



Examination on Pesticides

Coşkun Aslan, Aysel Kekillioğlu, Murat Şen and Arif Kizilirmak

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

September 13, 2021

PESTİSİTLER ÜZERİNE İNCELEME

Coşkun ASLAN

Derinkuyu MYO, Veterinerlik, Laborant ve Veteriner Sağlık

caslan@nevsehir.edu.tr

ORCID No: 0000-0002-5735-2694

Aysel KEKİLLİOĞLU

Derinkuyu MYO, Veterinerlik, Laborant ve Veteriner Sağlık

akekillioglu@nevsehir.edu.tr

ORCID No: 0000-0002-5841-9408

Murat ŞEN

Derinkuyu MYO, Veterinerlik, Laborant ve Veteriner Sağlık

muratsen@nevsehir.edu.tr

ORCID No: 0000-0002-6476-6385

Arif KIZILIRMAK

Derinkuyu MYO, Veterinerlik, Laborant ve Veteriner Sağlık

arifkizilirmak@nevsehir.edu.tr

ORCID No: 0000-0002-1658-2645

ÖZET

Pestisit terimi kısaca pest (haşarat) adı verilen zararlı canlıları öldürmek için kullanılan madde anlamına gelir. Pestisitlerin kullanımı, tarihçiler tarafından M.Ö. 1000 öncesine kadar izlenmiştir. Pestisitler, böcekler, kemirgenler, yabancı otlar ve bir dizi diğer istenmeyen organizmaları önlemek, yok etmek, püskürtmek veya hafifletmek için kullanılan maddelerdir. İnsan, hayvan ve bitkilere etkileri olan ayrıca besin değeri olan maddeleri her aşamada etkileyen ve besin değerini azaltan veya hasara uğratan zararlıları öldürmek için kullanılmaktadır. Pestisitler, haşareleri kontrol etmek ve öldürmek için çok sayıda tarımsal, ticari, konut ve endüstriyel uygulamalarda geniş çapta uygulanmaktadır. Pestisitler toplumun hastalıklarla savaşmasına ve tarımsal üretkenliği artırmasına yardımcı olurlar. Farklı kullanımlara, hedef türlerde etki mekanizmalarına ve hedef olmayan organizmalarda zehirli

etkilere sahip birkaç farklı pestisit sınıfı vardır. Pestisitler çok sayıda uygulamadan sonra havaya, suya, toprağa ve biyokütleyle taşınabilir olması nedeni ile ekosistem ve insan sağlığı için risk oluşturabilirler. Bu yüzden pestisitler toksikoloji yönünden önemli maddelerdir. Bu derlemede pestisitler hakkında genel bilgi ve pestisitlerin etkiledikleri parazit çeşidine göre sınıflandırılması hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca ülkemizde kullanılan pestisitler hakkında da bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pestisitler, Böcekler, Kemirgenler, Yabani otlar, Sağlık, Çevre, Besin.

EXAMINATION ON PESTICIDES

ABSTRACT

The term pesticide briefly means the substance used to kill harmful creatures called pest(insects). The use of pesticides has been traced back to 1000 BC by historians. Pesticides are substances used to prevent, destroy, repel or mitigate insects, rodents, weeds and a host of other unwanted organisms. It is used to kill pests that have effects on humans, animals and plants, as well as affect substances with nutritional value at every stage and reduce or damage their nutritional value. Pesticides are widely applied in numerous agricultural, commercial, residential and industrial applications to control and kill pests. Pesticides help society fight disease and increase agricultural productivity. There are several different classes of pesticides with different uses, mechanisms of action in target species and toxic effects on non-target organisms. Pesticides can pose a risk to the ecosystem and human health since they are transportable to air, water, soil and biomass after many applications. Therefore, pesticides are important substances in terms of toxicology. In this review, general information about pesticides and information about the classification of pesticides according to the parasite type they affect is given. In addition, information was given about the pesticides used in our country.

Keywords: Pesticides, Insects, Rodents, Weeds, Health, Environment, Nutrition.

GİRİŞ

Pestisitler, gıda temini için rekabet eden, konforu olumsuz etkileyen veya insan sağlığını tehlikeye atan zararlıları önlemek, kovmak veya yok etmek için kullanılan maddelerdir. Bu amaçla çeşitli bileşik sınıfları kullanılmaktadır. Yaklaşık 900 aktif bileşene sahip 20 000'den fazla pestisit ürünü, insektisit, akarisit, herbisitler, rodentisit, nematositler, fungusit, fumigantlar, afisit ve bitki büyüme düzenleyicileri olarak kullanılmak üzere tescil edilmiştir. Pestisitler çevrede her yerde bulunur. Yiyeceklerde, suda, evlerde, okullarda, işyerlerinde, çimlerde ve bahçelerde bulunurlar. Pestisitlerin ekonomik, çevresel ve halk sağlığı üzerine önemli etkileri vardır. Pestisit kullanımı, daha fazla bulunabilirlik, daha uzun depolama ömrü ve daha düşük gıda maliyetleri yoluyla insan beslenmesini iyileştirmeye yardımcı olur. Pestisitler ayrıca gıda kaynaklı ve vektör kaynaklı hastalıkların kontrolüne de yardımcı olur. Pestisitler ayrıca toksik maddeler oldukları ve çevreye geniş çapta salındıkları için insan sağlığı açısından da endişe vericidir (1, 2).

PESTİSİTLERİN SINIFLANDIRILMASI

Pestisitlerin etkilediği parazit çeşidine göre sınıflandırılması
1-İnsektisitler
2.Akarisitler
3.Afisitler
4.Rodentisitler
5.Mollussisitler
5.Avisitler
6.Herbisitler
7.Fungisitler

İNSEKTİSİTLER

1-Organoklorlu İnsektisitler

Çok çeşitli böcekler için olumlu toksisitesinin yanı sıra, renk, koku ve cilt tahrişi olmaması ektoparazitlerin kontrolü için ideal bir kimyasaldır. Sivrisinek ve karasinek larvalarına, tüm önemli ısırın sineklerin (karasinekler, çeçe sinekleri, tatarcıklar, at sinekleri) yetişkinlerine ve

karasineklere, tahtakurularına, pirelere ve kenelere karşı etkilidir. İnek sütünde biriktiği için süt sığırlarının yemlerinde kullanımı ilk zamanlardan beri yasaklanmıştır. DDT, Colorado patates böceği, Avrupa mısır kurdu, çeşitli yaprak biti türleri, pire böcekleri, yonca bitleri, bezelye yaprak bitleri, Japon böcekleri, morina güvesi, oryantal meyve güvesi ve daha pek çoğu dâhil olmak üzere çok çeşitli böceklerin kontrolü için kullanılmaktadır. DDT özellikle akarlarının kontrolünde etkisizdir. DDT'nin özellikle tarımda kullanımı, biyobirikim özelliği nedeniyle gelişmiş ülkelerde yasaklanmış olmasına rağmen dünyanın bazı bölgelerinde böcek hastalık vektörleriyle mücadelede kullanılmaya devam edilmektedir. DDT'nin insektisit özelliklerinin keşfi, benzer organoklor bileşikleri arayışını teşvik etmiştir. Yüzlerce bileşik sentezlenmiş olmasına rağmen, sadece birkaçının yeterince aktif olduğu ve ticari kullanım için uygun düşük maliyetli olduğu bulunmuştur. DDD, DFDT, DNP, DNB, etilen, metoksiklor, dikofol, klorfenetol ve klorobenzilat DDT analog örnekleridir. Organofosforlu ve karbamatlı insektisitler gibi bazı insektisitler için, bunların sinir sistemi üzerindeki etkilerinin öncelikle kolinesteraz enziminin inhibisyonundan kaynaklandığı iyi bilinmektedir (3). Organoklorlu insektisitler için en az iki farklı etki mekanizması vardır (4). DDT tipi organoklorlu (diklorodifeniletanlar) insektisitler, sodyum (Na) akışını yavaşlatıp ve potasyum (K) akışını engelleyerek periferik sinirleri ve beyni etkiler. Bu, nöronda hücreyi kısmen depolarize eden aşırı hücre içi K ile sonuçlanır. Aksiyon potansiyeli eşiği azalır, bu da nöronun erken depolarizasyonuna neden olur. Aril hidrokarbonlar ve siklodienler, azalan aksiyon potansiyellerine ek olarak, GABA'nın sinaptik sonrası bağlanmasını engelleyebilir (5). Siklodien organoklorlu insektisitler, GABA'nın reseptörüne bağlanmasının yarışmalı inhibisyonu ile etki eder ve nöronun uyarılmasına neden olur (6). DDT oldukça yavaş hareket eder. DDT ile zehirlenmiş böceğin vücudunda ve uzantılarında karakteristik olarak "DDT titremeleri" olarak bilinen titremeler vardır. Zehirlenme belirtilerinin sırası ile bacakların hiperekstansiyonu ve koordine olmayan hareketler, vücutta titreme, ataksi (koordineli hareket kaybı), dış uyaranlardan kaynaklanan hiperaktivite, tekrar tekrar sırt üstü düşme ve doğrulma çabaları, hızlı titremelerin kaybolması, felç ve ölümdür. DDT'nin öncelikle nöronlar üzerinde etki ettiği ve aksonal ve sinaptik iletimi engellediği artık iyi bilinmektedir (3). DDT, farelerde 250 mg/kg'lık bir ÖD₅₀'ye sahiptir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀ değerleri metoksiklor, 600 mg/kg (7); TDE, 3400 mg/kg; dikofol, 570-595 mg/kg; ve klorobenzilat, 2784-3880 mg/kg'dır. Son iki bileşik çok az insektisit aktiviteye sahiptir ancak iyi akarisitlerdir. (8). Elbette ÖD₅₀ değerinde tür farklılıkları vardır, ancak fareler diğer memelilere göre DDT'ye daha duyarlı görünmektedir. Ölüm genellikle zehirlenmenin konvülsif aşamasında solunum yetmezliğinden kaynaklanır. Sinir sistemi dışında, karaciğer DDT'den önemli ölçüde

etkilenen diğerk tek organdır. Potansiyel olarak ölümcül DDT dozları, karaciğerk hücrelerinin fokal nekrozuna neden olur (3).Heksaklorosikloheksan (HCH, BHC) teorik olarak birçok izomeri vardır. Saflaştırılmış γ izomeri lindan olarak adlandırılır (8). Sadece lindan böcekler ve diğerk organizmalara karşı yüksek toksisiteye sahiptir. Lindan, böceklerin sinirlerinde asetilkolin birikmesine neden olur, ancak kolinesteraz enzimini inhibe etmez. Etki mekanizması, GABA kapılı klorür kanalının bloke edilmesi olarak kurulmuştur (3). HCH'nin etkileri yüzeysel olarak DDT'nin etkilerine benzer, ancak çok daha hızlı gerçekleşir ve böceklerde çok daha yüksek solunum hızına neden olur (9). Çoğuk böceğek karşı DDT'den beş ila on kat daha etkilidir ve DDT'den daha akut bir sinir zehridir. Böceklerde zehirlenme belirtileri titreme, ataksi, kasılmalar, sırt üstü düşme, bitkinlik, felç ve ölümkü içerir (3). Lindan, sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 125 mg/kg'dır. Böcekler için 1-10 mg/kg ÖD₅₀ değerkine sahip geniş spektrumlu bir insektisittir (10). Solunum hızında artış, ardından huzursuzluk, tüm vücutta titreme, tükürük, diş gıcırdatma ve kasılmalar; ardından solunumun yavaşlaması, kalp durması ve ölümkü gerçekleşir. İnsanda semptomlar baş dönmesi, baş ağrısı, halsizlik, ishal ve epileptiform atakları içerir (3).Siklodien bileşikleri, oldukça aktif bir insektisit grubudur. Ancak birçoğunun kalıcılığı uzundur ve kullanımları sınırlıdır. Bunlara klordan, heptaklor, aldrin, dieldrin, isodrin, endrin, endosulfan, mireks, klordekon, klorlu terpen ve kampheklor dâhildir (10). Siklodien bileşikleri, diğerk çoğuk klorlu hidrokarbon insektisit gibi, nörotoksik maddeler olarak işlev görür (3). Siklodienler pozitif bir sıcaklık korelasyonuna sahiptir ve artan ortam sıcaklığı ile toksisiteleri artar. GABA (g-aminobütirik asit) reseptörü adı verilen inhibitör mekanizma üzerinde etki gösterdiği bilinmektedir. Siklodienler, reseptöründe inhibitör bir nörotransmitter olan GABA'nın bağlanmasının yarışmalı inhibisyonu ile hareket ederek nöronların uyarılmasına neden olur. Hem GABA_A hem de GABA_B reseptörleri memeli toksisitesinde hayati bir rol oynar (11). DDT ve klorlu siklodienler arasındaki önemli bir fark siklodienlerin sağlam deriden emilmesidir. Memelilerde zehirlenmenin en belirgin belirtileri konvülsiyonlardır. Bu semptomlar, diğerk herhangi bir toksisite belirtisi ortaya çıkmadan önce bile ortaya çıkabilir. Konvülsiyonlara kafa karışıklığı, uyarılabilirlik, koordinasyonsuzluk ve bazı durumlarda koma eşlik edebilir. Yüksek oral ve dermal toksisiteleri, karaciğerk hücreleri üzerindeki etkileri, tümör üretme potansiyeli ve zararlı çevresel etkileri nedeniyle, bu insektisitlerin çoğunun termit kontrolü dışında tarım ve halk sağlığında kullanımı yasaklanmıştır (3). Bu insektisitlerin sıçanlardaki oral ÖD₅₀ değerkleri aldrin, 38-67 mg/kg; dieldrin, 37-87 mg/kg; klordan, 367-515 mg/kg; endrin, 7-15 mg/kg; heptaklor, 147-220 mg/kg; endosulfan, 18-43 mg/kg; klordekon, 114-140 mg/kg; mireks, 306 mg/kg; ve toksafen, 69 mg/kg'dır. Bu nedenle, siklodienler memeli toksisitesinde büyük farklılıklar gösterir (8).

