

# BÖCEKLER BÖCEK İLAÇLARINA KARŞI DİRENÇ

“Zararlı” olarak adlandırılan bir böcek, bir bitkiyi, nasıl ve ne boyutlarda yıkıma uğratabilir ki? Bu sorunun yanıtını, bir böceğin bir bitkiyi nerelerinden ve nasıl tükettiğini göz önüne alarak açıklayalım ve bitkinin dış kısmını astarlayan dokuyu, yani epidermisini yiyenlerle söze başlayalım. “Epidermisciler” bitkilerde çok büyük zararlar ortaya çıkaran bir grup. Bunlar, epidermisi yeme biçimine göre de gruplara ayrılmakta. Kimi “yüzeysel yeme”den, yani yaprağın üst ve alt epidermisi arasında kalan kısmına dokunmadan, üst yüzeyini yemeden yanayken, kimi damarlara dokunmadan yaprağı parça parça eder. Kimisi de yaprağı iskelet biçiminde kalacak şekilde tüketir, tüm epidermisi, hatta yaprağın ince damarlarını bile yer. Epidermisciler, yeme sırasında şekilcilğe de önem verir. Kimi “delikli” yemekten hoşlanır; yeme bittiğinde yaprak yüzeyi deliklerle dolar. Bazıları da yanlardan yiyerek ortada yalnızca sap kısmını bırakır. Bir de yaprağın ortasını boşaltanlar var.

İkinci grupta yer alan böceklerse, “kemirerek yaprak yiyenler” adını almakta. Hemen her altı bacaklı türünde görülen bu yeme biçiminde, bazıları galeriler açarak yaprağı kemirmekte, bazıları yer genişleterek, bazıları da hem galeri açıp hem daireler oluşturarak yaprağı yemekteler. Galeriler açılır-

ken yenen iletim demetleri ve bu sırada çıkarılan salgılar yapraktaki renk maddelerinin bozulmasına ve bazı atık maddelerin birikmesine de yol açar. Bu durum da yaprakta desenler ortaya çıkarır. Aslında galeri açılması ve değişik biçimlerde bitki dokularının yenmesi yalnızca yaprakta değil, bitkinin kök, gövde ve meyvesinde de söz konusu. Galeriler açma tercihi en çok da meyvelerde çok büyük zararlar ortaya çıkarmakta.

Üçüncü grupta özsu emen böcekler var. Bu böcekler, sokucu-emici ağız yapılarıyla bitkinin hücre plazmasını, ya da özsuyunu emerek beslenmektedirler. Bu böcekler, bitki üzerine birtakım kimyasal maddeler de bırakırlar. Bu maddeler zararlı etkilerinden dolayı bitkinin renk maddelerini bozar ve bu duruma bağlı olarak birtakım yaprak kıvrılmaları, galeri oluşumları ortaya çıkar.

Elbette santimden çok küçük, hatta bazen gözle görülemeyecek kadar kü-



çük bir altı bacaklı, üzerinde yaşadığı bitkide, tek başına, kısa vadede, sözünü ettiğimiz bu zararları ortaya çıkaramaz. Ama bir araya geldiklerinde ya da zaman geçtikçe durum değişir. Bitki solup sararır, kurur ve ondan elde edilecek ürünün de niteliği düşer, hatta sıfır olur. Dahası da var. Böceklerin taşıdıkları hastalık yapıcı etkenler de bitkiyi hastalandırır ve solup ölmesine yol açar. İşte böceklerin bitkilerde ortaya çıkardıkları yıkımlar, özellikle bitkilerden ticari yarar elde edenler açısından çok önemli. Çünkü üreticiler, elde ettikleri kalitesiz ürünler hatta ürün düşüklüğü nedeniyle oldukça önemli düzeylerde ekonomik kayıplara uğramaktalar. Bu böcek sorununa çözüm olarak “insektisit” adı verilen ve “kimyasal savaşım” olarak da nitelendirilen tarımsal ilaçlar üreticinin imdadına yetişti. Bu kimyasal ilaçlar, yüksek etkililiğe sahip olması, hızlı sonuç vermesi nedeniyle oldukça da tutundu. Ancak böcekler de bu savunmaya karşı, savunmaya geçip, kullanılan tarımsal ilaçlara bir süre sonra direnç geliştirdiler. Öyle ki, şu anda böceklerin ortaya çıkardığı zararı azaltabilmek için 200’ü aşan farklı aktif maddeden 40.000 ticari ilaç üretilmiş durumda. Biliminsanları bu konuda şu açıklamayı yapıyorlar: “Böcekler, insanlar ve diğer hayvanlarla besin

