

Böceklerin insektisidlere karşı dayanıklılığı

Hasan Giray¹

Ö z e t

İkinci dünya savaşından bu yana zararlı böceklere karşı organik sentetik insektisidler geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Fakat zamanla bunlara karşı dayanıklı ırklar ortaya çıkmış ve halen de çıkmaya devam etmektedir. Bu nedenle de yapılan kimyasal savaş beklenen ölçüde başarılı olamamaktadır.

Bu makalede bitki koruma alanında ciddi bir sorun olarak karşımızda duran böceklerin insektisidlere dayanıklılığı, bunun saptanması, değerlendirilmesi, nedenleri, değişik tipleri, biyokimyasal ve genetik mekânizması açıklanmıştır. Ayrıca dayanıklılığın ortaya çıkmasını veya daha fazla gelişmesini önlemeğe yarıyacak başlıca pratik çareler üzerinde de durulmuştur.

G i r i ş

İnsan, evcil hayvan ve kültür bitkilerinin zararlılarından olan böceklerin, bunlara karşı savaşta kullanılan insektisid dediğimiz böcek öldürücü zehirli kimyasal bileşiklere karşı zamanla dayanıklı hale geldiği günümüzde üzerinde en çok durulan ciddi konu ve sorunlardan biridir. Bunun için önce, dayanıklılığın anlamını daha açık bilmek gerekecektir. Bir uygulamacı veya yetiştiriciye göre dayanıklılık, herhangi bir zararlı böceğe karşı kullanılan bir ilacın daha önceki etkili durumunu devam ettirmemesi yani etkisiz kalması manasını ifade eder. Bilimsel olarak ise, bir zararlı böcek türü bireylerinden yavrularına kalıtsal olarak geçmiş ve zehirli kimyasal bileşiğe karşı koyabilme yeteneğinin kazanılmış olmasıdır diye de tarif edebiliriz. Bu durum türler içerisinde dayanıklı ırklar olarak ortaya çıkar.

Tarımsal savaş alanında bir ilaca dayanıklılık ilk defa 1908 yılında A. B.D.'de *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst.) (Homoptera: Diaspididae)'a

¹) E.Ü. Ziraat Fakültesi Entomoloji ve Zirai Zooloji Kürsüsü Bornova-İzmir

karşı kükürt ve kireç bulamacı uygulanan elma bahçelerinde saptanmıştır. Yine aynı ülkede daha sonraları 1916 yılında **Aonidiella aurantii** (Mask.) (Homoptera: Diaspididae)'nin hidrojen siyanür gazına ve 1928 yılında **Laspeyresia pomonella** L. (Lepidoptera: Tortricidae)'nin arsenikli ilaçlara dayanıklı hale geldiği ortaya konulmuştur (Gunther and Jeppson, 1960). Fakat II. Dünya savaşından zamanımıza kadar çok değişik bileşik ve yarı organik sentetik ilaçların bulunması ve bunların zararlılara karşı geniş oranda kullanılması böceklerde bu ilaçlara karşı olan dayanıklılığı daha da arttırmıştır. Nitekim bu ilaçlardan ilki olan DDT'ye dayanıklılık ilk olarak ev sineği dediğimiz **Musca domestica** L. (Diptera: Muscidae)'da görülmüştür. Daha sonraları da bu ve diğer organik sentetik ilaçlara karşı bir çok böcek türlerinde dayanıklılık ortaya çıkmıştır. Kısaca belirtmek gerekirse Cherrett et al. (1971)'e göre halihazırda dünyanın değişik ülkelerinde 150-200 böcek türü, en az bir insektiside karşı dayanıklılık kazanmış durumdadır.

Yurdumuzda ise bitki koruma alanında kullanılan insektisidlerin zararlı böceklerde yaratmakta olduğu dayanıklılık sorununa araştırmacılarca son yıllarda gereken önem verilmeğe başlanılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarla da Güney Anadolu'da başta gelen pamuk zararlılarından **Spodoptera littoralis** (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae)'in bazı organik fosforlu ilaçlara ve Doğu Karadeniz bölgesinde önemli bir fındık zararlısı olan **Balaninus nucum** L. (Coleoptera: Curculionidae)'un carbamate grubundan olan insektisidlerden carbaryl ve methiocarb bileşiminde olan ilaçlara dayanıklılıkları Öden et al. (1975 a,b) tarafından saptanmış bulunmaktadır. Ege bölgesi tütün dikim alanlarında yetiştiricilerce devamlı bir şikâyet konusu olan bitki bitlerinden **Myzus persicae** (Sulz.) (Homoptera: Aphididae)'de bazı organik fosforlu ilaçların dayanıklılık meydana getirip getirmediği durumu da halen araştırılmaktadır (Zümreoğlu, 1976)¹.