2-Oganofosforlu İnektisitler

Organofosfor (OP) bileşikler günümüzde kullanılan en büyük inektisit gruplarından biridir. OP inektisitlerin toksisitesi asetilkolinesteraz enzimini inhibe etme yeteneklerinden kaynaklanmaktadır (10). Böceklerde zehirlenme belirtileri kabaca genel sinir zehirlenmesi modelini takip eder, yani huzursuzluk, aşırı uyarılabilirlik, titreme (özellikle ekstremiteelerde), kasılmalar, felç ve ölümdür. Semptomlar yavaş ortaya çıkar ve birkaç saat veya 24 saate kadar ölüm meydana gelebilir (3). Klinik belirti ve semptomlar bradikardi, hipotansiyon, burun akıntısı, bronşit, bronkospazm, öksürük, artan tükürük, mide bulantısı, kusma, depresyon, karın ağrısı, ishal, idrarını tutamamak, bulanık görme, artan lakrimasyon, miyoz, aşırı terleme, endişe, huzursuzluk, ataksi, konvülsiyonlar, uykusuzluk, tremor, koma, reflekslerin kaybolması ve dolaşımın çökmesidir (12). Bir asetilkolin antagonisti olan atropin, OP bileşikleri ile zehirlenmede kullanılan en eski panzehirdir. Huzursuzluk, titreme, kas spazmları, yüz kaslarının fibrilasyonu vb. gibi nöromüsküler kavşaklardaki etkiler, atropin ile birlikte oksimler ile tedavi edilerek giderilir. Oksim, inhibe edilen kolinesteraz ile birleşir ve OP parçasını ondan uzaklaştırır, böylece enzimi serbest bırakır (3). Diklorvos evcil hayvan pire tasmalarında kullanılır. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 56-80 mg/kg'dır. Naled öncelikle yetişkin sivrisinek ve karasinek popülasyonlarını kontrol etmek için kullanılır. Ayrıca evcil hayvan pire tasmalarında da kullanılır. Naled' in sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 430 mg/kg'dır. Dikrotofos sistemik bir inektisit ve akarisit. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 17-22 mg/kg'dır. Mevinfos böcekleri ve örümcek akarlarını kontrol etmek için temaslı ve sistemik bir inektisit ve akarisit. Sıçanlarda 3-12 mg/kg oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir. Klorfenvinfos, kök kurtçukları, kök kurtları, kesme kurtları, Colorado patates böcekleri ve pamuk beyazsinekleri dâhil olmak üzere çok çeşitli haşerelerin kontrolüne yönelik bir inektisittir (8). Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ değeri 10-39 mg/kg'dır (13). Tetraklorvinfos karasineklerin, kanatlı bitlerinin, akarların, kenelerin kontrolü için temas ve mide zehiri aktivitesine sahip bir inektisit ve akarisittir. Ayrıca hayvan yemi için larvisit olarak da kullanılır. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si >2000 mg/kg'dır (14). Paratyon yapraktan böcek ve akarların kontrolü için temas ve mide zehiri aktivitesine sahip bir inektisit ve akarisittir. Sıçanlarda 3,6-10 mg/kg oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir. Metil paratyon koza kurdu, tırtılı solucan ve yaprak bitini kontrol etmek için temas ve mide zehiri olarak etkili bir inektisit ve akarisittir. Sıçanlarda 14 mg/kg'lık bir oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir. Klorpirifos çok çeşitli zararlılara karşı temas ve mide zehiri aktivitesi olan bir inektisittir. Sıçanlarda 96-270 mg/kg'lık bir oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir. Diazinon emici ve yaprak yiyen böceklerin kontrolü için bir inektisittir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 150-220 mg/kg'dır (8).

Fenitrotyon çok çeşitli zararlılar üzerinde etkili olan güçlü bir temas insektisittir. 250 mg/kg sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir (15). Kumafos sığır kurtçukları, bitler, uyuz, sinekler ve keneler dâhil olmak üzere çok çeşitli hayvancılık böceklerinin kontrolü için bir insektisittir. Ayrıca kovanlarda varroa akarlarını ve küçük kovan böceklerini kontrol etmek için kullanılır. Sıçanlarda 13-41 mg/kg oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir. Triazofos bazı nematodal aktiviteye sahip geniş spektrumlu bir insektisit ve akarısittir. Yaprak bitleri, böcekler, yapraktan beslenen larvalar, meyve sinekleri, çekirgeler, yaprak avcıları, pullar, toprak böcekleri, beyazsinekler ve nematodların kontrolünde kullanılır. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 57-59 mg/kg'dır (8). Fentiyon meyve sinekleri, sivrisinekler ve diğer böceklerin kontrolü için kullanılan insektisittir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 180-298 mg/kg'dır (16). Foksim çok çeşitli böceklerin kontrolü için geniş spektrumlu ilaçtır. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si >2000 mg/kg'dır. Pirimifos-etil geniş spektrumlu bir insektisittir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 192 mg/kg'dır. Pirimifos metil çeşitli böceklere karşı fumigant etkisi olan bir temas insektisittir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ >2000 mg/kg'dır. Malatyon ev, bahçe ve sera zararlılarını kontrol eden güvenli bir insektisittir. Malatyon, sıçanlarda 900-5800 mg/kg'lık bir oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir. Dimetoat yaprak bitleri, yaprak bitleri, beyazsinekler ve akarlar gibi çok çeşitli böceklerin kontrolü için temas ve mide zehiri aktivitesine sahip sistemik bir insektisit ve akarısittir. 235 mg/kg sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir (8). Azinfos metil ısırın ve emen böceklere karşı bir insektisit ve akarısittir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 4,4-16 mg/kg'dır (17). Diğer organofosforlu insektisitler azinfos-etil, metidatyon, fosmet, fonofos, kadusafos, klormefos, etoprofos, fosalon, tiyometon, protiofos etiyon, oksidemeton metil, piraklofos, profenofos, azametifos, triklorfon, aseptat, metamidofos, disülfoton, fosrat, piridafentiyon, temefos, monokrotofos, krotoksifos (8).

3-Karbamat İsektisitler

Genel olarak karbamatlı insektisitler fizostigminin sentetik türevleridir (10). Karbamatlar, asetilkolinesteraz ile organofosfor insektisitler gibi aynı şekilde reaksiyona girer. Bu nedenle karbamatların toksik olmasının nedeni asetilkolinesteraz enzimini inhibe etme yeteneklerinden kaynaklanmaktadır. Bunun sonucu sinir sinapsında asetilkolin birikmesine ve sinir fonksiyonunun bozulmasına neden olmaktadır (9). Genel olarak, karbamat insektisitler tarafından zehirlenme semptomları organofosfor bileşikleri tarafından üretilenlere benzerdir ve miyozis, bulanık görme, halsizlik, mide bulantısı, kusma, terleme, tükürük salgısı, gözyaşı, idrara çıkma, akciğer ödemi ve kasılmaları içerir. Ölüm, solunum yetmezliğinden meydana gelir. Bu semptomların ortaya çıkma hızı ve şiddeti, emilen kimyasalın miktarına, toksik maddenin kimyasal yapısına, vücuda giriş şekline ve hayvanın bileşiği metabolize etme ve

yan ürünleri ortadan kaldırma yeteneğine bağlıdır. Akut bir karbamat insektisit dozu, yukarıda açıklanan semptomların çoğunu üretecektir. İnsanların öldürücü olmayan dozlara maruz kalması genellikle baş ağrısına, tükürük salgılamasına, mide bulantısına, kusmaya, kas güçsüzlüğüne ve ishale neden olur. Bu semptomlardan iyileşme genellikle maruziyetten sadece birkaç saat sonra tamamlanır. Çoğu karbamat, dermal absorpsiyon ile oral yoldan çok daha az toksiktir. Böceklerde ki semptomlar arasında hiperaktivite, koordinasyon bozukluğu (ataksi), kasılmalar, felç ve ölüm bulunur. Böcek zehirlenmesinin dikkat çekici özelliği, böceğin ölmeden önce uzun süreli felçlere dayanabilmesidir. Muhtemelen, karbamat hızlı bir şekilde metabolize edilir ve inhibe edilen asetilkolinesteraz da oldukça hızlı bir şekilde yeniden üretilir ve iyileşmeye izin verir (3). Atropin, karbamat zehirlenmesi için tercih edilen ajandır (12). Karbaril yaprak bitleri, morina güveleri, koza kurdu, tırtıllar ve koza böcekleri gibi 50 kadar böcek türünü kontrol eden geniş spektrumlu bir insektisittir, ancak karasineklere, bazı yaprak bitlerine ve örümcek akarlarına karşı etkisizdir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 500-700 mg/kg'dır (18). Aldikarb yaprak bitleri, akarlar, Colorado patates böcekleri, trip, koza bitleri, yaprak bitleri, tel kurtlar, yaprak avcıları, nematodlar ve diğerlerine karşı kullanılan sistemik bir insektisit/akarisit/nematittir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 1 mg/kg'dır (19). Metomil koza kurdu, yonca biti, çekirge, yaprak biti, tütün tomurcuk kurdu, tırtıl, mısır yuvarlak kurdu ve diğerlerinin kontrolü için geniş spektrumlu bir insektisittir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 17-26 mg/kg'dır (20). Propoksur karınca, hamamböceği, cırcır böceği, sivrisinek, çekirge, triplere karşı temas ve mide zehiri insektisittir. Ayrıca yapısal haşere kontrolünde, tarımsal tesislerde, ticari tesislerde ve evlerde kullanılır. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 95-104 mg/kg'dır. İsoprokarb yaprak ve bitki bitlerinin kontrolüne yönelik temaslı bir insektisittir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 450 mg/kg'dır. Karbofuran yaprak bitleri, çinç böcekleri, mısır kök kurtları, çekirgeler, yeşil böcekler, yaprak böcekleri, ligus böcekleri, nematodlar, şeker kamışı böceği, tripler, yabani otlar ve tel kurtlarının kontrolü için sistemik geniş spektrumlu bir insektisit ve nematisittir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 8 mg/kg'dır. Oksamil pire böcekleri, yaprak avcısı ve nematodların kontrolü için sistemik bir insektisit ve nematittir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 5,4 mg/kg'dır. Alanikarb toprak tedavisi veya tohum tedavisi olarak kullanılan bir mide zehiri ve temas insektisittir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 440 mg/kg'dır (8).

4-Bitkisel İsektisitler

Nikotine ek olarak, diğer iki yakından ilişkili bileşik, yani nornikotin ve anabazin de bazı insektisidal aktiviteye sahiptir (3). Nikotin, asetilkolinin bazı etkilerini taklit ettiği için asetilkolinin nikotin tarafından taklit edilen bu etkilerine "nikotinik etkiler" adı verilir (21).

Nikotin bilinen en hızlı ve toksik zehirlerden biridir. İnsan için ölümcül olan en küçük tek doz yaklaşık 60 mg gibi görünmektedir ve ölüm 5-30 dakika içinde gerçekleşebilir. Serbest formda nikotin, sağlam cilt tarafından hızla emilir. Nikotin ile zehirlenen laboratuvar hayvanları, tükürük salgılama ve kusma semptomlarını, ardından kas zayıflığı, titreme, aşırı uyarılabilirlik, koordinasyon bozukluğu ve nihayetinde konvülsiyonlar ve solunum durması belirtileri gösterir. Sıçanlarda nikotin sülfatın ÖD₅₀'si oral 83 mg/kg ve dermal 285 mg/kg'dır (3). Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 55 mg/kg'dır (8). Nikotin ile zehirlenme belirtileri, genel uyarma, kasılma, felç ve ölüm sırasını takip eder (3). Rotenon, bahçe böcekleri ve hayvanlar üzerindeki bit ve kenelerin kontrolü için bazı akarisit özelliklere sahip seçici bir insektisittir. Rotenon balıklar için çok zehirlidir, bu nedenle istenmeyen balık türlerini kontrol etmek için kullanılabilir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 132 mg/kg'dır (22). Veteriner hekimlikte rotenon, tavuk ve diğer kümes hayvanlarında parazitik akarları ve köpekler, kediler ve atlarda bit ve keneleri kontrol etmek için toz halinde kullanılır. Rotenon tozu ayrıca sebzeler, meyveler ve çiçekler üzerindeki böcekleri ve yaprak bitlerini kontrol etmek için kullanılır (11). Böcekler için hem temas hem de mide zehridir. Bazı durumlarda böceklerin ağız kısımları felç olur, böylece beslenmeyi bırakırlar ve açlıktan ölürlər. Zehirlenme sırası hareketsizlik, lokomotif dengesizliği, devrilme, felç ve yavaş ölümdür. Ölüm nedeni, büyük olasılıkla, solunum yetmezliğinden kaynaklanmaktadır (3).Piretrum aksonik bir zehirdir. Akson zehirleri, nöron hücre gövdesinin uzun uzantıları olan aksonlar boyunca elektriksel dürtü iletimini bir şekilde etkileyenlerdir (9).Piretrum, böceğin geçici olarak felce uğramasına neden olan hızlı yıkım etkisi ile iyi bilinen bir insektisittir. Zehirlenme semptomları tipik sinir zehirlenmesi modelini takip eder, yani uyarma, kasılmalar, felç ve ölümdür. Sıçanlara çeşitli şekillerde bildirilen akut bir oral ÖD₅₀'ye sahiptir, 200-400 mg/kg muhtemelen daha az saf preparasyonlar için aralıktır ve daha saf preparasyonlar için 400-1500 mg/kg'dır. Ölüm, solunum yetmezliğinden kaynaklanır (3). Azadiraktin tırtılları, tomurcuk kurtlarını, Colorado patates böceklerini, çingene güvelerini, Japon böceklerini, yaprak bitlerini, yaprak avcısını, yaprak bükücülerini, bitki böceklerini, tripleri ve beyazsinekleri kontrol etmek için kullanılır. Farelerde >5000 mg/kg'luk bir oral ÖD₅₀'ye sahiptir, bu da onu esasen memeliler için toksik yapmaz. Sabadilla iki aktif alkaloid, sevalidin ve veratridin içerir, ikincisi daha toksiktir. Sabadilla, tırtılları, çekirgeleri, yaprak bitlerini, tripleri kontrol eden sebze böcekleri için kullanılır. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 4000 mg/kg'dır (8).

