

## *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. Bitki Ekstraktlarının *Culex pipiens* L.'e karşı Larva Öldürücü Etkisi

Emre ÖZ\*

Antalya Bilim Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Döşemealtı, Antalya

Sorumlu yazar e-posta: emre.oz@antalya.edu.tr

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5513-4960>

Geliş Tarihi: 23 Mart 2023 ; Kabul Tarihi: 6 Aralık 2023

### Öz

#### Anahtar kelimeler

Bitkisel ekstrakt;  
*Culex pipiens*;  
Larva öldürücü etki;  
*Sisymbrium officinale*;  
Toksisite

Sivrisinekler, insanlarda önemli sağlık sorunlarına neden olabilen sıtma, Batı Nil ateşi, sarı humma ve Zika virüsü gibi çeşitli hastalıkların vektörleridir. Sivrisinek istilalarını kontrol etmek için kimyasal insektisitler kullanılır. Son yıllarda, insektisitlerin yanlış kullanımı nedeniyle sivrisinekler bu kimyasallara karşı direnç geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, Antalya'nın Döşemealtı ilçesinden çiçeklenme döneminde toplanan *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. (Brassicales: Brassicaceae) bitki türünün çiçek kısmına ait etil alkol ve aseton ekstraktlarının *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) sivrisinek türüne karşı larva öldürücü etkisi laboratuvar koşullarında test edilmiştir. İkinci ve üçüncü evre larvalar altı farklı konsantrasyona (10, 25, 50, 100, 250 ve 500 ppm) 120 saat maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre etil alkol ekstraktı, aseton ekstraktına göre *Cx. pipiens* üzerinde daha toksik olup LC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 98,024 ve 104,19 ppm olarak bulunmuştur. Yüz yirmi saatin sonunda en yüksek konsantrasyon olan 500 ppm'de etil alkol ekstraktında %96,67 ölüm, aseton ekstraktında ise %90 ölüm görülmüştür. *S. officinale* bitkisinden elde edilecek bitkisel bazlı ticari insektisitlerin sivrisinek mücadelesinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

## Larvicidal Effect of *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. Plant Extracts against *Culex pipiens* L.

### Abstract

#### Keywords

Plant-based extract;  
*Culex pipiens*;  
Larvicidal effect;  
*Sisymbrium officinale*;  
Toxicity

Mosquitoes are vectors of various illnesses like malaria, West Nile fever, yellow fever, and Zika virus, all of which can cause significant health issues in people. Chemical insecticides are used with to control mosquito infestations. In recent years, due to the improper use of insecticides, mosquitoes have developed resistance to these chemicals. In this study, the larvicidal effects of ethyl alcohol and acetone extracts of the flower part of the *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. (Brassicales: Brassicaceae) plant species collected in the flowering period from the Döşemealtı district of Antalya against *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) mosquito species were tested under laboratory conditions. Second and third instar larvae were exposed to six different doses (10, 25, 50, 100, 250, and 500 ppm) for 120 hours. According to the results, the ethyl alcohol extract was more toxic on *Cx. pipiens* than the acetone extract, and the LC<sub>50</sub> values were found to be 98.024 and 104.19 ppm, respectively. At the end of 120 hours, 96.67% mortality was observed in the ethyl alcohol extract at a dose of 500 ppm (the highest dose), while 90% mortality was observed in the acetone extract. It is thought that the plant-based commercial insecticides obtained from the *S. officinale* plant may be effective in mosquito control.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Giriş

İnsanlar tarih boyunca, gıda temini, yaraların iyileştirilmesi, hastalıkların tedavisi ve böcek mücadelesi dâhil olmak üzere çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için bitkilerden yararlanmışlardır. Doğal olarak yetişen güzel kokulu tıbbi ve aromatik bitkiler koku üretiminde, baharat yapımında

kullanılmasının yanı sıra öksürük, soğuk algınlığı, boğaz ağrısı vb. hastalıklara karşı geleneksel tıpta tedavi edici olarak da kullanılmaktadır.

Türkiye, Asya ve Avrupa kıtaları arasında doğal bir köprü olması ve üç fitocoğrafik bölgenin kesiştiği noktada bulunması nedeni ile Dünya'da çok önemli bir konuma sahiptir. Ülkemiz, üçte biri endemik

olmak üzere yaklaşık 12000 bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır (Acıbuca ve Budak 2018). Bu bitki çeşitliliği içinde yaklaşık 3000 bitki türü farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Örneğin; çay ve yemeklerin lezzetini arttırmak için veya bazı hastalıkları tedavi etmek amacıyla kullanılmaktadır (Davis *et al.* 1998, Guner *et al.* 2001).