için rekabet halindeler. Son 50 yılda, giderek artan dünya nüfusunu besleyebilmek için yapılan yoğun (intensif) tarımın bir parçası olarak böceklerden kaynaklanan ürün kayıplarının ikiye katlandığı saptandı. Tarımsal kimya endüstrisi de bu rekabetle ortaya çıkan ürün kayıplarını yeni ve farklı kimyasal çözümlerle azaltabilmek için uğraşmakta. Ancak çiftçiler, piyasaya yeni giren tarımsal ilaçların sayısı arttıkça daha da ciddileşen böcek direnci problemleriyle yüz yüze kalmakta. Böceklerin tarımsal ilaçlara karşı direnci, üreticilerin yüz yüze kaldığı en büyük ekonomik zararlardan ve dünyada bu zararın dışında kalan herhangi bir topluluk, çiftçi ya da bölge yok.” Yani bilim insanları böcek direncini tetikleyen en önemli etkenin bilinçsiz ilaç kullanımı olduğuna dikkat çekiyorlar. “Tarım ilaçları, bilinçli ve kontrollü kullanıldığında ekonomiktir ve ürünü zarar veren organizmalardan koruyabilir” diyorlar.

## Geçmişte Olanlar...

Böcek direnci konusunda bilimin ortaya koyduğu ciddi ilk sonuçsa, 1914'te, A. L. Melander isimli bir araştırmacı tarafından ortaya konulmuş. Melander, “Journal of Economic Entomology” dergisine hazırladığı, “Böcek ilaçları, dirence yol açabilir mi?” başlıklı makalesinde bu konuyu gündeme taşımış. Melander, San Jose kabuklubütünün her zaman uygulanmakta olan

Patates böceği (*Leptinotarsa decemlineata*) de böcek ilaçlarına kafa tutan bir böcek. Biliminsanları onun da bu direnç durumunu inceleyen araştırmalar yapıyorlar.



kükürt-kireç karışımından eskisi kadar etkilenmediğini tespit etmesiyle ortaya çıkan bu bilimsel saptamanın ardından yapılan pek çok araştırma sonucunda, 1914-1946 yılları arasında yapılan yayınlarla, zeytin kara koşnili, turunçgil kırmızı kabuklu biti, gri yumuşak koşnil, elma iç kurdu, şeftali güvesi, kene türleri (*Boophilus microplus* ve *Boophilus decoloratus*), bir turunçgil tripsi, glayöl tripsi, bir kırmızı örümcek ile *Rhagoletis completa* adlarında 11 böcek türünün bazı tarımsal ilaçlara karşı direnç geliştirdikleri saptanmış. Sonrasında, özellikle DDT gibi sentetik organik böcek ilaçlarının bulunmasından sonra tarımsal endüstri bir süreliğine de olsa rahatlamış. Hatta bu ilaçtan sonra böcek direncinin artık geçmişte kaldığı bile düşünülmüş. Ancak 1947'de, DDT'ye karşı dirençli karasinek popülasyonlarının belirlenmesi bu iyimser düşünceleri ortadan kaldırıver-

miş. Günümüzde 537 böcek türünün en azından bir tarımsal ilaca karşı direnç kazanmış olduğu saptanmış durumda.

