

Kum Sinekleri (Yakarca, Tatarcık) ve Kontrol Yöntemleri

Sand Flies and Their Control Methods

Hüseyin Çetin¹, Yusuf Özbel²

¹Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya, Türkiye

²Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Cite this article as: Çetin H, Özbel Y. Kum Sinekleri (Yakarca, Tatarcık) ve Kontrol Yöntemleri. Türkiye Parazit Derg 2017; 41: 102-13.

Öz

Hastalık etkenlerini taşıyabilen artropod vektörlerle mücadelenin genel amacı hastalık bulaşım döngüsünü kırmaktır. Bu nedenle hastalığın kontrolü, döngüde yer alan bütün unsurlarla (insan, artropod vektör, rezervuar) ilgili olarak alınabilecek önlemleri kapsamaktadır. Başta tropikal ve subtropikal alanlarda olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde leishmaniasis ve tatarcık humması gibi hastalıkların vektörlüğünü yapan ve hastalık döngüsünün artropod ayağını oluşturan kum sinekleri (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) ile mücadelede dikkat edilmesi gereken önemli noktalar bulunmaktadır. Kum sineklerinin larva mücadelesi oldukça zor ve neredeyse imkânsız olduğu için, ağırlıklı olarak erginlere yönelik mücadele yapılmaktadır. Gerek leishmaniasis gerekse ilgili viral hastalıkların azaltılmasındaki en etkili strateji de özellikle insanların bulunduğu alanlarda kum sineklerinin kontrolü olduğundan bu derlemede, kum sineklerinin morfolojisi, biyolojisi, taksonomisi, yanı sıra özellikle entegre mücadele ve kontrol yöntemleri üzerinde durulmuştur. Metin içinde insektisit emdirilmiş cibinlik ve perde kullanımı, zooflaksi, iç ve dış rezidüel uygulamalar, larvasitler, repellentler ve evcil hayvan tasmaları gibi önlemler yanı sıra kum sineklerinde direnç gibi birçok konu ile ilgili bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Entegre zararlı yönetimi, kum sinekleri, kontrol yöntemleri

Geliş Tarihi: 10.03.2017

Kabul Tarihi: 30.03.2017

ABSTRACT

The main aim of managing arthropod vectors that carry the disease agents is interrupting the infection cycle. Therefore, the management of the disease implies that all precautions related to all elements (i.e., human, arthropod vector, and reservoir) in the infection cycle need to be taken. There are important points that need to be considered while dealing with sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), which in many regions worldwide, particularly in tropical and subtropical areas, are vectors of diseases such as leishmaniasis and sand fly fever and are the arthropods of the infection cycle. Because the larval control of the sand flies is very difficult and almost impossible, the management is mainly conducted for the adults. The most effective strategy for reducing both sand fly fever and leishmaniasis is managing sand flies, particularly in areas where humans are located. In this review, the morphology, biology, and taxonomy of sand flies; the integrated fighting and management methods such as insecticide-impregnated bed nets and use of curtains, zooprophylaxis, indoor and outdoor residual applications, larvicides, repellents, and insecticide-impregnated dog collars; and data regarding many issues such as insecticide resistance in sand flies have been emphasized on in the review.

Keywords: Integrated Pest Management, sand flies, management methods

Received: 10.03.2017

Accepted: 30.03.2017

GİRİŞ

Leishmaniasis; halk arasında kum sineği, tatarcık veya yakarca olarak bilinen sineklerin vektörlüğünü yaptığı *Leishmania* türü protozoon parazitlerin neden olduğu bir hastalıklar grubudur. Hastalık etkenleri, parazitli insan veya hayvandan kan emerek enfekte olmuş dişi kum sineğinin (Diptera: Psychodidae:

Phlebotominae) insanlardan kan emmesi sırasında bulaşmaktadır. Hastalığın visseral, kutanöz, mukokutanöz ve diffüz kutanöz olmak üzere en az dört ana klinik şekli bulunmakta ve ülkemizde farklı *Leishmania* türlerinin etken olduğu kutanöz leishmaniasis (KL) ve visseral leishmaniasis (VL) olmak üzere iki klinik şekli görülmektedir. Leishmaniasis dışında kum sinekleri phlebovirus olarak bilinen çok sayıda virüse ve sadece

Yazışma Adresi / Address for Correspondence: Hüseyin Çetin E.posta: hçetin@akdeniz.edu.tr

DOI: 10.5152/tpd.2017.5296

©Telif hakkı 2017 Türkiye Parazitoloji Derneği - Makale metnine www.tparazitolog.org web sayfasından ulaşılabilir.

©Copyright 2017 Turkish Society for Parasitology - Available online at www.tparazitolog.org

Güney Amerika'da görülen *Bartonella bacilliformis*'e de vektörlük yapabilmektedirler (1). Bu derlemede, kum sineklerinin biyolojileri, morfolojileri, yaşam döngüleri, zararlı statüleri ve kontrol metotları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır (2, 3).

Morfolojileri

Ergin kum sinekleri yaklaşık 2-3 mm büyüklüğünde olup ergin sivrisineklerin neredeyse 1/3'ü kadardır. Vücut büyüklüklerine göre oldukça uzun ve kırılgan bacaklara sahip bu canlıların vücutlarının dış kısmında, kanatlar da dâhil tüm vücudu kaplayan tüy benzeri yapılar (setalar) bulunmaktadır. İstirahat halindeyken kanatlarını karın üzerinde yaklaşık 40 derecelik bir açı ile "V" harfi şeklinde tutmaları diğer sineklerden ayırt edilmelerinde kolaylık sağlamaktadır (Şekil 1). Büyük siyah gözlerle sahip olan kum sineklerinin dişileri sokucu emici ağız yapısıyla yumurta gelişimi için konaklarından kan emerler, enerji gereksinimleri için de bitki öz sularından faydalanırlar. Kan besini mideye giderek sindirim işlemine tabi tutulurken, bitki öz suları öncelikle kursağa gider, buradaki ilk sindirimden sonra mideye gönderilir. Erkek bireylerin ise ağız yapısı sadece bitki öz suları ile beslenmeye uygundur.

Yaşam döngüleri ve davranışları

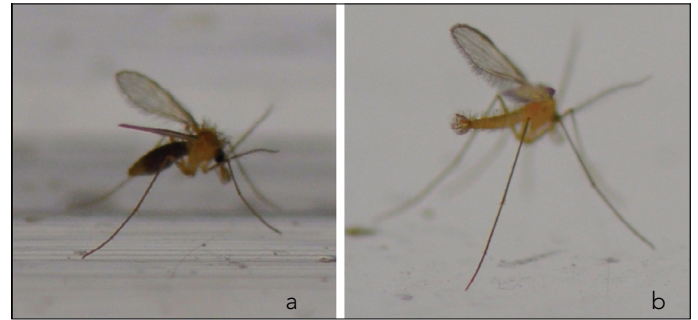
Tam başkalaşım (holometabol) geçiren kum sineklerinin yaşam döngüsünde yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere dört yaşam evresi bulunmaktadır. Bir gonotrofik döngüde yaklaşık 30-70 arasında yumurta (0,1 mm en - 0,3 mm uzunluk boyutlarında) dişi tarafından humus/organik madde bakımından zengin nemli topraklara bırakılmaktadır. Ortalama 4-20 gün içerisinde açılan yumurtadan çıkan larvalar organik atıkça zengin ve nemli hemen hemen her türlü (ağaç kökleri, ağaç kovukları, mağaralar, toprakta küçük çatlak ve yarıklar, çamur duvarlar, kemirgen yuvaları, gübreler, çim birikintileri, yaprak küfleri, hayvan dışkıları vb.) habitatta gelişerek dört larva evresi geçirmektedirler. Larvalar sucul ortamda yaşamazlar. Larva gelişim süresi larvanın yeterli besin bulmasına, ortamın sıcaklığına, nemine ve kum sineği türüne göre değişmekle birlikte yaklaşık 20-30 gün sürmektedir. Ekstrem koşullarda yumurta açılım süresi uzamakta, bu uygun olmayan koşulların uzaması ile larvaların diyapozaya girmeleri durumunda ise gelişim süreleri uzayarak aylarca sürebilmektedir. İdeal koşullarda pupa süresi 6-13 gün kadar sürmektedir (Şekil 2). Ergin hale gelen dişi ve erkek kum sinekleri enerji gereksinimleri için bitki öz suları ile beslenirler. Başkalaşım süresi uygun koşullarda en az 1-1,5 ay süren kum sineklerinin gelişimi uygunsuz koşullarda (sıcak, soğuk, kurak vb.) aylarca sürebilmektedir. Hem sucul ortamda gelişmemeleri hem de uzun gelişim süresi açısından da sivrisineklerden ciddi şekilde ayrılmaktadırlar. Sadece dişiler yumurtalarının gelişimi için insanlar, köpekler, çiftlik hayvanları ve kemirgenler gibi birçok canlıdan kan emerler. Ayrıca kertenkele ve yılan gibi sürüngenlerden kan emen cinsleri de bulunmaktadır. Genel olarak geceleri aktif olan kum sinekleri ağırlıklı olarak geliştikleri alanlara yakın (ortalama 50-200 m) alanlarda konaklarına saldırarak kan emme davranışı gösterirler. Kum sinekleri zayıf uçuculardır ve rüzgarlı havalardan çok etkilenirler, böyle durumlarda kan ve enerji kaynağı bulmaları zorlaşır ve yere yakın uçuşmayı tercih ederler (4). Yakın mesafe uçuşlarında dahi duvar veya zemin üzerinde sıklıkla konarak ve zıplayarak uçtukları için yüksek binalara tırmanabilirler. Özellikle kapalı ortamda bulunan bireylerin duvarlar ile mutlaka temasları olduğundan rezidüel insektisit uygulaması oldukça önem taşımaktadır.

Bu genel özellikleri dışında her türe ait popülasyonun kendine özgü biyolojik özellikleri (üreme, beslenme, dinlenme, çiftleşme, yaşam süresi, yayılım) ve davranışları bulunduğu için mücadele edilecek alanlardaki kum sineği faunasının tespiti önem taşımaktadır. Alandaki türlerin bilinmesi, aşağıda ayrıntıları verilen mücadele yöntemlerinden hangilerinin kullanılması durumunda daha verimli sonuçlar alınacağına da bir göstergesi olup hem başarı hem de maliyet açısından yarar sağlamaktadır. En basit anlamda, eksofilik yani dışarıda beslenme ve dinlenme davranışı gösteren türlerin bulunduğu alanlarda iç mekân ilaçlaması yapmanın etkinliğinin çok az olacağı açıktır.