Dayanıklılığın Saptanması ve Değerlendirilmesi Yöntemleri

Belirli yerde herhangi bir böcek türünde bir ilâca karşı kalıtsal bir dayanıklılığın olup olmadığını belirlemek için aynı türün ilâca duyarlı populasyonlarından alınacak temsilcileri ile birlikte aynı laboratuvar koşullarında ilaç denemeleri yapılması gerekir. Fakat burada en önemli husus ele alınacak türde gerçek bir dayanıklılığın bulunmasıdır. Zira bazı durumlarda zararlı için kullanılan ilâcın eksik atılışı, ilâçlamanın elverişsiz hava koşulları veya zararlının duyarlı dönemine uygun düşmeyen bir zamanda yapılması gibi nedenlerle bazen yanlıya düşülüp dayanıklılık olduğu ka-

¹) Zümreoğlu, S. 1976. Ege Bölgesi Tütün Dikim Alanlarında Tütün Yaprak Biti (**Myzus persicae** (Sulz.)'nin Insektisidlere karşı gösterdiği Direnç Üzerinde Araştırmalar. Bor-nova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Proje E.105.647 sayılı 1976 yılı çalışma raporu

bul olunabilir. Bu gibi olasılıkları yok edebilmek için doğa koşullarında gözlemleri bitkilerin birkaç yetiştirme mevsimi boyunca dikkatlice yapmalı, gerekirse bir böceğin değişik dönemlerinde çeşitli ilaç dozlarıyla denemeler yaptıktan sonra dayanıklılık hakkında bir karar verilmelidir.

Dayanıklılıkla ilgili laboratuvar denemelerinin yapılabilmesi için, önce teste tabi tutulacak insektisidin etkili maddesi değişik konsantrasyonlarda yani dozlarda aseton ve yağ gibi eritkenlerde eritilerek solusyonları hazırlanır. Hazırlanmış olan bu solusyonlar Bonnemaison (1969) ve Busvin (1971)'in bildirdiğine göre aşağıdaki yöntemlerden birine göre test için uygulanır.

1. Aseton, yağ veya aseton ve yağ karışımında bulunan zehirli eriyik, mikroenjektör yardımıyla denemeye alınan böcekler üzerine belirli standartlara göre birer damlacık olmak üzere bırakılır. Yurdumuzda Öden et al. (1975 a,b) tarafından **S. littoralis** ve **B. nucum**'a karşı yapılan dayanıklılık denemelerinde bu yöntem kullanılmıştır.

2. Yine yağ veya aseton içerisinde hazırlanmış solusyona yaprak, yaprak parçacıkları veya meyveler daldırılır. Bundan sonra böcekler salınır. Böylece ilaç kalıntısı doğal bir ortam üzerinde bulunduğundan bu yöntemle yapılan dayanıklılık testleri oldukça fazladır.

3. Uçucu olmayan yağlardan biri içerisinde eritilmiş olan zehirli kimyasal bileşik, petri ve benzeri cam kaplara konularak çalkalanır. Bu suretle ilacın bir tabaka halinde yayılıp yapışması sağlanır. Daha sonra da türlere göre değişebilecek sürede böcekler kaplar içersine bırakılarak ilaçlı yüzey ile temasa gelmeleri sağlanır. Başlangıçta bu yöntemden ev sineklerinde meydana gelen dayanıklılığın saptanmasında çok yararlanılmıştır. Daha sonraları da kültür bitkilerinde zararlı böceklerle karşı dayanıklılık testlerinde de uygulanmaya başlanmıştır. Bunların arasında Jassidae (Homoptera) türleri de bulunmaktadır.