## Direnç Ne Demek?

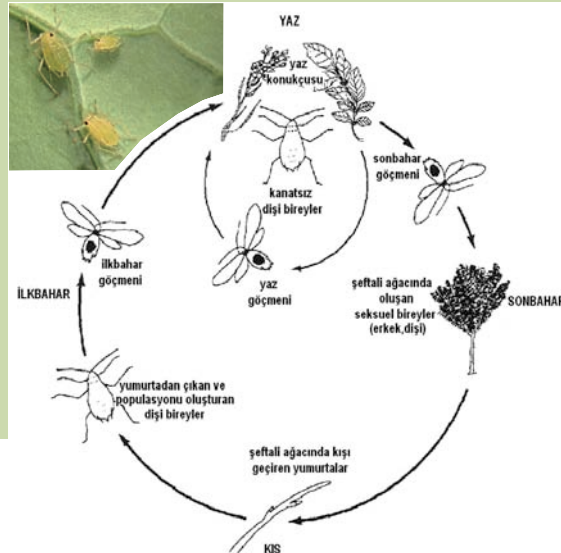
Böcek direnci konusunda araştırmacılar tarafından en kabul gören tanım, Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) ait. WHO'nun böcek ilacı uzmanlar komitesi, 1957'de, böcek ilaçlarına karşı geliştirilen böcek direncini “bir türün normal bir popülasyonundaki bireylerin çoğunu öldürdüğü kanıtlanan bir böcek ilacı dozunu, aynı böceğin diğer bir popülasyonunun tolere etme yeteneğinin gelişmesi” olarak yapmış. Birçok böcek türünde hızlı direnç gelişmindense, genetik yapıları ve yoğun tarım ilacı uygulamaları sorumlu tutulmuş. Böcek ilaçlarının kullanımıyla oluşan doğal seleksiyon sayesinde, di-

## *Myzus persicae*'nin Yaşam Döngüsü

Yeşil şeftali yaprakbiti (*Myzus persicae*), tüm dünyada bulunan ve ülkemizde de ürün kaybına neden olan önemli bir zararlı. Bunlar, yumuşak vücutlu ve genellikle yeşil, yeşilimsi sarı, pembe gibi değişik renklerde, 1-2 mm boyunda küçük böcekler. Bitki özsuyunu sokup emerek zarar yapıyorlar. Bu şekilde bitkide sararma ve yaprak kıvrılmasına neden oluyorlar. Ayrıca bitkilerde zararlı olan pek çok virüsün de vektörler. Beslenmeleri sırasında tatlı-yapışkan bir madde salgılayıp, bu salgıya saprofit mantarların yapışması sonucu, halk arasında “karaballık” olarak bilinen fumajine neden oluyorlar. Özellikle karıncalar salgılanan bu tatlı maddelere büyük ilgi gösteriyorlar.

*M. persicae*'nin yaşam döngüsü özellikle kışı sert geçen bölgelerde oldukça kar-

maşık bir yapıya sahip. Bu mevsimi primer konukçu olarak da bilinen ağaçların kabukları altında yumurta halinde geçiriyorlar. İlkbaharda havaların ısınmasına bağlı olarak ağaçlarda sürgün ve çiçek oluşumuyla birlikte yumurtalar açılıyor. Yumurtadan çıkan nimflerin (yavrular) tümü dişi ve dört nimf dönemi geçirdikten sonra ergin oluyorlar. Bu



bireyler aseksüel olarak canlı bireyler doğurarak (viparite) çoğalırlar. Hızla ve çok sayıda nimf meydana getirdiklerinden, kısa sürede yoğun bir popülasyon oluşturuyorlar. Ağaçlarda bu şekilde birkaç nesil verdikten sonra sekonder konukçu olarak bilinen tek yıllık bitkilere geçiyorlar. Bunlar patates, biber, patlıcan gibi değişik sebzelerle yabancı otlar ve süs bitkileri. Sekonder konukçularda yine aseksüel olarak canlı bireyler doğurarak çoğalırlar. Sonbaharda kanatlı bireyler aracılığıyla tekrar primer konukçularına dönüyorlar. Burada besin azlığı ve ışıklanma süresinin kısalması gibi değişik etkenlerle kış yumurtasını oluşturacak olan erkek ve dişi (seksüel) bireyler meydana geliyor. Bu bireyler çiftleşerek kışı geçirecek olan yumurtaları ağaç kabuklarının altı gibi korunaklı yerlere bırakıyorlar. İliman iklimli bölgelerde sürekli aseksüel olarak canlı bireyler doğurarak yaşamlarını devam ettiriyorlar. Kış yumurtası oluşturuyorlar.



renç genlerine sahip bazı böcekler yaşamda kalıp, direnci döllerine aktarıyorlar. Hassas böcekler, böcek ilaçları tarafından elimine edilirlerken, popülasyondaki dirençli böceklerin oranı artarak böcek ilaçları artık etki gösteremez olmuştur. Zararlılarda görülen hızlı direnç gelişimi de, böceklerin hızlı üreme kapasitesine sahip olmalarına, zararlıların göç ve konukçu dizisine, ilaçların kalıcılığı ve özellikleriyle, yapılan uygulamanın oranına, zamanlamasına ve sayısına bağlı bulunmuş.

