

KLORLU HİDROKARBON PESTİSİTLER ve POLİKLOBİFENİLLERİN NEDEN OLDUĞU ÇEVRE KİRLENMESİ

Nesrin TUNCER (*)

Çevre kirlenmesi günümüz dünyasının en önemli sorunlarından birini oluşturmaktadır. Oysa nüfus artışının ve teknolojinin bugünkü düzeyine ulaşmadığı yıllarda, meydana gelen artıkların ır-maklar tarafından kolayca absorbe edilmesi, dumanların atmosferde kolayca kaybolması gibi faktörler nedeniyle çevre kirlenmesi gibi bir sorun yoktu. Daha sonra nüfus artışı, sanayinin gelişmesi ve buna paralel olarak insanların köylerden kentlere göç etmesi sonucunda çoğalan artıklar su ve havayı kirlletmeye başladı. Öte yandan toprak altında bulunan kurşun, bakır, çinko ve arsenik gibi madenlerin yeryüzüne çıkarılmaları ve bunların sanayide kullanılmaları ile çevre kirlenmesine etkileri başlamış oldu. Bunun yanı sıra endüstride Klorlu Hidrokarbon insektisitler, Poliklobifeniller gibi birçok bileşikler sentezlendi.

Bilindiği gibi dünyamızın karşı karşıya bulunduğu bir başka önemli sorunda kötü beslenme ve açlıktır. Bu bakımdan bir yandan bitkisel ve hayvansal kökenli gıda maddeleri üretiminin artırılması üzerinde çalışmalar sürdürülürken öte yandan mevcut gıdalarda meydana gelebilecek kayıpların en aza indirilmesine çaba harcanmaktadır. Bunlar, dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi, gübreleme, karantina yöntemleri, biyolojik savaş, insekt hormonları ve kimyasal savaştır. Biyolojik savaş ve insekt hormonları pahalı ve yetersiz olduğundan bu alanda kimyasal savaş önem kazanmıştır. DDT'nin kullanılmasıyla başlayan kimyasal savaşta, klorlu hidrokarbonlar, organik fosforlu ve karbamat insektisitlerde kullanılır. Ülkemizde kimyasal savaş deyince akla, uygulama kolaylığı, iyi sonuç alınması, kolayca bulunabilmesi ve reklamı yüzünden önce

(*) Uzm. Veteriner Hekim, Konya Vet. Kontrol ve Araştırma Enstitüsü

pestisitler gelmektedir. Bununla beraber halâ tarımsal ürünlerin çok büyük bir kısmının haşerelerce bozulduğunu bilmekteyiz. Kimyasal savaşta uygulanan ilaçların en iyisi bile hasat zamanı bitkilerde rezidü bırakmaktadır.

Memleketimizde tarım ilacı üretimi ilk kez, pire otu kültürü denemeleri ile devlet tarafından başlatılmıştır. Daha sonra yerli ve yabancı sermaye ortaklıkları kurularak ilk formülasyon tesisleri faaliyete geçirilmiştir. Ülkemiz 1978 yılında 6360 ton hazır ilaca 40.894.578 dolar, 19114 ton hammaddeye 21.079.321 dolar ödemiştir. Aynı yıl üretilen DDT miktarı 2400 ton, BHC ise 4.500 ton olmuştur. 1982 yılında Klorlu hidrokarbon üretimleri BHC 475.8 ton, DDT 7809 ton, DT-BHC karışımı 1300 ton, Heptaklor 65 ton, Lindan 200 ton, Endosulfan 50 ton'dur. 1982 yılında DDT ve BHC'nin Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı tarafından ancak devlet kontrolünde kullanılabilme kararı alındıktan sonra üretimleri 1983 yılında düşmüştür. Halen BHC ve DDT'nin tamamının yurt içinde imal edilmekte, Heptaklor, Lindan, Endosulfan'ın ise ithal edildiği bilinmektedir.

Konumuz olan Klorluhidrokarbonlar veya organik klorlu insektisitler: Asiklik ve siklik yapıdaki çeşitli hidrokarbonların % 33-67 oranında klorlandırılması ile elde edilen bileşiklerdir. Bu bileşikler içerisinde başlıcaları, Chlorophenothane, Gesarol, Neocid gibi adlarla anılan DDT, Metoksi DDT, DMDT ve Marlatoe adlarıyla anılan ROTAN ile BHC'dir. Sonuncu bileşiğin 16 izomeri vardır ve en önemlisi gama-BHC dir. Lindan, Gammmaxane, gamtox, Hexadow, İzotox, Hexone adlarıyla bilinir. Uçuculuğunun fazla olması yüzünden BHC'nin DDT kadar uzun süren kalıcı etkisi yoktur. Bunlardan başka Dieldrin, Toksofen ve Aldrin'i sayabiliriz. Aldrin, Dieldrin, Toksofenin toksisitelerinin insan ve evcil hayvanlar için yüksek oluşu ve vücut yağlarında depolanmaları yüzünden kullanımları sınırlıdır (7). Bazı Avrupa ülkelerinde ve 3 yıldan beri dememleketimizde kullanımları yasaklanmıştır.

