

## İstanbul'un sivrisinek faunası ve *Culex pipiens* larvalarının *Bacillus* cinsi bakterilere karşı duyarlılığı

### The mosquito fauna of Istanbul and susceptibility of *Culex pipiens* larvae to *Bacillus* spp. bacteria

Erdal POLAT<sup>1</sup>, Serdar Mehmet ALTINKUM<sup>1</sup>, Fadime YILMAZ<sup>1</sup>, Sema TURAN-UZUNTAŞ<sup>1</sup>, Yaşar BAĞDATLI<sup>2</sup>

#### ÖZET

**Amaç:** Çalışmada İstanbul'un sivrisinek faunasını oluşturan *Culex pipiens* larvalarına karşı kullanılan *Bacillus* cinsi bakterilerin etkisine bakılmıştır.

**Yöntemler:** Çalışmada 15 Nisan - 30 Haziran 2013 tarihleri arasında ilaçlama yapılmadan önce İstanbul'un 39 ilçesinde sivrisinek larvalarının geliştiği kaynaklardan 501 örnek alınmıştır. Alınan örnekler laboratuvara getirilmiş, 24 °C'de tutularak larvaların III. ve IV evreye gelmesi bir kısmından da erişkin sivrisinek oluşması sağlanmıştır. *C. pipiens* türüne ait III. ve IV. evre larvalara karşı İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin larvasit olarak kullandığı; *Bacillus sphaericus* (200 g/ha, 300 g/ha ve 400 g/ha); *Bacillus thuringiensis* H-14 (200 g/ha, 300 g/ha ve 400 g/ha); *Bacillus sphaericus* (H5a5b, Strain 2362) + *Bacillus thuringiensis israelensis* (H-14, Strain AM65-52) (5000 g/ha) türlerine ait liyofilize preparatlar kullanılmıştır. Bu liyofilize preparatlardan Unat'ın balıklı buyyon besiyerinde hazırladığımız (6,1x10<sup>8</sup> CFU/ml ve 12,6x10<sup>8</sup> CFU/ml) kültürler kullanılmıştır. Kalan sivrisinek larvaları ve erişkin hale gelen sivrisinekler stereo ve ışık mikroskopunda incelenerek sivrisineklerin türleri belirlenmiştir.

**Bulgular:** İstanbul'un 39 ilçesinden alınan örneklerin tümünde *C. pipiens* türüne ait larvalara rastlanmıştır. Büyükçekmece, Silivri ve Ümraniye

#### ABSTRACT

**Objective:** In the study the impact of the *Bacillus* species bacteria used in the fight against larvae of *Culex pipiens* which constitute mosquito fauna of Istanbul was evaluated.

**Methods:** In the study, 501 samples were taken from the sources of mosquito larvae before disinfection, in 39 towns of Istanbul, from 15 April to the end of June, in 2013. Samples were brought to the laboratory, by maintaining at 24 °C to ensure larvae come to stages III and IV, and some of them to adult mosquitoes. Lyophilized preparations of *Bacillus sphaericus* (200 g/ha, 300 g/ha and 400 g/ha); *Bacillus thuringiensis* H-14 (200 g/ha, 300 g/ha and 400 g/ha); *Bacillus sphaericus* (H5a5b, Strain 2362) + *Bacillus thuringiensis israelensis* (H-14, Strain AM65-52) (5000 g/ha) species which are used as larvacide by Istanbul Metropolitan Municipality against *C. pipiens* III and IV stage larvae, were used. The cultures (6,1x10<sup>8</sup> CFU/ml and 12,6x10<sup>8</sup> CFU/ml) which prepared from these lyophilized preparations in the medium Unat's fish broth were used. Remaining mosquito larvae and adult mosquitoes were examined under stereo and light microscope to identify the species of mosquitoes.