4. Bir yağ içerisinde eritilerek hazırlanmış her hangi bir insektisid emme yeteneği yüksek kâğıtlara emdirilir. Aynı şekilde türlere bağlı olmak üzere belirli süre böceklerin ilaçlı kâğıtla temasa gelmeleri sağlanır. Bu yöntemde daha çok insan ve evcil hayvanların zararlılarından sivrisinek ve tahta kurusu gibi böceklerle ait dayanıklılık testleri yapılır. Ayrıca tarımsal alanda lahanaya sineği (**Hylemyia brassicae** Bouché) ve soğan sineği (**H. antiqua** Meig.) (Diptera: Muscidae)'ne karşı dayanıklılık denemelerinde de yararlanılmaktadır. Anbarlanmış ürünlerin zararlı böceklerine ait bu konudaki testlerde üzerlerinde kuru ilaç kalıntısı bulunan filtre kâğıtları ile gerçekleştirilmektedir.

Bir ilâcın değişik dozlarından denemeye alınan böceklerde meydana getirdiği yüzde ölüm oranlarının bulunmasına ait değişik formüller varsa da standart hale getirilmiş dayanıklılık denemelerinde genellikle Abbott formülü kullanılmakta ve öğütlenmektedir.

Denemelerin sonuçlarına göre elde olunan çeşitli ilâç dozları ile yüzde ölüm oranı arasındaki ilişkiden yararlanılarak dayanıklılığın belirlenmesinde önemli olan LD_{50} ve LD_{90} değerlerinin probit analizi ile ortaya konulması mümkündür. Bu konuda Düzgüneş ve Düzgüneş (1958) ve Finney (1964)'den faydalanılarak gerekli işlemler yapılır. Bu böcek türünün bir insektiside karşı dayanıklılık kazandığı saptandıktan sonra kaç kez dayanıklı hale geldiği ve dayanıklı ırkın LD_{50} ve LD_{90} değerlerinin duyarlı ırkın aynı değerlerine bölünmesi ile bulunmuş olur.

Dayanıklılığın Gelişmesi ve Ayrımı

Bir zararlı böceğe karşı insektisid veya grubunun uzun zaman devamlı olarak kullanılması halinde seleksiyon veya mutasyon yoluyla o böcekte ilâca karşı bir dayanıklılık ortaya çıkabilir. Yapılan araştırmalarla böcek, akar ve kemirgenlerden pestisidlere dayanıklı ırkların daha çok bir seleksiyon sonunda meydana geldiği görülmekte ve kabul edilmektedir (Cherrett et al., 1971). Bilindiği gibi böcekler heterozigot bir genetik yapıya sahiptirler. Bu duruma göre de bir böcek türünün geniş bir populasyonu için yapılan ilâçlamalarda sayıları başlangıçta az da olsa bazı bireyler dayanıklı genlere sahip genotip yapıları nedeniyle ilâcın öldürücü dozundan etkilenmeyerek hayatta kalırlar. Aynı ilâcın tekrar tekrar uygulanması halinde, dayanıklı bireylerin sayısı ileriki döllerde gittikçe artarak dayanıklı ırk populasyon içinde böylece çoğunluk kazanır. Bu şekilde önceden var olan dayanıklı genler seleksiyona yani seçmeye tabi olarak dayanıklılık da ortaya çıkmış olur.

Jones and Jones (1974)'a göre şurası da bir gerçektir ki döl verme süresi kısa olan bir böcek ve akar türlerine karşı ilâçlamaların sık sık yapıldığı yerlerde populasyon içinde dayanıklı ırkın genetik saflığı kısa bir sürede gittikçe artar ve daha sonra da bunlar populasyonun en büyük kısmını oluştururlar. Diğer taraftan bunun aksine olarak döl verme süresi uzun böceklerle karşı savaşta zayıf etkili ilâçlar aralıklı zamanlarda kullanıldığı takdirde dayanıklı ırkların meydana gelme olasılığı daha az olabilmektedir. Bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere dayanıklılığın çabuk olarak gelişmesinde kuvvetli ve devamlı bir seleksiyon olması gereklidir. Bu bakımdan ev sineği ve sivrisinek gibi türlerin bulunduğu yerlerde kuvvetli ve sık sık yapılan ilâçlamalar sonunda kültür bitkileri zararlı böceklerine oranla neden daha çabuk dayanıklı ırkların geliştiği ve ortaya çıktığı kolaylıkla kendiliğinden anlaşılabilir.