Tarım ve hayvancılık alanlarında pestlere karşı savaşında 1940'lara kadar Arsenik, Florür, Kükürt ve Bakır kapsayan bileşikler ile Piretrum, Rotenon, Nikotin gibi maddeler kullanılmıştır. DDT ilk kez 1942'de Amerika'da insektisit olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1950'li yıllarda modern ve sentetik insektisit üretimi başladı. Memleketimizde ise ilk tarımsal savaş 1873'den de önce-leri, ilkin İstanbul sonraları diğer illerde bağlara zarar veren Fi-

loksera böceğine karşı başlatılmış, Cumhuriyet kuruluncaya kadar sadece çekirge ve tarla faresi ile mücadele edilmiştir.

Modern pestisitlerin en önemlileri Klorlu Hidrokarbon insektisitler, organik fosforlu insektisitler, Karbamik asit esterleridir. Ortamda uzun süre kalabilen, hayvan ve insan sağlığı açısından kontaminasyon yaratanların başında yukarıda tanımlamaya çalıştığımız klorlu hidrokarbon insektisitler, bunu takiben poliklorobifenil bileşikleri ve civalı bileşikler gelir. Bu tür insektisitlerin rezidülerine havada, karada, iç sularda ve okyanus sularında, toprak, bitki ve tarım ürünlerinde, aynı zamanda omurgasız ve omurgalı hayvanlarda saptanmıştır. Antartika gibi bir bölgede bile rezidü bulunmuştur.

Klorlu hidrokarbon insektisitler yağda çözünme özelliklerinin sonucu olarak vücut yağında birikme eğilimi gösterirler. Bu depolanma ya ana bileşik şeklinde veya çeşitli metabolitlere dönüşükten sonra meydana gelir. Örneğin; DDT memeli hayvanların vücudunda p-p' DDT, O-p' DDT halinde, aynı zamanda dehidroklorinasyona uğrayarak DDE halinde depolanır, DDA şekline çevrilerek atılırlar. Klorlu hidrokarbon pestisitler toprakta çok uzun zaman kalabilmekte, uygulamadan sonra toprağın 10-15 cm derinliğinde DDT ve Dieldrin'e rastlanabilmektedir.

Sağlığımızda belirgin bir bozulma olmaksızın ölçülebilir yoğunlukta DDT gibi insan eliyle yapılan ve poliklorobifeniller gibi endüstriyel maddeleri sürekli çevremizden alırız. Yapılan bir araştırmaya göre hayvanlarda DDT'nin vücutta toplanan miktarı, rasyondaki konsantrasyonunun 6-28 katına çıkabilmektedir. Hayvanlara deneysel olarak insektisit yedirilmesinin durdurulmasından sonra 20 haftadan daha uzun süre rezidüleri vücut yağında kalabilmektedir (5). Tarımsal savaşta kullanılan Klorlu hidrokarbon insektisitler bitkilerde ve toprakta çok uzun süre kalabilmekte, bir tek uygulamada bile hayvansal besin temeli olan bitkileri uzun süre kontaminasyona uğratmaktadır.

Hayvanlarda insektisit kontaminasyonu genellikle sindirim kanalı ile olur. Yukarıda adı geçen insektisitler şiddetli açlık ve zayıflama halinde mobilize olarak akut zehirlenmeye neden olabilirler. Akut zehirlenmede memeli hayvanlarda ilk belirtiler irritabilite artışı sonucunda hayvanın aktivitesinin çoğalması, dokunma ve işitme duyusunun aşırı derecede duyarlı hale gelmesi şeklinde

görülmür. Böğürme, salya artışı, diş gıcırdatma, kusabilenlerde kusma, zafiyet ve felç şekillenir. Ölüm genellikle solunum yetmezliği ve sentral sinir sistemi depresyonundan kaynaklanır. Kronik zehirlenmelerde genel çizgileri ile bu tabloyu andırırlar. Patolojik lezyonlar genellikle kronik zehirlenmelerde meydana gelir, karaciğerde sentrolobuler nekroz ve karaciğer büyümesi şeklinde olur.