*Sisymbrium officinale* (L.) Scop. Brassicaceae familyasına ait tek gövdeli, dallı, sarı yaprakları olan tek yıllık otsu bir bitkidir. Bu bitki çorak arazilerde, yol kenarlarında ekili ve tahrip edilmiş habitatlarda yaygın olarak görülen bir yabancı ottur. Avrupa ve Kuzey Afrika'nın yerlisi olan bu bitki tüm dünyaya yayılmıştır. *S. officinale* farenjit, larenjit, öksürük, afoni, soğuk algınlığı, boğaz ağrısı ve astım gibi solunum yolu hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu bitkinin 2000 yıldan daha uzun bir süre önce Yunan ve Roma dönemlerinde mastitis, orşit ve bazı tümörler de dahil olmak üzere birçok hastalığı tıbbi destek olmadan tedavi etmek içinde kullanılmıştır (Zorzan *et al.* 2020). *S. officinale* bitkisinin antioksidan, antimikrobiyal ve antimitojenik etkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Blazevic *et al.* 2010, Di Sotto *et al.* 2016, Guarise *et al.* 2019). Son zamanlarda bilim insanları bitkilerden elde edilen uçucu yağ ve ekstraktların tarım, orman ve halk sağlığı zararlılarına karşı toksik etkilerini araştırmaya yönelmişlerdir. Halk sağlığı zararlılarının en önemli grubunu ise sivrisinekler oluşturmaktadır.

Sivrisinekler insan hastalıklarının önemli vektörleri arasında yer alan oldukça gelişmiş kan emici böceklerdir. Dünyada her yıl milyonlarca insanı etkileyen ve ölümüne neden olan bu canlılar sıtma, sarıhumma, dang humması, chikungunya humması, filariasis, ensefalit, batı nil virüsü enfeksiyonu vb. hayatı tehdit eden hastalıkların çoğu için bir vektör görevi görürler (Inci *et al.* 2013, Duzlu *et al.* 2016). Sivrisineklerle mücadele kapsamında erginlerde daha çok residüel insektisitler, larva evresinde ise böcek gelişim düzenleyiciler ve toksin içeren bakteri preparatları kullanılmaktadır (Inci *et al.* 2014, Cetin *et al.* 2015, Azizoğlu *et al.* 2017, Rhyne and Richards 2020). Ergin sivrisinekler uçuş davranışları gösterdikleri için mücadelesi daha zor

olmaktadır. Sivrisinek larvaları ise sulak ortamlarda yetiştiği için kontrol edilebilmesi erginlere göre daha kolaydır. Bu nedenle üreme kaynaklarında larva mücadelesinin eksiksiz ve doğru yapılması sivrisineklerin kontrolünde başarıyı getirecek en önemli unsurdur.

Sentetik insektisitlerin sürekli olarak uygulanması, vektör türlerinde direncin gelişmesine, besin zinciri yoluyla toksik maddelerin biyolojik olarak çoğalmasına ve insan sağlığı dahil olmak üzere çevre kalitesi ve hedef olmayan organizmalar üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Ghosh *et al.* 2012). Bu nedenle son yıllarda entegre mücadele kapsamında alternatif stratejilerin uygulanmasına ağırlık verilmiştir. Biyolojik kontrol programı kapsamındaki en etkili alternatif yaklaşımlardan biriside botanik kökenli böcek öldürücülerinin kullanılmasıdır. Tek bir aktif bileşene dayanan geleneksel insektisitlerin aksine, bitkiden türetilen insektisitler birden fazla ikincil bileşen içerdiği için konukçunun direnç geliştirme ihtimalini azaltmaktadır. Bu faydalarından dolayı son yıllarda bilim insanları sentetik kimyasallara karşı alternatif böcek öldürücü ürünler üretmek için bitkilerden elde edilen uçucu yağ ve ekstraktların böcek öldürücü etkisini araştırmaya yönelmişlerdir. Bu çalışmada ise *S. officinale* bitkisinin etanol ve aseton ekstraktlarının *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) larvaları üzerinde toksik etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Ekstrakt hazırlama

