



T.C.
BURSA ULUDAĞ
ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ
PARAZİTOLOJİ ANABİLİM
DALI



**BURSA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ SINIRLARI İÇERİSİNDE
EV SİNEĞİ (*MUSCA DOMESTICA*) POPÜLASYONLARINDA
BAZI İNSEKTİSİTLERE KARŞI OLUŞAN DİRENCİN
BELİRLENMESİ**

Özgür Selçuk

(Doktora Tezi)

BURSA-2022





T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER FAKÜLTESİ
PARAZİTOLOJİ
ANABİLİM DALI



**BURSA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ SINIRLARI İÇERİSİNDE EV
SİNEĞİ (*MUSCA DOMESTICA*) POPÜLASYONLARINDA BAZI
İNSEKTİSİTLERE KARŞI OLUŞAN DİRENCİN BELİRLENMESİ**

Özgür Selçuk

(DOKTORA TEZİ)

DANIŞMAN:
Prof.Dr. Levent Aydın

BURSA-2022

T.C
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduğum Bursa Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçerisinde Ev Sineği (*Musca domestica*) Popülasyonlarında Bazı İnsektisitlere Karşı Oluşan Direncin Belirlenmesi adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

Özgür Selçuk

Tarih ve İmza

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

TARİH

Adı Soyadı: Özgür Selçuk

Anabilim Dalı: Veteriner Parazitoloji

Tez Konusu: Bursa Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçerisinde Ev Sineği (*Musca domestica*) Popülasyonlarında Bazı İnsektisitlere Karşı Oluşan Direncin Belirlenmesi

ÖZELLİKLER	UYGUNDUR	UYGUN DEĞİLDİR	AÇIKLAMA
Tezin Boyutları	☒	☐	
Dış Kapak Sayfası	☒	☐	
İç Kapak Sayfası	☒	☐	
Kabul Onay Sayfası	☒	☐	
Sayfa Düzeni	☒	☐	
İçindekiler Sayfası	☒	☐	
Yazı Karakteri	☒	☐	
Satır Aralıkları	☒	☐	
Başlıklar	☒	☐	
Sayfa Numaraları	☒	☐	
Eklerin Yerleştirilmesi	☒	☐	
Tabloların Yerleştirilmesi	☒	☐	
Kaynaklar	☒	☐	

DANIŞMAN ONAYI

Adı Soyadı: Prof. Dr. Levent AYDIN

İmza

İÇİNDEKİLER

Dış Kapak	
İç Kapak	
ETİK BEYAN.....	II
KABUL ONAY.....	III
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU	IV
İÇİNDEKİLER	V
TÜRKÇE ÖZET	VI
İNGİLİZCE ÖZET	VII
1. GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Biyoloji.....	4
2.2. Beslenme	6
2.3. Üreme Alanları.....	7
2.4. Ergin Sineklerin Ekolojisi	7
2.5. Halk Sağlığı Açısından Önemleri ve Vektörlükleri	8
2.6. Direncin Tanımı ve Gelişimi.....	8
2.6.1.1. Vigor tolerans.....	10
2.6.1.2. Davranış direnci	10
2.6.1.3. Fizyolojik direnç	10
2.6.2. Böceklerde birincil direnç mekanizmaları	10
2.6.2.1. Kütiküladan penetrasyonun azaltılması	10
2.6.2.2. Metabolik detoksifikasyonun artırılması	11
2.6.2.3. Hedef bölge duyarsızlığı... ..	11
2.6.3. Direnç Genetiği	11
2.7. İnsektisitler.....	13
2.7.1.İnsektisitlerin sınıflandırılması.	14
2.7.1.1. Böcek Gelişim Düzenleyicileri	14
2.7.1.2. Organikfosforlu İnsektisitler	15
2.7.1.3. Pyretroid İnsektisitler.....	15
2.7.1.4. Doğal Organik İnsektisitler	16
2.7.1.5. Biyolojik Mücadele Ajanları.....	17
2.8. Türkiye’ de İnsektisit Kullanımı	17
2.9. Karasinek Mücadele Teknikleri	19
2.9.1. Larva Mücadelesi.....	19
2.9.2. Yüzey kontrol ajanları.....	25
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	28
3.1. Arazi Çalışmaları.	28
3.2. Laboratuvarda <i>M. domestica</i> Populasyonlarının Kolonizasyonu.....	31
3.3. Denemede Kullanılan İnsektisitler.....	33
3.3.1. Diflubenzuron ile Laboratuvar Çalışmaları	33
3.3.2. Juvenile Hormon Analogları	34

4. BULGULAR.....	38
4.1. EPA PROBIT Analiz Sonuçları.....	38
4.1.1. 2013 Yılı Pyriproxyfen Sonuçlar.....	38
4.1.2. 2014 Yılı Pyriproxyfen Sonuçları.....	40
4.1.3. 2013 Yılı Diflubenzuron Sonuçları.....	42
4.1.4. 2014 Yılı Diflubenzuron Sonuçları.....	45
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	49
6. KAYNAKLAR	55
7. SİMGELER ve KISALTMALAR	61
7.1. Fotoğraflar.....	61
7.2. Kısaltmalar	68
8. EKLER (EK1)	69
9. TEŞEKKÜR.....	71
10.ÖZGEÇMİŞ	72



TÜRKÇE ÖZET

Musca cinsi içerisinde yer alan sinekler kutuplar hariç dünyanın tropik ve subtropik iklim kuşaklarında geniş bir yayılım alanına sahiptir. Enfeste oldukları insan ve hayvanlarda huzursuzluk başta olmak üzere çeşitli rahatsızlıkları oluşturmalarının yanında birçok etkene de vektörlük yapmaları ile hem insan hem hayvan sağlığını olumsuz etkilerler.

Bakteriler, mantarlar, virüsler ve parazitler olmak üzere birçok patojenin hem naklinde hem de biyolojik gelişiminde önemli bir rol oynarlar. *Musca domestica* L. *Musca* cinsi içerisinde en çok gözlemlenen türdür.

Çalışma 2013-2014 yıllarında yaz dönemlerinde Bursa iline bağlı 11 ilçeden toplanan popülasyonlardan elde edilen F₂ ve F₃ larvaların Diflubenzuron ve Pyriproxyfen'e karşı geliştirdikleri direncin besleme yöntemiyle ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Bu amaçla 0.01/0.1/1/10/100 ppm dozlarda Diflubenzuron ve Pyriproxyfen içeren özel besi yerleri hazırlanmıştır. Bu besi yerlerine 48-72 saat yaş aralığındaki larvalar yerleştirilmiş ve 14 gün sonunda ergin çıkış oranları kaydedilmiştir. Buna ek olarak kontrol gruplarında besi yerlerinde sadece süt kullanılmıştır. Ergin çıkış oranları kullanılarak popülasyonlar üzerinde EPA-PROBİT analiz programı kullanılarak LC₅₀ dozları hesaplanmıştır. Arazi popülasyonlarının LC₅₀ değerleri duyarlı WHO (Dünya Sağlık Örgütü) popülasyonlarının LC₅₀ değerleriyle karşılaştırılıp RF (direncin katsayısı) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan RF oranı dört kategoride değerlendirilmiştir. Bu kategoriler <10'dan küçükse düşük direnç, 10-40 arası ise orta dereceli direnç, 41-160 arası ise yüksek direnç ve >160 ise çok yüksek direnç vardır şeklinde yorumlanmıştır (Rupes, Zdarek, Svandova, & Pinterova, 1976).

Pyriproxyfen için 2013-2014 yılları arasında en yüksek RF değeri Yıldırım ilçesi popülasyonunda 3,2 olarak tespit edilmiştir. Diflubenzuron için 2013-2014 yılları arasında en yüksek RF değeri Kestel popülasyonunda 9,33 olarak saptanmıştır.

Sonuç olarak tüm popülasyonlarla yapılan denemeler göz önüne alındığında ulaşılan en yüksek RF değeri 9,33 olarak hesaplanmış ve değerlendirme kriterlerine göre (<10) düşük seviyede direnç tespit edilmiştir. Bu sonuç bize Bursa bölgesinde bu iki aktif maddeye karşı düşük seviyede direnç oluştuğunu göstermektedir. Bundan sonraki yıllarda uygulanacak vektör mücadelesi programları hazırlanırken elde edilen sonuçların dikkate alınması hususu larval mücadelede önemli bir yer tutacaktır.

Bu çalışmanın amacı vektör mücadelesinde son yıllarda kullanımı artmış olan ve etkinliği uçkun mücadelesine göre daha yüksek olan böcek gelişim düzenleyicilerinin etkinliğini ve bu aktif maddelere karşı gelişen direncin Bursa ili özelinde ölçülmesini amaçlamaktadır.



İNGİLİZCE ÖZET

Determination of Resistance to Some Insecticides in House Fly (*Musca domestica*) Populations within the Borders of Bursa Metropolitan

Municipality

Flies in the genus *Musca* have a wide distribution area in the tropical and subtropical climate zones of the world, excluding the poles. In addition to creating various ailments, especially uneasiness, in humans and animals they are infested with, they also negatively affect both human and animal health by being a vector for many factors.

They play an important role in both the transmission and biological evolution of many pathogens, including bacteria, fungi, viruses and parasites. *Musca domestica* L. is the most observed species in the genus *Musca*.

The study is based on measuring the resistance against Diflubenzuron and Pyriproxfen of F₂ and F₃ larvae obtained from populations collected from 11 districts of Bursa province during the summer periods of 2013-2014 by feeding method. For this purpose, special media containing Diflubenzuron and Pyriproxfen at 0.01/0.1/1/10/100 ppm doses were prepared. Larvae between 48-72 hours of age were placed in these media and adult emergence rates were recorded at the end of 14 days. In addition, only milk was used in the broths in the control groups. LC₅₀ doses were calculated using the EPA-PROBIT analysis program on populations using adult emergence rates. The LC₅₀ values of the field populations were compared with the LC₅₀ values of the susceptible WHO (World Health Organization) populations and the RF values were calculated. The calculated RF (coefficient of resistance) rate was evaluated in four categories. These categories were interpreted as low resistance if <10, moderate resistance if 10-40, high resistance if 41-160, and very high resistance if >160 (Rupes ve ark., 1976).

The highest RF value for Pyriproxfen between 2013 and 2014 was found to be 3,2 in the population of Yıldırım district. The highest RF value for Diflubenzuron between 2013 and 2014 was found to be 9,33 in the Kestel population.

As a result, considering the trials with all populations, the highest RF value reached was calculated as 9,33 and a low level of resistance was detected according to the evaluation criteria (<10). This result shows us that there is a low level of resistance against these two active substances in the Bursa region. Considering the results obtained while preparing vector control programs to be implemented in the following years will have an important place in larval control.

This study aimed to investigate the effectiveness of insect growth regulators, which have been used in vector control in recent years and whose effectiveness is higher than fly control, and to investigate the resistance developed against these active substances in Bursa province.



1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde en önemli ve yaygın halk sağlığı zararlarından bir tanesi *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae)'dır. Yaşam alanlarının insanlarla ortak olmasından dolayı ev sinekleri mücadele bakımından en fazla oranda maliyete sahip canlılardır. Ev sinekler holometabol canlılardır ve yaşam siklusları yumurta, larva, pupa, ergin olmak üzere dört dönemden oluşur. Organik materyaller, çöplükler, gübrelikler üreme ve beslenme alanlarını oluşturdukları için insanları zaman zaman oldukça rahatsız ederler (Çetin, 2016).

Uygun koşullarda ev sineklerinin yaz aylarında yumurtadan ergine geçiş süresi ortalama 7 gündür. Dişiler erişkin hale geldikten sonra yaklaşık 72 saat içerisinde çiftleşerek her seferinde ortalama 100 yumurta olmak üzere ömürleri boyunca 500-600 adet yumurta bırakırlar. 27-28° sıcaklık değerleri biyolojilerini tamamlamaları için optimum değerlerdir. Ev sineklerinin erginleri gündüzleri aktiftir ve 3-4 km uçuş kapasitesine sahiptirler. Akşam ve gece saatlerini dinlenme halinde geçirirler. (Çetin, 2016). Ev sinekleri çevresel değişikliklere hızlı bir şekilde uyum sağlayan canlılardır. Gündelik hayatta insan yaşamında önemli bir yere sahiptirler. Organik materyallerin bulunduğu çöplüklerde, hayvan barınaklarında bulunmaları çeşitli sorunları beraberinde getirir. Özellikle çiftlik hayvanlarında stres oluşumuna neden olur et, süt ve yumurta veriminde önemli düşüşlere neden olarak ekonomik açıdan ciddi kayıplara neden olurlar (Çetin, 2016). Ev sinekleri besin maddelerini sindirim sisteminden tekrardan ağız organellerine yolladıklarında sindirim sisteminde bulunan bakteriler de ağız organellerine gelmiş olur. Bu durum birçok zararlı mikroorganizmanın yayılımında rol oynar. Ev sinekleri başta bakteriyel olmak üzere yüzden fazla hastalık etkenini hem mekanik hem biyolojik olarak hayvanlara ve insanlara naklederler. Şarbon, göz iltihabı, şigelloz, tifo, tüberküloz, kolera, amipli dizanteri, kıl kurdu, yuvarlak solucan, kancalı kurt enfeksiyonları en fazla naklettikleri hastalıklardır. Halk ve hayvan sağlığı açısından oluşturmuş oldukları temel sorunlardan biri de dirençli bakterileri taşıyıp iletmeleridir (Çetin, 2016; Scott ve ark., 2014).

Uygun çevre şartlarında hızlı bir şekilde çoğalmaları, insan ve hayvanların yaşam alanları içinde bulunmaları ev sineklerini dünya çapında önemli zararlı türlerden biri haline getirmektedir. Sinek popülasyonunu minimal düzeyde tutmak için çeşitli insektisitler geçmişten günümüze kullanılmaktadır. Çeşitli araştırmacıların yürütmüş oldukları çalışma sonuçları ev sineklerinin organoklorlular, organofosforlular, karbamatlar ve sentetik piretroitlere karşı direnç geliştirdikleri ni göstermiştir (Akıner, & Çağlar, 2006; Scott ve ark., 2014).

Neonikotinoid grubunda bulunan insektisitler barındırmış oldukları kimyasal özellikleri ve toksisiteleri göz önünde tutulduğunda en fazla tercih edilen ilaçlardır. Memeli ve kuşlarda daha az toksik etkilere sahip olmaları daha fazla kullanım alanı bulmalarını sağlamıştır. Imidacloprid piyasaya ilk sürülen neonikotinoid türevidir. 1995 yılında Nitenpyram ve acetamiprid, 1998 yılında thiamethoxam sonraki yıllarda kullanıma sunulan diğer neonikotinoid türevleridir. Ülkemizde Thiamethoxam son 10 yıldır sıklıkla tercih edilen üründür ve çeşitli formülasyonlarla piyasada yer almaktadır (Bass, Denholm, Williamson, & Naven, 2015).

M. domestica günümüzde kırsal ve şehir popülasyonlarının yoğun olduğu bölgelerde en yaygın karşılaşılan halk sağlığı zararlılarından biridir. Biyolojisi, üreme alanları, bulaştırdığı vektör hastalıkları yönünden en önemli artropodlardan birisidir (Khamesipour, Lankarini, Honarvar, & Kwent, 2018). Bu çalışmanın amacı uzun yıllardır sinek mücadelesinde kullanılan ve direnç problemleriyle yüksek çevresel zararlı etkileri olan ergin insektisitlerine alternatif olarak kullanılan doğaya ve çevreye daha az zararlı etkileri olan larvasit aktif maddelerin kullanımını sınırlandıran veya kullanılacak aktiflerin seçimi için gerekli direnç kat sayılarını gözlemlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar gelecek yıllarda vektör mücadelesinde kullanılacak larvasit aktif maddelerin seçimi ve direncin değerlendirilmesinde kullanılabilecek değerli dataların ortaya çıkartılması çalışmalarında kullanılabilecektir.

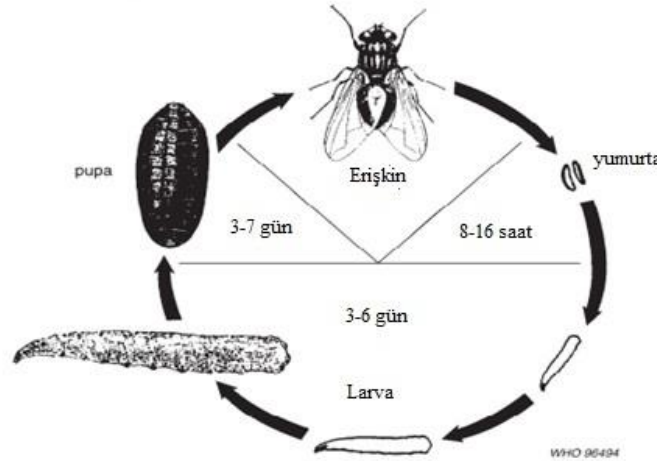
2. GENEL BİLGİLER

Veteriner parazitoloji disiplininin üç temel unsurundan bir tanesi olan artropodlar sınıfı içerisinde böcekler ve akarlar bulunmaktadır. Arthropoda kelimesi (arthros: eklem, podos: ayak), "eklemlili ayaklılar" anlamını taşır. Vücutları temel olarak; baş (caput veya cephalo), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olmak üzere üç bölgeden meydana gelir. Bu üç bölge de çeşitli sayıda segmentten oluşur. Segmentler esnek bir deri ile birbirine bağlı pozisyonadadır. Vücut yüzeyi artropodu dış etkilerden koruyan ve morfoloji kazandıran kitin adı verilen bir dış iskelet ile örtülüdür. Kitin yaşamın belirli evrelerinde değiştirilerek artropodun büyümesi sağlanmış olur. Bacak, kanat, duyarga ve ağız parçaları gibi hareket edebilen ekstremiteler daima eklemli parçalardan oluşur. Sindirim sistemi ön, orta ve arka barsak olmak üzere üç kısımdan oluşur. Hemolenf dolaşımı açıktır. Hemolenf besin maddelerini, artık maddeleri ve hormonları taşımakla görevlidir. Dolaşım sistemi kalp benzeri bir organ ve ana damarlardan meydana gelir. Sinir sistemi ganglion adı verilen yapılardan ibarettir. Artropodlar ayrı eşeylidirler. Karada, havada ve suda yaşarlar. İnce derililer vücut yüzeyiyle, sudakiler solungaçla, karadakiler de trakealarla (borular sistemi) solunum yaparlar. Eklem bacaklıların halk sağlığı ve veteriner hekimlik açısından önemi temel iki sebepten oluşmaktadır. Bunlardan ilki beslenme davranışlarından ötürü parazitik canlılar olmaları, konak canlının vücut doku ve sıvılarıyla beslenmeleri yani direkt etkileridir. İkicisi ise bazı hastalık etkenlerini bu beslenme dönemlerinde konak canlılara nakletmeleridir (Scott ve ark., 2014).