5-Piretroitler

Piretroidler, piretrum ve sentetik piretroidler olarak adlandırılan sentetik piretrum analoglarından oluşur (8). Piretroidler öncelikle hücrelerin sodyum kanalını etkiler, ancak klorür ve kalsiyum kanalları da etkilenir. Piretrinler ve piretroidler, sodyum kanallarının açılmasını ve kapanmasını yavaşlatarak hücrenin uyarılmasına neden olur (23). Bir kez absorbe edildiğinde, piretroidler, lipofiliklikleri nedeniyle hızla dağılırlar. Sistemik dağılım, kontrol edilmesi zor olabilen ve organofosfatlar gibi aynı zamanda artan tükürük salgısına ve aşırı uyarılabilirliğe neden olan diğer pestisitlerin neden olduğu zehirlenmelerle karıştırılabilen etkiler üretir. Birçok piretroid formülasyonu ayrıca toksisiteye neden olabilen çözücüler içerir. Kediler piretroid maruziyetine karşı çok hassastır (24). Piretroidler için intravenöz LD50'ler 0,5 ila 250 mg/kg arasındadır. Piretroid toksisitesi olan yetişkinlerde gözlenen başlıca nörotoksisite, kronik veya kümülatif toksisitenin gözlenmediği akut toksisitedir. Uyarıcı motor işaretler spinal seviyede üretilir. Balıklar piretrin ve piretroid ürünlerine karşı oldukça hassastır ve göllerin, akarsuların, göletlerin veya herhangi bir su habitatının kontaminasyonundan kaçınılmalıdır (25). Çoğu kuş türünün piretrin ve piretroid ürünlerine toleranslı olduğu düşünülür, ancak sprey formülasyonlarında ki taşıyıcılar veya itici gazlar tehlikeli olabilir (26). Köpeklerde, kedilerde ve büyük hayvanlarda klinik belirtiler hem tip I hem de II bileşikler için benzerdir. Klinik belirtiler tükürük salgısı, kusma, aşırı uyarılabilirlik, titreme, nöbetler, nefes darlığı, halsizlik, bitkinlik ve ölümü içerir. Piretroidler, uygun bir şekilde dört nesile ayrılan ilginç bir evrime sahiptir. İlk nesil sadece bir piretroidler, alletrin içerir. İkinci nesil tetrametrin, resmetrin, bioresmetrin, bioalletrin ve son olarak fonotrin içerir. Üçüncü nesil fenvalerat, permetrin içerir. Dördüncü ve mevcut nesil, Bunlar bifentrin, lambda-sihalotrin, sipermetrin, siflutrin, deltametrin, esfenvalerat, fenpropatrin, flusitrat, fluvalinate, pralletrin, tau-fluvalinate, teflutrin, tralometrin ve zeta-sipermetrin, akrinatrin, imiprotrin, gama- sihalotrin (9). Sıçanlarda oral ÖD₅₀ piretrin 900, alletrin 680, tetrametrin 4640, resmetrin 100, permetrin 2000, sipermetrin 500, deltametrin 31, fenvalerat 450, fluvalinat 1000 mg/kg'dır (27).

6-Sinerjistler

"Sinerjizm" terimi, iki bileşiğin birlikte, bireysel aktivitelerinin toplamından tahmin edilenden daha uyumlu bir aktivite gösterdiği durumlar için kullanılır. Genellikle bir bileşen, kullanılan dozajda karşı bileşenden toksik değildir veya çok daha az aktiftir, ancak ikincisi ile birleştirildiğinde aktiviteyi belirgin şekilde artırır ve "sinerjist" olarak adlandırılır. Birkaç sinerjizm türü vardır: (1) karışık işlevli oksidaz enzimlerinin inhibisyonu; (2) hidrolize edici enzimlerin inhibisyonu; (3) glutatyon S-transferazlar yoluyla organotiyosiyanatlardan

hidrojen siyanürün salınması; (4) alternatif substratlar olarak hizmet vermektedir; (5) iki bileşik, hedefin farklı bölgeleriyle etkileşime girer. Sesamin, sesamolin, piperonil butoksit, tropital, sülfoksit, propil isom, MGK 264, NIA 16, 824, SKF 525-A, Lilly 18, WL 19, oktaklorodipropil eter sinerjist olarak kullanılırlar (3). Sinerjistler, piretrum, alletrin ve resmetrinin uçan böceklere karşı etkisini arttırmak için tüm ev, çiftlik hayvanları ve evcil hayvan aerosollerinde bulunur. Sinerjistler, sitokrom P-450'ye bağlı polis-substrat monooksijenazları mikrozomlar tarafından üretilen enzimleri, memelilerin karaciğerinde ve bazı böcek dokularında bulunan alt hücre birimlerini inhibe eder. Sinerjistler, oksidatif enzimleri basitçe bağlar ve toksik maddeyi parçalamalarını önler (9).

7-Nikotinotler ve Azotlu İnsektisitler

Nikotinoidler, nikotin pahalılığı, ticari olarak uygulanabilir sentez eksikliği, memeliler için aşırı toksisitesi ve sınırlı insektisit spektrumu nedeniyle sentetik insektisitlerin ulaştığı önemi hiçbir zaman elde edememiştir. Nitrometilen insektisidal bir kimyasal olan nitiazinden sentetik olarak türetilen yeni bir insektisit olan imidakloprid etki modu ve yapı-aktivite ilişkileri bakımından nikotinoidlerle yakından ilişkilidir (3). Nikotinoidler, böceklerin merkezi sinir sistemine etki ederek, postsinaptik nikotinerjik asetilkolin reseptörlerinin geri dönüşü olmayan şekilde tıkanmasına neden olur. İmidakloprid iyi sistemik özelliklere ve kayda değer temas ve mide etkisine sahip olan sistemik bir insektisittir. Emici böcekler, toprak böcekleri, beyazsinekler, termitler, çim böcekleri ve Colorado patates böceğinin kontrolü için kullanılır. İmidakloprid akarlar veya nematodlar üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Diğer nikotinoidler arasında asetamiprid, tiyametoksam, nitenpiram, klotianidin, dinotefuran ve tiakloprid vardır (9). İmidakloprid ÖD₅₀ ratlarda oral 450 mg/kg'dır (3). Nereistoksin analogları tiyosiklam, kartap, bensültap ve monosültap içerir. Genellikle bir miktar temas etkisi olan mide zehirleridir ve sıklıkla sistemik etki gösterirler (9). Kartap, bensültap ve tiyosiklam metabolik olarak nikotinik asetilkolin reseptörleri ile etkileşime giren nereistoksine dönüştürülür. Nikotin veya imidaklopridden farklı olarak, nereistoksin bir antagonisttir, kolinerjik iletimi bloke eder ve konvülsif semptomlar olmaksızın böceklerin felce uğramasına ve ölümüne neden olur (3). Tiyosiklam, kartap, bensültap ve monosültap sırası ile sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 399 mg/kg, 345 mg/kg, 1105 mg/kg ve 451 mg/kg'dır (8). Formamidinler, klordimeform ve amitraz tarafından temsil edilen formamidinler, geleneksel insektisitlerin aksine, fitofag akarların, kenelerin ve bazı böceklerin kontrolü için oktopamin reseptörlerinin agonistleri olarak hareket ederek çok benzersiz eylemler gösterir (9). Formamidinler, klordimeform ve amitraz, akarların tüm evrelerinde etkilidir. Her ikisi de, oktopamin reseptörüne agonist olarak

hareket eden, reseptörü aşırı uyaran ve ikinci haberci cAMP'nin seviyelerini yükselten N-demetil bileşiklerine dönüştürülür (3).

8-Böcek Gelişme Düzenleyiciler

Böcek büyüme düzenleyicileri (IGR'ler), böceklerde büyüme ve gelişmeyi değiştiren kimyasal bileşiklerdir. IGR'ler böcek büyümesini ve gelişimini üç şekilde bozar: Jüvenil hormonlar olarak, prekosenler olarak ve kitin sentezi inhibitörleri olarak. Olgunlaşmamış gelişmeyi ve yetişkin olarak ortaya çıkmayı bozarlar. Prekosenler, jüvenil hormonlar üreten bezlerin normal işlevine müdahale eder. Kitin sentezi inhibitörleri (geleneksel benzoilüreler, buprofezin ve siromazin), böceklerin deri değiştirirken yeni dış iskelet üretme yeteneklerini etkiler. IGR'ler çok küçük miktarlarda uygulandığında etkilidir ve genellikle insanlar ve vahşi yaşam üzerinde çok az veya hiç etkisi yoktur. Bununla birlikte, sadece hedef türleri değil, diğer eklembacaklıları da etkiledikleri için spesifik değildirler. Doğrudan öldürmek yerine, IGR'ler normal gelişim mekanizmalarına müdahale eder ve böceklerin yetişkin aşamasına ulaşmadan ölmesine neden olurlar (9). Metopren sivrisinekler, sigara böcekleri, boynuz sinekleri, mantarlar, tatarcıklar ve pirelerde etkilidir. Sıçanlarda metopren için oral $ÖD_{50}$ >34.600 mg/kg'dır. Jüvenil bir hormon analogu olan hidropren, hamamböceklerine karşı kullanılmak üzere tescil edilmiştir. Farelerde >34.000 mg/kg oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 4900 mg/kg (erkek) ve 5000 mg/kg'dır (dişi). Fenoksikarb ateş karıncalarının, hamamböceklerinin, pirelerin, tırtılların ve kabuklu bitlerin kontrolünde kullanılır. Sıçanlarda 16.800 mg/kg oral $ÖD_{50}$ 'ye sahiptir. Piriproksifen beyazsinekler, koza böcekleri, karasinekler, sivrisinekler ve hamam böceklerinin kontrolü için kullanılır. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si >5000 mg/kg'dır (8). Kitin ve kitosan, toplam mantar hücre duvarı kütlesinin %50'sini temsil edebilir. Kitin ve protein aynı zamanda eklembacaklıların ve diğer omurgasızların vücut duvarının ana bileşenlerini oluşturan çok önemli elementlerdir. Böceklerde kitin sentezi ve kütikülün birikmesi, kabuk değiştirme hormonları (ekdisonlar) tarafından düzenlenir ve glikoz veya trehaloz ile başlayan ve kitin oluşumuyla biten bir dizi karmaşık biyotransformasyonu katalize eden enzimler tarafından aracılık edilir. Kitin sentetaz enzimi, kitin oluşumunda anahtar enzimdir. Kitin, eklembacaklıların kabuk değiştirme sürecinde ve mantarlarda hücre büyümesinde de hayati önem taşıyan hidrolitik enzimler, kitinaz ve kitobiaz tarafından parçalanır. Açıkça, kitin sentezi ve bozunması ile herhangi bir müdahale, organizmanın metamorfoz ve büyümesinin düzensizliğine yol açabilir. Kitin biyosentezine müdahale eden bileşikler, toksik etkilerini kabuk değiştirme sırasında gösterirler. Bu nedenle, bu tür inhibitörler, hızlı etkili olan geleneksel nörotoksik insektisitlerin aksine, tedaviden birkaç gün

sonra zehirlenme semptomları ortaya çıkarır. Kitin sentezi inhibe edici aktivite gösteren bileşikler, polioksin-D, nikkomisin-Z ve mantar öldürücü kaptan'dır. Ek olarak, klorlu hidrokarbon böcek öldürücüler DDT, klordan, dieldrin ve endosutan, piretroid permetrin, herbisit Barban; birkaç benzimidazol ve diğer bileşikler de in vitro kitin sentezinin bir miktar inhibisyonunu göstermiştir (3).

9-Mikrobiyal İsektisitler

Bakteri- *Bacillus thuringiensis*, entomopatojenik özelliklere sahip gram pozitif spor oluşturan bakterilerdir. Sporülasyon aşamasında parasporal kristaller olarak insektisidal proteinler üretir. Bu kristaller ağırlıklı olarak d-endotoksinler olarak da adlandırılan Kristal (Cry) ve Sitolitik (Cyt) toksinlerinden bir veya daha fazla proteinden oluşur. Esasen insanlar ve vahşi yaşam için toksik değildir. Cry proteinleri özellikle lepidoptera, coleoptera, hymenoptera ve diptera böcek takımları ve ayrıca nematodlar için toksiktir. Buna karşılık, Cyt toksinleri çoğunlukla Diptera'ya karşı aktif olan suşlarda bulunur (28). Abamektin, aktif bileşenler olarak avermektin B_{1a} (>%80) ve avermektin B_{1b}'nin (<%20) bir karışımını içeren bir insektisit/akarısittir. Makrosiklik laktonlar olan avermektinler, aktinomiset *Streptomyces avermitilis*'ten türetilir. Böcek ve akar zararlılarını kontrol etmek için kullanılır. Ayrıca ateş karıncalarının kontrolü için de kullanılmaktadır. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 300 mg/kg'dır. Emamektin benzoat, avermektin B'nin fermantasyonundan elde edilen yarı sentetik bir avermektindir. Emamektin benzoat lepidopter zararlılara karşı aktif olan mide zehiri bir insektisittir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 1516 mg/kg'dır. Sentetik bir avermektin tipi ürün olan Milbemektin, bir insektisit ve akarısittir. Narenciye kırmızısı akarları, pembe narenciye pas akarları ve Kanzawa örümcek akarlarının kontrolü için kullanılır. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 762 mg/kg'dır. Spinosad, aktif bileşenler olarak spinosin A (ana bileşen) ve spinosin D (minör bileşen) karışımını içeren bir insektisittir. Spinosad, lepidoptera, thysanoptera, coleoptera, diptera ve hymenoptera dâhil olmak üzere bir dizi böcek zararlısını kontrol etmede çok etkilidir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si >5000 mg/kg'dır. Spinetoram yeni bir yarı sentetik spinosindir. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si >5000 mg/kg'dır. *Chromobacterium subtsugae*, tırtıllara, yaprak avcısı, unlu bitler, psillidlere, pis kokulu böceklere, triplere, beyaz kurtçuklara, akarlara karşı aktif bir insektisit ve akarısittir. Mantarlar-*Beauveria bassiana* yaprak bitleri, beyaz sinekler, unlu bitler, psillidler, bitler ve tripler gibi bir dizi zararlıyı kontrol eder. *Metarhizium anisopliae* beyaz sinekler, tripler, siyah bağmaymuncuğu, termitler, hamamböcekleri, sivrisinekler (*Aedes*, *Anopheles* ve *Culex* spp.), örümcek akarları ve keneler dâhil olmak üzere bir dizi zararlıyı kontrol eder. *Isaria fumosorosea* entomopatojenik bir

mantardır. Yaprak biti, tripler, beyazsinek ve akarların kontrolünde kullanılır. Lecanicillium lecanii, yaprak bitlerine, unlu bitlere, pullara, triplere, beyazsineklere ve akarlara karşı etkili olan entomopatojenik bir mantardır. Bakulovirüsler-Bakulovirüsler, böcekleri ve diğer eklembacaklıları enfekte eden patojenlerdir. Bakulovirüsler türe veya cinse özgü olma eğilimindedir. Lepidoptera, hymenoptera, diptera, coleoptera, thysanura ve trichoptera gibi çeşitli takımlardan böcekleri enfekte etmelerine rağmen, güve türlerinin olgunlaşmamış (larval) formları en yaygın konaklardır. Protozoa-Nosema locustae, çekirgeleri ve Mormon cırcır böceklerini öldüren tek hücreli bir mikrosporadyum protozoonudur. Bu böcek ilacı bal arıları dâhil faydalı böcekleri etkilemez (8).