Zehirlenmelerde sağıtında, zehirin sindirim kanalından elimine edilmesi için (ağız yoluyla alınmışsa) midenin yıkanması, ardından tuzlu sürgüt (yağlı sürgüt kontrendikedir), konvulsiyonları kontrol altına almak için Barbütüratlar (beynin motor korteksi üzerindeki selektif depresan etkinliği dolayısıyla özellikle Fenobarbital) kullanılması sağlık verilir.

Memleketimizde tarım ve hayvancılık alanında çalışan halkın büyük bir kısmının bugün istenilen kültür seviyesine ulaşamamış durumda olması ve bir yandan da insektisitlerin belirli bir kontrole tabi olmaksızın herkes tarafından kolaylıkla temin edilebilmesi gerek insanlarda gerekse hayvanlarda kitle halinde zehirlenmelere yol açabilmektedir. Zehirlenmeler bölgeden bölgeye değişik sayıda, özellikle tarımsal alanlarda yoğunur. Sağlık Sosyal Yardım Bakanlığı 1966'da tarımsal ilaçlardan 4 kişinin öldüğünü, 1974'de ise 1680 zehirlenme olayının 156'sının ölümle sonuçlandığını bildirmektedir. A.Ü. Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji bilim dalına gelen zehirlenme ile ilgili materyalin % 80'ninde (4), Etlik Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Toksikoloji laboratuvarına son 10 yıl içerisinde gelen 1475 zehirlenme ile şüpheli materyalin yaklaşık % 40'ında tarımsal mücadelede kullanılan ilaçlar tesbit edilmiştir.

Klorlu Hidrokarbon insektisitlerin çok yaygınca ve dikkatsizce kullanılmaları sonucu bunlar biyosfere dağılmış ve doğal dengenin bozulmasına önder olmuşlardır. Sıtma mücadelesinde kullanılan insektisitler, sulak alanlarda yaşayan omurgasız ve omurgalı hayvanları öldürerek faunayı tehdit etmektedir. Bilindiği gibi sulak alanlar yerli ve yabancı kuşların barınma ve beslenme yerleridir. Uygulanan tüm kısıtlayıcı önlemlere rağmen biyosfere yayılan DDT miktarının 450.000 tona ulaştığı tahmin edilmektedir. Pestisitlerin zararlı etkileri yanında kullanımlarının zorunlu olduğu durumlarda vardır. Örneğin, Malarya kontrolü için DDT ile yapılan sivrisinek mücadelesinde 8 yıl içerisinde 5 milyon kişinin ha-

yatının kurtulduğu ve 100 milyon kişiyide hastalıktan koruduğu WHO tarafından bildirilmiştir (5).

Klorlu hidrokarbonların yayılmalarının nedeni insektisit kaplarının suya atılması, akarsu yakınında ve denize yakın alanlarda yapılan geniş çaptaki ilaçlamalarda insektisitlerin su, yağmur, rüzgâr gibi tabiat olayları ile toprak altı suları aracılığı ile su sistemine karışmasıdır. Sularda bulunan insektisitler genellikle çözülmez, suspansiyon halinde organik maddelerde, sedimentlerde, çamurda, çürüme artıklarında ve planktonlarda birikir ve su besin zincirine girerek omurgasızlar ve balıklarda birikirler. Klorlu hidrokarbon insektisitler ve diğer bazı maddeler balıklarda sudaki yoğunluğunun 1000 - 10.000 katına ulaşabilir, suda 1/100.000.000 oranında bulunan DDT bazı balıklar için öldürücü olabilmektedir, halbuki bu su insanlar tarafından zararsızca içilmekte ve litrede 0.01 mg DDT vücuda girmiş bulunur. A.Ü. Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji bilim dalınca yapılan bir seri rezidü çalışmalarında 1972-1976 yılları arasında çeşitli illerden elde edilen hayvansal ürünlerde yapılan ortalama toplam klorlu insektisitlerin en fazla bulunanları sırasıyla DDT türevleri, BHC, Dieldrin ve Endrin'dir (6). 1974-1975 döneminde Karadeniz'de çeşitli balık türlerinde, balık yağı ve balık unlarından ibaret toplam 280 numunede % 100 DDT, % 100 BHC, % 96.4 Dieldrin, % 95.4 Aldrin, % 51.5 Endrin'e raslanmıştır. Özellikle Yunus balığı yağlarında çok fazla rezidü bulunduğu saptanmıştır (2). 1976-1977 dönemi içerisinde yapılan diğer bir araştırmada Akdeniz'de Antalya-İskenderun körfezleri arasındaki avlanma bölgelerinden alınan 234 adet balık numunelerinde, DDT türevleri % 100, BHC izomerleri % 99.1, Aldrin % 86.7, Dieldrin % 74.7 ve Endrin % 63.3 oranında tesbit edilmiştir (3). Türkiye'nin çeşitli illerinden elde edilen hayvansal ürünler üzerinde yapılan araştırmada en fazla rezidü sırasıyla sığır böbrek yağı, tereyağ ve beyaz peynirde tesbit etmişlerdir (60).