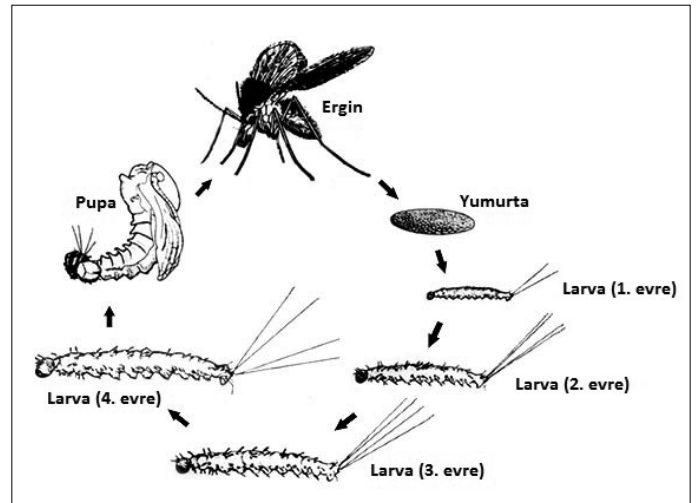
Sınıflandırılması

Kum sinekleri tropikal ve subtropikal bölgelerde, kurak/yarı kurak ve ılıman alanlarda yayılım göstermektedir. Psychodidae ailesi içinde bulunan Phlebotominae alt ailesindeki 6 adet cins altında sınıflandırılmıştır. Bu cinslerin altında ise özellikle vektör türlerin bilinmesi açısından önemli olan alt cinsler yer almaktadır. Dünya'da günümüze kadar 988 türü saptanmıştır. Bunların yaklaşık üçte ikisi "Yeni Dünya" olarak adlandırılan Amerika kıtasında, diğer kısmı ise "Eski Dünya" olarak adlandırılan Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarında. Avustralya kıtasında ise kum sineği bulunmamaktadır (5).

Ülkemizin de birçok ilinde fauna çalışmaları yapılmış olup şimdiye kadar 24 *Phlebotomus* (5 alt cins), 4 *Sergentomyia* cinsine ait olmak üzere 28 kum sineği türü saptanmıştır (Tablo 1).



Şekil 1. a,b. Ergin (a) dişi ve (b) erkek kum sineği



Şekil 2. Kum sineği yaşam döngüsünde bulunan formlar (http://pcwww.liv.ac.uk/leishmania/life_cycle_habitats.htm'den değiştirilerek. Erişim: 01.03.2017)

Eski Dünya'da 3, Yeni Dünya'da 20'den fazla cins altında toplanan kum sineği türlerinin özellikle ait oldukları altcinslerdeki sınıflandırılmasında tam bir fikir birliği olmadığından hala değişiklikler yapılabilmektedir. Ancak vektöryel önemleri açısından Eski Dünya'da *Phlebotomus*, Yeni Dünya'da *Lutzomyia* cinslerinde bulunan türler öne çıkmaktadır (6, 7).

Kum sineklerinin toplanması ve tür tayinleri

Endemik alanlarda yapılacak fauna belirleme çalışmalarında öncelikle alanın özellikleri (ormanlık, vejetasyon, çöl, kırsal, kentsel, konak varlığı, iklim durumu, rüzgar, vb) belirlenmeli ve toplamada kullanılacak tuzak tipi ile lokaliteler saptanmalıdır. Işıklı tuzaklar hemen her ortamda kullanılabilen, gün batımı ile gün doğumu arasında çalıştırılan ve çok sayıda bireyin yakalanmasını sağlayan tuzaklardır. Işık tuzakları ile araziden canlı olarak toplanan kum sinekleri üzerinde insektisitlere karşı hassasiyet testleri yapılabilmektedir. Belli ölçülerde hazırlanmış ve hint yağı ile kaplanmış yağlı kağıt tuzakları ise alandaki tür çeşitliliğinin belirlenmesinde ve tür yoğunluğunun hesaplanmasında önemli rol oynarlar. Bunun yanı sıra hava karardıktan sonra ağız aspiratörleri ile özellikle duvarlar üzerinden veya varsa hayvan konaklar üzerinden toplama yapılabilir. Kum sineklerinin toplanması ile ilgili tüm yöntemleri içeren bir derleme makaleden yararlanılabilir (8).

Bir alanda kum sineği örneklerinin ışıklı tuzaklar ile toplanması sonrasında faunadaki türlerin tespiti için her bireyin ayrı ayrı diseke edilmesi ve mikroskop altında incelenerek türünün belirlenmesi gerekmektedir. Bu bireylerin morfolojik özelliklerinin kullanılması ile yapılan tür tayini zaman almakta, deneyim gerektirmekte fakat oldukça düşük maliyet sağlamaktadır. Bunun için bölgelere göre hazırlanmış basılı, elektronik veya web tabanlı tür tayini anahtarları bulunmaktadır (9). Bunun dışında her bireyin DNA'sı elde edilerek moleküler yöntemlerle de türlerinin belirlenmesi mümkündür ancak daha pahalıya mal olmaktadır (10).

Vektörlük açısından önemleri

Konaklarının etrafında küçük sızgımlarla uçuşa davranışı gösteren kum sineği cinslerine ait çok sayıda türün dünyanın birçok bölgesinde farklı hastalık etmenlerinin vektörü olduğu gösterilmiştir. Bu hastalıkların başında *Leishmania* türü parazitlerin neden olduğu bir grup hastalık gelmektedir. KL ve VL dünyanın birçok

bölgesinde kum sineklerinin vektörlüklerini yaptıkları en yaygın hastalıklardandır. Ülkemizde ağırlıklı olarak gençlerde olsa da her yaş grubunda görülen KL'ye *Leishmania tropica*, *L. infantum*, *L. major* ve *L. donovani*; genelde 14 yaş altı çocuklarda görülen VL'ye ise *L. infantum* sebep olmaktadır (2, 3, 7). *Leishmania infantum*'un doğadaki kaynaklığını (rezervuar) köpekçiller (köpek, tilki, çakal, vb) yapmakta ve doğal parazit sirkülasyonu aslında bu hayvanlar arasında gerçekleşmektedir. Parazit köpeklerde de oldukça ciddi "Kanin leishmaniasis" adı verilen sistemik bir hastalığa neden olmaktadır. Bu hastalığı olan köpeklerin sadece %40-45'i klinik bulgu vermekte, fakat köpeklerde parazit tüm deride de yayılım gösterebildiğinden enfekte olanların tamamı paraziti vektör kum sineklerine kan emmeleri sırasında bulaştırabilmektedir (6, 11). Ülkemizde sahipsiz köpeklerin de fazla olması sorunun boyutunu daha da büyütülmektedir.

Hem kırsal hem de kentsel alanlarda gerçekleşen bulaşma döngüsünde hastalığın görüldüğü alan ile ilişkili primer bir vektör kum sineği türü ve primer bir memeli rezervuar konak (insan ve/veya hayvan) bulunmaktadır.

Burada önemli noktalardan birisi de her kum sineği türünün her *Leishmania* türünü taşıyamadığı, her iki organizmaya ait türler arasında özel bir ilişki olduğudur. Bu nedenle "olası vektör", "kesin vektör" ve "vektöryel kapasite" tanımları vardır ve bir kum sineği türünün kesin vektör olduğunun kanıtlanması için yedi ayrı kriterin yerine getirilmesi gerekmektedir (1, 6, 12). Günümüze kadar saptanmış 988 türden sadece 70 kadarının vektörlüğü kanıtlanmış olup Eski Dünya'daki kesin vektör olduğu saptanan kum sineği türleri ve taşıdığı *Leishmania* türleri Tablo 2'de verilmiştir.

Leishmania parazitleri dışında kum sinekleri ayrıca dünyanın birçok ülkesinde kum sineği ateşi (sandfly fever), üç gün ateşi (three day fever) veya papatasi ateşi (papataci fever) olarak bilinen viral enfeksiyona neden olan ve phlebovirus adı verilen bir grupta yer alan virüslerin (Sicilian, Naples, Toscana ve 60'dan fazla diğer virüsün) ve Güney Amerika'da bartonellosis hastalığına neden olan *Bartonella bacilliformis* bakterisinin vektörüdür. Toscana virüs ensefalit tablosuna da neden olabilirken diğer virüsler daha ilimli bir hastalık tablosuna sebep olmaktadır. Hem parazit, hem bakteri hem de virüslere vektörlük yapmaları nedeniyle de

Tablo 1. Türkiye'de günümüze kadar saptanan kum sineği türleri

Cins: <i>Phlebotomus</i>					Cins: <i>Sergentomyia</i>
Altcinsler					
<i>Adlerius</i>	<i>Larrousius</i>	<i>Paraphlebotomus</i>	<i>Phlebotomus</i>	<i>Transphlebotomus</i>	
<i>P. balcanicus</i>	<i>P. burneyi</i>	<i>P. alexandri</i>	<i>P. papatasi</i>	<i>P. anatolicus</i>	<i>S. antennata</i>
<i>P. brevis</i>	<i>P. galilaeus</i>	<i>P. caucasicus</i>		<i>P. economidesi</i>	<i>S. dentata</i>
<i>P. halepensis</i>	<i>P. kandelakii</i>	<i>P. jacusieli</i>		<i>P. killicki</i>	<i>S. minuta</i>
<i>P. kyreniae</i>	<i>P. major</i>	<i>P. sergenti</i>		<i>P. mascittii</i>	<i>S. theodori</i>
<i>P. simici</i>	<i>P. neglectus</i>	<i>P. similis</i>			
	<i>P. perfiliewi</i>				
	<i>P. syriacus</i>				
	<i>P. tobbi</i>				
	<i>P. transcaucasicus</i>				

P.: *Phlebotomus*, S.: *Sergentomyia*

halk sağlığı ve veteriner hekimlik açısından tıbbî öneme sahiptirler.

KONTROL YÖNTEMLERİ

Hastalık etkenlerini taşıyabilen artropod vektörlerle mücadelenin genel amacı hastalık bulaşım döngüsünü kırmaktır. Bu nedenle hastalığın kontrolü, döngüde yer alan bütün unsurlarla ilgili olarak alınabilecek önlemleri kapsamaktadır. Gerek leishmaniasis gerekse ilgili viral hastalıkların azaltılmasındaki en etkili strateji de özellikle insanların bulunduğu alanlarda kum sineklerinin kontrolü olduğundan bu çalışmada sadece vektöre yönelik uygulanabilecek mücadele yöntemlerine yer verilmiştir. Bunun için aşağıda da açıklanacağı üzere çok sayıda yöntem bulunmakta, alanın özelliğine, hedeflenen vektör türün davranış biçimine ve maliyet-etkinlik oranına göre genelde birden fazla yöntemin entegre şekilde uygulanması önerilmektedir (6, 13-15).