İnsanlık tarihinde çeşitli dönemlerde eklem bacaklıların naklettiği hastalıklar yüzünden büyük kıyımlara neden olmuş salgınlar yaşanmıştır. Bu salgınlardan en büyük kayba neden olanı ise ortaçağda meydana gelen ve neredeyse dünya üçte birinin (75 milyon kişinin) hayatını kaybetmesine sebep olan büyük veba salgınıdır. Bu salgın 1347-1351 yılları arasında Avrupa'da büyük yıkıma yol açmıştır. 1340'lı yılların sonlarında Asya'nın güney batısında başlayarak Avrupa'ya ulaşmıştır. Etken *Yersinia pestis* adlı bakteridir. Bu hastalığın yayılımında sıçanlar (*Rattus rattus*) üzerinde yaşayan pireler önemli bir rol almıştır (Genç, 2011).

Bu çalışmanın konusu olan ev sineği *Musca domestica* insanlarla ve hayvanlarla yakın bir ilişki halinde bulunmaktadır ve bu şekilde evrimleşmiştir. Karasinekler, eklem bacaklı hayvanların Insecta (böcekler) sınıfı, Diptera (iki kanatlılar) takımı, Brachycera alttakımı, Muscidae ailesi içerisinde sınıflandırılmaktadır. Karasinek, *Musca domestica* bu ailenin en sık karşılaşılan ve en yaygın türüdür. İnsan ve hayvan barınakları etrafında yaşayabilmekte ve üreyebilmektedir. Daha çok tropik ve subtropik ülkelerde yıl boyu problemlere neden olmakla birlikte dünyanın hemen her yerinde yaşayabilmektedir (Çetin, Erler, & Yanıkoğlu, 2009; Rozendaal, 1997). Yaşam süreleri boyunca tam metamorfoz geçirmektedirler. Kışı dışkı yığınları gibi korunaklı yerlerde larva genellikle de pupa şeklinde geçirirler (Akıner, & Çağlar, 2012).

2.1. Biyoloji: *M. domestica*'nın yaşamında başlıca 4 evre bulunmaktadır. Bunlar yumurta-larva –pupa ve ergin evreleridir. Sıcaklık ve ortam şartlarına bağlı olarak yumurtadan ergin sineğin oluşmasına kadar geçen süre minimum 6 gün ile daha soğuk iklimlerde aylarca sürebilmektedir. Ergin sineklerin yaşam süresi sıcak iklimlerde genellikle 2-3 hafta olmakla birlikte daha soğuk iklimlerde 3 aya kadar uzayabilmektedir. (Rozendaal, 1997).



Şekil 1: *M. domestica* yaşam siklusu özetlenmiştir, <https://animals.howstuffworks.com/insects/housefly4.htm>.

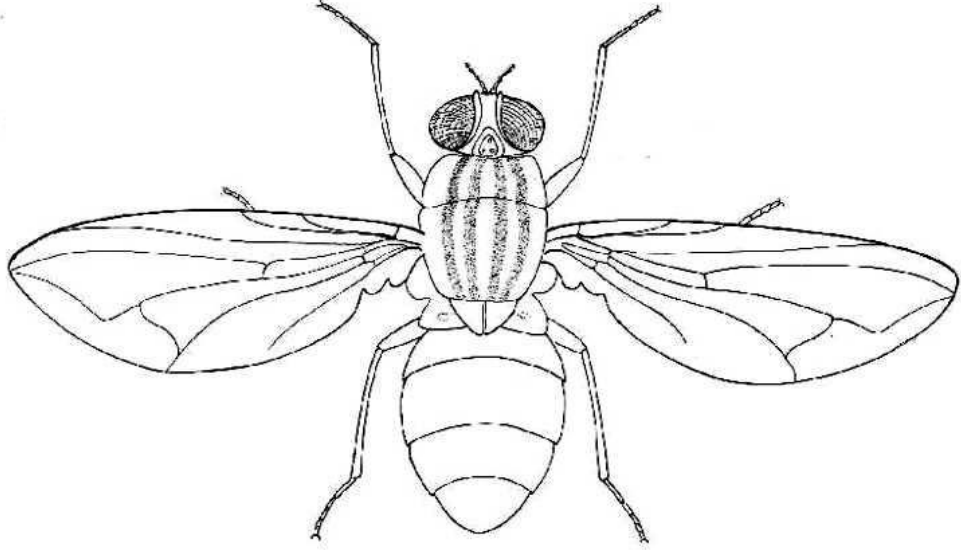
Yumurtalar genellikle organik atıkça zengin evsel atık alanları, dışkı yığınları, çürüyen vejetasyon gibi larvaların rahatlıkla beslenebileceği ortamlara bırakılır. Yumurtalar beyaz renkte olup yaklaşık 1 mm uzunluğundadır. Küçük kümeler halinde tek tek bırakılmaktadırlar. Yumurta safhası, ortam şartlarına göre birkaç saat ile birkaç gün arasında değişmektedir. Bırakılan yumurtalardan 1. dönem larvalar çıkar. Larvalar

kendisini doğal düşmanlarından korumak amacıyla doğduğu besi yerinin derin katmanlarına doğru ilerler ve burada beslenmeye başlarlar. Larvalar gelişmeleri için havadaki oksijene ihtiyaç duyarlar, bu sebeple oksijene ulaşabileceği yerlerde hayatta kalırlar. Eğer larvaların yaşadığı ve beslendiği ortamda su miktarı çok fazlaysa larvalar yüzeyde yaşamak zorundadır. Suyun daha az olduğu ortamlarda ise farklı derinliklerde yaşayıp bulunabilirler (Akıner, & Çağlar, 2012; Rozendaal, 1997). Larvalar ince krem rengi ve ayaksızdır. Hızlı bir şekilde gelişerek 3 larval dönem geçirirler, boyları 3-9 mm arasında değişmektedir. Gelişme için geçen bu süre sıcaklık ve mevcut gıda kaynaklarının kalitesine bağlı olarak 3 gün ile birkaç hafta arasında değişebilmektedir. Larval dönemlerin ilk aşamaları beslenmedir ve doğal ortamlarında besinlerinin çoğu bakteri, maya ve bunların ayrıştırma ürünleridir. Bu ürünler gerekli protein (amino asitler), vitaminler (B grubu) ve steroidleri içermektedir. Beslenme aşamaları üreme ortamıyla ilişkili kokulara duyarlı olup, larvalar 35°C optimum sıcaklığı tercih eder, yüksek neme ihtiyaç duyar ve güçlü ışıktan sakınarak kümeler halinde bulunurlar (Keiding, 1976; Sawicki, & Hoolbrock, 1961).

Üçüncü larva döneminde beslenme kesilip pre-pupa haline gelindiğinde tepkiler değişmeye başlar. Gene ışıktan sakınmakla birlikte larvalar kokulara duyarsız bir konuma gelir ve daha düşük sıcaklığı tercih ederler. Sonuçta fazlasıyla aktif oldukları için hızlı bir şekilde daha kuru ve daha soğuk yerlere doğru hareket ederler (Keiding, 1976; Sawicki, & Hoolbrock, 1961).

Beslenme evresini tamamlayan larva, pupa dönemine geçmek için kuru ve korunaklı olan yerlere göç eder. Dış ortamdan kendini korumak için taş, kaya oyukları ya da toprağa lokalize olarak pupa haline geçer. Uygun ortamı bulduktan sonra kapsül benzeri bir pupa haline dönüşür. Bu pupa içerisindeki larva daha sonra başkalaşım dönemine girerek pupa içerisinde ergin sineğe dönüşür. Bu süre yaz sezonunda 2-10 gün alır. Eğer hava sıcaklıkları düşmüşse tüm kış sezonunu pupa olarak geçirirler. Pupa dönemi sonunda içeride olgunlaşan sinek, pupa kesesini yırtarak dışarı çıkıp, dış ortamda kanatlarını açar ve vücudunu kuruttuktan sonra üzerini kaplayan kitin tabakasının da sertleşmesiyle normal ergin sinek görünümüne kavuşur. (Hussein ve ark., 2017).

Ergin sineğin vücutu 6-9 mm uzunluğunda, gri renkli ve thoraksın üst kısmında 4 adet boylamasına koyu renk çizgi vardır (Arroya, & Capinera, 1998).



Şekil 2: Erişkin *M. domestica* göğüs kısmındaki boylamasına dört adet koyu çizgi, <http://www.biology-resources.com/drawing-housefly-adult.html>.

Pupayı terk eden ergin sineklerin gonadlarının olgunlaşması ve döl verebilir hale geçmesi için birkaç gün beslenmesi gerekir. Gelişimini tamamlamış ergin dişi sinekler genellikle 5 defanın altında ve her defasında 120-130 tane olmak üzere hayatları boyunca toplamda 400-600 adet arası yumurta bırakmaktadır (Abbas, Sajeel, & Kausar, 2013).

2.2. Beslenme: *M. domestica* yalayıcı emici tipte bir ağız organeline sahiptir. Ağız organellerinin ısırıcı çiğneyici ve sokucu tipte olmaması sebebiyle beslenecekleri yüzeylerdeki gıdanın sıvı ya da tükürük bezlerindeki salgılar kullanılarak sıvı hale dönüştürülebilecek nitelikte olması gerekmektedir. Sıvı besinler direkt alınırken diğerlerinin sindirilebilmesi için tükürük bezlerinin salgılarıyla sıvılaştırılmaktadır. Su, sineklerin beslenmesinde önemli bir yer teşkil etmektedir, ergin sinekler 48 saatten fazla susuzluk sonucu ölmektedir. Sineklerin beslenmeyi tercih ettiği diğer maddeler arasında süt, şeker, şurup, kan, et suyu gibi maddeler ve insanların tükettiği çok çeşitli evsel atıklar bulunmaktadır. Sineklerin günde en az 2-3 kez beslenme ihtiyacı olduğu belirlenmiştir (Hinkle, & Hogsette, 2021).

2.3. Üreme Alanları: Dişi *M. domestica* yumurtalarını öncelikli olarak hayvan ve insan dışkılarına, bunun yanı sıra çürümekte olan bitkisel veya hayvansal orijinli materyaller üzerine bırakmaktadır. Yumurtalarını, su miktarı ve besin maddesi içerikleri yeterli olan her türlü alana bırakabilmektedirler. Sineklerin primer olarak tercih ettikleri üreme alanları hayvan dışkısı yığınlarıdır. Dışkı yığınlarının uygunluğu dışkının içerdiği su miktarı ve sertliği (yoğunluğu) ile orantılıdır. Genellikle bir hafta kadar beklemiş dışkı yığınlarının yapısı ve su oranı üreme için çok uygun bir ortam oluşturmaktadır. Bununla birlikte evsel atıklar, bozulan/çürüyen meyve ve sebzeler, organik gübre atılmış tarım alanları, hayvancılık işletmelerinde çürüyen silajlar, suyla karışmış hayvan yemleri, açıkta akan kanalizasyon sistemleri de larva gelişmesi için uygun olan diğer üreme alanlarını oluşturmaktadır. *M. domestica* altyapı eksikliklerinin bulunduğu az gelişmiş bölgelerde daha ciddi problemlere neden olmaktadır (Larraín, & Salas, 2007).

2.4. Ergin Sineklerin Ekolojisi: Gün içerisinde ergin sinekler beslenmedikleri zamanlarda genellikle gölge olan duvar, zemin, bitkilerin yaprakları, çöp kutularının ya da üreme alanlarının etraflarında dinlenme halinde bulunurlar. Geceleri inaktif durumda bulunan sinekler genellikle yüksek yerlerde konumlanıp buralarda dinlenirler. Geceleri iç mekan sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerde daha çok açık havada bulunan kapılar, duvarlar, elektrik telleri, çitler, otlar ve çamaşır ipleri gibi ince, tutunabilecekleri, beslenme ve üreme alanlarına yakın yerlerde konumlanmayı tercih ederler. Bu dinlenme yerleri genellikle direkt rüzgâr almayan, zemin seviyesinden 1-2 metre yükseklikteki yerlerdir. Bir ortamdaki sinek popülasyonu öncelikli olarak hava sıcaklıkları ile ilgilidir. Sinek popülasyonları günlük ortalama sıcaklıkların 20-25 °C olduğu dönemlerde pike ulaşmakta bu sınırların altındaki ve üstündeki sıcaklıklarda popülasyonun birey sayısı ve üreme hızı düşmektedir. *M. domestica* hava sıcaklığının 10°C'nin altındaki ve 45°C'nin üstündeki sıcaklıklarda görülmemektedir. Düşük sıcaklıklarda sinekler ergin ya da pupa halinde canlı olarak diapozda beklemektedirler. Gündüz saatlerinde beslenip, dinlenme ve üreme aktivitelerini sürdüren sinekler genellikle beslenme ve üreme alanlarının çevresinde bulunur. Sinekler, bulundukları alanların aldığı ışık miktarı ve açısı, ortam nemi ve zemin yapısına bağlı olarak farklı yerleri tercih edebilmektedir. Dinlenmek için 35-40°C arasında sıcaklıkları tercih etmektedirler. Yumurtalama, çiftleşme ve uçuş

aktiviteleri 15°C'nin altında durmaktadır. Daha düşük nemli havalarda daha aktif olurlar, nem oranının aşırı yükseldiği durumlarda bu aktiviteleri sınırlanmaktadır (Iqbal ve ark., 2014).

2.5. Halk Sağlığı Açısından Önemleri ve Vektörlükleri: Karasinek, insan besinleri ve hijyenik olmayan maddeler üzerinde beslendiğinden, hastalıkların hızla yayılmasına neden olur. Beslenme veya yüzeyde hareket etme sırasında hastalık etmenlerini üzerlerine veya midesine alırlar. Yüzeyinde toplanan hastalık etmenleri birkaç saat içerisinde ölürken, midesine aldığı etmenler birkaç gün yaşayabilir. Taşınım, sineğin insanlar veya onların besinleri ile tekrar temas ettiğinde olur. Dizanteri, ishal, kolera, helmint enfeksiyonları gibi enterik enfeksiyonlar yanında, trahoma ve epidemik konjunktivit gibi göz hastalıkları, poliomyelit, mikoz, cüzzam, deri difterisi gibi deri enfeksiyonlarını temasla insanlara bulaştırmaları vektörel önemlerini arttırmaktadır (Rozendaal, 1997).

Tablo 1: Çeşitli artropod türleri ve naklettikleri hastalık etkenleri

Etken	Vektör	Rezervuar
Bakteriler		
Rickettsia spp. (spotted fever group)	Kene: <i>Rhipicephalus sanguineus</i> , <i>Dermcentor marginatus</i>	Rodent, köpek, kene
<i>Borrelia burgdorferi</i> (Lyme disease)	Kene: <i>Ixodes ricinus</i> , <i>I. persulcatus</i>	Küçük memeli hayvanlar, kuşlar, sürüngenler
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	Kene: <i>Ixodes ricinus</i>	Ruminant, göçmen kuşlar
Viruslar		
Batı Nil Virusu	Sivrisinek: <i>Culex spp.</i>	Vahşi kemirgenler, göçmen kuşlar, atlar
Rift Vadisi Virusu	Sivrisinek: <i>Culex spp.</i> , <i>Aedes spp.</i>	Sığır
Dengue virus	Sivrisinek: <i>Aedes albopictus</i> , <i>Aedes aegypti</i>	Maymun, insan
Tick-borne encephalitis	Kene: <i>Ixodes spp.</i>	Küçük memeli hayvanlar, kuşlar, sürüngenler,
Kırım-Kongo Kanamalı Ateş Virusu	Kene: <i>Ixodes spp.</i>	Koyun, sığır, kene
Zika Virus	Sivrisinek: <i>Aedes spp.</i>	İnsanlar ve primatlar
Parazitler		
<i>Plasmodium spp.</i> (Malaria)	Sivrisinek: <i>Anopheles spp.</i>	İnsanlar
<i>Leishmania spp.</i>	Flebotomi: <i>Phlebotomus papatasi</i>	Köpek, tilki, rodent
<i>Dirofilaria repens</i>	Sivrisinek: <i>Culex spp.</i> , <i>Aedes spp.</i> , <i>Mansonia spp.</i>	Köpek

https://www.researchgate.net/publication/316461136_Global_Warming_and_Its_Health_Impact

2.6. Direncin Tanımı ve Gelişimi: Özellikle kimyasal insektisitlerin son yüzyıl içerisinde çok yaygın ve yoğun kullanımının, hatalı ve yanlış doz uygulamalarının sonucunda insektisitlere karşı direnç gelişmiştir. Direnç canlıların içerisinde yaşadıkları ortama adaptasyon yeteneklerinin bir sonucudur. Her popülasyon, büyüklüğü ölçüsünde genetik bir çeşitliliğe sahiptir ve bu canlıların birbirinden farklı kimyasal savunma sistemleri geliştirmek ve bu savunmaların üstesinden gelmek konusunda farklı seviyelerde genetik ve fizyolojik kapasiteleri vardır. Bir popülasyondaki bireylerin bazıları kendilerini öldürmek için üretilmiş kimyasallara

maruz kaldıkları ilk anda hayatta kalabilirler. Bu bireylerin hayatta kalma nedenleri kimyasala tam maruz kalmamalarıyla birlikte genetik farklılıklara bağlanabilmektedir. Pestisitlere maruz bırakılmış popülasyonlarda ilk uygulamadan sağ çıkan bireylerin oluşturacağı bir sonraki nesilde o kimyasala karşı direnç gösteren bireylerin sayısal oranı toplam popülasyon içerisinde artış gösterecektir (George, 1986).