*S. officinale* bitkisi 2022 yılının Mart ayında çiçeklenme dönemindeyken Antalya'nın Döşemealtı ilçesinden toplanmıştır. Bitkinin çiçek kısımları budama makası yardımı ile kesilmiş ve güneş ışığına doğrudan maruz bırakılmayacak şekilde kurutma kâğıdına serilerek 7 gün süre ile kurumaları beklenmiştir. Daha sonra bitki parçaları mutfak robotunda öğütülerek toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilmiş bitki örnekleri 100'er gram olacak şekilde tartılarak bir litrelik cam kavanozlara konulmuştur. Daha sonra örneklerin üzerini kaplayacak şekilde 200 ml etil alkol (%99,9)

ve 200 ml aseton (%99) ayrı ayrı eklenerek 72 saat karanlık ortamda, 25±2°C sıcaklıktaki laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Bekleme işlemi tamamlandıktan sonra örnekler filtre kâğıdından geçirilerek süzme işlemi yapılmıştır. Sıvı ekstraktlar cam şişelere konulmuş ve ekstraktların içerisindeki etil alkol ve asetonun uçması için yaklaşık 10-15 gün ağzı açık olacak şekilde bekletilmiştir. Elde edilen ekstraktlar cam şişelere konularak kapakları kapatılmış ve testlerde kullanılmaya kadar +4°C'de buzdolabında saklanmıştır.

## 2.2. Sivrisinek popülasyonu

Çalışmada, 2015 yılından itibaren Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Vektör Ekolojisi Laboratuvarında yetiştirilen *Cx. pipiens* larvaları kullanılmıştır. Toksikite testleri için her bir ekstrakt ve kontrol grubu için 210 adet olmak üzere toplamda 420 adet 2. ve 3. dönemdeki larvalar seçilmiştir.

## 2.3. Biyolojik etkinlik testleri

Larva öldürücü etkinlik testleri Gün vd. (2011)'nin metoduna göre yapılmıştır. Ekstraktlar saf suda çözülmediği için öncelikle ekstraktı çözebilecek miktarda kendi çözgeni (etil alkol veya aseton) eklenerek ekstrakt homojen olarak çözülmüş, daha sonra bu karışım saf su ile seyreltilerek 1000 ppm'lik stok çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler 12 saat bekletilerek çözgenlerin uçması sağlanmıştır. Stok çözeltiden uygun seyreltmeler yapılarak 10, 25, 50, 100, 250 ve 500 ppm'lik konsantrasyonları hazırlanmıştır. 10'ar adet 2. ve 3. evre larva, hazırlanan solüsyonlara pastör pipet yardımı ile serbest bırakılmıştır. Kontrol grubu solüsyonlarının içine testlerde kullanılan miktar kadar çözgenler eklenmiştir. Larvalara gün aşırı olmak üzere beslenmeleri için uygun miktarda balık yemi verilmiştir. Testlerdeki larva ölümleri 24 saatte bir sayılarak 120. saate kadar not edilmiştir. Larvalara bir pipet ile dokunulduğunda doğal yüzme davranışlarını gösteremiyorsa veya dipte hareketsiz kalıyorsa ölü olarak kabul edilmiştir. Testler her bir konsantrasyon için 3'er kez tekrar edilmiştir.

## 2.4. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Testlerden elde edilen verilere göre zamanlar ve konsantrasyonlar arasında istatistiksel açıdan fark olup olmadığı SPSS programı kullanılarak Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile analiz edilmiştir. Lethal konsantrasyon 50 (LC<sub>50</sub>) değerleri SPSS'de Probit analiz programı kullanılarak hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular

*S. officinale* bitki türünün farklı konsantrasyonlardaki etil alkol ve aseton ile ayrı ayrı muamele edilmiş ekstraktlarının 2. ve 3. evre *Cx. pipiens* larvaları üzerindeki öldürücü etkisi ile ilgili sonuçlar Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Yirmi dört saat maruziyet sonunda etil alkol ekstraktının 10-100 ppm konsantrasyonları arasında akut toksisitesinin (24 saat) olmadığı, 250 ve 500 ppm konsantrasyonlarında ise düşük akut toksisiteye (≤%50) sahip olduğu görülmüştür. Yüz yirmi saatin sonunda istatistiksel bir farklılık bulunmayan 250 ve 500 ppm konsantrasyonlarında sırası ile %80 ve %96,67 ölüm görülmüştür. Genel olarak 10, 25 ve 50 ppm konsantrasyonlarında etil alkol ekstraktının toksik etkisi oldukça düşük olup, konsantrasyonlara ve zamana bağlı olarak istatistiksel bir farklılık görülmemiştir. Konsantrasyonlar kendi içinde zamana bağlı olarak incelendiğinde 100, 250 ve 500 ppm konsantrasyonlarında 72. saatten itibaren kontrol grubu ile istatistiksel bir farklılık vardır (Çizelge 1). Test edilen elde edilen ölümler SPSS'de Probit analiz programı kullanılarak LC<sub>50</sub> değerleri belirlendi ve etil alkol ekstraktının LC<sub>50</sub> değeri 98,024 ppm (min:63,556 ppm; max:160,064 ppm) olarak bulunmuştur.