Kültürel ve Fiziksel Kontrol

En önemli kültürel kontrol çalışmalarından biri kum sineklerinin üremelerine neden olabilecek gübrelik alanların, bitki döküntülerinin, organik atıkların ve çöplüklerin ortadan kaldırılması veya azaltılmasına yönelik çalışmalar ve bunlarla ilgili eğitimin verilmesidir. Ek olarak, taşıdıkları patojenlerin neden olduğu hastalıkların yapılacak eğitimlere eklenmesi ve böylelikle hastaların ve rezervuar hayvanların doğru tanı ve tedavileri sağlanarak kum sineklerinin patojen organizmayı alabileceği kaynakların azaltılması oldukça önem taşımaktadır. Ülkemiz de dâhil olmak üzere sıtmanın eradike edildiği ülkelerde başarının en önemli nedenlerinden biri hastaların azaltılmasıdır. Sıtma hastalığında olduğu gibi hasta sayısının azaltılması vektör böceklerle hastaların bir araya gelme olasılığını azaltacağından kum sineklerinin vektörlüğünü yaptığı hastalıkların olgu sayılarının azaltılması da kum sinekleri ile patojenlerin bir araya gelme olasılığının azalmasına neden olacaktır. Gelişme alanı olabilecek duvar çatlaklarının onarılması, sıva yapılması, duvar dip kısımlarına süpürgelik yapılması, badana yapılması, organik atıkların düzenli toplanması, çimlerin düzenli biçilmesi gibi yöntemler de mücadelede başarıyı arttırmaktadır. Yine

kum sineklerinin gündüzleri dinlendikleri mekânların, evlerin, sığır barınaklarının ve tuvalet duvarlarındaki yarık ve çatlakların 2 metreden yukarısında kalan kısımlarının kireç ve çamur karışımı ile sıvanması, duvarlara ve zemine yaklaşık 20 cm genişliğinde çimentodan süpürgelik yapılması mücadelede fayda sağlamaktadır (16, 17). Çevresel olarak yapılacak fiziksel düzenlemelerde ekolojik duruma ve çevreye yapılacak etkiye dikkat edilmelidir.

Cibinlikler

Sıtma gibi hastalıkların yaygın olarak görüldüğü alanlarda tülden yapılmış cibinliklerin sivrisineklerden korunmak için kullanılması oldukça etkili ve ucuz bir yöntemdir. Bazı durumlarda cibinliklerin insektisit çözeltilerine batırılıp kurutulduktan sonra asılarak kullanılması da başarıyı arttırmaktadır. Cibinlik kullanılması genellikle sadece uyku uyuma zamanlarında olduğu için, normal aktivite gösterilen akşam saatlerinde cibinlik kullanılmadığından sadece ısınma olasılığını azaltmaktadır. Sivrisineklere karşı kullanılan cibinliklerdeki gözeneklerin geniş olması sebebiyle kum sinekleri bu gözeneklerden geçebilmekte ve kan emme davranışı gösterebilmektedir. Bu sebeple kum sineklerine karşı korumada daha küçük gözeneklere (4-5 mm² den küçük) sahip cibinliklerin kullanılması gerekmektedir.

Cibinliklere sentetik piretroit ürünler olan deltamethrin, alfa-cypermethrin, lambda-cyhalothrin ve permethrin aktif maddelerinin emdirilmesinin değerlendirildiği çok sayıda araştırmada piretroitlerin kum sineklerine karşı cibinliklerin kullanımında etkinliği arttırdığı ve 20 yıkamaya kadar etkinliği koruyabildiği rapor edilmiştir. Kum sineklerinin deltamethrin'e karşı oldukça duyarlı olduğu ve deltamethrin etkinliğinin 3 ay veya daha uzun süre olabildiği bildirilmiştir (18). Elnaiem ve ark. (19) lambda-cyhalothrin'in 10 mg ai/m² dozunda uygulandığı cibinliklere 30 saniye temas eden kum sineklerinin tamamının bir saat içerisinde öldüğünü bildirmişlerdir. Yine Elnaiem ve ark. (20) tarafından laboratuvar ve arazi koşullarında permethrin'in 0,5 mg ai/m² dozuyla muamele edilmiş cibinliklere 3 dakika temas eden *P. papatasi* bireylerinin tamamının 24 saat içerisinde öldüğü bildirilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü kullanılabilir cibinliklerin etkinliklerine dair yapılan araştırmaları izlemekte ve

Tablo 2. Eski Dünya'da bulunan kesin vektörlüğü kanıtlanmış kum sineği türleri ve taşıdıkları *Leishmania* türleri

Kum sineği türü	Alt cins	<i>Leishmania</i> türü	Coğrafi Bölge
<i>Phlebotomus (P.) sergenti</i>	<i>Paraphlebotomus</i>	<i>L. tropica</i>	Türkiye, Avrupa, Asya, Orta Doğu, Kuzey Afrika
<i>P. arabicus</i>	<i>Adlerius</i>	<i>L. tropica</i>	Kuzey Afrika, Orta Doğu, Sahra altı Afrika
<i>P. guggisbergi</i>	<i>Larrousius</i>	<i>L. tropica</i>	Kuzey Afrika, Orta Doğu, Sahra altı Afrika
<i>P. papatasi</i>	<i>Phlebotomus</i>	<i>L. major</i>	Türkiye, Kuzey Afrika, Orta Doğu, Asya, Avrupa
<i>P. dubosqui</i>	<i>Phlebotomus</i>	<i>L. major</i>	Sahra altı Afrika, Yemen
<i>P. ariasi</i>			
<i>P. perniciosus</i>	<i>Larrousius</i>	<i>L. infantum</i>	Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Güneydoğu Asya
<i>P. tobbi</i>	<i>Larrousius</i>	<i>L. infantum</i>	Türkiye
<i>P. argentipes</i>	<i>Euphlebotomus</i>	<i>L. donovani</i>	Hindistan yarımadası
<i>P. orientalis</i>	<i>Larrousius</i>	<i>L. donovani</i>	Sudan, Etiyopya, Yemen
<i>P. martini</i>	<i>Synphlebotomus</i>	<i>L. donovani</i>	Sudan, Etiyopya, Kenya, Yemen
<i>P. longipes</i>	<i>Larrousius</i>	<i>L. aethiopica</i>	Etiyopya, Kenya
<i>P. pedifer</i>	<i>Larrousius</i>	<i>L. aethiopica</i>	Etiyopya, Kenya
P.: <i>Phlebotomus</i> , L.: <i>Leishmani</i>			

Tablo 3. Dünya Sağlık Örgütü tarafından tavsiye edilen insektisit emdirilmiş cibinlikler (2014; http://www.who.int/whopes/Long_lasting_insecticidal_nets_06_Feb_2014.pdf) (Erişim: 20 Şubat 2017)

Ürün Adı	Etken madde	Ürün tipi	DSÖ tavsiye durumu
DawaPlus® 2,0	Deltamethrin	Polyester üzerine kaplanmış	Geçici
Duranet®	Alpha-cypermethrin	Polietilene entegre edilmiş	Tam
Interceptor®	Alpha-cypermethrin	Polyester üzerine kaplanmış	Tam
LifeNet®	Deltamethrin	Polipropilene entegre edilmiş	Geçici
MAGNet™	Alpha-cypermethrin	Polietilene entegre edilmiş	Tam
Olyset Net®	Permethrin	Polietilene entegre edilmiş	Tam
Olyset® Plus	Permethrin ve PBO	Polietilene entegre edilmiş	Geçici
PermaNet® 2,0	Deltamethrin	Polyester üzerine kaplanmış	Tam
PermaNet® 3,0	Deltamethrin ve PBO	Üst kısmı Polietilene entegre edilmiş; güçlendirilmiş kenarlı yan panelleri ise polyester üzerine kaplanmış	Geçici
Royal Sentry®	Alpha-cypermethrin	Polietilene entegre edilmiş	Tam
Yorkool® LN	Deltamethrin	Polyester üzerine kaplanmış	Tam

tavsiye edilenleri bildirmektedir (Tablo 3).

Türkiye’de Adana ilindeki KL (şark çibani) için endemik olan bir alanda yapılan ve uzun ömürlü insektisit emdirilmiş bir cibinliğin (Olyset® Plus; Sumitomo Chemical, London, United Kingdom) kullanıldığı bir çalışmada bir yıl cibinlik kullanılan köydeki KL insidansının %4,78’den %0,37’ye düştüğü, cibinlik kullanılmayan kontrol köyündeki insidansın ise %3,67’den %4,69’a çıktığı saptanmıştır (21). Hastalığın azaltılmasındaki etkinliği sadece ülkemizde değil diğer endemik bölgelerde de kanıtlanmış olmasına karşın ülkemizde bugün için insektisit emdirilmiş cibinlikler, şimdiki dek ruhsat alınmadığı için bulunmamaktadır (22, 23).

Kimyasallarla muamele edilmiş cibinlikler özellikle kapalı alanlarda oldukça yüksek koruyucu özelliindedir. İnsektisit emdirilmiş cibinliklerin direk güneş ışınlarına maruz kalmaları etkinliklerinin azalmasına neden olabileceğinden serin ve iyi havalandırılan ortamlarda saklanmaları önerilmektedir (24).

Kenya’da yapılan bir çalışmada 0,5 gr/ai m² permethrin uygulanmış perdelerin ev içlerinde kullanımının iç mekanlarda kum sineği sayısını azalttığı bildirilmiştir (25). Benzer şekilde İran’da kum sineklerine karşı deltamethrin emdirilmiş perdelerin kullanıldığı bölgelerde KL vakalarının oranı azalmıştır (26).

Bitkisel Ürünler ve Kovucular (Repellentler)

Özellikle sivrisineklere karşı etkin şekilde kullanılan DEET (diethyltoluamide) kum sineklerine karşı kovucu (repellent) etkisi en fazla çalışılan aktif maddedir ve farklı araştırmacılar tarafından değişik oran ve sürelerde etkinliği bildirilmiştir. Vektör böceklerde ortaya çıkan direnç ve insektisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri nedeniyle araştırmacılar bitkilerden elde edilen ekstrakt ve yağların böcekler üzerindeki etkilerini araştırmaya yönelmişlerdir (27). Bu çalışmaların bir bölümünde bazı bitkisel yağların kum sinekleri üzerindeki kovucu ve öldürücü özellikleri araştırılmıştır. Sekiz farklı bitki türünden elde edilen uçucu yağların bir kum sineği türü olan *Lutzomyia (Lut.) migonei* türü üzerindeki repellent etkisi araştırılan bir çalışmada *Piper marginatum* ve *Cinnamomum zeylanicum* yağlarının sekiz bitki yağı arasında kovucu etkisi en yüksek olan yağlar olduğu bulunmuştur (28). DEET dışında farklı kovucuların da (Indalone, Citrony) kum sineklerine karşı etkin olduğu tes-

pit edilmiş, %5-10 arasında aktif madde içeren ürünlerin 1-4 saat arasında kovucu etkilerini koruduğu rapor edilmiştir. Hindistan’da Neem yağının elektromat cihazlarla ısıtılması yoluyla çalıştırılması ile kontrol gruplarına kıyasla cihazların çalıştırıldığı odalarda daha az kum sineği tespit edilmiştir (29). Yine Sharma ve Dhiman (30) %2 neem yağının gerek arazi koşullarında gece boyunca *Phlebotomus (P.) argentipes* türüne, gerekse laboratuvar koşullarında 7 saat süresince *P. papatasi* türüne karşı repellent etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Citronella, linalool ve geraniol içeren mumların %24, 7-79, 7 arasında değişen oranlarda kovucu özellik gösterdiği bildirilmiştir (31). İran’da ülkemizde Mersin bitkisi (*Myrtus communis*) olarak bilinen bitkiden elde edilen uçucu yağın *P. papatasi* üzerinde hem repellent hem de öldürücü özellikte olduğu bildirilmiştir (32, 33). *Cymbopogon citratus* ve *Tagetes minuta* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *P. duboscqi* türü üzerinde yüksek sevide repellent etkili olduğu rapor edilmiştir (34).