Böceklerde ilâçlara dayanıklılığın meydana gelişinin mutasyon dediğimiz genler üzerindeki kalıtsal değişmelerle de ortaya çıkabildiğine daha önce değinmiştik. Bu tarzdaki dayanıklılığın seleksiyona oranla çok daha az oluşabileceği üzerinde araştırmacılar birleşmektedirler. Bu yolla gelişen dayanıklılıkta insektisidler mutagenetik bir etmen olarak yol oynamakta, böylece normal genleri ilâçlara dayanıklı gelecek gen haline değiştirmekte, zamanla da bir böcek popülasyonunun ileriki döllerinde ilaçlara dayanıklı genlere sahip bireyler popülasyonda hakim duruma geçmektedir.

Böceklerde dayanıklılığın kazanılmasına olanak sağlayan nedenler aynı zamanda değişik tipte dayanıklılıkların ortaya çıkmasını sağlarlar. Bunları Bonnemaison (1969) ve Jones and Jones (1974)'dan yararlanılarak ayrı ayrı özetlemeğe çalışalım.

1. Davranışa ait Dayanıklılık

İnsektisid böceğin davranışında bir değişiklik yapar. Böylece bu davranışıyla böcek ilâçla temas etmekten kaçınır veyahutta çok kısa bir süre temas eder. Örneğin kurşun arseniyata dayanıklı hale gelmiş **L. pomonella** larvaları yumurtadan çıkıp meyvenin iç kısmına girerken meyve kabuğunu kemirirler. Fakat kabuk kısmı ilâçlı olduğundan yutmayarak dışarı fırlatırlar. Böylece mide yoluyla etki gösteren bu ilâcın zehir etkisinden korunmuş olurlar. DDT ile devamlı olarak ilâçlanmış yerlere Güney Amerika'da bazı sivrisinek türlerinin gelip konmaması da bu tipteki dayanıklılığa verilecek en belirgin bir örnektir.

2. Böceklerin İç ve Dış Yapısına bağlı Dayanıklılık

Böcek herhangi bir ilâca karşı tepki göstermez. Fakat vücudunun üzerinin tüylü veya derisinin kalın olması nedeniyle zehir vücudunun duyarlı kısmına ulaşip etkili olmaz. Veyahut da vücudu tarafından öldürücü miktarda ilâç alınmaz. Bu durum özellikle yağ dokularında eriyerek sinir sistemine etki yapan kontakt etkili DDT gibi ilâçlarda görülür.

3. Fizyolojik Dayanıklılık

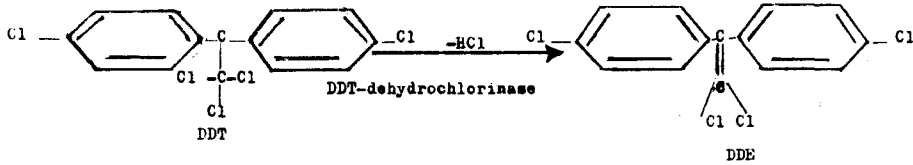
Organik sentetik ilâçlara karşı böceklerde görülen genel bir dayanıklılık şeklidir. Bir böceğe karşı savaşta kullanılan bir ilâç böceğin duyarlı dokularına kadar ulaşır ve bunların içine girebilir. Çok düşük dozları bir türün bazı bireylerini kolaylıkla öldürebildiği halde, aynı ilâcın yüksek dozları dahi aynı türün bazı bireylerini öldüremez. Çünkü böcekler salgıları, enzimleri, işe yaramayan yağ dokuları kalıntılarında zehirli bileşiği depolama, ilâcın etkisini bozma veya kâfi miktarda deriden ilâcın geçmesine engel olma gibi özel metabolizma yani fizyolojik faaliyetleri ile ilâçların zehir etkisinden korunmuş ve bu etkiyi azaltmış olarak dayanıklı hale gelirler.

Organik Sentetik İnkstisid Gruplarına Göre Dayanıklılığın Biyokimyasal ve Genetik Mekânizması

