

Antalya İlinde Ev Sineği (*Musca domestica* L.) Popülasyonlarının Thiamethoxam'a Karşı Direnç Durumunun Belirlenmesi

*Determination of Resistance Levels Against Thiamethoxam in house fly (*Musca domestica* L.) Populations in Antalya*

Deniz Çakır, Hüseyin Çetin

Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

Cite this article as: Çakır D, Çetin H. Determination of Resistance Levels Against Thiamethoxam in house fly (*Musca domestica* L.) Populations in Antalya. Türkiye Parazit Derg 2021;45(4):287-92.

ÖZ

Amaç: *Musca* (Diptera: Muscidae) cinsi içerisindeki birçok sinek türü bakteriler, mantarlar ve parazitler gibi patojenlerin bulaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ev sineği *Musca domestica* L., bu cinsin türleri arasında iyi bilinenlerden biridir. Bu çalışmanın amacı Antalya'nın Kemer, Serik, Döşemealtı, Kepez ve Konyaaltı ilçelerinden toplanan ev sineği popülasyonlarının thiamethoxam'a direnç seviyelerinin belirlenmesidir.

Yöntemler: Ev sinekleri 2017 yılı Haziran ve Kasım ayları arasında ahırlardan atraplar yardımıyla toplanmıştır. Toplanan ev sinekleri tül kafeslere konularak, 4-6 saat içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Direnç seviyelerinin belirlenmesinde F3 nesilleri kullanılmıştır. Bu çalışmada ölüm dozu (LD) ve düşüş sürelerinin (KT) belirlenmesi için thiamethoxam'ın en az dört dozu kullanılmıştır. KT₅₀ değerini belirlemek için ev sinekleri beş dakikalık aralıklarda bir saat boyunca gözlenmiştir. Bütün testler kontrol grubu da dahil olmak üzere üç kez tekrarlanmıştır. Ölen ev sineği sayısı 24 saat sonra kaydedilmiş ve ölüm oranları ile düşüş oranları SPSS istatistik programı kullanılarak karşılaştırılmıştır. LD₅₀ değerleri ile KT₅₀ değerleri probit analiz programı kullanılarak belirlenmiştir. Direnç katsayısı, hesaplanan LD₅₀ değerlerinin hassas Dünya Sağlık Örgütü popülasyonunun LD₅₀ değerine bölünerek hesaplanmıştır.

Bulgular: Bu araştırma sonuçlarına göre, Antalya'daki örnekleme yapılan tüm lokasyonlarda thiamethoxam'a karşı çok yüksek direnç seviyeleri bulunmuştur.

Sonuç: Ev sineklerinde direnç gelişimini önlemek ve azaltmak için entegre zararlı kontrol yöntemleri uygulanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Antalya, direnç, toksisite, Thiamethoxam, ev sineği

ABSTRACT

Objective: Many fly species belonging to the genus *Musca* (Diptera: Muscidae) play a significant role in the transmission of pathogens like bacteria, fungi, and parasites. Among the species of this genus, the house fly *Musca domestica* L. is well-known. This study aimed to determine the level of insecticide resistance against thiamethoxam in house fly populations collected from the Kemer, Serik, Döşemealtı, Kepez, and Konyaaltı districts of Antalya.

Methods: Adult house flies were collected using sweep nets from livestock farms between June and November 2017. The collected flies were transported in fine muslin cages within 4-6 hours. The F3 generation of the flies was used for determining the resistance levels. In this study, at least four application doses of thiamethoxam were used for determining lethal doses (LD) and knock down times (KT). To determine KT, the flies were examined for 1 h at 5 min intervals and the affected flies were recorded. All toxicity tests were repeated thrice in the flies, including those in the control group. After 24 h, the number of dead flies was recorded and the percentage mortalities and knock down rates were compared and analyzed using the SPSS analysis program. LD₅₀ and KT₅₀ values were determined using a probit analysis program. Resistance factor was calculated by dividing the determined LD₅₀ value by the standard World Health Organization sensitive reference LD₅₀ value.

Results: In this study, very high resistance levels against thiamethoxam were observed in flies sampled from all locations in Antalya.

Conclusion: To prevent and reduce resistance development in house flies, integrated pest control methods should be applied.