**Results:** The larvae of *C. pipiens* species were

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İSTANBUL

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Çevre Yönetim Birimi Koordinatörlüğü, İSTANBUL



İletişim / Corresponding Author : Erdal POLAT

İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İSTANBUL

Tel : +90 212 414 30 00 - 22743

E-posta / E-mail : erdalp@istanbul.edu.tr

Geliş Tarihi / Received : 25.08.2015

Kabul Tarihi / Accepted : 05.01.2016

DOI ID : 10.5505/TurkHijyen.2016.48254

Polat E, Altinkum SM, Yılmaz F, Turan-Uzuntaş S, Bağdatlı Y. İstanbul'un sivrisinek faunası ve *Culex pipiens* larvalarının *Bacillus* cinsi bakterilere karşı duyarlılığı. Turk Hij Den Biyol Derg, 2016; 73(2): 149-56.

ilçelerinden alınan örneklerde yoğun olarak görülen *C. pipiens* larvalarının yanı sıra az sayıda Anofel ve *Aedes* cinsi sivrisineklerin larvalarına da rastlanmıştır. Liyofilize preparatların ve Unat'ın balıklı buyyonun da liyofilize preparatlardan hazırladığımız kültürlerinin ( $12,6 \times 10^8$  CFU/ml yoğunluğunun) kullandığı deneylerde ilk larva ölümü 50. dakikada başlamıştır. Kültürlerin  $6,1 \times 10^8$  CFU/ml yoğunluğunun kullandığı deneylerde ise ilk larva ölümü 60. dakikada izlenmiştir.

**Sonuç:** Tüm deneylerde larvaların tamamının 6. saatte öldüğü görülmüştür. Unat'ın balıklı buyyonunda hazırlanan kültürlerin liyofilize preparatlara göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Kültürdeki bakteri yoğunluğu azaldığında ölümün daha geç başladığı, ancak larvaların tümünün ölmesi için geçen sürede bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Culex pipiens*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sphaericus* - *Bacillus thuringiensis israelensis*, Unat'ın balıklı buyyonu

observed in all samples taken from 39 towns of Istanbul. In samples from Buyukcekmece, Silivri and Umraniye districts, beside densely presented *C. pipiens* larvae, a small amount of Anopheline and *Aedes* species larvae were also observed. The first larval mortality began in 50th minutes in the experiment with lyophilized preparations and cultures prepared in Unat's fish broth ( $12,6 \times 10^8$  CFU/ml density). In the experiments used culture concentration of  $6.1 \times 10^8$  CFU/ml, the first larvae mortality was observed in 60th minute.

**Conclusion:** In all experiments, it was observed that all of the larvae died in 6<sup>th</sup> hours. Cultures prepared in Unat's fish broth were determined to be more effective than lyophilized preparations. It was determined that the reduced density of cultures caused a delay in starting time of mortality but overall time for all larvae deaths was unchanged.

**Key Words:** *Culex pipiens*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sphaericus* - *Bacillus thuringiensis israelensis*, Unat's fish broth

## GİRİŞ

Sivrisinekler tropikal ve subtropikal bölgelerde; göllerin, akarsuların ve bataklıkların çevresinde rüzgarsız, kuytu yerlerde yaşarlar. Dişileri geçici dönem ektoparazit olup, genellikle akşamları ve sabahları erken saatlerde sıcakkanlı hayvanlardan ve insanlardan kan emerler. Emdikleri kanın proteinini yumurta oluşturmak için kullanırlar. Sivrisineklerin yumurtlama ve gelişme ortamları açık denizler hariç her türlü su birikintileridir. Anofeller sadece temiz ve berrak sularda geliştiği halde, kulekler temiz ve kirli her türlü suda gelişebilmektedirler (1-3).

Besin kaynağı kan olan dişi sivrisinekler; insandan kan emerken kaşıntılı deri lezyonları oluşturmaktadırlar. Ayrıca sivrisinekler kan emerken insanlara *Plasmodium*, filarya ve arbovirüs gibi

enfeksiyon etkenlerini de bulaştırmaktadırlar. Bu nedenle sivrisineklerin kontrolü sağlık açısından önem taşımaktadır. Sivrisineklerin kontrolünde; kimyasal, çevre düzenlemesi, mekaniksel-fiziksel, biyolojik vb. çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (1-4).

**Kimyasal yöntemler:** pestisitler (böcekler, kemirgenler, mantarlar ve yabancı ot gibi her türlü zararlıya karşı kullanılan maddeler), repellentler (böcek kaçırıcılar), atraktanlar (böcek cezbediciler), kemosterilizanlar (böcekleri kısırlaştırıcılar)'dır. Böcekleri öldürmek için kullanılan insektisitlere karşı böceklerin geliştirdiği direnç ve bu insektisitlerin insanlar ve çevre üzerindeki zararlı etkileri önemli bir sorundur. Gençlik hormonları ve kısırlaştırma gibi genetik yöntemler de vektör kontrolünde kullanılmaktadır.