Canlılar milyonlarca yıldır değişen çevre şartlarına uyum sağlamak adına evrim geçirmişlerdir. Eklembacaklılarda kimyasallara karşı oluşan direnç de hızlandırılmış bir evrim olarak nitelendirilebilir. Bu canlıların doğal ortamında maruz kaldığı düşmanlardan en önemlilerinden bir tanesi insan eliyle üretilmiş pestisitlerdir. Pestisitlerin etkisiyle popülasyon üzerinde doğal olmayan bir seleksiyon gerçekleşir. Gerçekleşen bu seleksiyon sonucunda uygulanan kimyasallara karşı fenotipik direnci ortaya çıkaran genotipin popülasyon içerisinde frekansı artmaktadır. Bununla birlikte direnç, popülasyon içerisindeki bazı bireylerin rastlantısal mutasyonlar sonucu kazandığı normal şartlarda ölümüne sebep olabilecek dozlardaki pestisitlere karşı hayatta kalmasını sağlayan öncü bir adaptasyon şeklinde de tanımlanabilmektedir. Direncin nesiller boyunca genlerle aktarılması ve canlılığın başlangıcından itibaren canlılardaki yabancı kimyasallara karşı oluşturulan ve savunma sistemlerini kontrol eden gen bölgelerinde oluşan mutasyonlar sonucu, uygulanan her yeni kimyasala karşı direncin artan oranda devam etmesi, öncü adaptasyon savını desteklemektedir. Buradan yola çıkarak üzerinde durulması gereken diğer önemli husus çapraz direnç oluşumudur. Çapraz direnç; bir grup insektisite maruz kalmış, bu insektisitinin etkisiyle dirençsiz bireylerin ölüp dirençli bireylerin hayatta kaldığı popülasyonların dirençli soylarının direnç mekanizmalarının, bu gruptan diğer insektistlere ve hatta farklı gruptaki insektistlere karşı da direnç oluşturması anlamına gelmektedir (Wang ve ark., 2017) .

Son yapılan çalışmalar insektisitlere karşı yüksek oranlarda direnç geliştiğini göstermektedir. 1991 yılında yapılan çalışmalar 504 böcek ve kene türünde (%69 tarım zararlısı, %38 halk sağlığı ve hayvan zararlısı, %3 faydalı tür), 100 bitki patojeninde, 28 zararlı ot türünde, 2 nematod ve 5 memeli türünde farklı insektisitlere karşı direnç geliştiğini göstermiştir (George, 1986). Karasinek, *M. domestica*'da DDT'ye karşı direnç gelişimi ilk defa 1946 yılında bildirilmiş ve bu canlının günümüze kadar gelen

süreçte tüm sentetik insektisitlere karşı direnç geliştirdiği tespit edilmiştir (Keiding, 1976).

Vektörlerde direnç 3 şekilde oluşmaktadır. Bunlar; (1) Vigor tolerans, (2) Davranış direnci ve (3) Fizyolojik (metabolik) dirençtir.

2.6.1.1. Vigor tolerans: Genetik bir dirence sahip olmadan, özel bir gene sahip olmayan populasyonun üzerinde insektisit baskısının artmasına bağlı olarak direncin ortaya çıkmasıdır. Vigor tolerans vücut büyüklüğünün artışı, kütikülünün kalınlaşması, artan yağ oranı gibi mevsimsel varyasyonların sonucu oluşabilir. Ana direnç tipiyle beraber canlıya daha fazla oranda direnç sağlama imkanı sunar (Brogdon, & McAllister, 1998; Bursalı, 2013; Gaçar, 2008).

2.6.1.2. Davranış direnci: İnsektisitlere maruz bırakılan canlıların doğal davranışları ya da davranışlarındaki değişimlere bağlı olarak insektisitlerle temas yüzeyinden sakınma ya da bu yüzeylerle temas süresini azaltmaya bağlı olarak ortaya çıkan direnç şeklidir. Bu direncin ve davranışın ortaya çıkmasında önemli olan neden iritanlara karşı gösterilen iritabilitedir. Davranış direnci vigor tolerans benzeri etkiye sahip değildir (Brogdon, & McAllister, 1998; Gaçar, 2008; George, 1986).

2.6.1.3. Fizyolojik direnç: Genetik, biyokimyasal ve fizyolojik direnç vektör canlılarda insektisitlere karşı ortaya çıkan dirençte en önemli direnç mekanizmalarıdır. Böceklerde, funguslarda, bakterilerde, bitkilerde ve omurgalılarda benzer direnç mekanizmaları gözlenmektedir. Bu mekanizmalar insektisit hedef bölgelerindeki değişimleri, arttırılmış detoksifikasyon hızlarını, azaltılmış pestisit alımını ve daha etkin depolama mekanizmalarından oluşur (Brogdon, & McAllister, 1998; Gaçar, 2008; Knobler, 2003).

2.6.2. Böceklerde birincil direnç mekanizmaları: (a) Kütiküladan penetrasyonun azaltılması, (b) Esterazlar, monooksijenazlar ve glutatyon transferazlar gibi enzimlerle metabolik detoksifikasyonun arttırılması (c) Hedef bölgelerde duyarlılığın azaltılması şeklinde oluşmaktadır (Brogdon, & McAllister, 1998; Gaçar, 2008; Knobler, 2003).

2.6.2.1. Kütiküladan penetrasyonun azaltılması: Bu mekanizma, direnç oluşumunda en az etkili mekanizmadır ve genel olarak diğer direnç faktörlerini arttırıcı etkilerin ortaya çıkmasını sağlar. İnsektisitlere karşı knock-down (yere serme) zamanını arttırır ve uygulanan insektisitin toksisitesi dirençli ve duyarlı soylarda aynıdır. *M. domestica* üzerinde sürdürülen PCR çalışmaları sonucunda, 3.

kromozomda bulunan pen geninin bu direnç tipinin şekillenmesinden sorumlu olduğunu ortaya çıkarmıştır. Detoksifikasyon genleriyle etkileşim halinde düşük orandaki insektisit penetrasyonu insektisit direncini arttırabilir (Hemingway, & Ranson, 2000; Kence, 1988).

2.6.2.2. Metabolik detoksifikasyonun arttırılması: İnsektler kendilerine uygulanan insektisitlerin metabolizasyon hızını arttırarak bu insektisitleri az toksik öncü bileşiklere dönüştürürler. Farklı enzim formlarının bulunuşu ya da duyarlı bireylerde az bulunan enzim miktarının arttırılışı ile insektisit metabolizasyonu arttırılır (Hemingway, & Ranson, 2000).

Genel olarak enzimler Faz 1 ve Faz 2 reaksiyonları halinde ksenobiyotik substratları üzerinde doğal bir mekanizmaya sahiptirler. Bu enzimlerin aktivitelerinin birleştirilmesi ve ikincil olarak sudaki çözünürlüklerinin artışı ile toksik etki azaltılır. Faz 1 reaksiyonlarının ürünleri ana bileşikten daha toksik olabilir. İnsektisit direncine katkıda bulunan detoksifikasyon mekanizması Faz 1 enzimleriyle sınırlıdır, ve bu enzimler mikrozomal monooksijenazlar, hidrolazlar ve glutatyon-S-transferazlar (GSTH) olarak ayrılabilir (Kence, 1988).

2.6.2.3. Hedef bölge duyarsızlığı: Uygulanan insektisit etki edeceği spesifik bölgelere karşı ilginin düşürülmesi şeklinde sinir sistemindeki düzenlemelerdir. Bu direnç şeklinde, üç ana hedef bölge vardır.

1. Asetilkolinesterazın değiştirilmesi
2. DDT ve pyrethroidlere karşı nöron duyarlılığının azaltılması
3. Klorlanmış siklodienlere karşı nöron duyarlılığının azaltılması (You ve ark., 2020).

2.6.3. Direnç Genetiği: Bu direnç mekanizması ile ilgili çok sayıda hipotez bulunmaktadır. Bunlardan iki tanesi araştırmacılar için önemlidir. Bunlardan ilki Neo-Darwinian Hipotezi'dir. Bu hipotez pek çok mutasyon oluşumu ve bunların birikerek değişim meydana getirmesini öngörür. Bu hipoteze göre her bir mutasyon, toplamda küçük bir yer kaplar ve insektisit direnci de böylece poligenik olur. Fakat arazi popülasyonlarında direnç, tek bir ana genin değişimiyle oluşan bir mekanizmadır ve bu yüzden direncin gelişiminde Neo Darwinian hipotezi geçerli değil gibi görünmektedir (Moore, 1984).

Düzenleyici gen hipotezi ise, popülasyon tür altı seviyesindeki değişimleri kısmen de olsa hesaba katan daha yakın bir hipotezdir. Yapısal genin kontrol ettiği pek çok gen, direncin oluşumunda adaptif farklılığa genetik temel sağlamaktadır. Düzenleyici genlerde zaman içinde uygulanan insektisitlere karşı genetik ve biyokimyasal değişimler direnç noktasında önemli bir yer tutar. İki düzenleyici gen var gibi görünmektedir. Birincisi tamamen dominant veya resesiftir ve protein sentezi merkezindeki değişimleri kontrol eder. İkinci tip ise kodominanttır ve protein sentezinin doğasındaki değişimleri içerir (Levin, 1984).

Kantitatif direnç, protein sentezinin miktarı ile ilgili olup, yapısal genlerle komşu düzenleyici genleri içerir. Değişim yapısal gende değil, buna bitişik ya da uzak yapıdaki genetik yapının değişimiyle olur. Kalitatif direnç ise detoksifikasyon enzimlerinin formlarının değiştirilmesiyle gerçekleşir. Bu durumun, karasinekte yapılan çalışmalarla da, direncin çoklu detoksifikasyon enzimleri düzenlemesi ve tek genetik lokusun değişimi sonucu olduğu gösterilmiştir. Farklı enzimler üzerine etki eden tek lokus ile bu enzimlerin aktivitesini düzenleyici yapı, muhtemelen bitişik değildir ve pek çok ayrı düzenleyici olarak tanımlanır. Bu sistem kodominant kalıtım olarak tanımlanabilir (Paigen, 1979).

Karasinek çalışmalarında dört ana gen grubu belirlenmiştir. Bunlardan; **(1)** PEN; 3. kromozom üzerinde yer alır ve insektisit alımını düşüren gendir. Resesif özelliği ile kalıtımda çok yüksek oranda direnç oluşturma özelliğine sahip değildir. Bu gen üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre diğer direnç genlerini düzenleyici özelliği vardır. Pek çok durumda çift kat direnç oluşumu sağlar. **(2)** KDR; DDT ve pyrethroidlere karşı direnç oluşumundan sorumludur ve 3. kromozomda pen lokusundan farklı olarak kalıtımda resesiftir. Düşük seviye ve yüksek seviye allelleri bulunur. **(3)** DLD-R; Dieltrin ve diğer siklodien grubu insektisitlere direnç sağlar. 4. kromozomda lokalize olmuştur ve tamamen resesiftir.

(4) AChE-R; asetilkolinesterazın değiştirilmesinden sorumlu gen grubudur. Organofosfat ve karbamat grubu insektisitlere karşı direnç oluşumunu sağlar. 2. kromozomda lokalize olan bu gen, kodominant olarak kalıtılır ve pek çok alleli farklı seviyelerde direnç oluşturur (Oppenorth, 1982).

2.7. İnsektisitler: İnsektisitler ve genel kapsamda pestisitler, insanlar tarafından kullanılan çok önemli kimyasal maddelerdir. Pestisitler, tarımsal üretimde pek çok sistem içerisinde bulunan genel bileşiklerdir. Pestisitler 1940'lı yıllardan itibaren devamlı artış gösterecek şekilde kullanılmıştır. Bu kullanım 1980'li yıllarda zirveye ulaşmıştır. Sonraki on yılda aktif madde üretimi azalmıştır ve entegre mücadele teknikleri geliştirilip yaygın bir şekilde kullanıma sunulmuştur (George, 1986). İnsektisitlerin doğal mücadele tekniklerine göre daha hızlı olması ve sorunu kısa zaman diliminde çözmeleri daha fazla tercih edilmelerine neden olmuştur (Çağlar, 1991). Etkinin kısa sürede elde edilmesi kimyasal mücadeleyi diğer zararlı mücadele tekniklerine göre daha ekonomik yapar. Fiyat/fayda çerçevesinde bakıldığında faydanın daha fazla olduğu görülür. Kullanımlarının kolaydır uygulayıcı için özel bir eğitim gerekmez (Dent, & Binks, 2020). Ancak bu ve bunun gibi avantajlarına karşın, insektisit kullanımının çok önemli dezavantajları da vardır. Ürün sistemlerinin kendi içerisinde kullanım sıklığının artması bazı problemleri ortaya çıkarır. İnsektisitlerde meydana gelen direnç, zararlıların yeniden ortaya çıkışı ve bu kimyasalların daha fazla miktarda kullanılmaları sonucunu doğurur. Bu nedenle insektisitlerin kullanımıyla artan oranda bir etkisizlik durumu ortaya çıkar. Yüksek miktarda ve sürekli kullanım, çevresel kontaminasyon ve hedef olmayan canlıların üzerinde negatif etkileri de beraberinde getirir. Özellikle balarısı, balık ve tarımsal faaliyetlerin yapıldığı bölge içinde ya da dışındaki doğal yaşam olumsuz etkilenir. Çevresel kontaminasyon ve doğal hayatın etkilenmesi genellikle fiyat/fayda oranına eklenmez. İnsektisitlerin diğer bir dezavantajı da kullanıcılar için risk oluşturmastır. Pek çok insektisit yüksek oranda toksik olup, uygun şekilde kullanılmadığı durumlarda ya da kaza sonucu insanlarda zarar oluşturabilir veya ölüme neden olabilir (Çağlar, 1991; Pedigo, 1996).

2.7.1. İnsektisitlerin sınıflandırılması: İnsektisitler etki şekilleri, kimyasal yapıları ve doğasına göre sınıflandırılır. Etki mekanizması yönünden insektisitler mide zehirleri, temas zehirleri ve fumigantlar (solunum zehirleri) olarak sınıflandırılabilirler (Pedigo,1996). İnsektisitler kimyasal doğasına ve yapısına göre de inorganik (karbon atomu olmayanlar), diğerleri ise organik (karbon atomuna sahip olanlar) olarak sınıflandırılırlar. Günümüzde kullanılan insektisitlerin çoğu organik insektisitlerdir ve doğal ve sentetik olarak üretilip, iki sınıfta incelenmektedirler. Başlıca doğal organik insektisitler, bitkisel kökenli olan bitkisel insektisitler ve petrol türevi ürünleri içeren mineral yağlardır. Bitkisel kökenli insektisitler yoğun ve geniş kullanım alanı bulurken, petrol kökenli olanlar bitki zararlısı olmayan canlılar ve sivrisineklerin larval formları üzerinde sınırlı kullanıma sahiptirler (Akıner, 2003; Emden, 2004).

Günümüzde en yaygın kullanılan insektisitler basit bileşiklere veya elementlere laboratuvar ortamında kimyasal eklemeler yapılarak üretilmiş sentetik insektisitlerdir.

2.7.1.1. Böcek gelişim düzenleyicileri: İnsektisitlerin en yaygın ve geçerli sınıflandırma yöntemi, kimyasal yapılarına göre sınıflandırmadır. Bazı bileşik grupları aktif içeriklerine uygun olarak isimlendirilir. Buna göre başlıca Organoklorlu, Organofosforlu, Karbamat, Pyrethroid ve Neonikotinoid olmak üzere beş grup insektisit bulunmaktadır. Bunlara ek olarak gelişim düzenleyiciler (juvenil hormon analogları) ve biyolojik insektisitler de iki ayrı grup insektisit olarak sınıflandırılır (Alten, & Çağlar, 1998; Matsumura, 1985; Pedigo, 1996).

Tablo 2: Etki mekanizması, hedef bölge ve kullanım yollarına göre insektisit türleri

Kimyasal Sınıf/Grup	Etki Mekanizması	Hedef Bölge	Kullanım Yolu
Böceklerin Sinir Sistemini Hedef Alan İnsektisitler			
Piretrin/Piretroid	Sodyum kanalları modülasyonu	Sinir aksyonları	Kontakt
Oxadiazine	Sodyum kanalları blokajı	Sinir aksyonları	Oral
Semicarbazonlar	Sodyum kanalları blokajı	Sinir aksyonları	Kontakt ve oral
Karbamatlılar	Asetilkolin esterase inhibisyonu	Sinir sinaps	Kontakt
Neonikotinoidler	Asetilkolin reseptör stimülasyonu	Sinaps	Kontakt ve oral
Sipinosinler	Asetilkolin reseptör stimülasyonu	Sinaps	Oral
Fenilpirazol	GABA reseptör blokajı	Sinaps	Kontakt ve oral
Avermektin	Glutamat reseptör stimülasyonu	Sinaps	Oral
Böceklerin Sinir Sistemini Hedef Almayan İnsektisitler			
Diamid	Kas stimülasyonu	Kas kalsiyum kanalları	Oral
Juvenile Hormon Analogları	Juvenil Hormon Aksiyonu Taklidi	Parçalayıcı Enzimler/Reseptör	Kontakt ve oral
Kitin Sentez İnhibitörleri	Kitin Formasyonunun Önlenmesi	Eksoskeleton	Oral
Aminohidrazonlar	Enerji Üretiminin İnhibisyonu	Mitakondri	Oral
Fumigant (Sülfür florid)	Enerji Üretiminin İnhibisyonu	Sitrik Asit/Glikoliz siklusundaki hücreler	İnhalasyon
Priroller	Enerji Üretiminin İnhibisyonu	Mitakondri	Kontakt
Boratlarda	Spesifik Olmayan Metabolik Bozuluma	Hücreler	Oral
Dehidrasyon Tozları	Kütiküler mum tabakasının adsorpsiyonu	Eksoskeleton	Kontakt

(Matsumura, 1985)

2.7.1.2. Organofosforlu insektisitler: İkinci dünya savaşı sırasında geliştirilmişlerdir. Kolinesteraz enzimini inhibe ederek etki gösterirler. Bu gruptaki insektisitler çoğu memeliler için toksiktir. Ancak doğada parçalanmaları ve kalıcılıkları organik klorlu insektisitlere göre az olduğu için doğaya daha az zarar vermektedirler (Edwards, 1987). Organik fosforlu insektisitler, keşfedilmeleriyle birlikte birçok zararlıyla mücadelede organik klorlu insektisitlerin yerini almışlardır.