Aseton ekstraktında yüz yirmi saatin sonunda 10, 25, 50 ve 100 ppm konsantrasyonlarının larva öldürücü etkisi oldukça düşük olup, ölüm oranı %16,67 ile %33,33 arasında değişmektedir. Yüksek toksisiteye sahip olan 250 ve 500 ppm konsantrasyonlarında ise sırası ile %83,33 ve %90 ölüm görülmüştür ve ayrıca bu konsantrasyonlar arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır (P≤0.05). Test edilen tüm konsantrasyonlarda

aseton ekstraktı yirmi dört saatte düşük akut toksisiteye sahiptir ve ölüm oranı %26,67'yi geçmemiştir (Çizelge 2). Etil alkol ekstraktına göre larva öldürücü etkisi daha düşük olan aseton ekstraktının LC<sub>50</sub> değeri 104,19 ppm (min:63,557 ppm; max:187,486 ppm) olarak bulunmuştur. Testlerden elde edilen verilere göre zamanlar ve

konsantrasyonlar arasında istatistiksel açıdan fark olup olmadığı SPSS programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir. Önemli bulunan farklılığın hangi konsantrasyon (ppm) ve temas süresi (saat) arasında olduğunu tespit etmek için Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** *Sisymbrium officinale* bitki türü etil alkol ekstraktının *Culex pipiens* 2. ve 3. evre larva öldürücü etkisi(%Ortalama ölüm±Standart hata).

Konsantrasyon (ppm)	Temas Süresi (saat)				
	24	48	72	96	120
Kontrol	0,0±0,0 ax, Ay	7,5±4,79 a, A	12,5±4,79 a, A	12,5±4,79 a, A	15,0±6,46 a, A
10	0,0±0,0 a, A	3,33±3,33 a, A	10,0±5,77 a, A	13,33±6,67 a, A	13,33±6,67 a, A
25	0,0±0,0 a, A	3,33±3,33 a, A	3,33±3,33 a, A	10,0±5,77 a, A	10,0±5,77 a, A
50	0,0±0,0 a, A	0,0±0,0 a, A	10,0±5,77 a, A	10,0±5,77 a, A	10,0±5,77 a, A
100	0,0±0,0 a, A	6,67±6,67 a, A	40,0±5,77 b, B	50,0±10,0 b, B	50,0±10,0 b, B
250	23,3±8,82 b, A	53,33±6,67 b, B	70,0±10,0 c, B	73,3±8,82 c, B	80,0±5,77 c, B
500	50,0±5,77 c, A	76,67±6,67 c, B	80,0±5,77 c, BC	86,77±3,33 c, BC	96,67±3,33 c, C

x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P≤0.05).

y: Bir sütunda bulunan büyük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P≤0.05).

**Çizelge 2.** *Sisymbrium officinale* bitki türü aseton ekstraktının *Culex pipiens* 2. ve 3. evre larva öldürücü etkisi (%Ortalama ölüm±Standart hata).

Konsantrasyon (ppm)	Temas Süresi (saat)				
	24	48	72	96	120
Kontrol	0,0±0,0 ax, Ay	0,0±0,0 a, A	5,0±5,0 a, A	5,0±5,0 a, A	7,5±7,5 a, A
10	0,0±0,0 a, A	13,33±8,82 a, A	13,33±8,82 a, A	16,67±8,82 a, A	16,67±8,82 ab, A
25	0,0±0,0 a, A	10,0±5,77 a, AB	13,33±3,33 a, AB	13,33±3,33 a, AB	16,67±6,67 ab, B
50	0,0±0,0 a, A	3,3±3,3 a, A	10,0±5,77 a, A	10,0±5,77 a, A	16,67±12,02 ab, A
100	3,3±3,3 a, A	6,67±3,3 a, A	20,0±5,77 a, B	23,33±3,33 a, BC	33,33±3,33 b, C
250	10,0±5,77 a, A	70,0±5,77 b, B	83,33±6,67 b, B	83,33±6,67 b, B	83,33±6,67 c, B
500	26,67±8,82 b, A	83,33±3,33 b, B	86,67±3,33 b, B	90,0±5,77 b, B	90,0±5,77 c, B

x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P≤0.05).

