

# SİVRİSİNEKLERİN SONU MU GELİYOR?



Yaz gecelerini çekilmez hale getiren sivrisinekler, çok sayıda bulaşıcı hastalığın taşıyıcıları olarak da, uzun zamandır dünyanın ilgi odağı. Yıllardır sivrisineklerin genleriyle uğraşan bilimadamları, geçtiğimiz aylarda, sıtma bulaştırıcı sivrisinek türlerinin kökünü kurutabilecek bir yol bulduklarını açıkladılar. Ancak, bir yandan nesli tehlikede olan birçok türü kurtarmak için çalışmalar yürütülürken, sivrisineklerin ipini çekip çekmemek konusunda henüz karar verilmiş değil.

Yaptığı hatalarla binlerce canlı türünü yok etmiş olan insanoğlu, çiçek virüsünden sonra belki de ilk kez, bilinçli olarak bir türü ortadan kaldırmanın yolunu bulmuş görünüyor. Londra Imperial College araştırmacılarından Austin Burt, yeni bir gen teknolojisinin, özellikle hastalık etkeni taşıyıcıları olan böcek türlerinin ortadan kaldırılması amacıyla kullanılabileceğini öne sürüyor. Bunun yapılıp yapılmaması konusunda henüz kendini ikna edemediğini belirten Burt, yine de bunun, en azından kağıt üzerinde iyi bir çalışma konusu olduğunu da kabul etmeden geçemiyor.

Sivrisinekler, sıtma başta olmak üzere, filarya, ensefalit (beyin iltihabı),

ensefalomiyelit, sarı humma, Batı Nil virüsü ve deng ateşi gibi birçok hastalık etkeninin taşıyıcısı. Bilim adamları yıllardır, sivrisineklerin genleriyle oynayarak, bu hastalık etkenlerinin taşınmasını engellemeye çalışıyorlar. Yapılan çalışmalar, sivrisineklerin hastalık etkenlerini taşımada rol oynayan gen bölgelerinin bulunması ve bu genler üzerinde yapılan değişikliklerin, populasyon içerisinde yaygınlaştırılması üzerinde yoğunlaşıyor. Geçtiğimiz iki yıl içinde, anti-sıtma geni taşıyan sivrisineklerin, hastalığı bulaştırma oranlarında %80 civarında bir düşüş gözlemlendi. Ancak, özellikle sıcak iklimlerde, sivrisineklerin yaşam döngülerinin çok hızlı tamamlanması ve çok

sayıda üremeleri nedeniyle, bu çalışmalar istenilen başarıyı henüz getirebilmiş değil.

Araştırmalarda öncelikli olarak üzerinde durulan hastalık sıtma. Plasmodium cinsine ait 4 farklı tür protozoanın neden olduğu bu hastalık yüzünden, özellikle tropik bölgelerde, her yıl çok sayıda insan yaşamını yitiriyor. Hastalığın hala bir aşısı bulunmamasının yanında, söz konusu parazitin sıtma ilaçlarına karşı hızla bağışıklık kazandığı da biliniyor. Bu nedenle araştırmacılar, hastalık etkeninden çok, etkenin taşıyıcısı olan canlıya yönelmiş durumdadır. Plasmodium türleri, Anopheles cinsine ait sivrisinek türleri tarafından insanlara bulaş

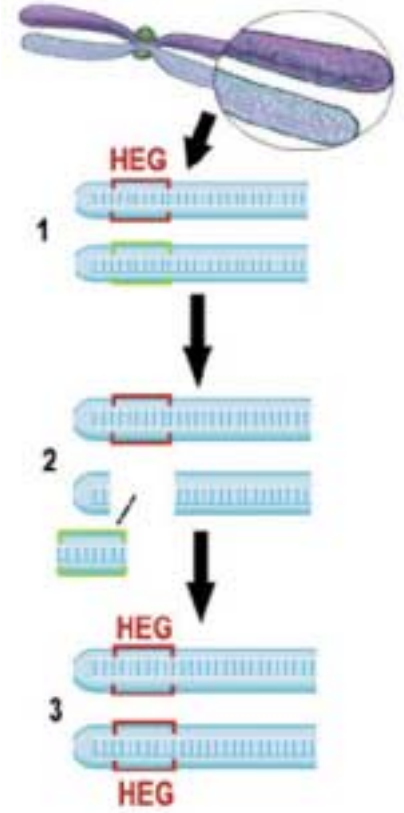
tırılıyor. Bilim adamları, bu cinslerden biri olan *Anopheles gambiae*'nin genom dizilimini yakın zamanda tamamen çıkarmayı başardılar.