Keywords: Antalya, resistance, toxicity, thiamethoxam, house fly



Geliş Tarihi/Received: 06.05.2021 Kabul Tarihi/Accepted: 23.06.2021

Yazar Adresi/Address for Correspondence: Deniz Çakır, Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
Tel/Phone: +90 507 129 04 99 E-Posta/E-mail: denizozktas@hotmail.com ORCID ID: orcid.org/0000-0003-4033-6767

GİRİŞ

Zararlı böcekler arasında mücadelesi en fazla yapılan ve halk arasında karasinek olarak bilinen *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) literatürde ev sineği (house fly) olarak bilinir (1). Ev sinekleri yüzden fazla insan ve hayvan hastalığının patojenine/etkenine vektörlük yapmaktadır (2,3). Ev sinekleri beslenme sırasında ortamdaki besin maddeleri veya organik atıklar üzerine ağız salgılarını bırakmakta, vakum etkisi ile bu maddeleri kursağına çekmektedir. Tükürük salgısını beslediği yüzeylere bırakan bu canlı bu yolla sindirim sistemlerinde bulunan birçok mikroorganizmanın yayılmasına neden olurlar (4). Ayrıca özellikle büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılan işletmelerde hayvanların üzerine konma ve çevresinde rahatsız edici şekilde uçuş davranışı ile hayvanların strese girmelerine neden olarak et ve süt verimliliğinde düşüşe neden olmaktadır (1,3).

Uyum yeteneklerinin çok iyi olması, hızlı başkalaşım geçirmeleri ve bir defada yüzden fazla yumurta bırakabilmeleri gibi sebeplerle ev sinekleri ile mücadele oldukça zordur (1). Ev sineği ile mücadelede temelde biyolojik, mekanik, kültürel ve kimyasal mücadele çalışmalarını koordineli şekilde içeren entegre mücadele şeklinde yapılmakla birlikte son yıllarda kimyasal mücadelenin ağırlığı artmıştır (1,4).

İnsektisit direnci; bir zararlı popülasyonuna uygulanan insektisit uzun süre kullanılması sonucu, ürüne hassasiyetin azalmasıyla yeterli etkiyi gösterememesidir (5). Direnç genetik adaptasyondur ve son yarım asırda insektisitlerin çok fazla kullanılması sonucu böceklerde hızla direnç gelişmiştir (5,6). Bazı bölgelerde gereğinden fazla miktarlarda ve sık insektisit kullanılması ev sineklerinde de direnç gelişimini tetiklemiştir (1,6). Gerek dünya genelinde gerekse ülkemizde ev sineklerinde direnç tespiti üzerine çalışmalar yapılmıştır (1,3).

Neonikotinoid sınıfı insektisitler (thiamethoxam, acetamiprid, imidacloprid vb.) nikotin sentetik türevleri ürünler olup, mide, temas ve sistemik etkiye sahip geniş spektrumlu insektisitlerdir. Tarımda çok sayıda bitki zararlılarına kullanımlarının yanı sıra halk sağlığı zararlılarına karşı özellikle ev sineklerine karşı mücadelede kullanılmaktadırlar (7-9). Thiamethoxam geniş spektrumlu böcek öldürücü özelliklere sahip bir nikotinoid bileşimidir (10). Ülkemizde tarım ve halk sağlığı zararlılarına karşı ruhsatlandırılmış çok sayıda ürün bulunmaktadır.

Bu araştırmanın amacı iklimi ve coğrafik özellikleri ile çok sayıda zararlı türe gelişim olanağı sunan ve örtü altı tarım (sera) yetiştiriciliğinde ülkemizde ilk sırada yer alan Antalya ilinde ev sineklerinde (*M. domestica*) thiamethoxam'a karşı direnç gelişip gelişmediğinin belirlenmesidir.

YÖNTEMLER

Ev Sineklerin Toplanması

Bu çalışmada kullanılan ev sinekleri Antalya ilinin beş ilçesinden (Döşemealtı, Kepez, Serik, Konyaaltı ve Kemer) büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılan barınaklardan tül atrap ile toplanmıştır. İçerisinde nemli pamuk ve şeker bulunan tül kafesler ile laboratuvara taşınan sinekler burada temiz kafeslere alınarak, içerisine süt, şeker ve su bırakılarak yeni nesiller elde edilmiştir. Duyarlı popülasyon (DSÖ), Pavia Üniversitesi'nden (İtalya) 2002 yılında Dr. Oner Koçak (Hacettepe Üniversitesi) tarafından alınmış olup halen hiçbir pestisite maruz kalmadan laboratuvar

ortamında yetiştirilmektedir. Ev sinekleri 12 saat karanlık, 12 saat aydınlık fotoperiyot koşullarında, 26±2 °C sıcaklıkta, 60±%5 nem oranına sahip insektaryumda yetiştirilmiştir.