Bu grup fosforik asitlerden türetilen toksik yapıdaki bileşiklerden oluşur. Kalıcılıkları organoklorlu insektisitlere göre daha az olan organofosfatlı insektisitler, ıstık varlığında toksik olmayan bileşiklere dönüşürler. Bu dönüşüm saatler ya da günler sürebilir. Fosfat atomuna eklenmiş farklı alkollerden oluşan bu grup, esterler olarak da bilinir. Oksijen, karbon, sülfür ve nitrojenin farklı kombinasyonlarından oluşan bu esterler, alifatikler, feniller, heterosiklikler olarak üç grupta toplanırlar (Matsumura, 1985; Pedigo, 1996).

2.7.1.3. Pyrethroid İnsektisitler: Günümüzde ergin mücadelesinde en sık kullanılan gruptur. 1949 yılında doğal bir insektisit olan Cinerin 1 (pyrethrum olarak bilinen bitkisel kökenli bir insektisit)'in insektisit özelliğinin kimyasal yöntemlerle iki katına çıkarılması sonucu ilk sentetik pyrethroid olan Allethrin geliştirilmiştir. Sentetik

pyrethroidlerin önemli özellikleri yüksek toksisiteye sahip olmaları ve hızlı knock-down (düşürücü) etkileri olmasıdır. Pyrethrum'un üretimi aşırı miktarda pahalı olmasına rağmen, yeni nesil pyrethroidler, organofosfat ve karbamatlarla mukayese edildiğinde uygun fiyat ve düşük uygulama oranı ile daha avantajlıdır. Toksik etkilerini voltaj duyarlı sodyum kanalı üzerinde gösteren pyrethroidlerin, kalıcı etkileri düşük ve toksik etkileri yüksektir. Ancak çoğunun memeli toksisitesi nispeten daha düşüktür (Elliot, & Janes, 1978). Diğer bir önemli özellikleri de, repellent (kovucu) olmalarıdır. Pyrethroidler tarihsel olarak üretim sıralarına göre birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü kuşak olarak sınıflandırılırlar. İlk üretilen pyrethroidler birinci kuşak olup, toksik etkileri doğal pyrethrum'un iki katı kadardır (Pedigo, 1996). Daha sonra geliştirilen Resmethrin ve buna yakın gruplar ikinci kuşak pyrethroidlerdir, toksik etkileri birinci kuşaklara göre artmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan pyrethroidler, üçüncü ve dördüncü kuşak sentetik pyrethroidlerdir. Fenvalerate ve Permethrin gibi üçüncü kuşak pyrethroidler, 1970'lerde üretilmiş ve uçkun mücadelesinde hala yoğun olarak kullanılmaktadır. Dördüncü kuşak pyrethroidler, üçüncü kuşak pyrethroidlere göre etkili zehirlerdir. Uygulama oranları ise üçüncü kuşağa göre bir kat fazla olabilmektedir. Bu grubun üyeleri arasında Cypermethrin ve Deltamethrin gibi aktifler bulunur (Dent, 2000).

2.7.1.4. Doğal organik insektisitler: Doğal organik insektisitlerden en önemlisi ve en çok kullanılanı *Azadirachta indica* Juss. (Mellicaceae)'dan elde edilen azadirachtin etken maddesidir (Copping, & Menn, 2000; Schmutterer, 1990). Azadirachtin etken maddesine sahip neem ağacı ekstraktları, zararlı böcek türlerine karşı uzaklaştırıcı, beslenmeyi engelleyici, yumurtlamayı azaltıcı, toksik ve büyüme düzenleyici etkiye sahiptir (Göçmen, Topakçı, & İkten, 2007). Neemazal ve neem yağı zararlı mücadelesinde dünyada en yaygın kullanılan bitkisel kökenli insektisittirler.

: Böcek gelişim düzenleyicileri (IGR) ve böcek gelişim engelleyicileri (IDI), selektif ve spesifik etki şekilleri ile çevre kirliliğine engel olmaktadır. İnsekt mücadelesinde üreme alanlarına uygulandığında alınan toplu öldürücü etkileri sebebiyle son yıllarda en yoğun kullanılan ve en etkili yöntemlerden birisidir. Böceklerin kendi gelişmeleri için vücutlarında salgılanan kimyasalların kullanımı ile böceklerin doğal hormon dengeleri bozulmaktadır ve böylece büyüme ve gelişme engellenerek veya durdurularak öldürülmeleri sağlanmaktadır. Böceklerde hormon dengesini etkileyen

ve vektör mücadelesinde etkili olarak kullanılan en önemli maddeler Juvenil Hormon ve Benzoylurea türevleridir (Tunaz, & Uygun, 2003).

Benzoylurea grubunda en yaygın kullanılan, Diflubenzuron, böceklerde kitin oluşumunu engelleyen ve larvaların gömlek değişimlerini engelleyip dev larvalar oluşturarak larvaları öldüren bir bileşiktir (Zeki, Kedici, Çevik, & Halıcı, 1995). Potansiyel bir kitin sentezi engelleyicisi olarak kabul edilen cryomazin'in etki mekanizması tam olarak açıklığa kavuşturulmamakla beraber yapılan çalışmalarda hücre turgor basıncını arttırdığı, kütiküldeki keselerin sıvı ile dolmasına neden olduğu ve buna bağlı olarak kütikülde lezyonların şekillendiği ve deri değiştirme esnasında anormalliklere neden olduğu düşünülmektedir (Mekhlafi, Mashaly, Wadaan, & Mallah, 2011).

2.7.1.5. Biyolojik mücadele ajanları: Sineklerin çeşitli gelişim safhalarını hedefleyen birçok biyolojik kontrol ajanı vardır. Bu ajanlar;

a) Predatörler (Yırtıcılar)

f Omurgalı yırtıcılar

f Omurgasız yırtıcılar

b) Parazitler

f Nematodlar

f Protozoonlar

c) Mikrobiyal Kontrol Ajanları

f Mantarlar

f Virüsler

f Bakteriler

şeklinde sınıflandırılabilirler (Daldal, & Babaoğlu, 1998; Federici, 1991).

2.8. Türkiye' de İnsektisit Kullanımı: Türkiye ekonomisi tarıma dayalı bir ülkedir ve nüfusu sürekli artış göstermektedir. Bu yüzden ülkemizde tarıma giderek artan bir şekilde önem verilmesi gerekmektedir. Tarımsal üretimi arttırmanın yanında kültür bitkilerine zarar veren canlıların sebep olduğu ürün kaybını (yaklaşık % 35) önlemek

önemlidir. Bu bağlamda ülkemizde pestisit kullanımı yaygındır. Türkiye’de büyük çoğunlukla insektisit, fungusit ve herbisit olmak üzere her yıl 33-35 bin ton zirai mücadele ilacı kullanılmaktadır (Tunaz, & Uygun, 2003; Zeki ve ark., 1995).

Tablo 3: AB ülkelerinde 1993-1995 yılları arasındaki tüketim miktarlarına göre hektara isabet eden ortalama pestisit miktarları

Ülkeler Pestisit tüketimi	(kg/ ha)
Almanya	2,6
Avusturya	4,0
Belçika	1,2
Danimarka	1,7
Finlandiya	1,2
Fransa	5,6
Hollanda	13,8
İngiltere	6,4
İrlanda	8,0
İspanya	2,3
İsveç	4,4
İtalya	9,3
Lüksemburg	4,4
Portekiz	6,0
Yunanistan	13,5

(Arslan & Çiçekgil, 2018)

Ülkelerin pestisit tüketimi Tablo 3’deki gibidir. Hollanda ve Yunanistan pestisit kullanımı bakımından ilk sıralarda yer alırken, Belçika ve Finlandiya pestisit kullanımının en az olduğu ülkelerdir.

Tablo 4: Yıllara göre birim alanda tüketilen pestisit miktarları

Yıllar	Tüketim (Ton)	Birim Alana Tüketim (g/ha)
1978	8.396	506
1983	12.146	708
1989	10.875	571
1993	12.566	663
1997	13.083	703
2000	12.458	683
2004	13.146	726
2006	18.258	1.047
2007	18.944	1.118
2008	20.032	1.209
2009	15.412	950
2010	20.121	1.234
2011	27.521	1.752
2012	25.460	1.071
2013	24.565	1032

Bakır sülfat toz ve kükürt dahil değil

(Arslan & Çiçekgil, 2018)

Türkiye’ de pestisit kullanımı en fazla Akdeniz ve Ege Bölgelerindedir. (Arslan & Çiçekgil, 2018).

Tablo 5: Ülkemizde yıllara göre pestisit kullanım miktarları

Yıllar	İnsektisit	Fungisit	Herbisit	Diğerleri	Toplam Tüketim
2006	3.406 (%18,65)	4.432 (%24,27)	5.400 (%29,57)	5.020 (%27,49)	18.258
2007	3.568 (%18,83)	4.945 (%26,10)	4.630 (%24,48)	5.793 (%30,57)	18.944
2008	3.219 (%16,06)	4.901 (%24,46)	5.581 (%27,86)	6.331 (%31,60)	20.032
2009	5.290 (%34,31)	2.197 (%14,25)	2.234 (%14,49)	5.691 (%36,92)	15.412
2010	2.953 (%14,67)	7.559 (%37,56)	6.145 (%30,54)	3.464 (%17,21)	20.121
2011	3.958 (%14,38)	9.287 (%33,74)	10.396 (%37,77)	3.880 (%14,09)	27.521
2012	3.582 (%14,06)	8.178 (%32,12)	8.281 (%32,52)	5.419 (%21,28)	25.460
2013	3.687 (%15)	8230 (%33,50)	7.873 (%32,04)	4.775 (%19,43)	24.565

(Arslan & Çiçekgil, 2018)

Türkiye’de insektisit kullanımı incelendiğinde insektisitler ya çok zehirli (metamidof os, paratyon- metil, diklorvos, endosülfan ve azinfos metil) ya da zehirlidir (klorpirifos-etil, karbaril). Ülkemizde kullanılan insektisitlerin çevre ve sağlık açısından tehlike arz ettiği görülmektedir (Zeki ve ark., 1995).

2.9. Karasinek Mücadele Teknikleri: Sinek mücadelesi; mekanik, biyolojik, fiziksel, larva ve erişkin mücadelesi olarak yapılmaktadır. Sineklerin üreme alanlarının kontrol altına alınması fiziksel mücadele yöntemlerini oluşturur. Örneğin; kontrolsüz dışkı ve çöp depolama alanlarının bertaraf edilmesi gibi sineklerin yumurta bırakabileceği ve larvaların gelişimine uygun alanların ve besin maddelerinin uzaklaştırılması, ergin sineklerin insan ve hayvan barınaklarına girmesinin engellenmesi gibi önlemler sıralanabilir (Malik, Singh, & Satya, 2007).

2.9.1. Larva Mücadelesi: Larval mücadele biyolojik ve yüzey kontrol ajanlarının yanında temas etkili larvasitlerle yürütülmektedir. Temas etkili larvasitler, larva ya da pupa ile temas ettiğinde kütikuladan emilme veya tesadüfi olarak sindirim yoluyla alınmaları yoluyla etki gösterirler. Temas etkili larvasitler ikiye ayrılırlar.

1) Larvanın sinir sistemini etkileyen larvasitler: Örneğin Temephos, Fenthion, Fenitrothion, Malathion vb. organik fosforlar ve larvasit olarak kullanılan sentetik piretroidler.

2) Larvanın endokrin sistemini etkileyen insektisitler: Bu gruptaki insektisitler böcek gelişim düzenleyiciler veya kısaca IGR (Insect Growth Regulators) olarak adlandırılmaktadır (Tunaz, & Uygun, 2003).

IGR'ler;

a) Kitin Sentezi İnhibitörleri

b) Juvenil Hormon Analogları olarak iki ana gruba ayrılırlar.

a) Kitin Sentezi İnhibitörleri: Piyasada en çok kullanılan etken maddeler Diflubenzuron, Triflumuron, Novaluron'dur. Kitin (kütikula) sentezini inhibe ederek etki gösterirler. Kütikula böceklerde canlıyı dış etkenlere karşı koruyan bir tabaka işlevi görür, eksoskeletonu (dış iskelet) oluşturur ve bağırsak duvarlarının, solunum sisteminin, üreme kanalının ve salgı kanallarının yapısında bulunur. α , β ve γ kitin olmak üzere 3 formda bulunur ve N-acetyl-D-glucosamine'in glikozit polimeridir. Kitin, insektlerin ve crustaceaların yanında mantarların ve protozoonların hücre duvarının yapısında da bulunur ancak omurgalıların ve bitkilerin yapıtaşlarından birisi değildir. Kitin sentezi plazma membranından ekstraselüler olarak sentezlenen kitin sentaz enzimine bağlıdır. Bu enzim zimogen (inaktif) olarak epidermis hücrelerinin endoplazmik retikulumundan sentezlenir ve kitin sentezini başlatması için proteazlar tarafından aktive edilir (Matsumura, 2010). Proteazların kitin sentez zimogenlerini aktive etmesindeki önemli rolleri sebebiyle bu enzimler bazı diğer düzenleyici maddelerle birlikte kitin biyosentez mekanizmasının bozulmasını sağlayan insektisitlerin geliştirilmesi için önemli bir hedef halinde bulunmaktadır (Tunaz ve Uygun, 2003). Ticari olarak piyasaya sunulan ilk KSİ diflubenzuron'dur (benzoylphenylurea) (Tilak, Verma & Wankhade, 2010).

DIFLUBENZURON

INFORMATION

ISO common name

Diflubenzuron (E-ISO, (m) F-ISO, ANSI, ESA)

Chemical names

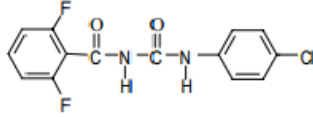
IUPAC: 1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

CAS: N-[(4-chlorophenyl)amino]carbonyl]-2,6-difluorobenzamide

Synonyms

Dimilin, Micromite, Adept, DU 112307, PH 60-40, TH 6040, ENT-29054, OMS 1804 (Crompton trade names and/or past development codes).

Structural formula



Molecular formula

C₁₄H₉ClF₂N₂O₂

Relative molecular mass

310.7

CAS Registry number

35367-38-5

CIPAC number

339

Identity tests

HPLC retention time; IR spectrum

Şekil 3: Diflubenzuron bileşiminin kimyasal yapı diagramı, https://www.researchgate.net/figure/Molecular-structure-of-diflubenzuron_fig3_276854302

İlk keşfedildiğinde *Spodoptera litura* (Fabr.) ve *Cydia pomonella* L. larvalarına karşı kullanılan bu etken madde, Lepidopteralar dışında Coleoptera ve Dipteralara karşı da etkilidir (Özparlak 2003; Tilak, 2010). Diflubenzuron ve derivatlarının zararlı insektlere ve bitki zararlısı akarlara karşı etkili olmasına rağmen faydalı böceklerle karşı etkisinin göreceli olarak daha az olduğu belirlenmiştir. (Asai, 1985). Farklı IGR gruplarının kullanıldığı (JHA, KSI ve bir triazine derivatı) bir çalışmada Pospischil ve arkadaşları *Musca domestica*'nın multi resistant hatlarına karşı denedikleri KSI'ların etki seviyesinin yüksek olmasına rağmen uzun süre benzoylphenylurea'ye maruz bırakılan bir hatta bu etken maddeye karşı yüksek oranda direnç gözlemlemişlerdir (Pospischil, 1997).

KSI'lar birçok zararlıya karşı larvasit etki göstermektedirler. Etkene maruz bırakılan larvaların gömlek değiştirme (larval dönemler arası geçiş) dönemlerine kadar

gelişmelerine devam etmekte fakat gömlek değiştirmek için gerekli yeni kitin sentezinin yapılamamasından ötürü gömlek değiştirememektedirler. Diflubenzuron ve diğer KSI'ların etki mekanizması tam olarak bilinmemesine rağmen 3 hipotez üzerinde durulmaktadır. Kitin sentetazın inhibisyonu (ya da biyosentezi), proteazların inhibisyonu (ya da biyosentezi), UDP-Nacetylglucosamin'in membrandan geçişinin inhibisyonu mekanizmalarıdır (Tilak, 2010). Bununla birlikte proteazların etkilendiğini öngören mekanizmanın etkili olduğu, diflubenzuron kullanılarak yapılan in vivo deneylerde kitin sentezinin hızlı bir şekilde inhibe olduğu görülmüştür (Tilak, 2010).

Yapılan bir çalışmada diflubenzuronun kitin sentezini inhibe ettiği belirtilmesine rağmen (zimojenlerin proteolitik aktivasyonu ile), böceklerde zimojenlerin varlığı ve böcek proteazlarının inhibisyonu görülmemiştir (Leighton, & Edwin, 1981). Daha sonraki çalışmalar buna yönelik en muhtemel mekanizmanın, substratın ulaşımının engellenmesi olduğunu göstermiştir. Bu hipotez, bir çalışmada larval orta bağırsak dokusunda *Mamestra brassicae* (L.)'nın izole edilmesiyle ortaya konmuştur (Zhang, Li & Liu, 2022). Diflubenzuron, böcek orta bağırsak epitel hücrelerine uygulandığında, ¹⁴C işaretli glukozaminin veya N-asetil glukozaminin, peritrofik membrandaki kitin içerisine katılımını engellemiştir. Oysa UDP-N-asetil glukozamin orta bağırsak içerisine uygulandığında, diflubenzuron kitin biyosentezini engelleyememiştir. Bu sonuçlar bize göstermektedir ki, bu bileşik, UDP-N-asetil glukozaminin biyo-membran boyunca taşınmasını engellemektedir (Zhang, Li & Liu, 2022).