Sivrisinek genlerinin tanımlanmasıyla, sıtma etkeninin taşınması ve bulaşma yolları, sivrisineklerin böcek öldürücü ilaçlara (insektisitlere) karşı bağışıklığının gelişimi ve benzeri birçok konuda önemli veriler elde edilmesi yolunda da adım atılmış oldu. Bu adımların tamamı, insanlığın sıtmayı alt edebilmesi için büyük önem taşıyor. Pasteur Enstitüsü'nde çalışan bilim adamları da, sivrisineklerin insektisitlere karşı bağışıklık geliştirmelerinde rol oynadığı düşünülen belirli proteinler üzerinde yoğunlaşıyorlar. Genom çalışmaları öncesinde bu proteinlerden yalnızca 4 tanesi bilinirken, bugün sayıları 50'ye varıyor. Bu çalışmalar, 2000 yılında ortaya çıkarılan sirke sineği (*Drosophila*) gen dizilimiyle karşılaştırma yapabilme olanağı da sunuyor. Örneğin, sivrisinek vücudunda parazit gelişimini engelleyen bir gen bölgesi, *Drosophila*'da da bulunuyor. Bu tip verilerden yola çıkılarak da, öncelikli olarak laboratuvar ortamında

yapılacak denemeler sonucunda, söz konusu gen bölgeleri üzerinde karşılaştırmalı çalışmalar yapabilmek olası.

Austin Burt'un önerdiği yeni tekniğin üzerinde durduğu yapılar, HEG (Hedefçi Endonükleaz Genleri) adı verilen DNA parçaları. HEG'ler, çoğu türün DNA'sında bulunan özel gen dizileri. Olağan kalıtım kurallarını hiçe sayarak kendini kopyalayabilen bu "bencil" diziler, bu özellikleri nedeniyle, "moleküler parazitler" olarak kabul ediliyorlar.

Hücre içindeki tek "bencil" genetik elemanlar HEG'ler değil. Bu elemanların ortak özellikleri, genom içerisinde yer alan diğer genleri yok etmek ya da hiçe saymak pahasına, konak canlıların bünyesinde kendi genetik aktarım ya da çoğalma oranlarını arttırmaları. Eşey belirlenmesinde rol oynayan çeşitli faktörlerin yanında, virüsler de bu elemanlardan ilk akla gelenler. HEG'lerin diğer bencil genetik elemanlardan en büyük farkıysa, konak canlının kendisine bir zarar vermemeleri. Asla DNA'nın dışına çıkmıyorlar ya da virüsler gibi taşıyıcı yapılar üretmiyorlar. Kendilerini yalnızca konak



1. HEG karşı kromozomdaki bölgeyi tanıyarak.
2. HEG'in şifrelediği endonükleaz enzimi, karşı kromozomdaki bölgeyi keser.
3. Açık kalan bölge, HEG kalıp alınarak tamamlanır. Böylece kromozomun her iki kolunda da HEG yer alır.

## Sivrisinekler ve Sıtma

Sivrisinekler, iki kanatlı böcekler (Diptera) takımı içinde sınıflandırılıyor. Takımın özelliği, diğer böcek takımlarında görülen ikinci çift kanatların, "halter" adı verilen bir denge organına dönüşmüş olması. Larva ve pupa evrelerini suda tamamlayan sivrisinekler, türe, besin durumuna, suyun özelliklerine ve ortam sıcaklığına bağlı olarak, 10-15 gün içinde erginleşiyorlar. Ergin halde 15 günden 6 aya kadar değişebilen yaşam süreleri boyunca, erkek sivrisinekler bitki özüleriyle beslenmeyi tercih ederken, dişiler yumurta bırakabilmek için gerekli besini kan emerek sağlıyorlar. Taşadıkları hastalık etkenlerini de diğer canlılara bu yolla bulaştırıyorlar.