İnsektisit

Thiamethoxam (%97 saflık; CAS number 153719-23-4) Jiangsu Inter-China Group Co. firmasından temin edilmiştir.

Direnç Testleri

Direnç testleri standart satih metodundan faydalanılarak yapılmıştır (11). Türkiye'de Sağlık Bakanlığı'nın biyosidal ürün etiketlerinde önerdiği etiket dozunun (0,125 g ai/m²) altında ve üstünde olmak üzere (0,1, 1, 2, 4 g ai/m²) dört farklı doz araziden toplanan popülasyonlar üzerinde test edilmiştir. Asetonda stok çözeltileri hazırlanan thiamethoxam 600 cm² yüzey alanına sahip bir litre kapasiteli cam kavanozların iç yüzeylerine uygulanmış ve asetona uçurulmuştur. Bu kavanozlara her bir tekrar için 2-4 gün yaşında olan ev sineği erginlerinden en az 10 adet yerleştirilmiştir. Ev sineklerinin düşüşleri 5 dk aralıklarla ile 60 dk kaydedilmiştir. Ev sinekleri 60 dk test yüzeylerine temas etmiş ve bu sürenin sonunda test edilen sinekler içerisinde su emdirilmiş pamuk bırakılan temiz kavanozlara alınarak, kavanozların üstleri parafilm ile kapatılmış ve sineklerin hava almaları için insülin enjektörü ile küçük delikler açılmıştır. Yirmi Dört saat sonunda ölen birey sayıları kaydedilmiştir. Her doz ve popülasyon için testler en az 3 kez tekrarlanmıştır. Kontrol grupları için kavanozlar içerisine sadece asetona yayılmış ve buharlaşıp uçuşması sağlanmıştır. Tüm denemeler 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık koşullarına, 26±2 °C sıcaklıkta, 60±%5 neme sahip laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Lethal doz (LD)₅₀ ve knock time (KT)₅₀ değerleri Stat Plus probit analiz programıyla hesaplanmıştır. Direnç katsayıları ahırlardan toplanan popülasyonlarından elde edilen LD₅₀ değerlerinin duyarlı popülasyondan elde edilen LD₅₀ değerine bölünmesi ile belirlenmiştir. Direnç durumunun belirlenmesinde Khan ve ark. (12) yayını dikkate alınmıştır. Bu yayına göre direnç katsayısı (DK) oranı 2-20 ise düşük, 21-50 arasında orta direnç, 51-100 arası ise yüksek direnç ve 100'den fazla ise çok yüksek direnç olarak yorumlanmıştır.

BULGULAR

Antalya ilinin beş farklı ilçesinden toplanan popülasyonlar ile DSÖ popülasyonlarının her bir doz için 24 saat sonunda elde edilen ölüm oranları probit analiz programı ile değerlendirilerek LD₅₀ değeri hesaplanmıştır. Tablo 1'de ilçe popülasyonların farklı dozlardaki 24 saat sonundaki ölüm oranları ve KT₅₀ değerleri, Tablo 2'de LD₅₀ değerleri ve direnç katsayıları verilmiştir. Genel olarak değerlendirme yapıldığında doz arttıkça ölüm oranı artmaktadır.

Kemer ilçesinden toplanan popülasyonda yapılan direnç testlerinin sonuçları değerlendirildiğinde thiamethoxamın düşürücü etkisinin olduğu ancak öldürücü etkisinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Thiamethoxam miktarı arttıkça ve bireyin temas süresi arttıkça %50 düşüş oranının biraz üstüne çıktığı saptanmıştır. Altmış dk sonunda en yüksek knock down oranı %62,6 ile thiamethoxamın 4 g ai/m² dozu olmuştur. Bu aktif maddenin sırasıyla 2 g ai/m² (%62,5), 1 g ai/m² (%41,7) ve 0,1 g ai/m² (%27,9)

dozları belirtilen düşüş oranlarıyla takip etmektedir. Yirmi dört saatin sonunda ölüm oranlarına bakıldığında thiamethoxamın 4 g ai/m² dozunda %78,9 ölüm oranı ve 2 g ai/m² dozunda %58,3 ölüm oranı ile %50 ölüm oranının üzerine çıkılabilmektedir. Bu aktif maddenin sırasıyla 1 g ai/m² dozunda %24,5 ve 0,1 g ai/m² dozunda %3,7 oranında ölüm tespit edilmiştir (Tablo 1). Direnç testlerinin sonuçları değerlendirildiğinde DSÖ test kriterlerine göre ev sineklerinin thiamethoxam aktif maddesine 172000 kat direnç geliştirdiği tespit edilmiştir (Tablo 2).