Okyanuslar 56×10^6 km² lik yer tutar ve 1420×10^{15} m³ su kapsamaktadır. Bu durumda denize döktüğümüz tüm artıkları bu kadar suyun zararsız bir şekilde absorbe edebileceği varsayılabilir. Ancak denizlere ulaşan bu rezidüleri okyanus sularında çok düşük yoğunluklara kadar dilüsyona uğrar, kısa zamanda 75-100 metreye kadar iner ve organik maddelerin sedimentasyonu ile aşağı yukarı 4 yıllık bir sürede bu rezidüleri suyun üst kesiminden elimine edilirler. Balıklarda ve su kuşlarında son zamanlarda beliren üreme

yetersizlikleri, kara ortamında tarımsal ilaçlama alanlarının yakınılarında yaşayan çeşitli kuş populasyonlarında meydana gelen azalmalar klorlu hidrokarbon insektisitlerin kronik ve toksik etkilerinin bir delilidir. Memleketimizde Akdeniz ve Karadeniz ile ilgili yapılan çalışmada, her iki denizinde aynı ölçüde kirlendiği ortaya konulmuştur. Ancak Akdeniz'in Karadeniz'e oranla açık deniz olması nedeniyle kirlilik bir oranda dilüsyona uğramaktadır (2, 3).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) raporlarına göre hastalık vektörlerinin kontrol altına alınması tümüyle insektisitlere bağlıdır. Fakat yapılan pest kontrolü sayısına rağmen Dünya'da pestler yüzünden uğranılan ürün kaybının yılda 21 milyar doların üzerinde olduğu sanılmaktadır.

Memleketimizde yapılan bir araştırmada, analize alınan meyve ve sebze örneklerinin ortalama % 4-6'sında, % 10-16 arasında değişen tolerans üstü kalıntıya rastlanmıştır (23).

Pestisitlerin kullanımı ile ortaya çıkan sorunlar ilk planda insan sağlığı ile ilgilidir, bu yüzden Dünya Sağlık Örgütü ve FAO pestisit rezidülerinin uluslararası düzeydeki denetiminin standartizasyonuna çalışmaktadır ve bu konuda tüm ülkeleri alınan karara uymaya zorlamaktadırlar. Özellikle bir tarım ülkesi olan ve ihracatının önemli bir kısmını tarım ürünlerinden oluşan memleketimiz için ayrı önem taşımaktadır.

Çevre ve besin kirleticileri arasında yer alan Poliklorobifeniller, kullanılma amaçlarına göre % 40-60 oranında klorlandırılarak başlıca Arochlor, Phenochlor e Clophen ticari adlarıyla piyasaya sürülürler. 210 çeşit Bifenil, Terpenil ve Naftelen bileşiğinden 50 veya daha fazla çeşidinin karışımından hazırlanırlar. Serbest nitelikli sıvı, kristalize materyal veya sert reçine halinde bulunurlar. Su asit ve alkalilerle hidrolize olmazlar. Klor içeriği az olan bileşikler nonpolar organik çözücülerde kolaylıkla çözülebildiği halde, klor içeriği artan bileşiklerde bu özellik gittikçe azalmaktadır. İyi bir dielektrik özelliği olduğundan kapasitör ve transformatör imalinde soğutucu ve izolatör madde olarak kullanılır. **Belirtilen özelliklere ek olarak çok düşük buhar basıncında ideal bir yağlayıcı, kaçak ve sızıntıları önleme, delme ve kesme işlemlerinde kolaylaştırıcı madde, hidrolik sıvı ve vakum diffüzyon pompaları ile yüksek ısı transferinde kullanılan yaz niteliği taşırlar. Elastomer ve yapışkan olduğundan ve uygulama yerlerinde uzun süre kala-**

bilme özelliğinden dolayı, yapıştırıcı, kapatıcı, dolgu ve kaçak sızıntıları önleyici madde, boya vernik, asfalt, mum alil nişasta, cam macunu, matbaa mürekkebi, karbon kâğıdı üretiminde temel çözücü madde olarak işe yararlar. Polietilen esasına dayalı plastik maddelerin elastikiyetini ve dayanıklılığını artırdıklarından bunlardan hazırlanan ambalaj ve kaplama malzemelerinin bileşimine katılırlar. Daha fazla gama-BHC olmak üzere bazı klorlu hidrokarbon pestisitlerin formülasyonunda etkinliği artırmak amacıyla kullanılırlar (19).