Epitel hücrelerden UDP-N-asetil glukozaminin salınımı, diflubenzuron tarafından engellenmektedir. Benzer olarak, *N. lugens* nimflerinde N-asetil

glukozaminden in-vivo kitin sentezi, seçici olarak buprofezin tarafından inhibe edilmektedir (Noh, 2021).

b) Juvenil Hormon Analogları: Böceklerin metamorfoz aşamasını bozarak olgun forma ulaşmalarına engel olmaktadır. Metopren, Pyriproxyfen, Fenoxycarb sıklıkla kullanılan Juvenil hormon analoglarıdır (Zibae, & Sendi, 2011). Böceklerin gelişim ve büyümeleri bazı hormonların kontrolü altındadır. Bu hormonlar Prothoracicotropic hormonlar (PTTH) (beyin hormonu), ecdysteroidler, ve juvenile hormonlar (JH)'dır. Peptid hormonu PTTH, beyinden (gangliondan) salgılanmakta ve prothoracic bezden salgılanan gömlek değiştirme hormonu (ecdysone)'un salgılanmasından sorumludur. Ecdysone, JH ile birlikte hücre programlanmasından ve gömlek değiştirme sürecinin başlatılmasından sorumludur. Corpora allata'dan salgılanan JH seviyeleri yükseldiğinde epidermis larval gömlek değiştirmeye hazırlanmakta, ecdysone yükseldiği durumlarda ise metamorfoz başlamaktadır. Böceğin hayatının değişik dönemlerinde bu iki hormon farklı seviyelerde bulunmaktadır. JH pupa döneminde çok düşük seviyelerde yok denecek kadar azdır. Ancak ergin böceklerde üreme fonksiyonlarının bazı basamaklarında kullanılmaktadır. JH ergin bireylerde pupalaşmayı baskılar ve üreme dönemlerinde vitellogenesis indükler (Zhang, Li & Liu, 2022).

Böceklerde corpora allata'dan sentezlendiği belirlenmiş birden fazla Juvenil hormon bulunmaktadır (i JH I-III, JH0, ve iso-JH 0) (Tilak, 2010).

Hormonların dengesinde meydana gelen değişimler böceklerin gelişim ve büyümelerinde önemli bozukluklara yol açmaktadır. JH'lar embriyogenesis, gömlek değiştirme ve metamorfoz, üreme, diapoz, iletişim, göç ve yayılım, pigmentasyon, ipek üretimi ve faz dönüşümü gibi birçok yaşamsal faaliyeti kontrol etmektedir. JH'lar zararlı mücadelesinde spesifik etkileri sebebiyle kullanılması etkili olsa da stabilitelelerini koruyamamaları ve sentetik olarak üretilmeleri zor olduğu için vektör

mücadelede kullanılamamaktadır. Bununla birlikte birçok JH analogları (JHA) hem üretimlerinin daha kolay olması hem de peptid ve steroid hormonlara göre daha seçici bir etki göstermesi sebebiyle vektör mücadele alanında daha fazla kullanılmaktadır (Zhang ve ark., 2022). Bu grupta satışa sunulan ilk etken madde methoprene'dir. Methoprene genellikle evlerde ve insanlarla yakın ilişkili zararlılara karşı kullanılan terpenoid bir bileşiktir. Methoprene köpek ve kedilerde pire mücadelesi için tasmalara emdirilerek kullanım alanı bulmaktadır. Piyasada sıklıkla kullanılan diğer JHA'lar fenoxycarb ve pyriproxyfen'dir (Smith, 1995).

WHO SPECIFICATIONS FOR PUBLIC HEALTH PESTICIDES

PYRIPROXYFEN

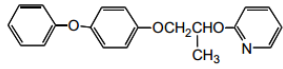
INFORMATION

ISO common name
pyriproxyfen (BSI, draft E-ISO)

Synonyms
none

Chemical names
IUPAC 4-phenoxyphenyl (RS)-2-(2-pyridyloxy)propyl ether
CA 2-[1-methyl-2-(4-phenoxyphenoxy)ethoxy]pyridine

Structural formula



Empirical formula
C₂₀H₁₉NO₃

Relative molecular mass
321.37 g/mol

CAS Registry number
95737-68-1

CIPAC number
715

Identity tests
HPLC retention time, IR spectrum.

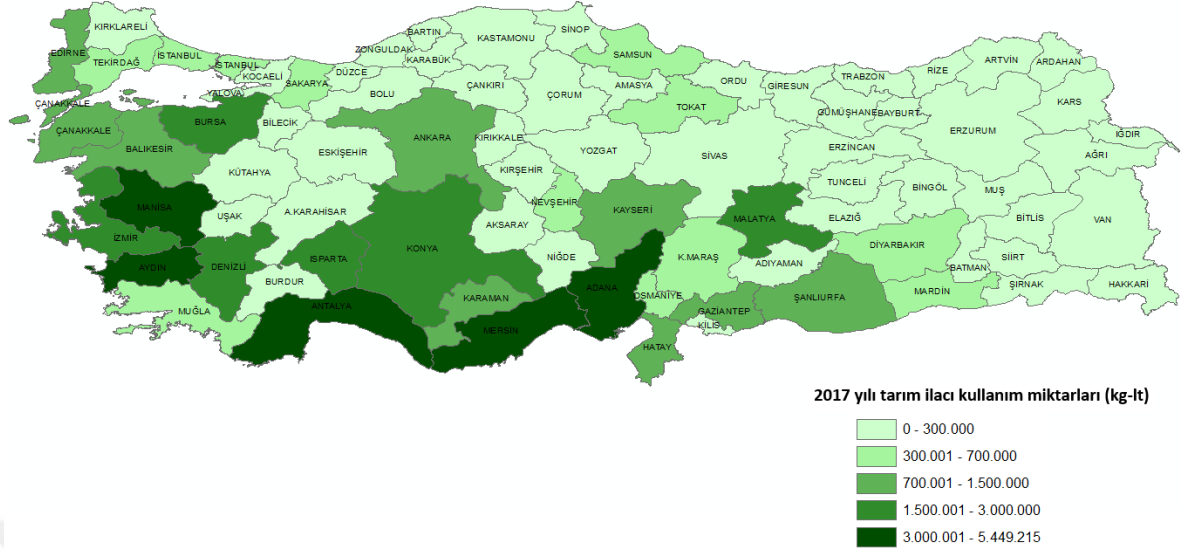
Şekil 4: Pyriproxyfen bileşiğinin kimyasal yapı diagramı:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950>

JHA'lar böceklerde yeni gömlek değiştirmiş son larval ve pupal dönemler, yeni bırakılmış yumurtalar gibi metamorfoz ve embriyogenezisin başlangıç aşamalarında daha yüksek etki göstermektedirler. Bu sayede taze bırakılmış yumurtalara JHA'lar uygulanırsa embriyogenezis bozulur. Erken dönemde larvalara uygulanması dev larvaların oluşumuna daha büyük yaştaki larvalara uygulanırsa anormal pupalaşmaya, larval-pupal mozaikleşmeye ve ara formların oluşumuna sebep olur. Buradan yola çıkarak Türkiye'de *M. domestica* üzerine yapılan farklı çalışmalar bulunmaktadır. Türkiye'de yapılan bir çalışmada 11 farklı lokasyondan ergin ev sinekleri toplanmış ve larva, erişkin formlarına karşı metil paration ve diazinon'un iki farklı dozu test edilmiştir. Bu çalışma sonucunda Diazinon'nun larva ve ergin bireylere karşı daha toksik olduğu bildirilmiştir (Yamanel, & Çakır, 2004).

Bu iki insektisite karşı larvaların erginlere oranla daha hassas oldukları ve erkek bireylerin dişilerden daha dirençli olduğu bulunmuştur. Samsun ve Kırıkkale metil paration ve diazinon için en hassas bölgeler olarak tespit edilmişken, direncin en yüksek olduğu popülasyonlar ise Denizli ve Antakya'da saptanmıştır. Yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular yoğun insektisit kullanımının insektisit direncini arttırdığını ve buna bağlı olarak böcek popülasyonları mücadelesinin zorlaştığını göstermektedir (Çetin ve ark., 2009). 2006-2007 yaz mevsiminde toplanan ev sineklerinde Antalya Merkez, Kumluca, Manavgat ve Serik ilçelerinde böcek büyüme düzenleyicilerden diflubenzuron, methoprene, novaluron, pyriproxyfen ve triflumurona karşı oluşan direncin saptanmasına yönelik bir çalışma yapılmıştır. Seracılığın yoğun yapıldığı Kumluca bölgesi dışındaki yerlerde düşük direnç tespit edilmiştir. Kumluca'da diflubenzurona bir yıl içerisinde artan ivmeyle direncin şekillendiği gözlemlenmiştir. 2006 yılında 11,8 kat, 2007 yılında 13,2 kat direnç bulunmuştur. Kumluca'yı sırasıyla Serik, Manavgat, Antalya Merkez bölgeleri takip etmiştir. Novaluron için 2006 yılında Manavgat bölgesinde, 2007 yılında Serik bölgesinde yükselen direnç değerleri gözlenmiştir. Triflumuron, methoprene ve pyriproxyfen için de her iki yılda Kumluca bölgesinde yüksek direnç değerleri gözlenmiştir (Çetin ve ark., 2009).

2.9.2. Yüzey kontrol ajanları: Özellikle sivrisinek larva mücadelesinde etkilidir. Petrol bazlı yağlar ve yüzey filmleri bu gruba dahildir. Bu kategoriye giren larvasitler, hem larvalara hem de pupalara karşı etki gösterirler. Petrol bazlı yağlar (Örn. Mazot, madeni yağlar) su yüzeyinde solunum yapan larva ve pupaların trakelerinden solunumlarına engel olarak ölümlerine sebep olurlar. Su yüzeyine petrol türevleri uygulamasının çevreye ve diğer canlılara etkisinin anlaşılmasından sonra bu yöntem dünyada ve Türkiye'de yasaklanmıştır (Voicu ve ark., 2015).



Şekil 5: 2017 Yılı İller Bazında Bitki Koruma Ürünlerinin Kullanımı, <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/tarim-ilaci-pestisit-kullanimi-i-85834>

Türkiye’de pestisit kullanımına bakıldığında en çok insektisit, fungusit, herbisit, nematosit kullanılmaktadır. Bursa, seracılığın ve meyve üretiminin yaygın olarak yapıldığı bir bölgedir. Bu yüzden zararlılara ve hastalıklara karşı fazla miktarda pestisit kullanılmaktadır. Şehir yerleşkelerinde en fazla insektisitler, herbisitler ve fungusitler kullanılmaktadır. Halk sağlığı açısından ev sinekleri dışında en fazla mücadele edilen canlılar sivrisinek, yakarca, hamam böceği, bit, pire, fare, kenelerdir (Çetin, 2016).

Yaptığımız çalışmada çalışılan bölgeler hayvancılığın ve meyveciliğın yoğun olarak yapıldığı bölgelerdir. Bu bölgelerde kimyasalların yoğun ve yanlış kullanımı direnç problemlerine neden olmaktadır. Ayrıca Bursa’nın iklimi, bitki örtüsü ve insan faaliyetleri göz önüne alındığında ev sinekleri gibi birçok halk sağlığı zararlısının yaşamına elverişli bir bölge olma özelliği taşımaktadır.

Mücadele sinejist madde kullanımı bir çok araştırmacı tarafından önerilmektedir (Khan, Akram, Iqbal & Ullah, 2015). Thiamethoxam ile PBO ve benzeri sinerjistlerinin kullanımının etken maddenin etkinliğini arttırdığı ve

thiamethoxamın PBO ve TPP sinerjistleri kullanıldığında dirençli ev sineklerinde daha iyi sonuçlar alındığı bildirilmiştir (Feng ve ark., 2009; Gao ve ark., 2014).



3. GEREÇ ve YÖNTEMLER

3.1. Arazi Çalışmaları: Bursa ili Gemlik, İnegöl, İznik, Karacabey, Keles, Kestel, Mudanya, Nilüfer, Orhaneli, Osmangazi, Yıldırım ilçelerinden, 2013 Haziran-2014 Ağustos ayları arasında 2 yıl için ayrı ayrı olmak üzere karasineklerin yaşama ve üreme ortamı olarak belirlenen alanlardan, Bursa Büyükşehir Belediye çevre/halk sağlığı zararlılarıyla mücadele ekipleri ile birlikte ergin karasinek örnekleri atrap yardımıyla toplanmıştır. Her ilçeden toplanan koloniler ilçenin bütününe temsil etmesi amacıyla rasgele seçilmiş, birbirinden en az 5 km uzaklıktaki en az 3 farklı yerden toplanmıştır. Doğal habitatlarından canlı olarak toplanan ergin sinekler tül kafesler içerisinde laboratuvar ortamına taşınmışlardır. Erginler laboratuvara getirilirken doğrudan güneş ışığına maruz kalmaları engellenmiş, kafeslere beslenmeleri için kesme şeker ve su ihtiyaçlarını karşılamak için su emdirilmiş pamuklar bırakılmıştır. Örnek toplanan alanlar çöp konteynırları, çöplükler, hayvan barınakları, evsel atık alanları ve kontrolsüz dışkı birikim alanlarıdır.



Şekil 6: *M. domestica* biyolojik gelişimi için uygun ortam



Şekil 7: *M. domestica* biyolojik gelişimi için uygun ortam



Şekil 8: *M. domestica* biyolojik gelişimi için uygun ortam



Şekil 9: *M. domestica* erişkin formların atrap ile doğal alanlarından toplanması



Şekil 10: *M. domestica* erişkin formların atrap ile doğal alanlarından toplanması

3.2. Laboratuvarda *M. domestica* Populasyonlarının Kolonizasyonu: Çalışmada, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standart duyarlı karasinek popülasyonu ile Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırlarına dâhil olan 11 ilçeden; Gemlik, İnegöl, İzmit, Karacabey, Keles, Kestel, Mudanya, Nilüfer, Orhaneli, Osmangazi, Yıldırım, karasinek popülasyonları kullanılmıştır.



Şekil 11: Bursa ili merkez ve ilçelerini gösteren harita: <https://paintmaps.com/tr/harita-grafikleri/21c/Bursa-harita-grafigi>

Laboratuvar kolonizasyonu 12/12 saat aydınlık-karanlık fotoperiyot, $27 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve 70 ± 5 RH (bağıl nem) koşulunun sağlandığı, Veteriner Fakültesi Parazitoloji A.B.D. inektaryumunda yapılmıştır. Ergin sinekler $35 \times 25 \times 25$ cm boyutlarındaki kafeslerde yetiştirilmişlerdir. Besin olarak kafes içerisine süt tozu ya da süt, su ve şeker ilave edilmiştir. Ergin yaşamın dördüncü gününden itibaren kafeslerden yumurta alımı için plastik bardaklar içinde süt emdirilmiş pamuklar kullanılmıştır. Larvaların yetiştirilmesi için 500 cc'lik kavanozlara, besi yeri olarak su, süt ve kepek karışımı ile hazırlanan mama eklenmiş ve 18 gr besi yerine 180 larva gelecek şekilde yoğunluk sağlanmıştır (Bryant, & Lisa, 1998). Pupa oluşumu tamamlandıktan sonra ayrılan pupalar, her kafeste 600-800 birey yoğunluk oluşturacak şekilde kafeslere alınmıştır.



Şekil 12: *M. domestica* popülasyonlarının insektaryumda kolonizasyonu

3.3. Denemede Kullanılan İsektisitler

3.3.1. Diflubenzuron ile Laboratuvar Çalışmaları: Laboratuvar çalışmalarında bu bilgilerden yola çıkarak Diflubenzuron ile çalışma grupları oluşturulmuştur. Bu çalışma gruplarında ilk olarak her 150 ml’de 100 mg aktif madde bulunacak şekilde 100 ppm stok solüsyon hazırlanmıştır. 100 ppm’lik deneme besi yerlerinin hazırlanması için 150 ml stok solüsyona 80 gr buğday kepeği eklenerek karıştırılarak bir besi yeri hazırlanmıştır. 10 ppm aktif madde içeren besi yeri hazırlamak için 10 ml stok solüsyon+140 ml yağsız süt üzerine 80 gr buğday kepeği eklenmiştir. 1 ppm için 1 ml stok solüsyon+149 ml yağsız süt+80 gr buğday kepeği, 0,1 ppm için 0,1 ml stok solüsyon+149,99 ml yağsız süt+80 gr buğday kepeği, 0,01 ppm için 0,0001 ml stok solüsyon+149,9999 ilave edilerek ilaç derişimleri oluşturulmuştur. Sonrasında toplanan ergin saha örneklerinden üretilmiş olan F₂ ve F₃ jenerasyonuna ait 48-72

saat aralığı yaşıta olan larvalar resim fırçası yardımıyla her bir besi yerine 20 adet eklenmiş ve larvaların gelişimi 10 gün boyunca takip edilmiştir. Bu süreçte her bir besi yerinde ergin sinek çıkışları kaydedilmiş, bu sonuçlar EPA-PROBİT analiz programında kullanılarak LC_{50} değerleri hesaplanmıştır. Kontrol besi yerlerinde sadece 150 ml yağsız süt kullanılmıştır. Her bir dozdaki deneme 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş, çıkan ergin sinek sayılarının ortalaması alınmış, EPA-PROBİT analiz programında bu değerler LC_{50} değer konsantrasyonlarının hesaplanması için kullanılmıştır. Hesaplanan LC_{50} konsantrasyon değerleri WHO popülasyonu denemelerinin LC_{50} konsantrasyonları ile karşılaştırılmış ve RF (direnç kat sayıları) hesaplanmıştır. Elde edilen RF değerleri dört kategoride incelenerek RF oranı <10 'dan küçükse düşük direnç, 10-40 arası ise orta derece direnç, 41-160 arası ise yüksek direnç ve >160 ise çok yüksek direnç vardır şeklinde yorumlanmıştır (Rupes ve ark., 1976).