## Direncin de Tipleri Var!

Böceklerde direnç gelişimi, böceği etkileyen mekanizmaları kullanma biçimine bağlı olarak, metabolik direnç, değiştirilmiş hedef-alan direnci, morfolojik direnç ya da penetrasyon direnci, davranışsal direnç olmak üzere dört bölümde gruplandırılmaktadır.

Metabolik dirençte, dirençli böcekler zehirli maddeleri duyarlı böceklerden daha hızlı etkisiz hale getirmekte ya da zehirli maddeyi hızlıca vücutlarından atabilmekte. Bu tip direnç en yaygın



Fındık kurdu (*Curculio nucum*) adıyla anılan böcek Karadeniz Bölgesinde fındıklara oldukça zarar veriyor, ama böcek bilimcilerimiz de, özellikle karbamatlı böcek ilaçlarına karşı fındık kurdunun direnç durumunu ortaya çıkaracak projeler yürütüyorlar.

olan direnç biçimi de. Böcekler, tarımsal ilaçları parçalamak için iç enzim sistemlerini kullanmakta, dirençli bireyler de bu enzimlerin çok etkili formlarına ya da fazla miktarda enzime sahip olmaktadır. Bu etkili enzim sistemleri geniş etki aralıkları sayesinde birçok tarımsal ilacı da kolayca parçalayıp etkisiz hale getirebilmekte. Karasineklerin DDT'ye gösterdiği direnç metabolik dirence verilen en çarpıcı örnek.

Böceklerde zehirli maddelerin etki ettiği yerler genetik olarak değişime uğrayabilir. Bu durum da böcek ilacı-

nın etkisini azaltır. Değişen hedef-alan direnci olarak yorumlanan bu direnç biçimi böcekler arasında yaygın olarak görülmekte. Tütün kapsül kurdu ve patates böceği bu tipte direnç gösteren böceklerden ikisi.

Morfolojik dirençte de (penetrasyonun azalması) böcek ilacı, böceğin vücuduna daha yavaş sızar. Bunun nedeni de, böceğin su geçirilmeyen, koruyucu, mumsu yapıdaki tabakasında yani kütikulasında ilaca karşı bariyerler gelişmesidir. Bu tip direnç kazanmış böcekler, farklı birçok tarım ilacına karşı da direnç gösterirler.

Bazı böcekler de, tehlikeyi önceden algılayıp, zehirli maddeden kaçabilmekte. Yani böcekler beslenmekten vazgeçmekte ya da ilacın bulunduğu bölgeden uzaklaşmaktadır. Bu, böcekler de "davranışsal direnç geliştirmiş" olarak yorumlanmaktadır. Bu tip direnç gösteren böcekler birçok tarım ilacına karşı bu direnci gösterebilmekte.

Böcekler belirlenmiş bu direnç mekanizmalarından birkaçını aynı anda kullanarak çoklu direnç gösterebildikleri gibi, böcek sahip olduğu direnç