y: Bir sütunda bulunan büyük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P≤0.05).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Yaklaşık yarım asırdır bilim insanları bitkilerden elde edilen ekstrakt, uçucu yağ ve ikincil bileşenlerin böcek ve akarlar üzerinde öldürücü özelliğini araştırmaya yönelmişlerdir. Bitkilerden elde edilen bu maddeler zararlılarda çeşitli yolları (buhar yoluyla veya temas ile öldürücü, uzaklaştırıcı, yumurta veriminde azalma veya beslenmeyi engelleyici vb.) etkileyerek toksik etki gösterirler (Isman 2000, Oz et al. 2012, Koc et al. 2013).

İstilaç olarak bilinen *Sisymbrium* cinsi 90 türden oluşmaktadır ve bu cinsin en iyi bilinen dört istilaç türü *S. officinale*, *S. irio* L., *S. orientale* L. ve *S. altissimum* L.'dir (Tiwari and Bhargava 2021). Şarkıcı bitki diye anılan *S. officinale* Avustralya ve Yeni Zelanda'da tohum ve bitki özleri, bal veya şeker ile şurup haline getirilerek genellikle boğaz ağrısı, soğuk algınlığı ve astımı tedavi etmek için balgam söktürücü olarak kullanılmaktadır (Rahman et al. 2018). Yapılan literatür araştırmasına göre *Sisymbrium* cinsinin zararlı mücadelesinde toksik etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır. Al-

Massarani vd. (2019), *S. officinale* bitkisinin yaprakları ve köklerinden elde edilen metanol ekstraktının *Aedes aegypti* (L., 1762) (Diptera: Culicidae) sivrisinek türünün erginlerine karşı toksik etkisini araştırmışlar ve 5 µg/sivrisinek dozunda düşük ölüme (%10) neden olduğunu bulmuşlardır. Bunun yanısıra, *S. irio* bitkisinin etanolik ekstraktının *Callosobruchus analis* Fabricius (Coleoptera: Chrysomelidae)'e karşı yüksek, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) ve *Trogoderma granarium* Everts'e (Coleoptera: Dermestidae) karşı orta ve *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera: Tenebrionidae) ve *Rhyzopertha dominica* Fabricius'ya (Coleoptera: Bostrichidae) karşı düşük insektisit etki gösterdiği rapor edilmiştir (Shah et al. 2013).

Dünya'da farklı bitkilerden elde edilen ekstraktların sivrisinek larva öldürücü etkisi ile ilgili çok sayıda araştırma vardır. Bu çalışmalara bakıldığında, Çetin vd. (2006), Lamiaceae familyasından beş bitki türünün (*Teucrium divaricatum* Sieber, *Mentha longifolia* (L.) Huds., *Melissa officinalis* L., *Salvia sclarea* L. ve *Mentha pulegium* L.) etanol ekstraktlarını *Cx. pipiens* larvaları (3. ve 4. evre) üzerinde toksisitesini araştırmışlar ve LC<sub>50</sub> değerlerini sırası ile 18,6; 26,8; 39,1; 62,7 ve 81,0 ppm bulmuşlardır. Martins vd. (2023) *Dizygostemon riparius* (Plantaginaceae: Gratiolaeae) Scatigna&Colletta bitkisinin, etil asetat ve metil alkol ekstraktlarının *Ae. aegypti* larvaları üzerinde toksisitesini incelemişler ve etil asetat ekstraktının en iyi performans (LC<sub>50</sub> 542,2±11,5 ppm) gösterdiği rapor edilmiştir. Bir başka çalışmada, *Cymbopogon citratus* (Poales: Poaceae) (DC) Stapf., *Ricinus communis* (Malpighiales: Euphorbiaceae) L. ve *Allium sativum* (Asparagales: Amaryllidaceae) L. bitkilerinin yapraklarından elde edilen etanol ekstraktlarının sıtma parazitin vektörü olan *Anopheles* larvalarına karşı toksik etkileri incelenmiş ve LC<sub>50</sub> değerleri sırası ile 54,08; 141,25 ve 81,96 ppm olarak bulunmuştur (Ani et al. 2022). Assemie ve Gameda (2023), *A. sativum* ve *Zingiber officinale* (Zingiberales: Zingiberaceae) bitkilerinin su, metanol ve etil alkol ekstraktlarını *Anopheles funestus* (Diptera: Culicidae), *Anopheles gambiae* s.l., *Anopheles pharoensis*, *Cx. antennatus* ve *Cx.*