3.3.2. Juvenile Hormon Analogları: Laboratuvar çalışmalarında bu bilgilerden yola çıkarak Pyriproxyfen ile çalışma grupları oluşturulmuştur. Bu çalışma gruplarında ilk olarak her 150 ml'de 100 mg aktif madde bulunacak şekilde 100 ppm stok solüsyon hazırlanmıştır. 100 ppm'lik deneme besi yerlerinin hazırlanması için 150 ml stok solüsyona 80 gr buğday kepeği eklenerek karıştırılarak bir besi yeri hazırlanmıştır. 10 ppm aktif madde içeren besi yeri hazırlamak için 10 ml stok solüsyon+140 ml yağsız süt üzerine 80 gr buğday kepeği eklenmiştir. 1 ppm için 1 ml stok solüsyon+149 ml yağsız süt+80 gr buğday kepeği, 0,1 ppm için 0,1 ml stok solüsyon+149,99 ml yağsız süt+80 gr buğday kepeği, 0,01 ppm için 0,0001 ml stok solüsyon+149,9999 ilave edilerek ilaç derişimleri oluşturulmuştur. Sonrasında toplanan ergin saha örneklerinden üretilmiş olan F_2 ve F_3 jenerasyonuna ait 48-72

saat yaş aralığında olan larvalar resim fırçası yardımıyla her bir besi yerine 20 adet eklenmiş ve larvaların gelişimi 10 gün boyunca takip edilmiştir. Bu süreçte her bir besi yerinde ergin sinek çıkışları kaydedilmiş, bu sonuçlar EPA-PROBİT analiz programında kullanılarak LC_{50} değerleri hesaplanmıştır. Kontrol besi yerlerinde sadece 150 ml yağsız süt kullanılmıştır. Her bir dozdaki deneme 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş, çıkan ergin sinek sayılarının ortalaması alınmış, EPA-PROBİT analiz programında bu değerler LC_{50} değer konsantrasyonlarının hesaplanması için kullanılmıştır. Hesaplanan LC_{50} konsantrasyon değerleri WHO popülasyonu denemelerinin LC_{50} konsantrasyonları ile karşılaştırılmış ve RF (direnç kat sayıları) hesaplanmıştır. Elde edilen RF değerleri dört kategoride incelenerek; RF oranı <10 'dan küçükse düşük direnç, 10-40 arası ise orta derece direnç, 41-160 arası ise yüksek direnç ve >160 ise çok yüksek direnç vardır şeklinde yorumlanmıştır (Rupes ve ark., 1976).



Şekil 13: Laboratuvarda direnç çalışmaları



Şekil 14: *M. domestica* ergin ve yumurta formları



Şekil 15: *M. domestica* laboratuvar ortamında üreme yeri



Şekil 16: *M. domestica* kavanoz içinde larval form

4. BULGULAR

4.1. EPA PROBIT Analiz Sonuçları

4.1.1. 2013 Yılı Pyriproxyfen Sonuçları:

Tablo 6: Gemlik İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0.004/ 0.106	0,25
0,01	20	9/11	%45/%55		
0,1	20	13/7	%65/%35		
1	20	15/5	%75/%25		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 7: İnegöl İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0.002/ 0.047	0,12
0,01	20	9/11	%45/%55		
0,1	20	16/4	%80/%20		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 8: Keles İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,037/ 0,285	0,97
0,01	20	4/16	%20/%80		
0,1	20	9/11	%45/%55		
1	20	17/3	%85/%15		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 9: Kestel İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,004/ 0,029	0,11
0,01	20	9/11	%45/%55		
0,1	20	18/2	%90/%10		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 10: Karacabey İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,004/ 0,029	0,11
0,01	20	9/11	%45/%55		
0,1	20	18/2	%90/%10		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 11: Mudanya İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,046/ 0,322	1,2
0,01	20	3/17	%15/%85		
0,1	20	8/12	%40/%60		
1	20	18/2	%90/10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 12: Nilüfer İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,046/ 0,322	0,38
0,01	20	3/17	%15/%85		
0,1	20	8/12	%40/%60		
1	20	18/2	%90/10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 13: Orhaneli İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,001/ 0,022	0,07
0,01	20	11/9	%55/%45		
0,1	20	18/2	%90/%10		
1	20	18/2	%90/10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 14: Osmangazi İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,033/ 0,246	0,83
0,01	20	4/16	%20/%80		
0,1	20	10/10	%50/%50		
1	20	17/3	%85/%15		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 15: WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,040/ 0,271	-----
0,01	20	3/17	%15/%85		
0,1	20	11/9	%45/%55		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 16: Yıldırım İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,035/ 0,337	1,04
0,01	20	5/15	%25/%75		
0,1	20	8/12	%40/%60		
1	20	3/17	%85/%15		
10	20	19/1	%95/%5		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

4.1.2. 2014 Yılı Pyriproxyfen Sonuçları:

Tablo 17: Gemlik İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0.008/ 0.167	0,54
0,01	20	8/12	%40/%60		
0,1	20	12/8	%60/%40		
1	20	14/6	%70/%30		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 18: İnegöl İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,004/ 0,073	0,25
0,01	20	8/12	%40/%60		
0,1	20	15/5	%75/%25		
1	20	17/3	%85/%15		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 19: İznik İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,022/ 0,149	0,7
0,01	20	5/15	%25/%75		
0,1	20	10/10	%50/%50		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 20: Karacabey İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,003/ 0,056	0,2
0,01	20	8/12	%40/%60		
0,1	20	16/4	%80/%20		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 21: Keles İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,048/ 0,356	1,56
0,01	20	3/17	%15/%85		
0,1	20	9/11	%45/%55		
1	20	16/4	%80/%20		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 22: Kestel İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,006/ 0,075	0,2
0,01	20	7/13	%35/%65		
0,1	20	15/5	%75/%25		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 23: Mudanya İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,103/ 0,656	3,16
0,01	20	2/18	%10/%90		
0,1	20	6/14	%30/%70		
1	20	15/5	%75/%25		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 24: Nilüfer İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,012/ 0,191	0,12
0,01	10	4/16	%40/%60		
0,1	20	10/10	%50/%50		
1	20	17/3	%85/%15		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 25: Orhaneli İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,005/ 0,074	0,27
0,01	10	8/12	%40/%60		
0,1	20	14/6	%70/%30		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 26: Osmangazi İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,042/ 0,310	1,35
0,01	10	3/17	%15/%85		
0,1	20	10/10	%50/%50		
1	20	16/4	%80/%20		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 27: WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,050/ 0,363	-----
0,01	10	3/17	%15/%85		
0,1	20	8/12	%40/%60		
1	20	17/3	%85/%15		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 28: Yıldırım İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,048/ 0,435	3,2
0,01	10	4/16	%20/%80		
0,1	20	9/11	%45/%5		
1	20	14/6	%70/%30		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

4.1.3. 2013 Yılı Diflubenzuron Sonuçları:

Tablo 29: Nilüfer İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMİYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,007/ 0,074	5,8
0,01	20	8/12	%40/%60		
0,1	20	12/8	%60/%40		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 30: Keles İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/ 0,026	0,8
0,01	20	12/8	%60/%40		
0,1	20	15/5	%75/%25		
1	20	17/3	%85/%15		
10	20	19/1	%95/%5		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 31: Kestel İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,005/ 0,081	5,8
0,01	20	9/11	%45/%45		
0,1	20	11/9	%55/%45		
1	20	17/3	%85/%15		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 32: Orhaneli İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/ 0,010	0,4
0,01	20	15/5	%75/%25		
0,1	20	17/3	%85/%15		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 33: Gemlik İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/ 0,013	0,6
0,01	20	14/6	%70/%30		
0,1	20	16/4	%80/%20		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 34: İnegöl İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/ 0,013	0,8
0,01	20	12/8	%60/%40		
0,1	20	17/3	%85/%15		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 35: İznik İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/0,056	2,2
0,01	20	10/10	%50/%50		
0,1	20	14/6	%70/%30		
1	20	16/4	%80/%20		
10	20	18/2	%90/%10		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 36: Karacabey İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/0,011	0,6
0,01	20	14/6	%70/%30		
0,1	20	18/2	%90/%10		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 37: Mudanya İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,001/0,028	1,8
0,01	20	11/9	%55/%45		
0,1	20	15/5	%75/%25		
1	20	19/1	%95/%5		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 38: Osmangazi İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,014/0,098	8,6
0,01	20	6/14	%30/%70		
0,1	20	12/8	%60/%40		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 39: WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/0,014	-----
0,01	20	13/7	%65/%35		
0,1	20	18/2	%90/%10		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 40: Yıldırım İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,005/0,066	5
0,01	20	8/12	%40/%60		
0,1	20	13/7	%65/%35		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

4.1.4. 2014 Yılı Diflubenzuron Sonuçları:

Tablo 41: İznik İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,004/0,071	4,16
0,01	20	9/11	%45/%55		
0,1	20	12/8	%60/%40		
1	20	17/3	%85/%15		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 42: Karacabey İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/0,025	1
0,01	20	12/8	%60/%40		
0,1	20	15/5	%75/%25		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 43: Keles İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/0,017	0,66
0,01	20	13/7	%65/%35		
0,1	20	16/4	%80/%20		
1	20	19/1	%95/%5		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 44: Kestel İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,011/0,155	9,33
0,01	20	7/13	%35/%65		
0,1	20	11/9	%55/%45		
1	20	15/5	%75/%25		
10	20	19/1	%95/%5		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 45: Mudanya İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/0,008	0,16
0,01	20	15/5	%75/%25		
0,1	20	17/3	%85/%15		
1	20	19/1	%95/%5		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 46: Nilüfer İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,001/0,035	1,66
0,01	20	11/9	%55/%45		
0,1	20	14/6	%70/%30		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 47: Orhaneli İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/0,011	2
0,01	20	14/6	%70/%30		
0,1	20	18/2	%90/%10		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 48: Osmangazi İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,001/0,062	2,66
0,01	20	10/10	%50/%50		
0,1	20	13/7	%65/%35		
1	20	16/4	%80/%20		
10	20	19/1	%95/%5		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 49: WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/0,016	-----
0,01	20	12/8	%60/%40		
0,1	20	18/2	%90/%10		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 50: Yıldırım İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,014/0,086	6,5
0,01	20	6/14	%30/%70		
0,1	20	12/8	%60/%40		
1	20	19/1	%95/%5		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 51: Gemlik İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,014/0,086	0,83
0,01	20	13/7	%65/%35		
0,1	20	15/5	%75/%25		
1	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 52: İnegöl İlçesi Deneme Sonuçları

KONTROL/DOZ GRUPLARI (PPM)	DENEMEDE KULLANILAN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA SAYISI	ÖLEN/ÖLMEYEN LARVA %	LC ₅₀ ALT/ÜST LİMİT	RF DEĞERİ
KONTROL GRUBU	20	1/19	%5/%95	0,000/0,028	1,16
0,01	20	12/8	%60/%40		
0,1	20	14/6	%70/%30		
1	20	18/2	%90/%10		
10	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		
100	20	Tüm Larvalar Ölü	%100		

Tablo 53: İlçelere göre Pyriproxyfen RF ve LC₅₀ değerleri

<i>PYRİPROXYFEN</i>	2013		2014	
	LC ₅₀	RF	LC ₅₀	RF
WHO	0,124		0,098	
GEMLİK	0,031	0,25	0,053	0,54
İNEGÖL	0,016	0,12	0,025	0,25
İZNİK	0,102	0,82	0,069	0,7
KARACABEY	0,014	0,11	0,02	0,2
KELES	0,121	0,97	0,153	1,56
KESTEL	0,014	0,11	0,029	0,2
MUDANYA	0,150	1,2	0,31	3,16
NİLÜFER	0,048	0,38	0,012	0,12
ORHANELİ	0,009	0,07	0,027	0,27
OSMANGAZİ	0,104	0,83	0,133	1,35
YILDIRIM	0,129	1,04	0,163	3,2

Tablo 54: İlçelere göre Diflubenzuron RF ve LC50 değerleri

<i>DİFLUBENZURON</i>	2013		2014	
	LC ₅₀	RF	LC ₅₀	RF
WHO	0,005		0,006	
GEMLİK	0,003	0,6	0,005	0,83
İNEGÖL	0,004	0,8	0,007	1,16
İZNİK	0,011	2,2	0,025	4,16
KARACABEY	0,003	0,6	0,006	1
KELES	0,004	0,8	0,004	0,66
KESTEL	0,029	5,8	0,054	9,33
MUDANYA	0,009	1,8	0,001	0,16
NİLÜFER	0,029	5,8	0,01	1,66
ORHANELİ	0,002	0,4	0,003	2
OSMANGAZİ	0,043	8,6	0,016	2,66
YILDIRIM	0,025	5	0,039	6,5

Tablo 52 incelendiğinde Pyriproxyfen için 2013 yılında en yüksek RF değeri Mudanya ilçesinde 1,2 olarak tespit edilmişken, Orhaneli ilçesinde RF değeri 0,07 olarak en düşük seviyede tespit edilmiştir. Pyriproxyfen için 2014 yılında en yüksek RF değeri 3,16 ile Mudanya olarak tespit edilmiş, aynı yılda 0,12 ile Nilüfer ilçesinde en düşük RF değeri saptanmıştır. Tablo 53 incelendiğinde Diflubenzuron için 2013 yılında en yüksek RF değeri 8,6 ile Osmangazi iken, aynı yılın en düşük RF değeri 0,4 ile Orhaneli ilçesi olmuştur. 2014 yılında ise Diflubenzuron için en yüksek RF değeri 9,33 ile Kestel ilçesinde tespit edilmişken, aynı yıl Diflubenzuron için 0,16 ile en düşük RF değeri Mudanya’da tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ev sinekleri (*M. domestica*), insan ve hayvan yerleşkelerinde bulunmalarına bağlı olarak, çeşitli hastalık etkenlerini nakletmeleri, bunun yanında çok fazla sayıda olduklarında irritasyona neden olmaları dolayısıyla Veteriner Hekimlik'te önemli bir yere sahip olan artropodlardır. Bakteriyel, viral, protozoonal, fungal birçok etkeni gıdalara mekanik olarak taşıyarak halk ve hayvan sağlığını olumsuz etkilerler. Bu yüzden fiziksel, mekanik, biyolojik ve kimyasal yöntemlerle *M. domestica* popülasyonları minimal düzeyde tutulmaya çalışılmaktadır (Abbas ve ark., 2013).

M. domestica için belli başlı üreme ve beslenme alanları vardır. Biyolojik siklusun devamı için yumurtaların bırakıldığı ve larvaların geliştiği yer çok önemlidir. Bu alanlar özellikle açıkta bulunan çöplükler, organik atıkların bulunduğu yerler ve gübre çukurlarıdır. Bu yerler halk ve hayvan sağlığını tehdit edecek bakteri türleri açısından oldukça zengindir. *M. domestica* larvaları larval dönemde aldıkları bu etkenleri yetişkin döneme aktarır, bu etkenlerin açıkta bulunan gıdalar üzerine mekanik olarak nakledilmelerini sağlayarak çeşitli bakteriyel hastalıkların taşınımında önemli bir rol oynarlar. Buna bağlı olarak az gelişmiş ülkelerde halk ve hayvan sağlığı önemli derecede olumsuz etkilenir. (Graczyk, Knight, Gilman, & Cranfield, 2001; Zurel, Sachal, & Watson, 2000). Bu yüzden *M. domestica* mücadelesinde ilk yapılması gereken üreme alanlarının mekanik ve fiziksel olarak kontrol altına alınmasıdır. Özellikle ruminant ve kanatlı işletmelerinde ıslak gübrenin düzenli olarak uzaklaştırılması, evlerde ve restoranlarda oluşan çöplerin haftada en az iki kez uygun

bir şekilde çöp kutularına atılması ve çöp kutularının kapalı olması mücadelede önemli bir yer tutar (Michael, & Larish, 2003).

Mekanik ve fiziksel yöntemlerden sonra kültürel önlemler de mücadelede önemli bir yer tutar. Hijyen ve temizlik kurallarına uyma ve dışkıların düzenli olarak uzaklaştırılması gibi bazı kültürel kontrollerin sinek popülasyonunu hızlı bir şekilde azaltabileceği bildirilmiştir (Jacobs, 2013). Ortam neminin mümkün olduğunca az tutulması da kontrol yöntemlerinde önemli bir yer tutar (Axtell, 1986). Gübrenin düzenli olarak çiftlikten uzaklaştırılması ve uygun işleme yöntemlerinden geçirilmesi önemlidir (Barth, 1986).

Ayrıca uygun drenaj ve çöp yönetiminin yanı sıra evlerin düzenli ve temiz tutulması sinekleri kontrol etmede önemli noktalardandır. Evdeki karanlık bir alana ve mutfak gereçlerinden 5 metre uzağa ultraviyole ışıkların kurulması da sinek popülasyonunu evlerden uzak tutmaya yarayan yöntemlerden bir tanesidir. Ölü sinekler diğer sinekler için besin kaynağı olduğundan ışıklar düzenli olarak temizlenmelidir. (Tomberlin, 2006). Sinek yaşam döngüsü yaz aylarında 7-10 gün gibi kısa bir periyottur. Bu yüzden işletmelerden haftada iki kez gübre atılımı sinek popülasyonunu önemli derece azaltır. Ayrıca yem yapıştırılmış kokulu şeritlerin uygulanması da bir noktaya kadar kontrolde önemlidir. Bu şeritlerde yem malzemesi olarak şurup, organik artıklar ve süt karışımı kullanılabilir (Powell, & Barringer, 1995).

Biyolojik mücadele, diğer canlı organizmaları kullanarak böcek, akar, yabancı ot ve bitki hastalıkları gibi zararlıları kontrol etmek için etkili bir yöntemdir. Bu bağlamda *Muscidafurax raptor* (Powell, & Barringer, 1995), *Macrocheles muscae domesticae* ve *Fuscuro podavegetansgave* gibi parazitoid türleri ve bir böcek türü

Carcinops pumilo sinek mücadelesinde oldukça etkili bulunmuştur (Axtell, 1986). Ayrıca sinek kontrolü için iki yaban arısı türü (*Spalangia nigroaenea* ve *Spalangia cameroni*) kullanılmıştır. Yaban arısı, ev sineğinin pupasına yumurtlar, pupa içinde yeni doğanların ortaya çıkmasından sonra, yaban arısı larvaları sinek pupası içerisinde beslenir ve böylelikle sineklerin ölümüne neden olur (Tomberlin, 2006).