Poliklorobifenil bileşikleri Klorlu hidrokarbon bileşikleri gibi düzenli bir şekilde alındıklarında insan ve hayvan vücudunda birikme yaparlar. Epidemiyolojik olarak ilk defa 1968'de Güney Japonya'da, imalat sırasında bir sızıntı nedeniyle PCB ile bulaşık pirinç yağını yiyen 1000'den fazla kişide deride koyulaşma, görme bozuklukları, şiddetli akne ve diğer belirtilerle seyreden «Yusho hastalığı» adı verilen hastalık şekillenmiştir. Semptomların görülmesi 0.5 gr dozdan başlamaktadır. Hastalarda ortalama 2 gr PCB tesbit edilmiştir. Yapılan araştırmalara göre PCB'ler placentadan geçebilmekte ve birçok doğumla birlikte «Yusho hastalığı» semptomları göstermektedir. Sağlık yöntemleri henüz bilinmemektedir (8).

Poliklorobifenil'ler 1881'den önceleri de bilinmekteydi, kimyasal endüstride 1930'lu yıllarda geniş sahada kullanılmaya başlandı. Bu yıllarda sentezlenerek kimyasal endüstriye girmiş olmasına rağmen çevreye yaptığı biyolojik etkileri ve yayılması ancak 1960'lı yılların sonuna doğru ortaya çıkarılmıştır.

PCB'ler bazı özellikleri yönünden klorlu hidrokarbon pestisitlere benzerler. Isı ve kimyasal etkilere karşı çok duyarlı olmaları ve kullanılma alanlarıyla ayırım gösterirler. Poliklorobifenillerin akut ve kronik etkileri ile kirlenmeleri yönünden değişik ülkelerde yapılan araştırmalar, bazı ayırımlarla bütün PCB'lerin denizde yaşayan canlılar, memeliler ve kuş türlerinde metabolik olarak klorlu hidrokarbon pestisitlere benzer etkiler yaptığı yönündedir.

Plastik imalinde, izolator imalinde ve yukarıda anlatılan vazgeçilmez özellikleri yüzünden sırf ABD'de 1968'de üretilen miktarının 2.5 milyon galon olduğu beyan edilmiştir. 1930'dan 1970 yılına gelene kadar satışı sürekli büyümüş, yalnız Amerika'da 1970'de artan üretim miktarı 34.000 ton civarına ulaşmıştır (9). Çevrede biriken miktarının 400.000 ton olduğu sanılmaktadır (Amerika'da

DDT üretimi ile mukayese edilirse DDT 70.000 ton'dur). Plastik imalinde yiyeceklerin muhafazasında ısı kaybına yol açmayan ambalajlama işleminde kullanımının azaltılmasına çalışılmasına rağmen, Amerika'nın PCB üretiminin son yıllarda 20.000 ton dolaylarına düşmesine karşılık, dış satımında artış olduğu ayrıca bildirilmektedir (8, 11).

Pek çok endüstri dalinde yaygın kullanıma alanı bulmuş olan PCB bileşiklerinin çevreye yayılmasında nehir ve benzeri akarsular ile atmosfer hareketlerinin başlıca taşıyıcılık görevi yaptığı belirlenmiştir. ABD'de Poliklorobifenillerin üretilmesi sırasında her yıl 2000 ton dolayında PCB'in atmosfere geçtiği ve PCB içeren 4000 ton kadar plastik ve yağlayıcı madde boşaltma ve sızıntı artıkları ile hidrolik ve ısı transfer sıvısının su kanallarına geçtiği tahmin edilmektedir. Yıllık PCB üretiminin hemen hemen yarısına yakın kısmının kullanıma yerlerinde doğrudan bulaşma, ıslatma, eskime, aşınma, dökme ve boşaltmalar sonucu karasal kirlenmeye katıldığı sanılmaktadır. Kara ortamından PCB kirlilikleri tabiat olayları ile su ortamına sürüklenirler, dolayısıyla su ortamındaki biyolojik denge bozulmakta ve su ürünleri kirlenmektedir. Poliklorobifeniller buldukları ortamda çok uzun zaman kalabildiklerinden suda yaşayan canlılar aracılığı ile su besin zincirine girerler ve sudaki balıklarla geçiren kuşlara kadar ulaşmaktadırlar (11, 24, 17).