10-Fumigantlar

Metil bromür, gıda malzemeleri, depolar, binalar ve mobilyalarda böcek öldürücü bir fumigant olarak ve kuru odun termitleri için termitisit olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. En sık bildirilen lezyonlar pulmoner ödem, konjesyon ve kanamadır (29). Metil bromür, sıçanlarda 100 mg/kg'lık bir oral ÖD₅₀'ye sahiptir (8). Etilen diklorür solvent, pestisit ve fumigant olarak kullanılır. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 670-890 mg/kg'dır. Kloropikrin mantarların, böceklerin ve nematodların kontrolü için önemli bir toprak fumigantıdır. Sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 250 mg/kg iken farelerde 14 mg/kg'dır (30). Fosfin tahılların, hayvan yemlerinin ve yaprakta saklanan tütünlerin fümigasyonu için bir insektisit olarak ve toplu tahıl depolarında bir kemirgen öldürücü olarak kullanılır. Sıçanlar için rapor edilen oral ÖD₅₀ değerleri 10 ila 14,7 mg/kg aralığındadır. Toksikite belirtileri ağır solunum, huzursuzluk, koma, ataksi, arka bacak felci ve böbreklerde, kalpte ve karaciğerde gözlenen sistemik etkileri içerir (31). Etilen oksit sıçanlarda soluma ÖD₅₀ (4 saat) 1462 ppm'dir. Hidrojen siyanür solüsyon olarak sıçanlara uygulanan oral ÖD₅₀ 4.17 mg/kg'dır (3). 1,3-Dikloropropen nematodları kontrol etmek için ekim öncesi fumigant olarak kullanılır. Dikloropropen oral veya inhalasyon yoluyla orta derecede toksiktir, cilt ve göz tahriş edicidir. Dikloropropenin oral ÖD₅₀'si sıçanlarda yaklaşık 470 mg/kg ve farelerde 640 mg/kg'dır. Metil iyodür sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 79 mg/kg (erkek) ve 132 mg/kg(dişi)'dir. Sodyum tetratiyokarbonat sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 631 mg/kg'dır. Dazomet sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 640 mg/kg'dır. Metam sodyum sıçanlarda oral ÖD₅₀'si 1891–1928 mg/kg'dır (8).

AKARİSİTLER

Akarisitler tarımda zararlı olan akarları insan ve evcil hayvanlarda ensefalit taşıyabilen keneleri öldürmek için kullanılır. Çoğu insektisit bu eklembacaklılara karşı etkilidir, ancak

nispeten özel kullanımları olan bazı spesifik akarisitler de vardır. Asekinosil tüm büyüme aşamalarında birçok tarımsal akar türünün mükemmel kontrolünü sağlar. Deasetillenmiş bir ürün olan aktif metabolite parçalanan bir proakarisittir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si >5000 mg/kg'dır. Klorfenapir fitofag akarların ve birçok haşerenin tüm aşamalarını kontrol eden geniş spektrumlu bir insektisit ve akarisittir. Orta derecede memeli toksisitesine sahiptir $ÖD_{50}$ 441 mg/kg'dır. Diafentiuron faydalı böceklerle zararsızdır ve yırtıcı akarlara sadece biraz zararlıdır. Düşük memeli toksisitesine sahip bir bileşiktir $ÖD_{50}$ 'si 2068 mg/kg'dır (32). Fenazakin akarların tüm evrelerinin kontrolünde kullanılan kontakt ve mide zehiri akarisittir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 134-138 mg/kg'dır (8). Fenpiroksimat tarımsal açıdan önemli akarların tüm aşamalarına karşı aktiftir, larvalara karşı diğer yaşam aşamalarına göre daha yüksek etkinlik gösterir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 245-480 mg/kg'dır (32). Fluakripirim kırmızı örümceklerin tüm evrelerine karşı etkilidir. Meyvelerde kullanılan bir akarisittir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si >5000 mg/kg'dır (33). Pyridaben hücresel solunumu bloke etmek için mitokondriyal elektron taşıma inhibitörü olarak çalışan ve zararlıların koordinasyonunu bozmasına ve ölmesine neden olan yeni bir pirol pestisittir. Hem böceklerde hem de akarlarda kullanılabilir (34). Pirimidifen, bu bileşikler örümcek akarlarına, hemipteran ve lepidopteran böcek zararlılarına karşı etkilidir (35). Orta derecede memeli toksisitesine sahip ve $ÖD_{50}$ 'si 115 mg/kg olan bir bileşiktir (32). Tebufenpirad örümcek akarlarının tüm yaşam evrelerine karşı oldukça etkilidir ve şu anda dünya çapında birçok üründe sıklıkla kullanılmaktadır (36). Düşük memeli toksisitesine sahip bir bileşiktir $ÖD_{50}$ 'si 595 mg/kg'dır (32). Etoksazol, klofentezin ve heksitiazoks bileşikler, akar büyüme inhibitörleri olarak adlandırılır (37). Etoksazol yararlı akarları olumsuz etkilememiştir. Düşük memeli toksisitesine sahiptir $ÖD_{50}$ 'si 5000 mg/kg'dır (32). Flusikloksuron kitin sentez inhibitörüdür (37). Örümcek akarlarının ve bazı böcek zararlılarının yumurtalarını, larvalarını ve nimflerini kontrol eder ve yırtıcı akarlara nispeten zararsızdır. Düşük memeli toksisitesine sahip ve $ÖD_{50}$ 'si 5000 mg/kg olan bir bileşiktir. Flufenoksuron örümcek akarlarının ve bazı böcek zararlılarının yumurtalarını, larvalarını ve nimflerini kontrol eder, ancak yararlı akarları olumsuz etkilemez. Düşük memeli toksisitesi sahip ve $ÖD_{50}$ 'si 3000 mg/kg olan bir bileşiktir. Flufenzin örümcek akarlarının yumurtalarına ve larvalarına karşı akarisit aktivite gösterir ve faydalı böceklerle zararsızdır ve avcı akarlar üzerinde hiçbir olumsuz etkisi yoktur. Düşük memeli toksisitesine sahip ve $ÖD_{50}$ 'si 979 mg/kg olan bileşiktir (32). Spirodiklofen akarların kontrolü için ticarileştirilmiştir ve muhtemelen lipid biyosentezini inhibe ederek, asetil-CoA karboksilazın seçici ve güçlü inhibisyonu yoluyla akar gelişimi üzerinde etki eder (36). Düşük memeli toksisitesine sahip ve $ÖD_{50}$ 'si 2500 mg/kg'dır. Spiromesifen akarlar üzerinde oldukça

etkilidir, aynı zamanda beyaz sineklerin iyi kontrolünü sağlar. Düşük memeli toksisitesine sahiptir ve $ÖD_{50}$ 'si 2500 mg/kg'dır. Akrinatrın bir piretroid insektisit için tipik olan akrinatrın, bazı yırtıcı akarlar için zararlıdır, popülasyonları 68 gün boyunca %80 veya daha fazla azaltır. Düşük memeli toksisitesine sahip bir bileşiktir ve $ÖD_{50}$ 'si 5000 mg/kg'dır. Bifenazat her tür süs bitkisinde çeşitli fitofag akarları kontrol etmek için temas aktivitesine sahip bir akarisitir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si >5000 mg/kg'dır (32). Halfenproks çeşitli akar türlerine karşı etkili bir akarisitir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 132 mg/kg'dır (8). Lubrositrinat örümcek akarlarının ve bazı böcek zararlılarının yumurta ve larvalarının kontrolünde etkilidir. Yararlılara etkisi bildirilmemiştir. Düşük memeli toksisitesine sahip bir bileşiktir ve $ÖD_{50}$ 'si 10000 mg/kg'dır (32). Siheksatin ve fenbutatin birçok akarisitlere dirençli fitofag akarların kontrolü için temas aktivitesine sahip bir akarisitir. Siheksatinin sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 540 mg/kg'dır. fenbutatinin sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si 2631 mg/kg'dır. Siflumetofen yeni bir akarisitir. Meyve ağaçları, çay, sebze ve süs bitkilerinde çeşitli fitofag akarlara karşı aktiftir. Sıçanlarda oral $ÖD_{50}$ 'si >2000 mg/kg'dır (8).

AFİSİTLER

Yaprak bitleri, sayıları giderek azalan pestisit üreticileri tarafından yeni insektisitlerin geliştirilmesinde ana hedef gruplardan biridir. Son 10 yılda, daha güvenli insektisitlere olan talep, bazı yeni grupların gelişimini teşvik etmiştir. Bazıları, neonikotinoidler, pymetrozin ve triazamat dâhil olmak üzere yaprak biti kontrolü için ideal özelliklere sahiptir. Günümüzde yaprak biti kontrolü için kullanılan çeşitli yeni insektisitlerin fiziksel özelliklerindeki farklılıkları anlamak için, eskilerin etki tarzlarını yeniden özetlemek faydalı olacaktır. Organofosfatlar ve karbamatlar insektisitlerin her ikisi de asetilkolinesteraz inhibitörleridir, yani baskın nörotransmitter olan asetilkolinin parçalanmasını önleyerek iki sinir hücresi arasındaki sinaptik boşluk boyunca sinir uyarılarının iletilmesine müdahale ederler. Bu, böceklerin ve diğer hayvanların dış uyaranlara tepki verme yeteneğini yok eden tetanik felç ile sonuçlanır. Her iki insektisit grubu da yüksek memeli toksisitesine sahip olma eğilimindedir. Aldikarb, karbosülfan, oksamil, pirimikarb, klorpirifos, dimetoat, malatyon, pirimifos-metil vb. Piretroidler, deltametrin ile tanımlanan piretroidler, sodyum iyonlarının sinir hücresine hareketini yöneten ve uyarıların sinir aksonu boyunca hareket etmesini sağlayan voltaj kapılı sodyum kanalında çalışır. Bu insektisitler düşük memeli toksisitesine sahip, ancak balıklar için yüksek toksisiteye sahiptir. Piretroidler sıklıkla, kalıcı olmayan virüsleri kontrol etmede onları potansiyel olarak değerli kılan, kolonize yaprak bitlerine karşı kovucu aktiviteye sahiptir. Alfa-sipermetrin, bifentrin, siflutrin, sipermetrin, deltametrin,

esfenvalerat, lambda-sihalotrin, piretrin, tau fluvalinat, zeta sipermetrin, lambda sihalotrin+ pirimikarb afisit olarak kullanılan piretroitlerdir. Neonikotinoidler imidakloprid ile tanımlanan neonikotinoidler, merkezi ve periferik sinir sistemlerinde sinaptik sonrası nikotinic asetilkolin reseptörleri üzerinde hareket ederek uyarma ve felç ile sonuçlanır ve ardından ölüme neden olur. Nikotin, asetamiprid, imidakloprid, imidakloprid + beta-siflutrin, tiakloprid, tiyametoksam, flonikamid afisit olarak kullanılan neonikotinoitlerdir. Pimetrozin'nin çok özel bir etki şekli vardır: Emici haşerelerin tükürük pompasını kontrol eden sinirleri etkiler ve uygulamadan sonraki birkaç saat içinde beslenmenin geri dönüşü olmayan bir şekilde kesilmesine neden olur, ardından açlık ve ölüm gelir. Pimetrozin, uygulamadan hemen sonra görünür nörotoksik etkiler oluşturmadan yaprak bitlerinde beslenmeyi engeller ve serotoninin sinyal yolu ile bağlantılı yeni bir mekanizma yoluyla hareket eder. Diafentiuron, reaktif ara metaboliti ve ilgili karbodiimid olan fotoürün aracılığıyla ATPaz'ı inhibe ederek böceklerde solunumu etkileyen yeni bir tiyoüre türevi türüdür. Triazamat, karbamatlara benzer böcek öldürücü özelliklere sahip bir karbamoil triazoldür. Hem temas hem de sistemik aktiviteye sahip, yaprak bitlerini kontrol etmek için ideal olan ve ayrıca çoğu karbamatın aksine köklere aşağı doğru yer değiştirebilen hızlı etkili bir kolinesteraz inhibitörüdür (38).