Sıklıkla ılıman ve sıcak iklimlerde yayılış gösteren sivrisineklerin, 5 ailesi ve 38 cinsi bilinir. *Anopheles* cinsi, sıtma hastalığı etkeni olan *Plasmodium* türlerinin en önemli konak canlısı ve vektörü (taşıyıcı-ileticisi). Dünyanın çeşitli yerlerinde yaşayan *Anopheles* türlerinden, yalnızca bir kısmı, yaşadıkları coğrafi koşullara bağlı olarak, 4 farklı *Plasmodium* türünden birini taşıyorlar.

Sıtma hastalığı, çok eski zamanlardan beri insanlık tarihinde önemli bir yer tutmuş. Öyle ki, Çin mitolojisinde sıtmayı temsil eden üç kötü tanrı, sırasıyla baş ağrısını (çekici taşıyan), titremeyi (soğuk su kovası taşıyan) ve yüksek ateşi (soba taşıyan) simgelemiştir. Rutubetli ve sıcak yerlerle bataklık kenarları, sıtma hastalığıyla iliş-

kilendirildiği için, çoğu devirde bataklıklar kurtulmuş. Daha sonraları, sıtmayla sivrisinekler arasında bağlantı kurulmaya çalışılmışsa da, sıtma etkeni ancak 1800'lü yıllarda tanımlanabilmiş. Sıtma hastalığından korunmak için çeşitli yöntemlere başvuran insanlar, bu hastalığın tedavisinde de birçok bitki türünü kullanmış.

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) tahminlerine göre, dünyada her yıl yaklaşık 3 milyon insan, sıtma nedeniyle yaşamını yitiriyor. Bunların büyük bir kısmı da, 5 yaşın altındaki çocuklar. Sıtma vakalarının %90'ı Orta Afrika'da görülüyor. Ancak dünyanın diğer sıcak ve ılıman bölgeleri de risk altında. Tropik bölgelerde yıl boyunca iklimde büyük bir değişiklik olmaması nedeniyle, sıtmanın mevsimlere göre dağılımı da çok değişmiyor. Ancak, daha yukarı enlemlerde sıtmanın en sık görüldüğü mevsimler, yaz ve sonbahar. Dünya ikliminin değişmesi nedeniyle tropikal ve subtropikal bölgelerin sınırlarının genişlemesi, söz konusu bölgelerdeki sıtma riskini de her geçen gün artırıyor. Bu bölgelerin, dünyanın en hızlı nüfus artışının görüldüğü yerler olması da, diğer bir kaygı nedeni.

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 1992 yılında düzenlenen Dünya Sağlık Toplantısında, sıtmanın kontrol altına alınabilmesi amacıyla maddeler halinde açıkladığı ve tüm ülkelere tavsiye edilen hususlar, "Entegre Sıtma Mücadelesi" olarak tanımlanıyor.

canlının üremesiyle başka canlılara aktarabildikleri için de, hayatta kalabilmeleri, tamamen konak canlılarının yaşam ve üreme başarısına bağlı.

Aynı kromozom takımından iki tane taşıyan (2n) canlılarda, kromozomlardan yalnızca birisi üzerinde bulunan bir gen, normal şartlar altında, bir sonraki neslin yalnızca yarısına geçebiliyor. Ancak, HEG'ler, bu kurala aykırı bir tutum sergiliyor. Çift haldeki kromozomların yalnızca birinde bulunan bir HEG, hücredeki tamir mekanizmalarını kendi çıkarı için kullanarak, kendisini diğer kromozoma kopyalayabiliyor. Eğer bu olay üreme bezlerinde (yumurtalık ya da testislerde) gerçekleşirse, oluşturulan yumurta ya da spermilerin tamamı, HEG'in bir kopyasını taşıyor. Bu da, herhangi bir HEG'in, belirli bir populasyon içerisinde çok hızlı bir şekilde yayılabileceğini gösteriyor.

Çift zincirli DNA yapısında belirli bir bölgeyi tanıyarak, o bölgeden kesilmesini sağlayan enzimlere "endonükleaz" adı veriliyor. Bu işlem, DNA



Dünyada sıtmanın görüldüğü bölgeler

kopyalanması sırasında oluşan hataların tamir edilmesinde kullanılan mekanizmanın bir parçası. Normal bir işleyişte, "hatalı" görülen parça endonükleaz enzimiyle kesiliyor. Daha sonra, DNA zinciri kalıp alınarak, eksik parça yeniden sentezleniyor ve böylece DNA tamir edilmiş oluyor.