**Mekanik ve fiziki yöntemler:** yakalama, vurma aletleri, vantilatörler, tuzaklar, yapışkan maddeler, perde, tel örgü ve cibinliklerdir. Çevre düzenlemesinde sanitasyon ve durgun su kaynaklarının drenajı önemlidir.

**Biyolojik yöntemler:** mantarlar (*Lagenidium giganteum*), protozoonlar (*Schistosoma microsporidia*), nematodlar (*Romanomermis culicivorax*), yırtıcı sinekler (*Toxorhynchites* cinsi), balıklar (*Gambusia affinis*, *Rivulus*) ve bakteriler (*Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sphaericus*) kullanılmaktadır (1-5).

Sivrisineklerin larvalarına karşı kullanılan insektisitlerin ve biyolojik ajanların etkisinin bilinmesi sivrisineklerin kontrolünde büyük öneme sahiptir. Çünkü sivrisinek larvalarının insektislere karşı direnç geliştirdiği uzun yıllardan beri bilinmektedir (1-2, 6). Hatta yapılan çalışmalarla sivrisinek larvalarının *B. thuringiensis*, *B. sphaericus*'a karşı da direnç geliştirdiği belirlenmiştir (7-9).

İstanbul, Avrupa ile Asya kıtaları arasında köprü görevi gören, 5.712 km<sup>2</sup>'lik üzölçümüne sahip bir

şehirdir. İstanbul'un 14'ü Anadolu yakasında, 25'i Avrupa yakasında olmak üzere toplam 39 ilçesi vardır. Nüfusunun yaklaşık %64,71 (9.162.919)'i Avrupa; %35,29 (4.997.548)'u da Anadolu yakasında yaşamakta olup nüfusu son 20 yılda iki katına çıkmıştır. İşsizlik sebebi ile İstanbul'a göç eden insanlar şehir etrafında gecekondu mahalleleri oluşturmuştur. İstanbul'un bitki örtüsü genellikle maki olup, ormanlık alanı kentin 20 km. kuzeyindeki Belgrad Ormanı'dır. İstanbul'un en büyük akarsuyu, Riva Çayıdır. Boğaza dökülen Küçüksu ve Gökusu Dereleri; Halic'e dökülen Kağıthane ve Alibey dereleri, Küçükçekmece Gölüne dökülen Sazlıdere, Büyükçekmece Gölüne dökülen Karasu Deresi, Terkos Gölüne dökülen Traşca deresi, İstanbul'un belli başlı akarsularıdır. Marmara Denizi kıyısında bulunan Küçükçekmece (11 km<sup>2</sup>) ve Büyükçekmece (16 km<sup>2</sup>) göllerinin suları denizle teması olduğu için tuzludur. İstanbul'un yaz ayları genellikle sıcak, kış ayları fazla soğuk geçmez. Yaz-kış, gece-gündüz arasında büyük ısı farkları görülmez. İstanbul ve 39 ilçesini gösteren harita Resim 1'de verilmiştir.



Resim 1. İstanbul'un 39 ilçesinde sivrisinek üreme alanlarından toplanan 501 örneğin ilçelere göre dağılımı, Nisan 2013

Çalışmada İstanbul'un sivrisinek faunasını oluşturan *Culex pipiens* larvaları ile mücadelede kullanılan *Bacillus* cinsi bakterilerin etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

## GEREÇ ve YÖNTEM

İstanbul'un ilçelerinden, 2013 yılında Nisan ayının ortasında sivrisinek aktivesinin başlaması ile Haziran ayının sonuna kadar ilaçlama yapılmadan önce sivrisinek larvaları toplanmıştır. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Sağlık ve Sosyal Hizmetler Daire Başkanlığı çalışanlarınca içinde üredikleri su ile birlikte toplanan larvalar 500 ml, 1,5 ve 5 lt'lik pet şişelere konarak laboratuvara getirilmiştir. İstanbul'un 39 ilçesinde sivrisinek larvalarının geliştiği kaynaklardan 501 örnek alınmıştır. Sivrisinek larvalarının alındığı ilçeler ve örnek sayısı Resim 1'de gösterilmiştir.

Laboratuvara getirilen sivrisinek yumurtaları, larvaları ve pupaları 24 °C'de tutularak larvaların III. ve IV. evre, pupaların erişkin sivrisineklere dönüşmesi sağlanmıştır. Larvalar ve erişkin sivrisinekler stereomikroskop (Olympus SZX10) ve ışık mikroskobu (Zeiss AX10) ile incelenerek tiplendirilmiştir (1, 3, 4).