*quinquefasciatus* üzerinde toksisitesini incelemişler ve sonuç olarak tüm çözücülerde *A. sativum*, *Z. officinale* ekstraktlarından daha yüksek toksik etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Bir başka çalışmada *Jatropha curcas* (Malpighiales: Euphorbiaceae), *Citrus grandis* (Sapindales: Rutaceae) ve *Tinospora rumphii* (Ranunculales: Menispermaceae) bitkilerinin yaprak ve gövde/kabuklarından elde edilen özütlerinin, deng ateşi taşıyıcısı olan *Ae. aegypti*'nin larvaları üzerinde kuvvetli öldürücü etkilere sahip olduğu bulunmuştur (Gutierrez et al. 2014).

Son yıllarda yapılan araştırmalar sivrisineklerin kimyasal insektisitlere karşı yüksek oranlarda direnç geliştirdiğini göstermektedir. Sued vd. (2023)'nin yaptıkları bir araştırmada *Anopheles gambiae* s. l. sivrisinek türünün permethrin, lambda-cyhalothrin ve deltametrin aktif maddelerine karşı direnç geliştirdiğini rapor edilmiştir. Yavaşoğlu vd. (2022), Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nden dokuz farklı noktadan toplanan *Ae. caspius* (Pallas, 1771) popülasyonları üzerinde yedi aktif maddeye karşı direnç durumunu araştırmışlar, sonuç olarak dichloro- diphenyltrichloroethane, malathion, fenitrothion, bendiocarb, propoxur aktif maddelerine dirençli, permethrin ve deltametrin ise muhtemel dirençli olduğunu bulmuşlardır. Ser ve Cetin (2019), Antalya'nın sekiz farklı bölgesinden topladıkları *Cx. pipiens* popülasyonları üzerinde permethrin, etofenprox, deltametrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinin toksik etkilerini araştırmışlar ve permethrin aktif maddesi tüm popülasyonlarda %100 ölüme neden olurken, deltametrin aktif maddesine ise dirençli veya muhtemel dirençli olduğu bulunmuştur. Ayrıca iki popülasyonun etofenprox ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı muhtemel dirence sahipken, diğer popülasyonların ise dirençli olduğu rapor etmişlerdir. Guntay vd. (2018), İzmir'in kuzey bölgesinden üç farklı noktadan topladıkları *Cx. pipiens* popülasyonunun üzerinde sentetik piretroit aktif maddelerinin (deltametrin, permethrin, α-cypermethrin ve cyfluthrin) toksisitesini araştırmışlar ve tüm popülasyonların test edilen aktif maddelerin tamamına yüksek direnç geliştirdiğini bulmuşlardır. Diğer bir araştırmada,

Akiner vd. (2009), 4 larvisit (temephos, fenthion, *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) ve *Bacillus sphaericus* (Bs)) ve 4 ergin öldürücü (DDT, malathion, deltamethrin, permethrin) insektisit Cx. pipiens türü üzerinde toksik etkisini incelemişler ve birçok popülasyonun temephos ve fenthiona dirençli olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca bakteri kökenli preparatlara (Bti ve Bs) karşı direncin 10 kattan az olduğu ve bu preparatların larva mücadelesinde kontrol ajanı olarak kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Geleneksel pestisitlere karşı sivrisineklerde oluşan direncin kırılabilmesi ve buna bağlı olarak da zararlılarla mücadelede başarı şansını arttırmak için alternatif yöntemler tercih edilmelidir. Bu bakımdan bitkisel insektisitler gelecekte biyokontrol yöntem olarak hizmet edebilir. Çünkü bitkilerden elde edilen ekstrakt veya uçucu yağların çok sayıda bileşene sahip olması ve bu bileşenlerin her birinin farklı etki mekanizmasına sahip olması zararlı böceklerin bunlara karşı geliştirecekleri direnci minimuma indirecektir.