## Tarımsal Alanlarımızın Önemli Zararlıları

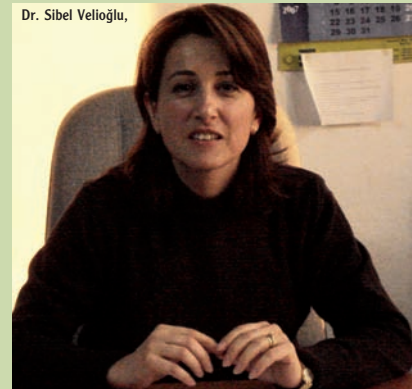
Yeşil şeftali yaprakbiti (*Myzus persicae* (Sulzer) - Homoptera: Aphididae) ve pamuk-tütün bezelyesineği (*Bemisia tabaci* (Gennadius) - Homoptera: Aleyrodidae), tarımsal alanların önemli zararlılarından. *M. persicae*, sebze, tütün, meyve ve süs bitkilerinde *B. tabaci* ise, pamuk, tütün, sebze ve süs bitkilerinde beslenerek ekonomik önemde zarar oluşturur. Yaprak alt yüzeyinde bulunmaları, hızlı üreme kapasitesine sahip olmaları, ayrıca bir üretim sezonu içerisinde çok sayıda döl verebilmeleri ve oldukça fazla konukçu dizisine sahip olmaları nedeniyle onlarla savaşım da oldukça zordur. Bu zararlılarla savaşımında etkisinin kısa sürede görülmesi nedeniyle kimyasal ilaçlar yoğun olarak kullanılır. Ancak, her iki tür de kullanılan bu kimyasal ilaçlara karşı kısa sürede dirençli hale gelir. Ayrıca, *M. persicae* aseksüel olarak çoğalan bir tür olduğundan anadaki direnç genleri aynen yavruya da geçer. Bu durumda da popülasyondaki dirençli bireylerin sayısı hızla artar. Direnç gelişimi sonucunda böcek ilaçlarının etkisizliği görülmekte ve bu durumda üreticiler genel olarak ilaçlama sayısını ve kullanım dozunu artırırlar. Sonuçta sürekli tüketilen ürünlerde ilaç kalıntısının oluşmasına yol açmakta. Bu durum da her şeyden önce insan sağlığını tehdit eden bir unsur olarak karşımıza çıkmakta. Ayrıca, hem etkisizlikten dolayı savaşımında oluşan başarısızlık ve hem de aşırı dozda ve sık ilaçlama nedenleriyle ortaya çıkan ekonomik kaybin yanı sıra, kalıntı nedeniyle ürünün ihracatının zorlaşması, çevre kirliliği ve doğal düşmanların et-

kilenmesi gibi pek çok sorunu da beraberinde getirmekte. Bu nedenlerle, direncin temelini anlaması ve zararlı popülasyonlarındaki direncin idaresi için direnç mekanizmalarının bilinmesi gerekmektedir. Direnç problemiyle ilgili en önemli aşama, düzenli aralıklarla izleme yapılarak olabildiğince erken dönemde tespit edilmesi. Böylece alternatif kimyasal maddelerin değerlendirilmesi ya da diğer mücadele önlemlerinin zamanında alınması mümkün olabilir. Böcek ilacı direncinin yönetimi aynı zamanda entegre mücadele programlarının da temel bir bileşeni.

Bu zararlılarla savaşımında kullanılan organik-fosforlu ve karbamatlı insektisitler böceğin sinir sistemini etkilemekte. Bu ilaçlar böceğe uygulandıktan sonra vücut içine alınmakta ve sinir siste-

mine ulaştığında asetilkolinesteraz (AChE) enzimini etkisiz hale getirmekte. AChE enziminin etkisiz hale gelmesi durumunda, asetilkolin tarafından başlatılan sinirsel iletim durdurulamamakta ve böcek, sinir sistemindeki sürekli iletim nedeniyle ölmekte. İnsektisit sinir sistemine ulaşamaması durumunda, AChE enzimi, asetilkolini hidrolize ederek sinirsel iletimin durdurulmasını sağlamakta. Böylece sinirlerde dalgalar halinde tekrarlayan iletim olmaktadır ve böcek normal yaşamını sürdürebilmekte. Sentetik piretroitli ilaçlardaysa, kimyasal uyarıcılar tarafından uyarılan sinir sistemi bu uyarıları elektriksel olarak hücrelere iletmekte. Böceklerin sinirsel iletiminde yer alan sodyum kanalları içerisindeki sodyum iyonları, bu iletişimde önemli rol oynamakta. Piretroitli insektisitlerle bu iletişimi engelleyerek sodyum kanallarını bloke etmekte ve böceklerde ölüme neden olmaktadır. Bu kanallarda meydana gelen değişimler sonucunda böcekler ilaçlardan etkilenmemektedir.

*M. persicae*'nin insektisitlere direnci dünyada 1970'li yıllardan itibaren önem kazanmaya başladı. Yapılan çalışmalarla, karboksilesteraz E4/FE4'ün aşırı miktarda üretiminin *M. persicae*'deki direnç mekanizması olduğu anlaşıldı. Fazla miktarda E4/FE4 bulunması halinde, insektisitler sinir sistemindeki hedefine ulaşmadan etkisiz hale getirilmekte ve yaprakbitleri ölmektedir. Tarladan toplanan yaprakbitlerinde biyokimyasal yöntemlerle karboksilesteraz E4/FE4 düzeyinin bireysel olarak ölçülmesiyle bu mekanizmanın varlığı laboratuvarında belirlenebilmektedir. Sahip oldukları E4/FE4 düzeyine göre *M. persicae* bireyleri du-



Dr. Sibel Velioglu,

mekanizması nedeniyle daha önceden hiç karşılaşmadığı ilaca da direnç gösterebilmekte. Bu durum da “çapraz direnç” olarak yorumlanmakta.