Biyopestisitler de sinek mücadelesinde iyi birer seçenektirler. Bu kapsamda en sık kullanılan biyopestisitler *Steinernema*, *Heterorhabditis*, *Entomophthora*, *Beauveria bassiana* ve *Bacillus thuringiensis*'tir. Bu biyopestisitler üzerinde yapılan bir çalışmada *B. bassiana* sinek popülasyonunu kontrol etme noktasında diğer biyopestisitlere nazaran daha verimli ve etkili bulunmuştur. Ayrıca Cryl B, 1,8-cineole, pulegone, limonen, mentol, bazı aktif yağların sahada etkili biyopestisitler olduğu ispat edilmiştir (Geden, 2012).

Mücadelede ayrıca erkek sineklerin radyasyon ile kısırlaştırılarak doğaya salınması ve bu kısır erkek sineklerle çiftleşen dişi sineklerin dölsüz yumurtalar vermesi de ayrı bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır (Smallegange, 2004).

Bu canlılarla savaşında hızlı sonuçlar alındığı için en çok pestisit kullanımı tercih edilmektedir. Pestisit kavramı tarih öncesi zamanlara kadar dayanmaktadır. M.Ö. 2500 yılında Sümerlerin kükürtü kaçıracı olarak kullanmaları, 900'lü yıllarda arseniğin kullanımı, tütün ekstraktlarının kullanımı, DDT'nin keşfedilmesi ve sentetik pestisitlerin günümüze kadar kullanımları bu gerçeği göstermektedir (Daş, & Aksoy, 2016).

İnsektisitlerin böcekler ve memelilerde benzer bölgeleri etkilediğinin anlaşılmasından bu yana, selektif bir toksisite gösterecek, sadece hedef türleri

etkileyecek, memelilere zararı olmayacak insektisitler geliştirilmeye çalışılmıştır. Böcek gelişim düzenleyiciler (IGR) bu tipte selektif toksik etki gösteren insektisitlere örnek olarak gösterilebilirler ve farklı etki çeşitlerine göre gruplandırılırlar. Bu gruplar; Kitin sentez inhibitörleri (kütükülanın yapımını bozan insektisitler) ve böceklerdeki büyüme hormonlarına etki eden hormon benzeri insektisitlerdir (Juvenil hormon ve ecdysteroidler yani gömlek değiştirme hormonları) (Mekhlafi ve ark., 2011).

Ülkemizde ve dünyada en sık başvurulanan kara sinek mücadele yöntemi kimyasal kontrol mekanizmalarıdır. Burada çok çeşitli insektisit etken maddeler hem ergin hem de larval dönem mücadelesinde sıklıkla kullanılmaktadırlar. Bu bağlamda çeşitli nedenlerden dolayı karşımıza çıkan en önemli sorun kullanılan etken maddelere karşı direncin gelişimidir. Çeşitli araştırmacılar farklı insektisitlere karşı *M. domestica*'da gelişen direnç üzerine çalışmalar yapmışlardır. Arjantin'de yapılan bir çalışmada Krimazin, 2,2- diklorovinil dimethyl phosphate ve permethrine karşı şekillenen direnç çalışmasında Krimazin'de direnç faktörü 3,9, 2,2- diklorovinil dimethyl phosphate'ta 10,98, permethrine'de ise 62,5 oranında direnç gözlemlenmiştir. Bu çalışmada adulticid olan permethrine karşı yüksek direnç tespit edilmiştir (Acevedo, Zapater &, Toloza, 2009). Çinde'de Permethrin, Deltamethrin, Beta-cypermethrin, Propoxur, ve Dichlorvos'a karşı direnç gelişip gelişmediğine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada Dichlorvos hariç tüm insektisidlerde 1000 rezistans faktörü gibi çok yüksek oranda direnç kat sayıları bulunmuştur (Wang ve ark., 2019). Çetin ve arkadaşları 2009 yılında Antalya merkezde diflubenzuron, methoprene, novaluron, pyriproxyfen, ve triflumuron üzerinde direnç çalışması yapmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre direnç katsayısı 10'dan düşük bulunmuş ve merkezde bu

insektisitlere karşı düşük direnç saptanmıştır. Diflubenzuron üzerine Antalya Kumluca’da yapılan çalışmada 2006 yılında 11,8, 2007 yılında 13,2 oranında orta derecede direnç, ve genellikle farklı bölgelerde farklı insektisitlere karşı artan oranda direnç saptanmıştır (Çetin ve ark., 2009). Bu çalışmalardan yola çıkarak tez laboratuvar çalışmalarında Bursa ili merkez olmak üzere farklı ilçelerden toplanan *M. domestica* jenerasyonları üzerinde Diflubenzuron ve Pyriproxyfen’e karşı direnç şekillenip şekillenmediği sorusuna cevap aranmıştır.

Tablo 52 incelendiğinde Pyriproxyfen için 2013 yılında en yüksek RF değeri Mudanya ilçesinde 1,2 olarak tespit edilmişken, Orhaneli ilçesinde RF değeri 0,07 olarak en düşük seviyede tespit edilmiştir. Pyriproxyfen için 2014 yılında en yüksek RF değeri 3,16 ile Mudanya olarak tespit edilmiş, aynı yılda 0,12 ile Nilüfer ilçesinde en düşük RF değeri saptanmıştır. Tablo 53 incelendiğinde Diflubenzuron için 2013 yılında en yüksek RF değeri 8,6 ile Osmangazi iken, aynı yılın en düşük RF değeri 0,4 ile Orhaneli ilçesi olmuştur. 2014 yılında ise Diflubenzuron için en yüksek RF değeri 9,33 ile Kestel ilçesinde tespit edilmişken, aynı yıl Diflubenzuron için 0,16 ile en düşük RF değeri Mudanya’da tespit edilmiştir.

Bursa ili merkez ve farklı ilçelerinden toplanan ev sineği popülasyonları ile yaptığımız çalışmada tüm çalışılan popülasyonlarda düşük kat direnç tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Bursa merkez ve çevre ilçelerinde diflubenzuron ve pyriproxyfen ile yapılan larval mücadelenin ilgili belediyelerce doğru bir şekilde yapıldığını göstermektedir.

Pestisit kullanımının yüksek maliyet, çevre kirliliği, hedef dışı canlılar üzerindeki toksik etkileri, kalıntı problemi, uzun vadede direnç oluşumu gibi olumsuz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda gelecek nesillerde bu durumun

daha ciddi bir hal alacağı açıkça gözükmemektedir. Direnç oluşmuş popülasyonla mücadele, henüz oluşmamış veya düşük kat sayıda oluşmuş dirençle mücadeleden çok daha zordur. Bu sebeple, bu konuda uygulama yapan herkes bilinçlendirilmeli, bölgelerin direnç haritaları belirlenmeli ve kimyasal mücadelenin ön planda olmadığı entegre vektör mücadelesi yöntemlerinden yararlanılmalıdır.



6. KAYNAKLAR

- Abbas, M. N., Sajeel, M., & Kausar, S. (2013). House fly (*Musca domestica*), a challenging pest; biology, management and control strategies. *Elixir Entomology*, 64, 19333-19338.
- Acevedo, G. R., Zapater, M., & Toloza, A. C. (2009). Insecticide resistance of house fly, *Musca domestica* (L.) from Argentina. *Parasitology Research*, 105:489–493.
- Akiner, M. M. (2003). *Musca domestica* L.(*Diptera: Muscidae*) 'da insektisitlere karşı direnç düzeyinin tespiti ve alana özgü direnç yönetimi. [Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilim Uzmanlığı Tezi, s: 102].
- Akiner, M. M., & Çağlar, S.S. (2012). Monitoring of five different insecticide resistance status in Turkish house fly *Musca domestica* L.(*Diptera: Muscidae*) populations and the relationship between resistance and insecticide usage profile. *Türkiye Parazitolojii Dergisi*, 36 (2), 87.
- Akiner, M. M., & Çağlar, S. S. (2006). The status and seasonal changes of organophosphate and pyrethroid resistance in Turkish populations of the house fly, *Musca domestica* L.(*Diptera: Muscidae*). *Journal of Vector Ecology*, 31, (2): 426-432.
- Alten, S. B., Çağlar, S. S., (1998). *Vektör ekolojisi ve mücadelesi; Sıtma vektörünün biyo-ekolojisi mücadele organizasyonu ve yöntemleri*. TC Sağlık Bakanlığı Sıtma Savaş Daire Başkanlığı ve Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Bizim Büro Basımevi, Ankara, s: 242.
- Arroyo, H. S., & Capinera, J. L. (1998). House fly, *Musca domestica* Linnaeus (Insecta: Diptera: Muscidae), IFAS Extension, University of Florida.
- Arslan, S., & Çiçekgil, Z. (2018). Türkiye’de tarım ilacı kullanım durumu ve kullanım öngörüsü, *TEAD*, 4 (1), 1-12.
- Asai, T. (1985). Studies on the mode of action of buprofezin II. Effects on reproduction of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera: Delphacidae). *Applied Entomology and Zoology*, 20, (2), 111-117.
- Axtell, R. C. (1986). Fly management in poultry production: cultural, biological, and chemical. *Poultry Science Association*, 65 (4):657-667.
- Barth, C.L. (1986). Fly control through manure management. *Poultry Science Association*, 65 (4): 668-674.
- Bass, C., Denholm, I., Williamson, M. S., & Naven, R. (2015). The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 25, 78-87.

- Brogdon, W. G., & McAllister, J. C. (1998). Insecticide resistance and vector control. *Emerging Infectious Diseases*, 4(4): 605-613.
- Bryant, E. H., & Lisa, M. M. (1998). Quantitative genetic estimates of morphometric variation in wild-caught and laboratory-reared houseflies. *Evolution*, 52, (2), 626-630.
- Bursalı, Fatma. (2013). *Akdeniz ve Ege bölgelerinde Anopheles maculipennis kompleksinde Kdr mutasyonuna dayalı insektisit direncinin belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü], <http://adudspace.adu.edu.tr:8080/xmlui/handle/11607/1028?show=full>.
- Copping, L. G., & Menn, J. J. (2000). Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. *Formerly Pesticide Science*, 56, (8), 651-676.
- Çağlar, S. S. (1991). Karasinek *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae)'da Tethrametrin'e dirençlilik düzeyi ve hayat tablosu çalışmaları. *Doğa Turkish Journal of Zoology*, 15, 91-97.
- Çetin, H. (2016). *Kent Zararlıları, Biyoloji, Ekoloji ve Mücadele Yöntemleri*. Yıldız Ofset Matbaacılık Medya Hiz. İth. İhr. Tic. ve San. Ltd. Şti, Antalya, s: 203.
- Çetin, H., Erler, F., & Yanıkoğlu, A. (2009). Survey of insect growth regulator (IGR) resistance in house flies (*Musca domestica* L.) from southwestern Turkey. *Journal of Vector Ecology*, 34(2): 329-337.
- Daldal, N., & Babaoğlu, A. (1998). Sıtma kontrolü ve sivrisinek savaşı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 22, (4), 399-409.
- Daş, Y. K., & Aksoy, A. (2016). Pestisitler. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topics*, 2 (2), 1-17.
- Dent, D., Binks, R. H. (2020). *Insect pest management*. CABI, Noworthy Way, Wallingford, Oxfordshire, OX10, 8DE, UK.
- Edwards, C. A. (1987). The environmental impact of pesticides. In V. Delucchi, (Eds.), *Integrated Pest management*, (pp. 309-322). Protection Integree Que Vadis, an international perspective, Parasitis, 86, Geneva CH.
- Elliott, M., & Janes, N. F. (1978). Synthetic pyrethroids—a new class of insecticide *Chemical Society Reviews*, 7 (4), 473-505.
- Emden, V. (2004). *Pest and Vector Control*. Cambridge University Press, pp:363-365.
- Federici, B. (1995). The future of microbial insecticides as vector control agents. *Journal of the American Mosquito Control Association-Mosquito News*, 11, (2), 260-268.
- Feng, Y., Wu, Q., Wang, S., Chang, X., Xie, W., Xu, B., & Zhang, Y. (2009). Cross-resistance study and biochemical mechanisms of thiamethoxam resistance in B-biotype *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pest Management Science*, 66: 313–318.
- Gaçar, F. (2008). *Ege ve Akdeniz bölgelerinden toplanan karasinek (Musca domestica L.) populasyonlarında MdaE7 geninin kısmi baz dizi analizinin yapılması ve örneklerde karboksilesteraz enzim aktivitesinin belirlenmesi*. [Yüksek

- Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü],
<https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/423990?show=full>.
- Gao, C. F., Ma, S. Z., Shan, C. H., & Wu, S. F. (2014). Thiamethoxam resistance selected in the Western Flower Thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae): cross-resistance patterns, possible biochemical mechanisms and fitness cost analysis. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 14, 90-96.
- Geden, C. J., (2012). Status of biopesticides for the control of houseflies. *Journal of Biopesticides*, 2013; 4 (2): 33-37
- Genç, Ö. (2011). Kara ölüm: 1348 Veba Salgını Ve Ortaçağ Avrupa'sına Etkileri. *The History School*, 10, 123-150.
- George, P. G. (1986). *The magnitude of the resistance problem.* "Pesticide resistance: Strategies and tactics for management. National Academy Press, Washington D. C, pp: 25-26.
- Göçmen, H., Topakçı, N., & İkten, C. (2007). Pamuk beyaz sineği, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae)'ye karşı Azadirachtin'in etkinliği üzerine bir araştırma. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20, (1), 119-126.
- Graczyk, T. K., Knight, R., Gilman, R. H., & Cranfield, M. R. (2001). The role of non-biting flies in the epidemiology of human infectious diseases. *Microbes and Infection*, 3:231-235.
- Hemingway, J., Ranson, H. (2000). Insecticide resistance in insect vectors of human disease. *Annual Review of Entomology*, 45:371-391.
- Hinkle, N. C., & Hogsette, J. A. (2021). A review of alternative controls for house flies, *Insects*, 12, 1042, <https://doi.org/10.3390/insects12111042>.
- Hussein, M., Pillai, V. V., Goddard, J. M., Park, H. G., Kothapalli, K. S., Deborah A., ...Selvaraj, V. (2017). Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLoS ONE*, 12(2): e0171708. doi:10.1371/journal.pone.0171708.
- Iqbal, W., Malik, M. F., Muhammad Kaleem Sarwar, M. K., Azam, I., Iram, N., & Rashda, A. (2014). Role of house fly (*Musca domestica*, Diptera; Muscidae) as a disease vector; a review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2 (2): 159-163.
- Jacobs, S. B. (2013). Entomological notes. *The Pennsylvania State University*.
- Keiding, J. (1976). Development of resistance to pyrethroids in field populations of Danish houseflies. *Pesticide science*, 7, (3), 283-291.
- Kence, M. (1988). *Ecological genetics of malathion resistance in housefly, Musca domestica L.* [Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, s: 108, Ankara].
- Khamesipour, F., Lankarani, K. B., Honarvar, B., & Kwenti, T. E. (2018). A systematic review of human pathogens carried by the house fly (*Musca domestica* L.), *BMC Public Health*, 18:1049, <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5934-3>.

- Khan, H. A. A., Akram, W., Iqbal, J., & Ullah, U. N. (2015). Thiamethoxam resistance in the House Fly, *Musca domestica* L.: current status, resistance selection, cross-resistance potential and possible biochemical mechanisms. *Plos One*, 10 (5): e0125850.
- Knobler, S. (2003). The resistance phenomenon in microbes and infectious disease vectors: implications for human health and strategies for containment: workshop summary. National Academies Press, pp: 333-334.
- Larraín, P., & Salas, C. (2007). HOUSE FLY (*Musca domestica* L.) (Diptera: Muscidae) development in different types of manure. *Chilean journal of agricultural research*, 68:192-197.
- Leighton, T., Edwin, M., & Leighton, F. (1981). Pesticides: insecticides and fungicides are chitin synthesis inhibitors. *Science*, 213, 4510, 905-907.
- Levin, B. R. (1984). Science as a way of knowing evolutionary biology. *Annual zoology*, 24, 467-534.
- Malik, A., Singh, N., & Satya, S. (2007). House fly (*Musca domestica*): a review of control strategies for a challenging pest. *Journal of Environmental Science Health*, 42, (4), 453-69.
- Matsumura, F. (1985). *Toxicology of insecticides*. Plenum Press, pp: 598.
- Matsumura, F. (2010). Studies on the action mechanism of benzoylurea insecticides to inhibit the process of chitin synthesis in insects: A review on the status of research activities in the past, the present and the future prospects. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 97, (2), 133-139.
- Mekhlafi, F. A., Mashaly, A. M. A., Wadaan, M. A., & Mallah, N. M. (2011). Cryomazine concentration and host type effects on the biology of the southern cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* F. *African Journal of Microbiology Research*, 5 (20), 3321-3326.
- Michael, W. D., & Larish, L. B. (2003). House Fly. *Livestock Management Insect Pests*, LM-10.10.
- Moore, J. A. (1984). Science as a way of knowing evolutionary biology. *Annual Zoology*, 24, 467-471.
- Noh, H. H., Shin, H. W., Kim, D. J., Lee, J. W., Jo, S. H., Kim, D., & Kyung, K. S. (2021). Effect of processing on residual buprofezin levels in ginseng products. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 18, 471, <https://doi.org/10.3390/ijerph18020471>.
- Oppenorth, F. J. (1982). Two different Paraoxon resistant acetylcholinesterase mutants in the housefly. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 18, 26-27.
- Özparlak, H. Böceklerde kütikulanın yapısı, deri değiştirme ve Diflubenzuron'un (DFB) etkileri. (2003), *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1, (21), 7-20.
- Paigen, K. (1979). Acid hydrolases as models of genetic control. *Annual Genetics*, 13, 417-466.
- Pedigo L. P. (1996). *Entomology and Pest Management*. Prentice-Hall Pub, Englewood Cliffs, pp: 679.