RODENTİSİTLER

Rodentisitler iki kategoriye ayrılır: antikoagülan olmayan akut zehirler ve antikoagülanlar. Antikoagülanların kendileri birinci nesil ve ikinci nesil kimyasallara ayrılır: ikinci nesil antikoagülanlar daha sonra geliştirildi ve daha toksiktir. Yeni bir omurgalı pestisit adayı olan para-aminopropiofenon (PAPP) da şu anda avcı kontrolü için geliştirilmektedir ve bu bileşik, analoglar veya benzer bir etki şekline sahip bileşikler, daha güvenli bir kemirgen öldürücü olma potansiyeline sahip olabilir (39).

1-Antikoagülan olmayan rodentisitler

Çinko fosfit kısmen yüksek toksisitesi ve güçlü kokusu nedeniyle rodentisit olarak yaygın olarak kullanılmamaktadır. Çoğu evcil hayvan çinko fosfit içeren yemlere dokunmaz, ancak kemirgenler fosfor bileşiklerinin keskin kokusunu sever ve bu bileşiği içeren yemleri kolayca kabul eder. Çinko fosfit tozunun solunmasını birkaç saat içinde kusma ve ishal, siyanoz, hızlı ve yumuşak nabız, huzursuzluk, ateş ve albüminüri takip eder (40). Norveç sıçanları için ÖD₅₀ yaklaşık 40 mg/kg'dır (39). Striknin, rodentisit olarak kullanılmak üzere strikнин sülfata dönüştürülür. Striknin farelere ve sıçanlara karşı oldukça etkilidir. Sıçanlar için oral ÖD₅₀ 16 mg/kg'dır. Ancak bileşik genellikle tüm sıcakkanlı hayvanlar için toksiktir. Belirli kasları felç

ederek etki eder, bu da solunumun durmasına ve kalp durmasına neden olur (3). Kolekalsiferol (D3 vitamini) içeren kemirgen öldürücü yemler, çeşitli ticari isimler altında tezgâhta satılmaktadır. Formülasyonlar, genellikle %0.075 oranında kolekalsiferol bulunan granüller, pullar, tabletler, kekler ve briketleri içerir. Kolekalsiferol alındıktan sonra hızla emilir ve D vitamini bağlayıcı proteinler tarafından karaciğere taşınır (41). Oposumlarda ve kemirgenlerde, ölüm muhtemelen kalp yetmezliğinin bir sonucu olarak meydana gelir. Kediler ve köpekler de dahil olmak üzere diğer türlerde böbrek yetmezliği ve gastrointestinal kanama daha belirgin görünmektedir. Bu nedenle, mevcut yemler, maksimum etki ve sınırlı acı sağlamak için uygun kolekalsiferol konsantrasyonu ile tasarlanmıştır. Farelerde ÖD₅₀ 43.6 mg/kg'dır (39). Brometalin, kemirgenlerde kullanılan diğer bileşikler arasında, solunum durmasına neden olan nörotoksik bir difenilamin olan brometalindir (42). Zehirlenmiş hayvanlar, genellikle semptomların başlamasından sonraki 18 saat içinde meydana gelen, ölümden önce titreme, kasılma ve bitkinlik sergilerler. Ratlarda ÖD₅₀ 2-10 mg/kg'dır (39). Norbormid oldukça seçici bir rodentisitir, sıçanlar için öldürücüdür, ancak diğer kemirgen türleri için çok daha az toksiktir ve esas olarak kediler, köpekler, tavuklar, ördekler, domuzlar, koyunlar, primatlar vb. için toksik değildir. Norveç sıçanları için oral ÖD₅₀ 5,3 ila 15 mg/kg iken farelerinki 2200 mg/kg ve tavşanları için yaklaşık 1000 mg/kg'dır. Bu bileşik doğrudan periferik damarların düz kasına etki ederek geri dönüşü olmayan bir daralmaya neden olarak kan akışının yavaşlamasına ve ölüme neden olur (3).

2-Antikoagulan rodentisitler

Tüm antikoagulan rodentisitler aynı etki şekline sahiptir: K vitaminine bağlı pıhtılaşma faktörlerinin normal sentezine müdahale ederek kanama ve ölüme sonuçlanır (39). Pindon diğer antikoagulan toksik maddeler gibi, pindon da karaciğerde K vitaminine bağlı pıhtılaşma faktörlerinin normal sentezine müdahale eder. Hayvanlarda toksikozun klinik belirtileri genellikle, vücuttaki kanamanın yerine bağlı olarak ağrı veya rahatsızlığa neden olan bazı kanama belirtilerini yansıtabilir. Ratlarda ÖD₅₀ si 75-100mg/kg'dır (39). Varfarin diğer antikoagulanlar gibi, varfarin de K vitaminine bağlı pıhtılaşma faktörlerinin sentezini engeller. Ek olarak, varfarinin kılcal damar hasarına neden olduğu bildirilmektedir. Genel olarak, zehirlenme belirtileri nispeten yavaş ortaya çıkar. Sıçanlarda, diğer antikoagulanlara benzer şekilde, öldürücü bir dozun ilk alımından sonraki 5-7 gün içinde ölüm meydana gelir. Sıçanlarda tek doz ÖD₅₀ 50-100 mg/kg iken, çoklu doz ÖD₅₀ 5 gün boyunca 1 mg/kg'dır. Difasinon diğer antikoagulanlar gibi, difasinon da K vitaminine bağlı pıhtılaşma faktörlerinin oluşumunu engeller. 1950'lerin başında ortaya çıktı ve sıçanları öldürmek için sadece bir doz

gerektiren ilk antikoagülandı. Bununla birlikte, çoğu durumda, 5-7 gün içinde meydana gelen ölümle iki veya üç besleme gereklidir. Akut sıçan oral ÖD₅₀ 1,86-2,88 mg/kg iken, fareler için bu 340 mg/kg ve tavşanlar için 35 mg/kg'dır (3). Kumatetralil diğer antikoagülan kemirgen öldürücüler gibi, kumaretralil de K vitaminine bağlı pıhtılaşma faktörlerinin oluşumunu engeller ve kemirgenler öldürücü bir toksin dozunu aldıktan sonra 5-7 gün içinde ölürler. Ratlarda ÖD₅₀ 16.5mg/kg'dır (39). İki yeni kumarin tipi rodentisitler, yani brodifakum ve bromadiolondur. Bunlar, etki bakımından diğer antikoagülanlara benzer olsa da, avantajları, yuttuktan sonraki 4-7 gün içinde fareleri öldürmek için sadece bir dozun yeterli olmasıdır. Bu bileşikler, diğer antikoagülanlara karşı direnç geliştiren sıçanlara karşı çok faydalıdır. Brodifakum için sıçan oral ÖD₅₀ 27 mg/kg'dır; bromadiolon için sıçan oral ÖD₅₀ 1.125 mg/kg'dır (3). Para-aminopropiofenon toksik etkileri, kırmızı kan hücrelerinin oksijen taşıma kapasitesini azaltma yeteneği ile ilgilidir, bu da hemoglobinin hızla methemoglobine dönüştürülmesine neden olur. Kanın oksijen taşıma kapasitesini keskin bir şekilde azaltır ve hızla bilinç kaybına ve solunum yetmezliği nedeniyle ölüme yol açar; örneğin, kediler ve tilkiler genellikle 30-45 dakika içinde bilinçsiz hale gelir. ÖD₅₀ si ratlarda 221mg/kg iken farede 223mg/kg'dır (39).

MOLLUSSİSİTLER

Mollussisitler, sebzelerde, çiçek bahçelerinde ve narenciye bahçelerinde salyangoz ve sümüklü böcekleri kontrol etmek için kullanılan bileşiklerdir. Tıbbi olarak, Bullinus, Oncomelonia ve Ostrorbis gibi çeşitli cinslerin su salyangozları, insanlarda şistozomiyazis hastalığına neden olan Schistosoma parazitleri için ara konaklar olarak hareket ettikleri için son derece önemlidir. Diğer salyangozlar, insanların, köpeklerin, kedilerin ve evcil hayvanların parazitik akciğer ve karaciğer parazitlerinin alternatif konakçıları olarak hizmet eder. Bu salyangozları ve sümüklü böcekleri kontrol eden belirli pestisitler vardır. Metaldehit, bahçe salyangozları ve sümüklü böcekler için özel bir çekici ve toksik maddedir ve yem olarak nemli kepek ile %1,5 oranında kullanılır. Yemin toksisitesini iyileştirmek için genellikle kalsiyum arsenat, sodyum arsenat, bakır sülfat, karbon disülfür ve birkaç böcek ilacı eklenir. Metaldehit, 1936'daki keşfinden bu yana ticari olarak ve ev çevresinde kullanılmaktadır. Klonitralid keşfedilen en umut verici mollussisitlerden biridir. Balık zehiri olarak da faydalıdır, ancak kurbağa, kerevit ve istiridye gibi diğer suda yaşayan organizmalar üzerinde istenmeyen toksik yan etkileri vardır. Plankton ve sucul bitki örtüsü üzerinde etkisi yoktur (3). Sıçanlarda oral ÖD₅ 'si 227-690 mg/kg ve farelerde 200 mg/kg'dır (43). Trifeniltin asetat ve diğer trialkiltinler suda yaşayan salyangozlara ve yumurtalarına karşı çok etkilidir ve

çevrede birkaç ay kalırlar. Ancak balıklar, amfibiler ve diğer su yaşamı için zehirlidirler. Pentaklorofenol suda yaşayan salyangozları kontrol etmek için yumuşakça öldürücü olarak da kullanılır. Evdeki salyangozları ve sümüklü böcekleri kontrol etmek için kullanılan diğer yumuşakçalar arasında karbamatlar metiyokarb, karbaril ve meksakarbat bulunur. Organofosfor bileşiği azinfosmetil, turunçgil bitkilerinde Avrupa kahverengi ölçeğindeki *Helix aspersa*'nın kontrolünde oldukça etkilidir, ancak yaygın bahçe sümüğüne karşı etkili değildir (3).

AVİSİTLER

Kuşlar birçok mikrobiyal, parazitik ve viral hastalığın insanlara ve evcil hayvanlara bulaşma potansiyelleri, ürettikleri kirlilik ve neden olabilecekleri büyük ekonomik kayıplar nedeniyle sağlık tehlikeleri yaratır. Bakteriyel hastalıkların bazıları arasında kolera, tifo, paratifo, salmonelloz, spiroketoz, tüberküloz; mikotik hastalıklar aspergilloz, blastomikoz, histoplazmoz ve diğerlerini içerir; protozoal hastalıklar arasında Amerikan tripanozomiyazı, koksidiyoz, toksoplazmoz; viral hastalıklar arasında ensefalit, Doğu at ensefaliti, St. Louis ensefaliti, Batı Nil ensefaliti, menenjit ve gastroenterit bulunur. Ek olarak, bu kuşlar riketsiya, parazitik trematod ve parazitik sestod hastalıklarını iletir. Bu kuşlarla, hastalık bulaştırabilen yaklaşık 50 böcek, akar ve kene türü de ilişkilendirilir. Kovucular: Muhtemelen, avisitlerin en belirgin olanı Avitrol'dür (4 aminopiridin). Sıçanlar için ÖD₅₀'si 20 mg/kg'dır, bu nedenle kuşların bir miktar ölümü kaçınılmazdır. Avitrol, memelilerde epileptik nöbetler gibi semptomlar üretir. ÖD₅₀'ye yakın dozlar, aşırı uyarılabilirlik, tükürük salgısı, titreme, kas koordinasyon bozukluğu, kasılmalar ve kalp ve solunum yetmezliği gibi olağan bir dizi semptom gösterir. Bu semptomların çoğu hiperkolinerjik aktivite ile ilişkilidir (27). Bir karbamat insektisit olan Metiyokarb (Mesurol), kiraz, yaban mersini, üzüm ve bazı tahıl ürünlerinde kuş kovucu olarak da kullanılır. Klorlu siklodien insektisit endrin, güvercinlerin, sığırcıkların ve İngiliz serçelerinin kontrolü için uzun yıllardır kullanılmaktadır. Başka bir bileşik, organofosforlu insektisit fentiondur. Bu bileşik ayaklardan emildikten sonra hızla etki eder. Glukokloraloz, kuş kovucu ve hipnotik olarak kayıtlıdır. Etkilenen kuşlar sersemeler ve birkaç saat uçamazlar. Starlisit, sığırcıklara ve karakuşlara karşı yavaş etkili bir avisittir. İngiliz serçelerine karşı etkili değildir. Eski genel amaçlı zehirli striknin, güvercinleri ve İngiliz serçelerini kontrol etmek için kullanılır. Oldukça zehirlidir: ÖD₅₀ İngiliz serçeleri için 4 mg/kg ve güvercinler için 8 mg/kg'dır. Hızlı etki eder, normal ölüm süresi 12 ila 30 dakikadır. Kemosterilanlar: Ornitrol, yok etmek yerine nüfus artışını kontrol etmek için tasarlanmış bir güvercin kemosterilantıdır. Yaklaşık 6 ay boyunca yumurtlamayı engellemede

ve üremeyi engellemede etkili bulunmuştur. Böylece kuşlara zarar vermeden popülasyon büyüklüğünü sınırlar. (3)