Her HEG dizisi, kendine özgü bir endonükleaz enzimi şifresi taşıyor. Bu şifreden kodlanan endonükleaz, HEG'in yapısına göre belirli bir gen bölgesini tanıyor ve o bölgeyi DNA yapısından kesiyor. Bu bölgenin tamam-

lanması için de, diğer zincirde açıklığın tam karşısındaki bölge kalıp alınıyor: HEG dizisinin ta kendisi. Bu şekilde HEG, deyim yerindeyse, DNA yapısından istemediği kısmı çıkarıyor ve onun yerine diğer zincire "kendisini" kopyalıyor.

Bilim adamlarının bu mekanizmayı kullanma konusunda hedefledikleri, HEG'in yaşamsal önem taşıyan belirli bir DNA bölgesini tanımasını sağlamak. Bundan sonrası, HEG'in olağan çalışma şekline kalıyor. Kurulan senaryoysa şöyle: Söz konusu bölge,

döllenmiş bir yumurta hücresinin ergin hale geçmesini sağlayan bir gen bölgesi olacak. Öyle ki, bu gen bölgesi olmadığında, döllenmiş olan yumurta hücresi ölecek. Bu bölgeyi tanıyan HEG dizisini taşıyan belirli sayıda birey doğaya salınacak ve olayların gelişimi izlenecek.

Bu bireylerin yumurta ya da sperm hücrelerinin hiçbirisi, gerekli gen bölgesini taşıyor olacak. "Normal" bir sivrisinekle çiftleştiklerinde, yavruların hepsi HEG dizisini taşıyor olmalarına karşın, normal ebeveynden gelen diğer koldaki sağlam gen kopyası sayesinde, gelişimlerini tamamlayabilecekler. Yaşamlarının ileri evrelerinde de, vücut hücrelerinde kendini kopyalayarak çoğaltan HEG dizisi, tüm üreme hücrelerinde yer alacak ve onlar da yavrularına bu bölgeyi geçirecekler. Bu şekilde bir nesilden diğerine geçen HEG'ler, iki taşıyıcının karşı karşıya gelmesine kadar çok fazla bir etki göstermeyecek. Ancak iki taşıyıcı çiftleştiğinde, dölenen yumurta hücresi, gelişemeyerek ölecek.

Uzmanlar, sivrisineklerin yaşam süresi de göz önüne alındığında, yakla-

## Türkiye'de Durum

Sıtma, Anadolu'da tarih boyunca var olmuş. Araştırmalara göre, özellikle Ege ve Akdeniz kıyılarında kurulan birçok medeniyetin çökmesinde, bu hastalığın da rolü var. Anadolu'da yapılan kazı çalışmalarında ortaya çıkarılan bazı kafatası örneklerindeki anemi (kansızlık) bulguları da, talasemi (Akdeniz anemisi) ve sıtma hastalıklarının göstergesi kabul ediliyor. Kurtuluş Savaşı sırasında da sıtma salgınlarıyla karşı karşıya kalınması nedeniyle, Cumhuriyet'in ilk yıllarında sıtma çalışmalarına öncelik verildi ve 1926 yılında "Sıtma Mücadelesi Kanunu" çıkarıldı.

Sıtma taşıyan sivrisineklerle mücadelede en büyük zorluk, sivrisinek türlerinin kullanılan kimyasallara (insektisitlere ve sıtma ilaçlarına) karşı zaman içinde direnç kazanmaları. Ancak, Türkiye bu konuda biraz daha şanslı. Çünkü, uzmanların söylediklerine göre, ülkemizde görülen sıtma etkeni, sıtma tedavisinde kullanılan ilaçlara karşı henüz direnç kazanmış değil.