Ülkemizde farklı oranlarda (genellikle %5-20 arasında) DEET etken maddesini içeren repellent etkiye sahip sprey ve solüsyonların sivrisinekler başta olmak üzere kene ve kum sineklerine karşı korunmak için ruhsatlandırıldığı görülmektedir. Genellikle kan emen arthropodların aktif olduğu saatlerde 2-4 saat aralıklarla kullanılması tavsiye edilen bu ürünlerin 2 yaş altındaki çocuklarda kullanılması uygun görülmemektedir. Ayrıca bitki kökenli olarak okaliptus ve menthol gibi ürünleri içeren formülasyonlar da ruhsatlandırılmaktadır.

Yapışkan tuzaklar

Kum sineklerinin kontrolünde aktif olarak kullanılabilen düşünlümlen yapışkan tuzaklar sadece bölgesel popülasyon büyüklüğünün tespitinde ve tür kompozisyonlarının belirlenmesinde araştırma amacı ile kullanılabilirler. Yüksek nem oranına sahip ortamlarda yapışkan tuzakların etkinliği azalabilmektedir.

Köpek tasmaları ve topikal uygulamalar

Kum sineklerinin kentsel alanlarda konak olarak tercih ettikleri hayvanların başında köpekler gelmektedir. İnsektisit emdirilmiş köpek tasmaları kum sineklerinin konakları üzerinde beslenmelerini engellemekte/caydırmakta, kovmakta ve bazıları öldürücü özellik göstermektedir. Dünyanın birçok bölgesinde (Örn: Fransa,

İran) köpek tasmlarının altı aydan bir yıla kadar değışen sürelerde etkin olduğu görölmüştür (35-37). Köpekler üzerine noktasal olarak damla şeklinde uygulanan permethrin ve imidacloprid ürünlerinin köpekleri bir aya kadar korudukları gösterilmiştir (38). Jalilnavaz ve ark. (39) tarafından yapılan bir araştırmada flumethrin'in damlatma yoluyla köpekler üzerine uygulanması sonucunda bu köpeklerden kan emen kum sineklerinde 2,5 aya kadar %90-100 arasında değışen oranlarda ölüm kayıtları edilmiştir.

Leishmaniasis açısından endemik alanlarda bu uygulamaların hem sağlıklı hem de hasta köpeklere yapılması önerilmektedir. Bu tasma veya topikal ürünlerin *Leishmania* ile enfekte köpeklerle uygulanması ile kum sineğinin hasta köpekten paraziti alması; sağlam köpeklere uygulanması ile de olası enfekte bir kum sineğinin paraziti sağlam köpeğe bulaştırması engellenebilmektedir. Ülkemizde bu tasma ve topikal ürünlerden bulunmaktadır.

Kemirgen (Rezervuar) mücadelesi

Konak olarak kemirgenleri, gelişim ortamı olarak kemirgen dışkı ve kemirgen yuvalarını tercih eden türlerle mücadelede kemirgen yuvalarının tahrip edilmesi ve kemirgenlere yönelik mücadele yapılması başarı sağlamaktadır. Bu amaçla akut ve kronik etkili rodentisitlerin kullanılması ile kemirgen tuzaklarının kullanılması yaygın olarak görölmektedir. Kum sineği probleminin görüldüğü konut, barınak vb. alanların etrafında 500 m çapındaki alanda kum sineği aktivitesinin başladığı bahar ayları itibarıyla çeşitli rodentisitler kullanılarak kemirgen mücadelesinin yapılması, kum sineği kaynaklı hastalıkların azalmasında önemli rol oynamaktadır (40).

Larvasitler ve uygulamaları

Kum sineklerinin larva mücadelesi oldukça zor hatta hemen hemen imkansızdır. Sucul ortamlar dışında hemen hemen her habitatta gelişim gösterebilen larvaları doğrudan belirlemek ve uygulama yapmak çok zordur. Örneğin sivrisinek larvasında su, ev sineği larvasında gübre ve çöplük gibi üreme kaynağında yüzlerce ve bazen binlerce larva bir arada bulunabilmektedir. Ancak kum sineği larvalarını bir alanda bir arada örneklemek imkansız gibidir. Şu an dünya genelinde sadece bu alanda araştırma yapabilecek araştırmacılar dahi laboratuvar kültürleri oluşturma sırasında doğadan topladıkları erginleri kültüre almaya çalışmakta, uygun sıcaklık ve nem koşullarında, deney hayvanlarından emdirilen kanlarla kültür oluşturmaktadırlar. Oldukça hassas olan erginler birkaç gün içerisinde ölmekte, laboratuvar koşullarında larva ve pupa gelişim ortamlarında erginleşme oranı sıcaklığa bağlı olarak farklı türlerde değışkenlik göstermektedir.

Guzman ve Tesh (41) tarafından laboratuvar koşullarında yapılan araştırmalarda üç farklı yakarca türünün laboratuvar ortamında erginleşme oranları araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre 15 ve 28°C arasındaki altı farklı sıcaklıkta yetiştirilen *P. papatasi* için maksimum %57,8; *P. perniciosus* için maksimum %58,9; *Lut. longipalpis* için maksimum %47,9 oranında ergin çıkışı gözlenmiştir. Ayrıca laboratuvar koşullarında larva elde edilse dahi larvasit denemelerinin gerçeği yansıtabilmesi, biyotik ve abiyotik faktörlerin etkinliğinin tam olarak belirlenebilmesi için arazi koşullarında yapılması gerekmektedir. Uygulama yapılan alanlara bırakılan larvalar birkaç gün içinde kendiliğinden ölebilmekte, hayvan dışkıları içerisinde izlenmeleri güçleşmekte, en az 2-3 hafta gelişim gösterebildikleri alanlarda sayımları küçük olmaları ve ortamda

fungus oluşumu sebebiyle imkânsız hale gelebilmekte ve kontrol gruplarında çok fazla ölüm meydana gelmektedir. Bu durum arazide larvasit denemelerini yapılmasının ne kadar imkânsız olduğunu ve sonuçlarının ne kadar güvenilir olabileceğini açıkça göstermektedir. Bu sebeple sivrisinek ve ev sineği gibi zararlıların kontrolünde kullanılan larvasitlerin gerek laboratuvar da gerekse doğada kum sineği mücadelesinde başarı ölçütlerini ve etkinliğini belirlemek neredeyse imkânsızdır.

Larva mücadelesinde kullanılan ürünler sivrisinek ve ev sineği mücadelesinde oldukça başarılı ürünler olarak görölmektedirler. Ancak birçok literatürde de açıkça belirtildiği gibi kum sineklerinin larvalarını doğada üreme kaynaklarında tespit etmek, çok sayıda bireyi bir arada bulabilmek, larva mücadelesinde kullanılan ürünleri larvalara ulaştırmak zor olduğu için Dünya Sağlık Örgütü gibi birçok kurum özellikle erginlere yönelik yapılacak çalışmaları önermektedir. Yapılan bir araştırmada altı ton toprak içerisinde sadece 150 adet larva tespit edilmiştir (42). Doğadan larvanın ilk tespiti 1900'lü yılların başına gitmektedir (43). Larvaların gelişim alanları ergin bireylerin görüldüğü alanlara yakın olmakla birlikte üreme ve gelişme kaynağı olabilecek alanlar üzerine bırakılan tuzaklarda sınırlı sayıda ergin yakalanabilmektedir (44).

Bazı kum sineği türlerine ait (*P. papatasi*) larvalarının kemirgen yuvalarında kemirgenlerin dışkıları içerisinde beslenerek geliştiği saptanmıştır (45, 46). Bu davranış böcek gelişim düzenleyicileri (kitin sentez inhibitörleri ve juvenil hormon analogları) gibi ürünleri kemirgenlerin besinlerine veya sularına ekleyerek kum sinekleri ile mücadele edilebileceği fikrini ortaya çıkarmıştır. Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen denemelerde oldukça başarılı olarak görülen bu uygulamanın, arazi koşullarında yapılacak yeni araştırmalarla etkinliğinin belirlenmesi gerekmektedir. Laboratuvar koşullarında 8,97- 89,7 ve 897 ppm diflubenzuron ve 9,88- 98,8 ve 988 ppm novaluron dozlarına maruz bırakılan hamsterlerden elde edilen dışkılarda kum sinekleri larvalarının (2. Evre - yaklaşık 13 gün yaşında) gelişip gelişmediğine bakılmış ve tüm dozlarda %100 ölüm tespit edilmiştir. Diflubenzuron ve novaluron uygulanmayan kontrol gruplarından elde edilen dışkılarla beslenen bireylerde ise erginleşme oranı oldukça yüksek değerlerdedir (47, 48).

Kemirgen besinlerine eklenen juvenil hormon analogları methoprene (9,788-97,88 ve 978,8 ppm) ve pyriproxyfen (9,82-98,2 ve 982 ppm) kullanılarak yapılan benzer denemelerde pyriproxyfen tüm dozlarda %100 etkili görüldükçe, methoprene'nin en düşük dozunda %96 başarı sağlanmış, diğer üst dozlar %100 etkili bulunmuştur. Sonuç olarak, pyriproxyfen'e maruz kalan tüm larvalar pupalaşmadan ölümler, methoprene maruz kalan larvalarda pupalaşma ve erginleşme görülmüştür (49).

Kum sineği larvalarının kemirgen yuvalarında dışkılarla beslenmeleri belirlenmiş olmasına rağmen, larvasitlerin etkinliğinin belirlenmesinin kemirgen yuvalarının kompleks yapı gösterilmesi, galeriler içermesi nedeniyle pratikte yapılmasının mümkün olmayacağını ortaya koymaktadır. Ayrıca larvaların doğada bulunma olasılığının zor olması larvasit etkinliğinin değerlendirilmesinde sorun teşkil etmektedir. Yaptığımız literatür çalışmalarında açık alanlarda direk üreme alanı olabilecek noktalarda yapılan larvasit uygulamalarının etkinliğinin değerlendirilmesi yönünde çalışma tespit edilememiştir.