HERBİSİTLER

Herbisitlerin Sınıflandırılması

Fenoksi Asit Türevleri: Bu herbisitler, geniş yapraklı yabancı otlar için oldukça seçicidir. Bu herbisit sınıfı, 2,4-D, 2,4,5-T, 2,4-DB, dalapon, diklorprop veya 2,4-DP, mekoprop veya MCPP, MCPA ve Silvex'i içerir. 2,4,5-T'nin bazı formülasyonları, teknik dereceli herbisitlerin toksisitesini artıran dioksin kirletici maddeler içerir ve bu nedenle fenoksi herbisitlerin güvenli kullanımı sorgulanmıştır. Köpeklerde fenoksi asit türevleri için oral $ÖD_{50}$ 100-800 mg/kg'dır. Köpek daha hassastır ve bu tür organik asitlerin renal eliminasyonunda ki zorluk nedeniyle miyotoni, ataksi, posterior zayıflık, kusma, kanlı ishal ve metabolik asidoz gelişebilir (44). Bipiridil Türevleri: Bu kimyasal herbisit sınıfı, parakuat ve dikuat içerir. Bu bileşikler, uygulandıkları tüm yeşil bitki büyümesini hızla öldürerek temaslı herbisit görevi görür. Hem dikuat hem de parakuat, birçok memeli türü için 50 ila 150 $ÖD_{50}$ mg/kg ile nispeten toksik bileşiklerdir. Parakuat en hızlı şekilde solunum yapan dokuda ve oksijen varlığında aktif olduğu için, memeli sistemlerindeki hasarın çoğunun akciğer dokusu ile ilişkili olması şaşırtıcı değildir. Akciğerlerin fibrozisi ve kanaması gibi semptomlar genellikle parakuat zehirlenmesinden sonra tespit edilir (45). Üreler ve Tiyöüreler: Üreler ve tiyöüreler, diuron, fluometuron, izoproturon, linuron, buturon, klorbromuron, klortoluron, kloroksuron, difenoksuron, fenuron, methiuron, metobromuron, metoksuron, monuron, siburon, neflüron, , tetrafluron ve tidiazuron vb. maddelerdir (39). Fotosentetik elektron taşınmasını ve fotofosforilasyonu bloke ederek fotosentezin inhibisyonu ile sonuçlanır (2). Erkek sıçanlarda diuron için oral $ÖD_{50}$ 3400 mg/kg'dır. Fluometuronun oral $ÖD_{50}$ 'si her iki cinsiyetten sıçanlarda yaklaşık 8900 mg/kg'dır. İsopturon oral $ÖD_{50}$ 'si 1800-2400 mg/kg'dır (46). Fosfometil Amino Asitler veya Aromatik Asit Biyosentezinin İnhibitörleri: İki organofosfor bileşiği, glifosat ve glufosinat geniş spektrumlu, seçici olmayan sistemik herbisitlerdir. Glifosatın herbisit etkisi, fenilalanin, tirozin ve triptofan gibi amino asitlerin üretiminde yer alan bir bitki enzimi olan 5-enolpir uvilshikimat-3-fosfat (EPSP) sentazını bozarak çalışır. Glifosat, düşük memeli toksisitesine sahip bir bileşiktir. Laboratuvar kemirgenleri için oral $ÖD_{50}$ 'si >5000 mg kg'dır (31). Triazinler ve Triazololler: Bu herbisitler, fotosentez inhibitörleridir ve hem asimetrik hem de simetrik triazinleri içerir. Simetrik

triazinlerin örnekleri, kloro-Striazinler (atrazin, simazin, propazin, terbutilazin ve siyanazin); tiometil-S triazinler (ametrin, prometrin ve terbutrin) ve metoksi-S-triazin (prometon). Yaygın olarak kullanılan asimetrik triazin metribuzindir (44). Triazinler, fotosenteze müdahale ederek hareket eder (2). Atrazin, laboratuvar hayvanlarında nispeten düşük akut toksisiteye sahiptir. Sıçanlarda, farelerde ve tavşanlarda atrazinin akut oral $ÖD_{50}$ 750-3080 mg/kg'dır. Simazinin farelerde oral $ÖD_{50}$ 'si >5000 mg/kg'dır. Anilinler: Anilinler sistemik herbisitler olarak kullanılır. Yaygın olarak kullanılan herbisitler alaklor, asetoklor, butaklor, metolaklor ve propaklor. Alaklor hafif zehirli bir herbisittir. Sıçanlarda alaklorun $ÖD_{50}$ 'si 790 ile 1350 mg kg arasındadır. Farede $ÖD_{50}$ 462 mg/kg'dır (31). Amidler ve Asetamidler: Yaygın olarak kullanılan amidler ve asetamidler arasında bensulid, dimetenamid-P ve propanil bulunur ve normal kullanımda hafif ila orta derecede tehlikelidir (39). Dimetenamid, fetal vücut ağırlığını azaltabilir, ancak teratojenik değildir (47). Dinitrofenol Bileşikleri: DNP, DNOC ve dinoseb gibi birkaç dinitrofenol tek başına veya tuzlar halinde herbisit olarak kullanılır. Genel olarak, dinitro bileşikler suda çok çözünür değildir ve hayvanlar için oldukça tehlikelidir. Farelerde, kobaylarda, tavşanlarda, tavuklarda, köpeklerde, domuzlarda ve keçilerde DNOC'nin oral akut $ÖD_{50}$ 'si 25 ila 100 mg/kg arasındadır. Koyunlarda 25 mg/kg/gün dozu 2-5 gün içinde toksikoza neden olur. Klinik belirtiler arasında ateş, dispne, asidoz, oligüri, kas zayıflığı, taşikardi ve konvülsiyonlar, ardından koma ve hızlı bir rigor mortis başlangıcı ile ölüm yer alır (44). Triazolopirimidin Herbisitler: Triazolopirimidin herbisitler, kloransulam-metil, diklosulam, florasulam, penoksulam, flumetsulam, metosulam ve pirokssulam içerir. Triazolopirimidin herbisitlerin akut oral toksisitesi çok düşüktür. Tekrarlanan maruziyette birincil organlar böbrek (sıçan ve fare), karaciğer (sıçan, fare ve köpek) ve tiroiddir (sıçan). Köpeklerde diğer türlere göre hedef organ gözdür. Nörotoksisite, üreme performansı ve mutajenik anormallikler üzerinde hiçbir olumsuz etki gözlenmemiştir. Bileşiğin insanlarda kanserojen potansiyeli yoktur (44). İmidazolinonlar: İmidazolinon herbisitler arasında imazapir, imazamet-benzmetil, imazapik, imazetapir, imazamoks ve imazakuin bulunur. İmazapir hayvanlar için toksik değildir; ancak gözleri tahriş eder ve maruz kaldığı yerde kızarıklık, kızarıklık ve şişmeye neden olabilir (48). Benzoik Asitler: Bu gruptaki herbisitler, kloramben, dikamba ve naptalam içerir. Bunlar düşük bir toksisite derecesine sahiptir. Sıçanlarda kloramben akut oral $ÖD_{50}$ >5000 mg/kg'dır. Dikamba akut oral $ÖD_{50}$ 1707 mg/kg'dır. Uygulamada, dikamba genellikle diğer herbisitlerle birleştirilir ve geniş bir yabancı ot yelpazesini kontrol etmek için kullanılır. Deri ve göz tahriş edicidir ve yüksek dozları sıçanlarda ve tavşanlarda nörodavranışsal semptomlara neden olabilir (49). Karbamat, Aromatik veya Fenil Karbamat ve Tiyokarbamat Herbisitler: Karbamatlar, karbamik asit

esterleridir. Mantar öldürücü, böcek öldürücü ve ayrıca herbisidal aktivite sergilerler. Bu herbisit grubunun birçok farklı etki şekli vardır. Bu grubun üyelerinin çoğunun etki şekli, fotosenteze müdahale ederek veya meristematik dokularda hücre bölünmesine müdahale ederek olur. Bu sonraki etki, nükleik asit metabolizmasını ve protein sentezini bozarak gerçekleştirilir. Karbamatlar ve akrabaları normal kullanımda özel bir tehlike oluşturmazlar. Asulam, EPTC, bütilat, sikloat, molinat, pebulat, vernolat, diallat, triallat, bentiyokarp, fenmedifam, desmedifam. Amonyum Tuzları: Yabancı ot kontrolü için amonyum tuzları da kullanılmıştır. Bu tuzlar, amonyum tiyosiyanat, amonyum nitrat, amonyum sülfat ve amonyum sülfamat ile birlikte yaprak spreyleri olarak kullanılmıştır. Bu amonyum tuzlarının etki biçimleri, demir sülfat ve bakır sülfat gibi diğer tuzların kullanımı ile birlikte kuruma ve plazmolize neden olur. Boratlar: Bunlara sodyum tetraborat, sodyum metaborat, tetraborat dekahidrat ve sodyum borat dahildir. Boratlar bitki kökleri tarafından emilir ve bitki boyunca taşınır. Seçici olmayan ve kalıcı herbisitlerdir. Boratlar bitkinin üreme yapılarında birikir, ancak kesin etki şekli belirsizdir. Toz formülasyonları cildi orta derecede tahriş edicidir. Solunan toz solunum yollarında tahrişe, öksürüğe ve nefes darlığına neden olur. Kloratlar: Sodyum klorat, toprak sterilizatörü olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Kökler ve yapraklar tarafından kolayca emilir ve bitki boyunca yer değiştirebilir. Dinitroanilinler veya Nitroanilinler: Dinitroanilinler en yaygın kullanılan herbisitlerden bazılarıdır. Neredeyse sadece toprakla birleşmiş, önceden ortaya çıkan, seçici herbisitler olarak kullanılırlar. Alım, çimlenen tohumlar veya kökler yoluyla topraktan gerçekleşir. Bu pestisit grubunun birkaç etki şekli vardır. Çoğu üye, meristematik dokularda hücre bölünmesini engeller. Diğerlerinde, birkaç enzimin gelişimi inhibe edilirken, diğerleri oksidatif fosforilasyonun ayrılmasını da etkileyebilir. Trifluralin, benfluralin, Profluralin, etalfluralin, flukloralin, orizalin, nitrat, butralin, pendimetalin, dipropalin, izopropalin, flumetralin vb. maddeleri içerir. Difenil eterler: Difenil eterler genellikle ortaya çıkma öncesi veya erken ortaya çıkma sonrası herbisitler olarak kullanılır. Difenil eter herbisitler sadece ışık varlığında aktiftir ve yaprak dokusunda kloroza neden olur. Fotosentez ve fotofosforilasyonda Hill reaksiyonunu inhibe ederler. Cildi ve gözleri ciddi şekilde tahriş edebilir veya zarar verebilir. Floroglikofen-etil, fomesafen, oksiflorfen, asiflorfen, laktofen, nitrofen, florodifen, bifenoks vb. maddelerdir. Benzotiadiazol: Bu grubun tek temsilcisi bentazon'dur. Birçok geniş yapraklı yabancı otların selektif çıkış sonrası kontrolü olarak kullanılır. Etki şekli, aktivitesinin ışığa bağlı olması bakımından diğer fotosentez inhibitörlerine benzer. Fotosentetik karbondioksit fiksasyonunu ve fotosentetik elektron taşınmasını engeller. Piridazinonlar: Bu grubun çoğu üyesi, önceden ortaya çıkan ve erken ortaya çıkan, geniş spektrumlu herbisitler olarak

kullanılır. Aktivitelerinin sonuçları, klorofil sentezinde bir inhibisyon ve yapraklarda bir ağartmadır. Klomazon, pirazon, norflurazon, oksadiazon vb. maddelerdir. Piridinoksi ve Pikolinik Asitler: Bu herbisit grubu, klopuralid, fluroksipir, pikloram ve triklopirden oluşur. Bu bileşikler, nükleik asit sentezini inhibe ederek etki eder, bu da protein ve enzim sentezi ve metabolizmasına müdahale eder. Bazı formülasyonlar ciddi ila orta dereceli cilt ve göz tahrişine ve kalıcı hasara neden olabilir (2)

FUNGİSİTLER

Mantar öldürücüler, bitkilerden veya tohumlardan kaynaklanan mantar enfeksiyonlarını önlemek veya ortadan kaldırmak için kullanılan maddelerdir. Tarımda, depolama sırasında yumru kökleri, meyve ve sebzeleri korumak için kullanılır veya doğrudan süs bitkilerine, ağaçlara, tarla bitkilerine, tahıllara ve çimlere uygulanır.

İnorganik fungusitler: Bu fungusit sınıfı potasyum azid, potasyum tiyosiyanat ve kükürt içerir. Kükürt kullanımı toksikolojik bir sorun oluşturmaz. Sığırlarda ÖD₅₀ 100-1000; koyun, 1000–1500; atlar, 1000–1500 mg/kg'dır. En çok etkilenen hayvanlar sığır, koyun, keçi ve köpeklerdir. Kükürt zehirlenmesi gastrointestinal, nörolojik ve pulmoner etkilere yol açabilir. Metalik fungusitler: İnorganik metalik fungusitler ilk olarak tarımda kullanılmıştır. Koruyucu ve önleyicidirler. Civalı ve civalı bileşikler, toksisiteyi nedeniyle geri çekilmiştir. Etil cıva fosfat, 2 metoksietil cıva klorür, fenil cıva klorür ve fenil cıva asetat, tahıllar ve yem pancarı tohumlarında kullanılır. Sığır, koyun ve domuzlar en çok etkilenen türlerdir. Oral ÖD₅₀ türe ve ilgili bileşiğe bağlı olarak 10 ila 500 mg/kg aralığındadır. Birçoğu orta ila yüksek memeli toksisitesine sahiptir, birçoğu immünotoksik ve nörotoksiktir. Civalara maruz kalan hayvanlarda merkezi sinir sistem ve cilt değişiklikleri gelişebilir. CNS belirtileri arasında koordinasyon bozukluğu ve ataksi, vücudun sallanması, kasılmalar ve ölüm yer alır. Deri lezyonları egzama, püstüller, ülserasyon, keratinizasyon, dehidrasyon, halsizlik ve ölümü içerir. Tipik organotinler, di- ve tri-alkil ve trifenil kalaylardır. Genelde cilt, göz ve mukoza için ciddi derecede tahriş edicidirler ve birçoğu hepatorenötoksik ve immünotoksiktir. Enfeksiyona duyarlılığı arttırdıkları, lenfopoezi azalttığı ve T-lenfosit üretimini azalttığı gösterilmiştir. Tri-alkil kalayları kan beyin bariyerini geçer ve merkezi olarak nörotoksiktir. Halojenli monosiklik aromatikler: Bu kimyasal sınıfı, klorotalonil, dikloran, HCB, kuintozen, PCP, diklorofen, dinokap, teknazen ve kloroneb 'i içerir. Klorotalonil, toksik olmayan bir halojenli benzonitril mantar ilacıdır. Sıçan ve tavşanda tekrarlanan maruziyetin ardından