*B. sphaericus* [(H5a5b, Strain 2362) (VectoLex WDG, US)], *B. thuringiensis* [(H-14) (VectoBac WDG,US)] ve *B. sphaericus* (H5a5b, Strain 2362) + *B. thuringiensis israelensis* [(H-14, Strain AM65-52) (VectoMax G, US)] suşları larvasit olarak kullanılmıştır. Liyofilize *Bacillus* preparatlarından, içerisinde 100 ml Unat'ın balıklı buyyonu (10) bulunan 250 ml beherlere ekimler yapılmış ve 37 °C'lik etüvde 48 saat tutulmuştur. Etüvden çıkarılan kültürlerin konsantrasyonu BD Phoenix cihazı ile nefelometrik yöntemle ölçülerek 2 McFarland (MF) ( $6,1 \times 10^8$  CFU/ml) ve 4 MF ( $12,6 \times 10^8$  CFU/ml) bakteri bulunacak şekilde ayarlanmıştır.

*C. pipiens* türüne ait III. ve IV. evre larvalar, içerisinde 250 cc su (pH=  $7 \pm 0,2$  olan 48 saat dinlendirilmiş musluk suyu) bulunan kaplara süzgeç

ile 100 adet olarak aktarılmıştır. *B. sphaericus*'un 200 g/ha, 300 g/ha ve 400 g/ha; *B. thuringiensis* H-14 200 g/ha, 300 g/ha ve 400 g/ha; *B. sphaericus* (H5a5b, Strain 2362) + *B. thuringiensis israelensis* (H-14, Strain AM65-52) karışımının 5.000 g/ha'lık, kültürlerin ise  $6,1 \times 10^8$  CFU/ml ve  $12,6 \times 10^8$  CFU/ml konsantrasyonları kullanılmıştır. Aynı zamanda her deney için bir kapta 100 adet larva kontrol için bulundurulmuştur. 24 saat etki süresinde larvaların ölü ve canlı olanları sayılmıştır. Deneyler oda ısısında (24 °C) yapılmıştır (11, 12).

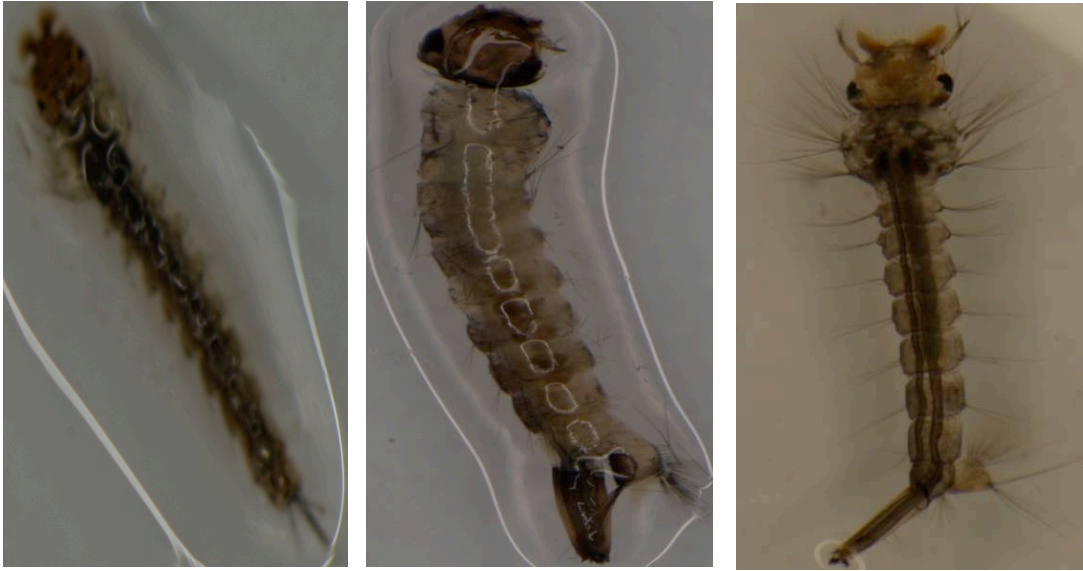
## BULGULAR

İstanbul'un 39 ilçesinden sivrisinek larvalarının geliştiği 501 kaynaktan alınan örneklerden sadece Büyükçekmece, Silivri ve Ümraniye ilçelerinde Anofel ve Aedes cinsi sivrisineklerin larvaları görülmüştür. İstanbul'un tüm ilçelerinde ise *C. pipiens* türü sivrisinek larvalarına rastlanmıştır (Resim 2).