Kepez ilçesinden toplanan popülasyonda yapılan direnç testlerinin sonuçları değerlendirildiğinde thiamethoxam aktif maddesinin farklı dozlarının hepsinde düşürücü ve öldürücü etkisinin %50 oranının altında kaldığı belirlenmiştir. Altmış dk'nin sonunda düşürücü etkileri incelendiğinde en yüksek düşürücü etki %48,5 oranıyla 4 g ai/m² dozunda gözlenmiştir. Bu dozu sırasıyla 1 g ai/m² (%43,9), 2 g ai/m² (%43,9) ve 0,1 g ai/m² (%2,6) dozları takip etmiştir. Oranlar incelendiğinde aktif maddenin dozu artırıldıkça ve popülasyonun temas süresi artırıldıkça düşüş oranlarında da artış olduğu tespit edilmiştir. Yirmi dört saatin sonunda ölüm oranları incelendiğinde thiamethoxam aktif maddesinin 2 g ai/m² dozunda %34,74 oranı ile en yüksek ölüm oranına sahiptir. Bu dozu sırasıyla thiamethoxam aktif maddesinin 4 g ai/m² (%33,7) dozunda, 1 g ai/m² (%25,0) dozunda ve 0,1 g ai/m² (%5,1) dozunda takip etmektedir (Tablo 1). Kepez ilçesinden toplanan ev sineklerinde DSÖ test kriterlerine göre yapılan direnç testlerinde 531000 DK ile çok yüksek direnç tespit edilmiştir (Tablo 2).

Serik ilçesinden toplanan popülasyonda yapılan direnç testleri sonuçları değerlendirildiğinde düşürücü etkisinin olduğu, ölüm etkisinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Thiamethoxam aktif maddesinin düşürücü etkisi incelendiğinde popülasyonun etken madde ile temas süresi arttıkça düşürücü etkisinin arttığı ancak dozun miktarı arttıkça dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir. Altmış dk sonunda en yüksek düşürücü etki thiamethoxam aktif maddesinin 1 g ai/m² dozunda %73,9 oranıyla belirlenmiştir. Bu

dozu 4 g ai/m² (%65,2) dozunda, 0,1 g ai/m² (%53,7) dozunda ve 2 g ai/m² (%46,8) dozunda takip etmiştir. Yirmi dört saatin sonunda ölüm oranları incelendiğinde ise biraz daha farklı bir sonuç elde edilmiş, thiamethoxam aktif maddesinin 4 g ai/m² dozunda %57,6 oranı ile en yüksek öldürücü etkiyi göstermiştir. Bu dozu 1 g ai/m² (%49,3), 2 g ai/m² (%41,5) ve 0,1 g ai/m² (%37,1) dozunda takip etmiştir. Ölüm oranları incelendiğinde öldürücü etkisinin sadece 4 g ai/m² dozunda %50 oranının biraz üzerine geçtiği, diğer dozların bu oranın altında kaldığı tespit edilmiştir (Tablo 1). Serik ilçesinden toplanan popülasyonun direnç testleri sonuçları incelendiğinde thiamethoxam aktif maddesine 114000 kat direnç gösterdikleri tespit edilmiştir (Tablo 2).

Döşemealtı ilçesinden toplanan popülasyonda DSÖ test kriterlerine göre yapılan direnç testlerinde düşürücü etkisinin 4 g ai/m² dozunda %50 oranına ulaştığı, daha alt dozlarda ise %22-30 oranları arasında kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca öldürücü etkisinin de 2 g ai/m² ve üzeri dozlarda %50 oranını geçtiği belirlenmiştir. Altmış dk sonunda thiamethoxam aktif maddesinin 0,1 g ai/m² dozunda düşürücü etkisi olmadığı tespit edilmiştir. En yüksek düşürücü etki %53,50 oranı ile 4 g ai/m² dozunda gözlenmiş, bu dozu sırasıyla 1 g ai/m² (%29,95) dozunda ve 2 g ai/m² (%22,50) dozunda takip etmiştir. Yirmi dört saatin sonunda değerlendirilen ölüm oranları incelendiğinde 4 g ai/m² dozunda %77,4 ölüm oranı, 2 g ai/m² dozunda %72,5 ölüm oranı ile popülasyonun %50 oranını geçmiştir. 0,1 g ai/m² dozunda ölüm gerçekleşmemiştir. 1 g ai/m² dozunda %37,8 ölüm oranı ile %50 oranının altında kalmıştır (Tablo 1). Thiamethoxam aktif maddesinin Döşemealtı popülasyonu ile yapılan direnç testlerinde 139000 kat direnç tespit edilmiştir (Tablo 2).