Ülkemizdeki sivrisinek türleri üzerinde, özellikle Adana'da Çukurova Üniversitesi ve Ankara'da Hacettepe Üniversitesi tarafından uzun yıllardır ciddi çalışmalar yürütülüyor. İzmir Ege Üniversitesi ve diğer birçok üniversitemizde de, Plasmodium türleri üzerinde tıbbi çalışmalar yürütülüyor. Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Ekoloji Anabilim dalı öğretim üyelerinden

Dr. Adnan Aldemir, konuyla ilgili olarak sorularımızı yanıtladı.

**B.T.D.:** Sıtma etkeni olan Plasmodium, yalnızca Anopheles türleri tarafından taşınıyor. Peki, bu cinsin bütün türleri sıtma taşıyıcısı mı?

**A.A.:** Hayır, Anopheles türleri içinden yalnızca bir kısmı sıtma etkeni taşıyıcısı. Bunların arasında Türkiye için en önemli olan tür *Anopheles sacharovi*. *A. maculipennis*, *A. claviger* ve *A. superpictus* da ikinci derecede önem taşıyan diğer türler. Ancak, örneğin Afrika için en önemli tür *A. gambiae*. Bu Pakistan için ya da Avrupa için başka bir türdür. Bölgelere göre taşıyıcı türler ve Plasmodium türleri değişkenlik gösteriyor. Bizim ülkemizdeki türlerin taşıdığı sıtma etkeniyse *Plasmodium vivax*.

**B.T.D.:** Herhangi bir sivrisinek türünün, ya da daha genel düşünecek olursak, herhangi bir



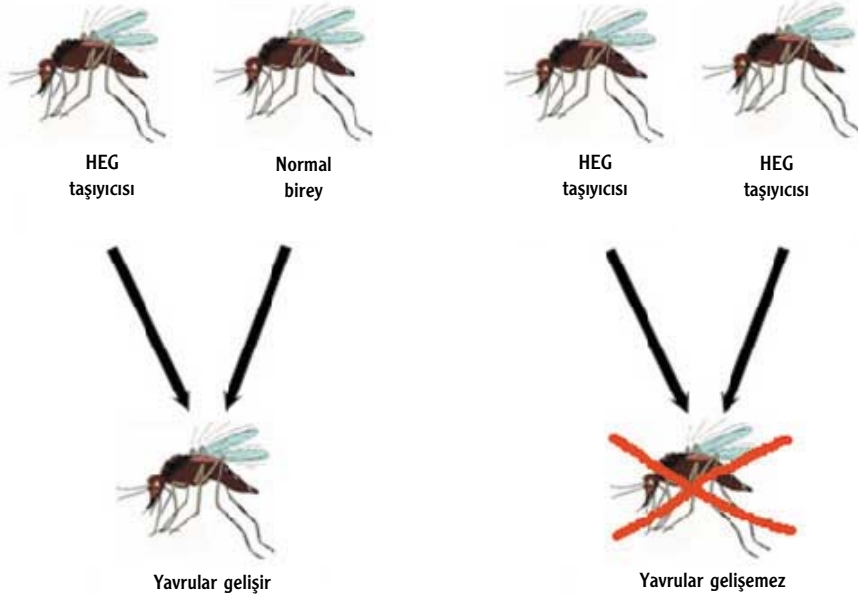
Sivrisinek larvaları

canlı türünün ortadan kaldırılması, ne gibi sonuçlar doğurabilir?

**A.A.:** Böyle bir yaklaşım son derece yanlış. Bir kere, söz konusu türün zararları bilinse bile, kaldırıldığı zaman onun yerini neyin dolduracağını da düşünmek gerekiyor. Sonuçta, ekosistemde bir bütünlük ve denge var. Ortadan kaldırılan canlının da, ekosistem içerisinde bir yeri ve bir görevi var. Siz bu canlıyı ortadan kaldırdığınızda, ekosistemde bir yer boşalmış oluyor ve başka türler tarafından bu yer dolduruluyor. Bu noktada, bu türün yerine geçecek olan diğer türün ne olacağı ve bu türün yeni sorunlar çıkarıp çıkarmayacağı da göz önünde bulundurulmalı.