1. Klorlandırılmış Hidrokarbonlar

Yapılan araştırmalara göre böceklerde klorlandırılmış hidrokarbonlardan olan inkstisidlere karşı iki tip dayanıklılığın ortaya çıktığı saptanmıştır (Jones and Jones, 1974). Bunlardan birincisi DDT'ye dayanıklılıktır ki bunun içinde DDT'ye yakın olan DDE ve methoxychlore gibi bileşikler de yer almaktadır. İkincisi ise dieldrin'e karşı olan dayanıklılıktır. Burada da BHC, aldrin, heptaclor, toxaphane ve chlordan gibi inkstisidler ayrıca bulunmaktadır. Bu yolla bir ilaca karşı dayanıklı hale gelmiş bir zararlı türü ırkının bu ilaca yakın veya diğer gruptakilere dayanıklı hale gelmesine «melez dayanıklılık» da denilmektedir. Fakat hemen belirtmek gerekirse, bir ilaca karşı meydana gelmiş dayanıklılık, aynı grup içinde diğer inkstisidlere karşı ortaya çıkan melez dayanıklılıklardan ekseriya daha fazladır. Yine şurası da bir gerçektir ki klorlandırılmış hidrokarbonlarda meydana gelmiş bir dayanıklılık ekseriya organik fosforlularda gözükmez. Fakat bilinmeyen nedenlerle organik fosforlu ilâçlara dayanıklılık, klorlandırılmış hidrokarbonlara melez bir dayanıklılık olarak ulaşabilir.

Ev sinekleri üzerinde DDT ile yapılan birçok araştırmalar sonunda dayanıklılığın biyokimyasal ve genetik mekânizması bu ilâç üzerinde ilk defa etraflı olarak açıklanmıştır. Şöyle ki; DDT'ye dayanıklı ırklarda DDT-dehydrochlorinase adında bir enzim bulunduğu halde, DDT'ye duyarlı böceklerde hemen hemen yok gibidir. Bu enzim DDT'yi katolize ederek aşağıdaki formülde olduğu gibi onun molekülünden klorlu hidrojenin ayrılmasını sağlar.



Böylece DDT biyokimyasal olay sonunda 2,2 bis - (parachlorophenyl)-1,1 dichloroethylene ve kısaca DDE ile simgelenen zehirsiz bir bileşiğe dönüşmüş olur.

Dieldrin tipine giren inkstisidlere karşı dayanıklılığın meydana gelişi yine bazılarında enzimler sayesinde olabilmektedir. Diğer bazılarında ise bir böcek türü bireyleri içerisinde sinir sistemi yapısında ilâçlara karşı doğuştan var olan duyarlılık farklarından dolayı dayanıklılığın ortaya çıkabileceği kabul olunmaktadır. (Bonnemaison, 1969).

Ev sineklerinin klorlandırılmış hidrokarbonlardan olan insektisidlere dayanıklı hale gelmiş ırklarının kendi aralarında üretilmek suretiyle dayanıklılığın mekânizması yani dayanıklılığı sağlayan genler belirlenmiştir. Bu genler hakkında ortaya konan araştırma sonuçları Bonnemaison (1969) ve Jones and Jones (1974)'dan yararlanılarak aşağıda özetlenmiştir.

Dayanıklılığı sağlayan genler 2,3,4 ve 5 numaralı kromozomlar üzerine yerleşmiş durumdadır. Bu genlerin bazıları dominant, bazıları ressesif, diğer bazıları da bunlar arasında intermedier karakterler gösterirler. Homolog kromozomlarda bu genler aynı yerleşme yerlerinde birbirlerinin alternatifi diğer bir deyimle allel genler halinde bulunurlar. İşte allel gen gruplarına sahip farklı bireyler değişik yoğunluktaki insektisidlere dayanıklılık gösterebilirler. Klorlandırılmış hidrokarbonlardan olan insektisidlere karşı dayanıklılığı üç adet esas genin sağladığı saptanmıştır. Bunlar genetik simgeleri ile gösterebilecek olunursa; Deh, dominant bir gen olup 2 numaralı kromozom, ressesif genlerden kdr ve kdr-o 3 numaralı kromozom ve Md ise 5 numaralı kromozom üzerinde intermedier dominant karakterde olan genlerdir. Bunlardan Deh geni DDT-dehydrochlorinase enzimini kontrol eder ve böylece bu bileşiklere karşı böceklerde dayanıklılığı sağlar. Diğer taraftan kdr ve kdr-o ise sinir sisteminin duyarlılığını azaltarak DDT'nin ani etkisine karşı koyma görevini yerine getirmiş olur.