Konyaaltı ilçesinden toplanan popülasyonlarda thiamethoxam aktif maddesinin en yüksek düşürücü etkisi %70,5 oranı ile 4 g ai/m² dozunda görülürken, bu dozu 1 g ai/m² (%43,3) dozunda, 0,1 g ai/m² (%36,8) dozunda ve 2 g ai/m² (%4,4) dozunda takip etmiştir. Düşürücü etkinin popülasyonun etken madde ile teması arttıkça

Tablo 1. Antalya'da ev sineklerinin farklı thiamethoxam dozlarına 24 saat maruziyet sonrası ölüm değerleri (%), KT₅₀ (dk) değerleri (Ortalama ± SH)

POPÜLASYON		Doz (gr ai/m ²)				
		0,1	1	2	4	Kontrol
KEMER	24 saat ölüm (%)	3,7±3,7	24,5±10,3	58,3±12,9	78,9±7,8	0,0±0,0
	KT ₅₀ (dk) (maks-min limit)	161,1±70,5 (96,6-641,2)	74,6±7,2 (63,6-93,0)	51,4±8,5 (39,2-82,2)	41,0±2,8 (35,6-48,6)	
KEPEZ	24 saat ölüm (%)	5,1±2,9	25,0±9,0	34,7±7,3	33,7±7,2	6,6±4,3
	KT ₅₀ (dk) (maks-min limit)	Hesaplanamadı	95,3±10,9 (79,8-125,3)	69,1±4,8 (61,5-81,0)	61,4±5,5 (52,8-75,1)	
SERİK	24 saat ölüm (%)	37,1±13,8	49,3±9,0	41,5±2,5	57,6±3,8	8,7±5,0
	KT ₅₀ (dk) (maks-min limit)	63,1±4,4 (55,9-73,9)	32,0±1,3 (29,5-34,8)	57,8±7,3 (46,5-81,6)	38,6±1,4 (36,0-41,7)	
DÖŞEMEALTI	24 saat ölüm (%)	0,0	37,8±22,0	72,5±1,4	77,4±7,6	5,8±2,9
	KT ₅₀ (dk) (maks-min limit)	Hesaplanamadı	129,1±25,7 (95,7-208,1)	139,6±27,8 (104,0-226,0)	66,5±4,3 (59,6-77,0)	
KONYAALTI	24 saat ölüm (%)	10,0±5,7	25,5±10,6	20,2±4,2	63,2±9,2	7,4±7,5
	KT ₅₀ (dk) (maks-min limit)	158,4±63,8 (95,5-550,6)	80,2±8,0 (68,1-101,0)	Hesaplanamadı	31,0±1,5 (28,2-34,2)	
DSÖ (duyarlı)		Doz (gr ai/m ²)				
		0,00001	0,0001	0,001	0,01 ve 0,1	Kontrol
	24 saat ölüm (%)	50,8±23,9	79,9±8,4	82,9±3,5	100	15,6±4,3

DSÖ: Duyarlı popülasyon, KT: Düşüş süresi

Tablo 2. Antalya'dan toplanan ev sineklerinin LD₅₀ değerleri, direnç katsayıları ve direnç durumları

Örneklem yapılan bölge	LD ₅₀ (gr ai/m ²)	Ki-kare (X ²) değeri	P	LD ₅₀ bakımından direnç katsayısı	Direnç durumu
Kemer	1,72±1,07 (0,14-22,29)	5,67	0,05	172000	Çok yüksek dirençli
Kepez	5,31±2,29 (2,90-18,30)	0,01	0,90	531000	Çok yüksek dirençli
Serik	1,14±0,99 (0,35-7,73)	0,002	0,96	114000	Çok yüksek dirençli
Döşemealtı	1,39±0,55 (0,12-3,67)	2,19	0,33	139000	Çok yüksek dirençli
Konyaaltı	4,72±4,90 (0,09-234,97)	14,63	0,0007	472000	Çok yüksek dirençli
DSÖ (duyarlı)	0,00001±0,0000 (0-0,0001)	1,13	0,76		

DSÖ: Duyarlı popülasyon, LD: Ölüm dozu

daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yirmi dört saatin sonunda ölüm oranlarına bakıldığında 4 g ai/m² dozu %63,2 oranı ile en çok öldürücü etkiyi gösteren ve etkisinin %50 oranını geçtiği tek dozdur. Bu dozu sırasıyla 1 g ai/m² (%25,5), 2 g ai/m² (%20,2) ve 0,1 g ai/m² (%10,0) dozları takip etmiştir (Tablo 1). Yapılan direnç testleri sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde Konyaaltı popülasyonunda 472000 DK ile çok yüksek direnç geliştirdikleri tespit edilmiştir (Tablo 2).