Her canlı türünün besin zincirinde belli bir yeri var. O canlının mücadele ettiği, av-avcı ilişkisi içinde olduğu diğer canlı türleri var. Aynı zamanda birlikte yaşadığı, doğrudan ya da dolaylı olarak yaşamını etkilediği canlı türleri var. Bir canlıyı ortadan kaldırmak, bu gibi noktaları düşündüğümüzde, tamamen bilimsel düşünceye ters bir yaklaşım. Her şey insan için mantığıyla bakmamamız gerekiyor. Çünkü, insan, sürekli olarak kendi çıkarı için şekillendirmeye çalıştığı doğanın bir parçası.

Yalnızca sivrisinekleri ele alacak olursak, sivrisinekleri bir su ekosisteminden kaldırdığınız zaman, orada alg ve zooplankton patlamaları olacaktır. Çünkü sivrisinek larvaları, sucul or-



şik 12 kuşak sonrasında (ki, bu da tropiklerde 4 ay gibi bir süreye denk geliyor), sivrisinek popülasyonunun 4/5 gibi bir kısmının yok olabileceğini tahmin ediyorlar.

Tabii ki, bazı engeller de ortaya çıkabilir. Örneğin, üzerinde çalışılan HEG dizisi yalnızca tek bir DNA bölgesini tanıyacak şekilde düzenlendiği

taktirde, sivrisineklerin bu dizinin tanıyamayacağı yeni bir gen bölgesi evrimleştirmeleri büyük bir olasılık. Ancak, bu tip bir zorluğun üstesinden de, birden fazla özelleşmiş HEG dizisiyle yola çıkılarak ve yeni bir uyum geliştirilmesini zorlaştırarak gelinebilir. Her şeyin ötesinde, üzerinde çalışılan HEG dizisine "bağışık" olan yeni

taamlardaki algler, zooplanktonlar ve mantar sporlarıyla beslenerek, onların popülasyonlarını kontrol altında tutarlar. Siz bir durgun su sisteminde sivrisinekleri ortadan kaldırdığınızda, ortamı bu canlılara bırakmış ve sistemdeki dengeyi bozmuş olursunuz. Alglerle beslenen sivrisinek larvaları da, başka canlıların besinidir. Bu, sucul sistemlerdeki doğal besin zincirinin sağlıklı bir şekilde devam etmesine önemli bir örnek. Siz bu halkayı kopardığınızda, başka türlerin popülasyonlarındaki dengeyi de bozmuş olursunuz.

**B.T.D.:** Peki, sivrisinekleri kontrol altına almak amacıyla yapılan çalışmalarda daha önce başarısızlığa uğrandığı oldu mu?

**A.A.:** Buna çok önemli bir örnek, geçtiğimiz yıllar boyunca sivrisinek larvaları üzerinden beslenen *Gambusia* (sivrisinek balığı) türünün kullanımında yaşandı. 1900'li yılların başında, ilk olarak Hawaii'de kullanılmaya başlanan bu balık türü, 50'nin üzerindeki ülkeye atıldı. 1920'li yıllardan sonra da Ortadoğu'ya ve Türkiye'ye geldi. Ancak, daha sonra bu balığın sivrisinek kontrolünde etkin olmadığı ve özellikle *Anopheles* türlerini tercih etmediği, bunun yerine alglerle beslendiği görüldü. Oysa esas amaç, bu türle mücadele etmektir. Şimdi, birçok ülke *Gambusia* sayılarını kontrol altına almaya çalışıyor. *Gambusia*'nın çevresel tahribata neden olduğunu gösteren çok sayıda çalışma olduğu için de, Dünya Sağlık Örgütü de, bu balığın kullanıldığı projeleri desteklememeye başladı.

Bunun dışında, yine geçtiğimiz yıllarda, kısır erkeklerin doğaya salınması denendi. Ancak, kı-



sa bir süre sonra, dişilerin çiftleşmek için bu erkekleri seçmediği görüldü. Böylece, bu deneme de başariya ulaşamadı.