*Bacillus* liyofilize preparatları ve kültürlerinin  $12,6 \times 10^8$  CFU/ml konsantrasyonlarda kullanıldığı deneylerde larvalar 50. dakikada,  $6,1 \times 10^8$  CFU/ml'lik konsantrasyonunda kullanıldığı deneylerde ise 60. dakikada ölmeye başlamıştır.

50. dakikada *B. sphaericus*'un 4 MF öldürme oranı, 400 g/ha'dan daha yüksektir (%20 - %14). *B. thuringiensis*'in ki ise 300 g/ha ve 400 g/ha'dan daha düşük ancak 200 g/ha ile aynıdır (%20). *B. sphaericus* + *B. thuringiensis* karışımı 4 MF öldürme oranı, 5.000 g/ha konsantrasyonundan daha fazladır (%42 - %40).

Liyofilize preparatlardan 50. dakikada öldürme oranı en yüksek olanı *B. sphaericus* - *B. thuringiensis israelensis* 5.000 g/ha karışımıdır. Bu karışım kullanıldığında larvaların toplu halde öldüğü görülmüştür. Larvalarda ölümün başlangıç - bitiş süresinde değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Değişik yoğunlukta kullanılan biyolojik ajanların larvaların tamamını 6. saatte öldürdüğü tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular Tablo 1'de özetlenmiştir.



**Resim 2.** İstanbul'un 39 ilçesinde sivrisinek üreme alanlarından toplanan *Anopheles* (a), *Aedes* (b), *Culex* (c) larvaları görünümleri, Nisan 2013

**Tablo 1.** İstanbul'un 39 ilçesinden toplanan *Culex* larvalarına karşı larvasit olarak kullanılan farklı *Bacillus* türlerinin etkileri, Nisan 2013

Larvasitler	Kullanılan Oranlar	Canlı Larva Sayısı Başlangıç	Ölü Larva Sayısı		
			50. dak	60. dak	6. saat
<i>B. sphaericus</i>	200 g/ha	100	8	8	100
	300 g/ha	100	10	10	100
	400 g/ha	100	14	14	100
	2 MF CFU/ml	100	0	20	100
	4 MF CFU/ml	100	20	20	100
<i>B. thuringiensis</i>	200 g/ha	100	20	20	100
	300 g/ha	100	30	30	100
	400 g/ha	100	40	40	100
	2 MF CFU/ml	100	0	20	100
	4 MF CFU/ml	100	20	20	100
<i>B. sphaericus</i> + <i>B. thuringiensis</i>	5000 g/ha	100	40	40	100
	2 MF CFU/ml	100	0	10	100
	4 MF CFU/ml	100	42	42	100

## TARTIŞMA

Gelişmekte olan ülkelerde pestisitlerin en az %90'ı tarım alanında, %10'u kadarı da vektörlerin kontrollünde kullanılmaktadır. Bu da insan sağlığı ve çevre açısından tehlike oluşturmaktadır. Çeşitli

ülkelerde ihtiyaçtan fazla üretilen pestisitlerin stokları, üretiminden daha zor ve pahalıya mal olmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak da nehirler, körfezler, toprak ve su kaynakları uzun süreli kirlenmekte; suda yaşayan canlıları ve karada yaşayan

böcekleri, kuşları ve toprağın mikroflorasını etkileyerek ekolojik dengeyi bozmaktadır. Bu canlılar nesillerini sürdürebilmek için pestisitlere karşı direnç geliştirirler. Günümüzde insektisitlere karşı direnç her tür vektörde az çok görülmektedir. Direncin yaygınlaşmasında tarımda büyük oranda kullanılan pestisitlerin etkisi vardır. Sivrisineklerin insektisitlere karşı direnci larva, erişkin veya her iki evrede de olabilir. Larva evresinde direnç genellikle tarımda kullanılan pestisitlerden, erişkin evresindeki direnç ise erişkin sivrisinek mücadelesinde kullanılan aerosollerden kaynaklanmaktadır. Sivrisinekler; dichlorodiphenyl trichloroethane (DDT), dieldrin, benzen heksaklorür (BCH) gibi organik klorlu insektisitlere, organik fosforlu ve karbamatlı insektisitlere çoklu direnç oluşturabilmektedirler. Dünya Sağlık Örgütü'nün 1980 yılında yayımladığı raporda halk sağlığında ve veterinerlikte öneme sahip 51 anofel, 42 kuleks cinsinin bir veya daha fazla insektisite karşı dirençli olduğunu belirtmiştir (13). Bunlardan dolayı bir insektisit alınmadan önce kullanılacağı bölgedeki sineklere karşı etkili olup olmadığına bakılmalıdır.