DSÖ popülasyonuna 0,00001, 0,0001, 0,001, 0,01 ve 0,1 g ai/m² olmak üzere 5 farklı thiamethoxam dozu uygulanmış ve kontrol grubunda da sadece aseton uygulaması yapılmıştır. Belirlenen tüm dozlar Türkiye'de Sağlık Bakanlığı'nın önerdiği dozun (0,125 g ai/m²) altında belirlenmiştir. Doz miktarı arttıkça düşürücü etki (knock down) oranlarında %100'e yakın olacak değerler tespit edilmiştir. Altmış dk sonunda en yüksek düşürücü etki thiamethoxam 0,01 g ai/m²'de %97,1 olarak belirlenmiştir. En düşük knock down etki ise uygulamadaki en düşük doz olan 0,00001 g ai/m²'de %22,48 olarak tespit edilmiştir. Yirmi dört saatin sonundaki ölüm miktarları incelendiğinde doz miktarı ile ölüm oranları arasında paralellik olduğu tespit edilmiştir. En düşük doz olan 0,00001 g ai/m²'de bile %50,8 ölüm oranı tespit edilerek popülasyonun %50'sinde etkin olduğu gözlenmiştir. 0,01 g ai/m² ve 0,1 g ai/m²'de ise popülasyonun tamamında ölüm tespit edilmiştir. DSÖ popülasyonuna ait sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

TARTIŞMA

Ülkemizde pestisit kullanımında yıllar arasında yüksek oranlarda artış görülmektedir. Bu artışın sebepleri arasında artan nüfusa yetecek ürün üretilmek istenmesi, tarıma elverişli arazilerin kalitesinde azalma, küresel iklim değişikliği ve zararlı canlıların daha geniş alanlara yayılması gösterilebilir. Antalya'da tarım, hayvancılık ve örtü altı tarımın (seracılığın) fazla yapılması, turizm şehri olması, iklimi ve bitki örtüsünün böcek gelişimine elverişli olması nedeniyle maalesef birçok bölgede bilinçsiz pestisit kullanımı söz konusudur.

Antalya ili 5 farklı ilçesinden toplanan ev sineği popülasyonları ile yaptığımız çalışmada tüm popülasyonlarda binlerce kat direnç tespit edilmiştir. Bu çalışma ile thiamethoxama en dirençli popülasyon LD₅₀ için 531000 kat direnç ile Kepez ilçesi, en düşük LD₅₀ için 114000 kat direnç ile Serik ilçesi olmuştur. Bu bölgedeki sonuçlar değerlendirildiğinde diğer bölgelere nispeten turizmden

uzak kalan, hayvancılığın yoğun olarak yapıldığı Kepez ilçesi ev sineklerindeki thiamethoxam direncinin hayvan yetiştiriciliği yoğunluğu ile ilişkisinin paralel olduğunu göstermiştir. Kepez ilçesinde en yoğun ve düzenli insektisit uygulamalarının yapılıyor olması ve ilçe yakınında mezbaaha olması da bu sonuçları almamızda etkili olmuştur.

Yaptığımız çalışma ile dünya genelinde yapılan çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde ev sineğinin neonikotinoid grubuna ait insektisitlerinde içinde yer aldığı birçok insektisite karşı direnç kazandığı sonucunu göstermektedir (13-16). Direnç oluşmuş popülasyonla savaşım, henüz oluşmamış veya düşük katsayıda oluşmuş dirençle savaşımdan çok daha zordur. Bu sebeple, bu konuda uygulama yapan herkes bilinçlendirilmeli, bölgelerin direnç haritaları çıkarılmalı ve kimyasal mücadelenin ön planda olmadığı entegre vektör mücadelesi yöntemlerinden yararlanılmalıdır.