2. Organik Fosforlular

Organik fosforlu ilaçlara karşı dayanıklı hale gelmiş ev sinekleri üzerinde yapılan araştırmalarla dayanıklılığın bu bileşikteki ilaçlarla da nasıl oluşabildiği öğrenilmiştir. Duyarlı ev sineklerinde çok miktarda ali-esterase adında bir enzim vardır. Fakat henüz daha ne görev yaptığı bilinmemektedir (Cherret et al., 1971). Diğer taraftan dayanıklı ev sineklerinde bu enzim az, fakat organik fosfor bileşiklerinin zehir etkisini azaltan veya ortadan kaldıran phosphatase enzimi ise fazla oranda bulunur. Bu arada yapılan araştırmalara göre de duyarlı sineklerde ali-esterase'in ve dayanıklı ırklarda phosphatase'in kalıtsallığı ile ilgili bir faktör aynı kromozomda ve aynı yerdedir. Bu nedenle hassas sineklerde ali-esterase'in kontrol eden gen bir mutasyona uğradığında çok az farklı molekül yapısına sahip phosphatase enzimi sentezine imkân verebilecek bir gen haline geçer. Böylece dayanıklı ırklarda bu enzim, böceğin vücuduna alınan zehirli bileşiği yok etme yeteneğini kazanmış olur.

3. Carbamate'ler

Carbamate bileşimindeki ilaçlarda dayanıklılığın nasıl ortaya çıktığı yani bunun mekânizması üzerinde yapılmış çalışmalar elimizdeki litera-

türe göre oldukça azdır. Sadece O'Brien (1967)'in Georgion ve Metcalf'e aften bildirdiğine göre Carbamate'li bir ilâç olan ve MIP olarak bilinen 3-isopropyl phenyl methylcarbamate bileşimindeki bu insektisidle yapılan ilâçlamalarda dayanıklı ev sineklerinin duyarlı olanlarından iki kez fazla miktarda vücutlarına bu ilâcı aldıklarını saptamışlardır. Diğer taraftan ilâçlamadan iki saat sonra da dayanıklı ev sineklerinde zehirin % 85'e yakın kısmı metabolizma faaliyetleri sonunda kimyasal değişikliğe uğradığı halde, duyarlı sineklerde bu oran ancak % 23 oranında bulunmuştur. Sivrisinek larvaları üzerinde Carbamate'li insektisidlerle yapılan diğer araştırmalarla da dayanıklı ırklarda ilâcın zehir etkisinin metabolizma faaliyetleri sonunda daha fazla değişikliğe uğrayarak kaybolduğu dikkati çekmiştir. Alınan bu sonuçlara göre de bu insektisidlere karşı dayanıklı ırklarda ilâcın zehir etkisinin giderilmesini en fazla sağlayan mekânizmanın bir hidroliz olayı olduğunu göstermektedir (Bonnemaison, 1969).

İnsektisidlere Dayanıklı Irkların Ortaya Çıkmasını veya Daha Fazla Gelişmesini Önleme Çareleri

Tarımsal savaşta yararlanılan insektisidlere karşı dayanıklı böcek ırklarının meydana gelme olasılığını veya bunlara olan dayanıklılığın daha fazla gelişip yayılmasını önlemek için yine kimyasal savaş yöntemi için de ne gibi çarelere baş vurulabileceği aşağıda kısaca özetlenmeğe çalışılmıştır.

1. Zararlı böceklerin biyolojisi, ekolojisi incelenerek ve ekonomik zarar yapma eşikleri de dikkate alınarak gerektiğinde insektisidleri bunlara karşı kullanmalı, böylece sık sık ilâçlama yapmaktan kaçınılmalıdır.

2. Aynı gruptan olan veya aynı etkili maddeye sahip ilâçlar devamlı olarak bir zararlıya karşı uygulandığında dayanıklılığın ortaya çıkma olasılığı fazla olduğundan ilâçlamalar farklı grup veya etkili maddeyi kapsayan insektisidlerden biri kullanılarak yapılmalıdır.

3. Bazı durumlarda tek bir insektiside karşı çok kısa bir zamanda dayanıklı ırklar ortaya çıkabildiğinden, değişik etkili maddeli iki ilâcı gerektiğinde birbiri ile karıştırıp uygulama yoluna da gidilmelidir. Bu suretle birine dayanıklı hale gelmeğe yetenek kazanmış bireyleri, diğeri kolaylıkla yok edebilir.

4. Aynı şekilde başarı her hangi bir ilaca sinerjistlerin karıştırılmasıyla da sağlanabilir. Bilindiği gibi sinerjistler karıştırıldığı zehirli kimyasal bileşiğin etkisini olduğundan daha fazla arttırırlar veya ilâçlara dayanıklı hale gelmiş böceklerde, dayanıklılığın biyokimyasal mekânizmasında rol oynayan enzimlerin faaliyetlerini yavaşlatır veya engellerler. Bunlardan «WARF-antiresistant» tanınmış bir sinerjistir. Bu sinerjist dayanıklı ırk-

larda DDT-dehydrochlorinase enziminin faaliyetini engelliyerek DDT'nin normal etki yapmasını sağlar.