Bakteri preparatları

Gerek erkek gerekse dişi kum sinekleri enerji kaynağı olarak genellikle bitki öz suları gibi şekerli karışımları tüketmektedirler. Laboratuvar ortamında kum sineklerinin erginlerinin (*P. duboscqi* ve *Sergentomyia schwetzi*) şekerli su (sükroz) içerisinde *Bacillus sphaericus* ile beslenmeleri bu bireylerden elde edilen larvaların önemli düzeyde ölümüne neden olmuştur (50). Pender ve Wilamowski (51) laboratuvar koşullarında *P. papatasi*'nin farklı yaşlardaki larvalarında larva besi ortamına eklenen *B. sphaericus*'un etkinliğini araştırmıştır. Elde ettikleri bulgulara göre *B. sphaericus* 13±2 ve 20±2 günlük larvalarda yüksek öldürücü etkiye sahip iken, 30±2 günlük larvalarda öldürücü etki gözlenmemiştir. Wermelinger ve ark. (52) yaptıkları bir araştırmada *Lut. longipalpis*'in üçüncü evre larvaları üzerinde *B. sphaericus*'un kontrol grubu ile kıyaslandığında istatistiksel olarak etkin olmadığını bildirmiştir. *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*'in laboratuvar koşullarında farklı konsantrasyonlarının früktoz ve glikoz ile karıştırılarak ergin sineklere, larva besi ortamına karıştırılarak larvalara karşı etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre özellikle ergin mücadelesinde kullanılması önerilmiştir (53).

Yapılan bu çalışmaların birçoğunda başarı oranları larvaların boyutlarının çok küçük olması, besi yerinde kısa sürede fungus üremesi gibi nedenlerle larva ölümlerinden ziyade canlı pupa oranları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Laboratuvar deneylerinden elde edilen bulgular geç evre larvaların daha dayanıklı olduğu yönündedir. Arazi koşullarında yapılmış herhangi bir deneme tespit edilememiştir.

Sistemik ürünler ve Zooprofilaksi

Vektör artropodları insanlardan farklı bir konağa yönlendirmek için hayvanların kullanılmasına zooprofilaksi denilmektedir. Konutlar etrafında tavşan yuvaları bulunan evlerin iç mekânlarında bulunan kum sineklerinin sayısı, etrafında tavşan yuvası bulunmayanlara göre daha azdır. Tunus'ta yaptıkları bir araştırmada Chelbi ve ark. (54) eğer tavşan yuvalarındaki dışkılar temizlenirse konutlar içerisine giren kum sineği sayısında bir artış görüleceğini, bu sebeple tavşanların kullanabileceği aktif delikler oluşturarak oluşturulan nişlerin kum sineklerinin konak olarak tavşanlara yönelmesine neden olacağını ve bu sayede insanlardan uzak tutulabileceğini bildirmişlerdir. Tavşan yuvaları kum sinekleri için uygun üreme kaynakları olmakla birlikte, tavşanlar *Leishmania major* için rezervuar değildir. Yazarlar *P. papatasi*'nin konut içlerindeki sayısının azaltılması ve bu yolla *L. major*'un kırsal alanlarda bulaşının azaltılabileceği için zooprofilaksinın kullanılabilirliğini önermektedirler.

Konak canlılar olan kemirgenler, sığırlar ve köpeklerin ya beslenmeleri yoluyla ya da direkt enjeksiyon ile vücutlarına çeşitli insektisitler verilmekte ve bu canlılar üzerinde beslenen dişi sineklerin ve dışkılarda gelişen larvaların ölüm değerlerine bakılmaktadır. Genellikle laboratuvar koşullarında kontrollü olarak yapılan araştırmalarda sistemik etkili ürünlerin konakların dolaşım sistemine geçtiği, bu konaklar üzerinde beslenen dişi kum sineklerinin kısa sürede öldüğü rapor edilmiştir (55). Örneğin; besin yoluyla hamsterlere verilen fipronil'in kemirgenler üzerinde beslenen ergin dişi kum sinekleri (*P. papatasi*) üzerinde 49 gün toksik etkili olduğu, yine fipronil'e maruz kalmış kemirgenlerin dışkıları ile beslenen kum sineği larvalarının 21 gün boyunca yüksek düzeyde öldüğü belirlenmiştir (56).

Sığırlara ağız yoluyla verilen bir doz fipronil 21 gün süresince *P. argentipes* larva ve erginlerinde %100 ölüme neden olmuştur (57).

Mascari ve Foil (58) tarafından yapılan bir çalışmada 9 gün boyunca 20 mg/kg dozunda Ivermectin ile beslenen kemirgenlerde, beslenmenin ardından 7 gün boyunca kan emen dişi kum sineklerinin tamamının öldüğü rapor edilmiştir.

Rattus rattus (Rodentia: Muridae) bireylerinin diflubenzuron, epinomectin, fipronil ve ivermectin aktiflerinden herhangi biri ile beslenmeleri sonucunda, bu kemirgenlerden elde edilen dışkılarda beslenen *P. argentipes* larvaların 20 gün içerisinde tamamının öldüğü bildirilmiştir (59). Arazi koşullarında kemirgenlere %0,005 şeklinde tek doz halinde fipronil'in uygulanmasının 6 haftaya kadar *P. papatasi* popülasyonlarında %80 azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (60).

Ergin öldürücüler

Rezidüel uygulamalar

Ergin kum sinekleri sivrisinek mücadelesinde kullanılan sentetik piretroit grubu insektisitlere oldukça duyarlıdır. Dünya Sağlık Örgütü yayınlarında sivrisinekler için önerilen rezidüel dozların kum sinekleri üzerinde de başarılı olacağı bildirilmiştir (61). Kum sineklerinin kısa mesafelerde sık sık yüzeylere konarak uçma davranışı göstermeleri nedeniyle evlerin ve hayvan barınaklarının iç ve dış duvar yüzeylerinin rezidüel insektisitlerle spreylenmesi etkili mücadele yöntemlerinden biridir.

Sivrisinek ve ev sineği (*Musca domestica* L.) erginlerine karşı kullanılan ürünlerin kum sinekleri üzerindeki etkinliği hakkında çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Hindistan'da DDT ve benzene hexachloride (BHC)'nin evlerde ve hayvan barınaklarında kullanımının 8 aya kadar kum sineğinin etkin ergin kontrolünü sağladığı bildirilmiş ve uygulama yapılan birçok bölgede birkaç yıl içerisinde leishmaniasis vakalarının elimine olduğu bildirilmiştir (62). Yine Hindistan'da sıtma vektörü *Anopheles* cinsi sivrisineklerin mücadelesi amacıyla kullanılan malathion'un *P. argentipes* popülasyonlarını 8-9 ay süresince baskıladığı bildirilmiştir (63). Suudi Arabistanda ev sineği ve sivrisinek mücadelesi amacıyla kullanılan diazinon, diclorvos ve resmethrin'in *P. papatasi* popülasyonları azalttığı rapor edilmiştir (64). Bolivya'da deltamethrin'in 25 mg ai/m² dozunda evlerin ve hayvan barınaklarının iç ve dış duvarlarına uygulanmasının kum sineklerinden *Lut. longipalpis* türünün 9-10 ay ortadan kaybolmasına neden olduğu bildirilmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü yayınlarında sivrisinek erginleri için önerilen rezidüel ürünlerin aynı uygulama dozları ve sıklığında kum sineklerine karşı kullanılabilirliği önerilmektedir. Uygulama yaparken evlerin giriş koridorları, uyku alanları, kapı ve pencere çevresindeki bölgeler ile ev yakınındaki hayvan barınakları ve taş duvarlar gibi alanlara uygulama yapılmalıdır. Yapılan çalışmaların sonuçları açıkça göstermektedir ki kum sineği kaynaklı hastalıkların görüldüğü alanlarda özellikle ev ve hayvan barınaklarının iç (endofilik türler için önemli) ve dış (eksofilik türler için önemli) duvarlarına yılda en az 2 kez yapılacak rezidüel uygulamalar kum sineği popülasyonlarını baskı altında tutmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü sivrisineklerle benzer şekilde 2-6 ay aralıklarla yapılan uygulamaları önermektedir (Tablo 4) (65). Duvarların yapımında kullanılan malzemenin cinsi (sıva, kerpiç, tuğla vb), yüzeyin güneş görüp-görmemesi, yağıştan etkilenip etkilenmemesi, kullanılan insektisit sınıfı, ortamın nem

düzeji, popülasyonun insektisit hassasiyeti, uygulama dozu gibi birçok faktör insektisitlerin etkinliği ve kalıcılığı üzerinde olumlu ya da olumsuz etki oluşturabilmektedir. Ek olarak, olası direnci önlemek amacıyla uygun aralıklarla insektisitini değiştirilmesi de unutulmamalı, programda yer verilmelidir. Kullanım öncesi tercihen hassasiyet testlerinin yapılması da ideal bir uygulama olacaktır.

Kum sineklerinin kan emmek için yöneldikleri konut ve barınak gibi alanların etrafında bulunan ağaç gövdeleri ve yapraklar gibi vejetasyon elemanlarının üzerine bariyer oluşturacak şekilde uygulama yapılması kum sineklerinin üreme kaynaklarından konaklarına doğru küçük sıçramalar şeklinde yaptıkları uçuşları sırasında temas ettikleri veya kan emdikten sonra dinlendikleri bu yüzeylerden etkilenecek ölmelerine neden olacaktır. Guatemala ve Brezilya'da cyfluthrin kullanılarak 100 metre genişliğinde yapılan bariyer uygulamasının ışık tuzaklarında yakalanan kum sineği sayılarını 80 günden fazla sürede azalttığı belirlenmiştir (66).

Soğuk sisleme (ULV-Cold fog) ve Sıcak Sisleme (TF-Termal fog) uygulamaları

Kum sineklerinin aktif oldukları saatlerde genellikle yaz aylarında gün batımından sonra yapılan soğuk sisleme (ULV) çalışmalarının kum sineklerine karşı oldukça etkili olduğu tespit edilmiş olmasına rağmen, kum sineklerinin birçoğunun aktivite zamanlarının tam olarak bilinmemesi, ortamın fiziksel özellikleri (nem, sıcaklık) ve rüzgar nedeni ile damlacıkların homojen yayılmaması gibi birçok faktör sebebiyle etkinlikle ilgili problemler olabilmektedir (67). Irak'ta yapılan bir çalışmada 2009 yılı Nisan ve Ağustos ayları arasında toplam 21 kez ULV uygulaması yapılmış (Nisan 2 kez, Mayıs 6 kez, Haziran 6 kez, Temmuz 3 kez, Ağustos 4 kez) ancak her uygulamadan önce kurulan CDC ışık tuzaklara yakalanan kum sineği sayılarının bir uygulama hariç tamamında uygulama sonrası kurulan tuzaklarla istatistiksel anlamda bir farklılık göstermediği bildirilmiştir (68). Coleman ve ark. (69) Irak'ta Mayıs-Eylül 2003 tarihleri arasında 62 kez gece ULV çalışması malathion, permethrin ve permethrin kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bölgede kurulan ışık tuzaklarına yakalanan kum sinekleri değerlendirildiğinde ULV çalışmaları etkisiz olarak değerlendirilmiştir.