Literatür taramalarımızda ev sineklerinin farklı insektisitlere karşı direnç geliştirdikleri tespit edilmiştir. Ülkemizde Polat ve Çetin (7) Adana, Kahramanmaraş, Gaziantep ve Diyarbakır illerinde topladıkları ev sinekleri ile thiamethoxam ve sinerjist piperonil butoksit (PBO) ile çalışmalar yapmıştır. Thiamethoxam en yüksek öldürücü etkiyi Adana ve Diyarbakır'dan toplanan ev sineği popülasyonunda göstermiştir. PBO ile birlikte kullanıldığında Kahramanmaraş, Adana ve Diyarbakır'daki ev sineklerinde toksik etkinin arttığını, Gaziantep popülasyonunda ise önemli bir değişiklik olmadığını tespit edilmiştir. Thiamethoxam'ın uygulama dozunda DSÖ popülasyonunda %100 öldürücü olduğunu gözlemlemiştir.

Memmi (13) neonikotinoid olan imidacloprid ve methomyl insektisitleriyle Antalya, Ankara ve İzmir'den topladıkları ev sinekleri ile araştırma yapmıştır. İmidacloprid insektisidine en yüksek direnç Antalya'da tespit edilmiştir. Methomyl'e en yüksek direnç ise İzmir'de tespit edilmiştir.

Khan ve ark. (14) Pakistan'ın 8 farklı lokasyonundan topladığı ev sineklerinde farklı insektisitlerin (organoklor, organofosfat, karbamat ve piretroit) kullanıldığı barınakları seçmiştir. Hiçbir barınakta thiamethoxam kullanılmadığını fakat çevresindeki pirinç, pamuk tarlalarında zararlılar için thiamethoxam kullanıldığını belirlemiştir. Toplanan ev sineklerinin thiamethoxama çeşitli seviyelerde direnç gösterdiğini tespit etmiştir.

Türkiye'de ev sinekleriyle yapılan farklı çalışmalarda mevcuttur. Yamanel ve Çakır (15) 11 farklı yerleşim yerinden topladığı ev sineklerinde diazinon ve paration ile yaptığı çalışmalarda en yüksek direnç Denizli ve Antakya olarak tespit etmiştir. Bu bölgelerdeki yoğun insektisit kullanımı bu sonuçlarda etkili olmuştur.

Son yıllarda yapılan bir çalışmada Türkiye'nin 10 farklı ilinden toplanan 17 farklı bölgeye ait ev sineği popülasyonlarında thiamethoxama ağırlıklı olarak yüksek veya çok yüksek direnç tespit edilmiştir (16).

Thiamethoxam insektisiti ile ev sineği dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde, diğer zararlı türlerde de dirençle karşılaşıldığı tespit edilmiştir. Gao ve ark. (17) Çin'de önemli bir zararlı olan *Frankliniella occidentalis*'de yaptığı çalışmada 15,1 kat thiamethoxam direnci gösterilmiştir. Feng ve ark. (18) Çin'de *Bemisia tabaci*'de 66,3 kat thiamethoxam direnci geliştirdiğini tespit etmiştir.

Ülkemizde ve yurt dışında ev sinekleri ile ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak yaptığımız çalışmayla benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Yaptığımız araştırmada tüm alanlarda thiamethoxama yüksek direnç tespit edilmiştir.

SONUÇ

Bir bölgede tarım zararlıları veya halk zararlılarına karşı kimyasal savaşta o bölgede direnç oluşumlarının araştırılması ve her alana hedef kimyasaldan uygun dozda kullanılması önemlidir. Hayatta kalan her birey direnci gelişerek diğer nesillere aktardığı için bu durum hem mücadeleyi zorlaştırmakta hem de maddi zarar ve zaman kaybına neden olmaktadır. Mücadele edilecek zararlıların yaşam döngüsünün ve üreme zamanının bilinmesi de doğru uygulamayı yapmada önemlidir. Sürekli uygulamalar yapmak yerine uygun dönemlerde mücadele edilmesini sağlar. Kullanılan pestisitlerin çevreye ve hedef dışı canlılara olan zararına dikkat edilmeli, hızlı etkili insektisitler kullanılmalıdır. Yaptığımız çalışma ile dünya genelinde yapılan çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde ev sineğinin neonikotinoid grubuna ait insektisitlerinde içinde yer aldığı birçok insektisite karşı direnç kazandığı sonucunu 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 durum daha ciddi bir hal alacağı açıkça gözükmemektedir. Direnç oluşmuş popülasyonla savaşım, henüz oluşmamış veya düşük katsayıda oluşmuş dirençle savaşımından 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.

* Etik

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma ev sinekleri üzerinde yapıldığı için standart etik onay alınmasına gerek yoktur.