klorotalonilin cilt tahrişine neden olma potansiyelini gösteren deri tahrişi gözlemlenmiştir. Klorotalonil tavşanlarda geri dönüşü olmayan ve ciddi oküler lezyonlara neden olur (27). Sıçanlarda oral LD50, 10000 mg/kg'dan fazladır. Klorotalonil genotoksik olmayan bir mekanizma yoluyla kemirgenlerde kanserojen olduğu tahmin edilmektedir (31). Teknazen 2047 mg/kg'lık bir oral sıçan ÖD₅₀'sine sahiptir ve tavşan gözünde hafif bir tahriş edicidir. Kloroneb, kintozen ve dikloran düşük toksisiteye sahiptir ve dinokap orta derecede göz tahriş edicidir ve insan cildini hassaslaştırma potansiyeline sahiptir. HCB, diğer organoklor bileşikler gibi, yağ dokularında ve yüksek miktarda lipid membran içeren organlarda birikme potansiyeli olan kimyasal stabilite, yavaş bozunma ve biyotransformasyonun tüm özelliklerine ve ayrıca bir dizi doku sitokrom-P450'yi indükleme yeteneğine sahiptir. Bileşik hamsterlerde hepatik ve tiroid tümörlerini artırabilir ve farelerde (böbrek ve damak malformasyonları) ve sıçanlarda teratojeniktir. PCP'nin oral sıçan ÖD₅₀'si 150-210 mg/kg'dır. Toksisitenin yaygın belirtileri artan solunum hızı, artan sıcaklık, titreme, konvülsiyonlar, doğrultma refleksinde kayıp ve asfiksiyal spazmlardır. Kloroalkiltiodikarboksimitler: Bu kimyasal sınıfı, birçok üründe yüzey koruyucu olarak kullanılan geniş spektrumlu fungusitleri (kaptan, kaptafol ve folpet) içerir. Genellikle memeliler için toksik değildirler. Sıçanlarda oral ÖD₅₀ kaptan, 9000; folpet, 10000; ve kaptafol, 5000 mg/kg'dır. Kaptan yüksek reaktivitesi nedeniyle ciddi bir göz tahriş edicidir. Folpet, ishal, kusma, tükürük salgısı, gıda alımında azalma ve vücut ağırlığı artışında azalmaya neden olur. Bu sınıfın bazı bileşikler teratojeniteye neden olurken, diğerleri maternal toksisite ve olası beslenme eksiklikleri nedeniyle bunlar tarafından maskelenmemiştir (27). Sıçanlarda kaptan, kaptafol ve folpet'in oral ÖD₅₀ değerlerinin karşılaştırılması, kaptafol'un kaptan ve folpet'ten daha toksik olduğunu göstermektedir (50). Anilinopirimidinler: Siprodinil, mepanipirim ve pirimetanil fungusitleri içerir. Bileşikler düşük toksisiteye sahiptir ve normal kullanımda akut tehlike arz etmesi olası değildir. Siprodinil, sıçanlarda foliküler hücre hipertrofisi ve hipokromazi ile ilişkili hepatosellüler hipertrofi ve artan tiroid ağırlıkları ile hepatomagali üretir (27). Mepanipirim, köpeklerin Kupffer hücrelerinde ve hepatositlerinde hepatosellüler yağ vakuolasyonu ve lipofuskin birikimine neden olurken, bu tür değişiklikler siprodinil ile tedavi edilen sıçanlarda gözlenmez (51). Pirimetanil, sıçanlarda tiroid foliküler hücre tümörleri üretir ve tiroid tümörjenezinden sorumlu olabilecek hepatik tiroid hormon metabolizmasını artırır. Genel olarak, anilinopirimidinlerin gelişim toksisitesi üzerinde olumsuz etkileri yoktur. Ne genotoksik ne de kanserojen potansiyele sahiptirler. Karbamik asit türevleri: Fungisitlerin karbamik asit sınıfı, ditiyokarbamatları (ferbam, tiram, ziram, propamokarb, vb.) ve EDBC'leri (maneb, mankozeb, zineb, nabam, metiram, vb.) içerir. Genel olarak, karbamik asit

türevleri, nabam hariç, oral, dermal ve solunum yollarında düşük veya orta derecede akut toksisiteye sahiptir. Toksisitenin ana özellikleri arasında anoreksi, ishal ve gaz, ardından nörolojik etkiler, ataksi, kas kasılmaları ve bitkinlik yer alır. Tekrarlanan alımlarda, özellikle maneb ile deride etkiler, alopesi, antitiroid etki riski vardır. Bazı bileşikler yumurtlamayı ve yumurtlamayı engeller (tiram, ziram). Propamokarb, gözü veya cildi tahriş etmez. Toksisite belirtileri arasında hipokinezi, uyuşukluk, kambur duruş, vücut titremeleri, klonik konvülsiyonlar, burun kanamaları, piloereksiyon, şaşırtıcı yürüyüş ve ataksi bulunur.

Benzimidazoller: Başlıca benzimidazol fungusit arasında benomil, karbendazim ve fuberidazol bulunur. Benomil ve karbendazim düşük toksisiteye sahipken fuberidazol orta derecede toksisiteye sahiptir. Hem benomil hem de karbendazim, laboratuvar hayvanlarında yüksek oral dozlarda üreme ve gelişimsel toksik etkiler üretir. Üreme toksik etkileri arasında sperm sayısında azalma, testis ağırlıklarında azalma ve histopatolojik değişiklikler bulunurken, gelişimsel toksik etkiler arasında düşük fetal ağırlık ve göz anomalileri (mikroftalmi veya anoftalmi), kafatası ve kafa (hidrosefali) yer alır. Bu bileşiklerin ikisi de sıçanlarda kanserojen değildir; bununla birlikte, fareye ömür boyu maruz kalma, iyi huylu (kötü huylu değil), hepatoselüler neoplazmalar ve adenomlar gösterir. Karbendazim gelişimsel bir toksik ve teratojendir.

Konazoller: Konazol fungusit sınıfı, siprokonazol, dinikonazol, triadimefon, triadimenol, propikonazol, imazalil içerir ve düşük ila orta derecede akut toksisiteye sahiptir. Triadimenol tahriş edici değildir, teknik sınıf triadimefon ise hassaslaştırıcıdır. Toksisitenin diğer semptomları arasında karaciğer toksisitesi ve merkezi sinir sistemi etkileri yer alır. Dişi farelerde karaciğer adenomları gözlenmiştir. Gelişimsel toksisite, tavşanlarda triadimefondan sonra artan yumurtalık ve testis ağırlıklarını, maternal toksik dozlarda artmış skapula malformasyonlarını gösterir. Propikonazol tavşanlarda gözü tahriş etmez, ancak tavşan derisini tahriş eder ve kobaylarda deri hassaslaştırıcıdır.

Morfolinler: Morfolin fungusitleri sınıfı dodemorf, fenpropimorf ve tridemorf içerir. Bu bileşiklerin, orta derecede tehlikeli olan tridemorf dışında, akut tehlikelere neden olması olası değildir. Dodemorf asetat tavşan derisini orta derecede tahriş edicidir ve tavşan gözünü ciddi şekilde tahriş eder. Fenpropimorf tavşan derisi için hafif bir tahriş edicidir, tridemorf ise tahriş edici değildir. Tridemorf ve fenpropimorf, toplam malformasyon sayısında bir artış ile gelişimsel toksisiteye yol açar.

Amidler: Yaygın olarak kullanılan amid fungusitleri fenheksamid, benalaksil, metalaksil, flutolanil tolilfluanid ve diklofluaniddir. Bileşikler, hafif derecede tehlikeli olan metalaksil dışında düşük toksisiteye sahiptir. Uzun süreli maruziyette benalaksil, köpeklerde karaciğer yağlanmasına ve hematolojik değişikliklere (sıçanlarda) ve semifer tübüllerin atrofisine neden olur. İki bileşik mantar öldürücü olarak kullanılır ve tavşanlar için ciddi tahriş edicidir.

Köpek, hedef organ olarak karaciğer ile en hassas türdür. Metalaksil ve benalaksil düşük akut oral ve dermal toksisite sergilerler ve cilt ve gözler için tahriş edici olmadığı kabul edilir. Diklofluanid, tolilfluanid ve flutolanil gözü biraz tahriş eder. Uzun süreli maruziyette, karaciğerin büyümesine, vücut ağırlıklarının azalmasına ve hafif hematolojik rahatsızlıklara yol açar ve sıçanlarda ve köpeklerde tiroid ağırlığında bir artış olduğuna dair bazı kanıtlar vardır. Fenheksamit'e uzun süreli maruziyette, başlıca hedef organ, sıçanlarda ve farelerde böbrek ve köpeklerde hematopoitik sistem ve adrenal bezdir. Tolilfluanid bir cilt hassaslaştırıcıdır ve sedasyona, hareketliliğin azalmasına, davranış bozukluğuna ve nefes darlığına yol açabilir. Diğerleri: Fungisit olarak kullanılan başka antibiyotik maddeler, tiyokarbonatlar ve sinnamik asit türevleri de vardır. Örneğin, bir tiyokarbonat mantar ilacı olan sodyum tetratiyokarbonat orta derecede toksiktir. Sıçan oral ÖD₅₀ 631 mg/kg'dır. Tavşan derisi için şiddetli tahriş edicidir ve tavşan gözü için belirgin bir tahriş edicidir. Başka bir bileşik sikloheksimit aşırı derecede toksiktir ve mutajenik potansiyele sahiptir. Dimetomorf sıçanlarda düşük oral toksisiteye sahiptir. Bir tiyokarbonat mantar ilacı olan sodyum tetratiyokarbonat orta derecede toksiktir. Sıçan oral ÖD₅₀, 631 mg/kg vücut ağırlığıdır. Tavşan derisi için şiddetli tahriş edicidir ve tavşan gözü için belirgin bir tahriş edicidir. Fenpiroksimatın akut oral ÖD₅₀ 245- 480 mg/kg vücut ağırlığıdır. Bir fenilpirol mantar ilacı olan fludioksonil ve trifloksistrobin, sıçanlarda düşük akut toksisiteye sahiptir. Fludioksonil tavşanlarda hafif bir göz tahriş edicidir, ancak tavşanlarda cildi tahriş edici veya kobaylarda cilt hassaslaştırıcı değildir. Trifloksistrobin toksik semptomlar karaciğer toksisitesi, böbrek ağırlığındaki değişiklikler, pankreas atrofisi ve dalak anormallikleri ile ilişkilidir (27).

Geçmişte ve günümüzde yaygın olarak kullanılan pestisit grup ve üyeleri

Geçmişte ve günümüzde yaygın olarak kullanılmış ve daha sonradan kullanımı yasaklanmış pestisit grupları ve üyeleri hep birlikte aşağıda belirtilmiştir.

İnsektisitler; Organik klorlu insektisitler: Aldrin, dikofol, karbon tetraklorür, mireks α,β,γ -BHC (benzenheksaklorid), endosülfan, kepon, pentaklorofenol, DDD (Diklorodifenildikloroetan), endrin, klordan, tetradifon, DDE (diklorodifenildikloroetilen), heptaklor, kuintozen, toksafen, DDT (diklorodifeniltri-kloroetan), izobenzan, lindan, tri-klorofenol, diklorobenzen, kamfeklor, metoksiklor.

Organik fosforlu insektisitler: Asefat, etrimfos, karbofenotiyon, naled, azinfos, famfur, klorfenvinfos, ometoat, bomil, fenamifos, klorprifos, paratyon, bromofos, fenitrotiyon, koumafos, primifos, demeton, fentoat, kuinalfos, siyanofos, diazinon, foksim, leptofos,

temefos, diklorvos, fonofos, malatyon, TEPP (tetraetilpirofosfat), dikrotofos, forat, mefosfolan, tetraklorvinfos, dioksation, formatyon, metamidofos, tiyometon, disülfoton, fosalon, metidatyon, triazofos, etiyon, fosmet, mevinfos, triklorfon, etoprop, izoksatyon, monokrotofos, vamiidotyon.

Doğal piretrinler ve sentetik piretroitler: Piretrin I, bifentrin, lamda-sihalotrin, sipermetrin, deltametrin, gamma-sihalotrin, tau-fluvalinat, permetrin, teflutrin, esfenvalerat, pralletrin, tetrametrin, etofenfroks, resmetrin, tralometrin, fenpropatrin, sifenotrin, zeta-sipermetrin, alletrin, imiprotrin, siflutrin.

Karbamat insektisitler: Aldikarb, dimetilan, karbosülfan, aldoksikarb, dioksakarb, ksililkarb, promekarb, aminokarb, etiyofenkarb, meksakarbat, propoksür, bufenkarb, fenetakarb, metiyokarb, tiyodikarb, bütakarb, fenobukarb, metomil, furatiyokarb, oksami, trimetakarb, dimetakarb, izolan, pirolan, dimetan, karbofuran, primikarb.

Avermektinler: Abamektin, emamektin, ivermektin, doramektin, eprinomektin, selamektin.

Neonikotinoidler: Asetamiprid, imidaklopid, nitenpiram, tiyaklopid, dinotefuran, imidaklotiz, tiyametoksam, klotiyanidin, paikongding.

Formamidinler: Amitraz, formparanat, medimeform, formetanat, klordimeform, semiamitraz.

Akarisitler: Aldikarb, dimefoks, karbaril, mipafoks, alfa-sipermetrin, dineks, karbofuran, moksidektin, amitraz, disülfiram, karvakol, oksamil, arsenous oksit, DNOC, klodimeform, permetrin, asetoprol, dofenapin, klofentezin, primostrobın, asinatrin, doramektin, klorbensid, proklonol, azobenzen, etoksazol, klorbenzilat, promasil, azosiklotin, fenazakuin, klorfenapir, propoksür, benomil, fenpiroksimat, klorfenson, sanguinarin, benzilbenzoat, fenproksid, klorfensülfıt, selamektin, benzoksimat, fenson, klorfenvinfos, siflumetofen, bifenazat, fentrifanil, kloropropilat, sikloprat, bifentrin, fipronil, klorprifos, simiazol, binapakril, fluazuron, klosantel, siromazin, bromofos, flumetrin, koumafos, spirodiklofen, brompropilat, fluorbensid, kükürt, tau-fluvalinat, demeton, formparanat, mesulfen, tetranaktin, difenilsülfon, fostin, metiyokarb, triklorfon, diklorvos, heksitiazoks, milbemektin, dikofol, ivermektin, milbemisin, oksim.