Sıcak sisleme (TF) çalışmalarına bakıldığında ise yaklaşık 35 yıl önce Panama'da ormanlık alanda sıcak sisleme şeklinde malathion uygulanması kontrol alanlarıyla kıyaslandığında kum sineklerinin yoğunluğunda yüksek oranda azalmaya neden olmuştur (70). Yine Panama'da Nisan 2010-Haziran 2011 arasında 15 ay boyunca yapılan bir çalışmada, evlerin iç ve dış duvarlarındaki çatlak

Tablo 4. Dünya Sağlık Örgütü tarafından tavsiye edilen bazı rezidüel ürünler (61, 65)

Etken madde	Uygulama sıklığı (ay)	Uygulama dozu (gr ai/m ²)
Alpha-cypermethrin	4-6	0,02-0,03
Cyfluthrin	3-6	0,02-0,05
Cypermethrin	4-6	0,5
Deltamethrin	2-3	0,02-0,025
Permethrin	2-3	0,5
Etofenprox	3-6	0,1-0,3
Lambda-cyhalothrin	3-6	0,02-0,03

ve oyuklar ile evlerin etrafında 15 metre mesafede deltamethrin aktifi el tipi sisleme cihazı ile uygulanmış, uygulamalardan sonra kontrol alanları ile kıyaslandığında evlerin iç mekânlarında yaklaşık %40, evlerin etrafında yaklaşık %50 oranında kum sineklerinin popülasyon yoğunluğunun ve aynı zamanda tür çeşitliliğinin de azaldığı görülmüştür (71). Chaves ve ark. (72) yaptıkları bir çalışmada yine deltamethrin'in sıcak sisleme yoluyla kapalı mekânlarda kum sineklerinin yoğunluğunda %50-80 arasında bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Kum sineklerinin mücadelesinde kullanılan ve rezidüel etkisi olmayan soğuk ve sıcak sisleme uygulamaları genel olarak popülasyonlarda kısa süreli azalmalara neden olsa da, üreme kaynaklarında gelişen larva ve pupa gibi evreleri etkilememesi sebebiyle ortamda gelişen bireyler popülasyon büyüklüklerini tekrar arttırmaktadır. Ayrıca fiziki koşulları iyi olmayan konutlar ve insektisitlerin aktivitesini olumsuz etkileyen yüzeyler (çamur, toz, nem, güneş ışınlarından etkilenen vb.) popülasyonların artmasına katkı sağlamaktadır. Ancak rezidüel uygulamalar yanı sıra özellikle kapalı ve açık alanlarda sıcak ve soğuk sisleme uygulamalarının entegre mücadele yöntemleri içerisinde kullanılmasının gerek kum sinekleri popülasyonları gerekse vektörlüklerini yaptıkları hastalıkların azaltmasında katkı sağladığı açıkça görülmektedir (73).

Entomopatojen nematodlar

Kum sineklerinin yaşam evrelerini sürdürdükleri toprak gibi nemli alanlarda çeşitli parazitlerden etkilenebildikleri bilinmektedir. Bu parazit canlılardan bir grubunu da entomopatojen nematodlar oluşturmaktadır. Brezilya'da *Lut. longipalpis* türünün dişi ve erkek bireylerinin abdomeninde entomopatojen nematodlar (Rhabditida: Steinernematidae) tespit edilmesi, gelecek yıllarda kum sineklerinin biyolojik mücadelesine katkı sağlayacağı düşüncesini ortaya çıkarmıştır (74). Ülkemizde Kuşadası, Aydın bölgesinde doğadan toplanan ergin kum sineklerinin mideleri analiz edilirken bir entomopatojen nematod (Fam: Steinernematidae) tespit edilmesi doğada kum sineklerinin nematodlar tarafından parazitlenebileceğini göstermektedir (75).

Kum sineklerinin insektisitlere hassasiyetleri

Dünyanın birçok bölgesinde kum sineklerinin erginlerine karşı kullanılan ürünlere oldukça hassas olduğu bildirilse de yapılan bazı araştırmalar ergin kum sineklerinde bölgesel direncin oluşabileceğini yönündedir. Örneğin Hassan ve ark. (76) Sudan'da bazı bölgelerde yaptıkları çalışmalarda kum sineklerinin genel olarak birçok pestisit hassas olduklarını belirtmelerine rağmen, Surogia köyünden topladıkları *P. papatasi*'nin birinci (F₁) neslinin DDT ve permethrin'e duyarlı, malathion ve propoxur'a yüksek dirençli olduğunu rapor etmişlerdir. Bu nedenle direnç araştırmalarının bölgesel de olsa yapılmasına devam edilmelidir. Önümüzdeki yıllarda bazı organik klorlu, organik fosforlu, karbamatlı ve sentetik piretroit insektisitler ile yapılacak direnç araştırmalarına yönelik CDC şişe yöntemi kullanılarak belirlenen diagnostik dozlar ve süreler belirlenmiştir (77). Geçmişte vektör mücadelesi için oldukça yaygın kullanılan DDT'ye birçok bölgede kum sineklerinin direnç geliştirdiği bildirilmiştir (78). Sentetik piretroitlerle yapılan araştırmalarda ise özellikle sivrisineklerde gelişen piretroit direncinin, en az bir genetiksel yolla farklı şekilde kum sineklerinde geliştiğini yönündedir (79). Geçmişte kum sineklerine karşı kullanılan bazı ürünlere karşı kum sineklerinde gelişen direncin ise özellikle

o bölgelerdeki sıtma mücadelesi çalışmalarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir (76). Kum sineklerinin ülkemizde de birçok bölgede kullanılan ergin öldürücü insektisitlere hassas oldukları bildirilse de direnç testleri yapılması yönünde çalışmalara devam edilmelidir.

Entomolojik Gözlem ve Sürveyans

Leishmaniasis endemik alanlarda uygulanacak kum sineği mücadelesinde popülasyon büyüklüğünün takip edilmesi sentinel olarak belirlenmiş lokalitelerde yapılmalıdır. Kum sineklerinin biyolojik ve ekolojik özelliklerini dikkate alınarak belirlenen lokalitelerde yapılacak bu izleme, ayrı bir sürveyans programı yapılmasını ve eğitilmiş elemanlar tarafından uygulanmasını kapsamaktadır.

Vektör sürveyansı, insan ve hayvanlarda patolojilere yol açan bakteriyel, parazitik veya viral etkenleri taşıyarak bulaştıran vektör canlı türlerinin sürekli ve sistematik bir şekilde toplanması, başta bolluk üzere çeşitli analiz ve yorumlarının yapılması; verilerin hastalık, iklimsel ve çevresel verilerle hatta zamanla ilişkilendirilerek risk projeksiyonlarının uygulanabilir hale getirilmesidir. Dinamik, izlenebilir ve denetlenebilir olması gerekmektedir. Cevaplanması gereken sorulara bağlı olarak örneklemenin düzenlenmesini içermektedir.

Sivrisinek, Ev sineği ve Kum sineği Mücadelesinde

Entegrasyon

Metnin ilgili bölümlerinde de belirtildiği gibi iş gücü ve ekonomik faktörler dikkate alınarak halihazırda çeşitli kurumlar tarafından yürütülmekte olan haşere mücadele programlarına (özellikle sivrisinek ve ev sineği) aşağıda belirtilen konulara dikkat edilerek kum sineği mücadelesinin entegre edilmesi olası görülmektedir.

1. Haşere mücadelesi konusunda verilmesi planlanan bütün eğitimlerde kum sineği biyolojisi ve uygun mücadele yöntemleri hakkında da eğitim modülü eklenmelidir. Ayrıca halka yönelik yapılacak eğitim toplantılarında da kum sineği kaynaklı hastalıklardan bahsedilmelidir. Endemik bölgelerde yerel basın-yayın organlarında haberler yapılması, okullarda öğrencilere ve öğretmenlere, işyerlerinde çalışanlara yönelik konferans ve seminerler verilmesi de önemli bireysel koruma tedbirleri arasında bulunmaktadır.
2. Mevsimlik çalışma için endemik bölgelerden gelen işçiler ve ailelerine yapılan sıtma taramasına ek olarak bir dermatoloji ve parazitoloji/mikrobiyoloji uzmanı ile Şark Çıbanı yönünden de tarama yapılması önem taşımaktadır.
3. Tatarcıkların üreme, dinlenme ve beslenme ortamlarının farklı olması, erişkin ve larvaları ile yapılacak mücadeleyi zorlaştırmakta, sivrisinek ve ev sineği savaşı sırasında bunların dikkate alınarak uygulanmasını gerektirmektedir. Üreme alanlarının tam olarak neresi olduğu belli olmadığı için yumurta ve larva formuna karşı kontrol yöntemleri uygulama olasılığı olmadığı, erginler için uygun mevsim ve alanlarda farklı mücadele teknikleri uygulama gerekliliği unutulmamalıdır.
4. Vektör kontrol yöntemleri oldukça maliyetli uygulamalar olup iyi bir altyapıya gereksinim bulunmaktadır. Kalıcı insektisitlerle vektör kontrolü, konutlar etrafında ve içinde meydana gelen bulaşmaları önlemede etkili olabilmekte fakat vahşi do-

ğada kendi içinde olan bulaşmaları önlemek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle silvatic alanlardaki mücadelenin ihmal edilmemesi önem taşımaktadır.

5. Kum sineği ergin mücadelesi, sivrisinek ve ev sineği ergin mücadelesine benzemektedir. Bu nedenle, sivrisinek ve ev sineği ergin mücadele yöntemleri ve ekipmanları kullanılarak kum sineklerinin mücadelesine katkı sağlanmış olmaktadır. Bu mücadeledeki en önemli konulardan biri de Türkiye Halk Sağlığı Kurumu (THSK) ile il ve ilçe belediyeleri tarafından yürütülen sivrisinek mücadelesinde birliktelik sağlanmasıdır. Her bölgede bilimsel yöntemlere uygun olarak yapılacak hassasiyet testleri ile hem sivrisinek, hem ev sineği hem de kum sineği popülasyonlarının hassasiyetleri ölçülmeli ve bundan sonra işlemler uygulanmalıdır. THSK il teşkilatları bu konuda danışmanlık ve denetleme yapma yetkisine sahip olmalıdır.
6. Sivrisinek ve kum sineği mücadelesi yapılması gereken illerimizin önemli bir kısmının ortak olması nedeni ile önümüzdeki yılları kapsayacak şekilde planlanacak olan kısa, orta ve uzun vadeli stratejik mücadele programlarında mutlaka sürekli bir koordinasyon ve entegrasyon sağlanmalıdır. Çeşitli hastalıklara vektörlük yapan arthropodlar ile mücadelede alınacak ortak önlemlerin yanı sıra kum sineklerine özgü olarak uygulanması gerekli yöntemlerin de sivrisinek ve ev sineği mücadelesine entegre edilmesi, ülkemizin ekonomik çıkarları ve halkımızın sağlıklı olması için yararlı olacağı unutulmamalıdır.

Sonuç

Kum sineklerinin üreme kaynaklarının çok geniş bir yelpazeye sahip olması, entegre mücadele çalışmaları yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Larva mücadelesinin etkinliğinin açık alanlarda değerlendirilmesinin sağlıklı olmadığı, kum sineklerinin mücadelesinde öncelikle erginlere yönelik rezidüel etkili ürünlerin konut ve barınakların iç ve dış yüzeylerinde uygulanmasının, destekleyici soğuk ve sıcak sisleme çalışmalarının yapılmasının, konakların sistemik ürünlerle muamele edilmesinin, hepsinden önce ise kişisel kontrol tedbirlerinin, fiziksel önlemlerin ve hayvanların korunmasının entegre bir şekilde yapılmasının kum sinekleri ile mücadelede başarı sağlayacağı yapılan bilimsel çalışmalardan elde edilen bilgilere dayanılarak açıkça görülmektedir.