- Pospischil, R. (1996). Multiple resistance in the larger house fly *Musca domestica* in Germany. *Pesticide science*, 48, (4), 333-341.
- Rozendaal, J. (1997). Vector control: methods for use by individuals and communities. World Health Organization.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/41968>.
- Powell, P. K., & Barringer, S. (1995). *House fly and management, IPM: Integrated Pest management*. West Virginia university extension service. pp:10629-10630.
- Rupes, V., Zdarek, J., Svandova, E., & Pinterova, J. (1976). Cross resistance to a juvenile hormone analogue in wild strains of the house fly. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 19:57.
- Sawicki, R. M., & Holbrook, D.V. (1961). The rearing, handling and biology of house flies (*Musca domestica* L.) for assay of insecticides by the application of measured drops. *Pyrethrum Post*, 6, (2), 345-351.
- Schmutterer, H. (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual review of entomology*, 35, (1), 271-297.
- Scott, J. G., Warren, W. C., Beukeboom, L. W., Bopp, D., Clark, A. G., Giers, S. D., ... Leichter, C. A. (2014). Genome of the house fly, *Musca domestica* L., a global vector of diseases with adaptations to a septic environment. *Genom Biology*, 15:466.
- Smallegange, R. C. (2004). Fatal attraction control of the housefly (*Musca domestica*). *Entomologische Berichten*, 64(3): 87-92.
- Smith, C. A. (1995). Searching for safe methods of flea control. *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 206, 1137-1143.
- Tilak, R., Verma A. K., & Wankhade, U. B. (2010). Effectiveness of Diflubenzuron in the control of houseflies. *Journal of Vector Borne Disease*, 47, 97–102.
- Tomberlin, J. K. (2006). Controlling houseflies. Agrilife extension; texas A& MM system.
- Tunaz, H., Uygun, N. (2003). Insect growth regulators for insect pest control. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 28, 377-387, TÜBİTAK.
- Voicu, I., Panaitescu, F. V., panaitescu, N. V., Panaitescu, M. (2015). Comparative study on the spread of petroleum products on the water surface. Recent Advances in Energy, Environment, Economics and Technological Innovation,
- Wang, J., Hou, J., Wu, Y. Y., Guo, S., Liu, Q .M., Li, T., & Gong, Z. Y. (2017). Resistance of house fly, *Musca domestica* L. (Diptera:Muscidae), to five insecticides in Zhejiang Province, China: the situation in 2017. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, Volume 2019, Article ID 4851914, 10 pages <https://doi.org/10.1155/2019/4851914>.
- Yamanel, Ş., & Çakır, Ş. (2004). Türkiye'nin bazı karasinek (*Musca domestica* L.) populasyonlarında organofosfatlı insektisidlerden metil paration ve diazinona karşı gelişmiş direnç. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 28 (4): 210-214.
- You, C., Shan, C., Xin, j., Li, J., Ma, Z., Zhang, Y., ...Gao, X. (2020). Propoxur resistance associated with insensitivity of acetylcholinesterase (Ache) in the

housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Scientific reports*, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65242-3>.

Zeki, C., Kedici, R., Çevik, T., Halıcı, S. (1995). Böcek büyüme düzenleyicisi (Fenoxycarb) ve yumurta parazitoiti *Trichogramma embryophagum* Hartig'un elma içkurdu (*Cydia pomonella* L.) 'na karşı etkinlikleri üzerinde araştırmalar. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*, 30, 19-20.

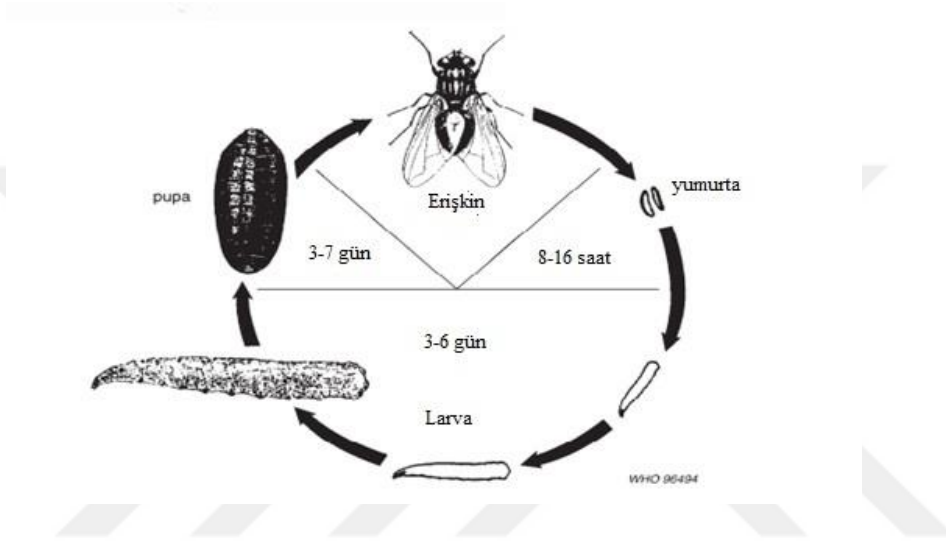
Zhang, X., Li, S., & Liu, S. (2022). Juvenile Hormone Studies in *Drosophila melanogaster*. *Front. Physiol*, <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.785320>.

Zibae, A., Sendi, J. J. (2011). A juvenile hormone analog, pyriproxifen, affects some biochemical components in the hemolymph and fat bodies of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100, (3), 289-298.

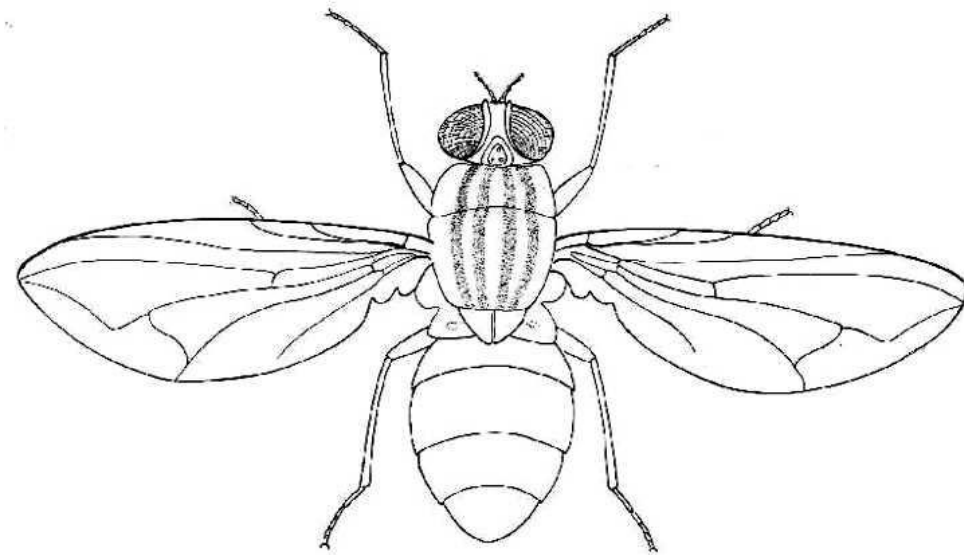
Zurel, L., Sachal, C., & Watson, D. W. (2000). Diversity and contribution of the intestinal bacterial community to the development of *Musca domestica* (Diptera; Muscidae) larvae. *J. Med. Entomol*, 37:924-928.

7. SİMGELER ve KISALTMALAR

7.1. Fotoğraflar



Şekil 1: *M. domestica* yaşam siklusu özetlenmiştir.



Şekil 2: Erişkin *M. domestica* göğüs kısmındaki boylamasına dört adet koyu çizgi, <http://www.biology-resources.com/drawing-housefly-adult.html>

DIFLUBENZURON

INFORMATION

ISO common name

Diflubenzuron (E-ISO, (m) F-ISO, ANSI, ESA)

Chemical names

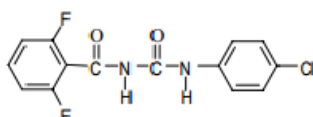
IUPAC: 1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea

CAS: N-[[[4-chlorophenyl]amino]carbonyl]-2,6-difluorobenzamide

Synonyms

Dimilin, Micromite, Adept, DU 112307, PH 60-40, TH 6040, ENT-29054, OMS 1804 (Crompton trade names and/or past development codes).

Structural formula



Molecular formula

C₁₄H₉ClF₂N₂O₂

Relative molecular mass

310.7

CAS Registry number

35367-38-5

CIPAC number

339

Identity tests

HPLC retention time; IR spectrum

Şekil 3: Diflubenzuron bileşiğinin kimyasal yapı diagramı, https://www.researchgate.net/figure/Molecular-structure-of-diflubenzuron_fig3_276854302

WHO SPECIFICATIONS FOR PUBLIC HEALTH PESTICIDES

PYRIPROXYFEN

INFORMATION

ISO common name

pyriproxyfen (BSI, draft E-ISO)

Synonyms

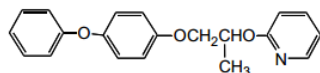
none

Chemical names

IUPAC 4-phenoxyphenyl (RS)-2-(2-pyridyloxy)propyl ether

CA 2-[1-methyl-2-(4-phenoxyphenoxy)ethoxy]pyridine

Structural formula



Empirical formula

C₂₀H₁₉NO₃

Relative molecular mass

321.37 g/mol

CAS Registry number

95737-68-1

CIPAC number

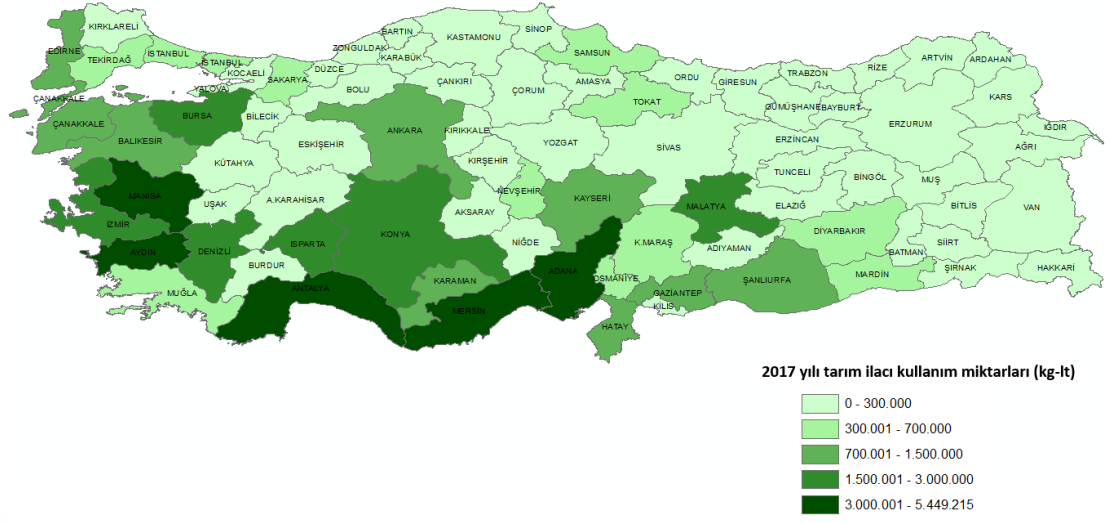
715

Identity tests

HPLC retention time, IR spectrum.

Şekil 4: Pyriproxyfen bileşiğinin kimyasal yapı diagramı:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950>



Şekil 5: 2017 Yılı İller Bazında Bitki Koruma Ürünlerinin Kullanımı, <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/tarim-ilaci-pestisit-kullanimi-i-85834>



Şekil 6: *M. domestica* biyolojik gelişimi için uygun ortam



Şekil 7: *M. domestica* biyolojik gelişimi için uygun ortam



Şekil 8: *M. domestica* biyolojik gelişimi için uygun ortam



Şekil 9: *M. domestica* erişkin formların atrap ile doğal alanlarından toplanması



Şekil 10: *M. domestica* erişkin formların atrap ile doğal alanlarından toplanması



Şekil 11: Bursa ili merkez ve ilçelerini gösteren harita: <https://paintmaps.com/tr/harita-grafikleri/21c/Bursa-harita-grafigi>



Şekil 12: *M. domestica* popülasyonlarının insektaryumda kolonizasyonu

7.2. Kısaltmalar

F2: 2. jenerasyon larva

F3: 3. jenerasyon larva

Ppm: milyonda bir

LC50: letal konsantrasyon

RF: Direnç katsayısı

°C: santigrad derece

DDT: dikloro difenil trikloroetan

IGR: Insect growth regulator

IDI: Insect Development inhibitions

PTTH: Prothoracicotropic hormonlar

JH: juvenile hormonlar

PPO: Piperonyl butoxide

TTP: Triphenyl-phosphate

RH: (bağıl nem)

8. EKLER (EK1)

TABLO LİSTESİ		
Tablo No	Başlık	Sayfa
Tablo-1	Çeşitli artropod türleri ve naklettikleri hastalık etkenleri	8
Tablo-2	Etki mekanizması, hedef bölge ve kullanım yollarına göre insekt türleri	15
Tablo-3	AB ülkelerinde 1993-1995 yılları arasındaki tüketim miktarlarına göre hektara isabet eden ortalama pestisit miktarları	18
Tablo-4	Yıllara göre birim alanda tüketilen pestisit miktarları	18
Tablo-5	Ülkemizde yıllara göre pestisit kullanım miktarları	19
Tablo-6	Gemlik İlçesi Deneme Sonuçları	38
Tablo-7	İnegöl İlçesi Deneme Sonuçları	38
Tablo-8	Keles İlçesi Deneme Sonuçları	38
Tablo-9	Kestel İlçesi Deneme Sonuçları	38
Tablo-10	Karacabey İlçesi Deneme Sonuçları	39
Tablo-11	Mudanya İlçesi Deneme Sonuçları	39
Tablo-12	500 ml 4000 ppm Ozon+500 ml şeker şurubu (Sprey)	39
Tablo-13	Nilüfer İlçesi Deneme Sonuçları	39
Tablo-14	Osmangazi İlçesi Deneme Sonuçları	39
Tablo-15	WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Deneme Sonuçları	40
Tablo-16	Yıldırım İlçesi Deneme Sonuçları	40
Tablo-17	Gemlik İlçesi Deneme Sonuçları	40
Tablo-18	İnegöl İlçesi Deneme Sonuçları	40
Tablo-19	İznik İlçesi Deneme Sonuçları	40
Tablo-20	Karacabey İlçesi Deneme Sonuçları	41
Tablo-21	Keles İlçesi Deneme Sonuçları	41
Tablo-22	Kestel İlçesi Deneme Sonuçları	41
Tablo-23	Mudanya İlçesi Deneme Sonuçları	41
Tablo-24	Nilüfer İlçesi Deneme Sonuçları	41
Tablo-25	Orhaneli İlçesi Deneme Sonuçları	42
Tablo 26	Osmangazi İlçesi Deneme Sonuçları	42
Tablo 27	WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Deneme Sonuçları	42
Tablo 28	Yıldırım İlçesi Deneme Sonuçları	42
Tablo 29	Nilüfer İlçesi Deneme Sonuçları	42
Tablo 30	Keles İlçesi Deneme Sonuçları	43
Tablo 31	Kestel İlçesi Deneme Sonuçları	43
Tablo 32	Orhaneli İlçesi Deneme Sonuçları	43
Tablo 33	Gemlik İlçesi Deneme Sonuçları	43
Tablo 34	İnegöl İlçesi Deneme Sonuçları	43
Tablo 35	İznik İlçesi Deneme Sonuçları	44
Tablo 36	Karacabey İlçesi Deneme Sonuçları	44
Tablo 37	Mudanya İlçesi Deneme Sonuçları	44
Tablo 38	Osmangazi İlçesi Deneme Sonuçları	44
Tablo 39	WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Deneme Sonuçları	44

Tablo 40	Yıldırım İlçesi Deneme Sonuçları	45
Tablo 41	İznik İlçesi Deneme Sonuçları	45
Tablo 42	Karacabey İlçesi Deneme Sonuçları	45
Tablo 43	Keles İlçesi Deneme Sonuçları	45
Tablo 44	Kestel İlçesi Deneme Sonuçları	45
Tablo 45	Mudanya İlçesi Deneme Sonuçları	46
Tablo 46	Nilüfer İlçesi Deneme Sonuçları	46
Tablo 47	Orhaneli İlçesi Deneme Sonuçları	46
Tablo 48	Osmangazi İlçesi Deneme Sonuçları	46
Tablo 49	WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Deneme Sonuçları	46
Tablo 50	Yıldırım İlçesi Deneme Sonuçları	47
Tablo 51	Gemlik İlçesi Deneme Sonuçları	47
Tablo 52	İnegöl İlçesi Deneme Sonuçları	47
Tablo 53	İlçelere göre Pyriproxyfen RF ve LC ₅₀ değerleri	47
Tablo 54	İlçelere göre Diflubenzuron RF ve LC50 değerleri	48

9. TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince benden kıymetli desteklerini esirgemeyen başta danışman hocalarım Prof. Dr. Levent Aydın ve Prof. Dr. Hüseyin Çetin'e, kıymetli akademisyen Dr. Öğr. Üy. Mehmet Özüçli'ye çok teşekkür ederim. Bu süreç içerisinde her zaman yanımda olan değerli ailem ve yol arkadaşım, eşim Veteriner Hekim Melis Eriş Selçuk'a, bana doğumuyla tezimi tamamlama motivasyonunu kazandıran sevgili oğlum Sarp Leo'ya teşekkürü bir borç bilirim.

10. ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise eğitimini Uşak'ta tamamladıktan sonra Bursa Uludağ Üniversitesi/Veteriner Fakültesini 2003 yılında kazandı. Lisans eğitimini 2009 yılında tamamladıktan sonra aynı fakültenin Parazitoloji A.B.D'da doktora eğitimine başladı. 2011 yılında araştırma görevlisi olarak atandı. Bavet İlaç A.Ş. ve Phibro Animal Health firmalarında Teknik Müdür ve Teknik Satış Uzmanı olarak çalıştıktan sonra şu an A.D.M firmasında Teknik Müdür olarak görevine devam etmektedir. Evli ve bir çocuk sahibidir. Hobileri basketbol, kış sporları ve klasik arabalardır.