Sivrisinek mücadelesinde insektisitler yanı sıra biyolojik yöntemler de yaygın olarak kullanılmaktadır. İstanbul'da sivrisinek larvalarının mücadelesinde biyolojik olarak; *Gambusia affinis* türü balıklar ve *Bacillus* cinsi bakteriler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Sivrisinek larvalarının kontrolünde kullanılan *B. thuringiensis* ve *B. sphaericus* sporlu bakteriler olup güçlü toksin oluşturan türlerdir. Mide zehri olan toksinler sadece larvalar tarafından yutulduklarında etkili olup; pupa, erişkin ve yumurtalara etkisizdirler (1, 2, 5-9).

Unat ve ark. 1994 yılında İstanbul'un Altınşehir, Halkalı ve Yedikule bölgelerinden topladıkları sivrisinek larvalarının *C. pipiens molestus* (Farks) türüne ait olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada özellikle anofel türü sivrisineklerin larvaları ve erişkinleri araştırılmış ancak Beykoz ve Çatalca ilçelerinde Karadenize yakın Karaca Köy, Kıyı Köy ve Riva bölgesinde tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da *Anopheles* ve *Aedes* cinsi sivrisineklere; Büyükçekmece, Silivri ve Ümraniye ilçelerinde rastlanmıştır (11).

İstanbul'un coğrafik yapısı ve iklim koşulları sivrisineklerin üremesi için uygundur. Ancak İstanbul'un 39 ilçesinden sivrisinek larvalarının geliştiği kaynaklardan alınan 501 örnekten sadece Büyükçekmece, Silivri ve Ümraniye ilçelerine ait örneklerde *Anopheles* ve *Aedes* cinsi sivrisineklerin larvaları görülmüştür. Anofel cinsi sivrisineğin larvaları genellikle organik madde bulunmayan temiz, berrak ve durgun sularda gelişir. İstanbul'da bulunan temiz durgun sular aşırı, düzensiz yapılaşma ve artan nüfus yüzünden hızla kirlenmekte ve yok olmaktadır. İstanbul'un tüm ilçelerinde ise her türlü durgun suda üreyen *C. pipiens* türü sivrisinek larvalarına baskın olarak rastlanmıştır (Resim 2).

Çalışmamızda, *C. pipiens* türüne ait III. ve IV. evre larvalarına karşı *B. sphaericus* (H5a5b, Strain 2362), *B. thuringiensis israelensis* (H-14, Strain AM65-52) ile *B. sphaericus* + *B. thuringiensis* kombinasyonu preparatlarının ve bu preparatların 4 MF ( $12,6 \times 10^8$  CFU/ml) konsantrasyondaki kültürlerinin etkili olduğu bulunmuştur. *Bacillus* 4 MF konsantrasyondaki kültürlerinin liyofilize preparatlardan daha etkili olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin; liyofilizasyon işlemi esnasında bakterilerin bir kısmının canlılığını kaybetmesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Oysa bakteriler 48-72 saatlik kültürlerde canlılığını pek kaybetmezler. *B. sphaericus* ve *B. thuringiensis* H-14 içeren kültürde üreyen bakteri yoğunluğu azaldığında ölümün daha geç başladığı, ancak larvaların tümünün ölmesi için geçen sürede bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir. Unat ve ark. 1994 yılında İstanbul'un Altınşehir, Halkalı ve Yedikule Bölgelerinden, Edirne'nin Enez ilçesinden toplanan *C. pipiens molestus* (Farks) larvaları ile yaptıkları iki farklı çalışmada; ABATE (Temephos), ACTELLIC (Primiphos methyl) ve malathion'un *C. pipiens molestus* (Farks) larvalarına karşı %100 etkili olduğunu bulmuşlardır (11, 12). Yaptığımız literatür taramalarına göre Unat ve ark.'nın bu çalışmalarından sonra İstanbul'da insektisitlerle ilgili yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Aldemir ve ark. 2005 yılında yaptıkları çalışmalarda Tambro® 500 EC (518 g/l temephos) ve Ekolarv® 500 EC

(500 g/l temephos) laboratuvarında ve Ankara'nın Gölbaşı İlçesi, Mogan Gölü doğal habitatında *A. sachoravi* ve *Culex pipiens* larvalarına karşı etkili bulmuşlardır (14).