Kum sinekleri *Leishmania* türleri, *Bartonella bacilliformis* ve bazı arbovirüslerin birincil vektörüdür.

Larvaları nem oranı yüksek karasal hemen hemen her türlü habitat içerisinde gelişebilirler.

Dünya Sağlık Örgütü ve diğer birçok kuruluş erginlere yönelik yapılacak mücadele çalışmalarını önermektedir.

Sokak hayvanlarının kum sineklerinden korunması ve takibi özellikle üzerinde durulması gereken bir durumdur.

Kemirgen mücadelesi yapılması, kemirgen dışkılarında gelişen ve kemirgenler üzerinde beslenen türlerin azaltılmasında yardımcı olacaktır.

Sivrisinek, ev sineği ve kum sineği mücadele çalışmaları birbirlerine entegre edilmelidir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - H.Ç., Y.Ö.; Tasarım - H.Ç., Y.Ö.; Denetleme - H.Ç., Y.Ö.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - H.Ç., Y.Ö.; Analiz ve/veya Yorum - H.Ç., Y.Ö.; Literatür Taraması - H.Ç., Y.Ö.; Yazıyı Yazan - H.Ç., Y.Ö.; Eleştirel İnceleme - H.Ç., Y.Ö.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - H.Ç., Y.Ö.; Design - H.Ç., Y.Ö.; Supervision - H.Ç., Y.Ö.; Data Collection and/or Processing - H.Ç., Y.Ö.; Analysis and/or Interpretation - H.Ç., Y.Ö.; Literature Review - H.Ç., Y.Ö.; Writing - H.Ç., Y.Ö.; Critical Review - H.Ç., Y.Ö.

Conflict of Interest: No conflict of interest was declared by the authors.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

1. Ready PD. Biology of Phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. *Annual Rev Entomol* 2013; 58: 227-50. [CrossRef]
2. González U, Pinart M, Sinclair D, Firooz A, Enk C, Vélez ID, et al. Vector and reservoir control for preventing leishmaniasis. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015; 8. Art. No.: CD008736 [CrossRef]
3. Ser O, Cetin H. Kutanöz Leishmaniasis ve Antalya İlindeki Durumu. *Türkiye Parazitolojisi Dergisi* 2013; 37: 84-91. [CrossRef]
4. Alexander B. Sampling methods for phlebotomine sandflies. *Med Vet Entomol* 2000; 14: 109-22. [CrossRef]
5. Killick-Kendrick R. The biology and control of phlebotomine sandflies. *Clin Dermatol* 1999; 17: 279-89. [CrossRef]
6. World Health Organization. WHO Technical Report Series 949. Control of Leishmaniasis. Report of the meeting WHO expert committee on the control of leishmaniasis, Geneva, Switzerland; 22-26 March 2010. pp. 27-35 ve 79-80.
7. Bates PA, Depaquit J, Galati EAB, Kamhawi S, Maroli M, McDowell MA, et al. Recent advances in phlebotomine sand fly research related to leishmaniasis control. *Parasites and Vectors*, 2015; 8: 131. [CrossRef]
8. Alten B, Özbel Y, Ergunay K, Kasap OE, Cull B, Antoniou M, et al. Sampling strategies for phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Europe. *Bull Entomol Res* 2015; 105: 664-78. [CrossRef]
9. Karakülah G, Karakuş M, Suner A, Demir S, Arserim SK, Töz S, et al. SandflyDST: a dynamic web-based decision support tool for the morphological identification of sandflies present in Anatolia and mainland Europe, and user study. *Med Vet Entomol* 2016; 30: 321-9. [CrossRef]
10. Kasap OE, Dvorak V, Depaquit J, Alten B, Votypka J, Volf P. Phylogeography of the subgenus *Transphlebotomus* Artemiev with description of two new species, *Phlebotomus anatolicus* n. sp. and *Phlebotomus killicki* n. sp. *Infect Genet Evol*, 2015; 34: 467-79. [CrossRef]
11. Abd Rani PAM, Irwin PJ, Gatne M, Coleman GT, Traub RJ. Canine vector-borne diseases in India: a review of the literature and identification of existing knowledge gaps. *Parasit Vect* 2010; 3: 28. [CrossRef]
12. Killick-Kendrick R. Phlebotomine vectors of the leishmaniasis: a review. *Med Vet Entomol* 1990; 4: 1-24. [CrossRef]
13. Mascari TM. Novel methods for the control of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae). *LSU Doctoral Dissertations*. 2008; 2709.
14. Alexander B, Maroli M. Control of phlebotomine sandflies. *Med Vet Entomol* 2003; 17: 1-18. [CrossRef]
15. Wilson AL, Boelaert M, Kleinschmidt I, Pinder M, Scott TW, Tusting LS, et al. Evidence-based vector control? Improving the quality of vector control trials. *Trends Parasitol* 2015; 31: 380-90. [CrossRef]
16. Maroli M, Khoury C. Current approaches to the prevention and control of leishmaniasis vectors. *Veterinary Res Comm* 2006; 30: 49-52. [CrossRef]
17. Çetin H. Kent Zararlıları, Biyoloji, Ekoloji ve Mücadele Yöntemleri (Vektörler ve diğerleri). Yıldız Ofset, Antalya; 2016.
18. Moosa-Kazemi SH, Yaghoobi-Ershadir MR, Akhavan AA, Abdoli H, Zahraei-Ramazani AR, Jafari R, et al. Deltamethrin-impregnated bed nets and curtains in an anthroponotic cutaneous leishmaniasis control program in northeastern Iran. *Ann Saudi Med* 2007; 27: 6-12. [CrossRef]
19. Elnaiem DA, Elnahas AM, Aboud MA. Protective efficacy of lambda-cyhalothrin-impregnated bednets against *Phlebotomus orientalis*, the vector of visceral leishmaniasis in Sudan. *Med Vet Entomol* 1999; 13: 310-4. [CrossRef]
20. Elnaiem DA, Aboud MA, El Mubarek SG, Hassan HK, Ward RD. Impact of pyrethroid-impregnated curtains on *Phlebotomus papatasi* sandflies indoors at Khartoum, Sudan. *Med Vet Entomol* 1999; 13: 191-7. [CrossRef]
21. Günay F, Karakus M, Oguz G, Dogan M, Karakaya Y, Ergan G, et al. Evaluation of the efficacy of Olyset® Plus in a village-based cohort study in the Cukurova Plain, Turkey, in an area of hyperendemic cutaneous leishmaniasis. *J Vector Ecol* 2014; 39: 395-405. [CrossRef]
22. Jalouk L, Ahmed M Al, Gradoni L, Maroli M. Insecticide-treated bednets to prevent anthroponotic cutaneous leishmaniasis in Aleppo Governorate, Syria: results from two trials. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2007; 101: 360-7. [CrossRef]
23. Emami MM, Yazdi M, Guillet P. Efficacy of Olyset Net long-lasting bed nets to control transmission of cutaneous leishmaniasis in Iran. *Eastern Medit Hlth J* 2009; 15: 1075-83.
24. Karakuş M, Erişöz Kasap Ö, Günay F, Oğuz G, Demir S, Suner A, et al. Effects of environmental factors and storage conditions on the performance of Olyset® Plus against sand flies in WHO cone bioassays. *Trans Royal Soc Trop Med Hyg* 2016; 110: 252-7. [CrossRef]
25. Basimike M. Do permethrin treated screens repel sand flies entering houses? *Tropicicultura* 2000; 18: 19-22.
26. Noazin S, Shirzadi MR, Kermanizadeh A, YaghoobiErshadi MR, Sharaifi I. Effect of large-scale installation of deltamethrin-impregnated screens and curtains in Bam, a major focus of anthroponotic cutaneous leishmaniasis in Iran. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2013; 107: 444-50. [CrossRef]
27. Gunter MC, Junnila A, Kravchenko VD, Revay EE, Butler J, Schlein Y. Indoor Protection Against Mosquito and Sand Fly Bites: A Comparison Between Citronella, Linalool, and Geraniol Candles. *J Am Mosq Cont Assoc* 2008; 24: 150-3. [CrossRef]
28. Nieves E, Fernández Méndez J, Lias J, Rondón M, Brice-o B. Repellent activity of plant essential oils against bites of *Lutzomyia migonei* (Diptera: Psychodidae). *Rev Biol Trop* 2010; 58: 1549-60.
29. Dhiman RC, Sharma VP. Evaluation of neem oil as sandfly, *Phlebotomus papatasi* (Scopoli) repellent in an oriental sore endemic area in Rajasthan. *Outeast Asian J Trop Med Public Health* 1994; 25: 608-10.
30. Sharma VP, Dhiman RC. Neem oil as sand fly (Diptera: Psychodidae) repellent. *J Am Mosq Cont Assoc* 1993; 9: 364-6.
31. Muller GC, Junnila A, Kravchenko VD, Revay EE, Butler J, Schlein Y. Indoor protection against mosquito and sand fly bites: a comparison between citronella, linalool, and geraniol candles. *J Am Mosq Cont Assoc* 2008; 24: 150-3. [CrossRef]
32. Yaghoobi-Ershadi MR, Moosa-Kazemi SH, Zahraei-Ramazani AR, Jalai-Zand AR, Akhavan AA, Arandian MH, et al. Evaluation of deltamethrin-impregnated bed nets and curtains for control of zoonotic