Hasta Onayı: Bu çalışma insanlar üzerinde yapılmadığından hasta onay bilgisine gerek yoktur.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

** Yazarlık Katkıları

Konsept: D.Ç., H.Ç., Dizayn: D.Ç., H.Ç., Veri Toplanma veya İşleme: D.Ç., H.Ç., Analiz veya Yorumlama: D.Ç., H.Ç., Literatür Araması: D.Ç., H.Ç., Yazan: D.Ç., H.Ç.

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Koç S, Çetin H. Ev sineği (*Musca domestica* L.) biyolojisi ve mücadele yöntemleri. Vektör Artropodlar ve Mücadelesi, Özbel Y, Ed. Türkiye Parazitoloji Derneği 2017: p. 259-72.
- Scott JG, Warren WC, Beukeboom LW, Bopp D, Clark AG, Giers SD, et al. Genome of the house fly, *Musca domestica* L., a global vector of diseases with adaptations to a septic environment. *Genome Biol* 2014; 15: 466.
- Akner MM, Çağlar SS. 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 Parazit Derg* 2012; 36: 87-91.
- Çetin H. Kent Zararlıları, Biyoloji, Ekoloji ve Mücadele Yöntemleri. Yıldız Ofset Matbaacılık Medya Hiz. İth. İhr. Tic. Ve San. Ltd. Şti: 2016; 203.
- Demiröz DA. Böcekler Neden Direnç Kazanıyor? ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2015; 3: 91-9.
- Çakır G, Yavuz O, Koçak O. Effect of piperonyl butoxide and tetramethrin combinations on biological activities of selected synthetic pyrethroid. *Acta Veterinari Brno* 2008; 77: 467-78.
- Polat B, Çetin H. Toxicity of thiamethoxam and piperonyl butoxide combination against some strains of house fly *Musca domestica* L. (Diptera) in Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica* 2020; 72: 321-4.
- Ser Ö, Çetin H. Pestisitlerin vektör mücadelesinde kullanımları. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol- Special Topic* 2016; 2: 26-34.
- Coulon M, Schurr F, Martel AC, Cougoule N, Bégaud A, Mangoni P, et al. Metabolisation of thiamethoxam (a neonicotinoid pesticide) and interaction with the Chronic bee paralysis virus in honeybees. *Pestic Biochem Physiol* 2018; 144: 10-8.
- Tomizawa M, Casida JE. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 2005; 45: 247-68.
- Çetin H, Demir E, Kocaoğlu S, Kaya B. Insecticidal Activity of some synthetic pyrethroids with different rates of piperonyl butoxide (PBO) combinations on *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Ekoloji* 2010; 19: 27-32.
- Khan HA, Akram W, Shad SA. Resistance to conventional insecticides in Pakistani populations of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae): a potential ectoparasite of dairy animals. *Ecotoxicology* 2013; 22: 522-7.
- Memmi BK. Mortality and knockdown effects of imidacloprid and methomyl in house fly (*Musca domestica* L., Diptera: Muscidae) populations. *J Vector Ecol* 2010; 35: 144-8.
- Khan HA, Akram W, Iqbal J, Naeem-Ullah U. Thiamethoxam Resistance in the House Fly, *Musca domestica* L.: Current Status, Resistance Selection, Cross-Resistance Potential and Possible Biochemical Mechanisms. *PLoS One* 2015; 10: e0125850.
- Yamanel Ş, Çakır Ş. Türkiye'nin bazı karasinek (*Musca domestica* L.) popülasyonlarında organofosfatlı insektisidlerden metil paration ve diazinona karşı gelişmiş direnç. *Türkiye Parazitoloji Dergisi* 2004; 28: 210-4.
- Çetin H, Yanıkoğlu A, Akarsu E, Civril M, Odabaş E, Koç S, et al. Monitoring of thiamethoxam resistance in Turkish house fly *Musca domestica* L.

- (Diptera: Muscidae) populations. IX. International Symposium on Ecology and Environmental Problems, Antalya, Turkiye, 1-3 Kasım 2019. p. 53-4.
17. Gao CF, Ma SZ, Shan CH, Wu SF. Thiamethoxam resistance selected in the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae): Cross-resistance patterns, possible biochemical mechanism and fitness cost analysis. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 2014; 114: 90-6.
 18. Feng Y, Wu Q, Wang S, Chang X, Xie W, Xu B, et al. Cross-resistance study and biochemical mechanisms of thiamethoxam resistance in B-biotype *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pest Manag Sci* 2010; 66: 313-8.