Bu çalışmanın bulguları *S. officinale* bitkisi etanol ve etil alkol ekstraktlarının önemli derecede larva öldürücü etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ülkemizde doğal olarak yetişen bitkilerden elde edilecek ekstrakt ve uçucu yağların zararlı böcek ve akar popülasyonları üzerinde toksik etkileri araştırılıp yeni bitkisel-bazlı formülasyonların geliştirilmesi yönünde çalışmaların yapılması önem arz etmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan sivrisinek larvalarının temini ve laboratuvar kullanımı için Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN ile laboratuvar çalışanlarına ve ayrıca bitki türünün teşhisi için Doç. Dr. İlker ÇİNBİLGEL'e teşekkür ederiz.

#### 5. Kaynaklar

Acıbuca, V., ve Budak, D.B., 2018. Dünya'da ve Türkiye'de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yeri ve Önemi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, **33 (1)**, 37-44.

Akiner, M.M., Simsek, F.M. and Caglar, S.S., 2009. Insecticide resistance of *Culex pipiens* (Diptera:

Culicidae) in Turkey. *Journal of Pesticide Science*, **34(4)**, 259-264.

Al-Massarani, S., El-Shaibany, A., Tabanca, N., Ali, A., Estep, A.S., Becnel, J.J., Goger, F., Demirci, B., El-Gamal, A. and Baser, K.H.C., 2019. Assessment of selected Saudi and Yemeni plants for mosquitocidal activities against the yellow fever mosquito *Aedes aegypti*. *Saudi Pharmaceutical Journal*, **27(7)**, 930-938.

Ani, O.C., Ama, E. and Nnamonu, E.I., 2022. Comparative study on larvicidal potentials of *Cymbopogon citratus* stapf, *Ricinus communis* L. and *Allium sativum* L. on fourth instar larvae of Anopheles mosquitoes. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, **83(1)**, 1-8.

Assemie, A. and Gameda, T., 2023. Larvicidal Activities of *Allium sativum* L. and *Zingiber officinale* Rosc. Extracts against Filariasis Vectors in Hadiya Zone, Ethiopia. *BioMed Research International*, **(2023)**, 1-9.

Azizoğlu, U., Yılmaz, S., Ayvaz, A., Karabörklü, S. and Atciyurt, Z.B., 2017. Mosquitocidal potential of native *Bacillus thuringiensis* strain SY49-1 against disease vector, *Culex pipiens* (Diptera:Culicidae). *Tropical Biomedicine*, **34(2)**, 256-262.

Blazevic, I., Radonic, A., Mastelic, J., Zekic, M., Skocibusic, M. and Maravic, A., 2010. Hedge mustard (*Sisymbrium officinale*): chemical diversity of volatiles and their antimicrobial activity. *Chemistry & Biodiversity*, **7(8)**, 2023-2034.

Cetin, H., Cinbilgel, I., Yanikoglu, A. and Gokceoglu, M., 2006. Larvicidal activity of some Labiatae (Lamiaceae) plant extracts from Turkey. *Phytotherapy Research*, **20(12)**, 1088-1090.

Cetin, H., Oz, E., Yanikoglu, A. and Cilek, J.E., 2015. Operational evaluation of Vectomax® WSP (*Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* *Bacillus sphaericus*) against larval *Culex pipiens* in septic tanks 1. *Journal of the American Mosquito Control Association*, **31(2)**, 193-195.

Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K. (eds), 1998. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. *Edinburgh University Press, Edinburgh*, **7**: 947.

Di Sotto, A., Di Giacomo, S., Toniolo, C., Nicoletti, M. and Mazzanti, G., 2016. *Sisymbrium officinale* (L.) Scop. and its polyphenolic fractions inhibit the mutagenicity of tert-butylhydroperoxide in *Escherichia coli* WP2uvrAR strain. *Phytotherapy Research*, **30(5)**, 829-834.