- cutaneous leishmaniasis in a hyperendemic area of Iran. *Santé Publique* 2006; 99: 43-8.
33. Yaghoobi-Ershadi MR, Akhavan AA, Jahanifard E, Vatandoost H, Gh Amin, Moosavi L, et al. Repellency Effect of Myrtle Essential Oil and DEET against *Phlebotomus papatasi*, under Laboratory Conditions. *Iranian J Publ Health* 2006; 35: 7-13.
 34. Kimutai A, Ngeiywa M, Mulaa M, Njagi PGN, Ingonga J, Nyamwamu LB, et al. Repellent effects of the essential oils of *Cymbopogon citratus* and *Tagetes minuta* on the sandfly, *Phlebotomus duboscqi*. *BMC Res Notes*. 2017; 10: 98. [CrossRef]
 35. Killick-Kendrick R, Killick-Kendrick M, Focheux C, Dereure J, Puech MP, Cadiergues MC. Protection of dogs from bites of phlebotomine sandflies by deltamethrin collars for control of canine leishmaniasis. *Med Vet Entomol* 1997; 11: 105-11. [CrossRef]
 36. Halbig P, Hodjati MH, Mazloumi-Gavvani AS, Mohite H, Davies CR. Further evidence that deltamethrin-impregnated collars protect domestic dogs from sandfly bites. *Med Vet Entomol* 2000; 14: 223-6. [CrossRef]
 37. David JR, Stamm LM, Bezerra HS, Souza RN, Killick-Kendrick R, Lima JW. Deltamethrin-impregnated dog collars have a potent anti-feeding and insecticidal effect on *Lutzomyia longipalpis* and *Lutzomyia migonei*. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2001; 96: 839-47. [CrossRef]
 38. Mencke N, Volf P, Volfova V, Stanneck D. Repellent efficacy of a combination containing imidacloprid and permethrin against sandflies (*Phlebotomus papatasi*) in dogs. *Parasitol Res* 2003; 90: 108-11. [CrossRef]
 39. Jalilnavaz MR, Abai MR, Vatandoost H, Mohebbali M, Akhavan AA, Zarei Z, et al. Application of flumethrin pour-on on reservoir dogs and its efficacy against sand flies in endemic focus of visceral leishmaniasis, Meshkinshahr, Iran. *J Arth-Born Dis* 2016; 10: 78-86.
 40. Ershadi MR, Zahraei-Ramazani AR, Akhavan AA, Jalali-Zand AR, Abdoli H, Nadim A. Rodent control operations against zoonotic cutaneous leishmaniasis in rural Iran. *Ann Saudi Med J* 2005; 25: 309-12.
 41. Guzman H, Tesh RB. Effects of temperature and diet on the growth and longevity of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae). *Biomedica* 2000; 20: 190-9. [CrossRef]
 42. Petrishcheva A, Izyumskaya NG. On breeding place of *Phlebotomus* in Sebastopol. *Rev Appl Entomol* 1941; 34: 78.
 43. Grassi B. Ricerche sui flebotomi. *Memorie della Societa Italiana di Scienze Naturali* 1907; 14: 353-94.
 44. Feliciangeli MD. Natural breeding places of phlebotomine sandflies. *Med Vet Entomol* 2004; 18: 71-80. [CrossRef]
 45. World Health Organization. WHO inter-regional traveling seminar on leishmaniasis. World Health Organization, Geneva, Switzerland; 1968
 46. Mascari TM, Mitchell MA, Rowton ED, Foil LD. Ivermectin as a rodent feed-through insecticide for control of immature sand flies (Diptera: Psychodidae). *J Am Mosq Cont Assoc* 2008; 24: 323-6. [CrossRef]
 47. Mascari TM, Mitchell M, Rowton ED, Foil LD. Evaluation of Novaluron as a Feed-Through Insecticide for Control of Immature Sand Flies (Diptera: Psychodidae). *J Med Entomol* 2007; 44: 714-17. [CrossRef]
 48. Mascari TM, Mitchell M, Rowton ED, Foil LD. Laboratory Evaluation of Diflubenzuron as a Feed-Through for Control of Immature Sand Flies (Diptera: Psychodidae). *J Med Entomol* 2007; 44: 171-4. [CrossRef]
 49. Mascari TM, Mitchell MA, Rowton ED, Foil LD. Evaluation of juvenile hormone analogues as rodent feed-through insecticides for control of immature phlebotomine sandflies. *Med Vet Entomol* 2011; 25: 227-31. [CrossRef]
 50. Robert LL, Perich MJ, Schlein Y, Jacobson RL, Wirtz R, Lawyer PG, Githure JI. Phlebotomine sand fly control using bait-fed adults to carry the larvicide *Bacillus sphaericus* to the larval habitat. *J Am Mosq Cont Assoc* 1997; 13: 140-4.
 51. Pener H, Wilamowski A. Susceptibility of larvae of the sandfly *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae) to *Bacillus sphaericus*. *Bull Entomol Res* 1996; 86: 173-5. [CrossRef]
 52. Wermelinger ED, Zanuncio JC, Rangel EF, Cecon PR, Rabinovitch L. Toxicity of Bacillus species to larvae of *Lutzomyia longipalpis* (L. & N.) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). *Anais Da Sociedade Entomol Bras*, 2000; 29: 609-14. [CrossRef]
 53. Wahba MM, Labib IM, el Hamshary EM. *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* as a microbial control agent against adult and immature stages of the sandfly, *Phlebotomus papatasi* under laboratory conditions. *J Egypt Soc Parasitol* 1999; 29: 587-97.
 54. Chelbi I, Kaabi B, Derbali M, Ahmed SBH, Dellagi K, Zhioua E. Zooprophylaxis: impact of breeding rabbits around houses on reducing the indoor abundance of *Phlebotomus papatasi*. *Vect Born Zoo Dis* 2008; 8: 741-8. [CrossRef]
 55. Kaabi B, Ahmed SB. Assessing the effect of zooprophylaxis on zoonotic cutaneous leishmaniasis transmission: a system dynamics approach. *BioSystems* 2013; 114: 253-60. [CrossRef]
 56. Mascari TM, Stout RW, Foil LD. Oral Treatment of Rodents With Fipronil for Feed-Through and Systemic Control of Sand Flies (Diptera: Psychodidae). *J Med Entomol* 2013; 50: 122-5. [CrossRef]
 57. Poché RM, Garlapati R, Singh MI, Poché DM. Evaluation of fipronil oral dosing to cattle for control of adult and larval sand flies under controlled conditions. *J Med Entomol* 2013; 50: 833-7. [CrossRef]
 58. Mascari TM, Foil LD. Oral treatment of rodents with ivermectin for the control of *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae) under laboratory conditions. *Vet Parasitol* 2010; 171: 130-5. [CrossRef]
 59. Ingenloff K, Garlapati R, Poché D, Singh MI, Remmers JL, Poché RM. Feed-through insecticides for the control of the sand fly *Phlebotomus argentipes*. *Med Vet Entomol* 2013; 27: 10-8. [CrossRef]
 60. Derbali M, Polyakova L, Boujaâma A, Burruss D, Cherni S, Barhoumi W, et al. Laboratory and field evaluation of rodent bait treated with fipronil for feed through and systemic control of *Phlebotomus papatasi*. *Acta Trop* 2014; 135: 27-32. [CrossRef]
 61. World Health Organization. Pesticides and their application for the control of vectors and pests of public health importance. World Health Organization, Geneva, Switzerland; 2006; 1: 1-104.
 62. Ghosh SM. The control of *Phlebotomus* (Sand-flies) with DDT and BHC (Gammexane). *Indian J Malariol* 1950; 4: 175-84.
 63. Pandya AP. Impact of antimalaria house spraying on phlebotomid population in Surat district, Gujarat. *Indian J Med Res* 1983; 78: 354-60.
 64. Buttiker W. Medical and applied zoology in Saudi Arabia. Effect of ground and aerial insecticide application in urban phlebotomine sandfly populations in Saudi Arabia. Wittmer W, Buttiker W, editors *Fauna of Saudi Arabia*, 1980; 2: 427-39.
 65. World Health Organization. Chemical Methods for The Control Of Vectors and Pests of Public Health Importance. World Health Organization, Geneva, Switzerland; 1997.
 66. Perich MJ, Hoch AL, Rizzo N, Rowton ED. Insecticide barrier spraying for the control of sand fly vectors of cutaneous leishmaniasis in rural Guatemala. *Am J Trop Med and Hyg* 1995; 52: 485-8. [CrossRef]
 67. Britch SC, Linthicum KJ, Walker TW, Farooq M, Gordon SW, Clark JW, et al. Evaluation of ULV applications against old world sand fly (Diptera: Psychodidae) species in Equatorial Kenya. *J Med Entomol* 2011; 48: 1145-59. [CrossRef]
 68. Stoops CA, Heintshel B, El-Hossary S, Kaldas RM, Obenauer PJ, Farooq M, et al. Sand fly surveillance and control on Camp Ramadi, Iraq, as part of a leishmaniasis control program. *J Vect Ecol* 2013; 38: 411-4. [CrossRef]
 69. Coleman RE, Burkett DA, Putnam JL, Sherwood V, Caci JB, Jennings BT, et al. Impact of Phlebotomine Sand Flies on U.S. Military Operations at Tallil Air Base, Iraq: 1. Background, Military Situation, and Development of a "Leishmaniasis Control Program" *J Med Entomol* 2006; 43: 647-62. [CrossRef]

70. Chaniotis BN, Parsons RE, Harlan HJ, Correa MA. A pilot study to control phlebotomine Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in a Neotropical Rain Forest. *J Med Entomol* 1982; 19: 1-5. [\[CrossRef\]](#)
71. Calzada JE, Saldana A, Rigg C, Valderrama A, Romero L, Chaves LF. Changes in Phlebotomine Sand Fly Species Composition Following Insecticide Thermal Fogging in a Rural Setting of Western Panamá. *PLoS One*. 2013; 8: e53289. [\[CrossRef\]](#)
72. Chaves LF, Calzada JE, Rigg C, Valderrama A, Gottdenker NL, Saldana A. Leishmaniasis sand fly vector density reduction is less marked in destitute housing after insecticide thermal fogging. *Parasit Vectors* 2013; 6: 164. [\[CrossRef\]](#)
73. Khan MA, Balghanaim SM. *Leishmania* control in highly endemic Al-Ahsa oasis in the eastern province of Kingdom of Saudi Arabia. *J Entomol Res* 2000; 24: 219-27.
74. Secundino NF, Araújo MS, Oliveira GH, Massara CL, Carvalho OS, Lanfredi RM, et al. Preliminary description of a new entomoparasitic nematode infecting *Lutzomyia longipalpis* sand fly, the vector of visceral leishmaniasis in the New World. *J Invertebr Pathol* 2002; 80: 35-40. [\[CrossRef\]](#)
75. Karakuş M, Arserim SK, Töz SÖ, Özbek Y. Detection of entomopathogen nematode [EPN - sand flies (*Phlebotomus tobbi*)] caught in the wild in Aydın, Kuşadası town and its assessment as a biological control agent. *Türkiye Parazitolojî Dergî* 2013; 37: 36-9. [\[CrossRef\]](#)
76. Hassan MM, Widaa SO, Osman OM, Numiary MSM, Ibrahim MA, Abushama HM. Insecticide resistance in the sand fly, *Phlebotomus papatasi* from Khartoum State, Sudan. *Parasit Vectors* 2012; 5: 46. [\[CrossRef\]](#)
77. Denlinger DS, Creswell JA, Anderson JL, Reese CK, Bernhardt SA. Diagnostic doses and times for *Phlebotomus papatasi* and *Lutzomyia longipalpis* sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) using the CDC bottle bioassay to assess insecticide resistance. *Parasit Vect* 2016; 9: 212. [\[CrossRef\]](#)
78. Dhiman RC, Yadav RS. Insecticide resistance in phlebotomine sandflies in Southeast Asia with emphasis on the Indian subcontinent. *Infect Dis Poverty* 2016; 5: 106. [\[CrossRef\]](#)
79. Fawaz EY, Zayed AB, Fahmy NT, Villinski JT, Hoel DF, Diclaro JW 2nd. Pyrethroid Insecticide Resistance Mechanisms in the Adult *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae). *J Med Entomol* 2016; 53: 620-8. [\[CrossRef\]](#)