Afisitler: Bromofos, fentiyo, klorprifos etil, diazinon, fosalon, primikarb.

Rodentisitler: Alfakloraloz, krimidin, koumatetralil, kolekalsiferol, alüminyum oksit, varfarin, ergokalsiferol, brodifakum, koumaklor, potasyum arsenit, hidrojen siyanür, bromadilon,

koumafuril, sodyum arsenit, norbromid, difenakum, dikumarol, talyum sülfat, silatran, difetiyalon, difasinon, çinko fosfür, tetramin, flokoumafen, pindon, floroasetamid, lindan, karbondioksit, valon, floroasetik, tiyosemikarbazid, fosasetim, klorofasinon, kurkumenol.

Herbisitler: 2,4-D, diuron, klopivalid, prometon, 2,4-DB, etametsülfuron, kloransulam-metil, prometrin, alloksidim, etoksisülfuron, klorimuron, propakuizafop, ametrin, fenmedifam, klorotoluron, propanil, amidosülfuron, fenoksaprop, klorsülfuron, propazin, amikarbazon, flazasülfuron, kuinklorak, propoksikarbazon, atrazin, fluazifop-P, kuizafop-P, prosülfuron, azimsülfuron, flukarbazon-sodyum, MCPA, setoksidim, benefin, fluometuron, MCPB, sihalofop-bütül, bensülfuron, foramsülfuron, mekoprop, sikloksidim, bentazon, halosülfuron, mesosülfuron, siklosülfamuron, heksazinon, metamitron, simazin, bromasil, imazakuin, metribuzin, bromoksinil, metsülfuron, sinusülfuron, butroksidim, imazamoks, nikosülfuron, siyanazin, imazapik, orizalin, terbasil, desmedifam, pikloram, terbumeton, desmetrin, imazetapir, pirazon, terbütülinazin, diklofop, iyodosülfüron, piribenzoksim, tiyazopir, dikloprop, iyoksinil, piridat, tralkoksidim, diklosulam, izaproturon, trietrazin, dimefuron, kletodim, primisülfuron, ditiyopir, klodinafop, prodiamin.

Fungusitler: Azoksistrobin, flutalonil, miklobütanil, tiram, hidrojen dioksit, piraklostrobin, tiyofanat-metil, iprodinon, polioksin D, triadimeform, etazol, kloroneb, propamokarb, trifloksistrobin, fenarimol, klorotalonil, propikonazol, tritikonazol, fludioksonil, kuintozen, siyanofamid, vinklozolin, fluoksastrobin, mankozeb, fosetil alüminyum fosfonat, mefenoksam, tetrakonazol.

Moluskusitler: Allisin, demir fosfat, metiyokarb, tralopiril, bakır asetoarsenit, fentin, niklozamid, tribütülin oksit, bakır sülfat, kalsiyum arsenat, pentaklorofenol, trifenmorf, bromoasetamid, kloetokarb, tazimkarb, trimetakarb, sodyum pentaklorofenoksit, metaldehid, tiyaklopid.

Fumigantlar: Akrilonitril, etilen oksit, kloropikrin, paradiklorobenzen, alüminyum fosfür, etilformat, magnezyum fosfür, siflutrin, dazomet, fosfin, metilbromid, siyanojen, dikloroetan, hidrojen siyanür, metilenklorid, sodyum tetratiryokarbonat, dikloropropan, iyodometan, metiliyodid, sülfüril florid, ditiyoeter, karbon tetraklorür, metilkloroform, tetrakloroetan, etilen dibromid, karbonil sülfid, naftalen, etilen diklorid, kloroform, ozon.

Böcek gelişim düzenleyiciler: Epofenonan, α -ekdizon, kinopren, penfluron, bistrifluron, fenoksikarb, klorbenzuron, piriiprosifen, buprofezin, flufenoksuron, klorfluazuron,

flusikloksuron, kromafenozid, siromazin, diflubenzuron, furan, tebufenozid, lufenuron, tebufenozid, diklorbenzuron, halofenozid, metoksifenozid, teflubenzuron, disiklanil, hekzaflumuron, metopren, triflumuron, diyofenolan, hidropren, novaluron, tripren (52).

KAYNAKÇA

- 1-** Weiss B., Amler S., and Amler RW. Pesticides. Pediatrics. 2004 Apr;113(4 Suppl):1030-6.
- 2-** Waxman M.F.(1998).Agrochemical and Pesticide Safety Handbook. CRC press:USA.
- 3-** Perry, A. S., Yamamoto, I., Ishaaya, I., & Perry, R. (1998). Insecticides in Agriculture and Environment. doi:10.1007/978-3-662-03656-3
- 4-** Narahashi T (1987) Nerve membrane ion channels as the target site of environmental toxicants. Environ Health Perspect 71: 25–9.
- 5-** Bloomquist JR, Soderlund DM (1985). Neurotoxic insecticides inhibit GABA-dependent chloride uptake by mouse brain vesicles. Biochem Biophys Res Commun 133: 37–43.
- 6-** Joy R (1976). The alteration by dieldrin of cortical excitability conditioned by sensory stimuli. Toxicol Appl Pharm 38: 357–68.
- 7-** Metcalf, R. L. (1973). Century of DDT. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 21(4), 511–519. doi:10.1021/jf60188a040
- 8-** Yu S.J.(2015). The Toxicology and Biochemistry of Insecticides. Second edition. CRC Press; 31-35.
- 9-** Ware G.W. and Whitacre D.M. An Introduction to Insecticides. The Pesticide Book, 6th ed. 2004.
- 10-** Matsumura, F. (1985). Toxicology of Insecticides(Second Edition). Plenum press; doi:10.1007/978-1-4613-2491-1
- 11-** Gupta, R. C., Miller Mukherjee, I. R., Malik, J. K., Doss, R. B., Dettbarn, W.-D., and Milatovic, D. (2019). Insecticides. Biomarkers in Toxicology, 455–475. doi:10.1016/b978-0-12-814655-2.00026-8

- 12-** Peter, J. V., and Cherian, A. M. (2000). Organic Insecticides. *Anaesthesia and Intensive Care*, 28(1), 11–21. doi:10.1177/0310057x0002800102
- 13-** Martínez, M. A., and Ballesteros, S. (2012). Two Suicidal Fatalities Due to the Ingestion of Chlorfenvinphos Formulations: Simultaneous Determination of the Pesticide and the Petroleum Distillates in Tissues by Gas Chromatography–Flame-Ionization Detection and Gas Chromatography–Mass Spectrometry. *Journal of Analytical Toxicology*, 36(1), 44–51. doi:10.1093/jat/bkr014
- 14-** Karanth, S., and Pope, C. (2003). In Vitro Inhibition of Blood Cholinesterase Activities From Horse, Cow, and Rat by Tetrachlorvinphos. *International Journal of Toxicology*, 22(6), 429–433. doi:10.1177/109158180302200604
- 15-** Moody, R. P., and Franklin, C. A. (1987). Percutaneous absorption of the insecticides fenitrothion and aminocarb in rats and monkeys. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 20(1-2), 209–218. doi:10.1080/15287398709530973
- 16-** Francis, J.I., Barnes, J.M., 1963. Studies on the mammalian toxicity of fenthion. *Bull. World Health Organ.* 29, 205–212
- 17-** Meyers, S.M., Wolff, J.O., 1993. Comparative toxicity of azinphos-methyl to housemice, laboratory mice, deer mice, and gray-tailed voles. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 26, 478–482.
- 18-** Gunasekara, A. S., Rubin, A. L., Goh, K. S., Spurlock, F. C., and Tjeerdema, R. S. (2008). Environmental Fate and Toxicology of Carbaryl. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology Vol 196*, 95–121. doi:10.1007/978-0-387-78444-1_4
- 19-** Risher, J. F., Mink, F. L., and Stara, J. F. (1987). The toxicologic effects of the carbamate insecticide aldicarb in mammals: a review. *Environmental Health Perspectives*, 72, 267–281. doi:10.1289/ehp.8772267
- 20-** Van Scoy, A. R., Yue, M., Deng, X., and Tjeerdema, R. S. (2012). Environmental Fate and Toxicology of Methomyl. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 93–109. doi:10.1007/978-1-4614-4717-7_3
- 21-** O'BRIEN R. D. (1967). *Insecticides Action and Metabolism*. New York and London: Academic Press.

- 22-** Gupta, R. C. (2012). Rotenone. *Veterinary Toxicology*, 620–623. doi:10.1016/b978-0-12-385926-6.00052-1
- 23-** Conley EC, Brammar WJ (1999) *The Ion Channel Facts Book*. Academic Press, San Diego, CA.
- 24-** Meyer KE (1999) Toxicosis in cats erroneously treated with 45 to 65% permethrin products. *J Am Vet Med Assoc* 215: 198–203.
- 25-** Ansari BA, Kumar K (1988) Cypermethrin toxicity: effect on the carbohydrate metabolism of the Indian catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Sci Total Environ* 72: 161–6.
- 26-** Bradbury SP, Coats JR (1989) Comparative toxicology of the pyrethroid insecticides. *Rev Environ Contam Toxicol* 108: 133–77.
- 27-** Gupta R.C. *Veterinary Toxicology. Basic and Clinical Principles*-Academic Press (2007)
- 28-** Bravo, A., Gill, S. S., & Soberón, M. (2007). Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*, 49(4), 423–435. doi:10.1016/j.toxicon.2006.11.022
- 29-** Yang, R. S. H., Witt, K. L., Alden, C. J., and Cockerham, L. G. (1995). Toxicology of Methyl Bromide. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 65–85. doi:10.1007/978-1-4612-4252-9_3
- 30-** Schneider, M., Quistad, G. B., and Casida, J. E. (1999). Glutathione activation of chloropicrin in the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 439(2), 233–238. doi:10.1016/s1383-5718(98)00198-3
- 31-** Wexler P.(2014). *Encyclopedia of Toxicology*. Third edition. Academic press: USA
- 32-** Dekeyser, M. A. (2005). Acaricide mode of action. *Pest Management Science*, 61(2), 103–110. doi:10.1002/ps.994
- 33-** Marcic D.(2011). Acaricides – Biological Profiles, Effects and Uses in Modern Crop Protection. *InTech*;39-62. DOI:10.13140/2.1.2790.3042
- 34-** Croft BA. (1990). *Arthropod biological control agents and pesticides*. Wiley-Interscience, New York, NY

- 35-** Marcic, D. (2012). Acaricides in modern management of plant-feeding mites. *Journal of Pest Science*, 85(4), 395–408. doi:10.1007/s10340-012-0442-1
- 36-** Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., and Tirry, L. (2010). Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40(8), 563–572. doi:10.1016/j.ibmb.2010.05.008
- 37-** Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., and Dermauw, W. (2015). The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 12–21. doi:10.1016/j.pestbp.2014.12.009
- 38-** Emden H.F. and Harrington R.(2007). *Aphids as Crop Pests*. Cromwell Press, Trowbridge.
- 39-** Eason C.T. and Ogilvie S.(2009). *A re-evaluation of potential rodenticides for aerial control of rodents*. Publishing Team: New Zealand.
- 40-** DuBois, K. P. (1958). Insecticides, Rodenticides, Herbicides; Household Hazards. *Postgraduate Medicine*, 24(3), 278–288. doi:10.1080/00325481.1958.11692212
- 41-** Murphy, M. J. (2002). Rodenticides. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 32(2), 469–484. doi:10.1016/s0195-5616(01)00003-1
- 42-** Jacob, J., & Buckle, A. (2017). Use of Anticoagulant Rodenticides in Different Applications Around the World. *Anticoagulant Rodenticides and Wildlife*, 11–43. doi:10.1007/978-3-319-64377-9_2
- 43-** Knowles CO (1991) Miscellaneous pesticides. In *Handbook of Pesticide Toxicology*, Hayes WJ, Laws ER (eds). Academic Press, New York, pp. 10–186.
- 44-** Gupta, P. K. (2018). Toxicity of Herbicides. *Veterinary Toxicology*, 553–567. doi:10.1016/b978-0-12-811410-0.00044-1
- 45-** Plimmer J.R., Gammon D.W. and Ragsdale N.N.(2003). *Encyclopedia Of Agrochemicals*. Volume 3: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: Canada.

- 46-** Krieger R.(2011). Hayes 'Handbook of Pesticide Toxicology. Third Edition: Academic Press: USA.
- 47-** Gupta, P. K. (2017). Herbicides and Fungicides. Reproductive and Developmental Toxicology, 657–679. doi:10.1016/b978-0-12-804239-7.00037-8
- 48-** Singh, B., and Singh, K. (2014). Microbial degradation of herbicides. Critical Reviews in Microbiology, 1–17. doi:10.3109/1040841x.2014.929564
- 49-**Plimmer J.R., Gammon D.W. and Ragsdale N.N.(2003). Encyclopedia Of Agrochemicals. Volume 2: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: Canada.
- 50-** Dalvi R. R. and Mutinga M. L. Comparative Studies of the Effects on Liver and Liver Microsomal Drug-Metabolizing Enzyme System by the Fungicides Captan, Captafol and Folpet in Rats. Short Communication. Pharmacology & Toxicology 1990.66, 231-233.
- 51-** Terada M., Mizuhashi F., Tomita T., Inoue H. and Murato K. Mepaniprym induces fatty liver in rats but not in mice and dog. The Journal of Toxigological Sciences.1998:Vol 23,No.3,223-234.
- 52-** Daş Y.K and Aksoy A. Pestisitler. Turkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topics 2016;2(2).