- Duzlu, O., Yildirim, A., Inci, A., Gumussoy, K.S., Ciloglu, A. and Onder, Z., 2016. Molecular investigation of Francisella-like endosymbiont in ticks and *Francisella tularensis* in ixodid ticks and mosquitoes in Turkey. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, **16(1)**, 26-32.
- Ghosh, A., Chowdhury, N. and Chandra, G., 2012. Plant extracts as potential mosquito larvicides. *The Indian Journal of Medical Research*, **135(5)**, 581-598.
- Guarise, M.B., Borgonovo, G., Bassoli, A. and Ferrante, A., 2019. Evaluation of two wild populations of hedge mustard (*Sisymbrium officinale* (L.) Scop.) as a potential leafy vegetable. *Horticulturae*, **5(1)**, 13.
- Guner, A., Ozhatay, T., Ekim, T., Baser, K.H.C. (eds). 2001. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. *Edinburgh University Press, Edinburgh*, **11**: 656.
- Guntay, O., Yikilmaz, M.S., Ozaydin, H., Izzetoglu, S. and Suner, A., 2018. Evaluation of pyrethroid susceptibility in *Culex pipiens* of Northern Izmir Province, Turkey. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, **12(4)**, 370.
- Gutierrez, P.M., Antepuesto, A.N., Eugenio, B.A.L., Santos, M.F.L., 2014. Larvicidal activity of selected plant extracts against the dengue vector *Aedes aegypti* mosquito. *International Research Journal of Biological Sciences*, **3(4)**, 23-32.
- Gün, S.Ş., Çinbilgel, İ., Öz, E. and Çetin, H., 2011. Bazı *Salvia* L.(Labiatae) bitki ekstraktlarının, sivrisinek *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae)'e karşı larva öldürücü aktivitesi. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, **17**, 61-65.
- Isman, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*, **19(8-10)**, 603-608.
- İnci, A., Kılıç, E. and Canhilal, R., 2014. Entomopathogens in control of urban pests. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **61(2)**, 155-160.
- İnci, A., Yazar, S., Tuncbilek, A. S., Canhilal, R., Doganay, M., Aydın, L., Aktas, M., Vatansever, Z., Ozdarendeli, A., Ozbek, Y., Yildirim, A. and Duzlu, O., 2013. Vectors and Vector-Borne Diseases in Turkey. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **60(4)**, 281-296.
- Koc, S., Oz, E., Cinbilgel, I., Aydın, L. and Cetin, H., 2013. Acaricidal activity of *Origanum bilgeri* PH Davis (Lamiaceae) essential oil and its major component, carvacrol against adults *Rhipicephalus turanicus* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, **193(1-3)**, 316-319.
- Martins, S.M.A., Cavalcante, K.S.B., de Mesquita Teles, R., Brandão, C.M., Godinho, A.S., Silva, L.K., Holanda, C.A. and da Rocha, C.Q., 2023. Chemical profiling of *Dizygotemon riparius* (Plantaginaceae) plant extracts and its application against larvae of *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). *Acta Tropica*, **237**, 106706.
- Oz, E., Çetin, H. and Yanıkoğlu, A., 2012. Chemical composition and fumigant activity of essential oils of three Lamiaceae species against German Cockroach (*Blattella germanica* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, **21(6A)**, 1571-1577.
- Rahman, M., Khatun, A., Liu, L. and Barkla, B.J., 2018. Brassicaceae mustards: Traditional and agronomic uses in Australia and New Zealand. *Molecules*, **23(1)**:231.
- Rhyne, M.N. and Richards, S.L., 2020. Impact of the insect growth regulator pyriproxyfen on immature development, fecundity, and fertility of *Aedes albopictus*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, **36(1)**, 11-15.
- Ser, O. and Cetin, H., 2019. Investigation of susceptibility levels of *Culex pipiens* L.(Diptera: Culicidae) populations to synthetic pyrethroids in Antalya province of Turkey. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, **13(3)**, 243.
- Shah, S., Rehmanullah, S. and Muhammad, Z., 2013. Pharmacognostic standardization and pharmacological study of *Sisymbrium irio* L. *American Journal of Research Communication*, **1**, 241-253.
- Sued, R.M., Ng'habi, K., Kidima, W. and Philbert, A., 2023. Resistance to pyrethroids in *Anopheles gambiae* sl. from the Kilombero Valley, Tanzania: synergists, oxidases and susceptibility to malaria parasites (*Plasmodium falciparum*). *Austral Entomology*, 1-10.
- Tiwari, M. and Bhargava, P., 2021. Current updates on *Sisymbrium irio* linn: a traditional medicinal plant. *Plant Archives*, **21(1)**, 411-419.
- Yavaşoğlu, S.İ., Alkhaibari, A.M. and Şimşek, F.M., 2022. Investigation of the insecticide resistance levels and mechanisms of the Mediterranean and Aegean *Aedes caspius* populations of Turkey. *International Journal of Pest Management*, 1-11.

Zorzan, M., Zucca, P., Collazuol, D., Peddio, S., Rescigno, A. and Pezzani, R., 2020. *Sisymbrium officinale*, the plant of singers: A review of its properties and uses. *Planta Medica*, **86(05)**, 307-311.