisbet, A.J., 1998.** Actions of Azadirachtin, a Plant Allelochemical, Against Insecticide Pesticide Science. Biotechnology and Biological Sciences Research Council, 54(3), 277-284.
- Öztürk, M., 2018.** Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yayılan *Culex pipiens* kompleks Türlerinde Biyokimyasal İnektisit Direnci. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 67 s., 1-19.
- Pedigo, L.P., 1996.** Entomology and Pest Management. Prentice Hall Inc, 679 p.
- Perry, A.S., Yamamoto, I., Ishaaya, I. and Perry, R.Y., 1998.** Insecticides in Agriculture and Environment, Retrospects and Prospects. Springer-Verlag Berlin, Heilderberg, 261 p. DOI: 10.1007/978-3-662-03656-3.
- Pirali-Kheirabadi, K. and Razzaghi-Abyaneh, M., 2007.** Biological activities of chamomile (*Matricaria chamomile*) flowers' extract against the survival and egg laying of the cattle fever tick (Acari Ixodidae). Journal of Zhejiang University. Science B, 8(9), 693-696. DOI: 10.1631/jzus.2007.B0693.
- Rai, K.S., 1996.** Genetic control of vectors. The Biology of Disease Vectors, 564-574.
- Ramsdale, C.D., 1975.** Insecticide resistance in the Anopheles of Turkey. Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 69(2), 226-233.
- Ramsdale, C.D., Heralt, P.R.J. and Davidson, G., 1980.** Recent developments of insecticide resistance in some Turkish Anophelinae. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 83, 11-19.
- Sarker, S. and Lim, U.T., 2018.** Extract of *Nicotiana tabacum* as a potential control agent of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). 13(8), e0198302. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198302>.
- Ser, Ö. and Çetin, H., 2015.** Toxicity of mosquito larvicides on non-target mosquito predator insect, backswimmer (*Notonecta* sp.). Fresenius Environmental Bulletin, 24(1), 311-316.
- Ser, Ö. ve Çetin, H., 2016.** Pestisitlerin vektör mücadelesinde kullanımları. Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri-Farmakoloji ve Toksikoloji Özel Dergisi, 2(2), 26-34.
- Ser, Ö., 2013.** Bazı Sivrisinek Larvasitlerinin Sivrisinek Larva Predatörü *Notonecta* sp. Üzerinde Toksik Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye, 41 s., 1-12.
- Ser, Ö., 2018.** Antalya İlinde *Culex Pipiens* L. (Diptera: Culicidae) Popülasyonlarının Sentetik Pretroitlere Karşı Hassasiyet Seviyelerinin Araştırılması. Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye, 92 s., 1-3.