## Savaş Taktikleri

Böcekbilimciler, kimyasal savaşım da üreticilere izleyecekleri yollar açısından önerilerde bulunuyor, bir anlamda taktik veriyorlar. Örneğin, ilacı uygulama sırasında hata yaptıklarını varsayarak, “İlacın uygulanma zamanı ve dozu doğru mu? Uygun ilaç kullanıldı mı? İlaç uygun aletle atıldı mı? İlaç birden fazla kez uygulanmalı mı?” gibi sorulara yanıt aramalarını söylüyorlar. Yine, “ilaçlama aletine bağlı hatalar var mı?”, “çevresel koşulları ne durumda?” göz önüne almalarını söylüyorlar. Yani, “ilaçlamadan sonra yağmur yağdı mı, sıcaklık ve rüzgarın durumu nasıldı?” gibi parametreleri irdelemelerini salık veriyorlar.

Dünyada özellikle son otuz yıldır, tarımsal ilaçlara ve dolayısıyla böcek ilaçlarına karşı böceklerin ve akar gibi diğer cinslerin geliştirdikleri direnç ko-



Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata*)'nin larvaları yaklaşık 180 çeşit meyveye zarar veren bir böcek. Meyvenin etli kısmını tahrip etmekten hoşlanıyor ve direnç de geliştiriyor. Onun, “malathion” içeren böcek ilaçlarına direnç durumunun incelendiği araştırmaysa, ülkemizde ilk kez biyoassay yöntemlerinin yanında biyokimyasal yöntemlerle de böceklerin tarım ilaçlarına direncinin belirlendiği bir çalışma.

nusunda gerek biyokimyasal gerekse moleküler biyoloji alanında oldukça detaylı araştırmalar yapılıyor. Ülkemizde de bu konuyla ilgili dünyadaki gelişmelere paralel çalışmalar yapılıyor. Örneğin, Ankara Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü ile uluslararası işbirliği çerçevesinde TÜBİTAK desteğiyle yürütülen çalışmalar var. Bu çalışmalar sayesinde pamuk bitkisinin durumu da ortaya konulmuş. Şu anda da sebzeler üzerinde projeler yürütülüyor. Sözün özü, canlılar dünyasının boyu küçük, gücü büyük devleri, böcekleri, bilim ol-

dukça ciddiye alıyor; onlar üzerinde çok değişik konularda araştırmalar yürütüyor. Tarımcılara ya da böceklerle içli dışlı olan üreticilere de aynı ciddiyeti göstermelerini, böceklerle savaşırken oldukça dikkatli davranmalarını öneriyor.

Gülgün Akbaba

Yazının hazırlanmasında Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü'nden Dr. Sibel Veliöğlu ve Dr. Cem Erdoğan'a bilgilendirmelerinden dolayı teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

Ünal G., Gürkan M.O., “İnsektisitler” Ankara, 2001.  
Veliöğlu S., “Değişik Bölgelerden Toplanan *Myzus persicae* (Sulz.) Popülasyonlarının Farklı Gruptan Bazı İnsektisitlere Karşı Duyarlılık Farklarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar”, Doktora Tezi, 1999.

yarlı (S), orta düzeyde dirençli (R1), çok dirençli (R2) veya aşırı düzeyde dirençli (R3) olarak sınıflandırılmakta.