Yapılan araştırmalar en yüksek PCB yoğunluğunun genellikle ileri derecede endüstrilemiş bölgelerdeki akarsular ve kıyı sularındaki besin zincirini oluşturan canlılarda ölçüldüğünü ortaya koymuştur (24). Amerika'da Colombia ve Missouride yaşayan balıklarda saptanan PCB yoğunluğu, aynı numunedeki DDT ve diğer klorlu hidrokarbon pestisitlerin toplam rezidülerinin 100 katına ulaştığı bildirilmiştir. Biyosfere dağılma bakımından PCB'ler ile klorlu hidrokarbon pestisitler arasında benzerlik vardır. Ancak iyi bir incelemede poliklorobifenillerin suda ve atmosferde daha yoğun olarak biriktiği fark edilir (11).

Dünyanın birçok bölgesinde yakalanan kara ve su canlılarında -Poliklorobifenillerin yaygın olduğu saptanmıştır. Yapılan bir araştırmada balıklarda en yüksek PCB yoğunluğuna Tokyo körfezi ve Amerika'daki Büyük Göller gibi denizden uzak su yollarında ölçülmüştür. Büyük Göllerdeki Coho alabalığında Amerikan Gıda ve İlaç Yönetiminin kontamine olmuş balık ve kanatlı etine koyduğu

sınır olan 5 ppm düzeyinde PCB tesbit edilmiştir. Hem su yüzeyinde beslenen hemde daha derinde yaşayan balıklarda da PCB rezidü tesbiti yapılmıştır. Bir araştırmacı Karabatak ve Balık kartalarında 300-1000 ppm gibi yüksek konsantrasyonda poliklorobifenil tesbit etmiştir (11).

Kaada deniz balıklarından elde edilen yağlarda kirlenme düzeyinin saptanması amacıyla yapılmış bir çalışmada Ringa balığı yağlarında 11 ppm, fok balığında ise 4 ppm düzeyinde kalıntı tesbit edilmiş ve 10 yıl süreyle bu balık türlerinde kirlenme düzeyinin aşağı-yukarı aynı boyutlarda kaldığı belirlenmiştir (1).

Genel kanıya göre insan vücudundaki PCB'lerin büyük bir kısmının tüketilen besinlerden, az bir bölümünde matbaa mürekkebi, karbon kâğıdı, plastik ambalaj malzemesi gibi PCB içeren ve günlük yaşama girmiş olan malzemelerden kaynaklandığı sanılmaktadır. İsveç'te yapılan araştırmaların sonuçları, insan dokusundaki PCB rezidülerinin gıdalardan, özellikle balıklardan kaynaklandığını ortaya koymuştur. Aynı çalışmalara göre tüm kaynaklardan alınan PCB'nin ortalama miktarı günde 1 mikrogram/kg düzeyinde olmakta, bu miktar fazla balık tüketen insanlarda 10 misli artmaktadır (14). Amerikan Çevre Koruma Ajansı tarafından 600 Amerikan vatandaşının adi poz dokusunda 1 ppm PCB rezidüsünün bulunduğu bildirilmektedir. Aynı ülkenin Gıda İlaç Yönetim Birimi yetkilileri de PCB'yi acil olmayan fakat otansiyel bir tehlike olarak görmekte, Amerikalıların balık tüketimi dışında sistematik olarak PCB almadıklarını iddia etmektedirler (8).

Protein kaynağı olarak karma yemlere katılan ve kullanımı son yıllarda hızla artan balık unlarının kümes hayvanları olmak üzere, tüm evcil hayvanlar için önemli bir kirlenme kaynağı olduğu ortaya çıkarılmıştır. Tavuk rasyonlarına az miktarda PCB bulaşması halinde kanatlı endüstrisi milyarlarca liralık üretim kaybına uğrayacaktır (20). A.B.D.'de poliklorobifenilli döğücülerde öğütülmüş yemlerle beslenen 146.000 tavuk kitle halinde ölmüştür. Öte yandan fabrikalarda ısı transfer sıvısı olarak kullanılan PCB sızıntıları ile kirlenen et ve balık unlarının katıldığı yemle beslenen 165.000 tavuk ölmüş, bunlardan elde edilen 76.000 yumurtanın tüketimi yasaklanmıştır (19).

Rasyonda bulunan 40 ve 80 ppm PCB'nin kuluçka verimini olumsuz yönde etkilediği (24), diğer bir grup araştırmacı ise poliklo-

robifenillerin kanatlıların kardiovaskuler parameterlerde değişiklik yapmadığını tesbit etmişlerdir (13).