Akiner ve ark. yaptıkları çalışmalarda 2007 yılında malathion and propoxur için tüm *A. maculipennis* popülasyonları ölüm oranlarının şüpheli direnç kategorisinde yer aldığını ortaya koymuşlardır. 2008 yılında Trakya Bölgesi popülasyonları (Avanoz, Tatarköy, Dereköy) şüpheli direnç kategorisinde yer alırken Birecik, Beyşehir ve Çankırı popülasyonlarının dirençsiz kategoride olduğunu belirtmişlerdir (6).

Bursalı ve ark. (2013), Aydın, Burdur, Muğla, Isparta ve İzmir'den toplanan *A. maculipennis* kompleksi popülasyonlarında DDT (%4)'yi %64,6, deltametrim (%0,025)'i %90,4 ve permetrin (%0,75)'i %74,8 etkili olarak bulmuşlardır. Kdr (knock-down resistance) mutasyonla 97 örneğin Aydın ve Burdur'da sadece birer adet *A. sachoravi*'de kdr direnci saptamışlardır (15).

Ulaşabildiğimiz kaynaklara göre ülkemizde sivrisineklerdeki direnç ile ilgili çalışmalar (6, 11, 12, 14, 15) genellikle insektisitler kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmaların bazılarında sivrisineklerin insektisitlere karşı direnç geliştirdiği ortaya konmuştur. Ancak İstanbul'da biyolojik ajanlar ile de yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Oysa günümüzde İstanbul'da sivrisineklerin larvaları ile mücadelede genellikle *Gambusia affinis* türü balıklar ve *B. thuringiensis* ve *B. sphaericus* türü sporlu bakteriler gibi biyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Ancak bu bakterilere karşı sivrisinek larvalarının bir direnç oluşturup oluşturmadığı bilinmemektedir. Yaptığımız çalışmada *B. sphaericus*, *B. thuringiensis*, *B. sphaericus* - *B. thuringiensis israelensis* bakterileri kombinasyonu *C. pipiens* türüne ait III. ve IV. evre larvalarına karşı etkili bulunmuştur.

Leroux ve ark. (1997) *B. sphaericus*'a karşı *C. pipiens* larvalarının değişik direnç mekanizmalarını çalışmıştır (7). Nielsen-LeRoux ve ark. (2001) *B. sphaericus* Strain 2362 karşı *C. pipiens* larvalarının geliştirdiği değişik çapraz direnç seviyelerini ortaya koymuşlardır (8). Sun ve ark. 2001 yılında yaptıkları çalışmalara göre *C. pipiens* larvalarının *B. sphaericus* ve *B. thuringiensis israelensis* toksinlerine karşı direnç geliştirdiklerini bildirmişlerdir (9). Bundan dolayı sivrisinek larvaları ile mücadelede sporlu bakteriler kullanılsa bile, bu bakteriler alınmadan ve kullanılmadan önce mutlaka sivrisinek larvalarının bu ajanlara karşı direncinin olup olmadığı test edilmiştir.

Biyolojik kontrol, vektör mücadelesinde tamamlayıcı ve ekonomik bir bölümü oluşturmaktadır. Sivrisinek larvaları ile mücadelede kullanılan *B. sphaericus* ve *B. thuringiensis* bakterilerini dışarıdan satın almak yerine Unat'ın tarif ettiği balıklı besiyerinde üretilerek daha da ekonomik hale getirilebilir. Çalışmamızda da *Bacillus* kültürleriyle elde edilen sonuçların liyofilize sonuçlarla benzer hatta daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Hedef dışı canlılar için nispeten güvenilir oluşu biyolojik yöntemleri değerli kılmaktadır. Biyolojik kontrol temel olarak bu tabii düzenleyici sistemin insanın lehine manipülasyonundan ibarettir.