Daha sonraları bazı yaprakbitlerinin karboksilesteraz E4/FE4 düzeyleriyle karşılaştırıldığında beklenenden daha yüksek oranda bazı karbamatlı insektisitlere karşı dirençli oldukları tespit edildi. Bu yaprakbitleri laboratuvarında incelendiğinde asetilkolinesterazla ilgili ikinci bir direnç mekanizması ortaya çıkarıldı. Bu mekanizmaya göre, insektisit tüm engelleri aşarak sinir sistemine dolayısıyla AChE enzimine ulaşsa bile, enzimin Asetilkolin molekülüyle normal reaksiyona girmesini engellemekte. “AChE enziminin duyarsızlaşması” şeklinde adlandırılan bu direnç mekanizması, organikfosforlu ve karbamatlı insektisitlere direnç oluşmasına neden olmaktadır. Bu mekanizmada laboratuvarında bireysel olarak yaprakbitlerinden belirlenebilmekte. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda yalnızca pirimicarb ve triazamate adlı iki insektisit ile ilgili bu mekanizma belirlenmiştir. Bunlardan triazamate Türkiye’de ruhsatlı olmadığından, ülkemizde asetilkolinesterazla ilgili direnç mekanizması çalışmalarında yalnızca pirimicarb kullanılmaktadır. Bazı durumlarda zararlıda her iki direnç mekanizması ayrı ayrı görülebildiği gibi, birlikte de bulunabilmekte. Bu durumda direnç daha şiddetli olarak ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde, Akdeniz, Ege ve İç Anadolu bölgelerinden toplanan değişik *M. persicae* popülasyonları üzerinde biyodeneme (biyoassay) ve biyokimyasal çalışmalarla direnç düzeyleri ve mekanizmaları araştırılmış. Halen, konuyla ilgili çalışmalar uluslararası işbirliğiyle devam etmektedir.



*B. tabaci* ise 1974 yılında ülkemizde pamuk alanlarında büyük bir salgın yapmış ve o günden sonrada ana zararlı konumuna geçmiştir. Bu zararlıın, ana zararlı konumuna gelmesi aralarında insektisitlere direncin de bulunduğu pek çok faktöre bağlanmaktadır. Yaklaşık olarak yirmi yıldan fazla bir süredir beyazsineklerin mücadelesi organikfosforlu, organikfosforlu, karbamatlılar ve sentetik piretroitli insektisitler gibi çoğunlukla kullanılan, konvansiyonel insektisitlere dayanmaktadır. Ancak, beyazsineklerin savaşımalarında kullanılan bütün sınıflardan insektisitlere karşı direnç geliştirdikleri konusunda tüm dünyadan kayıtlar bulunmaktadır. *B. tabaci*'nin sentetik piretroitli insektisitlere karşı direnç oranının 2000 kata kadar ulaştığı ve bu direnç oranlarının ülkelere göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Yüksek piretroit direncinin yalnızca toplam esteraz enzim aktivitesiyle mümkün olamayacağı, hedef bölge direnciyle

le de ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Mixed Function Oxidase (MFO)'lar ile Glutathione S-transferazların beyaz sineklerde organikfosforlu ve piretroitillere karşı görülen dirence neden olabileceği belirtilmekte olup konuyla ilgili çalışmalar devam etmektedir. *B. tabaci*'nin organikfosforlu insektisitlere karşı direncinin coğrafik olarak yaygın olduğu bilinmektedir. *B. tabaci*'de organikfosforlu karşı dirençteki en etkili mekanizma, AChE enziminin duyarsızlaşması.

Beyazsineklerin taksonomisiyle ilgili olarak tartışmalar devam etmektedir. Beyazsineklerin insektisitlere direnciyle ilişkili olabileceği nedeniyle, direnç çalışmaları yanında biyotipleriyle ilgili çalışmalar da yürütülmektedir. Bu durum 1994 yılında Bellows ve Perring tarafından daha önceleri *Bemisia tabaci* B-biyotip olarak kabul edilen beyazsineklerin, *Bemisia argentifolii* adlı yeni bir tür olarak tanımlanmasıyla önem kazanmıştır. Halen bu yeni tür isminin geçerliliği ve kabulü üzerinde önemli görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda *B. tabaci*'nin birçok biyotipi belirlenmiştir. Örneğin, A-biyotip, B-biyotip, K-biyotip, M-biyotip, Q-biyotip vd. Yapılan direnç çalışmalarında elde edilen veriler beyazsineklerin biyotipleriyle birlikte değerlendirilmekte.

Ülkemizde, Adana, Antalya, İzmir ve Tarsus'ta pamuk ekili alanlarından toplanan *B. tabaci* popülasyonlarının direnç düzeyleri ve mekanizmaları üzerinde biyoassay ve biyokimyasal çalışmalar yapılmış olup, biyotipleri de belirlenmiştir durumda.

Dr. Sibel Veliöğlu,  
Dr. Cem Erdoğan