Yüksek düzeyde klorlandırılmış PCB ile beslenen tavuklarda karaciğerde sentrolobuler nekrozlar, genel PCB enfeksiyonunda kimyasal porfirinler tesbit edildiği bildirilmiştir (22). Yine bir araştırmacı «KC 400» adlı ticari PCB bileşici ile kanatlılar üzerinde yapılan araştırmada zehirlenme olayındaki patolojik bulgular ele alınmış, 300 ppm ve daha yüksek konsantrasyonda PCB alan civcivlerde 12 nci günde Bursa fabrisioustu involusyon, urinerous tüplerde çeşitli genişlemeler gözlenmiştir. Broiler ve yumurtacı tavuklarda aynı patolojik durumlar saptanmıştır. Civcivlerde poliklorobifenil zehirlenmesinde Bursa Fabriciusta gözlenen değişmeler enteresan bulundu, fakat benzer değişmelerin Newcastle ve Gumboro gibi enfeksiyon hastalıklarında da görülebileceği dikkat çekilmiştir (12, 8).

Poliklorobifenillerin daha çok yağlı dokularda ve süt yağında birikmesi nedeniyle yemleriyle PCB alan veya deneysel olarak kontamine edilen inekler sütleriyle uzun süre PCB atabilmektedirler. Yapılan deneysel bir çalışmada 50 gün boyunca PCB verilmediği halde sütle atılma olayı saptanmıştır. Deneysel olarak kontamine edilmiş silaj yemleriyle beslenen ineklerde sürekli yatma, anoreksi ve hafif ateşten başka klinik belirtiler görülmemiş. Yapılan gastrointestinal mukozoda hemoraji, karaciğer, böbrek ve çeşitli kas gruplarında inflammasyon ve hafif derecede yağlı dejenerasyon görülmüştür (9, 18).

Yumurtacı piliçler üzerinde yapılan bir araştırmada (21) 24 hafta sonunda vücut yağında rasyonda bulunan PCB'nin 11-17 katı miktarında PCB tesbit etmişlerdir. Grant ve arkadaşları ise (10) Arochlor 1254 ile oral olarak doze edilen erkek ratların dokü analizlerinde saptanan rezidü miktarı beyinde % 90, dalakta % 84, testislerde % 80 olarak bulmuşlardır.

Birçok ülkede insan besini olarak kullanılan hazır yiyecek ve hammaddelerinde klorlu hidrokarbon pestisitler ile PCB kalıntılarının birbirine karışabilecek derecede bulunduğu anlaşılmıştır. ABD'de 1400 adet yiyecek numunesinde yapılan taramada numunelerin % 90'ında 0.1 ppm dolayında PCB kalıntısı saptanmıştır (8).

Poliklorobifenillerin biyolojik etkileri ve canlı yapıdaki etkilerinin biyokimyasal mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Bununla beraber karaciğer dokusunda kalıcı bozukluklar yaptığı, kültür hücrelerinin üremesini ve büyümesini inhibe ettiği, eşem hormonlarının etkinliğini değiştirdiği bilinmektedir (15). Adı geçen bileşiklerin çok düşük yoğunlukta bile biyolojik sisteme geçtiğinde klorlu hidrokarbon, organik fosforlu pestisitler ve civalı fungusitlerle etkileşime girebildiği ve bugün çin sonuçları tam olarak kestirilemeyen çok yönlü sinerjistik etki yaratabildiği anlaşılmıştır (8, 19, 22).

Çevrede ve biyolojik numunelerde rezidülerin saptanmasında veya bileşiklere saf halde katılan PCB'lerin aranmasında kromatografik yöntemlere başvurulur. Bununla beraber karışıma katılan bütün PCB'ler için ayrı ayrı referans standart kullanmadıkça elde edilen analiz sonuçlarına güvenilmez.

Gelişmiş ülkelerde yapılan yasal ve bilimsel denetimler son-pestisitlerin bilinçsiz kullanımlarının neden olduğu sakıncalar önlenebilmiştir. PCB'lerin endüstride ve günlük yaşamda yaygın kullanım alanları bulmuş olmaları, üretilen bileşiklerin değişken nitelikler göstermeleri ile klorlu hidrokarbonlara benzer özelliklere sahip olmaları ayrıca rezidü analiz ve kontrollerinin güçlüğü gibi nedenlerle bu durum şimdilik PCB'ler için söz konusu değildir.