Fakat burada hemen belirtmek gerekirse önceleri dayanıklılığın önlenmesi ve giderilmesinde sinerjistlere oldukça güvenilmişse de son yıllarda insektisid ve sinerjist karışımı formülasyonlara dayanıklı böcek ırklarının da oluşmağa başladığı görülmüştür. Bu nedenle de sinerjistlerin seçiminde, yenilerinin bulunup uygulamaya konulmasında bu durum dikkate alınmalıdır.

S o n u ç

İnsanın kendisine ,evcil hayvanlara ve kültür bitkilerine zarar veren böcek ve hayvanlara karşı bulduğu savaş yöntemleri (özellikle kimyasal savaş yöntemi) ne kadar başarılı olursa olsun Darwin'in görüşüne göre de türlerin devamlılığı hiç bir zaman ortadan kaldırılamaz. Zira bir türün popülasyonu içersinde uygulanan savaş yöntemine karşı koyacak bireyler çıkacak, bunlar dayanıklı ırklar halinde yaşama ve üreme yeteneklerini gelecek döllere devamlı olarak intikal ettirerek türün var olmasını sağlayacaklardır. Hal böyle olunca bitki koruma bakımından zararlılara karşı yapılacak savaşta amaç; zararlı popülasyonlarını ekonomik zarar yapabileme eşiği altında tutmaya gayret etmektir. Bunun için de son yıllarda üzerinde önemle durulan ve bütün savaş yöntemlerini içeren tamamlayıcı (integre) savaş yöntemi en ideâl bir savaş yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Zira bu savaş yönteminin uygulanması, aynı zamanda böcek ve diğer zararlılarda pestisidlere karşı ortaya çıkan ve gittikçe yaygınlaşan dayanıklılık ve kimyasal savaşın nedeni olduğu başka sorunların çözümünde de yararlı sonuçlar verebildiği artık kabul edilmiş bulunmaktadır.

S u m m a r y

Resistance to insecticides

Since II. World War, the organic synthetic insecticides have been widely used in the plant protection. Due to continuous usage of them the resistant strains to insecticides have also been developed and are still ocured in the pest populations all over the world.

Today, the resistance of insects to insecticides is a serious question or problem for the plant protection. In this paper, estimations, causes, different types, biochemical and genetic mechanisms of the insect resistance were discussed. Furthermore the preventive measures against to resistance were also mentioned.

L i t e r a t ü r

- Bonnemaïson, L., 1969. Resistance des Arthropodes aux insecticides et acaricides. *Phytoma*, 205, 13-29; 206, 21-32,
- Busvin, J.R., 1971. Techniques for testing insecticides. Henry Ling Ltd, the Dorset Press, Dorchester, 345 s,
- Cherrett, J.M., Ford, J.B, Herbert. I.V. and Probert A.J., 1971. The control of injurious animals. The English Universities Press Ltd, London, 210 s.
- Düzgüneş, Z. ve Düzgüneş, O., 1958. Entomolojide istatistik metodları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, N, 140, Ankara, 166 s,
- Finney, D.J., 1964, Probit analysis a statistical treatment of sigmoid response curve. Second edition, The Cambridge Univ. Press, London.
- Gunther, F.A. and Jepson, L.R. 1960, Modern insecticides and world food production. John Wiley and Sons Inc., London, 284 s.
- Jones. F.G.W. and Jones M.G., 1974. Pests of field crops (second edition). Edward Arnold (Publishers) Ltd., London 448 s.
- O'Brien, R.D., 1967, Insecticides action and metabolism. Vol. I. Academic Press, New York and London, 332 s.
- Öden, T., Temizer, A., Ersoy, G. ve Kılıç, B., 1975 (a), Fındık kurdu (*Balaninus nucum* L.)'nun carbaryl ve methiocarb'a karşı direnci üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bül.* 5 (1) : 38-42.
- _____ , ve Kunter, K. 1975 (b). Antalya bölgesi pamuk yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis* Bois.)'nun insektisidlere karşı direnci. *Ibid*, 5 (2) : 97-106,