Sonuç olarak ülkemizde sivrisinek larvalarının kontrolünde kullanılan biyolojik ajanlar ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Oysa yurt dışında yapılan çalışmalarda biyolojik ajanlara karşı direnç varlığı gösterilmiştir. Bundan dolayı ülkemizde sivrisineklerin larvaları ile mücadelede kullanılan *B. sphaericus* ve *B. thuringiensis*'e karşı direncin olup olmadığının daha geniş çalışmalar ile araştırılması gerektiğini düşünmekteyiz.

## TEŞEKKÜR

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Sağlık ve Sosyal Hizmetler Daire Başkanlığı çalışanlarına verdikleri destek ve işbirliği için teşekkür ederiz.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemektedir.

## KAYNAKLAR

1. Unat EK, Samastı M. (Unat EK, Yücel A, Altaş K, Samastı M). Unat'ın Tıp Parazitolojisi, İnsanın Ökaryonlu Parazitleri ve Bunlarla Oluşan Hastalıkları. V. baskı, Cerrahpaşa Tıp Fak. Vakfı yayınları, 1995; 15: 140-57.
2. Daldal N, Atambay M. Sivrisinekler Familya Culicidae Stephens, 1829). Özcel M, Özbek Y, Ak M. Editörler. Özcel'in Tıbbi Parazit Hastalıkları. İzmir, 2007; 811-5.
3. Merdivenci A. Türkiye Sivrisinekleri. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları. 1984.
4. Merdivenci A. Medikal Entomoloji. 3. Baskı. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, 1981; 81-116.
5. Yarsan E. Vektör mücadelesinde biyopestisitler. Türk Hij Den Biyol Derg, 2007; 64(1): 61-70.
6. Akıner MM. Malathion and propoxur resistance in Turkish populations of the *Anopheles maculipennis* (Diptera: Culicidae) and relation to the insensitive acetylcholinesterase. Türk Parazitol Derg, 2014; 18: 111-5.
7. Leroux CN, Pasquier F, Charles JF, Sinerge G, Gaven B, Pasteur N. Resistance to *Bacillus sphaericus* involves different mechanisms in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) larvae. J Med Entomol, 1997; 34(3): 321-7.
8. Nielsen-LeRoux C, Rao DR, Murphy JR, Carron A, Mani TR, Hamon S, Mulla MS. Various Levels of Cross-Resistance to *Bacillus sphaericus* Strains in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) Colonies Resistant to *B. sphaericus* Strain 2362. Appl Environ Microbiol, 2001; 67(11): 5049-54.
9. Sun F, Yuan Z, Li T, Zhang Y, Yu J, Pang Yi. Reduction of resistance of *Culex pipiens* larvae to the binary toxin from *Bacillus sphaericus* by coexpression of cry4Ba from *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* with the binary toxin gene. World J Microbiol Biotech, 2001; 17: 385-9.
10. Unat EK. Tıp Bakteriolojisi ve Virolojisi Cilt 1, II. Baskı. Dergah Yayınları, İstanbul, 1986: 75-6.
11. Unat EK, Çalçır B, Polat E. İstanbul'un Altınşehir, Halkalı ve Yedikule bölgelerinden toplanan *Culex pipiens molestus* (Farks) larvalarının kullanılmakta olan insektisidlere karşı duyarlılığı. Türk Parazitol Derg, 1994; 18(4): 503-6.
12. Unat EK, Çalçır B, Polat E. Enez bölgesinden toplanan *Culex pipiens molestus* (Farks) larvalarının kullanılmakta olan insektisidlere karşı duyarlılığı. Türk Parazitol Derg, 1994; 18(4): 507-10.
13. <http://www.saglik.gov.tr/TR/dosya/1-73090/h/turreporttur.pdf> [cited 2015 Aralık 524].
14. Aldemir A, Ege M. Temephos aktif maddeli iki insektisitinin sivrisinek (Diptera: Culicidae) larvaları üzerindeki etkinlik ve kalıcılığı. Türk Parazitol Derg, 2005; 29(2): 126-30.
15. Bursalı F, Şimşek FM. *Anopheles maculipennis* kompleksi populasyonlarında DDT, deltametrin ve permetrin insektisitlerine karşı direnç düzeyi ve kdr (knock-down resistance) mutasyonu ilişkisi. 18. Ulusal Parazitol Kong, Denizli, 2013; 139-40.