**B.T.D.:** Bir uzman olarak, size göre en etkili mücadele yöntemi hangisidir?

**A.A.:** Şu anda, Dünya Sağlık Örgütü ve gelişmiş ülkelerin hemen tamamı, sivrisineklerle "Entegre Mücadele" tekniklerini benimsemiş durumdadır. Entegre mücadelenin anlamı, yalnızca kimyasal ajanların kullanılmasıyla sivrisinekleri ortadan kaldırmak değil, bu canlıların sayısını kabul edilebilir bir düzeyin altına indirerek onlarla mücadele etmek. Kimyasalların kullanılmasının yanında, biyolojik mücadele kapsamında da, sivrisineklerin doğal düşmanları olan balık ve böcek türleri çok önemli yer tutuyor. Bir de kültürel ve mekanik tedbirler var. Bu da, örneğin bir kanalda su düzenli akıyorsa onu sağlamak ya da birçok yapay su birikintisi varsa, bunların oluşmasını önlemek gibi önlemleri içeriyor. Tabii ki, halkın eğitimini sağlamak da en başta geliyor. Eğer sivrisineklerle başarılı bir şekilde mücadele etmek istiyorsanız, bu mekanizmaların hepsini çalıştırmalısınız. Özellikle halkın bu konuda eğitilmesi gerekiyor. Halk

bir HEG dizisinin popülasyona verilmesiyle, o ana kadar yapılan her şeyin tersine çevrilmesi de olası. Bu durumda, yaşamda kalabilmeyi sağlayan "iyi huylu" HEG dizisinin doğal seçim şansı da çok yüksek olacağından, popülasyon içerisinde yayılması çok daha kolay olacaktır.

Ancak böyle bir "bilinçli ortadan kaldırma" eyleminin, olası etkileri üzerinde de düşünmek gerekiyor. Sivrisinekler, dünya üzerindeki çoğu insanın gözünde "kan emmek ve hastalık bulaştırmak dışında hiçbir işe yaramayan" canlılar. Ancak, doğada sivrisinek larvalarıyla ve erginleriyle beslenen çok sayıda canlı bulunuyor. Sivrisinekler ayrıca, büyük çoğunluğunun aslında kan değil bitki özleriyle beslenmeleri nedeniyle de, bitkilerin tozlaşmasında önemli rol oynuyorlar.

Deniz Candaş

#### Kaynaklar

Aldemir, A., Boşgelmez, A., Çingir, H., "Gölbaşı sivrisinekleri". Ankara, 2002.  
 "Splat", O. Morton, New Scientist, 22 Mart 2003  
<http://www.kuroshin.org/story/2003/4/4/85519/43140>  
[http://www.genoscope.cns.fr/externe/English/Actualites/Presse/021002\\_2.html](http://www.genoscope.cns.fr/externe/English/Actualites/Presse/021002_2.html)

eğer yapılan çalışmaları sahiplenmezse ve bu mücadeleye inanmazsa, işiniz çok zor. Bu yüzden, belki de işin en önemli kısmı, halkın eğitilmesi ve onların da katılımının sağlanması.

Vektör (taşıyıcı) türlerle yapılacak araştırmalar da çok önemli. Henüz bilmediğimiz bazı *Anopheles* türleri de vektör olabilir. Çünkü vektör canlıların biyolojisini ve ekolojisini, yaşam döngüsünü, ekolojik ilişkilerini bildiğiniz takdirde, onunla ne zaman ne durumda ve ne şekilde mücadele etmeniz gerektiğine çok daha rahat karar verebilirsiniz.

Son olarak, mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi gerekiyor. Örneğin, sivrisineklerin doğal avcısı olan türlerin, özellikle de her ülkenin kendine özgü türlerinin listeleri çıkarılmalı. Çünkü, farklı bir coğrafyaya ait bir türün getirilmesi, her zaman için sorun çıkarabilir. Nitekim, bununla ilgili çok iyi bilinen örnekler de var.

**B.T.D.:** Bizim ülkemizde sivrisineklerin doğal avcısı olan türlerle ilgili bir çalışma yapıldı mı?

**A.A.:** Yakın zamanda böyle bir çalışma yapıldı. Ülkemizde yaşayan bir inci balığı türünün (*Alburnus orontis*) ve bir de sucul bir yarım kanatlı böcek türünün, sivrisinek larvalarıyla beslendiği ortaya çıkarıldı. Bu türlerin büyük alan uygulamalarında kullanılıp kullanılmayacağı konusundaki çalışmalar devam ediyor. Bu çalışmaların devamının gelmesi, her bölgedeki bu tip türlerin listelerinin çıkarılması, hangi bölgelerde hangi türlerin kullanılabileceğinin belirlenmesi, bu yolda atılacak büyük bir adım olacaktır.