- Shalan, E.A.S. and Canyon, D.V., 2009.** Aquatic Insect Predators and Mosquito Control. *Tropical Biomedicine*, 26(3), 223-261.
- Shanker, C. and Solanki, K.R., 2000.** Botanical insecticides: A historical perspective. *India, Asian agrihistory*, 4(2), 21-30.
- Singh, O., Khanam, Z., Misra, N. and Srivastava, M.K., 2011.** Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. *Pharmacognosy Reviews*, 5(9), 82-95.
- Tabanca, N., Demirci, B., Avonto, C., Wang, M., Ali, A., Bernier, U.R., Raman, V. and Khan, I.A., 2014.** Mosquito repellent activity of essential oils and extracts from Chamomile flowers. 80(10), 2-3. DOI: 10.1055/s-0034-1382474.
- Tiryaki, O., Canhilal, R. ve Horuz, S., 2010.** Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 154-169.
- Tomlin, C., 1997.** The Pesticide Manual: Eleventh Edition. Crop Protection Publications, British Crop Protection Council and the Royal Society of Chemistry, United Kingdom, 1-10.
- Türküsay, H. ve Onoğur, E., 1998.** Bazı Bilki Ekstraktlarının in vitro Antifungal Etkileri Üzerine Araştırmalar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22(1998), 267-271.
- Ujvary, I., 1999.** Nicotine and other insecticidal alkaloids. *Niconitoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine Receptor*. Eds Yamamoto, I. and Casida, E.J. Springer Verlag, Tokyo, Japan, 29-69.
- URL-1, 2016.** <https://tr.depositphotos.com/97525838/stock-illustration-nature-aedes-egypti-mosquito-stilt.html> (26 Ocak 2019).
- URL-2, 2012.** <https://bugguide.net/node/view/727874/bgpape> (25 Ekim 2018).
- URL-3, 2016.** <https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/facts/mosquito-factsheets/aedes-albopictus> (1 Kasım 2018).
- URL-4, 2018.** <https://www.haberturk.com/zika-virusu-turkiye-de-zika-virusu-tasiyan-sinekler-istanbul-ve-dogu-karadeniz-e-yerlesti-1789503#> (30 Ocak 2019).
- URL-5, 2018.** <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-albopictus-current-known-distribution-june-2018> (13 Aralık 2018).
- URL-6, 2018.** <https://www.sorhocam.com/etiket.asp?sid=1039&bitkisel-kokenli-dogal-insektisitler/> (10 Kasım 2018).
- URL-7, 2018.** <https://bilgihanem.com/papatya-nedir/> (6 Aralık 2018).
- URL-8, 2014.** <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/mosquitoes-kill-more-humans-human-murderers-do-180951272/> (23 Aralık 2018).



- URL-9, 2016.** <https://www.cdc.gov/niosh/topics/outdoor/mosquito-borne/default.html> (23 Aralık 2018).
- Ünsal, U., Eren, N. ve Benli, D., 1982.** Sıtma Epidemiyolojisi. Hacettepe Üniversitesi, Yayın no: 25, Ankara, 57 s.
- Waka, M., Hopkins, R.J. and Curtis, C., 2004.** Ethnobotanical survey and testing of plants traditionally used against hematophagous insects in Eritrea. *Journal of Ethnopharmacology*, 95(1), 95-101.
- Weinzierl, R. and Henn, T., 1991.** Alternatives in Insect Management, Biological and Biorational Approaches, University of Illinois Cooperative Extension. North Central Regional Extensions Publication, 401, 73 p.
- WHO, 2000a.** Progress with Roll Back Malaria, In the WHO European Region. WHO Regional Office for Europe, Denmark, 27 p.
- WHO, 2000b.** RBM Action at Country Level. Country Updates, October 1998-June 2000, WHO/CDS/RBM/2000.24 Switzerland, 80 p.
- WHO, 2005.** Guidelines For Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides, WHO/CDS/WHOPE/GCDPP/2005.13. 39 p.
- WHO, 2009.** World Malaria Report. Geneva, Switzerland, 78 p.
- Wink, M., 1993.** Production and application of phytochemicals from an agricultural perspective. In *Phytochemistry and Agriculture*, Eds T. A. van Beek and H. Breteler, H. Claredon Press, Oxford, UK, 171-213.
- Yıldız, Y., 2015.** Kocaeli İli Başiskele İlçesinde Yetiştirilen Karalahana (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) Bitkisinin Beslenme Durumunun Bitki Analizleriyle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye, 37 s., 1-2.
- Zulueta, J.D., 1959.** Insecticide resistance in *Anopheles sacharovi*. *Bulletin of the World Health Organization*, 20, 797-822.

## ÖZGEÇMİŞ

Seçkin ARAT, 30/09/1992 tarihinde Kale’de doğdu. İlköğretimini 2002 yılında Kale ilçesinde Çamlarca İlköğretim Okulu’nda ve Ortaöğretimini 2006 yılında Kale ilçesinde Cumhuriyet Pansiyonlu İlköğretim Okulunda 2010 yılında Söke ilçesinde Söke Lisesi’nde tamamladı. 2011 yılında başladığı lisans eğitimini 2015 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nde tamamladı. 2015 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans öğrenimini halen devam ettirmektedir.