L İ T E R A T Ü R

- 1 — Addison, R.F., Zinck, M.E. and Ackman, R.G. (1972): Residues of organochlorine and polychlorinated biphenyls in some commercially produced canadian marine oils Journal of Fisheries Research Board of Canada, 29 (4), 349-355.
- 2 — Akman, M.Ş., Ceylan, S., Şanlı, Y., Gürtunca, Ş. ve Akşiray F. (1976): Karadeniz'de avlanan balıklarda ve bu balıklardan elde edilen balık yağı ve unlarında klorlu hidrokarbon insektisit rezidülerinin araştırılması. A.Ü. Vet. Fak. Derg., 3-4, 211-236.
- 3 — Akman, M.Ş., Ceylan, S., Şanlı, Y., Şener S ve Akşiray F. (1978): Türkiye'nin Akdeniz sahillerinde avlanan kıyılarımızıza bağımlı ekonomik bazı balık türleri ve karideslerde organik klorlu insektisitlerden ileri gelen kontaminasyonun araştırılması. A.Ü. Veteriner Fak. Derg. Cilt 25(1), 121-134.
- 4 — Britton, W.H and Huston, T.M (1972): Yolk content and Hatchability egg from hens fed Aroclor 1242. Poultry Sci. 51(5).
- 5 — Ceylan S., Şanlı Y., ve Şener S. (1976): Pestisitlerin getirdiği ekolojik sorunlar. Türk Veteriner Hekimleri Derneği Dergisi. Cilt 47, Sayı: 2.

- 6 — Ceylan S. (1977): Klorlu hidrokarbon insektisit rezidülerinin süt, tereyağı, peynir ve iç yağlarında kromatografik yöntemlerle araştırılması. A. Ü. Vet. Fak. Dergisi. 24(2), 296-318.
- 7 — Ceylan S.: Veteriner Farmakoloji, A.Ü. Veteriner Fakültesi Yay. No: 355.
- 8 — Edwards, R. (1971): The Polychlorobiphenyls, their occurrence and significance: A review. Chemistry and industry, 1340-1348.
- 9 — Gardner, A.M., Richter, H.F. and Roach, J.A.G. (1976): Excretion of hydroxylated polychlorinated biphenyl metabolites in cows, milk. J.A.O.A.C., 59(2), 273-277.
- 10 — Grant, D.Z., Phillips, W.E.J and Villeneuve, D.C. (1971): Metabolism of polychlorinated biphenyl (Arochlor 1254) mixture in the rat. Bull. Environ. Contamin Toxicol., 6, 102-112.
- 11 — Hammond, A.L. (1972): Chemical pollution: Polychlorinated biphenyl. Science, 175, 155-156.
- 12 — Holleman K.A. and Barnett (1972): Species difference in Polychlorinated biphenyl response. Poultry Sci. 51(5), 1870.
- 13 — Iturri S., Cogger E.A and Ringer R.K. (1972): The effect of dietary polychlorinated biphenyls of some cardiovascular parameters in chickens. Poultry Sci. 51(5), 1870-1871.
- 14 — Jensen S., Johnels, A.G., Ollson, M and Otterlind G. (1969): DDT and PCB in Marine Animals from Swedish Waters. Nature, 224, 247-250.
- 15 — Kosutzky, J., Adamec, O and Bobakova, E. (1979): Effects of PCB on poultry reproduction. Bull. Environ. Contamin. Toxicol., 21, 737-742.
- 16 — Mosser, S.L., Fisher N.S., and Wurster C.F. (1972): PCB and DDT alter species composition in mixed cultures of algae. Science, 1976, 553-535.
- 17 — Risebrough, R.W., Reiche, P., Peakal, D.B., Herman, S.G. and Kirven, M.N. (1968): Polychlorinated biphenyls in the global ecosystem. Nature, 220, 1098-1102.
- 18 — Robens S. and Antony, H.D. (1980): Polychlorinated biphenyl contamination of feeder cattle. J.A.V.M.A., 117(7), 613-615.
- 19 — Şanlı Y. (1982): Poliklorofenillerle oluşan çevre ve besin kirlenmesi. A.Ü. Veteriner Fak. 8(1-2), 255-276.
- 20 — Shutze, J.V. and Charles O.W. (1972): Depletion of PCB's from laying hens. Poultry Sci. 51(5), 1871-1872.
- 21 — Solly, S.R.B., Shanks V., Steele R.T, and Poole W.S.H. (1975): Effects of polychlorinated biphenyls on poultry. I. Residues in tissues and eggs. N.Z. Journal of Agricultural Research, 19, 225-229.
- 22 — Vos J.G. and Koeman, J.H. (1970): Comparative toxicologic study with polychlorinated biphenyls in chickens with special reference to porphyria edema formation, liver necrosis and tissue residues. Toxicol and Appl. Pharmacol., 17, 656-668.
- 23 — Yiğit V. (1977): Türkiye'de meyva ve sebzelerde bulunan pestisit kalıntıları üzerinde araştırmalar. T.B.T.A.K. Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Ens. Yayın No: 21.
- 24 — Zitko V. (1971): Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in some freshwater and marine fishes. Bull. Environ. Contamin. Toxicol., 6(5), 464-470.